محیط شناسی، سال سی و هفتم، شمارهٔ ۶۰، زمستان ۹۰، صفحهٔ ۱۳-۲۲

بررسی تأثیر شدت انرژی و گسترش شهرنشینی بر تخریب محیط زیست در ایران (تحلیل هم‌جمعی)

محمدحسن فطرس[1*]، مهدی فردوسی[2]، حسین مهرپیما[3]

۱-دانشیار، اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان

۲-کارشناس ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا همدان ferdosi.mahdi@yahoo.com

۳-کارشناس ارشد اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا همدان fmehrpeyma@aol.com

تاریخ دریافت :۸۹/۶/۱ تاریخ پذیرش:۹۰/۳/۷

چکیده

امروزه، مسئله آسیب‌های منتهی به تضیع و تخریب محیط زیست –که بیشتر پیامد اقدامات و فعالیت‌های انسان هستند– از مهم‌ترین مسائل جهانی است که جوامع بشری اعم از توسعه‌یافته و یا توسعه‌یابنده با آنها مواجهند. اهمیت این موضوع نه تنها از جنبهٔ زیست‌محیطی و آثار آن بر روی سامانه‌های (سیستم‌های) منابع طبیعی، بلکه از نظر اقتصادی نیز دارای اهمیت است. بنابراین، کم و کیف محیط زیست در فرایند توسعه پایدار نقش و جایگاه اصلی را دارد. رشد اقتصادی و افزایش جمعیت – بویژه جمعیت شهرنشین – مستلزم مصرف بیشتر انرژی است. ایران به عنوان کشوری در مسیر توسعه و توسعه‌یابنده، برای دستیابی به رشد مستمر توأم با حفظ محیط زیست، لازم است به مبحث شدت انرژی و گسترش شهرنشینی همراه با مسئله جمعیت توجه کند. این پژوهش با استفاده از روشهای اقتصادسنجی، از جمله رویکرد یوهانسن–یوسیلیوس، به بررسی آثار متغیرهای تولید ناخالص داخلی، شهر نشینی، جمعیت و شدت انرژی برروی آلودگی هوا در طی دورهٔ ۱۳۴۶–۱۳۸۵ در ایران می‌پردازد. نتایج، مبین تأثیر مثبت و معنادار متغیرهای شدت انرژی، رشد شهرنشینی و جمعیت بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است. ازیافته‌هایِ دیگرِ تحقیق، تأیید فرضیهٔ منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران برای دورهٔ مورد بررسی است. به این معنی که رشد اقتصادی در ابتدا– از جمله با افزایش مصرف انرژی–باعث افزایش آلودگی هوا شده است. اما با تداوم رشد که از جمله بهبود روشهای استفاده از انرژی را موجب شده، کاهش شدت انرژی را در پی داشته و میزان آلودگی هوا به آهستگی رو به نقصان گذاشته است.

کلیدواژه

شدت انرژی، شهرنشینی، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، جمعیت، روش هم‌جمعی یوهانسن – یوسیلیوس.

سرآغاز

مشکل تخریب محیط‌زیست به واسطهٔ اقدامات و فعالیت‌های انسان یکی از مسائل مهم جهانی است که بسیاری از کشورها با آن مواجهند. این موضوع نه فقط از جنبهٔ زیست‌محیطی و تأثیر آن بر سامانه‌های (سیستم‌های) منابع طبیعی اهمیت دارد، بلکه از نظر اقتصادی نیز مهم است. به طوری که عملکرد و فعالیت‌های اقتصادی ممکن است حتی رفاه و حیات درازمدت انسان‌ها را نیز تحت تأثیر قرار دهد (خورشیددوست،۱۳۸۶).

پس، در فرایند توسعه پایدار، توجه به محیط‌زیست نقشی انکارناپذیر دارد. توسعه پایدار را می‌توان بیشینه‌سازی توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی با حداقل آثار زیان‌آور زیست‌محیطی تعریف کرد (آسافو، ۱۳۸۵). درحال حاضر گرم‌شدن بی‌سابقه کرهٔ زمین، آلودگی آب و هوا، انتشار گازهای گلخانه‌ای (برنامهٔ توسعهٔ سازمان ملل، ۱۳۹۰)، از بین رفتن اکوسیستم‌ها و نازک شدن لایهٔ ازن، از مهمترین پیامدهایِ بهره‌گیری زیاد از طبیعت در راستای فعالیت‌های تولیدی انسان و مصرف کالاها و خدمات هستند که تخلیه مقادیر فراوان آلودگی و پسماند به طبیعت و محیط‌زیست نمود عینی آن است (فطرس،۱۳۸۵).

این آسیب‌ها "هر روز بیشتر از پیش آشکار شده و این موضوع ناشی از ترکیب عواملی چون رشد اقتصادی، جمعیت و فعالیت‌های صنعتی جوامع انسانی است"(صادقی و سعادت، ۱۳۸۳). به بیان‌دیگر، رشد اقتصادی و رشد شهرنشینی که نیاز روزافزون به انرژی را به همراه می‌آورد افزایش مسائل زیست‌محیطی را در پی خواهد داشت. از زمانی که رشد اقتصادی به عنوان هدفی مطلوب تلقی شد،

نویسنده مسئول: تلفن:۰۹۱۸۸۱۲۷۴۶۴ E-Mail: fotros@basu.ac.ir

موضوع تخریب محیطزیست هم کانون توجه دوستداران طبیعت قرار گرفت. چرا که رشد و توسعه اقتصادی بدون تأثیرات چشمگیر بر محیطزیست اتفاق نمی‌افتد. همچنین، اعتقاد بر این است که نیازهای جمعیت رو به رشد عامل عمدهٔ تخریب محیط زیست است؛ مهمترین دلیل مطرح ساختن چنین فرضیه‌ای محدود بودن ظرفیت جذب محیط زیست است (آسافو، ۱۳۸۵).

رشد اقتصادی و رشد جمعیت از طرفی، موجب افزایشِ تقاضای کالاها و خدمات می‌شود که شرایط بهره‌برداری بیشتر از منابع و محیطزیست را به‌وجود می‌آورد؛ بهره‌برداری بیشتر از منابع، یکی از دلایل عمدهٔ تخریب محیطزیست است.

