فصلنامه علوم محیطی، دوره چهاردهم، شماره ۱، بهار ۱۳۹۵

۱۱۷-۱۲۴

بررسی اثر سرریزهای تکنولوژی بر انتشار گاز CO_2 در ایران

الهه واثقی[۱*] و سید عبدالمجید جلائی اسفندآبادی[۲]

[۱] دانشجوی دکتری اقتصاد منابع‌طبیعی و محیط‌زیست، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید باهنر، کرمان
[۲] استاد گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر، کرمان

تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۱۶

چکیده

هرچند افزایش رشد اقتصادی یکی از مهم‌ترین اهدف دولت‌ها است، اما رشد اقتصادی بالاتر عمدتاً با افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی همراه است. تجربه کشورهای توسعه‌یافته و بعضی از کشورهای درحال توسعه نشان می‌دهد که با افزایش رشد اقتصادی، آلودگی زیست‌محیطی ابتدا افزایش و سپس در سطحی از تولید سرانه به علت توجه به محیط زیست، کاهش می‌یابد که این موضوع را می‌توان در منحنی زیست‌محیطی کوزنتس نشان داد. از این رو، اهدف اصلی این بررسی عبارتند از: تعیین سطح درآمد سرانه‌ای که به علت توجه به مسائل محیط زیست باعث کاهش انتشار آلودگی می‌شود و همچنین بررسی اثر شاخص سرریز تکنولوژی بر نقطه چرخش منحنی. در این راستا با استفاده از مدل‌های تقاضای واردات کالاهای واسطه‌ای و کالاهای سرمایه‌ای، شاخص سرریز تکنولوژی محاسبه و اثر آن در نظریه زیست‌محیطی کوزنتس در فاصله زمانی سال‌های ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۲ بررسی شد. نتایج پژوهش نشان داد که متغیر سرریز تکنولوژی نه تنها اثری مثبت و معنادار بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد، بلکه نقطه چرخش منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را نیز در درآمد سرانه بالاتر امکان‌پذیر می‌سازد.

کلمات کلیدی: سرریز تکنولوژی، تقاضای واردات، دی‌اکسید کربن، درآمد سرانه، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس.

The Effect of Technology Overflows on CO_2 Emissions in Iran

Elahe Vaseghi[1*]& Seyyed Abdolmajid Jalaee Esfandabadi[2]

[1]PhD. Student in Agricultural Economics, Faculty of Agriculture, University of Shahid Bahonar Kerman

[2] Professor, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, University of Shahid Bahonar Kerman

Abstract

Although economic growth is one of the most important objectives of governments, higher economic growth is mainly associated with an increase in environmental pollution. The experience of developed countries and some developing countries shows that, with increasing economic growth, environmental pollution is first increased and, then, it is reduced due to the attention to the environment at the level of production per capita; this can be shown in the Kuznets environmental curve. The main objective of this study is to determine the level of per capita income which causes reduced emissions of pollution due to considering the environmental issues, as well as studying the impact of technology overflow index on the turning point of the curve. In this regard, using the models of the demand of capital-intermediate goods import, the technology overflow index was calculated and its effect on the Kuznets environmental curve theory during the period of 1966 to 2013 was reviewed. The results showed that the technology overflow variable not only had a positive and significant impact on carbon dioxide emissions, but it also made the Kuznets environmental curve's turning point possible at a higher per capita income.

Keywords: Overflow technology, Import demand, Carbon dioxide, Per capita income, Kuznets environmental curve.

* Corresponding Author. *E-mail Address*: evaseghi@yahoo.com

۱- مقدمه

تکنولوژی را می‌توان کلیه دانش‌ها، فرایندها، ابزارها، روش‌ها و سیستم‌های به‌کاررفته در ساخت محصولات و ارائه خدمات، تعریف کرد. انتقال تکنولوژی فرایندی است که باعث شکل‌گیری جریان تکنولوژی از منبع (دارنده دانش) به دریافت‌کننده می‌شود. به عبارت دیگر، انتقال تکنولوژی یعنی صدور عوامل تکنولوژیک مشخص از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه، به نحوی که کشورهای در حال توسعه بتوانند تسهیلات تولیدی جدیدی را ایجاد کرده و به کار اندازند [۱]. اهمیت انتقال تکنولوژی و نقش آن در توسعه صنعتی کشورها و پر کردن شکاف تکنولوژیکی بین کشورهای در حال توسعه و کشورهای توسعه‌یافته انکار نشدنی است. انتقال تکنولوژی بر اساس شرایط دهنده و گیرنده تکنولوژی، به روش‌هایی مانند؛ سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، همکاری مشترک، قرارداد لیسانس، مهندسی معکوس، کسب تکنولوژی از طریق افراد متخصص، پیمانکاران فرعی، واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای، پیمان راهبردی، برون سپاری، خرید شرکت و ادغام انجام می‌شود [۲]. از آنجا که در مقاله حاضر شاخص سرریز تکنولوژی از طریق تقاضای واردات برای کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای محاسبه می‌شود، می‌تواند اثر مثبت یا منفی بر کیفیت محیط زیست داشته باشد، به شکلی که اگر با افزایش این شاخص مقدار آلودگی‌های محیط افزایش یابد در اصل انتقال تکنولوژی باعث تخریب محیط زیست شده است. از این رو، در پژوهش حاضر هدف اصلی بررسی اثر این شاخص بر کیفیت محیط زیست است.

