

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و شش، شماره یازده، بهمن ماه ۱۴۰۳ (۹۱-۱۰۷)

پویایی علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی با به کارگیری رهیافت سیستم‌های پویا

سارا مهری^۱

حسین شریفی رنانی^{۲*}

h.sharifi@khuisf.ac.ir

سعید دائی کریم زاده^۲

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۹

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۳/۱۹

چکیده

زمینه و هدف: کشورهایی که مسیر توسعه را با سرعت بیشتری طی می‌کنند و شاخص توسعه در این کشورها روند روبه‌رشدی را دارد، میزان آلودگی محیط‌زیست از نوع انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO₂) در این کشورها روند فزاینده‌ای را به خود گرفته است. اما توسعه اقتصادی و به تبع آن افزایش شاخص توسعه تجارت به خودی خود عاملی موثر در آلودگی محیط‌زیست نیست و تولید و انتشار آلودگی تابعی از فرایند رشد اقتصادی این کشورهاست که بر این اساس دی اکسید کربن به‌عنوان مهمترین گاز گلخانه‌ای از مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی در مسیر رشد اقتصادی این کشورها منتشر می‌شود. در مطالعه حاضر به بررسی پویایی علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی در کشورهای منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۲۲-۲۰۰۲ و با به کارگیری مدل گشتاور سیستمی پویا پرداخته شده است.

روش بررسی: در مطالعه حاضر با پیروی از مطالعه ژائو و همکاران (۲۰۲۳)، وین و همکاران (۲۰۲۲) و مخدوم و همکاران (۲۰۲۲) به بررسی پویایی علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی در منتخب کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه برای دوره زمانی ۲۰۲۲-۲۰۰۲ و با به کارگیری مدل گشتاور سیستمی پویا در سال ۱۳۹۳ پرداخته شده است. **یافته‌ها:** روابط برآوردی در کشورهای منتخب توسعه یافته، بیانگر تأثیرگذاری مثبت متغیر انرژی نو و حجم تجارت بر تولید ناخالص داخلی در مدل اول می‌باشد. در مدل دوم نیز، افزایش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۲ و درجه باز بودن تجارت به میزان ۰/۶۳ واحد، مصرف انرژی نو را افزایش می‌دهد. در مدل سوم تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی نو به ترتیب تجارت را به میزان ۰/۶۸ و ۰/۰۵ واحد افزایش می‌دهد. برای کشورهای منتخب در حال توسعه نیز، افزایش در مصرف انرژی نو و درجه باز بودن تجارت در مدل اول، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۳۰ و ۰/۴۴ واحد افزایش می‌یابد. در مدل دوم نیز، افزایش تولید ناخالص داخلی و آلودگی زیست محیطی

۱- دانشجوی دکتری علوم اقتصادی، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران.

۲- دانشیار گروه اقتصاد، واحد اصفهان (خوراسگان)، دانشگاه آزاد اسلامی، اصفهان، ایران. * (مسئول مکاتبات)

تاثیری بر مصرف انرژی نو ندارد. در مدل سوم تولید ناخالص داخلی، تجارت را به میزان ۰/۵۱ واحد افزایش می‌دهد و مصرف انرژی نو تاثیری بر درجه باز بودن تجارت ندارد.

بحث و نتیجه گیری: با افزایش سطح تولید سرانه کشورهای منتخب در حال توسعه، میزان آلودگی نیز افزایش می‌یابد. این روند بیانگر این هشدار است که در این کشورها، تلاش زیادی برای حفظ بیشتر محیط زیست با رسیدن به سطح بالایی از درآمد صورت نمی‌گیرد و لازم است کشورهای منتخب در حال توسعه مانند کشورهای پیشرفته بخشی از درآمد خود را صرف حفظ هرچه بیشتر محیط زیست نموده و یا در مسیر رشد خود از روش‌هایی استفاده کنند که آلودگی و تخریب کمتری به محیط زیست وارد نمایند.

