

تاریخ ارسال: ۱۳۹۲/۷/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۲/۲۶
از صفحه ۱۹ تا صفحه ۴۲

دکتر زهرا نصراللهی

استادیار دانشگاه یزد

nasr@yazduni.ac.ir

مرضیه غفاری

دانشجوی دکتری دانشگاه تربیت مدرس،

ghafari_marzieh@yahoo.com

آلودگی هوا در صنایع تولیدی ایران

(مطالعه موردی انتشار CO_2 و NO_x ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی)

چکیده

تجربه کشورهای توسعه‌یافته نشان داد پی‌گیری هدف توسعه اقتصادی با تاکید بر بخش صنعت و بهره‌برداری غیرمسئولانه از محیط زیست، توسعه پایدار را با مخاطرات جدی مواجه می‌سازد. در واقع گام نهادن در این مسیر حتی اگر منجر به توسعه اقتصادی شود مشکلات زیست‌محیطی بسیاری را به همراه خواهد داشت. توسعه صنعتی از يك سو با ایجاد محصولات شیمیایی مضر و ضایعات صنعتی، شامل فلزات سنگین و از سوی دیگر با افزایش مصرف انرژی و به تبع آن انتشار گازهای آلاینده جوی باعث آلودگی محیط زیست می‌شود. با توجه به اهمیت بخش صنعت در کشورهای در حال توسعه، رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و میزان آلودگی ناشی از بخش صنعت از اهمیت فراوانی برخوردار است. از این رو این مطالعه با هدف تعیین رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و آلودگی هوا در صنایع تولیدی ایران و به کمک داده‌های پنبلی برای دوره ۸۶-۱۳۷۴ انجام گرفته است. نتایج بررسی نشان می‌دهد که آلودگی هوا تابعی مثبت از مصرف انرژی، حجم فعالیت‌های صنعتی و حجم سرمایه فیزیکی و نیز تابعی منفی از بهره‌وری نیروی کار، قیمت سوخت‌های فسیلی و شدت مهارت انسانی است.

کلیدواژه:

صنایع تولیدی ایران، آلودگی هوا، داده‌های تابلویی، توسعه اقتصادی.

طبقه‌بندی:

JEL: Q53, L6

بروز اولین تحول و انقلاب در نگرش‌های مربوط به محیط زیست در اواخر دهه شصت و اوایل دهه هفتاد میلادی رخ داد که مشخصه آن بحث در کیفیت محیط زیست در برابر رشد اقتصادی بوده است. در این دوره، بسیاری از صاحب‌نظران، رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست را در تضاد با یکدیگر در نظر می‌گرفتند. اما در اواخر دهه هشتاد و اوایل دهه نود میلادی با معرفی مفهوم توسعه پایدار، رشد اقتصادی با تأکید بر حفظ و کیفیت محیط زیست مورد تأکید قرار گرفت. توسعه پایدار، معرفی فرآیندی است که در آن، اجازه داده نمی‌شود منابع طبیعی پایه، دچار انحطاط و زوال شود. در حقیقت توسعه پایدار بر نقش نادیده گرفته شده کیفیت محیط زیست و نهاده‌های زیست‌محیطی در فرآیند افزایش درآمدهای واقعی و بالا رفتن کیفیت زندگی تأکید دارد.

در روند حرکت جهانی به سوی توسعه پایدار، توجه به آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از بخش انرژی، امری ضروری محسوب می‌شود؛ زیرا بخش انرژی، علی‌رغم ایفای نقش اساسی در فرآیند توسعه اقتصادی موجب نشر آلاینده‌های مختلف زیست‌محیطی نیز می‌شود که از جمله مهم‌ترین آنها آلودگی هوا در اثر انتشار و نشت گازهای آلاینده ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی است. اکسیدهای گوگرد (SO_x)، اکسیدهای نیتروژن (NO_x)، مونوکسیدکربن (CO)، ذرات معلق (SPM)، هیدروکربن‌ها (CH) و دی‌اکسیدکربن (CO_2)، از جمله گازهای آلاینده و گلخانه‌ای هستند که در اثر فعالیتهای بخش انرژی به ویژه احتراق سوخت‌های هیدروکربنی به جو راه می‌یابند (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۲). این مسأله در کشورهای در حال توسعه همراه با تسریع در روند توسعه صنعتی، افزایش جمعیت، توسعه شهرها، افزایش وسایل نقلیه و گسترش ترافیک شهری، توسعه سریع و نامتعادل اقتصادی، استفاده نامناسب از سیستم‌ها و دستگاههای صنعتی، افزایش مصرف انرژی و عدم رعایت مقررات زیست‌محیطی، شکل جدی‌تری به خود گرفته است. بنابراین اگر همزمان با صنعتی شدن یک جامعه به محیط زیست توجه نشود هزینه‌های ناشی از صدمات وارد شده به محیط زیست، منافع حاصل از صنعتی شدن را تحت‌الشعاع خود قرار داده و خسارات جبران‌ناپذیری را ایجاد می‌نماید به نحوی که توسعه پایدار را با مخاطره جدی مواجه می‌سازد. از این رو یکی از محورهای اصلی توسعه پایدار در هر کشور چگونگی تعامل بخش انرژی، محیط زیست و اقتصاد است.

اهمیت و جایگاه ویژه بخش صنعت در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، باعث افزایش مصرف انرژی شده و به تبع آن میزان مواد آلاینده حاصل از احتراق سوخت‌های فسیلی نیز رشد کرده است. به همین دلایل، آثار و پیامدهای آن به صورت انواع آلودگی‌ها به ویژه آلودگی هوا و کاهش کیفیت محیط زیست در بسیاری از مناطق کشور از جمله مناطق شهری و صنعتی هویدا شده که این مسئله باعث شده است تا تعدادی از شهرهای کشور از جمله شهر تهران در زمره آلوده‌ترین شهرهای جهان قلمداد گردد. از این رو این مطالعه می‌کوشد تا آلودگی هوای ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در صنایع تولیدی ایران را در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار دهد. بدین منظور ابتدا برخی از قوانین مهم زیست‌محیطی در سطح جهانی و

در ایران مطرح می‌شود؛ آنگاه پس از بررسی مباحث نظری، مطالعات انجام شده در این زمینه مورد توجه قرار می‌گیرد و در ادامه به بررسی مدل مورد استفاده و ارائه نتایج تخمین مدل پرداخته می‌شود و در نهایت جمع‌بندی و نتیجه‌گیری بخش پایانی این مطالعه را تشکیل می‌دهد.

۲- قوانین زیست‌محیطی در سطح جهانی و در ایران

در طی نیم قرن اخیر، تخریب محیط زیست همراه با رشد فزاینده تولیدات صنعتی در کشورهای توسعه‌یافته منجر به افزایش آگاهی عمومی و عکس‌العمل در مقابل آثار سوء فعالیت‌های اقتصادی مخرب محیط زیست شد؛ به طوری که در دهه ۱۹۶۰ اعتراضات مردمی (به طور محدود)، در برخی از کشورهای توسعه‌یافته آغاز شد. با افزایش درآمد سرانه در کشورهای توسعه‌یافته، تقاضا برای استانداردهای زیست‌محیطی نسبت به درآمد سرانه از افزایش بالایی برخوردار شد؛ در واقع می‌توان محیط زیست را به عنوان یک کالای لوکس در نظر گرفت که تقاضا برای آن در سطوح بالای درآمد افزایش می‌یابد. با شکل‌گیری چنین تصویری نسبت به محیط زیست در بعضی از این کشورها، دسترسی به هر سطحی از درآمد سرانه از طریق افزایش سطح تولیدات، بدون رعایت استانداردهای زیست‌محیطی با محدودیت روبرو شد و دولت‌ها در این کشورها از طرف سازمان‌های غیردولتی و سازمان‌های مدافع محیط زیست به منظور وضع قوانین و مقررات زیست‌محیطی شدید تحت فشار قرار گرفتند (برقی‌اسکویی و یآوری، ۱۳۸۶). به طوری که در سال ۱۹۷۲ اولین کنفرانس زیست‌محیطی در سطح سران جهان در استکهلم سوئد برگزار شد. ۲۰ سال بعد یعنی در سال ۱۹۹۲ کنفرانس دیگری تحت عنوان اجلاس ریو یا کنفرانس زمین یا کنفرانس محیط زیست و توسعه سازمان ملل در سطح سران جهان در ریودوژانیرو برزیل با هدف اصلی تثبیت غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر در سطحی که از دخالت‌های خطرناک انسان در سیستم آب و هوا جلوگیری کند، برگزار شد. اما کشورهای بزرگی مثل ایالات متحده آمریکا و ژاپن، هدف تثبیت داوطلبانه را برآورده نساختند از این رو طرف‌های کنوانسیون، وارد مذاکراتی برای برقراری پروتکل خاصی جهت ایجاد پایبندی به محدودسازی و یا کاهش گازهای گلخانه‌ای شدند. مذاکرات پروتکل کیوتو در سال ۱۹۹۷ صورت گرفت و طی آن کشورهای صنعتی از نظر قانونی پایبند به کاهش انتشار شش گاز گلخانه‌ای (دی اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن، هیدروفلوروکربن‌ها، پرفلوروکربن‌ها و سولفور هگزافلوراید) شدند. بر اساس پروتکل کیوتو، کشورهای توسعه‌یافته و با اقتصاد در حال گذر، متعهد شده‌اند طی سال‌های ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۲، دی اکسید کربن خود را بطور جداگانه و یا گروهی، کم‌تر از مقدار تعیین شده برای هر کشور نگهدارند تا میزان این گازها حداقل ۵/۲ درصد کمتر از سطح سال ۱۹۹۰ باشد. بر این اساس این اعضا تعهد ویژه‌ای نسبت به «تأمین منابع مالی جدید و اضافی» و همچنین «انتقال تکنولوژی لازم» در کشورهای در حال توسعه دارند (سایت بهینه‌سازی مصرف سوخت).

