فصلنامه علمی نگرش مدیریت راهبردی
سال اول، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۲
مقاله پژوهشی، از صفحات۸۱-۱۰۵

مقاله پژوهشی:

تاثیر بهره‌برداری از منابع طبیعی و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر کیفیت محیط‌زیست

دکتر نوید کارگر ده‌بیدی[۱] و دکتر فاطمه واعظ جوادی[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵ **تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۰/۲۷**

چکیده

بهره‌مندی از محیط‌زیست مطلوب، از اهدافِ سند چشم‌انداز بیست‌سالهٔ جمهوری اسلامی ایران است که دستیابی به آن، در گروِ کاهش آلودگی‌های ناشی از بهره‌برداری از منابع طبیعی به‌ویژه ذخایر انرژی تجدیدناپذیرِ نفت و گاز است. در نوشتار پیش‌رو، تأثیر بهره‌برداری از منابع طبیعی و انرژی‌های تجدیدناپذیر بر کیفیت محیط‌زیستِ ایران مورد ارزیابی قرار گرفت. با درک صحیحی از میزان اثرگذاری فوق، می‌توان به ضرورتِ تدوین برنامه‌های توسعه در جهت تحققِ راهبردِ زیست‌محیطی نظام مبتنی بر «احیاء، بهسازی و توسعه‌ی منابع طبیعی تجدیدپذیر» پی‌برد که در پژوهش فعلی به این مهم پرداخته شد. داده‌های موردنیازِ تحقیق شاملِ انتشار گاز دی‌اکسید کربن، درآمد سرانه، انرژی‌های تجدیدناپذیر، رانت منابع طبیعی، تراکم جمعیت و امید به زندگی از شاخص‌های توسعهٔ انسانی در بانک جهانی گردآوری شد. روش آماریِ مورد استفاده، بهره‌مندی از رویکرد اقتصادسنجی داده‌های ترکیبی است. نتایج نشان داد که بهره‌برداری از منابع طبیعی با نرخ فعلی تأثیر مخرب و معنی‌داری بر انتشار آلودگی دارد. همچنین مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر نقش بسیار بالایی در افزایش انتشار آلودگی به‌جا می‌گذارد. افزون بر این، نتایج نشان داد که با تراکم بیشتر در واحد سطح به سبب برخورداری از صرفه‌های حاصل از مقیاس می‌توان کارایی مصرف منابع مولد آلودگی را افزایش داد که در نهایت به تاثیری قابل ملاحظه در کاهش سرانه گاز $CO2$ منجر می‌شود. در نهایت، نتایج موید آن است که یک رابطهٔ N شکل معنادار میان درآمد سرانه و انتشار آلودگی وجود دارد. نتایج این پژوهش با ایجاد بینشِ صحیح از وضعیت فعلیِ منابع، تسهیل در آینده‌پژوهی و برنامه‌ریزی صحیح و مبتنی بر واقعیاتِ حوزه محیط‌زیست می‌تواند در تدوین برنامه‌های بلندمدتِ حفاظت از منابع طبیعیِ کشور مؤثر واقع شود

کلیدواژه‌ها: منابع طبیعی، انتشار آلودگی، انرژی تجدیدناپذیر، تراکم جمعیت، کیفیت محیط‌زیست.

---

۱. دانش‌آموخته دکتری اقتصاد کشاورزی (نویسنده مسئول)
۲. دکتری زمین‌شناسی، عضو هیئت علمی دانشگاه تهران.

مقدمه

هـر کشـوری بـرای رسـیدن بـه رشـد و توسعه، اهداف و راهبردهای مختلفی را مدنظر قرار می‌دهد که یکی از این اهداف، بهره‌مندی از ظرفیت‌های محیط‌زیست با رویکرد حفاظت از منابع طبیعی و بهبود کیفیت محیط‌زیست است که به‌نوبهٔ خود از ارکان اصلی پیشرفت و پایداری منابع در هر کشوری است. بنابراین، در استفاده از ظرفیت‌های محیط‌زیست، می‌بایست ضمن تأمین نیازهای نسل فعلی، امکان بهره‌مندی از این مواهبِ الهی برای نسل‌های آتی لحاظ گردد. با این حال، اغلب کشورهای در حال توسعه نظیر ایران با مسائل تخریب محیط‌زیست روبه‌رو هسـتند؛ چراکه بیشـتر فعالیت‌های معیشتی وابسـته بـه اسـتفاده از منابع طبیعی اسـت و کمتـر فعالیتی را می‌توان یافت که درنهایت منجر بـه ایجـاد ضـایعات زیست‌محیطی نگردد. به عبارت دیگر، ارتباط قوی که میان این بخش با سایر بخش‌های اقتصادی و معیشتی نظیر کشاورزی و امنیت غذایی، بهداشت و درمان وجود دارد، اهمیت محیط‌زیست را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

بر اساس اصل پنجاهم قانون اساسیِ جمهوری اسلامی ایران، «حفاظت از محیط‌زیست بر مبنای منافع نسل فعلی و نسل‌های آتی، وظیفه‌ای عمومی است و هر نوع فعالیت اقتصادی که با آلودگی محیط‌زیست یا تخریبِ غیرقابل جبرانِ آن ملازمه پیدا کند، ممنوع است» در حقیقت این قانون به استفاده از ظرفیت‌های محیط‌زیست با حفظ توانِ خودترمیمیِ طبیعت اشاره دارد؛ اما این توان خودترمیمی، در شرایط امروز که با دست‌کاری انسان در طبیعت برای تولید بیشتر همراه است، تا حد زیادی کاهش یافته است و مسائلی نظیر انتشار آلودگی، بروز گردوغبار و افزایش دمای کره زمین، شاهدی بر این ادعاست. همچنین، سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران مبتنی بر بهره‌مندی از محیط‌زیست مطلوب است و راهبرد نظام بر اساس سیاست‌های کلی محیط‌زیست در منابع تجدیدپذیر بر «احیاء، بهسازی و توسعهٔ منابع طبیعی تجدیدپذیر و گسترش اقتصاد سبز» تأکید دارد. اقتصاد سبز شامل صنعت کم کربن و استفاده از انرژی‌های پاک است. اهمیت تاثیر مصرف انرژی در اقتصاد ایران از آن‌جا ناشی می‌شود که عمدهٔ درآمد کشور از طریق صادرات محصولات

