پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران
سال هفتم، شماره ۲۸، پائیز ۱۳۹۷ صفحات ۱۸۴-۱۵۷

بررسی اثر مخارج دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران: رویکرد اقتصادسنجی فضایی

سید مهدی موسویان[۱]
زهرا تکانلو کریمی[۲]
سید کمال صادقی[۳]
محسن پور عبادالهان کویچ[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۷/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۳/۲۷

چکیده:

تدوین سیاست‌های مؤثر بر کاهش شدت (افزایش بهره‌وری) انرژی نیازمند مطالعه کامل عوامل مؤثر بر آن است. از طرفی طی سال‌های اخیر، مصرف نهایی انرژی بخش صنعت در بین بخش‌های مختلف مصرف در ایران افزایش زیادی داشته است. هدف این مطالعه بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران به‌ویژه اثر متغیرهای مخارج عمرانی دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در این صنایع به تفکیک استان و کنترل اثرات سرریز فضایی بین آن‌ها با استفاده از داده‌های تابلویی ۲۸ استان کشور طی دوره ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ می‌باشد. به‌منظور بررسی وجود اثرات سرریز فضایی از آزمون‌های Wald، LR و LM Panel (Robust) استفاده شده است و پس از تائید وجود اثرات فضایی و نوع آن، مدل دوربین فضایی (SDM) جهت بررسی شدت انرژی انتخاب شده است. مطابق نتایج، قیمت انرژی، سهم مالکیت خصوصی و مخارج عمرانی دولت اثر منفی بر شدت انرژی داشته‌اند درحالی‌که متغیرهای نسبت صادرات به ارزش افزوده و نسبت سرمایه به نیروی کار دارای اثر مثبت بر شدت انرژی بوده‌اند. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز اثر معناداری بر روی شدت انرژی نداشته است. این نتایج لزوم توجه بیشتر به اتخاذ فناوری‌های بالاتر تولید در سرمایه‌گذاری‌ها و تأثیر دولت در تغییرات شدت انرژی را بیان می‌کنند ضمن اینکه امکان استفاده از سیاست‌های مرتبط با غنی‌سازی همسایه در جهت افزایش بهره‌وری انرژی را نیز متصور می‌سازد.

طبقه‌بندی JEL: Q4, H5, R0, L6

کلیدواژه‌ها: دولت، انرژی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، اثرات فضایی

۱. دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تبریز (نویسنده مسئول)
پست الکترونیکی: me.mousavian@gmail.com
۲. استادیار و عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد، دانشگاه تبریز، پست الکترونیکی: zahra.karimi.tu@gmail.com
۳. دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد، دانشگاه تبریز، پست الکترونیکی: sadeghiseyedkamal@gmail.com
۴ دانشیار و عضو هیئت علمی دانشکده اقتصاد، دانشگاه تبریز، پست الکترونیکی: mohsen_p51@hotmail.com

۱.مقدمه

طی دوره ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۲ صادرات انرژی کشور سالانه ۶/۲ درصد کاهش داشته است درحالی‌که واردات سالانه ۵/۹ درصد افزایش یافته است به‌نحوی‌که ادامه این روند افزایش وابستگی کشور به واردات انرژی را در پی خواهد داشت. این افزایش چشمگیر در میزان مصرف نهایی انرژی، ضرورت تداوم و شتاب بخشیدن در اقدامات بهینه‌سازی در عرضه و تقاضای انرژی را بیش‌ازپیش ضروری می‌سازد (ترازنامه انرژی،۱۳۹۲). در بین بخش‌های مختلف مصرف در ایران بخش صنعت بیش‌ترین میزان افزایش مصرف نهایی انرژی را طی سال‌های اخیر داشته است به‌نحوی‌که مصرف نهایی این بخش تنها طی سال‌های ۹۱-۱۳۸۴، ۱/۷ برابر شده است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۱).

محدودیت منابع و تجدید ناپذیری بخش عمده‌ای از حامل‌های انرژی در کنار رشد سریع‌تر تقاضا نسبت به عرضه انرژی از یک‌سو و نیاز تولید به انرژی از سوی دیگر، اهمیت توجه به شدت انرژی و ضرورت افزایش بهره‌وری در مصرف انرژی به‌عنوان لازمه توسعه پایدار را بیان می‌کند. تدوین سیاست‌های مؤثر بر افزایش بهره‌وری انرژی (کاهش شدت انرژی) مستلزم مطالعه کامل عوامل مؤثر بر تغییر آن است (یوزانگ و چن[1]، ۲۰۱۰). در همین راستا یکی از مهم‌ترین مباحث در ادبیات اقتصاد انرژی نیز بر دلایل کاهش شدت انرژی در کشورهای توسعه‌یافته تمرکز دارد. از بین عوامل مرتبط، پیشرفت‌های تکنولوژیکی مقدار قابل‌توجهی از توجهات را در کشورهای درحال‌توسعه به خود جلب کرده است (هیرریس و همکاران[2]، ۲۰۱۳). مشخصه‌های صرفه‌جو در انرژی معمولاً همراه با سایر فناوری‌ها منتشر می‌شوند چراکه مرتبط با دیگر پیشرفت‌های فنی در یک محصول واحد هستند. به‌طورکلی، هیچ دلیلی برای این باور که فناوری‌های انرژی به شیوه‌ای متفاوت از سایر فناوری‌ها منتشر می‌شوند وجود ندارد (هیرریس و همکاران، ۲۰۱۳). فیشر

---

1 Yuxiang and Chen (2010)
2 Herrerias et al. (2013)

و همکاران[۳] (۲۰۰۶) بیان می‌کنند که نوآوری‌های فنی می‌تواند از خارج وارد شود. از طرفی در ادبیات اقتصادی، به‌طور گسترده‌ای باز بودن سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات به‌عنوان مکانیسم‌های اصلی برای انتشار تکنولوژی شناخته‌شده‌اند (هیرریس و همکاران، ۲۰۱۳)؛ بنابراین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ممکن است یک عامل مؤثر بر رشد بهره‌وری انرژی منطقه‌ای باشد (چانگ و هو[۴]، ۲۰۱۰). از سوی دیگر بخش بزرگی از تولید ناخالص داخلی (GDP[۵]) در بسیاری از کشورها توسط دولت‌ها تحقق می‌یابد که این امر تأثیرپذیری بسیاری از متغیرهای اقتصادی از نحوه عملکرد و سیاست‌گذاری‌های دولت‌ها را در پی دارد (هالکوز و پیزانس[۶]، ۲۰۱۳). برای مثال اندروز[۷] (۲۰۰۹) بابیان این‌که دقیق نبودن پیش‌بینی‌های تقاضای انرژی در کشور چین به‌طورکلی ثابت‌شده است؛ این موضوع را تا حد زیادی به این دلیل می‌داند که دولت توان محدود کردن و یا تحریک رشد اقتصادی را حفظ کرده است و چنین تصمیماتی برای فعالین اقتصادی پیش‌بینی‌نشده بوده‌اند.

باوجود اهمیت موضوع، در مطالعات صورت گرفته در ایران توجهی به تأثیرات سیاست‌ها و مخارج دولت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و همچنین وابستگی فضایی بالقوه بر شدت انرژی بخش صنعتی استان‌ها نشده است. به اعتقاد لساج و پئس[۸] (۲۰۰۹) استفاده از مشاهدات وابسته به مکان در رگرسیون، بدون در نظر گرفتن وابستگی فضایی ممکن است تورش و یا ناسازگار شدن نتایج برآوردشده را سبب گردد. لذا با توجه به اهمیت شدت انرژی بخش صنعت، پژوهش حاضر ضمن بررسی اثر متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مخارج عمرانی (سرمایه‌ای) دولت، قیمت انرژی، نسبت سرمایه به نیروی کار، نوع مالکیت و نسبت صادرات به ارزش افزوده بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای

---

3 Fisher-Vanden et al. (2006)
4 Chang and Hu (2010)
5 Gross Domestic Product
6 Halkos and Paizanos (2013)
7 Andrews (2009)
8 LeSage and Pace (2009)

ایران به تفکیک استانی طی دره ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ وجود اثرات بالقوه سرریز و ارتباطات جغرافیایی را نیز موردبررسی قرار داده است.

چارچوب پژوهش حاضر در چند بخش تنظیم شده است. در ادامه ادبیات تحقیق بیان شده است و سپس روش پژوهش معرفی شده است. در قسمت یافته‌های تحقیق برآورد مدل و تفسیر نتایج پژوهش صورت پذیرفته و درنهایت جمع‌بندی و پیشنهادات تحقیق ذکر شده است.

۲.ادبیات پژوهش

در این بخش ابتدا مبانی نظری تحقیق با بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ارائه شده است سپس پیشینه پژوهش در دو بخش مطالعات داخلی و مطالعات خارجی مرتبط با موضوع ذکرشده و در پایان جمع‌بندی ارائه شده است.

