

بررسی تأثیر شاخص توسعه انسانی بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای عضو سازمان بهره‌وری آسیا

حمید امیرنژاد^{۱*}، فؤاد عشقی^۲، مهسا تسلیمی^۳، مریم اسدیپور گلوگاهی^۴

۱. نویسنده مسئول و استاد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. یارانه: Hamidamirnejad@yahoo.com
۲. استادیار گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ایران. یارانه: Fesh.foad@gmail.com
۳. دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران Taslimi_mahsa@yahoo.com
۴. دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه اقتصاد کشاورزی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ساری، ایران asadpourmaryam75@gmail.com

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۱۱ تاریخ تصویب: ۱۴۰۴/۰۳/۱۲)

چکیده

تلاش هر کشور و جامعه‌ای، دستیابی به رفاه و آسایش بیشتر و جبران عقب‌ماندگی و به‌عبارتی زندگی بهتر و برتر است. بدیهی است که رسیدن به چنین اهدافی، نیازمند توسعه پایدار است. امروزه، رابطه بین توسعه انسانی و کیفیت محیط‌زیست به‌عنوان یک موضوع برجسته در زمینه حفظ و پایداری محیط‌زیست مطرح است؛ افزایش شاخص توسعه انسانی میزان مصرف منابع طبیعی و پایداری محیط‌زیست را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف از انجام این مطالعه، بررسی رابطه میان آلودگی محیط‌زیستی و شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب عضو سازمان بهره‌وری آسیایی است. برای آزمون لیمر داده‌های مطالعه باید به‌صورت ترکیبی به کار گرفته شود که شامل ۲۰ کشور عضو سازمان بهره‌وری آسیایی در دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۰ است. نتایج به‌دست آمده از برآورد مدل نشان داد که با افزایش شاخص توسعه انسانی، میزان انتشار دی‌اکسیدکربن کاهش می‌یابد. به‌بیان دیگر، چنانچه شاخص توسعه انسانی که متشکل از سه متغیر امید به زندگی، تحصیلات و درآمد سرانه است، افزایش یابد، موجب بهبود کیفیت محیط‌زیست می‌شود. این بدان معنی است که افزایش امید به زندگی، افزایش سطح تحصیلات و افزایش درآمد سرانه منجر به بهبود و ارتقا شاخص توسعه انسانی می‌شود و حاصل ارتقا شاخص توسعه انسانی افزایش رفاه جامعه است که در نهایت منجر به کاهش سطح آلودگی‌ها، به‌خصوص آلودگی هوا می‌شود. با توجه به اینکه با ارتقا شاخص توسعه انسانی، کیفیت محیط‌زیست ارتقا می‌یابد، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران به‌گسترش آموزش و سیاست‌های افزایش شاخص‌های توسعه انسانی جهت بهبود کیفیت محیط‌زیست پرداخته و کاهش آلودگی را مدنظر قرار دهند.

کلید واژه‌ها: توسعه پایدار، فرضیه محیط‌زیستی کوزنتس، آلودگی هوا، داده‌های پانل، اثرات ثابت



سرآغاز

تلاش هر کشور و جامعه‌ای، دستیابی به رفاه و آسایش بیشتر و جبران عقب‌ماندگی و به‌عبارتی زندگی بهتر و برتر است (Khoshnevis & Pejooyan, 2012). رسیدن به حداکثر رفاه اجتماعی، از جمله هدف‌های مهم هر سیستم اقتصادی به‌شمار می‌آید. به این منظور، استفاده بهینه و کارا از منابع در طول زمان از اهمیت زیادی برخوردار است (Shabani et al., 2023). بدیهی است که رسیدن به چنین اهدافی، نیازمند توسعه پایدار است که در آن به‌تمامی ابعاد و جنبه‌های توسعه به‌طور هم‌زمان توجه شده باشد. بر این اساس، از میان ابعاد مختلف توسعه، انسان و منابع انسانی جایگاه منحصر به فردی دارد؛ به‌گونه‌ای که از انسان به‌عنوان هدف توسعه و به‌عنوان ابزار توسعه یاد می‌شود؛ از این‌رو، توسعه اقتصادی در بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها و توسعه انسانی مشهود شد (Khoshnevis & Pejooyan, 2012). علاوه بر این، توافقنامه پاریس که در سال ۲۰۱۵ به‌وسیله ۱۹۶ کشور مصوب شد، بر اهمیت حفظ دمای زمین تأکید دارد که دستیابی به این هدف نیازمند کاهش قابل توجه انتشار گازهای گلخانه‌ای تا اواسط این قرن است (Ullah et al., 2023).

از دهه ۱۹۹۰، برنامه توسعه سازمان ملل متحد (UNDP)^(۱) گزارش‌های سالانه‌ای را برای بیش از ۱۴۰ جامعه منتشر کرده است که بر سطح، مشکلات و چالش‌های توسعه انسانی تمرکز دارد (Hamdi & Hakimi, 2021). تلاش کشورها برای افزایش درآمد ملی، رفاه بیشتر و زندگی بهتر متمرکز است، لذا برای تحقق چنین هدفی باید به‌تمامی ابعاد و جنبه‌های توسعه خصوصاً توسعه انسانی توجه ویژه داشت (Pourali et al., 2019). توسعه انسانی بر اساس تعریف UNDP، فرایند بسط انتخاب‌ها و ظرفیت‌های انسانی است. این رویکرد، شالوده اصلی خود را از رویکرد قابلیت‌های آمارتیاسن که عبارت است از «توانایی یک فرد برای داشتن انتخاب‌های مختلف و دستیابی به سطح رفاه متناظر» گرفته است. از نظر وی، پیشرفت انسانی را نمی‌توان تنها با درآمد سرانه اندازه‌گیری کرد؛ بلکه لازمه دستیابی به زندگی بهتر علاوه بر داشتن درآمد بالاتر، پرورش و بسط استعدادها و ظرفیت‌های انسانی است که این نه‌تنها به درآمد؛ بلکه به عوامل دیگری مانند امید به زندگی، آموزش، تحصیلات، بهداشت و ملاحظات محیط‌زیستی بستگی دارد

(Khoshnevis & Pejooyan, 2016).

شاخص توسعه انسانی (HDI)^(۲) یک شاخص ترکیبی آماری از سه شاخص اصلی یعنی امید به زندگی، تحصیلات و درآمد سرانه است که برای رتبه‌بندی کشورها، به‌عنوان معیار توسعه انسانی استفاده می‌شود. وضعیت سلامت، آموزش و رشد از مهم‌ترین اولویت‌های هر جامعه است. دولت‌ها و سیاست‌گذاران سعی می‌کنند این سه مؤلفه را به‌منظور بهبود رفاه شهروندان خود ارتقا بخشند (Hamdi & Hakimi, 2021). زمانی که طول عمر بیشتر، سطح تحصیلات بالاتر و درآمد ناخالص ملی سرانه GNI (بر حسب برابری قدرت خرید)^(۳) افزون‌تر باشد، یک کشور دارای سطح برتری از شاخص توسعه انسانی است. این شاخص، توسط اقتصاددان پاکستانی محبوب‌الحق^(۴) ایجاد شد و به‌منظور اندازه‌گیری توسعه یک کشور توسط دفتر گزارش توسعه انسانی برنامه توسعه سازمان ملل متحد مورد استفاده قرار گرفت (HDI, 2017; UNDP, 2010; Stanton, 2007). لذا شاخص توسعه انسانی به‌عنوان شاخص کلیدی در عملکرد اقتصادی و رفاه انسان آورده می‌شود (Banday & Kocoglu, 2023). در سال‌های اخیر، بحث ارتباط میان پایداری محیط‌زیستی و توسعه اقتصادی بسیار مورد توجه قرار گرفته است. به‌دلیل این که چالش‌های محیط‌زیستی به‌شدت زیاد شدند، امروزه، رابطه بین توسعه انسانی و توسعه پایدار به‌عنوان یک موضوع برجسته در زمینه حفظ و پایداری محیط‌زیست مطرح است. افزایش شاخص توسعه انسانی منجر به افزایش مصرف منابع طبیعی شده و پایداری محیط‌زیست را به خطر می‌اندازد. بهبود رفاه از طریق قربانی کردن منابع طبیعی، نه تنها راه حل مناسبی نیست، بلکه به‌جای آن که موتور برای بهبود محیط‌زیست باشد، منجر به کاهش پایداری محیطی شده و به ضرر آن عمل می‌کند. سطح توسعه اجتماعی بالاتر، نشان‌دهنده قدرت اقتصادی قوی‌تر، سطح فناوری بالاتر و رفاه بهتر انسان‌هاست. بر این اساس، توسعه انسانی باید موجبات افزایش بهره‌وری استفاده از منابع را فراهم نماید، ظرفیت زیستی را بهبود داده و به حل معضلات محیط‌زیستی کمک نماید (Javaheri et al., 2024). امروزه مسایل اقتصادی و محیط‌زیستی به‌طور فزاینده‌ای از هم تفکیک ناپذیرند؛ به‌طوری که صحبت از محیط‌زیست بدون صحبت در مورد اقتصاد و بالعکس دشوار شده است (Fakhri et al., 2015). استخراج بی‌رویه منابع طبیعی، انباشت ضایعات و تمرکز

که کشورهای کم درآمد و در حال توسعه، مقررات محیط زیستی نسبتاً ضعیفی دارند، با توجه به اثر ترکیب فعالیت های اقتصادی، در تولید کالاهای آلاینده به تخصص می رسند؛ در حالی که، کشورهای ثروتمند با به کارگیری سیاست های سخت محیط زیستی در کالاهای پاک به تخصص می رسند. همین مسئله باعث افزایش نگرانی ها در رابطه با تخریب های بیشتر محیط زیستی در کشورهای کمتر توسعه یافته خواهد شد (Copeland & Taylor, 2013).

