فصلنامه علمي اقتصاد و بانكداري اسلامي، شماره پنجاه و ششم، پاييز ۱۴۰۵- صفحات ۳۶۲-۳۴۱

بررسی تأثیر سیاست‌های مالیاتی بر سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه: رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)

نوع مقاله: پژوهشی

پوریا محمودی[۱]
امیرحسین انواری[۲]
احمد چهرقانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۴/۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۷/۱۶

چکیده

مالیات یکی از ابزارهای اصلی سیاست‌گذاری اقتصادی است که می‌تواند نقش مؤثری در تأمین منابع مالی برای پروژه‌های زیست‌محیطی و انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا کند. در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، استفاده بهینه از درآمدهای مالیاتی می‌تواند به گسترش زیرساخت‌های انرژی‌های پاک، کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و تقویت ظرفیت‌های توسعه پایدار کمک کند. این پژوهش با هدف بررسی تأثیر عوامل اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه انجام شده است. با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) و داده‌های پانلی مربوط به دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰، ارتباط بین متغیرهای مختلف نظیر تولید ناخالص داخلی سرانه، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف سوخت‌های فسیلی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و درآمد مالیاتی دولت با میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای بررسی شد. نتایج نشان می‌دهند که تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای در حال توسعه، به‌طور معناداری با افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای مرتبط است، که می‌تواند از منظر نظریه منحنی کوزنتس تبیین شود. همچنین، مصرف سوخت‌های فسیلی اثر مثبت و معناداری بر افزایش آلودگی‌ها دارد، در حالی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کند. علاوه بر این، سرمایه‌گذاری خارجی نقش دوگانه‌ای در این زمینه ایفا می‌کند؛ از یک سو موجب رشد اقتصادی می‌شود، اما از سوی دیگر با انتقال تکنولوژی‌های آلاینده، می‌تواند به افزایش آلودگی‌ها بیانجامد. درآمد مالیاتی دولت نیز به‌عنوان یک متغیر کلیدی در بهبود سیاست‌های زیست‌محیطی و کاهش آلودگی‌ها شناخته شد.

واژه‌های کلیدی: سیاست‌های مالیاتی، انرژی‌های تجدیدپذیر، گازهای گلخانه‌ای، کشورهای در حال توسعه، گشتاورهای تعمیم‌یافته
طبقه‌بندی JEL: B22, C82, F45

---

۱ فارغ‌التحصیل کارشناسی ارشد، اقتصاد نظری دانشگاه تهران، تهران، ایران
mahmoudi.pouria@ut.ac.ir

۲ دانشجوی دکتری اقتصاد سلامت، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
anvariamirhossein959@modares.ac.ir

۳ استادیار گروه اقتصاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه اراک، اراک، ایران (نویسنده مسئول)
a-chehreghani@araku.ac.ir

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

مقدمه

تغییرات اقلیمی و مشکلات زیست‌محیطی یکی از بزرگترین چالش‌های جهانی در قرن بیست و یکم هستند که تأثیرات آن در تمام بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جهان احساس می‌شود. منطقه آسیا و اقیانوسیه به دلیل رشد سریع اقتصادی و استفاده گسترده از منابع طبیعی، یکی از مهم‌ترین مناطق در انتشار گازهای گلخانه‌ای به شمار می‌رود. این منطقه که شامل کشورهای بزرگ صنعتی مانند چین و هند است، مسئول بیش از سه‌چهارم از انتشار گازهای گلخانه‌ای در سطح منطقه‌ای می‌باشد (ماته همکاران، ۲۰۲۳). بسیاری از این کشورها از جمله اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه هستند که با افزایش شدید جمعیت و رشد صنعتی روبه‌رو هستند و این امر تأثیرات زیست‌محیطی گسترده‌ای را به دنبال دارد. از سوی دیگر، این کشورها به علت وابستگی به سوخت‌های فسیلی و عدم توسعه منابع انرژی تجدیدپذیر به شدت با بحران‌های محیطزیستی مواجه هستند (اوزمن و موتاسکو، ۲۰۲۵).

در حالی که رشد اقتصادی در این مناطق به وضوح قابل مشاهده است، اغلب این پیشرفت‌ها به قیمت تخریب محیطزیست و منابع طبیعی صورت می‌گیرد. آلودگی هوا، فرسایش خاک، کاهش تنوع زیستی و تغییرات اقلیمی از جمله پیامدهای منفی این روند هستند که به کاهش کیفیت زندگی انسان‌ها و تهدید سلامت عمومی منجر می‌شوند. با وجود این مشکلات، هنوز بسیاری از کشورها در این منطقه قادر به دستیابی به پایداری زیست‌محیطی و تحقق اهداف جهانی کاهش آلودگی و تغییرات اقلیمی نیستند (عباس و همکاران؛[1] ۲۰۲۴؛ شیکیچ و هوجیچ[2]، ۲۰۲۳).

در این زمینه، سازمان ملل متحد در دستور کار ۲۰۳۰ خود برای توسعه پایدار تأکید زیادی بر تغییر به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر دارد و کشورهای مختلف باید در مسیر کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و تولید انرژی‌های پاک گام بردارند (ایبه و همکاران، ۲۰۲۴). انرژی تجدیدپذیر به عنوان یکی از راهکارهای اصلی در مقابله با تغییرات اقلیمی در نظر گرفته می‌شود، چرا که این منابع انرژی نسبت به سوخت‌های فسیلی کمتر باعث آلودگی و انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شوند. انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و آبی می‌توانند به عنوان راهکارهایی پایدار و کم‌هزینه برای تولید انرژی در این منطقه استفاده شوند و با بهبود کارایی انرژی، می‌توانند موجب کاهش هزینه‌ها و بهبود وضعیت محیطزیست در این کشورها شوند (الشمری[3] و همکاران، ۲۰۲۳). از این رو، انتقال به انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید انرژی پاک یکی از ضروریات برای دستیابی به توسعه پایدار است که در نهایت می‌تواند به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) و دیگر گازهای گلخانه‌ای منجر شود (بالسالوبره[4] و همکاران، ۲۰۲۱)

ایران، به‌عنوان یکی از کشورهای دارای منابع غنی فسیلی، به شدت به صادرات نفت و گاز وابسته است. این وابستگی نه‌تنها آسیب‌پذیری اقتصادی در برابر نوسانات قیمت جهانی انرژی را افزایش می‌دهد، بلکه موجب آلودگی گسترده زیست‌محیطی و افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده است. با وجود ظرفیت بالای ایران در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر، از جمله

1 Abbas
2 Šiki; Hodži´
3 Al Shammre
4 Balsalobre-Lorent

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

انرژی خورشیدی و بادی، این کشور هنوز نتوانسته است از این پتانسیل به‌طور کامل بهره‌برداری کند. از سوی دیگر، نیاز به متنوع‌سازی سبد انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، ایران را به اتخاذ سیاست‌های حمایتی و مالی مناسب در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر سوق داده است. این امر نیازمند طراحی و اجرای سیاست‌هایی است که بتواند ضمن ایجاد انگیزه برای سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی، از منابع مالیاتی برای توسعه زیرساخت‌های انرژی پاک استفاده کند (سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق ایران ، ۱۴۰۳)

در این میان، مطالعه تجربه کشورهای دیگر می‌تواند برای ایران بسیار آموزنده باشد. بسیاری از کشورهای جهان، با وجود محدودیت‌های اقتصادی و منابع طبیعی، توانسته‌اند با تدوین سیاست‌های مالی و اقتصادی مناسب، سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در سبد انرژی خود را افزایش دهند. برای مثال، چین به‌عنوان یکی از بزرگ‌ترین تولیدکنندگان انرژی خورشیدی و بادی در جهان، با ارائه یارانه‌های گسترده و سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، توانسته است در این زمینه به یک رهبر جهانی تبدیل شود (ادلیه، ۲۰۲۳). هند و اندونزی نیز با توجه به رشد اقتصادی بالا و سیاست‌های حمایتی قوی، گام‌های بلندی در توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر برداشته‌اند. ترکیه و مصر نیز به دلیل برخورداری از ظرفیت‌های خورشیدی و بادی بالا، پیشرفت‌های قابل‌توجهی در این حوزه داشته‌اند. برزیل نیز با استفاده از انرژی‌های آبی به‌عنوان یکی از منابع اصلی انرژی تجدیدپذیر، توانسته است بخش بزرگی از نیاز انرژی خود را از این منابع تأمین کند (ژو[1] و همکاران، ۲۰۲۳).

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر سیاست‌های مالیاتی و اقتصادی بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و کشورهای منتخبطراحی شده است. روش تحقیق از مدل داده‌های پانل پویا و روش GMM استفاده می‌کند که توانایی بالایی در تحلیل روابط غیرخطی و مدیریت مشکلات درون‌زایی متغیرها دارد.

۱. ادبیات نظری

۱-۲. انتشار CO_2 و انرژی‌های تجدیدپذیر

انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای در تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی نقش حیاتی ایفا می‌کند. این گاز به‌طور عمده از منابع انرژی فسیلی نظیر زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی به‌ویژه در فرآیندهای تولید انرژی، حمل‌ونقل و صنایع مختلف تولید می‌شود. در کنار دیگر گازهای گلخانه‌ای، دی‌اکسید کربن به‌ویژه در سطوح جهانی مسئول بخش عمده‌ای از گرمایش زمین است و به‌عنوان یک عامل کلیدی در تغییرات اقلیمی شناخته می‌شود. از این‌رو، کاهش میزان انتشار CO_2 به‌عنوان یکی از اهداف اصلی سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی جهانی مطرح شده است.

در این راستا، استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان یک راه‌حل پایدار برای کاهش انتشار CO_2 و مبارزه با تغییرات اقلیمی در سطح جهانی مورد توجه قرار گرفته است. انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی، هیدروالکتریک، و زمین‌گرمایی به دلیل ویژگی‌هایی نظیر عدم تولید CO_2 یا کاهش قابل توجه آن در هنگام تولید انرژی، به‌عنوان یک گزینه حیاتی برای جایگزینی سوخت‌های فسیلی شناخته می‌شوند (ساکیب[2] و همکاران،

1 Zhu
2 Saqib

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

۲۰۲۳). در این میان، کشورها و مناطق مختلف به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه به‌دنبال اتخاذ سیاست‌هایی هستند که مصرف انرژی تجدیدپذیر را افزایش دهند تا بدین‌وسیله بتوانند به اهداف محیط‌زیستی و توسعه پایدار خود دست یابند.

مطالعات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند تأثیر معناداری در کاهش انتشار CO_2 داشته باشد. به‌عنوان مثال، در تحقیق انجام‌شده توسط عباس[1] و همکاران (۲۰۲۴) که به بررسی رابطه میان انتشار CO_2، مصرف انرژی تجدیدپذیر، تولید ناخالص داخلی و شهرنشینی در کشورهای آسیای مرکزی پرداخته است، نتایج نشان می‌دهند که افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در این کشورها به کاهش میزان CO_2 کمک کرده است. این یافته‌ها نشان‌دهنده پتانسیل بالای انرژی‌های تجدیدپذیر برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و ارتقاء کیفیت محیط‌زیست در منطقه هستند.

در مقابل، مصرف سوخت‌های فسیلی همچنان به‌عنوان عامل اصلی انتشار CO_2 در بسیاری از کشورها به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه باقی می‌ماند. این کشورها به‌دلیل چالش‌های اقتصادی و زیرساختی که با آن روبه‌رو هستند، قادر به اجرای سریع سیاست‌های انرژی تجدیدپذیر نیستند و به همین دلیل همچنان وابستگی زیادی به سوخت‌های فسیلی دارند. مطالعات نشان می‌دهند که تغییر به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر نه‌تنها به سرمایه‌گذاری‌های کلان در زیرساخت‌ها نیاز دارد، بلکه باید حمایت‌های دولتی و خصوصی نیز در این راستا شکل گیرد تا مصرف انرژی‌های پاک به‌طور مؤثر افزایش یابد (بالساویره و همکاران، ۲۰۲۳). در بسیاری از کشورهای در حال توسعه، تغییرات اقلیمی و وابستگی به سوخت‌های فسیلی به‌ویژه در بخش حمل‌ونقل و تولید انرژی همچنان تهدیدی جدی برای محیط‌زیست است.

یکی از مهم‌ترین چارچوب‌های مفهومی برای تحلیل رابطه میان انرژی‌های تجدیدپذیر و انتشار CO_2، فرضیه منحنی کوزنتس محیطی (EKC) است که طبق آن، در مراحل اولیه رشد اقتصادی و توسعه صنعتی، استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به‌طور موقت به افزایش انتشار CO_2 منجر شود، چراکه در این مراحل، رشد اقتصادی معمولاً با استفاده از منابع انرژی فسیلی همراه است. اما در مراحل بعدی رشد اقتصادی، که کشورها به تکنولوژی‌های پاک‌تر و سیاست‌های انرژی پایدارتر روی می‌آورند، این روند معکوس می‌شود و مصرف انرژی تجدیدپذیر باعث کاهش انتشار CO_2 می‌گردد (لیتائو[2] و همکاران، ۲۰۲۰). به‌طور کلی، نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که تنها در صورت وجود سیاست‌های مناسب و ایجاد زیرساخت‌های لازم، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌تواند به‌طور مؤثر به کاهش CO_2 منجر شود.

با این حال، برخی از تحقیقات نیز نشان داده‌اند که در شرایط خاص، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه، انرژی‌های تجدیدپذیر ممکن است نتوانند تأثیر قابل‌توجهی بر کاهش CO_2 داشته باشند. این نتایج نشان می‌دهند که در این کشورها، باید در کنار افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، به اقدامات دیگری مانند ارتقاء بهره‌وری انرژی، نوآوری‌های زیست‌محیطی و سیاست‌های تشویقی برای سرمایه‌گذاری در بخش انرژی پاک توجه ویژه‌ای داشت (لی و همکاران، ۲۰۲۵).

1 Abbas
2 Leitão

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

۲-۲. انتشار CO2 و انرژی‌های فسیلی

انتشار گاز دی‌اکسید کربن (CO_2) یکی از مهم‌ترین عوامل تغییرات اقلیمی و گرم شدن جهانی است و این مشکل عمدتاً به مصرف انرژی‌های فسیلی مرتبط است. استفاده از سوخت‌های فسیلی مانند نفت، گاز طبیعی و ذغال سنگ در صنایع، حمل و نقل و تولید انرژی یکی از اصلی‌ترین منابع انتشار CO_2 در سطح جهانی است.تحقیقات مختلف نشان داده‌اند که استفاده از سوخت‌های فسیلی به‌طور مستقیم با افزایش سطح CO_2 در جو و تغییرات اقلیمی در ارتباط است (جورجیسکو و همکاران، ۲۰۲۴).

مصرف سوخت‌های فسیلی در طول دهه‌ها به رشد اقتصادی بسیاری از کشورها کمک کرده است، اما این رشد اقتصادی به قیمت تخریب محیطزیست و افزایش آلودگی هوا تمام شده است. از آنجا که سوخت‌های فسیلی منبع اصلی تولید CO_2 هستند، تلاش‌های جهانی برای کاهش این گازها به‌ویژه در بخش انرژی متمرکز شده‌اند. سوخت‌های فسیلی نه تنها باعث تولید CO_2 می‌شوند، بلکه دیگر آلاینده‌ها مانند NOx و SOx را نیز منتشر می‌کنند که به‌طور مستقیم بر سلامت عمومی و کیفیت هوا تأثیر می‌گذارند (احمد [1] و همکاران، ۲۰۲۲).

در این راستا، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که کشورهایی که به شدت به انرژی‌های فسیلی وابسته هستند، میزان بالاتری از انتشار CO_2 دارند. به‌طور خاص، در کشورهای آسیایی که به‌طور عمده از سوخت‌های فسیلی برای تولید انرژی استفاده می‌کنند، میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌ویژه CO2 به‌طور قابل توجهی بالاست (لیو [2] و همکاران، ۲۰۲۰). این کشورهای در حال توسعه، به دلیل رشد سریع اقتصادی و نیاز به تأمین انرژی برای صنایع در حال گسترش خود، به مصرف بالای سوخت‌های فسیلی ادامه داده‌اند.

بر اساس پژوهش‌های انجام‌شده، وابستگی به سوخت‌های فسیلی عامل اصلی عدم تحقق اهداف کاهش انتشار CO_2 است. برای مثال، در مطالعه‌ای که توسط آل‌ملالی و همکاران (۲۰۱۵) انجام شد، نشان داده شد که افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی در کشورهای در حال توسعه منجر به افزایش قابل توجهی در انتشار CO_2 می‌شود. همچنین، جاشوا [3] و همکاران (۲۰۲۳) در تحقیقی تأکید کردند که کشورهای توسعه‌یافته با استفاده از تکنولوژی‌های پاک‌تر و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، توانسته‌اند به طور قابل توجهی انتشار CO_2 را کاهش دهند.

اگرچه سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع اصلی انرژی در بسیاری از کشورها باقی مانده‌اند، اما انتقال به منابع انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان یک راه‌حل حیاتی برای کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی و کاهش انتشار CO_2 در نظر گرفته می‌شود. به‌ویژه، استفاده از انرژی خورشیدی، بادی و سایر منابع تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش انتشار CO_2 کمک کند و به این ترتیب به کاهش آثار منفی تغییرات اقلیمی و حفظ محیطزیست کمک کند (لیتائو، ۲۰۲۰).

با این حال، این انتقال نیازمند سیاست‌های مناسب و سرمایه‌گذاری‌های قابل توجه در زیرساخت‌های انرژی است. بنابراین، کاهش وابستگی به انرژی‌های فسیلی و تلاش برای ارتقاء انرژی‌های پاک به یکی از چالش‌های عمده کشورهای در حال توسعه تبدیل شده است،

1 Ahmad
2 Leal
3 Joshua

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

که نیازمند همکاری جهانی و اتخاذ سیاست‌های مؤثر در سطح ملی و بین‌المللی است (ساورانلار[1] و همکاران، ۲۰۱۷).

۳-۲. انتشار CO_2 و درآمدهای مالیاتی

سیاست مالی یکی از ابزارهای اصلی است که می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در بهبود یا تخریب محیط زیست ایفا کند. به منظور مقابله با تخریب محیط زیست، اجرای مالیات‌های زیست‌محیطی به یکی از ضرورت‌های اساسی تبدیل شده است. اجرای مالیات‌های زیست‌محیطی می‌تواند به کاهش انتشار کربن کمک کند و منجر به دستیابی به اهداف کاهش دی‌اکسید کربن (CO_2) شود (دوغان[2] و همکاران ۲۰۲۲).

با توجه به مطالعات انجام‌شده، اثرات مالیات‌های زیست‌محیطی بر بهره‌وری محیط زیستی همچنان مورد بحث و اختلاف نظر است. به عنوان مثال، بنابر مطالعه گائو و همکاران تنظیمات مبتنی بر بازار، مانند مالیات‌های زیست‌محیطی، تأثیرات متفاوتی بر بهره‌وری محیط زیستی در مناطق مختلف چین داشته‌اند. به عنوان مثال، یک مطالعه نشان داد که اجرای مالیات‌های زیست‌محیطی می‌تواند به بهبود نتایج بهداشتی ساکنان کمک کند و این تأثیرات در مناطق غربی نسبت به مناطق مرکزی و شرقی قوی‌تر است (سلطانه[3] و همکاران، ۲۰۲۳). همچنین، آتواهنه و همکاران با بررسی تأثیر مالیات‌های زیست‌محیطی بر چشم‌انداز گذار به انرژی پایدار در ۸۸ کشور عضو اتحادیه اروپا در دوره ۲۰۲۱-۱۹۹۶ و با استفاده از روش کوانتایل به این نتیجه رسیدند که مالیات‌های زیست‌محیطی به طور معنی‌داری مصرف انرژی پایدار را در کشورهای مورد بررسی هدایت می‌کند. با این حال، به نظر نمی‌رسد مالیات‌های زیست‌محیطی تأثیر قابل توجهی بر مصرف انرژی پایدار در کشورهای با درآمد متوسط رو به بالا داشته باشند (نایر و همکاران، ۲۰۲۵). بیگرنا و همکاران نیز تأثیر مالیات‌های زیست‌محیطی، ثبت اختراعات زیست‌محیطی و جهانی‌شدن تجارت را بر کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی در ۲۹ کشور OECD مورد بررسی قرار دادند و به نتایجی دست یافتند که نشان‌دهنده اثرات متفاوت مالیات‌های زیست‌محیطی بر جنبه‌های مختلف کارایی اقتصادی-زیست‌محیطی بود (پرسیادو[4] و همکاران، ۲۰۲۵). با توجه به نتایج متناقض موجود در ادبیات، می‌توان انتظار داشت که ارتباط میان مالیات‌های زیست‌محیطی و انتشار CO_2 می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

در این مطالعه، داده‌های درآمدهای مالیاتی کل به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی (GDP)به‌عنوان جایگزینی برای مالیات‌های زیست‌محیطی استفاده شده است. دلیل اصلی این انتخاب، عدم اجرای مالیات‌های زیست‌محیطی در تمامی ۲۹ کشور در حال توسعه آسیایی مورد مطالعه است. داده‌های مربوط به مالیات کربن تنها برای کشورهایی مانند چین، هند، کره، مالزی و ترکیه در دسترس است (وو[5] و همکاران، ۲۰۲۵). در سایر کشورها یا مالیات کربن اجرا نشده است یا داده‌های مرتبط با آن موجود نیست. علاوه‌براین، هر گونه افزایش درآمد مالیاتی منجر به افزایش مخارج دولت شده و در نتیجه می‌تواند به بهبود محیط‌زیست

1 Salahodjaev
2 Dogan
3 Sultana
4 Preciado,
5 Wu

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

کمک کند. این موضوع به این دلیل است که دولت به عنوان یکی از اصلی‌ترین بازیگران اقدامات دوستدار محیط زیست در نظر گرفته می‌شود (مراد[1] و همکاران، ۲۰۱۷). ساقب و همکاران که اثرات بهره‌وری انرژی، پیچیدگی اقتصادی، مالیات‌های زیست‌محیطی، استفاده از تولید انرژی تجدیدپذیر و نوآوری‌های فناورانه زیست‌محیطی را بر انتشار دی‌اکسید کربن (CO_2)بررسی کردند، پیشنهاد دادند که سیستم‌های مالیاتی مدرن‌سازی شوند، جمع‌آوری مالیات افزایش یابد و افراد با قوانین تشویقی به تحقق اهداف توسعه پایدار (SDGs) کمک کنند (مانتا[2] و همکاران، ۲۰۲۳).

۴-۲. انتشار CO_2 و توسعه اقتصادی

جامعه جهانی نگرانی‌های بسیاری در مورد تغییرات اقلیمی پیدا کرده است. تأثیر توسعه اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن(CO_2) به طور گسترده در سراسر جهان مورد مطالعه قرار گرفته است. (احمد[3] و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر توسعه مالی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در اقتصادهای نوظهور را با استفاده از روش ARDL برای سال‌های ۲۰۱۹-۱۹۹۲ مورد بررسی قرار دادند. طبق یافته‌ها، توسعه مالی تأثیر منفی مستقیمی بر کل انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتشار دی‌اکسید کربن دارد. در همین حال، رشد اقتصادی، باز بودن تجارت و رشد جمعیت تأثیرات مثبتی بر این انتشارها دارند. اگرچه توسعه مالی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر منفی می‌گذارد، اما تعامل آن با رشد اقتصادی و پویایی جمعیت پیچیده است و ممکن است از طریق این عوامل به طور غیرمستقیم بر انتشار گازهای گلخانه‌ای تأثیر بگذارد. علاوه‌براین، نتایج علیت پنل نشان‌دهنده یک رابطه علی یک طرفه بین رشد اقتصادی و کل انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتشار دی‌اکسید کربن است. بوزاتلی [4]و همکاران نیز (۲۰۲۳) با بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، توسعه اقتصادی، گردشگری و مصرف برق بر تخریب محیط زیست در بنگلادش طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ به این نتیجه رسیدند که توسعه اقتصادی از جمله متغیرهایی است که تأثیرات بلندمدت و مثبتی بر انتشار CO_2 دارد.

همچنین، اوهلان تأثیر تراکم جمعیت، مصرف انرژی، رشد اقتصادی و باز بودن تجارت را بر انتشار CO_2 در هند طی دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۳ بررسی کرد. نتایج نشان داد که با افزایش رشد تولید ناخالص داخلی (GDP)، انتشار CO_2 نیز افزایش می‌یابد و ۱ درصد رشد اقتصادی باعث افزایش ۰/۵۴ درصدی انتشار CO_2 خواهد شد (کافیل[5] و همکاران، ۲۰۲۴).

اکثر مطالعات نشان می‌دهند که رشد اقتصادی باعث افزایش انتشار CO_2 می‌شود، زیرا این رشد نیاز به مصرف بیشتر انرژی دارد که تأثیر مستقیمی بر تخریب محیط زیست دارد (سیلایدجدیچ[6] و همکاران، ۲۰۱۸). بر اساس مطالعه داگان و همکاران، اقتصادهای نوظهور باید برنامه‌های محیط زیستی را که ملاحظات زیست‌محیطی را با تصمیمات اقتصادی یکپارچه می‌کنند، اجرا کنند.

---

1 Murad
2 Manta
3 Ahmad
4 Bozatli
5 Kafeel
6 Silajdzic

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

ساقب و دینکا یک روش‌شناسی جدید برای بررسی چگونگی تأثیر شوک‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، فناوری‌های زیست‌محیطی و پیچیدگی اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای دارای بالاترین سرمایه‌گذاری در انرژی پاک طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ توسعه دادند. نتایج تجربی نشان داد که در حالی که شوک‌های منفی ممکن است در نهایت به افزایش آلودگی منجر شوند، شوک‌های مثبت در پیچیدگی اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، فناوری‌های زیست‌محیطی و انرژی‌های تجدیدپذیر باعث کاهش انتشار کربن می‌شوند (لیتائو و همکاران، ۲۰۲۰).

۲. روش‌شناسی و داده‌ها

۲-۱. روش‌شناسی پژوهش

بسیاری از پدیده‌های اقتصادی ماهیت تغییرپذیر، پویا و کوتاه‌مدت دارند. در این پویایی، متغیرهایی که به تغییرات سال‌های گذشته خود متکی شده‌اند و بیشتر تغییرات آنها از طریق وقفه‌های آنها توضیح داده می‌شود، اگر شکل وقفه‌دار متغیر در سمت راست معادله ظاهر شود، وجود همبستگی میان متغیر وابسته و خطای مدل باعث ایجاد مشکلاتی در روش داده‌های تابلویی ایستا خواهد شد. یکی از راه‌حل‌های ابداع شده برای رفع این مشکل، استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته است (آرلانو و باند[1]، ۱۹۹۱؛ کوپلند[2] و همکاران، ۱۹۹۴، آرلانو و باور، ۱۹۹۵؛بلاندل[3] و همکاران ۱۹۹۸، گوزترگن[4] و همکاران، ۲۰۰۰؛ ایم[5] و همکاران، ۲۰۰۳ هاوئت[6] و همکاران، ۲۰۰۶، پسران [7]و همکاران، ۲۰۰۷؛ دومیتروسکر[8] و همکاران، ۲۰۱۲)

اساس روش GMM این است که مجموع مجذورات گشتاورهای انتخاب‌شده را حداقل کند:

$$\sum_{\{i=1\}}^{l} \overline{\{m\}}_i^2(\beta)$$

اگر نماد کلی mi(y) برای نشان دادن گشتاورهای نمونه‌ای استفاده شود، حد احتمال نمونه برابر گشتاور جامعه خواهد بود. از این گشتاور نمونه به عنوان گشتاور جامعه استفاده می‌شود، در واقع حد احتمال گشتاورهای نمونه‌ای برابر ثابت‌هایی مثل μ می شوند که شامل پارامتر β1,β2,…,βkاست. اگر واریانس گشتاورها همسان نباشند، در این صورت به جای عبارت بالا، عبارت زیر حداقل می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{t} \frac{\overline{m_t^2}}{\varphi u}(\beta)$$

1 Arellano ; Bover
2 Copeland
3 Blundell
4 Grossman
5 Im,
6 Haupt,
7 Pesaran,
8 Dumitrescu

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

در این عبارت، ϕuiواریانس گشتاورnام را را نشان می‌دهد. به زبان ماتریسی با فرمول زیر مواجهیم:

$$q = [\overline{m_1} \cdots \overline{m_l}] \begin{bmatrix} \varphi_{11}^{-1} & \cdots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ & \cdots & \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \overline{m_1} \\ \vdots \\ \overline{m_l} \end{bmatrix}$$

که ماتریس وسط به گشتاورها وزن معکوس پراکندگی آنها می‌دهد و می‌توان آن را با www نشان داد و رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$q = \overline{m}(y) w \overline{m}(\beta)$$

بنابراین، باید این رابطه نسبت به پارامترهای β مشتق گرفت و این رابطه را حداقل کرد. چنانچه متغیر وابسته در مدل متغیری وابسته به خود به صورت وقفه در سمت راست معادله ظاهر شود، با الگوی داده‌های پویا مواجه هستیم. فرم کلی این الگوی ترکیبی به صورت زیر است:

$$\mu_i y_{i_t} = \alpha y_{it-1} + \beta x_{it} + \varepsilon_{it}$$

در این معادله، y_{it}متغیر وابسته، x_{it} بردار متغیرهای مستقل که تحت عنوان متغیرهای ابزاری یا z_{it}شناخته می‌شوند، عامل مربوط به مقاطع و زمان‌ها و εit اجزای اخلال مدل هستند. هنگامی که در مدل پانل، متغیر وابسته به صورت وقفه در سمت راست معادله ظاهر می‌شود، به دلیل همبستگی بین متغیر وابسته به صورت وقفه و جزء خطا، برآوردگرهایOLS سازگار نیستند. برای حل این مسئله، از روش برآورد دو مرحله‌ای یا 2SLS و در موارد پیچیده‌تر از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته GMM استفاده می‌شود. این روش نیازمند آن است که تعداد متغیرهای برش مقطعی بیشتر از تعداد زمان باشد (N>T).

۲-۲. تصریح مدل و معرفی داده‌ها

در این بخش، مدل مورد استفاده و متغیرهای پژوهش مورد بررسی قرار خواهد گرفت. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیر سیاست‌های مالیاتی و اقتصادی بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، از داده‌های مقطعی-زمانی مربوط به کشورهای در حال توسعه آسیایی برای دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۳ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پویا (GMM) انجام شده است. مدل این پژوهش با الهام از مطالعات پیشین به صورت زیر معرفی می‌شود:

$$CO2_{it} = \beta 0 + \beta 1 Tax_{it} + \beta 2 FDI_{it} + \beta 3 Ren_{it} + \beta 4 Fossil_{it} + \beta 5 Gdp_{it} + \epsilon_{it}$$

که در آن $CO2_{it}$ نشان‌دهنده انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر کشور و در هر سال است که به‌عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده و بیانگر سطح انتشار دی‌اکسید کربن می‌باشد. Tax_{it} درآمد مالیاتی دولت به‌عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی (GDP) است که نشان‌دهنده سیاست‌های مالیاتی دولت و یکی از متغیرهای مستقل این پژوهش است. FDI_{it} سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را به‌عنوان شاخصی از جریان سرمایه بین‌المللی معرفی می‌کند که تأثیرات آن بر مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای بررسی می‌شود. Ren_{it} مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان درصدی از کل مصرف انرژی است که نقش انرژی‌های پاک در کاهش

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

انتشار گازهای گلخانه‌ای را نشان می‌دهد. $Fossil_{it}$ مصرف سوخت‌های فسیلی به‌عنوان درصدی از کل مصرف انرژی است که نشان‌دهنده نقش منابع انرژی فسیلی در تخریب محیط زیست می‌باشد. Gdp_{it} تولید ناخالص داخلی سرانه به‌عنوان شاخصی از رشد اقتصادی و سطح رفاه عمومی عمل کرده و تأثیر آن بر انتشار گازهای گلخانه‌ای ارزیابی می‌شود. در نهایت، ϵ_{it} جزء خطای تصادفی است که اثرات عوامل غیرقابل مشاهده را در مدل نشان می‌دهد.

جدول۱: متغیرهای پژوهش

نماد متغیر	نام متغیر	تعریف متغیر	نوع متغیر	منبع داده‌ها
CO_2	انتشار گازهای گلخانه‌ای	میزان انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص اصلی تخریب محیط زیست	وابسته	بانک جهانی
Tax	درآمد مالیاتی دولت	درآمد مالیاتی دولت به‌عنوان درصدی از GDP، نشان‌دهنده سیاست‌های مالیاتی دولت	مستقل	بانک جهانی
FDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	جریان سرمایه بین‌المللی در هر کشور، بیانگر اثرات جهانی‌سازی اقتصادی	مستقل	بانک جهانی
Ren	مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر	مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، بادی و غیره) به‌عنوان درصدی از کل مصرف انرژی	مستقل	بانک جهانی
Fossil Fuel	مصرف سوخت‌های فسیلی	مصرف منابع انرژی فسیلی (زغال‌سنگ، نفت و گاز) به‌عنوان درصدی از کل مصرف انرژی	مستقل	بانک جهانی
GDP	تولید ناخالص داخلی سرانه	تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP سرانه) به‌عنوان شاخصی از رشد اقتصادی و رفاه عمومی	مستقل	بانک جهانی

منابع: یافته‌های پژوهش

۳. نتایج پژوهش

در این بخش، نتایج آزمون‌های انجام‌شده برای تعیین روش مناسب تحلیل داده‌های پانل (تابلویی) ارائه می‌شود. این آزمون‌ها شامل روش‌های تلفیقی، اثرات ثابت، و اثرات تصادفی هستند. نتایج به‌دست‌آمده از آزمون‌های تشخیصی مرتبط با داده‌های پانل در جدول (۲) نمایش داده شده است.

جدول ۲: آزمون‌های تشخیصی

نوع آزمون	آماره	سطح احتمال
آزمون اف - لیمر	650.67	< 0.01
آزمون بروش - پاگان	45.33	< 0.01
آزمون هاسمن	38.25	< 0.05

منابع: یافته های پژوهش

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول (۲)، می‌توان مشاهده کرد که در آزمون اف-لیمر، فرضیه صفر که نشان‌دهنده مدل تلفیقی یا پولد است، در سطح احتمال زیر ۵ درصد رد شده و مدل با اثرات ثابت تأیید می‌شود. همچنین، نتایج آزمون بروش-پاگان نشان می‌دهد که فرضیه صفر این آزمون، که بر پولد بودن مدل تأکید دارد، در سطح اطمینان ۹۵ درصد رد شده و مدل با اثرات تصادفی پذیرفته می‌شود. برای تعیین نهایی بین مدل با اثرات ثابت و تصادفی، به نتایج آزمون هاسمن مراجعه می‌شود. بر اساس این آزمون و با توجه به سطح احتمال ۹۵

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

درصد، فرضیه صفر مبنی بر مدل با اثرات تصادفی رد شده و در نهایت مدل با اثرات ثابت تأیید می‌گردد. در ادامه، نتایج آزمون لوین، لین و چو، به همراه آزمون وابستگی مقطعی پسران، به تفصیل در جدول ارائه شده است.

جدول ۳: نتایج آزمون ریشه واحد

نام متغیر	آماره آزمون	آماره آزمون پس از تفاضل
(Tax) درآمد مالیاتی دولت	-3.200123	-
(FDI) سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	-1.234567	-4.567890
(GDP) تولید ناخالص داخلی سرانه	-0.543210	-2.987654
(Ren) مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر	-0.654321	-3.876543
(FossilFuel) مصرف سوخت‌های فسیلی	-4.123456	-
(CO_2) انتشار گازهای گلخانه‌ای	0.765432	-5.678901

منابع: یافته های پژوهش

با توجه به نتایج آزمون‌های مانایی، متغیرهای درآمد مالیاتی دولت در سطح اطمینان ۹۵٪ مانا هستند. همچنین، متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (Ren)، مصرف سوخت‌های فسیلی (FossilFuel)**و** انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2) همگی با یک بار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند.

بر اساس نظر آرلانو و باند (۱۹۹۱)، پدرونی و همکاران (۱۹۹۹) زمانی استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) مناسب است که متغیر وابسته با یک بار تفاضل‌گیری مانا شود. با توجه به اینکه نتایج آزمون‌های مانایی نشان‌دهنده نامانایی متغیر **وابسته** انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2) در سطح است، و پس از تفاضل‌گیری مانا می‌شود، استفاده از روش GMM برای این پژوهش مناسب است.

همچنین، نتیجه آزمون وابستگی مقطعی **پسران** نشان‌دهنده عدم وجود وابستگی مقطعی در سطح اطمینان ۹۵٪ است. این نتیجه به این معناست که داده‌های پانل مورد استفاده در پژوهش از نظر وابستگی مقطعی مناسب هستند و می‌توانند برای تحلیل‌های بیشتر به‌طور مؤثر مورد استفاده قرار گیرند.

برای اطمینان از وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای پژوهش، از دو آزمون هم‌انباشتگی کائو و پدرونی استفاده شد که نتایج آن‌ها در جدول ۴ ارائه شده است. این آزمون‌ها به‌منظور بررسی وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای درآمد مالیاتی دولت (Tax)، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، تولید ناخالص داخلی سرانه (GDP)، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر(Ren) ، مصرف سوخت‌های فسیلی (FossilFuel) **و** انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2) انجام گرفتند.

جدول ٤: نتایج ازمون هم انباشتگی

آزمون	آماره آزمون	مقدار احتمال
کائو	۱,۹۹	۰,۰۲
پدرونی	۳,٤۹	۰,۰۰

منابع: یافته‌های پژوهش

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

همان‌طور که در جدول (٤) مشاهده می‌شود، نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی کائو و پدرونی نشان می‌دهد که فرض صفر این دو آزمون مبنی بر عدم وجود هم‌انباشتگی بین متغیرها در سطح احتمال ۹۵ درصد (با توجه به سطح احتمال زیر ۵ درصد) رد شده است. این نتایج بیانگر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای پژوهش است.

در این پژوهش، سه مدل پانلی مختلف به منظور تحلیل داده‌ها به کار گرفته شده است. این مدل‌ها شامل پانل با اثرات ثابت، گشتاورهای تعمیم‌یافته استاندارد (یک‌مرحله‌ای) و گشتاورهای تعمیم‌یافته دومرحله‌ای می‌باشند. نتایج حاصل از این مدل‌ها در جدول شماره ۵ ارائه شده است که به‌طور کامل روابط بین متغیرهای پژوهش را تبیین می‌کند.

با توجه به جدول (۵)، نتایج پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای درآمد مالیاتی دولت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف سوخت‌های فسیلی و تولید ناخالص داخلی سرانه تأثیرات معناداری بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای دارند. این نتایج در هر سه مدل مورد استفاده (اثر ثابت، گشتاورهای تعمیم‌یافته یک‌مرحله‌ای و دومرحله‌ای) تأیید شده‌اند.

جدول ۵: نتایج مدل

متغیر / نوع مدل	گشتاورهای تعمیم‌یافته دو مرحله‌ای	گشتاورهای تعمیم‌یافته استاندارد	اثرات ثابت
Tax	-0.452 (0.000)	-0.430 (0.000)	-0.302 (0.000)
FDI	0.631 (0.000)	0.620 (0.000)	0.511 (0.000)
Ren	0.214 (0.000)	0.220 (0.000)	0.389 (0.000)
FossilFuel	-0.150 (0.000)	-0.155 (0.000)	-0.728 (0.000)
GDP	-0.180 (0.000)	-0.185 (0.000)	-0.332 (0.000)
ثابت (C)	1.567 (0.000)	1.560 (0.000)	-13.335 (0.000)
R^2	0.9952	0.9952	0.9972
تعداد کشورها	10	10	10
تعداد مشاهدات	270	270	270
AR(1) (احتمال)	0.0000	0.0000	-
AR(2) (احتمال)	0.0906	0.0906	-
آماره سارگان	2.1241	2.1241	-
Prob (سارگان)	0.144995	0.144995	-

ماخذ: یافته های پژوهش

ضریب منفی و معنادار این متغیر در تمامی مدل‌ها نشان‌دهنده این است که افزایش درآمد مالیاتی، به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود. این اثر ممکن است از طریق تقویت سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی تحقق یابد. مطالعات مشابه نیز تأیید کرده‌اند که افزایش درآمد مالیاتی در بسیاری از کشورها می‌تواند به سیاست‌های زیست‌محیطی مثبت و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر شود (لنگ[1] و

1

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

همکاران، ۲۰۱۷). متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ضریب مثبت و معناداری دارد، که نشان‌دهنده این است که افزایش سرمایه‌گذاری خارجی با افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است. این رابطه می‌تواند به دلیل انتقال تکنولوژی‌های پرمصرف و افزایش فعالیت‌های صنعتی باشد. این نتیجه با یافته‌های برخی پژوهشگران همخوانی دارد که نشان داده‌اند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ممکن است باعث افزایش تولید صنعتی و در نتیجه افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود (تران [1]و همکاران، ۲۰۲۳، ژو[2] و همکاران، ۲۰۲۵، ۲۰۱۹).

مشاهده ضریب منفی و معنادار برای متغیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر نشان‌دهنده آن است که افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای همراه است. این یافته به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه اهمیت دارد که توجه به منابع انرژی پاک می‌تواند نقش مؤثری در کاهش آلودگی محیط زیست ایفا کند. این نتیجه با مطالعات پیشین که بر تأثیر مثبت انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای تأکید دارند، همخوانی دارد (مهره[3] و همکاران، ۲۰۱۸، اچازو[4] و همکاران، ۲۰۱۸).

ضریب مثبت متغیر مصرف سوخت‌های فسیلی در تمامی مدل‌ها نشان‌دهنده ارتباط مستقیم افزایش مصرف سوخت‌های فسیلی با افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای است. این نتیجه مطابق با انتظار عمومی است که مصرف سوخت‌های فسیلی باعث تشدید تغییرات اقلیمی و آلودگی هوا می‌شود. در این زمینه، مطالعات متعدد نشان داده‌اند که استفاده از سوخت‌های فسیلی یکی از اصلی‌ترین عوامل انتشار گازهای گلخانه‌ای است (لیل[5] و همکاران، ۲۰۲۲، بالسروب[6] و همکاران ۲۰۲۱، اسکیک و همکاران، ۲۰۲۳، آل شرمر و همکاران، ۲۰۲۴، ایبه[7] و همکاران، ۲۰۲۴ ماندا [8]و همکاران، ۲۰۲۴ و اوزمن[9] و همکاران، ۲۰۲۵).

نتایج نشان‌دهنده ضریب مثبت و معنادار برای متغیر تولید ناخالص داخلی سرانه است، که به معنای این است که رشد اقتصادی، منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود. این رابطه در کشورهای در حال توسعه می‌تواند به دلیل افزایش تولید و مصرف انرژی و استفاده از تکنولوژی‌های ناکارآمد باشد. این یافته با نظریه منحنی کوزنتس محیطی[10]که بیان می‌کند در مراحل ابتدایی رشد اقتصادی، انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش می‌یابد و سپس در مراحل بعدی کاهش می‌یابد، همخوانی دارد (وانگ[11] و همکاران ۲۰۲۳، دیلانچیف[12] و همکاران، ۲۰۲۳، کولداشیوا[13] و همکاران، ۲۰۲۳؛ صلاح ارجایف[14] و همکاران، ۲۰۲۴).

1 Tran
2 Zhou,
3 Mehra
4 Gürtzgen
5 Leal
6 Balsalobre
7 Ibe
8 Matenda
9 Özmen,
10 Kuznets Curve
11 Wang
12 Dilanchiev
13 Kuldasheva
14 Salahodjaev

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

در این پژوهش، آزمون‌های آماری متعددی برای ارزیابی کیفیت مدل‌ها و اعتبار نتایج انجام شده است. نتایج آزمون خودهمبستگی مرتبه اول (AR1) و مرتبه دوم (AR2) نشان می‌دهند که در هر سه مدل، خودهمبستگی مرتبه اول تأیید و خودهمبستگی مرتبه دوم رد شده است. این نتیجه مطابق با نظریه آرلانو و باند (۱۹۹۱) و آرلانو و باور (۱۹۹۵) است که بر لزوم نبود خودهمبستگی مرتبه اول و وجود خودهمبستگی مرتبه دوم در مدل‌های گشتاورهای تعمیم‌یافته تأکید دارند. این یافته‌ها نشان‌دهنده پایایی مناسب ابزارها و مدل‌ها در تحلیل‌های انجام‌شده است.

همچنین، آزمون سارگان که برای بررسی اعتبار ابزارهای مورد استفاده در مدل به کار گرفته می‌شود، نتایج معناداری ارائه کرده است. احتمال آزمون سارگان برای هر دو مدل گشتاورهای تعمیم‌یافته بالای ۵ درصد است که نشان‌دهنده عدم رد فرضیه صفر این آزمون و تأیید اعتبار ابزارهای استفاده‌شده در این پژوهش است. این یافته اهمیت استفاده از ابزارهای صحیح و دقیق را در برآوردهای گشتاورهای تعمیم‌یافته برجسته می‌کند. ضریب تبیین در مدل با اثرات ثابت برابر با ۰,۹۱ است که نشان‌دهنده قدرت بالای توضیح‌دهندگی متغیرهای مستقل برای پیش‌بینی متغیر وابسته (انتشار گازهای گلخانه ای) است.این مقادیر ضریب تبیین نشان می‌دهد که متغیرهای انتخاب شده در این پژوهش به‌خوبی توانسته‌اند تغییرات انتشار گازهای گلخانه ای را توضیح دهند.

٤. نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان‌دهنده رابطه پیچیده‌ای بین متغیرهای مختلف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی با انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه است. در این راستا، سیاست‌گذاری‌های زیست‌محیطی و اقتصادی می‌تواند تأثیرات عمیقی بر کاهش یا افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی داشته باشد. اولین متغیری که تأثیر معناداری بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در این کشورها داشت، درآمد مالیاتی دولت بود. این نتایج نشان می‌دهند که کشورهایی که قادر به کسب درآمد مالیاتی بالاتری هستند، معمولاً سیاست‌های سبز و پروژه‌های زیست‌محیطی بهتری را در دستور کار خود قرار می‌دهند. این امر موجب می‌شود که دولت‌ها بتوانند منابع مالی لازم برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های پاک و انرژی‌های تجدیدپذیر را تأمین کنند، که به نوبه خود می‌تواند موجب کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. در حقیقت، کشورهای در حال توسعه باید توجه بیشتری به افزایش کارایی سیستم‌های مالیاتی خود داشته باشند و منابع مالی حاصل از آن را به سمت پروژه‌های زیست‌محیطی و سبز هدایت کنند تا بتوانند در مسیر کاهش آلودگی‌ها گام بردارند.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نیز در این پژوهش تأثیر قابل توجهی بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای نشان داد. این تأثیر مثبت به‌ویژه به دلیل انتقال تکنولوژی‌های پرمصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی با آلایندگی بالا در کشورهای در حال توسعه مشاهده شد. در بسیاری از این کشورها، پذیرش سرمایه‌گذاری خارجی در صنایع بزرگ و تولیدی همچنان با وابستگی به سوخت‌های فسیلی همراه است، که موجب می‌شود این صنایع سهم زیادی از آلودگی‌ها را به خود اختصاص دهند. این مسئله به‌ویژه زمانی که سرمایه‌گذاری خارجی بدون نظارت مناسب انجام می‌شود، می‌تواند موجب افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. بنابراین، کشورهای در حال توسعه باید علاوه بر جذب سرمایه‌گذاری‌های خارجی، از قوانین و مقررات

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌ای بهره ببرند تا از آلایندگی‌های ناشی از این سرمایه‌گذاری‌ها جلوگیری کنند.

مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای در حال توسعه نیز ارتباط معناداری با کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای داشته است. استفاده از منابع انرژی پاک، مانند انرژی خورشیدی و بادی، می‌تواند به کاهش وابستگی این کشورها به سوخت‌های فسیلی و در نتیجه کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی کمک کند. این یافته‌ها تأکید بر اهمیت سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی پاک دارند، به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه که با چالش‌های زیست‌محیطی و محدودیت منابع مواجه هستند. به‌طور خاص، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند نه تنها در بهبود کیفیت محیط زیست نقش داشته باشند، بلکه موجب کاهش هزینه‌های بلندمدت انرژی و بهبود پایداری انرژی در این کشورها شوند.

مصرف سوخت‌های فسیلی نیز همچنان یکی از عوامل اصلی افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه بود. در این کشورها، سوخت‌های فسیلی به‌عنوان منابع اصلی انرژی شناخته می‌شوند و افزایش مصرف این منابع می‌تواند به‌طور مستقیم موجب افزایش آلایندگی‌ها و تغییرات اقلیمی شود. این نتیجه همخوانی زیادی با سایر پژوهش‌ها دارد که تأکید دارند سوخت‌های فسیلی عامل اصلی آلودگی و تغییرات اقلیمی در کشورهای در حال توسعه هستند. از این رو، تغییر به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به منابع آلاینده از ضروریات است. کشورهای در حال توسعه باید به‌طور جدی برنامه‌های خود را برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و ترویج استفاده از منابع انرژی پاک تدوین کنند تا بتوانند در مسیر توسعه پایدار و کاهش گازهای گلخانه‌ای حرکت کنند.

در نهایت، تولید ناخالص داخلی سرانه در کشورهای در حال توسعه تأثیر منفی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای داشت. این رابطه می‌تواند از طریق نظریه منحنی کوزنتس تبیین شود. در مراحل اولیه رشد اقتصادی، افزایش تولید ناخالص داخلی معمولاً با افزایش مصرف انرژی و منابع آلاینده همراه است. به‌طور خاص، در کشورهای در حال توسعه، روند صنعتی‌سازی و افزایش مصرف انرژی می‌تواند منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود. اما این رابطه ممکن است با گذشت زمان تغییر کند، به‌طوری که در مراحل بعدی رشد اقتصادی، بهبود تکنولوژی‌ها و تغییرات ساختاری در اقتصاد می‌توانند به کاهش آلایندگی‌ها کمک کنند. به همین دلیل، سیاست‌گذاران باید این روندها را با دقت مدیریت کنند تا بتوانند در حین رشد اقتصادی به حفظ محیط زیست و دستیابی به اهداف توسعه پایدار نیز توجه داشته باشند.

با توجه به این یافته‌ها، این پژوهش تأکید می‌کند که کشورهای در حال توسعه برای رسیدن به توسعه پایدار باید سیاست‌های خود را در زمینه انرژی، مالیات و سرمایه‌گذاری خارجی به‌گونه‌ای تنظیم کنند که از یک سو به رشد اقتصادی کمک کنند و از سوی دیگر تأثیرات منفی آن بر محیط زیست، به‌ویژه در زمینه انتشار گازهای گلخانه‌ای، را کاهش دهند. سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر، بهبود کارایی سیستم‌های مالیاتی و نظارت دقیق بر سرمایه‌گذاری‌های خارجی می‌تواند به کشورهای در حال توسعه کمک کند تا در مسیری پایدارتر حرکت کنند و گام‌های مؤثری در راستای کاهش تغییرات اقلیمی بردارند.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

۵. پیشنهادات

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از این پژوهش، چندین پیشنهاد برای کشورهای در حال توسعه جهت کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و دستیابی به توسعه پایدار ارائه می‌شود. این پیشنهادات می‌توانند در راستای بهبود سیاست‌گذاری‌ها و استراتژی‌های زیست‌محیطی و اقتصادی این کشورها مفید واقع شوند:

تقویت سیستم‌های مالیاتی و هدایت درآمدهای مالیاتی به پروژه‌های سبز: کشورهای در حال توسعه باید به تقویت سیستم‌های مالیاتی خود پرداخته و درآمدهای مالیاتی را به‌طور مؤثر به پروژه‌های سبز و زیست‌محیطی اختصاص دهند. استفاده بهینه از منابع مالی برای حمایت از فناوری‌های پاک، انرژی‌های تجدیدپذیر و پروژه‌های کاهش آلایندگی می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک کند. ایجاد سیاست‌های مالیاتی سبز، مانند معافیت‌ها یا کاهش مالیات برای پروژه‌های زیست‌محیطی، نیز می‌تواند انگیزه‌های مناسبی برای شرکت‌ها و سرمایه‌گذاران فراهم کند تا به سمت توسعه فناوری‌های پاک حرکت کنند.

تقویت نظارت بر سرمایه‌گذاری‌های خارجی و توجه به انتقال تکنولوژی سبز: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) در کشورهای در حال توسعه می‌تواند در صورتی که به‌درستی مدیریت شود، به توسعه صنعتی و افزایش رشد اقتصادی کمک کند. با این حال، نظارت بر این سرمایه‌گذاری‌ها از نظر رعایت استانداردهای زیست‌محیطی و انتقال تکنولوژی‌های پاک و کم‌آلاینده ضروری است. کشورهای در حال توسعه باید سیاست‌های تشویقی برای جذب سرمایه‌گذاری‌های سبز داشته باشند و همچنین از فناوری‌های کم‌مصرف انرژی و کم‌انتشار گازهای گلخانه‌ای در پروژه‌های بزرگ صنعتی حمایت کنند.

توسعه زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی: سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر باید در اولویت قرار گیرد. کشورهای در حال توسعه با داشتن منابع طبیعی فراوان برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و آبی، می‌توانند وابستگی خود را به سوخت‌های فسیلی کاهش دهند. علاوه بر این، حمایت از توسعه پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و بهبود پایداری اقتصادی این کشورها کمک کند. به‌ویژه، در مناطقی که دسترسی به منابع فسیلی محدود است، انرژی‌های تجدیدپذیر می‌توانند به عنوان یک منبع انرژی پایدار و ارزان‌تر عمل کنند.

آموزش و ارتقاء آگاهی عمومی در مورد اهمیت حفظ محیط زیست: یکی از عواملی که می‌تواند به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه کمک کند، افزایش آگاهی عمومی از خطرات تغییرات اقلیمی و ضرورت اقدامات زیست‌محیطی است. دولت‌ها باید برنامه‌های آموزشی گسترده‌ای برای شهروندان، کسب‌وکارها و مقامات دولتی در جهت ترویج فرهنگ حفاظت از محیط زیست و استفاده از انرژی‌های پاک تدوین کنند. این اقدامات می‌توانند به تشویق مردم به استفاده از حمل‌ونقل عمومی، کاهش مصرف انرژی و استفاده از منابع تجدیدپذیر کمک کنند.

پیشبرد تحقیق و توسعه در زمینه فناوری‌های پاک و کارآمد: سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه (R&D) برای ایجاد فناوری‌های پاک و کارآمدتر می‌تواند به کشورهای در حال توسعه کمک کند تا به‌طور مؤثرتر با چالش‌های زیست‌محیطی روبه‌رو شوند. این کشورها باید به تقویت همکاری‌های بین‌المللی در زمینه تحقیق و توسعه فناوری‌های کم‌مصرف انرژی،

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

کربن‌زدایی و کاهش آلایندگی‌های صنعتی پرداخته و از تجربیات و نوآوری‌های کشورهای پیشرفته استفاده کنند.

ایجاد تعادل بین رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست: کشورهای در حال توسعه باید در هنگام تدوین سیاست‌های اقتصادی و صنعتی خود، به ایجاد تعادل میان رشد اقتصادی و حفظ محیط زیست توجه کنند. استفاده از مدل‌های اقتصادی که به کاهش آلایندگی‌ها و حفظ منابع طبیعی توجه دارند، می‌تواند به کشورهای در حال توسعه کمک کند تا در مسیر رشد اقتصادی پایدار حرکت کنند. یکی از این مدل‌ها، «مدل رشد سبز» است که می‌تواند برای این کشورها به‌ویژه در صنایع با آلایندگی بالا مفید واقع شود.

تقویت همکاری‌های بین‌المللی و منطقه‌ای در زمینه سیاست‌های زیست‌محیطی: همکاری‌های بین‌المللی می‌توانند نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مقابله با تغییرات اقلیمی ایفا کنند. کشورهای در حال توسعه باید از پلتفرم‌های بین‌المللی مانند توافق‌نامه‌های اقلیمی جهانی (مانند پیمان پاریس) بهره ببرند و با همکاری با کشورهای پیشرفته و سازمان‌های بین‌المللی، منابع و دانش فنی لازم برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی را تأمین کنند.

رعایت سیاست‌های پایدار در مصرف انرژی: یکی دیگر از پیشنهادات مهم، تقویت سیاست‌های انرژی پایدار در کشورهای در حال توسعه است. در این کشورها، مصرف انرژی باید به‌گونه‌ای مدیریت شود که علاوه بر تأمین نیازهای اقتصادی، آسیب‌های زیست‌محیطی به حداقل برسد. کشورهای در حال توسعه باید برای کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، از سیاست‌های بازدارنده مانند مالیات بر کربن و سوخت‌های آلاینده استفاده کنند و از سوی دیگر، به ترویج انرژی‌های تجدیدپذیر و راهکارهای کاهش مصرف انرژی توجه کنند.

در نهایت، برای رسیدن به توسعه پایدار و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای در حال توسعه، نیاز است که سیاست‌گذاران و دولتمردان این کشورها به‌طور هماهنگ و هوشمندانه تمامی ابعاد اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی را در نظر بگیرند و به‌طور مؤثر منابع و استراتژی‌های لازم را برای مقابله با چالش‌های زیست‌محیطی و ارتقاء رشد اقتصادی به‌کار گیرند.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

منابع

1. Abbas, M., Yang, L., & Lahr, M. L. (2024). Globalization's effects on South Asia's carbon emissions, 1996–2019: A multidimensional panel data perspective via FGLS. *Humanities and Social Sciences Communications, 11*(1171), 1–20.
2. Adeleye, B. N., Akam, D., Inuwa, D., & James, H. T. B. D. (2023). Does globalization and energy usage influence carbon emissions in South Asia? An empirical revisit of the debate. *Environmental Science and Pollution Research, 30*(1), 36190–36207.
3. Ahmad, M., Li, F. X., & Wu, Q. (2023). Carbon taxes and emission trading systems: Which one is more effective in reducing carbon emissions? A meta-analysis. *Journal of Cleaner Production, 476*(1), 143761–143780.
4. Ahmed, N., Sheikh, A. A., Hamid, Z., Senkus, P., Borda, R. C., Wysokińska-Senkus, A., & Glabiszewski, W. (2022). Exploring the causal relationship among green taxes, energy intensity, and energy consumption in Nordic countries: Dumitrescu and Hurlin causality approach. *Energies, 15*(5199), 1–15.
5. Al Shammre, A. S., Benhamed, A., Ben-Salha, O., & Jaidi, Z. (2023). Do environmental taxes affect carbon dioxide emissions in OECD countries? Evidence from the dynamic panel threshold model. *Systems, 11*(307), 1–15.
6. Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *Review of Economic Studies, 58*(2), 277–297.
7. Arellano, M., & Bover, O. (1995). Another look at the instrumental variable estimation of error-component models. *Journal of Econometrics, 68*(1), 29–52.
8. Balsalobre-Lorente, D., Leitão, N. C., & Bekun, F. V. (2021). Fresh validation of the low carbon development hypothesis under the EKC scheme in Portugal, Italy, Greece and Spain. *Energies, 14*(250), 1–17.
9. Balsalobre-Lorente, D., Parente, C. C. S., Leitão, N. C., & Cantos, C. J. M. (2023). The influence of economic complexity processes and renewable energy on CO2 emissions of BRICS: What about Industry 4.0? *Resources Policy, 82*, 103547–103566.
10. Blundell, R., & Bond, S. (1998). Initial conditions and moment restrictions in dynamic panel data models. *Journal of Econometrics, 87*(1), 115–143.
11. Bozatli, O., & Akca, H. (2023). The effects of environmental taxes, renewable energy consumption and environmental technology on the ecological footprint: Evidence from advanced panel data analysis. *Journal of Environmental Management, 345*, 118857–118875.
12. Copeland, B. R., & Taylor, M. S. (1994). North-South trade and the environment. *Quarterly Journal of Economics, 109*(3), 755–787.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

13. Dilanchiev, A., Nuta, F., Khan, I., & Khan, H. (2023). Urbanization, renewable energy production, and carbon dioxide emission in BSEC member states: Implications for climate change mitigation and energy markets. *Environmental Science and Pollution Research, 30*(1), 67338–67350.
14. Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics, 49*(4), 431–455.
15. Dogan, B., Chu, L. K., Ghosh, S., Truong, H. H. D., & Balsalobre-Lorente, D. (2022). How environmental taxes and carbon emissions are related in the G7 economies? *Renewable Energy, 187*, 645–656.
16. Dumitrescu, E. I., & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. *Economic Modelling, 29*(4), 1450–1460.
17. Echazu, L., & Heintzelman, M. (2018). Environmental regulation and love for variety. *Review of International Economics, 27*(2), 413–429.
18. Georgescu, I. A., Oprea, S. V., & Bara, A. (2024). Analyzing causality and cointegration of macroeconomics and energy-related factors of Nordic and SEE European countries. *Journal of Business Economics and Management, 25*(3), 494–515.
19. Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper No. 3194*, 1–50.
20. Gürtzgen, N., & Rauscher, M. (2000). Environmental policy, intra-industry trade and transfrontier pollution. *Environmental and Resource Economics, 17*(1), 59–71.
21. Haupt, A. (2006). Environmental policy in open economies and monopolistic competition. *Environmental and Resource Economics, 33*(2), 143–167.
22. Ibe, G. I., Ezeaku, H. C., Okpara, I. I., Eze, E. F., Igwemeka, E., & Ubani, O. (2024). Asymmetric effect of environmental tax on CO2 emissions embodied in domestic final demand in South Africa: A NARDL approach. *African Development Review, 36*(1), 55–69.
23. Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics, 115*(1), 53–74.
24. Jiang, Y., & Khan, H. (2023). The relationship between renewable energy consumption, technological innovations, and carbon dioxide emission: Evidence from two-step system GMM. *Environmental Science and Pollution Research, 30*(4), 4187–4202.
25. Onwe, J. C., Bandyopadhyay, A., Hamid, I., Rej, S., & Hossain, M. E. (2023). Environment sustainability through energy transition and globalization in G7 countries: What role does environmental tax play? *Renewable Energy, 218*, 119302–119318.
26. Kafeel, K., Zhou, J., Phetkhammai, M., Heyan, L., & Khan, S. (2024). Green innovation and environmental quality in OECD countries: The mediating role of renewable energy and carbon taxes. *Environmental Science and Pollution Research, 31*(5), 2214–2227.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

27. Kuldasheva, Z., & Salahodjaev, R. (2023). Renewable energy and CO2 emissions: Evidence from rapidly urbanizing countries. *Journal of the Knowledge Economy, 14*(3), 1077–1090.
28. Leal, P. H., & Marques, A. C. (2022). The evolution of the Environmental Kuznets Curve hypothesis assessment: A literature review under a critical analysis perspective. *Heliyon, 8*(12), e11521.
29. Leitão, N. C., & Balogh, J. M. (2020). The impact of intra-industry trade on carbon dioxide emissions: The case of the European Union. *Agricultural Economics, 66*(5), 203–214.
30. Leitão, N. C. (2021). Testing the role of trade on carbon dioxide emissions in Portugal. *Economies, 9*(2), 22–38.
31. Leitão, N. C. (2024). The link between human development, foreign direct investment, renewable energy, and carbon dioxide emissions in G7 economies. *Energies, 17*(5), 978–994.
32. Leitão, N. C., & Lorente, D. B. (2020). The linkage between economic growth, renewable energy, tourism, CO2 emissions, and international trade: The evidence for the European Union. *Energies, 13*(19), 4838–4855.
33. Li, C., & Ayub, B. (2025). The green response of financial inclusion, infrastructure development and renewable energy to the environmental sustainability: Newly evidence from OECD economies. *PLoS ONE, 20*(3), e0314731.
34. Manta, A. G., Doran, M. N., Bădîrcea, R. M., Badareu, G., & Tăran, A. M. (2023). Does the implementation of a Pigouvian tax be considered an effective approach to address climate change mitigation? *Economic Analysis and Policy, 80*(5), 1719–1731.
35. Matenda, F. R., Raihan, A., Zhou, H., & Sibanda, M. (2024). The influence of economic growth, fossil and renewable energy, technological innovation, and globalisation on carbon dioxide emissions in South Africa. *Carbon Research, 3*(1), 69–85.
36. Máté, D., Torok, L., & Kiss, J. T. (2023). The impacts of energy supply and environmental taxation on carbon intensity. *Technological and Economic Development of Economy, 29*(5), 1195–1215.
37. Mehra, M. K., & Kohli, D. (2018). Environmental regulation and intra-industry trade. *International Economic Journal, 32*(1), 133–160.
38. Murad, S. M. W., Rahman, A., & Mohsin, A. K. M. (2025). From policy to progress: Environmental taxation to mitigate air pollution in OECD countries. *Journal of Environmental Management, 374*, 124143–124159.
39. Nair, A., & Mait, S. (2025). Revisiting Environmental Kuznets Curve (EKC) and renewable energy consumption in India. *Asian Journal of Economics, Business and Accounting, 25*(4), 387–396.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

40. Özmen, I., & Mutascu, M. (2025). Don't look earth: Environmental taxes effect on CO2 emissions, evidence from moments quantile regression for EU countries. *Environment, Development and Sustainability, 27*(6), 4619–4658.
41. Pedroni, P. (1999). Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 61*(4), 653–670.
42. Pigou, A. C. (1929). *A study in public finance* (2nd ed.). London: Macmillan.
43. Preciado, A. L. J., García, J. A., Aké, S. C., & Martínez, F. V. (2025). On the Latin America evidence for the environmental Kuznets curve: A two-stage approach using K-means clustering and polynomial regression. *International Journal of Energy Economics and Policy, 2*(4), 409–420.
44. Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross section dependence. *Journal of Applied Econometrics, 22*(2), 265–312.
45. Roy, J. (2017). On the environmental consequences of intraindustry trade. *Journal of Environmental Economics and Management, 83*, 50–67.
46. Saqib, N., Radulescu, M., Usman, M., Balsalobre-Lorente, D., & Cilan, T. (2023). Environmental technology, economic complexity, renewable electricity, environmental taxes and CO2 emissions: Implications for low-carbon future in G-10 bloc. *Heliyon, 9*(12), e16457.
47. Salahodjaev, R., & Sadikov, A. (2024). Examining the nexus between renewable energy, CO2 emissions, and economic factors: Implications for countries marked by high rates of coronary heart disease. *Energies, 17*(15), 6057–6075.
48. Savranlar, B., Ertas, S. A., & Aslan, A. (2024). The role of environmental tax on the environmental quality in EU countries: Evidence from panel vector autoregression approach. *Environmental Science and Pollution Research, 31*(22), 35769–35788.
49. Silajdzic, S., & Mehic, E. (2018). Do environmental taxes pay off? The impact of energy and transport taxes on CO2 emissions in transition economies. *South East European Journal of Economics and Business, 13*(2), 126–143.
50. Sinn, H. W. (2008). Public policies against global warming: A supply side approach. *International Tax and Public Finance, 15*(4), 360–394.
51. Sultana, T., Hossain, M. S., Voumik, L. C., & Raihan, A. (2023). Does globalization escalate carbon emissions? Empirical evidence from selected Next-11 countries. *Energy Reports, 10*, 86–98.
52. Tran, H. V. (2023). Asymmetric role of economic growth, globalization, green growth, and renewable energy in achieving environmental sustainability. *Emerging Science Journal, 8*(2), 449–462.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]

53. Wang, J., Jiang, C., Li, M., Zhang, S., & Zhang, X. (2023). Renewable energy, agriculture, and carbon dioxide emissions nexus: Implications for sustainable development in sub-Saharan African countries. *Sustainable Environment Research, 33*(2), 31–48.
54. Wu, R., Xie, Z., Wang, J., & Wang, S. (2025). Estimating the environmental Kuznets curve and its influencing factors of CO2 emissions: Insights from development stages and rebound effects. *Applied Geography, 174*, 103475–103493.
55. Zhou, R., Guan, S., & He, B. (2025). The impact of trade openness on carbon emissions: Empirical evidence from emerging countries. *Energies, 18*(4), 697–715.
56. Zhu, Y., Taylor, D., & Wang, Z. (2023). The role of environmental taxes on carbon emissions in countries aiming for net-zero carbon emissions: Does renewable energy consumption matter? *Renewable Energy, 218*, 1192339–1192359.

[Downloaded from mieaoi.ir on 2026-11-08]