بررسی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی کشورهای منتخب آسیا و اروپا

حدیثه پارسا شریف [۱]، حمید امیرنژاد [۲*] و مهسا تسلیمی [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۲/۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۷/۹

چکیده

یکی از مسائلی که امروزه به‌شدت مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و به بررسی تأثیر فعالیت‌های انسان بر محیطزیست و زمین تکیه دارد، ردپای اکولوژیکی می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی رابطه بلندمدت و کوتاه‌مدت بین ردپای اکولوژیکی سرانه و متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی، درجه بازبودن تجارت و توسعه مالی از راه روش پانل خودتوضیح برداری با وقفه‌های گسترده، در بازه زمانی ۱۹۹۲-۲۰۱۳، با استفاده از داده‌های پانل کشورهای منتخب عضو آسیا و اروپا بود. نتایج نشان دادند بین ردپای اکولوژیکی سرانه و متغیرهای مصرف انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه مثبت و بین ردپای اکولوژیکی و متغیرهای تجارت باز و توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه منفی برقرار است که بیانگر تأیید منحنی محیطزیستی کوزنتس می‌باشد. هم‌چنین، نتایج نشان داد فرضیه محیطزیستی کوزنتس در این رابطه به‌صورت U معکوس می‌باشد. هر دوره ۲۲ ساله، ۵۶ درصد از عدم تعادل تعدیل شده و به‌سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: Q57، C23.

واژه‌های کلیدی: تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، توسعه مالی، پانل خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (Panel ARDL)، فرضیه محیطزیستی کوزنتس.

[۱] - دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۲] - دانشیار گروه اقتصادکشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

[۳] - دانشجوی دکتری اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

*- نویسنده مسئول مقاله : h.amirnejad@sanru.ac.ir & hamidamirnejad@yahoo.com

پیش‌گفتار

یکی از مهم‌ترین مسائل قابل‌توجه در دهه‌های اخیر، مسئله رشد اقتصادی و حفظ کیفیت محیط‌زیست در جوامع انسانی می‌باشد (Jayadevappa & Chhatre, 2000). خسارات محیط‌زیستی ناشی از فعالیت‌های اقتصادی به یک موضوع بحث‌برانگیز تبدیل شده است زیرا افزایش سریع و شدید رشد اقتصادی معمولاً باعث ایجاد خسارت جدی بر محیط‌زیست می‌شود (Pajooyan & Moradhasel, 2008.). در ادبیات موضوع، پرداختن به رابطه بین توسعه اقتصادی و حفظ سلامت و کیفیت محیط‌زیست از دهه ۱۹۷۰ با مطالعات مربوط به رشد و پایداری شروع شده و توجه اقتصاد محیط‌زیست به رشد اقتصادی در این دهه افزایش یافته است. افزایش آلودگی‌های محیط‌زیستی در نتیجه صنعتی‌شدن اقتصاد کشورهای پیشرفته، موجب ایجاد نخستین تنش بزرگ از نگرانی‌های عمومی در برابر محیط‌زیست شد. با افزایش مقدار تجارت در اواخر دهه ۱۹۷۰ این نگرانی‌ها بیش‌تر شد و در دهه ۱۹۸۰ از مباحث مهم در مذاکرات بین‌المللی بشمار آمد (Jayadevappa & Chhatre, 2000). تولید و انتشار آلودگی ارتباط بالایی با فرآیند رشد و توسعه اقتصادی کشورها دارد. انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی[1] است و از طرفی انرژی به منزله عامل محرک رشد اقتصادی و بهبود سطح کیفیت زندگی انسان‌ها تلقی می‌شود و هم‌چنین، موجب تولید آلاینده‌های محیط زیستی می‌شود بویژه اگر مصرف انرژی به شکل ناکارآمد باشد، فرآیند تولید این آلاینده‌ها افزایش خواهند یافت (Hosseinzadeh *et al.*, 2014).

در ادبیات اقتصادی، ارتباط میان تولید ناخالص داخلی (GDP)[2] و تخریب محیط‌زیست به‌صورت U معکوس، به منحنی محیط‌زیستی کوزنتس[3] (EKC) معروف است (Barghi Skooee, 2008). از طرفی، رابطه U معکوس میان درآمد سرانه و آلودگی محیط‌زیست در سال‌های اخیر بسیار مورد توجه قرار گرفته است Sinha, and (Shahbaz, 2018). بنابراین، چنانچه در سطوح پایین درآمد، رابطه‌ای مثبت بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست و در سطوح بالای درآمد، رابطه‌ای منفی بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست وجود داشته باشد، ارتباط بین رشد اقتصادی و تخریب محیط‌زیست به‌شکل U معکوس در می‌آید که به آن منحنی محیط‌زیستی کوزنتس (EKC) می‌گویند (Molaei & Besharat, 2015). بر این اساس، در مراحل بالای رشد و توسعه اقتصادی، پیشرفت تکنولوژی، افزایش دانش و آگاهی مردم، افزایش سطح سرمایه‌گذاری در محیط‌زیست، کنترل آلودگی را به‌همراه دارد (Stern, 2003). در این راستا، یکی از مسائلی که امروزه به‌شدت مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و به بررسی تأثیر فعالیت‌های انسان بر محیط‌زیست و زمین تکیه دارد، ردپای اکولوژیکی[4] می‌باشد که در سال ۱۹۹۶ توسط واکرناگل[5] و رایز[6] مطرح شده است و از آن به‌عنوان شاخصی برای اندازه‌گیری عرضه و تقاضای منابع تجدیدپذیر استفاده می‌شود (Luck, 2001). در ردپای اکولوژیکی، این سؤال مطرح می‌شود که چقدر از ظرفیت زمین به‌صورت محلی یا در مقیاس جهانی در اختیار بشر قرار دارد. از این راه، محدودیت‌های اکولوژیکی‌ای که طبیعت قادر است برای بشر در مدت زمان بیش‌تری تأمین کند، شناسایی می‌شود (Wackernagel, 2007). ردپای اکولوژیکی ابزار مفیدی است که می‌توان با استفاده از آن، فشار واردشده بر اکولوژی و محیط‌زیست را به اطلاع عموم جامعه رساند. در واقع، ردپای

---

[1] -Energy Use
[2]- Gross Domestic Production (GDP)
[3]- Environmental Kuznets Curve (EKC)
[4] -Ecological Footprint
[5]- Wackernagel
[6]- Rees

