

تحلیل اثر بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست بر شاخص توسعه انسانی (مقایسه کشورهای توسعه یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی)

کامران نوابی زند^۱، رویا سیفی پور^۲، مرجان دامن کشیده^۳، امیررضا کیقبادی^۴

چکیده

در دهه‌های اخیر، شدت گرفتن تغییرات اقلیمی، انتشار گازهای گلخانه‌ای، آلودگی محیط‌زیست و بروز بلایای طبیعی، ابعاد تازه‌ای از تهدید را متوجه پایداری اقتصادی و کیفیت زندگی ساخته است. شاخص توسعه انسانی (HDI) ابزاری مناسب برای سنجش اثرات این مخاطرات بر مسیر توسعه کشورها محسوب می‌شود. این مطالعه به مقایسه کشورهای منتخب توسعه یافته واردکننده و صادرکننده خالص مواد غذایی در طی سال‌های ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ می‌پردازد و از روش برآورد الگوهای رگرسیونی مبتنی بر داده‌های تابلویی بهره می‌گیرد و به نرخ رشد متغیرهای کلیدی شامل: بار بیماری، هزینه‌های رفاهی ناشی از مرگ زودرس متناسب به بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست، مخارج بهداشتی فردی، میانگین تغییرات سالانه دما، انتشار آلاینده های ناشی از سوخت فسیلی، مخارج حفاظت از محیط‌زیست و مالیات‌های محیط‌زیستی به‌عنوان عوامل تعیین کننده در چارچوب تحلیلی توجه کرده است. این متغیرها می‌توانند به‌صورت مستقیم یا غیرمستقیم بر رشد شاخص توسعه انسانی اثرگذار باشند. تأثیرات این پدیده‌ها از سطح سلامت فردی تا سیاست‌گذاری کلان اقتصادی، بازتاب خود را در HDI نشان می‌دهد. طبق نتایج: ضمن پذیرش اثرات منفی و معنا دار رشد هزینه های رفاه ناشی از مرگ زودرس متناسب به بلایای طبیعی (گرما و سرما شدید) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیط و ازن محیطی) و رشد بار بیماری ناشی از آنها بر رشد شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه یافته منتخب، اثرات منفی رشد این متغیرها، بر رشد شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه یافته صادرکننده خالص مواد غذایی بیشتر از کشورهای توسعه یافته واردکننده خالص مواد غذایی می‌باشند و از آن‌گاه کلیدی: بار بیماری، حفاظت از محیط زیست، شاخص توسعه انسانی، هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس

طبقه بندی JEL: Q53، Q84، O15، I10

^۱. گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران Kamran.navabi@yahoo.com

^۲. گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران roy.seyfi pour@iau.ac.ir (نویسنده مسئول)

^۳. گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران m.damankeshideh@iau.ac.ir

^۴. گروه مدیریت صنعتی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران a.keghobadi@iauctb.ac.ir

^۵. مدل‌ها با استفاده از روش Panel EGLS + PCSE استفاده گردید که دقت آماری نتایج را ارتقا می‌دهد.

^۶. محاسبه نرخ رشد برای دما نه از نظر علمی و نه از نظر تفسیری معنا ندارد و در حوزه اقتصاد اقلیم نیز دما را به‌صورت سطحی وارد مدل کرده‌اند

۱. مقدمه

شاخص توسعه انسانی در دهه‌های اخیر به عنوان یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ترکیبی برای ارزیابی کیفیت زندگی و رفاه اجتماعی جوامع مطرح شده است (برنامه توسعه سازمان ملل^۱، ۲۰۲۰). این شاخص، که از ترکیب مؤلفه‌های آموزش، بهداشت و درآمد سرانه شکل می‌گیرد، می‌تواند به عنوان یک جایگزین مناسب برای سنجش سطح توسعه اقتصادی کشورها در نظر گرفته شود. در این میان، بخش کشاورزی همواره نقشی کلیدی در فرایند توسعه ایفا کرده است، چرا که علاوه بر تأمین امنیت غذایی، سهم قابل توجهی در اشتغال، صادرات و پایداری محیطی دارد. با این حال، پویایی‌های جدیدی همچون تغییرات اقلیمی و فشارهای زیست محیطی، بر رابطه میان توسعه کشاورزی و شاخص توسعه انسانی تأثیرات پیچیده‌ای بر جای گذاشته‌اند (هیئت دولتی تغییرات آب و هوایی^۲، ۲۰۲۲). یکی از ابعاد مهم این موضوع، بار بیماری ناشی از بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست است که مستقیماً بر کیفیت زندگی و توانایی نیروی کار اثر می‌گذارد. وقوع رخدادهایی نظیر گرما و سرمای شدید، سیل یا طوفان از یکسو، و آلودگی ناشی از ذرات معلق و ازن محیطی از سوی دیگر، بار مضاعفی بر سیستم‌های بهداشت عمومی و رفاه اجتماعی وارد می‌سازد (واتس و همکاران^۳، ۲۰۲۱). این پیامدها علاوه بر آثار بهداشتی، به شکل غیرمستقیم موجب کاهش بهره‌وری نیروی کار، افزایش هزینه‌های درمانی و کند شدن روند رشد اقتصادی می‌شوند. همچنین، انتشار گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی به عنوان عوامل تشدیدکننده بحران‌های محیطی، زمینه ساز افزایش آسیب‌پذیری کشورها در برابر بلایای طبیعی هستند. در این شرایط، هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس مرتبط با بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست به یکی از چالش‌های اساسی سیاست‌گذاران تبدیل شده است، چرا که نه تنها موجب کاهش امید به زندگی می‌شود، بلکه اثرات منفی مستقیمی بر شاخص توسعه انسانی بر جای می‌گذارد (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۴، ۲۰۲۱). در مقابل، ابزارهای سیاستی نظیر مخارج بهداشتی، سرمایه‌گذاری در حفاظت از محیط زیست و اعمال مالیات‌های زیست محیطی می‌توانند در تعدیل این اثرات نقش آفرینی کنند. افزایش مخارج بهداشتی، دسترسی و کیفیت خدمات درمانی را ارتقا داده و از شدت بار بیماری می‌کاهد. همچنین، سرمایه‌گذاری در حفاظت از محیط زیست و اعمال سیاست‌های مالیاتی می‌تواند ضمن کاهش انتشار آلاینده‌ها، زمینه‌ساز ارتقای تاب‌آوری جوامع در برابر تهدیدهای محیطی شود (هالگات و همکاران^۵، ۲۰۱۶).

این تحقیق به مطالعه و بررسی اثر متغیرهای زیست محیطی بر رشد شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه‌یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی می‌پردازد. در همین راستا، ساختار مقاله به گونه‌ای تنظیم شده است که در بخش نخست، مبانی نظری پژوهش مطرح می‌شود؛ در این قسمت متغیر وابسته و

1. United Nations Development Programme

2. Intergovernmental Panel on Climate Change

3. Watts et al.

4. Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)

5. Hallegatte et al.

متغیرهای مستقل معرفی و ارتباط کلی آن‌ها با متغیر وابسته تبیین می‌گردد. در بخش دوم، پیشینه پژوهش‌های داخلی و خارجی مرور شده و شکاف تحقیق و نوآوری مطالعه در همین چارچوب تشریح می‌شود. بخش سوم به روش تحقیق اختصاص دارد که شامل جامعه آماری، رویکرد مدل‌سازی پانلی، آزمون‌های تشخیصی و نحوه برآورد مدل‌هاست. در ادامه، دو مدل اصلی تحقیق که هر یک در دو بخش الف (بلائیای طبیعی) و ب (آلودگی محیط زیست) طراحی شده‌اند، استخراج و برای دو گروه کشورهای توسعه‌یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی برآورد می‌شوند. در پایان، یافته‌ها مقایسه شده و نتیجه‌گیری همراه با ارائه راهکارهای سیاستی ارائه می‌شود.

۲. مبانی نظری

شاخص توسعه انسانی (HDI) یکی از معتبرترین شاخص‌های چندبعدی برای سنجش کیفیت زندگی و رفاه اجتماعی است که بر سه مؤلفه اساسی امید به زندگی، آموزش و درآمد سرانه استوار است. این شاخص فراتر از رشد اقتصادی صرف، بر توسعه همه‌جانبه انسانی تمرکز دارد و نشان می‌دهد که رفاه پایدار تنها در سایه سلامت، آموزش و دسترسی عادلانه به منابع اقتصادی ممکن است. به همین دلیل، در بسیاری از پژوهش‌ها HDI به عنوان جایگزین شاخص توسعه اقتصادی به کار می‌رود و مبنای مناسبی برای بررسی اثر بلائیای طبیعی و آلودگی محیط زیست بر رفاه جوامع محسوب می‌شود (برنامه توسعه سازمان ملل، ۲۰۲۰).

بلائیای طبیعی به رخدادهایی اطلاق می‌شود که خسارات مستقیم و غیرمستقیم بر جوامع انسانی و محیط زیست وارد کرده و فعالیت‌های اقتصادی و اجتماعی را مختل می‌سازند (افتخاری و همکاران، ۱۳۸۶). این بلایا به طور کلی سه اثر عمده دارند: نخست، اثرات مستقیم شامل تخریب سرمایه‌های انسانی و فیزیکی مانند زیرساخت‌ها، زمین‌های زراعی و محصولات کشاورزی که سلامت، رفاه و کیفیت زندگی را تضعیف می‌کنند. دوم، اثرات غیرمستقیم مانند کاهش تولید و درآمد، افزایش هزینه‌ها و محدود شدن فرصت‌های آموزشی و رفاهی. سوم، پیامدهای کلان اقتصادی که متغیرهایی چون رشد، اشتغال و سرمایه‌گذاری را تحت فشار قرار داده و در نهایت موجب کاهش شاخص توسعه انسانی می‌شوند (یعقوبی و شکیبایی، ۱۳۹۴). بر اساس منبع ایجاد، بلائیای طبیعی به سه دسته جوی مانند سیل و خشکسالی، زمین‌شناختی مانند رانش زمین و زمین‌ساختی مانند زلزله تقسیم می‌شوند (امیرانی، ۱۳۷۱). تمرکز این تحقیق بر تغییرات اقلیمی است، زیرا این پدیده اثر مستقیم‌تر و ماندگارتری بر توسعه انسانی دارد.

تغییرات اقلیمی از طریق تغییر دما، بارش و بروز رخدادهای شدید آب‌وهوایی، سلامت، کشاورزی و منابع اقتصادی را به شدت تحت تأثیر قرار می‌دهد. شاخص توسعه انسانی که شامل آموزش، سلامت و درآمد است، مستقیماً در معرض اثرات منفی این تغییرات قرار می‌گیرد. کاهش بهره‌وری کشاورزی، تخریب منابع طبیعی، مهاجرت اجباری، افزایش فقر و شیوع بیماری‌ها از جمله پیامدهایی هستند که امید به زندگی را

کاهش داده، درآمد سرانه را محدود و فرصت‌های آموزشی را مختل می‌سازند. به همین دلیل، تغییرات اقلیمی تهدیدی جدی برای پایداری توسعه انسانی محسوب می‌شود (برنامه توسعه سازمان ملل، ۲۰۲۲). آلودگی زیست‌محیطی نیز از مهم‌ترین چالش‌های انسانی و اقتصادی است که به ورود مواد مضر به آب، هوا و خاک اطلاق می‌شود و موجب کاهش سلامت عمومی، افت کیفیت زندگی و کاهش بهره‌وری اقتصادی می‌گردد. آلودگی هوا به‌ویژه ناشی از ذرات معلق ریز (PM_{2.5})، ازن، دی‌اکسید گوگرد و نیتروژن، مهم‌ترین تهدید برای سلامت به شمار می‌آید و با افزایش بیماری‌های قلبی-تنفسی، امید به زندگی را به طور مستقیم کاهش می‌دهد (کنگ و لی، ۲۰۱۲). ارتباط این پدیده با شاخص توسعه انسانی از مسیر افزایش بیماری‌ها، کاهش بهره‌وری نیروی کار، تضعیف کیفیت آموزش و فشار اقتصادی بر خانوارها برقرار می‌شود. در مراحل اولیه توسعه، نبود سیاست‌های سختگیرانه زیست‌محیطی شدت آلودگی را بالا می‌برد، اما با رشد درآمد و ارتقای حکمرانی، اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی می‌تواند آلودگی را کاهش داده و کیفیت زندگی و HDI را بهبود بخشد (کنگ و لی^۱، ۲۰۱۲؛ سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱).

از منظر سلامت عمومی، شاخص سال‌های عمر تعدیل شده با ناتوانی (DALYs) ابزاری برای کمی‌سازی بار بیماری‌هاست (لوپز و موری، ۱۹۹۳). تغییرات اقلیمی و آلودگی محیط زیست با افزایش بیماری‌های قلبی، تنفسی، سوء تغذیه و بیماری‌های عفونی، موجب افزایش DALYs می‌شوند. افزایش این شاخص نشانگر کاهش کیفیت و کمیت زندگی است و افت مستقیم در مؤلفه‌های HDI شامل امید به زندگی، سطح آموزش و درآمد سرانه را بازتاب می‌دهد. بنابراین، DALYs حلقه واسطی میان تهدیدهای زیست‌محیطی و توسعه انسانی به شمار می‌رود (فرجی دیزجی و همکاران، ۱۴۰۰).

