



بررسی اثر تمرکز صنعتی در کارایی انرژی بخش صنعت در استان‌های

ایران

بیتا اسکندری^۱

مجتبی الماسی^۲

سمیه اعظمی^۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۰۷

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۳۰

چکیده

بخش صنعت یکی از بخش‌هایی است که از یک طرف نقش بسزایی را در توسعه اقتصادی دارد و از طرف دیگر دارای انرژی‌بری بالایی است. در همین راستا تعیین ساختار بهینه صنعت برای کاهش اثرات جانبی منفی توسعه صنعت لازم و ضروری است. در مطالعه حاضر با استفاده از شواهد گزارش شده صنایع کارخانه‌ای با ۱۰ کارکن و بیشتر برای دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ و روش اقتصادسنجی فضایی به بررسی اثر تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی پرداخته می‌شود. شواهد حاصل از اندازه‌گیری کارایی انرژی با کاربرد رهیافت مرزی تصادفی نشان می‌دهد که استان بوشهر با مقدار کارایی انرژی ۰/۹۳ دارای بیشترین و استان خراسان شمالی با مقدار ۰/۱۳۴ دارای کمترین کارایی انرژی است. همچنین شواهد نشان می‌دهد که استان بوشهر با مقدار ۰/۵۹۳ و استان مرکزی با مقدار ۰/۰۲۸ به ترتیب دارای بیشترین و کمترین تمرکز صنعتی هستند. نتایج حاصل از برآورد مدل اقتصادسنجی فضایی نشان می‌دهد که اثر تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی منفی و معنادار است، علت آن ناشی از وابستگی تولید در صنایع مختلف است. لذا تنوع‌سازی فعالیت‌های صنعتی در مناطق بر اساس پتانسیل مناطق یکی از سیاست‌های بهینه برای افزایش کارایی انرژی است.

واژگان کلیدی: تمرکز صنعتی، کارایی انرژی، اقتصادسنجی فضایی.

Keywords: Industrial Concentration, Energy Efficiency, Spatial Econometric.

JEL Classification: L16, O25, P28.

b.eskandari.99@gmail.com

^۱. کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه

Mojtaba_Almasi@Yahoo.com

^۲. دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه (نویسنده مسئول)

sazami_econ@yahoo.com

^۳. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه رازی، کرمانشاه

۱- مقدمه

رشد اقتصادی بالاتر به همراه کیفیت زندگی مطلوب از نظر شاخص‌های زیست‌محیطی یکی از اهداف اصلی برای اقتصادهای متعدد است. در این بین ناسازگاری بین اهداف اقتصادی ممکن است هزینه‌های غیر قابل جبرانی را بر اقتصاد تحمیل کند. از یک طرف توسعه بخش صنعت به دلیل اهمیت بالای آن در رشد اقتصادی، نقش بسزایی را در توسعه اقتصادی دارد و از طرف دیگر میزان انرژی‌بری بخش صنعت بیش از سایر بخش‌های اقتصادی است (کوپیدو و همکاران^۱، ۲۰۱۶). در همین راستا بهبود کارایی انرژی در بخش صنعت، سیاستی مهم برای کاهش اثرات جانبی منفی توسعه صنعت است. کارایی انرژی به مفهوم حداقل انرژی مصرفی به ازای سطح ثابتی از تولید قابل تعریف است. صنعت به عنوان محمل تحولات تکنولوژی از طریق ایجاد روش‌ها و اختراع ابزارهای نوین تولید، بهره‌وری را در سایر بخش‌های اقتصادی نیز افزایش می‌دهد. بنابراین توسعه صنعتی از شروط لازم برای پیشرفت اقتصادی و زمینه ساز تحولات ساختاری گسترده در حوزه‌های اقتصادی و فن‌آوری است.

بر اساس گزارشات ترازنامه انرژی در سال ۱۳۹۶، سرانه مصرف انرژی ایران در بخش صنعت برابر با ۱/۵ برابر متوسط جهانی است و میزان شدت انرژی بر مبنای مصرف نهایی انرژی برابر با ۰/۱۷ بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال است که نسبت به سال ۱۳۹۵، ۲/۸ درصد کاهش پیدا کرده است. همچنین بر اساس گزارش ترازنامه انرژی ایران، سهم مصرف انرژی بخش صنعت در کل اقتصاد از مقدار ۲۲/۳ درصد در سال ۱۳۸۸ به مقدار ۲۴/۸ درصد در سال ۱۳۹۶ افزایش یافته است. همچنین مصرف کل انرژی در بخش صنعت از مقدار ۲۵۸/۵ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۸ به مقدار ۳۳۹/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۹۶ افزایش یافته است که دارای رشد معادل با ۳۱/۲ درصد بوده است. بنابراین، بهبود کارایی انرژی در بخش صنعت می‌تواند نقش بسزایی را در کاهش مصرف انرژی در کل اقتصاد داشته باشد، به همین دلیل این سوال قابل طرح است که آیا می‌توان با تعیین بهینه ساختار فضایی بخش صنعت، زمینه افزایش کارایی انرژی بخش صنعت و کاهش اثرات جانبی منفی توسعه صنعت را فراهم کرد.

تمرکز صنعتی به عنوان معیار ارزیابی ساختار صنعت، از جمله عوامل موثر بر مصرف انرژی است. به همین دلیل تمرکز صنعتی از یک طرف ممکن است به دلیل عدم تکمیل زنجیره تولید صنایع، هزینه‌های اضافی در قالب مصرف انرژی بیشتر را بر صنایع تحمیل نماید که این مورد به صورت

^۱. Kopidou (2016)

عدم کارایی مصرف انرژی نمود می‌یابد. از طرف دیگر هر چه تمرکز بالاتر باشد و صنایع محدودی در منطقه‌ای خاص متمرکز باشد، به دلیل وجود رقابت برای جذب سهم حداکثری بازار، کارایی تولید صنایع افزایش می‌یابد (زاهو و لین^۱، ۲۰۱۹)، به این صورت که کارایی انرژی مصرفی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید افزایش می‌یابد. اثر نهایی تمرکز بر کارایی انرژی وابسته به برآیند اثر وابستگی صنایع در مقابل رقابت بالقوه صنایع است. هر چه میزان وابستگی بین فعالیت‌های صنعتی کاهش یابد، برای افزایش کارایی انرژی نیاز به تمرکز بالاتر است و برعکس هر چه میزان وابستگی بالاتر باشد، تنوع سازی راه حل بهینه برای افزایش کارایی انرژی است. بنابراین اندازه‌گیری و بررسی کارایی انرژی در بخش صنعت ایران و عوامل موثر بر آن یکی از مسائلی است که برای اقتصاد ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه دارای اهمیت است. چرا که توسعه بخش صنعت یکی از مهمترین سیاست‌های اقتصادی برای جذب نیروی کار بیکار در کشور است و برای در نظر گرفتن ملاحظات توسعه پایدار باید ساختار بهینه صنعت را تعیین نمود. ساختاری که در آن اثرات جانبی منفی توسعه صنعت در حداقل مقدار باشد. در همین راستا هدف مطالعه حاضر تعیین اثر تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی است. ساختار مطالعه حاضر به این صورت است که ابتدا به بررسی مبانی نظری و مطالعات انجام شده پرداخته می‌شود، سپس در مرحله بعد به گردآوری داده‌ها و روش تحقیق متناسب با داده‌ها پرداخته می‌شود و در نهایت به برآورد مدل و تحلیل نتایج آن پرداخته می‌شود.

۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

با توسعه صنعت به عنوان یکی از مهمترین عوامل رشد اقتصادی، توجه به معیار بهبود کارایی انرژی بخش صنعت برای تامین اهداف توسعه پایدار دارای اهمیت است (زاهو و لین، ۲۰۱۸). بنابراین بررسی عوامل موثر بر بهبود کارایی انرژی، محل بحث بسیاری از مطالعات نظری و تجربی بوده است. بخش اعظمی از نظریه‌های اقتصاد فضا و جغرافیای اقتصادی به تصمیم‌گیری بنگاه‌ها و واحدهای تولیدی برای تعیین مکان فعالیت خود مربوط است. تصمیم‌گیری‌هایی که در نهایت، منجر به شکل‌گیری توزیع فضایی معینی از فعالیت‌ها در بین مناطق یک اقتصاد می‌شود. فرض اساسی در نظریه‌های فوق این است که عوامل اقتصادی از جمله بنگاه‌ها و نیروی کار همواره عقلایی عمل کرده و از اطلاعات در دسترس خود به صورت کامل و بهینه استفاده می‌کنند

^۱. Zaho and Lin (2019)

(سانچز^۱، ۲۰۱۲). بر همین اساس هر یک از عوامل فوق سعی می‌کنند تا در جریان تصمیم‌گیری خود، مکان بهینه‌ای را برای انجام فعالیت‌های خود انتخاب کنند. مارشال^۲ (۱۸۹۰) نشان می‌دهد که اشتراک‌گذاری نیروی کار، تخصصی شدن نهاده‌های تولید و سرریز دانش عوامل اصلی برای انباشت صنعت هستند، همچنین وبر^۳ (۱۹۰۹) بیان می‌کند که هزینه حمل و نقل، هزینه نیروی کار و عوامل انباشت صنعت تعیین‌کننده مکان‌یابی بنگاه‌ها هستند، اگر عوامل انباشت صنعت از هزینه حمل و نقل و هزینه نیروی کار بیشتر باشد، تمرکز صنعت افزایش می‌یابد و بالعکس (زنگ و لین، ۲۰۱۸). با کاهش هزینه حمل و نقل به عنوان مهم‌ترین عامل تمرکز صنعت، در درون یک منطقه و کاهش فاصله یک منطقه با سایر مناطق، منطقه‌ی مورد نظر برای استقرار بنگاه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی جذاب می‌شود و موجب خوشه‌ای شدن بنگاه‌ها در یک منطقه می‌شود زیرا کاهش هزینه حمل و نقل از یک سو سبب می‌شود اندازه بازار بالقوه برای یک منطقه افزایش یابد و آن منطقه برای بنگاه‌های صنعتی که دارای بازدهی فزآینده نسبت به مقیاس هستند جذاب خواهد شد و از سوی دیگر بهبود زیرساخت‌های حمل و نقل سبب تقویت ارتباطات بازار بین مناطق و دسترسی بهتر به مواد اولیه می‌شود که به افزایش تمرکز فعالیت‌های اقتصادی می‌انجامد (شهنازی و دهقان شبانی، ۱۳۹۵).

تمرکز جغرافیایی صنعت به عنوان شاخصی از ساختار صنعت بر اساس ادبیات جغرافیای اقتصاد جدید از جمله عوامل موثر بر کارایی انرژی است. تمرکز جغرافیایی صنعت به معنای پراکندگی بنگاه‌ها و واحدهای تولیدی در بین مناطق مختلف کشور و میزان ارتباط واحدهای صنعتی با یکدیگر قابل تعریف است. تمرکز صنعتی به دلیل ایجاد صرفه مقیاس در بهبود زیربنای اقتصادی، شرایط را برای سرریز دانش و تکنولوژی بین واحدهای تولیدی و ایجاد رقابتی موثر در جهت بهره‌وری بالاتر برای کسب سهم بازاری بیشتر فراهم می‌کند. بنابراین مناطقی که دارای تمرکز بالا هستند، به طور نسبی دارای کارایی بالاتر در تخصیص نهاده‌ها هستند و بنابراین کارایی انرژی بیشتری را نیز تجربه می‌کنند (لیو و همکاران^۴، ۲۰۱۷). اما در شرایطی که تمرکز بالاتر منجر به افزایش قیمت نهاده‌ها از قبیل زمین، کار و انرژی شود، تمرکز منجر به کاهش کارایی انرژی می‌شود (برول هارت و ماتیس^۵، ۲۰۰۸).

1. Sanchis (2012)

2. Marshal (1890)

3. Weber (1909)

4. Liu (2017)

5. Brulhart and Mathys (2008)

به طور کلی دو فرضیه زندگی مسکوت^۱ و فرضیه ساختار-کارا^۲ در رابطه بین کارایی و تمرکز وجود دارد: فرضیه زندگی مسکوت (هیکس^۳، ۱۹۳۵) بیان می‌کند که با افزایش تمرکز صنعتی، رقابت بین بنگاه‌ها کاهش یافته و انگیزه برای افزایش کارایی کاهش می‌یابد، گامبو و همکاران^۴ (۲۰۰۲) نشان می‌دهند که نوعی رابطه منفی بین تمرکز صنعتی و کارایی وجود دارد. قدرت بازاری بالاتر به معنای کنترل کمتر بر هزینه‌ها می‌باشد و منجر به کاهش کارایی می‌شود (الموهرامی و ماتیس^۵، ۲۰۰۹). اما در مقابل فرضیه ساختار-کارا بیان می‌کند که بنگاه‌های دارای کارایی بالاتر، به ازای هر واحد تولید، هزینه کمتری صرف می‌کنند و به این واسطه سود بالاتر و سهم بالاتری از بازار را کسب می‌کنند (دمستز^۶، ۱۹۷۳). در واقع این فرضیه بیان می‌کند که تمرکز بالاتر نتیجه کارایی بالاتر است.

یکی از مهمترین عوامل موثر بر کارایی انرژی درون صنعت، تکنولوژی نوین تولیدی است. به این صورت بازدهی هر واحد استفاده از نهاده‌های تولید افزایش یابد. مخارج تحقیق و توسعه (R&D) یکی از ابزارهای مهم برای بهبود تکنولوژی است که می‌تواند منجر به افزایش کارایی انرژی شود ((لین و ونگ^۷ (۲۰۱۴) و دانگ و همکاران^۸ (۲۰۱۸)). لی و همکاران^۹ (۲۰۱۷)، هی و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۸) و شانگ و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۹) نشان می‌دهند که افزایش در مخارج تحقیق و توسعه باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود.

گراوند و همکاران (۱۳۹۲) در مطالعه‌ای به ارزیابی کارایی انرژی در صنعت پتروشیمی اقتصاد ایران می‌پردازد، نتایج حاصل از به کارگیری تحلیل پوششی داده‌ها برای دوره زمانی ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۷ نشان می‌دهد که کارایی انرژی صنعت پتروشیمی به طور متوسط برابر با ۰/۶۸۸ است. ناجی میدانی و همکاران (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای با استفاده از رهیافت الگوی خودبازگشت با وقفه‌های توزیعی و الگوی تصحیح خطا و داده‌های سالانه ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۷ نشان می‌دهند که صنعتی شدن اثر منفی و معناداری بر کارایی انرژی دارد. کفایی و آقائیان وش (۱۳۹۵) با استفاده از تابع تولید

1. Quite-Life hypothesis

2. Efficient-Structure Hypothesis

3. Hicks (1935)

4. Gumbau-Albert and Maudos (2002)

5. Al-Muharrami and Matthews (2009)

6. Demsetz (1973)

7. Li and Wang (2014)

8. Dong (2018)

9. Li (2017)

10. He (2018)

11. Xiong (2019)

مرزی تصادفی ترانسلوگ و داده‌های دوره زمانی ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۱ نشان می‌دهند که کارایی انرژی تمام بخش‌های اقتصادی کاهش یافته است، و بخش خدمات دارای کمترین کارایی انرژی است. کفایی و خسروی (۱۳۹۵) با استفاده از داده‌های دوره زمانی ۱۳۸۵ تا ۱۳۹۰ و روش مرزی تصادفی به برآورد کارایی انرژی در استان‌های ایران می‌پردازند، شواهد آن‌ها نشان می‌دهد که کارایی انرژی کشور برابر با ۲ درصد است. کفایی و آقائیان و ش (۱۳۹۶) در مطالعه‌ای با استفاده از رهیافت داده‌های پانل نشان می‌دهند که موجودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر مثبت بر کارایی انرژی و ارزش افزوده اثر منفی بر کارایی انرژی دارد.

عبادی و همکاران (۱۳۹۷) با کاربرد داده‌های پانل نامتوازن برای دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۸ نشان می‌دهند که افزایش رانت منابع طبیعی باعث کاهش کارایی انرژی و افزایش قیمت انرژی باعث افزایش آن می‌شود. داودی و محرابی (۱۳۹۷) با استفاده از شواهد آماری شرکت‌های پتروشیمی بنیاد مستضعفان در دوره ۱۳۸۴-۱۳۹۵ نشان می‌دهند که افزایش قیمت محصول باعث کاهش کارایی انرژی می‌شود، اما افزایش قیمت انرژی و سرمایه‌گذاری از منابع خارجی باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود. عرب‌مازار و خسروی (۱۳۹۷) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۵ نشان می‌دهند که استان‌های خراسان رضوی و بوشهر به ترتیب دارای کمترین و بیشترین کارایی انرژی هستند.

ناظمی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از شاخص مالم کوئست در دوره زمانی ۱۳۹۲-۱۳۸۸ نشان می‌دهند که کارایی انرژی در استان‌های اصفهان، تهران، بوشهر، ایلام، خراسان رضوی، خوزستان، قزوین، مرکزی، کهگیلویه و بویراحمد و هرمزگان افزایش یافته است. فتحی و همکاران (۱۳۹۸) با استفاده از تابع کارایی انرژی و مدل تعمیم یافته سولو و با حل مسئله کنترل بهینه در دوره زمانی ۱۳۹۳-۱۳۸۷ نشان می‌دهند که مصرف انرژی در اقتصاد ایران بیش از مقدار بهینه است. مقدار کارایی انرژی از ۰/۸۶ در سال ۱۳۸۷ تا ۰/۸۸ در سال ۱۳۹۳ تغییر کرده است.

