فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران
سال چهارم، شماره‌ی ۱۳، بهار ۱۳۹۴
صفحات: ۶۹-۸۴

بررسی عوامل مؤثر بر تخریب محیط‌زیست با استفاده از شاخص آلودگی آب: مطالعه موردی ایران

علی امامی‌میبدی[۱]
مرتضی خورسندی[۲]
بهنام مرشدی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۰۲/۱۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۰/۰۸

چکیده

توجه به رابطه بین تجارت آزاد، توسعه اقتصادی و تخریب محیط‌زیست از جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی حائز اهمیت است. این مقاله رابطه بلندمدت بین رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری و تخریب محیط‌زیست را همراه با دیگر عوامل اقتصادی، ازجمله صنعتی‌شدن و مصرف کود، با توجه به آخرین اطلاعات در دسترس در دوره زمانی ۱۹۸۰-۲۰۰۵ برای کشور ایران ارزیابی نموده است. مطالعات انجام شده در کشور، تاکنون عمدتاً آلودگی هوا را به عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست در نظر گرفته‌اند. این مطالعه با توجه به اهمیت آلودگی آب و ارتباط نزدیک آن با عوامل اقتصادی و تجاری، مصرف بیوشیمیایی اکسیژن در آب (BOD) را به‌عنوان شاخصی از این نوع آلودگی در نظر گرفته و تأثیر عوامل فوق را بر روی آن ارزیابی نموده است. همچنین در این مطالعه از روش خودرگرسیون برداری (VAR) برای برآورد مدل پژوهش استفاده گردیده و رابطه هم‌جمعی بین متغیرها از روش یوهانسن - جوسیلیوس استخراج شده است. نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت، رشد اقتصادی و فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی بر انتشار آلودگی آب تأثیر مستقیم دارند، درحالی‌که آزادسازی تجاری با آن رابطه عکس دارد. از این‌رو ضروری است که با الزام صنایع و واحدهای تولیدی به تصفیه پساب خروجی خود و همچنین به‌کارگیری تکنولوژی و روش‌های نوین در بخش کشاورزی و محدود نمودن مصرف کودهای شیمیایی، در جهت کاهش انتشار آلودگی آب، اقدامات اساسی صورت پذیرد.

کلید واژه‌ها: تجارت آزاد، رشد اقتصادی، تخریب محیط‌زیست، آلودگی آب

طبقه‌بندی JEL: Q53، Q56، O13، O14، O44

۱. دانشیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی **Email:** emami@atu.ac.ir
۲. استادیار دانشکده اقتصاد دانشگاه علامه طباطبایی **Email:** mkhorsandi57@yahoo.com
۳. دانشجوی کارشناسی‌ارشد اقتصاد محیط‌زیست دانشگاه علامه طباطبایی (*نویسنده مسئول) **Email:** benimorshedi@gmail.com

۱. مقدمه

تجارت آزاد و محیط‌زیست پاک، عواملی هستند که نقش تعیین کننده‌ای را برای رسیدن به توسعه پایدار ایفا می‌کنند و به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر آن اثر می‌گذارند. تجارت آزاد باعث می‌شود درآمد واقعی و رفاه برای کلیه کشورهای درگیر تجارت افزایش یابد، که در نتیجه به تقسیم کار در سطح بین‌المللی و نهایتاً افزایش تولید کالاها منجر می‌شود (دل‌انگیزان و بهزادی‌فر، ۱۳۹۲). برخی از نظریه‌پردازان بر این عقیده‌اند که آزادسازی تجاری، رشد اقتصادی را در کشورهای در حال توسعه افزایش می‌دهد و این امر به آلودگی صنعتی بیشتر و تخریب محیط‌زیست منجر می‌شود. از سوی دیگر، آزادسازی تجاری می‌تواند این انگیزه را در کشورهای درحال‌توسعه به وجود آورد که به فناوری پیشرفته دسترسی یابند و کالاها را از روش‌هایی با آلودگی کمتر تولید کنند. کول[1] (۲۰۰۴) اظهار داشت که تجارت آزاد، به دلیل فشار رقابتی بیشتر و یا دسترسی راحت‌تر به فناوری پاک، آلودگی را کاهش می‌دهد.

ملاحظات زیست‌محیطی باعث شده تا سیاست‌های بخشی به منظور تضمین توسعه اجتماعی و اقتصادی پایدار، با یکدیگر هماهنگ شوند. در واقع، جنبه‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست-محیطی در فرآیند توسعه به صورت توأم در نظر گرفته می‌شوند. اقتصاددانان عموماً بر این باورند که درونی کردن[2] اثرات خارجی[3] زیست محیطیِ فعالیت‌های اقتصادی، یک گام ضروری در حرکت به سمت توسعه پایدار است. توسعه‌ای که محیط‌زیست و منابع طبیعی را حفظ کند، ابزاری برای رسیدن به توسعه پایدار است که می‌تواند رفاه و کیفیت زندگی نسل‌های حال و آینده را تضمین نماید (جعفر و همکاران[4]، ۲۰۰۸؛ سازمان همکاری اقتصادی آسیا و اقیانوسیه[5]، ۱۹۹۸).