واژه های کلیدی: درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو، محیط زیست، رشد اقتصادی، مدل گشتاور سیستمی پویا

طبقه‌بندی JEL: C33, C36, D31, F43

Causal dynamics between the degree of trade openness, new energy consumption and environmental development in the direction of economic growth by applying the dynamic systems approach

Sara Mohri¹

Hossein Sharifi Renani^{2 *}

h.sharifi@khuisf.ac.ir

Saeed Daei-Karimzadeh²

Date of Acceptance: July 30, 2024

Date of Submission: June 8, 2024

Abstract

Background and Objective: Countries that are developing at a faster pace and the development index in these countries has a growing trend, the amount of environmental pollution in the form of greenhouse gas emissions (CO₂) in these countries has taken an increasing trend. However, economic development and, as a result, the increase in trade development index is not an effective factor in environmental pollution by itself, and the production and release of pollution is a function of the economic growth process of these countries, according to which carbon dioxide is the most important greenhouse gas from energy consumption in economic activities in the path of growth. The economy of these countries is emitted. In the current study, the causal dynamics between the degree of trade openness, consumption of new energy and environmental development in the direction of economic growth in selected developed and developing countries during the time period of 2002-2022 and using the dynamic system torque model have been investigated.

Material and Methodology: In the present study, following the study of (2023), Zhao et al. (2023), Win et al. (2022) and Makhdoom et al. Trade openness, new energy consumption and environmental development in the direction of economic growth in selected developed and developing countries for the time period of 2002-2022 are discussed using the dynamic system torque model.

Findings: The estimated relationships in the selected developed countries indicate the positive influence of the new energy variable and trade volume on the GDP in the first model. In the second model, the increase in GDP by 0.02 and the degree of trade openness by 0.63 units increases the consumption of new energy. In the third model, GDP and new energy consumption increases trade by 0.68 and 0.05 units, respectively. For the selected developing countries, the increase in new energy consumption and the degree of trade openness in the first model increases the GDP by 0.30 and 0.44 units. In the second model, the increase in GDP and environmental pollution have no effect on new energy consumption. In the third model, GDP increases trade by 0.51 units, and new energy consumption has no effect on the degree of trade openness.

Discussion and Conclusion: As the per capita production level of selected developing countries increases, the level of pollution also increases. This trend shows the warning that in these countries,

1- PhD student in economics, Isfahan (Khorasgan) branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran.

2- Associate Professor, Department of Economics, Isfahan (Khorasgan) Branch, Islamic Azad University, Isfahan, Iran. * (Corresponding Author)

not much effort is made to protect the environment by reaching a high level of income, and it is necessary for the selected developing countries, like advanced countries, to spend a part of their income to protect the environment as much as possible. Or use methods that cause less pollution and damage to the environment in their growth path.

Keywords: degree of trade openness, new energy consumption, environment, economic growth, dynamic system torque model.

مقدمه

رشد اقتصادی به عنوان یک رکن اساسی در مجموعه سیاست‌های هر کشور، از یک سو با صنعت، تجارت، تکنولوژی و از سویی دیگر، مصرف انرژی‌های نو با آلودگی زیست‌محیطی ارتباطی نزدیک دارد. مطالعات بیانگر آن است که کشورهای که مسیر توسعه را با سرعت بیشتری طی می‌کنند و شاخص توسعه در این کشورها روند روبه‌رشدی را دارد، میزان آلودگی محیط‌زیست از نوع انتشار گازهای گلخانه‌ای (CO_2) در این کشورها روند فزاینده‌ای را به خود گرفته است. اما توسعه اقتصادی و به تبع آن افزایش شاخص توسعه تجارت به‌خودی‌خود عاملی موثر در آلودگی محیط‌زیست نمی‌باشد و تولید و انتشار آلودگی تابعی از فرایند رشد اقتصادی این کشورهاست که بر این اساس دی اکسید کربن به عنوان مهمترین گاز گلخانه‌ای از مصرف انرژی در فعالیت‌های اقتصادی در مسیر رشد اقتصادی این کشورها منتشر می‌شود. (۱) و از آنجا که رشد اقتصادی یکی از مولفه‌های تعیین کننده شاخص توسعه می‌باشد، لذا با توجه به همبستگی میان رشد اقتصادی و شاخص توسعه گردشگری، با افزایش رشد اقتصادی و اثرات مثبت و معنادار آن بر آلودگی زیست‌محیطی (انتشار)، این نتیجه به رابطه مثبت و قوی میان شاخص توسعه گردشگری و آلودگی زیست‌محیطی تعمیم داده می‌شود. قبل از بحران‌های نفتی به اهمیت نقش انرژی در اقتصاد چندان توجه نمی‌شد، ولی بعد از بحران دهه هفتاد میلادی که با رکود اقتصادی کشورهای پیشرفته همراه بود، سبب شد انرژی جایگاه ویژه‌ای در ادبیات اقتصادی پیدا کند. درواقع بحران دهه هفتاد بستر ساز انقلاب صنعتی نوین شد، زیرا سبب افزایش کارایی و بهینه‌سازی مصرف انرژی و جایگاه‌های سوخت در کشورهای دچار رکود شده آن زمان گشت. در سال‌های اخیر میزان شدت

