



## The Effect of Industrial Activity Growth on Pollution in Yazd Province: a Regional Input-Output Approach

Farnaz Dehghan Benadkuki<sup>1</sup>, Zahra Nasrollahi<sup>\*2</sup>

<sup>1</sup>Department of Economics, Faculty of Economics, Management & Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

<sup>2</sup>Department of Economics, Faculty of Economics, Management & Accounting, Yazd University, Yazd, Iran

**Abstract:** Ensuring environmental sustainability is one of the Millennium Development Goals, which depends on controlling the consumption of fossil fuels and the pollution caused by them. However, the goods and services produced in an economy are directly and indirectly involved in the emission of pollutants, especially carbon dioxide. Since the first step in dealing with a problem is to recognize the current situation, to investigate the interrelationships of economic activities and carbon dioxide emissions in Yazd province, first using the Industry-Specific FLQ Method (SFLQ), the Yazd province Input-Output table was extracted for the 2016 and then using the amount of energy consumption and emission coefficients, the amount of direct and indirect emissions of carbon dioxide and the effect of total pollution for each economic sector was calculated. The results show that in 2016 in Yazd province, sections "manufacture of non-metallic mineral products", "manufacture of base metals", "manufacture of coke, products of oil refining and nuclear fuel" and "manufacture of chemical materials and products" with a share of 89.93 percent, had the highest emissions. Indirect pollution also accounts for a larger share of total emissions in the province. In general, the results indicate an increase in pollution caused by energy consumption due to the production of goods and services in Yazd province.

**Key Words:** Input-Output, Energy Consumption, Air Pollution.

### اثر فعالیت‌های اقتصادی بر آلودگی در استان یزد: رویکرد داده ستانده منطقه‌ای

فراز دهقان بنادکویی<sup>۱</sup>، زهرا نصراللهی<sup>\*۲</sup>

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد اقتصاد محیط‌زیست، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد، یزد، ایران

۲- دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری دانشگاه یزد، یزد، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۲/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۳/۲۲

#### چکیده

تضمین پایداری محیط زیست از جمله اهداف هزاره در گرو کنترل مصرف انرژی‌های فسیلی و آلودگی‌های ناشی از آن است. شناسایی بخش‌های اقتصادی که بیشترین تأثیر را بر ایجاد CO<sub>2</sub> دارند، نخستین گام در کنترل این گاز آلاینده است. بدین منظور در این مقاله برای محاسبه انتشار آلاینده دی‌اکسید کربن در استان یزد، ابتدا با استفاده از روش سهم مکانی خاص صنعتی (SFLQ)، جدول داده - ستانده استان یزد برای سال ۱۳۹۵ استخراج شد و سپس با استفاده از میزان مصرف انرژی و ضرایب انتشار، میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده دی‌اکسید کربن و اثر کل آلاینده‌گی برای هر بخش اقتصادی محاسبه شد. نتایج نشان می‌دهند در سال ۱۳۹۵ در استان یزد، بخش‌های «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» با سهم ۸۹/۹۳ درصدی، بیشترین میزان انتشار آلاینده‌گی را داشته‌اند. همچنین آلاینده‌گی غیرمستقیم سهم بیشتری از کل آلاینده‌گی منتشرشده در استان را به خود اختصاص داده است. در مجموع، نتایج بیان‌کننده افزایش روند آلاینده‌گی ناشی از مصرف انرژی ناشی از تولید کالاها و خدمات استان یزد هستند.

**واژه‌های کلیدی:** داده - ستانده، مصرف انرژی، آلودگی هوا.

#### مقدمه

وجه مشخصه بحران کنونی با ابعاد مختلف آن، این است که این بحران ناشی از رفتارها و پدیده‌های انسانی است و چرخه طبیعی حیات نیست. مصرف‌گرایی بهبودی، رشد اقتصادی و رشد جمعیت، اثرات مخربی بر محیط زیست داشته است؛ با وجود این، سرعت و تمایل به توسعه اقتصادی متوقف نشده و

تخریب محیط زیست در چند دهه گذشته به یکی از نگرانی‌های مشترک بشر تبدیل شده است. در واقع به باور بسیاری از اندیشمندان، بحران کنونی محیط زیست از نظر وسعت، سرعت و شدت بی‌سابقه است (Park, 2001: 125).

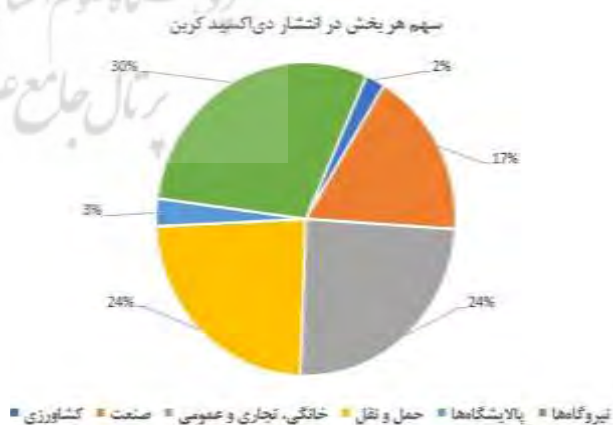
پدیده‌هایی همچون جهانی شدن بر سرعت رقابت دولت‌ها و ملت‌ها در این حوزه افزوده است. در واقع این اقتصاد است که سیاست‌های محیط زیستی را دیکته می‌کند و با وجود تلاش‌های زیاد برای مهار مشکلات محیط زیستی، نرخ توسعه اقتصادی بر تلاش‌های بین‌المللی معطوف به مدیریت محیط زیست پیشی گرفته است؛ به طوری که طیف وسیعی از مشکلات محیط زیستی شامل تغییرات آب و هوایی (گرمایش جهانی)، تخریب لایه ازن (حفره ازن)، اسیدی شدن آب‌های سطحی (باران اسیدی)، تخریب جنگل‌های گرمسیری، انقراض گونه‌ها و کاهش شدید تنوع زیستی جلوه‌گر شده است.

افزایش تقاضای جهانی مصرف سوخت‌های فسیلی نقش مهمی در روند افزایش انتشار آلاینده‌ها (گازهای گلخانه‌ای) داشته است. آمارها نشان می‌دهند کل عرضه انرژی اولیه در کشور ایران در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ حدود ۳۰ درصد افزایش یافته که عمدتاً ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۸: ۲). احتراق این سوخت‌ها موجب آزاد شدن گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای طولانی‌مدت در اتمسفر می‌شود؛ به طوری که آمارهای مربوط به سال ۱۳۹۸ و نمودار ۱ نشان می‌دهند سهم دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی نسبت به گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دیگر در کشور بیشتر است که از میان بخش‌های اقتصادی، بخش نیروگاه‌ها با سهم ۲۹/۵۵ درصدی بیشترین سهم را در انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

استان یزد به‌عنوان یکی از استان‌های صنعتی کشور، ۷/۹ درصد مساحت کل کشور، ۱/۴ درصد از کل جمعیت کشور و براساس حساب‌های منطقه‌ای سال ۱۳۹۵ حدود ۱/۹ درصد تولید ناخالص داخلی کل کشور را به خود اختصاص داده است. مجموع مصرف چهار فرآورده استان یزد (بنزین، نفت سفید، گازوئیل و نفت کوره) در سال ۱۳۹۵، معادل ۱۵۶۵ میلیون لیتر بوده است که این میزان مصرف، ۲/۴ درصد مصرف کل کشور را شامل می‌شود و استان را در رتبه ۱۵ قرار داده است (شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، ۱۳۹۵: ۲۷۹)؛

