فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق) تابستان ۱۴۰۳ ۲۱(۲) ۱۲۵-۷۵



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های بین‌المللی بر توسعه پایدار در کشورهای نوظهور: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR)

بهار سالاروند*، علی حسنوند**

** دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران (نویسنده‌ی مسئول).*

*** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد،ایران.*

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۹ اسفند ۱۳۹۹
تاریخ بازنگری: ۲٤ خرداد ۱٤۰۰
تاریخ پذیرش: ۵ تیر ۱٤۰۰

طبقه‌بندیJEL: O3, O1, F5, C5

واژگان کلیدی:
پیچیدگی اقتصادی، توسعه پایدار، ریسک‌های بین‌المللی، رگرسیون انتقال ملایم پانلی

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:
ایمیل:
bahar.salarvand@gmail.com
0009-0004-7579-5175

آدرس پستی:
خرم آباد، کیلومتر ۵ جاده تهران، دانشگاه لرستان، دانشکده مدیریت و اقتصاد، گروه اقتصاد، کد پستی: ۶۸۱۵۱۴۴۳۱۶

اطلاعات تکمیلی:
قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مولف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.
تضاد منافع: نویسندگان مقاله اعلام می‌کنند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده‌ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

بحث توسعه پایدار و حرکت در راستای اهداف ۱۷گانه توسعه پایدار برای کشورهای نوظهور از اهمیت بالایی برخوردار است. در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار ۴۷ کشور نوظهور طی بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۱ پرداخته شده است. جهت برآورد مدل باتوجه‌به متغیر حد آستانه پیچیدگی اقتصادی، از رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) بهره گرفته شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ارتباط منفی و معناداری میان پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه و ارتباط مثبت و معناداری میان پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار در رژیم دوم و بعد از حد آستانه وجود دارد. همچنین میان ریسک مالی و توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی ارتباط مثبت و معناداری و در رژیم دوم ارتباط منفی و معناداری وجود دارد. از طرفی اثر ریسک اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار در رژیم اول منفی و در رژیم دوم مثبت و معنادار است. همچنین اثر رانت منابع طبیعی بر توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه ۰/۱۸، ۰/۱۲- هست که بعد از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی، مقدار این اثر منفی به ۰/۱۰- کاهش پیدا می‌کند. بعلاوه، اثر نرخ شهرنشینی بر توسعه پایدار، قبل از حد آستانه ۰/۱۸ در رژیم اول، ۰/۵۱ است که این اثر بعد از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی به ۰/۳۸ کاهش می‌یابد؛ لذا افزایش پیچیدگی اقتصادی می‌تواند اثر نرخ شهرنشینی بر توسعه پایدار را کاهش دهد. همچنین اثر مخارج عمومی دولت بر توسعه پایدار در هر دو رژیم مثبت و معنادار است؛ به عبارتی، اثر مخارج عمومی دولت بر توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی برابر با ۰/۱۰ است که این اثر در کشورهایی با پیچیدگی بالاتر از ۰/۱۸، به ۰/۲۱ افزایش خواهد یافت.

ارجاع به مقاله:
سالاروند، بهار و حسنوند، علی. (۱۴۰۳). بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های بین‌المللی بر توسعه پایدار بر کشورهای نوظهور: رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR). *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)*، (...)،...-....
10.22055/JQE.2021.36781.2350

© 2021 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

گازهای گلخانه‌ای، عمدتاً دی‌اکسیدکربن، نقش مهمی در تغییرات آب‌وهوایی ایفا می‌کنند. گرم شدن آب‌وهوا منجر به افزایش رویدادهای شدید آب‌وهوایی می‌شود و بلایای طبیعی مانند سیل را بیشتر می‌کند (زنگ و همکاران ۲۰۲۳). از طرفی انتشار CO_2 توسط محصولات تولید صنعتی و مصرف خانگی اجتناب‌ناپذیر است. اگرچه رشد اقتصادی برای کاهش فقر، بهبود استاندارد زندگی و افزایش رفاه انسان ضروری است. بااین‌حال، یکی از اثرات منفی

توسعه، انتشار CO_2 ناشی از انسان است که اعتقاد بر این است که باعث تغییرات آب‌وهوا و زوال محیطی می‌شود (پنگ و همکاران، ۲۰۲۲).

طبق گزارش آژانس بین‌المللی انرژی انتشار جهانی CO_2 بیش از ۵۰ درصد از آغاز انقلاب صنعتی افزایش یافته است (IEA، ۲۰۲۱). همچنین، تغییرات شدید آب‌وهوایی، مانند سیل، خشکسالی، موج گرما و طوفان، در سراسر جهان مشهود است (IPCC، ۲۰۲۱). جهان دریافته است که برای کاهش ناملایمات زیست‌محیطی و تضمین رشد پایدار، به تلاش های ترکیبی نیاز است؛ لذا برای دستیابی به توسعه پایدار و رشد اقتصادی همزمان با حفظ محیطزیست نیاز به برنامه است. برنامه ریزی های صحیح اقتصادی، اجتماعی نیازمند وجود اطلاعات صحیح و جامع از عملکرد عمومی و اجزا اقتصاد کشور است (پنگ و همکاران، ۲۰۲۲).

مسئله پایداری که توسط سازمان ملل در سال ۲۰۱۵ معرفی شد (مطابق با اهداف توسعه پایدار) به موضوع مهم سازمان‌های پست مدرن تبدیل شده است؛ که توسط انواع کنشگران سیاسی، اجتماعی و محیطی هدایت می‌شود (ببینگتون و اونرمن، ۲۰۱۸؛ کارا و همکاران، ۲۰۲۱). مواجهه با پیچیدگی نگرانی‌های اکولوژیکی، اجتماعی و اکوسیستمی معاصر، طیف گسترده‌ای از دیدگاه‌های ذینفعان، و همچنین ارزش‌ها و ترجیحات متنوع را در بر دارد (بلویت، ۲۰۱۲؛ دی سوسا و همکاران، ۲۰۱۸). توسعه پایدار یک مفهوم کلان، سیستمی، چند سطحی و فرا وجهی است که چارچوبی را برای پیشبرد توسعه انسانی فراهم می‌کند و به دنبال ایجاد بازارهای فراگیر، عادلانه، سبز و سودآور است که در آن اصول پایدار موجب رشد، ایجاد ارزش بلندمدت از طریق ادغام و تعادل سرمایه طبیعی، اجتماعی، انسانی و مالی می‌شود (هانجرا و همکاران، ۲۰۲۲).

شاخص‌های مختلفی برای سنجش تولید و رشد اقتصادی وجود دارند؛ اما اغلب هزینه‌های زیست‌محیطی رشد اقتصادی را نادیده می‌گیرند (سانتانا و همکاران، ۲۰۱٤). مفهوم توسعه پایدار به‌عنوان پاسخی به این چالش‌ها باهدف هماهنگ‌کردن رشد اقتصادی با حفاظت از محیطزیست پدیدار شد (آلمیدا و همکاران، ۲۰۱۷). ریشه‌های آن را می‌توان به اقتصاددانان کلاسیک مانند مالتوس، اسمیت، ریکاردو و میل ردیابی کرد که در مورد پایداری رشد اقتصادی و پیامدهای آن برای نسل‌های آینده ابراز نگرانی کردند (پورویس و همکاران، ۲۰۱۹). این مفهوم پس از کنفرانس استکهلم در سال ۱۹۷۲ که منجر به تشکیل برنامه زیست‌محیطی سازمان ملل شد، برجسته شد. بااین‌حال، این کنفرانس، تنش بین حفاظت از محیطزیست و نیازهای توسعه کشورهای مختلف را برجسته کرد (پریزیا، ۲۰۱۷)؛ لذا درک

روابط بین فعالیت اقتصادی، رفاه اجتماعی و تخریب محیطزیست برای ایجاد یک آینده پایدار حیاتی است (UNEP، ۲۰۱۲).

توسعه پایدار به طور رسمی به‌عنوان برآوردن نیازهای فعلی بدون به خطر انداختن توانایی نسل‌های آینده برای برآوردن نیازهای خود تعریف می‌شود (براندلند، ۱۹۸۷). اصطلاح پایداری از آن زمان تابه‌حال، به طرق مختلف تفسیر شده است که اغلب ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی را در برمی‌گیرد. این مدل سه ستونی، اگرچه به‌صراحت در اسناد بنیادی مانند گزارش برونتلند یا دستور کار ۲۱ بیان نشده است، بااین‌وجود به یک چارچوب پذیرفته شده برای درک پایداری تبدیل شده است (پورویس و همکاران، ۲۰۱۹؛ مولدان و همکاران، ۲۰۱۲). براون و همکاران (۱۹۸۷) و پاپ و همکاران (۲۰۰٤) این ابعاد را بیشتر مورد بررسی قرار دادند و بر ادغام نیازهای اجتماعی، حفاظت از محیطزیست و رشد اقتصادی به‌عنوان کلید اجرای توسعه پایدار تأکید کردند.

آرمان‌های توسعه پایدار، فراخوان جهانی هستند برای اقدام در راستای پایان بخشیدن به فقر، محافظت از محیطزیست و اقلیم کره زمین، همچنین حصول اطمینان از اینکه مردم در همه‌جا می‌توانند از صلح و رفاه بهره‌مند شوند. این آرمان‌ها شامل: ۱- نبود فقر، ۲- به صفر رساندن گرسنگی، ۳- سلامت مطلوب و رفاه، ٤- آموزش باکیفیت، ۵- برابر جنسیتی، ٦- آب سالم و تأسیسات بهداشتی، ۷- انرژی پاک و قابل‌دسترس، ۸- شغل شرافتمندانه و رشد اقتصادی، ۹- صنعت، نوآوری و زیرساخت، ۱۰- کاهش نابرابری‌ها، ۱۱- شهرها و جوامع پایدار، ۱۲- تولید و مصرف مسئولانه، ۱۳- اقدام برای اقلیم، ١٤- زندگی زیر آب، ۱۵- زندگی روی زمین، ١٦- صلح، عدالت و نهادهای توانمند، ۱۷- مشارکت برای آرمان‌ها. این اهداف در **شکل1شکل1** نشان داده شده است.



شکل1. اهداف هفده‌گانه توسعه پایدار
مأخذ: (خان، ۱۴۰۲)

Figure ۱. Seventeen Sustainable Development Goals
Source: (Khan et al., 2023)

باتوجه‌به این که حفظ محیط‌زیست یکی از اهداف مهم در توسعه پایدار هست؛ در نتیجه، کاهش انتشار CO2 به اولویت اصلی سیاست‌گذاران و صنایع در سراسر جهان تبدیل شده است (خان و همکاران، ۲۰۲۳). اکنون بسیاری از کشورهای جهان از نظر قانونی موظف به اجرای طرح هایی برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای هستند. هدف محدود کردن گرمایش زمین به زیر ۲ درجه سانتیگراد، ترجیحاً ۱٫۵ درجه سانتیگراد در مقایسه با سطوح پیش از صنعتی شدن است. بااین‌حال، افزایش مداوم در انتشار دی‌اکسیدکربن (CO2) یک نگرانی است، به ویژه برای کشورهایی که به شدت به سوخت های فسیلی برای رشد اقتصادی متکی هستند (اودآقا و نگپاه، ۲۰۲۳). شواهد تجربی نشان می‌دهد که یکی از عوامل اصلی آلودگی، رشد اقتصادی است. عواملی مانند شهرنشینی نیز وجود دارد که از طریق افزایش تولید، زیرساخت، مصرف انرژی و دیگر عوامل باعث افزایش بازار و تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود (محمد و همکاران، ۲۰۲۰).

از طرفی رانت منابع طبیعی که دربرگیرنده دستاوردهای اقتصادی یک ملت از طریق مالکیت، استخراج و استقرار منابع طبیعی می‌شود باعث انتشار قابل‌توجهی از آلایندگی‌های دی‌اکسیدکربن می‌شود؛ بنابراین، کشورهای غنی از منابع طبیعی مانند نفت، زغال‌سنگ و گاز طبیعی معمولاً سطوح بالاتری از انتشار CO_2 به‌ازای واحد تولید ناخالص داخلی را نسبت به کشورهایی با منابع طبیعی کمتر تجربه می‌کنند (چایرول - آسولین و همکاران، ۲۰۲۰). این وضعیت اغلب به‌عنوان نفرین کربن مرتبط با منابع طبیعی شناخته می‌شود. کشورهایی که دارای ذخایر گسترده منابع طبیعی هستند، احتمالاً صنایع کربن بر بیشتری دارند و با چالش‌های آلودگی محیطی شدیدتری روبرو هستند (فریدریچز و ایندرویلدی، ۲۰۱۳). این را می‌توان تا حدی به اثر بیماری هلندی نسبت داد، جایی که فراوانی منابع طبیعی ممکن است رشد سایر بخش‌های اقتصادی را خفه کند و منجر به افزایش مصرف انرژی و ساختار صنعتی کربنی فشرده شود (فریدریچز و ایندرویلدی، ۲۰۱۳). در این زمینه، چندین دهه همکاری بین سازمان ملل متحد (UN) و کشورها منجر به تصویب دستور کار ۲۰۳۰ بر اساس هفده هدف (SDGs) مهم شد (UN، ۲۰۲۱). در میان این اهداف، SDG 13 خواستار برداشتن گام‌هایی برای کنترل تغییرات آب‌وهوایی جهانی و تحریک فعالیت‌های کاهنده در جهت کاهش اثرات نامطلوب تغییرات آب‌وهوایی است (ژو و همکاران، ۲۰۲۲).

عوامل مختلفی می‌توانند بر تغییرات اقلیمی تأثیر بگذارند. در میان چنین عواملی، پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان محرک حیاتی کیفیت محیطی در ادبیات اخیر ظاهر شده است. پیچیدگی اقتصادی به ساختار تولید مبتنی بر دانش و مهارت اشاره می‌کند که خروجی قابل‌توجهی را تولید می‌کند (کن و گوزگور، ۲۰۱۷). شاخص پیچیدگی اقتصادی رتبه‌بندی کشورها از نظر محصولات پیچیده در سبد صادراتی آن‌ها است و بدین‌وسیله پویایی تولید کشورها را با درنظرگرفتن قابلیت‌ها پوشش می‌دهد (کیریکاللی و همکاران، ۲۰۲۲). به‌طورکلی، اعتقاد بر این است که پیچیدگی اقتصادی بر کیفیت محیط‌زیست، اثرات متفاوت در سطوح مختلف پیچیدگی اقتصادی دارد. در این زمینه، کشورهای کمتر توسعه‌یافته با پیچیدگی اقتصادی پایین سعی در کسب رشد اقتصادی از طریق بهبود بخش کشاورزی دارند و بنابراین، مصرف انرژی و مسائل زیست‌محیطی در این مرحله عموماً پایین است. بااین‌حال، با افزایش صنعتی‌شدن، محصولات پیچیده پیشرفته تولید می‌شوند. اما، مسیر تولید محصولات پیچیده منجر به تولید کالاهای انرژی بر در صنایع مختلف همچون نساجی، فلز و سیمان، در مراحل اولیه می‌شود (دوگان و همکاران، ۲۰۱۹). ازاین‌رو، پیچیدگی اقتصادی

در این مرحله کیفیت محیطزیست را تهدید می‌کند. بااین‌وجود، با افزایش توسعه، وضعیت معکوس می‌شود، زیرا جوامعی که ترجیحات زیست‌محیطی بیشتری دارند، تمایل دارند در تولید محصولات پیچیده و نوآورانه تخصص داشته باشند و در نتیجه کالاهای پرمصرف از منابع را از سبدهای صادراتی خارج کنند (کن و گوزگور، ۲۰۱۷). علاوه بر این، افزایش نوآوری با توسعه، ساختار اقتصادی را بهبود می‌بخشد و در نتیجه کارایی بیشتر و استفاده کمتر از انرژی را به همراه دارد؛ بنابراین، پیچیدگی اقتصادی می‌تواند برای محیطزیست مفید باشد و CO_2 را در این مرحله کاهش دهد و زمینه‌ساز افزایش توسعه پایدار گردد (پنگ و همکاران، ۲۰۲۲).