اکولوژیکی شاخصی است که نرخ مصرف منابع و تولید ضایعات توسط انسان را با نرخ بازتولید منابع و دفع ضایعات توسط زیست‌کره[1] مقایسه می‌کند و نشان‌دهنده مقدار فضای بیولوژیکی موردنیاز برای تولید منابع و دفع ضایعات ایجادشده‌ی یک جمعیت، سازمان یا فعالیت را با توجه به سیستم مدیریتی و تکنولوژی موجود می‌باشد (Monfreda *et al.*, 2004). به‌بیان‌دیگر، این شاخص، ظرفیت بیولوژیکی موردنیاز برای تولید کالاها و خدماتی که به‌وسیله افراد هر کشور مصرف می‌شود و نیز ظرفیت موردنیاز برای جذب آلودگی‌هایی که به‌وسیله آن‌ها ایجاد شده است، را اندازه می‌گیرد. هم‌چنین، ردپای اکولوژیکی شاخصی از پایداری (Nijkamp *et al.*, 2004) است؛ و وجود ردپای اکولوژیکی، به‌عنوان شاخصی از کارایی اکولوژیکی (Wiedmann *et al.*, 2006) نیز بشمار می‌رود. منابع مورد استفاده برای تولید کالا و خدماتی که صادر می‌شوند، برای کشوری مورد محاسبه قرار می‌گیرند که در آن کشور استفاده می‌شوند. بنابراین، هنگامی که ردپای اکولوژیکی از ظرفیت بیولوژیکی پیشی می‌گیرد، به این معناست که زمین نمی‌تواند جواب‌گوی نیاز مصرف بشر باشد. بر این اساس، افزایش ردپای اکولوژیکی موجب خسارت جبران‌ناپذیری برای کره زمین است (Kitzes *et al.*, 2007).

در سال‌های اخیر مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور در زمینه بررسی رابطه بین آلودگی و رشد اقتصادی براساس فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس انجام شده است (Hayati *et al.*, 2009؛ Nasrollahi & Ghafari Behboudi *et al.*, ؛Amirnejad & Asadpour, 2014؛Sadeghi & Ebrahimi, 2012 ؛Golak, 2011 Alishiri *et* ؛ Mrabet &, Alsamara, 2017 ؛Li *et al.*, 2016 ؛Fotrous & Barzegar, 2014 ؛2014 *al.*, 2017؛ Charfeddine & Mrabet, 2017؛ Ali *et al.*, 2017؛ Sinha & Shahbaz, 2018). معمولاً در این مطالعات از تولید ناخالص داخلی (GDP) به‌عنوان معیار رشد اقتصادی و از مقدار یک آلاینده (برای مثال؛ مقدار انتشار گاز دی‌اکسیدکربن) به‌عنوان معیار آلودگی محیط‌زیست استفاده شده است، اما مطالعات اندکی در مورد بررسی رابطه بین ردپای اکولوژیکی و رشد اقتصادی انجام شده است (Bakhshi Jahromi, 2013؛ Hervieux & Mrabet & Alsamara, 2017 ؛Fakhr *et al.*, 2016 ؛Molaei & Basharat, 2015 ؛Darné, 2014 و Charfeddine & Mrabet, 2017) که در این مطالعات معمولاً مقدار ردپای اکولوژیکی سرانه به عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست استفاده شده است. نتایج بررسی رابطه بین ردپای اکولوژیکی و تولید ناخالص داخلی ۱۵ کشور عضو منا[2] و پنج کشور عضو آمریکای لاتین، رابطه U معکوس کوزنتس را تأیید می‌کند (Hervieux & Darné, 2014؛ Charfeddine & Mrabet, 2017)، ولی در برخی مطالعات این رابطه به‌صورت U شکل می‌باشد (Molaei & Basharat, 2015؛ Mrabet & Alsamara, 2017). به‌طور کلی نتایج مطالعات نشان می‌دهد، در ابتدا با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه مقدار ردپای اکولوژیکی سرانه افزایش یافته و به مرور زمان و پیشرفت کشورها با افزایش تولید داخلی سرانه مقدار ردپای اکولوژیکی سرانه کاهش خواهد یافت (Bakhshi Jahromi, 2013؛ Hervieux & Darné, 2014؛ Molaei & Basharat, 2015؛ Fakhr *et al.*, 2016؛ Mrabet & Charfeddine & Mrabet, 2017 ؛ 2017 Alsamara,). نتایج در بلندمدت نشان می‌دهد، متغیرهای مصرف انرژی و توسعه مالی[3] اثر مثبت و معنی‌داری در افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه دارند (Hervieux & Darné, 2014؛ Mrabet & Alsamara, 2017 و Charfeddine & Mrabet, 2017).

[1] -Biosphere
[2]- MENA Countries
[3] -Foreign Direct Investment (FDI)

به‌طور کلی بر اساس داده‌های بانک جهانی (WB)[1]، قاره‌ی آسیا دارای ۴۹ کشور و قاره‌ی اروپا دارای ۴۷ کشور است که به‌ترتیب برحسب درآمد به چهار گروه کشورهای پردرآمد، کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا، کشورهای با درآمد متوسط رو به پایین و کشورهای کم‌درآمد تقسیم‌بندی شدند. طبق این تقسیم‌بندی، کشور ایران در گروه کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا می‌باشد که در سال‌های اخیر رشد چشمگیری داشته است. سطوح درآمدی کشورها و مقدار رشد اقتصادی هر کشور با سطوح کیفیت محیط‌زیست آن‌ها رابطه تنگاتنگی دارد. براساس نظریه کوزنتس، در مراحل اولیه رشد و افزایش درآمد، مقدار استفاده از انرژی و منابع طبیعی افزایش می‌یابد و موجب افزایش خسارات محیط‌زیستی می‌شود (Amirnejad & Asadpour, 2014)، اما در مراحل بالاتر، با افزایش درآمد سرانه و روی‌کارآمدن تکنولوژی پاک و قوانین و مقررات محیط‌زیستی، موجب بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود. هم‌چنین، توسعه مالی به‌دلیل اهمیتی که در بحث‌های مربوط به تولید و رشد اقتصادی داراست با تسهیل دست‌یابی به فناوری‌های نوین و اصلاح الگوهای مصرفی، منجر به کاهش آلودگی‌های محیط‌زیستی می‌شود و از طرفی با رونق تولید، منجر به کاهش آلودگی می‌شود (Amirnejad & Asadpour, 2014). لذا، با توجه به نتایج متفاوتی که توسعه مالی و رشد اقتصادی می‌توانند بر آلودگی محیط‌زیست کشورهای با شرایط گوناگون داشته باشند، بررسی تغییر کیفیت محیط‌زیست در این کشور و سایر کشورهای این گروه درآمدی جهت کنترل و بهبود شرایط محیط‌زیستی این گروه از کشورها، امری مهم تلقی می‌شود.

به همین منظور، در این مطالعه، با توجه به اهمیت فراوان محیط‌زیست بویژه در سالیان اخیر و افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه به‌عنوان شاخصی از مقدار آلودگی، ارتباط بین ردپای اکولوژیکی و رشد اقتصادی در قالب فرضیه EKC مورد بررسی قرار گرفت. از جمله دلایل انتخاب این مسئله می‌توان به این نکته اشاره کرد که شاخص‌های دیگر تخریب محیط‌زیست مانند آلودگی هوا، آلودگی آب، جنگل‌زدایی و ... فقط جزء کوچکی از تخریب محیط‌زیست می‌باشند، درحالی که ردپای اکولوژیکی به نسبت شاخص جامع‌تری می‌باشد. در زمینه‌ی موضوع مورد بررسی، مطالعات انجام‌شده در داخل کشور نشان داده است که مطالعات بسیار اندکی در خصوص تعیین عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی انجام شده است. مطالعات انجام‌شده تنها ارتباط بین ردپای اکولوژیکی و تولید ناخالص داخلی را مورد بررسی قرار دادند (Molaei & Basharat, 2015 ؛Bakhshi Jahromi, 2013). هم‌چنین، ارتباط بین ردپای اکولوژیکی و تأثیر بازبودن تجاری نیز انجام شد (Fakhr *et al.*, 2016). در مطالعات داخلی و خارجی برای بررسی رابطه ردپای اکولوژیکی با سایر عوامل، از روش‌های متفاوتی بهره گرفته شد. Molaei & Basharat (2015) از طریق روش خودتوضیح برداری با وقفه‌های گسترده، Bakhshi Jahromi (2013); Charfeddine & Mrabet (2017)، با استفاده از روش‌های حداقل مربعات وزنی و حداقل مربعات معمولی، (Hervieux & Darné, 2014؛ Ali *et al.*, 2017؛ Mrabet & Alsamara, 2017) استفاده کردند. در هیچ موردی از روش پانل خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده برای بررسی ارتباط ردپای اکولوژیکی و سایر متغیرها استفاده نشده است. مزیت روش پانل خودتوضیح برداری با وقفه‌های گسترده بررسی هم‌زمان چند کشور در یک دوره طولانی و هم‌چنین، ارائه راهکارهای مفید در کوتاه‌مدت و بلندمدت برای چند کشور به‌گونه هم‌زمان می‌باشد. در این پژوهش، افزون بر بررسی ارتباط بین ردپای اکولوژیکی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه، ارتباط ردپای اکولوژیکی سرانه با متغیرهایی مثل مصرف انرژی، توسعه مالی و درجه بازبودن تجارت، هم مورد بررسی قرار گرفت. در این مطالعه تلاش می‌شود به بررسی ارتباط

[1]- World Bank

بلندمدت و کوتاه‌مدت ردپای اکولوژیکی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه بین کشورهای با درآمد متوسط رو به بالای منتخب عضو قاره آسیا و اروپا پرداخته شود.

مواد و روش‌ها

مؤلفه‌های مؤثر بر ردپای اکولوژیکی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه را با توجه به مطالعات تجربی صورت گرفته و با بهره‌گیری از نظریات گوناگون (Hervieux & Darné, 2014؛ Mrabet & Alsamara, 2017 ؛ Charfeddine & Mrabet, 2017)، می‌توان به‌صورت زیر معرفی نمود:

۱- **تأثیر GDP بر کیفیت محیطزیست:** رابطه‌ی بین GDP و کیفیت محیطزیست از منحنی محیطزیستی کوزنتس پیروی می‌کند. در مرحله ابتدایی صنعتی‌شدن با توجه به اولویت بالای تولید و اشتغال نسبت به محیطزیست پاک، استفاده از منابع طبیعی و انرژی برای رسیدن به تولید بیش‌تر افزایش می‌یابد و در پی آن با افزایش آلودگی همراه خواهد بود (Selden & Song ,1994؛ Cole *et al.*,1997) در مراحل بعدی، صنعتی‌شدن پس از رسیدن به سطح مشخصی از درآمد سرانه موجب بهبود کیفیت محیطزیست می‌شود (Grossman & Krueger, 1991).

۲- **تأثیر توسعه‌ی مالی بر کیفیت محیط زیست:** توسعه مالی فرآیندی است که در آن کمیت، کیفیت و کارایی خدمات واسطه‌گرهای مالی بهبود می‌یابد (Abounoori & Teimoury, 2013). توسعه مالی از طریق تأمین سرمایه لازم برای فعالیت‌های صنعتی و کارخانه‌ای منجر به افزایش آلودگی می‌شود (Sadorsky, 2010). ممکن است توسعه مالی، منابع مالی بیش‌تری را با هزینه‌های مالی کمتر، از جمله برای پروژه‌های محیطزیست ایجاد کند (Tamazian & Bhaskara, 2010).

۳- **تأثیر تجارت بر کیفیت محیطزیست:** اثر تجارت روی وضعیت محیطزیست به سه اثر مقیاس[1]، ترکیب[2] و اثر فناوری[3] تقسیم می‌شود. اثر مقیاس بیانگر تغییر در اندازه فعالیت‌های اقتصادی، اثر ترکیب بیانگر تغییر در ترکیب یا سبد کالاهای تولیدی و اثر فناوری بیانگر تغییر در فناوری تولید به ویژه تغییر در جهت فناورزی پاک است. اثر مقیاس به افزایش و اثر فناوری به کاهش تخریب محیطزیست منجر می‌شود. با توجه به مزیت نسبی در هر کشوری، اگر در کالاهای آلاینده (پاک) مزیت داشته باشند و در تولید آن کالا تخصص پیدا کنند، در آن صورت اثر ترکیب به دلیل تغییر ترکیب کالاهای آلاینده، اثر منفی (مثبت) بر محیطزیست خواهند داشت. در پی آزادسازی تجاری[4]، اگر اثر فناوری بر اثر مقیاس و اثر ترکیب غالب شود و یا اگر اثر فناوری همراه با اثر ترکیب، بر اثر مقیاس غالب شود در آن صورت تجارت موجب بهبود کیفیت محیطزیست می‌شود (Grossman & Krueger, 1991).

۴- **تأثیر انرژی بر کیفیت محیطزیست:** انتظار می‌رود که رابطه بین مصرف انرژی و محیطزیست منفی باشد زیرا استفاده بیش‌تر از انرژی باعث افزایش مقیاس یک اقتصاد و بدترشدن محیطزیست خواهد شد. پس، سطح بالایی از مصرف انرژی منجر به تخریب محیطزیستی در سطح بالا می‌شود؛ در واقع، استفاده از این متغیر موجب تنزیل کیفیت محیطزیست می‌شود (Charfeddine & Mrabet, 2017).

---

[1] -Scale Effect
[2] -Composition Effect
[3] -The Effect of Technology
[4] -Commercial Liberalization

در این بررسی، از متغیرهای EF (سرانه ردپای اکولوژیکی)، به‌عنوان شاخصی از تخریب محیط زیست، GDP (تولید ناخالص داخلی سرانه)، EU (مصرف انرژی)، FDI (توسعه مالی) و EX (درجه بازبودن تجارت) استفاده شد. با توجه به این‌که در این مطالعه از داده‌های پانلی استفاده شده است لذا الگوی تجربی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی سرانه و رشد اقتصادی سرانه به‌صورت رابطه (۱) تصریح شده است (Noferesti, 2005):

$$LEF_{it} = f(LGDP_{it}. LGDP^2{}_{it} . LEX_{it} . LEU_{it} . LFDI_{it}) \quad (۱)$$

در رابطه (۱)، LEF_{it}، متغیر وابسته می‌باشد و بیانگر مقدار لگاریتم ردپای اکولوژیکی سرانه‌ی کشور i در سال t است و به‌عنوان شاخصی از مقدار تخریب محیط‌زیست می‌باشد. هم‌چنین، متغیرهای توضیحی شامل، $LGDP_{it}$، لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه‌ی کشور i در سال t، $LGDP^2{}_{it}$، توان دوم لگاریتم کشور i در سال t و LEX_{it} ، لگاریتم درجه بازبودن تجارت کشور i در سال t، LEU_{it}، لگاریتم مصرف انرژی کشور i در سال t، $LFDI_{it}$، لگاریتم توسعه‌ی مالی کشور i در سال t می‌باشند.

در مدل‌های پانل، همانند مدل‌های سری زمانی، قبل از برآورد الگو و بررسی نتایج حاصل از آن، ابتدا لازم است پایایی متغیرهای موجود در الگو مورد بررسی قرار گیرد (Pesaran & pesaran, 1997; Noferesti, 2008) که در این مطالعه از راه آزمون‌های Im [۱]، ADF [۲] PP [۳] و LLC [۴] انجام شد. فرضیه صفر در این آزمون، مبنی بر وجود ریشه واحد در متغیرهای تحت بررسی می‌باشد. بنابراین، رد فرضیه صفر به معنی عدم وجود ریشه واحد و ایستابودن متغیرهاست. افزون بر انجام آزمون ایستایی، انجام دو آزمون همجمعی و آزمون F لیمر بسیار مهم است. چرا که در برآورد الگو به روش داده‌های پانل، برای تشخیص پانل[۵] یا پول[۶] بودن داده‌ها از آزمون F لیمر استفاده می‌شود. هم‌چنین، بررسی وجود همجمعی نیز در داده‌های ترکیبی بسیار مهم است. در صورتی که متغیرهای مدل ایستا نباشند، برآورد مدل ممکن است به یک رگرسیون کاذب منجر شود. بنابراین، در این حالت (حالتی که برخی متغیرهای مدل ایستا و برخی دیگر ناایستا باشند) برای جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب قبل از برآورد، آزمون‌های همجمعی انجام می‌گیرد تا پس از اطمینان از وجود رابطه بلندمدت، الگوی مورد نظر تخمین زده شود. با معرفی و تبیین فرم تابعی الگوی عوامل مؤثر بر ردپای اکولوژیکی سرانه و تولید ناخالص داخلی سرانه رابطه (۱)، ارتباط کوتاه‌مدت و بلندمدت بین متغیرها در قالب الگوی خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL) [۷] و در چارچوب پانل[۸] مورد بررسی قرار گرفته است. بمنظور برآورد الگو در چارچوب الگوی پانل ARDL، جهت تعیین تعداد وقفه‌های بهینه، از معیار شوارتز بیزین (SCB)[۹] استفاده شده است. مزیت بکارگیری روش ARDL بر سایر روش‌ها این است که صرف‌نظر از

[1] -Im, Pesaran & Shin
[2] -ADF - Fisher
[3] -PP - Fisher
[4] -Levin, Lin & Chu
[5] -Panel
[6] -Pooled
[7] -Autoregressive Distributed Lag Model (ARDL)
[8] -Panel
[9] -Schwartz Criterion Bayesian (SCB)

ماهیت ایستایی متغیرهای موجود در مدل می‌توان رابطه همگرایی[1] بین متغیرها را نیز بررسی کرد (Pesaran & Pesaran, 1997). هم‌چنین، در نمونه‌های کوچک، این روش دارای قدرت توضیح‌دهندگی بالایی نسبت به سایر روش‌ها است (Pesaran & Shin, 1998). بنابراین، برآوردهای روش ARDL به‌دلیل پرهیز از مشکلاتی همچون خودهمبستگی[2] و درونزایی[3]، ناریب و کارا [4] هستند. هم‌چنین، این روش، روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیر وابسته و سایر متغیرهای توضیحی الگو را به‌طور همزمان تخمین می‌زند (Sidki, 2000). الگوی ARDL برای رابطه (۱) که مربوط به عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی است را در چارچوب الگوی کوتاه‌مدت ARDL می‌توان به‌صورت رابطه (۲) بیان کرد:

$$\mathrm{LEF_t} = \mathrm{b_0} + \sum_{i=0}^{n} \alpha_i \mathrm{LGDP_{t-i}} + \sum_{i=0}^{n} \mathrm{b_{1}}_i \mathrm{LGDP^2_{t-i}} + \sum_{i=0}^{n} \mathrm{b_{2}}_i \mathrm{LEX_{t-i}} + \sum_{i=0}^{n} \mathrm{b_{3}}_i \mathrm{LEU_{t-i}} + \sum_{i=0}^{n} \mathrm{b_{4}}_i \mathrm{LFDI_{t-i}}\, \mathrm{u_t} \quad (۲)$$

براساس رابطه (۲) در الگوی ARDL، متغیر وابسته تحت تأثیر مقادیر سطح و باوقفه متغیرهای توضیحی قرار دارد. لازم است کاذب‌بودن و نبودن ضرایب تعادل بلندمدت بدست‌آمده مورد بررسی قرار گیرد (Noferesti, 2008). برای این منظور، در الگوی ARDL از روش آزمون فرض استفاده شد. براین اساس فرض صفر و مقابل آن برای رابطه (۲) به‌صورت رابطه (۳) بیان شد:

$$\begin{cases} H_0 = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i - 1 \geq 0 \\ H_1 = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i - 1 < 0 \end{cases} \quad (۳)$$

در رابطه (۳)، فرض صفر بیانگر عدم وجود هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت است. زیرا شرط آن‌که رابطه پویای کوتاه‌مدت به‌سمت تعادل بلندمدت گرایش یابد، آن است که مجموع ضرایب کم‌تر از یک باشد. برای انجام آزمون مورد نظر در ابتدا لازم است آماره t بر اساس رابطه (۴) محاسبه شود (Noferesti, 2008):

$$t = \frac{\sum_{i=1}^{m} \hat{\alpha_i} - 1}{\sum_{i=1}^{m} \delta \hat{\alpha_i}} \quad (۴)$$

سپس، مقدار t محاسباتی با مقادیر بحرانی ارائه‌شده توسط Banerjee *et al* (1993) مقایسه شود. در صورت وجود رابطه بلندمدت، رابطه (۲) به‌صورت رابطه (۵) تصریح می‌شود:

$$\mathrm{LEF}_t = \gamma_0 + \gamma_1 \mathrm{LGDP}_{t-1} + \gamma_2 \mathrm{LGDP^2}_{t-1} + \gamma_3 \mathrm{LEX}_{t-1} + \gamma_4 \mathrm{LEU}_{t-1} + \gamma_5 \mathrm{LFDI}_{t-1} + u_t \quad (۵)$$

