فصلنامه پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) ـ سال بیست و یکم ـ شماره سوم ـ پاییز ۱۴۰۰ ـ صفحات ۲۰۸-۱۷۷

تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر عملکرد زیست محیطی در کشورهای منطقه منا

رامین سپهوند[۱]
علی سایه میری[۲]
اسما شیرخانی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۰/۲۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۲/۱۳

چکیده

در سال‌های اخیر، پیچیدگی اقتصادی، نقش مهمی در تبیین و آشکارسازی حقایق نهفته تفاوت رشد اقتصادی در میان کشورهای فقیر و غنی داشته است. در پژوهش حاضر، با استفاده از داده های بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ و روش رگرسیون حداقل مربعات دومرحله‌ای 2SLS و EGLS، علاوه بر بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر عملکرد زیست‌محیطی ۱۸ کشور منطقه منا، به بررسی فرضیه منحنی کوزنتس در این کشورها پرداخته شده است. نتایج این پژوهش، نشان‌دهنده وجود رابطه معکوس و معنی‌دار بین شاخص پیچیدگی اقتصادی و شاخص عملکرد زیست‌محیطی است، به گونه ای که با افزایش یک واحدی شاخص پیچیدگی اقتصادی، شاخص عملکرد زیست‌محیطی بیش از ۷ واحد کاهش می یابد. همچنین نتایج این پژوهش، نشان دهنده تأثیر معنی‌دار تحصیلات، شهرنشینی و صنعتی شدن بر شاخص عملکرد زیست‌محیطی بوده، و منحنی U وارون زیست‌محیطی کوزنتس، در این مطالعه تأیید نشده است.

واژگان کلیدی: پیچیدگی اقتصادی، عملکرد زیست‌محیطی، منحنی کوزنتس
طبقه‌بندی JEL: O00, F19, F18, F02

---

۱. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، raminsephvandi@gmail.com
۲. استادیار گروه اقتصاد دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، (نویسنده مسؤول)، asayehmiri@gmail.com
۳. کارشناس ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، asma.shirkhani2018@gmail.com

۱. مقدمه

اقتصاد، علم استفاده بهینه از منابع است. آگاهی از این علم و کاربرد آن، باعث می شود که انسان از منابع کمیاب طبیعی به درستی استفاده کند، محیط‌زیست و پاکی آن ازجمله منابع کمیاب و ارزشمند جامعه است لذا به حداقل رساندن تخریب محیط‌زیست و کاهش آلودگی آن، درواقع، حفاظت از منافع نسل های آینده محسوب می شود و از اهمیت بالایی برخوردار است. از اهداف اصلی دولت ها در عرصه اقتصادی، تلاش در جهت افزایش نرخ رشد تولید سرانه و بهبود وضعیت رفاهی جامعه است (Mohammadi *et al.*, 2017). GDP مهم‌ترین شاخص ارزیابی عملکرد اقتصادی یک کشور است (Islam, 2017). جهان امروز در آستانه انقلاب صنعتی چهارم است که با تغییر و پیشرفت فناوری های نوین باعث تولید بهتر، ارزان تر و سریع تر از گذشته می شود (CNUCED, 2018).

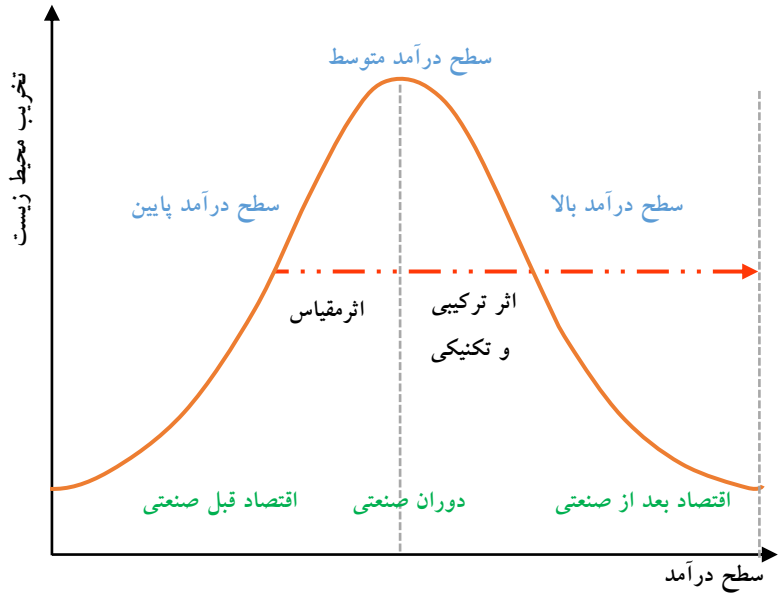
ازاین‌رو، شاخص عملکرد زیست‌محیطی (EPI)[1]، دو هدف اصلی را دنبال می کند: "بهداشت محیط" که آسیب های محیطی را بر سلامت انسان اندازه گیری می کند و "سرزندگی اکوسیستم" که سلامت اکوسیستم و مدیریت منابع طبیعی را اندازه گیری می کند (Shahabadi *et al.*, 2017).

برای نخستین بار، کوزنتس در سال ۱۹۵۵، رابطه بین نابرابری درآمدی و رشد اقتصادی را بررسی کرد و موفق به استخراج منحنی U وارونه برای ارتباط بین این دو متغیر شد، پس از آن و با استفاده از ایده کوزنتس، اقتصاددانان زیادی تلاش کردند تا ارتباط بین رشد اقتصادی و تخریب محیط زیست را تبیین کنند. مفهوم (EKC)[2] ابتدا توسط گروسمن و کروگر (Grossman & Krueger, 1991) مطرح شد. در فرضیه EKC، بیان می شود که در مراحل ابتدای رشد اقتصادی کشورها، تخریب محیط زیست افزایش می یابد و این تخریب تا رسیدن به سطح درآمد متوسط ادامه دارد اما بعد از آن، ثروتمندتر شدن کشورها، می تواند سبب کاهش اثرات سوء زیست محیطی شود.

به‌عبارت‌دیگر، بر اساس فرضیه منحنی زیست محیطی کوزنتس، ارتباطی به شکل U وارونه بین سطح درآمد کشورها و میزان تخریب محیط زیست وجود دارد. این منحنی، یک رابطه فرضی بین تعیین‌کننده‌های متعددی از تخریب زیست محیطی و درآمد سرانه است. بر این اساس در مراحل اولیه رشد اقتصادی، تخریب و آلودگی محیط‌زیست افزایش می‌یابد اما در سطح بالاتری از درآمد سرانه، این رابطه معکوس می شود؛ به‌طوری‌که سطوح بالاتر رشد اقتصادی، موجب بهبود عملکرد محیط زیست خواهد شد. ارتباط U وارونه در منحنی کوزنتس زیست‌محیطی در نمودار ۱، ترسیم شده است.

---

1. Environmental Performance Index
2. Environmental Kuznets Curve



نمودار ۱. منحنی کوزنتس محیطزیست

منبع: Sarkodie & Strezov, 2019

شکل منحنی کوزنتس تحت تأثیر عواملی ازجمله: ۱- کشش درآمدی و کیفیت محیطزیست؛ ۲- تجارت بین‌المللی؛ ۳- اثر مقیاس (SE)[1]، اثر ترکیبی (CE)[2] و اثر تکنیکی (TE)[3] قرار دارد (Sarkodie & Strezov, 2019).

اثر کشش درآمدی با استفاده از مفهوم اولیه منحنی کوزنتس، بیان می دارد که در ابتدای مسیر توسعه اقتصادی، با افزایش درآمد کشورها، تخریب محیطزیست افزایش می یابد، این تخریب تا رسیدن سطح درآمد کشورها به حد آستانه ای (متوسط) ادامه می یابد و بعد از آن، به دلیل افزایش درآمد و استفاده از فناوری‌های نوین، با کاهش تخریب محیطزیست همراه است (Suki *et al.*, 2020). علاوه بر آن، تجارت یکی از مهم‌ترین عواملی است که فرضیه کوزنتس را توضیح می دهد.

1. Scale Effect
2. Composition Effect
3. Technical Effect

آزادسازی تجارت، باعث می شود که کشورها در بخش هایی که مزیت رقابتی دارند، تخصص پیدا کنند.

سیاست‌های زیست‌محیطی که در جهت بهبود شرایط وضع می‌شود، تحرک سرمایه و الگوی تجارت در اقتصادهای باز را بر اساس فرضیه پناهگاه آلودگی (PHH)[1] تحت تأثیر قرار می‌دهد و به‌تبع آن، وضعیت انتشار آلاینده‌ها نیز دچار تغییر می‌گردد. هر چه کشورها توسعه‌یافته‌تر می‌شوند، استانداردهای زیست‌محیطی سخت‌گیرانه‌تری را بر اساس استدلال بالا، وضع خواهند کرد. ازاین‌رو، صنایع آلاینده در این کشورها، باید متحمل هزینه‌های بالایی برای تولید باشند و در مقابل، ازآنجاکه در کشورهای کمتر توسعه‌یافته، اولویت سیاست‌گذاران، رشد سریع اقتصادی بدون توجه به مسائل زیست‌محیطی است، صنایع آلاینده کشورهای توسعه‌یافته در کشورهای کمتر توسعه‌یافته و یا درحال‌توسعه با اقبال زیادی مواجه می‌شوند.

طبیعی است که در چنین شرایطی، کارخانه‌های آلاینده با مکان‌یابی مجدد در کشورهای توسعه‌نیافته، نه‌تنها ملزم به پرداخت جرائم زیست‌محیطی که قبلاً به ضرر و زیان آنها منجر می‌شد، نیستند بلکه تسهیلات ارائه شده از سوی این کشورها، بر کسب سودهای کلان آنها می‌افزاید. بدین طریق، کشورهای توسعه‌نیافته و یا درحال‌توسعه با قوانین زیست‌محیطی ضعیف‌تر نسبت به کشورهای توسعه‌یافته، به پناهگاهی برای صنایع آلاینده تبدیل می‌شوند (اخباری و آماده، ۱۳۹۴). پس اگر نوآوری، تحقیق و توسعه و فناوری‌های پاک و مدرن از طریق سرمایه گذاری مستقیم خارجی از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای درحال‌توسعه منتقل شود، می توان فناوری های قدیمی را برای کاهش آلودگی جایگزین کرد (Sarkodie & Strezov, 2019).

از طرفی، اثر مقیاس بیانگر حالتی است که در آن، با افزایش مقیاس اقتصادی و ثابت بودن سایر عوامل، میزان آلودگی افزایش خواهد یافت. قسمت صعودی منحنی کوزنتس، حاصل اثر مذکور است. اثر ترکیبی، دلالت بر آن دارد که همگام با توسعه اقتصادی و افزایش درآمد سرانه، ساختار یا سهم بخش‌های مختلف اقتصاد به نفع صنایع و بخش‌های پاک‌تر (مانند بخش خدمات یا صنایعی با تکنولوژی پیشرفته) تغییر می کند. ازآنجایی‌که شدت به‌کارگیری استفاده از منابع طبیعی در این فعالیت‌ها، پایین تر است، این امر، به کاهش نسبی استفاده از منابع منجر خواهد شد.

نهایتاً مطابق اثر تکنیکی با افزایش درآمد، تقاضای فزاینده‌ای برای مقررات و ضوابط زیست‌محیطی شکل می‌گیرد. براثر این مقررات و ضوابط سخت‌گیرانه، شدت به‌کارگیری و استفاده از منابع طبیعی نظیر منابع آب شیرین کاهش می‌یابد، علاوه بر این، روش های تولید در راستای کاهش آلودگی ها، اصلاح و تقویت می شود (Shahbaz *et al.*, 2020).

---

1. Pollution Haven Hypothesis

همان‌گونه که در مطالب بالا عنوان شد، چگونگی تأثیر رشد اقتصادی بر محیط‌زیست را می توان بر اساس اثر مقیاس، اثر ترکیبی و اثـر تکنیکی تبیین نمـود. نظریات اقتصـاد محیط زیست در تغییر تکنولوژی، باور دارند که کشورهای فقیر برای بالا بـردن سـطوح درآمـد، تمایـل بـالاتری بـه تخریب (آلوده کردن) محیط‌زیست دارند. ازاین‌رو، در مراحل ابتدای رشد، اثرات سوء زیست محیطی آنـان بالاتر خواهد بود.

پورتر[1] معتقد است که کنترل آلودگی باید بر پایـه نـوآوری باشـد (دلیری، ۱۳۹۹). جوزف شومپیتر[2] از پیشگامان مطالعات علم اقتصاد، نوآوری را فرایند تخریب خلاق[3] تعریف می کند؛ یعنی فرایندی که از طریق آن، روش ها، محصولات و ایده های جدید توسط بنگاه ها و کارآفرینان، به نتایج اقتصادی بهتر منجر می شود و نتیجه آن، ایجاد صنایع و بازارهای جدید و نابودی صنایع قدیمی است. سازمان OECD[4] نوآوری را ایجاد فناوری های جدید که باعث تغییرات تدریجی در روش های تولیدی محصولات قبلی یا بنیادی است، تعریف می کند و بیان می دارد که نوآوری، پتانسیل تغییر قابل‌توجهی در صنایع و حتی ایجاد صنایع جدید دارد. رشد اقتصادی، نتیجه تغییر در محصولات تولیدی، پیشرفت های تکنولوژی و افزایش سطح بهره وری تولیدات است (Tomic, 2020).

شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) دربرگیرنده میزان دانش (فناوری) استفاده شده در تولیدات کشورها (Canh *et al.*, 2020)، و نشان دهنده سطح دانش و فناوری یک کشور از تولید تا صادرات است. امروزه با نگاهی به کشورهای توسعه‌یافته و کشورهای که به‌سرعت درحال‌توسعه هستند، مشاهده می شود که آنها در زمینهٔ تحقیق و توسعه، سرمایه گذاری های زیادی می کنند تا محصولات تولیدی خود را پیچیده‌تر سازند. تولید محصولات پیچیده به‌جای مواد خام و کالاهای اساسی، این کشورها را به سطح بالایی از رقابت و درآمد می رساند (Erkan & Yildirimci, 2015).

به‌طورکلی، پیشرفت فناورانه از مسیرهای مختلفی بر مصرف انرژی و استفاده از منابع، اثر می گذارد. از یک سو، ابزارها و تکنیک های جدیدی برای کاهش مصرف انرژی ایجاد می کند و از سوی دیگر، رشد اقتصادی را افزایش می دهد که به دنبال آن، مصرف انرژی بیشتر می شود (عزیزی، ۱۳۹۸). بر اساس آخرین رتبه‌بندی شاخص ECI در سال ۲۰۱۸، رتبه ایران ۷۱ است که نسبت به دیگر کشورهای منطقه منا[5] مانند فلسطین اشغالی (اسرائیل)، عربستان، قطر، امارات و کویت که

1. Porter Hypothesis
2. Joseph Schumpeter
3. Creative destruction
4. Organisation for Economic Co-operation and Development
5. Middle East and North Africa

به ترتیب، رتبه‌های ۱۹، ۳۰، ۶۰، ۵۵ و ۵۴ را دارند، وضیعت مطلوبی نیست؛ در حالی که بر اساس آخرین رتبه بندی دانشگاه ییل در گزارش EPI[1] سال ۲۰۲۰، از لحاظ شاخص EPI در بین کشورهای منطقه منا، فلسطین اشغالی (اسرائیل) و کویت، به ترتیب، با قرار داشتن در رتبه‌های ۲۹ و ۴۷، دارای بهترین رتبه هستند و کشور ایران در جایگاه ۶۷ جهان قرار دارد.

با توجه به آنچه مطرح گردید، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر ECI بر EPI کشورهای منطقه منا با استفاده از اطلاعات منتشر شده در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ است. به‌عبارت‌دیگر، سؤالات این پژوهش را می توان به این شکل مطرح کرد که: آیا پیچیدگی اقتصادی عملکرد زیست‌محیطی را در کشورهای منطقه منا، تحت تأثیر قرار می‌دهد یا خیر؟ و آیا فرضیه منحنی کوزنتس در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ در بین کشورهای منا، صدق می‌کند یا خیر؟

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. پژوهش های خارجی

اگرچه در مطالعات انجام‌شده در خارج کشور، مطالعات زیادی ازجمله شجین زو و رنیو لی (Zhu & Li, 2017)، هارتمن و همکاران (Hartmann *et al.*, 2017)، آدام و همکاران (Adam *et al.*, 2021)، ملی و تیتلبیوم (Mealy & Teytelboym, 2020)، نئگاو (Neagu, 2020)، یلناسی و پاتا (Yilanci & Pata, 2020) و چو (Chu, 2021)، به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر عوامل مختلف پرداخته اند. بااین‌حال، در زیر، خلاصه‌ای از مرتبط‌ترین پژوهش‌های انجام شده با موضوع تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر محیط‌زیست و انتشار آلودگی ارائه می شود.

سوارت و برینکمن (Swart & Brinkmann, 2020) در مقاله خود، با عنوان «پیچیدگی اقتصادی و محیط‌زیست، شواهدی از کشور برزیل»، به بررسی رابطه پیچیدگی اقتصادی و محیط‌زیست در کشور برزیل با استفاده از روش رگرسیون پانل دیتا و داده‌های بازه زمانی ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۱ پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان می دهد که با افزایش پیچیدگی های اقتصادی، فضای محصول متراکم شده و آلودگی‌ها افزایش می یابد.

دوژان و همکاران (Doğan *et al.*, 2019)، در مقاله ای با عنوان «آیا پیچیدگی اقتصادی باعث آسیب محیط‌زیست می شود؛ تجزیه‌وتحلیل تجربی، با استفاده از روش پانل دیتا و داده های ۵۵ کشور در بازه زمانی ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۴»، به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر محیط‌زیست پرداختند. آنها کشورها را به سه دسته درآمد پایین، درآمد متوسط و درآمد بالا تقسیم کردند. نتایج تحقیق آنها نشان می دهد که پیچیدگی اقتصادی، اثرات قابل‌توجهی بر محیط‌زیست دارد اما این اثرات در

1. https://epi.yale.edu/downloads/epipolicymakersummaryr91.pdf

کشورهای با درآمد پایین و متوسط، نقش تخریبی و در کشورهای با درآمد بالا، نقش کنترل‌کننده دارد.

لاپاتیناس و همکاران (Lapatinas *et al.*, 2019)، در مطالعه‌ای با عنوان «پیچیدگی اقتصادی و عملکرد زیست‌محیطی»، شاخص سطح محصول را ایجاد کردند که یک محصول را به سطح متوسط عملکرد محیطی و آلودگی هوا در کشورهای صادرکننده آن پیوند می‌دهد. آنها با استفاده از روش پانل دیتا و داده‌های سالانه ۸۸ کشور توسعه‌یافته و درحال‌توسعه در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲، عملکرد زیست‌محیطی این کشورها را مورد تجزیه‌وتحلیل قراردادند. نتایج تحقیق آنها نشان می‌دهد که حرکت به سطوح بالاتری از ECI، به عملکرد بهتر محیط‌زیست منجر می‌شود و توسعه محصولات پیچیده‌تر، با تغییرات در کیفیت محیط‌زیست همراه است.

نگادو و تئودور (Neagu & Teodoru, 2019)، در مطالعه ای با عنوان «رابطه پیچیدگی اقتصادی؛ مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه ای، شواهدی از کشورهای اتحادیه اروپا»، به بررسی رابطه بین ECI، ساختار مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای کشورهای عضو اروپایی در بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۶ با استفاده از روش پانل دیتای ناهمگن پرداختند. نتایج تحقیق آنها، نشان می دهد که رابطه تعادلی بلندمدت بین ECI، ساختار مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای وجود دارد.

کان و گوسگور (Can & Gozgor, 2017)، در مقاله خود با عنوان «تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر انتشار کربن در فرانسه»، به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر انتشار کربن و تأثیر پیچیدگی اقتصادی و انتشار کربن بر انتشار گازهای گلخانه ای پرداختند. نتایج تحقیق آنها نشان می دهد که فرضیه کورنتس در کشور فرانسه معتبر است و پیچیدگی اقتصادی، میزان انتشار کربن و گازهای گلخانه‌ای را کاهش می‌دهد.

۲-۲. پژوهش های داخلی

استفاده از ECI در برآوردهای تجربی مبتنی بر اقتصادسنجی در داخل کشور، به‌سرعت در حال فراگیر شدن است. در داخل کشور، مطالعات بسیاری ازجمله عزیزی و همکاران (۱۳۹۹)، سپهر دوست و همکاران (۱۳۹۸ و ۱۳۹۹)، عزیزی (۱۳۹۸)، رنجبر و همکاران (۱۳۹۸)، شاه‌آبادی و ارغند (۱۳۹۷)، احمدیان و همکاران (۱۳۹۷)، شاهمرادی و چینی‌فروشان (۱۳۹۶) و پژم و سلیمی فر (۱۳۹۴)، به‌طور مستقیم، به بررسی پیچیدگی اقتصادی و تأثیر آن بر متغیرهای دیگر پرداخته اند که در بین مطالعات یادشده، تنها مطالعه عزیزی و همکاران (۱۳۹۹)، مربوط به بررسی رابطه پیچیدگی اقتصادی با محیط‌زیست است.

آنها در مقاله ای با عنوان تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر آلودگی محیط زیست با استفاده از داده‌های ۹۹ کشور در دوره ۲۰۱۷-۱۹۹۲، به بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان معیار سطح تکنولوژی، دانش و مهارت یک اقتصاد، بر آلودگی محیط‌زیست در چارچوب فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس پرداختند. آنها از مدل داده‌های تابلویی و روش حداقل مربعات معمولی پویا، به‌منظور برآورد رابطه میان متغیرها استفاده کردند. نتایج پژوهش، نشان می‌دهد که پیچیدگی اقتصادی، اثر منفی و معنی‌داری بر آلودگی محیط‌زیست داشته و همچنین فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس، به‌صورت تجربی مورد تأیید قرار گرفته است، و با بهبود تکنولوژی، دانش و مهارت در اقتصاد، میزان انتشار دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد.

۳. نوآوری پژوهش

در تحقیق حاضر، از مدل پیشنهادی لاپاتیناس و همکاران (Lapatinas *et al.*, 2019) و روش رگرسیون حداقل مربعات دو مرحله‌ای 2SLS با اعمال EGLS[1] استفاده می شود که تاکنون در پژوهش‌های دیگر، مورد استفاده قرار نگرفته است. علاوه بر آن، با توجه به مبانی نظری ارائه شده توسط محمد و سیدراپولس (Mohamed & Sidiropoulos, 2010) و دادگر و نظری (Dadgara & Nazari, 2017) که بر تأثیر حکمرانی خوب بر آلودگی محیط‌زیست تأکید دارند، جامعه آماری مورد مطالعه، کشورهای منطقه منا (شمال آفریقا و غرب آسیا) در نظر گرفته می شود که از نظر حکمرانی و اقلیم، شرایط تقریباً مشابهی دارند. منطقه منا که در این مقاله، مورد بحث قرار گرفته است، شامل کشورهای عربی در شمال آفریقا (الجزایر، مصر، مراکش، لیبی و تونس) و غرب آسیا (اردن، سوریه، بحرین، کویت، عمان، قطر، عربستان سعودی، امارات متحده عربی، ایران، لبنان، عراق، یمن و اسرائیل) است.

منطقه منا با جمعیت نزدیک به ۶۰۰ میلیون نفر و موقعیت استراتژیک قابل‌توجه بین شمال و جنوب، منطقه متمایزی از جهان درحال‌توسعه را تشکیل می‌دهد که باوجود تفاوت‌های آشکار در داخل و بین کشورهای خود، به دلیل تعدادی از ویژگی‌های مشترک مانند آب‌وهوای متمایز، بوم‌شناسی، تاریخ، زبان و فرهنگ کشورها، ارتباط ناگسستنی با هم دارند.

1. Fixed IV Two-stage EGLS

۴. بیان مفاهیم و شاخص ها

۴-۱. شاخص عملکرد زیست‌محیطی (EPI)

زمانی که هشت هدف توسعه هزاره (MDGs)[1] سازمان ملل در سال ۲۰۰۰ توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد تصویب شد، اطمینان از پایداری محیط‌زیست به‌عنوان هدف هفتم مطرح شد (Telnes, 2017). پایداری محیط زیست یا توسعه پایدار، فرایندی است که آینده‌ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می‌شود که در آن، شرایط زندگی و استفاده از منابع، بدون آسیب رساندن به یکپارچگی، زیبایی و ثبات نظام‌های حیاتی، نیازهای انسان را برطرف می‌سازد (Handoyo, 2018). مجموعه مسائل و مشکلات مربوط به معضلات زیست‌محیطی، مجمع جهانی اقتصاد را بر آن داشت تا با همکاری مرکز قوانین و سیاست‌های زیست‌محیطی دانشگاه ییل و مرکز شبکه اطلاعات بین‌المللی علوم زمین دانشگاه کلمبیا، شاخص‌هایی را برای بررسی های تطبیقی وضعیت زیست‌محیطی کشورها فراهم کنند.

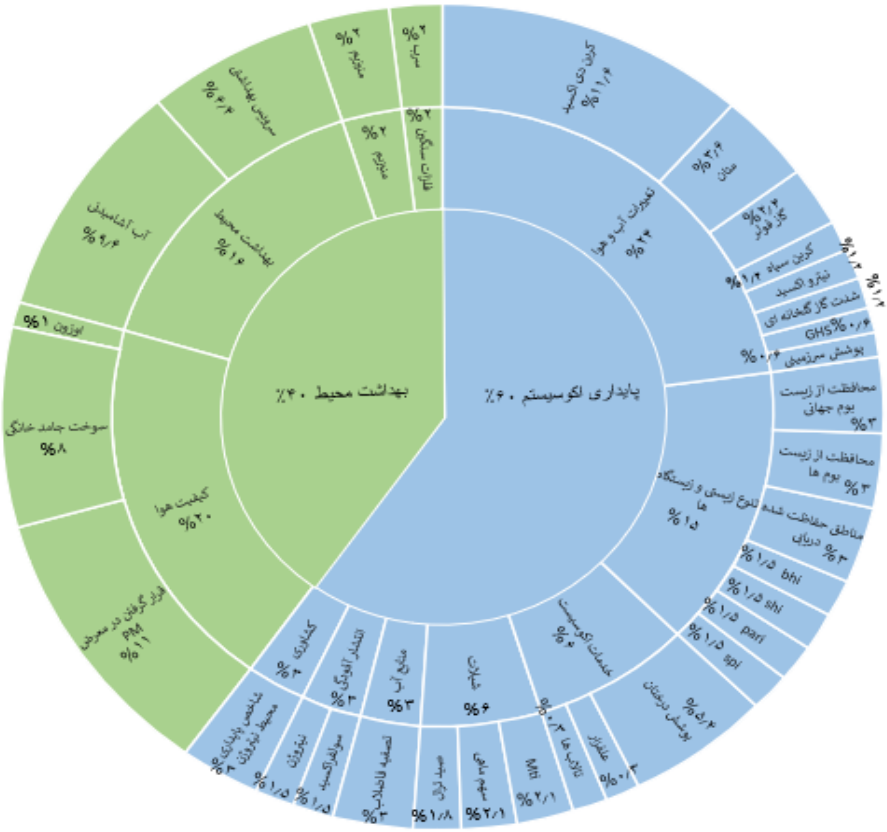
EPI یک شاخص ترکیبی است که در خصوص حفاظت از محیط‌زیست، به‌صورت دوسالانه، از سوی دانشگاه ییل منتشر می‌شود. این شاخص اهدافی را جهت نیل به کارآیی محیط‌زیست، مشخص نموده و چگونگی دستیابی به اهداف موردنظر هر کشور را ارزیابی می‌کند. تاکنون ۸ گزارش شاخص عملکرد محیط زیستی ارائه شده، که شامل شاخص عملکرد محیطی پیلوت سال ۲۰۰۶ و نیز شاخص عملکرد ۲۰۰۸، ۲۰۱۰، ۲۰۱۲، ۲۰۱۴، ۲۰۱۶، ۲۰۱۸ و ۲۰۲۰ است. این شاخص ترکیبی، از عوامل و کارکردهای مختلف دولت ها بوده و عمدتاً شامل فعالیت های آنها در جهت تحقق دو هدف کلان سلامت (بهداشت) محیط‌زیست و پایداری (پویایی) محیط‌زیست بوم‌ها می باشد. مطابق گزارش سال ۲۰۲۰، EPI از مجموع ۳۲ شاخص ملی - زیست‌محیطی که به ۱۱ دسته، طبقه‌بندی می‌شوند، به دست می آید.

EPI، اهداف گسترده و قابل‌دسترسی را برای بهبود عملکرد زیست محیطی، مورد توجه قرار داده و ارزیابی می کند که هر یک از کشورهای جهان، تا چه میزان، به این اهداف نزدیک شده‌اند. این شاخص به عنوان یک عامل کمی در کنترل آلودگی ها و پیامدهای مدیریت منابع طبیعی، ابزار قدرتمندی را برای بهبود مدیریت، سیاست‌گذاری، تصمیم گیری ها و تعیین راهبردهای محیط زیستی فراهم می نماید (اسلاملوئیان و دهقان، ۱۳۹۴).

هدف اساسی EPI، انتقال بحث محیط‌زیست از استدلال های عاطفی و ابلاغی، به سمت عملکرد بر پایه داده ها و شواهد است که ردیابی عملکرد و پاسخگویی تصمیم گیرندگان را تسهیل کند

1. Millennium Development Goals

(Lukáč *et al.*, 2020). در نمودار ۲ اهداف، شاخص‌ها و وزن آنها در گزارش EPI سال ۲۰۲۰ ارائه شده است.



نمودار ۲. اجزای EPI سال ۲۰۲۰

منبع: Epi.envirocenter.yale.edu

EPI، به تصمیم‌گیرندگان و سیاست‌گذاران، امکان دسترسی، درک کردن و استفاده از داده های سازمان یافته محیط زیست را می دهد، و علاوه بر آن، مقایسه عملکرد کشور با همسایگان و سایر کشورها را امکان پذیر می سازد (Index, 2014). EPI، راهی برای ردیابی مشکلات، تعیین اهداف، پیگیری عملکردها، درک نتایج و شناسایی بهترین شیوه های سیاست‌گذاری است. داده های خوب و تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر واقعیت EPI، می تواند به مقامات دولتی کمک کند تا دستورالعمل های

سیاسی خود را اصلاح کنند و بازده سرمایه گذاری های زیست محیطی را به حداکثر برسانند (گزارش سال ۲۰۲۰ شاخص EPI)[1].

همان گونه که نمودار ۲ نشان می دهد. EPI تنش بین دو بعد اساسی توسعه پایدار را آشکار می کند:

۱- پویایی (سرزندگی) اکوسیستم که تحت‌فشار صنعتی شدن و شهرنشینی است که سلامت اکوسیستم و مدیریت منابع طبیعی را اندازه گیری می کند. این هدف، دارای ۲۵ شاخص برای هفت مؤلفه است: الف) تنوع زیستی و زیستگاه‌ها؛ ب) خدمات اکوسیستم؛ ج) شیلات؛ د) منابع آب؛ ه) تغییرات آب‌وهوا؛ و) انتشار آلودگی؛ ز) سطح پایداری محیط.

۲- سلامت (بهداشت) محیط‌زیست: تأثیر تنش های محیطی را بر سلامت انسان ها اندازه گیری می کند. این هدف، دارای ۷ شاخص برای چهار مؤلفه است: الف) کیفیت هوا؛ ب) بهداشت آب آشامیدنی؛ ج) فلزات سنگین؛ د) مدیریت پسماندها.

۱-۱-۴. محاسبه EPI

EPI از تکنیک فاصله تا هدف برای ساخت شاخص استفاده می کند. مقدار شاخص EPI از صفر تا ۱۰۰ بوده که ۱۰۰، مطابق هدف و صفر، بدترین حالت است. فرمول عمومی برای محاسبه شاخص به‌صورت زیر است:

$$\text{Indicator score} = \frac{X - \underline{X}}{\overline{X} - \underline{X}} \times 100 \qquad (۱)$$

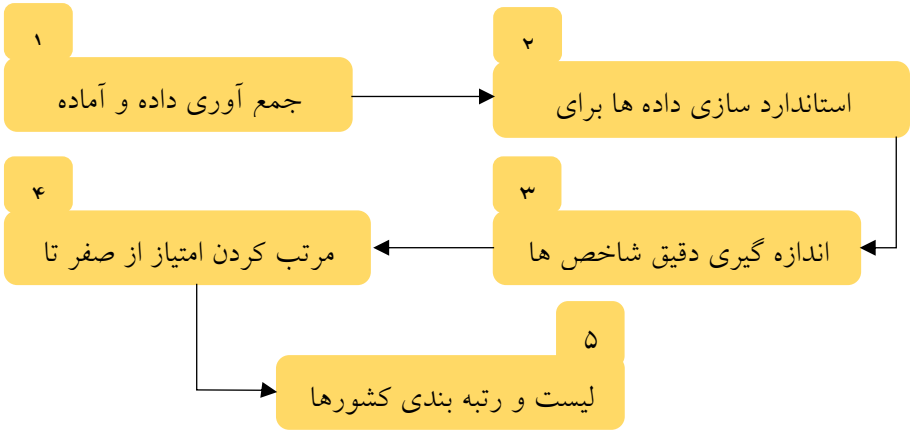
X = ارزش کشور

$\overline{X}$ = بهترین عملکرد

$\underline{X}$ = ضعیف‌ترین عملکرد

وقتی‌که X بزرگ‌تر از $\overline{X}$ باشد، امتیاز ۱۰۰ به کشور تعلق می‌گیرد و وقتی X کوچک‌تر از $\underline{X}$ باشد، امتیاز صفر به کشور تعلق می‌گیرد (گزارش سال ۲۰۱۸ شاخص EPI)[2]. به‌طورکلی، مراحل محاسبه EPI در نمودار ۳ ارائه شده است.

1. https://epi.yale.edu/downloads/epi2020report20200828.pdf
2. https://epi.yale.edu/downloads/epi2018report20200828.pdf



نمودار ۳. نمودار مراحل محاسبه EPI

منبع: Pimonenko *et al.*, 2018

۲-۴. شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI)

نیاز به درک بهتر از پدیده های اقتصادی –اجتماعی، محققان را بر آن داشته است که نظریه های از قبل ارائه شده را اصلاح کنند و بنابراین، نظریه‌های جدیدی ارائه می دهند که دیدگاه های متفاوتی دارند و در ادبیات توسعه اقتصادی، مورد توجه قرار می گیرند؛ زیرا به‌طورکلی، هدف همه کشورها، رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی بالاتر است (Oreiro *et al.*, 2020). ازاین‌رو، یکی از جذاب‌ترین و دشوارترین سؤال‌ها در اقتصاد، این است که چرا بعضی از کشورها ثروتمندتر از کشورهای دیگر هستند؟ (Vu, 2019)

یکی از مفاهیمی که در سال‌های اخیر، بسیار مورد توجه قرار گرفته و تفاوت رشد میان کشورهای فقیر و غنی را توجیه می‌کند، پیچیدگی اقتصادی[1] است (زبیری و موتنمی، ۱۳۹۹). ECI توسط گروهی از استادان و اقتصاددانان دانشگاه هاروارد و ماساچوست (MIT)[2] در سال ۲۰۰۷ به رهبری هاسمن و هیدالگو[3] مطرح شد. پیچیدگی اقتصادی، ساختار تولیدی خاصی را که خروجی آن، کالاها

1. Economic Complexity
2. Massachusetts Institute of Technology (MIT)
3. Hidalgo and Hausmann

و خدمات متفاوتی است، مورد مطالعه قرار می دهد. این تعریف، حاکی از آن است که پیچیدگی اقتصادی، به‌عنوان یک مروج مهم ثروت ملل عمل می‌کند. در حقیقت ما حتی می‌توانیم بیان کنیم که اختلاف در سطح پیچیدگی، اختلاف در میزان رشد اقتصادی بین کشورها را باعث می شود (Stojkoski & Kocarev, 2017).

پیچیدگی اقتصادی با خلق محصولات متنوع و فراگیر در جامعه و تقسیم پیشرفته کار، بیانگر استفاده از فناوری‌های پیشرفته و نوآوری در فرایند تولید است که با کاربردی کردن دانش و فناوری در ترکیب محصولات تولیدی از طریق ایجاد ساختار مولد، افزایش بهره وری و تنوع محصولات تولیدی، به افزایش رشد و شکوفایی اقتصادی منجر می شود (زبیری و موتنمی، ۱۳۹۹). زو و لی (Zhu & Li, 2017)، بیان می دارند که پیچیدگی اقتصادی، بازتابی از قابلیت‌های تولید ملی است، وقتی ساختار تولید یک کشور پیچیده‌تر باشد، قابلیت‌های تولید قوی‌تر هستند. کشوری که از توانایی های بیشتری برخوردار باشد، قادر خواهد بود در فعالیت‌های تولیدی با بهره‌وری بالاتری شرکت کند و بدین ترتیب، کشور سریع‌تر توسعه می‌یابد.

در ادبیات توسعه اقتصادی، مفهوم قابلیت های تولیدی[1]، ارتباط قوی با رشد و توسعه دارد. در زمینهٔ توسعه اقتصادی، قابلیت ها اغلب با اشاره به فناوری‌ها، دانش فنی تولیدی، زیرساخت‌ها و مؤسساتی که یک کشور را قادر به بهبود بهره وری و دستیابی به نرخ رشد بالاتر می کند، تعریف می شود (Mealy & Teytelboym, 2020). ECI بر پایه داده‌های صادرات است (Breitenbach *et al*., 2019) و با تلفیق اطلاعات در مورد تنوع (تعداد کالاهایی که یک کشور صادر می کند) و تعدیل محصولات (تعداد کشورهایی که آن محصول را تولید می کنند)، پیچیدگی ساختار تولیدی یک کشور را اندازه گیری می کند (Hartmann *et al*., 2017).

برای اینکه جامعه پیچیده وجود داشته باشد و خود را حفظ کند، افرادی که بر امور طراحی، بازاریابی، امور مالی، فناوری، مدیریت منابع انسانی، عملیات و قانون تجارت مسلط اند، باید بتوانند ایجاد تعامل کرده و دانش خود را برای تولید محصولات، تلفیق و هم افزا کنند. پیچیدگی اقتصادی در ترکیب محصولات تولیدی کشور، منعکس شده و ساختارهایی را نشان می‌دهد که برای جذب، حفظ و ترکیب دانش به وجود می‌آیند. در برخی کالاها مانند دستگاه‌های تصویربرداری پزشکی یا موتورهای جت، دانش و تکنولوژی زیادی، متراکم شده اند که درنتیجهٔ شبکه‌های بسیار گسترده‌ای از دانشکاران و سازمان‌ها هستند. در عوض در تولید چوب یا قهوه، دانش بسیار کمتری به کار رفته است.

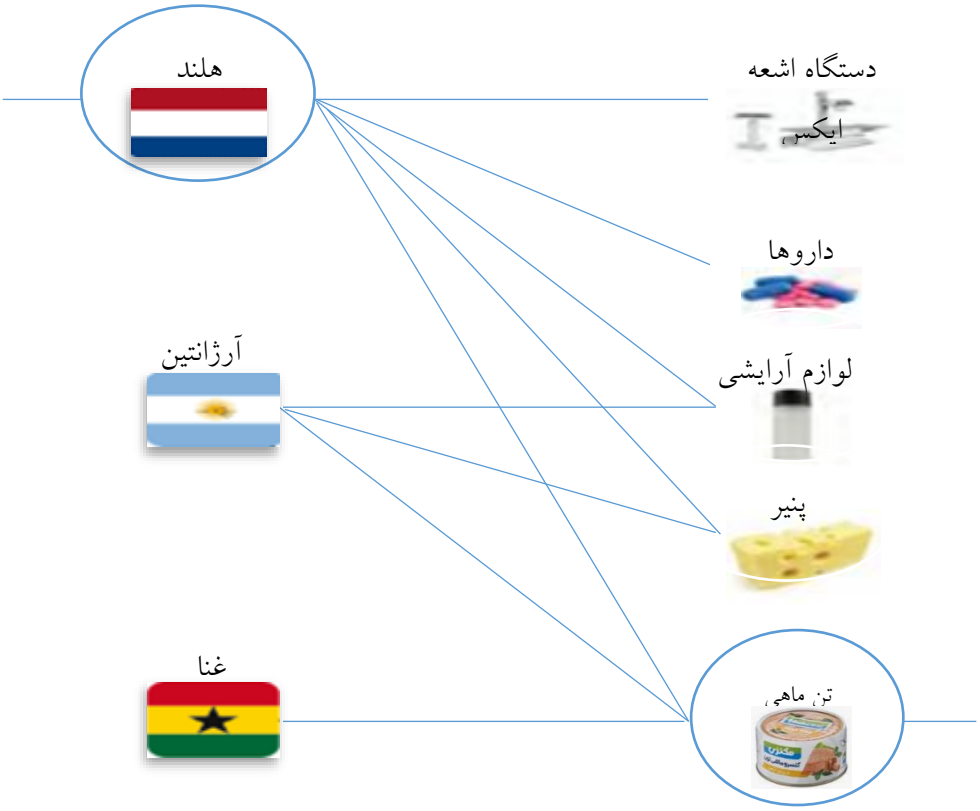
---

1. Production Capabilities

اقتصادهای پیچیده، آنهایی هستند که مقادیر زیادی از دانش مربوط را که در شبکه‌های وسیعی در جامعه یافت می شود، جذب، تا ترکیبی متنوع از محصولات با دانش را تولید کنند و در مقابل، اقتصادهای ساده از دانش تولیدی کمتری برخوردار هستند، محصولات کمتر و ساده‌تری تولید می‌کنند که به تعامل کمتری نیاز دارند (Hausmann *et al.*, 2014). پیچیدگی اقتصادی، بیانگر استفاده از فناوری و نوآوری در فرایند تولید یا به عبارتی، کاربردی کردن دانش و فناوری در ترکیب محصولات تولیدی است و از طریق ایجاد ساختار مولد، امکان استفاده از ظرفیت های بلااستفاده، صرفه جویی در منابع، تخصیص بهینه منابع تولید، کاهش هزینه های تولید و افزایش بهره‌وری و تنوع محصولات تولیدی را می یابد که به افزایش تولید ناخالص داخلی منجر می شود (شاه آبادی و ارغند، ۱۳۹۷).

افزایش پیچیدگی اقتصادی برای یک جامعه ضروری است که بتواند دانش بیشتری از بُعد تولیدی داشته و از آن استفاده کند و می‌توان از ترکیب محصولاتی که کشورها قادر به ساختن آن هستند، پیچیدگی اقتصادی آنها را سنجید (Hausmann *et al.*, 2014).

برای روشن شدن مفهوم پیچیدگی اقتصادی، به نمودار ۴ توجه کنید؛ که در آن، تولیدات سه کشور هلند، آرژانتین و غنا به تصویر کشیده شده است. همان طور که مشاهده می شود، نه‌تنها تولیدات کشور هلند از تنوع بیشتری نسبت به آرژانتین و غنا برخوردار است بلکه علاوه بر آن، هلند کالاهایی تولید می کند که دو کشور دیگر قادر به تولید آن نیستند؛ و بنابراین، ازآنجاکه تولیدات هلند، متنوع‌تر و دارای فراگیری کمتری است، گفته می‌شود که اقتصاد هلند، از آرژانتین و غنا پیچیده‌تر است و اقتصاد آرژانتین، پیچیده‌تر از اقتصاد غنا است.



نمودار ۴. تنوع و فراگیری تولیدات کشورها

منبع: Hausmann *et al.*, 2014

در نمودار ۴، تنوع[1] تعداد محصولات تولیدی کشور هلند شامل ۵ محصول (دستگاه اشعه ایکس، داروها، لوازم‌آرایشی، پنیر و تن ماهی) است، درحالی‌که تنوع کشور آرژانتین شامل ۳ محصول (لوازم‌آرایشی، پنیر و تن ماهی) و تنوع کشور غنا شامل یک محصول (تن ماهی) است و از لحاظ فراگیری[2] محصولات، کشور هلند با تولید ۲ محصول دستگاه اشعه ایکس و دارو که در کشورهای آرژانتین و غنا تولید نمی شوند، دارای اقتصاد پیچیده تری است.

1. Diversity
2. Ubiquity

۱-۲-۴. روش محاسبه ECI

متدولوژی ریاضی مورد استفاده برای اندازه گیری پیچیدگی اقتصادی، با توجه به محصولات صادراتی کشورها انجام می شود (احمدیان و همکاران، ۱۳۹۷) و مقدار عددی آن، بین (۳) و (۳-) است. برای ساختن ECI از دو شاخص تنوع و فراگیر[1] بودن، استفاده می‌شود. تنوع، به معنای تعداد کالاهای متمایز یک کشور و فراگیر بودن تولید یک کالا، به معنای تعداد کشورهای تولیدکننده یک محصول خاص است. برای این منظور ماتریس M_{CP} را در نظر بگیرید. در این ماتریس، کشور C، محصول P و کشور O، سایر کالاها را تولید می‌کند. بر این اساس، می‌توان متنوع بودن و همه‌جایی بودن کالاها (فراگیری) را به‌سادگی با جمع زدن ردیف‌ها و ستون‌های این ماتریس، محاسبه نمود. به بیان ریاضی، می‌توان این‌گونه تعریف کرد:

$$\textbf{تنوع} = \mathbf{k}_{c,o} = \sum_{P} M_{CP} \qquad (۲)$$

$$\textbf{فراگیر بودن} = K_{P,O} = \sum_{C} M_{CP} \qquad (۳)$$

برای ایجاد یک شاخص دقیق از تعداد قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در یک کشور یا تعداد قابلیت‌های موردنیاز برای ساخت یک کالا، لازم است اطلاعات مربوط به تنوع و فراگیری را تکمیل نمود؛ که مستلزم آن است که برای هر کشور، متوسط فراگیری کالاهایی را که صادر می‌کند و نیز متوسط تنوع کشورهایی را که این محصولات را صادرات می‌کنند، محاسبه کنیم. این مسأله را می‌توان به کمک روابط زیر بهتر بیان کرد:

$$K_{C,N} = \frac{1}{K_{C,O}} \sum_{P} M_{CP} . K_{P,N-1} \qquad (۴)$$

$$K_{P,N} = \frac{1}{K_{P,O}} \sum_{C} M_{CP} . K_{C,N-1} \qquad (۵)$$

با جایگذاری رابطه (۵) در (۴) داریم:

$$K_{C,N} = \frac{1}{K_{C,O}} \sum_{P} M_{CP} \frac{1}{K_{P,O}} \sum_{C'} M_{C'P} K_{C',N-2} \qquad (۶)$$

$$K_{C,N} = \sum_{C'} K_{C',N-2} \sum \frac{M_{CP} M_{C'P}}{K_{C,O} K_{P,O}} \qquad (۷)$$

1. Ubiquity

اگر $\sum_{P}\frac{M_{CP}M_{CP}}{K_{C,O}K_{P,O}}$ را $\breve{M}_{CC'}$ نام‌گذاری کنیم، داریم:

$$K_{C,N}=\sum_{C'}\breve{M}_{CC}K_{C',N-2} \tag{۸}$$

رابطه (۸)، وقتی برقرار است که $K_{C,N}=K_{C,N-2}=1$. این بردار ویژه $\breve{M}_{CC'}$ است که با بزرگ‌ترین مقدار ویژه مرتبط است. ازآنجایی‌که این بردار ویژه، برداری از اعداد یک است، دربردارنده اطلاعات مفیدی نیست؛ بنابراین به‌جای آن، از بردار ویژه مربوط به دومین مقدار ویژه بزرگ استفاده می‌کنیم. این برداری است که بزرگ‌ترین مقدار واریانس را منعکس می‌کند و شاخصی برای اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی است؛ و بنابراین، پیچیدگی اقتصادی را می‌توان این‌گونه تعریف کرد:

$$ECI=\frac{\vec{K}-\langle\vec{K}\rangle}{se(\vec{K})} \tag{۹}$$

در این رابطه، نماد $\langle\rangle$ معرف میانگین، se نشان‌دهنده انحراف معیار و $\vec{K}$ بردار ویژه ماتریس $\breve{M}_{CC'}$ مرتبط با دومین مقدار بزرگ است.

۳-۴. متغیرهای کنترلی و ابزاری

بر اساس ادبیات ارائه شده توسط لاپاتیاس و همکاران (Lapatinas *et al.*, 2019)، مدل این پژوهش، تعدادی از متغیرهای کنترلی را شامل می شود که مربوط به عملکرد زیست‌محیطی هستند. اولاً، به‌منظور محاسبه مراحل مختلف توسعه اقتصادی، از لگاریتم سرانه تولید ناخالص داخلی (PPP به‌صورت ثابت ۲۰۱۷ دلار بین‌المللی) استفاده می شود. بر اساس فرضیه EKC، بین شاخص‌های آلودگی و توسعه اقتصادی، رابطه‌ای وارونه U شکل وجود دارد. برای بررسی این فرضیه، مجذور تولید ناخالص داخلی سرانه را به‌عنوان یک متغیر توضیحی اضافه می‌کنیم. برای سهولت محاسبات، از لگاریتم آنها استفاده می شود. علاوه بر این، باز بودن یک اقتصاد در مقابل تجارت بین‌المللی، ممکن است تأثیر قابل‌توجهی بر کیفیت محیط‌زیست داشته باشد، به این دلیل، مجموع صادرات و واردات در تولید ناخالص داخلی را به کار می‌بریم که با عنوان تجارت تعریف شده است.

همچنین نسبت ارزش‌افزوده کشاورزی و صنعت را وارد مدل می کنیم تا ترکیب تولیدات یک کشور در این دو بخش مشخص شود. متغیرهای کنترلی مدل همچنین دو متغیر جمعیت شناختی شامل: تراکم جمعیت (تعداد افراد ساکن در هر کیلومترمربع) و جمعیت شهری (نسبت جمعیت شهری) برای شناسایی پیامدهای تغییرات جمعیتی بر محیط‌زیست را در برمی گیرد. با اضافه کردن تعداد افراد ثبت‌نام شده در آموزش متوسطه، سطح سرمایه انسانی را نیز کنترل می کنیم. انتظار

می رود، این متغیر، بر پایداری زیست‌محیطی تأثیر بگذارد؛ زیرا افراد با تحصیلات بیشتر، از خطرات زیست‌محیطی آگاه‌تر و نگران هستند. آنها همچنین تمایل به اجرای اقداماتی دارند که تصمیمات سیاسی را ترویج و حمایت می کنند که از محیط‌زیست محافظت می‌کند.

درنهایت، مدل متغیر کنترل فساد را شامل می شود. ادبیات مربوط، دو اثر جزئی را که ممکن است فساد بر آلودگی محیط‌زیست داشته باشد، متمایز می کند. از یک‌سو، با کاهش مقررات زیست‌محیطی، فساد به‌طور مستقیم آلودگی را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر، فساد آلودگی را تحت تأثیر غیرمستقیم قرار می دهد و با کاهش تولید، ممکن است به‌نوبه خود، به آلودگی پایین‌تر در برخی از سطوح درآمدی منجر شود.

علاوه بر متغیرهای کنترلی عنوان شده در بالا، به پیروی از لاپاتیاس و همکاران (Lapatinas *et al.*, 2019)، از متغیر تعداد مقالات منتشر شده در یک سال، به‌عنوان متغیر ابزاری که بر ECI اثر بالقوه می گذارد، استفاده می کنیم.

۵. روش‌شناسی تحقیق

همان گونه که بیان شد، هدف مطالعه حاضر، بررسی تأثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای منطقه منا[1] (شامل ایران، عربستان، قطر، کویت، عمان، امارات، مصر، الجزایر، لبنان، اردن، یمن، بحرین، تونس، اسرائیل، مراکش، لیبی، عراق و سوریه) است. ازاین‌رو، برای رسیدن به این هدف در تحقیق حاضر، از مدل پیشنهادی لاپاتیناس و همکاران (Lapatinas *et al.*, 2019) استفاده شده است که تاکنون در پژوهش های دیگر، مورد استفاده قرار نگرفته و دارای ویژگی های زیر است: اولاً، مدل به خوبی تصریح‌شده است و علاوه بر اینکه متغیرهای موردنظر را وارد کرده، از متغیرهای مرتبط و مهم دیگر استفاده نموده است؛ ثانیاً، ساختار مدل ازنظر متغیرهای مورد استفاده در ادبیات اقتصاد محیط‌زیست همخوانی دارد؛ ثالثاً، برای رفع مشکل درونزا بودن متغیرهای توضیحی، از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای استفاده نموده و با استفاده از روش TSLS و اعمال 2SLS، به حداقل نمودن خطای بالقوه یافته‌ها مبادرت می‌ورزد. در این تحقیق، مدل عمومی به‌صورت زیر است:

1. Middle East and North Africa

$$EPI_{i,t} = a_0 + \beta_1 ECI_{i,t} + \beta_2 \log(GDP)_{i,t} + \beta_3 \left[\log\left(GDP\right)_{i,t}\right]^2 + \beta_K X_{i,t} + u_{i,t} \quad (۱)$$

در معادله بالا، EPI متغیر وابسته و نشان‌دهنده عملکرد زیست‌محیطی کشور i در زمان t، ECI شاخص پیچیدگی اقتصادی کشور i در زمان t، $\log(GDP)_{i,t}$ لگاریتم تولید ناخالص داخلی (به دلار ثابت سال ۲۰۱۷) کشور i در زمان t، $\left[\log\left(GDP\right)_{i,t}\right]^2$: نشان‌دهنده مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی کشور i در زمان t (که برای آزمون منحنی U معکوس کوزنتس استفاده شده، که بیان می کند، بین رشد و تخریب محیط‌زیست، رابطه u وارونه برقرار است و اگر در این مطالعه، به دلیل استفاده از متغیر عملکرد زیست محیطی، علامت سطح درآمد سرانه، مثبت و علامت مجذور آن، منفی باشد، نتیجه برقراری این رابطه تأیید می شود) و $X_{i,t}$ نشان‌دهنده متغیرهای کنترلی تأثیرگذار بر متغیر وابسته شامل: جمعیت، کشاورزی، میزان صنعتی شدن، فساد، تجارت، شهرنشینی و آموزش کشور i در زمان t است.

ازآنجاکه به دلیل کیفیت داده‌ها، احتمال وجود ارتباط بین شاخص عملکرد زیست‌محیطی (متغیر وابسته) و متغیرهای مستقل پیش‌بینی می‌شود، می‌توان انتظار داشت که یافته‌های مقاله، ناشی از برآورد معادله به روش حداقل مربعات معمولی جهت‌دار باشند؛ و بنابراین، با توجه به پیشنهاد لاپاتیناس و همکاران (Lapatinas *et al.*, 2019)، برای رفع مشکل درونزا بودن متغیرهای توضیحی در این مقاله، از روش حداقل مربعات دومرحله‌ای با اعمال EGLS[1] استفاده نموده و با روش TSLS و اعمال 2SLS، به حداقل نمودن خطای بالقوه یافته‌ها پرداخته می شود. همان‌گونه که دو پژوهشگر، در نتیجه گیری از مطالعه ای (Radman Peša & Festić, 2014)، بیان می دارند، این روش، خطای اندازه گیری و جهت‌گیری متغیرها را کاهش می دهد، همچنین هم خطی بین متغیرهای توضیحی را پایین می آورد و ناهمسانی واریانس را رفع می کند. در جداول (۱) و (۲)، آمار توصیفی و منبع هر یک از متغیرها در پژوهش، ارائه شده است.

1. Two-Stage EGLS Methods

جدول ۱. توصیف متغیرهای پژوهش

متغیر	تعریف	منبع
EPI	شاخص عملکرد زیست‌محیطی	Epi.envirocenter.yale.edu
ECI	شاخص پیچیدگی اقتصادی	Atlas.media.mit.edu
$\log(GDP)_{it}$	لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه (به دلار ثابت ۲۰۱۷)	World Development Indicators
$\left[\log(GDP)_{it}\right]^2$	مجذور لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه	World Development Indicators
جمعیت	میزان تراکم جمعیت در کیلومترمربع	World Development Indicators
کشاورزی	کشاورزی، جنگلداری و ماهیگیری (درصد از تولید ناخالص داخلی)	World Development Indicators
صنعتی شدن	صنعتی شدن (درصد تولید ناخالص داخلی)	World Development Indicators
فساد	میزان کنترل فساد	Worldwide Governance Indicators
تجارت	تجارت (درصد از تولید ناخالص داخلی)	World Development Indicators
شهرنشینی	جمعیت شهری (درصد از کل جمعیت)	World Development Indicators
تحصیلات	تعداد ثبت‌نام در مقطع متوسطه (هردو جنس)	Education Statistics - All Indicators
مقالات منتشر شده	تعداد مقالات علمی و مهندسی منتشر شده	World Development Indicators

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۲. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

متغیر	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	تعداد مشاهدات
عملکرد زیست‌محیطی	۵۴/۳۰	۵۴/۳۶	۷۸/۱۴	۲۹/۷۰	۲۵۰
پیچیدگی اقتصادی	-۰/۴۰	-۰/۳۸	۱/۳۱	-۲/۷۹	۳۰۵
Log GDP	۹/۹۷	۹/۷۰	۱۱/۵۵	۸/۴۶	۲۷۱
$(\text{Log GDP})^2$	۱۰۰	۹۴	۱۳۳	۷۱/۵۸	۲۷۱
جمعیت	۶۹/۴۶	۶۶/۷۱	۲۳۹/۵۹	۳/۱۴	۲۵۵
کشاورزی	۵/۲۳	۳/۸۵	۲۰/۷۳	۰/۰۹	۲۷۶
صنعتی شدن	۴۲/۴۶	۴۳/۱۶	۸۷/۸۰	۱۳/۸۱	۲۶۳
کنترل فساد	۵۳/۲۱	۵۸/۱۷	۹۳/۷۸	۵/۲۹	۲۸۹
تجارت	۸۶/۵۱	۸۶/۰۷	۱۵۱/۶۷	۳۰/۲۵	۲۶۳
شهرنشینی	۷۵/۰۸	۷۸/۲۸	۱۰۰	۳۱/۱۹	۲۹۹
تحصیلات	۱۲۰۷	۶۹۷۱	۵۸۶۸	۴۹۰۴	۱۸۶
مقالات منتشر شده	۱۵۲۲	۸۰۱/۴	۱۰۸۹۷	۲۷/۱۳	۲۶۹

مأخذ: محاسبات تحقیق

۶. برآورد مدل و تحلیل نتایج

در این بخش، ابتدا به‌منظور جلوگیری از بروز مشکل رگرسیون کاذب، آزمون ایستایی متغیرها با استفاده از آزمون‌های ایم، پسران و شین[1] (IPS)، فیشر- دیکی فولر تعمیم‌یافته[2] (ADF) و فیشر- فیلیپس پرون[3] (PP) انجام شده است. این سه آزمون، مهم‌ترین آزمون‌های ریشه واحد در داده‌های پانل می باشند. در این آزمون‌ها، روند بررسی ایستایی مشابه است و با رد فرضیه H_0، نا ایستایی یا وجود ریشه واحد متغیرها رد می شود (شاه آبادی و همکاران، ۱۳۹۷). همان‌طور که نتایج آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته در جدول (۳) نشان می دهد، همه متغیرهای استفاده شده در این پژوهش (بجز متغیر تحصیلات)، در سطح مانا هستند. لذا برای این متغیر، آزمون ریشه واحد مرتبه اول انجام گردید که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است.

ازآنجایی‌که متغیرهای استفاده شده در تحقیق حاضر، در درجات مختلفی از I(0) و I(1)، پایا می شوند، پس از بررسی ایستایی متغیرها، هم انباشتگی (همگرایی) پانلی برای بررسی روابط بلندمدت اقتصادی متغیرها و عدم وجود رگرسیون کاذب، مورد آزمون قرار می‌گیرد. برای بررسی هم انباشتگی داده‌های پانل، چندین آزمون ازجمله: آزمون کائو، آزمون پدرونی و آزمون فیشر وجود دارد. در پژوهش حاضر، از آزمون کائو استفاده شده است. آزمون پدرونی به دلیل زیاد بودن تعداد متغیرهای مدل و آزمون فیشر، به علت ناکافی بودن داده‌ها، امکان‌پذیر نیست.

در این آزمون، فرضیه صفر، عدم وجود هم انباشتگی است. مطابق نتایج جدول (۴)، فرضیه صفر رد شده و بین متغیرها، رابطه بلندمدت وجود دارد. در این صورت، رگرسیون برآوردی، کاذب نیست.

---

1. K. Im; H. Pesaran and Y. Shin
2. Fisher-Augmented Deyki Fuller
3. Fisher-Phillips Peron

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد در سطح

آزمون / متغیر	ایم، پسران و شین		فیشر- دیکی فولر تعمیم‌یافته		فیشر- فیلپس پرون	
	Prob	Statistic	Prob	statistic	prob	Statistic
عملکرد زیست‌محیطی	۰/۰۰۰۱	-۳/۷۳۴۰۴	۰/۰۰۰۲	۷۴/۸۰۷۹	۰/۰۰۰۰	۸۶/۲۳۰۱
پیچیدگی اقتصادی	۰/۰۰۰۶	-۳/۲۳۴۰۰	۰/۰۰۲۳	۶۴/۸۱۱۱۲	۰/۰۰۴۷	۶۱/۸۳۸۷
Log GDP	۰/۰۰۰۰	۶۷۳۰۷	۰/۰۰۰۰	۸۲/۷۹۸۰	۰/۰۰۰۶	۶۴/۴۲۳۲
$(\text{Log GDP})^2$	۰/۰۰۰۰	-۴/۷۰۳۸۴	۰/۰۰۰۰	۸۲/۰۵۳۰	۰/۰۰۱۱	۶۲/۰۴۰۴
جمعیت	۱/۰۰۰۰	۴/۴۰۲۸۲	۰/۰۰۰۲	۷۴/۵۱۱۷	۱/۰۰۰۰	۴/۸۳۹۹۰
کشاورزی	۰/۱۰۵۷	-۱/۲۴۹۹۰	۰/۰۰۳۰	۶۳/۶۹۹۰	۰/۰۰۰۰	۹۳/۸۸۹۷
صنعت	۰/۰۸۷۸	-۱/۳۵۴۴۴	۰/۰۲۵۳	۵۴/۳۷۹۱	۰/۱۴۳۱	۴۵/۰۶۰۱
فساد	۰/۰۰۰۷	-۳/۲۱۲۴۵	۰/۰۰۱۳	۶۴/۱۲۳۰	۰/۰۰۰۰	۹۰/۰۸۶۷
تجارت	۰/۰۱۳۵	-۲/۲۱۰۳۸	۰/۰۱۵۵	۵۴/۱۳۱۵	۰/۰۳۸۹۲	۳۵/۶۸۲۳
شهری شدن	۰/۹۹۸۲	۲/۹۱۲۴۹	۰/۰۱۰۰	۵۶/۰۵۵۶	۰/۰۰۰۰	۴۶۰/۵۲۱
تحصیلات	۰/۹۹۸۴	۲/۹۳۹۵۲	۰/۸۱۷۰	۲۲/۹۵۷۶	۰/۶۹۱۰	۲۵/۶۸۷۳

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۴. آزمون ریشه واحد تفاضل مرتبه اول متغیر تحصیلات

آزمون / متغیر	ایم، پسران و شین		فیشر- دیکی فولر تعمیم‌یافته		فیشر- فیلپس پرون	
	prob	Statistic	prob	statistic	prob	Statistic
تحصیلات	۰/۰۰۰۷	-۳/۱۹۰۴۱	۰/۰۰۱۶	۵۵/۲۴۵۴	۰/۰۰۰۰	۶۷/۵۵۶۵

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۵. نتایج آزمون هم انباشتگی

نام آزمون	Prob	t-statistic
آزمون هم انباشتگی کائو	۰/۰۴۷۶	-۱/۶۶۸۱۰۹

مأخذ: محاسبات تحقیق

بعد از بررسی ایستایی و هم انباشتگی متغیرها در طول زمان، اولین گام در برآورد مدل‌های پانل دیتا، تعیین نمودن قیود وارد شده بر مدل اقتصادسنجی است. به‌عبارت‌دیگر، نخست باید مشخص شود که رابطه رگرسیونی در نمونه مورد بررسی، دارای عرض از مبدأهای ناهمگن و شیب همگن است (لزوم استفاده از مدل داده‌های پانل) و یا اینکه، فرضیه عرض از مبدأهای مشترک و شیب مشترک در بین مقاطع (لزوم استفاده از مدل داده‌های تلفیقی)، پذیرفته می شود. برای آزمون معنی‌دار بودن روش داده‌های پانل، از آماره آزمون F لیمر استفاده می شود. فرضیه H_0 در این آزمون، قابلیت تخمین مدل به‌صورت داده‌های تلفیقی، و فرضیه مقابل، یعنی H_1، قابلیت تخمین مدل، به‌صورت داده‌های پانل است. ازآنجایی‌که مقدار احتمال آزمون لیمر در جدول (۶) کوچک‌تر از ۰/۰۵ می باشد، لذا فرض صفر مبنی بر وجود رگرسیون Pooled یا تجمیعی (رگرسیون بدون وجود اثرات ثابت یا تصادفی)، رد شده و بنابراین، الگوی مناسب برای برآورد مدل مورد بررسی، دارای اثرات ثابت یا اثرات تصادفی بوده و به‌صورت تجمیعی یا Pooled نیست.

جدول ۶. نتایج آزمون اف لیمر

نوع آزمون	مقدار احتمال	مقدار آماره t
آزمون اف لیمر	۰/۰۰۰۰	۷/۰۶۴۶۲۹

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول ۷. نتایج آزمون هاسمن

نوع آزمون	مقدار احتمال	مقدار آماره کای اسکوئر
آزمون هاسمن	۰/۰۰۰۰	۵۲/۹۴۵۸۵۰

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول (۷)، نتایج آزمون هاسمن را نشان می دهد. با توجه به اینکه مقدار احتمال آزمون هاسمن، کمتر از ۰/۰۵ است، درنتیجه، این فرض آماری که مدل دارای اثرات تصادفی باشد، رد می‌شود و مدل، اثرات ثابت بر روی مقاطع (در اینجا، مقاطع کشورها هستند) دارد.

جدول ۸. نتایج برآورد مدل

نام متغیر	ضریب رگرسیون	خطای استاندارد	آماره t	مقدار احتمال
پیچیدگی اقتصادی	-۷/۰۲۰۲۲۸	۲/۸۳۸۱۱۲	-۲/۴۷۳۵۵۶	۰/۰۱۷۱
Log GDP	۱۵۶/۳۸۸۴	۹۱/۲۱۱۸۲	۱/۷۱۴۵۶۲	۰/۰۹۳۲
$(\text{Log GDP})^2$	-۶/۷۸۶۵۸۸	۴/۶۰۸۰۹۰	-۱/۴۷۲۷۵۵	۰/۱۴۷۶
جمعیت	۰/۰۸۲۸۹۲	۰/۰۴۶۰۸۰	۱/۷۹۸۸۴۸	۰/۰۷۸۶
کشاورزی	۰/۹۷۵۸۵۹	۰/۷۱۱۱۵۶	۱/۳۷۲۲۱۵	۰/۱۷۶۷
صنعتی شدن	-۰/۴۰۵۶۶۷	۰/۱۱۷۸۱۳	-۳/۴۴۳۳۰۸	۰/۰۰۱۲
کنترل فساد	۰/۰۲۸۲۲۷	۰/۱۴۱۶۵۳	۰/۱۹۹۲۷۰	۰/۸۴۲۹
تجارت	۰/۱۷۶۰۹۷	۰/۰۷۶۹۹۶	۲/۲۸۷۰۷۸	۰/۰۲۶۸
شهرنشینی	۰/۵۵۳۲۴۱	۰/۲۶۵۸۵۱	۲/۰۸۱۰۲۰	۰/۰۴۳۰
تحصیلات	-۱/۰۸۰۰۰۰	۳/۲۴۰۰۰۰	-۳/۳۲۵۰۲۱	۰/۰۰۱۷
C	-۸۶۲/۸۴۵۲	۴۴۴/۶۶۸۵	-۱/۹۴۰۴۲۳	۰/۰۵۸۵
ضریب تعیین	۰/۹۹۱۴۹۹			
ضریب تعیین تعدیل شده	۰/۹۸۸۱۷۳			
آماره دوربین - واتسون	۲/۳۶۴۰۱۶			
مقدار آماره F	۳۰۲/۸۴۲۳			
معنی‌داری کل مدل	۰/۰۰۰۰۰۰			

مأخذ: محاسبات تحقیق

جدول (۸)، نتایج برآورد مدل اثرات ثابت به روش 2SLS/IV با اعمال EGLS را نشان می دهد که در آن، مقدار آماره F و مقدار احتمال معنی‌داری کل مدل، به ترتیب برابر (۳۰۲/۸۴۲۳) و (۰/۰۰۰۰۰۰) است که نشان‌دهنده معنی‌دار بودن مدل در حالت کلی است (زیرا مقدار احتمال این آماره، کمتر از ۰/۰۵ است). ضریب تعیین برابر (۰/۹۹۱۴۹۹) است که نشان می‌دهد، مدل برازش

قابل قبولی ارائه داده است. مقدار ضریب تعیین تعدیل‌شده[1] برابر با (۰/۹۸۸۱۷۳) است که بر اساس آن می‌توان گفت، این مدل بیش از ۹۸ درصد تغییرات در متغیر وابسته یعنی شاخص عملکرد زیست‌محیطی (EPI) را تبیین نموده است.

علاوه بر آن، مقدار آماره دوربین- واتسون که خودهمبستگی بین باقیمانده‌های مدل را نشان می دهد، برابر با ۲/۳۶ است که در محدوده مجاز ۱/۵ تا ۲/۵ قرار دارد. بعد از برآورد مدل در مورد مشکلات مربوط به خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس در مدل ها، باید گفت که خودهمبستگی، مشکل مربوط به داده های سری زمانی و ناهمسانی واریانس، مشکل خاص داده های مقطعی است که این مشکل در داده های تلفیقی، پیچیده تر می شوند.

در یک تقسیم بندی کلی، می توان گفت، هنگامی‌که سری زمانی مورد مطالعه، طولانی و واحدهای مقطعی، متعدد باشد، احتمال بیشتری در وجود ناهمسانی واریانس بین گروهی وجود خواهد داشت (جبل عاملی و بی‌ریا، ۱۳۸۵). لذا در مطالعه حاضر، به بررسی آزمون ناهمسانی واریانس پرداخته شد که نتیجه (احتمال ناهمسانی ۰/۴۷۰۹)، حاکی از آن است که از این بابت، مسأله ای وجود ندارد. علاوه بر آن، بعد از تخمین مدل، جهت تأیید اعتبار متغیرهای ابزاری، آزمون سارگان انجام شد. در این آزمون، فرض H_0 عدم همبستگی بین متغیرهای ابزاری با اجزاء اخلال را نشان می دهد و مبتنی بر معتبر بودن مدل بوده، و فرض جایگزین H_1 همبستگی بین متغیرهای ابزاری با اجزاء اخلال را نشان می دهد و مبتنی بر نامعتبر بودن مدل است. نتیجه آزمون سارگان (احتمال ۰/۶۳)، بیانگر عدم وجود همبستگی سریالی بین ابزارها و جمله خطا می باشد و بنابراین، مدل با موفقیت برازش شده، و نتایج آن قابل‌اتکا است.

نتایج جدول (۸)، نشان‌دهنده وجود رابطه معکوس میان پیچیدگی اقتصادی با عملکرد زیست‌محیطی کشورهای منا می باشد. علاوه بر آن، نتایج جدول نشان می دهد که لگاریتم تولید ناخالص داخلی سرانه با عملکرد زیست‌محیطی، دارای رابطه مثبت و غیرمعنی‌دار بوده، درحالی‌که مجذور آن، دارای رابطه معکوس و غیرمعنی دار با عملکرد زیست‌محیطی است و درنتیجه، فرضیه منحنی کوزنتس در مورد کشورهای منا تأیید نمی شود.

چگونگی رخ دادن این رابطه را می توان با استفاده از مطالعهٔ دوگان و همکاران (Doğan *et al.*, 2019) توجیه کرد؛ که بیان می دارند، در کشورهای با درآمد سرانه پایین (در اینجا کشورهای منطقه منا)، پیچیدگی اقتصادی، تأثیر مثبت و آماری قابل‌توجهی بر انتشار آلودگی (تخریب محیط‌زیست) دارد. ممکن است این امر، به دلیل تنوع کمتر تولید و صادرات این کشورها باشد، که بیشتر آنها،

1. Adjusted R-Squared

کشورهایی هستند که وابستگی بالایی به یک کالای صادراتی واحد دارند و منابع انرژی اصلی آنها، سوخت های فسیلی است.

نتایج برآورد مدل، همچنین نشان می دهد که میزان صنعتی شدن، دارای رابطه معکوس با عملکرد زیست‌محیطی است که این نتیجه، با نتیجه این پژوهش: (Ullah *et al.*, 2020) مشابهت دارد. میزان تجارت، دارای رابطه مثبت و معنی دار با عملکرد زیست‌محیطی است که این نتیجه، با نتیجه پژوهش: (Dkhili and Ben Dhiab, 2019) مشابهت دارد. علاوه بر آن، نتایج جدول، نشان دهنده وجود رابطه مثبت و معنی‌دار بین میزان کنترل فساد با عملکرد زیست‌محیطی است؛ همان‌گونه که نتیجه این مطالعات: (Lapatinas *et al.*, 2019)، (Lisciandra and Migliardo 2017) و (Damania *et al.*, 2003) نشان می دهند که فساد، باعث کاهش سخت گیری نسبت به مقررات زیست‌محیطی می شود؛ لذا کنترل آن برای بهبود عملکرد زیست‌محیطی ضروری به نظر می رسد.

نتایج جدول (۸)، همچنین نشان‌دهنده وجود رابطه مثبت بین شهرنشینی و جمعیت با عملکرد زیست‌محیطی است؛ همان گونه که نتیجه مطالعه: (Sharma 2011) بیان می دارد، با افزایش شهرنشینی و رشد جمعیت، استانداردها و مقررات زیست‌محیطی سخت تری اغلب در بخش انرژی و سیاست های زیست‌محیطی اعمال می شود.

درنهایت، نتایج جدول (۸)، نشان می دهد که کشاورزی با عملکرد زیست‌محیطی، رابطه مثبت دارد. این نتیجه، با نتیجه مطالعه: (Ilić *et al.*, 2017) مشابهت دارد؛ درحالی‌که متغیر تحصیلات، رابطه منفی با عملکرد زیست‌محیطی دارد که علت این امر، می تواند به دلیل ساختارهای نامناسب آموزشی در این کشورها باشد.

۷. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

یکی از مسائل مهم، اساسی و قابل‌توجه در دهه های اخیر، مسأله رشد اقتصادی و حفظ کیفیت محیط‌زیست بوده است. زمانی که هشت هدف توسعه هزاره (MDGs)[1] سازمان ملل در سال ۲۰۰۰ توسط مجمع عمومی سازمان ملل متحد تصویب شد، اطمینان از پایداری محیط‌زیست، به‌عنوان هدف هفتم مطرح شد. پایداری محیط زیست یا توسعه پایدار، فرایندی است که آینده‌ای مطلوب را برای جوامع بشری متصور می‌شود که در آن، شرایط زندگی و استفاده از منابع، بدون آسیب رساندن به یکپارچگی، زیبایی و ثبات نظام‌های حیاتی، نیازهای انسان را برطرف می‌سازد. نیاز به درک بهتر از پدیده های اقتصادی –اجتماعی، محققان را بر آن داشته است که نظریه های از قبل ارائه شده را

1. Millennium Development Goals

اصلاح کنند و نظریه‌های جدیدی ارائه دهند که دریچه ای نو به ادبیات توسعه اقتصادی دارند؛ زیرا به‌طورکلی، هدف همه کشورها رسیدن به رشد و توسعه اقتصادی بالاتر وپایدارتر است.

ازاین‌رو، در تحقیق حاضر، علاوه بر بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر عملکرد زیست محیطی ۱۸ کشور منتخب منطقه منا در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸، به بررسی فرضیه کوزنتس بین درآمد سرانه و عملکرد زیست محیطی این کشورها در بازه زمانی فوق، پرداخته شد.

نتایج تحقیق حاکی از وجود رابطه معکوس بین پیچیدگی اقتصادی با عملکرد زیست‌محیطی کشورهای منتخب منطقه منا است، به گونه ای که با افزایش یک واحدی شاخص پیچیدگی اقتصادی، عملکرد زیست‌محیطی بیش از ۷ واحد کاهش می یابد. علاوه بر آن، نتایج پژوهش حاکی از آن است که بین افزایش درآمد سرانه و عملکرد زیست‌محیطی، رابطه غیرخطی و غیرمعنی دار وجود دارد و افزایش یک واحدی درآمد سرانه تا رسیدن به حد درآمد متوسط (نقطه عطف منحنی کوزنتس)، باعث افزایش عملکرد زیست‌محیطی بیش از ۱۵ واحد می‌شود.

درنهایت نتایج تحقیق حاضر، نشان می دهد که بین مجذور درآمد سرانه و عملکرد زیست‌محیطی در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸، رابطه معکوس غیرمعنی دار وجود دارد، لذا می توان نتیجه گرفت که در بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸، فرضیه منحنی کوزنتس در مورد کشورهای منتخب منطقه منا صادق نیست؛ همان‌گونه که دوگان و همکاران (Doğan *et al.*, 2019) بیان می دارند، در کشورهای با درآمد سرانه پایین (در اینجا کشورهای منطقه منا)، پیچیدگی اقتصادی، تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار آلودگی (تخریب محیطزیست) دارد؛ که ممکن است این امر، به دلیل تنوع کمتر تولید و صادرات کشورهای منطقه منا باشد. بیشتر کشورهای منطقه منا، وابستگی بالایی به یک کالای صادراتی واحد دارند و منابع انرژی اصلی آنها، سوخت های فسیلی است.

علاوه بر آن، چو (Chu, 2021) بیان می‌دارد که افزایش پیچیدگی اقتصادی، همیشه برای محیطزیست بهتر نیست. ازآنجاکه آسیب به محیطزیست در فرایند توسعه اقتصادی کشورهای منا افزایش می‌یابد، دولت‌ها باید بر بهبود کیفیت نهادی و تشویق به استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای به حداقل رساندن اثرات منفی، تمرکز کنند. آنها همچنین باید تحول ساختار اقتصادی دوستار محیط زیست را سرعت بخشند، و به‌عنوان مثال، حمایت از تأسیس و توسعه صنایع دانش‌بنیان، افزایش واردات و تولید فناوری های دوستدار محیطزیست را در دستور کار خود قرار دهند.

تعارض منافع

نویسندگان اعلام می کنند که هیچ نوع تعارض منافعی وجود ندارد.

منابع و مآخذ

احمدیان، محمدمهدی؛ آقاجانی، حسن علی؛ شیر خدایی، میثم و طهرانچیان، امیر منصور (۱۳۹۷). پیچیدگی اقتصادی، رویکردی نوین برای سنجش تجاری‌سازی تولیدات علمی و فناورانه. *فصلنامه کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۲۱(۴): ۱۶۱-۱۲۴.

اخباری، رضا و آماده، حمید (۱۳۹۴). کاربردی از فرضیه پناهگاه آلودگی در شناسایی صنایع آلاینده: شواهدی از رابطه تجاری ایران- چین. *فصلنامه علوم و تکنولوژی محیط زیست*، ۱۹(۲): ۳۲-۱۵.

اسلاملوئیان، کریم و دهقان منشادی، محمد (۱۳۹۴). بررسی رابطهٔ بین عملکرد زیست‌محیطی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی: آزمون فرضیه پناهگاه آلودگی. *سیاست گذاری اقتصادی*، ۷(۱۴): ۳۱-۵۸.

پژم، سیدمهدی و سلیمی فر، مصطفی (۱۳۹۴). بررسی تأثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر رشد اقتصادی در ۴۲ کشور برتر در تولید علم. *اقتصاد و توسعه منطقه ای*، ۲۲.

جبل‌عاملی، فرخنده و بی‌ریا، سهیلا (۱۳۸۵). برآورد تابع تقاضای کشورهای وارد کننده زعفران ایران با روش پانل ۱۳۸۰-۱۳۷۰. *پژوهشنامه بازرگانی*، (۱۰) ۳۹: ۱۳۴-۱۰۹.

دلیری، حسن (۱۳۹۹). ارتباط بین جای پای اکولوژیک و رشد اقتصادی در کشورهای D8: آزمون فرضیه زیست محیطی کوزنتس با استفاده از مدل PSTR. *فصلنامه تحقیقات مدلسازی اقتصادی*، ۱۰(۳۹): ۱۱۲-۸۱.

رنجبر، امید؛ ثاقب، حسن و ضیائی بیگدلی، صادق (۱۳۹۸). تحلیل پویایی صادرات غیرنفتی ایران: نتایج جدید با کمک نظریه پیچیدگی اقتصادی. *تحقیقات اقتصادی*، ۵۴ (۱): ۷۳-۴۷.

زبیری، هدی و موتمنی، مانی (۱۳۹۹). سرمایه انسانی و پیچیدگی اقتصاد در ایران. *پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار (پژوهش‌های اقتصادی)*، ۲۰(۳): ۱۶۶-۱۴۵.

سپهردوست، حمید؛ ستاره ئی، مریم و داوری کیش، راضیه (۱۳۹۸). نقش دولت در پیچیدگی اقتصادی کشورهای در حال توسعه؛ آزمون نظریه رشد نامتوازن بامول. *مجله علمی پژوهشی اقتصاد مقداری*، ۱۷(۳): ۱۴۳-۱۱۷.

سپهردوست، حمید؛ ستاره ئی، مریم و داوری کیش، راضیه (۱۳۹۹). تأثیر سیاست آزادی تجاری دولت بر پیچیدگی اقتصادی کشورهای درحال‌توسعه. *فصلنامه علمی نظریه های کاربردی اقتصاد*، ۷(۱): ۲۳۸-۲۱۱.

شاه‌آبادی، ابوالفضل و ارغند، هانیه (۱۳۹۷). تأثیر پیچیدگی اقتصادی (ECI) بر رفاه اجتماعی در کشورهای منتخب درحال‌توسعه. *پژوهشنامه بازرگانی*، ۲۳(۸۹): ۱۲۲-۸۹.

شاهمرادی، بهروز و چینی فروشان، پیام (۱۳۹۶). سنجش دانش و مهارت با تکیه بر رویکرد پیچیدگی اقتصادی. *رهیافت*، ۲۷(۶۷): ۴۸-۳۳.

عزیزی، زهرا (۱۳۹۸). بررسی نحوه اثرگذاری پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی در بخش صنعت. *فصلنامه برنامه ریزی و بودجه*، ۲۴(۱): ۲۴-۳.

عزیزی، زهرا؛ دارایی، فاطمه و ناصری بروجنی، علیرضا (۱۳۹۹). تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر آلودگی محیط زیست. *سیاست گذاری پیشرفت اقتصادی*، ۷(۲).

Adam, A.; Garas, A.; Katsaiti, M. S., & Lapatinas, A. (2021). Economic complexity and jobs: An empirical analysis. *Economics of Innovation and New Technology*, https://doi.org/10.1080/10438599.2020.1859751

Breitenbach, M. C.; Chisadza, C., & Clance, M. (2019). The Economic Complexity Index (ECI) and economic shocks: Developed vs developing countries, University of Pretoria, *Working Paper*, 2021-25.

Can, M., & Gozgor, G. (2017). The impact of economic complexity on carbon emissions: Evidence from France. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(19): 16364-70.

Canh, N. P.; Schinckus, C., & Thanh, S. D. (2020). The natural resources rents: Is economic complexity a solution for resource curse? *Resources Policy*, 69 (20): 1-12.

Chu, L. K. (2021). Economic structure and environmental Kuznets curve hypothesis: new evidence from economic complexity. Applied Economics Letters, 28(7), 612-616.

CNUCED (2018). World investment report 2018: Investment and new industrial policies: UN.

Dadgara, Y., & Nazari, R. (2017). The impact of good governance on environmental pollution in South West Asian countries. *Iranian Journal of Economic Studies*, 5(1): 49-63 .

Damania, R.; Fredriksson, P. G., & List, J. A. (2003). Trade liberalization, corruption, and environmental policy formation: Theory and evidence. *Journal of Environmental Economics and Management*, 46(3): 490-512.

Dkhili, H., & L. Ben Dhiab (2019). Management of environmental performance and impact of the carbon dioxide emissions (CO_2) on the economic growth in the GCC countries. Marketing and Management of Innovations, 4(19):252-268

Doğan, B.; Saboori, B., & Can, M. (2019). Does economic complexity matter for environmental degradation? An empirical analysis for different stages of development. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(31): 31900-12.

Erkan, B., & Yildirimci, E. (2015). Economic complexity and export competitiveness: The case of Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 195: 524-533.

Gill, F. L.; Gill, A. R.; Viswanathan, K. K., & Karim, M. Z. B. A. (2020). Analysis of pollution haven hypothesis (PHH) and environmental Kuznets curve (EKC) in selected Association of South-East Asian Nations (ASEAN) countries. *Review of Economics and Development Studies*, 6(1): 83-95.

Grossman, G., & Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement. National Bureau of Economic Research, 11(91):3-39.

Handoyo, S. (2018). The role of public governance in environmental sustainability. *Jurnal Ilmiah Peuradeun*, 6(2): 161-178.

Hartmann, D.; Guevara, M. R.; Jara-Figueroa, C.; Aristarán, M., & Hidalgo, C. A. (2017). Linking economic complexity, institutions, and income inequality. *World Development*, 93: 75-93.

Hausmann, R.; Hidalgo, C. A.; Bustos, S.; Coscia, M.; Simoes, A., & Yildirim, M. A. (2014). *The Atlas of Economic Complexity: Mapping Paths to Prosperity*. Mit Press.

Ilić, I.; B. Krstić & S. Jovanović (2017) Environmental performances of agriculture in the European Union countries. *Економика Пољопривреде*, 64.

Islam, R. (2017). Factors Affecting Per Capita GDP in Bangladesh: An Econometric Analysis. IOSR Journal of Economics and Finance, 10 (19): 66-70.

Lapatinas, A.; Garas, A.; Boleti, E., & Kyriakou, A. (2019). Economic complexity and environmental performance: Evidence from a world sample, Munich Personal RePEc Archive, 18(19):1-46.

Lisciandra, M., & Migliardo, C. (2017). An empirical study of the impact of corruption on environmental performance: Evidence from panel data. *Environmental and Resource Economics*, 68(2): 297-318.

Lukáč, J.; Mihalčová, B.; Manová, E.; Kozel, R.; Vilamova, Š., & Čulková, K. (2020). The position of the visegrád countries by clustering methods based on indicator environmental performance index. *Ekológia (Bratislava)*, 39(1): 16-26.

Mealy, P., & Teytelboym, A. (2020). Economic complexity and the green economy. *Research Policy*, 103948.

Mohamed, S. E., & Sidiropoulos, M. G. (2010). Another look at the determinants of foreign direct investment in MENA countries: An empirical investigation. *Journal of Economic Development*, 35(2): 75-95.

Mohammadi, H.; Mohammadi, M. & Tirgari-Seraji, M. (2018). Investigating factors affecting on per capita GDP growth in different groups of countries with emphasis on governance indicators. *Journal of Economic Modeling Research*, 8(30): 109-145.

Neagu, O. (2020). Economic complexity and ecological footprint: Evidence from the most complex economies in the world. *Sustainability*, 12(21): 1-18.

Neagu, O., & Teodoru, M. C. (2019). The relationship between economic complexity, energy consumption structure and greenhouse gas emission: Heterogeneous panel evidence from the EU countries. *Sustainability*, 11(2): 1-29.

Oreiro, J. L., D'Agostini, L. L., & Gala, P. (2020). Deindustrialization, economic complexity and exchange rate overvaluation: the case of Brazil (1998-2017). PSL Quarterly Review, 73(295): 313-341.

Pimonenko, T. V.; Liulov, O. V., & Chyhryn, O. Y. (2018). Environmental Performance Index: relation between social and economic welfare of the countries. Environmental Economics, 9(3): 1-11.

Radman Peša, A., & Festić, M. (2014). Panel regression of stock market indices dynamics in South-Eastern European economies. *Economic Research Ekonomska Istraživanja*, 27(1): 673-688.

Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). A review on environmental Kuznets curve hypothesis using bibliometric and meta-analysis. *Science of the Total Environment*, 649: 128-145.

Shahabadi, A.; Samari, H., & Nemati, M. (2017). The factors affecting environmental performance index (EPI) in selected OPEC countries. *Iranian Economic Review*, 21(3): 457-467.

Shahbaz, M.; Sinha, A., & Kontoleon, A. (2020). Decomposing scale and technique effects of economic growth on energy consumption: Fresh evidence from developing economies. *International Journal of Finance & Economics 31(20):1-31*.

Sharma, S. S. (2011). Determinants of carbon dioxide emissions: Empirical evidence from 69 countries. *Applied Energy*, 88: 376-382.

Stojkoski, V., & Kocarev, L. (2017). The relationship between growth and economic complexity: Evidence from Southeastern and Central Europe. Munich Personal RePEc Archive, 23(17): 1-25.

Suki, N. M.; Sharif, A.; Afshan, S., & Suki, N. M. (2020). Revisiting the environmental Kuznets curve in Malaysia: The role of globalization in sustainable environment. *Journal of Cleaner Production*, 264 (20): 1-10.

Swart, J., & Brinkmann, L. (2020). Economic complexity and the environment: Evidence from Brazil. Paper presented at the Universities and Sustainable Communities: Meeting the Goals of the Agenda 2030.

Telnes, C. M. (2017). Development of a Consumption-based Environmental Performance Index (Master's thesis, NTNU).

Tomic, D. (2020). The Perspective of Green GDP in Growth Modelling. Economic and Social Development: Book of Proceedings: 81-97.

Ullah, S., Ozturk, I., Usman, A., Majeed, M. T., & Akhtar, P. (2020). On the asymmetric effects of premature deindustrialization on CO2 emissions:

evidence from Pakistan. Environmental Science and Pollution Research, 27(12): 13692-13702.

Vu, T. V. (2019). Does institutional quality foster economic complexity?. Available at SSRN 3509939.

Yilanci, V., & Pata, U. K. (2020). Investigating the EKC hypothesis for China: the role of economic complexity on ecological footprint. Environmental Science and Pollution Research, 27(20): 32683-32694.

Zhu, S., & Li, R. (2017). Economic complexity, human capital and economic growth: Empirical research based on cross-country panel data. *Applied Economics*, 49(38): 3815-28.