در ایران توجه به محیط زیست نه تنها به منظور نیل به توسعه پایدار و اجتناب از تکرار تجارب جهانی ناشی از بهره‌برداری‌های غیرمسئولانه از محیط زیست بلکه با یک نگاه ایدئولوژیک و با هدف حفظ عدالت

بین نسلی مورد توجه است. در این حیطه اگرچه در ایران سابقه قانون‌گذاری به معنای خاص آن از سه دهه تجاوز نمی‌کند اما طی این دوره قوانین و آیین‌نامه‌های جامعی در خصوص مسائل زیست‌محیطی تصویب و به مورد اجرا گذاشته شده است به طوری که اصل پنجاهم قانون اساسی جمهوری اسلامی ایران (مصوب سال ۱۳۵۸) یکی از معتبرترین و مهم‌ترین قوانین اصولی کشور در زمینه حفاظت محیط زیست محسوب می‌شود. بر طبق این اصل حفاظت از محیط زیست به‌عنوان وظیفه‌ای عمومی تلقی شده و فعالیت‌های اقتصادی و غیر آن که با آلودگی محیط زیست یا تخریب غیرقابل جبران ملازمه پیدا کند ممنوع است. توجه به محیط زیست در قانون برنامه‌های توسعه و سند چشم‌انداز ۲۰ ساله نیز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. تبصره ۱۳ قانون اول برنامه اول مصوب ۱۱ بهمن سال ۱۳۶۸ به‌عنوان یک امر سیاست‌گذاری و برنامه‌ریزی کشور، کارخانجات و کارگاه‌ها را در جلوگیری از آلودگی محیط زیست و جبران خسارت وارده، سهمیم تلقی کرده و به صورت اختصاص یک در هزار درآمد حاصل از فروش تولیدات آنها موجبات مشارکت منابع آلوده‌کننده را در زمینه حفاظت محیط زیست فراهم نموده است.

تبصره ۸۱، ۸۲ و ۸۳ برنامه دوم مصوب ۲۰ آذر سال ۱۳۷۳، تکالیف و الزاماتی را به منظور حفظ، احیاء، توسعه و بهره‌برداری اصولی از منابع طبیعی و رعایت ملاحظات زیست‌محیطی، برای دولت مقرر نموده است. آیین‌نامه اجرایی تبصره ۸۲ قانون برنامه دوم توسعه که مشتمل بر ۱۰ ماده و ۷ تبصره در ۸ مهرماه سال ۱۳۷۷ به تصویب هیئت وزیران رسید، حاوی مقررات و ضوابط چگونگی بهره‌برداری از منابع طبیعی و استفاده بهینه از انرژی در کشور، همچنین کنترل و جلوگیری از آلودگی هوای ۶ شهر بزرگ به خصوص تهران می‌باشد.

در قانون برنامه سوم توسعه، فصل دوازدهم حاوی مواد ۱۰۴ و ۱۰۵ می‌باشد که در تاریخ ۱۳۷۹/۱/۱۷ به تصویب رسیده است. سایر موارد مرتبط با محیط زیست در این برنامه مواد ۱۷، ۶۱، ۸۵، ۱۱۴، ۱۲۱، ۱۲۲، ۱۳۴، ۱۵۳ و ۱۷۳ بوده که به سیاست‌های زیست‌محیطی اشاره دارند. ماده ۱۰۴ در ۶ بند تنظیم شده که به تعادل زیست‌محیطی کشور، کاهش عوامل آلوده‌کننده منابع آب، کاهش میزان آلودگی هوا در کلان‌شهرهای کشور و جلوگیری از آلودگی سواحل دریای خزر می‌پردازد. ماده ۱۰۵ در رابطه با رعایت ضوابط زیست‌محیطی در فازهای مطالعاتی پروژه‌ها و طرح‌های تولیدی و خدماتی کشور می‌باشد.

در قانون برنامه چهارم توسعه، فصل پنجم مشتمل بر مواد ۵۹ تا ۷۲ به حفظ محیط زیست اختصاص داده شده است که اهمیت این مسئله را در برنامه‌های اخیر دولت نشان می‌دهد. ماده ۶۰ به بررسی اقتصادی ارزش‌های زیست‌محیطی و هزینه‌های ناشی از آلودگی و تخریب محیط زیست در فرآیند توسعه و محاسبه آن در حساب‌های مالی می‌پردازد. ماده ۶۱ در جهت گسترش آموزش‌های عمومی و تخصصی محیط زیست، ماده ۶۲ جلوگیری از گسترش منابع آلوده‌کننده، ماده ۶۳ کنترل آلودگی هوا در کلان‌شهرهای کشور، ماده ۶۷ بر اجرای برنامه مدیریت سبز اشاره دارند. در ماده ۷۲، دقیقاً ذکر شده که ماده ۱۰۵ و بند ج ماده ۱۰۴ قانون برنامه سوم توسعه و آیین‌نامه‌های اجرایی و اصلاحیه‌های مرتبط با آنها برای دوره برنامه چهارم تنفیذ

می‌گردد.

در سیاست‌های کلی ابرلاغ شده از طرف مقام معظم رهبری در سند چشم‌انداز ۲۰ ساله به حفاظت محیط زیست، احیاء منابع طبیعی، توجه به ارزش اقتصادی، امنیتی، سیاسی و زیست‌محیطی آب و همچنین کسب فناوری‌های زیستی تأکید شده است.

۳- ادبیات تحقیق

۳-۱- آلاینده‌های زیست‌محیطی

رابطه میان توسعه اقتصادی و تخریب محیط زیست تا مدت‌ها به صورت یک بحث صرفاً نظری مطرح بود. دلیل اصلی این امر هم فراهم نبودن اطلاعات زیست‌محیطی برای یک دوره چندین ساله بود اما چگونگی اندازه‌گیری کیفیت محیط زیست هم دلیل دیگری برای این امر بود. از این رو در غیاب یک معیار واحد برای کیفیت محیط زیست از شاخص‌های متفاوتی به منظور تعیین رابطه میان توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زیست استفاده شده است که در مطالعات تجربی این شاخص‌ها در سه گروه طبقه‌بندی شده است: شاخص‌های آلودگی هوا، آلودگی آب و سایر شاخص‌های زیست‌محیطی (Galeoti, 2007).

۳-۱-۱- شاخص‌های آلودگی هوا

اکسیدهای گوگرد، اکسیدهای نیتروژن، مونوکسید کربن، ذرات معلق، هیدروکربن‌ها و دی‌اکسید کربن از جمله گازهای آلاینده‌ها و گلخانه‌ای هستند که در اثر فعالیت‌های بخش انرژی به ویژه احتراق سوخت‌های هیدروکربنی به جو راه می‌یابند. گازهای گلخانه‌ای مانند دی‌اکسید کربن سبب بروز پدیده تغییر آب و هوا و گرمایش جهانی شده و از بعد جهانی حائز اهمیت می‌باشند. در صورتی که گازهای آلاینده‌ای مانند NO_x , CO , SO_x سبب بارش باران‌های اسیدی، بروز مخاطرات بهداشتی و سلامتی برای انسان و سایر موجودات گردیده و عمدتاً از دیدگاه منطقه‌ای و ملی مورد توجه قرار می‌گیرند. (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۲)

۳-۱-۲- شاخص‌های آلودگی آب

دیندا (۲۰۰۴) در مطالعه خود سه گروه اصلی از شاخص‌ها را به‌عنوان معیارهای کیفیت آب مطرح می‌کند: الف) غلظت مواد بیماری‌زا در آب (مواد زاید ته‌نشین در رودخانه‌ها)، ب) فلزات سنگین در آب (سرب، کادمیم، جیوه، آرسنیک و نیکل) و تخلیه مواد شیمیایی سمی در آب به دلیل فعالیت‌های انسانی و ج)

معیارهای کاهش میزان اکسیژن آب (اکسیژن حل شده^۱، تقاضای شیمیایی و بیولوژیکی برای اکسیژن^۲ یعنی BOD و COD) (Dinda, 2004).