پیچیدگی اقتصادی مفهومی است که میزان توانایی کشورها در تولید کالاهای پیچیده و کاربری کردن دانش در فرایند تولید از رهگذر بهبود ساختار مولد را نشان می‌دهد (حسنوند و همکاران، ۱۴۰۱). یکی از ویژگی‌های اصلی و رمز موفقیت بسیاری از کشورها در دنیای امروزی، استفاده از کاربرد دانش در فرآیندهای اقتصادی است. چرا که دانش یکی از مهمترین مولفه برای تعیین رشد اقتصادی بلندمدت است و سرمایه‌گذاری در دانش، ظرفیت تولید سایر عوامل تولید از قبیل سرمایه، منابع طبیعی و نیروی کار را افزایش داده است و تبدیل کارآمد نهاده‌های تولید به فرآیندهای تولید و محصولات جدید را تسهیل می‌کند (حسنوند و همکاران، ۱۴۰۰). شاخص پیچیدگی اقتصادی، معیار مناسبی برای میزان توسعه‌یافتگی و پیشرفت اقتصادی کشورها است که نشان‌دهنده تغییرات ساختاری و فناورانه کشورها است (خاکی و همکاران، ۱۴۰۰). علاوه بر این پیچیدگی اقتصادی می‌تواند تغییرات منطقه ای و بین المللی در رشد اقتصادی و انتشارات گلخانه‌ای را پیش بینی و توضیح دهد (هیدالگو، ۲۰۲۱). به عقیده برخی از محققان از جمله نیاگو و تئودورو (۲۰۲۰) مصرف انرژی و تخریب زیست‌محیطی نیز تحت تاثیر پیچیدگی اقتصادی و تنوع محصول قرار دارد. در کنفرانس بیست و یکم آب و هوای پاریس، مسئله کاهش تخریب محیطزیست مورد توجه جهانیان قرار گرفت و استدلال شد که کشورها می توانند از طریق تغییرات ساختاری در تولید همراه با استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به اقتصاد کم کربن و توسعه پایدار دست یابند (خاکی و همکاران، ۱۴۰۰). به منظور دستیابی به توسعه پایدار همراه با افزایش سطح دانش و پیچیدگی اقتصادی استفاده از فرایندهای تولیدی و تکنولوژی های دوستدار محیطزیست، جایگزینی انرژی تجدیدپذیر به جای انرژی فسیلی و رشد بخش مالی به کشورهای مورد مطالعه توصیه می‌شود (اعظمی و همکاران، ۱۴۰۳).

اکثر مطالعات گذشته به بررسی خطی اثر پیچیدگی اقتصادی بر محیطزیست پرداخته‌اند. بااین‌حال، زیربنای نظری نشان می‌دهد که این رابطه می‌تواند غیرخطی باشد. به‌عنوان‌مثال، چو (۲۰۲۱) بیان می‌کند که پیچیدگی اقتصادی اثرات غیرخطی بر کیفیت محیطزیست دارد؛ زیرا سطوح بالاتر پیچیدگی اقتصادی می‌تواند مسائل زیست‌محیطی را در مقایسه با سطوح پایین پیچیدگی اقتصادی (که مشکلات زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد) کاهش می‌دهد؛ بنابراین، نیاز به بررسی مجدد اثرات زیست‌محیطی پیچیدگی اقتصادی با درنظرگرفتن اثرات غیرخطی بالقوه پیچیدگی وجود دارد.

از طرفی، ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی می‌تواند به طور غیرمستقیم و از کانال پیچیدگی و رشد اقتصادی بر محیطزیست تأثیر بگذارند. مثلاً ریسک‌های اقتصادی تعادل بین مزایا و معایب رشد اقتصادی یک کشور را ارزیابی می‌کند. غالب‌بودن معایب نشان‌دهنده ریسک‌های اقتصادی بالاتر است که می‌تواند عدم اطمینان کسب‌وکار را افزایش داده و مانع نوآوری‌های تکنولوژیکی شود و به طور بالقوه منجر به اثرات منفی زیست‌محیطی شود (وانگ و همکاران ۲۰۲۳). برعکس، کاهش ریسک‌های مالی، توانایی کشور را برای جمع‌آوری بودجه کافی برای تجارت افزایش می‌دهد که می‌تواند از تحقیقات در زمینه فناوری‌های سبز و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز حمایت کند. این سرمایه‌گذاری برای بهبود کیفیت زیست‌محیطی و کاهش انتشار CO_2 بسیار مهم است، اما این امر مستلزم آن است که دولت بودجه را به پروژه‌های سبز جهت دستیابی به کاهش انتشار CO_2 هدایت کند. بااین‌حال، ریسک مالی بیش از حد می‌تواند به طور متناقضی منجر به کاهش موقت انتشار گازهای گلخانه‌ای شود، همان‌طور که در طول رکود اقتصادی جهانی در سال های ۲۰۰۸-۲۰۰۹ مشاهده شد که کاهش فعالیت صنعتی منجر به تولید CO_2 کمتر می‌شود (لیو و سونگ، ۲۰۲۰). از طرفی، ثبات سیاسی که با کم ریسک بودن از لحاظ سیاسی نشان داده می‌شود، به دولت ها قدرت می‌دهد تا سیاست‌های کاهش CO_2 موثرتری را اعمال کنند. برعکس، ریسک سیاسی بالا اغلب با بی ثباتی دولتی مرتبط است که می‌تواند اجرای سیاست‌های زیست‌محیطی را مختل کند (چی و ونگ، ۲۰۲۲؛ فن و همکاران، ۲۰۲۲).

در مطالعات گذشته، توجه زیادی به توسعه مدل‌های اقتصادی جدید معطوف شده است که تکامل مشترک سرمایه و آلودگی را نشان می‌دهد و به دنبال شرایطی است که رشد اقتصادی پایدار را تضمین می‌کند (بوونبرگ و اسمالدرز، ۱۹۹۵؛ براک و تیلور، ۲۰۱۰؛ چنگ و همکاران، ۲۰۲۱؛ گرادوس و اسمالدرز، ۱۹۹۳؛ هس، ۲۰۱٦؛ سرور و همکاران، ۲۰۲۱). اگرچه، کشورهای نوظهور و توسعه‌یافته از نظر ملاحظات اجتماعی، اقتصادی،

زیست‌محیطی و سیاسی تفاوت اساسی دارند. به‌عنوان‌مثال، در کشورهای نوظهور و کم‌درآمد، فناوری معمولاً در داخل تولید نمی‌شود و تخصص در اقتصادهای پیشرفته باقی می‌ماند (چانگ و همکاران، ۲۰۱۷). در پژوهش حاضر قصد بر این است که اثر پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی را باتوجه‌به متغیر آستانه پیچیدگی اقتصادی بر توسعه پایدار ۴۷ کشور نوظهور بررسی کند. بدین منظور از داده‌های ۱۹۹۰ الی ۲۰۲۱ و رویکرد رگرسیونی PSTR بهره گرفته شده است. لازم به ذکر است استفاده از الگوهای خطی متداول در خصوص متغیرهایی که دارای روابط غیرخطی هستند، می‌تواند نتایج مدل را دچار خطا کند (خاکی و همکاران، ۱۴۰۰)؛ لذا در پژوهش حاضر، بررسی آستانه‌ای پیچیدگی اقتصادی بر توسعه پایدار بررسی شده است که ازاین‌حیث نوآوری مطالعه حاضر محسوب می‌شود. همچنین در این پژوهش اثر ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی بر توسعه پایدار کشورهای درحال‌توسعه در نظر گرفته شده است که در سایر مطالعات مغفول مانده بود.
به‌منظور حصول اهداف تحقیق، در قسمت ابتدایی پژوهش حاضر به مقدمه و بررسی کلیات پژوهش پرداخته شد، در ادامه به بررسی ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق، روش تحقیق، برآورد رگرسیون و گزارش نتایج و در نهایت به بحث و نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها پرداخته خواهد شد.

۲- ادبیات موضوع

اگرچه در عصر حاضر، افزایش سطح بهره‌وری رخ داده است؛ بااین‌وجود انتشار آلایندگی‌ها به دلیل افزایش تقاضای انسان‌ها برای منابع طبیعی به طور قابل‌توجهی افزایش یافته است که این یک خطر مهم برای سلامت انسان و برای اقتصاد ملی محسوب می‌شود (یلانسی و پاتا[1]، ۲۰۲۰). انباشت زباله‌های غیرقابل‌بازیافت باتوجه‌به آلایندگی‌ها، کاهش منابع طبیعی، انتشار CO2 بیشتر، گرم شدن کره زمین و رشد اقتصادی، اهمیت سیاست‌های زیست‌محیطی کشورها را افزایش داده و کشورها را تشویق کرده است تا با کاهش تخریب محیط‌زیست، در جهت اهداف توسعه پایدار پیش روند (لی[2] و همکاران، ۲۰۲۲). باتوجه‌به اینکه بیشتر انتشار گازهای گلخانه‌ای توسط احتراق انرژی فسیلی برای توسعه اقتصادی ایجاد می‌شود، SDG9 که نیازمند صنعتی‌سازی پایدار مبتنی بر نوآوری است، برای ساخت

[1] *Yilanci & Pata*
[2] *Lee*

فناوری‌های مدرن، کارآمد و سبز بسیار مهم است. نوآوری یک عنصر مهم برای افزایش بهره‌وری و پیشرفت اقتصادی است و فناوری پیشرفته توسعه‌یافته توسط نوآوری می‌تواند انتشار گازهای گلخانه‌ای را به دلیل بهره‌وری انرژی و انتقال انرژی کاهش دهد (کیهومبو و همکاران، ۲۰۲۱). عوامل مختلفی می‌تواند زمینه‌ساز افزایش نوآوری و توسعه پایدار شود که پیچیدگی اقتصادی جزء آن‌هاست. باتوجه‌به مطالعات گذشته، می‌توان انتظار داشت که پیچیدگی اقتصادی احتمالاً باعث افزایش CO_2 در مراحل اولیه رشد و توسعه اقتصادی شود و باعث کاهش توسعه پایدار گردد؛ اما سطوح بالاتر پیچیدگی اقتصادی می‌تواند برای محیطزیست مفید باشد (پنگ و همکاران، ۲۰۲۲). بااین‌حال، شواهد تجربی در مورد این موضوع مختلط است. به‌عنوان‌مثال، نیگو (۲۰۲۰) کشف کرد که پیچیدگی اقتصادی بدتر شدن محیطزیست را در پیچیده‌ترین کشورها افزایش می‌دهد. به همین ترتیب، در ایالات متحده آمریکا، شهزاد و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که پیچیدگی اقتصادی به کیفیت محیطی آسیب می‌رساند. در مقابل، احمد و همکاران (۲۰۲۱)، نشان دادند که پیچیدگی اقتصادی، مشکلات زیست‌محیطی را در هفت کشور توسعه‌یافته کاهش می‌دهد.

از طرفی ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی می‌تواند بر کیفیت محیطزیست تأثیر بگذارد. راهنمای بین‌المللی ریسک (ICRG) ریسک‌ها را از سه بعد اقتصادی، مالی و سیاسی ارزیابی می‌کند (ICRG، ۲۰۲۳). مطالعات نشان می‌دهد که عوامل ریسک، عملیات عادی کسب‌وکار را مختل می‌کند و ممکن است تعهد شرکت‌ها به نوآوری فناوری سبز و سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سازگار با محیطزیست را مختل کند و منجر به تأخیر در طرح‌های سبز شود و بر کیفیت زیست‌محیطی و توسعه پایدار تأثیر منفی بگذارد. با گذشت زمان، این ریسک‌های انباشته شده می‌تواند به طور بالقوه منجر به افزایش انتشار CO_2 شود (هوآنگ و همکاران، ۲۰۲۳).

همچنین، ارتباط بین رانت منابع طبیعی و اتکای بیش از حد به منابع طبیعی می‌تواند به میزان قابل‌توجهی انتشار CO_2 را افزایش دهد و توسعه پایدار را تضعیف کند. در این باب، آگبولا و همکاران (۲۰۲۱) دریافتند که در کوتاه‌مدت و بلندمدت، رانت منابع طبیعی به طور قابل‌توجهی انتشار CO_2 عربستان سعودی را افزایش می‌دهد و هزینه‌های زیست‌محیطی وابستگی بیش از حد به این منابع را برجسته می‌کند. به طور مشابه، هوانگ (۲۰۲۲) چارچوب تحقیقاتی را گسترش داد تا شامل توسعه مالی و شهرنشینی شود و مشاهده کرد که در ایالات متحده، رانت منابع طبیعی باعث تشدید انتشار CO_2 و کاهش کیفیت محیطی می‌شود. لیو و همکاران (۲۰۲۲) گروه هفت کشور را با استفاده از رگرسیون چندکی

بررسی کرد و کشف کرد که قیمت منابع طبیعی انتشار CO2 را در تمام چندک‌های موردمطالعه افزایش می‌دهد، این امر نشان می‌دهد که بهره‌برداری گسترده از منابع، کیفیت محیطی را از طریق افزایش آلودگی هوا کاهش می‌دهد. همچنین آلادجار (۲۰۲۲) تأثیر منابع طبیعی را بر تخریب محیطزیست در ثروتمندترین اقتصادهای آفریقا تجزیه‌وتحلیل کرد و نشان داد که رانت منابع طبیعی استانداردهای زیست‌محیطی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، نوانی و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر دوگانه رانت منابع طبیعی بر انتشار CO2 را از منظر تولید و مصرف بررسی کرد و دریافت که اتکای اقتصادی به این منابع باعث افزایش انتشار در هر دو حوزه شد. در نهایت، لیو و همکاران (۲۰۲۳) تأکید کردند که درحالی‌که بهره‌برداری بیش از حد از منابع طبیعی به کیفیت محیطی آسیب می‌رساند، ترویج انرژی پاک و استفاده از منابع پایدار می‌تواند محیطزیست محیطی را بهبود بخشد.

۲-۱- تاثیر ریسک‌ها بر کیفیت محیطزیست

۲-۱-۱- تأثیر ریسک اقتصادی بر کیفیت محیطزیست

در مورد ارتباط بین ریسک اقتصادی و کیفیت محیطزیست، مطالعات مختلفی صورت گرفته است، به‌عنوان‌مثال، آدامز و همکاران (۲۰۲۰) یک تجزیه‌وتحلیل تجربی در ۱۰ کشور غنی از منابع انجام دادند و نشان دادند که ریسک اقتصادی باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در کوتاه‌مدت و بلندمدت می‌شود به‌طوری‌که در بلندمدت تأثیر بارزتری بر تخریب محیطزیست دارد (آدامز و همکاران ۲۰۲۰). همچنین کاهش سرمایه‌گذاری در نوآوری ممکن است به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن و کاهش توسعه پایدار کمک کند (وانگ و همکاران، ۲۰۲۳). به طور مشابه، یو و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی چگونگی تأثیر ریسک اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در استان‌های چین پرداختند. آنها دریافتند که عدم قطعیت به طور قابل‌توجهی مصرف سوخت فسیلی را افزایش می‌دهد، شدت انرژی را در کسب‌وکارها افزایش می‌دهد و فعالیت‌های نوآورانه را کاهش می‌دهد که همه به انتشار دی‌اکسیدکربن بیشتر منجر می‌شود (یو و همکاران ۲۰۲۱). علاوه بر این، مطالعات کای و همکاران (۲۰۲۱) اثرات مخرب ریسک اقتصادی بر نوآوری را برجسته کرد. تحقیقات آنها نشان داد که در چین، ریسک اقتصادی، سرمایه‌گذاری شرکت‌ها در نوآوری را کاهش داده و به طور بالقوه منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن و کاهش توسعه پایدار می‌شود.

اثرات عدم قطعیت اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن، پیچیده و در شرایط مختلف متفاوت هست (آیهان و همکاران، ۲۰۲۳). سید و همکاران (۲۰۲۲) این پدیده را در کشورهای

BRIC با استفاده از رگرسیون کوانتایل بررسی کردند. یافته‌های آنها نشان داد که عدم قطعیت اقتصادی می‌تواند انتشار CO2 را در چندک‌های متوسط و پایین کاهش دهد، درحالی‌که تمایل به افزایش انتشار در چندک‌های بالاتر وجود دارد. به طور مشابه، آنسر و همکاران (۲۰۲۱) تأثیرات کوتاه‌مدت و بلندمدت ریسک اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بین ده تولیدکننده بزرگ کربن در جهان را بررسی کردند. آنها نشان دادند که ریسک اقتصادی می‌تواند در کوتاه‌مدت باعث کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شود اما در بلندمدت اثر ریسک اقتصادی بر انتشار گاز های گلخانه‌ای مثبت هست. مطالعه دیگری که توسط چو وهمکاران (۲۰۲۳) در کشورهای E7 انجام شد نشان داد که ریسک اقتصادی در کوتاه‌مدت برای محیطزیست مضر است اما در بلندمدت مفید است، احتمالاً به این دلیل که ریسک اقتصادی بالا می‌تواند تولید و مصرف را کاهش دهد، بنابراین مصرف سوخت فسیلی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، آدبایو و همکاران (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر ریسک‌های ملی بر کیفیت زیست‌محیطی در مکزیک، اندونزی، نیجریه و ترکیه طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ پرداختند. تحقیقات آنها به این نتیجه رسید که ریسک‌های اقتصادی به‌طورکلی کیفیت محیطی را افزایش می‌دهد، که نشان‌دهنده یک تعامل پیچیده بین شرایط اقتصادی ملی و اثرات زیست‌محیطی است.

۲-۱-۲- تأثیر ریسک مالی بر کیفیت محیطزیست

یک بازار مالی باثبات نه‌تنها می‌تواند از فعالیت‌های سرمایه‌گذاری و تأمین مالی بیشتر حمایت کند، بلکه سرمایه‌گذاری در پروژه‌های سبز را نیز تسهیل می‌کند و در نتیجه انتشار CO2 را کاهش می‌دهد (پاتا و همکاران، ۲۰۲۳). در این باب، حسین و همکاران (۲۰۲۲) کشف کردند که توسعه مالی در چین منجر به کاهش انتشار CO2 و ردپای اکولوژیکی می‌شود. به طور مشابه، وانگ و همکاران (A۲۰۲۳) منطقه ASEAN را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که افزایش ریسک‌های مالی بر کیفیت محیطی تأثیر منفی می‌گذارد. بینش‌های بیشتر از احمد و همکاران (۲۰۲۲) به دست آمد که داده‌های پانل کشورهای در حال ظهور را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ تجزیه‌وتحلیل کردند. آنها دریافتند که کاهش ریسک‌های مالی به طور قابل‌توجهی انتشار دی‌اکسیدکربن را کاهش می‌دهد (احمد و همکاران، ۲۰۲۳). این مشاهده توسط مطالعه دیگری توسط احمد و همکاران (۲۰۲۲) که از سال ۱۹۸٤ تا ۲۰۱۸ بر کشورهای OECD متمرکز بود، پشتیبانی شد. نتایج نشان داد که بهبود شرایط مالی باعث کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود، در درجه اول به این دلیل که کاهش ریسک‌های مالی به توسعه مالی کمک می‌کند. این به نوبه خود، حمایت قوی‌تری برای

توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر فراهم کرد که نقش مهمی در کاهش انتشار CO2 و افزایش کیفیت زیست‌محیطی دارند (احمد و همکاران ۲۰۲۲).

کشورهایی که ریسک مالی پایینی دارند موقعیت بهتری برای توسعه بازارهای مالی دارند، بااین‌حال، چنین گسترشی ممکن است به طور متناقضی منجر به افزایش آلودگی شود. به‌عنوان‌مثال، قلاتی و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر توسعه مالی بر انتشار CO2 در کشورهای توسعه یافته و درحال‌توسعه را بررسی کرد. یافته های آنها نشان داد که بهبود مالی به انتشار CO2 بیشتر در این مناطق منجر می‌شود. لینگ و همکاران (۲۰۲۲) به تجزیه‌وتحلیل اثرات توسعه مالی بر انتشار CO2 از سال ۱۹۸۰-۲۰۱۷ در چین پرداختند، آنها مشاهده کردند که توسعه مالی، که اغلب به مصرف انرژی قابل‌توجهی نیاز دارد، باعث افزایش انتشار CO2 در بلندمدت می‌شود. علاوه بر این، کیواین و همکاران (۲۰۲۱) از داده‌های سری زمانی چین از سال ۱۹۸۸ تا ۲۰۱۸ برای متمایز کردن اثرات توسعه مالی و ریسک‌های مالی بر انتشار CO2 استفاده کردند. مطالعه آنها نشان داد که درحالی‌که توسعه مالی از پروژه‌های حفاظت از محیط‌زیست حمایت می‌کند و بنابراین رابطه منفی با انتشار CO2 دارد، ریسک‌های مالی باعث کاهش فعالیت اقتصادی می‌شوند که می‌تواند انتشار CO2 را کاهش دهد. آدبایو و همکاران (۲۰۲۳) تأثیر ریسک‌های مالی ملی بر کیفیت محیط‌زیست در مکزیک، نیجریه، اندونزی و ترکیه را بررسی کردند. تحقیقات آن‌ها از این ایده حمایت می‌کند که افزایش ریسک‌های مالی انتشار CO2 را کاهش می‌دهد و یک علیت یک طرفه از ریسک‌های مالی به انتشار CO2 را تأیید می‌کند.

۳-۱-۲- ارتباط بین ریسک سیاسی و کیفیت محیط‌زیست

مطالعات متعددی رابطه بین ریسک سیاسی و انتشار CO2 را مورد بررسی قرار داده‌اند و نتایج متفاوتی را به دست آورده‌اند. سو و همکاران (۲۰۲۱) داده‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ برزیل را تجزیه‌وتحلیل کردند و نشان دادند که یک محیط سیاسی بهبود یافته با کاهش انتشار CO2 مرتبط است. برعکس، احمد و همکاران (۲۰۲۳) اقتصادهای نوظهور را مورد بررسی قرار دادند و تاکید کردند که افزایش ریسک سیاسی می‌تواند باعث تشدید انتشار CO2 شود. همچنین سطح بالای ریسک سیاسی حاکی از آن است که نهادهای کشور از کیفیت پایینی برخوردار هستند و ممکن است دولت ظرفیت تدوین سیاست‌های حمایت از توسعه پایدار را نداشته باشد (احمد و همکاران، ۲۰۲۳).

کیفیت نهادی بالا تأثیر مثبتی بر کاهش دی‌اکسیدکربن و بهبود توسعه پایدار دارد (شیا[3] و همکاران، ۲۰۲۲). همان‌طور که توسط خان و همکاران (۲۰۲۱) نشان‌داده‌شده است، کشورهایی که دارای چارچوب‌های حکومتی قوی هستند، آمادگی بیشتری برای اعمال سیاست‌های پایدار دارند. همچنین تانگ و همکاران (۲۰۲۲) بر تأثیر منفی ریسک‌های سیاسی بر محیطزیست یک کشور تأکید کرد و نشان داد که در معرض تهدید قرارگرفتن ثبات سیاسی می‌تواند محیطزیست را تحت‌تأثیر قرار دهد. بعلاوه، دپرن و همکاران (۲۰۲۳) دریافتند که ریسک سیاسی تأثیر منفی بر محیطزیست دارد. در این باب، دانیش و اولوکاک (۲۰۲۰) بر تأثیر مثبت پیشرفت‌های نهادی بر کیفیت محیطی در سراسر کشورهای APEC تأکید کردند. علاوه بر این، داسگوپتا و دی سیان (۲۰۱۸) به نقش ضروری حمایت دولت در تقویت انرژی سبز و فناوری پاک اشاره کردند.

مطالعات نشان دادند که دولت‌های فاسد و بی‌ثبات، توسعه طیف وسیعی از برنامه‌های استراتژیک برای حمایت از توسعه پایدار را دشوار می‌دانستند (کارتال و همکاران، ۲۰۲٤؛ کارتال و همکاران، ۲۰۲۲). پیامدهای فساد بر استانداردهای زیست‌محیطی به طور گسترده، در مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است. ژو و همکاران (۲۰۲۰) در بحبوحه کمپین مبارزه با فساد چین یک تغییر زیست‌محیطی مثبت را مشاهده کردند. درحالی‌که چن و همکاران (۲۰۱۸) ارتباط ملموسی را بین اعمال فاسد و کاهش کیفیت زیست‌محیطی در استان‌های چین نشان دادند. در مجموع، فساد مکانیسم‌های نظارت بر محیطزیست را تضعیف می‌کند، سطوح آلودگی را تشدید می‌کند و تلاش‌هایی که در جهت توسعه پایدار است را با مشکل مواجه می‌کند (لی و همکاران ۲۰۲۳).

۲-۲- پیشینه تحقیق

۲-۲-۱- مطالعات خارجی

ژنگ و چیو (۲۰۲۰) به بررسی اثرات غیرخطی درآمد واقعی، مصرف انرژی و ریسک‌های کشوری بر انتشار دی‌اکسیدکربن (CO_2) در پانلی متشکل از ۱۱۱ کشور از سال ۱۹۸۵ تا ۲۰۱٤ بررسی کردند. با اعمال مدل رگرسیون انتقال صاف پانل (PSTR)، متوجه شدند که درآمد واقعی، مصرف انرژی و ریسک‌های کشوری تأثیرات متفاوتی بر انتشار CO_2 دارند. نتایج یک رابطه U شکل معکوس بین انتشار CO_2 و ریسک اقتصادی را نشان می‌دهد، و اینکه

[3] *Xia*

شاخص‌های ریسک مالی و سیاسی به طور یکنواخت اثرات افزایشی بر انتشار CO2 دارند. با کاهش ریسک‌های کشوری، اثرات مثبت درآمد واقعی و مصرف انرژی بر انتشار CO2 ابتدا بزرگ و سپس کوچک می‌شود. علاوه بر این، با تغییر ریسک‌های کشوری، کشورهای کم‌درآمد حساسیت بیشتری نسبت به انتشار CO2 دارند.

خان و همکاران (۲۰۲۲) پیوندهای بین شدت انرژی، توسعه مالی غیرخطی و پایداری زیست‌محیطی را در حضور رشد اقتصادی کشورهای همکاری اقتصادی آسیا و اقیانوسیه (APEC) از دوره ۱۹۹۰-۲۰۱٦ با کمک روش پانل دیتا بررسی کردند. نتایج این مطالعه از حضور منحنی کوزنتس محیط U شکل معکوس (EKC) پشتیبانی می‌کند. یافته های تابع خطی نشان می‌دهد که شدت انرژی، توسعه مالی و رشد اقتصادی به طور مثبت با ردپای اکولوژیکی مرتبط است. بااین‌حال، این متغیرها به طور منفی با ردپای اکولوژیکی کشورهای APEC در فاز غیر خطی مرتبط هستند. این نتایج از فرضیه EKC برای کشورهای APEC پشتیبانی می‌کند. مطابق با نتایج، یک رابطه مثبت بین شدت انرژی و ردپای اکولوژیکی وجود دارد، که نشان می‌دهد شدت انرژی با بدتر شدن پایداری محیطی مرتبط است. نتایج یک پیوند U شکل مبتنی بر توسعه مالی را با ردپای زیست‌محیطی در حداکثر نقطه عطف ۷٫۹٦۵۳- کرد. روابط U شکل EKC و N شکل بین رشد اقتصادی و ردپای اکولوژیکی در نقطه عطف حداکثر و حداقل به ترتیب ۸٫۰۷۰۲۹- و ۲۳٫۵٤٦۵ وجود دارد. به طور کلی، در مرحله اولیه، توسعه مالی و رشد اقتصادی محیط را تا حدی بدتر می‌کند که پس از آن بهبود می‌یابد.

هانجرا و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر ریسک سیاسی، عدم قطعیت سیاست‌های کلان اقتصادی و ریسک اجتماعی بر توسعه پایدار برای پانلی که ٤۷ اقتصاد درحال‌توسعه را از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۰ پوشش می‌دهد، پرداختند. نتایج این پژوهش نشان داد که همه عوامل ریسک و عدم قطعیت مورد بررسی، تأثیرات منفی کوتاه‌مدت و بلندمدت قابل‌توجهی بر توسعه پایدار دارند.

روزا و کارو - کارترو (۲۰۲۲) به بررسی تأثیر غیرخطی توسعه مالی بر کیفیت و پایداری محیط‌زیست کشورهای G7 طی بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۹ و رویکرد پانل دیتای فیکس افکت پرداختند. نتایج وجود روابط غیرخطی بین شاخص ترکیبی توسعه مالی و تخریب محیط‌زیست برای گروه اقتصادهای پیشرفته را اثبات کرد. همچنین در مورد متان، وجود یک ارتباط U شکل معکوس مطابق با فرضیه FEKC[4] تأیید شد، درحالی‌که برای گازهای گلخانه‌ای

[4] *Financial Environmental Kuznets Curve*

و CO2 پیوند از یک الگوی U شکل پیروی می‌کند. تأثیر توسعه مالی بر پایداری محیطی به طور یکنواخت مثبت و از نظر آماری معنادار است درحالی‌که ردپای اکولوژیکی از نظر آماری با سطح توسعه مالی در کشورهای G7 مرتبط نیست. رشد اقتصادی، سرمایه انسانی، تراکم جمعیت و مصرف انرژی اولیه به‌عنوان محرک‌های مهم کیفیت و پایداری محیط‌زیست ظاهر می‌شوند.

آدبایو (۲۰۲۳) به بررسی زنجیره توسعه پایدار در اقتصادهای بریکس و نقش پیچیدگی اقتصادی و ریسک مالی در این کشورها با استفاده از یک سری تکنیک‌های نسل دوم؛ مانند روش رگرسیون چندک لحظه‌ای و علیت پانل دومیترسکو هورلین که دوره بین سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۸ را پوشش می‌دهد، پرداختند. تجزیه‌وتحلیل بلندمدت نشان داد که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، پیچیدگی اقتصادی و ریسک مالی به کیفیت زیست‌محیطی کمک می‌کند. بااین‌حال، انرژی‌های تجدیدناپذیر و پیشرفت اقتصادی با کاهش ضریب ظرفیت بار، کیفیت اکولوژیکی را تهدید می‌کند.

کونگ و رن (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر رانت منابع طبیعی، پیچیدگی اقتصادی و رشد اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی در هفت‌کشور نوظهور (E7) از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ و به کمک مدل غیرخطی ARDL پرداختند. یافته‌ها نشان داد که شوک‌های مثبت در رانت منابع طبیعی، رشد اقتصادی و پیچیدگی اقتصادی به طور مثبت بر ردپای اکولوژیکی در بلندمدت و کوتاه‌مدت تأثیر می‌گذارد. درحالی‌که شوک‌های منفی این متغیرها به طور قابل‌توجهی پایداری زیست‌محیطی را در کشورهای E7 افزایش می‌دهد. بااین‌حال، تأثیر کوتاه‌مدت شوک‌های منفی پیچیدگی اقتصادی و رشد اقتصادی ناچیز است.