انرژی در کشورهای صنعتی کاهش چشمگیری داشته، اما در کشورهای در حال توسعه شدت انرژی همچنان بالاست. شدت انرژی شاخصی برای تعیین کارایی انرژی در سطح اقتصاد ملی هر کشور می‌باشد که از تقسیم مصرف نهایی انرژی (و یا عرضه انرژی اولیه) بر تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌شود و نشان می‌دهد که برای تولید مقدار مشخصی از کالاها و خدمات (برحسب واحد پول) چه مقدار انرژی به کار می‌رود (۲). عوامل بسیاری در تعیین شدت انرژی یک کشور موثر می‌باشد. شدت انرژی می‌تواند از سطح استانداردهای زندگی، شهرنشینی، تجارت بین‌الملل، توسعه بازارهای مالی، عوامل زیست‌محیطی و آب‌وهوایی یا ساختار اقتصادی و صنعتی یک کشور تاثیر بپذیرد. کشورهایی که دارای سطح بالاتری از استاندارد زندگی، ساختار اقتصادی و تجاری قوی می‌باشند، مصرف بیشتری داشته و در نتیجه این امر بر شدت انرژی آنها تاثیر می‌گذارد. بهینه‌سازی ساختمان‌ها و تجهیزات، استفاده از سوخت‌های تجدیدپذیر در بخش حمل‌ونقل و حتی مسافت بین مکان‌های جغرافیایی، شیوه‌های حمل‌ونقل و تکنولوژی به کار رفته در خودروها و وسایل نقلیه، ظرفیت حمل‌ونقل عمومی، عملیات صورت گرفته در امر بهینه‌سازی جایگاه‌های مصرف انرژی، حوادث طبیعی و قیمت‌ها یا یارانه‌های انرژی بعضی از عوامل اثرگذار مهم در شدت مصرف انرژی می‌باشند. از طرفی توسعه بازارهای مالی و تجارت از طریق کانالیزه کردن وجوهای به‌دنبال دارد؛ زیرا آزادسازی مالی موجب کاهش درجه‌ی سرکوب مالی در بازارهای مالی مختلف و افزایش نرخ بهره‌ی واقعی و رسیدن آن به نرخ تعادلی در بازار رقابتی می‌شود (۲). همچنین، حذف نظارت‌ها بر جریان سرمایه به سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی این امکان را می‌دهد که از طریق کاهش هزینه‌ی سرمایه و

۲۰۰۲-۲۰۲۲ و با به‌کارگیری مدل گشتاور سیستمی پویا می‌تواند مهم باشد که به بررسی این موضوع در اقتصاد کشورهای منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه پرداخته می‌شود.