۲-۱.مبانی نظری

پس از مطالعه گروسمن و کروگر[9] (۱۹۹۱) و معرفی سه اثر مقیاس، ترکیب و فنی[10] در توضیح اثرات زیست‌محیطی آزادسازی تجاری، این روش در تفکیک و تئوریزه کردن راه‌های اثرگذاری متغیرهایی همچون سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مخارج دولت بر روی شدت انرژی و انتشار کربن نیز استفاده شده است.

۲-۱-۱. اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

در ادبیات اقتصادی به‌طور گسترده‌ای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI[11]) و واردات به‌عنوان مکانیسم‌های اصلی برای انتشار فنّاوری شناخته‌شده‌اند (هیرریس و همکاران، ۲۰۱۳). میلنیک و گلدمبرگ[12] (۲۰۰۲) بیان می‌کنند که فناوری پیشرفته‌ای که همراه با سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی وارد می‌شود، دارای بهره‌وری بالاتر و کارایی انرژی

9 Grossman and Krueger (1991)
10 Scale effect, Composition Effect and technique Effect
11 Foreign Direct Investment
12 Mielnik and Goldemberg (2002)

بیشتری نسبت به فناوری موجود است که این امر جهش فنّاوری و همچنین کاهش شدت انرژی را تسهیل می‌کند (جیانگ و همکاران[۱۳]، ۲۰۱۴). چراکه ممکن است بهره‌وری بنگاه را از طریق اثرات سرریز تحت تأثیر قرار دهد و همچنین ممکن است با انباشت سرمایه فیزیکی، فناوری‌های نوین را در فرایند تولید ادغام کند (هیرریس و همکاران[۱۴]، ۲۰۱۶). به‌طورکلی، پتانسیل صرفه‌جویی انرژی از جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی علاوه بر اثر فنی از طریق اثر مقیاس (از طریق افزایش تولید) و اثر ترکیب (تغییر در ترکیب بخش‌ها) موردبررسی قرارگرفته است (آدام[۱۵]، ۲۰۱۵a). اثر مقیاس مثبت است زیرا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی موجب توسعه اقتصادی می‌شود که بر تقاضای انرژی اثر مثبت دارد. فرضی که اینجا وجود دارد این است که افزایش مصرف انرژی بیشتر از افزایش در محصول خواهد بود. بااین‌حال، اگر افزایش در محصول بزرگ‌تر از افزایش مصرف انرژی باشد، این اثر می‌تواند منفی باشد (آدام[۱۶]، ۲۰۱۵b). اثر ترکیبی بسته به اینکه اقتصاد در بخش‌های با شدت مصرف انرژی پایین تخصص می‌یابد و یا بخش‌های انرژی‌بر، می‌تواند مثبت یا منفی باشد (آدام، ۲۰۱۵b). تینگ و همکاران[۱۷] (۲۰۱۱) تمرکز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در حیطه‌های پرمصرف انرژی و افزایش هزینه تولید ناشی از اتخاذ فناوری‌های صرفه‌جو در مصرف انرژی که در تقابل با اصل حداکثر سازی سود است را از دلایلی می‌داند که ممکن است پروژه‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی فناوری‌های پیشرفته خارجی در صرفه‌جویی مصرف انرژی را فعالانه و جامع معرفی نکنند.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

13 Jiang et al. (2014)
14 Herrerias et al. (2016)
15 Adom (2015a)
16 Adom (2015b)
17 Ting et al. (2011)

۲-۱-۲. اثر مخارج دولت بر شدت (بهره وری) انرژی

لوپز و همکاران[18] (۲۰۱۱) یک مدل نظری را برای اثرات زیست‌محیطی ترکیب مخارج دولت توسعه دادند. آن‌ها با معرفی سه کانال اثرگذاری ترکیب مخارج دولت بیان کردند که با افزایش نسبی مخارج عمومی دولت، محصول کل افزایش یافته[19] (اثر مقیاس) و ترکیب تولید از صنایع با شدت سرمایه فیزیکی بیشتر به سمت صنایع با شدت سرمایه انسانی بالاتر (اثر ترکیب) تغییر می‌کند؛ و درنهایت سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (اثر فنی) را افزایش می‌دهد. در طی چند سال اخیر، مفهوم نقش مخارج مولد دولت به‌عنوان یک عامل رشد اقتصادی، دچار تغییرات زیادی شده است. پیش‌ازاین، از دیدگاه کینزی سنتی به این مخارج به‌عنوان جزئی از تقاضای کل نگریسته می‌شد، اکنون مخارج دولت در زیرساخت‌ها به‌عنوان عامل بهبود عملکرد بهره‌وری و محرک سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در نظر گرفته می‌شود (میترا و همکاران[20]، ۲۰۰۲). اقتصاددانان و سیاست‌گذاران به زیرساخت‌های بخش عمومی، به‌عنوان یک عنصر اساسی در راهبُرد سیاست‌های توسعه منطقه‌ای اشاره می‌کنند. آن‌ها ادعا می‌کنند که زیرساخت‌ها، تسهیلات ارزشمندی را برای بخش‌های خصوصی فراهم می‌کند، دسترسی به منابع را افزایش می‌دهد و هم‌زمان موجب بهبود کارایی منابع موجود می‌شود (برونزینی و پیسیلی[21]، ۲۰۰۹). از طرفی بهبود بهره‌وری کل، منجر به کاهش مصرف انرژی می‌شود (بوید و پنگ[22]، ۲۰۰۰) زیرا دلیلی برای این باور که فناوری‌های انرژی به شیوه‌ای متفاوت از سایر فناوری‌ها منتشر می‌شوند وجود ندارد (هیرریس و همکاران، ۲۰۱۳). لذا افزایش سرمایه‌گذاری مولد دولت می‌تواند شدت انرژی را تحت تأثیر قرار دهد. لوپز و همکاران (۲۰۱۱) نیز بیان می‌کنند که گسترش

---

18 Lopez et al. (2011)

۱۹. سان (۱۹۹۹) با فرض ضمنی ثابت بودن و یا تغییر نسبتاً کم شاخص کربونیزاسیون، فرم تبعی سیر تکاملی شدت انرژی و شدت کربن را یکسان در نظر گرفت (روکا و آلکانترا ، ۲۰۰۱) و منحنی کوزنتس را انعکاسی از تئوری پیک شدت انرژی توصیف کرد.

20. Mitra et al. (2002)
21. Bronzini and Piselli (2009)
22. Boyd and Pang (2000)

تحقیق و توسعه و پیشرفت فنّاوری از طریق سرمایه‌گذاری دولت در حوزه کالاهای عمومی می‌تواند منجر به توسعه و استفاده از فنّاوری‌های صرفه‌جویی کننده انرژی و پاک‌تر شود.هالکوز و پیزانس[۲۳] (۲۰۱۶) افزایش مخارج مالی را منجر به توسعه فعالیت‌های کاربر می‌دانند. ازآنجاکه صنایع انرژی‌بر معمولاً سرمایه‌بر نیز هستند (آنتویلر و همکاران[۲۴]، ۲۰۰۱)، با افزایش نسبی فعالیت‌های کاربر می‌توان انتظار کاهش شدت انرژی و افزایش بهره‌وری را نیز داشت. لازم به ذکر است که هدف اصلی افزایش مخارج دولت، تحریک اقتصاد واقعی است نه بهبود بهره‌وری انرژی و کیفیت محیط‌زیست. در این راستا، برخی از اجزای مخارج دولت ممکن است بی‌اثر باشند و یا حتی تصادفاً با از بین بردن کارایی برنامه‌های دیگر، کارایی زیست‌محیطی را بدتر کنند. همان‌طور که لوپز و همکاران (۲۰۱۱) نشان دادند، ترکیب هزینه‌های دولت بیشتر از مجموع هزینه‌ها اهمیت دارد (هالکوز و پایزانس ۲۰۱۶).

۲-۱-۳. اثرات سرریز فضایی

به اعتقاد لساج و پئس (۲۰۰۹) استفاده از مشاهدات وابسته به مکان در رگرسیون، بدون در نظر گرفتن وابستگی فضایی ممکن است تورش و یا ناسازگار شدن نتایج برآوردشده را در پی داشته باشد. درواقع، به دو دلیل عمده در حوزه بررسی تأثیر مخارج سرمایه‌ای بخش عمومی، باید به مبحث وابستگی فضایی توجه نمود: ۱) سرمایه‌گذاری دولت در زیرساخت‌های حمل‌ونقل که می‌تواند بر هزینه حمل‌ونقل انرژی که با افزایش فاصله افزایش می‌یابد، تأثیر بگذارد. ۲) عواملی همچون وفور منابع، ساختار صنعتی و عادات مصرف‌کنندگان در مناطق هم‌جوار شباهت بیشتری دارند تا مناطق غیر همسایه. ازاین‌رو،

23. Halkos and Paizanos (2016)
24. Antweiler et al. (2001)

بایستی وابستگی فضایی شدت (بهره‌وری) انرژی در مدل رگرسیون در نظر گرفته شود (یو[۲۵]، ۲۰۱۲).