لین و همکاران^۱ (۲۰۱۱) با استفاده از شواهد آماری داده‌های پانل برای دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۰۰، نشان می‌دهند که انباشت صنعت در سطح پایین، باعث افزایش بهره‌وری می‌شود و در سطح بالاتر از انباشت صنعت، اثر به صورت منفی پدیدار می‌شود. لین و یانگ^۲ (۲۰۱۳) نشان می‌دهند که متوسط کارایی انرژی برای صنعت حرارتی چین در دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۰ برابر با ۰/۸۵ است.

1. Lin (2011)

2. Lin and Yang (2013)

لین و ونگ^۱ (۲۰۱۴) در مطالعه‌ای به اندازه‌گیری کارایی انرژی صنعت آهن و فلزات با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی می‌پردازند، نتایج آن‌ها برای دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ نشان می‌دهد که متوسط کارایی انرژی برابر با ۰/۶۹۹ است. لین و لانگ^۲ (۲۰۱۵) با استفاده از روش تحلیل مرزی تصادفی نشان می‌دهند که کارایی انرژی در صنعت شیمیایی چین برای دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ معادل با ۰/۶۸۹ است، همچنین استان شانگهای دارای بالاترین کارایی انرژی و استان شانشی دارای کمترین کارایی انرژی است.

جی و زهو^۳ (۲۰۱۶) با استفاده از رهیافت رگرسیون پانل آستانه برای صنعت چین نشان می‌دهند که در سطح پایین تمرکز صنعت، انباشت باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود و در سطح بالاتر از تمرکز صنعتی، انباشت صنعت باعث کاهش کارایی انرژی می‌شود. لیو و همکاران^۴ (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای برای ۲۸۵ شهر چینی در دوره زمانی ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۳ نشان می‌دهند که انباشت صنعت، کارایی انرژی را افزایش می‌دهد.

هی و همکاران^۵ (۲۰۱۸) با استفاده از شواهد آماری بخش صنعت در استان‌های چین در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۵ و رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها نشان می‌دهند که استان‌های شرقی نسبت به سایر استان‌ها دارای کارایی انرژی بالاتر در بخش صنعت هستند و همچنین شدت تحقیق و توسعه و بهره‌وری نیروی کار باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود. زنگ و لین^۶ (۲۰۱۸) اثر انباشت صنعت را بر کارایی انرژی در صنعت کاغذ چین برای دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۰ و رهیافت داده‌های پانل بررسی می‌کنند. نتایج نشان می‌دهد تا زمانی که انباشت صنعت کمتر از ۰/۵۴۴ باشد، یک درصد افزایش در انباشت صنعت منجر به افزایش کارایی انرژی به اندازه ۰/۲۳ درصد می‌شود. شن و همکاران^۷ (۲۰۱۸) با استفاده از شواهد آماری ۲۸۵ شهر چین برای دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۳ نشان می‌دهند که تراکم صنعتی باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود. چن و همکاران^۸ (۲۰۱۸) و ونگ و چان^۹ (۲۰۱۰) نشان می‌دهند که به واسطه پیشرفت تکنولوژی، تراکم صنعت منجر به بهبود کارایی انرژی می‌شود.

1. Lin and Wang (2014)

2. Lin and Long (2015)

3. Ji and Zhao (2016)

4. Liu (2017)

5. He (2018)

6. Zheng and Lin (2018)

7. Shen (2018)

8. Chen (2018)

9. Wang and Chan (2010)

زهو و لین^۱ (۲۰۱۹) با استفاده از شواهد آماری صنعت نساجی در ۲۸ استان چین برای دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۵ و رهیافت داده‌های پانل نشان می‌دهند که نوعی رابطه غیر خطی بین انباشت صنعت و کارایی انرژی در این بخش وجود دارد و در سطح پایین تر (بالا تر) از آستانه انباشت صنعت، اثر انباشت صنعت بر کارایی انرژی مثبت (منفی) است. اویانگ و همکاران^۲ (۲۰۱۹) در مطالعه‌ای برای کشور چین در دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۴ نشان می‌دهند که کارایی انرژی در طول دوره کاهش یافته است، نتایج مدل توییت نشان می‌دهد که تولید سرانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مخارج دولت اثر مثبت و معناداری بر کارایی انرژی دارد. بهبادی و همکاران^۳ (۲۰۲۰) با استفاده از شاخص کارایی انرژی فیزیکی، برای کشور سوئیس در دوره زمانی ۲۰۱۶-۲۰۰۰ نشان می‌دهند که کارایی انرژی بخش خانوارها به اندازه ۱/۷ درصد و بخش صنعت به اندازه ۱ درصد بهبود یافته است.

بررسی مطالعات نشان می‌دهد که غالب مطالعات تنها به اندازه‌گیری کارایی انرژی پرداخته‌اند و هیچ مطالعه‌ای اثر ساختار صنعت را بر کارایی انرژی بررسی نکرده است، این در حالی است که بدون تغییر در تولید می‌توان ساختاری از صنعت را معرفی کرد که مصرف انرژی را کاهش دهد و به این واسطه کارایی انرژی را افزایش داد. بنابراین مطالعه حاضر از نظر موضوع دارای نوآوری است و گامی رو به جلو در پژوهش‌های اقتصادی تلقی می‌شود.

۳- روش تحقیق و گردآوری داده‌ها

برای برآورد اثر تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی در دوره زمانی ۱۳۹۸۳ تا ۱۳۹۹۳ و در سطح استانی از معادله (۱) استفاده می‌شود:

$$eff_{it} = f(conc_{it}, r\&d_{it}, com_{it}, W) \quad (1)$$

در رابطه ۱، eff کارایی انرژی محاسبه شده با رهیافت مرزی تصادفی در استان i و دوره زمانی t که برای محاسبه آن از آمارهای ترازنامه انرژی استفاده شده است. $conc$ شاخص تمرکز صنعتی الیسون-گلیسر^۴ است که با استفاده از گزارشات منطقه‌ای مرکز آمار برای بخش صنعت به تفکیک

1. Zhao and Lin (2019)

2. Ouyang (2019)

3. Bhadbhade (2020)

4. Ellison- Glaeser Industrial Concentration Index

زیربخش‌ها در استان‌های ایران محاسبه شده است. R&D مخارج تحقیق و توسعه و com هزینه ارتباطات و رایانه است که برای گردآوری آن‌ها از گزارش آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ۱۰ کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران به تفکیک استان‌ها استفاده شده است. برای در نظر گرفتن وابستگی بین مناطق از ماتریس فضایی استاندارد شده W استفاده می‌شود. بنابراین برای برآورد رابطه ۱ در صورت تایید وجود اثرات خودهمبستگی فضایی از رهیافت اقتصادسنجی فضایی استفاده می‌شود.

برای اندازه‌گیری و برآورد کارایی انرژی مصرفی، از تحلیل مرزی تصادفی (SFA)^۱ به دلیل ایجاد تمایز بین جزء عدم کارایی و جزء خطای آماری، استفاده می‌شود. فرض می‌شود در اقتصاد، نهاده‌های نیروی کار (L)، سرمایه (K) و انرژی (E) برای تولید ستانده (Y) مورد استفاده قرار گیرند، بنابراین مجموعه تکنولوژی قابل دسترس برای تولید به صورت رابطه ۲ قابل تعریف است.

$$T = \{(K, L, E, Y) : (K, L, E) \text{ can produce } Y\} \quad (2)$$

T مجموعه تکنولوژی موجود است که با ترکیب نهاده‌ها، امکان تولید Y را فراهم می‌آورد. در تئوری تولید، فرض می‌شود که T مجموعه‌ای محدود و بسته است. علاوه بر این، نهاده‌ها و ستانده قابل دور ریختن^۲ باشند. به این صورت که $(K', L', E', Y') \in T$ اگر $(K', L', E') \geq (K, L, E)$ و $Y' \leq Y$ برقرار باشند.

برای اندازه‌گیری کارایی انرژی از نگاه تولید، از تابع فاصله‌ای سفارد برای انرژی مصرفی استفاده می‌شود، که به صورت رابطه ۳ است.

$$D_E(K, L, E, Y) = \sup\{\alpha : (K, L, E/\alpha, Y) \in T\} \quad (3)$$

رابطه ۳ نشان‌دهنده حداقل انرژی مصرفی تا جایی است که ترکیب نهاده‌ها و ستانده در داخل مجموعه امکان‌پذیر تکنولوژی در رابطه ۲ قرار داشته باشند. به عنوان یک نتیجه، $E/D_E(K, L, E, Y)$ نشان‌دهنده مقدار انرژی مصرفی فرضی در صورت کارا بودن مصرف انرژی است. پس نسبت استفاده فرضی انرژی به انرژی مورد استفاده واقعی معادل با شاخص کارایی انرژی است که به صورت رابطه (۴) قابل تعیین است.