بالسالوبر - لورنته و همکاران (۲۰۲٤) به بررسی ارزیابی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی در کشورهای G7: شواهد تازه تحت فرایندهای توسعه انسانی و نوآوری انرژی برای سال‌های ۱۹۹۱-۲۰۱۸ و با استفاده ازCup-FMOLS ، علیت بوت‌استرپ پانل قونیه و تجزیه‌وتحلیل پانل VAR پرداختند. تخمین‌های کشش بلندمدت محاسبه شده با رویکرد Cup-FMOLS نشان داد که پیچیدگی اقتصادی، توسعه انسانی، فرایند نوآوری بالا و متغیرهای تعامل باعث کاهش ردپای اکولوژیکی می‌شود. علیت یک‌طرفه از پیچیدگی اقتصادی و توسعه انسانی تا ردپای اکولوژیکی، و همچنین از پیچیدگی اقتصادی و توسعه انسانی تا فرایند نوآوری بالا، بخشی از آزمون علیت بوت‌استرپ قونیه است. علاوه بر این، یک رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و ردپای اکولوژیکی، توسعه انسانی و فرایند نوآوری بالا وجود دارد.

لی و همکاران (۲۰۲٤) به بررسی ارتباط پیچیدگی اقتصادی، فراوانی منابع طبیعی و آموزش بر توسعه پایدار در اقتصادهای BRICST پرداختند.بدین منظور از داده‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۱ و رویکرد CS-ARDL، AMG و CCEMG به‌عنوان یک استراتژی اقتصادسنجی انتخاب شده است. یافته‌های تحقیق نشان دادند که رشد اقتصادی، فراوانی منابع طبیعی و تحولات بانکی تاثیر مثبتی بر تخریب محیطزیست دارد درحالی‌که آموزش تأثیر منفی بر تخریب محیطزیست دارد. این تحقیق همچنین فرضیه EKC را برای اقتصادهای BRICST تأیید کرد.

ونگ و همکاران (۲۰۲٤) به بررسی تأثیر مصرف انرژی تجدیدپذیر، پیچیدگی اقتصادی و خطرات ژئوپلیتیکی بر ردپای اکولوژیکی گروه بیست (G20) با داده‌های سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و روش رگرسیون چندک لحظه‌ای (MMQR) پرداختند. نتایج حاکی از آن است که در کشورهایی با چندک‌های پایین‌تر، مصرف انرژی تجدیدپذیر به طور قابل‌توجهی ردپای اکولوژیکی را کاهش می‌دهد، درحالی‌که تأثیر آن در کشورهای با چندک‌های بالاتر برجسته نیست. پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی بر ردپای اکولوژیکی دارد و این تأثیر با افزایش چندک ردپای اکولوژیکی قوی‌تر می‌شود. علاوه بر این، پیچیدگی اقتصادی اثر انرژی‌های تجدیدپذیر بر ردپای اکولوژیکی را تعدیل می‌کند. خطرات ژئوپلیتیکی رشد ردپای اکولوژیکی را تسهیل می‌کند. به همین ترتیب، آزمون‌های استحکام مانند DOLS، FMOLS و رگرسیون چندکی این تخمین‌ها را در چارچوب یکسان تأیید کردند.

چن و همکاران (۲۰۲٤) به بررسی تأثیر غیرخطی مالی‌سازی شرکتی بر توسعه پایدار چین طی بازه زمانی ۲۰۱۰ الی ۲۰۲۱ پرداختند. این مطالعه ۱۱۷۹ شرکت غیرمالی فهرست شده در چین را به‌عنوان نمونه انتخاب کرده و یک مدل با اثر ثابت تابلویی برای بررسی تأثیر مالی‌سازی شرکت‌ها بر توانایی توسعه پایدار ایجاد می‌کند. همچنین از مدل اثر تعدیل‌کننده و مدل اثر واسطه‌ای برای بررسی نقش‌های تعدیل‌کننده ایفای محدودیت‌های تأمین مالی و عدم قطعیت محیطی و همچنین مکانیسم‌های تأثیرگذار منتقل‌شده توسط انگیزه‌های مالی‌سازی استفاده می‌شود. نتایج بیانگر یک رابطه معکوس U شکل معنادار و قوی بین مالی‌سازی شرکت و توانایی توسعه پایدار هست که نشان‌دهنده وجود دامنه متوسط مالی‌سازی شرکت‌ها باتوجه‌به توانایی توسعه پایدار شرکت‌ها است. همچنین محدودیت‌های تأمین مالی و عدم اطمینان محیطی، اثرات تعدیل‌کننده‌ای بر رابطه معکوس U شکل بین مالی‌شدن شرکت و توانایی توسعه پایدار دارند. با محدودیت‌های مالی بالا (عدم اطمینان

محیطی)، توانایی توسعه پایدار شرکت‌ها با حساسیت بیشتری نسبت به تغییر در سطح مالی‌سازی شرکت‌ها واکنش نشان می‌دهد.

دادا و همکاران (۲۰۲٤) در مطالعه‌ای اثر تعدیل‌کننده پیچیدگی اقتصادی را بر پیوند بین کارآفرینی و محیطزیست پایدار در کشورهای شورای همکاری خلیج‌فارس (GCC) از سال ۲۰۰٦ تا ۲۰۲۰ بررسی کردند. همچنین اعتبار منحنی کوزنتس محیطی کارآفرینانه (EEKC) را مورد بررسی قرار دادند. این مطالعه از اثر ثابت خطای استاندارد Driscoll-Kraay، خطاهای استاندارد تصحیح شده پانل‌ها (PCSE)، روش رگرسیون چندک لحظه‌ای و علیت Dumitrescu-Hurlin استفاده می‌کند که نسبت به ناهمسانی، وابستگی مقطعی و سایر مشکلات تکنیک برآورد حداقل مربعات قوی هستند. نتایج، فرضیه U شکل معکوس EEKC را در تمام چندک ها تأیید می‌کند. پیچیدگی اقتصادی، تخریب اکولوژیکی را در سطوح پایین‌تر افزایش می‌دهد، درحالی‌که ردپای محیطی را در چندک‌های بالا کاهش می‌دهد. علاوه بر این، پیچیدگی اقتصادی تأثیر مخرب فعالیت های کارآفرینانه بر محیطزیست را در چندک‌های بالاتر تعدیل می‌کند. یک رابطه دو طرفه بین فعالیت کارآفرینانه و محیط ایجاد می‌شود، درحالی‌که یک ارتباط یک طرفه از پیچیدگی اقتصادی به محیط پیدا شد.

ژنگ و همکاران (۲۰۲٤) در تحقیقی بررسی کردند که چگونه ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی بر رابطه بین رانت منابع طبیعی و انتشار کربن تأثیر می‌گذارد. این مطالعه با تجزیه‌وتحلیل داده‌های ٦٦ کشور، از روش‌هایی مانند رگرسیون چندکی و رگرسیون آستانه پویا برای ارزیابی کامل داده‌ها استفاده کرد. یافته‌ها نشان داد که رانت منابع طبیعی به طور مداوم باعث افزایش انتشار کربن در چندک‌های مختلف می‌شود (۰٫۱ تا ۰٫۹)؛ لذا افزایش رانت منابع طبیعی منجر به انتشار بیشتر گازهای گلخانه‌ای می‌شود. همچنین ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی بر چگونگی تأثیر رانت منابع طبیعی بر انتشار کربن تأثیر می‌گذارد. به‌طوری‌که کاهش ریسک‌های اقتصادی و مالی، تمایل رانت منابع طبیعی را برای افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای در چندک‌های بالاتر کاهش می‌دهد، درحالی‌که کاهش ریسک سیاسی، اثر تشدیدکننده رانت منابع طبیعی بر انتشار را در چندک‌های ۰/۱ تا ۰/۹ کاهش می‌دهد. همچنین اثرات آستانه نشان می‌دهد که درصورتی‌که ریسک‌های اقتصادی، مالی و سیاسی به‌عنوان عوامل آستانه عمل کنند آن گاه به طور خاص، زمانی که ریسک‌های اقتصادی و سیاسی کم باشد، افزایش رانت منابع طبیعی در واقع منجر به کاهش انتشار کربن می‌شود.

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

شاه‌آبادی و ارغند (۱۳۹۷) به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رفاه اجتماعی در کشورهای منتخب درحال‌توسعه طی بازه زمانی ۱۹۹۶-۲۰۱۵ و به کمک روش GMM پرداختند. نتایج نشان داد که با پیچیده‌تر شدن اقتصاد علی‌رغم افزایش درآمد سرانه، توزیع درآمد نامتعادل‌تر شده است و اثر نامتعادل‌تر شدن توزیع درآمد بر افزایش درآمد سرانه غالب بوده و در مجموع کاهش رفاه اجتماعی را به دنبال داشته است.

تارتار و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی بررسی اثرات شوک پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های سیاسی، اقتصادی، مالی بر شکاف درآمدی در دو گروه کشورهای با درآمد سرانه متوسط و کشورهای با درآمد سرانه بالا، بر اساس طبقه‌بندی صندوق بین‌المللی پول در دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۰ و روش خود رگرسیون برداری تابلویی (PVAR) پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در کشورهای با درآمد سرانه بالا افزایش پیچیدگی اقتصادی و بهره‌وری علمی نابرابری درآمد را کاهش می‌دهد؛ درحالیکه در کشورهای با درآمد سرانه متوسط افزایش بهره‌وری علمی نابرابری درآمد را کاهش اما افزایش پیچیدگی اقتصادی نابرابری درآمد را افزایش می‌دهد. کاهش ریسک سیاسی در هر دو گروه نابرابری درآمد را کاهش می‌دهد؛ درحالیکه کاهش ریسک مالی در کشورهای با درآمد سرانه بالا نابرابری درآمد را کاهش اما در کشورهای با درآمد سرانه متوسط نابرابری درآمد را افزایش می‌دهد. تأثیر ریسک اقتصادی نیز روی نابرابری درآمد در کشورهای با درآمد سرانه بالا ناچیز بوده درحالیکه در کشورهای با درآمد سرانه متوسط تأثیر ریسک اقتصادی روی نابرابری درآمد بسیار قوی بوده و کاهش ریسک اقتصادی در این گروه از کشورها، نابرابری درآمد را به شدت کاهش می‌دهد.

سپهوند و همکاران (۱۴۰۰) تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای منطقه منا با استفاده از داده‌های بازه زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۸ و روش رگرسیون حداقل مربعات دومرحله‌ای 2SLS و EGLS پرداختند. نتایج این پژوهش، نشان‌دهنده وجود رابطه معکوس و معنی‌دار بین شاخص پیچیدگی اقتصادی و شاخص عملکرد زیست‌محیطی است، به‌گونه‌ای که با افزایش یک‌واحدی شاخص پیچیدگی اقتصادی، شاخص عملکرد زیست‌محیطی بیش از ۷ واحد کاهش می‌یابد. همچنین نتایج این پژوهش، نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تحصیلات، شهرنشینی و صنعتی‌شدن بر شاخص عملکرد زیست‌محیطی بوده، و منحنی U وارون زیست‌محیطی کوزنتس، در این مطالعه تأیید نشده است.

خاکی و همکاران (١٤٠٠) به بررسی تاثیر تأثیر شاخص پیچیدگی اقتصادی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در کشورهای منتخب صادرکننده نفت با توجه به رویکرد مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی (PSTR) طی بازه زمانی ۱۹۹۵-۲۰۱۹ پرداختند. نتایج این مطالعه نشان داد که وجود رابطه غیرخطی بین متغیرها تایید می‌شود. همچنین، در نظر گرفتن یک تابع انتقال با یک پارامتر آستانه‌ای که بیانگر یک مدل دو رژیمی است برای تصریح رابطه غیرخطی بین متغیرهای الگو کافی می‌باشد. پارامتر شیب (سرعت انتقال) برابر ٣/١٩٦٤ است. نتایج آزمون‌ها حاکی از آن است که در هر دو رژیم (اول و دوم) شاخص پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی بر میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای دارد.

لعل خضری و آشنا (١٤٠١) به بررسی رابطه پیچیدگی اقتصادی و انتشار دی اکسیدکربن در ایران با استفاده از الگوی غیرخطی NARDL طی بازه زمانی ۱۳۵۰-۱۳۹۸ پرداختند. نتایج حاصل از این مطالعه حاکی از آن است که با افزایش پیچیدگی اقتصادی، انتشار دی اکسیدکربن ۲٪ کاهش می‌یابد و با کاهش پیچیدگی اقتصادی، انتشار دی اکسیدکربن ۱۲٪ و ۱٪ در بلندمدت و کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد. همچنین اثر تکانه های مثبت و منفی تولید ناخالص داخلی بر انتشار دی اکسیدکربن در بلندمدت در ایران متقارن است، درحالی که اثر تکانه های مثبت و منفی پیچیدگی اقتصادی بر انتشار دی اکسیدکربن نامتقارن است. قابل ذکر است اثر تکانه منفی پیچیدگی اقتصادی بر انتشار دی اکسیدکربن بیش از اثر تکانه مثبت پیچیدگی اقتصادی است.

جواهری و همکاران (١٤٠٢) به بررسی تاثیر پیچیدگی اقتصادی و ردپای اکولوژیکی بر رشد اقتصادی کشورهای اوپک طی بازه ۱۹۹۵ تا ۲۰۲۰ و با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته پرداختند. نتایج نشان داد که اثر پیچیدگی اقتصادی تاثیر مثبت و بسیار معنادار بر رشد اقتصادی کشورهای صادرکننده نفت دارد. از طرفی شاخص رد پای اکولوژیکی، رشد اقتصادی را در کشورهای اوپک، تحت تاثیر منفی و معنادار خود قرار می‌دهد.

محمدی و همکاران (١٤٠٢) به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر برآلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای درحال‌توسعه با توجه به دوره زمانی ۲۰۱۹-۲۰۰۰ با استفاده از روش GMM پرداختند. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که شاخص پیچیدگی اقتصادی، تأثیر منفی و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای درحال‌توسعه دارد. متغیرهایی مانند باز بودن تجارت و شدت انرژی، باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می شوند و فرضیه منحنی کوزنتس برای کشورهای درحال‌توسعه تأیید، و همچنین پیچیدگی اقتصادی در این کشورها، به حرکت رو به بالا در منحنی کوزنتس منجر

می‌گردد. مصرف انرژی تجدیدپذیر، تأثیر معنادار بر کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن دارد و همچنین در سطوح بالاتر پیچیدگی اقتصادی، مصرف انرژی تجدیدپذیر باعث کاهش بیشتری در انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود و از این رو باید کشورهای درحال‌توسعه سهم انرژی‌های تجدیدپذیر را با استفاده از فرایندهای نوآوری در بخش انرژی به طور قابل‌توجهی افزایش دهند که این امر سبب کاهش آلودگی های زیست‌محیطی در این کشورها می‌شود.

اگرچه مطالعات مختلفی به بررسی اثرات پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی بر کیفیت محیطزیست انجام شده است؛ بااین‌وجود نکته مغفول در مطالعات گذشته که مطالعه حاضر به آن پرداخته است استفاده از شاخص توسعه پایدار به‌عنوان متغیر وابسته و درنظرگرفتن پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان متغیر حد آستانه است. همچنین در مطالعه حاضر از روش رگرسیون PSTR بهره گرفته شده است که می‌تواند تغییر رژیم ملایم را باتوجه‌به اثرات آستانه‌ای پیچیدگی اقتصادی بر توسعه پایدار روشن کند.

۳- روش تحقیق

۳-۱- رویکرد رگرسیون انتقال ملایم پانلی (*PSTR*)

با گسترش رویکرد داده‌های تابلویی، این امکان حاصل شد تا ضرایب رگرسیونی در طول زمان و برای واحدهای مقطعی تغییر یابند. درصورتی‌که اثرات زمانی و مقطعی ناهمگن در داده‌ها، در مدل‌های رگرسیونی ساده از داده‌های تابلویی به‌وسیله مدل اثرات ثابت و یا تصادفی تعیین می‌گردد. رگرسیون آستانه‌ای تابلویی ارائه شده توسط هانسن (۱۹۹۹) به‌عنوان ابتدایی ترین مدل از بین مدل‌های گسترش یافته می باشد که در آن، مشاهدات تابلویی با توجه به مقادیر متغیر آستانه‌ای که کمتر یا بیشتر از مقدار آستانه‌ای تعیین شده باشند به چند رژیم همگن تقسیم می شوند. نکته قابل ذکر این می باشد که در این مدل، مشاهداتی بسیار نزدیک به مقدار آستانه‌ای وجود دارند که به لحاظ اختلاف اندک، در دو گروه متفاوت قرار می گیرند و نحوه تاثیرگذاری آن ها با یک جهش شدید مواجه است (خداوردیزاده و همکاران، ۱۳۹۸).

لذا در راستای تکمیل و رفع ایراد این مدل، فوک و همکاران (۲۰۰٤)، مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی را ارائه و گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰٦) در گسترش این مدل کوشیدند؛ بنابراین، این مدل به‌عنوان فرم گسترش‌یافته مدل پانل آستانه‌ای با لحاظ نمودن تابع انتقال، شناخته شده است و در آن شیب تابع انتقال که بیانگر

سرعت تعدیل است، تغییر ضرایب رگرسیونی در حرکت از یک رژیم به رژیم دیگر را تعیین می‌کند (گونزالز و همکاران، ۲۰۰۵).

بر اساس مطالعه گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و مطالعه کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) یک مدل PSTR با دو رژیم حدی و یک تابع انتقال به‌صورت معادله (۱) تعریف می‌شود:

$$y_{it} = u_i + \beta_0 x_{it} + \beta_1 x_{it} G(q_{it}; \gamma; c) + u_{it} \quad (۱)$$
$$i = 1.2. \ldots . N \quad . \quad t = 1.2. \ldots . T$$

متغیرهای رابطه (۱) به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

y_{it}: متغیر وابسته مدل

x_{it}: برداری از متغیرهای برون‌زای مدل

u_i: اثرات ثابت مقاطع

u_{it}: جمله خطا می باشد که $u_{it} \approx (۰. \sigma_e^۲)$

$G\ (q_{it}; \gamma. c)$: تابع انتقال است که بیانگر یک تابع پیوسته و کران دار بین صفر و یک است که توسط مقدار متغیر آستانه‌ای تعیین می‌شود و به‌صورت تابع لجستیکی (۲) تصریح می‌گردد:

$$G(\gamma. c; q_{it}) = \left\{1 + exp\left[-\gamma \prod_{z=1}^{m} (q_{it} - c_z)\right]\right\}^{-1} \quad (۲)$$
$$\gamma > ۰ \quad , \quad c_۱ \leq c_۲ \leq \cdots \leq c_m$$

همچنین برای تابع انتقال می‌توان نوشت:

$$G(\gamma. c; q_{it}) = \begin{cases} 1 & if \quad q_{it} \geq c \\ 0 & if\ not \end{cases} \quad (۳)$$

متغیرها در رابطه (۳) به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

γ: پارامتر شیب هست که بیانگر سرعت تعدیل از یک رژیم به رژیمی دیگر است.

q_{it}: متغیر انتقال یا آستانه‌ای می‌باشد که بر اساس مطالعه کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) می‌تواند از بین متغیرهای توضیحی، وقفه متغیر وابسته و یا هر متغیر دیگر خارج از مدل که از نظر مبانی نظری در ارتباط با مدل است و سبب ایجاد رابطه خطی می‌گردد انتخاب شود.

$c = (c_۱. \ldots . c_m)$: یک بردار از پارامترهای حد آستانه‌ای یا مکان‌های وقوع تغییر رژیم شکل یافته مدل PSTR با بیش از یک تابع انتقال نیز به‌صورت رابطه (۳٤ تصریح می‌گردد:

$$y_{it} = \mu_i + B0 x_{it} + \sum_{j=1}^{r} [\beta_j x_{it}] G_j(q_{it}; \gamma_j; c_j) + u_{it} \quad (۴)$$

r: بیانگر تعداد توابع انتقال است که به‌منظور تصریح رفتار غیرخطی است و سایر موارد از قبل تعریف شده‌اند (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۵). قابل‌ذکر است که مدل PSTR با حذف اثرات ثابت از طریق حذف‌کردن میانگین‌های انفرادی و سپس با استفاده از روش حداقل مربعات غیرخطی که معادل تخمین‌زن حداکثر درست‌نمایی است، برآورد خواهد شد (خداوردیزاده و همکاران، ۱۳۹۸).

۲-۳- بررسی احتمال وجود مدل رگرسیون انتقال ملایم داده‌های پانلی

در این بخش، طبق مطالعات انجام شده توسط گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) مراحل تخمین بیان می‌شود. در مرحله اول آزمون خطی‌بودن در مقابل غیرخطی‌بودن صورت می‌گیرد. پس از انجام آزمون، در صورت عدم‌پذیرش فرضیه صفر آنگاه باید تعداد توابع انتقال جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی موجود میان متغیرها انتخاب شود. اگرچه آزمون خطی‌بودن می‌تواند با آزمون فرضیه صفر $H_0: \gamma = 0$ یا $H_0: \beta = 0$ انجام شود، اما باتوجه‌به این که مدل PSTR تحت فرضیه صفر دارای پارامترهای اضافی است، آماره‌های آزمون هر دو فرضیه فوق غیر استاندارد است. به همین جهت، به‌منظور حل این مشکل تراسورتا[5] (۱۹۹۶) استفاده از تقریب تیلور تابع انتقال را پیشنهاد کرده است. گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) در این خصوص تقریب تیلور تابع انتقال $G(q_{it}; \gamma. c)$ را بر حسب پارامتر γ حول مقدار $\gamma = 1$ مطابق رابطه (۵) پیشنهاد نموده‌اند:

$$y_{it} = \mu_i + B0 x_{it} + B1 x_{it} q_{it} + Bm x_{it} q_{itm} + u_{it} \quad (۵)$$

بر اساس رابطه (۵) فرضیه صفر که بیانگر خطی‌بودن رابطه بین متغیرها است به‌صورت $H_0: B1 = \cdots = Bm = 0$ مطرح می‌گردد. عدم پذیرش فرضیه صفر دلالت بر وجود رابطه غیرخطی و عدم رد آن، دلالت بر وجود رابطه خطی بین متغیرهای مدل می‌باشد (سلمانی و همکاران، ۱۳۹۵). برای آزمون این فرضیه بر اساس پیشنهاد کولیتاز و هارولین (۲۰۰۶) از آماره‌های زیر استفاده می‌گردد:

---

[5] *Terasvirta*

$$LM_w = \frac{TN(SSR_0 - SSR_1)}{SSR_0}$$
$$LM_F = \frac{[(SSR_0 - SSR_1)/K_m]}{[SSR_0/(TN - N - mK)]} \quad (۶)$$
$$LR = -2[\log(SSR_1) - (SSR_0)]$$

جهت تصریح سه رابطه فوق در ادامه به معرفی متغیرها پرداخته می‌شود (گونزالز و همکاران، ۲۰۰۵):

LMW: ضریب لاگرانژ والد؛

LMF: ضریب لاگرانژ فیشر؛

LR: نسبت درست‌نمایی؛

SSR_0: مجموع باقی‌مانده مدل پانل خطی؛

SSR_1: مجموع مربعات باقی‌مانده غیرخطی PSTR؛

T: دوره زمانی؛

N: تعداد مقاطع؛

K: تعداد متغیرهای توضیحی لحاظ شده در مدل؛

M: تعداد حدهای آستانه‌ای.

۳-۳- بررسی وجود رابطه غیرخطی باقیمانده مدل *PSTR*

در این مرحله جهت تصریح کامل رفتار غیرخطی اقدام به انتخاب تعداد توابع انتقال می‌گردد. به عبارتی فرضیه صفر وجود یک تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل دو تابع انتقال آزمون می‌شود. فرایند این آزمون همانند آزمون خطی‌بودن است، با این تفاوت که تقریب سری تیلور از تابع انتقال دوم مورد آزمون قرار می‌گیرد که به‌صورت رابطه زیر تصریح می‌گردد:

$$y_{it} = \mu_i + B_0 x_{it} + B_1 x_{it} G(q_{it}(1).\gamma.c) + B_{21} x_{it} q_{it}(2) + L + B_{2m} x_{it} q_{it}(2)m + u_{it} \quad (۷)$$

در ادامه بر اساس رابطه فوق، آزمون نبود رابطه غیرخطی باقیمانده صورت می‌پذیرد.

فرضیه صفر $H_0: B_{21} = \cdots = B_{2m} = 0$ است. پس از انجام آزمون، با بررسی نتیجه درصورتی‌که فرضیه صفر رد نشود لحاظ کردن یک تابع انتقال جهت بررسی رابطه

غیرخطی میان متغیرهای تحت بررسی کفایت می‌کند. درصورتی‌که فرضیه صفر در این آزمون رد شود، حداقل دو تابع انتقال در مدل PSTR وجود خواهد داشت. در ادامه باید فرضیه صفر وجود دو تابع انتقال در مقابل فرضیه وجود حداقل سه تابع انتقال آزمون شود. این فرایند تا زمانی که فرضیه صفر پذیرفته شود باید ادامه داشته باشد (کولیتاز و هارولین، ۲۰۰٦).

۴-۳- الگوی تحقیق

در پژوهش حاضر، مطابق با مطالعات قبلی (ونگ و همکاران، ۲۰۲٤؛ پنگ و همکاران، ۲۰۲۲)، رابطه بین پیچیدگی اقتصادی، رانت منابع طبیعی، مخارج عمومی دولت، نرخ شهرنشینی، ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی و توسعه پایدار، باتوجه‌به متغیر حد آستانه پیچیدگی اقتصادی، از طریق شکل کاهش یافته زیر برآورد می‌شود:

$$\begin{aligned} SDG_{it} = {} & u_i + \beta_{01} ECI_{it} + \beta_{02} RR_{it} + \beta_{03} ER_{it} + \beta_{04} FR_{it} + \beta_{05} PR_{it} \\ & + \beta_{06} government\ expenditure_{it} + \beta_{07} Urban_{it} \\ & + G(ECI_{it}, \gamma, c)[\alpha_{01} ECI_{it} + \alpha_{02} RR_{it} + \alpha_{03} ER_{it} \\ & + \alpha_{04} FR_{it} + \alpha_{05} PR_{it} \\ & + \alpha_{06} government\ expenditure_{it} + \alpha_{07} Urban_{it}] \\ & + u_{it} \end{aligned} \quad (۸)$$

متغیرهایی که در الگوسازی این مدل به‌کاررفته‌اند شامل:

۱. توسعه پایدار (SDG): آرمان‌های توسعه پایدار، فراخوان جهانی هستند برای اقدام در راستای پایان بخشیدن به فقر، محافظت از محیطزیست و اقلیم کره زمین، همچنین حصول اطمینان از اینکه مردم در همه‌جا می‌توانند از صلح و رفاه بهره‌مند شوند. این آرمان‌ها شامل: ۱- نبود فقر، ۲- به صفر رساندن گرسنگی، ۳- سلامت مطلوب و رفاه، ٤- آموزش باکیفیت، ۵- برابر جنسیتی، ٦- آب سالم و تأسیسات بهداشتی، ۷- انرژی پاک و قابل‌دسترس، ۸- شغل شرافتمندانه و رشد اقتصادی، ۹- صنعت، نوآوری و زیرساخت، ۱۰- کاهش نابرابری‌ها، ۱۱- شهرها و جوامع پایدار، ۱۲- تولید و مصرف مسئولانه، ۱۳- اقدام برای اقلیم، ۱٤- زندگی زیر آب، ۱۵- زندگی روی زمین، ۱٦- صلح، عدالت و نهادهای توانمند، ۱۷- مشارکت برای آرمان‌ها.
۲. پیچیدگی اقتصادی (ECI): شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) داده‌های مربوط به صادرات را می‌گیرد و سیستم اقتصادی یک کشور را به دو بعد کاهش می‌دهد: (۱)

تعداد یا «تنوع» محصولات در سبد صادراتی، و (۲) کیفیت یا «همه‌وجود بودن» محصولات در سبد صادراتی.

۳. رانت منابع طبیعی (%GDP) (RR): مجموع رانت منابع طبیعی عبارت است از مجموع رانت نفت، رانت گاز طبیعی، رانت زغال‌سنگ (سخت و نرم)، رانت معدنی و رانت جنگل.

٤. نرخ ریسک اقتصادی (ER): هدف کلی ریسک اقتصادی، فراهم‌کردن ابزار ارزیابی قوت‌ها و ضعف‌های اقتصادی کشور است. داده‌های این متغیر از وب‌سایت راهنمای ریسک بین‌المللی اخذ شده است. ریسک اقتصادی از مؤلفه‌هایی همچون تولید ناخالص داخلی سرانه، رشد تولید ناخالص داخلی واقعی، نرخ تورم سالیانه، کسری بودجه دولت نسبت به GDP، تراز حساب‌جاری نسبت به GDP تشکیل شده است.

۵. نرخ ریسک مالی (FR): هدف کلی رتبه ریسک مالی، ارزیابی توانایی کشور در تأمین مالی بدهی‌های تجاری و رسمی کشور است. مؤلفه‌های این شاخص شامل بدهی خارجی نسبت به GDP، بدهی خارجی نسبت به صادرات کالا و خدمات، تراز حساب تجاری نسبت به صادرات کالا و خدمات، نقدینگی خالص در ماه، ثبات نرخ ارز است.

٦. نرخ ریسک سیاسی (PR): هدف از رتبه‌بندی ریسک سیاسی، فراهم‌کردن ابزاری برای ارزیابی ثبات سیاسی کشورهاست. مؤلفه‌های ریسک سیاسی شامل: ثبات حکومت، شرایط اجتماعی - اقتصادی، ریسک مصادره و عدم برگشت سود سرمایه‌های خارجی، درگیری داخلی، درگیری خارجی، فساد، دخالت نظامیان در سیاست، تنش‌های مذهبی، حاکمیت نظم و قانون، تنش‌های نژادی، پاسخگویی حکومت در برابر مردم، کیفیت دیوان‌سالاری است.

۷. مخارج عمومی دولت (%GDP) (government expenditure): مخارج مصرف نهایی عمومی دولت (مصرف عمومی سابق) شامل تمام مخارج جاری دولت برای خرید کالاها و خدمات (از جمله غرامت کارکنان) است. همچنین شامل بیشتر هزینه‌های دفاع و امنیت ملی می‌شود، اما هزینه‌های نظامی دولت را که بخشی از تشکیل سرمایه دولت است، در بر نمی‌گیرد.

۸. نرخ شهرنشینی (Urban): جمعیت شهری به افرادی اطلاق می‌شود که در مناطق شهری طبق تعریف ادارات آمار ملی زندگی می‌کنند. این متغیر به‌صورت درصدی از کل جمعیت اندازه‌گیری شده است.

۴- نتایج تحقیق

۴-۱- آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

مطابق با نتایج **جدول ۱** که بیانگر آمار توصیفی متغیرهای پژوهش هست، تعداد مشاهدات در تمامی متغیرها ۱۰۳٤ مشاهده هست. بر اساس نتایج، ارزش احتمال آزمون جارک - برا برای تمامی متغیرها به جز پیچیدگی اقتصادی، کمتر از ۰/۰۵ است؛ لذا توزیع این متغیرها با اطمینان ۹۵ درصد، غیر نرمال هستند و بنا بر استدلال مشابه توزیع متغیر پیچیدگی اقتصادی نرمال هست. همچنین سایر ویژگی‌های آماری متغیرهای پژوهش از جمله ماکزیمم، مینیمم، چولگی، کشیدگی و ... در **جدول ۱** گزارش شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای پژوهش
مأخذ: نتایج پژوهش

Table ۱. Descriptive statistics of the variable
Source: Research results

متغیر	مشاهدات	میانگین	میانه	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	جارک - برا	احتمال جارک - برا
SDG	۱۰۳٤	٦۷/۷۹	٦۸/۲٤	۸۲/٤۸	٤٦/۱٤	۷/۳۰	-۰/۳۳	۲/۵۸	۲٦/٦۷	۰/۰۰
ECI	۱۰۳٤	۰/۲٦	۰/۲۰	۲/۱٦	-۲/٦۹	۰/۸۳	-۰/۱۱	۲/۹۱	۲/٤۳	۰/۲۹
FR	۱۰۳٤	۳۸/٤۱	۳۸/۵۰	٤۹/۰۰	۱٦/۰۰	٤/۸٤	-۰/٤۱	۳/۵۸	٤۳/۷٦	۰/۰۰
ER	۱۰۳٤	۳٦/۳۸	۳٦/۵۰	۵۰/۰۰	۱۹/۰۰	٤/۹۵	۰/۰۲	۳/۵٤	۱۳/۰۸	۰/۰۰
PR	۱۰۳٤	٦۷/۰۸	٦۸/۰۰	۹۰/۰۰	۳۷/۰۰	۹/٤۷	-۰/٤۲	۲/٦٤	۳۷/۲٤	۰/۰۰
RR	۱۰۳٤	٦/۷۱	۲/۳۷	۵۹/۰٦	۰/۰۰	۱۰/٤۹	۲/۵۳	۹/٦۳	۳۰۰٤/۸۷	۰/۰۰
Urban	۱۰۳٤	٦٤/۷۸	٦۷/۷۳	۱۰۰/۰۰	۱۸/۱۹	۱۹/۹٤	-۰/۲۵	۲/٤۳	۲۵/۵۱	۰/۰۰
Government expenditure	۱۰۳٤	۱۵/۲۲	۱۵/۷۲	۲۹/۳۲	۰/۹۵	٤/۸۵	-۰/۰۹	۲/۵۱	۱۱/۷٦	۰/۰۰

در ادامه به بررسی آزمون ریشه واحد پرداخته شده است. بر اساس ادبیات اقتصادسنجی، قبل از هر گونه تخمین و برای جلوگیری از بروز رگرسیون‌های کاذب، باید ابتدا از ایستا بودن متغیرها اطمینان حاصل کرد. اگر متغیرهای مدل ایستا باشند، تخمین‌های مدل مشکل رگرسیون ساختگی را نخواهند داشت (خاکی و همکاران، ۱۴۰۱)؛ لذا بررسی وجود ریشه واحد حائز اهمیت می باشد.

۲-۴- آزمون ریشه واحد

بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی و مالی نشان‌دهنده روند رفتاری و عدم استقلال از زمان میانگین، واریانس و کوواریانس و در نتیجه ناپایایی متغیرها هستند که این عامل منجر به عدم اطمینان از نتایج برآوردها و تفاسیر مدل می‌گردد؛ لذا حتی در صورت داشتن ضریب تعیین بالای مدل، لزوم بررسی پایایی و همگرایی متغیرهای موردمطالعه کاملاً محسوس هست. یکی از روش‌های متداول جهت تعیین پایایی یک فرایند سری زمانی استفاده از آزمون ریشه واحد است؛ ازاین‌رو پیش از شروع ارزیابی مدل، جهت اطمینان از عدم حصول نتایج رگرسیونی کاذب و بررسی مانایی متغیرهای مورد بررسی، از آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو (LLC) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین آزمون‌های ریشه واحد در داده‌های ترکیبی و آزمون ایم، پسران و شین (IPS) استفاده شده است (برقی نژاد و همکاران، ۱۳۹۷).

جدول ۲. آزمون ریشه واحد
مأخذ: نتایج پژوهش
Table 2. Unit root test
Source: Research results

آزمون	Levin, Lin & Chu				Im, Pesaran and Shin			
متغیر	Statistic	Prob	Cross-sections	Obs	Statistic	Prob	Cross-sections	Obs
SDG	۵/۹۳	۱/۰۰	۴۷	۹۳۵	۱۲/۶۱	۱/۰۰	۴۷	۹۳۵
ECI	-۶/۴۶	۰/۰۰	۴۷	۹۶۲	-۴/۸۸	۰/۰۰	۴۷	۹۶۲
FR	-۹/۳۲	۰/۰۰	۴۷	۹۷۵	-۷/۳۸	۰/۰۰	۴۷	۹۷۵
ER	-۲/۲۳	۰/۰۱	۴۷	۹۶۵	-۶/۶۷	۰/۰۰	۴۷	۹۶۵
PR	-۳/۴۹	۰/۰۰	۴۷	۹۵۷	-۴/۷۹	۰/۰۰	۴۷	۹۵۷

RR	-٥/٦١	٠/٠٠	٤٧	٩٦٣	-٤/٧٣	٠/٠٠	٤٧	٩٦٣
Urban	-٢٤/٢٢	٠/٠٠	٤٤	٨٣٥	-٥/٥٢	٠/٠٠	٤٤	٨٣٥
Government expenditure	-٢/١١	٠/٠١	٤٧	٩٥٥	-١/٨٤	٠/٠٣	٤٧	٩٥٥

در این پژوهش جهت بررسی و آزمون ریشه واحد متغیرها، از آزمون‌های لوین لین و چو (LLC, 2002) و ایم پسران و شین (IPS, 2003) استفاده شده است. مطابق با نتایج **جدول ۲**، بر اساس آزمون LLC و IPS باتوجه‌به مقدار ارزش احتمال که کمتر از ۰/۰۵ هست؛ تمامی متغیرها به جز توسعه پایدار، در سطح مانا هستند، که متغیر توسعه پایدار بعد از روندزدایی مانا شد. باتوجه‌به این که متغیرهای مدل مشکل نامانایی ندارند لذا می‌توان به دور از رگرسیون کاذب به تخمین مدل پرداخت.

۳-۴- آزمون وجود روابط غیرخطی

مطابق روش‌شناسی رگرسیون انتقال ملایم پانلی، بعد از آزمون مانایی، برای تصریح یک الگوی رگرسیون انتقال ملایم پانلی، باید آزمون خطی‌بودن در مقابل وجود الگوی رگرسیون انتقال ملایم پانلی را انجام داد. در این آزمون، فرضیه صفر بیانگر خطی‌بودن مدل و فرضیه مقابل نشانگر وجود الگوی رگرسیون انتقال ملایم پانلی است. در صورت رد فرضیه صفر (مبنی بر خطی‌بودن رابطه بین متغیرها) و قبول فرضیه مقابل، روابط بین متغیرها از یک الگوی غیرخطی تبعیت خواهد کرد و در این صورت باید تعداد توابع آستانه‌ای (انتقال) موردنیاز برای تصریح کامل رفتار غیرخطی بین متغیرهای الگو را مشخص کرد (خاکی و همکاران، ۱٤۰۱).

به‌منظور برآورد مدل، ابتدا وجود رابطه غیرخطی بین پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار به‌وسیله آماره‌های نسبت درست‌نمایی، ضریب لاگرانژ فیشر و ضریب لاگرانژ والد مورد آزمون قرار می‌گیرد. نتایج مربوط به آزمون وجود روابط غیرخطی در مقابل عدم وجود روابط غیرخطی باتوجه‌به متغیر آستانه پیچیدگی اقتصادی در **جدول ۳جدول ۳** گزارش شده است. باتوجه‌به نتایج آزمون، تمامی آماره‌های ضریب لاگرانژ والد، ضریب لاگرانژ فیشر و نسبت درست‌نمایی نشان می دهند که برای حدهای آستانه‌ای $m = ۱$ و $m = ۲$ و تعداد رژیم‌های حدی $r = ۱$ از یک الگوی غیرخطی پیروی می‌کنند. زیرا فرضیه صفر یعنی $r = ۰$ رد می‌شود؛ بنابراین رابطه غیرخطی میان متغیرها وجود دارد.

جدول ۳. آزمون وجود روابط غیرخطی
مأخذ: نتایج پژوهش
Table 3. Test for the presence of nonlinear relationships
Source: Research results

	متغیر آستانه: ECI		
آماره آزمون $H_0: r = 0 \; ; \; H_1: r = 1$	نسبت درست‌نمایی	ضریب لاگرانژ فیشر	ضریب لاگرانژ والد
M=1	۱۰۹/۱۳ (۰/۰۰)	۱۵/۵۸ (۰/۰۰)	۱۰۳/۵۷ (۰/۰۰)
M=2	۱٤٥/٦۹ (۰/۰۰)	۱۰/۵۱ (۰/۰۰)	۱۳۵/۸۹ (۰/۰۰)
نکته: تعداد توابع انتقال با r و تعداد مکان‌های آستانه‌ای با m نشان‌داده‌شده است و مقادیر احتمال هر آماره داخل پرانتز بیان شده است.			

پس از اثبات وجود یک رابطه غیرخطی بین متغیرهای پژوهش، برای تعیین تعداد رژیم‌های حدی (توابع انتقال)، وجود رابطه غیرخطی باقیمانده بررسی می‌شود. بدین منظور، بر اساس مطالعه گونزالز و همکاران (۲۰۰۵) و کولیتاز و هارولین (۲۰۰٦)، فرضیه صفر، وجود الگوی رگرسیون انتقال ملایم پانلی با دو رژیم حدی در مقابل فرضیه مخالف، وجود الگوی رگرسیون انتقال ملایم پانلی با سه رژیم حدی آزمون می‌شود که نتایج آن در **جدول ٤** گزارش شده است. بدین منظور، یکبار مدل را با m = ۱ و r بهینه مربوط به آن برآورد کرده و مقادیر آماره‌های ضریب لاگرانژ والد، ضریب لاگرانژ فیشر و نسبت درست‌نمایی را گزارش کرده و بار دیگر مدل را با m = ۲ و r بهینه مربوط به آن برآورد و آماره‌های مذکور در جدول قرار داده می‌شود. باتوجه به **جدول ٤** ، حالت وجود سه رژیم حدی r = ۲ قابل قبول است. بااین‌وجود، باتوجه‌به هدف تحقیق و جلوگیری از پیچیده شدن محاسبات، از دو رژیم حدی جهت برآورد استفاده شده است.

جدول ۴. آزمون وجود روابط غیرخطی باقی‌مانده
مأخذ: نتایج پژوهش
Table 4. Test for the presence of nonlinear residual relationships
Source: Research results

	متغیر آستانه: ECI

آماره آزمون $H_0: r = 1 \; ; \; H_1: r = 2$	نسبت درست‌نمایی	ضریب لاگرانژ فیشر	ضریب لاگرانژ والد
M=1	۱۶/۲۶ (۰/۰۲)	۲/۱۸ (۰/۰۳)	۱۶/۱۳ (۰/۰۲)
M=2	۳۹/۹٤ (۰/۰۰)	۲/٦۹ (۰/۰۰)	۳۹/۱۸ (۰/۰۰)
نکته: تعداد توابع انتقال با r و تعداد مکان‌های آستانه‌ای با m نشان‌داده‌شده است و مقادیر احتمال هر آماره داخل پرانتز بیان شده است.			

۴-۴- تعیین تعداد مکان‌های آستانه‌ای (تابع انتقال)

بعد از تعیین تعداد رژیم حدی بهینه در مدل رگرسیون انتقال ملایم پانلی، باید تعداد مکان‌های آستانه‌ای بهینه انتخاب شود. بدین منظور از معیارهای مجذور مربعات باقی‌مانده (RSS)، شوارتز (BIC) و همچنین آکائیک (AIC) استفاده شد. نتایج در **جدول ۵جدول ۵** گزارش شده است.

جدول ۵. انتخاب تعداد مکان‌های آستانه‌ای در یک تابع انتقال
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 5. Selection of the number of threshold locations in a transition function
Source: Research results

	متغیر آستانه: ECI		
	AIC	BIC	RSS
M=1	۱/۰۳۱	۱٫۱۰۷	۲۷٦٤٫۵۳۱
M=2	۱٫۰۰۵	۱٫۱۳٤	۲٦۰۸٫۵۳۳

باتوجه‌به نتایج **جدول ۵**، کمترین مقدار، تعداد مکان بهینه را روشن می‌کند و باتوجه‌به این که معیار شوارتز بهینه ترین حالت را نشان می‌دهد لذا مطابق با معیار شوارتز، مدل با یک مکان آستانه‌ای برآورد خواهد شد.

۴-۵- تخمین مدل

پس از تعیین تعداد بهینه تابع انتقال و حد آستانه‌ای بهینه، رگرسیون انتقال ملایم پانلی باتوجه‌به متغیر آستانه پیچیدگی اقتصادی برآورد شده است که نتایج در **جدول ٦** گزارش شده است.

جدول ۶. نتایج برآورد پارامترهای مدل برای متغیر وابسته توسعه پایدار در مدل PSTR
مأخذ: نتایج پژوهش

Table 6. Estimation results of model parameters for the dependent variable of sustainable development in the PSTR model
Source: Research results

متغیر	متغیر آستانه: ECI		
		مقدار ضرایب	آماره t
ECI	α_1	-۱/۲۸	-۳/۸۷
	β_1	۵٫۳۳	۸/۵۱
FR	α_2	۰/۱۲	٤/۸۲
	β_2	-۰٫۱۷	-٤/٦۸
ER	α_3	-۰/۱۱	-٤/۷۰
	β_3	۰٫۱۵	۳/۸۷
PR	α_4	-۰/۰٦	-۲/٦۸
	β_4	۰٫۱۱	٤/٤۰
Rent	α_5	-۰/۱۲	-۷/۳٦
	β_5	۰٫۰۲	۰/۸۵
Urban	α_6	۰/۵۱	۲۱/٤۳
	β_6	-۰٫۱۳	-٦/۱۸
Government expenditure	α_7	۰/۱۰	۲/۵۲
	β_7	۰٫۱۱	۱/٦۱
γ		۸/۵۸	
C		۰/۱۸	
توجه: γ و C به ترتیب بیانگر پارامتر شیب و مکان وقوع تغییر رژیم هستند.			

در نهایت نتایج حاصل از برآورد مدل رگرسیونی PSTR در **جدول ٦** گزارش شده است که بیانگر روابط بین متغیرهای مورد بررسی در ٤۷ کشور نوظهور دنیا می‌باشد. نتایج حاصل از برآورد مدل نشان می‌دهد که پارامتر شیب که حاکی از سرعت تعدیل و انتقال از یک رژیم یا حالت به رژیم یا حالت دیگر هست برابر با ۸/۵۸ برآورد شده است. ارزش شیب ۸/۵۸ به معنای انتقال از یک رژیم انتقالی پایین‌تر به یک رژیم انتقالی بالاتر می‌باشد و نشان می‌دهد که سطوح بالاتر پیچیدگی اقتصادی می‌تواند توسعه پایدار را تحت تأثیر قرار دهد. حد آستانه‌ای پیچیدگی اقتصادی نیز به‌عنوان نقطه عطف و تفکیک‌کننده دو رژیم برابر با ۰/۱۸

است. به عبارتی بیش از ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی، رفتار متغیرها مطابق با رژیم دوم خواهد بود و شدت و جهت تأثیر متغیرها بر توسعه پایدار تغییر خواهد کرد.

برای ارائه ویژگی‌های غیرخطی ضرایب معمولاً دو رژیم حدی جهت ادراک روشن‌تر نتایج برآورد شده، مورد بررسی قرار می‌گیرد. براین‌اساس، در صورت میل پارامتر شیب به سمت بی‌نهایت، مقدار متغیر انتقال کمتر از حد آستانه‌ای بوده و تابع انتقال دارای مقدار عددی صفر هست که در این حالت ضرایب برآوردی متناظر با رژیم حدی اول است. همچنین در صورت میل‌کردن پارامتر شیب به سمت صفر، مقدار متغیر انتقال بزرگ‌تر از حد آستانه‌ای بوده و تابع انتقال دارای مقدار عددی یک هست که در این حالت نیز ضرایب برآوردی متناظر با رژیم حدی دوم است. ازاین‌رو در تخمین مدل با درنظرگرفتن پیچیدگی اقتصادی به‌عنوان متغیر انتقال دو حالت حدی به‌صورت زیر است:

رژیم حدی اول $(g(q_{it}^{j};\gamma_j,c_j)=0)$:

$$SDG_{it}=\mu_0-1.28ECI_{it}+0.12FR_{it}-0.11ER_{it}-0.06PR_{it}-0.12Rent_{it}+0.51Urban_{it}+0.10Government\ expenditure_{it}+u_{it}$$

رژیم حدی دوم $(g(q_{it}^{j};\gamma_j,c_j)=1)$:

$$SDG_{it}=\mu_0+4.05ECI_{it}-0.05FR_{it}+0.04ER_{it}+0.05PR_{it}-0.10Rent_{it}+0.38Urban_{it}+0.21Government\ expenditure_{it}+u_{it}$$

باتوجه‌به دو حالت تصریح شده برای رژیم اول و دوم و باتوجه‌به سطوح مختلف ECI، ارتباط منفی و معناداری میان پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه و ارتباط مثبت و معناداری میان پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار در رژیم دوم و بعد از حد آستانه مشاهده می‌شود. به عبارتی پیچیده‌شدن یک اقتصاد و حرکت به سمت توسعه و رشد اقتصادی در ابتدا مستلزم افزایش تولیدات هست که این امر به نوبه خود منجر به آلایندگی‌های زیست‌محیطی و در نتیجه کاهش توسعه پایدار می‌شود؛ اما بعدازاین که کشورها از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی عبور کنند این اثر مثبت خواهد بود. مطابق با نتایج، میان ریسک مالی و توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی ارتباط مثبت و معناداری و در رژیم دوم ارتباط منفی و معناداری وجود دارد. به عبارتی در رژیم اول و هنگامی که کشورها از پیچیدگی اقتصادی پایینی برخوردار هستند هرچه ریسک مالی کاهش یابد می‌تواند توسعه پایدار را افزایش دهد؛ اما بعد از عبور از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی، آن گاه هر چه ریسک مالی کاهش یابد اثر منفی و معناداری بر توسعه پایدار خواهد گذاشت. مطابق با نتایج، اثر ریسک اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه ۰/۱۸، به ترتیب ۰/۱۱- و ۰/۰٦- واحد است که مقدار این اثر در

رژیم دوم و بعد از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی به ترتیب برابر با ۰/۰٤ و ۰/۰۵ واحد است. به عبارتی اثر ریسک اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار در کشورهایی با پیچیدگی پایین‌تر از حد آستانه ۰/۱۸، منفی است؛ در واقع در کشورهایی موردمطالعه، در رژیم اول و قبل از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی، هر چه ریسک اقتصادی و سیاسی کاهش یابد آن گاه توسعه پایدار کاهش خواهد یافت و بعد از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی این اثر معکوس است. همچنین اثر رانت منابع طبیعی بر توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه ۰/۱۸، ۰/۱۲- هست که بعد از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی، مقدار این اثر منفی به ۰/۱۰- کاهش پیدا می‌کند؛ لذا اثر رانت منابع طبیعی بر توسعه پایدار در کشورهایی با پیچیدگی اقتصادی پایین‌تر بیشتر از این اثر در کشورهایی با پیچیدگی اقتصادی بالاتر است.

مطابق با نتایج، اثر نرخ شهرنشینی بر توسعه پایدار، قبل از حد آستانه ۰/۱۸ در رژیم اول، ۰/۵۱ است که این اثر بعد از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی به ۰/۳۸ کاهش می‌یابد؛ لذا افزایش پیچیدگی اقتصادی می‌تواند اثر نرخ شهرنشینی بر توسعه پایدار را کاهش دهد. همچنین اثر مخارج عمومی دولت بر توسعه پایدار در هر دو رژیم مثبت و معنادار است؛ به عبارتی، اثر مخارج عمومی دولت بر توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی برابر با ۰/۱۰ است که این اثر در کشورهایی با پیچیدگی بالاتر از ۰/۱۸، به ۰/۲۱ افزایش خواهد یافت.

۵- بحث و نتیجه‌گیری

امروزه بحث توسعه پایدار موردتوجه بسیاری از پژوهشگران و سیاست‌گذاران قرار گرفته است. باتوجه‌به این که حفظ محیط‌زیست، افزایش رفاه و ایجاد زیرساخت‌ها برای تولیدات پایدار هر کدام، یکی از اهداف هفده‌گانه توسعه پایدار هست؛ لذا بررسی علل تحریک‌کننده این عوامل حائز اهمیت است. در پژوهش حاضر به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی و ریسک‌های مالی، اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار ٤۷ کشور نوظهور طی بازه زمانی ۲۰۰۰ الی ۲۰۲۱ پرداخته شده است. جهت برآورد مدل باتوجه‌به متغیر حد آستانه پیچیدگی اقتصادی، از رگرسیون انتقال ملایم پانلی بهره گرفته شد. نتایج پژوهش حاضر نشان داد که ارتباط منفی و معناداری میان پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه و ارتباط مثبت و معناداری میان پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار در رژیم دوم و

بعد از حد آستانه مشاهده می‌شود. به عبارتی پیچیده شدن یک اقتصاد و حرکت به سمت توسعه و رشد اقتصادی در ابتدا مستلزم افزایش تولیدات هست که این امر به نوبه خود منجر به آلایندگی‌های زیست‌محیطی و در نتیجه کاهش توسعه پایدار می‌شود اما بعد از این که کشورها از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی عبور کنند این اثر مثبت خواهد بود. به عبارتی ارتباط بین پیچیدگی اقتصادی و توسعه پایدار به صورت U شکل هست که تایید کننده نظریه زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) می باشد. این نتیجه تلویحا توسط لعل خضری و آشنا (۱٤۰۰)؛ دادا و همکاران (۲۰۲٤)؛ بالسالوبر-لورنته و همکاران (۲۰۲٤)؛ کونگ و رن (۲۰۲۳) تایید شد.

همچنین میان ریسک مالی و توسعه پایدار در رژیم اول و قبل از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی ارتباط مثبت و معناداری و در رژیم دوم ارتباط منفی و معناداری وجود دارد. به عبارتی در رژیم اول و هنگامی که کشورها از پیچیدگی اقتصادی پایینی برخوردار هستند هرچه ریسک مالی کاهش یابد می‌تواند توسعه پایدار را افزایش دهد؛ اما بعد از عبور از حد آستانه پیچیدگی اقتصادی، آن گاه هر چه ریسک مالی کاهش یابد اثر منفی و معناداری بر توسعه پایدار خواهد گذاشت که این امرمی تواند به دلیل کاهش انگیزه سرمایه‌گذاران باشد. همچنین اثر ریسک اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار در رژیم اول منفی و در رژیم دوم مثبت و معنادار است. به عبارتی اثر ریسک اقتصادی و سیاسی بر توسعه پایدار در کشورهایی با پیچیدگی پایین، منفی است؛ در واقع در کشورهایی موردمطالعه، در رژیم اول که پیچیدگی اقتصادی پایین هست، هر چه ریسک اقتصادی و سیاسی کاهش یابد آن گاه توسعه پایدار کاهش خواهد یافت و بعد از حد آستانه ۰/۱۸ پیچیدگی اقتصادی این اثر معکوس است که این نتیجه تلویحا توسط آدبایو (۲۰۲۳) هانجرا و همکاران (۲۰۲۲) خان و همکاران (۲۰۲۲) ژنگ و چیو (۲۰۲۰) روزا و کارو-کارترو (۲۰۲۲) ژنگ و همکاران (۲۰۲٤) تایید شد.

مطابق با نتایج، کشورهایی که از پیچیدگی بالاتری برخوردار هستند اثر پیچیدگی اقتصادی بر توسعه پایدار آن‌ها مثبت هست و همچنین اثر رانت منابع طبیعی بر توسعه پایدار منفی هست؛ لذا پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران قوانینی را در جهت ایجاد ارزش‌افزوده بر منابع طبیعی (نفت، گاز و معادن) اتخاذ کنند که این امر باعث کاهش خام‌فروشی محصولاتی همچون نفت می‌شود و همچنین با ارزآوری صادرات منابع طبیعی فراوری شده می‌توان زمینه ورود تکنولوژی پیشرفته‌تر و پیچیده‌تر را به کشور فراهم کرد که به نوبه خود باعث پایداری محیطزیست و توسعه پایدار می‌شود. همچنین نتایج نشان داد

که کاهش ریسک سیاسی در کشورهای موردمطالعه می‌تواند زمینه‌ساز توسعه پایدار شود؛ لذا پیشنهاد می‌شود که سیاست‌گذار با اعمال قوانین نظارتی شفاف زمینه‌ساز کاهش ریسک سیاسی شود و از اعمال سیاست‌های صلاح دیدی سیاست‌مداران جلوگیری به عمل آید. همچنین کشورهای نوظهور کمتر پیچیده به ثبات مالی و کاهش ریسک مالی توجه ویژه داشته باشند.

Reference

Adams, S., Adedoyin, F., Olaniran, E., & Bekun, F. V. (2020). Energy consumption, economic policy uncertainty and carbon emissions; causality evidence from resource rich economies. Economic Analysis and Policy, 68, 179-190.

Adebayo, T. S. (2023). Towards unlocking the chain of sustainable development in the BRICS economies: Analysing the role of economic complexity and financial risk. Geological Journal, 58(5), 1810-1821. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/gj.4694

Adebayo, T. S., Kartal, M. T., Ağa, M., & Al-Faryan, M. A. S. (2023). Role of country risks and renewable energy consumption on environmental quality: Evidence from MINT countries. Journal of Environmental Management, 327, 116884.

Agboola, M. O., Bekun, F. V., & Joshua, U. (2021). Pathway to environmental sustainability: nexus between economic growth, energy consumption, CO2 emission, oil rent and total natural resources rent in Saudi Arabia. Resources Policy, 74, 102380.

Ahmad, M., Ahmed, Z., Gavurova, B., & Oláh, J. (2022). Financial risk, renewable energy technology budgets, and environmental sustainability: Is going green possible? Frontiers in Environmental Science, 10, 909190. In.

Ahmad, M., Ahmed, Z., Khan, S. A., & Alvarado, R. (2023). Towards environmental sustainability in E− 7 countries: Assessing the roles of natural resources, economic growth, country risk, and energy transition. Resources Policy, 82, 103486.

Ahmed, Z., Adebayo, T. S., Udemba, E. N., Murshed, M., & Kirikkaleli, D. (2022). Effects of economic complexity, economic growth, and renewable energy technology budgets on ecological footprint: the role of democratic accountability. Environmental Science and Pollution Research, 29(17), 24925-24940.

Aladejare, S. A. (2022). Natural resource rents, globalisation and environmental degradation: new insight from 5 richest African economies. Resources Policy, 78, 102909.

Anser, M. K., Apergis, N., & Syed, Q. R. (2021). Impact of economic policy uncertainty on CO 2 emissions: evidence from top ten carbon emitter countries. Environmental Science and Pollution Research, 28, 29369-29378.

Apergis, N., Can, M., Gozgor, G., & Lau, C. K. M. (2018). Effects of export concentration on CO 2 emissions in developed countries: an empirical analysis. Environmental Science and Pollution Research, 25, 14106-14116.

Ayhan, F., Kartal, M. T., Kılıç Depren, S., & Depren, Ö. (2023). Asymmetric effect of economic policy uncertainty, political stability, energy consumption, and economic growth on CO2 emissions: evidence from G-7 countries. Environmental Science and Pollution Research, 30(16), 47422-47437.

Azami, S., Pour Akbari, F., & Najafi, S. M. B. (2024). The impact of economic complexity on ecological footprint in major Asian polluters: New evidence from threshold and non-threshold panel estimations. Journal of Quantitative Economics, doi: 10.22055/jqe.2024.47028.2632.

Balsalobre-Lorente, D., Nur, T., Topaloglu, E. E., & Evcimen, C. (2024). Assessing the impact of the economic complexity on the ecological footprint in G7 countries: Fresh evidence under human development and energy innovation processes. Gondwana Research, 127, 226-245. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.03.017

Barghinezhad, M., Hassanzadeh Mahmoudabad, M., & Hashemi Dizaj, A. (2018). Examining the optimal composition of government investment and public debt in an economic growth model: A panel smooth transition regression (PSTR) approach. Master's thesis, Department of Economics, Faculty of Literature and Humanities, Mohaghegh Ardabili University [in persian]

Bebbington, J., & Unerman, J. (2018). Achieving the United Nations Sustainable Development Goals: an enabling role for accounting research. Accounting, Auditing & Accountability Journal, 31(1), 2-24.

Blewitt, J. (2012). Understanding sustainable development. Routledge.

Bovenberg, A. L., & Smulders, S. (1995). Environmental quality and pollution-augmenting technological change in a two-sector endogenous growth model. Journal of public Economics, 57(3), 369-391.

Brock, W. A., & Taylor, M. S. (2010). The green Solow model. Journal of Economic Growth, 15, 127-153.

Brown, B. J., Hanson, M. E., Liverman, D. M., & Merideth, R. W. (1987). Global sustainability: Toward definition. Environmental management, 11, 713-719.

Brundtland, G. H. (1987). Our common future world commission on environment and developement.

Can, M., & Gozgor, G. (2017). The impact of economic complexity on carbon emissions: evidence from France. Environmental Science and Pollution Research, 24, 16364-16370.

Chang, R. d., Zuo, J., Zhao, Z. y., Soebarto, V., Zillante, G., & Gan, X. l. (2017). Approaches for transitions towards sustainable development: status quo and challenges. Sustainable Development, 25(5), 359-371.

Che, S., & Wang, J. (2022). Can environmental regulation solve the carbon curse of natural resource dependence: evidence from China. Resources Policy, 79, 103100.

Chen, H., Hao, Y., Li, J., & Song, X. (2018). The impact of environmental regulation, shadow economy, and corruption on environmental quality: Theory and empirical evidence from China. Journal of Cleaner Production, 195, 200-214.

Chen, S., Nie, B., & Huang, X. (2024). Nonlinear Impact of Corporate Financialization on Sustainable Development Ability: Evidence from Listed Companies in China. Sustainability, 16(8), 3402.

Cheng, F., Wang, C., Cui, X., Wu, J., & He, F. (2021). Economic policy uncertainty exposure and stock price bubbles: Evidence from China. International Review of Financial Analysis, 78, 101961.

Chiroleu-Assouline, M., Fodha, M., & Kirat, Y. (2020). Carbon curse in developed countries. Energy Economics, 90, 104829.

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

Chu, L. K., Doğan, B., Abakah, E. J. A., Ghosh, S., & Albeni, M. (2023). Impact of economic policy uncertainty, geopolitical risk, and

economic complexity on carbon emissions and ecological footprint: an investigation of the E7 countries. Environmental Science and Pollution Research, 30(12), 34406-34427.

Colletaz, G., & Hurlin, C. (2006). Threshold effects of the public capital productivity: an international panel smooth transition approach.

Cong, Y., & Ren, C. (2023). Does Natural resource dependency impede sustainable development? Exploring the non-linear consequence of economic complexity. Resources Policy, 85, 103972. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103972

Cui, X., Wang, C., Liao, J., Fang, Z., & Cheng, F. (2021). Economic policy uncertainty exposure and corporate innovation investment: Evidence from China. Pacific-Basin Finance Journal, 67, 101533.

Dada, J. T., Ajide, F. M., Arnaut, M., & Al-Faryan, M. A. S. (2024). The Moderating Roles of Economic Complexity in the Entrepreneurship-Sustainable Environment Nexus for the Gulf Cooperation Council Economies. International Journal of Finance & Economics.

Danish, & Ulucak, R. (2020). The pathway toward pollution mitigation: does institutional quality make a difference? Business Strategy and the Environment, 29(8), 3571-3583.

das Neves Almeida, T. A., Cruz, L., Barata, E., & García-Sánchez, I.-M. (2017). Economic growth and environmental impacts: An analysis based on a composite index of environmental damage. Ecological indicators, 76, 119-130.

Dasgupta, S., & De Cian, E. (2018). The influence of institutions, governance, and public opinion on the environment: Synthesized findings from applied econometrics studies. Energy Research & Social Science, 43, 77-95.

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), 31900-31912.

Fan, M., Li, M., Liu, J., & Shao, S. (2022). Is high natural resource dependence doomed to low carbon emission efficiency? Evidence from 283 cities in China. Energy Economics, 115, 106328.

Fok, D., Van Dijk, D., & Franses, P. H. (2005). A multi-level panel STAR model for US manufacturing sectors. Journal of Applied Econometrics, 20(6), 811-827.

Friedrichs, J., & Inderwildi, O. R. (2013). The carbon curse: Are fuel rich countries doomed to high CO2 intensities? Energy Policy, 62, 1356-1365.

Gonzalez, A., Terasvirta, T., & van Dijk, D. (2005). Panel Smooth Transition Regression Models. 604.

Gradus, R., & Smulders, S. (1993). The trade-off between environmental care and long-term growth—pollution in three prototype growth models. Journal of Economics, 58(1), 25-51.

Grossman, G. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement.

Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. The quarterly journal of economics, 110(2), 353-377.

Hamilton, C., & Turton, H. (2002). Determinants of emissions growth in OECD countries. Energy Policy, 30(1), 63-71.

Hansen, B. E. (1999). Threshold effects in non-dynamic panels: Estimation, testing, and inference. Journal of econometrics, 93(2), 345-368.

Hasanvand, A., Karimi, M. Sh., Falahati, A., & Khanzadi, A. (2024). Investigating the relationship between economic complexity and income inequality in Iran (Simultaneous equations approach). Quantitative Economics Quarterly, 21(2), 201–222. https://doi.org/10.22055/jqe.2022.38495.2404.

Hassonvand, A., Karimi, M. S., Falahati, A., & Khanzadi, A. (2022). The effect of economic complexity on income inequality in selected developing countries: A dynamic panel approach. Financial Economics, 16(58), 193–214.

Hausmann, R., & Hidalgo, C. A. (2011). The network structure of economic output. Journal of Economic Growth, 16, 309-342.

Hess, P. N. (2016). Economic growth and sustainable development. Routledge.

Hidalgo, C. A. (2021). Economic complexity theory and applications. Nature Reviews Physics, 3(2), 92-113.

Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. Proceedings of the national academy of sciences, 106(26), 10570-10575.

Hoang, D. P., Chu, L. K., & To, T. T. (2023). How do economic policy uncertainty, geopolitical risk, and natural resources rents affect

economic complexity? Evidence from advanced and emerging market economies. Resources Policy, 85, 103856.

Hu, G., Can, M., Paramati, S. R., Doğan, B., & Fang, J. (2020). The effect of import product diversification on carbon emissions: New evidence for sustainable economic policies. Economic Analysis and Policy, 65, 198-210.

Huang, S.-Z. (2022). The effect of natural resources and economic factors on energy transition: New evidence from China. Resources Policy, 76, 102620.

Hunjra, A. I., Azam, M., Bruna, M. G., Verhoeven, P., & Al-Faryan, M. A. S. (2022). Sustainable development: The impact of political risk, macroeconomic policy uncertainty and ethnic conflict. International Review of Financial Analysis, 84, 102370.

Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. Journal of econometrics, 115(1), 53-74.

Kara, A., Zhou, H., & Zhou, Y. (2021). Achieving the United Nations' sustainable development goals through financial inclusion: A systematic literature review of access to finance across the globe. International Review of Financial Analysis, 77, 101833.

Javaheri, B., Ghaedri, S., Ghamashi, N., & Amani, R. (2025). The impact of economic complexity and ecological footprint on the economic growth of OPEC countries. Economic Research (Growth and Sustainable Development), 24(1), 27–56 [in persian]

Kartal, M. T., Depren, S. K., Kirikkaleli, D., Depren, Ö., & Khan, U. (2022). Asymmetric and long-run impact of political stability on consumption-based carbon dioxide emissions in Finland: evidence from nonlinear and Fourier-based approaches. Journal of Environmental Management, 321, 116043.

Kartal, M. T., Kirikkaleli, D., & Kılıç Depren, S. (2024). Investigating political stability effect on the environment in the Netherlands by Fourier-based approaches. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, 31(2), 125-136.

Khaki, N., Khorsandi, M., Mohammadi, T., Faridzad, A., & Azizi, Z. (2021). The impact of the economic complexity index on greenhouse gas emissions in selected oil-exporting countries: A panel smooth transition regression (PSTR) approach. Iranian Energy Economics Research, 10(39), 99–125 [in persian]

Khaki, N., Khorsandi, M., Mohammadi, T., Faridzad, A., & Azizi, Z. (2022). The impact of energy consumption structure on pollution emissions in industrialized and developing countries: A panel smooth transition regression (PSTR) approach. Industrial Economics Research Quarterly, 6(22), 51–64 [in persian]

Khodaverdi Zadeh, M., Khodaverdi Zadeh, S., Jani, S., & Khalili, A. (2019). The threshold effect of inflation on economic growth in developed and developing countries: A panel smooth transition regression (PSTR) model approach. Quantitative Economics Research Quarterly, 16(1), 49–77 [in persian]

Khan, I., Hou, F., Zakari, A., Irfan, M., & Ahmad, M. (2022). Links among energy intensity, non-linear financial development, and environmental sustainability: New evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. Journal of Cleaner Production, 330, 129747. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129747

Khan, Y., Hassan, T., Guiqin, H., & Nabi, G. (2023). Analyzing the impact of natural resources and rule of law on sustainable environment: A proposed policy framework for BRICS economies. Resources Policy, 86, 104070.

Khan, Z., Ali, S., Dong, K., & Li, R. Y. M. (2021). How does fiscal decentralization affect CO2 emissions? The roles of institutions and human capital. Energy Economics, 94, 105060.

Kihombo, S., Ahmed, Z., Chen, S., Adebayo, T. S., & Kirikkaleli, D. (2021). Linking financial development, economic growth, and ecological footprint: what is the role of technological innovation? Environmental Science and Pollution Research, 28(43), 61235-61245.

Kılıç Depren, S., Kartal, M. T., Kirikkaleli, D., & Depren, Ö. (2023). Effect of political stability on environmental quality: long-run and asymmetric evidence from Iceland by non-linear approaches. Air Quality, Atmosphere & Health, 16(7), 1407-1417.

Lal Khezri, H., & Ashna, M. (2022). The relationship between economic complexity and CO2 emissions in Iran using the nonlinear NARDL model. Iranian Journal of Applied Economic Studies, 11(42), 251–277 [in persian]

Lee, C.-C., Chen, M.-P., & Wu, W. (2022). The criticality of tourism development, economic complexity, and country security on ecological footprint. Environmental Science and Pollution Research, 29(24), 37004-37040.

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, R., Wang, Q., Li, L., & Hu, S. (2023). Do natural resource rent and corruption governance reshape the environmental Kuznets curve for ecological footprint? Evidence from 158 countries. Resources Policy, 85, 103890.

Li, S., Sun, H., Sharif, A., Bashir, M., & Bashir, M. F. (2024). Economic complexity, natural resource abundance and education: implications for sustainable development in BRICST economies. Resources Policy, 89, 104572.

Ling, G., Razzaq, A., Guo, Y., Fatima, T., & Shahzad, F. (2022). Asymmetric and time-varying linkages between carbon emissions, globalization, natural resources and financial development in China. Environment, Development and Sustainability, 24(5), 6702-6730.

Liu, H., & Song, Y. (2020). Financial development and carbon emissions in China since the recent world financial crisis: Evidence from a spatial-temporal analysis and a spatial Durbin model. Science of the Total Environment, 715, 136771.

Liu, M., Baisheng, S., Alharthi, M., Hassan, M. S., & Hanif, I. (2023). The role of natural resources, clean energy and technology in mitigating carbon emissions in top populated countries. Resources Policy, 83, 103705.

Liu, Q., Zhao, Z., Liu, Y., & He, Y. (2022). Natural resources commodity prices volatility, economic performance and environment: Evaluating the role of oil rents. Resources Policy, 76, 102548.

Lopes de Sousa Jabbour, A. B., Jabbour, C. J. C., Godinho Filho, M., & Roubaud, D. (2018). Industry 4.0 and the circular economy: a proposed research agenda and original roadmap for sustainable operations. Annals of Operations Research, 270, 273-286.

Mohammadi, N., Sahabi, B., Heydari, H., & Sadeghi Saghdal, H. (2023). Investigating the impact of economic complexity and renewable energy consumption on environmental pollution in developing

countries. Economic Research (Growth and Sustainable Development), 23(4), 1–24 [in persian]

Moldan, B., Janoušková, S., & Hák, T. (2012). How to understand and measure environmental sustainability: Indicators and targets. Ecological indicators, 17, 4-13.

Muhammad, S., Long, X., Salman, M., & Dauda, L. (2020). Effect of urbanization and international trade on CO2 emissions across 65 belt and road initiative countries. Energy, 196, 117102.

Neagu, O. (2019). The link between economic complexity and carbon emissions in the European Union countries: a model based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) approach. Sustainability, 11(17), 4753.

Neagu, O. (2020). Economic complexity and ecological footprint: evidence from the most complex economies in the world. Sustainability, 12(21), 9031.

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), 497.

Nwani, C., Bekun, F. V., Gyamfi, B. A., Effiong, E. L., & Alola, A. A. (2023). Toward sustainable use of natural resources: Nexus between resource rents, affluence, energy intensity and carbon emissions in developing and transition economies. Natural resources forum,

Pata, U. K., Caglar, A. E., Kartal, M. T., & Depren, S. K. (2023). Evaluation of the role of clean energy technologies, human capital, urbanization, and income on the environmental quality in the United States. Journal of Cleaner Production, 402, 136802.

Peng, G., Meng, F., Ahmed, Z., Ahmad, M., & Kurbonov, K. (2022). Economic growth, technology, and CO2 emissions in BRICS: Investigating the non-linear impacts of economic complexity. Environmental Science and Pollution Research, 29(45), 68051-68062.

Pope, J., Annandale, D., & Morrison-Saunders, A. (2004). Conceptualising sustainability assessment. Environmental impact assessment review, 24(6), 595-616.

Purvis, B., Mao, Y., & Robinson, D. (2019). Three pillars of sustainability: in search of conceptual origins. Sustainability science, 14, 681-695.

Qalati, S. A., Kumari, S., Tajeddini, K., Bajaj, N. K., & Ali, R. (2023). Innocent devils: The varying impacts of trade, renewable energy and financial development on environmental damage: Nonlinearly exploring the disparity between developed and developing nations. Journal of Cleaner Production, 386, 135729.

Qin, L., Hou, Y., Miao, X., Zhang, X., Rahim, S., & Kirikkaleli, D. (2021). Revisiting financial development and renewable energy electricity role in attaining China's carbon neutrality target. Journal of Environmental Management, 297, 113335.

Ruza, C., & Caro-Carretero, R. (2022). The non-linear impact of financial development on environmental quality and sustainability: evidence from G7 countries. International Journal of Environmental Research and Public Health, 19(14), 8382.

Santana, N. B., do Nascimento Rebelatto, D. A., Périco, A. E., & Mariano, E. B. (2017). Sustainable development in the BRICS countries: an efficiency analysis by data envelopment. In Managing Organizations for Sustainable Development in Emerging Countries (pp. 65-78). Routledge.

Salman, B., Barghi Esgooyi, M. M., Razaghi, S., & Khodaverdi Zadeh, S. (2016). Investigating the effect of savings on investment in selected developing and developed countries. Applied Economics Theories, 3(3), 45–68 [in persian]

Sarwar, S., Streimikiene, D., Waheed, R., & Mighri, Z. (2021). Revisiting the empirical relationship among the main targets of sustainable development: Growth, education, health and carbon emissions. Sustainable Development, 29(2), 419-440.

Sepehvand, R., Sayehmiri, A., & Shirkhani, E. (2021). The impact of economic complexity on environmental performance in MENA countries. Economic Research (Growth and Sustainable Development), 21(3), 177–208 [in persian]

Shahabadi, A., & Arghand, H. (2018). The impact of economic complexity (ECI) on social welfare in selected developing countries. Business Research Quarterly, 23(89), 89–122 [in persian]

Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F., & Shahzad, K. (2021). Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods. Journal of Cleaner Production, 279, 123806.

Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. World development, 32(8), 1419-1439.

Su, Z.-W., Umar, M., Kirikkaleli, D., & Adebayo, T. S. (2021). Role of political risk to achieve carbon neutrality: evidence from Brazil. Journal of Environmental Management, 298, 113463.

Syed, Q. R., Bhowmik, R., Adedoyin, F. F., Alola, A. A., & Khalid, N. (2022). Do economic policy uncertainty and geopolitical risk surge CO2 emissions? New insights from panel quantile regression approach. Environmental Science and Pollution Research, 29(19), 27845-27861.

Tang, T., Shahzad, F., Ahmed, Z., Ahmad, M., & Abbas, S. (2022). Energy transition for meeting ecological goals: Do economic stability, technology, and government stability matter? Frontiers in Environmental Science, 10, 955494.

Tartar, M., Sepehrdoust, H., & Gholizadeh, A. A. (2021). Investigating the effects of economic complexity shocks and political, economic, and financial risks on income inequality: Application of the PVAR model. Economic Modeling Research, 12(45), 7–52 [in persian]

Teräsvirta, T. (1996). Modelling economic relationships with smooth transition regressions.

Tsurumi, T., & Managi, S. (2010). Decomposition of the environmental Kuznets curve: scale, technique, and composition effects. Environmental Economics and Policy Studies, 11, 19-36.

Udeagha, M. C., & Ngepah, N. (2023). The drivers of environmental sustainability in BRICS economies: do green finance and fintech matter? World Development Sustainability, 3, 100096.

Wang, A., Rauf, A., Ozturk, I., Wu, J., Zhao, X., & Du, H. (2024). The key to sustainability: In-depth investigation of environmental quality in G20 countries through the lens of renewable energy, economic complexity and geopolitical risk resilience. Journal of Environmental Management, 352, 120045.

Wang, Q., Sun, T., & Li, R. (2023). Does artificial intelligence promote green innovation? An assessment based on direct, indirect, spillover, and heterogeneity effects. Energy & Environment, 0958305X231220520.

Wang, Z., Chandavuth, Y., Zhang, B., Ahmed, Z., & Ahmad, M. (2023A). Environmental degradation, renewable energy, and economic growth

nexus: assessing the role of financial and political risks? Journal of Environmental Management, 325, 116678.

Xia, J., Li, R. Y. M., Zhan, X., Song, L., & Bai, W. (2022). A study on the impact of fiscal decentralization on carbon emissions with U-shape and regulatory effect. Frontiers in Environmental Science, 10, 964327.

Xue, C., Shahbaz, M., Ahmed, Z., Ahmad, M., & Sinha, A. (2022). Clean energy consumption, economic growth, and environmental sustainability: what is the role of economic policy uncertainty? Renewable Energy, 184, 899-907.

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(26), 32683-32694. https://doi.org/10.1007/s11356-020-09434-4

Yu, J., Shi, X., Guo, D., & Yang, L. (2021). Economic policy uncertainty (EPU) and firm carbon emissions: evidence using a China provincial EPU index. Energy Economics, 94, 105071.

Zeng, L., Li, R. Y. M., Zeng, H., & Song, L. (2023). Perception of sponge city for achieving circularity goal and hedge against climate change: a study on Weibo. International Journal of Climate Change Strategies and Management.

Zhang, C., Waris, U., Qian, L., Irfan, M., & Rehman, M. A. (2024). Unleashing the dynamic linkages among natural resources, economic complexity, and sustainable economic growth: Evidence from G-20 countries. Sustainable Development.

Zhang, W., & Chiu, Y.-B. (2020). Do country risks influence carbon dioxide emissions? A non-linear perspective. Energy, 206, 118048. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118048

Zhou, M., Wang, B., & Chen, Z. (2020). Has the anti-corruption campaign decreased air pollution in China? Energy Economics, 91, 104878.