۲-۱-۴. سایر عوامل موثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای

بر مبنای نظریه‌های اقتصادی کلاسیک، بخش خصوصی نسبت به بخش دولتی کارایی بالاتری داشته و می‌تواند برای تولید هر واحد محصول از نهاده کمتری استفاده کند؛ بنابراین انتظار می‌رود شدت انرژی در بنگاه‌های با مالکیت خصوصی کمتر از بنگاه‌های دولتی باشد (صادقی و سجودی، ۱۳۹۰). صادرات نیز به‌طور بالقوه می‌تواند بر شدت انرژی اثرگذار باشد. از یک‌سو باوجود رقابت در بازار جهانی بنگاه‌ها انگیزه برای افزایش نوآوری‌های فنی، واردات تجهیزات پیشرفته و باب کردن فناوری‌های صرفه‌جو در مصرف انرژی را دارند تا رقابت‌پذیری محصولات صادراتی خود و توان مواجهه با موانع رو به فزونی زیست‌محیطی را افزایش دهند. از سوی دیگر، صادرات بیشتر محصولات انرژی‌بر و محصولات اولیه می‌تواند شدت انرژی صنعت را افزایش دهد (ژنگ و همکاران[۲۶]، ۲۰۱۱). ژیانگ و همکاران (۲۰۱۴) با فرض اینکه نسبت کمتر سرمایه به نیروی کار بیانگر فناوری قدیمی با شدت انرژی بالاتر است، اثر منفی نسبت سرمایه به نیروی کار را بیان می‌کنند. درحالی‌که کول[۲۷] (۲۰۰۶) صنایع سرمایه‌بر را صنایع با شدت انرژی بالاتر می‌داند. قیمت بالاتر انرژی نیز به‌واسطه ایجاد مخارج انرژی بالاتر می‌تواند سبب جایگزینی در مصرف انرژی می‌شود (آدام[۲۸]، ۲۰۱۵c) و تأثیر منفی بر مصرف انرژی داشته باشد (آدام، ۲۰۱۵a). از طرفی، افزایش قیمت انرژی ممکن است سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کارا در مصرف انرژی را در پی داشته باشد که به کاهش شدت انرژی کمک می‌کند (آدام، ۲۰۱۵b).

25. Yu (2012)
26 Zheng et al. (2011)
27 Cole (2006)
28 Adom (2015c)

۲-۲. مروری بر مطالعات تجربی

اهمیت انرژی و نقش آن در توسعه پایدار، افزایش مصرف آن و مسائل زیست‌محیطی مرتبط و همچنین اثرات آن بر سایر متغیرهای اقتصادی توجهات فراوانی را به سمت بخش انرژی به‌طور کل و مباحث مربوط به بهره‌وری و شدت انرژی به‌طور ویژه معطوف کرده است. در ادامه پس از بیان تعدادی از مطالعات مرتبط با موضوع موردبررسی، جمع‌بندی از این مطالعات و ارتباط این تحقیق با تحقیقات صورت گرفته در ایران ارائه شده است.

۲-۲-۱. مروری بر مطالعات داخلی

درزمینه عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی کارگاه‌های صنعتی ایران، امینی و یزدی پور (۱۳۸۷) متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی و هزینه واقعی استفاده از سرمایه را به‌عنوان متغیرهای دارای بیشترین تأثیر بر بهره‌وری انرژی در سطح کدهای دورقمی ISIC طی دوره ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۱ معرفی کردند. ناجی میدانی و همکاران (۱۳۹۴) نیز بر اساس الگوی خود بازگشت با وقفه‌های توزیعی (ARDL) تأثیر منفی و معنی‌دار صنعتی شدن بر بهره‌وری انرژی را طی دوره ۱۳۶۰ تا ۱۳۸۷ نتیجه گرفتند. مطابق یافته‌های آن‌ها درحالی‌که بین بهره‌وری انرژی و نسبت موجودی سرمایه و نیز نیروی کار به ازای هر واحد انرژی، رابطه مثبت و معنی‌دار برقرار بوده است، قیمت نسبی انرژی تأثیر معنی‌داری بر روی بهره‌وری انرژی نداشته است.

شهبازی و همکاران (۱۳۹۶) در رابطه با تأثیر اندازه و کیفیت دولت بر روی شدت انرژی در کشورهای منتخب OECD، تأثیر مثبت اندازه دولت و ارزش‌افزوده بخش صنعت بر روی شدت انرژی در این کشورها را بیان کرده‌اند. آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲) نیز با بهره‌گیری از روش داده‌های تابلویی، تأثیر قیمت انرژی، تولید ناخالص داخلی و تکنولوژی را بر شدت انرژی ۹ صنعت کارخانه‌ای ایران طی دوره ۱۳۷۴ تا ۱۳۸۹ بررسی نمودند. نتایج آن‌ها بیانگر رابطه معکوس قیمت انرژی و سطح فنّاوری با شدت انرژی بود.

کریمی تکانلو و همکاران (۱۳۹۵) همگرایی باشگاهی کارایی انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران را طی دوره ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۲ بررسی نمودند. نتایج آن‌ها مبتنی بر ماتریس احتمال انتقال مارکوف فضایی حاکی از تأثیر کارایی انرژی در استان‌های همسایه بر روی کارایی در هر استان بود به‌نحوی‌که داشتن همسایگی با استان‌های با کارایی انرژی بالا احتمال انتقال به باشگاه با کارایی انرژی بالاتر و یا ماندن در باشگاه با کارایی بالا را افزایش داده بود.

۲-۲-۲. مروری بر مطالعات خارجی

جیانگ و همکاران (۲۰۱۴) و ژانگ و همکاران[۲۹] (۲۰۱۶) به ترتیب با استفاده از مدل دوربین فضایی[۳۰] و روش میانگین‌گیری بیزی[۳۱] عوامل تعیین‌کننده شدت انرژی در استان‌های کشور چین را بررسی نموده‌اند. بر اساس نتایج مطالعه جیانگ و همکاران (۲۰۱۴)، بین شدت انرژی و درآمد یک رابطه به شکل U معکوس (منحنی کوزنتس شدت انرژی) برقرار بوده و نسبت بخش ثانویه اقتصاد در هر استان و در استان‌های هم‌جوار رابطه مستقیمی با میزان شدت انرژی داشته است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز دارای اثرات سرریز فضایی منفی بر شدت انرژی بوده است. ژانگ و همکاران (۲۰۱۶) نیز هزینه‌های مالی، زیرساخت‌ها و ساختار اقتصادی را به‌عنوان عوامل مهم‌تر در تعیین شدت انرژی معرفی کردند.

یوزانگ و چن (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با عنوان «مخارج دولت و شدت انرژی در کشور چین» ارتباط مخارج دولت و شدت انرژی را طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۶ مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های آن‌ها حاکی از اثر مثبت افزایش مخارج دولت بر شدت انرژی بود و مقایسه این ارتباط در موقعیت‌های مختلف اقتصادی نشان از معنادار باقی ماندن اثر مثبت مخارج دولت بر شدت انرژی، پس از تغییر در وضعیت اقتصادی داشت؛ آن‌ها این ارتباط

29 Zheng et al. (2016)
30 Spatial Durbin
31 Bayesian averaging approach

مثبت را توضیحی برای تغییر جهت در روند نزولی شدت انرژی کشور چین از سال ۲۰۰۲ معرفی کردند. در مطالعه‌ای مرتبط، لوپز و همکاران (۲۰۱۱) نقش مخارج دولت بر محیط‌زیست را بررسی کردند. بنا بر پیش‌بینی مدل آن‌ها، ترکیب مخارج دولت به نفع کالاهای عمومی و اجتماعی میزان آلودگی را کاهش خواهد داد. بااین‌حال افزایش مخارج کل دولت بدون تغییر ترکیباتش، میزان آلودگی را کاهش نخواهد داد.

در جمع‌بندی مطالعات صورت گرفته پیرامون شدت انرژی و موضوعات مرتبط با آن، می‌توان شاهد توجه اندک این مطالعات به صنایع کارخانه‌ای به تفکیک استان و عدم توجه به تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و بخش دولت و نقشی که برشدت انرژی این صنایع دارد و همچنین سرریزهای فضایی بالقوه بین آن‌ها بود. این مطالعه به دنبال پر کردن این شکاف است. دولتی بودن ساختار اقتصاد ایران و بزرگ بودن اندازه دولت توجه به تأثیر بالقوه دولت و سیاست‌های مالی بر بخش انرژی و به‌ویژه شدت (بهره‌وری) آن را اجتناب‌ناپذیر می‌کند. در این پژوهش ضمن بررسی نقش دولت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سایر عوامل در شدت مصرف انرژی بخش صنایع کارخانه‌ای در استان‌ها، وجود اثرات بالقوه سرریز و ارتباطات جغرافیایی نیز موردبررسی قرار خواهد گرفت.

۳- داده‌ها و وش پژوهش

۳-۱. داده‌ها

باهدف بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران و وجود اثرات سرریز فضایی بین آن‌ها، با توجه به مبانی نظری ذکرشده و داده‌های در دسترس، اثر متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مخارج عمرانی دولت، قیمت انرژی، نسبت سرمایه به نیروی کار، نوع مالکیت و نسبت صادرات به ارزش افزوده بر شدت انرژی در این صنایع موردبررسی قرار گرفته است. قلمرو تحقیق نیز صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران طی دوره ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۳ می‌باشد. داده‌های آماری مورداستفاده از مرکز آمار ایران و سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های اقتصادی و فنی ایران به‌دست‌آمده است. تولید

ناخالص داخلی (GDP) به تفکیک استان و برحسب میلیون ریال از حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران استخراج گردیده است. آمار مربوط به مخارج سرمایه‌ای دولت برحسب میلیون ریال و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به تفکیک استان و به ترتیب از سالنامه‌های آماری مرکز آمار و سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های اقتصادی و فنی ایران کسب شده است. اطلاعات مربوط به بخش صنایع کارخانه‌ای نیز از نتایج آمارگیری کارگاه‌های صنعتی ده نفر کارکن و بیشتر مرکز آمار ایران استخراج شده است. کلیه داده‌ها به‌غیراز نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌صورت لگاریتمی در مدل لحاظ شده‌اند. در ادامه نحوه محاسبه داده‌ها بیان شده است.

EI: برابر است با شدت انرژی صنایع کارخانه‌ای ده نفر کارکن و بیشتر که از نسبت مصرف انرژی برحسب بشکه معادل نفت خام به ارزش‌افزوده صنایع کارخانه‌ای ده نفر کارکن و بیشتر هر استان برحسب میلیارد ریال به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ محاسبه شده است.
FDI: نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی برحسب ریال به ارزش‌افزوده صنعت هر استان.
PRV: شاخص مالکیت است که از نسبت تعداد بنگاه‌های با مالکیت غیردولتی به تعداد کل بنگاه‌ها به‌دست‌آمده است. P: شاخص قیمت انرژی است که همانند مایکتا و مولدر[۳۲] (۲۰۰۵) به‌صورت میانگین وزنی قیمت انرژی‌های عمده مصرفی محاسبه‌شده است و واحد آن نیز ریال به بشکه معادل نفت خام است. در مورد صنایع کارخانه‌ای ده نفر کارکن و بیشتر، این سوخت‌ها (انرژی) شامل: نفت سفید، گازوئیل، گاز طبیعی، گاز مایع، بنزین، نفت سیاه و نفت کوره، زغال‌سنگ و زغال چوب و برق می‌باشد. G: سهم مخارج سرمایه‌ای دولت که به‌صورت ضرب نسبت مخارج سرمایه‌ای دولت به تولید (به‌صورت استانی) در نسبت ارزش‌افزوده صنعت هر استان به تولید آن استان محاسبه‌شده است. KL: نسبت سرمایه صنایع برحسب میلیون ریال و به قیمت ثابت ۱۳۹۰ به تعداد نیروی کار (به هزار نفر) صنایع در هر استان محاسبه‌شده است. EX: نیز نسبت صادرات صنایع برحسب ریال به ارزش‌افزوده صنایع در هر استان محاسبه‌شده است.

---

32 Miketa and Mulder (2005)

با در نظر گرفتن استانی بودن متغیرها و وجود مشاهدات وابسته به مکان در رگرسیون، به‌منظور جلوگیری از تورش و یا ناسازگار شدن نتایج، در این تحقیق وجود وابستگی فضایی و نوع آن مورد بررسی قرار گرفته و از مدل‌های پانل فضایی استفاده شده است.

۳-۲. روش پژوهش

تمرکز اولیه ادبیات اقتصادسنجی فضایی برای مدت زیادی روی مجموعه تک معادلات مقطعی بود اما از ابتدای قرن حاضر، ادبیات اقتصادسنجی فضایی علاقه وافری را به‌تصریح و برآورد روابط اقتصادسنجی مبتنی بر پانل فضایی نشان داده است. دلایل این علاقه را می‌توان دسترسی بیشتر به مجموعه داده‌هایی که در آن‌ها تعدادی از واحدهای فضایی در طی زمان دنبال می‌شوند و نیز این حقیقت که داده‌های پانل امکانات مدل‌سازی گسترده‌تری نسبت به مجموعه تک معادلات مقطعی به محققین ارائه می‌دهند، بیان کرد (الهورست[۳۳] (۲۰۱۴)-ص ۳۷). در این بخش ابتدا فرم کلی برآورد رگرسیون فضایی در حالت پانل بیان‌شده و در ادامه فرایند برآورد این مدل‌ها توضیح داده‌شده است.

۳-۲-۱. فرم کلی رگرسیون فضایی

مانسکی[۳۴] (۱۹۹۳) در مورد چرایی امکان وجود وابستگی بین مشاهدات مربوط به یک مکان مشخص به مشاهدات در سایر مناطق، به ۳ نوع متفاوت از اثرات متقابل که ممکن است این وابستگی را توضیح دهند اشاره می‌کند: ۱) اثرات متقابل درون‌زا، هنگامی‌که تصمیم یک واحد فضایی یا تصمیم‌گیرندگان اقتصادش به نحوی به تصمیم گرفته‌شده در سایر واحدهای فضایی وابسته باشد؛ ۲) اثرات متقابل برون‌زا، آنجایی که تصمیم یک واحد فضایی به نحوی به متغیرهای توضیح‌دهنده مستقل سایر واحدها وابسته باشد (چنانچه تعداد متغیرهای توضیحی مستقل در یک مدل رگرسیون خطی برابر با K باشد، آنگاه تعداد اثرات متقابل برون‌زا نیز برابر با K می‌باشد (در حالتی که عرض از مبدأ به‌عنوان متغیر

33. Elhorst (2014)
34. Manski (1993)

جداگانه‌ای در نظر گرفته‌شده باشد))؛ ۳) اثرات همبسته، جایی که ویژگی‌های محیطی مشابه منجر به رفتار مشابه می‌شود (الهورست، ۲۰۱۰). مدل مانسکی را می‌توان به‌صورت رابطه (۱) بیان نمود:

$$Y = \rho WY + \alpha \iota_N + X\beta + WX\theta + u \qquad (۱)$$
$$u = \lambda W_u + \varepsilon$$

در رابطه (۱)، WY اشاره به اثرات متقابل درون‌زا[۳۵] در میان متغیرهای وابسته دارد، WX اثرات متقابل برون‌زا[۳۶] در میان متغیرهای برون‌زا و W_u بیانگر اثرات متقابل میان اجزا اخلال واحدهای فضایی مختلف است. ρ ضریب خودهمبستگی فضایی نامیده می‌شود و λ ضریب همبستگی فضایی است درحالی‌که θ و β نشان‌دهنده بردارهای $K\times1$ از پارامترهای ثابت اما ناشناخته هستند. W نیز یک ماتریس $N\times N$ است (ماتریس وزنی[۳۷]) که چیدمان فضایی واحدها را توصیف می‌کند. لی[۳۸] (۲۰۰۴) نشان داد که W بایستی ماتریسی نامنفی از مقادیر ثابت معین باشد. متغیرهای روی قطر اصلی نیز برابر با صفر فرض می‌شوند چراکه هیچ واحد فضایی نمی‌تواند به‌عنوان همسایه‌اش (هم‌جوار خود) در نظر گرفته شود (الهورست، ۲۰۱۰). در عمل، انتخاب وزن‌ها معمولاً توسط معیارهایی همچون هم‌جواری (داشتن مرز مشترک) و یا مسافت، شامل فاصله تا نزدیک‌ترین همسایه‌ها صورت می‌گیرد (انسلین و همکاران[۳۹]، ۲۰۰۸). در ساده‌ترین حالت، ماتریس ضرایب به‌صورت دوتایی به نحوی است که اگر i و j همسایه باشند Wij برابر با یک و در غیر این صورت برابر با صفر در نظر گرفته می‌شود. محدودیت این نوع ماتریس این است که فرض می‌کند تمام مناطق همسایه اثر یکسانی دارند و سایر همبستگی‌های فضایی فراتر از همسایگان نادیده گرفته می‌شود. گذشته از این، استاندارد انتخاب همسایگان نسبتاً وابسته به عقیده محقق است (یو،

35. endogenous interaction effects
36. exogenous interaction effects
37. Spatial Weights Matrix
38. Lee (2004)
39. Anselin et al. (2008)

۲۰۱۲). به‌جای ماتریس وزنی باینری ساده، می‌توان مجموعه‌ای عمومی از وزن‌ها را ارائه داد که به محقق امکان لحاظ دانش قبلی خود در مورد جغرافیای پدیده موردنظر را می‌دهد. این موضوع اجازه انعطاف‌پذیری بیشتر و امکان معرفی مواردی همچون موانع طبیعی، ابعاد و شکل هندسی[۴۰] را می‌دهد. حالت عمومی ماتریس وزنی تعمیم‌یافته را می‌توان به‌صورت زیر بیان کرد:

$$w_{ij} = g\left[d_{ij}\right] \qquad (۲)$$

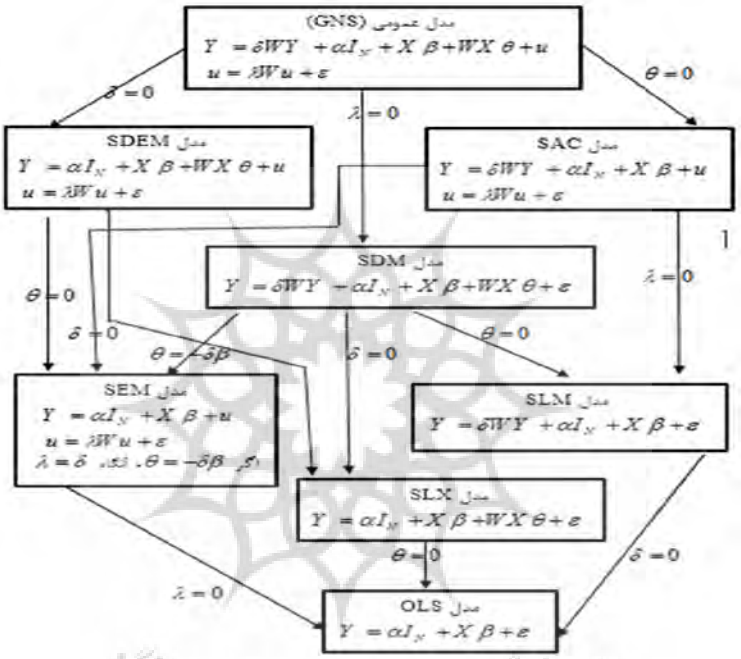
که در آن، g یک تابع معکوس فاصله است (d ماتریس فاصله بین مناطق است که معمولاً به‌وسیله طول[۴۱] و عرض جغرافیایی[۴۲] مراکز واحدها محاسبه می‌شود). یک ماتریس وزنی فضایی فاصله-معکوس از وزن‌هایی تشکیل‌شده که رابطه معکوس با فاصله بین مناطق دارند. در حقیقت ماتریس‌های وزن‌های فضایی جهت محاسبه میانگین وزنی استفاده می‌شوند که در آن مشاهدات نزدیک نسبت به مشاهدات دور وزن بیشتری می‌گیرند. در این پژوهش نیز با توجه به مزیت‌های گفته‌شده، از ماتریس معکوس فاصله ($\frac{1}{d}$) به عنوان ماتریس وزنی استفاده خواهد شد. مدل (۱) که برای N مقطع است را می‌توان با اضافه کردن زیرنویس t به یک مدل زمان-مکان برای یک پانل از N مشاهده طی T دوره، توسعه داد:

$$\begin{aligned} Y_t &= \delta W Y_t + \alpha \iota_N + X_t \beta + W X_t \theta + u_t \\ u_t &= \lambda W u_t + \varepsilon_t \end{aligned} \qquad (۳)$$

درصورتی‌که تمام نمادها از یک مقطع به T مقطع از N مشاهده تغییر یابد. این مدل را می‌توان به‌صورت مشابهی با مدل مقطعی برآورد نمود. همین امر را می‌توان در مورد سایر

40. polygon dimensions and shapes
41. longitude
42. latitude

مدل‌های اقتصادسنجی فضایی که با اعمال محدودیت روی یک یا چند پارامتر مدل عمومی GNS[۴۳] به دست می‌آیند (OLS,SAR,SEM,SLX,SAC,SDM, SDEM) بکار برد این محدودیت‌ها مشابه آن‌هایی هستند که در شکل (۱) نشان داده‌شده‌اند (الهورست، ۲۰۱۴).



شکل (۱): ارتباط بین مدل‌های مختلف وابستگی فضایی

منبع: الهورست، ۲۰۱۴

شکل (۱) تعدادی از مدل‌های رگرسیون‌های فضایی را به‌طور خلاصه نشان می‌دهد. در این شکل مدل مانسکی مدل عمومی است که با صفر قرار دادن برخی ضرایب آن می‌توان به سایر مدل‌ها رسید به‌نحوی که چنانچه هیچ‌گونه وابستگی فضایی برقرار نباشد، مدل مانسکی

43. General nesting spatial model

تبدیل به مدل پانل معمولی می‌شود. بااین‌حال، مانسکی (۱۹۹۳) بیان داشت که حداقل یکی از این 2+K اثرات متقابل فضایی را بایستی کنار گذاشت، زیرا در غیر این صورت، پارامترهای متقابل قابل‌تشخیص نیستند. (فیشر و گتیس۴۴، ۲۰۰۹).

۳-۲-۲. مقایسه مدل‌ها و انتخاب مدل بهینه

برای برآورد اثرات متقابل فضایی در یک مجموعه مقطعی، بوریج (۱۹۸۰) و انسلین[۴۵] (۱۹۸۸) آزمون ضریب لاگرانژ (LM) را برای یک حالت وقفه فضایی متغیر وابسته و یک حالت همبستگی خطای فضایی، توسعه دادند. انسلین و همکاران[۴۶] (۱۹۹۶) نیز آزمون‌های robust LM را توسعه دادند که وقفه فضایی متغیر وابسته را در حضور موضعی خودهمبستگی خطای فضایی و خودهمبستگی خطای فضایی را در حضور موضعی وقفه فضایی متغیر وابسته، آزمون می‌کند. (الهورست، ۲۰۱۴ ص ۵۷). اولین بار بالتاجی و همکاران[۴۷] (۲۰۰۳) آزمون اثرات متقابل فضایی را در مدل داده‌های پانل فضایی موردبررسی قرار دادند. آن‌ها یک آزمون LM مشترک انجام دادند که خودهمبستگی خطای فضایی و اثرات تصادفی فضایی را مورد آزمون قرار می‌دهد و همچنین دو آزمون شرطی که برای یکی از این تعمیم‌ها فرض وجود دیگری را مورد آزمون قرار می‌دهند (الهورست، ۲۰۱۴ ص ۴۰). اخیراً نیز انسلین و همکاران[۴۸] (۲۰۰۶) آزمون‌های کلاسیک LM را برای یک پانل فضایی تصریح کرده‌اند. آزمون‌های robust LM و کلاسیک مبتنی بر باقیمانده‌های مدل غیر فضایی هستند و از یک توزیع کای مربع با یک درجه آزادی برخوردارند (الهورست، ۲۰۱۴ صص ۵۷-۵۸). الهورست (۲۰۱۰) این آزمون‌ها را برای حالت مدل‌های پانل ایستا گسترش داد. یک روش جایگزین دیگر، با برآورد مدل

44. Fischer and Getis (2009)
45. Anselin (1988)
46. Anselin et al. (1996)
47. Baltagi et al. (2003)
48. Anselin et al. (2006)

شامل وقفه فضایی متغیر وابسته و سپس استفاده از آزمون والد (Wald) و یا نسبت راست نمایی جهت بررسی امکان ساده‌سازی مدل به حالت بدون وقفه فضایی است (لساج؛ ۲۰۱۵).

۳. یافته‌های تجربی

مراحل برآورد مدل در این پژوهش به این صورت است که ابتدا با استفاده از آزمون F و آزمون حداکثر راست نمایی وجود اثرات ثابت در مدل غیر فضایی بررسی شده است و سپس بررسی وجود اثرات فضایی و نوع آن‌ها موردبررسی قرار گرفته است. همان‌طور که در بخش روش‌شناسی پژوهش توضیح داده شد، در بررسی وجود اثرات فضایی دو رویکرد را می‌توان استفاده کرد. یک روش آزمون تعمیم مدل غیر فضایی به حالت فضایی[۴۹] است (آزمون‌های LM و Robust LM) و روش دیگر برآورد مدل فضایی (مدل عمومی) و آزمون نمودن امکان ساده‌سازی آن به حالت غیر فضایی (آزمون Wald) است. در ادامه هر دو روش بررسی شده است و درنهایت مدل مناسب بر اساس آزمون‌های مربوطه برآورد شده است.

فرض اولیه در آزمون F و آزمون حداکثر راست نمایی عدم وجود اثرات ثابت است. نتایج آزمون F با درجه آزادی ۲۷ و آماره F برابر با ۴۵/۱۵ بیانگر رد فرض اولیه در سطح خطای یک درصد و وجود اثرات ثابت است. مقدار آماره حداکثر راست نمایی (LR) نیز برابر با ۶۴۶/۱۳ به دست آمد که بیانگر وجود اثرات ثابت در سطح خطای یک درصد است. برای بررسی نوع اثرات (ثابت یا تصادفی) نیز از آزمون هاسمن استفاده شد. فرض اولیه این آزمون وجود اثرات تصادفی است. نتایج این آزمون نیز بیانگر رد فرض اولیه در سطح خطای یک درصد و تائید اثرات ثابت است. در جدول (۱) نتایج برآورد مدل غیر

49. Specific-to-general

فضایی اثرات ثابت و آزمون‌های LM و Robust LM به‌منظور بررسی وجود وقفه فضایی[۵۰] و خطای فضایی[۵۱] گزارش شده است.

جدول (۱): نتایج برآورد شدت انرژی داده‌های پانل بدون اثرات متقابل فضایی

متغیر	ضریب*	متغیر	ضریب*
P	-۰/۲۴ (-۵/۷۴)	EX	۰/۱۵ (۵/۸۲)
KL	۰/۳۰ (۶/۵۹)	FDI	۰/۰۵ (۰/۱۱)
G	-۰/۱۷ (-۶/۴۲)	PRV	-۱/۳۶ (-۲/۹۴)
σ^2	R^2	LogL	
۰/۰۹	۰/۷۸	-۷۷/۲۲	
آزمون	مقدار آماره (احتمال)	آزمون	مقدار آماره (احتمال)
LMآزمون وقفه فضایی	۴/۹۵ (۰/۰۳)	Robust LM آزمون وقفه فضایی	**۱۴/۶۵ (۰/۰۰)**
LMآزمون خطای فضایی	۶/۵۲ (۰/۰۱)	Robust LM آزمون خطای فضایی	**۱۶/۲۱ (۰/۰۰)**

*اعداد داخل پرانتز بیانگر مقادیر t مربوطه هستند.

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جدول (۱)، متغیرهای نسبت سرمایه به نیروی کار و نسبت صادرات به ارزش افزوده اثر مثبت بر شدت انرژی داشته‌اند درحالی‌که متغیرهای قیمت انرژی، مخارج دولت و شاخص مالکیت خصوصی اثر منفی بر آن داشته‌اند اما اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر روی شدت انرژی معنادار نبوده است. همچنین فرض‌های اولیه مبنی بر عدم وجود وقفه فضایی و خطای فضایی در آزمون‌های LM و Robust LM در سطح خطای ۵ درصد رد شده‌اند که نشان‌دهنده ارجحیت مدل دوربین فضایی است. نتایج برآورد مدل دوربین فضایی در جدول (۲) ارائه شده است و در انتهای جدول نیز نتایج آزمون‌های WALD و LR گزارش شده است. مطابق نتایج آزمون WALD آماره

50. Spatial Lag
51. Spatial Error

آزمون برابر ۵۷/۲۰ به دست آمد و فرض اولیه امکان ساده‌سازی مدل دوربین به مدل وقفه فضایی در سطح خطای یک درصد رد می‌شود. این فرض اولیه توسط آزمون LR نیز رد می‌شود. فرض اولیه امکان ساده‌سازی مدل دوربین به مدل خطای فضایی نیز در هر دو آزمون WALD (با آماره ۳۶/۵۲) و LR در سطح خطای یک درصد رد شده‌اند.

جدول (۲): نتایج برآورد شدت انرژی: تصریح مدل دوربین فضایی با اثرات خاص فضایی

متغیرها	ضریب*		متغیرها	ضریب*	
P	(-۹/۴۲)	-۰/۵۲	W*P	(۶/۸۰)	۰/۴۸
KL	(۸/۴۳)	۰/۳۸	W*KL	(-۳/۱۵)	-۰/۳۱
G	(-۱/۷۹)	-۰/۰۸	W*G	(۰/۰۷)	۰/۰۰۴
EX	(۴/۳۰)	۰/۱۱	W*EX	(۱/۴۹)	۰/۰۹
FDI	(۰/۴۰)	۰/۱۶	W*FDI	(۰/۰۱)	۰/۰۱
PRV	(-۲/۲۲)	-۱/۴۱	W* PRV	(-۰/۰۴)	-۰/۰۴
WEI	(۲/۷۸)	۰/۲۱			
σ^2	۰/۰۸		Corrected** R^2		۰/۳۵
R^2	۰/۸۱		LogL		-۴۸/۶۳
آزمون وقفه فضایی Wald	۵۷/۲۰		آزمون خطای فضایی Wald		۳۶/۵۲
آزمون وقفه فضایی LR	۵۳/۴۹		آزمون خطای فضایی LR		۴۱/۷۸

*اعداد داخل پرانتز بیانگر مقادیر t و p مربوطه هستند.

** Corrected R^2 برابر است با R^2 بدون لحاظ اثرات ثابت.

منبع: یافته‌های پژوهش

ضرایب مدل دوربین فضایی در جدول (۲) برخلاف پارامترهای برآورد شده در مدل غیر فضایی بیانگر اثرات نهایی تغییرات در متغیرهای مستقل بر روی متغیر وابسته نیستند. دلیل تفاوت اثرات مستقیم متغیرهای مستقل با ضرایب برآورد شده آن‌ها وجود اثرات بازخوردی[1] است که حاصل عبور اثرات از مناطق همسایه و بازگشت به خود مناطق هستند.

1. feedback effects

هستند. این اثرات بازخوردی تا حدی ناشی از وقفه فضایی متغیر وابسته است و قسمتی از آن نیز ناشی از وقفه فضایی خود متغیرهای مستقل است (الهورست، ۲۰۱۴، ص ۶۵). نتایج برآورد اثرات مستقیم و غیرمستقیم نیز در جدول (۳) بیان شده است.

جدول (۳): اثرات مستقیم و غیرمستقیم مبتنی بر ضرایب مدل دوربین فضایی ارائه‌شده در جدول (۲)

متغیرها	اثر مستقیم		اثر غیرمستقیم	
P	(-۹/۱۰)	-۰/۵۰	(۵/۸۳)	۰/۴۶
KL	(۸/۵۱)	۰/۳۷	(-۲/۵۵)	-۰/۲۹
G	(-۱/۸۱)	-۰/۰۷	(-۰/۲۳)	-۰/۰۱
EX	(۴/۵۶)	۰/۱۱	(۲/۰۷)	۰/۱۴
FDI	(۰/۴۰)	۰/۱۶	(۰/۰۱)	۰/۰۱
PRV	(-۲/۲۹)	-۱/۳۹	(-۰/۳۸)	-۰/۴۳

*اعداد داخل پرانتز بیانگر مقادیر t و p مربوطه هستند.

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس نتایج جدول (۳) متغیرهای قیمت، مخارج دولت و شاخص مالکیت خصوصی دارای اثر مستقیم منفی بر شدت انرژی بوده‌اند و نسبت سرمایه به نیروی کار و نسبت صادرات به ارزش‌افزوده، شدت انرژی را افزایش داده‌اند اما ضریب متغیر نسبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به ارزش‌افزوده صنعت معنادار نبوده است. اثر مستقیم نسبت سرمایه به نیروی کار برابر با ۰/۳۷ است که بیانگر برآورد کمتر از حد کشش شدت انرژی نسبت به نسبت سرمایه به نیروی کار در مدل غیر فضایی (۰/۳۰) به میزان ۱۹ درصد است. همچنین ضریب نسبت نیروی کار به سرمایه در مدل دوربین فضایی برابر ۰/۳۸ است بنابراین میزان اثر بازخوردی برابر ۰/۰۱- و ۲/۷ درصد اثر مستقیم آن است. میزان اثر غیرمستقیم نیز برای نسبت سرمایه به نیروی کار برابر (۰/۲۹-) و ۷۸ درصد اثر مستقیم آن است. مطابق نتایج به‌دست‌آمده در مدل غیر فضایی ضریب نسبت صادرات (۰/۱۵) به میزان ۳۶ درصد بیش‌ازحد برآورد شده است اما اثر بازخوردی نسبتاً ناچیز بوده است. اثر غیرمستقیم نسبت صادرات نیز برابر با ۱/۲۷ برابر اثر مستقیم آن بوده است. هم اثر مستقیم و

هم اثر غیرمستقیم نسبت صادرات بر روی شدت انرژی مثبت بوده است. با توجه اینکه برای هر استان به‌طور متوسط ۷ استان به‌عنوان همسایه در نظر گرفته شده است متوسط اثرپذیری هر استان از نسبت صادرات استان‌های همسایه خود برابر ۲ درصد است که معادل ۱۸ درصد اثر مستقیم آن است. هر دو اثر مستقیم و غیرمستقیم متغیرهای نسبت سرمایه به نیرو کار، قیمت انرژی و نسبت صادرات در سطح خطای ۵ درصد معنادار هستند اما اثرات غیرمستقیم سایر متغیرها معنادار نیستند. اثر مستقیم و غیرمستقیم متغیر مخارج دولت بر روی شدت انرژی نیز به ترتیب برابر ۰/۰۷- و ۰/۰۱- (معادل ۱۴ درصد اثر مستقیم آن) است اما اثر غیرمستقیم آن معنادار نیست. همچنین اثر مستقیم مخارج دولت (۰/۰۷-) بیانگر برآورد کمتر از حد اثر مخارج دولت در مدل غیر فضایی (۰/۱۷-) است. ضریب این متغیر در مدل دوربین فضایی برابر ۰/۰۸- است که اثر بازخوردی را معادل ۰/۰۱ نشان می‌دهد. اثرات مستقیم متغیرهای قیمت انرژی و شاخص مالکیت خصوصی بر روی شدت انرژی نیز منفی بوده و اثرات بازخوردی آن‌ها معادل ۰/۰۲ بوده است.

۳- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

تدوین سیاست‌های مؤثر بر افزایش بهره‌وری انرژی (کاهش شدت انرژی) نیازمند مطالعه عوامل مؤثر بر آن است. طی سال‌های اخیر، بخش صنعت بیش‌ترین میزان افزایش مصرف نهایی انرژی را در بین بخش‌های مختلف مصرف در ایران داشته است. در این پژوهش ضمن بررسی اثر متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مخارج عمرانی دولت، قیمت انرژی، تسبت سرمایه به نیروی کار، نوع مالکیت و نسبت صادرات به ارزش افزوده، بر روی شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران، وجود اثرات بالقوه سرریز و ارتباطات جغرافیایی نیز موردبررسی قرار گرفته است.

مطابق نتایج به‌دست‌آمده، اثر قیمت انرژی بر روی شدت انرژی منفی بوده است که فرضیات مطروحه در مبانی نظری را تائید می‌کند؛ بنابراین می‌توان از سیاست افزایش قیمت انرژی به‌ویژه در مورد سوخت‌های کم بازده و آلاینده در جهت کاهش شدت انرژی و افزایش بهره‌وری آن استفاده کرد. همچنین، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر معناداری بر

روی شدت انرژی نداشته است که ممکن است به دلیل ناچیز بودن مقدار این سرمایه‌گذاری‌ها باشد. از طرفی مطابق آمار سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیشتر در صنایع انرژی‌بر صورت گرفته است که دلایل آن می‌تواند وجود منابع عظیم انرژی در کشور و قیمت به نسبت پایین انرژی باشد. به‌منظور اثرگذاری مطلوب سرمایه‌گذاری‌های مستقیم خارجی بایستی ضمن افزایش جذب آن‌ها، به کیفیت این سرمایه‌گذاری‌ها و انتقال فناوری در آن‌ها و نیز منحصر نبودن این سرمایه‌گذاری‌ها در صنایع انرژی‌بر توجه بیشتری نمود. اثر سرمایه به نیروی کار بر روی شدت انرژی نیز مثبت به دست آمده است. آدتوتو[1] (۲۰۱۴) سرمایه و انرژی در ایران را مکمل هم می‌داند به‌نحوی‌که با افزایش سرمایه می‌توان انتظار افزایش مصرف انرژی را داشت؛ بنابراین مثبت بودن اثر سرمایه به نیروی کار بر روی شدت انرژی را می‌توان به مکمل بودن سرمایه و انرژی در ایران و اثر کمتر سرمایه به نیروی کار بر روی ارزش‌افزوده به نسبت مصرف انرژی دانست؛ بنابراین بایستی در جهت افزایش بهره‌وری انرژی در تجهیزات سرمایه‌ای و ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری در تجهیزات با بهره‌وری انرژی بالا، به‌واسطه اقداماتی همچون اعطای مشوق‌های مالیاتی ویژه اقدام کرد.

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، اثر مخارج عمرانی دولت بر روی شدت انرژی منفی بوده است. این اثر منفی نیز مؤید تأثیر این مخارج بر روی بهره‌وری کل و بهره‌وری انرژی است بنابراین دولت علاوه بر تدوین استانداردها و سیاست‌های تشویقی خود با تخصیص مخارج خود همچون ایجاد زیرساخت‌ها از طریق ایجاد اثرات جانبی نیز می‌تواند در تغییرات شدت انرژی اثرگذار باشد هرچند هدف مستقیم این مخارج تغییر شدت انرژی نباشد. مطابق نتایج، اثر نسبت صادرات بر روی شدت انرژی مثبت بوده درحالی‌که تأثیر مالکیت خصوصی بر آن منفی بوده است. مثبت بودن اثر نسبت صادرات بر روی شدت انرژی ممکن است به سبب وجود مزیت‌های نسبی در صنایع انرژی‌بر باشد. وجود این مزیت‌ها و

1. Adetutu (2014)

فناوری پایین تولیدات صنعتی می‌تواند افزایش صادرات را با افزایش شدت انرژی همراه کند؛ بنابراین به‌منظور ایجاد توازن بین سیاست‌های افزایش صادرات و سیاست‌های زیست‌محیطی بایستی از ابزاری همچون مشوق‌های صادراتی برای صنایع سبز در جهت تقویت صادرات صنایعی که انرژی‌بری کمتری دارند استفاده کرد. اثر منفی مالکیت خصوصی بر شدت انرژی نیز نشان‌دهنده توانمندی بالاتر بخش خصوصی در بهره‌گیری از انرژی است که پایین بودن بهره‌وری در بخش دولتی نسبت به بخش خصوصی را می‌توان از دلایل آن دانست؛ بنابراین آزادسازی‌های اقتصادی و حرکت به سمت خصوصی‌سازی ممکن است به افزایش بهره‌وری انرژی کمک کند. وجود سرریزهای فضایی در شدت انرژی بر اساس آزمون‌های LM و Wald نیز نشان می‌دهد که بخشی از تغییرات شدت انرژی در هر استان به دلیل اثر مجاورت است که این امر لزوم توجه به همکاری‌های منطقه‌ای در جهت افزایش بهره‌وری انرژی را نشان می‌سبز در جهت تقویت صادرات صنایعی که انرژی‌بری کمتری دارند استفاده کرد. اثر منفی مالکیت خصوصی بر شدت انرژی نیز نشان‌دهنده توانمندی بالاتر بخش خصوصی در بهره‌گیری از انرژی است که پایین بودن بهره‌وری در بخش دولتی نسبت به بخش خصوصی را می‌توان از دلایل آن دانست؛ بنابراین آزادسازی‌های اقتصادی و حرکت به سمت خصوصی‌سازی ممکن است به افزایش بهره‌وری انرژی کمک کند. وجود سرریزهای فضایی در شدت انرژی بر اساس آزمون‌های LM و Wald نیز نشان می‌دهد که بخشی از تغییرات شدت انرژی در هر استان به دلیل اثر مجاورت است که این امر لزوم توجه به همکاری‌های منطقه‌ای در جهت افزایش بهره‌وری انرژی را نشان می‌دهد.

۴. منابع

الف) فارسی

امینی، علیرضا و یزدی پور، فرزانه (۱۳۸۷)، «تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران»، *پژوهشنامه اقتصادی*، دوره ۸، شماره ۳، صص ۱۰۴-۷۱.

آرمن، سید عزیز و تقی زاده، سمیرا (۱۳۹۲)، «بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران»، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال دوم، شماره ۸، صص ۲۰-۱.

شهبازی، کیومرث؛ حکمتی فرید، صمد و رضایی، هادی (۱۳۹۶)، «بررسی تأثیر اندازه و کیفیت دولت بر شدت انرژی در کشورهای منتخب OECD»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ۱۳، شماره ۵۲، صص ۱۵۲-۱۱۹.

صادقی، سید کمال و سجودی، سکینه (۱۳۹۰)، «مطالعه عوامل مؤثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۸، شماره ۲۹، صص ۱۸۰-۱۶۳.

کریمی تکانلو، زهرا، صادقی، سید کمال؛ پورعبادالهان کویچ، محسن؛ موسویان، سید مهدی (۱۳۹۵)، «بررسی همگرایی باشگاهی در کارایی انرژی صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران با استفاده از ماتریس احتمال انتقال مارکوف فضای»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۱۲، شماره ۵۱، صص ۱۷۹-۱۵۱.

ناجی میدانی، علی اکبر؛ مهدوی عادلی، محمد حسین و عربشاهی دلویی، مهدیه (۱۳۹۴)،«بررسی رابطه بین صنعتی شدن و کارایی انرژی بخش صنعت در ایران»، *سیاست‌گذاری اقتصادی*، سال هفتم، شماره ۱۳، صص ۵۶-۲۷.

معاونت برنامه‌ریزی وزارت نیرو (۱۳۹۱)، ترازنامه انرژی ایران، تهران.

معاونت برنامه‌ریزی وزارت نیرو (۱۳۹۲)، ترازنامه انرژی ایران، تهران.

بانک مرکزی ایران WWW.CBI.IR.

سازمان سرمایه‌گذاری و کمک‌های اقتصادی و فنی ایران www.investiniran.ir.

مرکز آمار ایران www.amar.org.ir.

ب) انگلیسی

Adetutu, M. O. (2014). Energy Efficiency and Capital-Energy Substitutability: Evidence from Four OPEC Countries. *Applied Energy*, Vol. 119, pp. 363-370.

Adom, P. K. (2015a). چDeterminants of Energy Intensity in South Africa: Testing for Structural Effects in Parameters. *Energy*, Vol. 89, pp. 334-346.

Adom, P. K. (2015b). Business Cycle and Economic-Wide Energy Intensity: The Implications for Energy Conservation Policy in Algeria. *Energy*, Vol. 88, pp. 334-350.

Adom, P. K. (2015c). Asymmetric Impacts of the Determinants of Energy Intensity in Nigeria. *Energy Economics*, Vol. 49, pp. 570-580.

Andrews-Speed, P. (2009). China's Ongoing Energy Efficiency Drive: Origins, Progress and Prospects. *Energy policy*, Vol. 37, Issue. 4, pp. 1331-1344.

Anselin L (1988). Spatial Econometrics: Methods and Models. Kluwer, Dordrecht.

Anselin, L., Bera A.K, Florax, R., Yoon M.J. (1996). Simple Diagnostic Tests for Spatial Dependence. *Reg Sci Urban Econ,* Vol. 26, Issue. 1, pp. 77–104.

Anselin, L., Le Gallo J., Jayet H. (2006). Spatial Panel Econometrics. In: Matyas L, Sevestre P (eds) The Econometrics of Panel Data, Fundamentals and Recent Developments in Theory and Practice, 3rd edn. Kluwer, Dordrecht, pp. 901–969.

Anselin L., Gallo J.L., Jayet, H. (2008). Spatial Panel Econometrics. In: Mátyás L., Sevestre P. (eds) The Econometrics of Panel Data. Advanced Studies in Theoretical and Applied Econometrics, Vol 46. pp. 625-660. Springer, Berlin, Heidelberg.

Antweiler, W., Copeland, B. R., and Taylor, M. S. (2001). Is Free Trade Good for the Environment?. *American Economic Review*, Vol. 91, Issue. 4, pp. 877-908.

Baltagi, B. H., Song, S. H., and Koh, W. (2003). Testing Panel Data Regression Models with Spatial Error Correlation. *Journal of Econometrics*, Vol. 117, Issue. 1, pp. 123-150.

Boyd, G. A., and Pang, J. X. (2000). Estimating the Linkage between Energy Efficiency and Productivity. *Energy policy*, Vol. 28, Issue. 5, pp. 289-296.

Bronzini, R., and Piselli, P. (2009). Determinants of Long-Run Regional Productivity with Geographical Spillovers: The Role of R&D, Human Capital and Public Infrastructure. *Regional Science and Urban Economics*, Vol. 39, Issue. 2, pp. 187-199.

Burridge P (1980), On the Cliff-Ord Test for Spatial Autocorrelation. *J R Stat Soc* B, Vol. 42, pp. 107–108.

Chang, T. P., and Hu, J. L. (2010). Total-Factor Energy Productivity Growth, Technical Progress, and Efficiency Change: An Empirical Study of China. *Applied Energy*, Vol. 87, Issue. 10, pp. 3262-3270.

Cole, M. A. (2006). Does Trade Liberalization Increase National Energy Use?. *Economics Letters*, Vol. 92, Issue. 1, pp. 108-112.

Elhorst JP (2014), Matlab Software for Spatial Panels. *Int Reg Sci Rev,* Vol. 37, Issue. 3, pp. 389–405.

Elhorst, J. P. (2010). Applied Spatial Econometrics: Raising the Bar. *Spatial Economic Analysis*, Vol. 5, Issue. 1, pp. 9-28.

Fischer, M. M., and Getis, A. (Eds.). (2009). Handbook of Applied Spatial Analysis: Software Tools, Methods and Applications. Springer Science and Business Media.

Fisher-Vanden, K., Jefferson, G. H., Jingkui, M., and Jianyi, X. (2006). Technology Development and Energy Productivity in China". *Energy Economics*, Vol. 28, Issue. (5-6), pp. 690-705.

Grossman, G. M., and Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, National Bureau of Economic Research. No. w3914.

Halkos, G. E., and Paizanos, E. A. (2013). The Effect of Government Expenditure on the Environment: An Empirical Investigation. *Ecological Economics*, Vol. 91, pp. 48-56.

Halkos, G. E., and Paizanos, E. A. (2016). The Effects of Fiscal Policy on CO2 Emissions: Evidence from the USA. *Energy Policy*, Vol. 88, pp. 317-328.

Herrerias, M. J., Cuadros, A., and Luo, D. (2016). Foreign Versus Indigenous Innovation and Energy Intensity: Further Research across Chinese Regions. *Applied energy*, Vol. 162, pp. 1374-1384.

Herrerias, M. J., Cuadros, A., and Orts, V. (2013). Energy Intensity and Investment Ownership across Chinese Provinces. *Energy Economics*, Vol. 36, pp. 286-298.

Jiang, L., Folmer, H., and Ji, M. (2014). The Drivers of Energy Intensity in China: A Spatial Panel Data Approach. *China Economic Review*, Vol. 31, pp. 351-360.

Lee L (2004), Asymptotic Distribution of Quasi-Maximum Likelihood Estimators for Spatial Autoregressive Models. *Econometrica,* Vol. 72, Issue. 6, pp. 1899-1925.

LeSage, J. P. (2015). Software for Bayesian Cross Section and Panel Spatial Model Comparison. *Journal of Geographical Systems*, Vol. 17, Issue. 4, pp. 297-310.

LeSage, J.P., Pace, R.K., (2009). Introduction to Spatial Econometrics. CRC Press, Boca Raton.

Lopez, R., Galinato, G. I., and Islam, A. (2011). Fiscal Spending and the Environment: Theory and Empirics. *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 62, Issue. 2, pp. 180-198.

Manski CF (1993), Identification of Endogenous Social Effects: The Reflection Problem. *Review of Economic Studies,* Vol. 60, Issue. 3, pp. 531-542.

Mielnik, O., and Goldemberg, J. (2002). Foreign Direct Investment and Decoupling Between Energy and Gross Domestic Product in Developing Countries. *Energy policy*, Vol. 30, Issue. 2, pp. 87-89.

Miketa, A., and Mulder, P. (2005). Energy Productivity across Developed and Developing Countries in 10 Manufacturing Sectors: Patterns of Growth and Convergence. *Energy Economics*, Vol. 27, Issue. 3, pp. 429-453.

Mitra, A., Varoudakis, A., and Véganzonès-Varoudakis, M. A. (2002). "Productivity and Technical Efficiency in Indian States' Manufacturing: The Role of Infrastructure. *Economic Development and Cultural Change*, Vol. 50, Issue. 2, pp. 395-426.

Sun, J. (1999). The Nature of CO2 Emission Kuznets Curve. *Energy policy*, Vol. 27, Issue. 12, pp. 691-694.

Ting, Y. U. E., Yin, L. R., and Ying, Z. Y. (2011). Analysis of the FDI Effect on Energy Consumption Intensity in Jiangsu Province. *Energy Procedia*, Vol. 5, pp. 100-104.

Yu, H. (2012). The Influential Factors of China's Regional Energy Intensity and Its Spatial Linkages: 1988–2007. *Energy Policy*, Vol. 45, pp. 583-593.

Yuxiang, K., and Chen, Z. (2010). Government Expenditure and Energy Intensity in China. *Energy Policy*, Vol. 38, Issue. 2, pp. 691-694.

Zhang, D., Cao, H., and Wei, Y. M. (2016). Identifying the Determinants of Energy Intensity in China: A Bayesian averaging approach. *Applied Energy*, Vol. 168, pp. 672-682.

Zheng, Y., Qi, J., and Chen, X. (2011). The Effect of Increasing Exports on Industrial Energy Intensity in China. *Energy Policy*, Vol. 39, Issue. 5, pp. 2688-2698.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی