

عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور: رهیافت داده‌های تابلویی پویای فضایی

اله‌مراد سیف

دانشیار اقتصاد دانشگاه جامع امام حسین(ع)، seif.1338@gmail.com

داود حمیدی رزی^۱

دانشجوی دکتری توسعه اقتصادی دانشگاه تبریز، d.hamidi@tabrizu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۸/۰۶ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۴/۰۷

چکیده

از جمله عوامل مهم قهری که موجب تفاوت در شدت مصرف انرژی بین کشورها و حتی بین استان‌های یک کشور می‌شود، موقعیت جغرافیایی می‌باشد. در مطالعات تجربی بین کشوری و بین استانی، مدل‌سازی شدت مصرف انرژی تنها در حضور بعد فضا و با حذف تورش تخمین، منجر به نتایج صحیح آماری خواهد شد. در سطح استان‌های جمهوری اسلامی ایران عواملی مانند اقلیم، مساحت و سیاست‌های تمرکزگرایی (و قطب‌های صنعتی) باعث بروز وابستگی فضایی شدت مصرف انرژی شده و بنابراین مدل‌سازی آن باید با در نظر گرفتن بعد مکان (فضا) صورت گیرد. هدف این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور و برآورد کشش فضایی شدت مصرف انرژی طی دوره ۹۲-۱۳۷۹ می‌باشد. بدین منظور، مدل تحقیق در چارچوب داده‌های پانلی تصریح شده و ضرایب توسط تکنیک‌های اقتصادسنجی فضایی پانلی و تخمین‌زن شبه حداکثر راستنمایی (QMLE) برآورد شده است. براساس نتایج، کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور ۰/۵۵ درصد می‌باشد، لذا برای کاهش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور باید منطقه‌ای عمل نمود. در پایان مهم‌ترین توصیه‌های سیاستی برای پژوهش‌گران و سیاست‌گذاران شده است.

طبقه‌بندی JEL: Q43، R11، O14، C33.

کلید واژه‌ها: شدت مصرف انرژی، شهرنشینی، صنعتی‌شدن، استان‌های کشور، اقتصادسنجی فضایی تابلویی.

۱- مقدمه

واقعیت آن است که در پژوهش‌های تجربی مدل‌های مکانی توزیع تکنولوژی و بهره‌وری، نمی‌توان یک منطقه را مستقل از مناطق دیگر در نظر گرفت، زیرا براساس قانون جغرافیایی اول توبلر^۱ «هر مکانی به مکانی دیگر وابسته است و مکان‌هایی که به هم نزدیک‌ترند بیشترین تأثیر را نسبت به مکان‌های دورتر، بر همدیگر دارند». در ادبیات اقتصادسنجی نیز عدم لحاظ بعد فضا در مدل‌سازی‌های تجربی آماری و اقتصادسنجی، منجر به خطای تخمین و استنتاج غلط آماری می‌شود (اکبری، ۱۳۸۴). در همین راستا، حداقل به سه دلیل مهم بایستی مدل‌سازی‌های شدت انرژی بین استان‌های کشور با در نظر گرفتن وابستگی فضایی و ناهمسانی فضایی بررسی شود این سه دلیل عبارتند از: الف) هزینه‌ی حمل و نقل انرژی (که معمولاً نیز زیاد است) رابطه مستقیمی با فاصله دارد و با افزایش فاصله این هزینه نیز افزایش می‌یابد، ب) فراوانی نهاده‌های تولیدی، ساختار صنعت و آداب و رسوم ساکنین مناطق مجاور بیشتر شبیه هم است تا استان‌هایی که همسایه نیستند، ج) مصرف انرژی استان‌ها تحت تأثیر موقعیت جغرافیایی آنهاست و بایستی در تفسیر مصرف انرژی استان‌ها تفاوت موقعیت جغرافیایی مناطق سردسیر و گرمسیر را لحاظ شود (استیونس، ۲۰۰۰). در صورت وابستگی فضایی شدت مصرف انرژی بین استان‌های کشور، وضعیت شدت مصرف انرژی در یک استان تحت تأثیر وضعیت شدت مصرف انرژی استان‌های مجاور خواهد بود و در این حالت برای کاهش شدت مصرف انرژی باید منطقه‌ای عمل نمود. در ادبیات اقتصاد انرژی، شدت مصرف انرژی به صورت نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی حقیقی اندازه‌گیری می‌شود. این شاخص در سطح کلان برای مقایسه کشورها از لحاظ درجه بهینگی مصرف انرژی و در سطح خرد برای نشان دادن کارایی سیستم‌های تولیدی استفاده می‌شود. در مقایسه بین کشوری و بین استانی، شاخص شدت مصرف انرژی در نشان دادن کارایی فنی انرژی تورش داشته و عواملی مانند اقلیم، مساحت، ساختار اقتصادی، سبک زندگی و باعث افزایش انرژی‌بری اقتصاد می‌شود. بنابراین شتاب نسجیده و غیراصولی در تدوین و اجرای برنامه‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی می‌تواند به اتلاف سرمایه‌های ملی و محلی منجر شود. کاهش شدت مصرف انرژی در

1. Tobler's First Law of Geography

سیاست‌های کلی کشور از جمله سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف، برنامه ششم توسعه و سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی ذکر شده است. بر اساس سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف مقرر شده بود که تا سال ۱۳۹۴ و ۱۳۹۹ (بر پایه سال ۱۳۹۰) به ترتیب شدت انرژی به اندازه ۳۰ و ۵۰ درصد کاهش یابد (پایان برنامه ششم توسعه). در سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی نیز کاهش شدت مصرف انرژی به طور موردی در بندهای ۳، ۴، ۸، ۱۳ و ۱۵ ذکر شده است. ضرورت استفاده از ظرفیت‌های منطقه‌ای برای کاهش شدت مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری در بند سوم سیاست‌های کلی اقتصاد مقاومتی تحت عنوان «محور قراردادن رشد بهره‌وری در اقتصاد با تقویت عوامل تولید، توانمندسازی نیروی کار، تقویت رقابت پذیری اقتصاد، ایجاد بستر رقابت بین مناطق و استان‌ها و به کارگیری ظرفیت و قابلیت‌های متنوع در جغرافیای مزیت‌های مناطق کشور» آمده است. همچنین در سیاست‌های کلی اصلاح الگوی مصرف نیز بر «انجام مطالعات جامع و یکپارچه سامانه انرژی کشور به منظور بهینه‌سازی عرضه و مصرف انرژی» و «پایش شاخص‌های کلان انرژی با ساز و کار مناسب» تأکید شده است.

بر طبق بررسی‌های انجام شده بیشتر مطالعات تجربی، شدت انرژی کشوری و بین-بخشی را در بین استان‌های کشور مورد مطالعه قرار داده‌اند و بررسی شاخص شدت مصرف انرژی تجمیعی در بین استان‌ها، کمتر مورد توجه قرار گرفته است. از جمله مطالعات تجربی داخلی که وضعیت شدت مصرف انرژی و کارایی انرژی بین استان‌ها را بررسی و محاسبه نموده می‌توان به کفائی و خسروی (۱۳۹۵)، کریمی تکانلو و همکاران (۱۳۹۵)، خیرالهی و خاکسار آستانه (۱۳۹۴)، حقیقت و همکاران (۱۳۹۳) و حکمتی‌فرید و فلاحتی (۱۳۹۲) اشاره کرد. نوآوری مطالعه‌ی حاضر بررسی شاخص تجمیعی شدت انرژی استان‌ها و اجازه تعاملات فضایی همزمان به متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی در قالب داده‌های تابلویی ایستا و پویای فضایی می‌باشد. مهم‌ترین فرضیه این پژوهش عبارت است از: «شاخص شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور دارای وابستگی فضایی بوده و برای کاهش شدت مصرف انرژی باید منطقه‌ای عمل نمود». بر طبق نتایج، وابستگی فضایی شدت مصرف انرژی بین استان‌های کشور

تأیید شد و کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی بین استان‌ها ۰/۵۵ درصد برآورد گردید.

ادامه مقاله بدین صورت تنظیم شده است؛ در بخش دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهشی مرور شده و سپس روش‌شناسی و مدل اقتصادسنجی تحقیق تبیین می‌شود. در بخش سوم ابتدا آزمون‌های تشخیصی فضایی بررسی و سپس نحوه برآورد اثرات سرریز فضایی در بین استان‌های کشور بیان می‌شود. در بخش چهارم نیز نتایج تجربی پژوهش آمده است. در این بخش ابتدا آمار توصیفی متغیرهای پژوهش بیان شده و سپس نتایج آزمون‌های تشخیصی (فضایی، ریشه‌واحد کلاسیک و فضایی) بیان خواهد شد. در ادامه مدل پژوهش تصریح شده و ضرایب توسط تکنیک‌های اقتصادسنجی فضایی و روش شبه- حداکثر راستنمایی (QMLE)^۱ برآورد می‌شوند. بخش پنجم نیز به جمع‌بندی و ارائه پیشنهادات سیاستی اختصاص یافته است.

۲- مبانی نظری

در ادبیات اقتصاد انرژی، شدت انرژی تحت تأثیر دو عامل اصلی واقع می‌شود یکی مصرف انرژی و دیگری میزان تولید است یعنی:

$$e = f(E, Y) = \frac{E}{Y} \quad (۱)$$

طبق رابطه (۱)، شدت (مصرف) انرژی به‌صورت نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی (GDP) تعریف می‌شود. با در نظر گرفتن بخش‌های مختلف اقتصادی (از جمله خدمات، صنعت، کشاورزی و ...) شدت انرژی به‌صورت زیر نوشته می‌شود؛

$$E = \frac{E_t}{Y_t} = \sum_i \frac{E_{it}}{Y_{it}} \frac{Y_{it}}{Y_t} = \sum_i e_{it} s_{it} \quad (۲)$$

که در آن، E_t و Y_t به‌ترتیب بیانگر مصرف کل انرژی و تولید ناخالص داخلی در سال t می‌باشند. همچنین E_{it} و Y_{it} بیانگر مصرف انرژی و ارزش ستاده بخش i در سال t می‌باشد. طبق رابطه (۲)، شدت انرژی کل تابعی از شدت انرژی در هر بخش (e_{it}) و سهم هر بخش از کل تولید ناخالص داخلی (s_{it}) می‌باشد. همچنین تغییر در شدت

انرژی ($\Delta e_t = I_t$) می‌تواند به دو بخش تقسیم شود؛ یکی بهبود کارایی انرژی هر بخش و دیگری تغییر ساختاری در همه بخش‌ها.

$$I_t = \frac{e_t}{e_0} = \frac{\sum_i e_{it} S_{it}}{\sum_i e_{i0} S_{i0}} \Rightarrow I_t = \frac{e_t}{e_0} = F_t^{\text{struc}} F_t^{\text{eff}} \quad (3)$$

که در آن، F_t^{struc} بیانگر تغییر در شدت انرژی به دلیل تغییر در ساختار کلی اقتصاد و زیرساخت‌های اقتصادی به شرح ثابت بودن شدت انرژی هر بخش (F_t^{eff}) می‌باشد و F_t^{eff} بیانگر تغییر در کارایی انرژی در داخل هر بخش با فرض ثابت بودن ساختار اقتصادی می‌باشد؛ که اولی شاخص ساختاری^۱ و دومی شاخص کارایی^۲ نامیده می‌شوند. بنابراین متغیرهای کلان اقتصادی، اجتماعی و نهادی از طریق اثر ساختاری و اثر کارایی بر شدت انرژی کل تأثیر می‌گذارند (Song & Zheng, 2012: 447). همچنین با توجه به ادبیات اقتصاد انرژی، مصرف انرژی در کل اقتصاد (E) در زمان t ، به سه اثر تولیدی، ساختاری و اثر شدت انرژی تجزیه می‌شود^۳ (Heinen, 2013: 11):

$$E_t = \sum_i^n Y_t \frac{Y_{it}}{Y_t} \frac{E_{it}}{Y_{it}} = Y_t \cdot \sum_i^n S_{it} I_{it} \quad (4)$$

که در آن i و t به ترتیب بیانگر بخش اقتصادی (برای مثال کشاورزی، خدمات، صنعت و معدن و ...) و زمان می‌باشند.

Y_t بیانگر اثر تولیدی (یا اثر مقیاس) است اثر تولیدی در واقع اثر سطح مقیاس تولید در کل اقتصاد را مدل‌سازی می‌کند. در اینجا فرض بر این است که رابطه علی از سوی تولید ناخالص داخلی به سمت مصرف انرژی می‌باشد و افزایش سطح تولید منجر به افزایش سطح مصرف انرژی در کل اقتصاد یا بخش‌ها و زیربخش‌ها می‌شود.

S_{it} بیانگر اثر ساختاری (سهم بخش‌های اقتصادی از کل تولید ناخالص داخلی) می‌باشد. این اثر ترکیب فعالیت‌های اقتصادی را بر سطح مصرف انرژی کل اقتصاد مدل‌سازی می‌کند زیرا فعالیت‌های مختلف، سطح مصرف انرژی متفاوتی دارند. به عبارت دیگر، در صورتی که سهم ارزش افزوده بخش صنایع کثیف (تولید فلزات اساسی، تولید

1. Structural Index

2. Efficiency Index

۳. البته لازم به ذکر است که در بعضی از مطالعات نیز شدت انرژی را به سه اثر تولیدی، ساختاری و شدتی تجزیه می‌کنند (درست بودن این تجزیه به جهت نظری و روش‌شناسی باید بررسی شود).

کانی‌های غیرفلزی و مواد شیمیایی و) در کل اقتصاد افزایش یابد، مصرف انرژی در کل اقتصاد نیز بالا می‌رود (Hasanbeigi et al., 2012: 235).

I_{it} نشان‌دهنده اثر شدت انرژی (انرژی مصرف شده نهایی به ازای تولید در هر بخش اقتصادی) می‌باشد. این اثر در واقع مشخص می‌کند که در نهایت در هر بخش یا زیربخش اقتصادی به ازای تولید یک واحد ارزش افزوده، چه میزان انرژی مصرف می‌شود. شدت مصرف انرژی می‌تواند به جهت استفاده از وسایل فن پایه و یا پروسه‌های کارآ (استفاده از شیوه‌های جدید در حمل و نقل و باربری، نوبتی کردن فرایند تولید در کارخانه‌ها و ...) کاهش یابد. این اثر پراکسی مؤثری برای مدل‌سازی تغییرات کارآیی فنی انرژی در اقتصاد به‌شمار می‌رود.