1. Stochastic Frontier Analysis

2. Disposable

$$EEI = 1/D_E(K, L, Y, E) \quad (۴)$$

بر این اساس اگر مقدار EEI برابر با ۱ باشد در این صورت کارایی انرژی در حداکثر قرار دارد. در غیر این صورت EEI کمتر از یک خواهد بود. به طور کلی هر چه مقدار EEI بالاتر باشد، کارایی انرژی بالاتر خواهد بود. مطالعات بوک و یانگ^۱ (۲۰۰۷) و بوید^۲ (۲۰۰۸) از رهیافت پارامتری مرزی تصادفی به دلیل تفکیک جزء خطای آماری از جزء خطای کارایی انرژی برای تخمین تابع مسافت انرژی شفارد استفاده کرده‌اند. فرض می‌شود که n منطقه وجود دارد، که بردار نهاده‌ها و ستانده به صورت (K_i, L_i, E_i, Y_i) است. پس تابع فاصله انرژی شفارد برای منطقه i به صورت $D_E(K_i, L_i, E_i, Y_i)$ قابل تعریف است. در این مرحله تابع فاصله انرژی شفارد با استفاده از تحلیل مرزی تصادفی که نیازمند در نظر گرفتن شکل تابعی مناسب است، برآورد می‌شود. بر اساس مطالعات فیجو و همکاران^۳ (۲۰۰۲) و بوید (۲۰۰۸)، شکل تابعی مناسب برای برآورد تابع مسافت شفارد به صورت رابطه ۵ است:

$$\begin{aligned} \ln(1/E_i) = & \beta_0 + \beta_K \ln K_i + \beta_L \ln L_i + \beta_Y \ln Y_i + \beta_{KL} \ln K_i \ln L_i + \\ & \beta_{KY} \ln K_i \ln Y_i + \beta_{LY} \ln L_i \ln Y_i + \frac{1}{2} \beta_{KK} \ln K_i \ln K_i + \frac{1}{2} \beta_{LL} \ln L_i \ln L_i + \\ & \frac{1}{2} \beta_{YY} \ln Y_i \ln Y_i + \beta_t T + \frac{1}{2} \beta_{tt} T^2 + \beta_{tL} T \ln L_{it} + \beta_{tK} T \ln K_{it} + v_i - u_i \quad (۵) \\ u_{it} = & (u_i e^{-\eta(t-T)}), \quad i = 1, 2, \dots, N; t = 1, 2, \dots, T \end{aligned}$$

در معادله ۵، v متغیر تصادفی نرمال با میانگین صفر است، u_i متغیر نامنفی نشان دهنده ناکارایی مصرف انرژی است. β ها پارامترهای ناشناخته‌ای هستند که باید به وسیله روش حداکثر درستنمایی تخمین زده شود. با استفاده از تخمین حداکثر راستنمایی مقادیر σ_u^2 و $\sigma_v^2 = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$ و $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$ قابل محاسبه است، مقدار γ بین صفر و یک است. اگر مقادیر γ برابر با صفر باشد، به معنای عدم وجود ناکارایی انرژی است، و تفاوت بین مقدار بهینه و واقعی انرژی ناشی از v است، برای تخمین تابع مصرف انرژی می‌توان از روش حداقل مربعات معمولی استفاده کرد.

1. Buck and Young (2007)

2. Boyd (2008)

3. Feijoo (2002)

اما برای اندازه‌گیری شاخص تمرکز صنعتی (γ) از شاخص تمرکز الیسون-گلیسر^۱ (γ_i) استفاده می‌شود که به صورت رابطه (۶) است، در این رابطه N تعداد کارگاه‌های صنعتی در هر استان است، S_i سهم منطقه m در تولید صنعت i است و x_i سهم صنعت i از کل تولید است.

$$\gamma_i = \frac{(\sum_i (s_i - x_i)^2) - (1 - \sum_i x_i^2)(1/N)}{(1 - \sum_i x_i^2)(1 - 1/N)} \quad (6)$$

۴- برآورد مدل‌ها و تحلیل نتایج

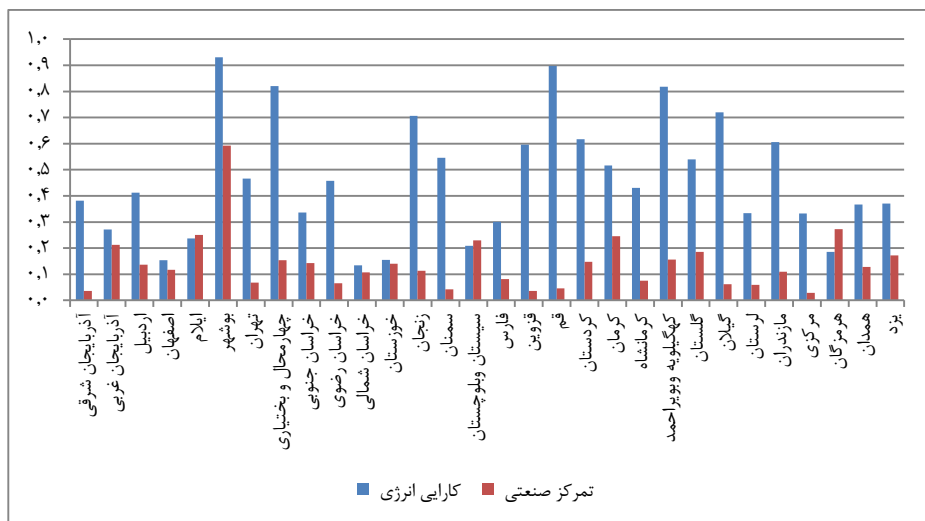
۴-۱- برآورد تمرکز صنعتی و کارایی انرژی

شواهد حاصل از اندازه‌گیری شاخص الیسون-گلیسر برای دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ به تفکیک استان‌ها در نمودار ۱ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که بیشترین تمرکز صنعتی در استان بوشهر با مقدار ۰/۵۹۳ و کمترین تمرکز صنعتی در استان مرکزی با مقدار ۰/۰۲۸ است. یکی از دلایل اصلی برای بالا بودن شاخص تمرکز در استان بوشهر ناشی از ساختار صنعتی است که در این استان قرار دارد. در واقع بر اساس شواهد سال ۱۳۹۳، سهم استان در تولید مواد شیمیایی و فرآورده‌های شیمیایی از کل تولید کشور بالغ بر ۴۰ درصد است و سهم استان در تولید سایر صنایع به غیر از تولید سایر تجهیزات حمل و نقل که در حدود ۱۰ درصد است در بقیه صنایع سهم استان بوشهر کمتر از ۳ درصد است. اما در مورد استان مرکزی، در سال ۱۳۹۳ سهم استان در تولید محصولات فلزی ساخته شده، به جز ماشین‌آلات و تجهیزات برابر با ۱۵ درصد است و سهم بالغ بر ۹۰ درصد از صنایع در محدوده ۱ تا ۵ درصد قرار دارد، در واقع این استان در بیشتر صنایع به طور همگن فعالیت نموده است و به همین دلیل دارای کمترین تمرکز صنعتی است. شواهد به دست آمده برای بقیه استان‌ها به این صورت است که استان‌های آذربایجان شرقی و قزوین نیز با مقادیر ۰/۰۳ در بین استان‌های با تمرکز پایین قرار دارند و استان‌های ایلام، کرمان، هرمزگان و سیستان و بلوچستان نیز در بین استان‌های با مقادیر تمرکز بالا قرار دارند. بر اساس آمارهای سال ۱۳۹۳ سهم استان هرمزگان از تولید کل کشور در بسیاری از صنایع در حدود تقریباً صفر بوده است و تنها در سه صنعت تولید چوب و محصولات چوبی به جز مبلمان، حصیر و مواد حصیربافی با کد آیسیک ۲۰،

^۱. برای جزئیات اندازه‌گیری به مقاله مهرگان و همکاران (۱۳۹۵) تحت عنوان برآورد تمرکز فضایی صنعت و عوامل موثر بر آن در بین استان‌های ایران مراجعه شود.