نفتی و پتروشیمی است و با مصرف ناکارای انرژی در داخل، منابع ارزی زیادی از دست می‌رود. از ظرفیت‌های مهم اقتصادی کشور، با توجه به ذخایر عظیم نفت و گاز، احداث پالایشگاه‌ها و صنایع بزرگ پتروشیمی است که به تبعِ آن می‌توان به رونق اشتغال و حذف وابستگی به درآمدهای حاصل از خام‌فروشیِ نفت و گاز اشاره کرد. همچنین با توجه به دسترسی ایران به آب‌های آزاد و تقاضای رو به رشدِ محصولات پتروشیمی، امکان صادرات این محصولات و ارزآوری فراهم است. با این حال، فعالیت‌های این حوزه با انواع مخاطرات زیست‌محیطی نظیر انتشار ذرات معلق، فلزات سنگین و آلاینده‌های خطرناک بنزن، هگزان، تولوئن، گزیلن، پروپیلن، نیکل، سرب و کادمیوم همراه است که اثرات سوء جبران‌ناپذیری بر سلامت انسان و محیط پیرامون به‌جا می‌گذارند. (کشمیری و همکاران، ۱۳۹۷). بر اساس یافته‌های علمی، منابع انرژی پاک می‌توانند نقش مهمی در کاهش انتشار کربن و بهبود کیفیت محیط‌زیست ایفا کنند و با کمترین تأثیر منفی بر محیط، تا حد زیادی چالش‌های بزرگ به وجود آمده ناشی از گرمایش جهانی را مرتفع سازند (Yildirim, 2014; Danish et al., 2017). انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان انرژی‌های پاک بر خلاف سایر انرژی‌های فسیلی (نفت، گاز و زغال‌سنگ) قابلیت بازگشت مجدد به طبیعت را دارند و از پتانسیل بالایی جهت تامین تقاضای انرژی در جهان برخوردارند و سازگاری مناسبی با طبیعت دارند (Pfeiffer & Mulder, 2013). تولید انرژی در ایران به طور مرسوم حول محور استفاده از سوخت‌های فسیلیِ نفت و گاز است و انرژی‌های نو و تجدیدپذیر از رشد و توسعهٔ قابل توجهی برخوردار نیستند. سهم انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران حدود ۱ درصد از کل مصارف انرژی است و مابقی از منابع تجدیدناپذیر تامین می‌شود که مصرف آن‌ها، انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای و گرمایش زمین را به دنبال دارد (WDI, 2022).

با توجه به مطالب بیان شده، فقدان شناخت کافی و درکی صحیح از تاثیر انرژی‌های تجدیدناپذیر و بهره‌برداری از منابع طبیعی بر کیفیت محیط‌زیستِ کشور احساس می‌شود و مرتفع نکردن آن‌ها، خدشه‌ای جدی بر این منابع ارزشمند الهی برجای خواهد گذاشت.

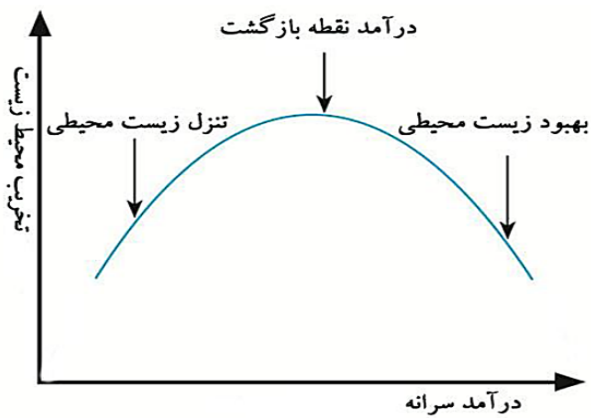
چنان‌چه بتوان تصویر صحیحی از میزان اثرگذاری عوامل فوق داشت؛ آن‌گاه اهمیتِ راهبردِ نظام مبنی بر «احیاء، بهسازی و توسعهٔ منابع طبیعی تجدیدپذیر» بیش از پیش احساس خواهد شد و تدوین برنامه‌های مدون در جهت تحققِ آن ضروری خواهد بود.

از این‌رو، سوال‌های اصلیِ تحقیق پیش‌رو عبارتند از: با توجه به شرایط فعلی جامعه و در صورت عدم تحققِ راهبرد فوق، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و بهره‌برداری از منابع طبیعی چه اثری بر کیفیت محیط‌زیست به‌جا خواهد گذاشت؟ افزون بر این، تاثیرپذیری محیط‌زیست از سایر مولفه‌های مهم نظیر امید به زندگی و تراکم جمعیت به چه صورت است؟ نوشتار پیش‌رو با بهره‌مندی از داده‌هایِ منابع معتبر آماری نظیر شاخص‌های توسعهٔ انسانی و استفاده از جدیدترین دستورالعمل‌هایِ اقتصادسنجیِ داده‌های ترکیبی در پی‌یافتن پاسخِ سوالات فوق است. نتایج این پژوهش می‌تواند به ایجاد بینشِ صحیح از وضع موجود، تسهیل در آینده‌پژوهی و برنامه‌ریزی صحیح و مبتنی بر واقعیاتِ روزِ محیط‌زیست یاری رساند و در تدوین برنامه‌های توسعه جهت نیل به چشم‌انداز بیست‌ساله جمهوری اسلامی ایران مبنی بر بهره‌مندی از محیط‌زیست مطلوب، مؤثر واقع شود.

پژوهشِ فعلی از سه منظر حائز اهمیت است؛ نخست این‌که میزانِ اثرگذاری مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و بهره‌برداری از منابع طبیعی بر کیفیت محیط‌زیست ارائه می‌شود تا بتوان به درک لازم از شکاف میان وضعِ موجود و وضعیت مطلوبِ زیست‌محیطی نایل شد. دوم این‌که، اثرات سایر مولفه‌هایِ مهم نظیر امید به زندگی و تراکم جمعیت بر محیط‌زیست بیان می‌شود که نتایج حاصل از آن می‌تواند در تدوین برنامه‌ها و سیاست‌های جمعیتی مؤثر واقع شود. بر اساس سیاست‌های کلی نظام در جهت جبران کاهش نرخ رشد جمعیّت و نرخ باروری در سال‌های گذشته، به ارتقاء امید به زندگی، تأمین سلامت و پیشگیری از بیماری‌ها و آلودگی‌های زیست محیطی تاکید شده است. در این راستا، نتایج حاصل از این پژوهش، این امکان را برای سیاست‌گذاران فراهم می‌کند که بتوانند شناخت لازم را جهت استفاده بهینه از ظرفیت‌ها و فرصت‌های موجود با ضرورت حفظ توان تجدیدشوندگیِ منابع به دست آورند.

مبانی نظری

اهمیت تغییرات کیفیت محیط‌زیست در جوامع مختلف سبب شکل‌گیری فرضیهٔ زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) شد. الگوی EKC در ابتدا برای بیان رابطهٔ درآمد سرانه و نابرابری درآمدی به صورت یک رابطهٔ U معکوس مطرح شد. در این فرضیه، با افزایش درآمد سرانه، نابرابری درآمدی در مراحل اولیه افزایش می‌یابد و بعد از رسیدن به سطح معینی از درآمد (نقطه بازگشت) شروع به کاهش می‌کند؛ یعنی در مراحل اولیه‌ی رشد، توزیع درآمد بدتر می‌شود و با ادامه یافتن رشد اقتصادی، توزیع درآمد به سمت برابری پیش می‌رود. در دهه ۱۹۹۰ منحنی کوزنتس مفهوم تازه‌ای یافت و رابطه کیفیت محیط‌زیست و درآمد سرانه، مطابق نمودار (۲) با یک منحنی زنگوله شکل نشان داده می‌شود (خورسندی و همکاران، ۱۳۹۵). بر این اساس، رشد اقتصادی در ابتدا با تخریب محیط‌زیست همراه است اما در مراحل بالاتر، توسعهٔ اقتصادی با توسعهٔ محیط‌زیست سازگار است. به بیان دیگر مشکلات محیط‌زیستی موقت بوده و با رشد اقتصادی و ورود فن‌آوری‌های نوآورانه، این مشکلات به مرور زمان مرتفع می‌گردد (Voumik et al., 2022; Fakher et al., 2023; Wang et al., 2023).