ازسوی‌دیگر، جمعیت رو به رشد نیاز بیشتری به انرژی دارد. دراین میان، سهم مصرف سوخت‌های سنگواره‌ای افزایش می‌یابد. این افزایش، باعث متصاعد شدن گازهای گلخانه‌ای می‌شود؛ این از دلایل عمدهٔ تخریب محیطزیست است. باتوجه به مطالب بالا، این پرسش مطرح می‌شود که ارتباط بین متغیرهای مورد بحث چگونه است؟

اهمیت بررسیِ ارتباط میان شاخص آلودگی محیطزیست با متغیرهای اقتصادی برای پی بردن به نوع و شدت روابط بین آنها، برای اعمال سیاست‌های موافق با توسعهٔ پایدار حائز اهمیت است. براین اساس، این مقاله به بررسی آثار متغیرهای تولید ناخالص داخلی، شهرنشینی، جمعیت و شدت انرژی برروی آلودگی هوا طی دورهٔ ۱۳۴۶ تا ۱۳۸۵ در ایران می‌پردازد.

تمایز این پژوهش با پژوهش‌های پیشین وارد کردن متغیر شدت انرژی در الگوست و این متغیر که در تحقیقات قبلی مدّ نظر قرار نگرفته است. سازماندهی مقاله چنین است که بخش بعدی مروری بر مطالعات پیشین خواهد داشت. بخش سوم، الگوی اقتصادسنجی و روش تحقیق را معرفی می‌کند. بخش چهارم، به برآورد و تفسیر نتایج اختصاص دارد. در بخش پایانی، نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

مروری بر مطالعات انجام شده و ادبیات موضوع

درخصوص عوامل مؤثر بر آلودگی و تخریب محیطزیست مطالعاتی در خارج و داخل انجام شده است. در این بخش، به برخی از عمده‌ترین آنها اشاره می‌شود: Panayotou در سالهای 1995&1993 با استفاده از داده‌های سالانه ۵۵ کشور در حال توسعه برای دورهٔ ۸۷-۱۹۸۸، با رگرسیون‌های مقطعی، به آزمون فرضیهٔ منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[1] پرداخت. تمامی شاخص‌ها از جمله انتشار سرانهٔ دی‌اکسیدسولفور(SO_2)، ذرات معلق (SPM)، اکسید نیتروژن (NO) و جنگل‌زدایی با شکل U وارونهٔ کوزنتس همخوانی داشتند. Cropper & Griffiths (1995) با استفاده از داده‌های مجموعهٔ زمانی، سه دوره منحنی‌های معکوس کوزنتس در محیط زیست را برای جنگل‌زدایی در افریقا، آمریکای لاتین و کشورهای آسیایی برآورد کردند.

رابطهٔ جنگل‌زدایی و رشد اقتصادی در کشورهای آفریقایی و امریکای لاتین شکل U وارونه داشت و نقطهٔ عطف آنها به ترتیب در درآمدهای ۴۷۰۰ و ۵۴۲۰ دلار بود؛ برای کشورهای آسیایی هیچ رابطهٔ معناداری مشاهده نشد.

Dietz & Rosa (1997) به مطالعهٔ آثار جمعیت و فعالیت‌های اقتصادی اشخاص بر روی انتشار دی اکسیدکربن[2] در ۱۱۱ کشور جهان برای سال ۱۹۸۹ پرداختند. نتایج الگوی خطی- لگاریتمی تخمینی آنها نشان‌دهندهٔ آثار مثبت و معنادار دو متغیر فوق بر انتشار co_2 است؛ به طوری‌که کشش انتشار Co_2 نسبت به جمعیت نزدیک به یک است.

Cole و همکاران (1997) به آزمون فرضیهٔ منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای OECD برای دورهٔ زمانی ۹۲-۱۹۷۰ پرداختند.

در این مطالعه شاخص آلودگی تابعی از درآمد سرانه، مجذور آن، تجارت و سطح تکنولوژی در نظر گرفته شده است. دو الگوی خطی و لگاریتمی برآورد شده، منحنی معکوس زیست محیطی را برای آلاینده‌های مختلف تأیید کردند.

Cramer (1998 & 2002) و Cramer & Cheney(2000) با استفاده از رگرسیون‌های مقطعی و داده‌های بین بخشی، آثار رشد جمعیت بر آلودگی هوا را در کالیفرنیا بررسی کردند و در خصوص برخی از منابع نشر آلودگی به رابطه‌ای مثبت دست یافتند. SHI (2003) در مطالعه خود ۹۳ کشور را برای دورهٔ ۷۵-۱۹۹۶ در نظر گرفت. یافته‌های وی نشان می‌دهند که جمعیت اثر مثبت و معناداری بر انتشار co_2 داشته‌است. ضمن این‌که فرضیهٔ زیست‌محیطی کوزنتس نیز در سطح اطمینان بالا تأیید شد.

Cole & Neumayer (2004) به بررسی اثر عوامل جمعیتی و شدت انرژی بر آلودگی هوا در کشورهای منتخب پرداختند. شاخص‌های آلودگی، دی‌اکسیدکربن و دی‌اکسیدسولفور در نظر گرفته شدند. شدت انرژی در همهٔ الگوها اثر مثبت و معناداری بر آلودگی هوا داشته است؛ در حالی‌که جمعیت بر انتشار

دی‌اکسیدکربن و دی‌اکسیدسولفور به ترتیب، اثر مثبت و اثـر منفـی داشته‌اند.

Alam و همکاران (2007) به بررسی اثـر پـاره‌ای متغیرهـای مهم بر تخریب محیط‌زیست در پاکستان پرداختند. یافته‌های تحقیق ایشان نشان می‌دهد که شدت انرژی و رشد جمعیت تأثیر مستقیمی بر آلودگی هوا دارد.

عاقلی و صادقی (۱۳۸۰) به برآورد تخریب زیـست محیطـی در ایران به کمک روش منطق فازی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که در شرایط بحرانی مثل جنگ تحمیلی و شوک نفتی، تخریب زیست محیطی افزایش یافته است. خوش‌اخلاق و حسن شاهی (۱۳۸۱) به برآورد زیان‌های وارده به ساکنان شهر شیراز به دلیـل آلـودگی هـوا پرداخته‌اند. محاسبات ایشان نشان می‌دهد کـه مـردم شـیراز تمایـل دارند ۲۹۲۷ ریال از مالیات‌های سرانهٔ آنها صرف حفظ کیفیـت هـوا شود.

یافتهٔ دیگر تحقیق مبین آن است که با افـزایش آلـودگی هـوا، تمایل افراد به پرداخت برای کاهش آلودگی بیشتر می‌شود.

صادقی و سعادت (۱۳۸۳) با بهـره‌گیـری از داده‌هـای سـالهای ۸۰-۱۳۴۶ بـه بررسـی رشـد جمعیـت، رشـد اقتـصادی و آثـار زیست‌محیطی در ایران پرداخته‌اند. نتایج، بیان‌گر وجود رابطـهٔ علّـی یک طرفه‌ای از رشد جمعیت به تخریب زیست‌محیطی و همین‌طور، رابطهٔ دو طرفه‌ای بین تخریب زیست‌محیطی و رشد اقتصادی است. پژویان و مرادحاصل (۱۳۸۶) در مطالعه‌ای به روش پانل دیتا و برای ۶۷ کشور منتخب از جمله ایران به بررسـی اثـر رشـد اقتـصادی بـر آلودگی هوا پرداختـه‌انـد. نتـایج، برقـراری منحنـی زیـست‌محیطـی کوزنتس را در کشورهای مورد بررسی تأیید می‌کنند.

فطرس و نسرین‌دوست (۱۳۸۸) در پژوهشی به بررسـی رابطـه آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشـد اقتـصادی در ایـران پرداختند. نتـایج آنهـا نـشان داد کـه فرضـیهٔ کـوزنتس بـرای نـشر دی‌اکسیدکربن، درآمد سرانه، آلودگی آب، سرانهٔ مـصرف انـرژی رد می‌شود و رابطـهٔ نـشر دی‌اکـسیدکربن و سـرانهٔ مـصرف انـرژی رد نمـی‌شـود. مطالعـات تجربـی فـوق بیـشتر بـر آزمـون فرضـیه زیست‌محیطی کوزنتس استوار بوده‌اند.

در ایـران در خـصوص اثـر شـدت انـرژی بـر آلـودگی‌هـای زیست‌محیطی توجه خاصی صورت نگرفته است. قرار گرفتن ایـران در ردیف کشورهای در حال توسـعه و تحـولات عظـیم اقتـصادی و صنعتی در آن و رشد نسبتاً سریع جمعیـت و زنـدگی شـهری باعـث دگرگونی در مصرف انرژی شده است. از سوی‌دیگر، همان‌گونه کـه پیشتر بیان شد، امروزه رشد اقتصادی همراه با حفظ محیط‌زیـست – یعنی توسعه پایدار– مدّ نظر کشورها و سازمان‌های بین‌المللـی قـرار دارد. بنـابراین، توجـه بـه آثـار مـصرف انـرژی و شـدت انـرژی بـر آلودگی‌های زیست‌محیطی ایران برای تدوین و اجرای سیاست‌هـای زیست‌محیطی ضروری می‌کنند.

این تحقیق به بررسی اثر شدت انرژی بر آلودگی هوا در ایران برای دورهٔ ۴۶ تا ۱۳۸۵ می‌پردازد. به‌طورکلی، آلودگی شامل آلودگی هوا، آلودگی آب، آلودگی صوتی و آلودگی ناشی از زباله است.

مهمترین آلاینده‌های هوا منواکسیدکربن، اکسیدهای نیتـروژن، هیدروکربن‌ها، اکسیدهای گوگرد، دی‌اکسید کـربن، ذرات معلـق در هوا و ازن هستند.

گاز دی‌اکسیدکربن از مهمترین گازهایی اسـت کـه منجـر بـه تغییرات آب‌وهوایی و گرمایش کرهٔ زمین شده‌است. به همین دلیـل، به‌عنوان آلودگی فرامرزی معروف است.

همچنین، حدود ۶۰٪ از آثار گازهای گلخانه‌ای ناشی از انتـشار دی‌اکسیدکربن است. این گاز در میان دیگر گازها سـهم بـالایی در ایجاد آلودگی هوا دارد. از طرفی، جریـان صـنعتی شـدن منجـر بـه بهره‌برداری فشرده از سوخت‌های سنگواره‌ای شده‌اند و موجـب آزاد شدن حجم قابل تـوجهی از گـاز دی‌اکـسید بـه اتمـسفر مـی‌شـوند (پژویان و مرادحاصل، ۱۳۸۶). به‌این دلایل، CO_2 به عنـوان متغیـر وابسته انتخاب شده است.

فطرس و معبودی (۱۳۸۹) با استفاده از رویکـرد اقتـصادسنجی یامادو – تودا، وجود و جهت علیت بین مصرف انـرژی، شهرنـشینی، رشد اقتصادی و انتـشار دی اکـسید کـربن را بـرای ایـران در دوره ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۵ بررسی کرده‌اند. نتایج بررسی ایشان نشان می‌دهدکه رابطه‌ای علی از مصرف انرژی، شهرنشینی و تولید ناخـالص داخلـی به نشر دی‌اکسیدکربن در ایران یافت می‌شود.

همچنین، رابطه‌ای علی از مـصرف انـرژی بـه تولیـد ناخـالص داخلی وجود دارد؛ و جمعیت شهرنشین نیـز اثـری مثبـت بـر تولیـد ناخالص داخلی دارد. ایشان براساس روابط علی فوق، بـا اسـتفاده از روش رگرسیون به ظاهر نامرتبط، ارتباط بین نشر دی‌اکسید کـربن، مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و تولید ناخـالص داخلـی بررسـی کرده‌اند.

نتایج برآورد آنها نشان داد که فرضیه کوهانی شـکل در مـورد آلودگی زیست محیطی و تولید ناخالص داخلی در ایران صادق است.

کشش نشر دی‌اکسیدکربن نسبت به جمعیت شهرنشین، مثبت و کوچکتر از واحد است. هم چنین، کشش نشر دی‌اکسیدکربن نسبت به مصرف انرژی، مثبت و بزرگتر از واحد است.

شدت انرژی به‌صورت نسبت انرژی مصرفی به تولید ناخالص داخلی اندازه‌گیری می‌شود. این نسبت بیان می‌کند که به‌طور متوسط برای هر واحد از ارزش تولید، چه مقدار انرژی استفاده می‌شود.

شدت انرژی از مهمترین شاخص‌هایی است که محققان برای نشان دادن وضعیت مصرف انرژی در طول رشد اقتصادی از آن استفاده می‌کنند.

شاخص شدت انرژی در دو سطح کاربرد دارد. در سطح کلان، دانستن شدت انرژی و روند آن برای سیاستگزاران بخش انرژی و محیطزیست بسیار مهم است؛ در سطح خرد، شدت انرژی صنایع مختلف را بر اساس کارآیی‌شان در استفاده از انرژی و مثلاً در جهت اهداف مالیاتی و زیست محیطی طبقه‌بندی می‌کند (نسرین‌دوست، ۱۳۸۸).

به‌عنوان قاعده‌ای کلی، رشد اقتصادی ارتباط نزدیکی با رشد مصرف انرژی دارد. زیرا، استفادهٔ بیشتر از انرژی می‌باید به رشد بالاتر منجر شود اما، لازم است مصرف انرژی و رشد اقتصادی را تا حدی از هم جدا کرد.

استفادهٔ کاراتر از انرژی ممکن است موجب رشد اقتصادی و در عین حال کاهش در مصرف انرژی شود. کارایی انرژی ممکن است نیروی محرکه رشد اقتصاد شود. استفادهٔ بیشتر از منابع انرژی پایدار ممکن است رابطهٔ بین مصرف انرژی و آلودگی هوا به ویژه انتشار CO_2 را کاهش دهد.

روش تحقیق و الگوی اقتصاد سنجی

الگوی مورد استفاده در این مقاله برگرفته از تحقیق Alam و همکاران (2007) است. در معادله(۱) زیر:

$$CO_2= F (GDP, GDP^2, EI, URBN, POP)$$

EI[3]، شدت انرژی است. دی اکسیدکربن نتیجهٔ مصرف سوخت‌های سنگواره‌ای است. سوخت‌های سنگواره‌ای نیز در فرآیندهای تولیدی و مصرفی حاصل می‌شوند. بنابراین، رابطهٔ بین مصرف انرژی و انتشار CO_2، مثبت است.

GDP[4] تولید ناخالص داخلی به قیمت‌های ثابت است. Holtz-Eakin & Selden (1995) بیان کردند که انتشار CO_2 و متغیر درآمد ملی رابطهٔ مثبتی باهم دارند.

در مقابل، Martinez-Zarzoso و همکاران (۲۰۰۶) نتیجه گرفتند که در سطوح درآمدی پایین رابطهٔ بین انتشار CO_2 و درآمد ملی، منفی است؛ اما، در سطوح درآمدی بالا رابطه‌شان مثبت است.

Liua و همکاران (۲۰۰۷) بیان می‌کنند که اگر مصرف انرژی نیز در الگو وجود داشته باشد رابطهٔ بین درآمد ملی و انتشار CO_2 منفی خواهد بود.

GDP^2 بیان‌گر لگاریتم مجذور تولید ناخالص داخلی است که برای آزمون فرضیهٔ زیست‌محیطی کوزنتس استفاده می‌شود و بیان می‌کند که ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت زیست‌محیطی به‌صورت غیرخطی است.

URBN[5] بیانگر لگاریتم رشد شهرنشینی است. در خصوص شهرنشینی دو دیدگاه وجود دارد. دیدگاه اول بحث می‌کند که افزایش شهرنشینی عامل اصلی آلودگی زیست‌محیطی است.

برای نمونه، Panayotou اشاره می‌کند که همچنان‌که ساختار اقتصادی از ساختاری روستایی به ساختاری شهری و از ساختاری کشاورزی به ساختاری صنعتی تغییر می‌کند، روند تخریب محیطزیست در وهلهٔ نخست افزایش می‌یابد. اما، دیدگاه دوم معتقد است آثار شهرنشینی بر محیطزیست مطلوب است. زیرا خانوارهای شهری به‌صورت کاراتری از زیرساخت‌ها، حمل و نقل و انرژی استفاده می‌کنند و بروز و گسترش صرفه‌های مقیاس موجب کاهش مصرف سرانه انرژی و در نتیجه کاهش سرانه آلاینده‌های مرتبط با مصرف انرژی می‌شود.

POP[6] لگاریتم رشد جمعیت است. به‌لحاظ نظری، افزایش رشد جمعیت- از طریق افزایش تقاضا برای انرژی- موجب افزایش انتشار CO_2 می‌شود (Alam, et al., 2007). به‌کارگیری روشهای سنتی و معمول اقتصادسنجی در برآورد ضرایب الگو با استفاده از داده‌های سری‌های زمانی براین فرض استوار است که متغیرهای الگو پایا[7] هستند.

از سوی دیگر باور غالب آن است که بسیاری از متغیرهای سری زمانی در اقتصاد پایا نیستند. پس، پیش از استفاده از این متغیرها لازم است نسبت به پایایی، یا ناپایایی آنها اطمینان حاصل کرد. در صورت استفاده از متغیرهای مجموعهٔ زمانی ناپایا در الگو، ممکن است نتایج به رگرسیون کاذب[8] بینجامد.

روش سنتی برای حل این مشکل قرار دادن متغیر روند به‌عنوان متغیری مستقل در الگوست تا تأثیر روند را از متغیرها حذف کند و بدین ترتیب ضرایب تأثیر خالص متغیرها را نشان دهند. اما، این تنها در حالتی درست است که روند زمانی متغیر از نوع روند قطعی باشد نه تصادفی.

روش دیگر برای پیشگیری از مشکل رگرسیون کاذب این است که تفاضل متغیرها را در الگو قرار گیرد، سپس، برآورد رگرسیون انجام شود. این‌کار، مشکل رگرسیون کاذب را حل می‌کند.

اما، چون بسیاری از تئوری‌های اقتصادی بر اساس رابطهٔ سطح توصیف شده‌اند و نه تفاضل، مشکل دیگری بروز می‌کند. از سوی‌دیگر، با تفاضل‌گیری، اطلاعات ارزشمندی از متغیرها – خصوصاً در بلندمدت– از دست می‌رود.

در این‌جا، روش هم‌جمعی به کمک می‌آید که بر اساس آن، رگریسون بدون هراس از کاذب بودن بر روی سطح متغیرهای سری زمانی انجام می‌شود. مفهوم هم‌جمعی[9] تداعی‌کنندهٔ وجود رابطهٔ تعادلی بلندمدتی است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می‌کند (نوفرستی،۱۳۸۷). روشهای مختلفی برای بررسی هم‌جمعی وجود دارد. یکی از ساده‌ترین روشها، روش دو مرحله‌ای انگل– گرنجر [10] است که از روش حداقل مربعات معمولی استفاده می‌کند؛ ولی این روش دارای سه محدودیت مهم است:

(الف) تخمین‌ها کارایی مجانبی ندارند.

(ب) نمی‌توان آزمون فرضیه را به‌طور مستقیم روی ضرایب انجام داد.

(پ) اگر بیش از یک بردار تعادلی وجود داشته باشد، این روش تخمین‌های سازگاری از هیچ یک از بردارهای هم‌انباشته ارایه نمی‌کند.

یوهانسن و یوسیلیوس[11] با ارائهٔ روش هم‌جمعی خود، محدودیت‌های فوق را برطرف کردند. یعنی،

(الف) برآوردهای حاصل از این روش، کارآیی مجانبی دارند؛ (ب) می‌توان روی مشخصه‌های بلندمدت، آزمون فرض انجام داد؛ (پ) تعداد روابط بلندمدت را آزمون و شناسایی می‌کند و از مشخصه‌های آن برآوردهای سازگاری به دست می‌دهد (تشکینی، ۱۳۸۴).

در روش یوهانسن، تعیین و برآورد بردارهای هم‌جمعی بین متغیرها بااستفاده از ضرایب الگوی خودتوضیح برداری[12] صورت می‌گیرد.

در استفاده از روش یوهانسن، نخست باید با انجام آزمون‌های ریشه واحد، مرتبهٔ هم‌جمعی متغیرها را به دست آورد. اگر چه به لحاظ نظری امکان وجود هم‌جمعی بین متغیرها با درجهٔ انباشتگی دو و بالاتر وجود دارد ولی روش مذکور فقط برای متغیرهایی که انباشته[13] از درجهٔ صفر یا یک (یعنی I (0) یا I (1)) باشند طراحی شده است.

پس از تعیین درجهٔ انباشتگی متغیرها، در مرحلهٔ بعد باید تعداد وقفه‌های مناسب در الگوی VAR را با استفاده از معیارهای مرسوم تعیین کرد. در این مرحله، با استفاده از آماره‌های حداکثر مقدار ویژه[14] و اثر [15] می‌توان به تعداد بردارهای هم‌جمعی بین متغیرها پی برد. در آخر نیز می‌توان در صورت وجود هم‌جمعی، به برآورد ضرایب بلندمدت الگو پرداخت.

برآورد الگو و تفسیر نتایج

در این قسمت با استفاده از داده های شدت انرژی (وزرات نیرو. سالهای مختلف)، دی اکسید کربن (World Bank. 2008)، تولید ناخالص داخلی، جمعیت کل و جمعیت شهرنشین (بانک مرکزی، www.cbi.ir) به براورد الگوی تصریح شده بخش پیشین می‌پردازیم.

در اکثر تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمعی، ابتدا بایستی ساکن بودن متغیرهای مجموعهٔ زمانی را آزمون و درجهٔ انباشتگی آنها را تعیین کرد.

برای این منظور، از آزمون دیکی– فولر تعمیم‌یافته[16] استفاده می‌شود. نتایج آزمون، همان‌طور که در جدول شمارهٔ (۱) نشان داده شده است، حاکی است که کلیهٔ متغیرها در سطح غیرساکن هستند؛ اما با یک‌بار تفاضل‌گیری ساکن می‌شوند. یعنی، همه متغیرها I (1) هستند. به‌عبارت‌دیگر، متغیرهای الگو از فرایند گام تصادفی[17] تبعیت می‌کنند.

در انجام آزمون ریشه واحد دیکی – فولر، فرضیهٔ صفر بیانگر عدم ایستایی متغیرهاست. تمامی متغیرهای الگوی ما در سطح، غیر ایستا هستند و فرضیهٔ صفر را در مورد آنها نمی‌توان رد کرد. اما، در تفاضل اول، همگی ایستا شدند.

پس، همان‌طور که اشاره شد، می‌توان آنها را در روش هم‌جمعی یوهانسن به کار گرفت. پس از آگاهی از درجهٔ انباشتگی متغیرها، ابتدا به تعیین تعداد وقفهٔ بهینه در الگوی VAR می‌پردازیم.

برای این کار می‌توان از معیارهای لگاریتم درست‌نمایی[۱۸] (LL)، اطلاعات آکائیک[۱۹] (AIC)، شوارتز–بیزین[20] (SBC) و در صورت تناقض بین این سه معیار، می‌توان از آماره‌های نسبت درست‌نمایی[۲۱] (LR) ، یا نسبت درستنمایی تعدیل شده[22] (ALR) استفاده کرد.

معیار آخر، تعداد وقفهٔ یک را پیشنهاد می‌کند. حال، می‌توان با استفاده از آماره‌های حداکثر مقدار ویژه و آمارهٔ اثر تعداد روابط هم‌جمعی را آزمود. نتایج در جدول شمارهٔ (۲) آمده‌اند. باید توجه کرد که در این دو آزمون، فرضیهٔ صفر بیان‌گر تعداد روابط بلندمدت، و یا به عبارت دیگر، تعداد بردارهای هم‌جمعی بین متغیرهای الگوست. برای تعیین تعداد بردارهای هم‌جمعی، باید به مقایسهٔ آمارهٔ آزمون با مقدار بحرانی ارائه شده در سطح اطمینان ۹۵ درصد پرداخت. نتایج هر دو آزمون وجود چهار رابطهٔ تعادلی بلند مدت را بین متغیرهای الگو تأیید می‌کنند.

در نتیجه با اطمینان از وجود هم‌جمعی به تخمین روابط تعادلی بلند مدت با متغیر وابستهٔ CO_2 می پردازیم. برآورد بردارهای نرمال شده به قرار جدول شمارهٔ (۳) زیر است:

جدول شمارهٔ (۱): آزمون ریشهٔ واحد برای متغیرهای مدل

نام متغیر	آماره ADF (عرض از مبدا)	آماره ADF (عرض از مبدا روند)	نام متغیر	آماره ADF (فقط عرض ازمبدا)	آماره ADF (عرض از مبدا و روند)
CO_2[0]	۱/۴۰	-۰/۶۱	DCO_2[0]	-۶/۶۸*	-۷/۲۹*
EI[0]	-۰/۷۸	-۱/۳۱	DEI [0]	-۷/۲۰*	-۷/۱۸*
GDP[1]	۰/۲۹	-۱/۲۵	DGDP[0]	-۳/۴۶*	-۳/۵۵*
GDP^2 [0]	-۰/۷۰	-۲/۴۰	$DGDP^2$[0]	-۳/۹۲*	-۳/۹۲*
POP[1]	-۰/۶۱	-۲/۱۰	DPOP[1]	-۳/۵۲*	-۳/۵۷*
URBN[1]	-۰/۸۹	-۱/۹۷	DURBN[0]	-۶/۰۴*	-۵/۹۶*

* معناداری در سطح ۵ درصد است. اعداد داخل کروشه تعداد وقفه‌های بهینه در آزمون ریشه واحد است. D عملگر تفاضل است.

(منبع: محاسبات تحقیق)

جدول شمارهٔ (۲): آزمون هم‌جمعی یوهانس بر اساس آمارهای حداکثر مقدار ویژه و اثر

تعداد روابط بلند مدت	آمارهٔ اثر	مقدار بحرانی	آمارهٔ حداکثر مقدار ویژه	مقدار بحرانی
r=0	۲۱۰/۸۳	۱۰۲/۵۶	۹۷/۴۵	۴۰/۵۳
r≤1	۱۱۳/۳۸	۷۵/۹۸	۳۶/۹۶	۳۴/۴۰
r≤2	۷۶/۴۱	۵۳/۴۸	۳۲/۳۳	۲۸/۲۷
r≤3	۴۴/۰۸	۳۴/۸۷	۲۴/۲۲	۲۲/۰۴
r≤4	۱۹/۸۵	۲۰/۱۸	۱۳/۶۹	۱۵/۸۷

(منبع: محاسبات تحقیق)

جدول شمارهٔ (۳):برآورد ضرایب بلند مدت به روش یوهانسن–یوسیلیوس

نام متغیر	بردار اول	بردار دوم	بردار سوم	بردار چهارم
GDP	-۰/۲۶۳	۶/۱۷۹	۱/۸۳۳	۰/۸۳۹
GDP^2	۱۱۹۵۸۷۲	-۱۴۵۰۲۳/۱	-۸۹۹۱۳/۵	-۲۱۳۲۰/۷
EI	-۶۲۷۳۱۶/۵	۶۳۱۲۹۵/۶	۴۹۲۵۶	۴۳۰/۲۷
URBN	-۱/۳۴E+ ۰۸	۹/۷۵E+۰ ۷	۴۷۹۲۵۶۴	-۶۷۰۴۱۶۹
POP	-۳۳۶۰۳/۳	۶۷۰۲۸۶/۹	-۳۷۰۰۳/۶	-۸۵۰۶۶۰۳
C	-۲/۶۲ E+۰ ۷	-۸۱۹۱۰۵/۳	۱۸۹۶۹۹۸	۷۰۷۲۷۰/۱

(منبع:محاسبات تحقیق)

از آنجا که هم‌جمعی یک مفهوم کاملا آماری بر مبنای ویژگی‌های متغیرهای مجموعهٔ زمانی و فاقد مبانی نظری اقتصادی است، روابط هم‌جمعی لزوما دارای مفهوم اقتصادی نیستند. بنابراین، باید معنادارترین بردار برآورد شده را انتخاب کرد (نوفرستی،۱۳۸۷). به لحاظ اقتصادی معنادارترین بردار، بردار هم‌جمعی دوم است که نتایج آن به صورت معادله زیر نوشته شده است:

$$CO_2=۶/۱۷۹GPD-۱۴۵۰۲۳/۱GDP^2+۶۳۱۲۹۵/۶EI+ ۹/۷۵ E+۰۷URBN+۶۷۰۲۸۶/۹ POP$$

$$LR= (۱۸/۰۱) \quad (۱۳/۶۳) \quad (۱۴/۹۴) \quad (۲۲/۰۹) \quad (۶/۵۳)$$

از معادلهٔ برآورد شده مشخص است که علامت‌های تمامی ضرایب بر اساس انتظارات نظری هستند. آماره‌های چی–دو مربوط به نسبت درست‌نمایی (LR) که در پرانتزها ارایه شده‌اند، نشان می‌دهند که تمامی متغیرها در سطح اطمینان ۹۹ درصد تأثیر معناداری بر روند آلودگی هوا داشته‌اند؛ فقط متغیر رشد جمعیت در سطح اطمینان ۸۴ درصد معنادار است. با فرض ثبات سایر متغیرها، اگر شدت انرژی افزایش یابد، انتشار CO_2 افزایش می‌یابد. ضریب مربوط به شدت انرژی و معناداری آن هشدار جدی به سیاستگزاران در خصوص توجه به مصرف انرژی و تأثیرآن بر آلودگی محیط‌زیست و فرایند توسعهٔ پایدار است.

مصرف بیش از اندازهٔ انرژی در کشور– به‌ویژه در زیربخش حمل‌ونقل– که بیشتر سوخت‌های سنگواره‌ای هستند، در مقدار ضریب این متغیر تأثیر دارد. ضریب انتشار CO_2 و تولید ناخالص داخلی مثبت است و نشان دهندهٔ رابطهٔ مثبت این دو متغیر است. نکته دیگر، ضریب متغیر مجذور تولید ناخالص داخلی است؛ معناداری آن تأییدی بر فرضیهٔ زیست‌محیطی کوزنتس است. به‌عبارت دیگر، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران، برای دورهٔ مورد بررسی، تأیید می‌شود. همچنین، افزایش نرخ رشد شهرنشینی باعث افزایش در انتشار CO_2 می‌شود.

همان‌طور که قبلا اشاره شد در خصوص اثر شهرنشینی بر آلودگی محیط زیست دو دیدگاه وجود دارد:

دیدگاه نخست، افزایش شهرنشینی را عامل آلودگی زیستی محیطی می‌داند؛

دیدگاه دوم، معتقد است که چون خانوارهای شهری به‌صورت کاراتری از انرژی استفاده می‌کنند، اثری منفی بر آلودگی هوا می‌گذارد. ضریب متغیر مذکور در خصوص ایران موافق با دیدگاه نخست است.

به‌عبارت دیگر، اگر هر دو دیدگاه را صادق بدانیم به نظر می‌رسد برایند حاصل از آنها باعث افزایش آلودگی هوا در اثر افزایش شهر نشینی شده است.

آنچه پیداست افزایش جمعیت شهری کشوراست؛ ساختار زندگی شهری نیازمند استفادهٔ بیشتر از منابع انرژی و سوخت، بالاخص در زمینهٔ حمل و نقل و جابه‌جایی است. این در حالی‌است که در مناطق روستایی به خاطر اندازهٔ کوچک و فواصل اندک اکثر جابجایی‌ها بدون نیاز به مصرف بالای انرژی سوخت صورت می‌گیرد.

در این خصوص سیاستگزاران می‌توانند با فراهم کردن بسترهای مناسب و توسعهٔ روستاها ضمن برقراری یک توازن جمعیتی مناسب، از آلودگی‌های زیست محیطی نیز بکاهند.

در نهایت، متغیر رشد جمعیت نیز طبق پیش‌بینی اثر مثبت بر انتشار CO_2 داشته است. مهمترین دلیل این موضوع می‌تواند افزایش تقاضا و مصرف انرژی به دلیل افزایش جمعیت باشد.

خلاصه و نتیجه‌گیری

رشد اقتصادی هدفی مطلوب تلقی می‌شود؛ این رشد با تخریب محیط زیست همراه است. پس مسئلهٔ تخریب محیط زیست می‌باید در کانون توجه سیاستگزاری، زندگی مدنی و سازمان‌های مختلف قرار گیرد. زیرا رشد اقتصادی بدون آثار زیاد زیست محیطی رخ نمی‌دهد. در واقع توسعهٔ جوامع انسانی، رشد شهرنشینی و جمعیت همراه با نیاز روزافزون به انرژی موجب افزایش مسایل زیست‌محیطی می‌شود.

ایران به عنوان کشوری در حال توسعه که در مسیر رشد قرار دارد با مصرف بالای انرژی مواجه است. در این تحقیق به بررسی عوامل تعیین‌کنندهٔ آلودگی هوا، به ویژه شدت انرژی در ایران برای دورهٔ ۴۶–۱۳۸۵ پرداختیم.

نتایج بردار هم‌جمعی برآورد شده به روش یوهانسن، به این صورت حاصل شد:

۱) اثر متغیرهای شدت انرژی، تولید ناخالص داخلی، رشد شهرنشینی و رشد جمعیت بر انتشار CO_2 در ایران مثبت و معنادار است.

۲) در دورهٔ مورد بررسی، فرضیهٔ منحنی زیست‌محیطی کوزنتس برای ایران تأیید می‌شود.

با توجه به نتایج بالا و اهمیت بحث توسعهٔ پایدار، پیشنهاد می‌شود که سیاستگزاران، راهکارهای قانونی برای کاهش آلودگی از منظر مصرف انرژی اتخاذ کنند.

همچنین، با توجه به اینکه بخش اعظم مصرف انرژی در ایران مربوط به امور حمل‌ونقل است که در آن از سوخت‌های سنگواره‌ای مثل بنزین و گازوئیل استفاده می‌کنند، بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل و افزایش استفاده از منابع انرژی‌های نو- که آلودگی کمتری ایجاد می‌کنند- در کل اقتصاد لازم به‌نظر می‌رسد.

به‌طور کلی، ساماندهی مسائل شهرنشینی، کارامدتر کردن مصرف انرژی در تولید و نیز توجه به مسئلهٔ جمعیت با نگاه به الزامات توسعهٔ پایدار در کاهش تخریب محیط زیست و آلودگی هوا مؤثرند.

یادداشت‌ها

1-Environmental Kuznets Curve (EKC)
2-Carbon dioxide (CO_2)
3-Energy Intensity (EI)
4-Gross Domestic Products (GDP)
5-Urbanization (URBN)
6-Population (POP)
7-Stationary
8-Spurious Regression
9-Cointegration
10-Engle- Granger
11-Johansen & Juselius
12-Vector autoregressive (VAR)
13-Integrated
14-Maximal eigenvalue
15-Trace
16-Augmented Dickey- Fuller (ADF) test
17-Random walk
18-Log- Likelihood (LL)
19- Akaike Information Criterion (AIC)
20-Schwarz's Bayesian Criterion (SBC)
21- Likelihood Ratio (LR)
22-Adjusted Likelihood Ratio (ALR)

منابع مورد استفاده

آسافوآجایی، ج. ۱۳۸۵ .اقتصاد محیط زیست برای غیر اقتصاددانان، ترجمهٔ سیاوش دهقانیان و زکریا فرجزاده، چاپ دوم، دانشگاه فردوسی. مشهد.

بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مجموعهٔ آمارهای سری زمانی . سایت: www.cbi.ir

برنامه توسعهٔ سازمان‌ملل. ۱۳۹۰. مبارزه با تغییرات آب‌وهوایی (گزارش توسعهٔ انسانی ۲۰۰۷-۲۰۰۶)، ترجمهٔ محمد حسن فطرس و جواد براتی، انتشارات دانشگاه بوعلی سینا. همدان.

پژویان، ج.، مراد حاصل، ن. ۱۳۸۶. بررسی اثر رشد اقتصادی بر الودگی هوا، فصل‌نامه پژوهش‌های اقتصادی، سال هفتم، شمارهٔ چهارم، صفحات ۱۶۰– ۱۴۱.

تشکینی، ا. ۱۳۸۴. اقتصادسنجی کاربردی به کمک Micro fit، چاپ اول، مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران. تهران.

خورشیددوست، ع. ۱۳۸۶. زمینه‌های بهبود جایگاه محیط زیست در رویکردهای اقتصادی وتوسعه‌ای، مجلهٔ اطلاعات سیاسی اقتصادی شمارهٔ ۲۳۶–۲۳۵، صفحات ۱۵۹–۱۴۸.

خوش اخلاق، ر.، حسن شاهی، م. ۱۳۸۱. تخمین خسارت وارده به ساکنان شیراز به دلیل الودگی هوا، مجلهٔ تحقیقات اقتصادی شمارهٔ ۶۱، صفحات ۷۵–۵۳

صادقی، ح.، سعادت، ر.۱۳۸۳. رشد جمعیت، رشد اقتصادی و آثار زیست محیطی در ایران(یک تحلیل علّی)، مجلهٔ تحقیقات اقتصادی، شمارهٔ ۶۴، صفحات ۱۶۳ تا ۱۸۰.

عاقلی، ل.، صادقی، ح. ۱۳۸۰. روند تخریب زیست محیطی در ایران کاربرد منطق فازی، مجلهٔ اقتصاد کشاورزی وتوسعه، شمارهٔ ۳۶، صفحات ۱۷۳– ۱۵۱

فطرس، م. ۱۳۸۵. مباحثی از اقتصاد محیط زیست (مجموعهٔ مقالات)، انتشارات دانشگاه بوعلی‌سینا. همدان.

فطرس، م.، نسرین دوست، م. ۱۳۸۸. بررسی رابطهٔ آلودگی هوا، آلودگی آب، مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران۸۳-۱۳۵۹، فصلنامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی، سال ششم، شمارهٔ ۲۱، صفحات ۱۳۵-۱۱۳.

فطرس، م.، معبودی، ر. ۱۳۸۹. رابطه علی مصرف انرژی، جمعیت شهرنشین و آلودگی محیط زیست در ایران ۱۳۵۰-۱۳۸۰، فصلنامهٔ مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شمارهٔ ۲۷، صفحات ۱۷-۱.

مرکز آمار ایران. سالهای مختلف. سالنامهٔ آماری کشور. تهران.
نسرین‌دوست، م. ۱۳۸۸. بررسی دینامیسم شدت انرژی در کشورهای عضو اپک با استفاده از نظریه آشوب، پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد دانشگاه بوعلی‌سینا همدان.
نوفرستی، م. ۱۳۸۷. ریشهٔ واحد وهمجعی در اقتصادسنجی، چاپ دوم، مؤسسه خدمات فرهنگی رسا، تهران.

وزرات نیرو. سالهای مختلف. ترازنامه انرژی.

Alam,S. & A.,Fatima, M.S.,Butt .2007. Sustainable Development in Pakistan in the Context of Energy Consumption Demand and Environmental Degradation. Journal of Asian Economics. Vol.18 pp.825-837.

Cole,M.A., A.J. Rayner, J.M. Bates .1997. The Environmental Kuznets Curve: An Empirical Analysis. Environment and Development Economics, 2(Part 4), pp.401–416.

Cole,M.A., & E.,Neumayer .2004. Examining the Impact of Demographic Factors on Air Pollution. Population and Development Review, Vol.26, No.1, pp 5-21.

Cramer,C.J. 1998. Population Growth and Air Quality in California. Demography, 35(1), pp.45-56.

Cramer,C.J. 2002. Population Growth and Local Air Pollution: Methods, Models and Results. In Lutz, W.,Prkawetz, A., Sanderson,W.C.(Eds.), Population and Environment. A Supplement to Vol. 28, Population and Development Review (pp. 22–52). New York: Population Council.

Cramer,J.C., & R.P.,Cheney .2000. Lost in the Ozone: Population Growth and Ozone in California. Population and Environment, 21(3), pp.315–337.

Cropper,M. & C.,Griffiths. 1994. the Interaction of Population Growth and Environmental quality. The American Economic Review, Vol. 84, No.2, pp.250-254.

Dietz,T. & E.A.,Rosa .1997. Effects of Population and Affluence on Co2 Emissions. Proceedings of the National Academy of Sciences USA, 94, pp.175–179.

Holtz-Eakin,D. , T.M.,Selden .1995. Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth. Journal of Public Economics, 57, 85-101.

Liua,X. ,et al .2007. Interactions between Economic Growth and Environmental Quality in Shenzhen, China's first Special Economic Zone. Ecological Economics, 62, 559–570.

Martinez-Zarzoso,I.,et al .2006. The Impact of Population on CO2 Emissions: Evidence From European Countries, Climate Change Modeling and Policy Working Papers: http://purl.umn.edu/12019.

Panayotou,T. 1993. Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different stages of Economic Development. Working paper, WP128, general: International Labour Office.

Panayotou,T. 1995. Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. In Ahmed, J. & A. Doeleman (Eds), Beyond Rio: The Environmental Crisis and Sustainable Livelihoods in the Third World. MacMillan, London.

Shi,A. 2003. The Impact of Population Pressure on Global Carbon Dioxide Emissions, 1975-1996: Evidence from Pooled Cross Country Data. Ecological Economics, 44, pp.29-42.

World Bank. 2008 .World Development Indicators (WDI) 2008 CD-ROM. Washington: The World Bank.