افزایش تقاضای جهانی مصرف سوخت‌های فسیلی نقش مهمی در روند افزایش انتشار آلاینده‌ها (گازهای گلخانه‌ای) داشته است. آمارها نشان می‌دهند کل عرضه انرژی اولیه در کشور ایران در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ حدود ۳۰ درصد افزایش یافته که عمدتاً ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۸: ۲). احتراق این سوخت‌ها موجب آزاد شدن گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای طولانی‌مدت در اتمسفر می‌شود؛ به طوری که آمارهای مربوط به سال ۱۳۹۸ و نمودار ۱ نشان می‌دهند سهم دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی نسبت به گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دیگر در کشور بیشتر است که از میان بخش‌های اقتصادی، بخش نیروگاه‌ها با سهم ۲۹/۵۵ درصدی بیشترین سهم را در انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

افزایش تقاضای جهانی مصرف سوخت‌های فسیلی نقش مهمی در روند افزایش انتشار آلاینده‌ها (گازهای گلخانه‌ای) داشته است. آمارها نشان می‌دهند کل عرضه انرژی اولیه در کشور ایران در سال‌های ۱۳۹۸-۱۳۹۰ حدود ۳۰ درصد افزایش یافته که عمدتاً ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی است (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۸: ۲). احتراق این سوخت‌ها موجب آزاد شدن گازهای گلخانه‌ای از جمله دی‌اکسیدکربن به‌عنوان مهم‌ترین گاز گلخانه‌ای طولانی‌مدت در اتمسفر می‌شود؛ به طوری که آمارهای مربوط به سال ۱۳۹۸ و نمودار ۱ نشان می‌دهند سهم دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی نسبت به گازهای گلخانه‌ای و آلاینده‌های دیگر در کشور بیشتر است که از میان بخش‌های اقتصادی، بخش نیروگاه‌ها با سهم ۲۹/۵۵ درصدی بیشترین سهم را در انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.



نمودار ۱- سهم بخش‌های اقتصادی در انتشار دی‌اکسیدکربن

منبع: ترازنامه انرژی، ۱۳۹۸

آمارهای جهانی نشان می‌دهند ۱۰ کشور چین، آمریکا، هند، اندونزی، ژاپن، روسیه، برزیل، آلمان، کره و ایران بالغ بر ۲۲

مستقیم و غیرمستقیم منتشر شده محاسبه شده است. یکی از روش‌هایی که اقتصاددانان برای تحلیل‌های منطقه‌ای و بین منطقه‌ای استفاده می‌کنند، تکنیک داده - ستانده است. بدین منظور در این پژوهش به منظور بررسی رابطه بین اقتصاد و محیط زیست از لحاظ آلاینده‌گی در استان یزد از جدول داده - ستانده منطقه‌ای سال ۱۳۹۵ استان یزد استفاده شده که به روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ (SFLQ)

### پیشینه تحقیق

شروع پژوهش‌های کمی درباره روابط متقابل فعالیت‌های اقتصادی و انتشار آلاینده‌های محیط زیستی به سال ۱۹۷۰ برمی‌گردد. لئونتیف<sup>۲</sup> در مقاله خود با عنوان «اثرات محیطی و ساختار اقتصادی (رویکرد داده - ستانده)» برای نخستین بار مدل داده - ستانده محیط زیستی را به ادبیات داده - ستانده اضافه کرد. در مدل لئونتیف (۱۹۷۰) و لئونتیف و فورد انرژی و هزینه خانوار کشور چین، انتشار کربن غیرمستقیم ناشی از مصرف مسکونی خانوار در سال‌های ۲۰۰۷-۲۰۰۲ را بررسی کرده‌اند. نتایج نشان می‌دهند گسترش شهرنشینی و ارتقای ساختار مصرف، نقش مهمی در رشد انتشارهای غیرمستقیم خانوارها و افزایش مصرف سرانه نقش غالب در رشد انتشار غیرمستقیم مسکونی دارد.

یان و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۱۶) در پژوهشی که با استفاده از مدل داده - ستانده و برای کشور چین انجام گرفته است، کثرت شدت انتشار دی‌اکسیدکربن بر صنایع انرژی‌بر چین را از دو رویکرد تقاضامحور لئونتیف و عرضه‌محور گش به‌صورت همزمان تحلیل کردند و نشان دادند با استفاده از رویکرد تقاضامحور لئونتیف، تکنولوژی تولید صنعت «ساختمان» نقش مهمی در شدت انتشار صنایع انرژی‌بر دارد؛ درحالی‌که با به‌کارگیری رویکرد عرضه‌محور گش باید به تخصیص و عرضه بخش استخراج نفت و گاز طبیعی توجه بیشتری کرد.

یانگ و همکاران<sup>۹</sup> (۲۰۱۷) در مطالعه خود، چگونگی کاهش مصرف انرژی و کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن در منطقه نینگبو<sup>۱۰</sup> چین را با استفاده از مدل داده - ستانده بررسی کردند. نتایج نشان دادند سیاست‌هایی همچون جایگزینی انرژی با شدت انتشار کم کربن، صرفه‌جویی در انرژی، بهبود بهره‌وری انرژی و تحول صنعتی از جمله مواردی‌اند که باعث کاهش انتشار کربن و کاهش در مصرف انرژی می‌شوند. در پژوهش دیگری که لی و همکاران<sup>۱۱</sup> (۲۰۱۸) انجام دادند، متابولیسم

براساس این، انتظار می‌رود با توجه به موقعیت جغرافیایی، جمعیت و بافت صنعتی این استان، مصرف انرژی‌های فسیلی آن و آلاینده‌گی‌های منتشرشده ناشی از مصرف آن نسبت به برخی استان‌های کشور بیشتر باشد. در پژوهش حاضر به‌منظور بررسی انتشار آلاینده‌های محیط زیستی (دی‌اکسیدکربن) ناشی از مصرف انرژی سال ۱۳۹۵ در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی استان یزد (۲۰ بخش اقتصادی) میزان آلاینده‌گی<sup>۱</sup> از جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی ایران استخراج شده است. سؤال‌های این پژوهش عبارت‌اند از وضعیت بخش‌های کلیدی اقتصاد استان یزد از لحاظ انتشار CO<sub>2</sub> به چه صورت است. به عبارت دیگر اگر مبنای مقایسه بخش‌ها را میزان آلاینده‌گی آنها قرار دهیم، کدام بخش‌ها بیشترین آلاینده‌گی را دارند.

<sup>۳</sup> (۱۹۷۲)، ایده‌های کلیدی محیط زیست صنعتی، تولید و کاهش آلودگی به‌صراحت در یک چارچوب IO<sup>۴</sup> ارائه شده است. در یک چارچوب کلی می‌توان گفت این دو مدل، نمونه اولیه از مدل‌های مختلفی است که به‌طور گسترده به‌عنوان مرجع در زمینه محیط زیست صنعتی در طول دهه گذشته تبدیل شده‌اند (بانوئی و کمال، ۱۳۹۳: ۵۲).

بررسی سیر مطالعات بین‌المللی نشان می‌دهد انرژی‌های فسیلی در کنار سایر نهاده‌های تولید (سرمایه و نیروی کار) و آلودگی‌های ناشی از آن به‌ویژه بعد از انقلاب صنعتی به‌طور گسترده مطالعه و بررسی شده‌اند. از مهم‌ترین مطالعات این حوزه می‌توان به پن و همکاران<sup>۵</sup> اشاره کرد که در سال ۲۰۱۳ براساس رویکرد داده - ستانده، میزان انرژی «مستقیم» و «غیرمستقیم»، شدت انرژی و کربن منتشرشده ناشی از مصرف انرژی در شهر پکن کشور چین را بررسی کردند. نتایج نشان دادند حدود ۹۱/۶۱ درصد انتشار کربن مربوط به بخش انرژی است. همچنین برآوردها نشان می‌دهند میزان تولید گازهای گلخانه‌ای در مصرف خانوار ۱/۵۸ برابر میزان مصرف دولت است. در پژوهش دیگری که سو و انگ<sup>۶</sup> (۲۰۱۴) برای ۴ منطقه در کشور چین انجام دادند، اثر کربن منطقه‌ای با استفاده از الگوی داده - ستانده بررسی شده است. نتایج این مقاله، چگونگی تأثیر تجارت بین منطقه‌ای و بین‌الملل بر تولیدات داخل منطقه‌ای چین را تشریح کرده است. یوان و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۵) براساس تجزیه و تحلیل داده - ستانده و داده‌های

میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> را بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهند ایران از نظر انتشار دی‌اکسیدکربن در جایگاه نهم قرار دارد. از منظر بخشی نیز بخش‌های «برق و خدمات»، «حمل و نقل» و «سایر محصولات کانی غیرفلزی» رتبه‌های اول تا سوم را به خود اختصاص داده‌اند. گفتنی است این سه بخش بیش از ۸۱ درصد از انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> را به خود اختصاص داده‌اند. از دیگر مطالعات در حوزه آلاینده‌گی می‌توان به بزازان و خسروانی (۱۳۹۵) اشاره کرد که با استفاده از جدول داده - ستانده ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس، میزان انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انواع حامل‌های انرژی توسط خانوارها در ایران را سنجیده‌اند. براساس نتایج به‌دست‌آمده سهم خانوارها از انتشار آلاینده CO<sub>2</sub> به‌طور مستقیم ۴۱ درصد و به‌صورت غیرمستقیم ۲۹ درصد است. همچنین سهم فعالیت‌های اقتصادی در انتشار آلاینده CO<sub>2</sub> به‌طور مستقیم ۵۹ درصد و به‌صورت غیرمستقیم ۷۱ درصد است.

همچنین در مطالعه دیگری که شارعی و همکاران (۱۳۹۷) انجام داده‌اند آثار تغییر تکنولوژی و توزیع بر شدت انتشار دی‌اکسیدکربن پنج صنعت انرژی‌بر اول کشور با استفاده از رویکرد شناسایی ضرایب مهم جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۰ سنجیده شده‌اند. نتایج حاصل از دو رویکرد تقاضامحور «لئونتیف» و «عرضه‌محور گش» نشان می‌دهند یک درصد تغییر تکنولوژی و توزیع هرکدام از بخش‌های «ساخت مواد شیمیایی و محصولات شیمیایی»، «ساخت کک، فراورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت کانی غیرفلزی»، به کاهش بیش از یک درصد شدت انتشار دی‌اکسیدکربن تمام پنج صنعت انرژی‌بر بررسی شده منجر می‌شود. از آنجا که بخش‌های یادشده از لحاظ انتشار دی‌اکسیدکربن در وضعیت نامناسبی قرار دارند، ضروری است با اجرای سیاست‌های کاهش انتشار، شدت دی‌اکسیدکربن در این بخش‌ها را به مقدار زیادی کاهش داد. همچنین بزازان و سماواتی (۱۳۹۹) در پژوهش خود با استفاده از جدول داده - ستانده ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران، آثار توزیعی مالیات بر دی‌اکسیدکربن بر درآمد خانوارهای شهری و روستایی را سنجیده‌اند. نتایج نشان می‌دهند در صورت اعمال مالیات بر دی‌اکسیدکربن، نابرابری در شهرها گسترده‌تر و در روستاها افزایش نمی‌یابد.

بررسی اجمالی پژوهش‌های خارج از کشور نشان‌دهنده

انتشار کربن ناشی از تولید و مصرف در استان گوانگدونگ<sup>۱۲</sup> کشور چین با استفاده از مدل داده - ستانده بررسی شده است. نتایج نشان می‌دهند تنظیم ساختار تولید بخش ساخت‌وساز و استفاده از سوخت‌های پاک در بخش تولید برق موجب کاهش انتشار کربن در این منطقه می‌شود.

جیانگ و همکاران<sup>۱۳</sup> (۲۰۱۹) در مطالعه خود برای کشور چین، ساختار انتشار کربن در صنعت و سیستم‌های انرژی‌بر را با استفاده از رویکرد داده - ستانده بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهند تغییر ساختار مصرف انرژی منجر به کاهش نسبت انتشار کربن از انرژی با کربن بالا (زغال‌سنگ، روغن دیزل، روغن احتراق و غیره) می‌شود؛ اما در سمت تقاضا بنگاه‌های اقتصادی مهم‌ترین عامل محرک برای انتشار کربن هستند و مصرف‌کنندگان نهایی (شهروندان و دولت) اثر محدودی بر انتشار کربن داشته‌اند. همچنین روند انتشار کربن در فعالیت‌هایی همچون کشاورزی، ساخت‌وساز، حمل و نقل و خدمات نزولی‌اند؛ اما بخش صنایع شیمیایی سهم رو به افزایشی را در انتشار کربن نشان می‌دهد. همچنین سو و همکاران<sup>۱۴</sup> (۲۰۲۰) در مقاله خود با استفاده از مدل داده - ستانده، اثر تغییر ساختار صنایع در چین از صنایع پرانرژی به صنایع کم‌انرژی‌بر و تأثیر آن بر کاهش انتشار کربن را بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهند در کشور چین با تنظیم ساختار اقتصادی در سال ۲۰۳۰ میزان دی‌اکسیدکربن بخش‌های اصلی «نفت تصفیه‌شده، کک و سوخت‌های هسته‌ای» به حداکثر می‌رسد.

در زمینه پژوهش‌های داخلی انجام‌شده در این حوزه می‌توان به مطالعه نصراللهی و همکاران (۱۳۹۱) اشاره کرد. در این تحقیق با استفاده از جدول داده - ستانده، انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های اقتصادی بررسی و اندازه‌گیری شده است. براساس محاسبات انجام‌شده مشخص شد درباره بیشتر آلاینده‌ها بخش‌های «حمل و نقل هوایی، جاده‌ای و ریلی» بزرگ‌ترین مشترکنندگان گازهای آلاینده هستند. در پژوهشی دیگر که صادقی و همکاران (۱۳۹۲) انجام دادند انتشار CO<sub>2</sub> را با توجه به سه اثر ساختاری لئونتیف، تقاضای نهایی و شدت انتشار تجزیه کردند. نتایج نشان می‌دهند در سال‌های ۱۳۸۵-۱۳۸۰ نسبت به سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۶۵ مقدار انتشار افزایش یافته که ناشی از مصرف انرژی در کشور است.

ذاکری (۱۳۹۳) در مقاله‌ای با استفاده از جدول داده - ستانده سال ۱۳۸۵ و با تأکید ویژه بر بخش صنعت و زیربخش‌های آن،

تجهیزات برقی			
ساخت وسایل نقلیه موتوری و سایر تجهیزات حمل و نقل	۱۵	ساخت پوشاک، عمل‌آوری و رنگ‌کردن خز، دباغی و پرداخت چرم و سایر محصولات چرمی	۵
ساخت مبلمان و مصنوعات طبقه‌بندی‌نشده در جای دیگر	۱۶	ساخت چوب و محصولات چوبی	۶
آب، برق و گاز	۱۷	ساخت کاغذ، محصولات کاغذی و چاپ	۷
ساختمان	۱۸	ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی	۸
حمل و نقل	۱۹	ساخت محصولات از لاستیک و پلاستیک	۹
سایر خدمات	۲۰	ساخت محصولات کانی غیرفلزی	۱۰