امروزه فعالیت‌های منتشرکننده گازهای گلخانه‌ای[1] نقش بزرگی در اقتصاد دنیا دارند و زندگی پیشرفته امروزی بدون آنها غیرقابل تصور می‌نماید. فعالیت‌های صنعتی و نیاز روزافزون به مصرف حامل‌های انرژی برای حصول به رفاه بیشتر، باعث افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است. از بین گازهای گلخانه‌ای، CO_2 مهم‌ترین آنهاست به‌طوری‌که اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای انسان‌ساخت به شمار می‌رود و حدود ۶۰ درصد از آثار گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های بشر مربوط به انتشار CO_2 است. منبع اصلی انتشار این گاز احتراق سوخت‌های فسیلی است که متأسفانه در حال حاضر ابزار اصلی تولید انرژی در نظام‌های اقتصادی صنعتی است. علاوه‌براین، وجود انرژی عامل اساسی نیل به توسعه اقتصادی است و بنابراین در کشورهای در حال توسعه شدیداً مورد نیاز است [۳].

در مورد کیفیت محیط زیست و عوامل مؤثر بر آن و به خصوص نحوه ارتباط آن با رشد اقتصادی، نظریات متعددی وجود دارد که در این مورد سه رهیافت کلی وجود دارد. یک رهیافت به رابطه معکوس بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست معتقد است. در حالی که رهیافت دیگر این رابطه را مستقیم دانسته و رشد اقتصادی را عاملی برای حفاظت از کیفیت محیط زیست می‌داند. رهیافت سوم که به فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس[2] (EKC) معروف است، رابطه بین رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست را بر اساس مراحل توسعه تبیین کرده و آن را در قالب منحنی وارونه U نشان می‌دهد [۴]. بررسی‌های انجام‌شده نشان می‌دهد عوامل مختلفی در شکل و نقطه چرخش این منحنی اثرگذار است. از این رو در ادامه به بعضی از این پژوهش‌ها اشاره می‌شود.

نتایج بررسی‌های لیندمارک [۵]، سانگ و همکاران [۶] و ایوتا و همکاران [۷] فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس را برای انواع آلودگی‌ها در کشورهای سوئد، چین، فرانسه تأیید می‌کنند و پژوهشی مانند هی و ریچارد [۸] وجود این منحنی را در کانادا طی سال‌های ۲۰۰۴-۱۹۴۸ تأیید نکردند. در این راستا بررسی بریدسال و ولر [۹]، نیز نشان می‌دهد رشد اقتصادی ممکن است در نهایت منجر به اتمام منابع طبیعی و تخریب محیط زیست شود. البته لازم به ذکر است که عوامل تعیین‌کننده و همچنین روش‌های مختلفی در هر یک از این پژوهش‌ها صورت گرفته است. به عنوان مثال کانگ و همکاران [۱۰] از اقتصادسنجی فضایی برای برآورد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس استفاده کرده و روش‌های متعارف را با حالت فضایی در نقطه چرخش با یکدیگر مقایسه کردند. نتایج پژوهش بن جبلی و همکاران [۱۱] در کشورهای OECD نشان داد که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر برخلاف انرژی‌های تجدیدناپذیر باعث کاهش انتشار آلودگی خواهد شد. در ایران نیز پژوهش‌های متعددی در ارتباط با تعیین‌کننده‌های انتشار آلودگی انجام شده است. به‌طوری‌که نتایج بررسی پژویان و مراد حاصل [۱۲] نشان می‌دهد منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در کشورهای مورد بررسی برقرار است. در بررسی حسینی‌نسب و پایکاری [۱۳]، برای گروه کشورهای درحال توسعه تنها آلودگی آب با منحنی زیست‌محیطی کوزنتس منطبق بود. اصغری و سالارنظر [۱۴]، اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را بر کیفیت محیط زیست کشورهای منتخب حوزه منا بررسی کردند و نتایج این بررسی حاکی از آن است که ورود

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نه تنها منجر به ورود تکنولوژی ذخیره انرژی در منطقه مذکور نشده، بلکه باعث افزایش مصرف انرژی و بنابراین کاهش کیفیت محیط زیست شده است.