با توجه به موارد گفته شده، شدت مصرف انرژی در یک اقتصاد، شاخصی تجمیعی بوده و برای مقایسه و تحلیل آن در بخش‌های مختلف اقتصادی و همچنین بین کشورها (یا استان‌ها) باید محتاطانه عمل نمود. همچنین مترادف دانستن شدت مصرف انرژی با کارآیی فنی انرژی در بعضی موارد می‌تواند منجر به نتایج به غلط و در نتیجه سیاست‌های نادرست شود. برای مثال متغیرهای «تنوع اقلیم» و «مساحت» از جمله عوامل غیرارادی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در بخش‌های غیرمولد و تحریک مصرف انرژی بیشتر در بخش‌های مولد شده و منجر می‌شوند شاخص شدت انرژی، بیش از حد برآورد شود و در این حالت بالا بودن شدت انرژی را نمی‌توان معادل اتلاف و اسراف انرژی دانست (سیف، ۱۳۸۷: ۱۸۰).

همان‌طور که در مقدمه نیز اشاره شد، حداقل به سه دلیل مهم مدل‌سازی شدت انرژی (و مصرف انرژی) در داده‌های مکانی باید با لحاظ بعد مکان (فضا) صورت گیرد. در این حالت بخشی از تغییرات شدت انرژی هر کشور (یا استان) ناشی از کشورها (یا استان‌های) مجاور بوده و نسبتاً غیرارادی است. در اقتصادسنجی مرسوم وقتی گفته می‌شود که دو متغیر X و Y به‌طور مستقیم بهم همبسته‌اند، بدین معنی است که مقادیر بالای (متوسط/کمتر) X با مقادیر بالای (متوسط/کمتر) Y همبسته هستند. اما در اقتصادسنجی فضایی ما با یک متغیر Y سروکار داریم و مثبت بودن همبستگی فضایی بدین معنی است که مناطق که دارای Y بیشتر (متوسط/کمتر) هستند توسط مناطق با مقادیر Y بیشتر (متوسط/کمتر) احاطه شده‌اند (گریفس و پالاینگ، ۲۰۱۱:

(۲۶). در حقیقت وابستگی فضایی، پدیده‌ای است که در داده‌های دارای عنصر مکانی روی می‌دهد. به طوری که وقتی مشاهده‌ای مربوط به یک محل مانند i وجود داشته باشد، این مشاهده به مشاهدات دیگر در مکان‌های $i \neq j$ وابسته است. وابستگی فضایی می‌تواند بین چندین مشاهده رخ دهد به طوری که i می‌تواند هر مقداری از $i = 1, 2, \dots, n$ را اختیار کند، زیرا انتظار می‌رود داده‌های نمونه‌ای مشاهده شده در یک نقطه از فضا به مقادیر مشاهده شده در مکان‌های دیگر وابسته باشد. مطالب گفته شده را می‌توان با استفاده از رابطه (۵) نشان داد.

$$Y_i = F(Y_j), \quad i = 1, 2, \dots, j, n \quad i \neq j \quad (5)$$

در توضیح بیشتر وابستگی فضایی می‌توان گفت که پدیده رشد اقتصادی و یا بهره‌وری کل عوامل تولید در مکانی مانند i صرفاً تحت تأثیر عوامل درون منطقه‌ای i نیست، بلکه عوامل دیگری تحت عنوان وابستگی فضایی که ناشی از مجاورت این منطقه با دیگر مناطق و همچنین بعد فاصله این منطقه با سایر مناطق بر وضعیت متغیرها در منطقه i دخالت دارند. ناهمسانی فضایی^۱ ویژگی دیگر مدل‌سازی‌های مکانی است. در حالت وجود ناهمسانی فضایی، شوک و یا تغییر ساختاری در یک کشور بر کشورهای مجاور خود تأثیر می‌گذارد و شدت این اثرات در طول فاصله کاهش می‌یابد بنابراین وضعیت یک متغیر در هر کشور تحت تأثیر کشورهای مجاور خود قرار خواهد داشت. بسته به اینکه متغیر وابسته، متغیرهای توضیحی و یا جمله خطا وابستگی فضایی داشته باشند، مدل‌های فضایی متفاوتی مطرح می‌شود. تصریح عمومی برای داده‌های تابلویی فضایی به صورت رابطه (۶) است؛

$$Y_i = \tau Y_{i,t-1} + \rho W Y_{it} + X_{it} \beta + D X_{it} \theta + \alpha_i + \gamma_t + v_{it} \quad (6)$$

$$v_{it} = \lambda E v_{it} + u_{it} \quad u_{it} \approx N(0, \sigma^2 I_n)$$

که در آن i و t به ترتیب نشان‌دهنده مقطع و زمان، Y یک بردار $n \times 1$ از متغیرهای وابسته، X بیانگر یک ماتریس $n \times k$ از متغیرهای توضیحی و W ماتریس وزنی فضایی متغیر وابسته در ابعاد $n \times n$ می‌باشد. D ، ماتریس وزنی فضایی متغیر توضیحی (مستقل) و E نیز ماتریس وزنی فضایی جملات اخلال است^۲. α_i اثر ثابت یا تصادفی و

1. Spatial Heterogeneity

۲. علیرغم این که در اکثر مطالعات تجربی ماتریس‌های وزنی مذکور یکسان در نظر گرفته شده‌اند، این ماتریس‌ها می‌توانند متفاوت باشند؛ که این مسئله به متغیر هدف و ماهیت سرریزها بستگی دارد.

γ_t اثر زمان را نشان می‌دهند. بسته به شرایط مدل‌های فضایی زیر مطرح می‌شود (Elhorst, 2010):

- مدل خودرگرسیون فضایی (SAR)^۱:

$$(\lambda = \theta = 0) \Rightarrow Y_i = \tau Y_{i,t-1} + \rho WY_{it} + X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + u_{it} \quad (7)$$

- مدل دوربین فضایی (SDM)^۲:

$$(\lambda = 0) \Rightarrow Y_i = \tau Y_{i,t-1} + \rho WY_{it} + X_{it}\beta + DX_{it}\theta + \alpha_i + \gamma_t + u_{it} \quad (8)$$

- مدل خطای فضایی (SEM)^۳:

$$(\rho = \theta = \tau = 0) \Rightarrow Y_i = X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + v_{it}, \quad v_{it} = \lambda Ev_{it} + u_{it} \quad (9)$$

- مدل خودهمبسته فضایی (SAC)^۴:

$$(\theta = \tau = 0) \Rightarrow Y_i = \tau Y_{i,t-1} + \rho WY_{it} + X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + v_{it}, \quad v_{it} = \lambda Ev_{it} + u_{it} \quad (10)$$

- مدل اثرات تصادفی پانلی تعمیم یافته (GSPRE)^۵:

$$(\rho = \theta = \tau = 0) \Rightarrow Y_i = X_{it}\beta + \alpha_i + \gamma_t + v_{it}, \quad \alpha_i = \phi W\alpha_i + \mu_i, \quad v_{it} = \lambda Ev_{it} + u_{it} \quad (11)$$

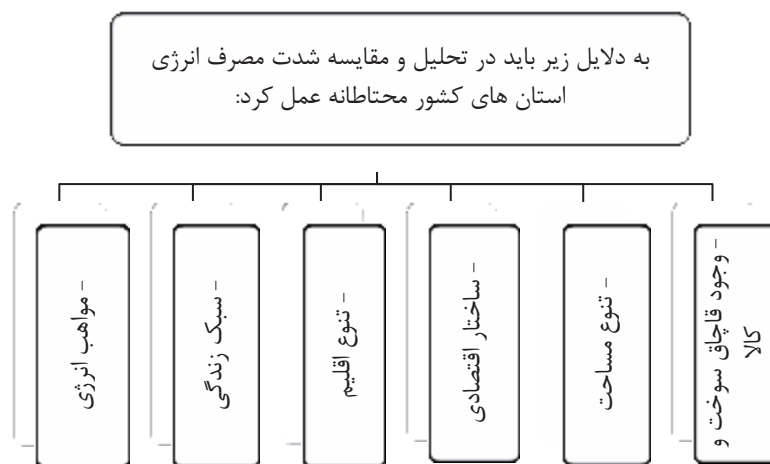
لازم به ذکر است که مدل‌های خودرگرسیون فضایی و دوربین فضایی استاندارد، زمانی به‌دست می‌آیند که مدل‌های تصریحی ایستا باشند ($\tau = 0$). ضریب خودرگرسیون فضایی (ρ) نشان‌دهنده این است که متغیر وابسته در یک کشور به چه میزان توسط متغیر وابسته کشورهای همسایه تحت تأثیر قرار می‌گیرد. همچنین در صورت وجود وابستگی فضایی اجزاء اخلاص، یک شوک خارجی (جنگ، رویدادهای اقتصادی و سیاسی و ...) در یک کشور منجر به تغییرات متوسط در متغیر وابسته در کشورهای همسایه می‌شود و ضریب خطای فضایی (λ) اندازه آن را نشان می‌دهد. در مدل دوربین فضایی نیز متغیر وابسته یک کشور از میانگین وزنی متغیرهای توضیحی سایر کشورها تأثیر می‌پذیرد و θ اندازه آن را نشان می‌دهد.^۶

1. Spatial Autoregressive (SAR) model
2. Spatial Durbin (SDM) model
3. Spatial Error (SEM) model
4. Spatial Autocorrelation (SAC) model
5. Generalized Spatial Panel Random Effects (GSPRE) model

۶. به‌منظور مطالعه بیشتر رجوع شود به: کسرایی، ۱۳۸۶؛ شهبازی و همکاران، ۱۳۹۴.

استان‌های کشور و شدت مصرف انرژی

یکی از ویژگی‌های مهم کشورمان، گسترده بودن سازمان فضایی آن و بنابراین وجود ناکارایی در سیاست‌گذاری واحد برای اداره آن است. در همه کشورهای توسعه‌یافته حتی کوچک‌تر از ایران نیز سیاست‌گذاری ملی و محلی وجود دارد؛ به طوری که نحوه اداره هر منطقه یا استان مطابق با ویژگی‌های آن استان و منطقه صورت می‌گیرد. ضرورت سیاست‌گذاری غیر واحد برای کاهش شاخص شدت مصرف انرژی استان‌های کشور نیز ضروری است؛ چرا که استان‌های کشور دارای ویژگی‌ها و پتانسیل‌های خاص و منحصر به فردی هستند. شکل (۱)، دلایل ضرورت محتاطانه برخورد کردن با تحلیل، مقایسه و تفسیر شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور را بیان می‌دارد:



شکل ۱- دلایل موجود برای سیاست‌گذاری غیر واحد برای کاهش شدت مصرف انرژی استان‌های کشور

منبع: تلخیص توسط نگارندگان. نکته: در این پژوهش به طور خلاصه به موارد مذکور اشاره می‌شود.

قایق سوخت و کالا

وجود قایق سوخت در استان‌های مرزی باعث می‌شود که شاخص شدت مصرف انرژی آنها بیش از حد برآورد شود؛ چرا که در نتیجه قایق سوخت، انرژی مصرف شده ولی در قبال آن ارزش افزوده‌ای تولید نمی‌شود. در نتیجه این امکان وجود دارد که

شدت مصرف انرژی یک استان مرزی بسیار بیشتر از شدت مصرف انرژی یک استان صنعتی و توسعه‌یافته باشد، در این حالت بالا بودن شدت مصرف انرژی در این استان مرزی به خاطر پایین بودن سطح تکنولوژی فنی تولید در آن استان نیست، بلکه به خاطر وجود قاچاق سوخت است. شایان ذکر است که علاوه بر قاچاق سوخت، وجود قاچاق کالا نیز باعث افزایش کاذب شدت مصرف انرژی در حالت بخشی و تجمیعی می‌شود؛ چرا که طی قاچاق کالا نیز انرژی تقاضا شده توسط بخش حمل و نقل افزایش یافته در حالی که ارزش افزوده‌ای تولید نمی‌شود.

تنوع مساحت

هر چه مساحت استان‌ها بیشتر باشد، هم تراکم جمعیت^۱ کم‌تر می‌شود و هم به‌دلیل انتقال حامل‌های انرژی به تمام بخش‌های استان، انرژی بیشتری تلف می‌شود. هم‌چنین وسیع بودن سازمان فضایی کشور همراه با کارایی پایین انرژی وسایل نقلیه موتوری تولید داخل، مشکل را دو چندان می‌کند. مساحت بیشتر یک عامل غیرارادی در بالا بودن شدت انرژی است و با توجه به اینکه تنوع مساحت در بین استان‌های کشور بیشتر است، لذا بایستی استان‌ها را از لحاظ مساحت همگن کرد.^۲ در بین ۳۱ استان بالاترین مساحت مربوط به استان سیستان و بلوچستان (۱۸۱۷۸۵.۲۸ کیلومتر مربع) و کم‌ترین مساحت مربوط به استان البرز و قم با مساحت‌های ۵۱۷۳.۷۲ و ۱۱۵۲۶.۲۶ کیلومتر مربع می‌باشد. بقیه استان‌ها در بین این دو حد پراکنده‌اند. با توجه به توزیع فضایی مساحت استان‌ها، در شمال غرب کشور، استان‌های دارای مساحت کم توسط استان‌هایی احاطه شده‌اند که به‌طور متوسط دارای مساحت کم می‌باشند. به‌عبارت دیگر، مساحت استان‌ها دارای پدیده خودهمبستگی فضایی مثبت است و به‌طور متوسط استان‌ها با مساحت بیشتر توسط استان‌ها با مساحت بزرگتر احاطه شده‌اند و برعکس. هم‌چنین با توجه به ارتباط معکوس بین متغیر تراکم نسبی جمعیت با مساحت، استان‌های تهران و البرز با تراکم نسبی ۸۹۳ و ۴۶۶ نفر در هر کیلومتر مربع بالاترین تراکم نسبی را به خود اختصاص داده‌اند. در مقابل، استان‌های خراسان جنوبی، سمنان و

۱. کاهش تراکم جمعیت مترادف با کاهش صرفه‌های ناشی از تراکم (Agglomeration) و مقیاس (Scale)

است که منجر به مصرف انرژی بیشتر می‌شود (رجوع شود به کتاب اقتصاد شهری سولیان، ۲۰۰۳).

۲. این امر توسط آثار ثابت در داده‌های تابلویی امکان‌پذیر است.

سیستان و بلوچستان با تراکم نسبی ۴، ۶ و ۱۴ نفر در هر کیلومتر مربع در جایگاه آخر قرار دارند. در جمع‌بندی می‌توان گفت که هرچه قدر از غرب کشور به سمت شرق و از شمال به سمت جنوب کشور حرکت کنیم، به‌طور متوسط تراکم نسبی جمعیت کاهش می‌یابد.