نمودار ۲: رابطهٔ درآمد سرانه و کیفیت محیط‌زیست

در بسیاری از مطالعات، انتشار دی‌اکسید کربن (CO2) معیاری از کیفیت محیط‌زیست و میزان تولید ناخالص داخلی معیاری جهت سنجش رشد اقتصادی در نظر گرفته شده است و از آن‌جایی که رشد اقتصادی مستلزم استفاده از انرژی است و مصرف انرژی نیز سبب افزایش آلودگی می‌شود، به مصرف انرژی به عنوان عامل موثر توجه شده است (Sikder et al., 2022; Rehman et al. 2023; Kirikkaleli et al., 2023; Mai, 2023; Li et al., 2023; Mitić et al., 2023). گروهی از مطالعات بدون توجه به انواع انرژی، مصرف مجموع حامل‌های انرژی را به‌عنوان متغیر مستقل در نظر گرفته‌اند. در بیشتر این مطالعات تاثیر مصرف انرژی بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای مثبت بدست آمده است (Islam et al., 2021; Shokoohi et al., 2022; Azam et al., 2022; Kartal, 2023; Oyebanji et al., 2023; Liu et al., 2023). در گروهی دیگر از مطالعات، مصرف سوخت‌های فسیلی، منبع مهم انتشار گازهای گلخانه‌ای و عامل اصلی گرمایش جهانی به شمار می‌آید، به طوری که کاهش سهم این منابع در انرژیِ مصرفی نقش تعیین‌کننده‌ای در جهت کاهش انتشار گاز دی‌اکسید کربن داشته است. به بیان دیگر در این مطالعات، مصرف سوخت‌های فسیلی سبب تشدید انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود (Bekun et al., 2019; Ulucak & Ozcan, 2020; Ali et al., 2021; Gyamfi et al., 2022; Apergis et al., 2023; Kartal et al., 2023; Alnemer et al., 2023;).

پژوهش‌های مختلف سعی کرده‌اند که با لحاظ کردن سایر متغیرهای موثر احتمالی، نظیر رانت منابع طبیعی، جمعیت و امید به زندگی، تصویری جامع‌تر از اثرگذاری متغیرها بر کیفیت محیط‌زیست ارائه دهند. در مطالعه چرنی و جوینی (۲۰۱۷) که به بررسی ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی فسیلی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن در تونس پرداخته شد، نتایج با بهره‌گیری از روش اقتصادسنجی خودتوضیحی با وقفه‌های گسترده (ARDL) نشان داد که رابطهٔ مستقیم بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن، رشد اقتصادی و مصرف سوخت‌های فسیلی وجود دارد. بیکون و همکاران (۲۰۱۹) با بهره‌گیری از رویکرد اقتصادسنجیِ پانل به بررسی ارتباط بین انتشار گاز دی‌اکسید کربن، رشد اقتصادی، مصرف

انرژی و رانت منابع طبیعی در کشورهای اروپایی پرداختند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که رابطهٔ مستقیمی میان رشد اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن وجود دارد. همچنین، مصرف سوخت‌های فسیلی و رانت منابع طبیعی تاثیری مثبت بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد. در مطالعه یولوکاک و اوزکان (۲۰۲۰) به بررسی ارتباط بین مصرف انرژی و پایداری زیست‌محیطی با تاکید بر نقش رانت منابع طبیعی در کشورهای سازمان همکاری و توسعه‌ی اقتصادی (OECD) پرداختند و نتایج با بهره‌گیری از رویکرد اقتصادسنجی پانل نشان داد که رابطهٔ مستقیمی میان مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و معیارهای تخریب زیست‌محیطی وجود دارد. همچنین رانت منابع طبیعی تاثیری مثبت بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن دارد. در همین راستا، مطالعهٔ یامفی و همکاران (۲۰۲۲) به اثرات ترکیبی رانت منابع طبیعی، سطح درآمد و مصرف انرژی بر کیفیت محیط‌زیست در کشورهای گروه G7 پرداختند. نتایج با رویکرد پانل حاکی از آن است که مصرف سوخت‌های فسیلی و رانت حاصل از منابع طبیعی سبب افزایش انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌شود. در این مطالعات، تأکید شد که با کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و افزایش سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در جریان رشد اقتصادی می‌توان مانع از انتشار بیشتر آلاینده‌ها شد و کیفیت محیط‌زیست را ارتقا بخشید.

درنظرگرفتن یک رابطهٔ U معکوس میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست برای تمامی جوامع چندان قابل اعتماد نیست و می‌بایست فرم‌های دیگری نظیر رابطهٔ N شکل را برای تحلیل این فرضیه مورد آزمون قرار داد (Tarazkar et al., 2021; Jahanger et al., 2023). بنابراین، در تحقیقِ پیش‌رو از فرم N شکل بصورت زیر استفاده شد.

(۱)

$$CO_{2it} = \gamma_0 + \gamma_1 GDP_{it} + \gamma_2 GDP_{it}^{\ 2} + \gamma_3 GDP_{it}^{\ 3} + aZ_{it} + e_{it}$$

که در آن، CO2 معیار کیفیت محیط‌زیست (انتشار گاز دی‌اکسید کربن) و بر حسب تن در سال، GDP درآمد سرانه (بعنوان معیاری از رشد اقتصادی) و برحسب دلار و برابری قدرت خرید، Z بُرداری از سایر متغیرهای تاثیرگذار بر کیفیت محیط‌زیست نظیر انرژی‌های

تجدیدناپذیر، رانت منابع طبیعی، تراکم جمعیت و امید به زندگی است. اندیس i و t به ترتیب مقطع و زمان را نشان می‌دهند. همچنین e بیان‌گر جزء اخلال رابطه است. ضرایب متغیرها دارای چنین مفروضاتی است: چنانچه ۰ =γ3 = 1γ = 2γ = γ باشد؛ آن‌گاه هیچ رابطه‌ای بین درآمد و آلودگی وجود ندارد. اگر ۰ <γ1 و ۰ =γ3 2 = γ باشد، یک رابطه یکنواختِ افزایشی یا رابطهٔ خطی بین درآمد و آلودگی وجود دارد. چنانچه ۰ <γ1 و ۰ = γ3 2γ = γ باشد، یک رابطهٔ یکنواخت کاهشی بین درآمد و آلودگی برقرار است. اگر ۰ <γ1 و ۰ < γ2 و ۰ =γ3 باشد، آن‌گاه یک رابطهٔ U برعکس بین درآمد و آلودگی وجود دارد و انتظار می‌رود در یک نقطه بحرانی (نقطه بازگشت) روند انتشار آلاینده تغییر کند. اگر ۰ < γ1 و ۰< γ2 و ۰ = γ3 باشد، یک رابطهٔ U شکل میان درآمد و آلودگی وجود دارد. چنانچه ۰ <γ1 و ۰> γ2 و ۰< γ3 باشد، آن‌گاه یک چند جمله‌ای از درجه سه و یک رابطهٔ N شکل میان درآمد و آلودگی برقرار است. اگر ۰ < γ1 و ۰ <γ2 و ۰ < γ3 باشد، یک چند جمله‌ای از درجه سه و یک رابطهٔN شکل برعکس میان درآمد و آلودگی وجود دارد. با توجه به این موضوع که استفاده از توابع لگاریتمی در داده‌های سری زمانی، نتایج بهتری در تفسیر ضرایب بر حسب درصد ارائه می‌دهد؛ لذا در این مطالعه از مدل لگاریتمی با اعمال سایر متغیرهای تاثیرگذار بصورت رابطه (۲) بهره گرفته شد.

(۲)

$$LnCO_{2it} = \gamma_0 + \gamma_1 LnGDP_{it} + \gamma_2 LnGDP_{it}^{\ 2} + \gamma_3 LnGDP_{it}^{\ 3} + \gamma_4 LnFOS_{it} + \gamma_5 LnREN_{it} + \gamma_6 LnLIFE_{it} + \gamma_7 LnPOD_{it} + e_{it}$$

در رابطهٔ فوق، Ln نشان‌دهندهٔ لگاریتم در پایهٔ عدد نپر استFOS مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و عبارت‌است از سهم منابع فسیلی در کل مصرف انرژی، REN رانت منابع طبیعی (سهم درآمد حاصل از استخراج منابع طبیعی از تولید ناخالص داخلی)، POD تراکم جمعیت که بیان‌گر تعداد افراد در واحد سطح است و LIFE امید به زندگی یا تعداد سال

های انتظاری است که یک فرد عمر می‌کند.

روش‌شناسی پژوهش

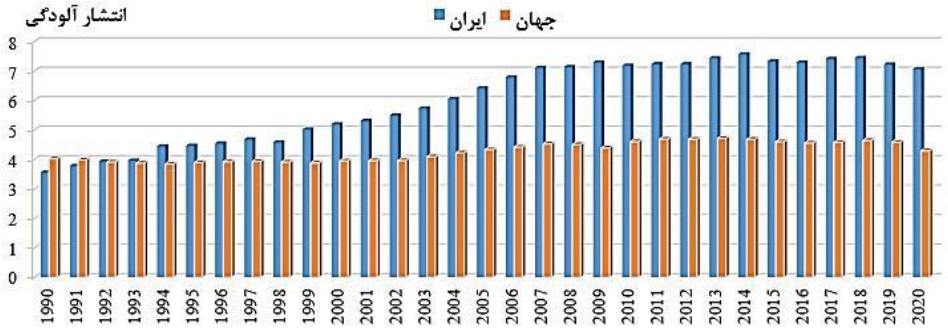
در این تحقیق از داده‌های سری زمانی جهت ارزیابی تاثیر انرژی‌های تجدیدناپذیر و بهره‌برداری از منابع طبیعی بر کیفیت محیط‌زیست استفاده شد. به این منظور نخست، داده‌های مورد استفاده نظیر انتشار گاز دی‌اکسید کربن، درآمد سرانه، انرژی‌های تجدیدناپذیر، رانت حاصل از منابع طبیعی، تراکم جمعیت و امید به زندگی از درگاه‌های معتبر آماری نظیر شاخص‌های توسعهٔ انسانی در بانک جهانی استخراج گردید. در مرحلهٔ بعدی، ایستایی متغیرها مورد آزمون قرار گرفت. چراکه در مدل‌های سری زمانی در صورت غیر ایستا بودن متغیرها مسئله رگرسیون ساختگی مصداق خواهد داشت و مشاهدهٔ R2 بالا ناشی از وجود متغیر زمان به واسطهٔ ارتباط حقیقی بین متغیرها نمی‌باشد (گجراتی، ۱۳۸۳). بنابراین در ادامه، از دو آزمون ایستایی لوین–لین–چو (LLC) و ایم–پسران–شین (IPS) بهره گرفته شد (Levin et al., 2002; Im et al., 2003). چنانچه نتایج حاصل از آزمون‌های فوق، غیر ایستابودن متغیرها را تایید کرد؛ آن‌گاه شواهدی مبنی بر وجود ریشه واحد در داده‌ها وجود دارد که می‌بایست با استفاده از آزمون‌های هم‌جمعی مورد بررسی قرار گیرند. به عبارت دیگر، در گام بعدی جهت پرهیز از وقوع رگرسیون کاذب و نیز تعیین رابطه‌ی بلندمدت بین متغیرها از آزمون هم‌جمعی Kao (1999) استفاده شد. مهم‌ترین نکته در تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمعی آن است که با وجود غیر ایستا بودنِ اغلب سری‌های زمانی و داشتن یک روند تصادفی افزایشی یا کاهشی در بلندمدت ممکن است که یک ترکیب خطی از متغیرها همواره ایستا و بدون روند باشند. در واقع با استفاده از تجزیه و تحلیل‌های هم‌جمعی، این روابط بلندمدت کشف می‌شوند. این آزمون‌ها حتی در شرایطی که دوره زمانی کوتاه‌مدت و اندازهٔ نمونه نیز کوچک باشد قابلیت استفاده را دارند (Baltagi, 2008). چنان‌چه نتایج آزمون، وجود رابطهٔ بلندمدت را تایید نماید، گام پایانی تخمینِ بُردار هم‌جمعی است که در این پژوهش از روش حداقل مربعات اصلاح‌شده (FMOLS) استفاده شد. از مهم‌ترین مزیت‌های آن در مقایسه با دیگر تخمین‌زننده‌هایِ

بردار هم‌جمعی این است که در نمونه‌های کوچک کاربرد داشته، از ایجاد تورش همزمان جلوگیری می‌کند و از توزیع مجانبی نرمال برخوردار است.

در این مطالعه به منظور انجام مراحل فوق از نرم افزار اقتصادسنجی EVIEWS12 استفاده شد. این نرم‌افزار در پژوهش‌های معتبر علمی و در برآوردهای سری زمانی از اهمیت بالایی برخوردار است. کشورهایی که داده‌های سری زمانی آن‌ها در نرم‌افزار اقتصادسنجی EVIEWS12 مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت، شامل ایران، عربستان، امارات، الجزایر، کویت، نیجریه، عراق، اکوادور، ونزوئلا و آنگولا است، چرا که اقتصاد این کشورها وابستگی شدیدی به ذخایر نفتی دارند و سهم بالایی از انرژی مصرفی، از سوخت‌های فسیلی و منابع تجدیدناپذیر تامین می‌شود که به تبع آن، سبب انتشار بیشتر آلودگی و کاهش کیفیت محیط‌زیست می‌گردد.

یافته‌های تحقیق

به‌منظور بررسی وضعیت محیط‌زیست می‌توان به میزان انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان یکی از شاخص‌های انتشار آلودگی اشاره کرد. وضعیت سرانه انتشار آلودگی ایران در طی سال‌های ۲۰۲۰-۱۹۹۰ میلادی معادل ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۰ شمسی روندی صعودی داشته است. بر اساس نمودار (۳)، میانگین جهانی آن در طی دوره بیست ساله در حدود ٤ الی ٤/۳ تن است و در ایران، از حدود ۳/۵ تن در ابتدای دورهِ بیست ساله، به حدود ۷ تن در سال‌های انتهایی رسیده که افزایشی قابل‌ملاحظه را نشان می‌دهد. هر چند مطابق نمودار ۳ در طی دو سال اخیر بهبود نسبی در سرانه انتشار آلودگی مشاهده می‌شود؛ اما میزان بالای انتشار فعلی هم دلالت بر ناسالم بودن کیفیت هوا دارد. از این‌رو، می‌توان گفت که دستیابی به محیط‌زیست مطلوب، بدون تعدیل شرایط فوق و اتخاذ اقدامات راهبردی مناسب امکان‌پذیر نیست.



نمودار ۳: وضعیت انتشار آلودگی در ایران و جهان

مأخذ: (WDI, 2023)

به توجه به ماهیت داده‌های مورد استفاده در این مطالعه، ابتدا آزمون ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت. این رویکرد جهت برآورد یک رگرسیون با ضرایب قابل اعتماد ضروری است و قبل از هر چیزی در تخمین مدل‌های داده‌های ترکیبی لازم است که ایستایی متغیرها مورد بررسی قرار گیرد. نتایج آزمون ایستایی متغیرهای مورد مطالعه در جدول (۱) گزارش شده است. نتایج نشان داد که در تمامی متغیرها بر اساس هر دو آزمون ایستایی، فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در سطح رد نشده است و متغیرهای مورد نظر در سطح ایستا نمی‌باشند. در مقابل، تفاضل مرتبه اول آن‌ها ایستا است و تمامی متغیرها با یک بار تفاضل‌گیری ایستا می‌شوند.

جدول (۱): نتایج ایستایی متغیرهای مورد مطالعه

متغیرها	لوین، لین و چاو (LLC)	ایم، پسران و شین (IPS)	وضعیت ایستایی
لگاریتم انتشار دی‌اکسید کربن	-۱۰/٤۳٤***	-۱۰/۸۰۱***	I(1)
لگاریتم تولید ناخالص داخلی	-۵/٤۳۰***	-٤/۲۹۷***	I(1)
لگاریتم مصرف انرژی تجدیدناپذیر	-۲۳/۸۳۲***	-۱۵/۷۹۳***	I(1)
لگاریتم رانت منابع طبیعی	-۷/۳۹۳***	-٦/۵۷۷***	I(1)
لگاریتم امید به زندگی	-۵/۳٦٦***	-۵/۷۸۲***	I(1)
لگاریتم تراکم جمعیت	-٤/۲۰۱***	-۳/۲۰۵***	I(1)

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،***به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.)

به طور کلی با توجه به نتایج ایستایی متغیرها می‌توان نتیجه گرفت که شک وجود رگرسیون کاذب قابل تأیید بوده و نیاز به بررسی رابطه هم‌جمعی میان متغیرها است. نتایج آزمون هم‌جمعی کائو در جدول (۲) نشان می‌دهد که فرضیه صفر مبنی بر عدم وجود بردار هم‌جمعی در سطح معنی‌داری یک درصد با قدرت رد می‌شود و وجود رابطه‌ی بلندمدت

جدول (۲): نتایج آزمون هم‌جمعی کائو	
آماره ADF	-۳/٤۸۱*** (۰/۰۰۰)

میان

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،***به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.)متغیرهای مورد بررسی و سرانه انتشار آلودگی را تأیید می‌کند.

در گام بعدی، به منظور برآورد روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت میان متغیرها به ترتیب از روش‌های حداقل مربعات اصلاح‌شده (FMOLS) و روش تصحیح خطای برداری (ECM) استفاده شد و نتایج حاصل از آن در جداول (۳) و (٤) ارائه شده است. تصریح به دست آمده قادر است بیش از ۹۹ درصد از تغییرات سرانهٔ انتشار آلودگی را با استفاده از متغیرهای مورد استفاده تشریح نماید که دلالت بر خوبی برازش دارد. مقادیر ضرایب به‌دست آمده را می‌توان به عنوان کشش سرانه انتشار آلودگی نسبت به هر یک از متغیرهای مربوطه تفسیر نمود.

جدول(۳): نتایج برآورد بلندمدت انتشار آلودگی

متغیر	ضرایب	خطای معیار	آماره t	احتمال
توان اول تولید ناخالص داخلی	۲٤/٤٤۹***	٦/۸۷٤	۳/٥٥٦	۰/۰۰۰
توان دوم تولید ناخالص داخلی	-۲/٦۱۳***	۰/۷٦۰	-۳/٤۳٤	۰/۰۰۰
توان سوم تولید ناخالص داخلی	۰/۰۹۲***	۰/۰۲۷	۳/۳۰٤	۰/۰۰۱
مصرف انرژی تجدیدناپذیر	۱/۲٤۸***	۰/۱۰٥	۱۱/۷۸۲	۰/۰۰۰
رانت منابع طبیعی	۰/۰۷۰***	۰/۰۱٦	٤/۱۳۲	۰/۰۰۰
امید به زندگی	-۳/۳۹۰***	۰/۹۰۱	-۳/۷٥۹	۰/۰۰۰
تراکم جمعیت	-۰/٥۰۳*	۰/۲٦٦	-۱/۸۹۳	۰/۰٦۱
R-squared = ۰/۹۹۳		Sum squared resied = ۱/۳٥۱		
Adjusted R- squared = ۰/۹۹۱		SE. of regression = ۰/۱۲۱		
Mean dependent var = ۱/۱۸۳		SD. Dependent var = ۱/۳۰٥		

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ٥ و ۱ درصد است.)

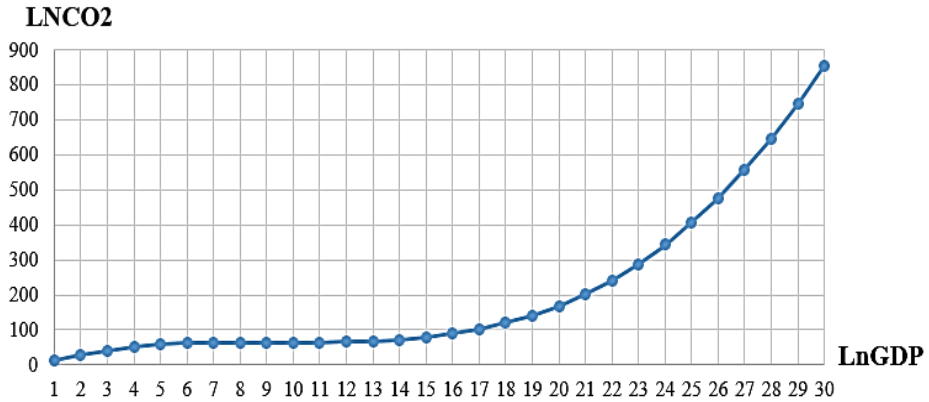
جدول(٤): نتایج برآورد کوتاه‌مدت انتشار آلودگی

متغیر	ضرایب	خطای معیار	آماره t	احتمال
تفاضل مرتبه اول توان اول تولید ناخالص داخلی	۷۹/۵۱۹***	۱٤/۲۳۳	۵/۵۸٦	۰/۰۰۰
تفاضل مرتبه اول توان دوم تولید ناخالص داخلی	۸/۵۱۳*** –	۱/۵٦۳	–۵/٤٤۵	۰/۰۰۰
تفاضل مرتبه اول توان سوم تولید ناخالص داخلی	۰/۳۰۱***	۰/۰۵٦	۵/۳۰۳	۰/۰۰۰
تفاضل مرتبه اول مصرف انرژی تجدیدناپذیر	۱/۰٦۷***	۰/۱۷۷	٦/۰۰۰	۰/۰۰۰
تفاضل مرتبه اول رانت منابع طبیعی	۰/۰۸۵***	۰/۰۲٦	۳/۲٦۳	۰/۰۰۱
تفاضل مرتبه اول امید به زندگی	–۲/۰۹۱	۱/۸۸٦	–۱/۱۰۸	۰/۲۷۰
تفاضل مرتبه اول تراکم جمعیت	۰/۰۸۸	۰/۳٦۵	۰/۲٤۲	۰/۸۰۹
جمله تصحیح خطا	۰/۹۷۵***	۰/۰۹۰	–۱۰/۸۱۱	۰/۰۰۱
R-squared = ۰/٦۱۲		Durbin-Watson stat = ۱/٦۵٦		
Adjusted R- squared = ۰/۵۸٦		SE. of regression = ۰/۰۹۷		
Mean dependent var = ۰/۰۱۵		SD. Dependent var = ۰/۱۵۱		

مأخذ: یافته‌های مطالعه (*،**،*** به ترتیب معنی‌داری در سطح ۱۰، ۵ و ۱ درصد است.)

به‌منظور ایجاد تصویری بهتر از رابطه بلندمدت میان انتشار آلودگی و درآمد سرانه (معیاری از رشد اقتصادی)، برحسب مقادیر ضرایب به‌دست آمده، مبادرت به ترسیم نمودار مربوطه شد که نتایج آن در نمودار (٤) موید یک رابطه نزدیک به‌N شکل است. در این نمودار مقادیر به صورت لگاریتم طبیعی هستند. با توجه به نمودار ترسیمی در سطح درآمد سرانه ۱۲۵۸۰/۳ دلار، جهت تقعر منحنی عوض می‌شود و تقعر این منحنی به ترتیب در درآمد سرانه برابر با ۵۱٦۳/۰٤۳ و ۳۰٦۵۳/۲۱ دلار است. از این رو در ابتدا با افزایش درآمد سرانه و رشد اقتصادی، با ثابت بودن سایر شرایط، انتشار آلودگی افزایش می‌یابد. این وضعیت تا قبل از مرز درآمد ۵۱٦۳/۰٤۳ دلار، ادامه دارد و پس از آن انتظار می‌رود سرانه انتشار

آلودگی کاهش یابد و این روند تا زمانی ادامه دارد که درآمد سرانه به مرز ۳۰۶۵۳/۲۱ دلار برسد و با افزایش بیشتر آن انتظار می‌رود انتشار آلودگی افزایش پیدا کند. این نتیجه‌گیری مبنی بر رابطه N شکل میان درآمد سرانه و انتشار آلودگی با مطالعات طرازکار و همکاران (۲۰۲۱) و جهانگیر و همکاران (۲۰۲۳) سازگار است.



نمودار(٤): رابطه بلندمدت میان رشد اقتصادی و سرانه انتشار آلودگی

نتایج جداول (۳) و (٤) نشان می‌دهد که اثر متغیر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر نقش عمده‌ای در توضیح انتشار آلودگی دارد. به طوری که انتظار می‌رود با افزایش انرژی‌های تجدیدناپذیر به میزان یک درصد، با ثابت بودن سایر شرایط، سرانه انتشار آلودگی در بلندمدت حدود ۱/۲٤ درصد و در کوتاه¬مدت حدود ۱/۰٦ درصد افزایش یابد. با توجه به وابستگی بالایی که به منابع سوخت‌های زیرزمینی به ویژه ذخایر نفت و گاز وجود دارد و این که سهم زیادی از مصارف داخلی انرژی از منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر تامین می‌شود، نتایجِ حاصله دور از انتظار نیست و با یافته‌های مطالعات پیشین هم‌خوانی دارد (Ali et al., 2021; Gyamfi et al., 2022; Apergis et al., 2023; Kartal et al., 2023; Alnemer et al., 2023;).

همانطور که نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد، رانت منابع طبیعی علیرغم نقش اندک خود،

تاثیری مثبت در انتشار آلودگی می‌گذارد؛ به طوری که انتظار می‌رود با افزایش استخراج از منابع طبیعی و درآمد حاصل از آن، به میزان یک درصد، با ثابت بودن سایر شرایط، سرانه انتشار آلودگی در بلندمدت و کوتاه‌مدت به ترتیب حدود ۰/۰۷ درصد و ۰/۰۸ درصد افزایش پیدا کند. بنابراین بهره‌برداری از منابع طبیعی در شرایط فعلی به‌دلیل عدم اتخاذ اقدامات مناسب در صیانت از منابع با انتشار بیشتر آلودگی همراه است. اثرگذاری مثبت آن بر انتشار آلودگی با یافته‌های بیکون و همکاران (۲۰۱۹)، یولوکاک و اوزکان (۲۰۲۰) و یامفی و همکاران (۲۰۲۲) سازگار است.

یکی از شاخص‌های مهم سنجش کیفیت زندگی، تراکم جمعیت یا تراکم نفر در اتاق است که تعداد افراد در مقابل هر اتاق را نشان می‌دهد. این شاخص برای کشورهای توسعه‌یافته برابر ۰/٦٦ است و در ایران حدود ۱/۲۰ نفر در اتاق است که با مقدار استاندارد آن شکاف دو برابری دارد و شاخص مذکور در شهرهای ایران نسبت به روستاها بیشتر است. مطابق نتایج جدول (۳) انتظار می‌رود با یک درصد افزایش در تراکم جمعیت، سرانه انتشار دی¬اکسید کربن در بلندمدت حدود ۰/۵۰۳ درصد کاهش پیدا کند. اثرگذاری این شاخص با مطالعات وانگ و همکاران (۲۰۱۵) و مینگ و هان (۲۰۱۸) هم‌خوانی دارد. همچنین یافته‌ها، مطابق جدول (۳) نشان می‌دهد که با افزایش امید به زندگی، انتظار می‌رود که کیفیت محیط‌زیست بهبود پیدا کند، چرا که با امید به افزایش طول عمر، محیط‌زیست سالم و با کیفیت برای انسان اهمیت بیشتری پیدا می‌کند و می‌تواند در فرهنگ و نگرش انسان نسبت به صیانت از محیط‌زیست تاثیرگذار باشد. بر اساس نتایج حاصله، با یک درصد افزایش در شاخص امید به زندگی، انتظار می‌رود که سرانه انتشار آلودگی در بلندمدت حدود ۳/٤ درصد کاهش پیدا کند.

ضریب جمله تصحیح خطا در جدول (٤) نشان دهنده‌ی وجود رابطه‌ی بلندمدت معنی‌دار بین متغیرهای الگو است. این ضریب در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار و دارای علامت منفی است. به طوری که انتظار می‌رود در هر دوره حدود ۹۷ درصد انحراف رابطه‌ی کوتاه‌مدت از مسیر بلندمدت، تعدیل شود. بر این اساس اثر یک شوک بر متغیر انتشار

آلودگی در کوتاه‌مدت حدود یک دوره زمان به طول خواهد انجامید و پس از آن رابطه‌ی کوتاه‌مدت نیز در مسیر تعادلی رابطه‌ی بلندمدت قرار خواهد گرفت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران مبتنی بر بهره‌مندی از محیط‌زیست مطلوب و راهبرد نظام در سیاست‌های کلی محیط‌زیست در زمینه منابع تجدیدپذیر که عبارت است از «احیاء، بهسازی و توسعه‌ی منابع طبیعی تجدیدپذیر و گسترش اقتصاد سبز»، مطالعه پیش‌رو سعی بر آن داشت که ارتباط مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و رانت حاصل از منابع طبیعی را با کیفیت محیط‌زیست مورد بررسی قرار دهد. به‌طوری که ضرورت حرکت به سمت راهبرد فوق با توجه به شرایط فعلی جامعه بیش از پیش آشکار گردد. نتایج نشان داد که اثر انرژی‌های تجدیدناپذیر مطابق انتظار دارای بیشترین اثرگذاری در توضیح انتشار آلودگی است و افزون بر این، بهره‌برداری از منابع طبیعی در شرایط کنونی با تخریب محیط‌زیست و انتشار بیشتر آلودگی همراه است. از این‌رو، چنان‌چه اقدامات اساسی در جهت گسترش اقتصاد سبز صورت نگیرد، هم‌چنان تخریب محیط‌زیست و کاهش کیفیت آن با روندی پرشتاب ادامه خواهد داشت. بنابراین،

جهت نیل به محیط‌زیست بهتر موارد زیر پیشنهاد می‌گردد:

۱- ایجاد زیرساخت‌های لازم در جهت استفاده بیشتر از انرژی‌های تجدیدپذیر: این امر با توجه به تنوع اقلیمیِ ایران و بهره‌مندی از نور آفتاب، باد، ذخایر آبی، بقایای گیاهی و دامی در فصول مختلف سال، ظرفیت استفاده از انواع انرژی‌های تجدیدپذیر نظیر نصب پنل‌های خورشیدی، توربین‌های‌آبی، بادی و بیوماس (انرژی زیست‌توده) امکان‌پذیر است. در حال حاضر، روستاییان به شکل سنتی از انرژی‌های زیست‌توده استفاده می‌کنند و با سوزاندن بقایای محصولات زراعی و تولید گاز متان ناشی از فضولات دامی موجب تخریب محیط‌زیست و افزایش گازهای گلخانه‌ای می‌شوند. از این‌رو، سرمایه‌گذاری در جهت تغییر روند استفاده از انرژی‌های زیست‌توده می‌تواند به بهبود کیفیت محیط‌زیست از طریق کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر شود.

۲- ایجاد اقدامات بازدارنده در جهت کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی: می‌بایست با اقدامات بازدارنده نظیر وضع عوارض و مالیات‌های سنگین بر مصرف سوخت‌های فسیلی در داخل و به تبع آن، با مشوق‌های صادراتی، زمینه را برای صادراتِ بیشتر این محصولات و ارزآوری میسر نمود. افزون بر این، با بکارگیری حمایت‌های تکنولوژیکی و فناوری‌هایِ انرژی زباله‌سوزی توام با ملاحظات زیست‌محیطی می‌توان به کاهش تجمع زباله‌ها و افزایش بهره‌وری در تامین انرژی نائل شد.

۳- نوسازی ناوگان حمل و نقل و صنایع آلاینده کشور: فرسودگی صنایع و ماشین‌آلات به‌ویژه در ناوگان حمل و نقل شهری و تخصیص اعتبارات ناکافی به نوسازی آن سبب تشدید آلودگی هوا در کلانشهرها است. بنابراین، متولیانِ امر می‌بایست هرچه سریع‌تر، تسهیلات لازم را جهت افزایش بهره‌وری، تجهیز و نوسازی منابع مولد آلودگی فراهم نمایند. همچنین با بکارگیری نیروهای انسانی ماهر و کارآمد به‌ویژه در مدیریتِ نیروگاه‌ها، هرچه سریع‌تر با کاهش مصرف سوخت مازوت و سهم انرژی‌های تجدیدناپذیر در چرخه تامین سوخت، سیاست تنوع‌بخشی در تامین منابع انرژی را مدنظر قرار داد.

٤- فرهنگ‌سازیِ مناسب جهت دستیابی به محیط‌زیستِ سالم: آن‌چه حائز اهمیت است، دستیابی به محیط‌زیست سالم بدون توجه به مفاهیم آموزش و فرهنگ‌سازیِ مناسب امکان‌پذیر نیست. فرهنگ زیست‌محیطی در راستای تعامل بلندمدت انسان با محیط پیرامون خود تعریف می‌شود و باید به گونه‌ای نهادینه گردد تا مردم یک جامعه، آن را برای ادامه بقا، امری حیاتی و ارزشمند بدانند. نهادینه کردن این فرهنگ در زندگیِ آحاد جامعه نیازمند برنامه‌ریزیِ شورای عالی انقلاب فرهنگی در اعمال مفاهیمِ حفاظت از محیط‌زیست بر مبنای حقوق نسل‌های فعلی و آتی در کتب درسی مدارس و دانشگاه‌ها، همچنین مشارکتِ رسانه‌ها در تدوین برنامه‌های آموزشی با هدف تقویتِ اخلاق زیست‌محیطی در خانواده است.

الف: فهرست منابع فارسی

- خورسندی، م. کافی، ن. و آماده، ح. (۱۳۹۵)، تجارت خارجی و امنیت زیست‌محیطی در ایران، فصلنامه مطالعات راهبردی، ۱۹(۷٤): ۱۳۸-۱۱۵.
- گجراتی، د. (۱۳۸۳). مبانی اقتصادسنجی، جلد ۲، ترجمهٔ دکتر حمید ابریشمی، تهران، انتشارات دانشگاه تهران.

ب: فهرست منابع انگلیسی

- Ali, M. U., Gong, Z., Ali, M. U., Wu, X., & Yao, C. (2021). Fossil energy consumption, economic development, inward FDI impact on CO2 emissions in Pakistan: testing EKC hypothesis through ARDL model. International Journal of Finance & Economics, 26(3), 3210-3221.
- Al-Mulali, U., & Ozturk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. Energy, 84, 382-389.
- Alnemer, H. A., Hkiri, B., & Tissaoui, K. (2023). Dynamic impact of renewable and non-renewable energy consumption on CO2 emission and economic growth in Saudi Arabia: Fresh evidence from wavelet coherence analysis. Renewable Energy, 209, 340-356.
- Apergis, N., Kuziboev, B., Abdullaev, I., & Rajabov, A. (2023). Investigating the association among CO2 emissions, renewable and non-renewable energy consumption in Uzbekistan: an ARDL approach. Environmental Science and Pollution Research, 30(14), 39666-39679.
- Azam, M., Uddin, I., Khan, S., & Tariq, M. (2022). Are globalization, urbanization, and energy consumption cause carbon emissions in SAARC region? New evidence from CS-ARDL approach. Environmental Science and Pollution Research, 29(58), 87746-87763.
- Baltagi, B. 2008. Econometric analysis of panel data (Vol. 1). John Wiley & Sons.
- Bekun, F. V., Alola, A. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Toward a

sustainable environment: Nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. Science of the total Environment, 657, 1023-1029.

- Bimonte S, Stabile A. Land consumption and income in Italy: a case of inverted EKC. 2017. Ecological Economic,131:36–43.
- Charfeddine, L. & Mrabet Z. (2017). The impact of economic development and social-political factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 76: 138–154.
- Cherni, A & Jouinia, S. E. (2017). An ARDL approach to the CO2 emissions, renewable energy and economic growth nexus: Tunisian evidence, International Journal of Hydrogen Energy. 42, (48): 29056–29066.
- Danish, Zhang, B., Wang, B. and Wang, Z., (2017): Role of renewable energy and non-renewable energy consumption on EKC: Evidence from Pakistan. Journal of Cleaner Production. 156, 855–864.
- Fakher, H. A., Ahmed, Z., Acheampong, A. O., & Nathaniel, S. P. (2023). Renewable energy, nonrenewable energy, and environmental quality nexus: An investigation of the N-shaped Environmental Kuznets Curve based on six environmental indicators. Energy, 263, 125660.
- Gyamfi, B. A., Onifade, S. T., Nwani, C., & Bekun, F. V. (2022). Accounting for the combined impacts of natural resources rent, income level, and energy consumption on environmental quality of G7 economies: a panel quantile regression approach. Environmental Science and Pollution Research, 29(2), 2806-2818.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. Journal of econometrics, 115(1): 53-74.
- Islam, M. M., Khan, M. K., Tareque, M., Jehan, N., & Dagar, V. (2021). Impact of globalization, foreign direct investment, and energy consumption on CO2 emissions in Bangladesh: Does institutional quality matter?. Environmental Science and Pollution Research, 28(35), 48851-48871.
- Jahanger, A., Hossain, M. R., Onwe, J. C., Ogwu, S. O., Awan, A., & Balsalobre-Lorente, D. (2023). Analyzing the N-shaped EKC among top nuclear energy generating nations: A novel dynamic common correlated effects approach. Gondwana Research, 116, 73-

88.

- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. Journal of econometrics, 90(1): 1-44.
- Kartal, M. T. (2023). Production-based disaggregated analysis of energy consumption and CO2 emission nexus: evidence from the USA by novel dynamic ARDL simulation approach. Environmental Science and Pollution Research, 30(3), 6864-6874.
- Kartal, M. T., Pata, U. K., Depren, S. K., & Depren, Ö. (2023). Effects of possible changes in natural gas, nuclear, and coal energy consumption on CO2 emissions: Evidence from France under Russia's gas supply cuts by dynamic ARDL simulations approach. Applied Energy, 339, 120983.
- Kasman, A., & Duman, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: a panel data analysis. Economic Modelling, 44, 97-103.
- Kirikkaleli, D., Awosusi, A. A., Adebayo, T. S., & Otrakçı, C. (2023). Enhancing environmental quality in Portugal: can CO2 intensity of GDP and renewable energy consumption be the solution?. Environmental Science and Pollution Research, 30(18), 53796-53806.
- Levin, A., Lin, C. F., & Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite-sample properties. Journal of Econometrics, 108(1), 1-24.
- Li, J., Irfan, M., Samad, S., Ali, B., Zhang, Y., Badulescu, D., & Badulescu, A. (2023). The Relationship between Energy Consumption, CO2 Emissions, Economic Growth, and Health Indicators. International Journal of Environmental Research and Public Health, 20(3), 2325.
- Liu, H., Wong, W. K., Cong, P. T., Nassani, A. A., Haffar, M., & Abu-Rumman, A. (2023). Linkage among Urbanization, energy Consumption, economic growth and carbon Emissions. Panel data analysis for China using ARDL model. Fuel, 332, 126122.
- Magazzino, C. (2016). CO2 emissions, economic growth, and energy use in the Middle East countries: A panel VAR approach. Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy, 11(10), 960-968 .
- Mai, T. N. (2023). Renewable Energy, GDP (Gross Domestic Product), FDI (Foreign Direct Investment) and CO2 Emissions in

Southeast Asia Countries. International Journal of Energy Economics and Policy, 13(2), 284.

- Meng, X., & Han, J. (2018). Roads, economy, population density, and CO2: A city-scaled causality analysis. Resources, Conservation and Recycling, 128, 508-515.
- Mitić, P., Fedajev, A., Radulescu, M., & Rehman, A. (2023). The relationship between CO2 emissions, economic growth, available energy, and employment in SEE countries. Environmental Science and Pollution Research, 30(6), 16140-16155.
- Oyebanji, M. O., Kirikkaleli, D., & Awosusi, A. A. (2023). Consumption-based CO2 emissions in Denmark: The role of financial stability and energy productivity. Integrated Environmental Assessment and Management.
- Pedroni, P. (2004). Panel cointegration: asymptotic and finite sample properties of pooled time serie tests with an application to the PPP hypothesis. Econometric theory, 20(3), 597-625.
- Pfeiffer, B., & Mulder, P. 2013. Explaining the diffusion of renewable energy technology in developing countries. Energy Economics, 40, 285-296.
- Rehman, A., Alam, M. M., Ozturk, I., Alvarado, R., Murshed, M., Işık, C., & Ma, H. (2023). Globalization and renewable energy use: how are they contributing to upsurge the CO2 emissions? A global perspective. Environmental Science and Pollution Research, 30(4), 9699-9712.
- Shokoohi, Z., Dehbidi, N. K., & Tarazkar, M. H. (2022). Energy intensity, economic growth and environmental quality in populous Middle East countries. Energy, 239, 122164.
- Sikder, M., Wang, C., Yao, X., Huai, X., Wu, L., KwameYeboah, F., ... & Dou, X. (2022). The integrated impact of GDP growth, industrialization, energy use, and urbanization on CO2 emissions in developing countries: evidence from the panel ARDL approach. Science of the Total Environment, 837, 155795.
- Stock, J. H., & Watson, M. W. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. Econometrica: journal of the Econometric Society, 783-820 .
- Tarazkar, M. H., Kargar Dehbidi, N., Ansari, R. A., & Pourghasemi, H. R. (2021). Factors affecting methane emissions in OPEC member countries: does the agricultural production matter?. Environment,

Development and Sustainability, 23, 6734-6748.

- Ulucak, R., & Ozcan, B. (2020). Relationship between energy consumption and environmental sustainability in OECD countries: the role of natural resources rents. Resources Policy, 69, 101803.
- Voumik, L. C., Rahman, M. H., & Hossain, M. S. (2022). Investigating the subsistence of Environmental Kuznets Curve in the midst of economic development, population, and energy consumption in Bangladesh: Imminent of ARDL model. Heliyon, 8(8.(
- Wang, Q., Zhang, F., & Li, R. (2023). Revisiting the environmental kuznets curve hypothesis in 208 counties: The roles of trade openness, human capital, renewable energy and natural resource rent. Environmental Research, 216, 114637.
- Wang, S. X., Fu, Y. B., & Zhang, Z. G. (2015). Population growth and the environmental Kuznets curve. China Economic Review, 36, 146-165.
- WDI (World Development Indicators), (2023): Retrieved June 25, 2023, from http: www.worldbank.org.
- Yildirim, E., (2014): Energy use, CO2 emission and foreign direct investment: Is there any inconsistence between causal relations? Frontiers in Energy. 8(3), 269–278.