تولید کک، فرآورده‌های حاصل از پالایش نفت با کد ۲۳ و تولید سایر تجهیزات حمل و نقل با کد ۳۵ به ترتیب با سهم‌های ۱۰، ۱۴ و ۱۰ درصد سرمایه‌گذاری نموده است. بررسی تغییرات شاخص تمرکز برای تمام استان‌ها به طور میانگین نشان می‌دهد که تمرکز از مقدار ۰/۱۳۲ در سال ۱۳۸۳ به مقدار ۰/۱۱۵ در سال ۱۳۸۵ کاهش یافته و سپس در بالاترین رقم در سال ۱۳۹۲ به مقدار ۰/۱۹۱ افزایش یافته است. در تمام دوره مطالعه، استان بوشهر همواره دارای بیشترین شاخص تمرکز بوده، اما استان‌های دارای تمرکز پایین در طول دوره تغییراتی را تجربه کرده‌اند، به طوری که در ابتدای دوره استان سمنان و مرکزی و سپس استان‌های قزوین و آذربایجان شرقی دارای کمترین مقدار تمرکز صنعتی بوده‌اند. تغییرات و تحولات صورت گرفته در مقدار حداقل تمرکز صنعتی، بیشتر برای بهره‌گیری از ظرفیت‌های صنعتی بوده است.

شواهد به دست آمده از روش مرزی تصادفی در نمودار ۱ نشان می‌دهد که استان بوشهر با مقدار کارایی انرژی ۰/۹۳ دارای بیشترین مقدار کارایی انرژی و استان خراسان شمالی با مقدار کارایی ۰/۱۳۴ دارای کمترین کارایی انرژی است. در واقع بر اساس شواهد نمودار ۱، ۶ استان که دارای کارایی انرژی بالاتر از میانگین هستند، دارای تمرکز بالاتر از میانگین نیز هستند و ۱۱ استان که دارای مقادیر کارایی انرژی پایین‌تر از میانگین هستند، دارای تمرکز صنعتی پایین‌تر از میانگین نیز هستند. بنابراین در ۱۷ استان مقادیر کارایی انرژی و تمرکز هم راستا بوده است و در واقع استان‌های دارای کارایی انرژی بالاتر یا پایین‌تر همان استان‌هایی هستند که به ترتیب دارای تمرکز صنعتی بالاتر و پایین‌تر هستند و تنها در ۱۳ استان مقادیر کارایی انرژی و تمرکز صنعتی در جهت مخالف همدیگر بوده‌اند. بررسی تغییرات کارایی انرژی برای تمام استان‌ها به طور میانگین نشان می‌دهد که میزان کارایی انرژی در دوره مورد مطالعه به طور معناداری افزایش یافته است و از ۰/۳۹۸ در سال ۱۳۸۳ به مقدار ۰/۵۲۵ در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است.



منبع: محاسبات پژوهش

نمودار ۱: برآورد کارایی انرژی و تمرکز صنعتی

بر اساس نتایج حاصل از برآورد تابع فاصله‌ای شفارد مقدار گاما تقریباً برابر با صفر بوده است بنابراین تغییرات کارایی انرژی در طول دوره مطالعه ناچیز بوده است، طوری که کارایی انرژی از مقدار ۰/۴ در سال ۱۳۸۳ به مقدار ۰/۵۳ در سال ۱۳۹۳ افزایش یافته است. به طور کلی با وضعیت موجود از مصرف انرژی در طول دوره مورد مطالعه، استان‌های ایران در سال‌های اخیر می‌توانستند به طور متوسط با بهینه‌سازی مصرف انرژی، میزان مصرف انرژی را به اندازه ۵۳ درصد کاهش دهند.

۴-۲- برآورد مدل اقتصادسنجی فضایی

گام اول برای تحلیل رابطه بین متغیرهای اقتصادی، استفاده از علیت گرنجری برای تعیین جهت علیت بین متغیرهای تحقیق است. نتایج علیت گرنجری در جدول ۱ نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم علیت از تمرکز صنعتی به کارایی انرژی رد شده است و بنابراین نوعی علیت از سمت متغیر تمرکز صنعتی به کارایی انرژی وجود دارد. اما در حالت برعکس هیچ‌گونه علیتی از سمت کارایی انرژی به تمرکز صنعتی وجود ندارد. به عبارتی تمرکز صنعتی می‌تواند میزان کارایی انرژی را در استان‌های ایران تحت تاثیر قرار دهد و اثر مثبت یا منفی آن بر کارایی انرژی از طریق سایر مدل‌های اقتصادسنجی از قبیل اقتصادسنجی فضایی قابل بررسی است.

جدول ۱: علیت گرنجری

نتیجه	آماره	نوع علیت
رد فرضیه صفر	۴۰/۴۶ (۰/۰۰)	عدم وجود علیت از تمرکز صنعتی به کارایی انرژی
تایید فرضیه صفر	۱/۳۶ (۰/۲۴۲)	عدم وجود علیت از کارایی انرژی به تمرکز صنعتی

منبع: یافته‌های تحقیق

بر اساس الگوی الهورست^۱ (۲۰۱۴) مراحل برآورد مدل فضایی به این صورت است که ابتدا با استفاده از آماره موران^۲، وجود اثرات فضایی در متغیر کارایی انرژی و پسماندهای عوامل موثر بر کارایی انرژی مورد بررسی قرار می‌گیرد. سپس با استفاده از آماره ضریب لاگرانژ به بررسی وجود انواع اثرات فضایی (خطای فضایی یا وقفه فضایی) پرداخته می‌شود. در مرحله سوم با استفاده از آزمون حداکثر راستنمایی به بررسی وجود اثرات ثابت زمانی و فضایی پرداخته می‌شود و در نهایت با استفاده از آزمون هاسمن فضایی نوع مدل برآوردی تخمین زده می‌شود.

کاربرد اقتصادسنجی فضایی نیازمند اثبات وجود اثرات فضایی بین استان‌های مختلف است. بنابراین ابتدا با استفاده از آماره موران بر روی پسماندهای مدل اقتصادسنجی متعارف و متغیر کارایی انرژی، وجود اثرات فضایی مورد آزمون قرار می‌گیرد. نتایج جدول ۲ نشان می‌دهد که آماره موران برای پسماندهای مدل متعارف و متغیر کارایی انرژی به عنوان متغیر وابسته در سطح خطای یک درصد معنادار است. چرا که مقدار آماره موران برای متغیر کارایی انرژی برابر با ۸/۵۶ است و مقدار آماره موران برای جزء اختلال مدل برآوردی برابر با ۹/۱۶ است که این مقادیر تاییدی بر رد فرضیه صفر مبنی بر عدم خودهمبستگی فضایی است.

جدول ۲: آزمون همبستگی فضایی

مقدار آماره	ارزش احتمال (P-Value)	
۸/۵۶	۰/۰۰	متغیر وابسته کارایی انرژی
۹/۱۶	۰/۰۰	پسماندهای مدل متعارف

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به رد شدن فرضیه صفر آماره موران، از مدل‌های فضایی استفاده می‌شود. گام دوم، بررسی ضریب لاگرانژ برای تعیین وابستگی فضایی بر حسب وقفه فضایی، خطای فضایی یا ترکیبی است.

1. Elhorst

2. Moran Statistic

نتایج حاصل از ضریب لاگرانژ در جدول ۳ نشان می‌دهد که فرضیه صفر مثبتی بر عدم وابستگی فضایی در مشاهدات از متغیر در هر دو حالت LM lag و RLM lag^۱ رد شده است. همچنین فرضیه صفر مثبتی بر عدم وابستگی فضایی در جزء خطا در هر دو حالت LM error و RLM error^۲ رد شده است، بنابراین وجود هر دو نوع همبستگی فضایی در جزء خطا و مشاهدات از متغیر غیر قابل رد است. به عبارتی هم در وقفه از متغیر کارایی انرژی و هم در پسماندهای مدل مرسوم نوعی خودهمبستگی فضایی وجود دارد که بایستی در مدل برآوردی مورد توجه قرار گیرد.

جدول ۳: آزمون ضریب لاگرانژ

<i>RLM lag</i>	<i>LM lag</i>	<i>RLM error</i>	<i>LM error</i>	
۹۶/۵۵	۲۹۲/۴۲	۲۱/۸۸	۲۱۷/۷۵	مقدار آماره
۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	ارزش احتمال

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به این که ساختار داده‌های مورد استفاده به صورت ترکیبی از زمان و فضا است، بایستی از طریق آزمون حداکثر راستنمایی (LR^3) اثرات ثابت زمان یا فضا مورد آزمون قرار گیرد، اثرات ثابت فضایی و زمانی کنترل کننده تمامی اثرات ثابت ناشی از این دو متغیر خواهد بود که نادیده گرفتن آن‌ها باعث تورش در تخمین مدل خواهد بود (الهورست، ۲۰۱۴). منظور از اثرات ثابت زمانی، تمامی عوامل تاثیرگذار بر کارایی انرژی است که در طول زمان تغییر کرده اما در همه استان‌ها ثابت است. اثرات ثابت فضایی، خصوصیات فردی تاثیرگذار بر کارایی انرژی است که در طول زمان ثابت است اما از هر استانی به استان دیگر تغییر می‌کند (طالبلو و همکاران، ۱۳۹۶). نتایج حاصل در جدول ۴ نشان می‌دهد که اثرات ثابت فضا وجود دارد ولی اثرات ثابت زمان وجود ندارد، به عبارتی ناهمگنی بین استان‌ها قابل تایید بوده است. همچنین برای آزمون مدل اثرات ثابت در مقابل اثرات تصادفی از آزمون هاسمن فضایی استفاده می‌شود. از آن‌جا که مقدار آماره هاسمن برابر با ۰/۰۱۲۹ است پس فرضیه صفر غیر قابل رد است و بایستی از مدل اثرات تصادفی برای برآورد مدل استفاده شود.