رابطه بین تخریب محیط‌زیست و فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای مختلف، به‌ویژه کشورهای درحال‌توسعه، مسأله‌ای محوری می‌باشد که در این زمینه مطالعات زیادی نیز جهت بررسی فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس(EKC)[6] انجام شده است. الگوی EKC که یک رابطه U شکل معکوس بین تخریب محیط‌زیست و رشد اقتصادی را نشان می‌دهد، بیان می‌دارد که تخریب محیط‌زیست، ابتدا همگام با افزایش درآمد سرانه یک کشور افزایش یافته، اما متعاقباً پس از رسیدن به سطحی معین از رشد اقتصادی، تخریب محیط‌زیست متوقف شده و سپس کاهش می‌یابد

1. Cole
2. Internalization
3. Externality
4. Jafar *et al*
5. Asia-pacific Economic Coorporation
6. Environmental Kuzntes Curve

(شفیک و باندیوپاهای[1]، ۱۹۹۲؛ بکرمن[2]، ۱۹۹۲؛ شفیک، ۱۹۹۴)

بیشتر مطالعات انجام شده در زمینه تخریب محیطزیست، در رابطه با آلودگی هوا بوده و کمتر به بررسی فرضیه EKC در مورد آلودگی آب پرداخته شده است. در ایران نیز مطالعات محدودی آلودگی آب را در نظر گرفته‌اند که در این زمینه می‌توان به مقاله فطرس و نسرین‌دوست (۱۳۸۸) و مطالعه صادقی (۱۳۹۲) اشاره نمود.

آلودگی آب به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر محیط اطراف و تنوع زیستی جانداران اثر می‌گذارد. این نوع آلودگی، علاوه بر اثرات زیست‌محیطی مخربی که دارد، با نفوذ به زنجیره غذایی انسان، مشکلات بهداشتی و اجتماعی فراوانی را به وجود می‌آورد و خسارات قابل توجهی را به اقتصاد ملی تحمیل می‌نماید (بهمنی و غفاری، ۱۳۸۵). از این‌رو شناخت عوامل تاثیرگذار بر انتشار این نوع آلودگی، می‌تواند مسؤولین امر را در برنامه‌ریزی جهت کنترل و کاهش خسارات ناشی از آن یاری رساند.

تخریب محیطزیست از جنبه آلودگی آب، با نرخ انتشار آلودگی‌های شیمیایی آب و با شاخص BOD [3] اندازه‌گیری می‌شود (مناگی[4]، ۲۰۰۸). بر اساس تعریف *آژانس محیط-زیست اروپا*[5]، «BOD شاخصی است جهت اندازه‌گیری میزان اکسیژن محلول در آب که توسط میکروب‌ها برای تجزیه مواد آلی مصرف می‌شود.» بنابراین تقاضای بالای آن می‌تواند نشانگر خطر ضمنی برای تنوع زیستی رودخانه‌ها باشد.

هدف مطالعه حاضر، ارزیابی اثر رشد اقتصادی و تجارت آزاد، همراه با دیگر عوامل اقتصادی (از جمله: صنعتی شدن و مصرف کود) بر تخریب محیطزیست از جنبه انتشار آلودگی آب در کشور ایران است. تمایز اساسی این مقاله با مطالعات مشابه داخلی، به کارگیری متغیرهای توضیحی متفاوت در مدل پژوهش است. علاوه‌برآن، مقاله حاضر تأثیر شوک‌های ایجاد شده در این متغیرها را بر واریانس انتشار آلودگی آب بررسی می‌کند.

در ادامه مقاله، ابتدا در بخش دوم، مبانی نظری پیرامون عوامل اثرگذار بر تخریب محیطزیست ارایه می‌گردد. در بخش سوم به پیشینه تحقیق اشاره می‌شود. بخش چهارم این مقاله به معرفی الگوی پژوهش اختصاص می‌یابد. در بخش پنجم، برآورد مدل پژوهش همراه با تجزیه و تحلیل داده‌ها ارایه می‌گردد. در بخش پایانی نیز، نتایج کاربردی و پیشنهادها عرضه می‌شود.

1. Shafik and Bandyopahay
2. Beckerman
3. Biochemical Oxygen Demand
4. Managi, *et al*
5. European Environmental Agency

۲. مبانی نظری

۲-۱. رشد اقتصادی

اگرچه رشد و توسعه اقتصادی از طریق افزایش مصرف، سطح رفاه بالاتری را برای جامعه به همراه دارد، ولی آسیب‌های زیست‌محیطی همراه با فرآیند رشد اقتصادی، تأثیر منفی بر رفاه جامعه بر جای می‌گذارد (هراتی و همکاران، ۱۳۹۲). رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست به طور وسیع مورد مطالعه قرار گرفته است. برخی از مطالعات این رابطه را به شکل U معکوس نشان می‌دهند که در ادبیات اقتصادی به منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) معروف است. بر اساس این مفهوم که در اوایل دهه ۱۹۹۰ توسط گروسمن و کروگر[1] (۱۹۹۱) مطرح گردید، در مراحل اولیه توسعه اقتصادی به دلیل عوامل مختلفی مانند اولویت بالای تولید نسبت به محیط‌زیست پاک، پایین بودن تکنولوژی تولید، پایین بودن سطح آگاهی‌های زیست‌محیطی و ...، رشد اقتصادی با افزایش تخریب‌های زیست‌محیطی همراه خواهد بود (اصغرپور، بهبودی و محمدی‌خانقاهی، ۱۳۹۲)؛ اما بعد از رسیدن به سطح مشخصی از درآمد سرانه، این رابطه معکوس شده و افزایش رشد اقتصادی منجر به بهبود کیفیت محیط‌زیست خواهد شد. طرفداران این نظریه استدلال می‌کنند که در سطوح بالاتر توسعه، تغییرات ساختاری به سمت صنایع و خدمات اطلاعات‌بر[2] متمایل می‌گردد. همچنین با افزایش توسعه‌یافتگی، آگاهی در خصوص مسائل زیست‌محیطی بالا می‌رود و موجب وضع قوانین بهبود کیفیت محیط زیست می‌شود. اعمال این قوانین نیز باعث استفاده از تکنولوژی‌های روزآمد و صرف مخارج بیشتر برای حفظ محیط‌زیست شده که در نهایت باعث بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود (پانایوتو[3]، ۱۹۹۳).

در صورتی‌که هیچ تغییری در ساختار یا تکنولوژی موجود در اقتصاد ایجاد نشود، گسترش تولید و رشد اقتصادی موجب رشد آلودگی و اثرات منفی زیست‌محیطی می‌شود، که به این نظریه اثر مقیاس گفته می‌شود. دیدگاه سنتی تعارض بین اهداف توسعه اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست، بر اساس این اثر شکل گرفته است (استرن[4]، ۲۰۰۴).

۲-۲. آزادسازی تجاری

تجارت آزاد، به شیوه‌های مختلفی از جمله: انتقال تکنولوژی، افزایش رقابت و تغییر در مقیاس فعالیت‌های اقتصادی، بر محیط‌زیست اثرگذار است. اثرات مختلف تجارت بر روی کیفیت محیط‌زیست

1. Grossman and Krueger
2. Information-Intensive
3. Panayotou
4. Stern

را می‌توان به سه اثر مقیاس[1]، اثر فنی[2] و اثر ترکیب[3] تفکیک کرد. اثر مقیاس بر تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی دلالت دارد، اثر ترکیب مبین تغییر در ترکیب یا سبد کالاهای تولیدی است و اثر فنی بیانگر تغییر در فن و شیوه تولید و حرکت به سمت استفاده از فناوری پاک است (کاپلند و تیلر[4]، ۲۰۰۳). اما بیشترین اثر مستقیم تجارت آزاد بر روی ترکیب صنایع است و بنابراین تاکید بیشتر این پژوهش روی اثر ترکیب تجارت می‌باشد. آزادسازی تجاری منجر به تخصصی شدن می‌شود و کشورهایی که در صنایع کمتر (بیشتر) آلاینده تخصص پیدا می‌کنند، از کیفیت محیط‌زیست بهتری (بدتری) برخوردارند (گراسمن و کروگر[5]، ۱۹۹۱).

یکی از مهم‌ترین مسائل در خصوص ارتباط محیط‌زیست و تجارت آزاد، انتقال صنایع آلوده‌کننده از کشورهای صنعتی به کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌نیافته می‌باشد، که به آن «فرضیه پناهگاه آلودگی»[6] گفته می‌شود. منتقدان این دیدگاه اذعان دارند که این فرضیه فقط بر تأثیر تجارت بین‌الملل بین‌الملل بر ترکیب محصولات در کشورهای کمتر توسعه‌یافته دلالت دارد و اثرات دیگر آن ازجمله نقشی که در افزایش درآمدها و تسهیل انتقال تکنولوژی دارد، نادیده گرفته می‌شود. بنابراین آزادسازی تجارت می‌تواند تأثیر مثبت یا منفی بر کیفیت محیط‌زیست داشته باشد (عالم و همکاران[7]، ۲۰۰۱).

۲-۳. صنعتی‌شدن

توسعه اقتصادی در یک جامعه ممکن است به رشد سریع فرآیند صنعتی شدن بستگی داشته باشد. تولید صنعتی کالاها، خدمات و اشتغال را به وجود می‌آورد و به رشد اقتصادی کمک می‌کند، اما در عین حال منبع اصلی آلودگی و ضایعات نیز است. صنعتی شدن ممکن است فرآیند توسعه اقتصادی یک کشور را تسریع کند. تولید صنعتی در بیشتر مواقع سطح آلودگی را توضیح می‌دهد؛ زیرا در کشورهای درحال‌توسعه، معمولاً فاضلاب‌ها بدون این‌که تصفیه شوند وارد رودخانه‌ها و دریاچه‌ها می‌شوند (یونپ[8]، ۱۹۹۷).

۲-٤. مصرف کود

از دیگر فعالیت‌های بشر که باعث تخریب محیط‌زیست و در عین حال توسعه اقتصادی می‌شود، فعالیت کشاورزی است. دلیل اصلی آلودگی آب بر اثر فعالیت کشاورزی، استفاده از آفت‌کش‌ها، کودهای شیمیایی، کشت فشرده در مناطق خاص و کود حیوانی است (روجرس[9]، ۲۰۰۰؛ آژانس

1. Scale Effect
2. Technique Effect
3. Composition Effect
4. Copeland and Taylor
5. Grossman and Krueger
6. Pollution Haven Hypothesis
7. Alam, *et al*
8. WHO/UNEP
9. Rogers

محیط‌زیست[1]، ۲۰۰۵) که به آب‌های زیر زمینی نفوذ می‌کنند و یا وارد رودخانه‌ها و آب‌های سطحی می‌شوند. این موضوع، هم در کشورهای درحال‌توسعه و هم در کشورهای توسعه‌یافته، به ویژه در کشورهایی که جمعیت آن‌ها به شکل قابل ملاحظه‌ای در حال افزایش است، اهمیت فراوانی دارد و تمایل زیادی برای استفاده از مقادیر فراوان کودهای شیمیایی، به منظور تولید غذای کافی وجود دارد (عالم،۲۰۱۰). این کودها دارای مواد شیمیایی هستند که در آب‌های آشامیدنی یافت می‌شوند و برای بدن انسان بسیار مضر هستند. کول و الیوت[2] (۲۰۰۳) اظهار کردند که مصرف بیشتر کود، سطح آلودگی آب را افزایش می‌دهد. علاوه بر این سطح تولید محصولات کشاورزی را بهبود می‌بخشد که باعث افزایش رشد اقتصادی نیز می‌شود.

۳. پیشینه تحقیق

در این بخش به بررسی مطالعات انجام شده در ارتباط با آلودگی آب، در داخل و خارج از کشور پرداخته می‌شود:

فطرس و نسرین‌دوست (۱۳۸۸) به ارزیابی ارتباط بین انتشار آلودگی‌ها و رشد اقتصادی ایران پرداختند. آنها فرضیه EKC را در چهار حالت مختلف بررسی نمودند: الف) هنگامی که معیار رشد اقتصادی، درآمد سرانه است؛ ب) وقتی که معیار رشد، سرانه مصرف انرژی است؛ ج) زمانی که معیار آلودگی، آلودگی آب است و د) وقتی که معیار آلودگی، آلودگی هوا است. نتایج این پژوهش برای آلودگی آب، بیانگر رابطه علی یک‌طرفه از سرانه مصرف انرژی به آلودگی آب است. همچنین فرضیه EKC برای آلودگی آب و سرانه مصرف انرژی رد شده است.

صالح و همکاران (۱۳۹۰)، رابطه بین آلودگی آب، تولید ناخالص داخلی سرانه و شدت مصرف انرژی در ایران را با استفاده از الگوی تصحیح خطای برداری ارزیابی نمودند. نتایج نشان می‌دهد که تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه معنادار و مثبتی با آلودگی آب دارد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی و آلودگی آب، ارتباط معناداری با یکدیگر ندارند.

حسینی‌نسب و پایکاری (۱۳۹۱) به ارزیابی رابطه بین درآمد ملی، آزادسازی تجاری، آلودگی هوا و آب در دو گروه کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه طی سال‌های ۱۹۸۰–۲۰۰۰ پرداختند. آنها ایران را نیز در گروه کشورهای درحال‌توسعه محسوب نمودند. در این مطالعه، برای برآورد الگو از روش داده‌های تلفیقی استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد که منحنی EKC برای هر دو نوع آلودگی در کشورهای توسعه یافته برقرار است اما برای گروه کشورهای در حال توسعه، تنها آلودگی آب با منحنی کوزنتس منطبق است.

1. Environmental Agency
2. Cole and Elliott

صادقی (۱۳۹۲) به ارزیابی رابطه بین متغیرهای درآمد سرانه، تراکم جمعیت و شاخص‌های انتشار آلودگی هوا و آب طی سال‌های ۱۳۵۹–۱۳۸۸ پرداخته است. انتشار دی‌اکسید کربن سرانه به عنوان شاخص آلودگی هوا و میزان آلایندگی زیستی آب به عنوان شاخص آلودگی آب در نظر گرفته شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای هر دو شاخص آلودگی هوا و آب در ایران مورد تأیید است. همچنین متغیرهای تراکم جمعیت و نرخ رشد جمعیت شهرنشینی بر شاخص‌های آلودگی هوا و آب تأثیر منفی دارند.

کول[1] (۲۰۰۴) در مطالعه‌ای به بررسی منحنی EKC برای ۱۰ شاخص آلودگی آب و هوا در کشورهای منتخب OECD طی سال‌های ۱۹۸۰–۱۹۹۷ پرداخته است. وی در این مقاله ۴ شاخص را برای آلودگی آب در نظر گرفته است که عبارتند از: سطح نیترات، سطح فسفات، مصرف اکسیژن بیوشیمیایی (BOD) و سطح اکسیژن حل شده در آب. نتایج این پژوهش بیانگر تأیید منحنی EKC برای همه شاخص‌های آلودگی آب است.

باروآ و هوباکک[2] (۲۰۰۶) رابطه بین درآمد سرانه و آلودگی آب را برای ۱۶ ایالت هند در دوره ۱۹۸۱–۲۰۰۰ ارزیابی نمودند. آنها انتشار BOD و COD[3] را به عنوان شاخص‌های آلودگی آب در نظر گرفتند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که در ۴ ایالت، فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس تأیید شده، اما در ۸ ایالت این رابطه به شکل U یا N بوده است. در ۴ ایالت دیگر نیز رابطه معنی‌داری بین درآمد سرانه و آلودگی آب وجود ندارد.

لیو و همکاران[4] (۲۰۰۷) به بررسی منحنی EKC با داده‌های ۱۹۸۹ تا ۲۰۰۳ برای آلودگی‌های هوا و آب در کشور چین پرداختند. آنها شاخص‌های آلودگی آب را، کیفیت آب رودخانه‌های اصلی و کیفیت آب نزدیک ساحل در نظر گرفتند. نتایج مطالعه آنها فرضیه EKC در مورد آلودگی آب را تأیید نمود.

عالم و همکاران (۲۰۱۱)، به ارزیابی اثر آزادسازی تجاری و همچنین عوامل مختلف اقتصادی–اجتماعی و نفوس و مسکن از قبیل: صنعتی شدن، مصرف کود، شهرنشینی و توسعه انسانی بر انتشار آلودگی آب در پاکستان پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که صنعتی شدن، مصرف کود و شهرنشینی با انتشار آلودگی آب رابطه مستقیم دارد، درحالیکه آزادسازی تجاری و توسعه انسانی بر انتشار آن اثر معکوس دارد.

1. Cole
2. Barua and Hubacek
3. Chemical Oxygen Demand
4. Liu, *et al*

٤. روش‌شناسی و ارائه الگو

این مطالعه در نظر دارد اثر عوامل مختلف اقتصادی را بر تخریب محیط‌زیست از نظر آلودگی آب ارزیابی نماید. بدین منظور انتشار BOD به‌عنوان شاخص آلودگی آب انتخاب شده است که هرچه مقادیر آن بالاتر باشد، بیانگر آلودگی بیشتر آب می‌باشد.