۳-۱-۳- سایر شاخص‌های زیست‌محیطی

پسماندهای جامد شهری^۳، سیستم فاضلاب شهری^۴، دسترسی به آب سالم آشامیدنی^۵، مصرف انرژی^۶، حجم ترافیک^۷ و فقدان آب سالم^۸، فقدان سیستم فاضلاب شهری^۹، تغییر در نواحی جنگلی^{۱۰}، نرخ سالیانه جنگل‌زدایی^{۱۱} نیز از جمله شاخص‌های زیست‌محیطی هستند که در برخی از مطالعات تجربی^{۱۲} برای تعیین رابطه توسعه اقتصادی و کیفیت محیط زیست مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

۳-۲- توسعه اقتصادی و محیط زیست

از نظر بسیاری از دانشمندان علوم اجتماعی و علوم طبیعی مانند (Georgescu-Roegen, 1971) و (Meadows et al, 1972)، سطوح بالاتری از فعالیت اقتصادی (تولید یا مصرف)، نیازمند انرژی و مواد اولیه بیشتری است و در نتیجه مقادیر بیشتری از مواد زائد فرعی ایجاد می‌شود. استخراج رو به افزایش منابع طبیعی، تجمع مواد زائد و تمرکز آلاینده‌ها از ظرفیت تحمل زیست کره بالاتر رفته و منجر به تخریب محیط زیست می‌شود؛ در واقع علی‌رغم افزایش سطح درآمد، شاهد کاهش رفاه انسان‌ها خواهیم بود. علاوه بر این تخریب منابع طبیعی نهایتاً فعالیت اقتصادی را با خطر مواجه می‌کند. از این رو برای حفاظت از محیط زیست و حتی حفظ فعالیت‌های اقتصادی باید رشد اقتصادی متوقف شده و جهان به سمت اقتصاد در وضعیت پایا حرکت نماید (Panayotou, 2000)^{۱۳}.

در طرف دیگر این طیف، کسانی هستند که معتقدند سریع‌ترین راه برای بهبود کیفیت محیط زیست در امتداد مسیر رشد اقتصادی قرار دارد و به منظور بهبود استانداردهای زیست‌محیطی باید در جریان رشد

-
- 1- Dissolved Oxygen
 - 2- Biological and Chemical Oxygen Demand
 - 3- Municipal Solid Wastes
 - 4- Urban Sanitation
 - 5- Access to Safe Drinking Water
 - 6- Energy Use
 - 7- Traffic Volumes
 - 8- Lack of Clean Water
 - 9- Lack of Urban Sanitation
 - 10- Change in Forest Area
 - 11- The Annual Rate of Deforestation
 - 12- Shafik, (1994)
 - 13- Steady State

اقتصادی گام نهاد. چراکه اصولاً سطح بالاتری از درآمد، باعث افزایش تقاضا برای کالایی می‌شود که از سطح کمتری از مواد اولیه استفاده می‌کند و نیز این‌که افزایش درآمد باعث افزایش تقاضای کیفیت محیط زیست می‌شود و این به معنی پذیرش معیارها و ضوابط حفاظتی زیست‌محیطی است (پژویان و مرادحاصل، ۱۳۸۶، ۱۴۳).

اما دیدگاه سوم که از اوایل دهه ۹۰ مطرح شد، به فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس مشهور شد. بر طبق این فرضیه رابطه میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست، چه مثبت و چه منفی در طول مسیر توسعه یک کشور ثابت نیست. در سطوح پایین توسعه، شدت تخریب محیط زیست به اثرات فعالیت‌های اقتصادی مبتنی بر منابع و نیز میزان ضایعات تجزیه‌پذیر محدود می‌باشد. با حرکت اقتصاد از مرحله مبتنی بر کشاورزی به مرحله صنعتی‌شدن (افزایش استخراج منابع) تخلیه منابع طبیعی و ایجاد ضایعات، فزونی می‌یابد و سرانجام، در سطوح بالاتر توسعه، تغییر ساختاری در جهت صنایع مبتنی بر اطلاعات و خدمات، تکنولوژی‌های کارتر و تقاضای در حال افزایش برای کیفیت محیط زیست، منجر به کاهش یکنواختی در تخریب محیط زیست خواهد شد (نمودار شماره ۱) (پانایوتو، ۲۰۰۳، ۴۵).

این مسئله که آیا تخریب محیط زیست الف) به طور یکنواخت افزایش می‌یابد، ب) به طور یکنواخت کاهش می‌یابد، و ج) ابتدا افزایش یافته و سپس در مسیر توسعه اقتصادی یک کشور کاهش می‌یابد کاربردهای متفاوتی برای سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی خواهد داشت (پانایوتو، ۲۰۰۰، ص ۲). اگر افزایش یکنواخت تخریب محیط زیست همراه با رشد اقتصادی منجر به اتخاذ قوانین شدید زیست‌محیطی شود، می‌تواند محدودیت رشد اقتصادی را به همراه داشته باشد. در واقع هدف از وضع این قوانین، تضمین دستیابی به مقیاس پایداری از فعالیت‌های اقتصادی در سیستم اکولوژیکی می‌باشد (ارو و دیگران، ۱۹۹۵، ص ۹۴). کاهش یکنواخت تخریب محیط زیست در طول مسیر توسعه اقتصادی منجر به بهبود سریع محیط زیست نیز شده و نیاز به هیچ نوع سیاست زیست‌محیطی آشکاری نیست و در واقع در این وضعیت، اعمال سیاست‌های زیست‌محیطی محدودکننده با کاهش رشد اقتصادی و در نتیجه تأخیر در بهبود کیفیت محیط زیست، نقشی ضد تولیدی خواهند داشت. در نهایت اثبات فرضیه EKC، نمایان‌گر این مطلب است که سیاست‌های توسعه در بلندمدت (در درآمدهای بالا) از نظر زیست‌محیطی ملایم بوده‌اند اگرچه فرآیند رشد و توسعه در کوتاه‌مدت و میان‌مدت (در سطوح پایین تا متوسط درآمدی) با تخریب محیط زیست همراه بوده است (پانایوتو، ۲۰۰۰، ص ۳).

در کشورهای در حال توسعه، نرخ بالای رشد جمعیت، رشد سریع صنعتی‌شدن، مبادلات صنعتی و افزایش

1- Panayotou

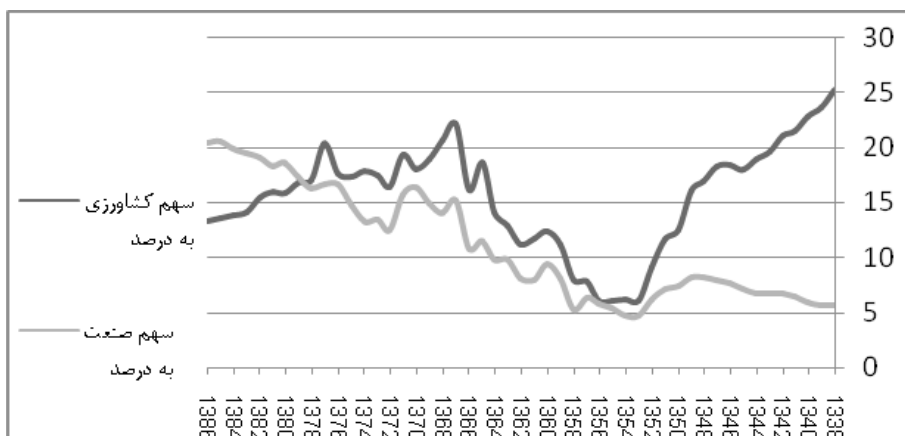
2- Arrow et al

تعداد وسایل نقلیه همگی از مواردی هستند که باعث افزایش مصرف انرژی در این کشورها می‌شوند. اما بخش انرژی علی‌رغم نقش اساسی در فرآیند توسعه، مشکلات زیست‌محیطی را نیز به دنبال دارد بطوریکه امروزه یکی از چالش‌های اصلی و ضروری در بعد جهانی از بحث انرژی برای توسعه پایدار، توسعه صنعتی، آلودگی هوا/جو و تغییر آب و هوا نشأت می‌گیرد. (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۴).

با روشن شدن اهمیت انرژی در روند توسعه و همچنین مشکلات زیست‌محیطی ناشی از این بخش مهم، بجاست که وضعیت ایران بعنوان کشوری در حال توسعه مورد توجه و ارزیابی قرار گیرد. بنابر آمار منتشره از سوی وزارت نیرو، کل مصرف نهایی انرژی در سال ۱۳۷۴ (ابتدای دوره مطالعه) معادل ۵۱۹/۴ میلیون بشکه نفت خام بوده و این رقم در سال ۱۳۸۶ (انتهای دوره مطالعه) به حدود ۹۷۵/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام رسیده است که حدود ۴۷۵/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام آن در سال ۱۳۷۴ و حدود ۸۷۷/۳ میلیون بشکه معادل نفت خام آن در سال ۱۳۸۶ انرژی فسیلی بوده است. همچنین کل مصرف نهایی انرژی در بخش صنعت از حدود ۱۳۱/۹ معادل میلیون بشکه نفت خام در سال ۱۳۷۴ به حدود ۲۳۷/۵ میلیون بشکه نفت خام در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است. همچنین از مقایسه سهم بخش صنعت و کشاورزی در درآمد ملی چنین برمی‌آید که سهم بخش کشاورزی در درآمد ملی از حدود ۲۵ درصد در سال ۱۳۳۸ به حدود ۱۳ درصد در سال ۱۳۸۶ کاهش یافته است در حالی که سهم بخش صنعت در درآمد ملی از حدود ۶ درصد در سال ۱۳۳۸ به حدود ۲۰ درصد در سال ۱۳۸۶ افزایش یافته است. روند تغییرات سهم بخش صنعت و بخش کشاورزی در درآمد ملی در نمودار ۱ آمده است.

نمودار شماره ۱ نشان می‌دهد که سهم بخش صنعت تقریباً یک روند صعودی را در دوره ۸۶-۱۳۳۸

نمودار ۱: سهم بخش صنعت و بخش کشاورزی در درآمد ملی در دوره ۸۶-۱۳۳۸



منبع: آمارهای منتشره از طرف بانک مرکزی

طی نموده است. با توجه به تجربه کشورهای توسعه یافته در زمینه تخریب محیط زیست و این نکته که در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، مقیاس فزاینده فعالیت اقتصادی و نیز ساختار در حال تغییر از فعالیت‌های کشاورزی به فعالیت‌های صنعتی، آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کند و همچنین نگرانی جهانی در زمینه مشکلات زیست محیطی و آلودگی هوا که با صنعتی شدن و افزایش مصرف انرژی شدت یافته است، توجه به بخش‌های آلوده کننده محیط زیست در کشورهای در حال توسعه از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌شود. ایران نیز به عنوان کشوری در حال توسعه از این قاعده مستثنی نمی‌باشد. با بررسی انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای از بخش‌های مختلف مصرف کننده انرژی بیشترین میزان انتشار این گازها به بخش صنعت، بخش حمل و نقل و بخش خانگی، تجاری و عمومی نسبت داده می‌شود. از این رو این مطالعه می‌کوشد تا رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و انتشار گازهای آلاینده CO_2 (دی اکسید کربن) و NO_x (اکسیدهای نیتروژن) ناشی از مصرف انرژی را به تفکیک^۱ ۲۱ صنعت تولیدی ایران (در سطح کدهای دو رقمی) و در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار دهد.

۳-۳- مبانی تئوریک و مطالعات انجام شده

اثرات زیست محیطی توسعه اقتصادی در سال‌های اخیر توجه بسیاری از اقتصاددانان را به خود جلب نموده است. این رابطه به ویژه در دهه اخیر (یعنی دهه ۱۹۹۰) به طور جدی مطرح و موضوع مطالعات متعددی در دوره اخیر شده است (Dinda, 2004). بررسی مطالعات انجام شده حاکی از متفاوت بودن شکل منحنی EKC می‌باشد به طوری که (۱) دوره مورد مطالعه، (۲) کشور / ناحیه مورد بررسی، (۳) معیار فشارهای زیست محیطی و (۴) بخش‌های مورد بررسی در شکل این منحنی اثر گذار هستند. بررسی این رابطه در بخش خدمات در اکثر موارد به صورت یک رابطه N برعکس بوده و در صنایع تولیدی نیز ترکیبی از منحنی‌های N شکل و U برعکس مشاهده شده است. البته این نتیجه در خصوص تمام صنایع (نه فقط صنایع تولیدی) صحیح است: وجود منحنی N شکل، به این معنی است که با وجود کاهش آلودگی در مرحله‌ای از زمان، نشر آلودگی با افزایش سطوح درآمد افزایش خواهد یافت (Mazzanti, Montini and Zoboli, 2007).

شاید بتوان مطالعه گراسمن و کراگر (۱۹۹۱) را جزء اولین دسته از مطالعات در تعیین رابطه میان آلودگی محیط زیست و توسعه اقتصادی به حساب آورد. پس از گراسمن و کراگر مطالعات بسیاری در این زمینه انجام شده که در اغلب این مطالعات برای تعیین روابط ممکن میان آلودگی محیط زیست و توسعه اقتصادی، مدل تعدیل شده زیر مورد استفاده قرار گرفته است:

۱- لازم به توضیح است که صنعت ۲۷ (صنعت بازیافت) به دلیل کامل نبودن داده‌های مورد نیاز از بررسی حذف شده است.

$$p_{it} = \mu_i + \varphi_i + \beta_1 y_{it} + \beta_2 y_{it}^2 + u_{it} \quad i=1, \dots, N; \quad t=1, \dots, T$$

که در آن: $\ln(\text{Pit})$ لگاریتم متغیر انتشار سرانه آلودگی در ناحیه (کشور) i در زمان t و $\ln(Y_{it})$ لگاریتم متغیر GDP سرانه در ناحیه (کشور) i در زمان t و $\beta = (\beta_1, \beta_2)$ بردار پارامتر و u_{it} جمله خطا است. اگر ضریب درآمد یعنی β_1 مثبت و ضریب مربع درآمد یعنی β_2 منفی باشد، رابطه میان درآمد و آلودگی یکنواخت نیست بلکه یک رابطه U برعکس را نشان می‌دهد. عبارت μ_i اثر ویژه ناحیه^۱ است که فاکتورهای مشاهده نشده مؤثر بر نشر آلودگی در سطح منطقه‌ای^۲ را در نظر می‌گیرد. تا حد محدودی ناهمگنی در مدل در نظر گرفته می‌شود. اگرچه نشر سرانه آلودگی در نواحی مختلف متفاوت است، کشش درآمدی در تمام نواحی در سطح مشخصی از درآمد مشابه فرض می‌شود. مقاطع ویژه زمان (یا ویژه سال) ϕ_t می‌تواند منعکس‌کننده فاکتورهای مشترک در طول زمان در میان مناطق باشد، مثل عوامل کلان اقتصادی و شوک‌های تصادفی. همچنین ϕ_t می‌تواند منعکس‌کننده تغییرات رایج در طول زمان در تکنولوژی مورد استفاده و نیز سیاست‌های اتخاذ شده و استانداردهای زیست‌محیطی باشد. بعضی از مطالعات برای برآورد یک مدل صرفه‌جویانه‌تر^۳، به جای اثرات ثابت سال^۴، یک روند زمانی را در نظر می‌گیرند.

برآورد چندجمله‌ای فوق می‌تواند برحسب اثر ثابت^۵ و یا اثر تصادفی^۶ انجام شود. در اثرات ثابت، جملات μ_i و ϕ_t بعنوان پارامترهای رگرسیون محسوب می‌شوند در حالی که برآوردکننده اثرات تصادفی آنها را بعنوان اجزای جمله خطا u_{it} در نظر می‌گیرد. مهمترین نکته این است که آیا μ_i و ϕ_t با درآمد سرانه همبستگی دارند یا نه؛ اگر همبسته باشند مدل اثرات تصادفی برآوردهای متناقض بدست می‌دهد و فقط باید از اثرات ثابت استفاده نمود. در بسیاری از مطالعات از تست هاسمن^۷ برای انتخاب بین اثرات ثابت و اثرات تصادفی استفاده می‌شود.

در گروهی از مطالعات، آلودگی‌های زیست‌محیطی ناشی از بخش صنعت مورد بررسی قرار گرفته است که در این قسمت به بعضی از آنها اشاره می‌شود. گری و شادبیژن^۸ (۱۹۹۴)، اثر قوانین زیست‌محیطی بر بهره‌وری را به کمک داده‌های تابلویی در سطح سه صنعت تولید کاغذ، پالایشگاه‌های نفت و تولید فولاد و

- 1- . Region-Specific Effect
- 2- . Regional Level
- 3- . A More Parsimonious Model
- 4- . Year-Fixed Effects
- 5- . Fixed Effects
- 6- . Random Effects
- 7- . Hausman Test
- 8- Gray and Shadbegian

در دوره ۱۹۹۰-۱۹۷۹ مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج بررسی، حاکی از آن است که بهره‌وری در بنگاه‌هایی که بیشتر برای کاهش آلودگی هزینه می‌کنند به طور قابل‌توجهی پایین‌تر است. بهره‌وری کل عوامل تولید در این مطالعه بعنوان تفاضل بین محصول و متوسط موزون نهاده‌ها (نیروی کار، مواد اولیه، پرداختی بابت انرژی و موجودی سرمایه) تعریف شده است.

پارگال و دیگران^۱ (۱۹۹۷)، در مطالعه‌ای نشر TSS، BOD، SO₂، TSP و نشر مواد سمی ناشی از صنایع و کارخانجات آمریکا و نشر BOD ناشی از صنایع و کارخانجات اندونزی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه آلودگی در سطح بنگاه در رابطه‌ای به صورت زیر بیان شده است:

$$P_{ij} = f(W_{lj}, W_{ej}, W_{mj}, Q_i, S_i, v_i, f_i, m_i, g_i, n_i, a_j, y_j)$$

که در آن P_{ij} : کل آلودگی منتشر شده از بنگاه i در کشور j ; W_{lj} : دستمزد بخش تولیدی در کشور j ; W_{ej} : شاخص قیمت انرژی در کشور j ; W_{mj} : شاخص قیمت نهاده مواد خام در کشور j ; Q_i : کل تولید بنگاه i ; S_i : هر یک از بخش‌های بنگاه i ; v_i : سن بنگاه i ; f_i : بهره‌وری عوامل تولید در بنگاه i ; m_i : وضعیت چند ملیتی بنگاه i (اگر چند ملیتی بود برابر با ۱)، g_i : وضعیت خصوصی یا عمومی بنگاه i (اگر عمومی بود برابر با ۱)، n_i : سهم بنگاه i در اشتغال تولیدی کشور j ; aj : تراکم جمعیت در کشور j و y_j : درآمد سرانه در کشور j . نتایج این بررسی، حاکی از آن است که: (۱) کاهش آلودگی عموماً در رابطه با صرفه‌های ناشی از مقیاس رخ می‌دهد. (۲) تغییرات درون - کشوری در قیمت انرژی و نیروی کار اثر کمی بر شدت آلودگی دارد. (۳) درآمد جامعه، ارتباط منفی شدیدی با شدت آلودگی دارد.

داسگوپتا، لوکاس و ویلر^۲ (۲۰۰۲) در مطالعه‌ای رابطه میان آلودگی هوا در صنایع و اندازه بنگاه را در دو کشور در حال توسعه مکزیک و برزیل مورد بررسی قرار داده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که اگرچه بنگاه‌های کوچک (دارای ۲۰ نفر کارکن و کمتر) به طور متوسط، حجم آلودگی بیشتری به ازای هر نفر کارکن دارند اما بنگاه‌های بزرگ حجم بیشتری از آلودگی را منتشر می‌نمایند.

میلوک و ناجس (۲۰۰۳)، اثر مالیات‌های زیست‌محیطی را بر انتشار آلودگی، برای داده‌های پنلی شامل ۱۹۰۰۰ بنگاه تولیدی در فرانسه در دوره ۱۹۹۰-۱۹۹۰ به کمک مدل اثرات تصادفی برآورد نموده‌اند. نتایج بررسی نشان داد که با وجود سطوح نسبتاً پایین مالیات، کاهش آماری معناداری برای انتشار NO_x ، SO_2 و

1- Pargal et al

2- Dasgupta, Lucas and Wheeler

HCI (جوهر نمك) وجود دارد.

كول، اليوت و شيماموتو (۲۰۰۴)، در مطالعه‌ای رابطه میان فعاليت صنعتی، قوانين زيست‌محيطی و آلودگی هوا را در صنايع توليدی انگلستان مورد بررسی قرار داده‌اند. در اين مطالعه رابطه میان فعاليت‌های صنعتی و آلودگی هوا در قالب مدل زیر مطرح شده است:

$$E_{it} = \alpha_i + \delta_t + \beta_1 N_{it} + \beta_2 PCI_{it} + \beta_3 HCI_{it} + \beta_4 SIZE_{it} + \beta_5 TFP + \beta_6 CAP_{it} + \beta_7 RD_{it} + \lambda_{REG} + \varepsilon_{it}$$

متغير وابسته در رابطه فوق، E_{it} : انتشار آلودگی به ازای هر واحد ارزش افزوده است. و منظور از N_{it} : مصرف انرژی فسیلی به ازای هر واحد ارزش افزوده، PCI_{it} : شدت سرمایه فیزیکی، HCI_{it} : سهمی از ارزش افزوده که به کارگران ماهر پرداخت شده است، S_{it} : متغير اندازه که با ارزش افزوده هر بنگاه در صنعت i تعريف شده است، CAP_{it} : هزینه‌های سرمایه‌ای يك صنعت که بعنوان سهمی از ارزش افزوده بیان شده و تحت این فرض که هرچه این مخارج در صنعتی بزرگتر باشد احتمالاً تجهیزات و ماشین‌آلات صنعت جدیدتر خواهد بود عمل می‌نماید، RD_{it} : مخارج تحقیق و توسعه بر مبنای ارزش افزوده بعنوان معیاری برای نوآوری در يك صنعت در نظر گرفته شده است و REG : به قوانين زيست‌محيطی اشاره دارد. نتایج این بررسی که به کمک داده‌های پنلی برای دوره ۹۸-۱۹۹۰ انجام گرفته، نشان می‌دهد که شدت آلودگی، تابعی مثبت از مصرف انرژی، شدت سرمایه فیزیکی و شدت سرمایه انسانی است. همچنین رابطه‌ای منفی بین حجم آلودگی و اندازه متوسط بنگاه در يك صنعت، بهره‌وری يك صنعت، هزینه‌های سرمایه‌ای و هزینه‌های تحقیق و توسعه وجود دارد.

در پژوهش دیگری که توسط ماناجی و جنا (۲۰۰۷)، در هند انجام شده، از اطلاعات بخش صنعت در سطح کشور برای دی‌اکسید سولفور و دی‌اکسید نیتروژن طی دوره ۲۰۰۳-۱۹۹۱ بهره گرفته شده است. این تحقیق نشان می‌دهد که به طور کلی بهره‌وری‌های زيست‌محيطی در هند در طول زمان کاهش یافته، و اثر رشد درآمد بر کیفیت محیط زيست، منفی بوده است.

با وجود مطالعات گسترده‌ای که در سطح کشورهای مختلف جهان در خصوص بررسی رابطه توسعه اقتصادی و آلودگی محیط زيست انجام شده تعداد مطالعات این حوزه در کشور ایران بسیار محدود می‌باشد. از جمله می‌توان به مطالعه دیهیم (۱۳۷۹)، جنیدی جعفری (۱۳۸۱)، صادقی و حیدری (۱۳۸۱)، زارع (۱۳۸۲)، صادقی و سعادت (۱۳۸۳)، برقی اسکویی و یآوری (۱۳۸۶)، پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶)، خسروی دهکردی و مدرس (۱۳۸۶)، برقی اسکویی (۱۳۸۷) اشاره نمود که به بررسی آلودگی هوا در حوزه‌های مختلف پرداخته‌اند. از این میان، مطالعه دیهیم (۱۳۷۹)، صادقی و حیدری (۱۳۸۱) و خسروی دهکردی و مدرس (۱۳۸۶) آلودگی هوا را در سطح صنايع مختلف بررسی کرده‌اند که در ادامه به آنها اشاره می‌شود.

دیهیم (۱۳۷۹)، در مقاله‌ای روش‌های اقتصادی مبارزه با آلودگی هوای تهران را مورد بررسی قرار داده است. در این مقاله پس از بررسی وضعیت آلودگی هوای تهران راه‌حلهایی برای کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی مطرح شده است که از جمله می‌توان به تبدیل سوخت کارخانجات صنعتی به ویژه پالایشگاهها به گاز، بازرسی مداوم در کارخانجات، وامه‌ای تبصره‌ای در خرید وسایل کنترل آلودگی و انتقال صنایع نامناسب به بیرون از تهران اشاره نمود.

صادقی و حیدری (۱۳۸۱)، در مقاله‌ای که کاربرد مالیات‌ها و یارانه‌ها در کاهش آلودگی صنایع استان تهران، مورد بررسی قرار گرفته است، با اشاره به نتایج آمارگیری از کارگاههای بزرگ صنعتی در سال ۱۳۷۶، (بیش از یک سوم کارگاههای صنعتی کشور در استان تهران قرار گرفته است) تراکم غیر اصولی و بی‌رویه صنایع در استان تهران را دلیل بروز بسیاری از آلودگی‌های زیست‌محیطی در این استان بیان می‌کنند. همچنین در ادامه مقاله با اشاره به تجربه سایر کشورها در کاربرد مالیات‌های زیست‌محیطی بعنوان یکی از مهمترین ابزارهای اقتصادی چنین نتیجه‌گیری می‌نمایند: در صورتی که سیستم و نظام جمع‌آوری مالیات از کارایی لازم برخوردار باشد، ابزارهای مالیاتی (مالیات بر نهاده، مالیات بر محصول و مالیات بر مواد متصاعد) می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی صنایع استان تهران داشته باشد.

خسروی دهکردی و مدرس (۱۳۸۶)، در مطالعه‌ای آلودگی هوای اصفهان، ناشی از صنعت پتروشیمی را مورد بررسی قرار داده‌اند. در این مطالعه غلظت روزانه SO_2 ، O_3 ، TSP، NO_2 ، NO، CO، CH_4 ، NO_x و NMVOC ناشی از صنعت پتروشیمی اصفهان مورد بررسی قرار گرفته است. توابع خودهمبستگی سری‌های مورد مطالعه نشان می‌دهد که SO_2 و O_3 با زمان رابطه نداشته و از پدیده‌های کاملاً تصادفی‌اند. نتایج رگرسیون زمانی نیز نشان‌دهنده تغییرات غیر خطی آلاینده‌ها در طول زمان است که می‌تواند ناشی از آثار فصلی باشد. تابع چگالی طیفی و نمودار تجمعی مقادیر نرمال نیز غیر خطی بودن و نوسان‌های فصلی سری‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.

۴- معرفی مدل مورد استفاده و روش برآورد

در این بخش به منظور برآورد رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و انتشار آلودگی در سطح صنایع از مدل کول، الیوت و شیماموتو (۲۰۰۴) با تعدیلاتی به شرح ذیل استفاده می‌شود:

$$LE_{it} = f(LENERGY_{it}, LVA_{it}, LLP_{it}, LPCI_{it}, LSKILL_{it}, LoilP_t)$$

که در آن متغیرهای مورد استفاده به شرح زیر است:

LE: لگاریتم متغیر انتشار آلودگی بر حسب گرم (که در این مطالعه انتشار NO_x و CO_2 بعنوان معیاری

برای آلودگی هوا در صنعت استفاده شده است).

LENERGY: لگاریتم میزان مصرف انواع سوخت‌های فسیلی. یک رابطه مثبت بین میزان آلودگی و میزان مصرف انرژی مورد انتظار است. هرچه میزان مصرف انرژی فسیلی در صنعتی بالاتر باشد، سطح بالاتری از آلودگی هوا در آن صنعت خواهیم داشت (کول، الیوت و شیماموتو، ۲۰۰۴، ص ۹)

LVA: لگاریتم متغیر ارزش افزوده صنعت بر حسب ریال. انتظار می‌رود یک رابطه مثبت بین حجم فعالیت‌های یک بنگاه و انتشار آلودگی وجود داشته باشد. در این مطالعه ارزش افزوده هر صنعت بعنوان معیاری برای حجم فعالیت‌های صنعتی در نظر گرفته شده است.

LLP: لگاریتم متغیر بهره‌وری نیروی کار. وجود رابطه‌ای منفی بین نشر آلودگی و بهره‌وری عوامل تولید (بهره‌وری نیروی کار) مورد انتظار است (پارگال و ویلر، ۱۹۹۶؛ کول، الیوت و شیماموتو، ۲۰۰۴).
در مطالعه حاضر بهره‌وری نیروی کار بر اساس تعریفی که در گزارش سرشماری از کارگاههای تولیدی ایران ارائه شده محاسبه شده است^۱:

بهره‌وری نیروی کار = ارزش افزوده هر صنعت/کل تعداد شاغلین

LPCI: لگاریتم متغیر حجم سرمایه فیزیکی. سطح آلودگی یک صنعت ممکن است از طریق شدت استفاده از عوامل^۲ تولید مورد تأثیر قرار بگیرد. یعنی با فرض ثبات سایر شرایط، به نظر می‌رسد صنایعی که بیشتر بر ماشین‌آلات و تجهیزات متکی هستند نسبت به صنایعی که بیشتر بر نیروی کار متکی هستند حجم آلودگی بیشتری ایجاد می‌کنند و این امر را می‌توان به دلیل ارتباط بین شدت سرمایه فیزیکی و شدت انرژی‌بری آن صنعت دانست (کول، الیوت و شیماموتو، ۲۰۰۴). در مطالعه حاضر برای محاسبه شدت سرمایه فیزیکی از رابطه زیر استفاده شده است:

شدت سرمایه فیزیکی (ارزش‌افزوده- مجموع کل مزد و حقوق پرداختی سالانه و سایر پرداختی‌ها به شاغلان تولیدی و غیرتولیدی)/شاغلان تولیدی و غیرتولیدی.

LSKILL: لگاریتم متغیر نسبت نیروی کار ماهر به کل شاغلان تولیدی. تصور می‌شود که احتمالاً بخش‌هایی با تکنولوژی برتر و سرمایه انسانی^۳ بالاتر کارا تر بوده و بنابراین از شدت انرژی‌بری کمتری برخوردارند از این رو در مقایسه با بخش‌هایی با مهارت کمتر نسبتاً پاکتر هستند. در این مطالعه برای محاسبه شدت مهارت نیروی انسانی از رابطه زیر استفاده شده است:

۱- در بخشی از مطالعه کول و دیگران (۲۰۰۴) برای محاسبه بهره‌وری عوامل تولید از شاخص بهره‌وری نیروی کار (ارزش افزوده به ازای هر کارگر) استفاده شده است. در مطالعه پارگال و ویلر (۱۹۹۷) شاخص بهره‌وری به صورت ارزش افزوده به ازای هر نفر نیروی کار تولیدی محاسبه شده است.

2- Factor Intensities

3- Human Capital

شدت مهارت نیروی انسانی تعداد شاغلین ماهر^۱ / کل شاغلین تولیدی.

LOiLP: شاخص قیمت انرژی^۲ (سوخت‌های فسیلی) است. به نظر می‌رسد پایین بودن قیمت انرژی‌های فسیلی در کشورهای در حال توسعه یکی از دلایل افزایش آلودگی، ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی باشد، به عبارت دیگر سطح پایین قیمت سوخت‌های فسیلی موجب استفاده بیشتر از آنها و نیز افزایش آلودگی منتشره از آن خواهد بود. انتظار می‌رود که نشر آلودگی تابعی منفی از قیمت انرژی باشد (پارگال و ویلر، ۱۹۹۶).

همچنین اندیس i به صنعت مورد نظر و اندیس t نیز به سال مورد نظر اشاره دارد. مدل مورد استفاده در این مطالعه بطور جداگانه برای دو نوع از آلاینده‌های هوای ناشی از بخش صنعت یعنی CO_2 و NO_x در دوره ۸۶-۱۳۷۴ و در سطح ۲۱ صنعت تولیدی ایران (در سطح کدهای دو رقمی) به کمک داده‌های تابلویی^۳ (پنل) برآورد می‌شود.

ویژگی بارز این روش که ترکیبی از داده‌های سری زمانی^۴ و داده‌های مقطعی^۵ می‌باشد این است که همزمان قادر است داده‌ها را به شکل سری زمانی و مقطعی گرد آورده و نتایج آنها را با هم ارائه دهد. در هریک از مدل‌های سری زمانی و داده‌های مقطعی، محدودیت‌هایی وجود دارد که در مدل داده‌های تابلویی می‌توان آن را کاهش داد. در این مدل‌ها روش‌های آماری بیشتری در اختیار محقق قرار می‌گیرد و در نتیجه کارایی تخمین، افزایش یافته و سبب تجزیه و تحلیل تعداد قابل توجهی از پرسش‌های اقتصادی می‌گردد. در این مطالعه برای تعیین حالت برابری عرض از مبدأ صنایع با حالت تفاوت در عرض از مبدأ صنایع از آزمون F و برای تعیین روش اثر ثابت و یا اثر تصادفی از آزمون هاسمن استفاده شده است. از نتایج تست F در این مطالعه مشخص می‌شود که ضرایب اثرات ثابت برای همه صنایع مساوی نمی‌باشد، همچنین به کمک آزمون هاسمن روش اثر تصادفی انتخاب شده است.

۱-۴- جمع‌آوری اطلاعات پژوهش

کارگاه‌های تولیدی ایران، براساس فعالیت‌های اقتصادی و بر حسب طبقه‌بندی بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (ISIC)^۶ به ۲۲ گروه صنعتی تقسیم‌بندی شده است. اطلاعات مورد استفاده در این پژوهش از گزارش‌ها و نتایج سرشماری از کارگاه‌های تولیدی ایران که همه ساله توسط مرکز آمار کشور منتشر می‌شود

۱- بنا بر تعریف سالنامه آماری، در این مطالعه مجموع کارگران ماهر، تکنیسین‌ها و مهندسين بعنوان شاغلان ماهر خط تولید در نظر گرفته شده است.
۲- از آنجا که در دوره مورد بررسی حدود ۵۰ درصد سوخت مصرفی صنایع تولیدی ایران را نفت سیاه و نفت کوره تشکیل داده است، قیمت این سوخت بعنوان معیاری برای قیمت انرژی در نظر گرفته شده است.

3- Panel Data

4- Time Series Data

5- Cross Section Data

6- International Standard of Industrial Classification (ISIC)

گردآوری شده و تمامی ارزش‌ها بر حسب شاخص‌های قیمتی در سال پایه ۱۳۷۴ تعدیل شده است. لازم به توضیح است که این اطلاعات از مرکز آمار ایران به صورت خام خریداری شده و با استفاده از فرم‌های موجود (پرسش‌نامه‌های مورد استفاده در طرح آمارگیری)، متغیرهای مورد نیاز (اشتغال، ارزش افزوده، تولید و...) محاسبه شده است.

با توجه به این که آمار مربوط به انتشار آلاینده‌های هوا به تفکیک کدهای صنعتی موجود نمی‌باشد، به کمک ضرایب انتشار آلاینده‌های هوای ناشی از بخش صنعت^۱ که توسط وزارت نیرو تهیه شده است، و همچنین مقدار سوخت فسیلی مصرف شده در صنایع، میزان انتشار این آلاینده‌ها برای صنایع تولیدی ایران و به تفکیک کدهای دو رقمی محاسبه شده است. بعنوان نمونه برای محاسبه میزان انتشار CO₂ در صنعت ۱۵ و در سال ۱۳۷۴، به کمک ضرایب مربوطه میزان CO₂ منتشره از هر یک از سوخت‌های فسیلی (نفت کوره، نفت گاز، نفت سفید، بنزین، گاز طبیعی و گاز مایع) را محاسبه کرده و مجموع این رقم را بعنوان کل CO₂ منتشره از صنعت ۱۵ در سال ۱۳۷۴ در نظر می‌گیریم و به همین ترتیب برای تمام صنایع و در دوره ۱۳ ساله میزان انتشار هر دو نوع آلاینده محاسبه شد.

۲-۴- برآورد مدل و نتایج حاصل از تحقیق

مدل مورد نظر در دوره زمانی ۸۶-۱۳۷۴ به کمک داده‌های پنلی و به روش اثرات تصادفی در سطح ۲۱ صنعت دو رقمی برآورد شده است. نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول شماره ۱ آمده است:

جدول ۱: نتایج حاصل از برآورد مدل

متغیرهای توضیحی	LNO _x	ICO ₂
LENERGY	۰/۹۳۲ (۸۸/۰۸۹)	۰/۹۸۳ (۲۸۶/۵۲)
LVA	۰/۰۸۵ (۴/۰۹۳)	۰/۰۲۶ (۳/۹۴)
LLP	-۰/۱۵۶ (-۵/۱۴)	-۰/۰۶۳ (-۶/۵۹۵)

۱- با توجه به این که ضرایب انتشار آلاینده‌های هوا به تفکیک زیرگروه‌های صنعتی در ایران موجود نمی‌باشد از ضرایب انتشار بخش صنعت برای محاسبه میزان انتشار آلاینده‌ها در سطح کدهای دو رقمی استفاده شده است.

متغیرهای توضیحی	LNO _x	LCO ₂
LPCI	۰/۰۱۲ (۴/۰۶۷)	۰/۰۳۶ (۳/۶۱)
LOILP	-۰/۰۳۸ (-۲/۰۷۴)	-۰/۰۲۴ (-۴/۰۳۷)
LSKILL	-۰/۱۶۴ (-۳/۲۴)	-۰/۰۵۸ (-۳/۴۹)
آماره F	۴۱۶۷/۴۵	۴۲۸۸۶/۲۲
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۹	۰/۹۹
آماره دوربین واتسون	۰/۸۶	۱/۲۰
آماره کای دو	۰	۰

منبع: یافته‌های محققین

متغیر وابسته به صورت لگاریتم میزان انتشار آلاینده‌ها (NO_x و CO₂) بیان شده است. اعداد داخل پرانتز نیز نشان‌دهنده آماره t می‌باشد.

نتایج بررسی نشان می‌دهد که برای هر دو آلاینده CO₂ و NO_x، رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و مصرف انرژی وجود دارد. یعنی هرچه مصرف انرژی در صنعتی بیشتر بوده، میزان انتشار آلودگی نیز بیشتر خواهد بود. همچنین رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و ارزش افزوده وجود دارد یعنی هرچه حجم فعالیت‌های صنعت بیشتر باشد، میزان انتشار آلودگی نیز بیشتر خواهد بود. همچنین حجم سرمایه فیزیکی نیز رابطه مثبتی با میزان انتشار آلاینده‌ها دارد. یعنی صنایعی که بیشتر بر ماشین‌لات و تجهیزات متکی هستند میزان آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کنند. اما ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار نشان می‌دهد که با افزایش بهره‌وری نیروی کار میزان آلودگی صنعتی کاهش یافته است. همچنین وجود رابطه منفی میان شدت مهارت نیروی انسانی و انتشار آلودگی نشان می‌دهد که هرچه نسبت نیروی کار ماهر به کل شاغلین تولیدی بیشتر باشد، انتشار آلودگی کمتر خواهد بود. وجود رابطه منفی بین قیمت سوخت فسیلی و انتشار آلودگی نیز نشان می‌دهد که با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی انتشار آلودگی کاهش می‌یابد.

با توجه به این‌که تمامی متغیرها به صورت لگاریتمی در نظر گرفته شده‌اند، ضرایب برآورد شده را می‌توان بر اساس کشش تفسیر نمود. با توجه به جدول شماره ۱ بزرگترین کشش محاسبه شده مربوط به مصرف انرژی است و به ازای ده درصد افزایش مصرف انرژی در سطح ۲۱ صنعت تولیدی، نشر آلودگی بین

۹ تا ۱۰ درصد بسته به نوع آلاینده افزایش داشته است. در ادامه تفسیر ضرایب برای انتشار دو آلاینده مورد بررسی بیان می‌شود.

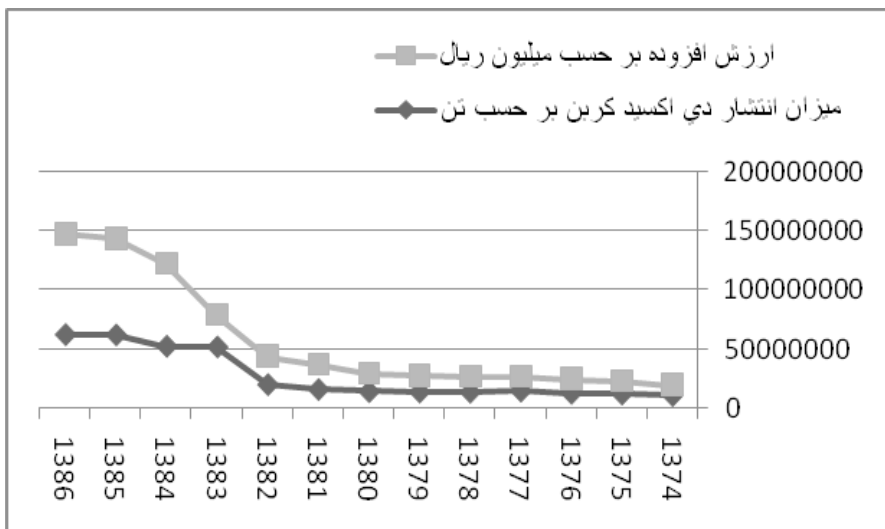
در مورد تفسیر ضرایب برای انتشار NO_x داریم: ضریب مثبت لگاریتم مصرف انرژی (۰/۹۳۲) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش مصرف انرژی، انتشار آلودگی در حدود ۹ درصد افزایش داشته است. ضریب مثبت لگاریتم متغیر ارزش افزوده (۰/۰۸۵) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش ارزش افزوده، انتشار آلودگی در حدود ۰/۸ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار (۰/۱۵۶-) بیان می‌کند که به ازای ده درصد افزایش در بهره‌وری نیروی کار، انتشار آلودگی در حدود ۱/۵ درصد کاهش می‌یابد. ضریب مثبت حجم سرمایه فیزیکی (۰/۰۱۲) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش در حجم سرمایه فیزیکی، انتشار آلودگی در حدود ۰/۱ افزایش داشته است. منفی بودن ضریب شدت مهارت انسانی (۰/۱۶۴-) یعنی این که با ده درصد افزایش در شدت مهارت انسانی، انتشار آلودگی در حدود ۱/۶ درصد کاهش داشته است. ضریب منفی قیمت سوخت فسیلی (۰/۰۳۸-) نیز بیان می‌کند که با ده درصد افزایش قیمت، انتشار آلودگی به میزان ۰/۳۸ درصد کاهش یافته است.

در مورد انتشار CO_2 تفسیر ضرایب بدین شرح است: ضریب مثبت لگاریتم مصرف انرژی (۰/۹۸۳) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش مصرف انرژی انتشار آلودگی در حدود ده درصد افزایش داشته است. ضریب مثبت لگاریتم متغیر ارزش افزوده (۰/۰۲۶) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش ارزش افزوده، انتشار آلودگی در حدود ۰/۳ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار (۰/۰۶۳) بیان می‌کند که به ازای ده درصد افزایش در بهره‌وری نیروی کار، انتشار آلودگی در حدود ۰/۶ درصد کاهش می‌یابد. ضریب مثبت حجم سرمایه فیزیکی (۰/۰۳۶) نشان می‌دهد که به ازای ده درصد افزایش در حجم سرمایه فیزیکی، انتشار آلودگی در حدود ۰/۰۴ درصد افزایش داشته است. ضریب منفی قیمت سوخت‌های فسیلی (۰/۰۲۴-) نیز بیان می‌کند که با ده درصد افزایش قیمت، انتشار آلودگی در حدود ۰/۲ درصد کاهش یافته است. از ضریب منفی شدت مهارت نیروی انسانی (۰/۰۵۸-) نیز چنین بر می‌آید که با ده درصد افزایش شدت مهارت نیروی انسانی، نشر آلودگی در حدود ۰/۶ درصد کاهش یافته است.

بررسی روند انتشار CO_2 و NO_x و نیز میزان ارزش افزوده در صنایع تولیدی ایران در سال‌های مورد بررسی، حاکی از آن است که با افزایش حجم فعالیت‌های بخش صنایع تولیدی، میزان نشر آلاینده‌های هوا نیز افزایش یافته است. (نمودارهای شماره ۳ و ۴).

آلوده‌ترین و پاک‌ترین صنعت از نظر انتشار CO_2 و NO_x در جدول شماره ۲ به تفکیک سال در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مشخص شده است.

نمودار ۲: روند انتشار CO_2 و میزان ارزش افزوده صنایع تولیدی ایران در دوره ۸۶-۱۳۳۸



نمودار ۴: روند انتشار NO_x و میزان ارزش افزوده صنایع تولیدی ایران در دوره ۸۶-۱۳۳۸



جدول ۲: آلوده‌ترین و پاک‌ترین صنعت در دوره ۸۶-۱۳۷۴

پاک‌ترین صنعت		آلوده‌ترین صنعت		سال
CO ₂	NO _x	CO ₂	NO _x	
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۷۴
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۷۵
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۷۶
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۷۷
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۷۸
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۷۹
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۰
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۱
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۲
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۳
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۴
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۵
۳۰	۳۰	۲۶	۲۶	۱۳۸۶

منبع: یافته‌های محققین

همان‌طور که از جدول شماره ۳ مشخص است، در تمام سال‌های دوره مورد بررسی صنعت ۲۶ (تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی) آلوده‌ترین صنعت و صنعت ۳۰ (تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی) پاک‌ترین صنعت بوده‌اند.

۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مطالعه نشر NO_x و CO₂ ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی در سطح ۲۱ صنعت تولیدی ایران در دوره ۸۶-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار گرفته است. برای این منظور از داده‌های مربوط به سرشماری بنگاه‌های تولیدی که توسط مرکز آمار ایران منتشر می‌شود و نیز داده‌های بانک مرکزی استفاده شده است. اما داده‌های مربوط به انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای ناشی از بخش صنعت به تفکیک کدهای صنعتی ISIC در دسترس نبود؛ بنابراین اطلاعات مربوط به میزان انتشار گازهای آلاینده به کمک ضرایب انتشار و میزان

مصرف انرژی فسیلی در صنایع تولیدی ایران محاسبه شده است. رابطه میان فعالیت‌های صنعتی و انتشار آلودگی در سطح صنایع به کمک مدل کول، الیوت و شیماموتو (۲۰۰۴) و به روش اثرات تصادفی برآورد شده است.

نتایج برآورد مدل، وجود رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و مصرف انرژی را برای هر دو آلاینده NO_x و CO_2 نشان می‌دهد. درجه بالای معناداری ضرایب محاسبه شده، نشان‌دهنده اثر بسیار شدید مصرف انرژی در نشر آلودگی است. یعنی اثر مصرف انرژی فسیلی بعنوان یکی از دلایل عمده نشر آلودگی در صنایع تولیدی ایران تأیید شد. بنابراین سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان باید در این زمینه توجه جدی داشته باشند که علاوه بر توسعه فعالیت‌های بخش صنعت، در خصوص استفاده از سوخت‌های پاک نیز تدابیری اندیشیده شود که دستیابی به تمامی جنبه‌های توسعه پایدار میسر شود.

برای هر دو آلاینده NO_x و CO_2 ، رابطه‌ای مثبت میان انتشار آلودگی و ارزش افزوده وجود دارد و با افزایش ارزش افزوده در دوره مورد بررسی میزان آلودگی نیز افزایش یافته است. پس هرچه حجم فعالیت‌های صنعت بیشتر باشد، میزان انتشار آلودگی نیز بیشتر خواهد بود. بنا بر این وجود رابطه مثبت بین حجم فعالیت‌های صنعتی و نشر آلودگی نیز در مدل تأیید می‌شود که با نتایج مطالعات انجام شده نیز سازگاری دارد.

همچنین حجم سرمایه فیزیکی نیز رابطه مثبتی با میزان انتشار آلاینده‌ها دارد. یعنی صنایعی که بیشتر بر ماشین‌آلات و تجهیزات متکی هستند میزان آلودگی بیشتری را ایجاد می‌کنند. که شاید این امر را بتوان به استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات پس از سپری شدن عمر مفید آنها و پایین بودن سطح فناوری‌ها در صنایع نسبت داد به این معنی که استفاده از ماشین‌آلات و تجهیزات فرسوده موجب انتشار آلودگی بیشتر شده است که البته این امر نیازمند بررسی جدی و کارشناسانه در این زمینه است. در واقع حجم سرمایه فیزیکی نیز به نوعی منعکس‌کننده اثر بسیار مهم مصرف انرژی در نشر آلودگی است؛ زیرا هرچه ماشین‌آلات و تجهیزات فرسوده‌تر باشد، شدت انرژی‌بری بیشتری داشته و در نتیجه آلوده‌کننده‌تر خواهد بود. ضریب منفی بهره‌وری نیروی کار، نشان می‌دهد که با افزایش بهره‌وری نیروی کار میزان آلودگی صنعتی کاهش یافته است.

رابطه منفی میان انتشار آلودگی و قیمت سوخت‌های فسیلی نشان می‌دهد که با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی میزان انتشار آلودگی کاهش خواهد یافت. وجود رابطه منفی بین قیمت سوخت‌های فسیلی و نشر آلودگی نیز به نوعی به اثر بسیار مهم مصرف انرژی در نشر آلودگی اشاره دارد؛ زیرا پایین بودن قیمت سوخت‌های فسیلی موجب مصرف زیاد این سوخت‌ها و در نتیجه نشر آلودگی بیشتر می‌شود. ضریب منفی شدت مهارت نیروی انسانی، نیز بر این نکته تأکید دارد که افزایش شدت مهارت نیروی انسانی موجب کاهش نشر آلودگی می‌شود. وجود رابطه نزدیک بین نشر آلودگی و بخش صنایع تولیدی ایران به طور کلی نشان می‌دهد که علیرغم اهمیت صنایع در فرآیند رشد و توسعه کشورها، صرف‌گسترش بخش

صنعت، نمی‌تواند راهگشایی برای رسیدن به توسعه باشد بلکه نیاز به توجه جدی به اقتصاد، همراه با محیط زیست احساس می‌شود. بخش عمده‌ای از نشر آلودگی در صنایع تولیدی بدلیل استفاده از سوخت‌های فسیلی در این صنایع و نیز استفاده از تجهیزات فرسوده می‌باشد؛ در واقع اثر حجم سرمایه فیزیکی و نیز قیمت سوخت‌های فسیلی نیز به نوعی منعکس‌کننده اثر بسیار شدید مصرف انرژی در انتشار آلودگی می‌باشد، بنابراین باید سیاست‌گذاری‌های جدی و مناسبی در خصوص جایگزینی سوخت‌های پاک با انرژی‌های فسیلی انجام گیرد. همچنین مدیران کارگاهها و کارخانه‌ها ملزم به استفاده از استانداردهای زیست‌محیطی مناسب شوند و ماشین‌آلات فرسوده نیز از رده خارج شده و با ماشین‌آلات جدید با تکنولوژی‌های برتر جایگزین شوند.

منابع

- برقی اسکویی، محمدمهدی و کاظم یآوری (۱۳۸۶)، سیاست‌های زیست‌محیطی، مکان‌یابی صنایع و الگوی تجاری (آزمون فرضیه PHH در ایران)، پژوهشنامه بازرگانی، شماره ۴۲، صص ۱-۲۸.
- پژویان، جمشید و نیلوفر مراد حاصل (۱۳۸۶)، بررسی اثر رشد اقتصادی بر آلودگی هوا، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال هفتم، شماره چهارم، ۱۶۰-۱۴۱.
- خسروی دهکردی، اردشیر و رضا مدرس، (۱۳۸۶)، تحلیل سری زمانی روزانه آلودگی هوای اصفهان ناشی از صنعت پتروشیمی، محیط‌شناسی، شماره ۴۴، صص ۴۲-۳۳.
- دیهیم، حمید، (۱۳۷۹)، روش‌های اقتصادی مبارزه با آلودگی هوای تهران، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۵۶، صص ۱۸۰-۱۴۷.
- صادقی، حسین و علی‌عباس حیدری، (۱۳۸۱)، کاربرد مالیات‌ها و یارانه‌ها در کاهش آلودگی صنایع در استان تهران، پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۴، صص ۱۸۲-۱۵۵.
- وزارت نیرو، دفتر برنامه‌ریزی انرژی (۱۳۷۹-۱۳۸۶)، ترازنامه انرژی.
- Afsah, S. Laplante, B. Wheeler, D. (1996), Controlling Industrial Pollution, Policy Research Working Paper 1672.
- Antweiler, W., Copeland, B. R. and Taylor, M.S. (2001), Is Free Trade Good For the Environment? American Economic Review, Vol. 91, No. 4, PP. 877-908.
- Chaitanya, K. (2007), Rapid Economic Growth and Industrialization in India, China & Brazil: At What Cost? , William Davidson Institute Working Paper Number 897.
- Cole, M., Elliott, R. J. R., Shimamoto, K. (2004), Industrial Characteristics, Environmental Regulations and Air Pollution: An Analysis of the UK Manufacturing Sector, Research Paper, 22.
- Dasgupta, S. Lucas, R E.B., and Wheeler, D. (2002), Plant Size, Industrial Air Pollution, and Local Incomes: Evidence from Mexico and Brazil, Environment and Development Economics, 7(2), 365-381.
- Dinda, S. (2004), Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey, Ecological Economics, 49.
- Galeotti, M. (2007), Economic Growth and the Quality of the Environment: Taking Stock, Environment, Development and Sustainability, 9, PP 427-454.

- Grossman, G.M., Krueger, A.B. (1991), Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, National Bureau of Economic Research, Working Paper, Vol. 3914. NBER, Cambridge, MA.
- Managi, S. Jena, P. R. (2008), Environmental Productivity and Kuznets Curve In India, Ecological Economics, 65, 432-440.
- Millock, K. and Nauges, C. (2003), the French Tax on Air Pollution: Some Preliminary Results on Its Effectiveness, Social Science Research Network Electronic Paper Collection: [Http://Papers.SSRN.Com/](http://Papers.SSRN.Com/)
- Panayotou, T. (2000), Economic Growth and the Environment, CID Working Paper No. 56, Environment and Development Paper, No. 4.
- Pargal, S. and Wheeler, D. (1996), Informal Regulation of Industrial Pollution in Developing Countries: Evidence from Indonesia. Journal of Political Economy, Vol. 104, No. 6, PP. 1314-27.
- Pargal, S., Hettige, H., Singh, M. and Wheeler, D. (1997), Formal and Informal Regulation of Industrial Pollution: Comparative Evidence from Indonesia and the Us. World Bank Policy Research Working Paper, 1797.
- Seppala, T., Haukioja, T and Kaivooja, J. (2001), The EKC Hypothesis Does Not Hold For Direct Material Flows: Environmental Kuznets Curve Hypothesis Tests For Direct Material Flows In Five Industrial Countries, Population And Environment, Vol. 23, No. 2.
- Shafik, N., (1994), Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis, Oxford Economic Papers, 46.
- www.ifco.ir/