ساختار اقتصادی و شدت مصرف انرژی

منظور از ساختار اقتصادی، ترکیب سهم بخش‌های مختلف اقتصادی (خدمات، کشاورزی، صنعت و معدن و نفت) در تولید ناخالص داخلی استان‌ها می‌باشد. در مقایسه و تحلیل شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور بایستی ساختار اقتصادی استان‌ها را در نظر گرفت. برای مثال، واضح است که استانی که در آن کشاورزی و دامپروری حرفه غالب شهروندانش می‌باشد (بزرگ بودن سهم بخش کشاورزی در اقتصاد محلی)، به مراتب سطح پایین شدت مصرف انرژی را خواهد داشت و این نیز به معنی بالا بودن سطح تکنولوژی فنی تولید در آن استان نسبت به سایر استان‌ها نخواهد بود. بنابراین در مقایسه استان‌ها باید ساختار اقتصادی استان‌ها را در نظر گرفت و توصیه می‌شود شدت مصرف انرژی استان‌های صنعتی، با استان‌های صنعتی مورد مقایسه و تحلیل قرار بگیرد. در همین راستا، رابطه بین ساختاری اقتصادی صنعتی و شدت مصرف انرژی بیشتر مورد توجه قرار گرفته شده است. مطالعات تجربی بسیاری در تأیید این مطلب وجود دارد که صنعتی‌شدن استان‌ها رابطه مستقیم با افزایش شدت مصرف انرژی دارد (ناجی میدانی و همکاران، ۱۳۹۴). وزارت صنعت، معدن و تجارت نیز در طرح آمایش صنعت و معدن کشور (۹۰-۱۳۸۷) اقدام به رتبه‌بندی استان‌های کشور از لحاظ سطح توسعه یافتگی صنعتی و معدنی کرده است. این رتبه‌بندی بر اساس معیارهای زیر صورت گرفته است: (۱) سرمایه‌گذاری و اشتغال طرح‌های صنعتی و معدنی با پیشرفت فیزیکی بالای ۶۰ درصد، (۲) مساحت زمین‌های اختصاص یافته برای سرمایه‌گذاری بخش صنعت، (۳) ارزش افزوده بخش صنعت و معدن بر پایه جمعیت هر یک از استان‌ها. در طرح مذکور ترتیب استان‌ها مطابق جدول (۱) می‌باشد:

جدول ۱- رتبه‌بندی استان‌های کشور در طرح آمایش صنعت و معدن (۱۳۸۷-۱۳۹۰)

استان‌های توسعه‌یافته صنعتی		استان‌های کمتر توسعه‌یافته صنعتی		استان‌های توسعه‌یافته صنعتی	
۲۱	اردبیل	۱۲	آذربایجان شرقی	۱	یزد
۲۲	لرستان	۱۳	خراسان شمالی	۲	سمنان
۲۳	خراسان جنوبی	۱۴	گیلان	۳	قزوین
۲۴	همدان	۱۵	هرمزگان	۴	مرکزی
۲۵	کرمانشاه	۱۶	خراسان رضوی	۵	بوشهر
۲۶	آذربایجان غربی	۱۷	چهارمحال و بختیاری	۶	اصفهان
۲۷	کردستان	۱۸	مازندران	۷	زنجان
۲۸	گلستان	۱۹	ایلام	۸	خوزستان
۲۹	کهگیلویه و بویراحمد	۲۰	فارس	۹	کرمان
۳۰	سیستان و بلوچستان	-	-	۱۰	قم
-	-	-	-	۱۱	تهران

منبع: وزارت صنعت، معدن و تجارت. نکته: استان البرز در این رده‌بندی در استان تهران لحاظ شده است.

تنوع اقلیم

همان‌طور که اشاره شد اقلیم نیز یکی از عوامل غیرارادی است که باعث افزایش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور می‌شود. در استان‌های سردسیر نیاز به درجه مشخصی از گرمایش است و در مقابل در استان‌های گرمسیر در فصول گرم سال نیاز به درجه مشخصی سرمایش است. در این پژوهش اثر اقلیم توسط بعد مکان و اثرات ثابت استانی مدل‌سازی شده‌اند. می‌توان گفت که اقلیم یکی از عوامل مهم وابستگی فضایی شدت انرژی در استان‌های ایران است.

سبک زندگی

با توجه به ماهیت اشتقاقی^۱ بودن تقاضای انرژی، مصرف انرژی به سبک زندگی و رفاه اقتصادی استان‌های کشور نیز وابسته است. بنابراین استان‌هایی که از لحاظ رفاه

1. Derived Demand

اقتصادی در سطح بالاتری قرار دارند، به طور نسبی دارای مصرف انرژی بیشتری در بخش‌های خانگی و غیرمولد هستند.

مواهب انرژی

برای اینکه مقایسه شدت انرژی بین استان‌های کشور امکان‌پذیر شود، بایستی تولید ناخالص داخلی استان‌ها بدون لحاظ درآمدهای نفتی وارد محاسبه شاخص شدت انرژی (رابطه ۱) شود. در غیر اینصورت شاخص شدت مصرف انرژی کمتر از حد برآورد می‌شود و این نیز نشانگر عدم اتلاف و کارایی انرژی در آن استان نیست.

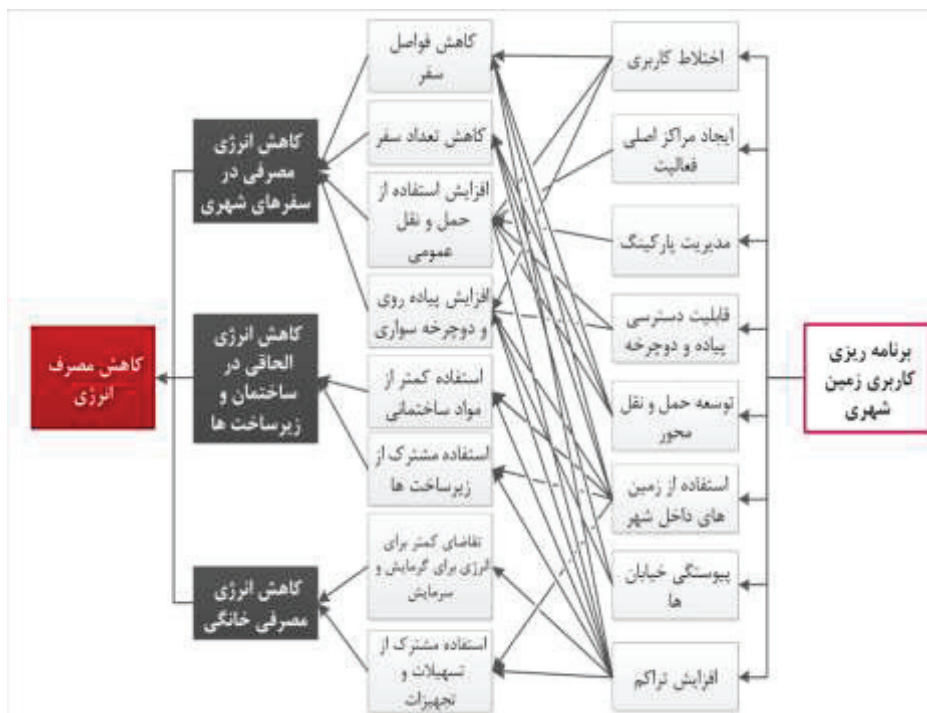
شهرنشینی و شدت مصرف انرژی

شهرها منبع صرفه‌های ناشی از مقیاس، محلی شدن و تراکم هستند. هم‌چنین شهرها در تدارک زیرساخت‌ها و خدمات کاراً عمل کرده و با جذب نیروی کار فرهیخته و ماهر باعث تخصصی‌سازی در امور می‌شوند سولیوان (۲۰۰۳). در ادبیات اقتصاد شهری تأثیر شهرگرایی و شهرنشینی بر شدت انرژی در قالب سه نظریه نوسازی اکولوژیکی، گذر زیست محیطی شهری و تئوری تراکم شهری مطرح می‌شود. تأثیر شهرگرایی بر شدت انرژی، دوسویه است چرا که طبق دو نظریه اول، افزایش شهرنشینی با افزایش تولید و مصرف انرژی (اثر مقیاس) باعث افزایش شدت انرژی می‌شود. در حالی که طبق نظریه تراکم شهری، تراکم شهری بیشتر در فراهم کردن زیرساخت‌های عمومی شهری از جمله حمل و نقل عمومی، عرضه آب، تولید و عرضه برق، آموزش و پرورش و بهداشت و درمان عمومی، صرفه ناشی از به مقیاس اقتصادی^۱ داشته و این صرفه ناشی از مقیاس اقتصادی منجر به کاهش انرژی مصرفی و افزایش بهره‌وری انرژی (کاهش شدت انرژی) می‌شود (پومانونق و کانکو^۲، ۲۰۱۰). از سوی دیگر، امروزه، یکی از چالش‌های پیش روی دولت‌ها در سراسر جهان، ایجاد شهرهایی است که از نظر مصرف انرژی بهینه باشند. در این زمینه، برنامه‌ریزی کاربری زمین و ابزارهای آن (تراکم، توزیع کاربری‌ها و...) نقش مؤثری در کاهش مصرف انرژی در شهرها ایفا می‌کند. از این جهت ایران به‌عنوان یکی از نقش آفرینان مهم در عرصه انرژی در دنیا و هم‌چنین روند روبه رشد شهرگرایی و

1. Economies of Scale

2. Poumanyvong and Kaneko

شه‌رنشینی در آن، باید از این ابزارها به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی در شهرهای خود استفاده کند. شکل (۲) برخی از راهکارها و سیاست‌های برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری برای افزایش بهره‌وری انرژی و کاهش مصرف انرژی را نشان می‌دهد (برک‌پور و مسنن‌زاده، ۱۳۹۰: ۴۵). هم‌چنین نرخ شه‌رنشینی به نوعی منعکس‌کننده سبک زندگی در استان‌ها نیز می‌باشد؛ در سبک زندگی شهری، رفتارها و الگوهای مصرفی شه‌روندان دگرگون شده و ماهیت جدید به خود می‌گیرد. هم‌چنین سبک زندگی شهری بیشتر بر پایه مصرف، نوآوری فرهنگی، کار و فراغت و حداکثرسازی مطلوبیت است. بر طبق آمار سرشماری عمومی نفوس و مسکن ۱۳۹۵، استان‌های قم، تهران و البرز به‌ترتیب بیشترین نرخ شه‌رنشینی و استان‌های سیستان و بلوچستان، هرمزگان و گلستان کم‌ترین نرخ شه‌رنشینی را به خود اختصاص داده‌اند.



شکل ۲- سیاست‌ها و راهکارهای برنامه‌ریزی کاربری زمین شهری برای کاهش مصرف و شدت انرژی

منبع: برک‌پور و مسنن‌زاده (۱۳۹۰).

۳- پیشینه پژوهش

در سال‌های اخیر، مطالعات تجربی زیادی در رابطه با بررسی عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی در بین بخش‌های اقتصادی، مناطق یک کشور و بین کشوری صورت گرفته است. در اغلب این مطالعات سه نوع روش‌شناسی عمده به کار گرفته شده است که عبارتند از؛ الف) روش‌شناسی تجزیه^۱، ب) تکنیک‌های محاسبه کارایی و ج) سایر روش‌های اقتصادسنجی (شامل تکنیک‌های سری زمانی، داده‌های پانل، آینده‌نگاری و سناریوسازی و سایر روش‌های تحلیلی و توصیفی). یکی از متغیرهای مهمی که به‌تازگی در مطالعات تجربی اقتصاد انرژی بدان توجه شده، بعد فضا و موقعیت جغرافیایی کشورها و مناطق می‌باشد. در این بخش به خلاصه‌ای از مهم‌ترین مطالعات تجربی داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش اشاره می‌شود.

بهبودی و دیگران (۱۳۹۱) در مطالعه‌ای با عنوان بررسی همگرایی بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای عضو OECD با رویکرد اقتصادسنجی فضایی در دوره ۱۹۹۳-۲۰۰۸، وجود همگرایی در بهره‌وری انرژی را در بین این کشورها تأیید کردند. آنها دریافتند که هر ساله ۰/۰۷۵ درصد از شکاف میان وضعیت جاری و سطح پایدار بلندمدت از بین می‌رود همچنین آنها وجود وابستگی فضایی در مدل را تأیید کردند و نشان دادند که مجاورت، تأثیر مثبتی بر رشد بهره‌وری انرژی در بین این کشورها داشته است.

ناجی میدانی و همکاران (۱۳۹۴)، رابطه بین صنعتی‌شدن و کارایی انرژی بخش صنعت در ایران را براساس داده‌های سالانه در دوره زمانی ۸۷-۱۳۶۰ مورد بررسی قرار دادند. و بدین منظور آنها از الگوی خود بازگشت با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و الگوی تصحیح خطا (ECM) استفاده کردند. براساس نتایج: الف) صنعتی شدن در ایران، تأثیر منفی و معنی‌داری بر کارایی انرژی دارد و باعث افزایش شدت مصرف انرژی می‌شود، ب) تأثیر نسبت موجودی سرمایه و نیز نیروی کار به ازای هر واحد انرژی بر کارایی انرژی مثبت و معنی‌دار است و ج) قیمت نسبی انرژی نتوانسته تأثیر معنی‌داری بر کارایی انرژی بگذارد. بنابراین سیاست‌های غیرقیمتی (مانند؛ فرهنگ‌سازی و اصلاح

الگوی مصرف، شرکت‌های خدمات انرژی، تغییر شیفت کاری و کاهش بار مصرفی و...) برای افزایش کارایی انرژی باید همراه سیاست‌های قیمتی اعمال شود. منظور و نیکان (۱۳۹۳)، در مطالعه خود به تحلیل شدت انرژی و اندازه‌گیری کشش‌های درآمدی تقاضای انرژی کشورهای اکو طی بازه زمانی (۱۹۹۰-۲۰۰۸) پرداختند. آنها با استفاده از یک مدل رگرسیون پانل آستانه‌ای با توجه به یک متغیر آستانه که براساس تولید ناخالص داخلی سرانه تعریف شده، ناهمگنی در مدل‌های تقاضای انرژی در کشورهای مذکور را مدل‌سازی کردند. تخمین این مدل برای کشورهای عضو اکو بیانگر آن است که در این کشورها کشش درآمدی کمتر از واحد بوده و با رشد تولید ناخالص داخلی، تقاضای انرژی به همان میزان رشد نخواهد کرد، در نتیجه شدت انرژی در حال کاهش است.

حقیقت و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه‌ای علاوه بر تخمین کارایی انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی بخش خانگی در ایران و برآورد تابع تقاضای انرژی بخش خانگی پرداختند. آنها در این مطالعه مصرف انرژی ۲۸ استان کشور را طی بازه زمانی ۱۳۹۰-۱۳۸۱ با استفاده از رویکرد مرزی تصادفی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی بخش خانگی نسبت به قیمت، بسیار کم‌کشش و نسبت به سطح درآمد سرانه خانوار و جمعیت باکشش می‌باشد و با افزایش بعد خانوار، مصرف انرژی کاهش می‌یابد. همچنین براساس نتایج، استان‌های ایلام، سیستان و بلوچستان، اردبیل و بوشهر دارای کمترین کارایی انرژی بخش خانگی در میان استان‌های کشور می‌باشند.

راسخی و سلمانی (۱۳۹۲)، رابطه میان شدت انرژی و کارایی اقتصادی و مشخصاً وجود رابطه U برعکس میان این دو را برای مجموعه کشورهای منتخب (۱۷ کشور توسعه‌یافته و ۱۴ کشور در حال توسعه شامل ایران) طی بازه زمانی (۱۹۹۱-۲۰۱۱) مورد بررسی قرار دادند. آنها برای محاسبه کارایی اقتصادی از روش تحلیل پنجره‌ای پوششی داده‌ها (DEA) استفاده کردند و در ادامه برای برآورد اثر شدت انرژی بر کارایی اقتصادی از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته بهره گرفتند. نتایج حاکی از آن است که با افزایش شدت انرژی، تا حد آستانه کارایی اقتصادی افزایش می‌یابد، اما پس از آن نقطه افزایش شدت انرژی، کاهش کارایی اقتصادی را به دنبال دارد، بنابراین برای کشورهای

منتخب طی دوره موردنظر رابطه U برعکس بین شدت انرژی و کارایی اقتصادی تأیید می‌گردد.

سیف (۱۳۸۷)، در مطالعه خود با عنوان شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی با استفاده از ادبیات نظری اقتصاد انرژی و روش‌شناسی اقتصادسنجی مقطعی به تبیین عوامل مؤثر بر شدت انرژی کشورهای منتخب شامل ایران در سال ۲۰۰۶ پرداخت. براساس نتایج وی: الف) با توجه به تجمیعی بودن شاخص شدت مصرف انرژی، در تفسیر و مقایسه شدت انرژی بین کشورها باید با احتیاط عمل کرد، ب) افزایش سهم ارزش افزوده بخش خدمات از تولید ناخالص داخلی اقتصاد (به‌عنوان نماینده تغییرات ساختاری)، تأثیری معنی‌دار و نسبتاً قابل توجه بر کاهش شدت انرژی نشان داده است (مقدار کشش برآوردی: $-0/25$)، ج) مساحت کشورها نیز مطابق انتظارات نظری، اثر مستقیم معنی‌دار بر شدت انرژی داشته و از نظر اندازه در حدود یک چهارم سهم خدمات بوده است (کشش برآوردی: $0/08$) و د) علامت ضریب متغیر نفوذ اینترنت بر شدت انرژی مثبت و از لحاظ آماری معنادار است. بر طبق استنتاج‌های انجام گرفته توسط محقق، در کشورهای منتخب اینترنت به‌عنوان کالای لوکس مصرف شده و با هزینه‌های حمل و نقل جایگزین نشده است، چرا که در صورت جایگزینی اینترنت با حمل و نقل، شدت مصرف انرژی می‌توانست کاهش یابد.

جدول ۲- خلاصه مهم‌ترین مطالعات خارجی مرتبط با موضوع و روش‌شناسی مقاله.

نویسندگان	جامعه آماری - [دوره زمانی]	روش تخمین	خلاصه نتایج
H. Yu, 2012	۳۰ استان کشور چین - [۱۹۸۸-۲۰۰۷]	داده‌های تابلویی فضایی	تأثیر منفی و معنی‌دار درآمد سرانه، زیرساخت‌های حمل و نقل، درجه بازارسازی و نهاده‌های علمی و تکنولوژیکی بر شدت انرژی. تأثیر مثبت و معنی‌دار صنایع کثیف و مصرف زغال سنگ بر شدت مصرف انرژی. خودهمبستگی فضایی مثبت شدت انرژی و سرریز فضایی شوک‌های شدت انرژی بین استان‌های چین. همگرایی مطلق و شرطی شدت انرژی.

نویسندگان	جامعه آماری - [دوره زمانی]	روش تخمین	خلاصه نتایج
Sadorsky, 2013	۷۶ کشور در حال توسعه - [۱۹۸۰-۲۰۱۰]	تخمین زن‌های پانلی ناهمگن شامل؛ MG، AMG و CCEMG.	تأثیر منفی و معنادار درآمد سرانه بر شدت انرژی، تأثیر مثبت و معنادار صنعتی شدن بر شدت انرژی، رابطه نامشخص از نظر علامت بین شهرگرایی و شدت انرژی.
X.Zhao et al, 2013	۳۰ استان چین - [۱۹۹۱-۲۰۱۰]	اقتصادسنجی فضایی پانلی تجمیعی (Spatial Pooling)	تأثیر منفی و معنادار تولید سرانه استانها بر شدت انتشار کربن دی اکسید، سرریز فضایی مثبت آلودگی و شوک‌های انرژی
Hosseini & Kaneko, 2013	۱۲۹ کشور در حال توسعه و توسعه یافته - [۱۹۸۰-۲۰۰۷]	اقتصاد سنجی فضایی پانلی به روش رگرسیون‌های به ظاهر نامرتب (SUR) - ماتریس وزنی نهادی	تأیید فرضیه EKC برای شدت کربن دی اکسید، سرریز فضایی کیفیت محیط زیست از طریق ماتریس وزنی نهادی.
L. Jiang, et al., 2014	۲۹ استان چین - [۲۰۰۳-۲۰۱۱]	مدل داده‌های تابلویی پویای فضایی	تأیید منحنی کوزنتس شدت انرژی، تأثیر مثبت سهم بخش صنعت در خود استان و استان‌های مجاور بر شدت انرژی، تأثیر منفی نسبت سرمایه به کار بر شدت انرژی، تأثیر منفی سرریز فضایی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر شدت انرژی.
Yan, 2015	۳۰ استان چین - (۲۰۰۰-۲۰۱۲)	رگرسیون Driscoll-Kraay	- تأثیر مثبت شهرنشینی بر شدت مصرف انرژی، شدت مصرف برق، شدت مصرف رغال سنگ. - تأثیر مثبت و معنادار صنعتی شدن بر شدت مصرف انرژی.
Duran, et al. 2015.	صنایع کشور شیلی - (۱۹۸۰-۱۹۹۰)	روش‌شناسی تجزیه و شاخص LMDI	- شدت مصرف انرژی صنایع شیلی باوجود ثابت بودن مصرف انرژی، افزایش یافته است. - هر زیربخش صنعت، روند و الگوی شدت انرژی و مصرف انرژی متفاوتی دارد و بایستی برای زیر بخش‌ها، سیاست‌های مدیریت انرژی متفاوتی اعمال کرد.

مأخذ: تلخیص توسط پژوهشگر

۴- روش‌شناسی و مدل تحقیق

در این پژوهش مدل تحقیق در چارچوب داده‌های تابلویی (تلفیقی) فضایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. استفاده از الگوی داده‌های پانل مزایای متعددی دارد که می‌توان به افزایش کارایی نتایج تخمین به دلیل استفاده از اطلاعات بیشتر و متنوع‌تر و نیز جامعیت نتایج تحلیل به دلیل توانایی این الگو در مدل‌سازی آثار داده‌های مقطعی در کنار داده‌های سری زمانی اشاره نمود. مدل اقتصادسنجی این پژوهش برای ۲۸ استان در طی دوره ۱۳۷۹-۹۲ به صورت رابطه (۱۲) تصریح می‌شود. این مدل با انجام تعدیلاتی بر مدل‌های تجربی استفاده شده در مطالعات تجربی یو (۲۰۱۲)، جیان و همکاران (۲۰۱۴) و سادروسکاری (۲۰۱۳) به دست آمده است.^۱

$$\ln EI_{i,t} = e^{-\beta} \ln EI_{i,t-1} + \rho \sum_{j=1}^n W_{ij} \ln EI_{j,t} + \theta \sum_{j=1}^n D_{ij} \ln Y_{j,t} + \beta_1 \ln Y_{it} + \beta_2 \ln U_{it} + \beta_3 \ln IND_{it} + \beta_4 \ln EP_{it} + \phi \sum_{j=1}^n D_{ij} \ln EP_{j,t} + \beta_5 \ln STC_{it} + \alpha_i + \gamma_t + v_{it} \quad (12)$$

تصریح فوق حالت دوربین فضایی بوده، که در آن i و t به ترتیب نشان‌دهنده مقطع (۲۸ استان کشور) و زمان (۱۳۷۹-۹۲) در پانل و:

$\ln EI_{it}$: لگاریتم طبیعی متغیر شاخص شدت مصرف انرژی (بشکه نفت خام به میلیون ریال به قیمت سال ۱۳۸۳)،

$\ln Y_{it}$: لگاریتم طبیعی متغیر درآمد سرانه حقیقی استان‌ها (بر حسب هزار ریال)،

$\ln U_{it}$: لگاریتم طبیعی درجه شهرنشینی استان‌ها (بر حسب درصد)،

$\ln IND_{it}$: لگاریتم طبیعی درجه صنعتی‌شدن استان‌ها (نسبت ارزش افزوده بخش صنعت استان‌ها به تولید ناخالص داخلی استان)،

$\ln EP_{it}$: لگاریتم طبیعی شاخص قیمت انرژی (میانگین وزنی شاخص قیمت حامل‌های انرژی استان‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰)؛ در این پژوهش شاخص قیمت انرژی از جمع وزنی قیمت حامل‌های انرژی‌زا (گاز طبیعی، برق، بنزین، نفت گاز، نفت کوره، نفت سفید و گاز مایع) به دست آمده است. رابطه محاسبه شاخص قیمت انرژی به صورت رابطه (۱۳) است:

۱. تعدیلات انجام گرفته عبارتند از: (۱) لحاظ بعد فضا و تصریح SDM، (۲) اجازه تعاملات فضایی به متغیرهای شاخص قیمت انرژی و درآمد سرانه حقیقی (جهت تصریح بهتر)، (۳) محاسبه شاخص قیمت انرژی و (۴) تخمین با لحاظ آثار ثابت و رفع ناهمگونی استان‌ها.

$$EP_j = \sum_i^6 \left[\left(\frac{V_i}{\sum_i^6 V_i} \right) * P_i \right] \quad (13)$$

که در آن، i و j به ترتیب نشانگر حامل‌های انرژی و استان‌ها، V_i مقدار مصرف حامل‌های انرژی بر حسب بشکه نفت خام، P_i قیمت حامل‌های انرژی (بر حسب ریال بر بشکه نفت خام به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰) و EP_j شاخص قیمت کلی انرژی استان می‌باشد. همان‌طور که مشاهده می‌شود شاخص قیمت انرژی برای هر استان متفاوت بوده و نسبت به وزن حامل مصرفی، تعدیل می‌شود.

$\ln STC_{it}$: لگاریتم طبیعی شاخص تغییرات ساختاری (ارزش افزوده بخش خدمات به کل تولید ناخالص داخلی؛ GDP).

v_{it} : جمله اخلاص به منظور مدل سازی اثر شوک‌ها و متغیرهای لحاظ نشده و α_i و γ_t نیز به ترتیب بیانگر اثرات ثابت مقطعی و زمانی در بین استان‌های کشور طی بازه زمانی پژوهش می‌باشد.

هم‌چنین ضرایب β ، θ ، ρ و φ به ترتیب بیانگر نرخ همگرایی (شرطی)، ضریب سرریز فضایی شدت مصرف انرژی (کشش خودرگرسیون فضایی شدت مصرف انرژی)، کشش شدت مصرف انرژی نسبت به درآمد سرانه استان‌های مجاور و کشش شدت مصرف انرژی نسبت به قیمت انرژی استان‌های مجاور می‌باشند. شایان یادآوری است. با توجه به اینکه متغیرها به صورت لگاریتمی وارد مدل شده‌اند، بنابراین ضرایب بایستی به صورت کشش تفسیر شوند و در این حالت مقیاس اندازه‌گیری متغیرها ماهیت خود را از دست می‌دهند. همان‌طور که اشاره شد، مدل تصریحی پژوهش در رابطه (۱۲) در چارچوب داده‌های تابلویی (ایستا و پویا) و تخمین‌زن شبه حداکثر راستنمایی (QMLE)^۱ برازش خواهد شد. تخمین‌زن شبه حداکثر راستنمایی همانند تخمین‌زن حداکثر راستنمایی (MLE) می‌باشد، با این تفاوت که در آن فرم تابع راستنمایی به‌طور دقیق مشخص نیست و ما فرض می‌کنیم که مشخص است. هم‌چنین تخمین‌زن QMLE سازگار بوده و به طور مجانبی نرمال نیز می‌باشد.

آزمون‌های تشخیصی فضایی

همبستگی (خودهمبستگی یا وابستگی) فضایی بدین معنی است که مشاهدات در فرآیند تعاملات، مانند انتقال فناوری، مبادلات تجاری، مناسبات مختلف اجتماعی، اقتصادی و سیاسی و غیره ... باهم همبستگی پیدا می‌کنند. به منظور تشخیص این وابستگی، از آزمون‌های تشخیصی خودهمبستگی فضایی جهانی و محلی موران آی^۱، گری-سی^۲ و جتیس و اورد جی^۳ در مطالعات منطقه‌ای استفاده می‌شود. فرضیه صفر در هر یک از این آزمون‌ها خودهمبستگی فضایی صفر یا استقلال فضایی هر یک از متغیرهای تحت بررسی می‌باشد. با توجه به کارایی بیشتر آزمون جتیس و اورد جی بر اساس مطالعات تجربی، در این پژوهش از این آزمون استفاده می‌شود.

بر اساس شاخص جتیس و اورد جی، وجود خوشه‌های فضایی^۴ شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور بررسی می‌شود. تفاوت این شاخص با دو شاخص قبلی هم در نوع ماتریس وزنی فضایی به کار رفته در این شاخص می‌باشد چرا که در این شاخص همبستگی جهانی ماتریس وزنی فضایی باینری^۵ استفاده شده و هم تشخیص خودهمبستگی مثبت فضایی می‌باشد چرا که این شاخص فقط قادر به تشخیص بردار خودهمبستگی فضایی مثبت می‌باشد (جتیس و اورد، ۱۹۹۲). خوشه‌های فضایی نقاط گرم و سرد^۶ را شامل می‌شوند. منظور از نقاط گرم مقادیری هستند که به‌طور استثنایی دارای ارزش خیلی بالا هستند و نقاط سرد مقادیری که به‌طور استثنایی دارای ارزش خیلی پایین هستند. شاخص جتیس و اورد جی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$G = \frac{\sum_i^n \sum_j^n w_{ij} EI_i EI_j}{\sum_i^n \sum_j^n EI_i EI_j}, \quad \forall j \neq i \quad (14)$$

که در آن EI بیانگر سطح شدت مصرف انرژی و w_{ij} ماتریس وزنی فضایی می‌باشد. در صورتی که آماره آزمون معنادار بوده و مقدار آن از مقدار مورد انتظار (E) بیشتر باشد، خودهمبستگی فضایی تأیید شده و این پدیده در خوشه گرم شدیدتر است. در مقابل در صورتی که مقدار آماره آزمون از مقدار مورد انتظارش (E) کم‌تر باشد،

1. Moran's I
2. Geary's C
3. Getis and Ord's G
4. Spatial Clustering
5. Binary
6. Hot spot and cold spot

خودهمبستگی فضایی مثبت بوده و این پدیده در خوشه سرد شدیدتر است. از سوی دیگر، تشخیص وجود وابستگی فضایی با استفاده از آزمون‌های تشخیصی فوق‌اولین مرحله در کار با داده‌های مکانی و فضایی است. آزمون‌های فوق‌نشان می‌دهند که داده‌های مکانی تمایل دارند رفتار خوشه‌بندی را از خود نشان دهند تا توزیع یکنواخت فضایی، ولی درمورد نحوه و چرایی این خوشه‌بندی (وابستگی فضایی) اظهارنظری نمی‌کنند. نوع دوم آزمون‌های تشخیصی براساس برازش مدل برای متغیرهای تحقیق و استفاده از آزمون‌های ضریب لاگرانژ (LM)^۱ و ضریب لاگرانژ مقام (RLM)^۲ است. به عبارت دیگر، آزمون‌های سری دوم پارامتریک هستند و براساس برازش مدل پایه در مورد وابستگی فضایی قضاوت می‌کنند. وجود پدیده خودهمبستگی مثبت فضایی در رفتار متغیر بهره‌وری انرژی در بین استان‌های کشور الزامات سیاست‌گذاری متعدد و قابل توجهی را به دنبال دارد، بدین صورت که در صورت وجود همبستگی فضایی مثبت، می‌توان گفت که چرخه خودکار مثبت بهره‌وری انرژی بین استان‌های کشور برقرار است و این چرخه خودکار مثبت می‌تواند با اقدامات نهادی تقویت گردد. در مقابل در صورت وجود خودهمبستگی منفی بایستی به دنبال ایجاد قطب‌های بهره‌وری انرژی تصنعی در استان‌های کشور بود.

تعیین مکان در مدل‌های فضایی

در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی به منظور مدل‌سازی تعاملات فضایی لازم است که کمیت و مقدار عددی جنبه‌های مکانی تعیین شود. بدین منظور دو منبع اطلاعاتی در اختیار است. یکی موقعیت در صفحه مختصات که از طریق طول و عرض جغرافیایی نشان داده می‌شود و بر این اساس می‌توان فاصله هر نقطه در فضا یا فاصله هر مشاهده قرار گرفته در هر نقطه را نسبت به نقاط یا مشاهدات ثابت یا مرکزی محاسبه نمود. دومین منبع اطلاعاتی مکانی، مجاورت و همسایگی است که منعکس‌کننده موقعیت نسبی در فضای یک واحد منطقه‌ای مشاهده شده، نسبت به واحدهای دیگری از آن قبیل می‌باشد. معیار نزدیکی و مجاورت براساس اطلاعات به دست آمده از روی نقشه

1. Lagrange Multiplier

2. Robust Lagrange Multiplier

جامعه مورد مطالعه، قابل دسترس خواهد بود و بر اساس این اطلاعات می‌توان تعیین نمود که کدام مناطق باهم، همسایه و یا مجاور هستند، یعنی دارای مرزهایی هستند که به هم می‌رسند. در این صورت واحدهایی (کشورهایی) که دارای رابطه همسایگی یا مجاورت هستند نسبت به واحدهای که از هم دورتر هستند درجه وابستگی بالاتری را نشان می‌دهد (ابریشمی و دیگران، ۱۳۸۶). ماتریس مجاورتی عناصر ۰ و ۱ را شامل می‌شود که در آن عناصر روی قطر اصلی برابر صفر و عناصر خارج از قطر اصلی در صورتی که دو کشور مجاور و همسایه همدیگر باشد، مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر را اختیار می‌کند (اکبری، ۱۳۸۴).

در معادلات اقتصاد سنجی فضایی، اطلاعات مکانی ماتریس وزنی فضایی جمع می‌شوند و از ضرب این ماتریس در بردار متغیر وابسته، برداری حاصل می‌شود که به عنوان متغیر توضیحی در مدل کلاسیک شناخته می‌شود و ضرایب آن بیان کننده اثرات فضایی است. بدین اساس ماتریس وزنی فضایی W چنین تعریف می‌شود: ماتریس وزنی فضایی شامل اطلاعات مربوط به فاصله نسبی n کشور ($i = 1, 2, 3, \dots, j, \dots, n$) در فضا می‌باشد. عناصر w_{ij} چگونگی ارتباط فضایی کشور i با کشور j را از نظر فاصله نشان می‌دهد که به صورت $\frac{1}{d_{ij}}$ یا $\frac{1}{d_{ij}^2}$ تعریف می‌شوند.

$$W = \begin{bmatrix} 0 & w_{12} & \dots & w_{1,n-1} & w_{1n} \\ w_{21} & 0 & \dots & w_{2,n-1} & w_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ w_{n-1,1} & w_{n-1,2} & \dots & 0 & w_{n-1,n} \\ w_{n1} & w_{n2} & \dots & w_{n,n-1} & 0 \end{bmatrix} \quad (15)$$

به منظور تعیین فاصله بین دو واحد (کشور) از دو تابع اکلیدسی^۱ و مینکوسکی^۲ استفاده می‌شود. در این پژوهش از تابع اکلیدسی به منظور محاسبه فاصله استفاده شده است. در تابع اکلیدسی فاصله بین دو مکان i و j به صورت زیر تعیین می‌شود:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (16)$$

1. Euclidean distance
2. Minkowski distance

که در آن x_i و y_i به ترتیب طول و عرض جغرافیایی کشور (استان) i و x_j و y_j به ترتیب طول و عرض جغرافیایی کشور (استان) j هستند. در این پژوهش ابتدا ماتریس فاصله - معکوس بر اساس رابطه $\frac{1}{d_{ij}}$ در ابعاد 28×28 و 30×30 ساخته شده و سپس نرمال سطری می‌شود. در نرمال سطری هر عنصر سطر بر مجموع سطر تقسیم می‌شود، به طوری که بعد از نرمال سازی ماتریس جمع هر سطر برابر با یک می‌شود. بنابراین، اگر عناصر ماتریس وزنی فضایی را بعد از نرمال سازی w_{ij}^{**} تعریف کنیم، برابر خواهد بود با:

$$w_{ij}^{**} = \frac{w_{ij}^*}{\sum_{j=1}^N w_{ij}^*}, N = 28 \quad (17)$$

که از ضرب این ماتریس نرمال سطری شده در متغیر توضیحی لگاریتم طبیعی شدت انرژی، متغیر تأخیر فضایی حاصل می‌شود. همچنین براساس رابطه $\frac{1}{d_{ij}}$ ، هر چه بعد مسافت دورتر و یا فاصله اقتصادی بین دو کشور بیشتر باشد، این وزن نسبی کمتر می‌باشد و بیانگر آن است که با افزایش فاصله، اثرات سرریز شدت انرژی کاهش می‌یابد. کاربرد نوع ماتریس‌های وزنی فضایی مجاورتی و فاصله - معکوس بستگی به موضوع مورد مطالعه و ماهیت سرریزهای مورد نظر دارد. برای مثال ماهیت سرریز در مدل سازی اثر جرم بیشتر مجاورتی است، درحالی که در مدل سازی اثر سرریزهای تکنولوژی و تجارت بایستی ماتریس فاصله - معکوس را به کار برد؛ چرا که هزینه‌های حمل و نقل با فاصله رابطه عکس دارد. با عنایت به موارد مذکور در این پژوهش از ماتریس فضایی فاصله - معکوس استفاده شده است.

۵- نتایج تجربی

آمار توصیفی و تحلیل‌های مقدماتی

شدت مصرف انرژی استان‌ها

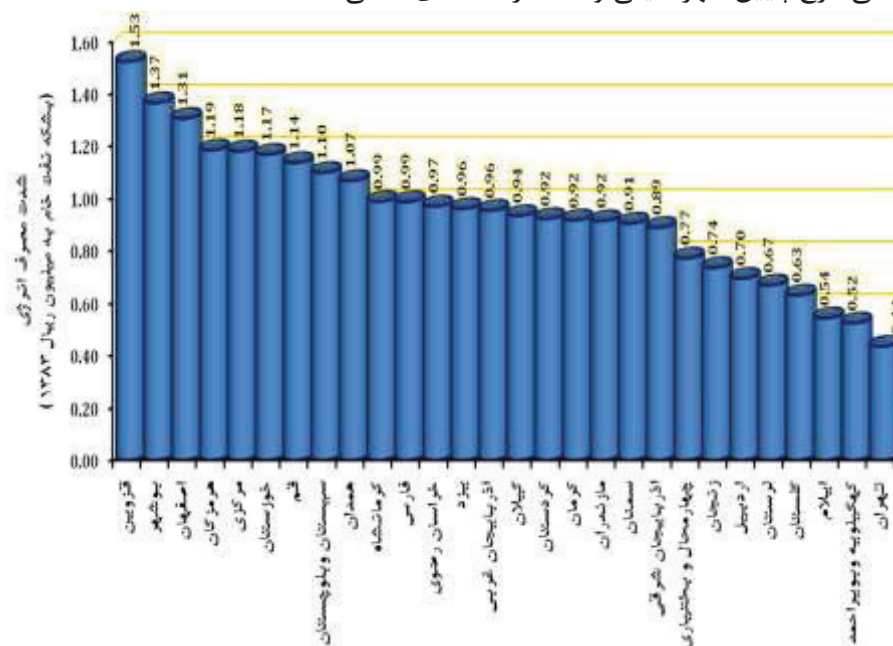
براساس نمودار (۱)، همان‌طور که مشاهده می‌شود در بین استان‌ها به طور متوسط استان قزوین در طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲ بیشترین مقدار شدت مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. به عبارت دیگر، در استان قزوین به طور متوسط طی دوره (۱۳۹۲-۱۳۷۹) به منظور تولید یک میلیون ریال (۱۰۰ هزار تومان) تولید ناخالص داخلی (GDP) حقیقی بدون نفت، به میزان $1/53$ بشکه نفت خام، انرژی مصرف شده که این میزان در بین استان‌ها بالاترین مقدار است. بعد از قزوین استان بوشهر با $1/37$ بشکه

نفت خام بر میلیون ریال در جایگاه دوم قرار گرفته است. استان‌های اصفهان و هرمزگان نیز به ترتیب با شدت مصرف انرژی ۱/۳۱ و ۱/۱۹ بشکه نفت خام بر میلیون ریال در رتبه‌های سوم و چهارم قرار دارند. هر سه استان قزوین، بوشهر و اصفهان جزو استان‌های توسعه‌یافته صنعتی در طرح آمایش صنعت و معدن (۹۰-۱۳۸۷) بوده و به ترتیب در رتبه‌های سوم، پنجم و ششم قرار دارند. عامل مهم در بالا بودن شدت مصرف انرژی در این سه استان، صنعتی بودن و وجود صنایع انرژی‌بر (فلزات اساسی، کانی‌های غیرفلزی، تولید مواد و محصولات شیمیایی و ...) در این استان‌هاست و براساس مطالعات تجربی، شدت مصرف انرژی با درجه صنعتی‌شدن رابطه مستقیم دارد. استان هرمزگان اگرچه از لحاظ صنعتی‌شدن در رتبه متوسط استان‌های کشور قرار گرفته، ولی از لحاظ انرژی‌بری بخش صنعت در رتبه ۶ استان‌های کشور قرار دارد. (صنعت آلومینیم از صنایع انرژی‌بر استان هرمزگان می‌باشد). هم‌چنین براساس مطالعات تجربی و شواهد آماری، انتظار بر آن است که شدت مصرف انرژی استان‌های بوشهر و هرمزگان توسط پدیده قاچاق سوخت و قاچاق کالا تحریک شود.

نکته قابل توجه در نمودار (۱)، وضعیت شدت مصرف انرژی استان تهران می‌باشد که با ۰/۴۴ بشکه نفت خام بر میلیون ریال، کم‌ترین مقدار متوسط شدت مصرف انرژی را به خود اختصاص داده است. بعد از استان تهران کمترین مقدار متوسط شدت مصرف انرژی طی دوره (۱۳۷۹-۱۳۹۲) به ترتیب به استان کهگیلویه و بویراحمد با ۰/۵۲ و استان ایلام با ۰/۵۴ بشکه نفت خام بر میلیون ریال اختصاص دارد. دلیل پایین بودن شدت مصرف انرژی استان تهران را بایستی در میزان تأثیر تراکم نسبی جمعیت بر شدت انرژی و بزرگ بودن بخش خدمات^۱ در این استان جستجو کرد. با افزایش تراکم نسبی جمعیت صرفه‌های ناشی از مقیاس اقتصادی^۲ فعال شده و این صرفه‌جویی ناشی از مقیاس، منجر به کاهش انرژی مصرفی و افزایش بهره‌وری انرژی (کاهش شدت انرژی) می‌شود. درک ابتدایی از وضعیت شدت مصرف انرژی استان تهران حاکی از این واقعیت مهم است که در این استان، اثر تراکم شهری و جمعیتی بر اثر مقیاس برتری داشته است. هم‌چنین استان تهران (به همراه استان البرز) بیش از ۳۰ درصد درآمد

۱. تجاری، عمومی، خانگی و غیره

(GDP) کشور را به خود اختصاص داده‌اند و باید یکی از عوامل پایین بودن شدت مصرف انرژی در این استان را ناشی از تمرکزگرایی دانست. در مقابل علت پایین بودن شدت انرژی استان‌های کهگیلویه و بویراحمد و ایلام ناشی از پایین بودن سطح و سبک زندگی، نرخ پایین شهرنشینی و ساختار اقتصادی سنتی است.



نمودار ۱- رتبه‌بندی استان‌های کشور بر حسب میانگین شاخص شدت مصرف انرژی طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲، بر واحد بشکه نفت خام بر میلیون ریال (به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳)^۱

منبع: یافته‌های تحقیق

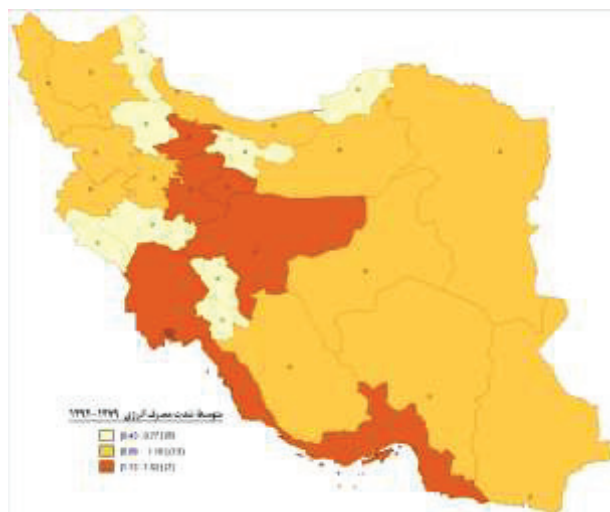
همان‌طوری که اشاره شد، قاچاق سوخت باعث افزایش مصرف انرژی شده ولی تولیدی در قبال آن انجام نمی‌پذیرد (گزارش‌های ستاد مرکزی مبارزه با قاچاق کالا و ارز، ۱۳۹۴). بر طبق مطالعات تجربی نیز استان بوشهر رتبه نخست قاچاق سوخت در کشور را دارد (بیابانی و رستمی، ۱۳۸۸). البته شایان یادآوری است که مشکل قاچاق سوخت تنها مربوط به استان بوشهر نمی‌شود و تقریباً تمامی استان‌های مرزی به طور

۱. تولید ناخالص داخلی استان‌ها بدون نفت بوده و توسط شاخص تعدیل کننده GDP به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ حقیقی شده است.

استان	درصد اراضی کشاورزی
چهارمحال و بختیاری	0.63
همدان	0.31
قزوین	0.24
سمنان	0.21
اصفهان	0.19
کرمان	0.19
مرکزی	0.19
کردستان	0.13
قارم	0.12
سمنان	0.12
مازندران	0.11
گلستان	0.11
کرمانشاه	0.10
گیلان	0.09
لرستان	0.08
آذربایجان شرقی	0.07
کهگیلویه و بویراحمد	0.06
گلستان	0.05
آذربایجان شرقی	0.04
اردبیل	0.04
زنجان	0.04
تهران	0.04
ایلام	0.04

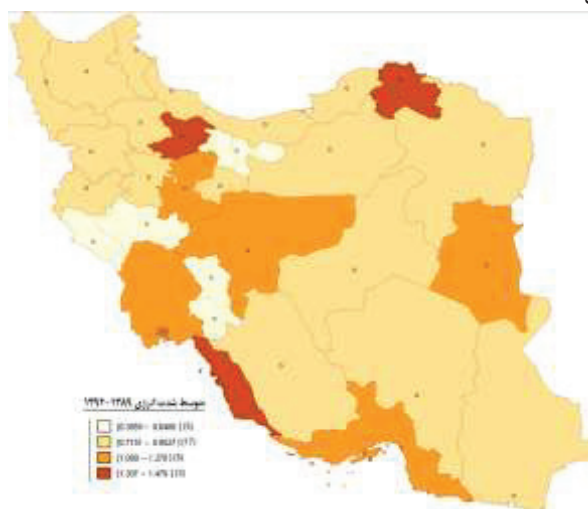
منبع: یافته‌های تحقیق

۱. این شوک‌ها هم شوک‌های مصرف انرژی (قاچاق سوخت، اقلیم و...) و هم شوک‌های GDP حقیقی (سیکل‌های تجاری و...) بدون نفت را شامل می‌شوند. هم‌چنین، اگر چه قاچاق سوخت بعد از آزادسازی قیمت حامل‌های انرژی (۱۳۸۹) و به‌خصوص بعد از کاهش جهانی قیمت نفت خام، کاهش یافته ولی با توجه به بازه زمانی این پژوهش (۱۳۷۹-۱۳۹۲) باید این مورد در تحلیل‌ها لحاظ شود.



نقشه ۱- توزیع فضایی متوسط شدت مصرف انرژی (بشکه نفت خام بر میلیون ریال ۱۳۸۳) بین استان‌های کشور طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲^۱

منبع: یافته‌های تحقیق



نقشه ۲- توزیع فضایی متوسط شدت مصرف انرژی (بشکه نفت خام بر میلیون ریال ۱۳۸۳) بین استان‌های کشور طی دوره ۱۳۸۹-۹۲ (بعد از هدفمندی یارانه‌ها)^۲

منبع: یافته‌های تحقیق

۱. این نقشه ۲۸ استان می‌باشد.

۲. این نقشه ۳۰ استان می‌باشد.

آزمون‌های تشخیصی

آزمون‌های تشخیصی در این قسمت شامل آزمون‌های تشخیصی فضایی و آزمون‌های ریشه واحد پانلی کلاسیک و فضایی می‌باشد. بر طبق نتایج گزارش شده در جدول (۳)، براساس آزمون جتس و اورد-جی خودهمبستگی فضایی مثبت شدت مصرف انرژی بین استان‌های کشور تأیید شده و این پدیده در خوشه‌های فضایی سرد (کم ارزش) شدیدتر از خوشه‌های فضایی گرم می‌باشد. بنابراین بر طبق آزمون جتس و اورد-جی و با توجه به کوچک بودن آماره این آزمون (۰/۹۴۰) از مقدار مورد انتظارش (۰/۹۴۴) طی دوره ۹۲-۱۳۷۹، استان‌های با شدت انرژی پایین، توسط استان‌های با شدت مصرف انرژی پایین احاطه شده‌اند و شدت این پدیده در استان‌های با شدت مصرف انرژی بالا زیاد نمی‌باشد و خوشه سرد بر خوشه گرم، برتری (از لحاظ همبستگی فضایی) دارد. وقوع این پدیده به وضوح در نقشه‌های (۱) و (۲) دیده می‌شود. همان‌طور که مشاهده می‌شود استان‌ها با شدت مصرف انرژی پایین بیشتر توسط استان‌ها با شدت مصرف انرژی پایین احاطه شده‌اند. این وضعیت به‌خصوص برای استان‌های واقع در نیمه شمال غرب کشور به وضوح دیده می‌شود. شایان یادآوری است که آزمون جتیس و اورد-جی در مواقعی که پراکندگی بیشتر در داده‌ها وجود داشته باشد، نتایج معتبرتری را ارائه می‌دهد. بنابراین ضروری است که مدل‌سازی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور در حضور بعد فضا صورت گیرد.

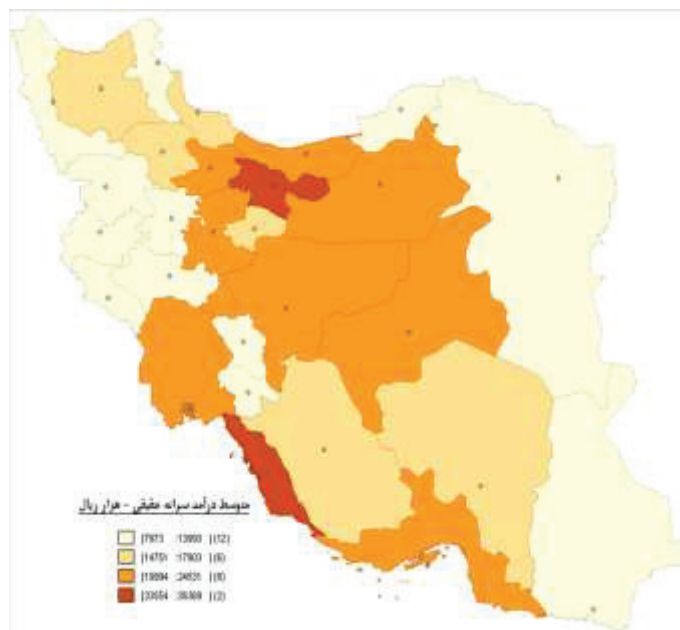
جدول ۳- نتایج آزمون‌های تشخیصی فضایی جهانی جتیس و اورد-جی (Getis and Ord's G) برای اجزای شدت مصرف انرژی برای طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲.

سطح متغیرها	ضرایب	میانگین (E)	انحراف معیار (SD)	آماره Z	ارزش احتمال (PV)
مصرف انرژی کل (بشکه نفت خام)	۰/۹۲۷	۰/۹۴۴	۰/۰۰۶	-۲/۹۶۲	***۰/۰۰۲
GDP حقیقی بدون نفت (میلیون ریال ۱۳۸۳)	۰/۸۷۷	۰/۹۴۴	۰/۰۰۹	-۷/۲۰۰	***۰/۰۰۰
شدت مصرف انرژی (بشکه نفت خام به میلیون ریال)	۰/۹۴۰	۰/۹۴۴	۰/۰۰۲	-۲/۰۷۸	** ۰/۰۱۹
سرانه GDP حقیقی بدون نفت (هزار ریال ۱۳۸۳)	۰/۹۵۳	۰/۹۴۴	۰/۰۰۳	۳/۷۰۷	***۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

نکته: ***، ** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد.

هم‌چنین بر طبق نتایج گزارش شده در جدول (۳)، وابستگی فضایی متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه حقیقی بدون نفت استان‌ها تأیید شده و رد نمی‌شود. بنابراین باتوجه به بزرگ‌تر بودن آماره جتیس و ارود-جی (۰/۹۵۳) از مقدار میانگین و مورد انتظار (۰/۹۴۴)، می‌توان گفت که در جریان تعاملات فضایی، خوشه گرم بر خوشه سرد برتری دارد. بدین معنی که بیشتر استان‌ها با درآمد سرانه بالا توسط استان‌ها با درآمد سرانه بالا احاطه شده‌اند و این وضعیت برای استان‌ها با درآمد سرانه حقیقی پایین چندان قوی نیست. این پدیده به وضوح در نقشه (۳) قابل رویت است. همان‌طور که مشاهده می‌شود خوشه گرم در مرکز کشور قرار داشته و وقوع تمرکزگرایی به روشنی پیداست. با توجه به اینکه درآمد سرانه حقیقی به‌عنوان شاخص رفاه اقتصادی و سبک زندگی به‌صورت متغیر توضیحی وارد مدل می‌شود، بایستی به آن اجازه تعاملات فضایی داده شود. این امر توسط تصریح دوربین فضایی (SDM) میسر است.



نقشه ۳- توزیع فضایی متوسط درآمد سرانه حقیقی بدون نفت (هزار ریال ۱۳۸۳) استان‌ها طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲

منبع: یافته‌های تحقیق

آزمون‌های ریشه واحد پانلی

در این قسمت مانایی و نامانایی متغیرهای تحقیق توسط آزمون‌های ریشه واحد پانلی مورد آزمون قرار می‌گیرد. در صورت مانایی متغیرها می‌توان از سطح متغیرها برای مدل‌سازی استفاده کرده و از مشکل رگرسیون کاذب دوری جست. در مقابل در صورت نامانایی متغیرها، مجاز به استفاده از سطح متغیرها برای مدل‌سازی آماری نیستیم، مگر اینکه رابطه هم‌انباشتگی بین متغیرهای (وابسته و توضیحی) تأیید گردد.

جدول ۴- نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانلی ایم، پسران و شین (Im, Pesaran and Shin W-stat) برای لگاریتم طبیعی متغیرهای مدل طی دوره ۱۳۷۹-۱۳۹۲.

متغیر	سطح متغیرها		تفاضل مرتبه اول متغیرها	
	با عرض از مبدا	با عرض از مبدا و روند	با عرض از مبدا	با عرض از مبدا و روند
LnEI	-۱/۲۰ (۰/۱۱۵۰)	-۱/۰۵ (۰/۱۴۶۵)	*** -۱۰/۷۶ (۰/۰۰)	*** -۷/۸۵ (۰/۰۰)
LnY	*** -۳/۶۲ (۰/۰۰۰)	۳/۰۲ (۰/۹۹)	*** -۸/۱۵۹ (۰/۰۰)	*** -۷/۹۵ (۰/۰۰)
LnU	** -۹/۶۵ (۰/۰۱)	۹/۵۲ (۱/۰۰)	۳/۷۶ (۰/۹۹)	۱/۲۷ (۰/۸۹)
LnIND	*** -۳/۶۶ (۰/۰۰)	*** -۶/۷۰ (۰/۰۰)	*** -۲۰/۲۷ (۰/۰۰)	*** -۱۶/۵۵ (۰/۰۰)
LnEP	*** -۴/۴۳ (۰/۰۰۰)	-۰/۵۵ (۰/۲۸)	*** -۷/۵۵ (۰/۰۰)	*** -۴/۸۹ (۰/۰۰)
LSTC	(۰/۹۵) ۱/۶۵	۰/۶۰ (۰/۷۲)	*** -۱۰/۸۰ (۰/۰۰)	*** -۸/۴۱ (۰/۰۰)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

نکته: فرض صفر در هریک از آزمون‌های ریشه واحد بالا نامانایی و فرض مقابل مانایی می‌باشد. اعداد داخل پارانتر بیانگر احتمال مربوطه می‌باشند. ***: بیانگر معنی داری در سطح یک درصد. **: بیانگر معنی داری در سطح پنج درصد. *: بیانگر معنی داری در سطح ۱۰ درصد.

مطابق نتایج آزمون ریشه واحد پانلی ناهمگن IPS، آزمون ریشه واحد در سطح فقط برای متغیرهای شدت مصرف انرژی و شاخص تغییرات ساختاری رد نگردید و این متغیرها در سطح نامانا هستند. بقیه متغیرها حداقل در یکی از شرایط در سطح مانا می‌باشند. به طور عمومی در بحث‌های اقتصادسنجی وقتی آزمون‌های ریشه واحد معمولی در سطح جواب ندهند، سراغ آزمون‌های ریشه واحد تعدیل شده و قوی

می‌روند. این آزمون‌ها در بحث‌های سری زمانی آزمون ریشه واحد غیرخطی و شکست ساختاری و در بحث‌های پانلی آزمون ریشه واحد غیرخطی و فضایی می‌باشند. با توجه به اینکه در این پژوهش نیز برای متغیر شدت مصرف انرژی، وابستگی فضایی و مقطعی پذیرفته شده، در ادامه مانایی این متغیرها را با استفاده از آزمون‌های ریشه واحد پانلی با لحاظ وابستگی مقطعی بررسی می‌کنیم^۱، چرا که امکان دارد مانایی این متغیرها توسط پدیده وابستگی مقطعی (فضایی) تحت تأثیر قرار گرفته باشد.

جدول ۵- نتایج آزمون ریشه واحد پانلی با لحاظ وابستگی مقطعی پسران (۲۰۰۷)

متغیرها	با لحاظ عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند
	آماره t	آماره t
LEI	-۱/۷۷۵	-۲/۶۹۰ *
LSTC	-۱/۰۸۲	-۱/۱۶۵

منبع: یافته‌های تحقیق

نکته مقادیر بحرانی برای مدل با عرض از مبدأ در سطح معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد عبارتند از: -۲/۳۴۰، -۲/۱۷۰ و -۲/۰۷۰. برای مدل با لحاظ عرض از مبدأ و روند به‌ترتیب عبارتند از: -۲/۸۹۰ (یک درصد)، -۲/۷۰۰ (۵ درصد) و -۲/۶۰۰ (۱۰ درصد).

همان‌طور که مشاهده می‌شود وابستگی مقطعی و فضایی فقط مانایی متغیر شدت مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار داده و با لحاظ و کنترل میانگین مقطعی این متغیر در سطح مانا شده است. در مقابل متغیر تغییرات ساختاری (ارزش افزوده بخش خدمات به GDP) در هر دو حالت کلاسیک و فضایی در سطح دارای ریشه واحد بوده و با یکبار تفاضل‌گیری مانا شده است. در ادامه برای استحکام نتایج، آزمون هم‌انباشتگی بین متغیرها بررسی می‌شود. در صورتی که متغیرها هم‌انباشته بوده و ترکیب خطی بسازند که باقیمانده انباشته از مرتبه صفر، $I(0)$ باشد، می‌توان از سطح متغیرها برای

۱. این آزمون توسط کدهای xtcips و pescadf در محیط نرم‌افزار استیما قابل اجرا می‌باشد. نحوه آزمون در صورت درخواست از نویسنده مسئول قابل ارائه می‌باشد.