[1] -Convergence
[2] -Self-Affiliation
[3] -Endogenous
[4] -Unbiased and Efficient

هم‌چنین، در الگوی ARDL در صورت وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای موجود در مدل، می‌توان میان نوسانات کوتاه‌مدت متغیرها و مقادیر تعادلی بلندمدت ارتباط برقرار کرد. این امکان از طریق الگوی تصحیح خطا[1] امکان‌پذیر است. فرم عمومی الگوی تصحیح خطا برای رابطه (۲) به‌صورت رابطه (۶) قابل بیان است:

$$\Delta \mathrm{LEF}_t = b_0 + \sum_{i=0}^{n} \alpha_i \Delta \mathrm{LGDP}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} b_{1i} \Delta \mathrm{LGDP}^2{}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} b_{2i} \Delta \mathrm{LEX}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} b_{3i} \Delta \mathrm{LEU}_{t-i} + \sum_{i=0}^{n} b_{4i} \Delta \mathrm{LFDI}_{t-i} + \theta ecm_{\ t-1} + u_{\ t} \quad (۶)$$

در رابطه (۶)، Δ عملگر تفاضل مرتبه اول، θ سرعت تعدیل پارامتر موردنظر یا سرعت نزدیک‌شدن به مقدار تعادلی بلندمدت را اندازه‌گیری می‌کند و $ecm_{\ t-1}$ جملات پسماندی است که از برآورد رابطه بلندمدت (۵) بدست آمده است (Noferesti, 2008). در استفاده از الگوی داده‌های پانل، پس از بررسی پایایی متغیرهای تحت بررسی، انجام دو آزمون همگنی[2] و هاسمن[3] بسیار مهم و ضروری است. براساس آزمون همگنی، اگر ناهمگنی پارامترها در بین افراد و مقاطع یا در طول سری نادیده گرفته شود، می‌تواند به برآوردهای ناسازگار یا بی‌معنی از پارامترها منجر شود (تورش ناهمگنی[4]). در این حالت‌ها، آشکار است که از رگرسیون داده‌های پانلی که عرض از مبدأهای ناهمگن را نادیده می‌گیرند، نباید استفاده کرد (Fotros *et al.*, 2012). جهت انجام آزمون همگنی در ادبیات اقتصادسنجی به گونه معمول، آزمون F لیمر[5] استفاده می‌شود (Noferesti, 2008). این آزمون به‌صورت رابطه (۷) استفاده شد:

$$f(n-1.nt-n-k) = \frac{R^2_{LSDV} - R^2_{POOLED}/n-1}{1-R^2_{LSDV}/nt-n-k} \quad (۷)$$

در رابطه (۷)، R^2_{LSDV} و R^2_{POOLED} به‌ترتیب ضریب تعیین الگوهای متغیر و رگرسیون ادغامی می‌باشند. هم‌چنین، در این رابطه n تعداد مقطع، T تعداد مشاهدات در هر مقطع و K تعداد رگرسورها را نشان می‌دهد. بر این اساس و بر پایه فرضیه صفر، مدل برتر انتخاب شد. پس از انجام آزمون همگنی برای تخمین معادلات با توجه به ویژگی‌های الگو، مشخص شد که کدام یک از روش‌های اثرات ثابت[6] و یا اثرات تصادفی[7] مناسب می‌باشند. برای این منظور نیز، در مطالعات به‌طور معمول از آزمون هاسمن استفاده می‌شود (Noferesti, 2008). آماره‌ی آزمون هاسمن که دارای توزیع چی–دو[8] می‌باشد، براساس رابطه (۸) محاسبه شد:

$$h = (beta_f - beta_r)(var_f - var_r)^{-1}(beta_f - beta_r) \quad (۸)$$

---

[1] -Error Correction Pattern
[2] -Cointegration Test
[3] -Hausman Test
[4] -Heterogeneous Bustle
[5]- F-Limer
[6] -Fixed Effect
[7] -Random Effect
[8] -Chi-two Distribution

در رابطه (۸)، $beta_f$ و $beta_r$ به‌ترتیب بردار ضرایب معادلات اثرات ثابت و اثرات تصادفی می‌باشند. var_f و var_r نیز ماتریس واریانس- کواریانس معادله‌های اثرات ثابت و اثرات تصادفی را نشان می‌دهند. براساس فرضیه صفر در آزمون هاسمن در تخمین معادلات لازم است اثرات تصادفی در نظر گرفته شود؛ با این وجود، فرضیه مقابل در آزمون هاسمن بر اثرات ثابت در تخمین الگو تأکید دارد (Hausman, 1978).

جامعه آماری مطالعه حاضر شامل ۱۳ کشور منتخب عضو آسیا و اروپا می‌باشد که بر اساس آمار بانک جهانی در گروه کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا قرار دارند. به‌طور کلی، در گروه کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا، اروپا دارای ۹ کشور و آسیا دارای ۱۲ کشور می‌باشند که کشورهای لبنان، بوسنی، بلغارستان، کرواسی، مونتنگرو و صربستان به دلیل محدودیت در داده‌های ردپای اکولوژیکی و تولید ناخالص داخلی از لیست کشورهای مورد بررسی حذف شدند. بدین ترتیب، کشورهای منتخب شامل ایران، آذربایجان، چین، عراق، مالزی، روسیه، تایلند، ترکیه، ترکمنستان، آلبانی، بلاروس، مقدونیه و رومانی می‌باشد. داده‌های مربوط به ردپای اکولوژیکی سرانه از سایت شبکه جهانی ردپا[1] و آمار و اطلاعات مربوط به متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی، توسعه مالی و تجارت باز از سایت بانک جهانی (WDI)[2] در دوره زمانی ۲۰۱۳-۱۹۹۲ گردآوری شدند. از آن‌جایی که داده‌های مربوط به ردپای اکولوژیکی تنها تا سال ۲۰۱۳ موجود است به بررسی تا این دوره زمانی بسنده شده است. هم‌چنین، در این مطالعه جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها و برآورد مدل، از روش پانل ARDL و نرم‌افزار Eviews 9 استفاده شده است.

نتایج و بحث

وضعیت کلی از متغیرهای مورد بررسی (ردپای اکولوژیکی، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی، تجارت باز و توسعه مالی) برای کشورهای مورد مطالعه جدول ۱ آمده است.

جدول ۱- وضعیت متغیرهای مورد بررسی کشورهای مورد مطالعه

Table 1 - The status of variables in the study countries

کشور Country	ردپای اکولوژیکی (نفر بر هکتار) Ecological Footprint (gha)	تولید ناخالص داخلی (میلیارد دلار) GDP (Billion $)	مصرف انرژی(تن) Energy Consmption (Tonne)	تجارت باز (میلیارد دلار) Trade openness (Billion $)	توسعه مالی (میلیارد دلار) Financial development (Billion $)
ایران Iran	3	483098	3023	1.39	2105
آذربایجان Azerbaijan	2.3	58383	1502	4.11	4430
چین China	3.5	8333287	2236	2.17	268097

[1] -Network Global Footprint
[2] -World Bank

4781	4.82	1413	183908	1.9	عراق Iraq
10619	1.56	2967	314317	4.2	مالزی Malaysia
22031	6.79	4942	1706427	5.7	روسیه Russia
4975	1.82	1969	382525	2.5	تایلند Thailand
13119	9.86	1577	1025467	3.1	ترکیه Turkey
3830	3.59	4893	34979	5.5	ترکمنستان Turkmenistan
1149	1.1	808	12750	2.3	آلبانی Albania
1862	1.4	2928	64590	4.6	بلاروس Belarus
60	7	1262	10221	3	مقدونیه Macedonia
3869	6.8	1591	185227	2.6	رومانی Romania

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research findings

جدول ۲ نتایج حاصل از آزمون ایستایی متغیرها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشاهده می‌شود برخی از متغیرهای مدل در سطح ایستا بوده و برخی دیگر با یک‌بار تفاضل‌گیری ایستا شدند. بنابراین، با توجه به نتایج آزمون ایستایی و الگوریتم الگوسازی (Fomby, 1998) می‌توان مدل خودتوضیح برداری با وقفه‌های گسترده (ARDL) را به‌عنوان مدل مناسب جهت بررسی مؤلفه‌های مؤثر بر رشد اقتصادی انتخاب نمود.

جدول ۲– نتایج آزمون ایستایی متغیرها

Table 2- The Results of Unit Root Test of Variables

احتمال Prob	آزمون ADF ADF test	احتمال Prob	آزمون Im Im Test	متغیرها Variables
0.481	27.672	0.587	0.220	LEF
0.000	111.359	0.000	-7.652	D(LEF)
0.999	8.223	0.999	3.377	LGDP
0.000	90.405	0.000	-6.274	D(LGDP)
1.000	7.298	0.999	3.710	LGDP2
0.000	87.737	0.000	-6.756	D(LGDP2)
0.493	27.454	0.668	0.436	LEU
0.000	122.873	0.000	-8.479	D(LEU)
0.003	52.109	0.151	-1.028	LEX

0.779	22.032	0.855	1.061	LFD
0.000	121.915	0.000	-8.129	D(LFD)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research findings

ادامه جدول ۲- نتایج آزمون ایستایی متغیرها

Table 2 Continue- The Results of Unit Root Test of Variables

درجه ایستایی Degree of Stationary	احتمال Prob	آزمون LLC LLC Test	احتمال Prob	آزمون PP PP test	متغیرها Variables
-	0.351	-0.380	0.090	38.444	LEF
I(1)	0.000	-6.676	0.000	193.369	D(LEF)
-	0.445	-0.137	0.912	18.513	LGDP
I(1)	0.000	-6.032	0.000	113.999	D(LGDP)
-	0.698	0.354	0.991	13.224	LGDP2
I(1)	0.000	-5.723	0.000	113.556	D(LGDP2)
-	0.159	-0.997	0.240	32.874	LEU
I(1)	0.000	-7.365	0.000	184.732	D(LEU)
I(0)	0.070	-1.473	0.008	48.871	LEX
-	0.318	-0.472	0.177	34.752	LFD
I(1)	0.000	-5.904	0.000	360.51	D(LFD)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research findings

براساس نتایج آزمون همجمعی، با توجه به آماره ADF و احتمال مربوط به آن، وجود هم‌جمعی در مدل پذیرفته می‌شود (جدول ۳). بنابراین، بین متغیر وابسته و متغیرهای توضیحی یک رابطه بلندمدت وجود دارد. هم‌چنین، نتایج آزمون F لیمر نشان داد داده‌های مطالعه از نوع پانل (تلفیقی) می‌باشند نه از نوع پول زیرا مقدار احتمال زیر ۰/۰۵ است.

جدول ۳– نتایج آزمون همجمعی و F لیمر

Table 3- The results of cointegration and F-Lmer Test

آزمون هم‌جمعی Cointegration Test		
آماره ADF		احتمال
ADF Statistic		Prob
-4.228		0.000
آزمون F لیمر F limer Test		
آماره F		احتمال
F Statistic		Prob
99.561		0.000

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research findings

نتایج رابطه بلندمدت در جدول ۴ ارائه شد که نشان داد کلیه متغیرها از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشند. متغیرهای انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه اثر مثبت و معنی‌داری در افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه دارند. ضریب متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه ۰/۵۴۶ می‌باشد، لذا با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی سرانه ردپای اکولوژیکی سرانه به‌مقدار ۰/۵۴۶ درصد افزایش می‌یابد. ضریب متغیر مصرف انرژی ۰/۶۵۴ می‌باشد، بدین‌ترتیب با افزایش یک درصدی مصرف انرژی، ردپای اکولوژیکی سرانه به‌مقدار ۰/۶۵۴ درصد افزایش می‌یابد. هم‌چنین، ضریب متغیر توسعه مالی ۰/۰۱۹ می‌باشد، بدین ترتیب با افزایش یک درصدی توسعه مالی ردپای اکولوژیکی سرانه به‌مقدار ۰/۰۱۹ درصد افزایش می‌یابد. متغیرهای تجارت باز و توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه اثر منفی و معنی‌داری در افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه دارند. مقدار ضریب متغیر تجارت باز ۰/۰۴۷– می‌باشد، می‌توان بیان کرد که با افزایش یک درصدی تجارت باز، ردپای اکولوژیکی سرانه به‌مقدار ۰/۰۴۷ درصد کاهش می‌یابد.

جدول ۴– نتایج حاصل از برآورد رابطه بلندمدت مدل ARDL(1,1,1,1,1)

Table 4- The Results of the Long Run of the Model ARDL (1,1,1,1,1)

احتمال Prob	آماره t T-statistic	انحراف معیار Standard Deviation	ضرایب Coefficients	متغیر Variables
0.039	2.068	0.264	0.546	LGDP
0.052	-1.949	0.039	-0.077	LGDP2
0.000	26.541	0.024	0.654	LEU
0.000	6.410	0.002	0.019	LFD
0.019	-2.360	0.020	-0.047	LEX

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research findings

نتایج حاصل از برآورد الگوی کوتاه‌مدت مدل پانل ARDL در جدول ۵ ارائه شد. نتایج نشان داد که تنها متغیر مصرف انرژی از لحاظ آماری معنی‌دار می‌باشد، در کوتاه‌مدت با افزایش یک درصدی مصرف انرژی مقدار ردپای

اکولوژیکی سرانه به‌اندازه ۰/۲۵۱ درصد افزایش می‌یابد و سایر متغیرها معنی‌دار نیستند. ضریب تصحیح خطا نشان می‌دهد در هر دوره (هر سال) ۰/۵۶ از عدم تعادل کوتاه‌مدت برای دست‌یابی به تعادل بلندمدت تعدیل می‌شود.

جدول ۵– نتایج حاصل از برآورد الگوی پویای متغیرهای مدل ARDL(1,1,1,1,1)

Table 5- The Results of Dynamic Model of ARDL (1,1,1,1,1)

متغیر Variables	ضرایب Coefficients	انحراف معیار Standard Deviation	آماره t T-statistic	احتمال Prob
LGDP	1.283	3.620	0.354	0.723
LGDP2	-0.086	0.489	-0.177	0.859
LEU	0.251	0.078	3.225	0.001
LFD	0.001	0.008	0.171	0.864
LEX	0.006	0.036	0.187	0.851
C	-1.632	0.261	-6.250	0.000
ECM	-0.565	0.089	-6.344	0.000

مأخذ: یافته‌های پژوهش

Reference: Research findings

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

نتایج در بلندمدت نشان می‌دهد، متغیرهای انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی اثر مثبت و معنی‌داری در افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه دارند که مطابق با نتایج Hervieux & Darné, (2014)؛ Mrabet & Charfeddine & Mrabet, (2017) ؛ Alsamara, (2017) می‌باشد. هم‌چنین، رابطه افزایش تولید ناخالص داخلی و ردپای اکولوژیکی با Bakhshi Jahromi (2013)؛ Molaei & Basharat (2015)؛ Fakhr *et al.*(2016)؛ هم‌سو می‌باشد. متغیرهای تجارت باز و توان دوم تولید ناخالص داخلی سرانه اثر منفی و معنی‌داری در افزایش ردپای اکولوژیکی سرانه دارند. اثر منفی تجارت باز با نتیجه Mrabet & Alsamara, (2017) همسو نمی‌باشد زیرا بیان کردند که با افزایش واردات و صادرات مقدار خسارت به محیط‌زیست افزایش می‌یابد. به‌بیان‌دیگر، در بلندمدت با افزایش مصرف انرژی، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی موجب افزایش ردپای اکولوژیکی و افزایش تخریب محیط‌زیست می‌شوند. افزایش واردات و صادرات باعث کاهش ردپای اکولوژیکی سرانه می‌شود و روند تخریب محیط‌زیست را کند می‌کند. در کوتاه‌مدت تنها مقدار مصرف انرژی اثر مثبت و معنی‌داری در ردپای اکولوژیکی سرانه دارد و باقی متغیرها از لحاظ آماری معنی‌دار نیستند. بدین ترتیب، افزایش مصرف انرژی در کوتاه‌مدت و هم‌چنین، در بلندمدت موجب افزایش خسارت به محیط‌زیست می‌شود. ضرایب بدست‌آمده در بلندمدت مطابق با تئوری‌های موجود می‌باشند چرا که افزایش در مقدار استفاده از انرژی و سوخت، توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی موجب افزایش در آلودگی محیط‌زیست و افزایش ردپای اکولوژیکی می‌شود.

در این مطالعه، بین GDP سرانه و ردپای اکولوژیکی یک رابطه مثبت و ارتباط میان توان دوم GDP سرانه و ردپای اکولوژیکی سرانه منفی بدست آمد و این رابطه به‌صورت یک رابطه U شکل معکوس بود. بدین ترتیب، نتایج بلندمدت برآورد مدل، فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس را در نمونه تحت بررسی تأیید کرد. به‌بیان‌دیگر، این کشورها در

ابتدا با افزایش درآمد مقدار تخریب محیط‌زیست آن‌ها افزایش یافته و به‌مرور زمان و با پیشرفت تکنولوژی افزایش درآمد موجب کاهش ردپای اکولوژیکی سرانه شد. برای بررسی چگونگی تعدیل از عدم تعادل کوتاه‌مدت به روند بلندمدت جمله تصحیح خطا برآورد شد. ضریب جمله تصحیح خطای بدست‌آمده نشان داد که در هر دوره ۵۶ درصد از عدم تعادل تعدیل شده و به‌سمت روند بلندمدت خود نزدیک می‌شود.

نتایج بدست‌آمده نشان داد که در بلندمدت، با افزایش GDP سرانه، منابع محیط زیستی تخریب می‌شوند و ردپای اکولوژیکی سرانه افزایش می‌یابد. از آن‌جایی که استفاده هرچه بیش‌تر از انرژی‌های نفت و گاز و به‌دنبال آن توسعه مالی و افزایش تولید ناخالص داخلی موجب افزایش هرچه بیش‌تر ردپای اکولوژیکی خواهد شد، پیشنهاد می‌شود کشورهای ایران، آذربایجان، چین، عراق، مالزی، روسیه، تایلند، ترکیه، ترکمنستان، آلبانی، بلاروس، مقدونیه و رومانی تمام تلاش خود را جهت ایجاد تکنولوژی پاک انجام دهند و آن را تقویت نمایند؛ یعنی با افزایش اطلاعات، آموزش صحیح و مبادرت با دیگر کشورها جهت بهره‌مندی از اطلاعات و کالاهای همسو با محیط‌زیست چگونگی تولید را اصلاح کرده و موجب کاهش خسارت به محیط‌زیست شوند. ایران با واردکردن فناوری‌های پیشرفته از کشورهای توسعه‌یافته و افزایش توسعه مالی خود می‌تواند این آلودگی‌ها را کاهش دهد. افزون بر آن، می‌توان با وضع مالیات بر تولیدکنندگان آلودگی، آن‌ها را به استفاده از فناوری‌های جدید در راستای حفظ محیط‌زیست ترغیب نمود. هم‌چنین، با توجه به نتایج می‌توان با کاهش مقدار استفاده از انرژی فسیلی و جایگزینی آن با انرژی‌های تجدیدپذیر مقدار آلودگی را کاهش داد. در این راستا، سایر دولت‌ها می‌توانند با تشویق تولیدکنندگان فعال در بخش صنعت به استفاده از فناوری‌ها و تکنولوژی‌هایی جدید، آلودگی‌های محیط زیست را کاهش دهند. هم‌چنین، فراهم‌آوردن تسهیلات لازم مانند اعطای تسهیلات کم‌بهره و بلندمدت به تولیدکنندگان جهت بهره‌مندی از این فناوری‌ها، در کاهش مقدار آلودگی محیط‌زیست نقش مؤثر و مفیدی داشته باشد.

Refrences

Abounoori, A. & Teimoury, M. (2013). Investigation of the Effect of Financial Development on Economic Growth: A Comparative Study in OECD and UMI Countries. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 3 (11): 29-40. (In Persian)

Ali, W., Abdullah, A., & Azam, M. (2017). The dynamic relationship between structural change and CO_2 emissions in Malaysia: a cointegrating approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 12723-12739.

Alishiri, H., Sajjadifar, H., & Mohammad Bagheri, A. (2017). Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypotheses in Water Pollution, A Case Study. *Water and Wastewater consulting Engineer*, 28 (1):57-64. (In Persian)

Amirnejad, H., & Asadpur Kordi, M. (2014). The group examined the relationship between air pollution, GDP, energy intensity and openness in Iran (Applications of Environmental Kuznets hypothesis) .*Journal of Agricultural Economics*, 3: 1332-115. (In Persian)

Bakhshi Jahromi, N. (2013). Ecological Footprint: Indicator for Sustainable Development. 3rd National Conference on Agriculture and Sustainable Development. *Opportunities and Challenges*, 272-267. (In Persian)

Banerjee, A., Dolado Lobregad, J. J., & Mestre Zamarreño, R. (1993). *On some simple tests for cointegration: The cost of simplicity*. Banco de España. Servicio de Estudios.

Barghi Skooee, M. M. (2008). The Impact of Trade Liberalization on the Greenhouse Gases (CO_2 Emission) in EKC. *Economic Research Magazine*, 82 :1-21. (In Persian)

Behboudi, D., Asgharpur, H., Fallahi, F., & Mohammadi, K. R. (2014). Impacts of financial and economic developments on greenhouse gas emission in selected OPEC countries: a panel cointegration and dynamic ordinary least squares approach. *Journal of Economic Research*, 49(2):315-335. (In Persian)

Charfeddine, L., and Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and social political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76:138–154.

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

Fakhr, H., Abedi, Z., and Shaygani, B. (2016). Investigating the relationship between commercial and financial openness with ecological footprint. *Journal of Economic Modeling*, 11: 49-67. (In Persian)

Fomby, B. T. (1998). *How to Model Multivariate Time Series Data*. Department of Economics, Southern Methodist, University Dallas, USA.

Fotros, M. H. and Barzegar, H. (2014). The Effects of Some Macroeconomic Variables on Carbon Dioxide Emissions in Central Asia and Iran, 1995-2007. *Iranian Economic Journal: Macroeconomic (IEJM)*, 8(16):141-158. (In Persian)

Fotros, M. H., Ghaffari, H., Shahbazi, A. (2012). Relationships between Co_2 Emissions and Economic Growth: the Case of OPEC. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 1(1):59-77. (In Persian)

Global Footprint Network. (2017). Available at: http://www.footprintnetwork.org//.

Grossman, G., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impact of a North American Free Trade Agreement*, Cambridge, National Bureau of Economic Research Working Paper.

Hausman, J. A. (1978). *Specification Tests in Econometrics. Econometrical*, 46: 1251-1271.

Hayati, B., Mahjori K., Ataei Saloat, K., Rezaei, A., & Ehsani, M. (2009). Investigation of causality relation and Kuznets' environmental curve test in Iran. *Journal of Geography and Planning*, 15: 44-27. (In Persian)

Hervieux, M.S. & Darné, O. (2014). Production and consumption-based approaches for the Environmental Kuznets Curve in Latin America using ecological footprint. *Document de Travail Working Paper, Lemana, EA 4272*: www.univ-nantes.fr/iemn-iae/recherche.

Hosseinzadeh, N., Nesari, R., and Montazeri, R. (2014). Tehran Municipality's Sustainable Financing Strategies in the Five-Year Plan, with Emphasis on Resistance Economy Communication Policies. *Economics and Urban Management*. 3: 99-116. (In Persian)

Jayadevappa, R., & Chhatre, S. (2000). International trade and environmental quality: a survey. *Ecological Economics*, 32(2), 175-194.

Kitzes, J., Peller, A., Goldfinger, S., & Wackernagel, M. (2007). Current methods for calculating national ecological footprint accounts. *Science for Environment & Sustainable society*, 4:1-9.

Li, T., Wang, Y., & Zhao, D. (2016). Environmental Kuznets curve in China: new evidence from dynamic panel analysis. *Energy Policy*, 91:138-147.

Luck, M., Jenerette, G., Wu, J., & Grimm, N. B. (2001). The Urban Funnel Model and the Spatially Heterogeneous Ecological Footprint. *Ecosystems* ,4 :782–796. https://doi.org/10.1007/s10021-001-0046-8.

Molaei, M., & Basharat, E. (2015). Investigating Relationship between Gross Domestic Product and Ecological Footprint as an Environmental Degradation Index. *Economic Research*, 50: 1033-1017. (In Persian)

Monfreda, C., Wackernagel, M., & Deumling, D. (2004). Establishing National Natural Capital Accounts Based on Detailed Ecological Footprint and Biological Capacity Assessments. *Land Use Policy*, 21: 231-246.

Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2017). Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70: 1366-1375.

Nasrollahi, Z., & Ghafari Golak, M. (2011). The Relationship between Air Pollution and Economic Growth in 28 Provinces of Iran (The case study of CO, SO2 and NOX). *Knowledge and Development*, 17(33):164-182. (In Persian)

Nijkamp, P., Rossi, E., & Vindigni, G. (2004). Ecological footprints in plural: a meta-analytic comparison of empirical results. *Regional Studies*, 38(7):747-765.

Noferesti, M. (2005). Investigating the Effects of Monetary and Foreign Currency Policies on the Iranian Economy in the Context of a Dynamic Macroeconomic Model. *Journal of Economic Research*, 70: 1-29.

Noferesti, M. (2008). *Unit root and cointegration in econometrics.* Rasa Publish.

Pajooyan, J., & Moradhasel, N. (2008). Assessing the relation between economic growth and air pollution. Quarterly *Journal of Economic Research,* 7(4) :141-160. (In Persian)

Pesaran, H. H., & Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics letters*, 58(1): 17-29.

Pesaran, M. H., & Pesaran, B. (1997). *Working with Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis.* Oxford university press, Oxford.

Sadeghi, K., & Ebrahimi, S. (2012). Impact of financial development, GDP and energy consumption on environmental pollution in Iran. *Quarterly Journal of Energy Economics*, 2: 129-152. (In Persian)

Sadorsky, P. (2010). The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies. *Journal of Energy Policy*, 38: 2528-2535.

Selden, T. M., & Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: Is there Kuznets Curve for Air Pollution Emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2):147-162

Sidki, S. (2000). Automorphisms of one-rooted trees: growth, circuit structure, and acyclicity. *Journal of Mathematical Sciences*, 100(1): 1925-1943.

Sinha, A. & Shahbaz, M. (2018). Estimation of environmental Kuznets curve for CO_2 emission: role of renewable energy generation in India. *Renewable Energy*, *119*:703-711.

Stern, D. I. (2003). International society for ecological economics internet encyclopedia of ecological economics the environmental Kuznets curve. *Department of Economics, Rensselaer Polytechnic Institute*.

Tamazian, A., & Bhaskara Rao, B. (2010). Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter for Environmental Degradation? Evidence from Transitional Economies. *Journal of Energy Economics*, 32:137-145.

Wackernagel, M. (2007). Current Methods for Calculating National Ecological Footprint Accounts. *Science for Environment and Sustainable Society*, 4: 103-224.

Wiedmann, T., Minx, J., Barrett, J., & Wackernagel, M. (2006). Allocating ecological footprints to final consumption categories with input–output analysis. *Ecological Economics*, 56(1): 28-48.

World Bank. (WB). (2017). Available online at: http://data.worldbank.org/indicator.