پس از استخراج جدول داده - ستانده منطقه‌ای استان یزد و با توجه به اینکه هدف اصلی پژوهش، ارزیابی رابطه بین فعالیت‌های اقتصادی و آلودگی محیط زیستی (گاز گلخانه‌ای CO<sub>2</sub>) ناشی از مصرف انرژی است، با برآورد میزان مصرف انرژی توسط بخش‌های اقتصادی و استفاده از ضرایب انتشار آلاینده CO<sub>2</sub>، میزان انتشار آلاینده CO<sub>2</sub> به تفکیک بخش‌های اقتصادی محاسبه شد. به منظور اندازه‌گیری میزان انرژی مستقیم و غیرمستقیم مصرف‌شده در تولید واردات مصرفی هر بخش اقتصادی و همانند نظریه تجارت بین‌الملل هکشر - اوهلین<sup>۱۵</sup> فرض می‌شود سطح تکنولوژی تولید استان یزد و سایر استان‌های ایران (شرکای تجاری) یکسان است؛ از این رو با بهره‌بردن از فرض واردات رقابتی، محتوای انرژی‌های فسیلی با تکنولوژی داخلی محاسبه می‌شود. آمارهای مربوط به مصرف پنج حامل انرژی «گازوئیل»، «گاز طبیعی»، «بنزین»، «نفت سفید» و «گاز مایع» بخش‌های مختلف اقتصادی سطح ملی به صورت مقداری از ترازنامه هیدروکربنی سال ۱۳۹۵ استخراج شدند. حال برای محاسبه میزان انرژی مصرفی بخش‌های اقتصادی استان یزد از ضرایب انرژی بخش ملی استفاده شده است که مطابق رابطه ۱ محاسبه می‌شود:

$$\tau_{ij} = \frac{\omega_{ij}}{X_i} \quad (1)$$

اهمیت سنجش مصرف انرژی (سوخت‌های فسیلی) و آلاینده‌های ناشی از آن در سطح بخش‌های مختلف اقتصادی منطقه‌ای است که پژوهشگران در ایران کمتر به آن توجه کرده‌اند. همان‌طور که بیان شد مطالعات داخلی در حوزه منابع طبیعی از جمله انرژی و انتشار آلاینده‌ها شایان توجه پژوهشگران قرار گرفته‌اند؛ اما بیشتر این مطالعات در بعد ملی بوده‌اند. در پژوهش حاضر به منظور بررسی میزان انتشار ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در بعد منطقه‌ای، میزان CO<sub>2</sub> ناشی از مصرف حامل‌های انرژی در استان یزد در سال ۱۳۹۵ با استفاده از مدل داده - ستانده منطقه‌ای محاسبه شده است.

## روش و پایه‌های آماری تحقیق

### پایه‌های آماری

همان‌طور که در بخش‌های پیشین اشاره شد در این مقاله از چارچوب الگوی داده - ستانده به منظور تجزیه و تحلیل استفاده شده است. براساس این، جدول داده - ستانده استفاده‌شده جدول ارزشی است و میزان انتشار دی‌اکسیدکربن ناشی از مصرف انرژی به صورت برداری برون‌زا است که مقادیر آن برای هر بخش برحسب کیلوگرم بیان شده است. در ابتدا جدول ارزشی داده - ستانده منطقه‌ای سال ۱۳۹۵ استان یزد با به‌کارگیری روش سهم مکانی خاص صنعتی فلگ (SFLQ) از جدول داده - ستانده سال ۱۳۹۵ بانک مرکزی ایران و حساب‌های منطقه‌ای همان سال، استخراج و متناسب با ساختار تولیدات استان یزد در ۲۰ بخش تجمیع شده است که نتایج در جدول ۱ منعکس شده‌اند.

### جدول ۱- عناوین بخش‌های اقتصادی استان یزد در جدول داده - ستانده

شماره بخش	نام بخش	شماره بخش	نام بخش
۱	کشاورزی	۱۱	ساخت فلزات اساسی
۲	نفت خام، گاز طبیعی و سایر معادن	۱۲	ساخت محصولات فلزی فابریکی به‌جز ماشین‌آلات و تجهیزات
۳	ساخت محصولات غذایی و آشامیدنی و تنباکو	۱۳	ساخت ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی‌نشده در جای دیگر
۴	ساخت منسوجات	۱۴	ساخت، تعمیر و نصب محصولات یارانه‌ای، الکترونیکی و نوری، ساخت، تعمیر و نصب

فعالیت‌های اقتصادی است. به منظور استفاده از تحلیل داده - ستانده محیط زیستی در استان یزد، ابتدا لازم است جدول داده - ستانده منطقه‌ای برای این استان استخراج شود. براساس این، در این بخش به بررسی روش استخراج داده - ستانده منطقه‌ای (استان یزد) اشاره می‌شود.

### چارچوب تحلیل داده - ستانده منطقه‌ای (استان یزد)

در مطالعه حاضر به منظور سنجش میزان آلاینده‌گی منتشر شده از سوخت‌های فسیلی توسط بخش‌های اقتصادی استان یزد از مدل داده - ستانده منطقه‌ای استفاده شده است. جدول داده - ستانده تصویری از وابستگی‌های متقابل فعالیت‌های اقتصادی است یا به عبارت دیگر پیوندهای متقابل بخش‌ها را به صورت منسجم در قالب یک ماتریس جبری ارائه می‌کند. یکی از روش‌های استخراج جداول منطقه‌ای، روش سهم مکانی است و در بین روش‌های سهم مکانی، الگوی سهم مکانی خاص صنعتی فلگ (SFLQ) برتری قاطعی در تخمین ضرایب منطقه‌ای نسبت به سایر روش‌های سهم مکانی دارد و اجازه می‌دهد ضرایب ملی در بخش‌های مختلف به نسبت‌های متفاوتی تعدیل شوند. همچنین در این روش تا حد زیادی مشکل تخمین بیش از حد ضرایب منطقه‌ای برطرف شده است و براساس همه معیارهای ارزیابی در روش سهم مکانی، ستانده استانی با خطای کمتری برآورد می‌شود (Kowalewski, 2015: 3). رابطه ۲، نقطه شروع روش سهم مکانی در شرایط فقدان آمار و اطلاعات مورد نیاز است:

$$r_{ij} = (LQ)^* a_{ij} \quad (2)$$

که  $r_{ij}$  عنصری از ماتریس ضرایب واسطه‌ای درون منطقه،  $a_{ij}$  عنصری از ماتریس ضرایب ملی و  $LQ$  ضریب الگوی سهم مکانی را نشان می‌دهد. در این مقاله با توجه به استفاده از روش SFLQ می‌توان نوشت:

$$SFLQ_{ij} = \begin{cases} CILQ_{ij} \times \lambda_j & \text{for } i \neq j \\ SLQ_{ij} \times \lambda_j & \text{for } i = j \end{cases} \quad (3)$$

$$\lambda = [\log_2(1 + X^r/X^n)]^\delta \quad (4)$$

$$0 \leq \delta < 1$$

$$0 \leq \lambda \leq 1$$

$$r_{ij} = \begin{cases} (SFLQ_{ij} a_{ij}) & \text{if } SFLQ_{ij} \leq 1 \\ a_{ij} & \text{if } SFLQ_{ij} > 1 \end{cases} \quad (5)$$

$r_{ij}$  ضریب انرژی بخش‌های اقتصادی در سطح ملی،  $w_{ij}$  مقدار حامل انرژی مصرفی توسط هر بخش ملی و  $x_i$  ستانده هر بخش در سطح ملی است. سپس با استفاده از ستانده بخش‌های مختلف استان یزد که از حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار استخراج شده است و با پیش‌ضرب ستانده استانی هر بخش در ضرایب مصرف انرژی ملی، میزان مصرف انرژی هر بخش در سطح هر منطقه محاسبه می‌شود. نکته‌ای که در این مرحله باید توجه شود، مسئله یکسان‌سازی واحدها است. پس از جمع‌آوری داده‌ها و به علت متفاوت بودن واحد هر حامل انرژی، به یکسان‌سازی هر واحد به بی‌تی‌یو پرداخته می‌شود. در این مرحله با ضرب انرژی مصرفی هر بخش در مقادیر جدول ۲ می‌توان میزان انرژی مصرفی هر بخش را برحسب بی‌تی‌یو به دست آورد.

جدول ۲- ضرایب تبدیل انواع حامل‌های انرژی به واحد بی‌تی‌یو

گازوئیل	گاز طبیعی	بنزین	نفت سفید	گاز مایع
۳۵/۸۲	۴۰/۹۳	۳۱/۸۹	۳۴/۱۱	۴۲/۶۹

منبع: معاونت امور برق و انرژی - دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی

سپس با توجه به اینکه حامل‌های مختلف انرژی دارای ضرایب متفاوت انتشار آلاینده‌اند، برای محاسبه میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن توسط تک‌تک بخش‌ها، میزان مصرف انرژی هر بخش در میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن مستخرج شده از سالنامه انرژی (جدول ۳) ضرب می‌شود و براساس این، میزان انتشار گاز دی‌اکسیدکربن برحسب تن به تفکیک ۲۰ بخش اقتصادی محاسبه می‌شود.

جدول ۳- میزان انتشار  $CO_2$  برحسب کیلوگرم به ازای هر میلیون بی‌تی‌یو

گازوئیل	گاز طبیعی	بنزین	نفت سفید	گاز مایع
۰/۰۷۴۹۲	۰/۰۵۳۰۲	۰/۰۷۰۲۲	۰/۰۷۵۲	۰/۰۶۲۹۸

منبع: سالنامه انرژی

### روش تحقیق

به منظور بررسی اثر فعالیت‌های اقتصادی بر محیط زیست از جمله تولید آلودگی  $CO_2$ ، ابتدا به چارچوبی برای مدل‌سازی مسیری نیاز است که این آلاینده‌ها با فعالیت‌های اقتصادی تولید می‌شوند (نصراللهی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷۹). تحلیل داده - ستانده یکی از روش‌های کارا برای تحلیل آثار محیط زیستی

### برآورد مدل

نتایج محاسبات نشان می‌دهند در سال ۱۳۹۵ در استان یزد ۴,۷۳۸,۱۱۵,۶۵۸,۹۰۵ کیلوگرم گاز CO<sub>2</sub> توسط بخش‌های اقتصادی به صورت مطلق انتشار یافته است. مطابق جدول ۴، بخش‌های «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» به ترتیب با ۲,۰۵۳,۵۴۳,۶۰۱,۸۶۰، ۴۳۷,۲۳۱، ۱,۰۵۰,۶۹۶,۱ و ۲۱۸,۹۱۹,۵۹۰,۵۱۹ کیلوگرم بیشترین میزان انتشار آلاینده‌گی را داشته‌اند؛ به طوری که سهم انتشار آلاینده‌گی سه بخش یادشده از کل استان به ترتیب ۵۳/۵۱، ۳۱/۸۰ و ۴/۶۲ درصد است. با توجه به نارسایی تحلیل‌های مبتنی بر انتشار مطلق CO<sub>2</sub> که دو مسئله اساسی حجم تولید بخش‌ها و انتشار CO<sub>2</sub> ناشی از تولید نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز آنها را نادیده می‌گیرد، در ادامه با استفاده از الگوی داده - ستانده منطقه‌ای، میزان انتشار آلاینده‌گی «مستقیم»، «غیرمستقیم» و «اثر کل آلاینده‌گی (مستقیم و غیرمستقیم)» بخش‌های مختلف اقتصادی محاسبه شده و نتایج در جدول ۴ نشان داده شده‌اند.

پس از محاسبه میزان انتشار مطلق CO<sub>2</sub> به تفکیک هر بخش و با استفاده از ستانده استان یزد، میزان ضرایب انتشار مستقیم گاز CO<sub>2</sub> برای استان استخراج شد. نتایج نشان می‌دهند بخش‌های «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» به ترتیب با ۷۳,۶۳۸/۸۴، ۲۲,۲۳۶/۴۷ و ۱۹,۸۷۲/۸۹ کیلوگرم بر میلیون ریال، بیش‌ترین ضریب مستقیم انتشار آلاینده‌گی را دارند. همچنین کمترین انتشار مستقیم CO<sub>2</sub> مربوط به بخش‌های «ساختمان»، «کشاورزی» و «سایر خدمات» است. این ارقام بدین معناست که به ازای یک واحد افزایش تقاضای نهایی (میلیون ریال) در هر بخش، چه میزان آلاینده ناشی از مصرف حامل‌های انرژی منتشر می‌شود.

همچنین براساس اطلاعات جدول ۴ از نظر بیشترین میزان انتشار غیرمستقیم آلاینده CO<sub>2</sub>، به ترتیب بخش‌های «ساختمان»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» رتبه‌های نخست را به خود اختصاص داده‌اند. انتشار غیرمستقیم آلاینده‌گی به این دلیل صورت می‌گیرد که هر بخش برای برآورد تقاضای خود در فرایند تولید با تأمین نهاده‌های مورد نیاز از سایر بخش‌ها، تقاضای جدیدی را در سایر بخش‌ها ایجاد و از

صنعتی و سهم مکانی ساده بخش عرضه‌کننده و تقاضاکننده هستند.  $\lambda$  ضریب تعدیل منطقه و  $\delta$  ضریب تعدیل ساختار اقتصادی منطقه است. مقادیر  $\delta$  برای بخش‌های مختلف در روش SFLQ متفاوت‌اند و میزان آن برحسب حداقل کردن ستانده واقعی<sup>۱۶</sup> هر منطقه با ستانده تخمینی<sup>۱۷</sup> حاصل می‌شود (دهقان بنادکوکي و همکاران، ۱۴۰۰: ۳۲۷). در این روش، مقدار کوچک‌تر  $\delta$  به معنی  $\lambda$  بزرگ‌تر و تعدیل کمتر ضرایب ملی است<sup>۱۸</sup>. سپس بر مبنای جدول داده - ستانده استان یزد می‌توان میزان انتشار دی‌اکسیدکربن در استان را محاسبه کرد.

### تحلیل داده - ستانده محیط زیستی

ساده‌ترین مدل داده - ستانده محیط زیستی با اضافه کردن یک یا چند سطر به جدول داده - ستانده اصلی به دست می‌آید. در این حالت فرض می‌شود بخش‌های تولیدی به نسبت ثابتی ایجاد آلاینده‌گی می‌کنند؛ براساس این می‌توان نوشت (Miller and Blair, 2009: 428):

$$e_{kj} = \frac{E_{kj}}{X_j} \quad (6)$$

که در آن  $E_{kj}$  میزان آلاینده  $k$  در بخش  $j$ ،  $X_j$  میزان ستانده هر بخش و  $e_{kj}$  ضرایب مستقیم انتشار آلاینده‌گی CO<sub>2</sub> است. در ادامه با ایجاد ماتریس قطری از ضرایب مستقیم و محاسبه اثر کل مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌گی بخش‌ها با استفاده از ماتریس معکوس لئونتیف که با  $M_i$  نشان داده می‌شود، اثر کل آلاینده‌گی برآورد می‌شود:

$$M_i = (I - A)^{-1} \times e_{kj} \quad (7)$$

این اثر به معنای آن است که برای اینکه هر بخش یک واحد تقاضای نهایی را برای یک بخش افزایش دهد در کل چقدر آلودگی ایجاد می‌کند. روابط بالا تنها انتشار آلاینده در یک بخش را نشان می‌دهد و میزان آلاینده منتشرشده در نهاده‌های واسطه‌ای آن بخش را نادیده می‌گیرند. به عبارت دیگر در تولید نهاده‌های واسطه‌ای نیز آلاینده‌هایی منتشر می‌شوند که آلاینده‌گی مستقیم قادر به سنجش آن نیست و به آن آلاینده‌گی غیرمستقیم می‌گویند که با کسر دو رابطه ۶ و ۷ از یکدیگر محاسبه می‌شود. این معیار نشان می‌دهد به‌ازای افزایش یک واحد تقاضای نهایی در یک بخش چه میزان آلاینده‌گی به‌صورت غیرمستقیم توسط نهاده‌های واسطه‌ای منتشر می‌شود (Baumol and Wolf, 1994: 96).

این طریق به طور زنجیره وار بخش های وسیعی از اقتصاد را وارد فرایند زنجیره تأمین خود می کند و موجب نشر آلاینده می شود. نکته مهم این است که بدون لحاظ این معیار امکان شناسایی بخش هایی که به علت ارتباطات گسترده با سایر بخش ها نقش برجسته ای در انتشار CO<sub>2</sub> دارند، مشخص نمی شود؛ برای نمونه، فعالیت ساختمان از لحاظ آلاینده گی مستقیم در جایگاه ۱۹م جدول قرار دارد؛ اما از منظر شدت آلاینده گی غیرمستقیم رتبه اول را به خود اختصاص داده است. باید در نظر داشت بخش ساختمان نهاده های واسطه خود را از بخش هایی تأمین می کند که نقش مهمی در انتشار آلاینده CO<sub>2</sub> دارند؛ بنابراین، در صورتی که صرفاً سنجش آلاینده گی مستقیم بخش ها یا انتشار مطلق آنها مبنای تحلیل قرار گیرد، نتایج نادرستی به دست

خواهد آمد.

به منظور بررسی اثر کل آلاینده گی بخش های اقتصادی استان یزد، ماتریس ضرایب انتشار مستقیم در ماتریس ضرایب داخلی استان یزد ضرب شده است؛ بدین ترتیب که کل انتشار CO<sub>2</sub> ناشی از تأمین تقاضای نهایی یک بخش در سال ۱۳۹۵ به دست آمده است که محتوای CO<sub>2</sub> تقاضای نهایی آن بخش نام دارد. نتایج موجود در جدول ۴ نشان می دهند بخش های «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت کک، فرآورده های حاصل از تصفیه نفت و سوخت های هسته ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» بیشترین نقش را در انتشار CO<sub>2</sub> خواهند داشت.

جدول ۴- انتشار CO<sub>2</sub> در بخش های اقتصادی و ضرایب مستقیم و غیرمستقیم انتشار سال ۱۳۹۵ استان یزد

بخش های اقتصادی	انتشار CO <sub>2</sub> (کیلوگرم)	سهم بخش ها از انتشار CO <sub>2</sub> (درصد)	ضرایب مستقیم انتشار (کیلوگرم بر میلیون ریال)	ضرایب غیرمستقیم انتشار (کیلوگرم بر میلیون ریال)	اثر کل آلاینده گی (کیلوگرم بر میلیون ریال)
۱	۲۶۱۰۹۹۳۴۴	۰/۰۰۶	۵/۳۷	۱۱۱/۰۳	۱۱۶/۳۹
۲	۱۱۲۱۵۰۳۵۲۰	۰/۰۲۴	۴۱/۳۷	۲۸۱/۵۶	۳۲۲/۹۳
۳	۱۵۴۴۷۱۷۲۲۷۰۵	۳/۲۶۰	۵۴۸۸/۲۳	۸۶/۲۸	۵۵۷۴/۵۱
۴	۱۷۹۵۰۱۳۳۹۰۷۴	۳/۷۸۸	۸۳۹۶/۲۵	۲۰۴/۲۷	۸۶۰۰/۵۳
۵	۸۰۲۱۶۳۶۹۳	۰/۰۱۷	۶۶۹/۶۹	۲۶/۲۹	۶۹۵/۹۸
۶	۶۲۱۰۹۴۳۴۸۲	۰/۱۳۱	۲۶۳۶/۴۱	۱۸/۶۸	۲۶۵۵/۰۹
۷	۳۶۸۳۲۰۲۵۶۵۳	۰/۷۷۷	۹۷۰۴/۷۱	۵۶/۳۰	۹۷۶۱/۰۱
۸	۲۱۸۹۱۹۵۹۰۵۱۹	۴/۶۲۰	۲۲۲۳۶/۴۷	۷۶/۵۶	۲۲۳۱۳/۰۳
۹	۳۸۰۹۸۶۳۲۰۷۶	۰/۸۰۴	۳۴۰۹/۵۲	۷۰/۴۰	۳۴۷۹/۹۲
۱۰	۲۵۳۵۴۳۶۰۱۸۶۰	۵۳/۵۱۲	۷۳۶۳۸/۸۴	۴۰۳/۲۸	۷۴۰۴۲/۱۲
۱۱	۱۵۰۶۹۶۱۴۳۷۲۳۱	۳۱/۸۰۵	۱۹۸۱۲/۸۹	۶۳۱/۵۶	۲۰۵۰۴/۴۵
۱۲	۲۴۱۸۷۱۶۳۷۸	۰/۵۱۰	۳۱۷۱/۸۴	۸۹/۴۶	۳۲۶۱/۳۰
۱۳	۲۵۳۷۹۸۳۵۹۸	۰/۰۵۴	۲۴۰۷/۸۳	۲۳/۲۱	۲۴۳۱/۰۴
۱۴	۱۶۸۶۴۶۸۵۷۱۹	۰/۳۵۶	۲۶۷۱/۱۱	۴۳/۵۱	۲۷۱۴/۶۲
۱۵	۷۶۴۷۳۳۷۵۷	۰/۰۱۶	۱۴۱۱/۲۵	۳۱/۳۰	۱۴۴۲/۵۶
۱۶	۶۶۰۱۴۳۰۶۱۲	۰/۱۳۹	۳۵۸۴/۶۰	۲۰/۵۴	۳۶۰۵/۱۳
۱۷	۳۵۰۶۳۷۵۹۷	۰/۰۰۷	۳۲/۴۳	۱۹/۷۷	۵۲/۲۱
۱۸	۵۱۷۴۵۸۸۴	۰/۰۰۱	۲/۴۱	۱۷۸۸/۵۷	۱۷۹۰/۹۹
۱۹	۶۱۰۶۸۲۶۶۴۵	۰/۱۲۹	۲۰۰/۵۹	۱۰۵/۲۷	۳۰۵/۸۵
۲۰	۱۹۹۲۸۴۹۵۵۷	۰/۰۴۲	۱۵/۶۹	۳۰۰/۷۵	۳۱۶/۴۴

منبع: یافته های محقق

## نتیجه گیری و پیشنهادها

افزایش انتشار گازهای گلخانه ای و گرم شدن کره زمین به چالشی بین المللی تبدیل شده است. برگزاری سمینارها و پروتکل های

بین المللی در سطح جهانی همچون کنفرانس ریو<sup>۱۹</sup>، پروتکل کیوتو<sup>۲۰</sup>، کنفرانس کپنهاگ<sup>۲۱</sup>، انعکاسی از اهمیت موضوع و در عین حال نشان می دهد تلاش ها و اقدامات جهانی آتی در راستای کنترل گرمایش زمین و آلودگی جدی تر خواهد شد؛ بنابراین، اقدامات



تصویر نادرستی از آلاینده‌های بخش‌ها ارائه خواهد شد. حسن سنجش آلاینده‌ها در الگوی داده - ستانده آن است که وضعیت هر بخش را با توجه به پیوندهای آن با سایر بخش‌های اقتصاد بررسی می‌کند و بنابراین تصویر واقع‌بینانه‌تری از بخش‌ها در اقتصاد ارائه می‌دهد؛ بدین منظور ضرایب غیرمستقیم و محتوای آلاینده‌ها در استان در سال ۱۳۹۵ محاسبه شده‌اند. نتایج محاسبات نشان می‌دهند که به ترتیب بخش‌های «ساختمان»، «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» و «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی»، «ساخت فلزات اساسی» بیشترین میزان آلاینده‌ها را در استان داشته‌اند. مطابق گزارش‌های منتشرشده توسط سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی، استان یزد در حوزه صنعت مقام چهارم کشور و در حوزه معدن جایگاه دوم را از آن خود کرده است. همچنین این استان جایگاه نخست را در تولید کاشی و سرامیک (به‌عنوان کانی‌های غیرفلزی) با سهم حدود ۵۰ درصد دارد. از آنجایی که این صنایع و فعالیت‌های اقتصادی از جمله فعالیت‌های با آلاینده‌ها بالا است، نتایج این پژوهش با واقعیت‌های خارجی منطبق است. همچنین این نتایج در راستای مطالعات خارجی و داخلی است؛ برای نمونه، مطالعه آلکانترا و پیادیللا<sup>۳۳</sup> (۲۰۰۶)، چن و ژانگ<sup>۳۴</sup> (۲۰۱۰)، شارعی و همکاران (۱۳۹۷)، نصراللهی و همکاران (۱۳۹۳) و ذاکری (۱۳۹۵) نشان می‌دهد «ساخت فلزات اساسی»، «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» و «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» بیشترین انتشار  $CO_2$  ناشی از فعالیت‌های اقتصادی در مناطق بررسی شده را دارند.

بررسی نتایج در ارتباط با حوزه سیاست‌گذاری نشان می‌دهد کنترل انتشار آلاینده‌ها در برخی از بخش‌ها از جمله بخش‌های «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت فلزات اساسی» با توجه به ماهیت فنی به استفاده از تکنولوژی به‌روز، بازسازی و نوسازی نیازمند است؛ برای نمونه می‌توان در بخش‌های صنعتی مذکور از محصولاتی مانند فیلترهای سرامیکی و سایر انواع جذب‌کننده‌های آلودگی برای تولید استفاده کرد یا اینکه با تغییر تکنولوژی از روش احیای مستقیم و استفاده از کوره‌های قوس الکتریکی در صنعت فولاد، میزان انتشار آلاینده‌ها در صنعت «ساخت فلزات اساسی» را به شدت کاهش داد. همچنین در گروه صنایع «ساخت محصولات کانی غیرفلزی» مانند تولید سیمان با استفاده از روش سیمان تر به جای سیمان خشک از میزان انتشار آلاینده‌ها به شدت کاسته خواهد شد.

مربوط به کنترل آلودگی ضروری است که به دلیل هزینه‌هایی است که به جامعه تحمیل می‌کند (انواع بیماری‌ها، کاهش کارایی، آسیب به دارایی‌ها و ...) و نیز به این علت است که به احتمال زیاد جامعه جهانی کشورهایی که در این زمینه اقدام جدی انجام ندهند را با جریمه‌ها و تنبیه‌هایی مواجه خواهد کرد. از آنجایی که دستیابی به اهداف کاهش انتشار آلودگی به کاهش مؤثر انتشار در بخش‌های مختلف وابسته است و مقابله با انتشار آلاینده‌های محیط زیستی در کشور و مناطق مختلف دیگر نیازمند شناخت دقیق ابعاد و پیچیدگی آن است، پژوهش حاضر با هدف بررسی روابط متقابل فعالیت‌های اقتصادی و انتشار آلاینده در استان یزد از الگوی داده - ستانده منطقه‌ای محیط زیستی استفاده کرده است. برای این منظور ابتدا با استفاده از روش سهم مکانی، جدول داده - ستانده منطقه‌ای استان یزد برای سال ۱۳۹۵ استخراج شده است و با استفاده از میزان مصرف انرژی و ضرایب انتشار، میزان انتشار آلاینده  $CO_2$  توسط هر بخش اقتصادی، محاسبه و روابط آثار محیط زیستی فعالیت‌های اقتصادی تبیین شده است.

نتایج محاسبات نشان می‌دهند در سال ۱۳۹۵ در استان یزد ۴,۷۳۸,۱۱۵,۶۵۸,۹۰۵ کیلوگرم گاز  $CO_2$  توسط بخش‌های اقتصادی به صورت مطلق انتشار یافته است که بخش‌های «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت فلزات اساسی» و «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» بیشترین میزان انتشار آلاینده‌ها را داشته‌اند؛ به‌طوریکه سهم انتشار سه بخش یادشده به ترتیب معادل ۵۳/۵۱، ۳۱/۸۰ و ۴/۶۲ درصد است. براساس گزارش‌های منتشرشده در بخش آمایش، استان یزد در سال ۱۳۹۵ با رشد ۲/۵ برابری نسبت به سال ۱۳۹۰ در زمینه تولید مواجه بوده است؛ بدین ترتیب با افزایش تولید، آلاینده‌ها ناشی از آن افزایش می‌یابد؛ اما با توجه به اینکه انتشار مطلق حجم تولید بخش‌ها و انتشار  $CO_2$  ناشی از تولید نهاده‌های واسطه‌ای مورد نیاز آنها را نادیده می‌گیرد، انتشار «مستقیم»، «غیرمستقیم» و «اثر کل آلاینده‌ها (مستقیم و غیرمستقیم)» محاسبه شده است.

بررسی ضرایب مستقیم نیز نشان می‌دهد «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» بالاترین میزان ضرایب انتشار را به خود اختصاص داده‌اند. باید در نظر داشت هر نوع ارزیابی در خصوص آلاینده‌ها بخش‌های اقتصادی باید مبتنی بر زنجیره عرضه باشد؛ برای مثال، برخی از بخش‌ها آلاینده‌ها مستقیم پائینی دارند و بنابراین اگر فقط انتشار مستقیم مبنای ارزیابی بخش‌ها قرار گیرد،

کل کربن را محدود می‌کند.

## منابع

بانوئی، علی اصغر و الهام کمال (۱۳۹۳). «سنجش محتوای مستقیم و غیرمستقیم دی‌اکسید کربن در صادرات و واردات ایران با استفاده از رویکرد داده-ستانده»، *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی*، دوره ۲، شماره ۲، ص ۷۰-۴۱.

بزازان، فاطمه و ندا خسروانی (۱۳۹۵). «سنجش میزان انتشار دی‌اکسیدکربن توسط بخش‌های مختلف تولیدی و خانوارها ناشی از مصرف انرژی در ایران (رویکرد داده - ستانده زیست‌محیطی)»، *فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی*، دوره ۱، شماره ۱، ص ۲۵-۱.

بزازان، فاطمه و آیدا سماواتی (۱۳۹۹). «آثار توزیعی مالیات بر دی‌اکسیدکربن بر مخارج خانوارها در ایران: رویکرد داده - ستانده زیست‌محیطی»، *فصلنامه نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، دوره ۷، شماره ۱، ص ۲۶۴-۲۳۹.

دهقان بنادکویی، فرناز و همکاران (۱۴۰۰). «سنجش ردپای انرژی‌های فسیلی در بخش‌های اقتصادی استان یزد با رویکرد داده - ستانده»، *مجله سیاست‌گذاری اقتصادی*، دوره ۱۳، شماره ۲۵، ص ۳۴۴-۳۱۷.

دهقان بنادکویی، فرناز (۱۳۹۹). «تحلیل و سنجش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی استان یزد با استفاده از جدول داده - ستانده دو منطقه‌ای»، *پایان‌نامه کارشناسی ارشد*، دانشکده اقتصاد، مدیریت و حسابداری، دانشگاه یزد.

ذاکری، زهرا (۱۳۹۳). توجه به محیط زیست در قانون هدفمندی یارانه‌ها: بررسی میزان انتشار مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌های CO<sub>2</sub>، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۳۶۶۳.

ذاکری، زهرا (۱۳۹۵)، ماهیت بخش‌های اقتصادی: سنجش مصرف انرژی و انتشار CO<sub>2</sub> در بخش‌های اقتصادی، معاونت پژوهش‌های اقتصادی، شماره مسلسل ۱۵۲۴۴.

شارعی، الهه و همکاران (۱۳۹۷). «محاسبه کشش شدت انتشار دی‌اکسیدکربن صنایع انرژی‌بر ایران با رویکرد شناسایی ضرایب مهم داده - ستانده»، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، دوره ۱۲، شماره ۱، ص ۱۳۲-۱۰۷.

صادقی، زین‌العابدین و همکاران (۱۳۹۲). «تحلیل تجزیه ساختاری آلودگی در ایران: رهیافت داده - ستانده»، *فصلنامه مطالعات اقتصادی کاربردی ایران*، دوره ۳، شماره ۱۰، ص ۱۷۵-۱۴۵.

معاونت امور برق و انرژی، دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و

مطابق نتایج حاصل از مطالعه آشکار می‌شود که تمام سوخت‌های فسیلی، آلاینده‌های دی‌اکسیدکربن وسیعی را به وجود می‌آورند و منابع تجدیدناپذیر هستند. جدا از بحث ارزآوری این حامل‌ها، با توجه به پتانسیل‌های استان در زمینه منابع تجدیدپذیر انرژی همچون انرژی خورشید و انرژی بادی، پیشنهاد می‌شود مطالعات امکان‌سنجی تولید برق از این منابع در سطح استان انجام گیرد و صنایع آلاینده «ساخت محصولات کانی غیرفلزی»، «ساخت کک، فرآورده‌های حاصل از تصفیه نفت و سوخت‌های هسته‌ای و ساخت مواد و محصولات شیمیایی» و «ساخت فلزات اساسی» که مطابق نتایج، بالاترین ضریب مستقیم و غیرمستقیم آلاینده‌ها را داشتند و نیاز شدید به مصرف برق دارند، مصرف‌کننده کامل این نوع انرژی شوند تا اثرات شدید آلاینده‌های این صنایع به میزان زیادی کاهش یابد.

از راه‌کارهای پیشنهادی دیگر برای کاهش انتشار آلاینده دی‌اکسیدکربن بخش‌های صنعتی استان، بهره‌بردن از سیاست‌های تشویقی و تنبیهی است؛ برای مثال، سازمان امور مالیاتی می‌تواند درباره بخش‌هایی که میزان انتشار آلاینده‌ها در آنها بیشتر از سطح مورد انتظار است با اتخاذ سیاست‌های مناسب (از جمله برگرداندن هزینه ناشی از نشر آلاینده به خود صنایع آلوده‌کننده) یا وضع مالیات بر کربن زمینه لازم برای کاهش انتشار آلاینده‌ها را ایجاد کند و از این طریق انگیزه‌ای برای کاهش نشر آلاینده‌ها و استفاده از تکنولوژی‌های برتر را در بخش‌های اقتصادی ایجاد کند که آلاینده‌زایی کمتری دارند. همچنین لازم است از طریق رسانه‌های تصویری و شیوه‌های اطلاع‌رسانی تأثیرگذار، نسبت به آگاهی‌دادن به صاحبان فعالیت‌های اقتصادی و جامعه در رابطه با بنگاه‌های آلاینده محیط زیست اقدام شود؛ زیرا به نظر می‌رسد در سطح استان یزد آگاهی نسبت به بزرگ‌ترین منابع آلاینده‌ها کم است. مطابق تئوری‌های اقتصاد محیط زیست، این عمل به واکنش سریع بنگاه‌های آلاینده برای کنترل آلودگی منجر می‌شود. ظاهراً وجهه اجتماعی و نگرانی از عکس‌العمل مصرف‌کنندگان نسبت به بنگاه‌های آلاینده مهم‌ترین دلیل کاهش آلاینده‌ها توسط بنگاه‌های مذکور است.

علاوه بر موارد مذکور، در بلندمدت نیز می‌توان از تجارب سایر کشورها در زمینه کاهش آلاینده‌های منطقه‌ای ناشی از سوخت‌های فسیلی کمک گرفت؛ برای مثال، یکی از سیاست‌های انعطاف‌پذیر برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، طرح تجارت انتشار (ETS) است. اتحادیه اروپا بزرگ‌ترین سیستم تجارت گازهای گلخانه‌ای (EU-ETS) را در جهان تدوین کرده است. این سیاست با اختصاص مقدار مشخصی مجوزهای آلاینده‌ها، انتشار

- Production*, 240, 116-118.
- Kowalewski, J. (2015). Regionalization of national input-output tables: empirical evidence on the use of the FLQ formula. *Regional Studies*, 49(2), 240-250.
- Li, J., & et al. (2018). Ecological network analysis for urban metabolism and carbon emissions based on input-output tables: A case study of Guangdong province. *Ecological Modelling*, 383, 118-126.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). Input-Output Analysis: Foundations and Extensions. Cambridge University Press.
- Park, C. (2001). The Environment: Principles and Applications. 2nd edition. London, Routledge
- Su, Y., & et al. (2020). Role of economic structural change in the peaking of China's CO2 emissions: An input-output optimization model. *Science of The Total Environment*, 143-306.
- Su, B., & Ang, B. W. (2014). Input-output analysis of CO<sub>2</sub> emissions embodied in trade: a multi-region model for China. *Energy*, 114, 377-384.
- Yan, J., & et al. (2016). Sensitivity analysis of technology and supply change for CO<sub>2</sub> emission intensity of energy-intensive industries based on input-output model. *Energy*, 171, 456-467.
- Yuan, B., & et al. (2015). The effects of urbanization, consumption ratio and consumption structure on residential indirect CO<sub>2</sub> emissions in China: a regional comparative analysis. *Applied Energy*, 140, 94-106.
- Yang, D., & et al. (2017). Sectoral energy-carbon nexus and low-carbon policy alternatives: A case study of Ningbo, China. *Journal of Cleaner Production*, 156, 480-490.
- Zhao, X., & et al. (2009). National water footprint in an input-output framework a case study of China 2002. *Ecological Modelling*, 220(2), 245-253.
- انرژی، ترازنامه انرژی (۱۳۹۸).
- نصراللهی، زهرا و همکاران (۱۳۹۳). «ارزیابی زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی با استفاده از جدول داده - ستانده (یزد)»، *فصلنامه مدل‌سازی اقتصادی*، دوره ۸، شماره ۲، ص ۷۵-۸۹.
- نصراللهی و همکاران (۱۳۹۱). «اندازه‌گیری آثار زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی در ایران با رویکرد جدول داده - ستانده»، *فصلنامه علمی مدل‌سازی اقتصادی*، دوره ۶، شماره ۱۷، ص ۴۵-۶۴.
- Alcantara, V., & Padilla, E. (2006). An Input-Output Analysis of the key Sectors in CO<sub>2</sub> Emissions from a Production Perspective.
- Baumol, W., & Wolff, E.N. (1994). A key Role for Input-Output Analysis in Policy Design, *Regional Science and Urban Economics*, 24, 93-113.
- Chen, G. Q., & et al (2013). Three-scale input-output modeling for urban economy: carbon emission by Beijing 2007, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 18(9), 2493-2506.
- Chen, G. Q., & Zhang, B. (2010). Greenhouse Gas Emissions in China 2007: Inventory and Input-Output Analysis. *Energy Policy*, 38(10), 6180-6193.
- Enerdata. Energy Data. 2019.
- Energy Statistics of the Ministry of Oil. (2016). National Company for Distribution of Petroleum Products
- IEA, International Energy Agency, Online Data Services. 2019.
- Jiang, T., & et al. (2019). Structural carbon emissions from industry and energy systems in China: An input-output analysis. *Journal of Cleaner*

<sup>۱۸</sup> در تدوین روش کار در این قسمت، از پایان‌نامه دهقان بنادکوکلی (۱۳۹۹) استفاده شده است.

<sup>۱۹</sup> RIO Conference

<sup>۲۰</sup> Kyoto Protocol

<sup>۲۱</sup> Copenhagen Conference

<sup>۲۲</sup> Alcantara and Padilla

<sup>۲۳</sup> Chen and Zhang

<sup>۱</sup> Industry-Specific FLQ Method

<sup>۲</sup> Lentief

<sup>۳</sup> Ford

<sup>۴</sup> Input - Output

<sup>۵</sup> Chen et al

<sup>۶</sup> Su and Ang

<sup>۷</sup> Yuan et al

<sup>۸</sup> Yan et al

<sup>۹</sup> Yang et al

<sup>۱۰</sup> Ningbo

<sup>۱۱</sup> Li et al

<sup>۱۲</sup> Guangdong

<sup>۱۳</sup> Jiang et al

<sup>۱۴</sup> Su et al

<sup>۱۵</sup> Heckcher - Ohlin

<sup>۱۶</sup> ستانده واقعی معادل ستانده استان یزد است که از حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران استخراج شده است.

<sup>۱۷</sup> ستانده محاسباتی از حاصل ضرب ماتریس سطری ارزش‌افزوده استان یزد (از حساب‌های منطقه‌ای مرکز آمار ایران استخراج می‌شود) به علاوه واردات واسطه‌ای در ماتریس ضرایب فزاینده حاصل می‌شود.



پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی