مقاله پژوهشی

شناسایی اثرات سرریز فضایی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و صنعتی شدن بر هزینه‌های سلامت استان‌های ایران

سیروس نیک اقبالی [۱]، مصطفی رجبی [۲*]، بهار حافظی [۳]

[۱] دانشجوی دکتری اقتصاد سلامت، گروه اقتصاد، دانشکده حقوق و اقتصاد، واحد خمینی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی‌شهر، ایران
[۲] استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده حقوق و اقتصاد، واحد خمینی‌شهر، دانشگاه آزاد اسلامی، خمینی‌شهر، ایران
[۳] استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، واحد خوراسگان، دانشگاه آزاد اسلامی، خوراسگان، ایران

* **نویسنده مسؤول:** مصطفی رجبی
rajabi@jukhsh.ac.ir

ارجاع: نیک اقبالی سیروس، رجبی مصطفی، حافظی بهار. شناسایی اثرات سرریز فضایی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و صنعتی شدن بر هزینه‌های سلامت استان‌های ایران. راهبردهای مدیریت در نظام سلامت ۱۴۰۵؛ ۱۱(۱): ۲۴-۳۷.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۱۶
تاریخ اصلاح نهایی: ۱۴۰۵/۰۳/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۳۰

زمینه و هدف: بررسی عوامل اثرگذار بر هزینه‌های سلامت در استان‌ها، فرصت برنامه‌ریزی را برای سیاست‌گذاران اقتصاد سلامت فراهم می‌نماید. هدف از این مطالعه، شناسایی اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سرریزهای فضایی) عوامل مؤثر بر هزینه‌های سلامت در استان‌های ایران بود که شامل متغیرهای صنعتی شدن (ارزش‌افزوده بخش صنعت)، مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، سوخت‌های فسیلی، دی‌اکسید کربن منتشرشده و نرخ شهرنشینی می‌شد.

روش پژوهش: این پژوهش، یک پژوهش توصیفی- تحلیلی مبتنی بر تحلیل ثانویه و مدل‌سازی اقتصادسنجی فضایی، به بررسی عوامل مؤثر بر هزینه‌های سلامت در ۳۱ استان کشور طی دوره زمانی ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ پرداخته است. ابتدا، داده‌های موردنیاز از منابع معتبر کتابخانه‌ای، ترازنامه‌های انرژی وزارت نیرو و هیدروکربوری وزارت نفت و گزارش‌ها و سالنامه‌های مرکز آمار ایران و بانک مرکزی گردآوری و پردازش گردید. سپس، با استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی فضایی، اثرات مستقیم و غیرمستقیم (سرریزهای فضایی) عوامل مؤثر بر هزینه‌های سلامت استان‌ها بررسی و تحلیل شد.

یافته‌ها: یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که فرآیند صنعتی شدن (ارزش‌افزوده بخش صنعت)، مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر و میزان انتشار گاز دی‌اکسید کربن، هم بر هزینه‌های سلامت در سطح استان (اثر مستقیم) و هم بر هزینه‌های سلامت استان‌های هم‌جوار (اثر سرریز فضایی) تأثیر مثبت و معنی‌داری دارند. در مقابل، مصرف انرژی‌های تجدید پذیر با رویکردی معکوس، اثر منفی و معنی‌داری بر هزینه‌های سلامت نشان داد؛ به‌طوری‌که افزایش مصرف این نوع انرژی‌ها، منجر به کاهش هزینه‌های سلامت در استان موردنظر و همچنین کاهش هزینه‌های سلامت در استان‌های مجاور (از طریق اثرات سرریز) می‌گردد. شایان‌ذکر است که در این مدل، اثر نرخ شهرنشینی در سطح ده درصد بر هزینه‌های سلامت، ازنظر آماری معنی‌دار احراز گردید.

نتیجه‌گیری: نتایج نشان داد که صنعتی شدن، مصرف سوخت‌های فسیلی و شهرنشینی، از طریق اثرات مستقیم و سرریز فضایی به شکلی معنی‌دار باعث افزایش هزینه‌های سلامت در استان‌ها می‌شوند و پیامدهای منفی توسعه صنعتی و آلایندگی ناشی از آن، از مرزهای جغرافیایی استان‌های تولیدکننده فراتر رفته است. پیشنهاد می‌گردد در مسیر توسعه صنعتی و گسترش اقتصاد، با بهره‌گیری از پتانسیل‌های موجود، از طریق ارائه مشوق‌های فعال به فعالان اقتصادی جهت جایگزینی انرژی‌های تجدید ناپذیر با منابع پاک (نظیر انرژی‌های آبی، بادی و خورشیدی)، هزینه‌های سلامت را در سطح کل کشور کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: هزینه سلامت، مصرف انرژی تجدید پذیر، انتشار گاز دی‌اکسید کربن، صنعتی شدن، اقتصادسنجی فضایی، استان‌های ایران

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

مقدمه

سلامت، به‌عنوان یکی از ابعاد بنیادین سرمایه انسانی، نقشی کلیدی در توانمندسازی جوامع و توسعه همه‌جانبه دارد. نیروی انسانی سالم، زیربنای رشد اقتصادی کشور است (۱) و سرمایه‌گذاری در سلامت، مستقیماً بر رفاه عمومی و رشد اقتصادی تأثیر می‌گذارد. هزینه‌های سلامت، طبق تعریف سازمان جهانی بهداشت، شامل مخارج عمومی و خصوصی برای خدمات پیشگیرانه، درمانی، سلامت خانواده، تغذیه و اقدامات اضطراری است. روند صعودی این هزینه‌ها، نگرانی سیاست‌گذاران را برانگیخته است، زیرا افزایش آن می‌تواند آثار نامطلوبی بر رشد اقتصادی بگذارد (۲). هزینه‌های سلامت به‌طور سنتی متأثر از منابع زیست‌محیطی، به‌ویژه آلودگی هوا، میزان پیشرفت صنعتی و الگوی مصرف انرژی (فسیلی و تجدید پذیر) تعیین می‌گردد. رشد و توسعه صنعتی، چنانچه بر پایه انرژی‌های تجدید پذیر استوار نباشد، می‌تواند منابع آلودگی را گسترش داده و هزینه‌های سلامت را افزایش دهد؛ اما بهره‌گیری از انرژی‌های تجدید پذیر، ضمن کاهش آلودگی و بهبود سلامت عمومی، با ایجاد فرصت‌های شغلی بیشتر، به توسعه سرمایه انسانی و کاهش بیکاری کمک می‌کند (۳). مطالعات پیشین در زمینه اثرات آلودگی هوا بر سلامت، عمدتاً تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم عواملی چون دی‌اکسید کربن، پیشرفت صنعتی، مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و پیامدهای فضایی آن‌ها را نادیده گرفته‌اند. این نقیصه، مطالعات اقتصادسنجی مرسوم را با خطای تخمین مواجه می‌سازد. لذا، بررسی هم‌زمانِ اثرپذیری هزینه‌های سلامت از میزان صنعتی شدن، انتشار آلاینده‌ها و مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، با لحاظ نمودن اثرات فضایی در سطح استان‌ها، ضروری است.

توسعه صنعتی، اگر بدون در نظر گرفتن ملاحظات زیست‌محیطی صورت گیرد، می‌تواند منجر به افزایش بیماری‌های مزمن و هزینه‌های درمانی شود. درحالی‌که مدل‌های سنتی رشد، صنعتی شدن را عامل توسعه پایدار می‌دانند، نظریه‌های نوین بر کاهش رفاه عمومی در اثر تخریب محیط‌زیست تأکیددارند. لذا، تحلیل ارتباط میان صنعتی شدن و هزینه‌های سلامت نیازمند توجه هم‌زمان به عوامل اجتماعی و زیست‌محیطی است (۵،۴). ساختار مصرف انرژی و ویژگی‌های جمعیتی در این میان نقش مؤثری ایفا می‌کنند. استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر، مانند انرژی خورشیدی و بادی، می‌تواند اثرات مخرب سوخت‌های فسیلی را کاهش داده و سلامت عمومی را ارتقا بخشد؛ بنابراین، انتظار می‌رود رابطه‌ای منفی میان مصرف این انرژی‌ها و هزینه‌های سلامت وجود داشته باشد. در مقابل، مصرف فزاینده سوخت‌های فسیلی و انتشار دی‌اکسید کربن، به دلیل ارتباط مستقیم با آلودگی هوا، بیماری‌های تنفسی و قلبی عروقی، موجب افزایش هزینه‌های درمانی می‌شود. نرخ شهرنشینی نیز اثری دوگانه دارد؛ از یک‌سو، بهبود دسترسی به خدمات بهداشتی را ممکن می‌سازد، اما از سوی دیگر، تمرکز جمعیت و افزایش مصرف انرژی شهری، آلودگی را تشدید کرده و هزینه‌های سلامت را افزایش می‌دهد. لذا، تأثیر شهرنشینی بر سلامت به کیفیت زیرساخت‌ها و سیاست‌های محیط‌زیستی بستگی دارد. صنعتی شدن، به‌عنوان پیشران توسعه اقتصادی، ضمن افزایش ارزش‌افزوده و تولید ناخالص داخلی، اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی مهمی نظیر افزایش هزینه‌های سلامت دارد. فعالیت‌های صنعتی با مصرف سوخت‌های فسیلی و انتشار آلاینده‌ها، بر کیفیت هوا، سلامت عمومی و نهایتاً بر هزینه‌های سلامت جامعه تأثیر می‌گذارند. بررسی این پدیده‌ها در ایران، به‌ویژه تأثیر متقابل شرایط مختلف بر هزینه‌های سلامت خانوار، از اهمیت بالایی برخوردار است و همواره کانون توجه اقتصاددانان و پژوهشگران حوزه سلامت بوده است.

محمود و همکاران (۲۰۲۲) نقش انرژی‌های تجدید پذیر، هزینه‌های آموزشی و انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) بر هزینه‌های سلامت در کشورهای جنوب آسیا در دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ و با استفاده از داده‌های تابلویی را برای پنج کشور جنوب آسیا بررسی کردند. با توجه به نتایج بلندمدت، تولید ناخالص داخلی، انرژی تجدید پذیر و آموزش با هزینه‌های سلامت ارتباط منفی دارند و انرژی‌های تجدید پذیر فشار کمتری بر کیفیت محیطی وارد می‌کند که منجر به هزینه‌های سلامت کمتر در پنج کشور جنوب آسیای موردمطالعه می‌شود. نتایج تجربی همچنین نشان می‌دهد که انتشار CO_2 با هزینه سلامت به‌طور مثبت و قابل‌توجهی ارتباط معنی‌دار دارد که نشان می‌دهد، افزایش انتشار CO_2 بار مالی بخش سلامت کشورهای مختلف را افزایش می‌دهد (۲). سان و وانگ (۲۰۲۱) اثرات سرریز فضایی آلودگی هوا بر هزینه‌های سلامت روستائیان را بر

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]
Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0

اساس رویکرد فضایی مدل دوربین برای داده‌های تابلویی استانی طی سال‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ در چین مطالعه کرده‌اند. از مدل فضایی دوربین (dorbin spatial) برای بررسی اثر سرریز فضایی میانگین غلظت سالانه $PM_{2.5}$ (Particulate Matter $_{2.5}$) در مدل هزینه‌های سلامت ساکنان روستایی استفاده شد. یافته‌ها نشان می‌دهد که بین غلظت ذرات معلق $PM_{2.5}$ و هزینه‌های سلامت روستاییان رابطه مثبت و معنی‌داری وجود دارد. همچنین آلودگی هوا نه‌تنها در سطح محلی، بلکه از طریق سرریز شدن به مناطق مجاور نیز بر سلامت جمعیت اثر می‌گذارد؛ به‌طوری‌که شدت اثرات سرریز فضایی بر هزینه‌های سلامت در مناطق هم‌جوار، حتی از اثر مستقیم آلودگی در خود منطقه بیشتر است (۶).

بر اساس تعریف لی‌ساگ و پس (۲۰۰۹)، اثر سرریز فضایی بیانگر میزان تأثیر تغییرات یک متغیر در یک منطقه بر سایر مناطق است (۷). بااین‌حال، مطالعات پیشین کمتر به بررسی ارتباط میان انرژی‌های تجدید پذیر و هزینه‌های سلامت با لحاظ کردن اثرات مکانی پرداخته‌اند. پژوهش حاضر با هدف رفع این خلأ در ادبیات موضوع، به تحلیل رابطه میان انرژی‌های تجدید پذیر و هزینه‌های سلامت می‌پردازد؛ چراکه توسعه این حوزه تأثیر مستقیمی بر بهبود کیفیت محیط‌زیست و کاهش هزینه‌های سلامت دارد.

نیک اقبالی و همکاران (۱۴۰۴) به بررسی اثر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر هزینه‌های سلامت استان‌های ایران: رهیافت اقتصادسنجی فضایی پرداختند. هدف بررسی عوامل اثرگذار بر هزینه‌های سلامت در استان‌های ایران به‌خصوص انرژی‌های تجدید پذیر و سوخت‌های فسیلی می‌باشد. یافته‌ها نشان می‌دهد که اثر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر هزینه‌های سلامت منفی و معنی‌دار و اثرات سوخت‌های فسیلی و انتشار گاز CO_2بر هزینه‌های سلامت مثبت و معنی‌دار می‌باشند. همچنین کشش مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، انرژی‌های فسیلی و میزان انتشار گاز CO_2 نسبت به هزینه‌های سلامت، بی‌کشش است. همچنین اثر جمعیت بالای ۶۵ سال بر هزینه‌های سلامت مثبت و معنی‌دار است (۸). میلا علمی و حسن نتاج (۱۴۰۱) آلودگی زیست‌محیطی و اثر غیرخطی تولید سرانه بر هزینه‌های سلامت را در مطالعه‌ای پویا برای کشورهای صادرکننده نفت طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۴ بررسی کردند. در این مطالعه اثر انتشار CO_2 به‌عنوان شاخص زیست‌محیطی، تولید ناخالص داخلی سرانه به‌عنوان شاخص اقتصادی، نرخ شهرنشینی و نسبت وابستگی سنی به‌عنوان شاخص اجتماعی بر هزینه سلامت سرانه را با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته تابلویی (panel generalized method of moments)، برای ۱۹ کشور صادرکننده نفت (شامل ایران) برآورد کردند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد متغیرهای انتشار دی‌اکسید کربن سرانه، نرخ شهرنشینی و نسبت وابستگی سنی اثر مثبت و معنی‌دار و متغیر تولید سرانه رابطه غیرخطی به شکل U وارون با هزینه سلامت دارد. (۹). مهدی زاده رازینی و همکاران (۱۴۰۰) با استفاده از روش خود رگرسیون با وقفه توزیعی تابلویی، تأثیر آلودگی هوا و رشد اقتصادی بر هزینه‌های سلامت را در کشورهای منتخب اوپک طی دوره ۲۰۱۹ -۲۰۰۰ موردبررسی قرار داده‌اند. طبق نتایج این مطالعه، بین آلودگی هوا (انتشار PM_{10})و میزان انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) با هزینه‌های سلامت سرانه رابطه مثبت و معنی‌دار وجود دارد. رابطه بین درآمد سرانه و هزینه‌های سلامت در اکثر کشورهای منتخب اوپک مثبت و معنی‌دار بوده است (۱۰).

این پژوهش با هدف تحلیل اثرات ارزش‌افزوده بخش صنعت، مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و فسیلی، انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) و نرخ شهرنشینی بر هزینه‌های سلامت در استان‌های ایران انجام‌شده است. نوآوری این مطالعه در استفاده از ماتریس وزنی فضایی (با دو روش استانداردشده بر مبنای مجاورت و فاصله) برای محاسبه سرریزهای فضایی متغیرها بر هزینه‌های سلامت استان‌های هم‌جوار است. این تحقیق به شناسایی کانال‌های انتقال اثرات سلامت ناشی از مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و ظرفیت‌های صنعتی و اثرات متقابل آن‌ها بر هزینه‌های سلامت می‌پردازد. استفاده از رهیافت اقتصادسنجی فضایی و محاسبه سرریزهای فضایی، به‌ویژه در مقیاس استانی ایران، این تحقیق را متمایز می‌سازد. نتایج این پژوهش می‌تواند به بهبود سیاست‌گذاری‌های بهداشتی و زیست‌محیطی در ایران و تدوین راهبردی برای استفاده بهینه از انرژی‌های تجدید پذیر و مدیریت اثرات منفی صنعتی شدن بر سلامت عمومی کمک کند. این تحلیل در چارچوب مدل‌های اقتصادی فضایی، ابعاد جدیدی از ارتباطات اقتصادی و زیست‌محیطی را نمایان ساخته و ضرورت همکاری‌های بین استانی در مدیریت منابع را برجسته می‌سازد.

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0
[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

روش پژوهش

این پژوهش، یک پژوهش توصیفی-تحلیلی مبتنی بر تحلیل ثانویه و مدل‌سازی اقتصادسنجی فضایی بود. جامعه موردمطالعه ۳۱ استان ایران و دوره زمانی آن سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ می‌باشد. داده‌های این مطالعه از نوع داده‌های تابلویی (پنل دیتا) و روش گردآوری اطلاعات کتابخانه‌ای بود. آمار و اطلاعات موردنیاز از گزارش‌ها و سالنامه‌های مرکز آمار ایران و بانک مرکزی، ترازنامه‌های انرژی وزارت نیرو و هیدروکربوری وزارت نفت برای سال‌های موردمطالعه استخراج‌شده است. در این مطالعه از روش اقتصادسنجی فضایی برای بررسی سرریز فضایی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و صنعتی شدن بر هزینه‌های سلامت استفاده شد. نرم‌افزار مورداستفاده برای برآورد مدل اقتصادسنجی Stata [26] بوده است.

در ادامه ضمن تصریح مدل، متغیرهای مدل نیز معرفی و چگونگی گردآوری اطلاعات آن‌ها، روش اقتصادسنجی فضایی و محاسبه ماتریس وزنی فضایی نیز توضیح داده می‌شود.

تصریح مدل

معادله کلی این مطالعه برگرفته از مدل محمود و همکاران (۲) و یاکوبو و همکاران (۱۱) به‌صورت زیر می‌باشد:

(معادله۱)
$$\ln HE_{it} = \beta_0 + \beta_1 \ln CO2_{it} + \beta_2 \ln REN_{it} + \beta_3 \ln FOSIL_{it} + \beta_4 \ln INV_{it} + \beta_4 \ln URB_{it} + \varepsilon_t$$

که در آن اندیس i نشان‌دهنده استان و t اندیس سال بوده و متغیرهای تحقیق عبارتند از:

متغیر وابسته: lnHE: لگاریتم هزینه‌های سلامت سرانه (به جمعیت)

متغیرهای مستقل

lnCO2: لگاریتم انتشار گاز دی‌اکسید کربن

lnREN: لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدید پذیر

lnFOSIL: لگاریتم سوخت‌های فسیلی

lnIND: لگاریتم ارزش‌افزوده صنعت (به قیمت ثابت سال ۱۴۰۰)

LnURB: لگاریتم نرخ شهرنشینی

با توجه به عدم انتشار داده‌های جامع هزینه‌های سلامت استان‌ها، این پژوهش از داده‌های سرانه هزینه‌های سلامت خانوار (به تفکیک مناطق شهری و روستایی) مستخرج از طرح درآمد و هزینه سازمان برنامه‌وبودجه استفاده کرده است. اجزای تشکیل‌دهنده هزینه سلامت در این مطالعه، شامل «مجموع هزینه‌های بهداشتی، درمانی و بیمه‌های اجتماعی و درمانی» است که از سالنامه‌های آماری سازمان مذکور استخراج گردید. فرآیند آماده‌سازی داده‌ها شامل مراحل زیر است: نخست، هزینه‌های مذکور برای هرسال به تفکیک نوع سکونت (شهری و روستایی) تجمیع گردید تا هزینه سلامت میانگین هر خانوار مشخص شود. در مرحله بعد، این مقادیر در تعداد کل خانوارهای هر منطقه ضرب شد تا هزینه سلامت کل مناطق شهری و روستایی محاسبه گردد. درنهایت، با جمع‌بندی هزینه‌های دو بخش شهری و روستایی، شاخص هزینه سلامت کل استان در هر سال حاصل شد.

هزینه سلامت خانوار روستایی × تعداد خانوار روستایی = هزینه سلامت مناطق روستایی

هزینه سلامت خانوار شهری × تعداد خانوار شهری = هزینه سلامت مناطق شهری

هزینه سلامت مناطق روستایی + هزینه سلامت مناطق شهری = کل هزینه سلامت

سایر داده‌های مورد استفاده در پژوهش، شامل مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، ارزش‌افزوده بخش صنعت، مصرف انرژی‌های فسیلی، نرخ شهرنشینی و میزان انتشار دی‌اکسید کربن، با استفاده از اطلاعات گزارش‌شده در پایگاه‌های مرکز آمار ایران، بانک مرکزی، ترازنامه‌های وزارت نفت و ترازنامه‌های انرژی وزارت نیرو استخراج شده‌است. لازم به ذکر است که داده‌های برخی متغیرها برای همه استان‌ها در دسترس نبوده و به همین دلیل از روش‌های آماری برای برآورد مقادیر آن‌ها استفاده شده است. به‌عنوان نمونه، میزان مصرف سوخت‌های فسیلی از مجموع مصرف پنج سوخت اصلی (نفت سفید، نفت گاز، بنزین و غیره) محاسبه شد. همچنین برای محاسبه میزان انتشار دی‌اکسید کربن، از ضرایب انتشار مرتبط با هر یک از سوخت‌های فسیلی در زیربخش‌های مختلف استفاده گردید به‌این‌ترتیب که ابتدا میزان دی‌اکسید کربن منتشرشده در هر زیربخش برای سوخت مورد نظر تعیین شده و سپس با جمع مقادیر زیربخش‌ها، انتشار کل دی‌اکسید کربن مربوط به آن سوخت به‌دست‌آمد. در نهایت، با جمع‌زدن دی‌اکسید کربن منتشرشده از تمامی سوخت‌ها، میزان انتشار سالانه دی‌اکسید کربن محاسبه شده است.

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]
راهبردهای مدیریت در نظام سلامت، سال یازدهم، شماره ۱، شماره پیاپی ۳۹

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0

روش اقتصادسنجی فضایی

در این تحقیق از روش اقتصادسنجی فضایی برای تخمین مدل موردنظر استفاده شد. اقتصادسنجی فضایی، کاربرد روش اقتصادسنجی در استفاده از داده‌های نمونه‌ای دارای جزء مکانی هستند. درواقع اقتصادسنجی فضایی زیرشاخه‌ای از اقتصادسنجی است که رابطه متقابل فضایی (وابستگی یا خودهمبستگی فضایی) و ساختار فضایی (ناهمسانی فضایی) را در مدل‌های رگرسیونی با داده‌های مقطعی یا ترکیب مقطعی-سری زمانی بررسی می‌کند. زمانی که داده‌های نمونه‌ای دارای جزء مکانی هستند، به‌کارگیری شیوه‌های اقتصادسنجی عمومی چندان مناسب نیست. به هنگام استفاده از داده‌های نمونه‌ای دارای جزء مکانی، دو مسئله "وابستگی فضایی" و "ناهمسانی فضایی" رخ خواهد داد. وابستگی فضایی پدیده‌ای است که در داده‌های نمونه دارای عنصر مکانی روی می‌دهد، به‌طوری‌که وقتی مشاهده‌ای مربوط به یک استان مانند i وجود داشته باشد، این مشاهده به مشاهده‌های دیگر در مکان‌های i مخالف j وابسته است. وابستگی فضایی می‌تواند بین چندین مشاهده رخ دهد به‌طوری‌که i می‌تواند هر مقداری از ۱ تا n را اختیار کند؛ زیرا انتظار می‌رود که داده‌های نمونه‌ای مشاهده‌شده در یک نقطه از فضا به مقادیر مشاهده‌شده در مکان‌های دیگر وابسته باشد. ناهمسانی فضایی اصطلاحی است که به انحراف در روابط بین مشاهده‌ها در سطح مکان‌های جغرافیا فضا اشاره دارد. به‌عبارتی‌دیگر، با حرکت در بین مشاهده‌ها، توزیع داده‌های نمونه‌ای نشانگر میانگین و واریانس ثابتی نخواهند بود (۷).

از مدل‌های رگرسیون فضایی جهت تعیین اثرات فضایی (spatial effects) با استفاده از سری‌های بسط یافته استفاده می‌شود. تغییر در یک مشاهده (استان) وابسته به هر یک از متغیرهای توضیحی دارای تأثیراتی بر خود منطقه به‌صورت مستقیم و اثرات بالقوه‌ای بر دیگر مناطق به‌صورت غیرمستقیم است. مدل‌های اقتصادسنجی فضایی می‌تواند جهت بررسی تجربی شدت و معنی‌دار بودن آماری تعاملات و واکنش‌ها مورداستفاده واقع شود. درواقع، این مدل‌ها ما را قادر می‌سازند تا تمامی مشاهدات را مانند مشاهده مبدأ در نظر بگیریم. ممکن است اثرات مستقیم و غیرمستقیم زمان‌بر تلقی شوند؛ اما هیچ‌گونه نقش صریحی برای انتقال زمان در روابط مقطعی در نظر گرفته نشده است. درواقع، توانایی مدل‌های رگرسیون فضایی جهت تعیین این تعاملات بیانگر جنبه بسیار مهمی از مدل‌های اقتصادسنجی (spatial econometric) است (۷).

مدل‌های رگرسیون فضایی ساختار وابستگی بین مشاهداتی که نشان‌دهنده کشورها، مناطق، استان‌ها و غیره هستند را بررسی می‌نمایند. به همین دلیل تخمین پارامترها حاوی اطلاعات ارزشمندی در روابط بین مشاهدات یا مناطق می‌باشد. این روش مدعی است که دارای قابلیت و کاربرد بهتری نسبت به اقتصادسنجی مرسوم در مطالعات مکانی و منطقه‌ای است. بر اساس این روش می‌توان فاصله هر نقطه در فضا را از نقطه دیگر تعیین نمود. اصطلاح ساختار فضایی وجود وابستگی فضایی یا ناهمگنی پراکنش را نشان می‌دهد. وابستگی فضایی، رابطه بین آنچه در یک نقطه از فضا و آنچه در جای دیگر از فضا اتفاق می‌افتد را نشان می‌دهد. با توجه به مفهوم توسعه‌یافته فضا که شامل فضای اقتصادی، سیاسی، اجتماعی و جغرافیایی است؛ مفهوم وابستگی فضایی می‌تواند به‌منظور ارائه تعاملات بینابینی به کار گرفته شود (۶).

در مدل‌های اقتصادسنجی فضایی قدرت تعامل بالقوه بین واحدها از طریق تعریف ماتریس وزنی فضایی W نشان داده می‌شود (۷). طبق رویکرد مدل محور، تغییر یک پدیده می‌تواند به‌عنوان مجموعه‌ای از متغیرهای توضیحی و تأثیرات فضایی توضیح داده شود. مدل‌های اقتصادسنجی سنتی می‌توانند مجدداً تفسیر شوند و تأثیرات فضایی ممکن بر هزینه‌های سلامت را مدنظر قرار دهد که به‌صورت زیر می‌باشد.

$$y = X\beta + WX\theta + u$$ (معادله ۲)

y یک بردار n×1 از اندازه مقطع عرضی متغیر وابسته است و X یک ماتریس n×k از متغیرهای توضیحی را نشان می‌دهد و u بردار از خطاها بوده که فرض می‌شود، دارای توزیع نرمال و مستقل $N\sim(0,\delta^2 I)$ می‌باشد. ماتریس وزنی فضایی W، n×n که شامل روابط فاصله‌ای می‌باشد. θ پارامتر وقفه فضایی است. مدل وقفه فضایی نشان‌دهنده این است که متغیر وابسته y به سطوح y در مناطق همسایه بستگی دارد (۷).

در مفهوم اقتصادی درایه‌های W_{ij}، نشان‌دهنده قدرت پتانسیل تعاملات بین واحد i و واحد j است. ماتریس وزنی معمولاً استانداردشده است؛ بنابراین مجموع درایه‌های هر سطر یا ستون برابر واحد است. وزن‌ها می‌تواند با استفاده از مفهوم مجاورت بین واحدها تعریف شود و علامت $W_{ij}=1$ زمانی که i و j همسایه

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0
[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

هم هستند و $W_{ij} = 0$ وقتی مجاورت و همسایگی هم نباشند، وزن‌ها می‌تواند دارای ارزش مداوم و مستمر باشد، بااین‌حال بایستی عناصر ماتریس وزنی غیر تصادفی و برون‌زا باشند (۶).

ماتریس وزنی فضایی فاصله-معکوس

ماتریس وزنی مجاورتی دارای عناصر ۰ و ۱ است و بر اساس همسایگی و داشتن مرز مشترک میان استان‌ها تهیه می‌شود و معمولاً عناصر قطر اصلی آن صفر می‌باشد و عناصر خارج از قطر اصلی در صورتیکه دو استان همسایه باشند مقدار یک و در غیر این صورت مقدار صفر اختیار می‌کند تا از تأثیر هر استان بر خود جلوگیری شود. درنهایت، به‌منظور اطمینان از قابلیت مقایسه ضرایب و جلوگیری از سوگیری در برآورد مدل‌های فضایی، ماتریس حاصل به‌صورت سطری نرمال‌سازی می‌شود؛ این فرآیند موجب می‌شود که مجموع وزن‌های هر سطر برابر با یک باشد و تفسیر ضرایب مدل، به‌ویژه در بررسی اثرات سرریز، ازنظر آماری معتبر گردد.

با توجه به ماهیت متغیرهای این پژوهش و به‌خصوص سرریز دی‌اکسید کربن منتشره که طی فاصله کاهش می‌یابد و در آن استان‌های مجاور نزدیک‌تر بیشترین تأثیر را می‌پذیرند و به‌مرور اثر آن کاهش می‌یابد و شدت سرریز با فاصله کمتر می‌شود لازم بود به‌جای ماتریس وزنی مجاورت از ماتریس وزنی فاصله معکوس استفاده کنیم. این ماتریس، ماتریس وزنی فضایی جغرافیایی فاصله- معکوس نام دارد که در آن استان‌های مجاور و همسایه بیشترین وزن و استان‌های دور از هم کمترین وزن را می‌گیرند. عناصر d_{ij}^{*}در ماتریس چگونگی ارتباط فضایی منطقه i با j را ازنظر فاصله نشان می‌دهد که به‌صورت 1/dij یا $1/d^2ij$ تعریف می‌شود. به‌منظور تعیین فاصله بین دو واحد (استان) از دو تابع اقلیدسی و مینکووسکی استفاده می‌شود (۱۲). در این پژوهش ماتریس فاصله معکوس بر اساس رابطه $1/d_{ij}$ در ابعاد ۳۱×۳۱ ساخته‌شده است. با توجه به اینکه عناصر ماتریس بر مبنای معکوس فاصله محاسبه‌شده است نیاز به نرمال‌سازی ندارد و از همین ماتریس به‌عنوان ماتریس وزنی فضایی استفاده‌شده است. در ادامه چگونگی محاسبات این ماتریس نشان داده می‌شود:

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i x_j)^2 + (y_i - y\ )^2} \quad \text{(معادله ۳)}$$

$$d_{ij}^{*} = {}^{1}/_{d_{ij}} \quad \text{(معادله ۴)}$$

یافته‌ها

برای برآورد مدل از روش اقتصادسنجی فضایی استفاده‌شده است. برآورد دقیق مدل نیازمند اجرای برخی از آزمون‌های پیش‌نیاز می‌باشد. در ادامه آزمون‌های انجام‌شده و موردنیاز ارائه می‌گردد.

آزمون مانایی متغیرها -به‌منظور بررسی وضعیت مانایی (ایستایی) متغیرهای مدل لازم است ابتدا آزمون مانایی انجام گیرد. با توجه به اینکه داده‌های مدل از نوع پانل هستند لازم است از آزمون‌های کلاسیک نظیر آزمون‌های لوئین، لین و چو (L.L.C) و آزمون ایم، پسران و شین(IPS) استفاده شود ولی به دلیل نتایج کاذب این آزمون‌ها، بهتر است که از آزمون‌های نسل دوم مانند آزمون پسران (CIPS) که وابستگی مقطعی را در نظر می‌گیرد، استفاده کرد. بررسی‌های آزمون پسران نشان داد که برخی از متغیرهای مدل مانا نیستند به همین منظور پس از تفاضل‌گیری مرحله اول متغیرها در سطح I(1) مانا شدند (۱۳). آمارهٔ این آزمون در جدول ۱ ارائه‌شده است.

جدول ۱: نتایج آزمون مانایی با یک‌بار تفاضل گیری

متغیر(تفاضل اول)	آماره CIPS	مقدار p
ΔLnHE	- ۵/۵۶	۰/۰۲۱
ΔlnCO2	- ۳/۴۸	۰/۰۰۱
ΔLnREN	- ۳/۲۵	۰/۰۴
ΔLnFOSIL	- ۳/۰۵	۰/۰۲۱
ΔLnIND	- ۳/۵۱	۰/۰۳۲
ΔLnURB	- ۴/۰۱	۰/۰۱۱

آزمون خودهمبستگی فضایی، دومین آزمونی است که در تحلیل داده‌های پانل و مدل‌های اقتصادسنجی فضایی ضرورت دارد. وجود خودهمبستگی فضایی در مدل را می‌توان از طریق آزمون موران (Moran's I) بررسی کرد. فرض صفر این آزمون بیانگر عدم وجود اثرات مکانی (عدم سرریزهای فضایی) در جملات اخلال است. زمانی که فرض صفر رد شود، وجود اثرات مکانی در جملات اخلال تأیید می‌گردد. با توجه به نتایج ارائه‌شده در جدول ۲، سطح احتمال (مقدار p) آزمون کمتر از ۰/۰۵ است؛ در نتیجه، فرض صفر مبنی بر عدم وجود سرریزهای فضایی رد شده و مدل باید به‌صورت فضایی برآورد شود.

جدول ۲: نتایج آزمون موران

آماره	مقدار p
۰/۷۸	۰/۰۲۱

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0
[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

تعیین کارایی مدل‌های اثرات ثابت (fixed effects) یا اثرات تصادفی (random effects) در برآورد مدل‌های اقتصادسنجی با داده‌های پانل امری ضروری است. اصولاً در داده‌های پانل که تعداد مقاطع از تعداد دوره‌های زمانی بیشتر است، داده‌ها دارای اثرات ثابت هستند. در مدل‌هایی نظیر مدل حاضر نیز، از آنجا که هر استان دارای ویژگی‌های اقتصادی، اجتماعی و جغرافیایی منحصربه‌فردی است که با متغیرهای توضیحی قابل کنترل نیستند، بهتر است مدل با روش اثرات ثابت برآورد شود؛ مگر آنکه آزمون هاسمن خلاف آن را نشان دهد. در آزمون هاسمن، فرضیه صفر بیانگر کارایی روش اثرات تصادفی نسبت به اثرات ثابت و فرضیه مقابل بیانگر برتری مدل اثرات ثابت است. با توجه به نتایج جدول ۳، فرضیه صفر آزمون هاسمن در سطح معنی‌داری ۵ درصد رد شده و لذا برآورد مدل با روش اثرات ثابت ضروری است. در نهایت، بر اساس نتایج آزمون موران در جدول ۲، می‌توان نتیجه گرفت که مدل باید با روش‌های فضایی برآورد شود. به منظور تعیین و تشخیص نوع مدل لازم است با آزمون‌هایی بررسی گردد که آیا خودهمبستگی ناشی از متغیر وابسته است یا از پسماندهای مدل ایجاد شده‌است. با توجه به نتایج آزمون‌های ارائه شده در جدول ۴، متغیر وابسته و پسماندهای مدل هر دو تابع ساختار و مقادیر مکانی بوده و خودهمبستگی ایجاد می‌کنند. بنابر نتایج آزمون‌های مذکور، مدل دوربین فضایی (Spatial Durbin Model) برای برآورد انتخاب می‌شود.

جدول ۳: سایر آزمون‌ها

آزمون	آماره آزمون	مقدار p
Hausman	۲۲/۷۸	۰/۰۱۳
Wald	۳۷۸/۲۱	۰/۰۱۰
Lm -lag	۵/۸۷۶	۰/۰۱۵
Lm Error	۸/۶۴۷	۰/۰۰۳

جدول ۴ برآورد مدل دوربین فضایی با روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (Generalized Least Squares: GLS) ارائه می‌نماید. روش حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS) درصورتی‌که پارامترهای یک مدل رگرسیونی با استفاده از روش حداقل مربعات به‌صورت کارا تخمین زده‌شده باشند، جملات خطا به هم وابسته نخواهند بود و واریانس یکسانی خواهند داشت. علاوه بر این در چنین حالتی ماتریس واریانس کوواریانس تخمین زده‌شده توسط روش حداقل مربعات معمولی دیگر معتبر نخواهد بود؛ بنابراین ما به روشی نیاز داریم که بتواند در شرایط وجود واریانس ناهمسانی یا وابستگی پیاپی جملات خطا، مدل رگرسیونی را تخمین بزند.

جدول ۴: برآورد مدل دوربین فضایی

	متغیر	ضریب	انحراف معیار	مقدار p
اصلی				
lnCO2	لگاریتم انتشار گاز دی‌اکسید کربن	۰/۳۴۱	۰/۰۷۵۳۷۸۲	۰/۰۰۰
lnREN	لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدید پذیر	- ۰/۰۱۹	۰/۱۱۲۱۶۱	۰/۰۸۱
lnFOSIL	لگاریتم سوخت‌های فسیلی	۰/۳۴۷	۰/۰۸۹۴۶۳۴	۰/۰۱
lnIND	لگاریتم ارزش‌افزوده صنعت	۰/۱۷۵	۰/۰۸۴۹۲۶۷	۰/۰۳۹
lnURB	لگاریتم نرخ شهرنشینی	۰/۱۳۴	۰/۴۱۹۸۸۲۶	۰/۰۷۱
C	عرض از مبدأ	- ۲۸/۹۳۸	۱۰/۷۶۴۵۲	۰/۰۰۷
Wx (سرریز فضایی)				
lnCO2	لگاریتم سرریز انتشار گاز دی‌اکسید کربن	۰/۲۴۶	۰/۱۹۲۹۳۳۸	۰/۰۱۲
lnREN	لگاریتم سرریز مصرف انرژی‌های تجدید پذیر	- ۰/۵۸۷	۰/۳۵۷۴	۰/۰۶۵
lnFOSIL	لگاریتم سرریز سوخت‌های فسیلی	۰/۲۵۴	۰/۲۱۵۳۳۳۸	۰/۰۸۱
lnIND	لگاریتم سرریز ارزش‌افزوده صنعت	۰/۱۴۵	۰/۳۲۴۶۳۰۴	۰/۰۵
lnURB	لگاریتم سرریز نرخ شهرنشینی	۷/۷۳۲	۱/۸۱۵۸۳۳	۰/۰۸۴
Spital rho		۰/۵۲۱	۰/۸۰۰۰۱۴	۰/۰۴۲
Variance		- ۱/۳۴۴	۰/۲۲۰۶۳۱	۰/۰۲۵
theta- lgt		۰/۷۰۴	۰/۰۰۵۳۳۹۳	
Sigma2_e				

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0
[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

با استناد به نتایج برآورد مدل دوربین فضایی (جدول ۴)، اثر مستقیم و سرریز فضایی انتشار گاز CO2 و ارزش افزوده صنعت (صنعتی‌شدن) و همچنین اثر مستقیم مصرف سوخت‌های فسیلی، همگی در سطح ۵ درصد معنی‌دار هستند. علاوه بر این، اثر مستقیم و سرریز فضایی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و نرخ شهرنشینی، و نیز اثر سرریز فضایی سوخت‌های فسیلی بر هزینه‌های سلامت، در سطح ۱۰ درصد معنی‌داری قرار دارند.

اثرات کل، مستقیم و غیر مستقیم

از مزیت‌های مهم مدل دوربین فضائی، تفکیک اثر کل به اثرات مستقیم و غیر مستقیم است که نشان دهنده اثرات سرریز است. اثر کل مشتق جزئی متغیر وابسته هر استان نسبت به متغیر توضیحی همان استان است. همچنین از تفاضل اثر کل با اثر مستقیم، اثر غیر مستقیم به‌دست می‌آید که اثر سرریز متغیرهای توضیحی سایر استان‌ها را نشان می‌دهد. بر اساس مدل فضایی برآورد شده تمامی متغیرها دارای اثرات مستقیم و غیر مستقیم معنی‌دار هستند. در جدول ۵ اثرات کل، مستقیم و غیر مستقیم (نهایی) متغیرهای توضیحی مدل بر هزینه‌های سلامت استان‌های ایران را نشان می‌دهد.

جدول ۵: اثرات نهایی، مستقیم، غیر مستقیم و کل

متغیر	اثر مستقیم	اثر غیر مستقیم	اثرکل
LNCO2	۰/۳۹۸	۰/۲۷۵	۰/۶۷۳
LNREN	- ۰/۱۳۹	- ۰/۰۸۷	- ۰/۲۲۶
LNFOSIL	۰/۳۹۵	۰/۳	۰/۶۹۲
LNIND	۰/۲۰۲	۰/۱۵۷	۰/۳۵۹
LNURB	۰/۱۵۳	۰/۱۱۱	۰/۲۶۴

با توجه به جدول ۵، اثرات کل نشان می‌دهد که افزایش مصرف سوخت فسیلی، صنعتی شدن، انتشار گاز CO2 و شهرنشینی ضمن اثرگذاری بر هزینه سلامت همان استان، بر هزینه سلامت استان‌های همجوار نیز موثر و باعث افزایش هزینه سلامت می‌شود. در مقابل افزایش مصرف انرژی‌های تجدید پذیر هم به صورت مستقیم و هم غیر مستقیم باعث کاهش هزینه‌های سلامت می‌شود. براین‌اساس، افزایش یک‌درصدی در مصرف انرژی های تجدیدپذیر باعث کاهش ۰/۱۳۹ درصدی در هزینه‌های سلامت به‌صورت مستقیم (همان استان) و ۰/۰۸۷ درصد به‌صورت غیر مستقیم (استان‌های دیگر) می‌شود. مصرف سوخت‌های فسیلی، انتشار دی اکسید کربن و صنعتی شدن به ترتیب ۰/۳۹۵، ۰/۳۹۸ و ۰/۲۰۲ درصد اثر مستقیم و ۰/۳، ۰/۲۷۵ و ۰/۱۵۷ درصد اثر غیر مستقیم بر هزینه‌های سلامت سایر استان ها دارد. افزایش یک درصد در مصرف سوخت‌های فسیلی موجب افزایش ۰/۳۹۵ درصد در هزینه‌های سلامت همان استان و ۰/۳ درصد باعث افزایش هزینه سلامت سایر استان‌ها می‌شود. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که صنعتی‌شدن استان‌ها، که با شاخص ارزش‌افزوده بخش صنعت سنجیده شده است، بر هزینه‌های سلامت هم به‌صورت مستقیم و هم به‌صورت غیرمستقیم (سرریز فضایی) اثر مثبت و معنی‌داری دارد. در این راستا، افزایش یک‌درصدی در ارزش‌افزوده بخش صنعت (به‌عنوان شاخص صنعتی‌شدن) موجب افزایش ۰/۲۰۲ درصدی در هزینه‌های سلامت همان استان (اثر مستقیم) و ۰/۱۵۷ درصد اثر غیر مستقیم بر هزینه سلامت سایر استان ها دارد.

بحث

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از برآورد مدل دوربین فضایی، مشاهده می‌شود که صنعتی شدن استان‌ها ــ که با شاخص ارزش‌افزوده بخش صنعت سنجیده شده است ــ تأثیری مثبت و معنی‌دار بر هزینه‌های سلامت دارد. این یافته نشان می‌دهد که گسترش فعالیت‌های صنعتی نه‌تنها در همان استان، بلکه در استان های پیرامونی نیز موجب افزایش هزینه‌های سلامت می‌شود. به‌عبارت‌دیگر، استان‌هایی که سطح صنعتی شدن بالاتری دارند، با هزینه‌های سلامت بیشتر مواجه‌اند. این تأثیر مثبت عمدتاً ریشه در پیامدهای منفی ناشی از فرایند صنعتی شدن دارد، ازجمله افزایش آلودگی هوا، تولید پسماند و فاضلاب صنعتی و انتشار مواد شیمیایی؛ افزایش شیوع بیماری‌های تنفسی، قلبی، سرطانی و اختلالات مرتبط با شرایط کاری محیط‌های صنعتی؛ تشدید فشار بر زیرساخت‌های درمان و شبکه مراقبت‌های بهداشتی و مهاجرت کارگران به مناطق صنعتی و تغییر در الگوهای تراکم و توزیع جمعیت.

دومین نکته قابل‌ذکر از نتایج به‌دست‌آمده وجود اثر غیرمستقیم (سرریز فضایی) صنعتی شدن بر هزینه‌های سلامت است گسترش صنعت و صنعتی شدن، علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر هزینه‌های سلامت در همان استان، باعث افزایش

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]
Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0

هزینه‌های سلامت در استان‌های مجاور نیز می‌شود. مهم‌ترین دلایل اثر غیرمستقیم عبارت‌اند از انتشار سریع آلاینده‌های محیطی که موجب عبور آلودگی هوا از مرزهای جغرافیایی و آسیب دیدن جمعیت ساکن در شهرهای هم‌جوار می‌شود و گسترش شبکه‌های اقتصادی و اجتماعی که باعث می‌شود مناطق مجاور به‌تدریج به سمت فعالیت‌های صنعتی مشابه حرکت کنند و تغییراتی در سبک زندگی افراد (افزایش استرس کاری، مصرف غذاهای فراوری‌شده، ساعات کاری طولانی) ایجاد شود؛ تغییراتی که همگی می‌توانند سلامت جامعه را تضعیف کنند.

مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و انرژی‌های فسیلی دو عامل دیگری هستند که بر هزینه‌های سلامت اثرگذار است. یافته‌ها نشان می‌دهد که هر دو عامل دارای اثر مستقیم و غیرمستقیم بر هزینه‌های سلامت هستند. افزایش مصرف انرژی‌های تجدید پذیر اثر مستقیم و منفی بر هزینه‌های سلامت دارند و برعکس افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی باعث افزایش مستقیم هزینه‌های سلامت می‌شود. سرریز فضایی انرژی‌های تجدید پذیر و انرژی‌های فسیلی بر هزینه‌های سلامت اثر معنی‌داری در سطح ۱۰درصد دارند. ضمناً سرریز فضایی انرژی‌های تجدید پذیر منفی و انرژی‌های فسیلی مثبت است.

مصرف انرژی‌های تجدید پذیر، ازجمله انرژی خورشیدی، بادی، برق‌آبی و سایر منابع پاک، معمولاً دارای اثر منفی بر هزینه‌های سلامت است؛ به این معنی که با افزایش استفاده از این نوع انرژی‌ها، هزینه‌های مرتبط با سلامت کاهش می‌یابد. این اثر را می‌توان از دو بعد مستقیم و غیرمستقیم توضیح داد. اثر مستقیم مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر هزینه‌های سلامت ازآنجا ناشی می‌شود که این منابع، جایگزین انرژی‌های فسیلی می‌شوند و درنتیجه میزان انتشار آلاینده‌های مضر کاهش می‌یابد. انرژی‌های فسیلی در فرایند احتراق، مقادیر بالایی از آلاینده‌هایی مانند دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، منواکسید کربن و ذرات معلق تولید می‌کنند که همگی اثرات منفی بر سلامت انسان دارند. افزایش سهم انرژی‌های تجدید پذیر در سبد مصرف انرژی، با کاهش آلودگی هوا، می‌تواند بروز بیماری‌های تنفسی، قلبی–عروقی، آلرژی‌ها و حتی برخی سرطان‌ها را کاهش دهد. درنتیجه، هزینه‌های درمانی، دارویی، بستری و سایر هزینه‌های سلامت نیز کاهش پیدا می‌کند. اثر سرریز فضایی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر از این واقعیت ناشی می‌شود که پیامدهای زیست‌محیطی ناشی از تغییر الگوی مصرف انرژی، به مرزهای جغرافیایی یک منطقه محدود نمی‌ماند. هنگامی‌که یک منطقه مصرف انرژی‌های پاک را افزایش می‌دهد و اتکای خود به سوخت‌های آلاینده را کاهش می‌دهد، نه‌تنها کیفیت محیط‌زیست همان منطقه بهبود می‌یابد، بلکه مناطق مجاور نیز از کاهش انتشار و جابجایی آلاینده‌ها منتفع می‌شوند. ازآنجاکه بسیاری از آلاینده‌های هوا قابلیت انتقال از طریق باد، جریان‌های جوی و الگوهای اقلیمی را دارند، کاهش انتشار در یک منطقه می‌تواند سطح آلودگی را در نواحی هم‌جوار نیز کاهش دهد و درنتیجه هزینه‌های سلامت را در آن مناطق پایین آورد. علاوه بر این، مصرف بیشتر انرژی‌های تجدید پذیر در یک منطقه می‌تواند از طریق سرریز فناوری و نهادی نیز بر مناطق مجاور اثر بگذارد. برای مثال، توسعه زیرساخت‌های انرژی پاک، افزایش آگاهی عمومی، انتقال دانش فنی، گسترش بازار تجهیزات و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری، می‌تواند پذیرش این نوع انرژی‌ها را در مناطق اطراف نیز تسهیل کند. به‌این‌ترتیب، آثار مثبت تجدید پذیرها نه‌تنها در همان منطقه بلکه در فضای پیرامونی نیز بازتاب می‌یابد.

در مقابل، مصرف انرژی‌های فسیلی معمولاً دارای اثر مثبت بر هزینه‌های سلامت است؛ یعنی افزایش مصرف این نوع انرژی‌ها به افزایش هزینه‌های سلامت منجر می‌شود. این اثر نیز از دو مسیر مستقیم و سرریز فضایی قابل توضیح است. انرژی‌های فسیلی شامل نفت، گاز طبیعی، زغال‌سنگ و فرآورده‌های وابسته، اصلی‌ترین منابع تولید آلودگی هوا در بسیاری از اقتصادها هستند. مصرف این انرژی‌ها در بخش‌های حمل‌ونقل، صنعت، تولید برق و مصارف خانگی با انتشار گسترده آلاینده‌های زیان‌آور همراه است. این آلاینده‌ها مستقیماً سلامت انسان را تهدید می‌کنند و سبب افزایش ابتلا به بیماری‌های تنفسی، آسم، برونشیت، بیماری‌های قلبی–عروقی، سکته و مرگ‌ومیر زودرس می‌شوند؛ بنابراین، در مناطقی که مصرف انرژی‌های فسیلی بالا است، بار بیماری نیز افزایش‌یافته و متعاقب آن، هزینه‌های درمانی، مراقبتی و عمومی سلامت بیشتر می‌شود. از منظر اقتصادی نیز، افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی نوعی هزینه خارجی منفی ایجاد

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

می‌کند؛ زیرا اگرچه ممکن است این انرژی‌ها در کوتاه‌مدت ارزان‌تر یا در دسترس تر باشند، اما هزینه‌های تحمیل‌شده به‌نظام سلامت و رفاه اجتماعی را افزایش می‌دهند. درنتیجه، اثر مستقیم آن‌ها بر هزینه‌های سلامت معمولاً مثبت و معنی‌دار است. مصرف انرژی‌های فسیلی علاوه براثر محلی، آثار منفی خود را به مناطق مجاور نیز منتقل می‌کند. این موضوع ریشه در ویژگی انتقال‌پذیری آلاینده‌های هوا دارد. بسیاری از آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی، مانند ذرات معلق ریز، اکسیدهای نیتروژن و دی‌اکسید گوگرد، در جو جابه‌جا می‌شوند و می‌توانند در فاصله‌ای دورتر از محل تولید نیز بر کیفیت هوا اثر بگذارند. ازاین‌رو، بالا بودن مصرف سوخت‌های فسیلی در یک منطقه ممکن است موجب افزایش آلودگی و تشدید بیماری‌ها در مناطق همسایه شود و هزینه‌های سلامت آن‌ها را نیز بالا ببرد. افزون بر سرریز محیط‌زیستی، گاهی سرریزهای اقتصادی و ساختاری نیز نقش دارند. برای مثال، تمرکز صنایع آلاینده در یک منطقه ممکن است به شکل‌گیری شبکه‌های صنعتی و حمل‌ونقل وابسته در مناطق مجاور بینجامد و درنتیجه الگوی مصرف بالای انرژی فسیلی را در سطح منطقه‌ای بازتولید کند. همچنین، وابستگی زیرساختی به انرژی‌های فسیلی می‌تواند فرایند گذار به انرژی‌های پاک را در مناطق هم‌جوار نیز کند سازد. به‌این‌ترتیب، اثرات منفی مصرف سوخت‌های فسیلی به‌صورت فضایی گسترش می‌یابد.

همچنین یافته‌های مدل نشان داد که نرخ شهرنشینی بر هزینه‌های سلامت هم به‌صورت مستقیم و هم سرریز فضایی اثر مثبت و معنی‌دار دارد. دلیل مثبت بودن می‌تواند ناشی از افزایش درامد سرانه افراد و همچنین تغییرات رفتاری و سبک زندگی افراد، تمرکز زیرساخت‌های سلامت در مناطق شهری و بالا بودن هزینه‌های سلامت در شهرها باشد. همچنین ماهیت سرریز فضایی مثبت آن نشان می‌دهد که توسعه شهری، پیامدهای زیست‌محیطی و رفتاری (مانند آلودگی‌های فرامرزی یا تغییر سبک زندگی در مناطق حاشیه شهری) را به استان‌های هم‌جوار منتقل می‌کند و این امر باعث افزایش بار هزینه‌های سلامت در کل منطقه جغرافیایی می‌شود.

پژوهش‌های مختلف خارجی و داخلی دارای نتایجی همسو با نتایج مطالعه حاضر دیده می‌شود. مطالعه محمود و همکاران (۲۰۲۲) برای کشورهای جنوب آسیا (پنج کشور) و در طی دوره ۲۰۱۸-۱۹۹۰ انجام گرفت. در این مطالعه مصرف انرژی‌های تجدید پذیر اثر منفی بر هزینه‌های سلامت دارد و همچنین انتشار گاز CO2 اثر مثبت بر هزینه‌های سلامت دارند (۲). در مطالعه میلا علمی و حسن نتاج و (۱۴۰۱) که برای ۱۹ کشور صادرکننده نفت طی دوره ۲۰۱۸-۲۰۰۴ انجام‌گرفته (ازجمله ایران) و رابطه مثبت بین انتشار گاز CO2 و هزینه سلامت تأییدشده است (۹). سانگ و وانگ (۲۰۲۱) در مطالعه‌ای درباره مناطق روستایی چین و با استفاده از داده‌های ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵، اثر سرریز فضایی آلودگی هوا، به‌ویژه $PM_{2.5}$ را بر هزینه‌های سلامت بررسی کردند و نتایج این مطالعه مؤید آن است که کنترل آلودگی از طریق کاهش وابستگی به سوخت‌های آلاینده می‌تواند نقش مؤثری در کاهش هزینه‌های سلامت داشته باشد (۶). خوشنویس یزدی و خانعلیزاده (۲۰۱۷) در بررسی کیفیت محیط‌زیست و رشد اقتصادی در تعیین هزینه‌های سلامت در کشورهای منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا با داده‌های سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۴ نشان دادند که متغیرهای آلودگی هوا و رشد اقتصادی با سلامت (هزینه مراقبت‌های سلامت) ارتباط معنی‌داری دارند و سلامت در سطح منطقه‌ای به‌شدت تحت تأثیر شرایط محیطی و اقتصادی قرار دارد (۱۴). این موضوع با منطق پژوهش حاضر هم‌راستا است، زیرا نشان می‌دهد تغییر در ساختار انرژی و محیط‌زیست می‌تواند هزینه‌های سلامت را تحت تأثیر قرار دهد. نیک‌بین و همکاران (۱۴۰۴) نیز با داده‌های سال‌های ۱۳۷۹ تا ۱۳۹۹ در استان‌های ایران، رابطه بین انتشار کربن و هزینه‌های سلامت را بررسی کردند (۱۵). رابطه بین انتشار کربن و سلامت نشان می‌دهد که این رابطه در ادبیات داخلی نیز پذیرفته‌شده و پژوهش حاضر در امتداد همین مسیر علمی قرار دارد. حق نویس و همکاران (۱۴۰۴) با داده‌های سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۳ اثرات سرریز فضایی انتشار کربن بر هزینه‌های سلامت را در کشورهای همسایه ایران بررسی کردند. اهمیت این مطالعه در آن است که نشان می‌دهد پیامدهای آلودگی فقط محدود به مرزهای جغرافیایی یک منطقه (کشور) نیست، بلکه می‌تواند به مناطق و کشورهای هم‌جوار نیز سرایت کند (۱۶). رضایی و همکاران (۱۴۰۱) نیز با داده‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۸ نشان دادند که متغیرهای زیست‌محیطی و اقتصادی بر هزینه‌های سلامت

[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]
[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0

اثرگذارند. این پژوهش نیز ازآن‌جهت مهم است که تداوم تأثیر عوامل محیطی بر سلامت را در سطح استان‌های ایران تأیید می‌کند (۱۷) و درنتیجه، با فرض اصلی پژوهش حاضر مبنی بر نقش تعیین‌کننده انرژی و آلودگی در هزینه‌های سلامت همسو است.

درمجموع، بررسی مطالعات پیشین نشان می‌دهد که نتایج پژوهش حاضر به‌طور غالب توسط ادبیات داخلی و خارجی حمایت می‌شود. مطالعات مختلف در سطوح منطقه‌ای، ملی و بین‌المللی نشان داده‌اند که صنعتی شدن، افزایش مصرف انرژی‌های تجدید پذیر با کاهش هزینه‌های سلامت و افزایش آلودگی، انتشار کربن و وابستگی به سوخت‌های فسیلی با افزایش هزینه‌های سلامت همراه است، بنابراین، یافته‌های این پژوهش نه‌تنها با مطالعات پیشین تعارضی ندارد، بلکه در امتداد و تأیید آن‌ها قرار می‌گیرد و می‌تواند مبنایی برای توصیه‌های سیاستی در جهت توسعه انرژی‌های پاک، کنترل آلودگی و کاهش فشار مالی بر نظام سلامت باشد. اصولاً تأسیس صنایع، کارخانه‌ها و گسترش صنایع (صنعتی شدن) علاوه بر گسترش مصرف انرژی‌های فسیلی، می‌تواند منجر به گسترش آلودگی هوا شود؛ بلکه آلودگی‌های آب‌وخاک نیز بیشتر شده و با گسترش پسماندها به‌خصوص پسماند صنعتی، زمینه‌ساز رشد و گسترش بیماری‌ها شده و بالطبع هزینه‌های سلامت افزایش می‌یابد. گسترش و توسعه صنعتی با بهره‌گیری انرژی‌های تجدید پذیر و جایگزینی روش‌های تولید کارا و ماشین‌آلات و تجهیزات بهره‌ور به‌جای ماشین‌آلات فرسوده و با بهره‌وری پایین که نقش عمده‌ای در تولید آلودگی‌های زیست‌محیطی دارند، ضروری است. در این راستا، بهتر است مصرف انرژی‌های تجدید پذیر در بخش‌های مختلف اقتصادی موردبررسی قرار بگیرد و تمرکز و برنامه‌ریزی برای کاهش انتشار گاز CO_2 در بخش‌ها با مصرف بالای انرژی فسیلی صورت بپذیرد. از سوی دیگر، بهتر است در بعضی استان‌های کشور که پتانسیل استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر مانند انرژی باد، خورشید و امواج دریا در آن‌ها وجود دارد، تسهیلات لازم برای سرمایه‌گذاری و تولید انرژی از این منابع، در اختیار بنگاه‌ها و فعالیت‌های اقتصادی قرار گیرد تا مصرف سوخت‌های فسیلی و آلاینده و همچنین انتشار گاز CO_2 کاهش یابد.

این پژوهش از چند جهت دارای اهمیت و نوآوری است. نخست آنکه، اثر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر، همراه با ارزش افزوده بخش صنعت، انتشار CO_2 و نرخ شهرنشینی بر هزینه‌های سلامت در استان‌های ایران به‌صورت هم‌زمان بررسی‌شده است. این ترکیب متغیرها در یک چارچوب تحلیلی واحد، امکان تحلیل جامع‌تری از پیوند میان انرژی، آلودگی و سلامت فراهم می‌کند و از این نظر نسبت به بسیاری از مطالعات پیشین متمایز است. دوم، استفاده از داده‌های تابلویی فضایی و ماتریس وزنی مبتنی بر مجاورت و فاصله از مهم‌ترین وجوه نوآورانه پژوهش است. این رویکرد امکان شناسایی اثرات سرریز فضایی را فراهم می‌سازد و نشان می‌دهد که آثار مصرف انرژی و آلودگی می‌تواند فراتر از مرزهای یک استان، بر استان‌های هم‌جوار نیز اثر بگذارد. سوم، این پژوهش با تفکیک اثر انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر، شواهدی کاربردی برای سیاست‌گذاری در حوزه سلامت و محیط‌زیست ارائه می‌کند. از این منظر، یافته‌ها تنها توصیفی نیستند، بلکه قابلیت استفاده در برنامه‌ریزی توسعه انرژی و کاهش هزینه‌های سلامت را دارند. از مهم‌ترین نقاط قوت این پژوهش، توجه به ناهمگنی منطقه‌ای استان‌ها از طریق روش‌های فضایی است. این ویژگی موجب می‌شود برآوردها به شرایط واقعی‌تر نزدیک‌تر باشند و اثرات بین استانی نیز در تحلیل لحاظ شود. نقطه قوت دیگر، کاربردپذیری بالای نتایج برای سیاست‌گذاران است. یافته‌ها نشان می‌دهد که توسعه انرژی‌های پاک می‌تواند در کاهش هزینه‌های سلامت و کنترل پیامدهای منفی آلودگی نقش داشته باشد؛ بنابراین، نتایج پژوهش برای تصمیم‌گیری در حوزه انرژی، محیط‌زیست و سلامت عمومی قابل‌استفاده است. همچنین، این پژوهش بخشی از هزینه‌های خارجی ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی را در قالب هزینه‌های سلامت آشکار می‌کند و از این طریق، ارزش تحلیلی و سیاستی بالایی دارد. در کنار نقاط قوت، این پژوهش محدودیت‌هایی نیز دارد. مهم‌ترین محدودیت، محدود بودن دوره زمانی و جامعه آماری است؛ بنابراین، تعمیم نتایج به دوره‌های زمانی دیگر یا سایر کشورها باید با احتیاط انجام شود و نیازمند پژوهش‌های تکمیلی است. از سوی دیگر، برخی ویژگی‌های ذاتی انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر نیز در تفسیر نتایج باید مدنظر قرار گیرد؛ برای مثال، انرژی‌های تجدید پذیر ممکن است با وابستگی به شرایط آب‌وهوایی، نوسان عرضه و هزینه اولیه بالا همراه باشند،

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir
CC BY-NC 4.0

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

درحالی‌که انرژی‌های تجدید ناپذیر به دلیل آلودگی بالا و محدودیت منابع در بلندمدت پایداری کمتری دارند. با توجه به طراحی مطالعه، تعمیم‌پذیری یافته‌ها بیشتر به استان‌های ایران و دوره زمانی بررسی‌شده محدود است. ازاین‌رو، هرچند نتایج برای فضای پژوهش حاضر معتبر و معنی‌دار است، اما برای تعمیم به سایر کشورها یا دوره‌های زمانی متفاوت، انجام مطالعات مشابه ضروری است.

نتیجه‌گیری

نتایج حاصل از برآورد مدل اقتصادسنجی فضایی، ضمن تأیید فرضیه‌های پژوهش، نشان داد که صنعتی شدن (با شاخص ارزش‌افزوده بخش صنعت)، مصرف سوخت‌های فسیلی و شهرنشینی، از طریق اثرات مستقیم و سرریز فضایی به شکلی معنی‌دار باعث افزایش هزینه‌های سلامت در استان‌ها می‌شوند. این یافته‌ها گویای آن است که پیامدهای منفی توسعه صنعتی و آلایندگی ناشی از آن، از مرزهای جغرافیایی استان‌های تولیدکننده فراتر رفته و بر سلامت استان‌های هم‌جوار نیز تأثیر می‌گذارد. در مقابل، گسترش مصرف انرژی‌های تجدید پذیر با ایفای نقشی کاهنده، منجر به کاهش هزینه‌های سلامت به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم شده است که نشان‌دهنده اثربخشی انرژی‌های پاک در کاهش بار اقتصادیِ ناشی از بیماری‌های محیط‌زیستی است. استفاده از رویکرد داده‌های تابلویی فضایی در این پژوهش، با در نظر گرفتن ناهمگونی میان استان‌ها و تفکیک دقیق اثرات مستقیم از سرریز، دقت تحلیل را در مواجهه با پیچیدگی‌های روابط اقتصادی-سلامت افزایش داد. یافته‌های این مطالعه بر ضرورت تغییر رویکرد از سیاست‌گذاری‌های تک منطقه‌ای به سیاست‌های کلان و منطقه‌ای تأکید دارد؛ به‌گونه‌ای که سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های تجدید پذیر و مدیریت انتشار آلاینده‌های صنعتی، نه‌تنها به‌عنوان یک ضرورت زیست‌محیطی، بلکه به‌عنوان راهکاری مؤثر برای کاهش هزینه‌های خارجی تحمیل‌شده بر نظام سلامت کشور در سطح ملی و منطقه‌ای پیشنهاد می‌شود.

بر اساس یافته‌های این پژوهش، راهکارهای سیاستی زیر برای کاهش اثرات منفی صنعتی شدن و مصرف سوخت‌های فسیلی بر هزینه‌های سلامت و ارتقاء بهره‌مندی از انرژی‌های تجدید پذیر پیشنهاد می‌شود:

- **توسعه انرژی‌های تجدید پذیر در استان‌های صنعتی:** با توجه به اثربخشی مثبت این انرژی‌ها، لازم است مشوق‌ها و تسهیلات قانونی و مالیاتی کافی برای جذب سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های پاک، به‌ویژه در استان‌های با پتانسیل بالا و تمرکز صنعتی، فراهم گردد.
- **اجرای نظام مالیات سبز (مالیات آلایندگی):** پیاده‌سازی کارآمد نظام مالیات سبز با هدف کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و آلودگی و تخصیص عادلانه درآمدهای حاصله به استان‌های آسیب‌دیده و مناطق هم‌جوار، از اولویت بالایی برخوردار است. این درآمدها می‌توانند صرف بهبود زیرساخت‌های بهداشتی و زیست‌محیطی شوند.
- **تقویت نظارت منطقه‌ای بر شاخص‌های کیفیت هوا و سلامت:** ایجاد و تقویت سیستم‌های پایش جامع و به هنگام شاخص‌های کیفیت هوا و سلامت در سطح منطقه‌ای و استانی، امکان ارزیابی دقیق‌تر اثرات و اتخاذ تصمیمات سیاستی مبتنی بر شواهد را فراهم می‌آورد.
- **تدوین برنامه‌ریزی‌های منطقه‌ای جامع:** با توجه به ماهیت فضایی اثرات، همکاری و برنامه‌ریزی مشترک بین استان‌ها در زمینه کنترل آلودگی و توسعه خدمات سلامت، به‌ویژه در نواحی هم‌مرز و دارای هم‌پوشانی اثرات، ضروری است.

ملاحظات اخلاقی

این مقاله حاصل بخشی از رساله با عنوان بررسی اثر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر هزینه‌های سلامت استان‌های ایران: رهیافت اقتصادسنجی فضایی، با کد پایان‌نامه به شماره ۱۸۸۲۴۸۶۵۱۱۰۱۵۴۵۸۹۶۰۲۸۱۶۲۸۷۷۹۳۵ در مقطع دکتری تخصصی اقتصاد سلامت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی‌شهر، در سال ۱۴۰۴ می‌باشد. در پژوهش حاضر تمامی ملاحظات اخلاقی ازجمله شرط امانت و صداقت در جمع‌آوری و انتشار داده موردتوجه بوده است.

سپاسگزاری

نویسندگان بدین‌وسیله بر خود لازم می‌دانند از تمام کسانی که ایشان را در انجام مطالعه یاری نموده‌اند، سپاسگزاری نمایند.

مشارکت نویسندگان

طراحی پژوهش: م. ر، س. ن الف، ب. ح

جمع‌آوری داده‌ها: م. ر، س. ن الف، ب. ح

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]
[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

CC BY-NC 4.0

تحلیل داده‌ها: م. ر، س. ن الف، ب. ح

نگارش و اصلاح داده‌ها: م. ر، س. ن الف، ب. ح

سازمان حمایت‌کننده

پژوهش حاضر از سوی هیچ سازمانی موردحمایت مالی قرار نگرفته است.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تعارض منافعی از سوی نویسندگان گزارش نشده است.

References

1) Salehnia N, Mokhtari Torshizi H, Seyedi SM. Impact of health costs and good governance given carbon dioxide threshold on men's and women's health in selected developing countries. Health Research Journal 2019; 5(1): 32-40. doi:10.29252/hrjbaq.5.1.32.

2) Mehmood U, Agyekum BE, Kamel S, Shahinzadeh H, Moshayedi AJ. Exploring the roles of renewable energy, education spending and CO2 emissions towards health spending in south Asian countries. Sustainability 2022; 14(6): 3549. doi: 10.3390/su14063549.

3) Liu M, Ren X, Cheng C, Wang Z. The role of globalization in CO2 emissions: a semi-parametric panel data analysis for G7. Science of the Total Environment 2020; 718: 137379. doi:10.1016/j.scitotenv.2020.137379.

4) Grossman M. On the concept of health capital and the demand for health. Journal of Political Economy 1972; 80(2): 223-55. doi: 10.1086/259880.

5) Wang Q, Wang X, Yan Q, Zhang L. Heavy industry regulations, hospitalization, and medical expenditures: evidence from micro-level medical records in a northeast Chinese city. Energy Economics 2024; 129: 107248. doi: 10.1016/j.eneco.2023.107248.

6) Sun B, Wang B. Spatial spillover effects of air pollution on the health expenditure of rural residents: based on spatial durbin model. International Journal of Environmental Research and Public Health 2021; 18(13): 7058. doi: 10.3390/ijerph18137058.

7) LeSage J, Pace RK. Introduction to spatial econometrics. 1st ed. New York: Chapman and Hall/CRC. Inc.; 2009: 31-45.

8) Nik Eghbali S, Rajabi M, Hafezi B. Investigating the effect of renewable energy consumption on the health costs of Iran's provinces: spatial econometric approach. Iranian Journal of Health Insurance 2025; 7(4): 245-54. [Persian]

9) Mila Elmi Z, Hassan Nataj M. Environmental pollution and the nonlinear effect of GDP per capita on health expenditures: dynamic study for oil exporting countries. Journal of Econometric Modelling 2022; 7(2): 125-52. doi: 10.22075/JEM.2022.26819.1719. [Persian]

10) Mehdizadeh Rayeni MJ, Ziaee S, Ahmadpour M. The impact of air pollution and economic growth on health care expenditures in OPEC selected countries with emphasis on Iran (Panel ARDL approach). Journal of Environmental Science Studies 2021; 6(1): 3302-9. [Persian]

11) Yakubu IN, Musah A, Aminu Danaa I. Environmental sustainability and government health expenditure in Africa: is there a nexus? Technological Sustainability 2024; 3(4): 416-27. doi: 10.1108/techs-01-2024-0002.

12) Shahbazi K, Hamidi Razi D, Feshari M. Investigating the factors affecting air pollution emissions in Caspian sea countries: panel spatial durbin model. Journal of Environmental Studies 2015; 41(1): 107-27. doi: 10.22059/JES.2015.53904. [Persian]

13) Pesaran MH. Estimation and inference in large heterogenous panels with cross section dependence. Center for Economic Studies and ifo Institute: Germany, Munich. 2003: 3-12.

14) Khoshnevis Yazdi S, Khanalizadeh B. Air pollution, economic growth and health care expenditure. Economic Research-Ekonomska Istraživanja 2017; 30(1): 1181–90. doi: 10.1080/1331677X.2017.1314823.

15) Nikbin T, Mila Elmi Z, Rasekhi S, Tehranchian AM. Investigating the relationship between carbon dioxide emissions and health expenditures in Iran's provinces using the non-linear panel auto regressive distribution lag model. Iranian Economic Development Analyses 2025; 11(1): 177-206. doi: 10.22051/IEDA.2025.48009.1434. [Persian]

16) Haghnevis H, Hazbar Kiani K, Rajabi M. Analysis of the effects of air pollution and its spatial overflow on the health sector (case study: neighboring countries of Iran). Journal of Development and Capital 2026; 11(1): 81-96. doi: 10.22103/jdc.2025.23037.1470. [Persian]

17) Rezaei H, Alizadeh M, Nademi Y. Effective factors on per capita healthcare expenditure: a comparison of spatial models in selected developing countries. Quarterly Journal of Applied Economic Theory 2017; 4(42): 1-26. [Persian]

Published by: Shahid Sadoughi University of Medical Sciences, www.mshsj.ssu.ac.ir CC BY-NC 4.0

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]

[DOI: 10.18502/mshsj.v11i1.23028]

Manage Strat Health Syst

Research Article

Identifying the Spatial Spillover Effects of Renewable Energy Consumption and Industrialization on Health Costs in Iranian Provinces

Sirous Nik Eghbali [1], Mostafa Rajabi [2*], Bahar Hafezi [3]

[1] Ph.D. student of Health Economics, Department of Economics, School of Law and Economics, Khomeini Shahr Branch, Islamic Azad University, Khomeini Shahr, Iran
[2] Assistant Professor, Department of Economics, School of Law and Economics, Khomeini Shahr Branch, Islamic Azad University, Khomeini Shahr, Iran
[3] Assistant Professor, Department of Economics, School of Economics Khorasgan Branch, Islamic Azad University, Khorasgan, Iran

*** Corresponding Author:** Mostafa Rajabi
rajabi@jukhsh.ac.ir

Citation: Nik Eghbali S, Rajabi M, Hafezi B. Identifying the Spatial Spillover Effects of Renewable Energy Consumption and Industrialization on Health Costs in Iranian Provinces. Manage Strat Health Syst 2026; 11(1): 24-37.

Received: January 06, 2026
Revised: June 15, 2026
Accepted: June 20, 2026

Funding: The authors have no support or funding to report.

Competing Interests: The authors have declared that no competing interest exist.

A B S T R A C T

Background: Investigating the factors affecting health costs in provinces can provide planning opportunities for health economics policymakers. The aim of this study was to identify the direct and indirect effects (spatial spillovers) of factors affecting health costs in Iranian provinces, including the variables of industrialization (value added in the industrial sector), renewable energy consumption, fossil fuels, carbon dioxide emissions and urbanization rate.

Methods: This was a descriptive-analytical study, based on secondary data analysis and spatial econometric modeling, which investigated the determinants of health expenditures in Iran's 31 provinces over the period 2011–2023. First, the required data were collected and processed from reliable library sources, Ministry of Energy and the hydrocarbon balance sheets of the Ministry of Petroleum, as well as reports and statistical yearbooks published by the Statistical Center of Iran and the Central Bank. Then, using spatial econometric models, the direct and indirect effects (spatial spillovers) of the factors affecting provincial health expenditures were examined and analyzed.

Results: The findings of this study indicate that the process of industrialization (industrial value-added), the consumption of non-renewable energy, and the level of carbon dioxide emissions exert a positive and significant impact on both provincial healthcare costs (direct effect) and healthcare costs in neighboring provinces (spatial spillover effect). Conversely, renewable energy consumption exhibits a significant negative effect on healthcare costs; specifically, an increase in the consumption of these energy sources leads to a reduction in healthcare expenditures within the province as well as in adjacent provinces through spatial spillovers. It is noteworthy that, in this model, the effect of the urbanization rate on health expenditures was found to be statistically significant at the 10 % level.

Conclusion: The results showed that industrialization, fossil fuel consumption, and urbanization significantly increase healthcare costs across the provinces through both direct effects and spatial spillover effects. The negative consequences of industrial development and the resulting pollution extend beyond the geographical boundaries of the provinces where they originate. Therefore, it is recommended that along the path of industrial development and economic expansion, by utilizing existing potentials and providing active incentives to economic actors to replace non-renewable energies with clean sources (such as hydro, wind, and solar energy), healthcare costs be reduced at the national level.

Keywords: Health expenditure, Renewable energy consumption, Carbon dioxide emission, Industrialization, Spatial econometrics, Provinces of Iran

[Downloaded from mshsj.ssu.ac.ir on 2026-11-08]

Copyright: © 2026 The Author(s); Published by Shahid Sadoughi University of Medical Sciences. This work is licensed under a Creative Commons Attribution Non-Commercial 4.0 International license (https://creativecommons. org/licenses/by-nc/4.0/), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.