در پایان، با وجود بررسی‌های تجربی متعددی که در مورد اثر متغیرهای اقتصادی بر کیفیت محیط زیست صورت پذیرفته است؛ بر پایه جست‌وجوی انجام‌یافته پژوهشی مشابه با پژوهش حاضر به‌ویژه در مورد اثر سرریزهای تکنولوژی بر شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یافته نشد. با اینکه بررسی‌های مختلفی وجود این منحنی را برای آلودگی هوا در ایران تأیید کرده‌اند، ولی برای مقایسه اثر انتقال تکنولوژی بر شکل این منحنی، ابتدا مدل بدون در نظر گرفتن شاخص سرریز و بار دیگر با در نظر گرفتن این عامل برای دوره زمانی ۱۳۴۵ تا ۱۳۹۲ برآورد و نقاط چرخش با هم مقایسه شدند. این مقاله، شامل چهار بخش اصلی است: در بخش دوم مبانی نظری تقاضای واردات و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس به همراه متغیرهای مدل تجربی شرح داده شده است؛ در بخش سوم به تصریح مدل تجربی پرداخته شد؛ و در نهایت نتیجه‌گیری و پیشنهادات تحقیق در بخش پایانی ارائه شده است. در این چارچوب سعی می‌شود به دو فرضیه پاسخ داده شود: ۱- شاخص سرریز تکنولوژی بر شکل منحنی زیست‌محیطی کوزنتس در ایران اثرگذار است؛ ۲- شاخص سرریز تکنولوژی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر مثبت و معناداری دارد.

۲- مواد و روش‌ها

برای بررسی عوامل تعیین‌کننده میزان انتشار گاز گلخانه‌ای CO_2 در قالب یک مدل سری زمانی برای دوره ۱۳۴۵-۱۳۹۲ در ایران ابتدا با استفاده از توابع تقاضای واردات شاخص سرریز تکنولوژی محاسبه شد. سپس با توجه به رابطه میان درآمد سرانه و میزان انتشار این گاز، فرض‌های مدل زیست‌محیطی کوزنتس بررسی شدند. آمار و اطلاعات مورد نیاز از آمارنامه‌های برنامه و بودجه، مرکز آمار ایران، بانک مرکزی و سازمان محیط زیست استخراج شد. برای تخمین مدل‌های مورد نظر و انجام آزمون‌های مربوط از بسته نرم‌افزاری Eviews 8 و Stata12 استفاده شد.

۲-۱- معرفی مدل تقاضای واردات به منظور محاسبه شاخص سرریز تکنولوژی

سیر تکاملی پژوهش‌های انجام‌شده در زمینه مدل‌های تقاضای واردات، سه مدل محسن خان، مدل پسران و الگوی موران را نشان می‌دهد. خان (۱۹۷۴)، مدل تقاضای واردات را در دو مدل در حالت تعادل و در حالت عدم تعادل معرفی می‌کند. مدل ساده‌شده تقاضای واردات، در حالت تعادل، رابطه بین ارزش واردات و نسبت قیمت واردات به قیمت داخلی (با فرض جانشینی بین واردات و کالاهای داخلی) و درآمد واقعی را نشان می‌دهد. فرم لگاریتمی معادله برآوردی در این مدل به شکل زیر است [۱۵]:

$$Log\ M_i t = \alpha_0 + \alpha_1 \log\left(\frac{PM_i}{PD_i}\right) + \alpha_i Log Y_i t + Ut \qquad (۱)$$

که در آن؛ PD_i سطح قیمت داخلی کشور، M_i ارزش واردات کشور، PM_i، شاخص قیمت کالاهای وارداتی و Y_i تولید ناخالص ملی واقعی کشور است. خان در مدل خود در حالت عدم تعادل از مفهوم تعدیلات جزیی استفاده کرد. اما اثر موجودی ارزی را برای واردات مشخص نمی‌کند و ضرایب برآوردی برای کشورهایی که دارای محدودیت‌های مقداری و ارزی برای تجارت هستند، تورش‌دار و ناسازگار است.