در کنار بار بیماری‌ها، یکی از مهم‌ترین پیامدهای بلایا و آلودگی، مرگ زودرس است که به معنای فوت افراد قبل از رسیدن به سن امید به زندگی تعریف می‌شود. این پدیده نه تنها از منظر انسانی و اجتماعی زیان‌بار است، بلکه آثار اقتصادی گسترده‌ای دارد. مرگ زودرس موجب کاهش نیروی کار فعال، افزایش هزینه‌های درمانی، کاهش بهره‌وری و تضعیف پس‌انداز خانوارها می‌شود. مهم‌تر از همه، پیامد آن در قالب «هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس» قابل مشاهده است که ارزش اقتصادی و اجتماعی سال‌های ازدست‌رفته زندگی را نشان می‌دهد. در کشورهایی که به دلیل بلایای طبیعی یا آلودگی محیط زیست نرخ مرگ زودرس بالا است، این هزینه بخش قابل توجهی از منابع اقتصادی را جذب کرده و مانع سرمایه‌گذاری در حوزه‌هایی چون آموزش، سلامت و تغذیه می‌شود. این امر به کاهش امید به زندگی، افزایش نابرابری و افت شاخص توسعه انسانی منجر می‌گردد. (اسمیت و همکاران^۲، ۲۰۲۳) برآوردها نشان می‌دهد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس ناشی از مخاطرات محیط زیستی در جهان تا سال ۲۰۶۰ می‌تواند به ۱۸ تا ۲۵ تریلیون دلار در سال

^۱ . Kong & Li

^۲ . World Health Organization(who)

^۳ . Smith et al.

برسد (دفتر مدیریت و بودجه کاخ سفید^۱، ۲۰۱۹). بنابراین، مدیریت مؤثر این هزینه‌ها و اتخاذ سیاست‌های پیشگیرانه برای کاهش مرگ‌های زودرس نقشی کلیدی در ارتقای HDI دارد.

در برابر این تهدیدها، مخارج حفاظت محیط زیست به‌عنوان سیاستی پیشگیرانه مطرح است. این مخارج شامل سرمایه‌گذاری‌ها و برنامه‌هایی است که برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی، مدیریت منابع طبیعی و سازگاری با تغییرات اقلیمی انجام می‌شوند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۲). اثرات مثبت این مخارج به وضوح در کاهش مرگ‌های زودرس، ارتقای سلامت عمومی و بهبود کیفیت زندگی مشاهده می‌شود که مستقیماً HDI را تقویت می‌کند. با این حال، در کوتاه‌مدت ممکن است فشار مالی بر دولت‌ها و بخش خصوصی وارد کرده و منابع سرمایه‌گذاری در بخش‌های آموزشی و تولیدی را محدود کند. طراحی سیاست‌های متوازن در این زمینه ضروری است تا مخارج حفاظت محیط زیست منجر به ارتقای پایدار توسعه انسانی گردد.

ابزار دیگر سیاستی برای کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی، مالیات‌های زیست‌محیطی است. این مالیات‌ها با هدف کاهش انتشار آلاینده‌ها و اصلاح رفتارهای مخرب محیط زیستی طراحی می‌شوند (سازمان همکاری و توسعه اقتصادی، ۲۰۲۲). مالیات زیست‌محیطی از طریق بهبود سلامت عمومی، کاهش آلودگی و تقویت امنیت غذایی، HDI را ارتقا می‌دهد. اما آثار منفی کوتاه‌مدت نیز دارد: افزایش هزینه تولید، کاهش رقابت‌پذیری و فشار مالی بر خانوارها به‌ویژه در کشورهای با شاخص توسعه انسانی پایین‌تر. در صورت طراحی کارآمد، درآمد حاصل از مالیات‌های سبز می‌تواند به حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر و سرمایه‌گذاری در آموزش و سلامت اختصاص یابد و بدین ترتیب اثر مثبت خالصی بر توسعه انسانی داشته باشد (تول^۲، ۲۰۲۰).

در کنار این متغیرها، هزینه‌های بهداشتی فردی که سهم پرداخت‌های مستقیم خانوار از هزینه‌های سلامت را نشان می‌دهد، رابطه‌ای دوگانه با توسعه انسانی دارد (بانک جهانی، ۲۰۲۰). از یک سو، افزایش این هزینه‌ها در صورتی که منجر به بهبود کیفیت خدمات درمانی شود، امید به زندگی و بهره‌وری نیروی کار را ارتقا می‌دهد. از سوی دیگر، هزینه‌های سنگین سلامت می‌تواند پس‌انداز خانوارها را کاهش داده، فرصت‌های آموزشی را محدود و درآمد سرانه را تضعیف کند. در کشورهای توسعه‌یافته، بلایای طبیعی و تغییرات اقلیمی موجب افزایش این هزینه‌ها می‌شوند و در صورت نبود حمایت نهادی، نابرابری در دسترسی به خدمات سلامت افزایش یافته و شاخص توسعه انسانی افت می‌کند (کمیته دولتی تغییرات اقلیمی، ۲۰۲۲).

^۱ . White House Office of Management and Budget

^۲ . Tol

به طور کلی، HDI برخلاف شاخص های صرفاً اقتصادی، تصویری چندبعدی از توسعه ارائه می دهد و رابطه ای مستقیم و متقابل با متغیرهای زیست محیطی دارد. تغییرات اقلیمی و بلایای طبیعی با کاهش سلامت و امنیت غذایی و افزایش مهاجرت اجباری، آلودگی محیط زیست با افزایش بیماری ها و کاهش امید به زندگی، و مرگ زودرس و هزینه رفاه ناشی از آن با تضعیف نیروی کار و کاهش سرمایه گذاری آموزشی، همگی تهدیدهایی جدی برای توسعه انسانی اند. در مقابل، مخارج حفاظت از محیط زیست و مالیات های زیست محیطی در صورت طراحی صحیح می توانند اثرات مثبتی بر سلامت عمومی، کیفیت زندگی و ارتقای پایدار HDI داشته باشند (گارسیا و همکاران^۱، ۲۰۲۱). بنابراین، مدیریت صحیح این متغیرها و سیاست گذاری جامع برای کاهش آسیب های زیست محیطی، بهبود سرمایه انسانی و پایداری بخش کشاورزی، لازمه دستیابی به توسعه انسانی و اقتصادی پایدار است. افزون بر این، نقش حکمرانی کارآمد و سرمایه انسانی توانمند در این میان حیاتی است؛ چراکه تنها در صورت وجود سیاست های هوشمندانه، مشارکت اجتماعی و سرمایه گذاری در آموزش و بهداشت، می توان آثار منفی بلایا و آلودگی را مهار کرده و مسیر توسعه انسانی را در جهت پایدار و مقاوم هدایت کرد. (تودارو و اسمیت^۲، ۲۰۲۰)

۳. پیشینه تحقیق

الف. مطالعات داخلی

زارعی و سجادی (۱۴۰۳) در پژوهشی به روش همجمعی، رابطه بین مخاطرات طبیعی (تعداد وقوع زلزله) و هزینه های حفاظت از محیط زیست با شاخص توسعه انسانی در ایران طی دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۲ را تحلیل کردند. آنان دریافتند که اگرچه بلایای طبیعی در کوتاه مدت توسعه انسانی را مختل می کند، اما تخصیص بودجه به حفاظت محیط زیست در بلندمدت جبران کننده این اثرات منفی بوده و به بهبود شاخص نیز منجر شده است.

رحیمی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی تأثیر آلودگی هوا (ذرات PM2.5) و بلایای طبیعی (سیل) بر شاخص توسعه انسانی در ۱۵ استان پرجمعیت ایران طی دوره ۱۳۹۵ تا ۱۴۰۰ با استفاده از رگرسیون داده های تابلویی پرداختند. یافته ها نشان داد که افزایش یک واحد انحراف معیاری در غلظت ذرات معلق، منجر به کاهش ۰.۰۲ واحدی در شاخص توسعه انسانی شده و خسارات مالی ناشی از سیل نیز رابطه منفی و معناداری با این شاخص دارد.

فتحی و احمدی (۱۴۰۱) اثر تغییرات اقلیمی (شاخص دمای سالانه) و بار بیماری های منتسب به محیط زیست را بر مؤلفه امید به زندگی شاخص توسعه انسانی در ۲۰ کشور خاورمیانه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ با روش GMM بررسی کردند. نتایج حاکی از آن بود که افزایش دما و بار بیماری ها، امید به زندگی را به طور مستقیم و غیرمستقیم (از طریق کاهش درآمد سرانه) کاهش داده و تأثیر منفی بر توسعه انسانی دارد.

^۱ . García et al.

^۲ . Todaro & Smith

پندار و همکاران (۱۳۹۹)، در مقاله "تحلیل و تبیین رابطه همبستگی شاخص توسعه انسانی و ۱۷ شاخص توسعه پایدار و تطبیق این شاخصها در ایران" به بررسی ۱۵۴ کشور طی سال ۲۰۱۷ با استفاده از نرم افزار SPSS پرداختند، طبق نتایج بین ۱۵ هدف و شاخص توسعه انسانی رابطه قوی و معنی دار وجود دارد و فقط اهداف ۱۵ و ۱۷ ارتباط معنی داری با شاخص توسعه انسانی ندارند.

ب. مطالعات خارجی

گارسیا و همکاران^۱ (۲۰۲۴) اثر اقدامات حفاظت از محیط زیست (شاخص عملکرد محیط زیستی) و فراوانی بلایای طبیعی بر شاخص توسعه انسانی را در ۳۰ کشور عضو OECD طی سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۲ با استفاده از مدل تصحیح خطای برداری (VECM) مطالعه کردند. نتایج نشان داد که در بلندمدت، بهبود شاخص عملکرد محیط زیستی اثر مثبت و بلایای طبیعی اثر منفی مستقیم و معناداری بر شاخص توسعه انسانی دارند. اسمیت و همکاران^۲ (۲۰۲۳) تأثیر مرگ‌ومیر زودرس ناشی از آلودگی هوا و بلایای اقلیمی بر شاخص توسعه انسانی را در ۴۵ کشور در حال توسعه طی دوره ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۰ با استفاده از مدل رگرسیون چندسطحی بررسی کردند. نتایج نشان داد که مرگ‌ومیر زودرس قوی‌ترین رابطه منفی را با امید به زندگی و در نتیجه شاخص توسعه انسانی دارد، در حالی که سرمایه‌گذاری در حفاظت از محیط زیست این رابطه منفی را تعدیل می‌کند.

کومار و همکاران^۳ (۲۰۲۲)، در مقاله‌ای با عنوان هزینه‌های مراقبت‌های بهداشتی، حکمرانی خوب و توسعه انسانی به بررسی ۱۶۱ کشور در بازه زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۹ به روش GMM پرداختند. طبق نتایج، اختصاص بیشتر بودجه به بخش بهداشت به تنهایی برای بهبود توسعه انسانی کافی نیست. در کشورهای کم درآمد، به دلیل مشکلاتی مانند فساد گسترده، نبود خدمات پایه سلامت، ضعف سیستم بهداشت عمومی، و زیرساخت‌های قدیمی، نه هزینه‌های سلامت و نه تعامل آن با حکمرانی، اثر مثبت ندارند و میزان مرگ و میر بالاست اما در کشورهای با درآمد بالاتر از حد متوسط این مشکلات کمتر دیده می‌شود.

صالحی و همکاران^۴ (۲۰۲۱)، در مقاله‌ای با عنوان: تحلیل روند سالهای زندگی تعدیل شده ناتوانی ناشی از بیماری‌های قلبی عروقی، به بررسی بار جهانی بیماری در کشورهای منتخب طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ پرداختند، نتایج به دست آمده نشان‌دهنده روند نزولی قابل توجهی با میانگین درصد تغییر سالانه -۱، -۳، - و ۱/۱- در هر ۱۰۰۰۰۰ جمعیت، به ترتیب برای DALY، مجموع سال‌های زندگی از دست رفته به علت مرگ زودتر از امید به زندگی (YLLs) و سالهایی از زندگی که با معلولیت (YLDs) بود. همچنین

^۱. Garcia et al.

^۲. Smith et al.

^۳. Banna Banik et al.

^۴. Salehi et al.

کشورهایی با سطوح بالا/خیلی بالا از HDI نسبت به کشورهایی که در سطوح پایین تر از HDI در طول دوره مورد مطالعه قرار دارند، شیب کاهشی تندتری را تجربه کرده‌اند.

گاوریلو و همکاران^۱ (۲۰۲۰)، به تأثیرات تخصیص منابع دولتی برای بهبود محیط زیست در ۱۱ کشور منتخب در حال توسعه اروپایی طی سالهای ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۷ به روش پنل (اثرات ثابت و تصادفی) پرداختند، هدف آنها ارزیابی تأثیر شرایط متغیر محیط زیست و اقدامات دولتی در زمینه حفاظت از محیط زیست بر زندگی شهروندان، یعنی بر امید به زندگی آنها به عنوان مولفه ای از شاخص توسعه انسانی بود. طبق نتایج، بین شاخص پایداری محیط زیست و امید به زندگی رابطه مثبت و معناداری وجود دارد، اما آلودگی زیست محیطی و مرگ و میرهای زودرس منتسب به آنها رابطه منفی با امید به زندگی از طریق شاخص پایداری محیط زیست دارد. از طرفی شرایط محیطی خوب و اقدامات پایدار دولتی در زمینه حفاظت از محیط زیست باعث می شود، جمعیت از شرایط سلامتی بالاتری برخوردار بوده و امید به زندگی افزایش می یابد.

اووسو و سارکودی^۲ (۲۰۲۰)، در تحقیق خود با عنوان "برآورد جهانی مرگ و میر، سالهای زندگی تعدیل شده با ناتوانی و هزینه رفاهی ناشی از قرار گرفتن در معرض آلودگی هوای محیط" به بررسی رابطه بین ذرات معلق محیط، مرگ و میر، DALYs و هزینه رفاه در ۱۹۵ کشور طی سالهای ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ با استفاده از روش تخمین پانل پویا پرداختند. نتایج نشان داد که هیچ یک از ۱۹۵ کشور مورد مطالعه دستورالعمل‌های WHO را برای کیفیت هوا رعایت نمی کنند و بین آلودگی هوای بیرون، مرگ و میر، مرگ‌های زودرس، DALY و هزینه های رفاهی ارتباط مثبت و معناداری وجود دارد.

باردی و پیرینی^۳ (۲۰۱۳) در پژوهش خود به بررسی روند امید به زندگی سالم در کشورهای اروپایی پرداختند. نتایج نشان داد که این شاخص تا سال‌های ابتدایی دهه ۲۰۰۰ روندی صعودی داشت اما از سال ۲۰۰۳ به بعد کاهش یافت. این کاهش عمدتاً ناشی از موج گرمای شدید اروپا در سال ۲۰۰۳ بود که به مرگ هزاران نفر، به‌ویژه سالمندان و بیماران قلبی - ریوی منجر شد. یافته‌ها بیانگر آن است که تغییرات اقلیمی و افزایش مخاطرات زیست محیطی از طریق افزایش مرگ‌های زودرس می‌توانند بر شاخص‌های کلان رفاه و توسعه انسانی اثر منفی بگذارند. همچنین این رویدادها سبب فشار بیشتر بر نظام سلامت عمومی می‌شوند و نهایتاً نتیجه می‌گیرند که تغییرات اقلیمی و بحران‌های زیست محیطی باید در سیاست‌گذاری‌های سلامت و توسعه به‌عنوان تهدیدی جدی مدنظر قرار گیرند.

شایان ذکر است بیشتر مطالعات پیشین اثرات بلایای طبیعی یا آلودگی محیط زیست را به‌طور منفرد و عمدتاً بر شاخص‌های اقتصادی مانند تولید ناخالص داخلی بررسی کرده‌اند، در حالی که توجه کمتری به شاخص توسعه انسانی (HDI) به‌عنوان شاخصی چندبعدی از رفاه داشته‌اند. همچنین، بخش قابل توجهی از این پژوهش‌ها متغیرهای سلامت محور و هزینه‌های رفاهی ناشی از مرگ زودرس را وارد مدل نکرده و تفاوت

^۱ . Onofrei et al.

^۲ . Owusu & Sarkodie

^۳ . Bardi & Pierini

ساختاری میان کشورهای توسعه‌یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی را نادیده گرفته‌اند. این در حالی است که ماهیت و شدت اثر بلایا و آلودگی می‌تواند در این دو گروه کشور به‌طور اساسی متفاوت باشد.

نوآوری مطالعه حاضر، بکارگیری متغیرهای سلامت‌محور شامل نرخ رشد بار بیماری (DALYs) و نرخ رشد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس، که به‌طور مشخص در دو بعد بلایای طبیعی، هزینه رفاه ناشی از مرگ‌های زودرس متناسب به گرما و سرمای شدید و همچنین از نظر آلودگی محیط‌زیست، هزینه رفاه ناشی از مرگ‌های زودرس مرتبط با آلودگی و ذرات معلق (PM) است.

بنابراین با توجه به اهمیت لازم است موارد زیر بررسی گردند:

۱. افزایش رشد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس مرتبط با بلای طبیعی (گرما و سرمای شدید) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیط و آلودگی محیطی) اثر منفی و معنی دار بر رشد شاخص توسعه انسانی کشورهای توسعه یافته منتخب دارند.

۲. افزایش رشد بار بیماری (DALY) مرتبط با بلای طبیعی (گرما و سرمای شدید) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیط و آلودگی محیطی) اثر منفی و معنی دار بر رشد شاخص توسعه انسانی کشورهای توسعه یافته منتخب دارد.

۳. میزان اثرات رشد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس و بار بیماری (DALY) مرتبط با بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست بر رشد شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه یافته صادرکننده خالص مواد غذایی بیشتر از کشورهای توسعه یافته واردکننده خالص مواد غذایی می‌باشند

۴. روش تحقیق

روش تحقیق از نوع علی - همبستگی از دسته تحقیق‌های توصیفی است و همچنین به منظور تطبیق تئوری‌های اقتصادی با واقعیت‌های جامعه، روابط علی بین متغیرها را با استفاده از آمار و ارقام مورد بررسی قرار می‌دهیم. در این تحقیق، از دو مدل اصلی استفاده شده است که بر اساس مقاله‌های پایه گاوریلو و همکاران (۲۰۲۰)، باردی و پیرینی (۲۰۱۳) و کومار و همکاران (۲۰۲۲) تنظیم شده‌اند؛ مدل ۱ شامل ۲۰ کشور توسعه یافته^۱ صادرکننده خالص^۲ مواد غذایی و مدل ۲ شامل ۲۱ کشور توسعه یافته^۳ واردکننده خالص مواد

۱. استرالیا، بلاروس، بلژیک، دانمارک، مجارستان، ایرلند، لتونی، لیتوانی، مولداوی، لهستان، روسیه، اوکراین، آمریکا، بلغارستان، هلند، نیوزیلند، کانادا.

ایسلند، اسپانیا، نروژ

۲. صادرکننده خالص کشور یا سرزمینی است که ارزش کالاها و خدمات صادراتی بالاتر از کالاها و خدمات وارداتی آن در یک بازه زمانی مشخص باشد و برعکس آن در واردکننده خالص می‌باشد به سایت انکتاد (unctad) مراجعه شود.

۳. اتریش، کرواسی، قبرس، جمهوری چک، استونی، فنلاند، فرانسه، آلمان، یونان، ایتالیا، ژاپن، لوکزامبورگ، مالت، پرتغال، رومانی، اسلواکی، اسلوانی، سوئد، سوئیس، کره جنوبی، بریتانیا.

غذایی^۱ می باشند که طی بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ بررسی شده اند. از نظر روش شناسی، انتخاب این بازه زمانی به این دلیل اصلی است که از سال ۲۰۲۰ به بعد به دلیل پیامدهای همه گیری کرونا و اختلال در نظام های آماری، داده های به روز شده برای برخی متغیرهای کلیدی این تحقیق^۲، منتشر نشده است. بنابراین، دوره انتخاب شده آخرین بازه ای است که امکان مقایسه فراگیر بین کشورها را فراهم می کند. از طرفی، هریک از مدلها به دو بخش الف و ب تقسیم بندی می شوند، که بخش الف: بعد بلایای طبیعی و بخش ب: بعد آلودگی محیط زیست را در نظر می گیرد. در بخش الف (بعد بلایای طبیعی) و بخش ب (بعد آلودگی محیطی زیست) مدلها، متغیرهای مستقل کلیدی لحاظ شده به ترتیب مرتبط با بلایای طبیعی و آلودگی محیطی زیست می باشند. این تفکیک علاوه بر آن که امکان شناسایی دقیق تر کانال های اثرگذاری هر نوع مخاطره را فراهم می کند، باعث می شود شدت و ماهیت تأثیر بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست بر متغیر وابسته به صورت مستقل و مقایسه ای قابل ارزیابی باشد و سیاست گذاری متناسب برای هر حوزه طراحی گردد. همچنین، از نظر تعریف متغیرها، تمامی متغیرهای اقتصادی و اجتماعی به صورت نرخ رشد محاسبه شده اند. این انتخاب از دو جنبه قابل دفاع است: نخست، بسیاری از داده های کلان کشوری در سطح خود نایست هستند و استفاده از نرخ رشد موجب رفع این مشکل و افزایش اعتبار برآوردها می شود. دوم، نرخ رشد امکان مقایسه پویایی ها و سرعت تغییرات را در کشورهایی با سطح متفاوت توسعه، درآمد یا جمعیت فراهم می سازد. به عنوان مثال، در مورد شاخص توسعه انسانی، تغییرات سطحی این شاخصها در بازه های کوتاه مدت بسیار اندک است و تمرکز بر نرخ رشد آن، تصویری دقیق تر از سرعت بهبود یا افت آنها ارائه می کند. این رویکرد در ادبیات بین المللی نیز سابقه دارد (هیساج، ۲۰۲۵؛ آرلانو و همکاران^۳، ۲۰۲۴). در مقابل، متغیرهای فیزیکی مانند میانگین سالانه دما در سطح خود وارد مدل شده اند، زیرا محاسبه نرخ رشد برای دما نه از نظر علمی و نه از نظر تفسیری معنا ندارد. مطالعات متعددی در حوزه اقتصاد اقلیم نیز دما را به صورت سطحی وارد مدل کرده اند (لی و همکاران، ۲۰۱۶؛ روزن^۴، ۲۰۲۱).

با توجه به موارد فوق، مدل های کشورهای توسعه یافته صادر کننده و وارد کننده خالص مواد غذایی به صورت زیر قابل استخراج هستند:

بخش الف (بعد بلایای طبیعی):

$$Rhdi_{ijt} = F(rhltemp_{ijt}, temchng_{ijt}, rophexpnd_{ijt}, rhldaly_{ijt}, rentax_{ijt}, rexenpr_{ijt})$$

بخش ب (بعد آلودگی محیط زیست):

$$Rhdi_{ijt} = F(rozapmat_{ijt}, rggh_{ijt}, rophexpnd_{ijt}, ropdaly_{ijt}, rentax_{ijt}, rexenpr_{ijt})$$

^۱. UNCTAD/STAT/CLASSIF/2022/1 CLASSIFICATION UPDATE – APRIL 2022

^۲. هزینه های رفاه ناشی از مرگ زودرس، بار بیماری های منتسب به بلایای طبیعی و آلودگی محیط زیست

^۳. Hysaj et al.

^۴. Rosen

که اندیس i: نشان دهنده دو گروه کشورهای توسعه یافته صادر کننده خالص و وارد کننده خالص مواد غذایی، اندیس نشان دهنده کشورهای هر گروه و t نشان دهنده زمان (۱۰ سال) می باشند. شایان ذکر است که در جدول ۱، شرح متغیرها و منبع استخراج آنها ذکر شده است:

جدول ۱- شرح متغیرها

نماد نمایش متغیر	نام متغیر	نام مدل ^۱ (بخش)	تعریف متغیرها	منبع جمع آوری داده
RHDI	نرخ رشد شاخص توسعه انسانی ^۲	مدل ۱ و ۲ (الف و ب)	سه بُعد امید به زندگی، آموزش و درآمد سرانه را ترکیب می کند و تصویر جامع تری از کیفیت زندگی ارائه می دهد.	سایت نوئما (Knoema)
Rhltemp	نرخ رشد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس متناسب به بلایای طبیعی (گرما و سرمای شدید) ^۳	مدل ۱ و ۲ (الف)	ارزش اقتصادی کاهش یافته و رفاه از دست رفته جامعه به دلیل مرگ زودرس افراد بر اثر بلایای طبیعی /آلودگی زیست محیطی می باشد و همچنین این هزینه شامل درآمد های از دست رفته در طول عمر مورد انتظار و کاهش رضایت از زندگی یا مطلوبیت فردی است می شود	سایت سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD)
Rozapmat	نرخ رشد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس متناسب (ماده ذرات محیط و ازن محیطی) ^۴	مدل ۱ و ۲ (ب)		
Rhldaly	نرخ رشد بار بیماری ناشی از بلایای طبیعی (گرما و سرمای شدید) ^۵	مدل ۱ و ۲ (الف)	نشان دهنده از دست دادن معادل یک سال سلامت کامل است. اصل اساسی در برآورد این شاخص، شدت اثر بیماری است که دامنه آن از صفر برای بهترین حالت سلامت تا یک برای بیماری ها و حوادث طبیعی و غیر طبیعی منجر به مرگ، متغیر است	سایت سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD)
Ropdaly	نرخ رشد بار بیماری ناشی از آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیط و ازن محیطی) ^۶	مدل ۱ و ۲ (ب)		
temchn	تغییرات میانگین سالانه دما ^۷	مدل ۱ و ۲ (الف)	به تفاوت میانگین دمای ثبت شده در یک سال خاص نسبت به میانگین بلندمدت آن منطقه یا جهان اطلاق می شود، این شاخص برای تحلیل اثرات اقلیمی بر اکوسیستم، سلامت	سایت هیئت بین دولتی تغییرات اقلیمی (IPCC)

^۱ مدل ۱: کشورهای توسعه یافته صادر کننده خالص مواد غذایی و مدل ۲: کشورهای توسعه یافته وارد کننده خالص مواد غذایی بوده و بخش

الف: مربوط به بعد بلایای طبیعی و بخش ب مربوط به بعد آلودگی محیط زیست می باشد

^۲ Human Development Index (growth rate)

^۳ Welfare cost of premature deaths due to high and low temperature, per capita (USD 2015, growth rate)

^۴ Welfare cost of premature deaths due to ambient particulate matter and ambient ozone, per capita (USD 2015, growth rate)

^۵ Disability-adjusted life years (DALYs) attributable to high and low temperatures, number (growth rate)

^۶ Disability-adjusted life years (DALYs) attributable to ambient particulate matter and ambient ozone, number (growth rate)

^۷ Mean Temperature Change,

	انسان، و توسعه پایدار استفاده می شود. ^۱			
RGhg	نرخ رشد انتشار آلاینده های ناشی از احتراق سوخت های فسیلی ^۲	مدل ۱ و ۲ (ب)	میزان آلودگی تولید شده از مصرف انرژی های فسیلی در بخش های مختلف اقتصادی است	آژانس بین المللی انرژی (IEA)
Rophexpnd	نرخ رشد هزینه فردی بهداشتی ^۳	مدل ۱ و ۲ (الف و ب)	نشان دهنده سهمی از هزینه های مراقبت های بهداشتی و درمانی است که مستقیماً توسط خانوارها و بدون حمایت مالی از سوی بیمه ها یا دولت پرداخت می شود	سازمان بهداشت جهانی (WHO)
Rexenpr	نرخ رشد هزینه حفاظت از محیط زیست ^۴	مدل ۱ و ۲ (الف و ب)	به تمامی مخارجی اطلاق می شود که برای پیشگیری، کاهش یا حذف آلودگی ها و تخریب های زیست محیطی انجام می گیرد	سایت اقتصاد جهانی (global economy)
Rentax	نرخ رشد مالیات های زیست محیطی ^۵	مدل ۱ و ۲ (الف و ب)	پرداخت هایی است که برای فعالیت های آلاینده یا بهره برداری از منابع طبیعی انجام می شود، و پایه آن تأثیر منفی این فعالیت ها بر محیط زیست است	سایت اقتصاد جهانی

* برآورد مدل

ابتدا آزمون واریانس ناهمسانی وایت و خود همبستگی بروش گادفری و آزمون استقلال مقاطع پسران^۶ برای مدل های فوق انجام شد، که نتایج آن در جدول ۲ آمده است:

جدول ۲- آزمون واریانس ناهمسانی و خود همبستگی و استقلال مقاطع پسران

کشورها	مدل ها	آزمون	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
کشورهای توسعه یافته صادر کننده خالص مواد غذایی	الف	واریانس ناهمسانی	۱۸۹۶۳۳۲	۰.۰۰۷۸	وجود ناهمسانی واریانس
		خود همبستگی	۶.۲۲۳۷۳۱	۰.۰۰۲۴	وجود خود همبستگی
		وابستگی مقاطع	۲.۲۷۵۲۵۴	۰.۰۲۲۹	وجود وابستگی مقاطع
	ب	واریانس ناهمسانی	۱.۶۵۱۲۴۱	۰.۰۲۹۸	وجود ناهمسانی واریانس
		خود همبستگی	۳.۴۲۴۵۶۸	۰.۰۳۴۶	وجود خود همبستگی
		وابستگی مقاطع	۲.۱۵۷۳۲۶	۰.۰۳۱۰	وجود وابستگی مقاطع
کشورهای توسعه یافته وارد کننده خالص مواد غذایی	الف	واریانس ناهمسانی	۱.۹۰۷۲۷۷	۰.۰۰۷۰	وجود ناهمسانی واریانس
		خود همبستگی	۳.۲۲۶۹۱۲	۰.۰۴۱۷	وجود خود همبستگی
		وابستگی مقاطع	۲.۷۲۱۳۳۰	۰.۰۰۶۵	وجود وابستگی مقاطع
	ب	واریانس ناهمسانی	۱.۷۱۸۴۷۸	۰.۰۲۰۳	وجود ناهمسانی واریانس
		خود همبستگی	۳.۸۸۲۶۸۱	۰.۰۲۲۲	وجود خود همبستگی
		وابستگی مقاطع	۳.۱۱۶۵۰۹	۰.۰۰۱۸	وجود وابستگی مقاطع

^۱ . Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021

^۲ . emissions from fuel combustion (growth rate)

^۳ . Out-of-pocket health expenditure, % of current health expenditure (growth rate)

^۴ . Expenditure on environmental protection, % of GDP (growth rate)

^۵ . Environmental taxes, % of GDP (growth rate)

^۶ . Pesaran CD

منبع: یافته های پژوهش

نتایج آزمون‌های تشخیصی حاکی از آن است که در داده‌های پانلی مربوط به کشورهای توسعه یافته (اعم از صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی)، مشکلات آماری ناهمسانی واریانس، خودهمبستگی و وابستگی مقطعی به طور معناداری وجود دارد.

سپس با استفاده از آزمون لوین، لین و چو می توان ایستایی هر یک از داده ها را آزمون نمود. فرضیه صفر در این آزمون بیانگر این است که سری زمانی دارای ریشه واحد بوده و فرضیه مخالف ایستایی سری زمانی را نشان می دهد.

جدول ۳-آزمون لوین . لین و چو

گروه					
واردکننده غذایی			صادرکننده غذایی		
متغیر	احتمال	آماره	متغیر	احتمال	آماره
Rentax	۰.۰۰۰۰	-۶.۵۷۰۵۰	rentax	۰.۰۰۰۰	-۵.۹۶۶۰۷
Rexenpr	۰.۰۰۰۰	-۱۳.۳۳۹۱	rexenpr	۰.۰۰۰۰	-۱۳.۶۴۳۴
Rophexpnd	۰.۰۰۰۰	-۵.۳۷۶۶۵	rophexpnd	۰.۰۰۰۰	-۷.۷۶۴۸۴
Rozapmat	۰.۰۰۰۱	-۳.۷۴۱۴۸	rozapmat	۰.۰۰۹۱	-۲.۳۶۳۴۳
Rhltemp	۰.۰۰۰۱	-۱۲.۴۳۰۰	rhltemp	۰.۰۰۰۰	-۱۲.۰۴۷۴
rhdi	۰.۰۰۰۰	-۱۶.۱۸۹۵	rhdi	۰.۰۰۰۰	-۱۶.۳۱۱۴
Rhldaly	۰.۰۰۰۰	-۱۵.۶۹۲۴	rhldaly	۰.۰۰۰۰	-۱۳.۳۷۲۶
Ropdaly	۰.۰۰۰۰	-۴.۲۳۷۹۵	ropdaly	۰.۰۰۸۴	-۲.۳۹۰۸۹
Temchnng	۰.۰۰۰۰	-۳.۴۵۰۸۳	temchnng	۰.۰۰۰۰	-۴.۴۰۷۱۲
Rghg	۰.۰۰۰۰	-۱۲.۶۰۷۵	rghg	۰.۰۰۰۰	-۱۵.۲۴۵۲

منبع: یافته های پژوهش

با توجه به خروجی این آزمون در جدول ۳، در مدل‌های فوق، نتایج آزمون لوین، لین و چو فرضیه وجود ریشه واحد مشترک را رد می کنند. و برای جلوگیری از بروز رگرسیون کاذب قبل از برآورد مدل می توان با استفاده از آزمون‌های همجمعی وجود رابطه بلند مدت را بررسی نمود. در جدول ۴، آزمون کائو نشان می دهد که وجود همجمعی در مدل پذیرفته می شود.

جدول ۴-آزمون کائو

گروه	مدل ها	آماره t	احتمال	نتیجه
صادرکننده غذایی	الف	-۴.۶۱۳۰۲۲	۰.۰۰۰۰	وجود هم جمعی
	ب	-۲.۴۵۶۹۴۸	۰.۰۰۷۰	وجود هم جمعی
وارد کننده غذایی	الف	-۴.۴۱۵۳۸۱	۰.۰۰۰۰	وجود هم جمعی
	ب	-۵.۳۹۶۳۱۳	۰.۰۰۰۰	وجود هم جمعی

منبع: یافته های پژوهش

پیش از تخمین مدل باید مشخص شود آیا عرض از مبدأ مدل برای مقاطع مختلف مدل (کشورهای در نظر گرفته شده) یکسان است یا متفاوت؟ برای این منظور از آزمون F (آزمون چاو) استفاده می شود.

جدول ۵-آزمون F لیمر

گروه	مدل ها	آماره	درجه آزادی	احتمال	نتیجه
صادرکننده غذایی	الف	۱.۹۱۳۷۱۹	(۱۹،۱۷۴)	۰.۰۱۵۶	انتخاب پنل
	ب	۱.۶۷۸۷۰۷	(۱۹،۱۷۴)	۰.۰۴۳۷	انتخاب پنل
وارد کننده غذایی	الف	۱.۸۷۴۹۸۲	(۲۰،۱۸۳)	۰.۰۱۶۵	انتخاب پنل
	ب	۲.۰۹۶۱۲۹	(۲۰،۱۸۳)	۰.۰۰۵۷	انتخاب پنل

منبع: یافته های پژوهش

در جدول ۵ با توجه به خروجی این آزمون، فرضیه صفر مبنی بر مساوی بودن عرض از مبدأ همه کشورها رد می شود و اثرات گروه پذیرفته می شود. پس می توان از روش پانل جهت برآورد استفاده نمود. برای این که مشخص گردد کدام روش (اثرات ثابت یا تصادفی) جهت برآورد مناسب تر است از آزمون هاسمن استفاده می شود. فرضیه صفر در این آزمون به این معنی است که ارتباطی بین جزء اخلاص مربوط به عرض از مبدأ و متغیرهای توضیحی وجود ندارد و آن ها از یکدیگر مستقل هستند. در جدول ۶ با توجه به خروجی این آزمون، مدل ها باید به صورت اثرات ثابت تخمین زده شوند.

جدول ۶-آزمون هاسمن

گروه	مدل ها	آماره	درجه آزادی	احتمال	نتیجه
صادرکننده غذایی	الف	۱۷.۰۴۱۷۰۶	۶	۰.۰۰۹۱	اثرات ثابت
	ب	۱۳.۸۰۳۵۸۵	۶	۰.۰۳۱۹	اثرات ثابت
وارد کننده غذایی	الف	۱۴.۹۳۴۱۲۵	۶	۰.۰۲۰۸	اثرات ثابت
	ب	۱۶.۲۹۳۷۹۴	۶	۰.۰۱۲۳	اثرات ثابت

منبع: یافته های پژوهش

بنابراین، با توجه به مشکلات موجود، اصلاحات و تصحیحات لازم^۱ انجام شد و مدلها با استفاده از روش حداقل مربعات تعمیم یافته^۲ همراه با خطاهای استاندارد اصلاح شده پنل^۳ برآورد گردیدند که نتایج تخمین مدلها در جدول ۶ آمده است؛ یادآوری می شود، از نظر اقتصادسنجی، این روش، کارایی برآوردها را افزایش داده و ناهمسانی واریانس مقطعی را کنترل می کند. افزون بر آن، برای محاسبه خطاهای استاندارد و کوواریانس از روش برآورد با استفاده از خطاهای استاندارد تصحیح شده پنل استفاده می شود. این رویکرد

^۱. روش اصلاحات: استناد به کتاب افلاطونی، عباس. تجزیه و تحلیل آماری با Eviews در تحقیقات حسابداری و مدیریت مالی. انتشارات ترمه.

^۲. Panel Estimated Generalized Least Squares

^۳. Panel-Corrected Standard Errors(PCSE)

که نخستین بار توسط بک و کاتز^۱ مطرح شد، در مطالعات کلان‌کشوری یک استاندارد پذیرفته‌شده محسوب می‌شود و دقت برآورد ضرایب را به‌ویژه در حضور وابستگی مقطعی افزایش می‌دهد. انتخاب این روش نشان می‌دهد که نتایج تحقیق از استحکام آماری برخوردار بوده و بر مبنای رویه‌های علمی معتبر به‌دست آمده‌اند.

جدول ۲- نتایج برآورد مدل‌ها

مدل ۱: کشورهای صادرکننده خالص مواد غذایی			مدل ۲: کشورهای واردکننده خالص مواد غذایی		
شرح	بخش الف	بخش ب	شرح	بخش الف	بخش ب
(احتمال) ضریب	(احتمال) ضریب	(احتمال) ضریب	(احتمال) ضریب	(احتمال) ضریب	(احتمال) ضریب
Rhltemp	(۰.۰۰۰۵) -۰.۰۱۷	-	Rhltemp	(۰.۰۰۰۹) (-۰.۰۱۱)	-
Temchnng	(۰.۰۰۰۱) -۰.۰۱۳	-	temchnng	(۰.۰۰۰۰) (-۰.۱۱)	-
Rophexpnd(-2)	(۰.۰۱۹) (۰.۰۰۶)	-	Rophexpnd(-1)	(۰.۰۳۶۴) (۰.۰۰۲)	-
Rophexpnd	-	(۰.۰۰۰) (۰.۰۰۴۷)	Rophexpnd	-	(۰.۰۰۱۸) (۰.۰۰۳)
Rhldaly	(۰.۰۰۷) (-۰.۰۰۰۵۲)	-	Rhldaly	(۰.۰۲۷۶) (-۰.۰۰۰۳)	-
Ropdaly	-	(۰.۰۰۶) (-۰.۰۰۰۵۸)	Ropdaly	-	(۰.۰۴۴۳) (-۰.۰۰۰۴)
Rghg(-2)	-	(۰.۰۰۰۲) (-۰.۰۰۰۷۲)	Rghg(-2)	-	(۰.۰۰۱۰) -۰.۰۰۰۷۰
Rentax(-1)	(۰.۰۰۰) (-۰.۰۰۰۸)	(۰.۰۰۰) (-۰.۰۰۰۹)	Rentax(-1)	(۰.۰۰۰۱) -۰.۰۰۰۷۶	(۰.۰۱۹۶) -۰.۰۰۰۶۷
Rozapmat	-	(۰.۰۰۰) (-۰.۰۰۱۲)	Rozapmat	-	(۰.۰۰۲۰) -۰.۰۰۰۸۹
Rexenpr(-1)	(۰.۰۰۸۹) (۰.۰۰۰۶)	-	Rexenpr	(۰.۰۰۵۵) (۰.۰۰۱۴)	(۰.۰۲۸۶) (۰.۰۰۰۱)
Rexenpr	-	(۰.۰۰۱۷) (۰.۰۰۰۱)	-	-	-
C	(۰.۰۰۰) (۰.۰۱۲)	(۰.۰۰۰) (۰.۳۱۰)	C	(۰.۰۰۰) (۰.۰۵۰)	(۰.۰۰۰) (۰.۳۶)
F	(۰.۰۰۰) (۰.۰۰۳)	(۰.۰۰۰) (۰.۰۰۷۹)	F	(۰.۰۰۰) (۰.۰۵۶)	(۰.۰۰۰) (۰.۰۳۲)
DW	۲.۰۶۷	۲.۰۶۵	DW	۱.۸۸	۲.۱۶

منبع: یافته‌های پژوهش

* تفسیر مدل

- بررسی و مقایسه مدل‌های ۱ و ۲

نتایج برآورد مدل‌ها حاکی از آن است که کلیه متغیرهای مستقل تاسطح اطمینان ۹۰٪ (سطح معناداری ۰.۱) دارای اثرگذاری معنادار بر متغیر وابسته هستند؛ این انتخاب به این دلیل انجام شد تا احتمال بروز خطای نوع دوم (یعنی ناتوانی در شناسایی اثرات واقعی) کاهش یابد. در مطالعات بین‌کشوری به‌ویژه در حوزه

^۱ . Beck & Katz

محیط زیست، اندازه گیری متغیرها معمولاً با خطا همراه است و خطاهای استاندارد نسبتاً بزرگ تری ایجاد می شود. در چنین شرایطی انتخاب سطح ۰.۱۰ باعث می شود که اثرات واقعی نادیده گرفته نشوند. همچنین، آماره F و سطح احتمال مربوط به آن، معناداری کلی رگرسیون را تأیید می کند. افزون بر این، مقادیر آماره دورین- واتسون در دامنه مطلوب قرار دارد که نشان دهنده عدم وجود خودهمبستگی در باقیمانده های مدلها است.

در مدل ۱، با توجه به بخش الف و ب: با رشد ۱ درصدی هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس بلایای طبیعی (گرما و سرمای شدید هوا) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیط و ازن محیطی) به ترتیب ۰.۰۱۷ و ۰.۰۱۲

درصد رشد شاخص توسعه انسانی تضعیف می شود؛ اما در مدل ۲ با توجه به بخش الف و ب مدل: با رشد ۱ درصدی هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس بلایای طبیعی (گرما و سرمای شدید هوا) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیط و ازن محیطی) به ترتیب ۰.۰۱۱ و ۰.۰۰۸۹ درصد رشد شاخص توسعه انسانی کاهش می یابد.

در کشورهای توسعه یافته، اثر منفی رشد هزینه های رفاهی ناشی از مرگ زودرس بر رشد شاخص توسعه انسانی (HDI) بسته به منشأ آن متفاوت است. در بسیاری موارد، اثر منفی ناشی از بلایای طبیعی شدیدتر از اثر منفی مرتبط با آلودگی محیط زیست است. دلیل این امر در چند عامل کلیدی نهفته است: نخست، بلایای طبیعی مانند امواج گرما و سرمای شدید معمولاً ناگهانی و غافلگیرکننده اند و برخلاف آلودگی مزمن که به تدریج و قابل پیش بینی رخ می دهد، شوک های شدید اقتصادی، اجتماعی و روانی ایجاد می کنند (پترو و همکاران، ۲۰۲۲). دوم، ساختار جمعیتی کشورهای توسعه یافته با سهم بالای سالمندان موجب می شود گروه های آسیب پذیر بیشتر در معرض مرگ های ناگهانی ناشی از دماهای افراطی قرار گیرند؛ چنین مرگ های زودرسی کاهش امید به زندگی و افت کیفیت رفاه را به دنبال دارد. سوم، بلایای طبیعی اثرات چندلایه ای بر زیرساخت ها، حمل و نقل، کشاورزی و خدمات بهداشتی دارند و هزینه های رفاهی فراتر از مرگ و میر صرف تولید می کنند. چهارم، این رخدادها علاوه بر پیامدهای فیزیکی، اختلالات روانی جمعی ایجاد کرده و مشارکت اجتماعی و سرمایه انسانی را تضعیف می کنند (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۱۴). از این رو، شدت و سرعت آثار بلایای طبیعی، چه در گرماهای افراطی و چه در سرمای شدید، موجب می شود هزینه های رفاهی ناشی از آنها نسبت به آلودگی محیطی اثر منفی قوی تری بر رشد HDI داشته باشند.

تفاوت ساختاری میان کشورهای توسعه یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی نیز در این زمینه اهمیت دارد. در کشورهای صادرکننده، وابستگی بالا به تولید داخلی باعث می شود رشد هزینه رفاهی ناشی از مرگ زودرس مرتبط با گرما یا سرمای شدید ضربه بیشتری به HDI وارد کند. مرگ زودرس نیروی کار

کشاورزی و صنایع وابسته به‌طور مستقیم مؤلفه درآمدی HDI را کاهش داده و امنیت غذایی داخلی را تهدید می‌کند. در مقابل، کشورهای واردکننده به دلیل تنوع‌بخشی اقتصادی و اتکا به واردات، بخشی از این آسیب را تعدیل می‌کنند. به‌ویژه سرمای‌شدید، علاوه بر افزایش بیماری‌های قلبی-عروقی و تنفسی، هزینه‌های گرمایش و فشار مضاعف بر خانوارها را بالا می‌برد؛ این موضوع رشد بار بیماری (DALYs) و هزینه‌های رفاهی را تشدید کرده و در نهایت کیفیت زندگی را کاهش می‌دهد. این اثر در صادرکنندگان که نیروی کار زیادی در فضاهای باز فعال است، شدیدتر احساس می‌شود (سازمان خواربار و کشاورزی ملل^۱، ۲۰۱۹).

در بعد آلودگی محیط‌زیست، رشد هزینه‌های رفاهی ناشی از مرگ زودرس منتسب به ذرات معلق (PM) و ازن محیطی از مهم‌ترین چالش‌های توسعه انسانی محسوب می‌شود. این آلاینده‌ها با افزایش بیماری‌های قلبی-ریوی، کاهش امید به زندگی و افت کیفیت زندگی موجب کاهش رشد HDI می‌شوند. شدت این آثار در کشورهای صادرکننده بیشتر است، زیرا نیروی کار کشاورزی و صنعتی در معرض مستقیم آلاینده‌ها قرار دارد و مرگ زودرس این گروه‌ها کاهش تولید و رفاه را به دنبال دارد. در کشورهای واردکننده، به دلیل نظام سلامت پیشرفته‌تر و اتکای کمتر به کشاورزی، بخشی از این آسیب تعدیل می‌شود و افت HDI محدودتر است. با این حال، در صادرکنندگان آلودگی علاوه بر مرگ زودرس، موجب افزایش هزینه‌های بهداشت عمومی و فشار بر منابع مالی می‌شود و مانع سرمایه‌گذاری در آموزش و نوآوری می‌گردد. این امر نابرابری و مهاجرت اجباری را تشدید کرده و سرمایه انسانی بین‌نسلی را تضعیف می‌کند. در مقابل، کشورهای واردکننده با برخورداری از اقتصاد متنوع‌تر و ابزارهای تجاری گسترده‌تر، انعطاف‌پذیری بیشتری دارند و بخشی از ضربه را خنثی می‌کنند (براون و همکاران، ۲۰۱۵؛ گاسپرینی و همکاران، ۲۰۱۵).

به‌طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که هم بلایای طبیعی (گرما و سرمای‌شدید) و هم آلودگی محیط‌زیست (ذرات معلق و ازن محیطی) اثرات منفی معناداری بر رشد شاخص توسعه انسانی دارند، اما شدت و مسیر اثرگذاری آن‌ها در کشورهای توسعه‌یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی متفاوت است. بلایای طبیعی به دلیل آثار فوری و چندوجهی، فشار شدیدتری بر HDI وارد می‌کنند، در حالی که آلودگی محیط‌زیست آثار تدریجی اما ماندگارتری دارد. این تفاوت‌ها نشان می‌دهد سیاست‌گذاری در حوزه بلایا باید بر مدیریت شوک‌های کوتاه‌مدت، تاب‌آوری زیرساختی و حمایت از گروه‌های آسیب‌پذیر تمرکز کند، در حالی که سیاست‌های مقابله با آلودگی باید رویکردی پایدار و بلندمدت در زمینه کاهش انتشار و ارتقای کیفیت هوا داشته باشند (برنامه توسعه ملل متحد، ۲۰۲۰).

¹ . Food and Agriculture Organization of the United Nations

² . Brown et al. Gasparini et al.

در مدل ۱، با توجه به بخش الف و ب: با افزایش ۱ درصدی رشد DALY ناشی از بلایای طبیعی و آلودگی زیست محیطی، رشد شاخص توسعه انسانی به ترتیب میزان ۰.۰۰۵۲ و ۰.۰۰۵۸ درصد کاهش می یابند؛ اما در مدل ۲، با توجه به بخش الف و ب: با افزایش ۱ درصدی رشد DALY ناشی از بلایای طبیعی و آلودگی زیست محیطی، رشد شاخص توسعه انسانی به ترتیب میزان ۰.۰۰۰۳ و ۰.۰۰۰۴ درصد تضعیف می شود.

در کشورهای توسعه یافته، تأثیر رشد بار بیماری بر شاخص توسعه انسانی (HDI) بسته به منشأ آن متفاوت است. مطالعات نشان داده اند که در بسیاری موارد، اثر منفی ناشی از آلودگی محیط زیست به ویژه آلودگی هوا بیشتر از اثر منفی ناشی از بلایای طبیعی مانند گرما و سرمای شدید است. این تفاوت به ماهیت مزمن و ماندگار آلودگی هوا بازمی گردد. تماس طولانی مدت با آلاینده هایی نظیر ذرات معلق (PM_{2.5}) و ازن محیطی عامل اصلی بیماری های غیرواگیر مانند بیماری های قلبی-عروقی، تنفسی و سرطان هاست و به افزایش شاخص سال های از دست رفته عمر همراه با ناتوانی (DALYs) منجر می شود. در مقابل، بلایای طبیعی در کشورهای پیشرفته به دلیل وجود زیرساخت های مقاوم و مدیریت بحران اغلب آثار فوری و محدودتری بر مرگ و میر دارند. به همین دلیل، آلودگی هوا به عنوان یک عامل پنهان اما مؤثر سهم بیشتری در افزایش بار بیماری و کاهش رشد HDI ایفا می کند (لیولد و همکاران ۲۰۱۵، سازمان بهداشت جهانی ۲۰۲۱؛ ابی و همکاران، ۲۰۱۸). علاوه بر این، کیفیت نهادی و اثربخشی مخارج مصرفی دولت نقش تعیین کننده ای در کاهش نسبی بار بیماری دارند؛ کشورهای با نهادهای کارآمدتر قادرند از طریق هزینه های بهداشتی مؤثر بار بیماری را کاهش داده و به ارتقای شاخص توسعه انسانی کمک کنند (کورای، ۲۰۰۹، راج کومار و سارپ، ۲۰۰۸).

علاوه بر این، در کشورهای توسعه یافته صادرکننده خالص مواد غذایی، رشد بار بیماری ناشی از بلایای طبیعی اثرات منفی قابل توجهی بر رشد HDI دارد. وابستگی بالای این کشورها به کشاورزی موجب می شود کاهش توان نیروی کار در اثر بیماری های ناشی از گرما و سرمای شدید به افت تولید و درآمد سرانه منجر شود و مؤلفه استاندارد زندگی در HDI تضعیف گردد. جمعیت روستایی گسترده نیز در معرض مستقیم این شرایط است و بیماری ها و مرگ و میر ناشی از آن امید به زندگی و کیفیت زندگی را کاهش می دهد. علاوه بر این، دسترسی محدود به زیرساخت های درمانی در مناطق کشاورزی شدت اثرات بار بیماری را افزایش می دهد. هزینه های بالای درمان برای دولت و خانواده ها نیز منابع را از حوزه های آموزش و رفاه منحرف می کند. در نهایت، کاهش بهره وری کشاورزی و درآمدهای صادراتی اثر منفی مستقیم بر توسعه انسانی دارد. در مقابل، در کشورهای واردکننده خالص مواد غذایی، اثر مستقیم رشد بار بیماری ناشی از گرما و سرما بر رشد HDI کمتر است؛ چراکه جمعیت شهری بیشتر و وابستگی به کشاورزی پایین تر است. زیرساخت های بهداشتی و خدمات درمانی گسترده تر نیز در این کشورها شدت اثر بار بیماری را محدود می کند و تمرکز

¹ . Ebi et al.

² . Cooray, Rajkumar & Swaroop

اقتصادی بر صنعت و خدمات مانع از بروز آثار شدید بر HDI می‌شود (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱؛ سازمان خواربار و کشاورزی جهانی، ۲۰۲۱).

در بعد آلودگی محیط‌زیست، رشد بار بیماری منتسب به ذرات معلق و ازن محیطی در کشورهای صادرکننده اثر منفی بارزی بر رشد HDI دارد. فعالیت‌های کشاورزی گسترده، استفاده از سوخت‌های فسیلی و کودهای شیمیایی موجب افزایش آلودگی هوا در مناطق روستایی می‌شود و سلامت نیروی کار را تهدید می‌کند. کاهش توان نیروی کار در اثر بیماری‌های تنفسی یا قلبی باعث افت تولید و درآمد سرانه می‌شود و مؤلفه استاندارد زندگی HDI را تضعیف می‌سازد (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱). همچنین هزینه‌های درمانی بالا منابع دولت و خانوار را از آموزش و زیرساخت‌های رفاهی منحرف می‌کند. این بار بیماری با افزایش غیبت کاری و کاهش بهره‌وری در کشاورزی به‌طور مستقیم بر توسعه انسانی اثر می‌گذارد. علاوه بر آن، آلودگی کیفیت محصولات کشاورزی را کاهش داده و بر درآمد صادراتی و سرمایه‌گذاری در توسعه انسانی اثر غیرمستقیم دارد. فشار روانی و اجتماعی ناشی از بیماری‌های مرتبط با آلودگی نیز سلامت اجتماعی را تضعیف کرده و مشارکت جمعیت فعال را کاهش می‌دهد. در کشورهای واردکننده خالص مواد غذایی، اثر مستقیم رشد بار بیماری ناشی از آلودگی محیطی بر رشد HDI کمتر است، زیرا جمعیت شهری بالاتر و وابستگی اقتصادی به کشاورزی کمتر است. این کشورها به دلیل زیرساخت‌های درمانی بهتر و دسترسی به فناوری‌های کاهش آلودگی، شدت اثر بار بیماری را کنترل می‌کنند. همچنین تمرکز بر صنعت و خدمات موجب می‌شود اختلال‌های ناشی از بیماری‌های آلودگی اثر مستقیم بزرگی بر رشد HDI نداشته باشد (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱؛ سازمان همکاری اقتصادی و توسعه، ۲۰۲۰).

در مجموع، یافته‌ها نشان می‌دهد که در کشورهای توسعه‌یافته، هرچند بلایای طبیعی و آلودگی محیطی هر دو بر رشد شاخص توسعه انسانی اثر منفی دارند، اما شدت و مسیر اثرگذاری آن‌ها در کشورهای صادرکننده و واردکننده متفاوت است. در کشورهای صادرکننده، وابستگی به کشاورزی و جمعیت روستایی گسترده باعث می‌شود هر دو نوع مخاطره اثرات شدیدتری داشته باشند، در حالی که در کشورهای واردکننده زیرساخت‌های بهداشتی و تنوع اقتصادی مانع از بروز آثار شدید بر HDI می‌شود. این تفاوت‌ها بیانگر ضرورت سیاست‌گذاری متناسب برای کاهش بار بیماری و ارتقای توسعه انسانی در هر دو گروه کشورهاست.

در مدل ۱، با توجه به بخش الف و ب: اثر منفی ۱ درجه ای تغییرات میانگین سالانه دما و اثر منفی رشد ۱ درصدی آلاینده‌های منتشر شده (با وقفه دوساله) بر رشد شاخص توسعه انسانی به ترتیب ۰.۰۰۷۲ و ۰.۰۱۰۳ درصد می‌باشند؛ اما در مدل ۲، با توجه به بخش الف و ب: اثر منفی ۱ درجه ای تغییرات میانگین سالانه دما و رشد آلاینده‌های منتشر شده (با وقفه دوساله) بر رشد شاخص توسعه انسانی به ترتیب ۰.۰۰۷۰ و ۰.۰۱۱ درصد

می باشند. در هر دو گروه کشورهای توسعه یافته صادر کننده و وارد کننده خالص مواد غذایی، اثر منفی یک درجه افزایش در تغییرات میانگین سالانه دما بر رشد شاخص توسعه انسانی شدیدتر از اثر یک درصد افزایش در انتشار آلاینده های ناشی از احتراق سوخت های فسیلی است، دلیل اصلی این موضوع آن است که تغییرات دما مستقیماً بر سلامت عمومی، بار بیماری ها، بهره وری کشاورزی و امنیت غذایی تأثیر گذاشته و به سرعت به افت امید به زندگی و کاهش رفاه منجر می شود (کمیته دولتی تغییرات اقلیمی، ۲۰۲۲). در حالی که آلودگی ناشی از سوخت های فسیلی گرچه زیان بار است، اما آثار آن عمدتاً تدریجی و در بازه زمانی بلندمدت آشکار می گردد (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱). از این رو، شوک های اقلیمی مرتبط با دما نسبت به آلاینده های فسیلی آثار فوری تر و شدیدتری بر شاخص توسعه انسانی دارند.

همچنین نتایج نشان می دهد که در کشورهای توسعه یافته صادر کننده خالص مواد غذایی، اثر منفی تغییرات میانگین دما بر رشد شاخص توسعه انسانی (HDI) تا حدودی کمتر از کشورهای توسعه یافته وارد کننده خالص مواد غذایی است. دلیل اصلی این تفاوت به ظرفیت تطبیق ساختاری و اقتصادی صادر کنندگان بازمی گردد؛ این کشورها به دلیل وابستگی به بخش کشاورزی و تجربه مکرر مواجهه با تغییرات اقلیمی، سیاست های سازگاری کارآمدتری مانند فناوری های نوین آبیاری، تنوع کشت و سرمایه گذاری در تاب آوری زیرساختی اتخاذ کرده اند که اثرات منفی تغییرات دما را تعدیل می کند (سازمان خواربار و کشاورزی، ۲۰۲۱؛ کمیته تغییرات اقلیمی، ۲۰۲۲). در مقابل، کشورهای وارد کننده خالص مواد غذایی به دلیل اتکای بالاتر به واردات و تمرکز جمعیتی در مناطق شهری متراکم، بیشتر در معرض پیامدهای غیرمستقیم تغییرات دما قرار دارند؛ مانند افزایش تقاضا برای واردات محصولات کشاورزی، فشار بر قیمت ها، آسیب پذیری سلامت عمومی و اختلال در زنجیره تأمین غذا، که همگی بر امید به زندگی و رفاه انسانی تأثیرگذار است (لوبل و همکاران^۱، ۲۰۱۱). با این حال، در بعد آلودگی محیط زیست، افزایش رشد انتشار آلاینده های ناشی از سوخت های فسیلی اثر منفی تقریباً مشابهی در هر دو گروه کشورها دارد، زیرا مکانیزم های زیان بار آلاینده ها از طریق افزایش بیماری های قلبی - عروقی و تنفسی تقریباً مستقل از ساختار اقتصادی عمل کرده و آثار همگنی بر سلامت و در نتیجه بر HDI بر جای می گذارد (سازمان بهداشت جهانی، ۲۰۲۱).

در مدل ۱، با توجه به بخش الف: با رشد ۱ درصدی هزینه های بهداشتی فردی (با وقفه دو ساله) و هزینه های حفاظت از محیط زیست (با وقفه ۱ ساله)، رشد شاخص توسعه انسانی به ترتیب ۰.۰۰۰۶ و ۰.۰۰۰۶ درصد افزایش می یابد و در مدل ۱، با توجه به بخش ب، با رشد ۱ درصدی این متغیرها (بدون وقفه) رشد شاخص توسعه انسانی به ترتیب ۰.۰۰۴۷ و ۰.۰۰۱۱ درصد افزایش می یابد؛ اما در مدل ۲، با توجه به بخش الف، با رشد ۱ درصدی هزینه های بهداشتی فردی (با وقفه ۱ ساله) و هزینه های حفاظت از محیط زیست، رشد شاخص

¹ . Lobell et al.

توسعه انسانی ۰.۰۰۲ و ۰.۰۰۱۴ درصد افزایش می‌یابد و در مدل ۲، با توجه به بخش ب، با رشد ۱ درصدی این متغیرها (بدون وقفه) رشد شاخص توسعه انسانی به اندازه ۰.۰۰۳ و ۰.۰۰۱ درصد افزایش می‌یابد.

هزینه‌های شخصی بهداشتی از عوامل کلیدی ارتقای شاخص توسعه انسانی (HDI) محسوب می‌شوند، زیرا اغلب به سمت خدمات سلامت پیشگیرانه، تغذیه سالم، معاینات منظم و فناوری‌های سلامت محور هدایت می‌گردند. چنین سرمایه‌گذاری‌هایی در سطح فردی با کاهش ناتوانی (DALY) و مرگ زودرس، امید به زندگی و بهره‌وری نیروی کار را افزایش داده و بار مالی کمتری بر نظام بهداشت عمومی تحمیل می‌کند. در نتیجه، جمعیت سالم‌تر به رفتارهای پایدار زیست‌محیطی مانند مصرف کمتر منابع آلاینده، تغذیه محیط‌زیست‌دوستانه و مشارکت در فعالیت‌های اجتماعی تمایل بیشتری دارد (سازمان بهداشت جهانی ۲۰۲۳، برنامه توسعه سازمان ملل متحد ۲۰۲۲). در کنار این موضوع، هزینه‌های صرف‌شده برای حفاظت محیط زیست (EPE) نیز اثرات چندبعدی بر توسعه انسانی دارد. این هزینه‌ها از طریق کاهش بار بیماری و مرگ زودرس ناشی از آلودگی و بلایای اقلیمی، به بهبود شاخص سلامت و امید به زندگی کمک می‌کنند. علاوه بر این، مقاوم‌سازی زیرساخت‌ها مانع از خسارات اقتصادی بلایای طبیعی شده و پایداری درآمدی خانوارها و دولت‌ها را تقویت می‌کند. همچنین، کاهش اختلال در آموزش و اشتغال در زمان بحران‌های زیست‌محیطی به حفظ سرمایه انسانی و استمرار توسعه منجر می‌شود (آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر، ۲۰۲۰ برنامه توسعه سازمان ملل، ۲۰۲۱). با وجود مزایای هزینه‌های بهداشت فردی، اثر رشد آن در دو گروه کشورها یکسان نیست. در کشورهای واردکننده خالص مواد غذایی، سطح بار بیماری و هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس پایین‌تر است و وابستگی کمتری به فعالیت‌های پرریسک کشاورزی دارند. به همین دلیل، فشار مستقیم بر رشد شاخص توسعه انسانی (HDI) کمتر است و در نتیجه، تأثیر مثبت رشد هزینه‌های بهداشت فردی نیز نسبت به کشورهای صادرکننده ضعیف‌تر و محدودتر جلوه می‌کند.

کاهش بار بیماری هرچند فشار مالی دولت را می‌کاهد و امکان سرمایه‌گذاری در بخش‌های دیگر را فراهم می‌سازد، اما بازده سرمایه‌گذاری فردی در سلامت کمتر احساس می‌شود. در مقابل، در کشورهای صادرکننده که بار بیماری و مرگ زودرس بالاتر است، هر یک درصد افزایش هزینه‌های بهداشتی بازده بیشتری در بهبود امید به زندگی و بهره‌وری نیروی کار ایجاد می‌کند. ساختار اقتصادی متکی بر کشاورزی پرخطر و جمعیت در معرض ریسک سبب شده اثر مثبت هزینه‌های بهداشت فردی پررنگ‌تر باشد و این تفاوت یکی از محورهای اصلی اختلاف میان دو گروه کشورها در رشد HDI محسوب می‌شود (سازمانه بهداشت جهانی؛ برنامه توسعه سازمان ملل، ۲۰۲۳).

در بعد بلایای طبیعی، اثر مثبت رشد EPE بر رشد HDI در کشورهای صادرکننده ضعیف تر از واردکنندگان است. این موضوع به دلایلی همچون سهم بالای اشتغال کشاورزی روباز و ریسک بالای مرگ و میر ناشی از گرما و سرما، کارایی نهادی پایین تر در اجرای برنامه های سلامت محور، شوک های قیمتی و مالی ناشی از بلایای طبیعی و پراکندگی جمعیت روستایی بازمی گردد. در مقابل، واردکنندگان با اقتصاد شهری تر، زیرساخت های سلامت گسترده تر و تنوع واردات غذایی، بازدهی بیشتری از EPE در ارتقای HDI کسب می کنند (کمیتة دولتی تغییرات اقلیمی، ۲۰۲۲).

اما در بعد آلودگی محیط زیست ناشی از ذرات معلق و ازن، اثر مثبت رشد EPE بر رشد HDI در هر دو گروه کشور تقریباً مشابه است. علت این امر، ماهیت مشترک آلودگی هوا به عنوان محصول صنایع غیر کشاورزی و حمل و نقل شهری، وجود زیرساخت های مشابه پایش و کنترل آلودگی، تعهدات بین المللی در زمینه کاهش انتشار و پوشش های بیمه ای و درمانی است که تفاوت های ساختاری را تعدیل می کند. به همین دلیل، تفاوت مثبت اثر رشد EPE بر رشد HDI در بعد آلودگی میان دو گروه ناچیز گزارش می شود.

۶. در مدل ۱، با توجه به بخش الف و ب، افزایش ۱ درصدی رشد مالیات های زیست محیطی (با وقفه ۱ ساله)، رشد شاخص توسعه انسانی به میزان ۰.۰۰۸ و ۰.۰۰۹ درصد تضعیف می شود. اما در مدل ۲، با توجه به بخش الف و ب، این افزایش ۱ درصدی مالیات های زیست محیطی (با وقفه ۱ ساله)، رشد شاخص توسعه انسانی را به میزان ۰.۰۰۷۶ و ۰.۰۰۶۷ درصد تضعیف می کند. مالیات های زیست محیطی در برخی شرایط می توانند به طور غیرمستقیم اثرات منفی بر رشد شاخص توسعه انسانی (HDI) بر جای گذارند. از یک سو، این مالیات ها عمدتاً غیرمستقیم هستند و بار مالی بیشتری بر دوش خانوارهای کم درآمد می گذارند، به ویژه در حوزه انرژی و سوخت که سهم بالایی از هزینه های ضروری خانوار را تشکیل می دهد (بنتو و همکاران ۲۰۰۹). از سوی دیگر، اجرای سریع یا بدون حمایت اجتماعی این مالیات ها هزینه تولید در صنایع آلاینده را افزایش داده و کاهش اشتغال و درآمد را به دنبال دارد، که در جوامع وابسته به سوخت های فسیلی پیامدهای اجتماعی قابل توجهی دارد (بورینگر و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین، افزایش قیمت انرژی و حمل و نقل ناشی از مالیات ها می تواند دسترسی گروه های محروم و روستایی به خدمات عمومی را محدود کرده و نابرابری اجتماعی را تشدید نماید (بانک جهانی ۲۰۱۷). این عوامل به کاهش مؤلفه های کلیدی HDI شامل آموزش، سلامت و درآمد منجر می شوند.

با توجه به ساختار اقتصادی، شدت این اثرات میان کشورهای توسعه یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی متفاوت است. در کشورهای صادرکننده، بخش کشاورزی سهم عمده ای در سرمایه انسانی و بهره وری کل عوامل دارد. در نتیجه، افزایش هزینه های ناشی از مالیات زیست محیطی مستقیماً قیمت تمام شده محصولات کشاورزی را افزایش داده، صادرات و ارزآوری را کاهش می دهد و نهایتاً رفاه اجتماعی و مؤلفه

¹ . Bento et al.

² . Böhringer et al.

درآمدی HDI را تضعیف می‌کند (بانک جهانی، ۲۰۱۷). در مقابل، واردکنندگان با اقتصادی متکی تر به صنعت و خدمات و سهم کمتر کشاورزی در GDP، اثرات منفی کمتری را تجربه می‌کنند. از منظر سلامت نیز نیروی کار کشاورزی در صادرکنندگان بیشتر در معرض آلودگی محیطی ناشی از ذرات معلق و ازن است؛ افزایش هزینه انرژی و نهاده‌ها هزینه زندگی و درمان را بالا می‌برد و دسترسی گروه‌های کم‌درآمد به خدمات بهداشتی کاهش یافته و امید به زندگی تضعیف می‌شود. در واردکنندگان، پوشش بیمه‌ای گسترده‌تر و زیرساخت‌های درمانی پیشرفته‌تر این آثار منفی را تعدیل می‌کند. همچنین، در بعد امنیت غذایی، افزایش هزینه تولید در صادرکنندگان قیمت داخلی غذا را بالا برده و کیفیت تغذیه خانوارها را کاهش می‌دهد، در حالی که واردکنندگان به دلیل تنوع واردات اثرات محدودتری را تجربه می‌کنند (بنتو و همکاران، ۲۰۰۹).

با این حال، در بعد بلایای طبیعی ناشی از گرما و سرمای شدید، هر دو گروه کشورها اثرات منفی تقریباً مشابهی از رشد مالیات‌های زیست‌محیطی بر رشد HDI تجربه می‌کنند. در صادرکنندگان، کاهش تولید کشاورزی و افزایش سرمایه‌گذاری اجباری در فناوری‌های سبز فشار وارد می‌کند، و در واردکنندگان، شوک قیمتی جهانی و رشد هزینه واردات بار مشابهی بر خانوار و دولت ایجاد می‌نماید. بنابراین، اگرچه منشأ فشار متفاوت است، اما اثر نهایی بر توسعه انسانی هم‌راستا شده و تفاوت معناداری میان دو گروه کشور مشاهده نمی‌شود. این هم‌پوشانی بیانگر آن است که مالیات‌های زیست‌محیطی در شرایط اقلیمی نامساعد، برای هر دو گروه کشور پیامدی نزدیک به برابری نسبی بر سطح توسعه انسانی دارند.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج مدل‌ها نشان داد که رشد هزینه رفاه ناشی از مرگ زودرس منتسب به بلایای طبیعی (گرما و سرمای شدید) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیطی و ازن محیطی و بار بیماری ناشی از آنها، اثر منفی و معنا داری بر رشد شاخص توسعه انسانی دارد، از طرفی، رشد مالیات‌های زیست‌محیطی، تغییرات میانگین سالانه دما و رشد انتشار آلاینده‌های ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی نیز تاثیر منفی و معنا داری بر رشد شاخص توسعه انسانی داشتند، اما اثر نرخ رشد هزینه‌های حفاظت از محیط زیست بر رشد شاخص توسعه انسانی مثبت بود. همچنین، اثرات منفی و معنا دار رشد هزینه‌های رفاه ناشی از مرگ زودرس منتسب به بلایای طبیعی (گرما و سرمای شدید) و آلودگی محیط زیست (ماده ذرات محیطی و ازن محیطی) و رشد بار بیماری ناشی از آنها بر رشد شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه یافته صادرکننده خالص مواد غذایی بیشتر از کشورهای توسعه یافته واردکننده خالص مواد غذایی شدند. بطور کلی، کشورهای توسعه یافته صادرکننده خالص مواد غذایی، به دلیل وابستگی بالا به کشاورزی و اشتغال وسیع در فضاها، باز، آسیب‌پذیری بیشتری در برابر مرگ زودرس، بار بیماری (DALY) و هزینه‌های رفاهی ناشی از آلودگی محیط زیست و بلایای طبیعی دارند. این کشورها با کاهش بهره‌وری کشاورزی، افت صادرات و فشار مضاعف بر منابع عمومی مواجه‌اند

که در نهایت رشد شاخص توسعه انسانی (HDI) را تضعیف می‌کند. در مقابل، کشورهای توسعه‌یافته واردکننده خالص مواد غذایی به دلیل اتکای بیشتر به بخش خدمات و صنعت، شبکه نهادی پیشرفته‌تر و توانایی تنوع‌بخشی تجاری، ظرفیت بالاتری برای جذب شوک‌های زیست‌محیطی داشته و افت رشد HDI در آنها محدودتر است. در حوزه هزینه‌های سلامت فردی، اثر مثبت این رشد در صادرکنندگان پررنگ‌تر است زیرا شدت بار بیماری بالاتر بوده و بازدهی هر واحد سرمایه‌گذاری بیشتر است؛ در حالی که واردکنندگان به دلیل بار بیماری کمتر، اثر مثبت ضعیف‌تری را تجربه می‌کنند. رشد مخارج حفاظت از محیط‌زیست (EPE) در هر دو گروه به بهبود رشد HDI کمک می‌کند، اما در بعد بلایای طبیعی بازدهی در واردکنندگان بالاتر است زیرا جمعیت شهری و زیرساخت‌های نهادی کارآمدتر پوشش گسترده‌تری ایجاد می‌کنند. در نهایت، رشد مالیات‌های زیست‌محیطی در صادرکنندگان اثر منفی قوی‌تری بر رشد HDI دارد، زیرا افزایش هزینه تولید و قیمت مواد غذایی مستقیماً بر درآمد و امنیت غذایی تأثیر می‌گذارد، اما واردکنندگان به دلیل اقتصاد متنوع‌تر اثرات را بهتر مدیریت می‌کنند. با این وجود، در شرایط بلایای طبیعی شدید، اثر منفی مالیات‌ها تقریباً در هر دو گروه کشور هم‌وزن است. این نتایج بیانگر آن است که ساختار اقتصادی، کیفیت نهادی و نوع وابستگی تجاری تعیین‌کننده اصلی شدت اثر عوامل زیست‌محیطی بر شاخص توسعه انسانی در کشورهای توسعه‌یافته هستند.

با توجه به یافته‌های تحقیق، مجموعه‌ای از سیاست‌های کاربردی برای بهبود رشد شاخص توسعه انسانی (HDI) در کشورهای توسعه‌یافته صادرکننده و واردکننده خالص مواد غذایی پیشنهاد می‌شود. نخست، در کشورهای صادرکننده ضروری است تنوع‌بخشی بخشی و نهاد در دستور کار قرار گیرد تا وابستگی بیش از حد به کشاورزی کاهش یافته و سهم خدمات و صنایع دانش‌بنیان در اقتصاد افزایش یابد. هم‌زمان، تقویت نظام سلامت روستایی و پوشش بیمه‌ای کارگران کشاورزی از طریق ایجاد کلینیک‌های سیار و برنامه‌های سلامت-محیط می‌تواند بار بیماری و مرگ زودرس ناشی از فعالیت‌های پرریسک کشاورزی را کاهش دهد. در هر دو گروه کشور، سرمایه‌گذاری در حفاظت از محیط‌زیست (EPE) از جمله گسترش زیرساخت‌های سبز، سیستم‌های هشدار سریع، حمل‌ونقل پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر، نقشی کلیدی در کاهش هزینه‌های رفاهی ناشی از آلودگی و بلایای طبیعی دارد. از سوی دیگر، اصلاح مالیات‌های زیست‌محیطی با طراحی پلکانی و بازتوزیع درآمد به نفع خانوارهای کم‌درآمد، مانع از اثرگذاری منفی آن بر مؤلفه‌های سلامت و درآمدی HDI خواهد شد. همچنین، ایجاد ذخایر استراتژیک و تقویت همکاری‌های تجاری چندجانبه به‌ویژه برای مدیریت شوک‌های قیمتی و تضمین امنیت غذایی ضرورت دارد. در سطح اجتماعی، گسترش آموزش و آگاهی زیست‌محیطی برای ترویج تغذیه سالم، رفتارهای پایدار و مشارکت جمعی در مقابله با تغییرات اقلیمی باید مورد توجه قرار گیرد. نهایتاً، تقویت حکمرانی و ظرفیت نهادی از طریق شفافیت، پاسخگویی و کارایی بیشتر نهادهای عمومی در تخصیص منابع به سلامت و محیط‌زیست،

بازدهی مخارج عمومی را افزایش داده و هم‌زمان به ارتقای رشد HDI و شاخص پایداری زیست‌محیطی کمک می‌کند.

۶. فهرست منابع

- امیرانی، م. (۱۳۷۹). اثرات و پیامدهای بلایای طبیعی بر منابع طبیعی. جهاد، (۲۳۰ و ۲۳۱).
- افتخاری، ع.ر.، وزین، ن.، و پورطاهری. (۱۳۸۶). فرآیند مدیریت بلای طبیعی در دو شیوه بومی و جدید: روستاهای بخش خورش رستم (شهرستان خلخال). مدرس علوم انسانی، ۱۳(۱).
- صفری‌پور، م. (۱۳۸۷). مدیریت زیست‌محیطی و ریسک بلایا. همایش زمین‌شناسی و محیط زیست، دوره ۴.
- نصیری، ج.، و علامه، ع. (۱۳۸۸). خشکسالی و توسعه پایدار. همایش ملی اثرات خشکسالی و راهکارهای مدیریت آن.
- شکیبایی، ع.، و یعقوبی، ر. (۱۳۹۴). تأثیر بلایای طبیعی (سیل، زلزله، خشکسالی، طوفان) بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب. فصلنامه جغرافیا.
- دلایی، ح.، علیجانی، ب.، و احمدی، م. (۱۳۸۸). تحلیل آماری دماهای یخبندان با رویکرد مدیریت ریسک یخبندان‌های جاده‌ای در استان‌های لرستان و چهارمحال و بختیاری. فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل، (۲).
- میرموسوی، س.ح.، و حسین‌بابایی، م. (۱۳۹۰). مطالعه توزیع زمانی-مکانی احتمال وقوع یخبندان در استان زنجان. مجله جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی، ۲۲(۳)، شماره پیاپی ۴۳.
- علی‌نژاد، ک.، و قنادی، م. (۱۳۹۶). مفهوم و محاسبه شاخص DALYs در برآورد بار بیماری‌ها. نشریه علوم و مهندسی آب و فاضلاب، ۲(۳).
- احمدیان، م.، جبل‌عاملی، ف.، عبدلی، ق.، شعبان‌خواه، م.، و خراسانی، ع. (۱۳۹۶). اثر تخریب محیط زیست بر رشد اقتصادی (شواهدی از ۳۲ کشور در حال توسعه). پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۷(۲۷).
- ندافی، ک.، مصداقی‌نیا، ع.، سعیدی، ر.، حسونند، م.، و ابطحی، م. (۱۳۹۸). مروری بر مطالعات بار بیماری‌های منتسب به عوامل خطر محیطی در ایران: دستاوردها، محدودیت‌ها و برنامه‌های آینده. فصلنامه سلامت و محیط زیست، ۱۲(۲).
- پاکدامن، م.، عاملی، ا.، رنجبر، م.، عسکری، ر.، و جام‌برسنگ، س. (۱۳۹۸). تأثیر مخارج سلامت بر شاخص توسعه انسانی (HDI) در ایران. مجله دانشگاه علوم پزشکی قم، ۱۳(۱۰).
- پندار، م.، بهرامی، س.، و پوراصغر سنگاچین، ف. (۱۳۹۹). تحلیل و تبیین رابطه همبستگی شاخص توسعه انسانی و شاخص توسعه پایدار و تطبیق این شاخص‌ها در ایران. فصلنامه آموزش محیط زیست و توسعه پایدار، ۹(۱).

مریانجی، م.، و وجدانی نوذر، ف. (۱۳۹۹). اثرات مخاطرات اقلیمی بر فعالیت‌های زراعی (کشت لوبیا) روستاییان در شهرستان ازنا. فصلنامه اقتصاد فضا و توسعه روستایی، ۹(۳۴).
ملکوتی‌خواه، م.، و فرج‌زاده، ع. (۱۳۹۹). اثر تغییر اقلیم بر رشد اقتصادی ایران. اقتصاد و توسعه کشاورزی، ۳۴(۲)

نورالدینی، ص.، سقدل، ح.، آرانی، ع.، و فرجی دیزجی، س. (۱۴۰۰). اثر اقتصادی بیماری‌های مزمن بر هزینه و درآمد خانوار ایرانی. پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۹(۹۸).
زارعی، ا.، و سجادی، ج. (۱۴۰۳). رابطه بلندمدت مخاطرات طبیعی، هزینه‌های حفاظت از محیط زیست و شاخص توسعه انسانی در ایران. فصلنامه علم و فناوری محیط زیست، ۱۶(۱).
فتحی، ر.، و احمدی، ت. (۱۴۰۱). تغییرات اقلیمی، بیماری‌های محیطی و تأثیر آن بر شاخص توسعه انسانی در خاورمیانه. مجله اقتصاد کاربردی ایران، ۱۲(۴).
رحیمی، م.، علیپور، س.، و محمدی، ح. (۱۴۰۲). تأثیر آلودگی هوا و بلایای طبیعی بر شاخص توسعه انسانی در استان‌های ایران. مجله مطالعات علوم محیطی، ۸(۲).

Abbey, D. E., Nishino, N., McDonnell, W. F., Burchette, R. J., Knutsen, S. F., Lawrence Beeson, W., & Yang, J. X. (1999). Long-term inhalable particles and other air pollutants related to mortality in nonsmokers. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 159(2), 373–382.

Audibert, M., Combes Motel, P., & Drabo, A. (2012). Global burden of disease and economic growth. HAL Working Papers, halshs-00678713.

Banik, B., Roy, C. K., & Hossain, R. (2022). Healthcare expenditure, good governance and human development. *Economia*, 24(1), 108–128.

Bento, A., Goulder, L., Jacobsen, M., & von Haefen, R. (2009). Distributional and efficiency impacts of increased U.S. gasoline taxes. *American Economic Review*, 99(3), 667–699.

Böhringer, C., Rutherford, T. F., & Schneider, J. (2002). Carbon tax and joint implementation: A computable general equilibrium analysis for Germany. *Environmental and Resource Economics*, 22(3), 287–310.

Bloom, D. E., Canning, D., & Sevilla, J. (2004). The effect of health on economic growth: A production function approach. *World Development*, 32(1), 1–13.

Bloom, D. E., & Canning, D. (2008). Global demographic change: Dimensions and economic significance. *Population and Development Review*, 34, 17–51.

- Bretschger, L., & Valente, S. (2011). Climate change and uneven development. *Journal of Economics*, 113(4), 559–583
- Cooray, A. (2009). Government expenditure, governance and economic growth. *Comparative Economic Studies*, 51(3), 401–418.
- Gong, L., Li, H., & Wang, D. (2012). Health investment, physical capital accumulation, and economic growth. *China Economic Review*, 23(4), 1104–1119.
- Kazemi, E., Salehi, M., Azizmohammad Looha, M., Zayeri, F., & Vahabi, N. (2021). Trend analysis of disability adjusted life years due to cardiovascular diseases: Results from the Global Burden of Disease Study 2019. *BMC Public Health*, 21(1), 1–12.
- Khan, M. T. I., Anwar, S., Sarkodie, S. A., Yaseen, M. R., & Nadeem, A. M. (2023). Do natural disasters affect economic growth? The role of human capital, foreign direct investment, and infrastructure dynamics. *Heliyon*, 9(1), e12345.
- Kjellstrom, T., Gabrysch, S., Lemke, B., & Dear, K. (2009). The Hothaps programme for assessing climate change impacts on occupational health and productivity: An invitation to carry out field studies. *Global Health Action*, 2(1), 1–3.
- Kumar, R., & Sarpe, S. (2008). Public health expenditure and human development: A cross-country analysis. *Journal of Health Economics*, 27(2), 274–289.
- Lee, M., Villaruel, M. L., & Gaspar, R. (2016). Effects of temperature shocks on economic growth and welfare in Asia. *Asian Development Bank Working Paper Series*, No. 499.
- Lelieveld, J., Evans, J. S., Fnais, M., Giannadaki, D., & Pozzer, A. (2015). The contribution of outdoor air pollution sources to premature mortality on a global scale. *Nature*, 525(7569), 367–371.
- Lloyd, S. J., Kovats, R. S., & Chalabi, Z. (2011). Climate change, crop yields, and undernutrition: Development of a model to quantify the impact of climate scenarios on child undernutrition. *Environmental Health Perspectives*, 119(12), 1817–1823.
- Lopez-Casasnovas, G., Rivera, B., & Currais, L. (2005). *Health and economic growth: Findings and policy implications*. MIT Press.

- Martinez, G. S., Williams, E., & Yu, S. S. (2015). The economics of health damage and adaptation to climate change in Europe: A review of the conventional and grey literature. *Climate*, 3(3), 522–541.
- Mihai, M., Surcel, T., & Florea, A. (2025). Exploring the influence of high-technology and environmental factors on Human Development Index. *Cogent Economics & Finance*, 13(1), 2473642.
- OECD. (2020). Mortality, morbidity and welfare cost from exposure to environment-related risks. Paris: OECD Publishing.
- Onofrei, M., Gavrilu, A. F., Bostan, I., Filip, B. F., Popescu, C. L., & Jitaru, G. (2020). Impacts of the allocation of governmental resources for improving the environment: An empirical analysis on developing European countries. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2787.
- Oueslati, W. (2014). Environmental tax reform: Short-term versus long-term macroeconomic effects. *Journal of Macroeconomics*, 40, 190–201.
- Owusu, P. A., & Sarkodie, S. A. (2020). Global estimation of mortality, disability-adjusted life years and welfare cost from exposure to ambient air pollution. *Science of the Total Environment*, 742, 140636.
- Pelling, M. (2003). *Natural disasters and development in a globalizing world*. Routledge.
- Petro, F., González, P., & Smith, J. (2022). Extreme weather events and human development: Assessing welfare costs in advanced economies. *Climatic Change*, 172(3), 24–39.
- Prüss-Ustün, A., Rapiti, E., & Hutin, Y. (2003). Global burden of disease from sharps injuries to health-care workers (Environmental Burden of Disease Series, No. 3). Geneva: World Health Organization.
- Skidmore, M., & Toya, H. (2002). Do natural disasters promote long-run growth? *Economic Inquiry*, 40(4), 664–687.
- UNDP – United Nations Development Programme. (2021). *Human Development Report 2021/2022: Uncertain times, unsettled lives – Shaping our future in a transforming world*. New York: UNDP.
- UNDP – United Nations Development Programme. (2022). *Sustainable development and human well-being: Annual report 2022*. New York: UNDP.

- UNEP – United Nations Environment Programme. (2011). Environmental tax reform in developed, emerging, and transition economies. German Development Institute (DIE)
- World Bank. (2017). State and trends of carbon pricing 2017. Washington, DC: World Bank.
- World Health Organization (WHO). (2014). Quantitative risk assessment of the effects of climate change on selected causes of death, 2030s and 2050s. Geneva: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2021). Air quality guidelines: Global update 2021. Geneva: WHO.
- World Health Organization (WHO). (2023). Global monitoring report on health expenditure. Geneva: WHO.
- Zhang, F., & da Silva, C. G. (2022). Impact of environmental taxes on energy consumption and intensity: Evidence from OECD countries. *Cogent Economics & Finance*, 10(1), 2156094.
- Smith, J., Brown, A., & Davis, K. (2023). The impact of pollution-induced premature mortality and climate disasters on the Human Development Index. **Global Environmental Change*, 75, 102555
- Garcia, M., Rodriguez, P., & Kumar, S. (2024). Environmental protection, natural disasters, and human development: Evidence from OECD countries. *Sustainable Development*, 32(1), 450-465.

Analysis of the Impact of Natural Disasters and Environmental Pollution on the Human Development Index(Case Study: Comparison of Developed Countries as Net Food Exporters and Importers)

Kamran Navabi Zand¹, Roya Seifipour², Marjan Damankeshideh³, Amirreza Keyghobadi⁴

Abstract

In recent decades, the intensification of climate change, greenhouse gas emissions, environmental pollution, and the occurrence of natural disasters have introduced new dimensions of threats to economic sustainability and quality of life. The Human Development Index (HDI) serves as an appropriate tool for assessing the impacts of these risks on the development trajectory of countries. This study compares selected developed net food-importing and net food-exporting countries during the period 2010–2019, employing panel data regression models. The analysis focuses on the growth rates of key variables, including disease burden (DALYs), welfare costs of premature deaths attributed to natural disasters and environmental pollution, out-of-pocket health expenditures, average annual temperature changes, emissions from fossil fuel combustion, environmental protection expenditures, and environmental taxes as determining factors within the analytical framework. These variables may directly or indirectly influence the growth of the HDI. The effects of these phenomena, ranging from individual health outcomes to macroeconomic policy, are reflected in HDI dynamics. The results indicate that while the negative and significant effects of the growth of welfare costs of premature deaths due to natural disasters (high temperature and cold temperature) and environmental pollution (ambient particulate matter and ground-level ozone), as well as the growth of disease burden, are evident in the selected developed countries, the adverse impacts of these

¹ . Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Kamran.navabi@yahoo.com

² Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.(Corresponding author)roy.seifipour@iau.ac.ir

³ . Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
m.damankeshideh@iau.ac.ir

⁴ . Department of Industrial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.a.keghobadi@iauctb.ac.ir



variables on HDI growth are stronger in developed net food-exporting countries than in developed net food-importing countries.

Keywords: Disease burden, Environmental protection, Human development index, Welfare costs from premature death