در طول قرن گذشته، افزایش مصرف انرژی به عنوان عنصر کلیدی در فرایند صنعتی شدن و توسعه اقتصادی تلقی شده است. همچنین، انرژی ابزار اصلی رفع فقر و حفظ توسعه انسانی است که نقش کلیدی در ایجاد شغل، کشاورزی، حمل و نقل، بازرگانی و توسعه اقتصادی دارد (Wang et al., 2018). علاوه بر این، انرژی در کنار سایر عوامل تولید نقش تعیین کننده ای در رشد اقتصادی کشورها دارد و اهمیت آن همچنان رو به افزایش است. وابستگی روزافزون به انرژی موجب تعامل این بخش با سایر بخش های اقتصادی شده و سرعت در روند رشد و توسعه اقتصادی را وابسته به سطح مصرف انرژی کرده است. به طوری که نه تنها توسعه اقتصادی بالاتر نیازمند سطوح بالاتری از مصرف انرژی است، بلکه مصرف کارای انرژی به سطح بالاتری از رشد و توسعه اقتصادی نیاز دارد؛ لذا از آنجا که بخش زیادی از افزایش تقاضای مصرف انرژی از منابع فسیلی تأمین می شود و مصرف آن ها انتشار گازهای گلخانه ای و آلوده شدن هوا را به همراه دارد، بنابراین به نظر می رسد که رشد اقتصادی از این طریق سبب آلودگی بیشتر محیط زیست می شود (Kargar & Dehbidi, 2016). از سال ۱۹۰۰ انتشار کربن دی اکسید (CO₂) از طریق سوخت های فسیلی رشد قابل توجهی داشته است. انتشار CO₂ از سال ۱۹۷۰ بیشتر از ۹۰ درصد افزایش یافته است که حدود ۷۸ درصد کل افزایش این انتشار شامل سوخت های فسیلی و فعالیت های صنعتی بین سال های ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۱ بوده است (Banday & Kocoglu, 2023).

در ادبیات اقتصادی، ارتباط U معکوس میان سرانه تولید خالص داخلی و تخریب محیط زیست به منحنی محیط زیستی کوزنتس (EKC)^(۵) معروف است. براساس فرضیه کوزنتس، رشد اقتصادی همواره موجب تخریب محیط زیست نمی شود. در ادبیات EKC،

بر روی آلاینده ها، می تواند ظرفیت زیست کره را درهم بشکند و در نهایت با وجود افزایش درآمدها به تخریب کیفیت محیط زیست و کاهش رفاه بشر منجر شود؛ افزون بر این، تخریب منابع پایه می تواند فعالیت اقتصادی را در معرض ریسک قرار بدهد (Jafari Samimi & Ahmadpour, 2011). رشد اقتصادی یکی از اهداف اصلی سیاست هر کشور است؛ به این دلیل که با بهبود کسری بودجه دولت، خدمات عمومی و ترازپرداخت ها، فقر و بیکاری کاهش یافته و در نتیجه رفاه و استاندارد زندگی مردم افزایش می یابد (Rahman et al., 2017). اصطلاح جهانی شدن اقتصاد که ناظر به همگرایی اقتصادی و رفاهی است، بیانگر همگون سازی قیمت ها، تولیدات، دستمزدها، قیمت دارایی ها، و ... در سراسر جهان است (Ahmadi & Hozar moghadam, 2013). اقتصاددانان بر این باورند که گسترش تجارت از بازارهای داخلی به بازارهای بین المللی نه تنها سهم بازار را برای داخل کشور افزایش می دهد، بلکه ممکن است به افزایش رقابت بین ملتها منجر شود که در نتیجه، به بهبود کارایی استفاده از منابع کمیاب می انجامد؛ زیرا در این وضعیت، هر کشور به تولید کالاها و خدماتی خواهد پرداخت که مزیت نسبی دارد. اما از سویی دیگر، اقتصاددانان محیط زیست مخالف گسترش حجم تجارت جهانی بوده و معتقدند که هزینه های افزایش حجم تجارت به بازارهای بین المللی، می تواند منجر به تخلیه منابع طبیعی و افزایش آلودگی شود که پیامد آن تخریب کیفیت محیط زیست است. افزایش تجارت باعث افزایش رشد اقتصادی و افزایش درآمد سرانه می شود و اگر این رشد اقتصادی متضمن اجرای سیاست های محیط زیستی صحیح باشد، باعث جلوگیری از آلودگی محیط زیست می شود؛ اما در صورتی که افزایش رشد اقتصادی و درآمد سرانه باعث بهره برداری از منابع طبیعی برای تولید بیشتر شود، آنچه بر جای می گذارد، آلودگی محیط زیست است (Barghiskoui et al., 2016). اجماع نظریات حوزه تجارت بین الملل نشان می دهد که تجارت، سبب رشد و توسعه اقتصادی کشورها و رشد اقتصادی نیز به نوبه خود سبب بهبود توسعه انسانی می شود (Salatin & Olfat, 2019). از طرفی دیگر، آزادسازی تجارت می تواند از طریق اثر فنی، وضعیت محیط زیست را بهبود بخشد؛ چرا که افزایش درآمد ناشی از تجارت، به پیدایش شیوه های تولیدی پاک تر منجر می شود و منجر به کاهش آلودگی خواهد شد. همچنین، از آنجا

al., 2016; Rahman et al., 2017; Turen et al., 2016; Esmailpour (Hamdi & Hakimi., 2021; (Moghadam & Dehbashi., 2017; Rahman et al., 2021; Li et al., 2016; Fakhri et al., 2015 Wang et al., 2018; Adekoya et al.) انرژی تجدیدپذیر (2021)، جمعیت شهرنشین (Bi Abi et al., 2016; Tarazkar et al., 2018; Li et al., 2016; Wang et al., 2018; Nathaniel & Adeleye, 2020) در مطالعات مختلف به کار گرفته شده است. در مطالعات مختلف از روش‌های مختلفی برای پژوهش‌های مرتبط با کیفیت محیط‌زیست بر شاخص توسعه انسانی، رشد اقتصادی و تجارت آزاد استفاده شده است. بیشتر مطالعات انجام شده از رویکرد داده‌های پانل (Khoshnevis & pajooyan, 2016; Bi Abi et al., 2016; Jadoon et al., 2015; Rahman et al., 2017; Hamdi & Hakimi 2021; Turen et al., 2016; Hajduova et al., 2014; خود توضیح با وقفه‌های گسترده^(A) (ARDL) (Tarazkar et al., 2019; Li et al., 2016; Esmailpour Moghadam & Dehbashi, 2017)، حداقل مربعات معمولی اصلاح شده^(A) (FMOLS) و حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS)^(A) (Rahman et al., 2021; Fakhri et al., 2015) و روش حداقل مربعات دومرحله‌ای (2SLS) (Wang et al., 2018) بوده است. (Pajooyan & Khoshnevis, 2016)، به مطالعه مقایسه‌ای اثر آلودگی محیط‌زیست بر شاخص توسعه انسانی در کشورهایی با سطح مختلف توسعه‌یافتگی در طول سال‌های ۲۰۰۰-۲۰۱۰ با استفاده از داده‌های پانل پرداختند. نتایج بیانگر آن است که هر چه درجه توسعه‌یافتگی کشورها کاهش یابد اثر منفی آلودگی محیط‌زیست بر امید به زندگی بیشتر می‌شود و با افزایش آلودگی امید به زندگی بیشتر کاهش می‌یابد. باتوجه به همبستگی میان امید به زندگی و شاخص توسعه انسانی، با افزایش آلودگی محیط‌زیستی انتشار CO₂ تأثیر منفی آن بر امید به زندگی این نتیجه به رابطه منفی میان شاخص توسعه انسانی و آلودگی محیط‌زیستی نیز قابل تعمیم است و بدین ترتیب می‌توان گفت هر چه درجه توسعه‌یافتگی کشورها کمتر باشد با افزایش آلودگی محیط‌زیست، امید به زندگی به میزان بیشتری کاهش می‌یابد و بدین ترتیب اثر منفی آلودگی بر شاخص توسعه انسانی بیشتر خواهد بود. (Li et al., 2016) به بررسی رابطه رشد اقتصادی، مصرف انرژی، درجه باز بودن اقتصاد و رشد شهرنشینی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن و جامدات و مایعات زائد

محققان معمولاً گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه CO₂ را به‌عنوان شاخصی برای میزان کلی تخریب محیط‌زیست در نظر می‌گیرند که اگر فرضیه EKC تأیید شود، با توجه به ویژگی منحنی کوزنتس، رشد اقتصادی به‌جای این که تهدیدی برای محیط‌زیست باشد، به ابزاری برای بهبود کیفیت محیط‌زیست تبدیل می‌شود (Mousavi, 2015).

مطالعات داخلی و خارجی متعددی به بررسی رابطه کیفیت محیط‌زیست بر رشد اقتصادی، توسعه انسانی و تجارت آزاد پرداختند. غالب مطالعات انجام شده در زمینه کیفیت محیط‌زیست انتشار دی‌اکسیدکربن (Khoshnevis & Pajooyan, 2016; Bi Abi et al., 2016; Fakhri et al., 2015; Li et al., 2016; Rahman et al., 2017; Esmailpour Moghadam & Dehbashi, 2017; Adekoya et al., 2021; Arfanuzzaman, 2016; Tarazkar et al., 2018; Esmailpour Moghadam SO₃, NO_x در برخی مطالعات (EPI)^(B) (Dehbashi., 2017 Hajduova et al., 2014; Arfanuzzaman, 2018; Pourali et al., 2018) را به‌عنوان متغیر کیفیت محیط‌زیست در نظر گرفتند. همچنین، بیشتر مطالعات انجام شده تولید ناخالص داخلی^(C) (GDP) را به‌عنوان متغیر رشد اقتصادی (Tarazkar et al., 2018; Bi Abi et al., 2016; Asadi & Esmaili, 2013; Pourali et al., 2018; Fakhri et al., 2015; Jadoon et al., 2015; Esmailpour Moghadam & Dehbashi, 2017; Hamdi & Hakimi 2021; Hajduova et al., 2014) در نظر گرفتند. بررسی مطالعات مختلف نشان داد که غالب مطالعات انجام شده از شاخص توسعه انسانی، آموزش (Asadi & Esmaili., 2013; Pourali et al., 2018; Wang et al., 2018 Pourali et al., 2018; al., 2018; Wang et al., 2018 Hajduova et al., 2014;) بهداشت (Turen et al., 2016 Turen et al., 2016; Wang et al., 2018; Pourali et al., 2018) و امید به زندگی (al., 2018 Hajduova et al., 2014;) Hamdi & Hakimi., 2021; Khoshnevis & Pajooyan, 2013) و در برخی مطالعات سطح استاندارد زندگی (Turen et al., 2016; Wang et al., 2018; Asadi & GNI و Pourali et al., 2018; Asadi & Esmaili., 2013) بوده است. متغیر نیروی کار (Asadi & Esmaili., 2013; Jadoon et al., 2015; Rahman et al., 2017) فناوری اطلاعات و ارتباطات (Asadi & Esmaili., 2017) (Salatin & Olfat., 2018; Turen et al., 2016 Salatin & Olfat., 2018; Pourali et al., 2018; Bi Abi et al., 2016; Jadoon et al., 2015; Li et

به بررسی رابطه میان کیفیت محیط زیست و عوامل مؤثر بر آن از جمله نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات، مصرف انرژی، شاخص توسعه انسانی، رشد اقتصادی، درجه باز بودن اقتصاد، شهرنشینی در مطالعات داخلی و خارجی پرداخته شده است. همین طور، از فرضیه محیط زیستی کوزنتس برای بررسی این رابطه نیز بهره گرفته شده است. مطالعات انجام شده از روش های پانل از جمله GMM، ARDL، FMOLS، DOLS و SLS2 برای برآورد مدل استفاده شد.

سازمان بهره‌وری آسیایی (APO)^(۱۴) سازمانی منطقه‌ای و میان دولتی است که بر اساس پیمان ۱۱ می در سال ۱۹۶۱ با ۸ عضو تأسیس شده و تاکنون ۲۱ کشور عضو این سازمان می‌باشند. از اهداف اصلی این سازمان مشارکت در توسعه پایدار اجتماعی-اقتصادی آسیا و اقیانوسیه و بهبود کیفیت زندگی برای مردم از طریق افزایش بهره‌وری و مبتنی بر نوآوری آن کشورها و همچنین ایجاد هماهنگی و یکنواختی بین حفاظت از محیط زیست با ارتقای بهره‌وری و افزایش عدالت اجتماعی است. از برنامه‌های سازمان بهره‌وری آسیایی می‌توان به برنامه بهره‌وری سبز اشاره کرد که قادر است اثرات منفی توسعه اقتصادی بر محیط زیست را کاهش دهد. علاوه بر این، به دلیل رشد بالای جمعیت، افزایش نرخ جهانی شدن، باز بودن تجارت، بهره‌برداری بی‌رویه از منابع انرژی، صنعتی شدن و توسعه انسانی در این کشورها، آلودگی محیط زیست تحت تأثیر قرار گرفته است. کشورهای عضو این سازمان عمدتاً کشورهای در حال توسعه هستند که شامل کشورهای بنگلادش، کامبوج، چین، فیجی، هنگ کنگ، هند، اندونزی، ایران، ژاپن، کره جنوبی، لائوس، مالزی، مغولستان، نپال، پاکستان، فیلیپین، سنگاپور، سریلانکا، تایلند، ترکیه و ویتنام می‌باشند. ایران از سال ۱۹۶۵ و اخیراً ترکیه در سال ۲۰۲۰ به عضویت این سازمان در آمده‌اند (Asian productivity organization, 2022). این مطالعه به دنبال پاسخ‌گویی به این پرسش است که آیا شاخص توسعه انسانی که متشکل از سه متغیر امید به زندگی، تحصیلات و درآمد سرانه است بر کیفیت محیط زیست اثرگذار است یا خیر. به عبارت دیگر هدف از این مطالعه پرداختن به بررسی رابطه میان آلودگی محیط زیستی بر متغیرهای باز بودن تجارت، رشد اقتصادی و شاخص توسعه انسانی در کشورهای عضو سازمان بهره‌وری آسیایی است. همچنین کربن‌دی‌اکسید (CO₂) به عنوان معیار

صنعتی، با استفاده از مدل پانل پویا GMM^(۱۵) و ARDL و با بهره‌گیری از داده‌های ۱۹۹۶-۲۰۱۲ در ۲۸ استان چین پرداختند. نتایج نشان داد که رشد اقتصادی، مصرف انرژی، آزادسازی تجاری و رشد شهرنشینی باعث افزایش آلودگی می‌شود. (Wang et al., 2018) به مطالعه رابطه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر، رشد اقتصادی و شاخص توسعه انسانی در پاکستان در طول دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۴ با استفاده از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای (2SLS)^(۱۶) پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی تجدیدپذیر وضعیت فرآیند توسعه انسانی در پاکستان را بهبود نمی‌بخشد. و هرچه درآمد کشور بالاتر باشد، سطح توسعه انسانی کمتر است. علاوه بر این، انتشار CO₂ به بهبود شاخص توسعه انسانی کمک می‌کند. علاوه بر این، باز بودن تجارت روند توسعه انسانی را در پاکستان کاهش می‌دهد. (Hussain & Dey, 2021) در مطالعه خود به بررسی فرضیه محیط زیستی کوزنتس در ۳۰ کشور (اقتصادهای نوظهور، در حال توسعه و توسعه یافته) از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ پرداختند. به این منظور از شاخص توسعه انسانی به جای رشد تولید ناخالص داخلی به عنوان معیار توسعه استفاده کردند؛ نتایج حاکی از تایید فرضیه محیط زیستی کوزنتس برای گروه‌ها به طور جداگانه بود. (Gyamfi et al., 2023)، در مطالعه‌ی خود به بررسی نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه سرمایه انسانی بر تخریب محیط زیست با استفاده از چارچوب منحنی کوزنتس محیط زیستی در راستای بیست و یکمین کنفرانس اعضای UNFCCC^(۱۷) (COP21) پرداختند. به این منظور پنج کشور آسیای جنوبی بنگلادش، هند، نپال، پاکستان و سریلانکا در دوره زمانی سالانه ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۶ در نظر گرفته شدند. یافته‌های تجربی نشان داد که اثرات قابل توجه واردات فناوری اطلاعات و ارتباطات، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه انسانی باعث کاهش سطح آلودگی دی‌اکسید کربن می‌شود در حالی که صادرات فناوری اطلاعات و ارتباطات و شهرنشینی سطوح انتشار کربن را در بلندمدت افزایش می‌دهند. علاوه بر این، ارتباط مثبت قابل توجهی بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن مشاهده شد؛ همین‌طور، مجذور درآمد ملی تأثیر منفی قابل توجهی بر تخریب محیط زیست داشته و فرضیه کوزنتس برای کشورهای جنوب آسیا پشتیبانی تأیید شد. مروری بر مطالعات انجام شده نشان می‌دهد که از ابعاد مختلف

کیفیت و آلودگی محیط‌زیست در نظر گرفته شده است.

مواد و روش‌ها

برآورد مدل در این مطالعه بر اساس داده‌های تابلویی انجام شده است. این روش مشتمل بر سه نوع تخمین شامل تخمین بین‌گروهی^(۱۵)، تخمین‌های درون‌گروهی اثرات ثابت^(۱۶) و تخمین‌های اثرات تصادفی^(۱۷) است. در تخمین بین‌گروهی رگرسیون روی میانگین‌هاست و معمولاً برای تخمین ضرایب بلندمدت از آن استفاده می‌شود. در تخمین‌های درون‌گروهی بعد از آنکه اثرات ثابت حذف می‌شود و تنها اثراتی که مختص هر یک از واحدهاست، به‌عنوان اثرات انفرادی منظور می‌شود. به‌بیان دیگر، ویژگی بارز این مدل در این است که هم‌زمان قادر است داده‌ها را به‌شکل سری زمانی و مقطعی گرد آورده و نتایج آنها را با هم ارائه دهد. در هر یک از مدل‌های سری زمانی و مقطعی، محدودیت‌هایی وجود دارد که در مدل داده‌های پانل می‌توان آن را کاهش داد. در این مدل‌ها روش‌های آماری بیشتری در اختیار محقق قرار می‌گیرد و در نتیجه، کارایی تخمین افزایش یافته و سبب تجزیه و تحلیل تعداد قابل توجهی از پرسش‌های اقتصادی می‌شود.

در تخمین‌های اثرات تصادفی فرض می‌شود که عرض از مبدأ α_i دارای توزیع مشترکی با میانگین α_0 و واریانس δ^2 است و برخلاف روش قبلی، با متغیرهای توضیحی مدل ناهمبسته‌اند. در این روش عامل زمان منظور می‌شود و اثرات انفرادی واحدها در طول زمان به‌طور جداگانه به‌عنوان متغیرهای توضیحی وارد مدل می‌گردند (Baltagi, 2005). در روش داده‌های تابلویی، ابتدا دو آزمون انجام می‌شود: برای تعیین حالت برابری با حالت تفاوت در عرض از مبدأ کشورها از آزمون F لیمر و برای تعیین روش اثر ثابت و یا اثر تصادفی از آزمون هاسمن استفاده می‌شود (Nasrollahi, & Ghafari Golak, 2011). آماره آزمون هاسمن^(۱۸) برای تعیین روش تخمین در داده‌های پانل به کار می‌رود که آماره آن (H) دارای توزیع χ^2 با درجه آزادی K (تعداد متغیرهای توضیحی) است و به‌صورت رابطه (۱) تعریف می‌شود:

$$H = [b_{FE} - \widehat{\beta}_{RE(GLS)}]' \psi^{-1} [b_{FE} - \widehat{\beta}_{RE(GLS)}] \quad (1)$$

$$\psi = Var[b_{FE}] - Var[b_{FE} - \widehat{\beta}_{RE(GLS)}]$$

به‌طوری‌که b_{FE} معرف تخمین‌زنده‌های روش اثرات ثابت و $\widehat{\beta}_{RE(GLS)}$ نشان‌دهنده تخمین‌زنده‌های روش اثرات تصادفی است. این آزمون در حقیقت، آزمون فرضیه ناهمبسته بودن اثرات انفرادی و متغیرهای توضیحی است که طبق آن تخمین‌های حداقل مربعات تعمیم‌یافته (GLS) (تحت فرضیه H_0) سازگار و تحت فرضیه H_1 ناسازگار است.

$$\begin{cases} H_0: \delta_u^2 = 0 \\ H_0: \delta_u^2 \neq 0 \end{cases} \quad (2)$$

در صورتی که فرضیه H_0 رد نشود، روش اثرات تصادفی به‌روش اثرات ثابت ترجیح داده می‌شود و به‌عنوان روش مناسب‌تر و کارآتر انتخاب می‌شود، در غیر این صورت، روش اثرات ثابت کارا است (Greene, 2004).

روش پانل با اثرات ثابت^(۱۹)

از خصوصیات مدل اثرات ثابت این است که خصوصیات منتشر نشده در هر مقطع به‌نوعی با متغیرهای توضیحی در همان مقطع همبستگی داشته باشد و در این صورت می‌توان این خصوصیات منتشر نشده را در قالب یک عرض از مبدأ برای هر مقطع در نظر گرفت (Raeiszadeh, 2013). در مدل اثر ثابت، شیب رگرسیون در هر مقطع ثابت بوده و جمله ثابت از مقطعی به مقطع دیگر متفاوت است. هر چند اثر زمانی معنی‌دار نیست، اما اختلاف معنی‌داری میان مقطع‌ها وجود داشته و ضرایب مقطع‌ها با زمان تغییر نمی‌کند. یکی از روش‌های نشان دادن اثر مقطعی، استفاده از متغیرهای مجازی است. شکل کلی این مدل به‌صورت رابطه (۳) است:

$$Y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 DUM + \alpha_3 DUM + \sum \beta_i X_{it} + e_{it} \quad (3)$$

در رابطه (۳)، X_{it} نشان‌دهنده برداری از متغیرهای مستقل، DUM متغیر مجازی برای نشان دادن اثر مقطعی، Y_{it} برداری از متغیرهای وابسته و e_{it} جملات خطای معادله است. مدل‌های اثر ثابت با توجه به وجود یا عدم وجود روند زمانی در جمله ثابت، به مدل‌های اثر ثابت دوطرفه و یک‌طرفه قابل تفکیک است. در مدل اثر ثابت یک‌طرفه، شیب‌ها ثابت هستند، اما جمله ثابت در هر زمان متفاوت است. اثر زمان برای سال t با وارد کردن $t-1$ متغیر مجازی به‌صورت رابطه (۴) نشان داده می‌شود:

$$Y_{it} = \alpha_1 + \lambda_t + \beta_1 X_{it} + \beta_2 X_{it} + e_{it} \quad (4)$$

داخلی سرانه و به عنوان متغیر رشد اقتصادی است (دلیل حضور متغیرهای تولید ناخالص داخلی سرانه و مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه در مدل این است که از این دو متغیر برای نشان دادن اثر مقیاس آلودگی و بررسی منحنی محیط زیستی کوزنتس استفاده می شود)، $EC^{(۲)}$: میزان مصرف انرژی URB: جمعیت شهرنشینی که به عنوان نماد صنعتی شدن در نظر گرفته شده است که می تواند ارتباط بین افزایش جمعیت و میزان آلودگی محیط زیست را نشان دهد، HDI: شاخص توسعه انسانی که متشکل از سه متغیر امید به زندگی، تحصیلات و درآمد سرانه است و همچنین، TRD: درجه بازبودن تجاری است که از نسبت مجموع صادرات کل و واردات کل بر کل تولید ناخالص داخلی هر کشور در هر سال استفاده شده است. اندیس $i = 1, 2, \dots$ هر کشور در هر سال استفاده شده است. اندیس $t = 1, 2, \dots, T$ نشان دهنده کشور و اندیس N نشان دهنده کشور و اندیس $t = 1, 2, \dots, T$ دوره زمانی را نشان می دهد و ضرایب $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_6$ کشش های بلندمدت هستند. همچنین، داده های مورد نیاز پژوهش، از بانک جهانی استخراج و در طول دوره زمانی ۲۰۱۸-۲۰۰۰ به تجزیه و تحلیل کیفیت محیط زیست در کشورهای عضو سازمان بهره وری آسیایی پرداخته شده است.

نتایج

پیش از بررسی روابط و برآورد مدل، ابتدا به بررسی آماری متغیرها پرداخته می شود. همان طور که در جدول (۱) مشاهده می شود، کمترین میزان شاخص توسعه انسانی مربوط به کشور کامبوج و بیشترین میزان مربوط به کشور هنگ کنگ است؛ کمترین میزان انتشار آلودگی هوا مربوط به کشور لائوس و بیشترین مقدار مربوط به کشور است.

در رابطه (۴)، X_{it} نشان دهنده بردار متغیرهای مستقل، Y_{it} بردار متغیرهای وابسته، e_{it} جملات خطای معادله و λ_t اثر زمان بر روی جمله ثابت است. در مدل اثر ثابت دوطرفه شیب توابع در هر مقطع ثابت است، اما جمله ثابت (عرض از مبدأ) هم با زمان و هم با مقطع متغیر تغییر می کند. برای نشان دادن این اثرات از $i-1$ متغیر مجازی برای مقطع و $t-1$ متغیر مجازی برای زمان به صورت رابطه (۵) استفاده می شود:

$$(۵)$$

$$Y_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 DUM + \alpha_3 DUM + \lambda_0 + \dots + \lambda_t + \beta_2 X_{2t} + \beta_3 X_{3t} + e_{it}$$

در رابطه (۵)، X_{it} نشان دهنده بردار متغیرهای مستقل، Y_{it} بردار متغیرهای وابسته، DUM متغیر مجازی، برای نشان دادن اثر مقطعی، e_{it} خطای معادله و λ_t اثر زمان بر روی جمله ثابت است. در تمامی مدل های اثر ثابت که شیب ثابت دارند، فرض می شود که خطاها در هر مقطع و همچنین بین مقاطع همسان است و خودهمبستگی بین اجزا آن وجود نداشته باشد (Zarra, Nezhad & Anvaari, 2006). به عبارتی دیگر، برای هر $i \neq j$ و $t \neq S$ می توان نوشت:

$$Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) = 0 \quad (۶)$$

$$Var(\varepsilon_{it}) = \delta^2 \quad (۷)$$

بر اساس مطالعه مدل تعدیل شده گروسمن و کروگر، ارتباط میان کیفیت محیط زیست و سایر عوامل، به صورت رابطه (۸) است:

$$\ln CO_{2it} = \beta_0 + \beta_1 \ln GDPC_{it} + \beta_2 \ln GDPC_{it}^2 + \beta_3 \ln EC_{it} + \beta_4 \ln URB_{it} + \beta_5 \ln HDI_{it} + \beta_6 \ln TRD_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۸)$$

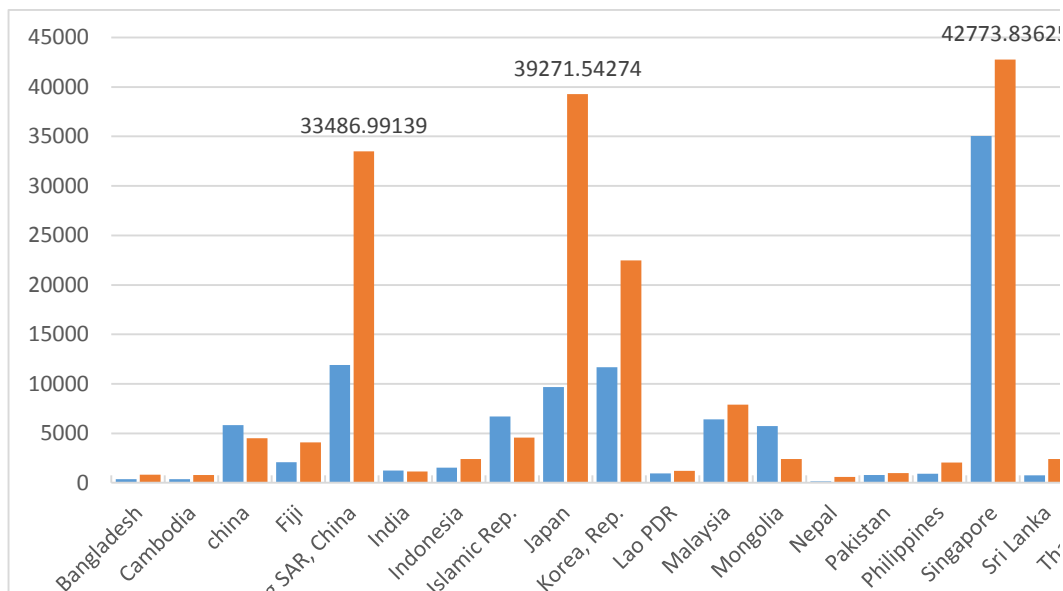
متغیرهای مورد استفاده در مطالعه عبارتند از: CO_2 : انتشار دی اکسید کربن که به عنوان متغیر وابسته و معیار کیفیت محیط زیست در نظر گرفته شده است، GDPC: تولید ناخالص

جدول (۱): آمار توصیفی متغیرهای مطالعه

| نام متغیر | انتشار CO_2 (تن سرانه) | تولید ناخالص داخلی سرانه (به قیمت دلار) | مصرف انرژی (تن) | جمعیت شهرنشینی (نفر) | شاخص توسعه انسانی |
|-------------------|-----------------------------|--|--------------------|-------------------------|----------------------|
| حداقل - نام کشور | ۸۱/۶۰ | ۲۲۹/۴۹ | ۵۲۷۳۰۷/۷۲ | ۳۸۸۵۳۹ | ۰/۴۲۴ |
| لائوس | لائوس | نیپال | فیجی | فیجی | کامبوج |
| حداکثر - نام کشور | ۴۳۲۸۲/۵۹ | ۶۶۶۷۹/۰۵ | ۳۷۰۴۹۵۳۳۸۹ | ۸۲۳۸۲۷۶۵۰ | ۰/۹۴۶ |
| سنگاپور | سنگاپور | سنگاپور | چین | چین | هنگ کنگ |

بر اساس اطلاعات کشورهای سنگاپور، هنگ کنگ و کره، ژاپن و ایران به ترتیب رتبه‌های اول تا چهارم را در انتشار CO₂ سرانه دارا می‌باشند.

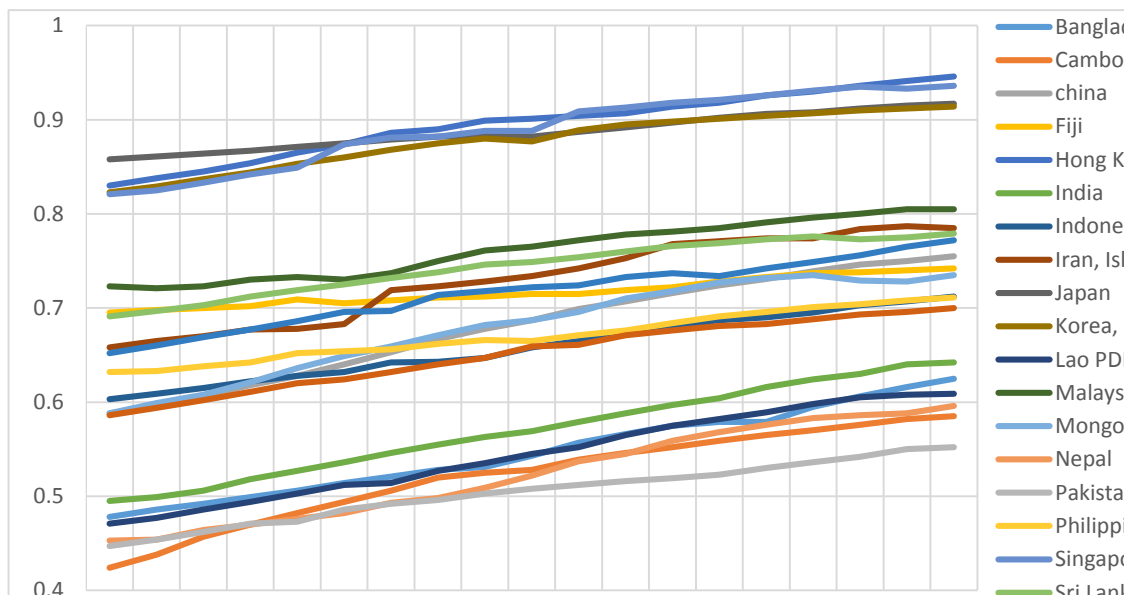
علاوه بر این، نمودار (۱) میانگین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار کربن‌دی‌اکسید سرانه در گروه کشورهای عضو سازمان بهره‌وری آسیایی در طی سال‌های مورد بررسی را نشان می‌دهد.



نمودار (۱): میانگین تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار CO₂ در کشورهای منتخب

پاکستان به ترتیب بیشترین و کمترین مقدار شاخص HDI را دارا می‌باشند. کشور ایران رتبه ششم شاخص توسعه انسانی را در میان کشورهای مورد بررسی در سال ۲۰۱۸ دارد.

نمودار (۲) روند شاخص توسعه انسانی در گروه کشورهای عضو سازمان APO طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ را نشان می‌دهد که این شاخص در بین کشورهای مورد بررسی روند افزایشی در طی این سال‌ها داشته است. در سال ۲۰۱۸ هنگ کنگ و



نمودار (۲): روند شاخص توسعه انسانی کشورهای مورد مطالعه در طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸

جدول (۲) ارائه شده است. همان طور که نتایج به دست آمده نشان می‌دهد، به غیر از متغیرهای شهرنشینی و شاخص توسعه انسانی که در سطح ایستا می‌باشند، سایر متغیرها با یکبار تفاضل گیری ایستا شدند.

به جهت بررسی رابطه‌ی میان آلودگی هوا با مصرف انرژی، رشد اقتصادی، شهرنشینی، شاخص توسعه انسانی و درجه بازبودن تجاری در کشورهای منتخب عضو APO، ابتدا ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آزمون ایستایی متغیرها در

جدول (۲): نتایج آزمون ایستایی داده‌های مورد بررسی

| نام متغیر | لین-لین-چو | سطح احتمال | آیم-پسران-شین | سطح احتمال | دبکی فولر تعدیل یافته- فیشر | سطح احتمال | فیلبیس پرون- فیشر | سطح احتمال | نتیجه |
|------------------------|------------|------------|---------------|------------|-----------------------------|------------|-------------------|------------|----------------------|
| LogCO ₂ | ۰/۶۹۳۴ | ۰/۷۵۶۰ | ۱/۴۲۲۴ | ۰/۹۲۲۶ | ۳۸/۰۲۷۴ | ۰/۵۵۹۴ | ۲۵/۶۶۰۰ | ۰/۹۶۱۸ | ایستا در |
| D(LogCO ₂) | -۱۱/۳۹۱۵ | ۰/۰۰۰۰ | -۶/۵۰۱۴ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۵۹/۹۶۷ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۸۹/۱۱۴ | ۰/۰۰۰۰ | تفاضل گیری مرتبه اول |
| Log GDP | -۰/۷۴۵۹ | ۰/۲۲۷۹ | ۳/۷۵۸۹ | ۰/۹۹۹۹ | ۱۵/۴۱۱۸ | ۰/۹۹۹۸ | ۱۶/۵۴۳۵ | ۰/۹۹۹۶ | ایستا در |
| D(Log GDP) | -۱۰/۴۸۷۶ | ۰/۰۰۰۰ | -۸/۰۳۴۴ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۳۴/۷۱۲ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۳۴/۷۷۳ | ۰/۰۰۰۰ | تفاضل گیری مرتبه اول |
| Log HDI | -۱۰/۹۵۶۳ | ۰/۰۰۰۰ | -۳/۱۴۱۷ | ۰/۰۰۰۰ | ۹۵/۵۹۸۴ | ۰/۰۰۰۰ | ۳۷۲/۵۸۶ | ۰/۰۰۰۰ | ایستا در سطح |
| Log TRD | -۰/۵۶۰۸ | ۰/۲۸۷۵ | ۰/۳۷۳۶ | ۰/۶۴۵۷ | ۳۹/۸۹۵۶ | ۰/۴۷۴۹ | ۲۶/۷۹۶۹ | ۰/۹۴۵۵ | تفاضل گیری |
| D(Log TRD) | -۱۰/۱۶۱۹ | ۰/۰۰۰۰ | -۹/۲۷۱۴ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۴۹/۱۴۲ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۹۷/۱۸۲ | ۰/۰۰۰۰ | تفاضل گیری مرتبه اول |
| Log URBN | -۶/۳۲۰۴ | ۰/۰۰۰۰ | -۳/۲۰۸۷ | ۰/۰۰۰۰ | ۸۸/۲۴۲۱ | ۰/۰۰۰۰ | ۳۱/۸۵۶۴ | ۰/۸۱۷۲ | ایستا در سطح |
| Log EC | -۱/۶۸۱۰ | ۰/۰۴۶۴ | ۱/۳۴۴۸ | ۰/۹۱۰۷ | ۳۳/۳۴۳۱ | ۰/۷۶۲۵ | ۴۱/۴۵۲۹ | ۰/۴۰۷۱ | تفاضل گیری |
| D(Log EC) | -۱۲/۳۳۱۶ | ۰/۰۰۰۰ | -۱۰/۸۳۳۷ | ۰/۰۰۰۰ | ۱۷۵/۳۳۵ | ۰/۰۰۰۰ | ۲۳۱/۷۳۷ | ۰/۰۰۰۰ | تفاضل گیری مرتبه اول |

برآورد مدل، باید نوع داده‌ها از نظر پانل (ترکیبی) یا پولین^(۲۱) بودن (تجمیعی) مشخص شود که بدین منظور از آزمون لیمر استفاده می‌شود که دارای آماره‌ی F لیمر است. در این آزمون، فرضیه‌ی صفر همگن بودن کشورهای مورد بررسی است که باتوجه به نتایج جدول (۴)، به دلیل این که سطح احتمال به دست آمده از احتمال ۰/۰۵ کوچک‌تر است، فرضیه صفر تأیید نمی‌شود؛ از این رو داده‌ها از نوع ترکیبی یا پانل هستند. به منظور مشخص شدن نوع اثر داده‌های پانل، از آزمون هاسمن استفاده می‌شود. همان طور که نتایج آزمون هاسمن نشان می‌دهد، داده‌های مطالعه دارای اثرات ثابت می‌باشند.

پس از انجام آزمون ایستایی، به منظور بررسی وجود رابطه بلندمدت در متغیرها از آزمون هم انباشتگی کائو استفاده شد که نتایج آن در جدول (۳) ارائه شده است. طبق نتایج به دست آمده، هم انباشتگی میان متغیرها در سطح یک درصد پذیرفته می‌شود.

جدول (۳): نتایج آزمون هم انباشتگی کائو

| آماره آزمون | مقدار آماره | سطح احتمال |
|-------------|-------------|------------|
| آماره ADF | -۳/۵۲۱۹ | ۰/۰۰۰۲ |

پس از اثبات وجود هم انباشتگی میان متغیرهای مدل، قبل از

جدول (۴): نتایج آزمون‌های مورد بررسی

| نوع آزمون | آماره به کار گرفته شده | مقدار آماره | سطح احتمال |
|--------------|------------------------|-------------|------------|
| آزمون F لیمر | F | ۱۸۱/۴۶۵۵ | ۰/۰۰۰ |
| آزمون هاسمن | χ^2 | ۹۰۲/۰۹۹۰ | ۰/۰۰۰ |
| | χ^2 | ۳۸/۸۹۲۰ | ۰/۰۰۰ |

و متغیرهای شاخص توسعه انسانی، مجذور تولید ناخالص داخلی و شهرنشینی با آلودگی هوا رابطه منفی دارد. بر این اساس، افزایش یک درصدی تولید شاخص توسعه انسانی در کشورهای منتخب عضو APO منجر به کاهش ۲/۶۷۷ درصدی آلودگی هوا می‌شود.

پس از تعیین نوع داده‌ها و اثرات آن‌ها، مدل با به‌کارگیری روش اثرات ثابت، برآورد شد. نتایج حاصل از برآورد مدل در جدول (۵) ارائه شده است. بر اساس نتایج، تمامی متغیرهای مورد بررسی به‌غیر از متغیر درجه بازبودن تجاری از لحاظ آماری در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشند. متغیرهای مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی با آلودگی هوا رابطه مثبت

جدول (۵): نتایج حاصل از برآورد مدل با روش اثرات ثابت

| متغیرها | ضرایب | انحراف معیار | آماره t | احتمال |
|-------------------------|-------------|--------------|---------|--------|
| Log EC | ۱/۵۹۷۶*** | ۰/۰۴۶۹ | ۳۴/۰۱۷۰ | ۰/۰۰۰ |
| Log GDP | -۰/۴۴۴۷*** | -۰/۱۳۳۲ | ۳/۳۳۸۴ | ۰/۰۰۰۹ |
| Log (GDP ²) | -۰/۰۲۴۷*** | ۰/۰۰۷۶ | -۳/۱۵۶۸ | ۰/۰۰۱۷ |
| Log HDI | -۲/۶۷۷۲*** | -۰/۴۴۴۳ | -۶/۰۲۵۷ | ۰/۰۰۰۰ |
| Log TRD | ۰/۰۴۱۳ | ۰/۰۵۰۳ | ۰/۸۲۰۷ | ۰/۴۱۲۳ |
| Log URB | -۰/۶۲۰۷*** | ۰/۱۶۹۳ | -۳/۶۶۵۹ | ۰/۰۰۰۳ |
| عرض از مبدأ | -۲۴/۵۴۶۰*** | ۲/۹۶۸۰ | -۸/۲۶۹۹ | ۰/۰۰۰۰ |

بحث و نتیجه‌گیری

در این مطالعه، ارتباط میان آلودگی هوا، رشد اقتصادی، شهرنشینی، مصرف انرژی، شاخص توسعه انسانی و درجه باز بودن تجاری با استفاده از داده‌های پانل در ۲۰ کشور منتخب عضو APO در دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۸ مورد بررسی قرار گرفت. پس از انجام آزمون F لیمر مشخص شد که ماهیت داده‌های از نوع پانل یا ترکیبی است. به دنبال آن آزمون ایستایی و هم‌انباشتگی انجام شد که مدل مورد بررسی با استفاده از روش اثرات ثابت برآورد شد. نتایج به دست آمده از برآورد مدل نشان داد که متغیرهای شاخص توسعه انسانی و شهرنشینی و مجذور تولید ناخالص داخلی با آلودگی هوا رابطه معکوس دارند. همین‌طور، افزایش مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی منجر به افزایش آلودگی هوا می‌شود. همچنین، متغیر درجه بازبودن تجاری از لحاظ آماری معنی‌دار نیست.

طبق نتایج برآورد مدل، شاخص توسعه انسانی و آلودگی هوا رابطه معکوس دارند؛ به بیان دیگر، چنانچه شاخص توسعه انسانی که متشکل از سه متغیر امید به زندگی، تحصیلات و درآمد سرانه است، افزایش یابد، آلودگی هوا کاهش می‌یابد. این بدان علت است که افزایش امید به زندگی، افزایش سطح تحصیلات و افزایش درآمد سرانه منجر به بهبود و ارتقا شاخص توسعه انسانی

می‌شود و حاصل ارتقا شاخص توسعه انسانی افزایش رفاه جامعه است که در نهایت منجر به کاهش سطح آلودگی‌ها، به‌خصوص آلودگی هوا می‌شود. نتیجه به دست آمده با مطالعات (Khoshnevis & Pajooyan, 2016; Gyamfi et al., 2023) مطابقت دارد. لذا، می‌توان نتیجه گرفت، توسعه پایدار زمانی محقق خواهد شد که تمام مؤلفه‌های آن از جمله محیط‌زیست، از بدو شروع برنامه‌ها و سیاست‌ها، در فرآیند توسعه در برنامه‌ریزی‌های توسعه کشور مدنظر قرار گیرند.

یافته‌ها نشان می‌دهد که مصرف انرژی و میزان آلودگی هوا در کشورهای مورد بررسی رابطه مثبت و مستقیم دارند؛ به عبارت دیگر، افزایش مصرف انرژی منجر به افزایش سطح آلودگی هوا می‌شود که بر طبق تئوری مورد انتظار است؛ نتیجه به دست آمده با مطالعه (Li et al., 2016) مطابقت دارد. بر اساس نتایج، با افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه، سطح آلودگی هوا افزایش می‌یابد؛ به عبارت دیگر، با افزایش فعالیت‌های اقتصادی، سطح آلودگی هوا افزایش می‌یابد؛ همین‌طور، با افزایش مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه، سطح آلودگی هوا کاهش می‌یابد که نشان‌دهنده این مطلب است که در صورت تداوم فعالیت‌های اقتصادی، سطح آلودگی هوا کاهش می‌یابد. بر این اساس رابطه U معکوس منحنی کوزنتس در کشورهای منتخب عضو APO

یادداشت‌ها

1. United Nations Development Program (UNDP)
2. Human Development Index (HDI)
3. Purchasing Power Parity (PPP)
4. Mahbub ul-Haq
5. Environmental Kuznets Curve (EKC)
6. Environmental Performance Index (EPI)
7. Gross Domestic Product (GDP)
8. Auto Regressive Distributed Lag (ARDL)
9. Fully Modified Ordinary Least Square (FMOLS)
10. Dynamic Ordinary Least Squares (DOLS)
11. Generalized Method of Moments (GMM)
12. Two-Stage Least Squares (2SLS)
13. The United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)
14. Asian Productivity Organization (APO)
15. Between Group
16. Fixed Effects
17. Random Effects
18. Hausman
19. Fixed Effect (FE)
20. Energy Consumption (EC)
21. Pool

تأیید می‌شود. نتیجه به‌دست آمده با مطالعه (Gyamfi et al., 2023) مطابقت دارد.

در این راستا بر اساس نتایج پژوهش، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های کمک‌کننده به حفظ محیط‌زیست از جمله پیشرفت فنی در کاهش آلودگی طی دوره رشد اقتصادی پیاده شود. همچنین، پیشنهاد می‌شود که به سیاست‌های محیط‌زیستی در مسیر توسعه نیز بیشتر توجه شود. علاوه بر این، با توجه به این که با ارتقا شاخص توسعه انسانی آلودگی هوا کم می‌شود، به بیان دیگر کیفیت محیط‌زیست ارتقا می‌یابد، پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذاران به گسترش آموزش و سیاست‌های افزایش شاخص‌های توسعه انسانی جهت بهبود کیفیت محیط‌زیست پرداخته و کاهش آلودگی را مدنظر قرار دهند.

تشکر و قدردانی

بدین‌وسیله نویسندگان این پژوهش به‌جهت حمایت‌های دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری از این طرح به شماره ۱۱-۰۲-۱۴۰۰ تشکر و قدردانی می‌نمایند.

منابع

- Adekoya, O.B., Olabode, J.K. & Rafi, S.K. (2021). Renewable Energy Consumption, Carbon Emissions, and Human Development: Empirical Comparison of the Trajectories of World Regions. *Renewable Energy*, 179: 1836-1848.
- Ahmadi, A. & Hozar moghadam, N. (2013). Impact of Trade Liberalization on HDI in Developed Country. *Strategic Studies of public policy*, 4(11), 109-134.
- Arfanzaman, M. (2016). Impact of Co2 Emission, Per Capita Income and HDI on Environmental Performance Index: Empirical Evidence from Bangladesh. *International Journal of Green Economics*, 10(3-4): 213-225.
- Asadi, A., & Esmaeili, S. M. (2013). The Impact of Human Development Index on Economic Growth in Iran (Based on Markov – Switching Model). *Economic Growth and Development Research*, 3(12), 89-104
- Asian productivity organization. (2022). Annual Report 2022.
- Banday, U. J., & Kocoglu, M. (2023). Modelling Simultaneous Relationships Between Human Development, Energy, and Environment: Fresh Evidence from Panel Quantile Regression. 14: 1559–1581.
- Barghiskoui, M. M., Rasoulskoui, M. & Taherskoui, S. (2016). The effect of economic globalization on the environment. The Fourth National Conference on Management. Economics and Accounting. Tabriz.
- Biabi, H., Shahpouri, A. & Amirnejad, H. (2017). Investigating the Effect of Economic Growth, Population and Volume of Foreign Trade on CO2 Greenhouse Gas Emissions (Comparing the Member Countries of OECD and Non-elected Members Including Iran). *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 1(1), 27-43. doi: 10.22054/eenr.2017.6997
- Copeland, B. R. & Taylor, M. S. (2013). Trade and the Environment: Theory and Evidence: Theory and Evidence. Princeton University Press.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: a survey. *Ecological Economics*. 49(4): 431-455.

- Esmaeilpour Moghadam, H., and Dehbashi, V. (2017). The impact of financial development and trade on environmental quality in Iran. *Empirical Economics*, 54: 1777-1799.
- Fakhri, I., Hassen, T., & Wassim, T. (2015). Effects of CO2 Emissions on Economic Growth, Urbanization, and Welfare: Application To Mena Countries. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/65683>
- Gyamfi, B. A., Agozie, D. Q., Bekun, F. V. & Köksal, C. (2023). Beyond the Environmental Kuznets Curve in South Asian economies: accounting for the combined effect of information and communication technology, human development and urbanization. *Environment, Development and Sustainability*, 1-26.
- Hajduova, Z., Andrejovsky, P. & Beslerova, S. (2014). Development of Quality of Live Economic Indicators with Regard to the Environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 110: 747-754.
- Hamdi, H. & Hakimi, H. (2021). Trade Openness, Foreign Direct Investment, and Human Development: A Panel Cointegration Analysis for MENA Countries. *The International Trade Journal*. <https://doi.org/10.1080/08853908.2021.1905115>.
- Heydari, H., Pasha Zanussi, M. & Kasraei, Sh. (2016). Investigating the relationship among economic growth, environmental pollution, financial development, and trade openness in 8 large muslim countries. *Journal of Environmental Studies*, 42(3), 649-667. doi: 10.22059/jes.2016.60072
- Human Development Index. (2017). *Economic Times*. Archived from the original on 1 December 2017. Retrieved 29 November 2017.
- Hussain, A. & Dey, S. (2021). Revisiting environmental Kuznets curve with HDI: New evidence from cross-country panel data. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 10(3), 324-342.
- Jadoon, A. K., Rashid, H. A. & Azeem, A. (2015). Trade Liberalization, Human Capital, and Economic Growth: Empirical Evidence from Selected Asian Countries. *Pakistan Economic and Social Review*, 53(1), 113-132.
- Jafari Samimi, A. & Ahmadpour, S. M. (2011). The Relationship between Environmental Performance Index (EPI) and Economic Growth in Developed Countries. *Iranian Energy Economics*, 1(1), 55-72.
- Javaheri, B., Azizi, V. & Shahveisi, H. (2024). Political Freedom, Human Development and Environmental Sustainability in Iran. *Stable Economy Journal*, 5(1), 116-149. doi: 10.22111/sedj.2024.47601.1430
- Kargar Dehbidi, N. & Esmaeili, A. (2016). The effects of economic growth, energy consumption, trade openness and urbanization on environmental pollution In the MENA region during the period 1995-2012. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 47(4), 815-824. doi: 10.22059/ijaedr.2016.61329
- Khoshnevis, M., & Pejooan, J. (2012). Investigating the effect of environmental pollution on human development index (HDI) in developed countries. *Financial Economics (Financial Economics and Development)*, 6(20), 39-67.
- Khoshnevis, M. & Pejooan, J. (2016). The study of the role of development on the impact of environmental pollution on the human development index. *Quarterly Energy Economics Studies*; 12 (48) :33-61
- Li, T., Wang, Y. & Zhao, D. (2016). Environmental Kuznets Curve in China: New Evidence from Dynamic Panel Analysis. *Energy Policy*, 91: 138-147.
- Mobarak, A., & Mohammadlou, N. (2010). The Impact of Trade Liberalization on Greenhouse Gases Emissions: An Empirical Test of Pollution Haven Hypotheses and Environmental Kuznets Curve. *Journal of Economic & Planning Research*, 14(1), 31-58.
- Mohammadi, H. & Sakhi, F. (2013). The relationship between trade, investment and human development index on environmental quality. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, 1(Vol1-No3), 55-75.
- Mousavi, S. N. (2015). The effect of trade liberalization on the quality of the environment evidence developed and developing countries. *Iranian Journal of Agricultural Economics and Development Research*, 46(3), 623-632. doi: 10.22059/ijaedr.2015.55813.
- Mukherjee, S., & Chakraborty, D. (2010). Is there any relationship between environment, human development, political and governance regimes? Evidence from a cross-country analysis.
- 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). *Monetary & Financial Economics*, 17(33). doi: 10.22067/pm.v17i33.27310

- Nathaniel, S. & Adeleye, N. (2020). Environmental Preservation amidst Carbon Emissions, Energy Consumption, and Urbanization in Selected African Countries: Implication for Sustainability. *Journal of Cleaner Production*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125409>
- Nazeer, M., Uzma, T. & Shaista, S. (2018). Environmental Pollution and Sustainable Development in Developing Countries. *The Pakistan Development Review*. 55:4, 589–604.
- Nejati, M., Bahmani, M., Jalaei Esfandabadi, S. A. & Balaghi, Y. (2021). Trade Liberalization and Environmental Quality (Case Study: Iran and Eurasian Economic Union Members). *Journal of Environmental Science Studies*, 6(1), 3345-3351.
- Pourali, A., Falahi, M. A., & Naji Meydani, A. (2019). The Study of Human Development Dimensions (Education, Health, and Welfare) Effects on Environmental Performance Index. *Journals of Environmental Education and Sustainable Development*, 8(1), 9-22. doi: 10.30473/ee.2019.6322
- Raeiszadeh, M. A. (2013). The Effect of Subsidies on Natural Gas Consumption in the Household and Commercial Sectors”, master’s Thesis, Tehran Faculty of Economic Sciences, pp. 1-113 (In Persian).
- Rahman, M.M., Nepal, R. & Alam, KH. (2021). Impacts of human capital, exports, economic growth and energy consumption on CO2 emissions of a cross-sectionally dependent panel: Evidence from the newly industrialized countries (NICs). *Environmental Science and Policy*. 121: 24-36.
- Rahman, M.M., Saidi, K., & Ben Mbarek, M. (2017). The effects of population growth, environmental quality and trade openness on economic growth: A panel data application. *Journal of Economic Studies*. 44 (3): 456-474. <https://doi.org/10.1108/JES-02-2016-0031>.
- Salatin, P. & Olfat, A. (2019). The Impact of Trade Liberalization on Human Development Index in Selected Countries. *Iranian Economic Development Analyses*, 6(2), 147-165. doi: 10.22051/edp.2019.20120.1150
- Shabani, E.; Gilak Hakimabadi, M. & Taghinezhad Omran, V. (2023). Investigation of the Effects of Green Taxes on Pollutant Emissions and Human Development Index in Iran: A Model of Simultaneous Equations. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 9(4), 193-222. doi: 10.22034/eco.j.2023.49276.2982
- Shabani, Z., Sadraei javaheri, A., & Abbaspour Kazerouni, E. (2020). The Effect of Urbanization on Energy Consumption in Iranian Provinces: Spatial Panel Data Approach. *Iranian Energy Economics*, 9(34), 113-142. doi: 10.22054/jiee.2021.55099.1780
- Stanton, A. S. (2007). *The Human Development Index: A History*. Political Economy Research Institute, University of Massachusetts, Amherst. Archived from the original on 28 February 2019. Retrieved 28 February 2019.
- Tarazkar, M. H., Kargar Dehbidi, N., & Bakhshoodeh, M. (2018). The Effects of Economic Development and Urbanization on Pollution Emissions in Iran. *Agricultural Economics Research*, 10(38), 155-174.
- Turen, U., Yunus, G., & Ahmet, K. (2016). National ICT, economic freedom and human development. *Academic Journal Article*. 7: 49-72.
- Ullah, S., Adebayo, T. S., Irfan, M., & Abbas, S. (2023). Environmental quality and energy transition prospects for G- 7 economies: The prominence of environment- related ICT innovations, financial and human development. *Journal of Environmental Management*. Vol 342. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118120>.
- UNDP. *The Human Development concept*. (2010). Archived from the original on 15 April 2012. Retrieved 29 July 2011.
- Wang, Z., Danish Zhang, B., & Wang, B. (2018). Renewable Energy Consumption, Economic Growth and Human Development Index In Pakistan: Evidence Form Simultaneous Equation Model. *Journal Of Cleaner Production*. [10.1016/j.jclepro.2018.02.260](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.260).
- Zarra Nezhad, M. & Anvaari, E. (2006). Estimation of Hedonic Housing Price Function for Ahvaz using Panel Data Analysis. *Iranian Journal of Economic Research*, 8(28), 139-168.

Investigating the Impact of the Human Development Index on the Quality of the Environment in Member Countries of the Asian Productivity Organization

Hamid Amirnejad*¹, Foad Eshghi², Mahsa Taslimi³, Maryam Asadpour Galoogahi⁴

1. Corresponding Author & Professor in Agricultural Economics Department of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. Email: Hamidamirnejad@yahoo.com.
2. Assistant professor, Department of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. Email: Fesh.foad@gmail.com
3. PhD in Agricultural Economics, Agricultural Economics Department of Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. Email: Taslimi_mahsa@yahoo.com
4. Msc. Student, Department of Agricultural Economics, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Iran. Email: asadpourmaryam75@gmail.com

(Received: 2024/12/01

Accepted: 2025/06/02)

Abstract

The goal of every country and society is to achieve greater prosperity, well-being, and to overcome developmental challenges—in other words, to attain a better and more advanced quality of life. It is evident that realizing such objectives requires sustainable development. Today, the relationship between human development and environmental quality has become a central issue in the discourse on environmental preservation and sustainability. Increases in the Human Development Index (HDI) influence the consumption of natural resources and environmental sustainability. This study aims to examine the relationship between environmental pollution and the Human Development Index in selected member countries of the Asian Productivity Organization. Based on the results of the Limer test, panel data analysis was employed, covering 20 member countries over the period from 2000 to 2018. The model estimation results indicate that an increase in the Human Development Index is associated with a decrease in carbon dioxide emissions. This suggests that improvements in HDI—comprised of life expectancy, education, and per capita income—contribute to a reduction in air pollution. As life expectancy rises, educational levels improve, and income per capita increases, the HDI improves, leading to enhanced societal welfare. This, in turn, results in lower levels of environmental pollution, particularly air pollution. Given that improvements in the Human Development Index led to better environmental quality, it is recommended that policymakers promote education and implement strategies aimed at enhancing HDI indicators in order to improve environmental conditions and reduce pollution.

Keywords: Kuznets environmental hypothesis, Air pollution, Panel data, Fixed effects

* Corresponding author:

Email: Hamidamirnejad@yahoo.com