مدل‌سازی استفاده کرد. فرض صفر در آزمون‌های هم‌انباشتگی، عدم وجود هم‌انباشتگی و فرض مقابل وجود هم‌انباشتگی پانلی می‌باشد (کائو، ۱۹۹۹).

جدول ۶- نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو (۱۹۹۹)

الگوی تصریح	آماره t	ارزش احتمال (PV)
LEI=F(LIND, LSTC, LU, LEP, LY)	-۵/۱۸۱	۰/۰۰۰ (***)

منبع: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول (۶)، می‌توان گفت که وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و شدت مصرف انرژی تأیید شده و فرض صفر آزمون هم‌انباشتگی تأیید نگردید. بنابراین می‌توان از سطح متغیرها برای مدل‌سازی استفاده کرده و از مشکل رگرسیون کاذب دوری جست. در ادامه ضرایب و کشش‌های مربوطه برای سیاست‌گذاری و پیش‌بینی برآورد می‌شوند.

تخمین مدل

همان‌طور که اشاره شد با توجه به وجود پدیده وابستگی فضایی در متغیرهای پژوهش، مدل‌سازی شدت مصرف انرژی در این پژوهش در حضور بعد فضا صورت گرفته و بدین منظور از تخمین‌زن پانلی فضایی با لحاظ اثرات ثابت فضایی استفاده شده است. جدول (۷)، نتایج تخمین دو مدل عمومی پژوهش را در حالت‌های ایستا و پویا نشان می‌دهد. بر طبق آزمون هاسمن، روش آثار ثابت بر آثار تصادفی ترجیح داده شده و فرضیه صفر آزمون هاسمن رد شده است. لحاظ آثار ثابت باعث مدل‌سازی ناهمگونی بین استان‌ها شده و عوامل خاص هر استان در عرض از مبدأ خاص هر استان لحاظ می‌شوند. این عوامل عبارتند از: اثر اقلیم، مساحت و اثر صنایع انرژی‌بر و سایر عواملی که برای هر استان طی زمان ثابت بوده و شدت مصرف انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

جدول ۷- نتایج تخمین مدل پژوهش با متغیر وابسته لگاریتم طبیعی شدت مصرف انرژی -
تصریح دوربین فضایی (SDM)

مدل‌ها		تصریح ایستا		تصریح پویا	
متغیرها	ضرایب	آماره Z (ارزش احتمال؛ PV)	ضرایب	آماره Z (ارزش احتمال؛ PV)	
LnEI(-1)	-	-	۰/۵۰۶	۱۶/۳۸ (۰/۰۰۰) ***	
LnY	-۰/۳۱۰	-۶/۲۲ (۰/۰۰۰) ***	-۰/۳۱۶	-۷/۷۳ (۰/۰۰۰) ***	
Wij.LnY	۰/۱۱۱	۱/۷۴ (۰/۰۸۲) *	۰/۲۰۶	۳/۷۲ (۰/۰۰۰) ***	
LnEP	-۱/۱۰۴	-۲۳/۸۰ (۰/۰۰۰) ***	-۰/۶۷۴	-۱۴/۵۷ (۰/۰۰۰) ***	
Wij.LnEP	۱/۰۱۲	۱۹/۵۷ (۰/۰۰۰) ***	۰/۶۵۹	۱۳/۳۲ (۰/۰۰۰) ***	
LnU	۰/۷۵۰	۴/۲۲ (۰/۰۰۰) ***	۰/۲۸۸	۱/۹۰ (۰/۰۵۷) *	
LnIND	۰/۰۳۲	۱/۹۰ (۰/۰۵۷) *	۰/۰۱۰	۰/۷۱ (۰/۴۸۰)	
LnSTC	-۰/۱۵۳	-۴/۲۸ (۰/۰۰۰) ***	-۰/۱۲۳	-۴/۰۲ (۰/۰۰۰) ***	
ρ	۰/۵۵۰	۵/۷۸ (۰/۰۰۰) ***	۰/۵۵۵	۵/۶۳ (۰/۰۰۰) ***	
آماره هاسمن	۴۴/۸۳	(۰/۰۰۰) ***	-	-	
R^2	۰/۴۴	-	۰/۸۱۱	-	

منبع: یافته‌های تحقیق

نکته: ***، ** و * به ترتیب بیانگر معنی‌داری در سطح ۱، ۵ و ۱۰ درصد می‌باشد. ضرایب توسط روش شبه- حداکثر راستنمایی (QMLE) به دست آمده است.

کشش درآمدی شدت مصرف انرژی در هر دو مدل ایستا و پویا منفی بوده و از لحاظ آماری معنی‌دار است. بنابراین در هر دو تصریح با افزایش رفاه اقتصادی و قدرت خرید کارگزاران اقتصادی (شهروندان)، شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد. هم‌چنین کشش شدت مصرف انرژی نسبت به درآمد سرانه حقیقی استان‌های مجاور مثبت بوده و افزایش رفاه اقتصادی در استان‌های مجاور، باعث افزایش تقاضای انرژی در استان هدف (i) می‌شود. این بدان معنی است که سرریز رشد اقتصادی بیشتر در جهت انرژی‌بری عمل می‌کند تا انرژی اندوزی. اثر نهایی افزایش رفاه اقتصادی و درآمد سرانه حقیقی

بر شدت مصرف انرژی در مدل‌های ایستا و پویا برابر خواهد با (۰/۳۱۰ - ۰/۱۱۱) در ۰/۱۹۹ - درصد و (۰/۳۱۶ - ۰/۲۰۶) در ۰/۱۱۰ - درصد.

کشش قیمتی خودی شدت مصرف انرژی در هر استان منفی بوده و براساس مدل‌های ایستا و پویا به ترتیب برابر است با ۱/۱۰۴ - و ۰/۶۷۴ - درصد. در مقابل کشش شدت مصرف انرژی در هر استان نسبت به شاخص قیمت انرژی استان‌های مجاور مثبت بوده و افزایش یک درصدی شاخص قیمت انرژی در استان‌های مجاور، باعث افزایش شاخص شدت مصرف انرژی آن استان به اندازه ۱/۰۱۲ و ۰/۶۵۹ درصد می‌شود. این نتیجه با مبانی نظری و شواهد تجربی نیز سازگار می‌باشد، بدین ترتیب که افزایش قیمت حامل‌های انرژی در استان‌های مجاور یک استان باعث می‌شود که شهروندان استان‌های مجاور، اقدام به تهیه حامل انرژی مورد نیاز از آن استان کنند. این تعریف با در نظر گرفتن وجود قاچاق سوخت در استان‌ها کامل‌تر می‌شود و در این مسیر در استان هدف، تقاضای انرژی بالا رفته درحالی که ارزش افزوده‌ای حاصل نمی‌شود و شاخص شدت مصرف انرژی بزرگتر می‌شود. شایان یادآوری است که کشش نهایی شدت مصرف انرژی نسبت به شاخص قیمت انرژی به ترتیب در مدل‌های ایستا و پویا برابر است با ۰/۰۹۲ - و ۰/۰۱۵ - درصد. همان‌طور که مشاهده می‌شود کشش قیمتی شدت مصرف انرژی کوچک‌تر از یک بوده و حاکی از این واقعیت مهم است که که بایستی سیاست‌های غیرقیمتی کاهش شدت مصرف انرژی نیز مورد توجه قرار گیرند.

کشش شدت مصرف انرژی نسبت به درجه شهرنشینی در هر دو مدل ایستا و پویا مثبت بوده و از لحاظ آماری نیز معنادار می‌باشد. بنابراین در صورت افزایش یک‌درصدی درجه شهرنشینی در استان‌های کشور، به طور متوسط شدت مصرف انرژی به اندازه ۰/۷۵ و ۰/۲۸ درصد افزایش خواهد یافت. این نتیجه حاکی از برتری اثر مقیاس بر اثر صرفه‌های شهرنشینی می‌باشد که در نتیجه نامناسب بودن زیرساخت‌های شهری، ترافیک و مولد سفر بودن کاربری‌های شهری و شدت مصرف انرژی افزایش پیدا می‌کند.

کشش شدت مصرف انرژی نسبت به درجه صنعتی‌شدن در هر دو تصریح ایستا و پویا پایین بوده و فقط در تصریح ایستا از لحاظ آماری معنادار می‌باشد. با توجه به اینکه در این تخمین برای هر استان عرض از مبدأ خاص لحاظ شده و سعی شده است که

عوامل خاص استانی که شدت مصرف انرژی هر استان را جداگانه تحت تأثیر قرار داده و طی زمان ثابت هستند، مدل‌سازی شوند. مشاهده اثرات خاص استانی حاکی از این واقعیت مهم است که استان‌های صنعتی در طول دوره پژوهش، دارای شدت مصرف انرژی بیشتری بوده‌اند و این وضعیت در طی دوره زمانی پژوهش ثابت باقی مانده است. بنابراین کشش پایین شدت مصرف انرژی نسبت به درجه صنعتی شدن قابل توجیه است؛ چرا که اثر صنعتی شدن بیشتر در آثار ثابت نمایان شده است. به طور متوسط استان‌های صنعتی عرض از مبدأ خاص بیشتری دارند و می‌توان گفت که ویژگی صنعتی بودن آنها در آثار ثابت توضیح داده شده است.^۱

کشش شاخص تجمعی شدت مصرف انرژی به شاخص تغییرات ساختاری در هر دو مدل ایستا و پویا به ترتیب برابر $0/15$ و $0/12$ - درصد بوده و بیانگر این نکته مهم است که طی بازه زمانی تحقیق (۹۲-۱۳۷۹) افزایش سهم بخش خدمات در اقتصاد استان‌های کشور باعث کاهش انرژی‌بری استان‌ها شده است. این نتیجه با شواهد نموداری و آمار توصیفی شدت انرژی بخش خدمات نیز سازگار می‌باشد، چرا که با وجود بیشتر بودن شدت مصرف انرژی بخش خدمات از سایر بخش‌های اقتصادی در طول دوره تحقیق، شدت انرژی بخش خدمات از سال ۱۳۸۰ روند نزولی به خود گرفته است. با توجه به ضریب منفی برآوردی برای شاخص تغییرات ساختاری، می‌توان استنتاج کرد که اصلاح ساختار بخش خدمات به دانش‌بنیان می‌تواند در کاهش انرژی‌بری اقتصاد استان‌های کشور مؤثر باشد. ماهیت بخش خدمات در ایران متفاوت از کشورهای توسعه‌یافته است و این بخش رفتار و برنامه عملیاتی متفاوتی را می‌طلبد.

بر طبق نتایج، ضریب سرریز فضایی شدت مصرف انرژی در هر دو تصریح ایستا و پویا، مثبت بوده و از لحاظ آماری نیز معنادار می‌باشد. کشش فضایی شدت مصرف انرژی در مدل‌های ایستا و پویا به ترتیب برابر $0/55$ و $0/555$ درصد برآورد گردید. همان‌طور که مشاهده می‌شود ضریب سرریز فضایی در مدل پویا کمی بیشتر بوده و آماره ضریب تعیین نیز در این حالت بیشتر می‌باشد. تصریح پویا برای شدت مصرف انرژی مطابق با مبانی نظری بوده و می‌توان با استفاده از ضرایب حاصل، اثر چرخ‌دنده‌ای مصرف انرژی و همگرایی شرطی شدت مصرف انرژی را مدل‌سازی کرد. ضریب وقفه

۱. نتایج تخمین آثار ثابت در صورت درخواست از نویسنده مسئول قابل ارائه می‌باشد.

شدت مصرف انرژی از لحاظ آماری معنادار بوده و ضریب همگرایی شرطی (β) برابر ۰/۶۸۱- برآورد گردید^۱. تأیید فرضیه همگرایی شرطی بدین معنی است که بین سطح اولیه شدت مصرف انرژی و نرخ رشد شدت مصرف انرژی استان‌های کشور، رابطه منفی برقرار بوده و اختلاف بین شدت مصرف انرژی بین استان‌ها در حال کاهش است. براساس نتایج حاصل از این پژوهش، شواهد فراوانی وجود دارد که وضعیت شدت مصرف انرژی در یک استان نه تنها به عملکرد خود استان بلکه به وضعیت شدت مصرف انرژی استان‌های مجاور نیز بستگی دارد. سرریز قیمت انرژی و درآمد سرانه از استان‌های مجاور به استان هدف باعث افزایش شدت مصرف انرژی و تقاضای انرژی در آن استان می‌شود، بنابراین برای کاهش شدت مصرف انرژی در سطح سازمان فضایی کشور، بایستی منطقه‌ای عمل کرد و تحلیل شدت مصرف انرژی هر استان بدون توجه به عملکرد استان‌های مجاور می‌تواند منجر به استنتاج غلط آماری و اتخاذ سیاست نادرست شود.

۶- بحث و جمع‌بندی

در مطالعات تجربی بین کشوری و بین استانی، وابستگی مقطعی بیشتر از آن که استثنا باشد، یک قانون محسوب می‌شود؛ چرا که کشورها (یا استان‌ها) از طریق کانال‌های مختلف از جمله تجارت، جذب تکنولوژی و نهادهای باهم ارتباط دارند (Westerlund & Edgerton, 2008: 666). اقتصادسنجی فضایی ابزار قدرتمندی برای مدل‌سازی متغیرهای کلان اقتصادی در حضور بعد فضا (مکان) و وابستگی مقطعی می‌باشد که به‌تازگی در چارچوب داده‌های تابلویی نیز قابل اجرا می‌باشد. در این پژوهش اثر مهم‌ترین عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی ۲۸ استان کشور در حضور بعد فضایی دوره ۹۲-۱۳۷۹ مورد بررسی قرار گرفت. عوامل توضیحی شدت مصرف انرژی در این پژوهش عبارتند بودند از درآمد سرانه حقیقی، درجه شهرنشینی، درجه صنعتی‌شدن، شاخص قیمت انرژی و شاخص تغییرات ساختاری. همچنین در این پژوهش وقفه‌های فضایی متغیرهای شدت مصرف انرژی، درآمد سرانه حقیقی و شاخص قیمت انرژی به‌صورت متغیرهای توضیحی جدید وارد مدل عمومی پژوهش شده و اثر

1. $0.506 = e^{\beta}$, $\beta \equiv \ln 0.506$

آن بر شدت مصرف انرژی استان‌های کشور برآزش شد. بدین منظور از تصریح دوربین فضایی (SDM) در چارچوب داده‌های تابلویی با لحاظ اثرات ثابت استانی استفاده گردید.

آزمون‌های تشخیصی فضایی، وجود پدیده وابستگی فضایی شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور را تأیید کرد و به طور متوسط استان‌ها با شدت مصرف انرژی پایین‌تر توسط استان‌ها با شدت مصرف انرژی پایین‌تر احاطه شده‌اند و برعکس. ضریب سرریز فضایی نیز مثبت بوده و از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنادار شد. براساس ضریب سرریز فضایی در صورتی که شدت مصرف انرژی استان‌های مجاور یک استان، یک درصد افزایش یابد، به طور متوسط شدت مصرف انرژی آن استان ۰/۵۵ درصد افزایش خواهد یافت و شدت این اثرات سرریز در طول فاصله کاهش می‌یابد. افزایش درآمد سرانه حقیقی تأثیر منفی معناداری بر شدت مصرف انرژی استان‌ها داشته و باعث کاهش انرژی‌بری استان‌ها از بعد کلان می‌شود. در مقابل شهرنشینی تأثیر مثبت و معناداری بر شدت مصرف انرژی استان‌ها داشته و باعث افزایش شاخص شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور می‌شود. علی‌رغم تأثیر مبهم درجه صنعتی‌شدن بر شدت مصرف انرژی استان‌ها و همچنین داشتن کشش پایین، استان‌های صنعتی به طور متوسط دارای عرض از مبدأ خاص بیشتری هستند و می‌توان گفت که این استان‌ها در طول دوره پژوهش به طور متوسط دارای شدت مصرف انرژی بیشتری بوده‌اند.

توصیه‌های سیاستی

مهم‌ترین پیشنهادات سیاستی حاصل از این پژوهش برای سیاست‌گذاران و پژوهش‌گران عبارت است از:

- با توجه به معنی‌داری ضریب سرریز فضایی پیشنهاد می‌شود: الف) مدل‌سازی مصرف انرژی و تقاضای انرژی در بین استان‌های کشور با در نظر گرفتن بُعد فضا (مکان) صورت گیرد تا تخمین حاصل دچار تورش تخمین و تورش متغیر حذف شده نشود، ب) برای کاهش شدت مصرف انرژی در بین استان‌های کشور به صورت منطقه‌ای عمل نمود. منظور از منطقه ترکیب حداقل دو استان همسایه و بیشتر می‌باشد).

- برای کاهش شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور باید زیرساخت‌های شهری، کاربری‌های شهری و مدیریت شهری مورد توجه قرار گیرد. بدین منظور پیشنهاد می‌شود که بین مدیران شهری استان‌ها و شرکت‌های خدمات انرژی (ESCOs)^۱ تفاهم‌نامه همکاری منعقد گردد.

- با توجه به مثبت و معنادار بودن کشتش قیمتی فضایی شدت مصرف انرژی، پیشنهاد می‌شود مسئولان محلی و استانی امنیت عرضه انرژی را تأمین کنند؛ زیرا یکی از دلایل افزایش قیمت حامل‌های انرژی کمبود عرضه و مازاد تقاضای انرژی در استان‌ها می‌باشد. هم‌چنین با توجه به پایین بودن کشتش نهایی قیمتی شدت مصرف انرژی در استان‌های کشور، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران استانی سیاست‌های غیرقیمتی کاهش شدت مصرف مانند گسترش شرکت‌های خدمات انرژی، راه‌اندازی بازار بهره‌وری انرژی، فرهنگ‌سازی، آموزش و را در دستور کار خود قرار دهند.

- شدت مصرف انرژی در استان‌های صنعتی به سه دلیل انرژی‌بر بودن ساختار صنایع، تکنولوژی فرسوده و دست دوم (یا بیشتر) و عدم تکمیل زنجیره ارزش افزوده بالا می‌باشد. پیشنهاد می‌شود در کوتاه‌مدت و میان‌مدت نسبت به روزآمد کردن تجهیزات و ماشین‌آلات صنایع و تکمیل زنجیره ارزش افزوده در استان‌های صنعتی اقدام شود. در بلندمدت نیز ساختار صنایع انرژی‌بر استان‌های صنعتی به صنایع دانش‌بنیان صنعتی تغییر یابد.

فهرست منابع

- استیونس، پل (۲۰۰۰)، اقتصاد انرژی، مترجم / مصحح: علی طاهری‌فرد، جعفر حسینی - جلال دهنوی (۱۳۹۰)، انتشارات دانشگاه امام صادق (ع)، تهران.
- اکبری، نعمت‌الله (۱۳۸۴)، مفهوم فضا و چگونگی اندازه‌گیری آن در مطالعات منطقه‌ای، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال هفتم، شماره ۲۳، صص: ۳۹-۶۸.

بهبودی، داود؛ فلاحی، فیروز؛ شیبائی، امینه (۱۳۹۱)، بررسی همگرایی بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای عضو OECD با رویکرد اقتصادسنجی فضایی، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال سوم، شماره سوم، صص ۵۷-۸۰.

بیابانی، غلامحسین؛ رستمی، (۱۳۸۸)، قاچاق سوخت و اقدامات مقابله‌ای استان‌های مرزی با این پدیده، فصلنامه علمی-ترویجی کارآگاه، دوره دوم، سال سوم، شماره ۹، صص: ۱۵۷-۱۷۲.

پرتال اینترنتی ستاد مرکزی مبارزه با قاچاق کالا و ارز، قابل دسترس: <http://www.epe.ir>؛ بخش‌های "پژوهش و "استان‌ها".

چهار دهه ترازنامه انرژی ج.ا.ایران، وزارت نیرو، قابل دسترس در: <http://pep.moe.gov.ir>.

حقیقت، جعفر؛ انصاری لاری، محمد صالح؛ کیانی، پویان (۱۳۹۳)، ارزیابی کارایی انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور، پژوهشنامه اقتصاد/انرژی/ایران، دوره چهارم، شماره ۱۳، ۸۹-۱۱۶.

خلاصه مدیریتی گزارش تحقیقاتی ویژگی‌های استان‌های کشور ۱۳۸۵-۱۳۸۳، مرکز تحقیقات استراتژیک، دی ماه ۱۳۸۶. قابل دسترس در: <http://www.csr.ir>.

خیرالهی، بهنام؛ خاکسار آستانه، سمانه (۱۳۹۴)، بررسی وضعیت بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر: ۱۳۸۳-۱۳۹۱، سازمان ملی بهره‌وری انرژی: معاونت پایش، نظارت و ارزیابی، تهران، قابل دسترس در: <http://www.saba.org.ir>.

راسخی، سعید و پروین سلمانی (۱۳۹۲)، رابطه شدت انرژی و کارایی اقتصادی در کشورهای منتخب با استفاده از الگوی گشتاور تعمیم‌یافته: کاربرد از تحلیل پنجره‌ای پوششی داده‌ها، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، دوره ۲۱، شماره ۶۷، ۲۴-۵.

سوری، علی (۱۳۹۰)، اقتصاد سنجی: همراه با کاربرد نرم افزار Eviews7، انتشارات فرهنگ‌شناسی: تهران.

سولیوان، آرتور (۲۰۰۳)، مباحثی در اقتصاد شهری: به ترجمه جعفر و علی قادری، انتشارات نور علم: تهران.

سیف، اله‌مراد (۱۳۸۷)، شدت انرژی: عوامل تأثیرگذار و تخمین یک تابع پیشنهادی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، دوره ۵، شماره ۱۸، ۱۷۷ - ۲۰۱.

شهبازی، کیومرث؛ حمیدی رزی، داود؛ فشاری، مجید (۱۳۹۴)، بررسی عوامل مؤثر در انتشار آلودگی هوا در کشورهای حوزه دریای خزر: رهیافت مدل دوربین فضایی تابلویی، دوره ۴۱، شماره ۱، بهار ۱۳۹۴، صفحه ۱۰۷-۱۲۷.

فلاحی، فیروز؛ حکمتی فرید، صمد (۱۳۹۲)، بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در استان‌های کشور (رهیافت داده‌های تابلویی)، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، دوره ۲، شماره ۶، صص: ۱۲۹-۱۵۰.

کریمی تکانلو، زهرا؛ صادقی، سیدکمال؛ پورعبداللهان کویچ، محسن؛ موسویان، سید مهدی (۱۳۹۵)، بررسی همگرایی باشگاهی در کارایی انرژی صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران با استفاده از ماتریس احتمال انتقال مارکوف فضایی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۳ (۵۱)، صص: ۱۵۱-۱۷.

کسرای، اسرافیل (۱۳۸۶)، نظریه همگرایی، وابستگی فضایی و رشد منطقه‌ای (شواهدی از کشورهای عضو سازمان کنفرانس اسلامی به منظور کاربرد)، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۷۷، صص ۶۴-۲۷.

کفائی، محمدعلی؛ خسروی، عاطفه (۱۳۹۵)، برآورد کارایی انرژی در استان‌های ایران به روش تابع مرزی تصادفی، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، ۱۳ (۵۰)، صص: ۱۰۱-۱۲۸.

گجراتی، دامودار (۱۹۹۵)، مبانی اقتصادسنجی، ترجمه حمید ابریشمی، انتشارات دانشگاه تهران: تهران.

مرکز آمار ایران (۱۳۹۵)، آرشیو طرح‌های آماری، قابل دسترس در: <https://www.amar.org.ir>

منظور، داود؛ نیاکان، لیلی (۱۳۹۳)، رابطه توسعه اقتصادی و شدت انرژی در کشورهای عضو اکو: مدل رگرسیون داده‌های تابلویی آستانه‌ای یکنواخت، فصل‌نامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، دوره ۲۲، شماره ۶۹، ۸۳-۱۰۶.

ناجی میدانی، علی اکبر؛ مهدوی عادل، محمد حسین؛ عربشاهی دلویی، مهدیه (۱۳۹۴)، بررسی رابطه بین صنعتی شدن و کارایی انرژی بخش صنعت در ایران، سیاست‌گذاری اقتصادی، دوره ۷، شماره ۱۳، ۲۷-۵۶.

برک‌پور، ناصر؛ مسنن زاده، فرناز (۱۳۹۰)، بررسی مقایسه‌ای سیاست‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی در حوزه برنامه‌ریزی کاربری زمین در ایران و انگلیس، مطالعات شهری، دوره ۱، شماره ۱، صص: ۴۱-۶۰.

Anselin, L., Griffith, D.A. (1988). Do spatial effects really matter in regression analysis? *Regional Science*, 65, 11-34.

Duran, E., Aravenab, C., Aguilarc, R. (2015). Analysis and decomposition of energy consumption in the Chilean industry, *Energy Policy*, 86, pp.552-561.

Elhorst P. 2010. Spatial Panel Data Models. Handbook of applied spatial analysis. Edited by Fisher, M.M., Getis, A.

Getis, A., Ord, J.K. (1992). The Analysis of Spatial Association by Use of Distance Statistics. *Geographical Analysis*, 24(3), 189-206.

Hamidi Razi, Davoud, Shahbazi, Kiumars. (2014). Factors Affecting Energy Intensity in OPEC Countries: An Application of Spatial Panel Econometric. Proceeding of "10th International Energy Conference". 26-27 August 2014, Tehran-Iran. (Poster presentation), retrieved from: http://iranec.com/GetFile.aspx?FilePrm=EaE-465_126784239.pdf.

Hasanbeigi, A., Rue du Can, S., Sathaye, J.(2012). Analysis and decomposition of the energy intensity of California industries. *Energy Policy*, 46, 234-245.

Heinen, S. (2013). Analyzing Energy Use with Decomposition Methods, Energy Technology Policy Division", *International Energy Agency*, 1-15.

Hosseini, H.M., Kaneko, S. (2013). Can environmental quality spread through institutions?. *Energy Policy*, 56, 312-321.

Islam, N. (2003). What have we learnt from the convergence debate? *Journal of Economic Surveys*, 17, (3), 309-362.

- Jiang, L., Folmer, H., Ji, M. (2014). The drivers of energy intensity in China: A spatial panel data approach. *China Economic Review*, 31, 351-360
- Kao, C-D. (1999). Spurious Regression and Residual-Based Tests for Cointegration in Panel Data. *Journal of Econometrics*, 90, 1-44.
- Griffith, A.D. & Paelinck, H.P.J. (2011). Non- Standard Spatial-Statistics and Spatial Econometrics. *Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag*.
- Liddle, B. (2013). The energy, economic growth, urbanization nexus across development: Evidence from heterogeneous panel estimates robust to cross-sectional dependence. *Energy*, 34, 223-244.
- Mulder, P., Groot, H.L.F.de. 2012. Structural change and convergence of energy intensity across OECD countries (1970-2005), *Energy Economics*, 34, 1910-1921.
- Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*, 22, 265-312.
- Pfaffermayr, M. (2009). Conditional β and σ -Convergence in Space: A Maximum Likelihood Approach. *Regional Science and Urban Economics*, 39, 63-78.
- Sadorsky, P. (2012), "Information Communication Technology and Electricity Consumption in Emerging Economics", *Energy Policy*, 48, 130-136.
- Sadorsky, P.(2013). Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries?. *Energy Economics*, 37, 52-59.
- Song, F., Zheng, X. (2012). What drives the change in China's energy intensity: Combining decomposition analysis and econometric analysis at the provincial level. *Energy Policy*, 51, 445-453.
- Westerlund, J., Edgerton, D-L. (2008). A Simple Test for Cointegration in Dependent Panels with Structural Breaks. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Department of Economics, University of Oxford, vol. 70(5), pages 665-704, October.
- Yan, H. (2015). Provincial energy intensity in China: The role of urbanization, *Energy Policy*, 86,635-650.
- Yu, H. (2012).The influential factors of China's regional energy intensity and its spatial linkages: 1988-2007. *Energy Policy*, 45, 583-593.
- Zhao, X., Burnett, J.W., Fletcher, J.J.(2014). Spatial Analysis of China Province-Level CO₂ Emission Intensity. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 33, 1-10.

Identification of Factors that Influence Iran's Provincial Energy Intensity Index: A Spatial Dynamic Panel Data Approach

Allah Morad Seif

Associate Professor in Economics, Imam Hussein Comprehensive University,
seif.1338@gmail.com

Davoud Hamidi Razi¹

PhD student of Development Economics and Researcher of National Elite Foundation,
d.hamidi@tabrizu.ac.ir

Received: 2016/10/28 Accepted: 2017/06/28

Abstract

Among the important factors that cause differences in energy intensity between countries and amongst regions in a country is their geographical location. Inter-provincial and cross-country empirical studies can correctly model energy intensity by relying on spatial characteristics and eliminating estimation biases. Energy intensity in Iranian province is influenced by such spatial factors as climate, size and existence of industrial poles. This study investigates the factors that affect the energy intensity index in Iranian provinces and estimates spatial autocorrelation over the period 2000-2013. For this purpose, we estimate an empirical model using panel data and determine the relevant coefficients by applying spatial panel econometric techniques and the quasi-maximum likelihood (QMLE) method. Our model estimates the regional spatial elasticity of energy intensity to be 0.55. Therefore, to reduce energy intensity at the provincial level we need to act regionally. The most important policy recommendations of this study for scholars and policymakers are detailed in the paper.

JEL Classification: Q43, R11, O14, C33.

Keywords: Energy Intensity Index, Industrialization, Urbanization, Iran's provinces, Spatial Panel Econometric.

1. Corresponding Author