بر اساس مباحث عنوان شده، مدل زیر ارائه می‌شود:

$$\ln ED_t = \beta_0 + \beta_1 \ln EG_t + \beta_2 (\ln EG_t)^2 + \beta_3 TL_t + \beta_4 INDt + \beta_5 \ln FRTt + \beta_6 Dum_t + u_t$$

ED شاخص تخریب محیط زیست از نظر انتشار آلودگی آب بر اساس میزان انتشار BOD برحسب کیلوگرم در هکتار است که لگاریتم آن با LED نشان داده می‌شود. EG نشانگر رشد اقتصادی که برحسب تولید ناخالص داخلی سرانه[1] به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۰۵ می‌باشد و لگاریتم آن با LEG نشان داده می‌شود. FRT نیز میزان مصرف کل کود در بخش کشاورزی بر حسب کیلوگرم در هکتار از زمین‌های قابل کشت[2] است که لگاریتم آن با LFRT بیان می‌شود. نسبت مجموع صادرات و واردات به GDP کل به عنوان شاخص تجارت آزاد و نیز نسبت GDP صنعتی به GDP کل به عنوان شاخص صنعتی‌شدن، به‌ترتیب با TL و IND معرفی شده‌اند. از آنجا که داده‌های این دو متغیر به صورت نسبی هستند و نیز مقادیر آن‌ها کمتر از یک می‌باشد، از بیان لگاریتمی آن‌ها صرف نظر شده است. ضمن این‌که این عمل، به تصریح بهتر مدل پژوهش کمک می‌نماید و نتایج آن با مبانی نظری سازگارتر است. با توجه به آخرین اطلاعات در دسترس، سری‌های زمانی سالانه مربوط به متغیرهای مدل در دوره ۱۹۸۰–۲۰۰۵، از لوح فشرده گزارش شاخص‌های توسعه جهانی (WDI)[3] در سال ۲۰۱۳ و سایت سازمان خوار و بار جهانی (FAO)[4] استخراج شده است.

علاوه بر این، به دلیل وجود شکست ساختاری در سری مربوط به LEG و IND در بازه زمانی بین سال‌های ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۸ که با وقوع جنگ تحمیلی همراه بوده است، یک متغیر مجازی به نام DUM به مدل وارد شده که در این بازه زمانی مقدار یک و در سال‌های غیر از آن مقدار صفر را می‌پذیرد.

همچنین در این معادله، u_t خطای تصادفی با ویژگی‌های استاندارد و β_1 تا β_6 ضرایب متغیرها می‌باشند. در این مورد انتظار بر این است که علامت‌های β_1، β_4 و β_5 مثبت باشند. β_3 نیز ممکن

1. GDP per Capita
2. Kg per Hectare of Arable Land
3. World Development Indicator
4. Food Agriculture Organization

است منفی یا مثبت باشد. همچنین برای تایید منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، علامت β_2 باید منفی شود (در صورتی‌که β_1 نیز مثبت باشد).

۵. برآورد الگو و تفسیر نتایج

در اولین گام جهت برآورد مدل، درجه انباشتگی هر یک از متغیرها تعیین می‌شود. بدین منظور با استفاده از آزمون فیلیپس-پرون[1] (PP)، وجود ریشه واحد در سطح و تفاضل مرتبه اول برای هر یک از متغیرها ارزیابی می‌گردد. بر اساس این آزمون که نتایج آن در جدول ۱ آمده است در سطح معنی‌دار ۵٪، فرضیه صفر مبنی بر نامانایی برای همه متغیرها پذیرفته شده و بنابراین در سطح نامانا هستند. همچنین فرضیه صفر برای تفاضل مرتبه اول آن‌ها رد می‌شود و بدین ترتیب همه متغیرها I(1) هستند.

جدول ۱: نتایج مربوط به آزمون مانایی متغییرهای مدل با استفاده از آزمون فیلیپس-پرون

نوع متغیر	در سطح *	با یک مرتبه تفاضل‌گیری**
LED	-۳/۳۹	-۵/۳۶
LEG	-۱/۵۳	-۳/۶۷
TL	-۱/۹۴	-۳/۵۴
IND	-۱/۳۰	-۳/۸۸
LFRT	-۳/۳۲	-۵/۱۸

* در سطح ۵٪ با مقدار بحرانی ۳/۶۰-

** در سطح ۵٪ با مقدار بحرانی ۲/۹۹-

منبع: یافته‌های پژوهش

در گام بعدی با به‌کارگیری مدل خودرگرسیون برداری[2] (VAR)، رابطه هم‌جمعی بین متغیرهای مدل برآورد می‌شود که از این طریق اثرات بلندمدت متغیرهای توضیحی مدل بر انتشار آلودگی آب مشخص می‌گردد. در تخمین مدل VAR، ابتدا طول وقفه بهینه بر اساس دو معیار شوارتز-بیزین[3] (SBC) و آکائیک[4] (AIC) مشخص می‌گردد. از میان وقفه‌های ۱ و ۲، میزان جبری هر دو آماره برای وقفه ۲ کمتر است و بدین ترتیب عدد ۲، وقفه بهینه برای مدل است. بعد از مشخص نمودن طول وقفه بهینه، برای ارزیابی وجود رابطه همجمعی بین متغیرهای مدل از آزمون یوهانسون-جوسیلیوس[5] استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول‌های ۲، ۳ و ۴ خلاصه شده است. همان-

1. Philips-Perron Test
2. Vector Autoregressive
3. Schwarz–Bayesian Criterion
4. Akaike's Information Criterion
5. Johansen and Juselius co-integration technique

طورکه در جدول‌های ۲ و ۳ آمده است، هر دو آماره اثر[1] و حداکثر مقدار ویژه[2]، وجود ۳ بردار همجمعی را در سطح ۵٪ نشان می‌دهند.

جدول۲: آزمون ماتریس اثر

فرضیه صفر	فرضیه مقابل	مقدار آماره آزمون	مقدار بحرانی در سطح ۰/۰۵
r=0	r≥1	۱۵۳/۶۸	۸۳/۹۳
r≤1	r≥2	۸۵/۸۶	۶۰/۰۶
r≤2	r≥3	۴۷/۶۷	۴۰/۱۷
r≤3	r≥4	۲۰/۵۴	۲۴/۲۷

منبع: یافته‌های پژوهش

جدول۳: آزمون حداکثر مقدار ویژه

فرضیه صفر	فرضیه مقابل	مقدار آماره آزمون	مقدار بحرانی در سطح۰/۰۵
r=0	r=1	۶۷/۷۹	۳۶/۶۳
r≤1	r=2	۳۸/۲۱	۳۰/۴۳
r≤2	r=3	۲۷/۱۲	۲۴/۱۶
r≤3	r=4	۱۱/۶۴	۱۷/۷۹

منبع: یافته‌های پژوهش

علاوه بر این نتایج بردارهای همجمعی نرمال[3] شده در جدول ۴ آمده است:

جدول٤: ضرایب بردار همجمعی نرمال شده

IND	LFRT	TL	$(LEG)^2$	LEG	LED
۰/۰۶	۰/۰۵	-۰/۰۳	-۰/۰۳	۲/۵۷	**۱/۰۰**
۰/۰۰۵	۰/۰۱	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۲۱	**انحراف معیار**
۱۲	۵	-۱۵	۱۰	۱۲/۲۳	**مقدار آماره t**

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس این جدول، ضریب LEG که بر روی ضریب انتشار آلودگی نرمال شده است، نشان می‌دهد که یک درصد افزایش در رشد اقتصادی باعث افزایش ۲/۵۷ درصدی انتشار آلودگی آب در بلندمدت می‌شود. ضرایب IND و LFRT نیز نشان می‌دهند که افزایش یک درصدی متغیرهای صنعتی شدن و مصرف کود، در بلندمدت به ترتیب باعث ۰/۰۶ و ۰/۰۵ درصد افزایش در انتشار آلودگی آب می‌شود. اما از طرفی، ضریب همجمعی بلندمدت TL بیانگر این است که با افزایش یک درصدی تجارت آزاد، انتشار آلودگی آب به میزان ۰/۰۳ درصد کاهش می یابد. بدین ترتیب این نتایج

1. Trace Static
2. Maximal Eigenvalue Static
3. Normalized Cointegrating

نشان می‌دهد که برای کشور ایران در بلندمدت، رشد اقتصادی و صنعتی‌شدن بر میزان انتشار آلودگی آب اثر مستقیم دارند، درحالی‌که آزادسازی تجاری می‌تواند باعث کاهش انتشار آن شود.

علاوه‌بر این، در این مطالعه از تکنیک تجزیه واریانس[1] استفاده شده که نتایج آن در جدول ۳ آمده است. بر اساس این جدول، شوک در متغیر رشد اقتصادی، سهم عمده‌ای را در واریانس انتشار آلودگی آب در میان‌مدت دوره مورد بررسی (دوره پانزدهم) دارد که در دوره طولانی‌تر سهم آن کمی کاهش یافته و در کوتاه‌مدت نیز ناچیز است. شوک ایجاد شده در متغیر صنعتی‌شدن نیز در طول زمان رفتاری شبیه شوک وارد بر رشد اقتصادی دارد. به‌طوری‌که شوک در این متغیر در کوتاه‌مدت (سال دوم) ۲/۶۴ درصد و در میان‌مدت (سال دهم) ۱۷/۱۷ درصد از واریانس انتشار آلودگی آب را توضیح می‌دهد که به نوعی بیشترین سهم را دارد و در افق بلندتر با کاهشی قابل توجه به ۸ درصد می‌رسد. بدین ترتیب اثر این دو متغیر می‌تواند موقتی باشد و در بلندمدت از بین رود. همچنین شوک وارد شده به آزادسازی تجاری و مصرف کود شیمیایی سهم نسبتا کمی از واریانس انتشار آلودگی آب در کوتاه‌مدت را توضیح می‌دهند و در میان‌مدت و بلندمدت هر کدام سهمی در حدود ۲/۵ درصد دارند که ثابت ماندن آن می‌تواند نشان‌دهنده اثر دائمی شوک ایجاد شده در این متغیرها بر انتشار آلودگی آب باشد.

جدول۵: تجزیه واریانس آلودگی آب

دوره	LED	LEG	LEG^2	TL	IND	LFRT
۱	۱۰۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
۲	۹۵/۳۷	۰/۰۱	۰/۰۱	۱/۰۰	۲/۶۴	۰/۹۵
۳	۸۹/۸۸	۰/۲۷	۰/۰۱	۱/۸۶	۵/۸۷	۲/۰۸
٤	۸۴/۷۲	۱/۱۵	۰/۰۱	۲/۳۷	۹/۰۹	۲/۶۴
۵	۸۰/۰۷	۲/۶۸	۰/۰۲	۲/۵۸	۱۱/۹۱	۲/۷۰
۱۰	۶۶/۳۲	۱۱/۷۷	۰/۳۸	۲/۲۵	۱۷/۱۷	۲/۰۸
۱۵	۶۱/۱۷	۱۴/۴۷	۴/۸۰	۲/۲۸	۱۵/۴۳	۱/۸۳
۲۰	۵۷/۵۳	۱۳/۳۹	۱۲/۹۰	۲/۴۰	۱۱/۷۶	۱/۹۹
۲۵	۵۵/۲۴	۱۱/۹۵	۲۰/۰۵	۲/۲۸	۸/۰۹	۲/۳۷

*مقادیر بر حسب درصد می باشند.

منبع: یافته‌های پژوهش

1. Variance Decompositon

٦. نتیجه‌گیری

در این مقاله به ارزیابی تاثیر عوامل مختلف نظیر رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری، صنعتی‌شدن و مصرف کود شیمیایی بر انتشار آلودگی آب در ایران، طی دوره زمانی ۱۹۸۰–۲۰۰۵ پرداخته شد. نتایج نشان داد، رشد اقتصادی بر میزان انتشار آلودگی آب اثر مستقیم دارد که با مطالعه فطرس و نسرین‌دوست (۱۳۸۸)، حسینی‌نسب و همکاران (۱۳۹۱) و صادقی (۱۳۹۲) مطابقت دارد. علاوه بر آن شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس تأیید شد که با مطالعه صادقی (۱۳۹۲) منطبق است.

همچنین بر اساس نتایج برآورد الگو، بین متغیر آزادسازی تجاری و میزان انتشار آلودگی آب رابطه منفی وجود داشت. این امر بیانگر کاهش انتشار آلودگی آب، به دنبال گسترش آزادسازی تجاری است. این یافته با مطالعه عالم و همکاران (۲۰۱۱) در کشور پاکستان سازگار است.

علاوه‌بر آن، در این پژوهش اثر متغیرهای صنعتی‌شدن و مصرف کود شیمیایی نیز بر میزان انتشار آلودگی آب ارزیابی شد. نتایج نشان داد که هر دو متغیر در بلندمدت با انتشار آلودگی آب، رابطه مستقیم دارند. این نتایج نیز، با مبانی نظری و مطالعه عالم و همکاران (۲۰۱۱) مطابقت دارد.

بر اساس آمار سال ۱۳۸۲[۱]، تنها ۳۱ درصد از فاضلاب صنایع آلوده‌کننده کشور تصفیه می‌شود (شایگان و افشاری، ۱۳۸۳). از طرفی، در بخش کشاورزی نیز مصرف کودهای شیمیایی از حد مجاز فراتر رفته است (رحمانی، ۱۳۸۹)؛ به طور مثال مصرف کودهای فسفاته در ایران بیش از دو برابر استاندارد جهانی است (ملکوتی، ۱۳۷۵). بنابراین نتایج این تحقیق، مبنی بر اثر مستقیم متغیرهای صنعتی‌شدن و مصرف کود بر انتشار آلودگی آب در ایران توجیه‌پذیر است. از این‌رو، ضروری است تمهیداتی اندیشیده شود که صنایع و واحدهای تولیدی آلاینده آب، پساب خروجی خود را تصفیه و بازیافت کنند. این امر می‌تواند با اعمال قوانین زیست‌محیطی و یا اعطای تسهیلات به واحدهای صنعتی صورت پذیرد. در بخش کشاورزی نیز ضروری است که میزان مصرف کودهای شیمیایی کنترل شود و برای افزایش بهره‌وری، به جای مصرف بیش از حد کود از روش‌های نوین کشاورزی استفاده شود.

در انتهای این مقاله، با استفاده از تکنیک تجزیه واریانس، به بررسی اثر شوک‌های ایجاد شده در متغیرهای توضیحی، بر واریانس انتشار آلودگی آب پرداخته شد. نتایج نشان داد که شوک ایجاد شده در متغیرهای صنعتی شدن و رشد اقتصادی، در میان‌مدت بیشترین سهم از واریانس انتشار آلودگی آب را توضیح می‌دهند، اما در بلندمدت این سهم کاهش می‌یابد. بنابراین اثر این دو متغیر موقتی است و در بلندمدت از بین می‌رود.

---

۱. معادل سال ۲۰۰۳–۲۰۰۴ میلادی، که از سال‌های انتهایی دوره زمانی مورد بررسی این پژوهش است.

همچنین، نتایج نشان داد که شوک وارد شده به آزادسازی تجاری و مصرف کود شیمیایی، سهم نسبتا کمی از واریانس انتشار آلودگی آب را در کوتاه‌مدت توضیح می‌دهد؛ اما سهم این دو متغیر پس از مدتی بیشتر می‌شود و در بلندمدت تقریبا ثابت می‌ماند. این امر بیانگر اثر دائمی شوک ایجاد شده در این متغیرها بر انتشار آلودگی آب است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

منابع

اصغرپور، حسین؛ بهبودی، داوود و محمدی‌خانقاهی، رباب (۱۳۹۲)؛ اثرات توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای منتخب عضو اوپک، فصلنامه اقتصاد محیط‌زیست و انرژی، سال دوم، شماره۶، بهار: ۱-۲۶.

بهمنی، امید و غفاری، پریسا (۱۳۸۵)؛ بررسی آلودگی منابع آب و مشکلات زیست‌محیطی موجود در نقاط مختلف ایران و مطالعه موردی در رودخانه شهر چای ارومیه. اولین همایش تخصصی مهندسی محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

حسینی‌نسب، ابراهیم و پایکاری، سمیه (۱۳۹۱)؛ بررسی تأثیر رشد اقتصادی و آزادسازی تجاری بر آلودگی محیط‌زیست، دوماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، شماره‌های ۹ و ۱۰: ۶۱-۸۲.

رحمانی، حمیدرضا (۱۳۸۹)؛ کودهای فسفره و آلودگی کادمیم حاصل از آن در اراضی کشاورزی، مجموعه مقالات اولین کنگره چالش‌های کود در ایران، موسسه تحقیقات خاک و آب.

دل‌انگیزان، سهراب و بهزادی، مریم (۱۳۹۲)؛ آثار شوک‌های آزادسازی تجاری بر رشد اقتصادی ایران و ارزیابی تقارن و عدم تقارن آنها، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصاد کاربردی ایران، سال دوم، شماره ۸، زمستان: ۱۷۹-۲۰۲.

شایگان، جلال و افشاری، عباس (۱۳۸۳)؛ بررسی وضعیت فاضلاب‌های شهری و صنعتی در ایران، فصلنامه علمی-پژوهشی آب و فاضلاب، شماره ۴۹: ۵۸-۶۹.

صادقی، کمال و فشاری، مجید (۱۳۸۹)؛ برآورد رابطه بلندمدت بین صادرات و شاخص‌های کیفیت زیست محیطی، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، شماره ۴۴: ۶۷-۸۳.

صالح، ایرج؛ حلیمه جهانگرد؛ حامد رفیعی و امیرنژاد، حمید (۱۳۹۰)؛ بررسی اثر متغیرهای کلان اقتصادی بر آلودگی آب در ایران، فصل‌نامه علمی پژوهشی مهندسی آبیاری و آب، شماره ۶: ۵۸-۶۵.

فطرس، محمدحسن و نسرین‌دوست، میثم (۱۳۸۸)؛ بررسی رابطه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران ۸۳-۱۳۵۹، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ششم، شماره ۲۱، تابستان: ۱۱۳-۱۳۵.

کازرونی، علیرضا و فشاری، مجید (۱۳۸۹)؛ تأثیر صادرات صنعتی بر زیست محیط ایران، فصل‌نامه پژوهش‌های بازرگانی، شماره ۵۵: ۱۸۳-۲۱۲.

ملکوتی، محمدجعفر (۱۳۷۵)؛ کشاورزی پایدار و افزایش عملکرد با بهینه‌سازی مصرف کود در ایران، انتشارات سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی.

هراتی، جواد؛ کریم اسلاملوئیان؛ شرزه‌ای، غلامعلی و امینی، تکتم (۱۳۹۳)؛ بررسی ارتباط رشد-آلودگی در چارچوب یک الگوی رشد درونزای تعمیم‌یافته: یک الگوی کالیبره شده برای اقتصاد ایران، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصاد کاربردی ایران، سال سوم، شماره ۱۰، تابستان: ۳۳-۵۸.

Allam, S.; Rehman, S. and Butt M. S. (2011); Trade Liberalization, Environmental Degradation and Sustainable Development in Pakistan. European Journal of Social Sciences, 19: 84-96.

Asia-Pacific Economic Cooperation (APEC), (1998); Trade and Environment. Proceeding of the Workshop, Beijing, China, ISBN: 981-04-1096-4, APEC# 98-EC-04.4.

Barua, A. and Hubacek, K. (2006); Water Pollution and Economic Growth, An Environmental Kuznets Curve Analysis at the Watershed and State Level, Sustainability Research Institute, School of Earth and Environment, University of Leeds, UK.

Beckerman, W. (1992); Economic Growth and the Environment: Whose Growth? Whose Environment? World Development 20: 481-496.

Cole, M. A. (2004); Trade, the pollution haven hypothesis and the environmental Kuznets curve: Examining the linkages. Ecological Economics, 48: 71-81.

Cole, M. A. and Elliott, R. J. R. (2003); Determining the trade-environment composition effect: The role of capital, labor and environmental regulations. Journal of Environmental Economics and Management, 46: 363-383.

Copeland, B. R. and Taylor, M.S. (2003); North-South Trade and the Environment, Quarterly Journal of Economics August: 755-87.

Grossman, G. and Krueger, A. B., (1995); Economic growth and the environment Quarterly Journal of Economics 112: 353-377.

Environment Agency. (2005); Impacts of proposed housing growth in south and east England: water resources and water quality. Part of Environmental impacts of housing growth in the south and east of England (SCHO0806BLFD-E-C). Available from publications catalogue at www.environment-agency.gov.

Jafar, A. H., Al-Amin, A.Q. and Siwar, C. (2008); Environmental impact of alternative fuel mix in electricity generation in Malaysia. Renew Energy, 33: 2229-2235.

Liu, X., Heiligb, g. K., Chenc, J. and Heino, M. (2007); Interactions between economic growth and environmental quality in Shenzhen, China's first special economic zone, Ecological Economics 62: 559-570.

Managi, S., Akira, H. and Tetsuya T. (2008); Does Trade Liberalization Reduce Pollution Emissions?, Research Institute of Economy, Trade and Industry (RIETI).

NIAES (2002); Annual Report of National Institute for Agro-Environmental Sciences Japan, (April 2001 – March 2002).

Panayatou, T. (1993); Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development (p. 42) (World Employment Research Programme Working Paper). Geneva: International Labour Office.

Rogers, V. (2000); Agriculture, Water Pollution and the Regional Dimension in French Public Policy. Journal of European Area Studies, 8 (1): 35-56.

Shafik, N. (1994); Economic development and environmental quality: an econometric analysis Oxford Economic Papers 46: 757-773.

Shafik, N. and Bandyopadhyay S. (1992); Economic Growth and Environmental Quality, Background Paper for the 1992 World Development Report, The World Bank, Washington D.C.

Stern, D. I. (2004); The rise and fall of the environmental Kuznets curve, World Development 32: 1419-1439.

WHO/UNEP (1997); Water Pollution Control, A Guide to the Use of Water Quality Management Principles.
World Bank (2013); World Development Indicators (WDI) 2013 CD-ROM. Washington: The World Bank.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی