فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هجدهم / شماره ۷۳/ تابستان ۱۴۰۱ / صفحات ۱۲۸-۹۷

تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران با استفاده از رویکرد ارزش شیپلی- اون

محمدحسن فطرس
استاد و عضو هیات علمی گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی‌سینا،
fotros@basu.ac.ir

رضا معبودی[۱]
استادیار و عضو هیات علمی گروه اقتصاد، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آیت‌الله العظمی بروجردی(ره)،
maaboudi@abru.ac.ir

زینب دره نظری
کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه آیت‌الله العظمی بروجردی(ره)، economic.nazari@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۷/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۱/۲۲

چکیده

دستیابی به رشد و توسعه پایدار همراه با افزایش کیفیت محیط زیست از اهداف مهم و اساسی اقتصاد ایران است. اولین گام برای تحقق این هدف شناسایی و رتبه‌بندی عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست است. با توجه به اهمیت موضوع، پژوهش حاضر با استفاده از رویکرد ارزش شیپلی-اون سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست ایران را طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۱ تجزیه کرده‌است. رهیافت شیپلی-اون علاوه‌بر محاسبه سهم متغیرهای توضیحی، سهم مولفه‌های تشکیل‌دهنده هر متغیر توضیحی را از متغیر وابسته نیز محاسبه می‌کند. یافته‌های روش شیپلی نشان می‌دهند مصرف انرژی بیشترین سهم از آلودگی محیط زیست را به خود اختصاص می‌دهد. نتایج حاصل از رویکرد اون نیز نشان می‌دهند مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بیشترین سهم و در بخش کشاورزی کمترین سهم از کل آلودگی محیط زیست را دارد. گسترش شهرنشینی، افزایش بی‌رویه وسایل نقلیه غیر استاندارد، کیفیت پایین سوخت‌های مصرفی همراه با منابع طبیعی فراوان و ارزان، تحریم‌های تجاری علیه کشور، وضع تعرفه گمرکی بر واردات ماشین‌آلات و عدم آگاهی و آموزش در مورد عواقب زیان‌بار آلودگی، باعث افزایش فزاینده مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و به تبع آن افزایش آلودگی محیط زیست کشور شده‌اند.

طبقه‌بندی JEL: Q5 ،Q4، C20.

کلیدواژه‌ها: آلودگی محیط زیست، مصرف انرژی، رویکرد شیپلی-اون، ایران.

---

۱. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

۱- مقدمه

انرژی و منابع زیست محیطی به عنوان نهاده‌های مهم تولید، نقش اساسی در فرآیند رشد و توسعه اقتصادی هر کشور ایفا می‌کنند. با این وجود مصرف انرژی به انتشار آلاینده‌های مختلف زیست محیطی و به تبع آن آلودگی محیط زیست منجر می‌شود (هی و همکاران[1]، ۲۰۱۸). در کشورهای درحال توسعه به دلیل ضعف قوانین زیست محیطی، استفاده نامناسب از سیستم‌های صنعتی، عدم آگاهی از اشکال مختلف آلودگی، افزایش جمعیت و انتقال آلاینده‌ها از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای درحال توسعه، آلودگی محیط زیست به یک چالش جدی تبدیل شده‌است. در این بین ایران همراه با آغاز صنعتی‌شدن در دهه ۱۹۷۰ انتشار فزاینده آلودگی را تجربه کرده‌است (قرانی اعظم و همکاران[2]، ۲۰۱۶). به نحوی که بر اساس گزارش جهانی کیفیت هوا[3] در سال ۲۰۲۰، ایران به عنوان بیست و سومین کشور آلوده جهان شناخته می‌شود (گزارش جهانی کیفیت هوا، ۲۰۲۰). از آنجا که آلودگی محیط زیست با کاهش رشد و رفاه اقتصادی و افزایش میزان مرگ و میر و بیماری همراه می‌باشد، شناسایی عوامل موثر بر آلودگی مهم و ضروری است. از اینرو در پژوهش‌های مختلف با استفاده از رویکردهای رگرسیونی اقتصاد سنجی تاثیر عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست بررسی شده‌است. با وجود اینکه برآورد ضرایب با روش‌های سنتی اقتصاد سنجی، اطلاعاتی در رابطه با همبستگی بین متغیرها و معنی‌داری آن‌ها ارائه می‌دهد، قادر به رتبه‌بندی متغیرهای توضیحی نمی‌باشد (بارادو و همکاران[4]، ۲۰۲۱). در عمل، برای رفع این محدودیت استفاده از رویکردهای مبتنی بر تجزیه رگرسیون به منظور برآورد سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست مورد توجه قرار گرفته‌است. به طوری که در پژوهش‌های صورت گرفته روش‌های مختلفی از جمله تحلیل تجزیه ساختاری (SAD)[5] و تحلیل تجزیه شاخص (IDA)[6] به منظور تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست بکار گرفته شده‌اند. هر کدام از روش‌های ذکر شده با مزایا و معایبی همراه هستند. روش تجزیه ساختاری که برپایه جدول داده-ستانده می‌باشد،

1. He et al.
2. Ghorani-Azam et al.
3. World air quality report
4. Barrado et al.
5. Structural Decomposition Analysis
6. Index Decomposition Analysis

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

مستلزم استفاده از داده‌های فراوانی است. روش تجزیه شاخص نیز شامل دو روش IDA بر پایه شاخص لاسپیرز[1] و روش IDA برپایه شاخص دیویژیا[2] می‌باشد. از آنجا که در روش IDA بر پایه شاخص لاسپیرز میزان خطاها صفر نیستند، لذا نتایج با انحراف زیادی همراه هستند. روش IDA برپایه شاخص دیویژیا نیز شامل روش شاخص دیویژیای میانگین حسابی (AMDI)[3] و شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی(LMDI)[4] است. علی‌رغم اینکه در روش شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی مشکل وجود خطا رفع شده‌است، اما این روش در مواقعی که معنی‌داری متغیرها به لحاظ اقتصادی مشخص نیست، دارای عملکرد ضعیفی می‌باشد (لیانگ و همکاران[5]، ۲۰۲۰). به همین علت در این پژوهش برای تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست از روش تجزیه شیپلی-اون[6] استفاده می‌شود که ضمن توانایی برآورد سهم تفکیک‌شده هر یک از اجزا و مولفه‌های تشکیل‌دهنده متغیرهای توضیحی، رویکرد تجمعی برای هر ترکیب ممکن را ارائه می‌دهد. در نتیجه با استفاده از رویکرد شیپلی-اون بدون در نظر گرفتن پیچیدگی‌های مدل، تعداد و انواع متغیرها می‌توان سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست را محاسبه کرد. روش تجزیه ارزش شیپلی-اون بر پایه ضریب تعیین الگوی مورد برآورد استوار است که در آن بکارگیری تجزیه ضریب تعیین امکان برآورد سهم خالص هریک از متغیرها از متغیر وابسته را فرآهم می‌کند (هائتنر و ساندر[7]، ۲۰۱۲). با توجه به اهمیت موضوع، هدف پژوهش حاضر تعیین سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران است. برای این منظور از رویکرد تجزیه ضریب تعیین بر پایه روش شیپلی-اون و داده‌های دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۱ استفاده می‌شود.

۲- مبانی نظری

همراه با رشد و توسعه سریع اقتصادی، انرژی بیشتری به منظور تامین نیازهای روزانه مصرف می‌شود. از طرفی افزایش مصرف انرژی به افزایش آلودگی و بدتر شدن کیفیت محیط زیست منجر می‌گردد(هی و همکاران، ۲۰۱۸). با توجه به اهمیت موضوع

1. Laspeyres IDA
2. Divisia IDA
3. Arithmetic Mean Divisia Index
4. Logarithmic Mean Divisia Index
5. Liang et al.
6. Shapley-Owen
7. Huettner and Sunder

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

پژوهش‌های متعددی رابطه بین آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی را بررسی کرده‌اند. مطالعات صورت گرفته در این زمینه در اوایل دهه ۱۹۹۰ به طرح فرضیه‌ای منتهی شده که با استعاره گرفتن از فرضیه سیمون کوزنتس[۱]، تحت عنوان منحنی زیست محیطی کوزنتس شناخته می‌شود. مفهوم منحنی زیست محیطی کوزنتس نخستین بار در دهه ۱۹۹۰ همزمان با مطالعه اثرات بالقوه انعقاد موافقت‌نامه تجارت آزاد آمریکای شمالی[۲] بر محیط زیست توسط گروسمن و کروگر[۳](۱۹۹۱) و پژوهش شفیک و باندیوپادهیای[۴](۱۹۹۲) پدیدار شد. گزارش توسعه جهانی سال ۱۹۹۲ بیان می‌کند:

در صورتی‌که تکنولوژی، سلایق و سرمایه‌گذاری در محیط زیست ثابت درنظر گرفته شوند، افزایش گستره فعالیت‌های اقتصادی بدون تردید به تخریب محیط زیست منجر خواهد شد. همچنین با افزایش درآمد سرانه، تقاضا برای افزایش سطح کیفیت محیط زیست و سرمایه‌گذاری در محیط زیست افزایش می‌یابد. در نتیجه نمی‌توان گفت رشد اقتصادی به طور حتم به نابودی محیط زیست منجر می‌شود (فطرس و معبودی، ۱۳۹۰).

فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس نشان می‌دهد بین سطح درآمد و تخریب محیط زیست رابطه کوهانی شکل وجود دارد. به طوری که در ابتدای مسیر رشد و توسعه اقتصادی، افزایش فعالیت‌های صنعتی به افزایش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی منجر می‌شوند. اما افزایش رشد و توسعه اقتصادی همراه با توسعه خدمات و صنایع مبتنی بر دانش فناوری به تدریج روند تخریب محیط زیست را به دلیل آگاهی و دانش، تغییرات تولید و قوانین و مقررات سختگیرانه کاهش می‌دهد (جیانگ و همکاران[۵]، ۲۰۲۰). گروسمن و کروگر (۱۹۹۱) نشان می‌دهند رشد اقتصادی به طور کلی از طریق سه مجرای اثر مقیاس[۶]، اثر ساختاری[۷] و اثر فناوری[۸] بر محیط زیست مؤثر واقع می‌شود. براساس اثر مقیاس، در مراحل اولیه رشد و توسعه اقتصادی، با توجه به سطح فناوری، منابع و نهاده‌های بیشتری برای تولید محصولات اقتصادی مصرف

1. Simon Kuznets
2. North American Free Trade Agreement (NAFTA)
3. Grossman and Krueger
4. Shafik and Bandyopadhyay
5. Jiang et al.
6. Scale effects
7. Structural effects
8. Technique effects

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

می‌شوند. بنابراین مصرف فزاینده منابع و انرژی به افزایش انتشار آلاینده‌ها و به تبع آن کاهش سطح کیفیت محیط زیست منجر می‌گردد.

اثر ساختاری بیان می‌کند رشد تولید با تغییر ساختار اقتصادی و افزایش تدریجی سهم فعالیت‌های اقتصادی کمتر آلاینده همراه است. به طوری که در مرحله نهایی تغییر ساختاری، اقتصادگذار از بخش صنعتی سرمایه‌بر به بخش خدمات را تجربه می‌کند و به اقتصاد دانش فناوری محور تبدیل می‌شود. بخش‌های فناوری محور به دلیل استفاده کمتر از منابع طبیعی، آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند. آخرین مجرای اثرگذاری رشد اقتصادی بر محیط زیست اثر فناوری است (بیلجیلی و همکاران[1]، ۲۰۱۶). مطابق با اثر فناوری، رشد اقتصادی از طریق ارتقاء ظرفیت نوآوری‌های فنی در اقتصاد، سبب افزایش بهره‌وری استفاده از منابع و کاهش شدت انتشار آلاینده‌ها می‌شود (چنگ و همکاران[2]، ۲۰۱۸). از آنجا که یک کشور پر درآمد منابع بیشتری به هزینه‌های تحقیق و توسعه اختصاص می‌دهد، لذا قادر است فناوری‌های جدید و پاک را جایگزین فناوری‌های مخرب محیط زیست نماید. از این‌روی کیفیت محیط زیست بهبود می‌یابد (بیلجیلی و همکاران، ۲۰۱۶).

بررسی ادبیات موضوع نشان می‌دهد علاوه بر رشد اقتصادی، عواملی از جمله تجارت خارجی و رشد جمعیت نیز بر آلودگی محیط زیست اثرگذار هستند. در رابطه با تاثیر تجارت خارجی بر آلودگی محیط زیست سه دیدگاه متفاوت وجود دارد. بر اساس دیدگاه اول تجارت آزاد از یک‌سوی با افزایش رقابت به استفاده کارآمدتر از منابع منجر می‌گردد؛ از سوی دیگر با افزایش سطح ارتباط، کشورهای در حال توسعه را قادر می‌سازد فناوری‌های پاک‌تر را از طریق سرمایه‌گذاری خارجی به کشور خود منتقل کنند. از این‌رو آلودگی محیط زیست در بلندمدت کاهش می‌یابد. دیدگاه دوم نشان می‌دهد در صورتی که ساختار تجارت بین‌الملل مورد توجه قرار گیرد، با بررسی وضعیت کشورها مشخص می‌شود صنایع سنگین در کشورهای توسعه‌یافته به صنایع سبک و خدمات تبدیل می‌گردند. اما در کشورهای درحال توسعه سهم صنایع سنگین در اقتصاد افزایش می‌یابد. بنابراین در حالی که کشورهای کم‌درآمد صادرکننده خالص کالاهای

1. Bilgili et al.
2. Cheng et al.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

سنگین صنعتی می‌باشند، کشورهای ثروتمند به عنوان واردکننده خالص کالاهای سنگین صنعتی در نظر گرفته می‌شوند. از آنجا که تولید کالاهای سنگین صنعتی مستلزم مصرف انرژی و در نتیجه افزایش آلودگی است، لذا براساس دیدگاه دوم تجارت خارجی با کاهش آلودگی محیط زیست در کشورهای توسعه‌یافته و افزایش آلودگی محیط زیست در کشورهای درحال توسعه همراه خواهد شد (بیلجیلی و همکاران، ۲۰۱۶). مطابق با دیدگاه سوم افزایش تجارت بین‌الملل به افزایش تولید و مصرف بیشتر انرژی و در نتیجه افزایش آلودگی محیط زیست منجر می‌گردد (ادامس و همکاران[1]، ۲۰۲۰).

تاثیر جمعیت بر محیط زیست به دیدگاه مالتوس درباره رابطه بین رشد جمعیت و تولید مواد غذایی مرتبط است. این دیدگاه بیان می‌دارد رشد جمعیت از تساعد هندسی پیروی می‌کند، درحالی که تولید مواد غذایی با تساعد حسابی افزایش می‌یابد. رشد فزاینده جمعیت از طریق افزایش سطح زیر کشت ضمن کاهش تولید نهایی به تخریب محیط زیست می‌انجامد (وانگ و همکاران[2]، ۲۰۱۵). افزایش جمعیت همچنین تولید کالا و خدمات را به منظور تامین نیازهای روزافزون جمعیت، از جمله مسکن، خوراک و پوشاک افزایش می‌دهد. از این‌رو افزایش تولید و مصرف انرژی به افزایش انتشار آلاینده‌ها و کاهش کیفیت محیط زیست منجر می‌گردد (گورلوک[3]، ۲۰۱۹). مکتب نئومالتوسی نیز بیان می‌کند در بلندمدت رشد جمعیت به دلیل افزایش باروری از رشد منابع طبیعی پیشی می‌گیرد و به ایجاد فاجعه‌ای زیست محیطی می‌انجامد.

بر خلاف نئومالتوسی‌ها، بوسروپ[4] در سال ۱۹۶۵ دیدگاه خوش‌بینانه‌ای در رابطه با تاثیر جمعیت بر آلودگی محیط زیست ارائه می‌دهد. وی با در نظر گرفتن انقلاب صنعتی و کشاورزی، استدلال می‌کند رشد و تراکم بالای جمعیت به توسعه نوآوری و فناوری به ویژه در بخش کشاورزی منجر می‌شود که بهره‌برداری و تولید منابع را افزایش می‌دهد. سیمون[5](۱۹۸۱) با گسترش دیدگاه بوسروپ بیان می‌کند افزایش جمعیت از طریق افزایش خلاقیت علاوه بر فعالیت‌های کشاورزی تمام حوزه‌های

1. Adams et al.
2. Wang et al.
3. Gurluk
4. Boserup
5. Simon

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

اقتصادی و اجتماعی را تحت تاثیر مثبت قرار می‌دهد. از این‌رو به افزایش تولید و سرمایه‌گذاری و کاهش اثرات منفی زیست محیطی منجر می‌شود(قانم[1]، ۲۰۱۶).

۳- پیشینه پژوهش

شیماموتو[2](۲۰۱۷) با استفاده از روش تجزیه شاخص دیویژیا[3] عوامل موثر بر تغییرات شدت آلودگی در انگلستان را طی دوره زمانی ۱۹۹۷-۱۹۹۰ بررسی کرد. از آنجا که افزایش سرمایه فیزیکی منجر به استفاده بیشتر از انرژی و منابع می‌شود، لذا در کنار فناوری و ترکیب، تغییرات آلودگی به سهم سرمایه فیزیکی نیز تجزیه شدند. نتایج نشان می‌دهند شدت آلودگی کل طی دوره مورد بررسی کاهش یافته‌است. تا سال ۱۹۹۳ کاهش آلودگی به ترتیب ناشی از اثر شدت سرمایه فیزیکی و اثر ترکیب می‌باشد. از سال ۱۹۹۳ به بعد اثر فناوری به عنوان عامل اصلی کاهش آلودگی در نظر گرفته می‌شود.

لیانگ و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از روش LMDI و ارزش شیپلی عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در چین را طی دوره زمانی ۲۰۱۳-۲۰۰۱ بررسی کردند. آن‌ها برای این منظور تاثیر ساختار مصرف انرژی، شدت مصرف انرژی، ساختار صنعتی، توسعه اقتصادی و اندازه جمعیت بر انتشار دی‌اکسیدکربن را مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان می‌دهند توسعه اقتصادی محرک اصلی افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در منطقه B-T-H است. ساختار مصرف انرژی، اندازه جمعیت و ساختار صنعتی نیز تاثیر ضعیفی بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. اما شدت مصرف انرژی دارای تاثیر کاهنده بر انتشار دی‌اکسیدکربن است.

چونتاناوات[4](۲۰۱۸) با استفاده از رویکرد تجزیه واریانس، تاثیر عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در انجمن ملی جنوب شرق آسیا را طی دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۷۱ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند رشد سطح درآمد، جمعیت و اثر جانشینی به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شوند. اما اثر درآمد قوی‌تر است و در طول زمان افزایش می‌یابد. با توجه به استفاده از سوخت‌های فسیلی، اثر جانشینی انرژی نیز به

1. Ghanem
2. Shimamoto
3. Divisia
4. Chontanawat

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

عنوان یک عامل مهم در افزایش دی‌اکسیدکربن در نظر گرفته می‌شود. با این وجود شدت انرژی و ضریب انتشار تاثیر منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند.

خان و ماجید[1](۲۰۱۹) با بکارگیری رویکرد LMDI عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در پاکستان را طی دوره زمانی ۲۰۱۴-۱۹۹۰ بررسی کردند. نتایج تجزیه نشان می‌دهند جمعیت، ساختار انرژی و رشد اقتصادی به طور قابل توجهی به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شوند. اما شدت انرژی و شدت کربن تاثیر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند.

وو و همکاران[2](۲۰۲۰) بیان می‌کنند علی‌رغم اینکه روش تجزیه ساختاری رویکرد موثری جهت بررسی و شناسایی عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن ارائه می‌دهد، اما تنوع مکانی-زمانی عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن را در نظر نمی‌گیرد. از این‌رو در پژوهش خود با استفاده از تحلیل تجزیه ساختاری مکانی-زمانی عوامل موثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در استان‌های چین را طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۱۹۹۷ بررسی کردند. نتایج تجزیه برای چین و ۳۰ استان آن نشان می‌دهند از آنجا که گسترش مقیاس‌های تولید صنعتی ناشی از تقاضای محصولات مصرفی به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود، لذا اثر تقاضای نهایی کل به عنوان محرک اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن در نظر گرفته می‌شود. یافته‌ها همچنین حاکی‌اند با توجه به پیشرفت پیوسته تکنولوژی اثر شدت انتشار کربن تنها عاملی است که می‌تواند رشد انتشار دی‌اکسیدکربن را جبران کند. در نهایت در اکثر استان‌ها اثر ساختار لئونتیف نقش مثبتی در انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد.

ژو[3](۲۰۲۰) با استفاده از روش تجزیه اتحاد کایا و شاخص LMDI عوامل موثر بر انتشار آلودگی هوای صنعتی در چین را طی دوره زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۳ تجزیه و اندازه‌گیری کرد. نتایج نشان می‌دهند طی ده سال گذشته انتشار سرانه آلودگی هوا از نظر صنعتی در سطح ایالتی و منطقه‌ای افزایش یافته‌است. از آنجا که گسترش مقیاس صنعتی نیازمند منابع طبیعی بیشتری است، لذا دلیل اصلی روند افزایش آلودگی اثر مقیاس اقتصاد است. اما اثرات فناوری و ساختاری در بلندمدت به کاهش انتشار

1. Khan & Majeed
2. Wu et al.
3. Zhou

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

دی‌اکسیدکربن منجر می‌گردند. با این وجود اثر فناوری و ساختاری کوچکتر از اثرات مقیاس هستند.

کیم و همکاران[1](۲۰۲۰) با استفاده از رویکرد LMDI عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش تولید برق ۳۶ کشور عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی را طی دوره‌های زمانی ۲۰۰۸-۱۹۹۵ و ۲۰۱۷-۲۰۰۸ تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان می‌دهند میزان کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اتحادیه اروپا به دلیل تامین انرژی تجدیدپذیر نسبت به سایر کشورها بیشتر است. یافته‌های حاصل از تجزیه سهم عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن نیز نشان می‌دهند بهبود شدت برق و کاهش سهم تولید حرارتی موثرترین عوامل در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشند. اما بهبود ساختار تولید حرارتی و بهبود بازده دیگ بخار تاثیر قابل توجهی بر کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن ندارند.

ون و هائو[2](۲۰۲۰) با استفاده از روش تجزیه ارزش شیپلی سهم عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن صنعت برق در سطح ملی و استانی چین را طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۲۰۰۵ تجزیه و تحلیل کردند. در این راستا استان‌های چین با استفاده از روش خوشه‌بندی به ۶ خوشه تقسیم شدند. سهم هر خوشه در انتشارات دی‌اکسیدکربن به‌ترتیب ۳۷/۲۲، ۳۰/۱۱، ۱۱/۷۵، ۱۲/۹۳، ۳/۹۶ و ۴/۰۳ درصد است. نتایج نشان می‌دهند در سطح استانی مهم‌ترین عوامل موثر بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن به ترتیب توسعه اقتصادی و شدت برق می‌باشند. همچنین در مناطق ساحلی شرقی به دلیل سطح بالای توسعه اقتصادی، تقاضای برق بالا است. از این‌رو انتشار دی‌اکسیدکربن در این مناطق بیشتر از مناطق جنوب غربی است. در سطح ملی نیز متغیرهای توسعه اقتصادی، اندازه جمعیت و انتقال نیرو به ترتیب به افزایش ۲۵۳۳/۱۲، ۲۵۴/۷۵ و ۳۳/۵۶ میلیون تن دی‌اکسیدکربن منجر می‌شوند. لذا عامل اصلی افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن توسعه اقتصادی است. اما تاثیر انتقال نیرو بر انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح ملی بسیار ضعیف است. با این وجود شدت انتشار کربن، ساختار تولید و اثر شدت مصرف به ترتیب منجر به کاهش ۳۰۹/۸۷، ۵۳۴/۵۲ و ۶۲۳/۳۰ میلیون تن دی‌اکسیدکربن می‌شوند.

1. Kim et al.
2. Wen & Hao

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

وانگ و همکاران (۲۰۲۰) با بهره‌گیری از روش LMDI تاثیر عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایالات متحده را طی دوره زمانی ۲۰۱۶-۱۹۹۷ بررسی کردند. برای این منظور ۶ عامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش خانگی، تجاری، صنعتی و حمل و نقل ارزیابی شد. نتایج کلی نشان می‌دهند عامل اصلی رشد انتشارات دی‌اکسیدکربن تاثیر مقیاس (درآمد و جمعیت) است. با این وجود اثر فناوری (شدت انرژی و ضریب انتشار) تاثیر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. اثر ساختار (ساختار اقتصادی و ساختار مصرف انرژی) نیز به کاهش جزئی انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌شود. یافته‌های حاصل از بررسی بخش‌های مختلف اقتصادی نیز بیان می‌کنند علی‌رغم کاهش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در سه بخش خانگی، تجاری و صنعتی، انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش حمل و نقل افزایش یافته‌است. از این‌رو بخش حمل و نقل عامل مهمی در افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن محسوب می‌شود. برای چهار بخش مذکور نیز اثر مقیاس مهم‌ترین عامل در افزیش انتشار دی‌اکسیدکربن است. اما اثر فناوری تاثیر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

لیسابا و لوپز[1] (۲۰۲۱) با بکارگیری روش LMDI تاثیر جمعیت، فعالیت اقتصادی، ساختار اقتصادی و شدت انرژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در منطقه جنوب شرقی آسیا را طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند تاثیرگذارترین عوامل در انتشار دی‌اکسیدکربن در سال‌های اخیر جمعیت، فعالیت اقتصادی و اثرات شدت انرژی می‌باشند.

شین و همکاران[2] (۲۰۲۱) با استفاده از روش LMDI تاثیر عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در گانسو را طی دوره زمانی ۲۰۱۷-۲۰۰۰ بررسی کردند. نتایج منبع انتشار دی‌اکسیدکربن حاکی‌اند صنعت ثانویه دارای بیشترین سهم در انتشار دی‌اکسیدکربن است. بعد از صنعت ثانویه، صنعت سوم و صنعت اولیه به ترتیب بیشترین سهم در انتشار دی‌اکسیدکربن را به خود اختصاص می‌دهد. نتایج حاصل از بررسی عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن نیز نشان می‌دهد به ترتیب سهم تجمعی ساختار انرژی، شدت انرژی، ساختار صنعتی، تولید اقتصادی و مقیاس جمعیت بر

1. Lisaba & Lopez
2. Xin et al.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن اثرگذار می‌باشند. بنابراین رشد تولید اقتصادی مهم‌ترین عامل موثر بر رشد انتشار دی‌اکسیدکربن است. اما شدت انرژی بیشترین اثر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن را دارد. علاوه بر این رابطه کوهانی شکل بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن تایید می‌شود.

دامن کشیده و همکاران (۱۳۸۹) با استفاده از رویکرد LMDI عوامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در نیروگاه‌های کشور را طی دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۸۰ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند اثر ساختاری، اثر ترکیب سوخت و اثر تولید به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌گردند. با این وجود مهم‌ترین عامل موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن اثر تولید می‌باشد. همچنین شدت انرژی تاثیری کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد که نشان‌دهنده افزایش کارآیی تولید برق است.

فطرس و معبودی (۱۳۸۹) با بکارگیری رویکرد تودا-یاماموتو و رگرسیون به ظاهر نامرتبط تاثیر مصرف انرژی، شهرنشینی و رشد اقتصادی را بر آلودگی محیط زیست در ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۵-۱۳۵۰ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند رابطه علی از مصرف انرژی، شهرنشینی و تولید ناخالص داخلی به نشر دی‌اکسیدکربن وجود دارد. همچنین وجود رابطه کوهانی شکل بین آلودگی محیط زیست و تولید ناخالص داخلی در ایران تایید می‌شود. علاوه بر این کشش نشر دی‌اکسیدکربن نسبت به جمعیت شهرنشین مثبت و کوچکتر از واحد و نسبت به مصرف انرژی مثبت و بزرگتر از واحد است.

لطفعلی‌پور و آشنا (۱۳۸۹) با استفاده از روش تجزیه کامل تاثیر شدت انرژی، ضریب آلودگی، تغییرات ساختاری و فعالیت اقتصادی را بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش‌های اصلی اقتصادی مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان می‌دهند در تحلیل کلی رشد اقتصادی مهم‌ترین عامل افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن است و ساختار اقتصادی به میزان کمتری در انتشار دی‌اکسیدکربن موثر است. اما به دلیل بهبود کارآیی انرژی، جایگزینی کمتر آلاینده و بهبود و پاکسازی سوخت، ضریب آلودگی و شدت انرژی نیز تاثیر کاهنده کمی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. یافته‌های حاصل از تحلیل جزئی هر بخش نشان می‌دهند با توجه به ویژگی هر بخش نتایج حاصل از تاثیر هر عامل بر دی‌اکسیدکربن متفاوت است. اما فعالیت اقتصادی در تمام بخش‌ها تاثیر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

فطرس و براتی(۱۳۹۰) با استفاده از تحلیل تجزیه شاخص تاثیر فعالیت اقتصادی، تغییرات ساختاری، ضریب انتشار دی‌اکسیدکربن و شدت انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن را طی دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۷۶ بررسی کردند. برای این منظور بخش‌های اقتصادی را به پنج بخش خانگی-عمومی-تجاری، صنعت، حمل و نقل، کشاورزی و دیگر بخش‌ها تقسیم نمودند. نتایج نشان می‌دهند رشد اقتصادی بیشترین اثر مثبت بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در تمام بخش‌های مورد بررسی به جز بخش صنعت را دارد. تغییرات ساختاری بیشترین اثر بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت و حمل و نقل را دارند. علی رغم تاثیر کوچک و یا منفی شدت انرژی ناشی از افزایش کارآیی و قیمت انرژی در سایر بخش‌ها در بخش خانگی-تجاری-عمومی شدت انرژی به دلیل برق‌رسانی بالا به روستاها و مصرف بالای انرژی مسکونی اثر نسبتا بزرگی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

خلیلی عراقی و همکاران (۱۳۹۱) با استفاده از روش تجزیه شاخص و میانگین لگاریتم شاخص دیویژیا عوامل موثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در سطح کلان و بخش‌های اقتصادی را برای بازه‌های زمانی ۱۳۸۵-۱۳۴۶ و ۱۳۸۷-۱۳۸۳ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند در سطح کلان تغییرات سرانه تولید ناخالص داخلی، جمعیت و شدت انرژی تاثیر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. تغییرات شدت کربن در اکثر دوره‌ها نقش موثری در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن ایفاء می‌نماید. یافته‌های حاصل از تجزیه شاخص در بخش صنعت نیز حاکی از آن هستند که سهم سوخت‌های فسیلی در انرژی مصرفی و تولید این بخش از کل تولید ناخالص داخلی، نقش تعیین کننده‌ای در انتشار دی‌اکسیدکربن طی دوره زمانی ۱۳۸۷-۱۳۸۳ دارد. در بخش خدمات و کشاورزی نیز شدت انرژی مصرفی دارای نقش مثبتی در انتشار دی‌اکسیدکربن است. اما سهم بخش کشاورزی از تولید ناخالص داخلی تاثیر منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در این بخش دارد.

فطرس و همکاران (۱۳۹۳) با استفاده از رویکرد تجزیه ساختاری، تغییرات در انتشار دی‌اکسیدکربن را برای بخش‌های مختلف صنعتی طی دوره‌های زمانی ۱۳۷۵-۱۳۷۰ و ۱۳۸۰-۱۳۷۵ بررسی و عوامل اصلی تغییرات دی‌اکسیدکربن را تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان می‌دهند توجه به رشد اقتصادی، افزایش تقاضای نهایی

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

داخلی طی دوره زمانی ۱۳۸۰-۱۳۷۵ و توجه به افزایش صادرات غیرنفتی باعث شده در هر دوره سطح تقاضای نهایی به عنوان مهم‌ترین عامل موثر بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن مطرح شود. اثرات مربوط به ساختار نهاده‌های واسطه‌ای، ضریب انرژی صنعتی و نرخ تولید داخلی به نهاده به ترتیب بیشترین تاثیر منفی بر انتشار دی‌اکسیدکربن را دارند. در واقع تغییرات در ساختار نهاده‌های واسطه‌ای و جایگزینی نیروی کار به جای سرمایه یا تغییر در تجهیزات و سوخت مصرفی و افزایش بهره‌وری انرژی مهم‌ترین عوامل موثر بر تغییرات منفی انتشار دی‌اکسیدکربن هستند.

پورعبادالهان کویچ و همکاران (۱۳۹۳) با بکارگیری تکنیک تجزیه شاخص عوامل اصلی موثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در زیر بخش‌های صنعتی ایران را طی دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۷۹ بررسی کردند. در این راستا عوامل موثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در زیر بخش‌های صنعتی ایران به پنج عامل اثر فعالیت، اثر ساختاری، اثر شدت انرژی، اثر ترکیب سوخت و اثر ضریب انتشار تقسیم شدند. نتایج نشان می‌دهند عامل اصلی انتشار دی‌اکسیدکربن اثر فعالیت است. علاوه براین اثر شدت انرژی تاثیر قابل توجهی در کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور دارد. اما اثر ساختاری تاثیر قابل توجهی در انتشار دی‌اکسیدکربن ندارد.

ناجی میدانی و دوادی (۱۳۹۴) با استفاده از روش تحلیل تجزیه‌ای شاخص عوامل اثرگذار بر شاخص انتشار ترکیبات کربن در بخش حمل و نقل ایران را طی دوره زمانی ۱۳۹۰-۱۳۷۸ بررسی کردند. براساس نتایج پژوهش اثر مقیاس (جمعیت) و رشد اقتصادی دارای بیشترین تاثیر بر افزایش انتشارات ترکیبات کربن در بخش حمل و نقل کشور می‌باشند. به نحوی که افزایش ابعاد و وسعت خدمات حمل و نقل به مصرف بیشتر انرژی و انتشار کربن منجر می‌شود. اثر ساختاری نیز بیان می‌کند در سال‌هایی که نسبت ارزش افزوده بخش حمل و نقل به تولید ناخالص داخلی از روند صعودی برخوردار شده، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور افزایش یافته‌است. علاوه بر این ارزان‌بودن قیمت سوخت، انتشار دی‌اکسیدکربن را افزایش داده‌است. اما به دلیل افزایش کارآیی انرژی در بخش حمل و نقل، شدت انرژی موثرترین عامل در کاهش انتشار ترکیبات کربن است. نتایج حاصل از تجزیه کربن در بخش‌های مختلف حمل و نقل نیز نشان می‌دهند ترکیبات سوختی و شدت انرژی بیشترین اثر بر کاهش انتشار کربن منو

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

کسید در بخش حمل و نقل جاده‌ای را دارند. در بخش حمل و نقل ریلی و هوایی نیز مقیاس مهم‌ترین تاثیر در افزایش انتشارات کربن را دارد.

بزازان و خسروانی (۱۳۹۶) با بکارگیری مدل داده-ستانده میزان انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انواع حامل‌های انرژی توسط خانوارها در ایران را برای سال ۱۳۹۰ محاسبه کردند. نتایج نشان می‌دهند سهم خانوارها از انتشار دی‌اکسیدکربن به صورت مستقیم ۴۱ درصد و به صورت غیرمستقیم ۲۹ درصد است. همچنین سهم فعالیت‌های اقتصادی در انتشار دی‌اکسیدکربن به صورت مستقیم ۵۹ درصد و به صورت غیرمستقیم ۷۱ درصد می‌باشد.

نونژاد و روزی‌طلب (۱۳۹۷) در پژوهش خود با بکارگیری رویکرد خود توضیح با وقفه‌های گسترده تاثیر درآمد ملی، آزادسازی تجاری، تولید برق، مصرف کل فرآورده‌های نفتی، مصرف گاز طبیعی و سرمایه‌گذاری بر انتشار دی‌اکسیدکربن ایران را طی دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۵۸ بررسی کردند. آن‌ها ضمن تایید وجود فرضیه کوزنتس در ایران بیان می‌کنند افزایش رشد اقتصادی بیشترین مشکل را در ارتباط با آلودگی محیط زیست به ویژه در بلندمدت ایجاد می‌کند و تهدید بیشتری برای محیط زیست محسوب می‌شود. اما افزایش آزادسازی تجاری، تولید برق، مصرف گاز طبیعی، مصرف کل فرآورده‌های نفتی و سرمایه‌گذاری خارجی نسبت به درآمد ملی مشکل چندانی برای محیط زیست ایجاد نمی‌کنند.

جعفری صمیمی و نجاری (۱۳۹۷) با استفاده از رهیافت تجزیه ساختاری در الگوی داده-ستانده سهم عوامل موثر بر تغییرات آلایندگی در بخش صنعت ایران را طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۹۰ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند تولید کالاهای نهایی با بیشترین تاثیر مثبت مهم‌ترین عامل موثر بر انتشار آلاینده‌ها است. همچنین تحرک‌آفرینی تولیدات و ساختار اجزای کالاهای نهایی به افزایش انتشار آلاینده‌ها منجر می‌گردند. روند تحولات ترکیب و اجزای کالاهای نهایی، تغییرات ساختار تولیدی و شدت انرژی نیز تاثیر کاهشی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند. با این وجود بهبود ترکیب اجزای کالاهای نهایی مهم‌ترین عامل کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد.

نجاتی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود با بهره‌گیری از رویکرد رگرسیون به ظاهر نامرتبط تاثیر رشد تولیدات و مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی بر

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور را طی دوره ۱۳۹۳-۱۳۷۵ بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند مصرف انرژی تاثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت، کشاورزی، حمل و نقل، نفت و خدمات دارد. علاوه بر این رابطه بین آلودگی هوا و رشد اقتصادی در بخش‌های کشاورزی، نفت و حمل و نقل به صورت N معکوس است که نشان می‌دهد آلودگی در ابتدا همراه با افزایش تولید در بخش‌های مذکور کاهش یافته‌است، سپس افزایش و سرانجام با بهبود تولید مجددا کاهش می‌یابد. اما رابطه رشد اقتصادی و آلودگی هوا در بخش صنعت کوهانی و در بخش خدمات یکنواخت کاهشی است.

آشنا و حسین‌آبادی (۱۳۹۹) با استفاده از روش تجزیه کامل و تاکید بر متغیرهای جمعیت و شهرنشینی، عوامل موثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور را طی دوره ۱۳۹۵-۱۳۷۶ بررسی کردند. براساس نتایج این تحقیق با توجه به استفاده فزاینده از سوخت‌های فسیلی و عدم جایگزینی سوخت‌های پاک و فناوری‌های کاهش آلودگی در کشور، شدت کربن مهم‌ترین عامل موثر بر افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌باشد. جمعیت و نرخ شهرنشینی نیز به افزایش تقاضا برای برق، افزایش نیاز به انرژی سرانه خانوارها و به تبع آن به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در کشور منجر شده‌اند. اما تاثیر شدت انرژی خانوار شهری بر انتشار دی‌اکسیدکربن به دلیل افزایش نسبت مصرف انرژی به جمعیت در برخی دوره‌ها مثبت و در برخی دوره‌ها به علت افزایش کارآیی انرژی منفی است.

۴- روش‌شناسی

۴-۱- تصریح الگو

هدف پژوهش حاضر تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران می‌باشد. برای این منظور با توجه به ادبیات موضوع و پیروی از الگوی ژانگ[1] (۲۰۲۱) عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست بر اساس رابطه (۱) معرفی می‌شوند:

$$p_t = f\left(ly_t, trad_t, ech_t, ect_t, eci_t, ecf_t, pop_t\right) \qquad (1)$$

1. Zhang

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

که در آن p_t، آلودگی محیط زیست، ly_t لگاریتم تولید ناخالص داخلی، $trad_t$ درجه بازبودن تجاری، ech_t لگاریتم مصرف انرژی بخش خانگی، تجاری و عمومی، ect_t, لگاریتم مصرف انرژی بخش حمل و نقل، eci_t لگاریتم مصرف انرژی بخش صنعت، ecf_t لگاریتم مصرف انرژی بخش کشاورزی و pop_t لگاریتم جمعیت را نشان می‌دهند.

۴-۲- روش تجزیه رگرسیون

رویکردهای تجزیه رگرسیون براساس ضریب تعیین میزان مشارکت و سهم متغیرهای مستقل را در توضیح متغیر وابسته تعیین می‌کنند. به منظور تبیین موضوع، معادله (۲) را در نظر بگیرید:

$$y = a + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_j x_j + \cdots + \beta_k x_k + \epsilon \qquad (۲)$$

که در آن y متغیر وابسته، a عرض از مبدا، $x_1, x_2, \ldots, x_j \ldots, x_k$ متغیرهای توضیحی، β بردار ضرایب متغیرها و ϵ جز اخلال را نشان می‌دهند. با برآورد رگرسیون فوق به روش حداقل مربعات معمولی مقدار ضریب تعیین $R^2(K)$ به دست می‌آید. هر زیر مجموعه‌ای از معادله (۲) را می‌توان به صورت $T \subseteq K$ برآورد کرد:

$$y = a + \sum_{j=1}^{T} \beta_j x_j + \epsilon \qquad (۳)$$

با تخمین هر ترکیب ممکن از معادله (۲) ضریب تعیین مربوط به آن ترکیب یعنی $R^2(T)$ حاصل می‌شود که ارزش آن نسبتی از $R^2(K)$ است. می‌توان با استفاده از تابع f ضریب تعیین ترکیب‌های ممکن را به صورت یک نقشه در فضای حقیقی تعریف کرد:

$$f: 2^K \to \mathbb{R}, \quad T \mapsto f(T) \; for \; T \subseteq K \qquad (۴)$$

طبق تعریف در رابطه (۴) بدیهی است $f(K)$ همان $R^2(K)$ می‌باشد. همچنین فرض می‌شود مقدار تهی تابع $f(K)$ برابر صفر است و به معنای آن است که در صورت عدم در نظر نگرفتن متغیر توضیحی مقدار ضریب تعیین صفر می‌باشد. بنابراین می‌توان سهم متغیرهای توضیحی $x_1, x_2, \ldots, x_j \ldots, x_k$ را در میزان توضیح‌دهندگی متغیر وابسته یعنی $f(K)$ تعیین کرد. اما سوال این است که ضریب تعیین بر مبنای چه

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

قاعده‌ای باید بین متغیرهای توضیحی تقسیم شود؟ شیپلی[1] (۱۹۵۳) در پاسخ به پرسش فوق معیاری تحت عنوان ارزش شیپلی را مطرح می‌کند که بر پایه نتایج رویکرد نظریه بازی همکارانه[2] مبتنی است. در نظریه بازی همکارانه پرسش اصلی این است که چگونه مقدار مشخصی از منافع یا هزینه را منصفانه بین اعضایی که در ایجاد آن مشارکت داشته‌اند، تقسیم کرد(استرن و تتنهرست[3]، ۲۰۱۹).

در این مطالعه به منظور برآورد سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست از روش ارزش شیپلی-اون استفاده شده‌است. این روش (۱۹۵۳) از جمله رویکردهای کاربردی است که با تمرکز بر ضریب تعیین، سهم و مشارکت رگرسورها را در میزان توضیح‌دهندگی متغیر وابسته برآورد می‌کند. در این روش، معادله (۲) برآورد و ضریب تعیین آن محاسبه می‌شود؛ سپس با خروج هر یک از متغیرهای توضیحی، رگرسیون مجدد برآورد و ضریب تعیین آن معادله محاسبه می‌شود. بنابراین تفاوت بین ضریب تعیین‌ها میزان سهم نهایی هر متغیر حذف شده از رگرسیون را نشان می‌دهد. فرض کنید θ وضعیتی از متغیرهای رگرسیون را نشان می‌دهد که در آن متغیر x_j جایگاه[4] θ_j را دارا است؛ همچنین $P(\theta, x_j)$ نیز معرف رگرسیونی است که در آن متغیر x_j حضور ندارد، یعنی $P(\theta, x_j) := \{x_p \in K \perp \theta(p) < \theta_j\}$؛ در این‌صورت سهم نهایی متغیر x_j برابر است با:

$$MC(x_j, \theta) := f(P(\theta, x_j) \cup \{x_j\}) - f\left(P(\theta, x_j)\right) \qquad (۵)$$

در رابطه فوق، $f(P(\theta, x_j) \cup \{x_j\})$ ضریب تعیین رگرسیون را در حالتی نشان می‌دهدکه مجموعه متغیرها از جمله x_j در رگرسیون حضور دارند و $f\left(P(\theta, x_j)\right)$ ضریب تعیین حاصل از برآورد الگوی رگرسیونی را در وضعیتی نشان می‌دهد که متغیر x_j در الگو غایب است. تفاوت این دو ضریب تعیین سهم متغیر x_j در توضیح متغیر وابسته را منعکس می‌کند. برای حضور هر متغیر مانند x_j در رگرسیون K متغیره حالات مختلفی وجود دارد[5]، لذا با در نظر گرفتن احتمال یکسان برای وقوع هر یک از

1. Shapely
2. Cooperative Game Theory
3. Stern and Tettenhorst
4. Position

۵. به عنوان مثال در یک رگرسیون سه متغیره دو حالت برای متغیر x_1 وجود دارد؛ در حالت اول هر دو متغیر x_1 و x_2 در رگرسیون حضور دارند و در حالت دوم تنها متغیر x_1 در رگرسیون حضور دارد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

حالات ممکن، ارزش شیپلی متغیر x_j از میانگین سهم نهایی x_j در هر یک از حالات ممکن به دست می‌آید(هائتنر و ساندر، ۲۰۱۲). اگر $\Theta(K)$ مجموعه جایگشت‌های[1] K متغیر را نشان دهد، در این‌صورت ارزش شیپلی متغیر x_j به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$Sh_{x_j}(f) = \frac{1}{|\Theta(K)|}\sum_{\theta\in\Theta(K)} MC(x_j, \theta) \qquad (۶)$$

مزیت مهم رویکرد ارزش شیپلی کارآیی است که بر اساس آن ضریب تعیین به طور کامل بین متغیرهای توضیحی تجزیه می‌شود. همچنین، مطابق رویکرد ارزش شیپلی متغیرهایی که از ویژگی‌های یکسانی برخوردار هستند، دارای ارزش برابری می‌باشند (بارادو و همکاران، ۲۰۲۱).

در پژوهش حاضر، با استفاده از روش ارزش شیپلی سهم متغیرهای مستقل از تغییرات متغیر وابسته بر حسب معادله رگرسیون پژوهش محاسبه می‌شوند:

$$p_t = a + \beta_1 ly + \beta_2 trad + \beta_3 ct + \beta_4 pop + \epsilon \qquad (۷)$$

روش ارزش اون[2]

روش اون (۱۹۷۷) ارزش شیپلی تجمیع‌یافته است که در آن امکان دسته‌بندی متغیرهای توضیحی در گروه‌ها نیز وجود دارد؛ به طوری که علاوه بر سهم هر متغیر مستقل، سهم مجموعه‌ای از متغیرهای مستقل که در یک گروه قرار دارند نیز در توضیح متغیر وابسته قابل تعیین می‌باشد. در حالت کلی می‌توان معادله (۲) را در $\mathcal{G} = (G_1, \dots, G_\iota, \dots, G_\lambda)$ گروه به صورت زیر تجمیع کرد:

$$y = a + \underbrace{\beta_1 x_1 + \cdots}_{G_1} + \underbrace{\dots + \beta_j x_j + \cdots}_{G_\iota} + \cdots + \underbrace{\dots + \beta_k x_k}_{G_\lambda} + \epsilon \qquad (۸)$$

سپس سهم هر گروه G_s را از متغیر وابسته محاسبه کرد. از آنجا که ضریب تعیین حاصل از برآورد معادله (۷) همان ضریب تعیین معادله (۲) یعنی $f(K)$ است، لذا در روش ارزش اون هم سهم متغیرهای توضیحی مانند روش شیپلی و هم سهم گروه‌هایی که متغیرهای توضیحی در آن تجمیع شده‌اند(G_s)، هر دو قابل محاسبه‌اند. برای توضیح روش ارزش اون، نخست فرض کنید تابع $\Theta(K, \mathcal{G})$ مجموعه حالات ممکن که در آن

1. Permutations
2. Owen Value

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

K متغیر توضیحی می‌تواند در $\mathcal{G}$ گروه تجمیع شوند را نشان دهد، یعنی $\Theta(K,\mathcal{G}) = \lambda! \prod_{s=1}^{\lambda} |G_s|!$. در تعریف اخیر λ معرف تعداد گروه‌هایی است که در مدل در نظر گرفته می‌شوند. بر این اساس، با توجه به تعداد حالات ممکن برای تجمیع متغیرهای توضیحی در گروه‌های ممکن، شاخص ارزش اون عبارت است از:

$$Ow_{x_j}(f,\mathcal{G}) = \frac{1}{|\Theta(K,\mathcal{G})|} \sum_{\theta \in \Theta(K,\mathcal{G})} MC(x_j, \theta) \quad (۹)$$

که در آن $MC(x_j, \theta)$ سهم نهایی متغیر x_j از ضریب تعیین است. در پژوهش حاضر، برای اندازه‌گیری سهم متغیرهای مستقل از آلودگی محیط زیست بر اساس روش ارزش اون از معادله زیر استفاده می‌شود:

$$p = a + \beta_1 ly + \beta_2 trad + \underbrace{\beta_3 ech + \beta_4 ect + \beta_5 eci + \beta_6 ecf}_{G_{ct}} + \beta_7 pop + \epsilon \quad (۱۰)$$

با استفاده از معادله فوق علاوه بر محاسبه سهم متغیرهای مصرف انرژی در بخش خانگی، تجاری و عمومی، حمل و نقل، صنعت و کشاورزی از آلودگی محیط زیست، سهم چهار متغیر به صورت یکجا و در یک گروه تحت عنوان G_{ct} نیز برآورد می‌شود.

در پژوهش حاضر به منظور تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران از داده‌های سری زمانی سالانه دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۱ استفاده می‌شده است. ماخذ داده‌ها بانک جهانی، بانک مرکزی و ترازنامه انرژی جمهوری اسلامی ایران است. به منظور اندازه‌گیری آلودگی محیط زیست از لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن استفاده شده‌است. داده‌های اسمی با استفاده از شاخص قیمتی مصرف‌کننده به سال پایه ۱۳۹۰ حقیقی شده‌اند.

۵- یافته‌ها

۵-۲- آزمون ریشه واحد

برای جلوگیری از رگرسیون کاذب نخست مانایی متغیرها با استفاده از روش دیکی فولر تعمیم‌یافته آزمون می‌شود. جدول ۱ نتایج آزمون دیکی فولر را در حالت عرض از مبدا و روند به اختصار گزارش می‌کند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد

نام متغیر	دیکی فولر تعمیم‌یافته	
	آماره آزمون	آماره بحرانی
$D(p_t)$	(۰/۰۰۱) -۵/ظ۳۶	-۴/۲۵
$D(ly_t)$	(۰/۰۰۲) -۴/۸۹	-۴/۲۴
$D(trad_t)$	(۰/۰۰۱) -۵/۲۹۸	-۴/۲۴
$D(ec_t)$	(۰/۰۰۱) -۴/۲۸	-۴/۲۷
$D(pop_t)$	(۰/۰۰) -۹/۹۹۸	-۴/۳۶

منبع : محاسبات پژوهش

نتایج آزمون ریشه واحد نشان می‌دهند تمام متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند. بنابراین درجه انباشتگی متغیرها یک می‌باشد.

۵-۲-آزمون هم‌انباشتگی

از آنجا که تمام متغیرها با یکبار تفاضل‌گیری ماناشدند لازم است هم‌انباشتگی بین متغیرها بررسی شود. برای این منظور از روش یوهانسون استفاده می‌شود. جدول ۲ نتایج آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون را براساس آزمون حداکثر مقادیر ویژه و آزمون اثر نشان می‌دهد.

جدول ۲. نتایج آزمون هم‌انباشتگی

فرض صفر	آزمون اثر			آزمون حداکثر مقادیر ویژه		
	آماره آزمون	آماره بحرانی	سطح احتمال	آماره آزمون	آماره بحرانی	سطح احتمال
$r = 0$	۱۹۸/۱۰۹	۸۸/۸۰۳	۰/۰۰۰۰	۷۸/۸۷۹	۳۸/۳۳۱	۰/۰۰۰۰
$r \leq 1$	۱۱۹/۲۳	۶۳/۸۷۶	۰/۰۰۰۰	۵۳/۶۷۴	۳۲/۱۱۸	۰/۰۰۰۰
$r \leq 2$	۶۵/۵۵۵	۴۲/۹۱۵	۰/۰۰۰۱	۴۵/۴۷۲	۲۵/۸۲۳	۰/۰۰۰۰
$r \leq 3$	۲۰/۰۸۳	۲۵/۸۷۲	۰/۲۲۱۷	۱۷/۴۸۳	۱۹/۳۸۷	۰/۰۹۲۵
$r \leq 4$	۲/۵۹۹	۱۲/۵۱۷	۰/۹۲۰۳	۲/۵۹۹	۱۲/۵۱۷	۰/۹۲۰۳

منبع: محاسبات پژوهش

نتایج هر دو آزمون حداکثر مقادیر ویژه و آزمون اثر نشان می‌دهند حداقل دو بردار هم‌جمعی وجود دارند که بر رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای پژوهش دلالت دارند. در نتیجه، بر پایه آزمون یوهانسون وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها تایید می‌شود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

۵-۳- نتایج برآورد الگو و محاسبه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست

برای برآورد سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست، ابتدا با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی الگوی پژوهش برآورد و ضریب تعیین مدل محاسبه می‌گردد. سپس سهم هریک از عوامل از ضریب تعیین محاسبه می‌شود. جدول ۳ نتایج حاصل از برآورد الگوی پژوهش را به اختصار گزارش می‌کند.

جدول ۳. نتایج برآورد الگوی پژوهش

نام متغیر	ضریب	آماره t	سطح احتمال
عرض از مبدا	-۲۵/۴۱	-۳/۵۵۳	۰/۰۰۱
ly_t	۰/۵۷۷	۲/۶۷۷	۰/۰۱۱۶
$trad_t$	-۰/۱۷	-۲/۷۰۹	۰/۰۱۰۷
ec_t	۰/۴۳۲	۱/۸۱	۰/۰۸
pop_t	۰/۸۱۶	۲/۴۴۹	۰/۰۲
F= ۱۱۰۵/۹ D.W=۱/۷۹		R^2= ۰/۹۹۳ Adj. R^2=۰/۹۹۲	
آزمون نرمال بودن باقی مانده‌ها			۳/۳۶۱ (۰/۱۸۵۵)*
آزمون همبستگی سریالی			۲/۰۱۸ (۰/۱۵۰۶)*
آزمون ناهمسانی واریانس			۱/۳۹۵ (۰/۲۵۷۸)*

منبع : محاسبات پژوهش

*اعداد داخل پرانتز سطح احتمال آزمون را نشان می‌دهند.

آماره ضریب تعیین نشان می‌دهد الگوی برآوردی قادر است ۹۹ درصد از واقعیات تجربی بین متغیرهای مستقل و وابسته را توضیح دهد. همچنین فاصله اندک ضریب تعیین و ضریب تعیین تعدیل شده نشان از نکویی برازش دارد. آماره F نیز بر معنی‌داری کلی رگرسیون دلالت دارد. از سوی دیگر، آماره جارک-برا بر نرمال بودن توزیع جملات اخلال اشاره دارد. نتایج همبستگی سریالی و آزمون ناهمسانی واریانس نشان می‌دهند الگوی برآورد شده از لحاظ همبستگی سریالی و ناهمسانی واریانس مشکلی ندارد. آماره آزمون t استیودنت و سطح احتمال مربوط به ضرایب رگرسیون نشان می‌دهند ضریب لگاریتم مصرف انرژی در سطح ۱۰ درصد و سایر متغیرها در سطح پنج درصد از لحاظ آماری معنی‌دار هستند. یافته‌های حاصل از برآورد الگو نشان می‌دهند لگاریتم تولید ناخالص

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

داخلی تاثیر مثبت بر لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. یک درصد افزایش در لگاریتم تولید ناخالص داخلی، لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن را ۰/۵۷۷ درصد افزایش می‌دهد. نتایج پژوهش مهرابی بشرآبادی و همکاران (۱۳۸۹) تاثیر مثبت تولید ناخالص داخلی بر آلودگی محیط زیست را تایید می‌کنند. درجه بازبودن تجاری تاثیر منفی بر لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. افزایش یک درصدی درجه بازبودن تجاری لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن را ۰/۱۷ درصد کاهش می‌دهد. نتایج پژوهش با مطالعه مهرابی بشرآبادی و همکاران (۱۳۸۹) و طیبی و همکارن (۱۳۹۷) همخوانی دارند. مصرف انرژی تاثیر مثبت بر لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. افزایش یک درصدی لگاریتم مصرف انرژی با افزایش ۰/۴۳۲ درصدی لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن همراه است. نتایج پژوهش فطرس و معبودی (۱۳۸۹) تاثیر مثبت مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی را تایید می‌کنند. لگاریتم جمعیت تاثیر مثبت بر لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. یک درصد افزایش در لگاریتم جمعیت، به افزایش ۰/۸۱۶ درصدی لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن منجر می‌گردد. نتایج پژوهش با مطالعه سلمان‌پور (۱۳۹۷) مطابقت دارد. جدول ۴ نتایج تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست را بر پایه روش تجزیه ارزش شیپلی گزارش می‌کند. یافته‌ها حاکی از آن هستند که طی بازه زمانی مورد بررسی مصرف انرژی و درجه بازبودن تجاری به ترتیب با سهمی معادل با ۲۹/۹۱ و ۱۴/۷ درصد بیشترین و کمترین تاثیر را بر آلودگی دارند. مصرف انرژی به دلیل عدم کیفیت و استفاده نامناسب از منابع سهم قابل توجهی در افزایش آلودگی محیط زیست دارد. نتایج پژوهش پهلوانی و همکاران (۱۳۹۳) نشان می‌دهند مصرف انرژی بالاترین تاثیر را بر آلودگی دارد. پس از مصرف انرژی متغیرهای لگاریتم تولید و جمعیت بیشترین سهم از افزایش آلودگی محیط زیست را به خود اختصاص می‌دهند. براساس نتایج پژوهش‌های چونتاناوات (۲۰۱۸) و ون و هائو (۲۰۲۰) تولید و جمعیت نقش مهمی در افزایش آلودگی محیط زیست دارند. اما سهم درجه بازبودن تجاری در کاهش آلودگی قابل توجه نیست. نتایج پژوهش کارگر ده‌بیدی و اسماعیلی (۱۳۹۶) نیز حاکی‌اند در ایران درجه بازبودن تجاری تاثیر اندکی بر کاهش آلودگی محیط زیست دارد.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

جدول ۴. تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست(رویکرد شیپلی)

نام متغیر	سهم متغیر از ضریب تعیین	سهم متغیر از ضریب تعیین بر حسب درصد
ly_t	۰/۲۸	۲۸/۲
$trad_t$	۰/۱۴۶	۱۴/۷
ec_t	۰/۲۹۷	۲۹/۹۱
pop_t	۰/۲۷	۲۷/۱۹
R^2	۰/۹۹۳	۱۰۰

از سوی دیگر، یافته‌های حاصل از تجزیه اون نشان می‌دهد که مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بیشترین سهم در افزایش آلودگی محیط زیست را به خود اختصاص می‌دهد. عدم وجود تکنولوژی و دانش مناسب برای تولید وسایل نقلیه پاک، اعمال تعرفه‌های گسترده بر واردات و به تبع آن افزایش هزینه واردات، مانع جایگزینی وسایل نقلیه جدید با وسایل نقلیه فرسوده شده‌است. عدم استفاده از وسایل نقلیه جدید، بی‌کیفیتی سوخت‌های مصرفی، استفاده ناکارآ از سوخت‌های مصرفی، نامطلوب بودن وسایل نقلیه عمومی و رشد فزاینده وسایل نقلیه شخصی فرسوده طی دهه‌های اخیر باعث شده‌اند بخش حمل و نقل نسبت به سایر بخش‌ها انرژی بیشتری مصرف نماید و سهم بسزایی در افزایش آلودگی محیط زیست داشته باشد. براساس نتایج پژوهش وانگ و همکاران (۲۰۲۰) نیز بخش حمل و نقل عامل مهمی در افزایش آلودگی محسوب می‌شود. مصرف انرژی در بخش خانگی، تجاری و عمومی و مصرف انرژی در بخش صنعت نیز به ترتیب با ۸/۰۶ و ۷/۳۵ درصد سهم قابل توجهی در افزایش آلودگی محیط زیست در کشور دارند. وفور منابع طبیعی و اعطای یارانه به حامل‌های انرژی سبب کاهش قیمت انرژی شده‌است. قیمت پایین انرژی، بی‌توجهی به ارائه آموزش و آگاهی مناسب از تبعات آلودگی محیط زیست برای افراد و جامعه، فقدان الگوی مناسب مصرف انرژی و عدم صرفه‌جویی، مصرف بی‌رویه انرژی و آلودگی محیط زیست در بخش خانگی، تجاری و عمومی را افزایش داده‌است. استفاده بیش از حد و نابهینه انرژی در بخش خانگی، تجاری و عمومی با افزایش آلودگی محیط زیست همراه شده‌است. ساختار اقتصادی، نوسانات نرخ ارز، تورم دو رقمی و در نتیجه کاهش میزان سودآوری در بخش صنعت همراه با محدودیت انتقال سرمایه خارجی و تکنولوژی ناشی از تحریم‌های

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

اقتصادی باعث شده‌اند بخش صنعت قادر به استفاده از تکنولوژی پاک و دستگاه‌های مدرن نباشد. بنابراین مصرف فزاینده انرژی در بخش صنعت به افزایش آلودگی محیط زیست منجر شده‌است. اما از آنجا که در بخش کشاورزی میزان استفاده از ابزار مصرف‌کننده انرژی پایین است، این بخش دارای کمترین سهم در آلودگی محیط زیست می‌باشد. بعد از مصرف انرژی رشد اقتصادی با ۲۸/۲ درصد دارای بیشترین سهم در آلودگی محیط زیست است. رشد اقتصادی در هر کشوری مستلزم تامین نهاده‌های تولید می‌باشد. وفور انرژی و منابع طبیعی ازران و به تبع آن کاهش توجه به سرمایه انسانی و کیفیت نیروی کار به عنوان یکی از مهم‌ترین نهاده‌های تولید و کاهش سرمایه‌گذاری در بخش حقیقی اقتصاد باعث شده‌اند انرژی و منابع طبیعی جایگزین بخشی از سرمایه فیزیکی و نیروی کار شود. از این‌روی مصرف انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید در فرآیند رشد اقتصادی در کشور افزایش یافته و به آلودگی محیط زیست منجر شده‌است. رشد جمعیت نیز با ۲۷/۱۹ درصد سهم قابل توجهی در افزایش آلودگی کشور دارد.

جدول ۵. تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست (رویکرد اون)

نام متغیر		سهم متغیر از ضریب تعیین		سهم متغیر از ضریب تعیین بر حسب درصد	
ly_t		۰/۲۸		۲۸/۲	
$trad_t$		۰/۱۴۵		۱۴/۶	
ec_t	ech_t	۰/۰۸	۰/۲۹۸	۸/۰۶	۳۰/۰۱
	ect_t	۰/۰۸۵		۸/۵۶	
	eci_t	۰/۰۷۳		۷/۳۵	
	ecf_t	۰/۰۶		۶/۰۴	
pop_t		۰/۲۷		۲۷/۱۹	
R^2		۰/۹۹۳		۱۰۰	

منبع : محاسبات پژوهش

در واقع رشد جمعیت از طریق افزایش تعداد وسایل نقلیه شخصی، ایجاد ترافیک، افزایش تعداد مشاغل صنعتی، از بین رفتن پوشش گیاهی ناشی از توسعه شهرها،

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

افزایش تقاضا برای کالاهای مصرفی و استفاده چشمگیر از انواع انرژی از جمله برق، بنزین، گازوئیل، نفت و گاز طبیعی سهم بسزایی در افزایش آلودگی محیط زیست دارد. در نهایت درجه بازبودن تجاری از طریق انتقال فناوری‌های پاک و دوستدار محیط زیست به کاهش آلودگی هوا منجر می‌شود. اما از آنجا که بیشتر واردات کشور مواد اولیه و واسطه‌ای است و توجه چندانی به واردات فناوری‌های پاک وجود ندارد، درجه بازبودن تجاری دارای سهم اندکی از کاهش آلودگی محیط زیست در کشور می‌باشد.

۶- نتیجه‌گیری

رشد سریع فعالیت‌های صنعتی، افزایش جمعیت و به تبع آن افزایش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی به افزایش آلودگی زیست محیطی منجر شده‌است. پیامدهای اقتصادی، اجتماعی و توسعه‌ای آلودگی و همچنین نیاز به برنامه‌ریزی و اتخاذ سیاست‌های کنترل آلودگی به افزایش اهمیت تجزیه سهم عوامل موثر بر آلودگی محیط زیست در کشور منجر گردیده‌است. از این‌رو در پژوهش حاضر سهم متغیرهای موثر بر آلودگی محیط زیست در ایران با استفاده از روش تجزیه ضریب تعیین بر پایه رویکرد شیپلی-اون طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۶۱ محاسبه شده‌است. نتایج حاصل از رویکرد شیپلی نشان دادند متغیرهای مصرف انرژی، رشد اقتصادی، جمعیت و درجه بازبودن تجاری به ترتیب ۲۹/۹۱، ۲۸/۲، ۲۷/۱۹ و ۱۴/۷ درصد از سهم آلودگی محیط زیست را به عهده دارند. بنابراین مصرف انرژی بیشترین سهم در افزایش آلودگی محیط زیست را به خود اختصاص می‌دهد. با بررسی وضعیت کشور مشخص می‌شود مصرف انرژی در کشور نسبت به سایر کشورها در سطح بالایی قرار دارد. طی سال‌های اخیر در کشورهای پیشرفته اقدامات بسیاری در زمینه افزایش بهره‌وری انرژی و افزایش مصرف انرژی پاک صورت گرفته‌است. اما در ایران، وجود منابع طبیعی فراوان، اعطای یارانه به حامل‌های انرژی و به تبع آن قیمت پایین انرژی، موانع و تحریم‌های متعدد تجاری علیه ایران، عدم استفاده از تجهیزات مناسب و تخصیص ناکارآی انرژی به کاهش بهره‌وری انرژی منجر شده‌است. بهره‌وری پایین در بهره‌برداری از انرژی و تولید کالاهای انرژی‌بر در کشور با مصرف فزاینده انرژی همراه شده‌اند. به نحوی که در سال ۱۳۹۷ سرانه مصرف نهایی انرژی در ایران ۱/۷ برابر متوسط سرانه مصرف نهایی انرژی جهانی و ۰/۸ برابر متوسط سرانه مصرف نهایی انرژی کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

می‌باشد (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۷). در نتیجه، در بین عوامل موثر بر آلودگی زیست محیطی، مصرف انرژی بیشترین سهم را به خود اختصاص داده‌است. در پژوهش پهلوانی و همکاران (۱۳۹۳) نیز استفاده نادرست از انرژی، پایین بودن فناوری وسایل انرژی‌بر و بکارگیری عمده برخی از حامل‌های انرژی با آلایندگی بالا از دلایل قابل توجهی هستند که باعث شده‌اند مصرف انرژی به عنوان مهم‌ترین عامل افزایش انتشار آلودگی در ایران محسوب شود. یافته‌های رویکرد اون برای تجزیه سهم مصرف انرژی بخش‌های مختلف اقتصادی از آلودگی محیط زیست نیز نشان دادند سهم مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، خانگی، تجاری و عمومی، صنعت و کشاورزی در آلودگی محیط زیست به ترتیب ۸/۵۶، ۸/۰۶، ۷/۳۵ و ۶/۰۴ درصد می‌باشند. بنابراین مصرف انرژی در بخش حمل و نقل نسبت به سایر بخش‌ها بیشترین تاثیر بر آلودگی محیط زیست را به خود اختصاص داده است. شیوه نامناسب تولید خودرو در کشور و عدم بکارگیری انرژی‌های جدید همراه با افزایش تعداد خودروهای تک سرنشین، بی‌توجهی به قانون توسعه حمل و نقل عمومی، عدم مدیریت صحیح مصرف سوخت، بی‌توجهی به اصلاح الگوی مصرف، عدم نوسازی ناوگان حمل و نقل، بی‌کیفیتی سوخت‌های مصرفی و استفاده از خودروهای فرسوده باعث شده‌اند بخش حمل و نقل با سهمی نزدیک به ۶۰ درصد نسبت به سایر بخش‌ها بیشترین میزان مصرف فرآورده‌های نفتی در کشور را به خود اختصاص دهد. از آنجا که مصرف فرآورده‌های نفتی با انتشار فزاینده آلودگی همراه هستند، طی دهه‌های اخیر بیش از ۵۰ درصد از میانگین سهم انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از تولید و مصرف انرژی در کشور به بخش حمل و نقل مربوط می‌شود (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۷-۱۳۷۵). بنابراین بخش حمل و نقل نسبت به سایر بخش‌ها نقش بیشتری در افزایش آلودگی محیط زیست دارد. در این زمینه ناظمان و حقدوست (۱۳۹۱) بیان می‌کنند تفاوت فناوری خودروهای تولیدی در کشور با تکنولوژی روز دنیا باعث شده‌است مصرف انرژی برخی از خودروهای تولیدی داخل بیش از دو برابر نمونه‌های مشابه خارجی باشد. رشد بالای تولید خودرو با تکنولوژی پایین همراه با قیمت پایین سوخت و بالابودن میانگین سن نسبی ناوگان بنزینی کشور از میانگین سن نسبی ناوگان بنزینی جهانی به افزایش مصرف سوخت منجر شده‌است. علاوه بر این، علی‌رغم پیشرفت چشمگیر در حوزه فناوری ماشین‌آلات و تجهیزات دوستدار محیط زیست در کشورهای صنعتی و

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

توسعه‌یافته، اعمال تحریم‌های ناعادلانه اقتصادی، سیاست‌های دولت در حمایت از تولید داخل و وضع تعرفه بر واردات خودرو در کنار محدودیت‌های تجاری، مانع دستیابی کشور به ماشین‌آلات و وسایل نقلیه پاک شده‌اند. در مجموع، مشکلات فوق باعث شده‌اند بخش حمل و نقل نقش عمده‌ای در انتشار آلاینده‌ها و گازهای گلخانه‌ای کشور ایفا نماید. با توجه به این مطالب، برای کاهش الودگی محیط زیست در بخش حمل و نقل پیشنهاد می‌شود با کاهش محدودیت‌ها و موانع تجاری، توسعه زیرساخت‌های بخش انرژی و تامین اعتبار مورد نیاز برای خرید دستگاه‌ها و تجهیزات مورد نیاز بنگاه‌های تولیدی به منظور کاهش مصرف انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی، شکاف بین فناوری و شیوه تولید ماشین‌آلات در کشور با شیوه‌های تولیدی جدید کاهش یابد. همچنین، لازم است با افزایش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، ارتقا فناوری و شیوه‌های تولید وسایل نقلیه مطابق استاندارهای روز دنیا، افزایش سرمایه‌گذاری دولتی به منظور تامین سوخت‌های هیدروژنی و ملزم نمودن بنگاه‌های تولیدی به رعایت قوانین و شیوه‌های سازگار با محیط زیست، میزان انتشار آلاینده‌ها در کشور کاهش یابد. در نهایت از آنجا که وفور منابع طبیعی ارزان در کشور و اعطای یارانه به حامل‌های انرژی باعث شده‌اند بیشتر تولیدات داخلی، کالاهای انرژی‌بر باشند، بنابراین توصیه می‌شود با اجرای سیاست‌های کاهش یارانه به حامل‌های انرژی، اختصاص وجوه به توسعه انرژی‌های پاک و همچنین جایگزینی نیروی کار و سرمایه با انرژی در فرآیند تولید بسترهای لازم برای کاهش آلودگی محیط زیست در کشور فرآهم شوند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

منابع

- آشنا، ملیحه و حسین‌آبادی، سعید(۱۳۹۹)، ارزیابی عوامل موثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران با تاکید بر نقش شهرنشینی؛ روش تحلیل تجزیه، جغرافیا و مخاطرات محیطی، شماره ۳۴، ۱۶۳-۱۴۵.
- بزازان، فاطمه و خسروانی، ندا(۱۳۹۶)، سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های مختلف تولیدی و خانوارها ناشی از مصرف انرژی در ایران(رویکرد داده-ستانده زیست محیطی)، دوفصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، سال ۱، شماره ۱، ۲۵-۱.
- پهلوانی، مصیب، دهباشی، مهدیه و مرادی، ابرهیم(۱۳۹۳)، بررسی تاثیر توسعه تجارت و رشد اقتصادی بر کیفیت محیط زیست در ایران، تحقیقات اقتصادی، دوره ۴۹، شماره ۳، ۴۸۲-۴۶۳.
- پورعبادالهان کویچ، محسن، برقی‌اسکویی، محمدمهدی، صادقی، سیدکمال و قاسمی، ایرج(۱۳۹۳)، تجزیه عوامل موثر بر تغییر انتشار آلودگی دی‌اکسیدکربن در زیربخش‌های صنعتی ایران، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال ۳، شماره ۹، ۱۳۱-۱۱۵.
- جعفری صمیمی، احمد و نجاری، فاطمه(۱۳۹۷)، ارزیابی سهم عوامل موثر بر تغییرات آلایندگی بخش صنعت ایران: رهیافت تجزیه ساختاری در الگوی داده-ستانده، مطالعات علوم محیط زیست، دوره ۳، شماره ۴، ۸۳۹-۸۳۱.
- خلیلی عراقی، سیدمنصور، شرزه‌ای، غلامعلی و برخورداری، سجاد(۱۳۹۱)، تحلیل تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی در ایران، محیط شناسی، دوره ۳۸، شماره ۶۱، ۱۰۴-۹۳.
- دامن کشیده، مرجان، نظری، محسن و سادات رضائی، الهام(۱۳۸۹)، بررسی عوامل موثر بر انتشار CO2 در ایران(مطالعه موردی نیروگاه‌ها)، فصلنامه علوم اقتصادی، سال سوم، شماره ۱۲، ۷۹-۶۳.
- سلمان‌پور، علی(۱۳۹۷)، اثر رشد جمعیت، سرمایه انسانی و مصرف فرآورده‌های نفتی بر آلودگی محیط زیست ایران، فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره ۲۰، شماره ۴، ۲۵۵-۲۳۹.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

- طیبی، سیدکمیل، عقیلی، فریباالسادات و الله‌دادیان، لیلا(۱۳۹۷)، آزادسازی تجارت، شوک‌های نفتی و کیفیت محیط زیست: با کاربرد کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت، فصلنامه علوم محیطی، دوره ۱۶، شماره ۱، ۱۷۲-۱۵۹.
- فطرس، محمدحسن و معبودی، رضا(۱۳۸۹)، رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط زیست در ایران، ۱۳۸۵-۱۳۵۰، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۷، شماره ۲۷، ۱۷-۱.
- فطرس، محمدحسن و براتی، جواد(۱۳۹۰)، تجزیه انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به بخش‌های اقتصادی ایران؛ یک تحلیل تجزیه‌ی شاخص، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۸، شماره ۱۰، ۷۳-۴۹.
- فطرس، محمدحسن و معبودی، رضا(۱۳۹۰)، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی هوا در ایران، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال ۱، شماره ۱، ۲۱۱-۱۸۹.
- فطرس، محمدحسن، براتی، جواد و رسول‌زاده، مریم(۱۳۹۳)، تحلیل تجزیه ساختاری انتشار دی‌اکسیدکربن (co2) صنعتی ایران با رویکرد داده-ستانده، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۱۰، شماره ۴۱، ۱۵۲-۱۳۱.
- کارگر ده‌بیدی، نوید و اسماعیلی، عبدالکریم(۱۳۹۶)، ارزیابی عوامل اقتصادی موثر بر آلودگی زیست محیطی ایران، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، دوره ۹، شماره ۴، ۱۰۸-۸۵.
- لطفعلی‌پور، محمدرضا و آشنا، ملیحه(۱۳۸۹)، بررسی عوامل موثر بر تغییر انتشار دی‌اکسیدکربن در اقتصاد ایران، فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۷، شماره ۲۴، ۱۴۵-۱۲۱.
- مهرابی بشرآبادی، حسین، جلایی اسفدآبادی، سیدعبدالمجید، باغستانی، علی‌اکبر و شرافتمند، حبیبه(۱۳۸۹)، تاثیرآزادسازی تجاری بر آلودگی محیط زیست در ایران، تحقیقات اقتصاد و توسعه کشاورزی یران، دوره ۴۱-۲، شماره ۱، ۱۹-۱۱.
- ناجی میدانی، علی‌اکبر و داودی، آزاده(۱۳۹۴)، تحلیل تجزیه‌ای شاخص انتشار کربن (دی‌اکسیدکربن و منوکسید کربن) در بخش‌های حمل و نقل و زیربخش‌های آن در ایران طی سال‌های ۱۳۹۰-۱۳۷۸، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال ۲۳، شماره ۷۴، ۱۵۰-۱۱۷.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

- ناظمان، حمید و حقدوست، احسان(۱۳۹۱)، بررسی امکان صرفه‌جویی در مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا با استفاده از خودروهای برقی-بنزینی(الکتروهیبرید)، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی، سال ۱، شماره ۴، ۱۹۶-۱۶۹.
- نجاتی، مهدی، جلایی، سیدعبدالمجید و باوقار زعیمی، پگاه(۱۳۹۸)، بررسی اثر رشد تولیدات و مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن با تاکید بر بخش‌های مختلف اقتصادی ایران، نشریه علمی-پژوهشی جغرافیا و برنامه‌ریزی، سال ۲۳، شماره ۶۹، ۲۸۰-۲۷۵.
- نونژاد، مسعود و روزی‌طلب، آناهیتا(۱۳۹۷)، اثر رشد اقتصادی و مصرف انرژی بر آلودگی محیط زیست: مطالعه موردی ایران، دو فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، سال ۲، شماره ۳، ۱۲۴-۹۹.
- Adams, S., & Opoku, E. E. O. (2020). Trade and Environmental Pollution in Africa: Accounting for Consumption and Territorial-Based Emissions. Environmental Science and Pollution Research, 27, 44230–44239.
- Barrado, B., Gimenez, G., & Sanaú, J. (2021). The Use of Decomposition Methods to Understand the Economic Growth Gap between Latin America and East Asia. Sustainability, 13, 6674.
- Bilgili, F., Koçak, E., & Bulut, U. (2016). The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption on CO2 Emissions: A Revisited Environmental Kuznets Curve Approach. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 54, 838–845
- Cheng, Y., Lu, L., Shao, T., Shen, M., & Jin, L. (2018). Decomposition Analysis of Factors Affecting Changes in Industrial Wastewater Emission Intensity in China: Based on a SSBM-GMI Approach. International Journal of Environmental Research and Public Health, 15(12), 2779.
- Chontanawat, J. (2018). Decomposition Analysis of CO2 Emission in ASEAN: an Extended IPAT Model. Energy Procedia, 153, 186-190.
- Ghanem, S. K. (2018). The Relationship between Population and the Environment and Its Impact on Sustainable Development in Egypt Using a Multi-Equation Model. Environment, Development and Sustainability, 20, 305–342.
- Ghorani-Azam, A., Riahi-Zanjani, B., & Balali-Mood, M. (2016). Effects of Air Pollution on Human Health and Practical Measures for Prevention in Iran. Journal of Research in Medical Sciences, 21(65), Published online 2016 Sep 1, 10.4103/1735-1995.189646.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

- Gurluk, S. (2019). Economic Growth and Environment Interactions. Theories and Effects of Economic Growth. Ed: Richard L. Bertrand. (pp.171-185) Publisher: Nova Publishing.
- He, L., Zhong, Z., Yin, F., & Wang, D. (2018). Impact of Energy Consumption on Air Quality in Jiangsu Province of China. Sustainability, 10(1), 1-22 .
- Huettner, F., & Sunder, M. (2012). Axiomatic Arguments for Decomposing Goodness of Fit According to Shapley and Owen Values. Electronic Journal of Statistics, 6, 1239-1250.
- Jiang, M., Kim, E., & Woo, Y. (2020). The Relationship between Economic Growth and Air Pollution—A Regional Comparison between China and South Korea. International Journal of Environmental Research and Public Health, 17(8), 1-20, 2761; https://doi.org/10.3390/ijerph17082761.
- Khan, S., & Majeed, M. T. (2019). Decomposition and Decoupling Analysis of Carbon Emissions from Economic Growth: A Case study of Pakistan .Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS), ISSN 2309-8619, Johar Education Society, Pakistan (JESPK), Lahore, 13(4), 868-89.
- Kim, H., Kim, M., Kim, H., & Park, S. (2020). Decomposition Analysis of CO2 Emission from Electricity Generation: Comparison of OECD Countries before and after the Financial Crisis. Energies, 13(14), 3522.
- Liang, Y., Niu, D., Zhou, W., & Fan, Y. (2018). Decomposition Analysis of Carbon Emissions from Energy Consumption in Beijing-Tianjin-Hebei, China: A Weighted-Combination Model Based on Logarithmic Mean Divisia Index and Shapley Value, Sustainability, 10(7), 2535.
- Lisaba, E. B., & Lopez, N. S. (2021). Using Logarithmic Mean Divisia Index Method (LMDI) to Estimate Drivers to Final Energy Consumption and Emissions in ASEAN. IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng, 1109 012070.
- Shimamoto, k. (2017). Decomposition Analysis of the Pollution Intensities in the Case of the United Kingdom. Cogent Economics & Finance, 5(1), 1-10.
- Stern, A., & Tettenhorst, A. (2019). Hodge Decomposition and the Shapley Value of a Cooperative Game. Games and Economic Behavior, 113, 186-198.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

- Wang, S. X., Fu, Y. B., & Zhang, Z. G. (2015). Population Growth and the Environmental Kuznets Curve. China Economic Review, 36, 146–165.
- Wang, Z., Jiang, Q., Dong, K., & Mubarik, M. S. (2020). Decomposition of the US CO2 Emissions and Its Mitigation Potential: An Aggregate and Sectoral Analysis. Energy Policy, 147, 111925.
- Wen, L., & Hao, Y. (2020). Factor Decomposition and Clustering Analysis of CO2 Emissions from China's Power Industry Based on Shapley Value. Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effects, Published online 14 Jun 2020, https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1776795 .
- Wu, F., Ningyu, H., Qian, Z., & Zhi, Q., & Ni-ni, Z. (2020). Multi-Province Comparison and Typology of China's CO2 Emission: A Spatial–Temporal Decomposition Approach. Energy, Elsevier, 190(C.(
- Xin, L., Jia, J., Hu, W., & Zeng, H. (2021). Decomposition and Decoupling Analysis of CO2 Emissions Based on LMDI and Two-Dimensional Decoupling Model in Gansu Province, China. International Journal of Environmental Research and Public Health, 18(11), 6013.
- Zhang, J. (2021). Environmental Kuznets Curve Hypothesis on CO2 Emissions: Evidence for China. Journal of Risk and Financial Management, 14(93), https://doi.org/10.3390/jrfm14030093
- Zhou, Z. (2020). Decomposition and Measures of the Driving Factors for China's Industrial air Pollution Emissions at the Prefectural Level. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 467, doi:10.1088/1755-1315/467/1/012174.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]

Decomposition of the Share of Factors Affecting Environmental Pollution in Iran Using the Shapley-Owen Value Approach

Mohammad Hassan Fotros
Professor and Faculty Member of the Department of Economics, Faculty of Economics and Social sciences, Bu-Ali Sina University, fotros@basu.ac.ir

Reza Maaboudi [1]
Assistant Professor and Faculty Member of the Department of Economics, Faculty of Humanities, Ayatollah Ozma Borujerdi University, maaboudi@abru.ac.ir

Zeynab Dare Nazari
M.A. in Economics, Ayatollah Ozma Borujerdi University, economic.nazari@gmail.com

Received: 2021/10/16 Accepted: 2022/04/11

Abstract

Achieving economic growth and sustainable development with increasing the environmental quality are principal goals of the Iranian economy. Identifying and ranking factors affecting the pollution environment is the first step to reaching this goal. Due to the importance of the subject, the present study has decomposed the share of factors affecting environmental pollution in Iran during 1982-2018 using the Shapley-Owen value approach. The Shapley-Owen approach, in addition to calculating the explanatory variables share, also computes the constituent components contribution of each explanatory variable from the dependent variable. Findings of the Shapley technique show that energy consumption has the largest share of environmental pollution. The results of Owen's method also indicate that energy consumption in the transportation and the agricultural sector contains the highest and the lowest contribution of total environmental pollution, respectively. Expansion of urbanization, an uncontrolled increase of non-standard vehicles, low quality of consumed fuels along with abundant and cheap natural resources, trade sanctions against the country, imposition of tariffs on the import of machinery, and lack of awareness and proper education about the consequences of harmful pollution has led to an accelerating increase in energy consumption in various economic sectors and, consequently, an increase in the environmental pollution in the country.

JEL Classification: Q5, Q4, C20.

Keywords: Environmental Pollution, Energy Consumption, Shapley-Owen Approach, Iran.

1. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-11-28]