محمدهاشم پسران (۱۹۸۴) در یک مدل تجاری، تابع تقاضای واردات کشورهای صادرکننده نفت را معرفی و متغیری به نام متغیر جذب واقعی را وارد مدل کرد که به دلیل نقش محدودیت‌های تجاری و ارزی، برای ایران قابل استفاده نیست و باید تعدیل شود. به‌طور کلی در بیشتر مدل‌های سنتی برای برآورد تابع تقاضای واردات از متغیرهای تولید ناخالص و قیمت‌های نسبی استفاده می‌شود. این امر با توجه به ویژگی کشورهای در حال توسعه که درآمدهای ارزی محدودی دارند و دسترسی محدودی به بازارهای بین‌المللی و سرمایه دارند قابل تأمل است و برای چنین کشورهایی باید متغیرهایی مانند نرخ ارز و یا درآمدهای ارزی نیز به عنوان متغیرهای توضیحی در نظر گرفته شوند تا بیشتر به واقعیت نزدیک شوند. بدین وسیله موران (۱۹۸۹) با بهره گرفتن از نظریه‌های ساندارجان (۱۹۸۶) در مدل‌های خود از متغیر درآمدهای ارزی نیز بهره جست [۱۵]. با توجه به مطالب پیش‌گفته درباره تابع تقاضای واردات، مدل تجربی زیر برای تخمین مدل تقاضای ایران برای محاسبه شاخص سرریز تکنولوژی در نظر گرفته شد. در این مدل، قیمت‌های داخلی (P)، قیمت‌های خارجی (P^F)، تولید ناخالص داخلی (GDP) و همچنین نرخ ارز (ER) به عنوان عوامل مؤثر در واردات در نظر گرفته شد.

$$IM = f(P, P^F, ER, GDP) \qquad (۲)$$

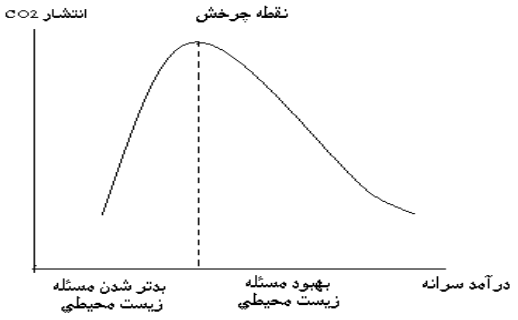
با فرض ثبات سایر شرایط با افزایش قیمت‌های داخلی، کالاهای خارجی نسبت به کالاهای داخلی ارزان‌تر و لذا تقاضا برای واردات افزایش می‌یابد و برعکس. با افزایش قیمت‌های خارجی، کالاهای خارجی نسبت به کالاهای داخلی گران‌تر و در نتیجه تقاضا برای واردات کاهش می‌یابد و برعکس. با افزایش نرخ ارز، چون برای خرید هر واحد پول خارجی باید پول داخلی بیشتری پرداخت شود، پس کالاهای خارجی نسبت به کالاهای داخلی گران‌تر و تقاضا برای واردات کاسته می‌شود و برعکس. بالاخره با افزایش تولید ناخالص داخلی تقاضای واردات افزایش می‌یابد و برعکس [۱۶]. در این بررسی سه تابع تقاضای واردات به تفکیک برای واردات کالاهای واسطه‌ای و کالاهای سرمایه‌ای و همچنین برای مجموع آنها برآورد شد و در هر سه رابطه تابع تقاضا تابعی از نرخ ارز حقیقی و تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شد.

از آنجا که هدف از برآورد توابع تقاضا، محاسبه شاخصی برای سرریز تکنولوژی است، لذا در هر سه معادله مقدار اجزای اخلال ($\hat{e}_{IM}$) و مقادیر برآوردشده از توابع تقاضا ($\widehat{IM}$) به عنوان شاخص مورد نظر محاسبه شدند.

۲-۲- نظریه زیست‌محیطی کوزنتس

اثرات زیست‌محیطی رشد اقتصادی در سال‌های اخیر توجه اقتصاددانان زیادی را به خود جلب کرده و مقالات زیادی درباره ارتباط میان تخریب محیط زیست و تولید ناخالص داخلی (GDP سرانه) ارائه شده است. برای نخستین بار کوزنتس [۴] ارتباطی را به صورت معکوس U شکل میان رشد درآمد و نابرابری درآمد ارائه داد که به عنوان منحنی کوزنتس شناخته می‌شود. وی نشان داد که به ازای افزایش درآمد سرانه، نابرابری درآمد نیز افزایش می‌یابد و پس از نقطه‌ای به نام نقطه چرخش در واقع نابرابری درآمد شروع به کاهش می‌کند. پس از آن اقتصاددانان علاقه‌مند به محیط زیست با استفاده از تئوری او، ارتباط بین رشد درآمد و تخریب محیط زیست را تحت عنوان تئوری زیست‌محیطی کوزنتس بررسی کردند.

منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یک رابطه غیر خطی (درجه دوم) بین کیفیت محیط زیست (در اینجا میزان انتشار CO_2) و رشد اقتصادی را بیان می‌کند. این منحنی به‌طور عام به دنبال وجود یا عدم وجود نقطه چرخش[۳] است. اگر چنین رابطه‌ای وجود داشته باشد، شکل کلی تابع به صورت زیر است:



شکل ۱- نمودار زیست‌محیطی کوزنتس

شکل این منحنی نشانگر این است که در مراحل اولیه رشد اقتصادی، آلودگی به سرعت افزایش می‌یابد و پس از آنکه کشور در مراحل پیشرفته صنعتی قرار گرفت، آلودگی محیط زیست کاهش پیدا می‌کند. در مراحل اولیه به‌خصوص قبل از نقطه برگشت، مردم به توسعه اقتصادی، شغل و درآمد بالا اهمیت بیشتری قائل بوده ولی پس از این که کشور به سطح معینی از رفاه و رشد اقتصادی (نقطه آستانه)، می‌رسد مردم توجه بیشتری به آلودگی و آغاز برنامه‌هایی برای کاهش آلودگی هوا دارند.