1. Robust Lagrange Multiplier Lag

2. Robust Lagrange Multiplier Error

3. Likelihood Ratio

جدول ۴: آزمون اثرات ثابت زمان و فضا و هاسمن

آماره LR اثرات ثابت فضا	آماره LR اثرات ثابت زمان	آزمون هاسمن فضایی
۹۳۷/۴۷	۱۰/۳۹۴	۰/۰۱۲۹
(۰/۰۰)	(۰/۴۰۶)	(۰/۹۹)

منبع: یافته‌های پژوهش

اعداد داخل پرانتز مقادیر ارزش احتمال (p -value) هستند.

بنابراین به طور کلی، برای بررسی عوامل موثر بر کارایی انرژی در بخش صنایع کارخانه‌ای از مدل اقتصادسنجی فضایی با روش اثرات تصادفی و با در نظر گرفتن اثرات ناهمگن فضایی و با دو وقفه فضایی و خطای فضایی استفاده می‌شود. شواهد برای برآورد مدل در جدول ۵ نشان می‌دهد که هر چه میزان تمرکز صنعتی افزایش یابد، میزان کارایی انرژی به طور معناداری در سطح خطای ۵ درصد کاهش می‌یابد. طوری که با افزایش یک درصد در تمرکز صنعتی، میزان کارایی انرژی به اندازه ۰/۰۵۶ درصد کاهش می‌یابد. یکی از دلایل اصلی برای اثرگذاری منفی تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی، وابستگی بین بخش‌های صنعتی برای تامین نهاده‌های تولید است. به همین دلیل هر چه میزان تمرکز پایین و تنوع فعالیت‌های تولیدی در یک منطقه معین جغرافیایی بالاتر باشد، کارایی انرژی به طور معناداری افزایش می‌یابد. این در حالی است که در مطالعات لیو و همکاران (۲۰۱۷)، شن و همکاران (۲۰۱۸) و چن و همکاران (۲۰۱۸) انباشت صنعت باعث افزایش کارایی انرژی می‌شود. در واقع در این موارد با تعیین مزیت نسبی هر استان در تخصیص فعالیت‌های اقتصادی و دستیابی به تنوع بالایی از تولید صنعتی، می‌توان زمینه کاهش اثرات جانبی توسعه صنعت را فراهم نمود. در واقع تمرکز پایین و کاهش هزینه حمل و نقل نهاده‌های تولیدی یکی از سیاست‌های موثر برای افزایش کارایی انرژی است. به همین دلیل هر چه تنوع فعالیت‌های صنعتی در یک منطقه خاص افزایش یابد، زنجیره تولید و مصرف نهاده‌ها و محصول در یک منطقه بهبود یافته و مصرف انرژی در آن منطقه کاهش می‌یابد. این در حالی است که بر اساس شواهد آماری به دست آمده مقدار شاخص تمرکز در اقتصاد ایران بیش از ۰/۰۲ است و این نشان دهنده تمرکز بالاتر است. بنابراین اثر وابستگی صنایع در تامین نهاده‌های تولید بیش از اثر رقابت بالقوه بین صنایع بوده و برای بهبود کارایی انرژی، تنوع‌سازی فعالیت‌های صنعتی در استان‌ها گامی مهم برای بهبود کارایی انرژی است.

جدول ۵: برآورد مدل ترکیبی SAC

خطای فضایی	وقفه فضایی	عرض از مبدا	هزینه ارتباطات	تحقیق و توسعه	تمرکز صنعتی	
۰/۹۳۹ (۰/۰۰)	-۰/۹۱۹ (۰/۰۰)	۳/۱۰۲ (۰/۰۰)	-۰/۰۱۸ (۰/۰۴۳)	۰/۰۱۵ (۰/۰۳)	-۰/۰۵۶ (۰/۰۴۶)	ضرایب (P-value)

منبع: یافته‌های پژوهش

اعداد داخل پرانتز مقادیر ارزش احتمال (p-value) هستند.

بناگاه‌های صنعتی همواره با صرف مخارج تحقیق و توسعه درصدد افزایش تولید به ازای سطح مشخصی از نهاده‌های تولیدی هستند، در این راستا صرف مخارج تحقیق و توسعه برای افزایش کارایی انرژی به عنوان یکی از اهداف بناگاه‌های صنعتی از اهمیت بالایی برخوردار است. اثر مخارج تحقیق و توسعه بر کارایی انرژی نشان می‌دهد که با افزایش یک درصد در مخارج تحقیق و توسعه، میزان کارایی انرژی به اندازه ۰/۰۱۵ درصد افزایش می‌یابد و این مورد در سازگاری با نتایج مطالعات لی و همکاران (۲۰۱۷)، هی و همکاران (۲۰۱۸) و شانگ و همکاران (۲۰۱۹) است. اثر مخارج تحقیق و توسعه بر کارایی انرژی در سطح خطای ۵ درصد معنادار است. بنابراین با افزایش مخارج تحقیق و توسعه در جهت شناخت روش‌های موثر تولیدی با صرف هزینه کمتر، می‌توان زمینه را برای افزایش کارایی انرژی فراهم کرد. هزینه ارتباطات و رایانه به عنوان شاخصی از فناوری همواره یکی از مولفه‌های مهم برای جایگزینی نیروی کار است. هر چه میزان استفاده از فناوری افزایش یابد، نیروی کار لازم برای فعالیت‌های اقتصادی کاهش می‌یابد، اما شواهد نشان می‌دهد که هزینه فناوری در جهت بهبود کارایی انرژی نبوده است. استفاده از ابزارهای انرژی‌بر از قبیل رایانه و مخابرات موجب کاهش کارایی انرژی می‌شود.

بررسی اثر وقفه فضایی نشان می‌دهد که با افزایش کارایی انرژی در سایر استان‌ها، کارایی انرژی در استان خاص به اندازه ۰/۹۱ درصد کاهش می‌یابد. در واقع فرآیند توسعه بخش صنعت در استان‌های ایران به صورت مستقل است و منجر به هم‌افزایی نمی‌شود، زمانی که توسعه صنعت در استان‌های همسایه منجر به توسعه صنعت در سایر استان‌ها شود، در این صورت انتظار بر این است زنجیره تامین نهاده و عرضه ستانده بین بخش‌های مختلف صنعت رخ دهد که در این صورت کارایی انرژی نیز افزایش می‌یابد. اما اثر منفی وقفه فضایی نشان می‌دهد که توسعه صنعت در استان‌های ایران به صورت محدود است و وابستگی صنایع بین استان‌های ایران وجود ندارد و این یکی از مسائلی است که بایستی مورد توجه واقع شود.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

افزایش رشد اقتصادی به همراه افزایش کیفیت محیط زیست یکی از مطلوب‌های هر اقتصادی است که با افزایش کارایی انرژی قابل دستیابی است. کارایی انرژی نقشی دوگانه را در اقتصاد ایفا می‌کند. از یک طرف منابع رشد اقتصادی را تامین می‌کند و از طرف دیگر اثرات منفی ناشی از افزایش مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. بر اساس نظریه کالدور (۱۹۶۶) بخش صنعت موتور رشد اقتصادی است و همچنین بر اساس شواهد، میزان مصرف انرژی در بخش صنعت بیش از سایر بخش‌های اقتصادی است. پیدا کردن کانالی برای کاهش اثرگذاری منفی توسعه صنعت بر انتشار آلاینده‌ها یکی از اهداف اصلی برای مطالعه حاضر است. بنابراین مطالعه حاضر با استفاده از داده‌های صنایع کارخانه‌ای در سطح استانی برای دوره زمانی ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۳ و رهیافت اقتصادسنجی فضایی به برآورد کارایی انرژی و اثر تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی پرداخته است. بر اساس نتایج حاصل از اندازه‌گیری کارایی انرژی با رهیافت تابع مرزی تصادفی، متوسط کارایی انرژی در تمام استان‌ها در دوره مورد مطالعه به طور معناداری افزایش یافته است اما تغییرات آن در سال‌های متوالی نسبتاً پایین بوده است، به طوری که مقدار کارایی انرژی در سال ۱۳۸۳ برابر با ۰/۳۹۸ بوده و این رقم در سال ۱۳۹۳ برابر با ۰/۵۲۵ است. از نگاه استانی، استان خراسان شمالی دارای کمترین کارایی انرژی مصرفی معادل ۰/۱۳۴ بوده و استان بوشهر با مقدار ۰/۹۳ دارای بیشترین کارایی انرژی مصرفی است. شواهد حاصل از کاربرد اقتصادسنجی فضایی نشان می‌دهد که اثر تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی در استان‌های ایران منفی و از نظر آماری در سطح خطای ۵ درصد معنادار است. بنابراین هر چه تمرکز صنعتی افزایش یابد، کارایی انرژی به طور معناداری کاهش می‌یابد. اثر منفی تمرکز صنعتی بر کارایی انرژی، به این علت است که تنوع‌سازی فعالیت‌های صنعتی باعث می‌شود که بخش‌های مختلف صنعتی، نیاز نهاده‌ای و بازار محصول خود را در محدوده‌ای نزدیک تامین نمایند و همچنین به علت اثرات سرریز تکنولوژی تولیدی و دانش در بین بخش‌های مختلف، کارایی انرژی افزایش می‌یابد، و براساس ادبیات نظری پژوهش، اثر وابستگی بین صنایع بر میزان رقابت بالقوه بین صنایع غالب است. همچنین اثر مخارج تحقیق و توسعه بر کارایی انرژی مثبت و از نظر آماری معنادار است. بنابراین بهبود مخارج تحقیق و توسعه در راستای افزایش کارایی انرژی گامی موثر برای بهبود کیفیت محیط زیست است، و این تایید‌کننده ادبیات نظری پژوهش در رابطه بین مخارج تحقیق و توسعه و کارایی انرژی است. اما اثر مخارج رایانه و ارتباطات بر کارایی انرژی از نظر علامت منفی و از نظر آماری معنادار است،

بنابراین جایگزینی رایانه به جای نیروی انسانی کارایی انرژی را کاهش داده و این نشان می‌دهد هزینه ارتباطات و رایانه در سال‌های اخیر در راستای بهبود کارایی انرژی نبوده است. اغلب نتایج به دست آمده در مطالعه منطبق بر نتایج مطالعات سایر کشورها بوده است. بر اساس نتایج مطالعه، تخصیص مخارج تحقیق و توسعه در پروژه‌های نوین تولیدی که منجر به ایجاد تکنولوژی برتر شود، و همچنین شناسایی مزیت نسبی هر استان در توسعه بخش صنعت برای ایجاد حداکثر تنوع‌سازی در فعالیت‌های بخش صنعت از جمله مهمترین سیاست‌ها برای بهبود کارایی انرژی در بخش صنعت است که می‌تواند سهم بالایی را در کاهش مصرف انرژی برای سطح ثابتی از تولید فراهم آورد.

منابع و مأخذ

۱. شهنازی، روح‌اله. و دهقان شبانی، زهرا (۱۳۹۵). "تحلیل تاثیر زیرساخت‌های حمل و نقل بر تمرکز فعالیت‌های صنعتی در استان‌های ایران". تحقیقات اقتصادی ۵۱(۴): ۸۸۷-۹۰۸.
۲. عبادی، زهرا. حسین‌پور، فاطمه. عبدالهیان، حمیدرضا. و سعیدی، سید ناصر (۱۳۹۷). "بررسی اثر وفور منابع نفت و گاز بر کارایی انرژی در کشورهای تحصیلدار". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی ۱۴(۵۷): ۲۰۱-۲۳۴.
۳. عرب مازار، عباس. و خسروی، عاطفه (۱۳۹۷). "تحلیل مقایسه‌ای روند بهره‌وری انرژی در استان‌های کشور". فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی ۴(۱۰): ۶۶-۴۱.
۴. کفایی، محمدعلی. و آقائیان وش، پریا (۱۳۹۵). "برآورد و مقایسه کارایی انرژی در بخش‌های اقتصادی ایران". فصلنامه اقتصاد و الگوسازی ۷(۲۷): ۹۷-۱۲۲.
۵. کفایی، محمدعلی. و آقائیان وش، پریا (۱۳۹۶). "شناسایی عوامل موثر بر کارایی انرژی بخشی در اقتصاد ایران". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی ۱۳(۵۲): ۱-۳۴.
۶. کفایی، محمدعلی. و خسروی، عاطفه (۱۳۹۵). "برآورد کارایی انرژی در استان‌های ایران به روش تابع مرزی تصادفی". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی ۱۲(۵۰): ۱۰۱-۱۲۸.
۷. گراوند، سهراب. مهرگان، نادر. صادقی، حسین. و ملکشاهی، مجتبی (۱۳۹۲). "ارزیابی کارایی انرژی در صنعت پتروشیمی کشور". سیاست‌گذاری اقتصادی ۵(۱۰): ۷۴-۵۷.
۸. محرابی، شاپور. و داودی، سید محمدرضا (۱۳۹۷). "پیش‌بینی کارایی و عوامل مؤثر بر انرژی در چارچوب یک مدل پویایی‌شناسی سیستم: مطالعه موردی شرکت‌های پتروشیمی بنیاد مستضعفان". فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی ۱۴(۵۹): ۱۸۵-۲۱۱.
۹. ناجی میدانی، علی اکبر. مهدوی عادل، محمد حسین. و عربشاهی دلویی، مهدیه (۱۳۹۴). "بررسی رابطه بین صنعتی شدن و کارایی انرژی بخش صنعت در ایران". سیاست‌گذاری اقتصادی ۷(۱۳): ۲۷-۵۶.
۱۰. ناظمی، علی. کریمی، فاطمه. ممی‌پور، سیاب. و فشاری، مجید (۱۳۹۸). "کارایی انرژی در استان‌های ایران: تحلیل پوششی داده‌ها". فصلنامه پژوهش‌های سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی انرژی ۱۴(۱۴): ۱۰۳-۱۴۲.

11. Al-Muharrami, S. & Matthews, K. (2009). "Market Power Versus Efficient-Structure in Arab GCC Banking". Applied Financial Economics 19(18): 1487-1496.
12. Bhadbhade, N. Yilmaz, S. Zuberi, J. S. Eichhammer, W. & Patel, M. K. (2020). "The Evolution of Energy Efficiency in Switzerland in the Period 2000–2016". Energy 191: 1-30.

13. Boyd, G. A. (2008). "Estimating Plant Level Energy Efficiency with a Stochastic Frontier". The Energy Journal **29**(2): 23-43.
14. Brühlhart, M. & Mathys, N. A. (2008). "Sectoral Agglomeration Economies in a Panel of European Regions". Regional Science and Urban Economics **38**(4): 348-362.
15. Buck, J. & Young, D. (2007). "The Potential for Energy Efficiency Gains in the Canadian Commercial Building Sector: a Stochastic Frontier Study". Energy **32**(9): 1769-1780.
16. Chen, D. Chen, S. & Jin, H. (2018). "Industrial Agglomeration and CO2 Emissions: Evidence from 187 Chinese Prefecture-Level Cities Over 2005–2013". Journal of Cleaner Production **172**: 993-1003.
17. Demsetz, H. (1973). "Industry Structure, Market Rivalry, and Public Policy". The Journal of Law and Economics **16**(1): 1-9.
18. Dong, K. Sun, R. Hochman, G. & Li, H. (2018). "Energy Intensity and Energy Conservation Potential in China: a Regional Comparison Perspective". Energy **155**: 782-795.
19. Elhorst, J. P. (2014). *Linear Spatial Dependence Models for Cross-section Data*. In *Spatial Econometrics* (pp. 5-36), Springer, Berlin, Heidelberg.
20. Feijóo, M. L. Franco, J. F. & Hernández, J. M. (2002). "Global Warming and the Energy Efficiency of Spanish Industry". Energy Economics **24**(4): 405-423.
21. Gumbau-Albert, M. & Maudos, J. (2002). "The Determinants of Efficiency: the Case of the Spanish Industry". Applied Economics **34**(15): 1941-1948.
22. He, Y. Liao, N. & Zhou, Y. (2018). "Analysis on Provincial Industrial Energy Efficiency and Its Influencing Factors in China Based on DEA-RS-FANN". Energy **142**: 79-89.
23. Hicks, J. R. (1935). "Annual Survey of Economic Theory: the Theory of Monopoly". Econometrica: Journal of the Econometric Society **3**(1): 1-20.
24. Kopidou, D. Tsakanikas, A. & Diakoulaki, D. (2016). "Common Trends and Drivers of CO2 Emissions and Employment: a Decomposition Analysis in the Industrial Sector of Selected European Union Countries". Journal of Cleaner Production **112**(5): 4159-4172.
25. Li, M. J. He, Y. L. & Tao, W. Q. (2017). "Modeling a Hybrid Methodology for Evaluating and Forecasting Regional Energy Efficiency in China". Applied Energy **185**(2): 1769-1777.
26. Lin, B. & Long, H. (2015). "A Stochastic Frontier Analysis of Energy Efficiency of China's Chemical Industry". Journal of Cleaner Production **87**(1): 235-244.

27. Lin, B. & Wang, X. (2014). "Exploring Energy Efficiency in China's Iron and Steel Industry: A Stochastic Frontier Approach". Energy Policy **72**: 87-96.
28. Lin, B. & Yang, L. (2013). "The Potential Estimation and Factor Analysis of China's Energy Conservation on Thermal Power Industry". Energy Policy **62**: 354-362.
29. Lin, H. L. Li, H. Y. & Yang, C. H. (2011). "Agglomeration and Productivity: Firm-level Evidence from China's Textile Industry". China Economic Review **22**(3): 313-329.
30. Liu, J. Cheng, Z. & Zhang, H. (2017). "Does Industrial Agglomeration Promote the Increase of Energy Efficiency in China?". Journal of Cleaner Production **164**: 30-37.
31. Marshall, A. (1890). *Principles of Economics*, Macmillan, London.
32. Ouyang, X. Wei, X. Sun, C. & Du, G. (2018). "Impact of Factor Price Distortions on Energy Efficiency: Evidence from Provincial-level Panel Data in China". Energy policy **118**: 573-583.
33. Sanchis, G. R. (2012). *Essays on Urban and Spatial Economics*, A Thesis Submitted to the Department of Geography of the London School of Economics for the degree of Doctor of Philosophy, London, March 2012.
34. Shen, N. Zhao, Y. & Wang, Q. (2018). "Diversified Agglomeration, Specialized Agglomeration, and Emission Reduction Effect—A Nonlinear Test Based on Chinese City Data". Sustainability **10**(6): 1-22.
35. Wang, H. N. & Chen, Y. Y. (2010). "Industrial Agglomeration and Industrial Energy Efficiency: Empirical Analyses Based on 25 Industries in China [J]". Journal of Finance and Economics **9**: 69-79.
36. Weber, A. (1909). *Über den Standort der Industrie*, Mohr, Tübingen. (In German) (Translated by Friedrich C.J. as Theory of the Location of Industries, University of Chicago Press, Chicago, 1929.)
37. Xiong, S. Ma, X. & Ji, J. (2019). "The Impact of Industrial Structure Efficiency on Provincial Industrial Energy Efficiency in China". Journal of Cleaner Production **215**: 952-962.
38. Zhao, H. & Lin, B. (2019). "Will Agglomeration Improve the Energy Efficiency in China's Textile Industry: Evidence and Policy Implications?". Applied Energy **237**: 326-337.
39. Zheng, Q. & Lin, B. (2018). "Impact of Industrial Agglomeration on Energy Efficiency in China's Paper Industry". Journal of Cleaner Production **184**: 1072-1080.

Original Research Article

The effect of industrial concentration on the energy efficiency of the industry sector in the Iranian provinces

Bitā Eskandari¹
Mojtaba Almasi²
Somayeh Azami³

Received: 26-02-2020

Accepted: 20-09-2020

Introduction: Industry is one of the sectors that plays a significant role in economic growth and, on the other hand, has high energy consumption. From the environmental point of view, high economic growth along with optimal life quality is a main objective for economy. Any disagreement among economic objectives may impose heavy costs on the economy. Development of the industry sector, due to its importance in economic growth, plays a crucial role in economic development and the level of energy consumption in that sector, which is more than that in the other sectors of the economy. In this regard, improvement of energy efficiency in the industry sector is an important policy for the reduction of negative effects of economic growth.

Methodology: To estimate the effect of industrial concentration on energy efficiency at the provincial level during 2004 to 2014, the following equation was used.

$$eff_{it} = f(conc_{it}, r\&d_{it}, com_{it}, W)$$

In this equation, eff denotes the calculated efficiency of energy by Stochastic Frontier Analysis (SFA) in I provinces and t time, $conc$ shows Alison Glassier industrial concentration index, $r\&d$ is the research and development expenses, com is the cost of communication and computer, and w is the standardized spatial matrix. To measure the efficiency of the consumed energy, SFA was used. Also, to estimate the energy efficiency from point of view of production, the Shephard Distance Function (SDF) was applied.

$$D_E(K, L, E, Y) = \sup\{\alpha: (K, L, E/\alpha, Y) \in T\}$$

The Alison Glassier Index was employed to calculate the industrial concentration index (y) as follows:

¹- Master of Economics, Razi University, Kermanshah, Iran

²- Associate Professor, Razi University, Kermanshah, Iran
Email: Mojtaba_Almasi@Yahoo.com

³- Assistant Professor, Razi University, Kermanshah, Iran

$$\gamma_i = \frac{(\sum_i (s_i - x_i)^2) - (1 - \sum_i x_i^2)(1/N)}{(1 - \sum_i x_i^2)(1 - 1/N)}$$

Results and Discussion: The results obtained from the calculation of Alison Glassier Index for each province in the period of 2004-2014 shows that the highest industrial concentration of 0/593 for Booshehr and the lowest for Markazi Province which is 0/028. One of the main reasons for the high index in Booshehr is the industrial structure of this place. In fact the share of this province in the production of chemical products was 40 percent of the total products of the country in 2014.

In fact, Markazi Province has simultaneous roles in most industries and, thus, had the least industrial concentration in 2014. The result obtained for the other provinces indicates that East Azarbayjan and Qhazwin by 0/03 are among the provinces with low industrial concentration. Ilam, Kerman, Hormozgan, Sistan and Balouchestan are among the places with high industrial concentration. Based on the data of 2014, the share of Hormozgan in the total production of the country in most industries is almost zero.

A survey of the changes in the concentration index of all the provinces shows that, on average, concentration reduced from 0/132 in 2004 to 0/115 in 2006, and then it increased to 0/191 in 2013. The results obtained by SFA also reveal that Booshehr had the highest energy efficiency of 0/93 while North Khorasan with the efficiency of 0/134 had the lowest amount of energy efficiency. The result also shows that six provinces with energy efficiency of higher than average had a concentration higher than average. Also, 11 provinces with efficiency rates lower than average had the lower-than-average industrial concentration. Therefore, in 17 provinces, the rates of efficiency and concentration were the same. In fact, the provinces with higher or lower energy efficiency were those with high or low industrial concentration. Only in 13 provinces, the rates of energy efficiency and concentration were in opposite directions. The study of the changes in the energy efficiency of all the provinces shows that, on average, the amount of efficiency increased significantly from 0/398 in 2004 to 0/525 in 2014.

The results from the estimation of SDF also show that the level of Gamma was almost zero and, thus, variation in the energy efficiency was insignificant. Energy efficiency increased from 0/4 in 2004 to 0/53 in 2014.

The analysis by the Granger causality method shows that there is a relationship between industrial concentration and energy efficiency. Its positive or negative effect on energy efficiency can be known by the other models of econometrics such as spatial econometrics.

There are three steps for the estimation by the spatial model of Elhorst used in this paper. Firstly, Moran statistics are used to investigate the existence of spatial effects in the variable of energy efficiency and the residuals of factors effecting energy efficiency. Then, by the statistics of Lagrange coefficient,

all types of spatial effects (spatial errors or spatial lag) are evaluated. Thirdly, by the use of the maximum likelihood test, the fixed effects of space and time are studied, and ultimately Hausman Spatial Test reveals the type of the estimated model.

In general, to survey the effective factors in the energy efficiency of manufacturing sectors, the spatial model of econometrics is used through the method of random effect and by considering the spatial heterogeneous effects along with two spatial lags and spatial error. The result reveals that, whatever the level of industrial concentration increases, the level of energy efficiency reduces at the error level of 0/05. Thus, a one-percent increase at the level of industrial concentration will reduce the level of energy efficiency by 0/056.

Conclusion: Kaldor (1966) believes that industrial sector is the growth engine for the economic development of a country, and evidence shows that the amount of energy consumption in this sector is more than in the other sectors of the economy. Thus, the present study tries to determine the efficiency of energy consumption and the effect of concentration of industry on energy efficiency by using the data of manufacturing industries in the Iranian provinces from 2004 to 2014. The results of the estimation of the spatial econometrics model show that the effect of industrial concentration on energy efficiency is negative and statistically significant at the error level of 5%. Therefore, an increase in industrial concentration reduces the energy efficiency. In addition, the effect of research and development on energy efficiency is positive and significant, but the effect of computer and communication on energy efficiency is negative and significant. Therefore, improvement of research and development expenditure can increase energy efficiency and environment quality. Also, diversification of industrial activities in regions on the bases of their potentials can be an optimal policy to increase energy efficiency.

Keywords: Industrial concentration, Energy efficiency, Spatial econometrics

JEL classification: L16, O25, P28.