در جهت بررسی این روابط شاخص محیطی (CO_2) را می‌توان با شاخص‌های مختلفی مانند انتشار سرانه، انتشار سرانه به ازای GDP، سطوح آلودگی و کل انتشار آلودگی بیان کرد. در این مقاله شاخص سطح انتشار کل در نظر گرفته شده است. باید توجه داشت که عوامل برون‌زای دیگری نیز در کنار درآمد سرانه می‌توانند بر شکل رابطه تأثیرگذار باشند که در این بررسی شاخص سرریز تکنولوژی نیز به عنوان یک عامل برون‌زا بررسی می‌شود.

با توجه به شرح کامل منحنی کوزنتس، مدل کاربردی که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت به صورت زیر است:

$$CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 E_t + \alpha_2 E_t^{\,2} + \alpha_3 S_{mt} \qquad (۳)$$

CO_2: میزان انتشار دی‌اکسید کربن در زمان t

E_t : درآمد سرانه واقعی (به قیمت ثابت ۱۳۸۳) در زمان t

$E_t^{\,2}$: توان دوم درآمد سرانه واقعی در زمان t

S_{mt} : سرریز تکنولوژی در زمان t

در رابطه (۳) بعد از برآورد پارامترهای مدل (α_0، α_1، α_2 و α_3)، با توجه به علامت درآمد سرانه و توان دوم آن می‌توان فروض منحنی را آزمود، به شکلی که اگر $\alpha_1 \succ 0$

و $\alpha_2 \prec 0$ برآورد شوند، نتایج تأییدی بر شکل U وارون با نقطه ماکزیمم (نقطه برگشتی یا آستانه) است.

از آنجا که واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای برخلاف واردات کالاهای مصرفی می‌تواند به رشد و توسعه کشور کمک کند، باید از این دیدگاه نیز بررسی شوند که آیا سریز تکنولوژی از کانال واردات بر کیفیت محیط زیست نیز اثری مثبت دارد یا خیر. از این رو، با اینکه هدف اصلی منحنی کوزنتس بررسی رابطه بین CO_2 و E_t است، ولی همان‌طور که قبلاً نیز بیان شد باید عوامل دیگری نیز دراین رابطه نقش داشته باشند که در این پژوهش اثر این عوامل بررسی می‌شود.

۳- نتایج و بحث

در این پژوهش برای بررسی فروض کوزنتس از داده‌های سری زمانی استفاده شده است. بر همین اساس جهت تعیین مدل، بررسی ایستایی داده‌ها امری لازم و ضروری است. تمامی متغیرها در سطح ایستا شدند، البته بعضی با مقدار ثابت و روند و بعضی بدون این موارد. از این رو، برای برآورد مدل‌های تقاضای واردات و منحنی زیست‌محیطی کوزنتس از روش‌های OLS[۴] و GLS[۵] استفاده شد.

در ابتدا سه تابع تقاضای واردات کالاهای سرمایه‌ای (IM1)، واردات مواد اولیه و کالاهای واسطه‌ای (IM2) و مجموع هر دو (IM12) برآورد شد که نتایج هر سه تابع در جدول شماره (۱) ارائه شده است. لازم به توضیح است که با توجه به ایستا بودن متغیرهای مورد بررسی در هر سه تابع، ضرایب متغیرهای مدل با توجه به عدم وجود خودهمبستگی و واریانس ناهمسانی، با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برآورد شد و همانطور که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود در هر سه تابع علامت‌های متغیرها کاملاً قابل انتظار (علامت تولید ناخالص داخلی و نرخ ارز حقیقی به ترتیب مثبت و منفی به دست آمد) و متغیرها و تابع معنادار هستند. از بین سه تابع تقاضا، تابع IM12 به خاطرشباهت در نتایج و در بر گرفتن هر دو نوع کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای و همچنین داشتن ضریب تعیین نسبتاً بالا (۹۲ درصد) ، به عنوان تابع هدف برای برآورد شاخص سرریز تکنولوژی انتخاب شد. در مرحله بعدی مقادیر $\hat{e}_{IM}$ و $\widehat{IM}$ محاسبه و به عنوان شاخص سرریز تکنولوژی در نظر گرفته شدند (البته برای اطمینان بیشتر در مراحل بعدی مقدار اجزای اخلال ($\hat{e}_{IM}$) و مقادیر برآوردشده از توابع تقاضا ($\widehat{IM}$) از هر سه تابع به مدل اضافه شد و باز هم نتایج کاملاً مشابهی به دست آمد. از این رو، از ارائه نتایج آن صرف‌نظر شد).

جدول ۱- نتایج حاصل از برآورد توابع تقاضا

		واردات کالاهای سرمایه‌ای (IM1)	واردات مواد اولیه و کالاهای واسطه‌ای (IM2)	(IM12)
متغیر	توضیح متغیر	ضریب	ضریب	ضریب
C	مقدار ثابت	۱۵۰۱۱۶۶***	۱۹۲۸۲۱۳***	۲۳۳۷۳۹۱***
ER	نرخ ارز حقیقی	-۹۶۱۱۲۵***	-۱۱۱۴۱۱۳***	-۱۳۱۵۶۲۰***
GDP	تولید ناخالص داخلی	۰/۱۷۴ ***	۰/۳۲***	۰/۴۵۲***
	ضریب تعیین مدل (R^2)	۰/۵۹	۰/۸۸	۰/۹۲
	DW	۱/۲۲	۱/۶	۱/۸

*، ** و *** به ترتیب نمایانگر معنادار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

مأخذ : یافته‌های تحقیق

جدول ۲- نتایج حاصل از برآورد مدل کوزنتس بدون در نظر گرفتن شاخص سرریز تکنولوژی

متغیر	توضیح متغیر	ضریب
C	مقدار ثابت	۱۲۷۸۵/۲*
E	درآمد سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳	۳۶/۷***
E^2	توان دوم درآمد سرانه	-۰/۰۰۰۷۲ ***
	ضریب تعیین مدل (R^2)	۰/۷۳
	DW	۱/۸

*، ** و *** به ترتیب نمایانگر معنادار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.

مأخذ : یافته‌های تحقیق

بعد از برآورد شاخص سرریز تکنولوژی، منحنی زیست‌محیطی کوزنتس یک بار بدون درنظر گرفتن شاخص سرریز و بار دیگر با در نظر گرفتن انواع شاخص‌ها (منظور شاخص‌های به دست آمده در سه تابع تقاضای واردات جدول (۱) است) برآورد و تجزیه و تحلیل شد. نتایج منحنی زیست‌محیطی کوزنتس بدون در نظر گرفتن شاخص سرریز در جدول (۲) نشان داده شد.

طبق نتایج جدول (۲)، علامت ضریب متغیر درآمد سرانه مثبت و علامت ضریب متغیر مجذور درآمد سرانه منفی است که بیانگر وجود رابطه درجه دوم و به شکل U معکوس بین رشد و انتشار است. در واقع این رابطه تأییدی بر وجود فرض‌های کوزنتس در ایران است و نشان می‌دهد که با افزایش درآمد سرانه ابتدا میزان انتشار CO_2 افزایش می‌یابد و بعد از نقطه‌ای به نام نقطه چرخش میزان انتشار با افزایش درآمد سرانه، کاهش می‌یابد. در این بررسی نقطه چرخش منحنی برابر با ۲۵/۴۸۶ میلیون ریال به دست آمده است و می‌توان چنین استنباط کرد که با افزایش درآمد سرانه بیشتر از ۲۵/۴۸۶ میلیون ریال، میزان انتشار کاهش می‌یابد و این نتیجه مؤید آن است که همیشه رشد اقتصادی یک کشور باعث تخریب محیط زیست نمی‌شود بلکه گاهی می‌تواند باعث کاهش میزان انتشار نیز شود.

جدول ۳- نتایج حاصل از برآورد مدل کوزنتس با در نظر گرفتن شاخص سرریز تکنولوژی

متغیر	توضیح متغیر	ضریب
C	مقدار ثابت	۱۲۰۹۳/۰۳**
E	درآمد سرانه به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳	۷/۸۵۶*
E^2	توان دوم درآمد سرانه	-۰/۰۰۰۱۳۷*
$\widehat{IM}$	شاخص سرریز تکنولوژی از کانال واردات	۰/۰۰۰۰۱۱***
	ضریب تعیین مدل (R^2)	۰/۸۹
	DW	۱/۶

*، ** و *** به ترتیب نمایانگر معنادار بودن در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است. مأخذ : یافته‌های تحقیق

در مرحله دوم؛ از تابع تقاضای واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای، مقدار اجزای اخلال ($\hat{e}_{IM}$) و مقادیر برآورد شده از توابع تقاضا ($\widehat{IM}$) به عنوان شاخص مورد نظر محاسبه و به مدل اصلی اضافه شد. نتایج نشان داد که وارد کردن $\hat{e}_{IM}$ و $\widehat{IM}$ نتایج کاملاً مشابهی خواهد داشت که این خود مصداقی بر مدل مناسب است. لذا نتایج با وارد کردن $\widehat{IM}$ به عنوان شاخص سرریز تکنولوژی از کانال واردات به مدل اصلی در جدول (۳) ارزیابی شد.

نتایج جدول (۳) نیز با توجه به علامت مثبت ضریب متغیر درآمد سرانه و علامت منفی ضریب متغیر مجذور درآمد سرانه تأییدی بر وجود فرض‌های کوزنتس در ایران است و نشان می‌دهد که با افزایش درآمد سرانه ابتدا میزان انتشار CO_2 افزایش می‌یابد و بعد از نقطه‌ای به نام نقطه چرخش میزان انتشار با افزایش درآمد سرانه، کاهش می‌یابد. اما در این قست نقطه چرخش به علت وجود یک عامل برون‌زا تغییر کرده به طوری‌که نقطه چرخش منحنی برابر با ۲۸/۰۵۷ میلیون ریال به دست آمده است و می‌توان چنین استنباط کرد که با وارد کردن متغیر سرریز تکنولوژی نقطه چرخش افزایش یافته است. در واقع با توجه به علامت مثبت این ضریب نیز می‌توان نتیجه گرفت که انتقالات تکنولوژی از کانال واردات باعث افزایش آلودگی محیط زیستی شده است.

۴- نتیجه‌گیری

در رشد واردات آنچه ناخوشایند و نامطلوب است، واردات کالاهای نهایی و مصرفی است و برعکس آن، رشد واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای مطلوب است. زیرا واردات کالاهای مصرفی به‌ویژه کالاها و اقلامی‌که تولید داخل هستند یا امکان تولید دارند، ضداشتغال، ضد رشد اقتصادی و حتی تورم‌زاست. برعکس آن، افزایش واردات کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، مطلوب و نویدبخش است چرا که اثر مثبت بر تولید و اشتغال و رشد اقتصادی و حتی کاهش تورم دارد. واردات ماشین‌آلات و خطوط تولید، فناوری و دانش فنی و مواد و قطعاتی که در فرایند تولید کالاهای نهایی استفاده می‌شوند (انتقال تکنولوژی از کانال واردات)، کمک به تولید بیشتر، تولید با فناوری و دانش روز و توسعه خطوط تولید و افزایش حجم تولید داخل و در نتیجه افزایش اشتغال پایدار، رشد تولید ناخالص ملی و حتی بسترسازی کمک به توسعه صادرات کالای تولیدی نهایی است. بنابراین از آنجا که امروزه انتقال تکنولوژی از مهم‌ترین عوامل رشد و توسعه اقتصادی جوامع و عاملی برای حرکت به سوی آینده‌ای مطمئن فرض می‌شود، در این بررسی سعی شده است اثر این متغیر بر کیفیت محیط زیست نیز بررسی شود. در این راستا با توجه به اهمیت انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر کشور و تأثیر بسزای رشد اقتصادی بر میزان انتشار، بررسی حاضر در قالب داده‌های سری زمانی

(۱۳۴۵تا ۱۳۹۲) به بررسی چگونگی ارتباط بین شاخص سرریز تکنولوژی و شکل منحنی محیطی کوزنتس پرداخته است. بر اساس یافته‌های تحقیق، در هر دو حالت (با و بدون درنظر گرفتن شاخص سرریز تکنولوژی) علامت ضریب متغیر درآمد سرانه مثبت و علامت ضریب متغیر مجذور درآمد سرانه منفی به دست آمد که بیانگر وجود رابطه درجه دوم و به شکل U معکوس بین رشد و انتشار است. در واقع این رابطه تأییدی بر وجود فروض کوزنتس در ایران است و نشان می‌دهد که با افزایش درآمد سرانه ابتدا میزان انتشار CO_2 افزایش می‌یابد و بعد از نقطه‌ای به نام نقطه چرخش میزان انتشار با افزایش درآمد سرانه، کاهش می‌یابد. البته بعد از وارد کردن شاخص سرریز تکنولوژی نقظه چرخش به اندازه ۲/۵۷۱ میلیون ریال افزایش‌یافت. به عبارت دیگر، نقطه چرخش با درآمد سرانه بالاتر محقق خواهد شد. افزون بر این، ملاحظه می‌شود که انتقال تکنولوژی از طریق کانال واردات بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر مثبت و معناداری داشته است. بنابراین زمانی انتقال تکنولوژی موفقیت‌آمیز خواهد بود که نه تنها در راستای نیاز کشورهای گیرنده بلکه منطبق با شرایط و میزان توسعه‌یافتگی این کشورها نیز باشد، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که انتقال تکنولوژی شاید تولید و رشد اقتصادی به دنبال داشته باشد، ولی باعث کاهش کیفیت محیط زیست شده است و این مشکل وقتی حل می‌شود که کشورهای گیرنده به دنبال دریافت تکنولوژی‌های پاک باشند. از این رو با توجه به یافته‌های تحقیق، علاوه بر سیاست‌های کاهش انتشار و فرهنگ‌سازی در مورد مصرف انرژی، موارد زیر در ارتباط با تکنولوژی پیشنهاد می‌شود:

ماشین‌آلاتی وارد شوند که به جای سوخت‌های فسیلی از انرژی پاک مانند انرژی خورشیدی یا انرژی زیست‌توده به عنوان منابع سوختی استفاده کنند تا هم باعث کارآمدتر بودن ماشین‌آلات و هم صرفه‌جویی انرژی شوند و از همه مهم‌تر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای را به دنبال داشته باشد.

با توجه به اینکه هدف از اجرای پروژه‌های مکانیزم توسعه پاک[6] پروتکل کیوتو، کمک به کشورهای در حال توسعه در دستیابی به توسعه پایدار از طریق انتقال تکنولوژی است، و این امر مزیتی برای کشور میزبان همانند ایران به شمار می‌آید، انتقال چنین تکنولوژی‌هایی می‌تواند باعث کاهش انتشار آلودگی و همچنین افزایش رشد و توسعه کشور شود. انتقال تکنولوژی به‌واسطه برخورداری از اعتبارات مکانیزم توسعه پاک پروتکل کیوتو، ترکیبی از انتقال کامل از کشور سرمایه‌گذار، بهبود و اصلاح تکنولوژی‌های موجود در داخل و نیز انتقال دانش و ظرفیت‌سازی است که با توجه به مشکلات اغلب کشورهای در حال توسعه در امر بهره‌مندی از تکنولوژی مطلوب و کارامد، برای این کشورها از اهمیت بالایی برخوردار است.

پی‌نوشت‌ها

[1] Greenhouse Gases
[2] Environmental Kuznets Curve
[3] Turning Point
[4] Ordinary Least Squares
[5] Generalized Least Squares
[6] Clean development mechanism

منابع

[1] Khamseh A, Azadi A. The evaluation of the success of technology transfer. 4th National Conference on Management of Technology. Iranian association for management of technology; **2010**; (4):1-15. [**In Persian**]

[2] Mozafari M.M, Nazari Asli M. Identify and prioritize the transfer of technology (TOPSIS techniques). Quantitative researches in management; **2011**; **2**(4): 60-69. [**In Persian**]

[3] Ahadi M.S. Analysis on greenhouse gas emissions from different parts of the country. Department of Environment. Iran's Climate Change Office; **2003**. **[In Persian]**

[4] Kuznets P, Simon P. Economic growth and income inequality. American Economic Review; **1995**; (7): 45-55.

[5] Lindmark M. An EKC-pattern in historical perspective: carbon dioxide emissions, technology, fuel prices and growth in Sweden. Ecological Economics; **2002**; (42): 333-347.

[6] Song T, Zhen T, Tong L. An Empirical Test of Environmental Kuznets Curve in China: A Panel Cointegration Approach. China Economic Review; **2008**; (19):381-392.

[7] Iwata H, Okada K, Samreth S. Empirical study on the Environmental Kuznets Curve for co2 in France: The Role of Nuclear Energy. Munich Personal RePEc Archive**; 2009**; 1-16.

[8] He J, Richard P. Environmental Kuznets curve for CO2 in Canada. Ecological Economics; **2010**; (69):1083-1093.

[9] Birdsall N, Wheeler D. Trade policy and industrial pollution in Latin America: where are

the pollution havens?. Journal of Environment & Development; **2004**; (1):137-147.

[10] Qing Kang Y, Zhao T, Yun Yang Y. Environmental Kuznets curve for CO2 emissions in China: A spatial panel data approach. Ecological Indicators; **2016**; (69):231-239

[11] Ben Jebli M, Ben Jebli S, Ozturk I. Testing environmental Kuznets Curve hypothesis: The role of renewable and non-renewable energy consumption and trade in OECD countries. Ecological Indicators; **2016**; (60):824-831

[12] Pajuian J, Moradhasel N. The effect of air pollution on economic growth. Iranian Journal of Economic Research; **2007**; (4):141-160. **[In Persian**]

[13] Hoseininasab S.A, Paykari S. The effect of trade liberalization on economic growth and environmental pollution. Economic Journal; **2012**; (9): 61-82. **[In Persian]**

[14] Asghari M, Salarnazar rafsanjanipour S. The effects of FDI on environmental quality. Economic Development Reserch; **2013**; (9):1-30. **[In Persian]**

[15] Sameti M, Jalaei S.A.M, Sadeghi Z, The effects of globalization on the model of Iran's Import Demand. The Economic Reserch; **2004**; (11, 12):1-16. [**In Persian**]

[16] Dadgar Y, Nazari R. The analysis of the import demand in Iran. Quantitative Economics; **2010**; **7**(1):1-22. **[In Persian]**