در طول سه دهه‌ی اخیر، خطرات و آسیب‌های محیط‌زیست بیشتر نمایان شده است. این آسیب‌ها، ناشی از ترکیب عواملی همچون رشد جمعیت، رشد اقتصادی، تجارت، مصرف انرژی و فعالیت‌های صنعتی است (۵). از آنجا که فعالیت هر سیستمی ممکن است اثرات نامطلوبی بر سایر سیستم‌ها داشته باشد، استفاده از انرژی نیز بر محیط‌زیست تاثیر نامطلوبی خواهد داشت؛ از اینرو استفاده بهینه از انرژی و بهبود مستمر محیط‌زیست از پیش نیازهای رسیدن به یک رشد پایدار است. به بیان دیگر، کمبود انرژی و تخریب محیط‌زیست عواملی هستند که رشد را تهدید می‌کنند. زیرا محیط‌زیست به‌عنوان یکی از مولفه‌های اصلی، سیاست‌های جهانی و بسیاری از مولفه‌های دیگر از قبیل قدرت سیاسی، اقتصادی و نظامی را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین در دهه‌های اخیر تحقیقات بر روی ارتباط بین استفاده بهینه از انرژی، حفاظت از محیط‌زیست، سرمایه انسانی، باز بودن تجارت اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است (۴). از دهه ۱۹۶۰ توجه به مسائل محیط‌زیستی آغاز شد و تمرکز عمده آنها بر آلودگی‌های صنعتی، به دلیل رشد روزافزون اقتصادهای صنعتی بود. در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی مسائل مربوط به تجارت و محیط‌زیست اوج گرفت و طرفداران محیط‌زیست در اعتراض به وضعیت اسفناک زیست محیطی حاصل از توسعه روزافزون تجارت، مخالفت‌ها و نشست‌های گسترده‌ای در نقاط مختلف جهان ترتیب دادند. به عقیده آنان در اثر آزادسازی تجاری و اقتصادی و افزایش صادرات، میزان فعالیت‌های اقتصادی از جمله فعالیت‌های آلاینده گسترش یافته و استفاده از منابع و انرژی به شکل نامناسبی افزایش پیدا می‌کند (۶). عبارتی تا قبل از دهه ۱۹۸۰ اغلب کشورهای رو به توسعه شاهد رقابت بین طرفداران نظام سرمایه‌داری و سوسیالیسم بوده‌اند. از دهه ۱۹۸۰ به این سو به‌ویژه بعد از برچیده شدن دیوار برلین در

افزایش دسترسی به جریان‌های وجوه، تنوع بیشتری را در سبدهای مالی خویش ارائه کنند (۳). بنابراین چنانچه در مباحث مربوط به رشد و توسعه پایدار، فعالیت‌های اقتصادی و محیط‌زیست همواره لحاظ شود، به خاطر مکمل بودن محیط‌زیست و توسعه‌ی اقتصادی، تعادل و توازن اکولوژیکی برقرار می‌شود و فعالیت‌های اقتصادی عامل برهم زنده‌ی این تعادل نخواهد بود (۴). اما به خاطر این‌که انجام هر فعالیت اقتصادی مستلزم مصرف انرژی می‌باشد، از یک طرف انرژی عامل و لازمه محرک توسعه‌ی اقتصادی، اجتماعی و بهبود کیفیت زندگی انسانی به حساب می‌آید و از سوی دیگر، موجب تولید آلودگی محیط‌زیست می‌گردد، به‌ویژه اگر مصرف انرژی بشکل ناکارآمد استفاده شود، فرآیند تولید آلاینده‌ها شدت می‌یابد. آژانس بین‌المللی انرژی در گزارش خود از چشم‌انداز انرژی در جهان پیش‌بینی کرده است که مصرف انرژی در جهان تا سال ۲۰۳۵ با رشدی مداوم روبه رو باشد. با توجه به این مسئله، احتمالاً انتشار گازهای گلخانه‌ای در پی تلاش‌های بین‌المللی در مبارزه با تغییرات جوی به کندی صورت خواهد گرفت. در این گزارش آمده است، مصرف انرژی در جهان از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۳۵ با ۳۶ درصد رشد مواجه خواهد شد. مصرف جهانی انرژی اولیه به علت بالا رفتن تقاضا، شهرنشینی و توسعه بازارهای مالی در کشورهای در حال توسعه و بزرگی نظیر چین (که عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی نیست) تا سال ۲۰۳۵ سالانه ۱/۲ درصد افزایش خواهد داشت. به علاوه مصرف جهانی سوخت فسیلی از ۶۸ درصد در سال ۲۰۰۸ به ۵۵ درصد در سال ۲۰۳۵ کاهش خواهد یافت و این درحالی است که سهم انرژی تجدیدپذیر از کل مصرف انرژی اولیه از ۱۹ درصد در سال ۲۰۰۸ به ۳۳ درصد خواهد رسید. همچنین پیش‌بینی می‌شود که نشر گازهای گلخانه‌ای در جهان (که ناشی از گرم شدن هوا می‌باشد) در سال ۲۰۳۵ نسبت به ۲۰۰۸ حدود ۲۸ درصد بیشتر خواهد بود (چشم انداز جهانی انرژی، ۲۰۲۲). بنابراین باتوجه به مباحث مطرح‌شده، بررسی پویایی علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی در طی دوره زمانی

سال ۱۹۸۹ گرایش کشورها به آزادسازی اقتصادی و تجاری افزایش یافته، به طوری که حتی کشورهای سوسیالیستی نیز به نظام بازار روی آوردند. بررسی روند تغییرات شاخص‌های آزادی اقتصادی کشورها در دو دهه اخیر کم و بیش حکایت از یک جهت‌گیری عام به سمت آزادسازی اقتصادی در مناطق مختلف جهان دارد. با این وجود در برخی کشورها هنوز مجادله درباره مدیریت اقتصادی بر سر ادامه مکانیسم‌های بازار در مقابل نظارت‌ها جریان دارد. طرفداران اقتصاد بازار معتقدند شکوفا کردن بازارهای رقابتی، خصوصی کردن بنگاه‌های دولتی، تجارت آزاد، جذب سرمایه‌های خارجی و حذف مقررات زائد دولتی و انحرافات قیمتی موجبات بالا رفتن کارایی و رشد را فراهم خواهد آورد. در مقابل منتقدین آزادسازی تجاری پیامدهایی نظیر کاهش اقتدار دولت، افزایش نابرابری درآمدی و خروج سرمایه‌های ملی از کشور را مطرح می‌کنند (۱). در ادامه به بررسی مبانی نظری در خصوص درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی پرداخته می‌شود.

بررسی رویکردهای مربوط به جهانی سازی اقتصادی و کیفیت زیست محیطی:

در ارتباط با تاثیر توسعه جهانی سازی اقتصادی بر کیفیت زیست محیطی رویکردهای متفاوتی وجود دارد. این که همراه با گسترش رشد و درآمد، تخریب محیط‌زیست چگونه خواهد بود، خود دارای کاربردهای سیاسی مهمی است. طی چند دهه اخیر، دو جریان فکری کلی در این حوزه وجود داشته که در نهایت به یک رویکرد سومی تبدیل شده است.

بررسی رویکرد بدبینانه مربوط به جهانی سازی اقتصادی و کیفیت زیست محیطی:

رویکرد اول که به نظریه "ضد رشد" معروف است، بیان می‌کند که توسعه جهانی سازی اقتصادی الزاماتی از جمله استفاده بیشتر از منابع و ذخایر زیست محیطی به همراه دارد، به طوری که سرعت به‌کارگیری این منابع، برخی از آنها را به خطر انداخته است. بنابراین، توسعه جهانی سازی اقتصادی نه تنها به لحاظ جریان کمیابی منابع، بلکه از بابت فراتر رفتن جریان ضایعات از حد ظرفیت پذیرش محیط طبیعی، خطراتی را به بار

می‌آورد که باعث تخریب یا نابودی نظام‌های ضروری برای تامین حیات شده و رفاه را کاهش می‌دهد (۷). به عبارت دیگر فرآیند توسعه جهانی سازی اقتصادی مطابق این دیدگاه، کاهش مداوم مقدار و کیفیت خدمات زیست محیطی را به دنبال داشته که خود این امر موجبات افزایش مشکلات سیستم در تامین رشد دائمی را فراهم می‌نماید. (۸).

بررسی رویکرد خوشبینانه مربوط به جهانی سازی اقتصادی و کیفیت زیست محیطی:

در سوی دیگر این طیف، رویکرد دوم وجود دارد که به نظریه "توسعه جهانی سازی اقتصادی" معروف است. در این گروه اعتقاد بر این است که توسعه جهانی سازی اقتصادی تنها راه ایجاد و تامین سرمایه لازم برای حفاظت از محیط‌زیست است، بنابراین، توسعه بازارهای مالی به جای آن که گرمایش جهانی را تهدید نماید، می‌تواند به بهبود کیفیت آن کمک کند. به تدریج که توسعه جهانی سازی اقتصادی باعث افزایش کالاها و خدمات می‌شود، انگیزه‌های حمایت از محیط‌زیست و اهمیت آن در برنامه‌های سیاسی نیز بیشتر می‌شود و روش‌های مختلفی مانند جانشینی منابع، ابداعات مربوط به فن‌آوری و تغییر الگوی تقاضا (هنگام تغییر قیمت‌های نسبی) برای حمایت از محیط‌زیست به وجود می‌آید (۹). در حقیقت براساس این دیدگاه، رشد درآمد، بستر مناسبی برای غلبه بر مشکلات زیست محیطی و گرمایش جهانی به طور موفقیت‌آمیز فراهم می‌آورد. این موضوع در کشورهای ثروتمند مشاهده شده است. از اینرو بکرمن (۱۰) معتقد است که همبستگی شدیدی بین درآمد و میزان حفاظت از محیط‌زیست وجود دارد که حاکی از آن است که برای داشتن محیط‌زیست بهتر می‌بایست ثروتمند بود.

بررسی رویکرد انتقال زیست محیطی (ETH):

تعارض میان این دو رویکرد و تفاوت‌های بنیادین در استدلال آنها، در کنار شواهد مختلف تجربی هر گروه به ظهور رویکرد سومی در این عرصه در دهه ۱۹۹۰ منجر شد که بیان می‌نماید، ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط‌زیست (مثبت یا منفی) در طول مسیر توسعه هر کشور با ثبات نیست، درواقع، این ارتباط در طول زمان با رسیدن درآمد به یک حد معین معکوس می‌شود. ارتباط U معکوس در متون توسعه جهانی

سمت صنایع و خدمات وابسته به اطلاعات، تکنولوژی‌های برتر، انرژی‌های تجدیدپذیر و تقاضای افزایشی برای کیفیت محیط‌زیست، به کاهش یک نواخت تخریب محیط‌زیست می‌انجامد (۱۱).

بررسی نظریه اوزاو- لوکاس در خصوص رابطه تولید، سرمایه انسانی و محیط‌زیست:

در این مدل فرض می‌شود نرخ رشد سرمایه انسانی درونزا می‌باشد، مطابق با ایده اوزاو- لوکاس در این حالت سرمایه انسانی به دو بخش قابل تقسیم می‌باشد. (U) درصد آن وارد فرایند تولید شده و در آن مصرف می‌شود و $1-U$ درصد در جهت انباشت سرمایه انسانی به کار گرفته می‌شود. بنابراین تابع تولید و معادله انباشت سرمایه انسانی به شکل زیر نوشته می‌شود (۴).

$$y = AK^\alpha (uH)^{1-\alpha} z \quad (۱)$$

$$H^0 = \mu(1-u)H \quad (۲)$$

بنابراین مساله حداکثر سازی به شکل زیر خواهد بود:

$$H = \frac{C^{1-\sigma} - 1}{1-\sigma} - \phi \frac{p^{1+\theta} - 1}{1+\theta} + q(Y - C) + \lambda(Yz^{\gamma-1} - \eta^p) + \nu\mu(1-u)H \quad (۳)$$

و شرایط مرتبه اول و معادله اولر به صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{\partial H}{\partial C} = C^{-\sigma} - q = 0 \quad (۴)$$

$$\frac{\partial H}{\partial z} = q \cdot \frac{Y}{z} + \lambda \cdot \gamma^Y z^{\gamma-2} = 0 \quad (۵)$$

$$\frac{\partial H}{\partial u} = q(1-\alpha) \frac{Y}{u} + \lambda(1-\alpha) \frac{Yz^{\gamma-1}}{u} - \nu\mu H = 0 \quad (۶)$$

$$q^0 = pq - q \cdot \alpha \frac{Y}{K} + q\delta - \lambda \cdot \alpha \frac{Yz^{\gamma-1}}{k} \quad (۷)$$

$$\lambda^0 = p^\lambda + \phi p^\theta + \eta^\lambda \quad (۸)$$

$$\nu^0 = \rho\nu - q(1-\alpha) \frac{Y}{H} - \lambda(1-\alpha) \frac{Yz^{\gamma-1}}{H} - \nu\mu(1-u) \quad (۹)$$

سازی اقتصادی و گرمایش جهانی به منحنی زیست محیطی کوزنتس (EKC) و یا فرضیه انتقال زیست محیطی (ETH) معروف است. این رابطه نام خود را از سیمون کوزنتس (۱۱) برنده جایزه نوبل که برای نخستین بار به رابطه میان سطح درآمد و توزیع درآمد پی برد، گرفته است. طبق این نظریه، رابطه میان درآمد سرانه و معیارهای تخریب محیط‌زیست به صورت یک U وارونه است. در حقیقت هنگامی که کشور به حدی از درآمد می‌رسد که تقاضای مردم برای یک محیط‌زیست پاکیزه تر و تلاش آنان برای زیر ساخت‌های کارا تر بیشتر می‌شود، علامت این رابطه از مثبت به منفی تغییر می‌کند. منحنی زیست محیطی کوزنتس، به دنبال تشریح یک فرایند پویای تغییر است. به این معنی که در سطوح پایین توسعه یافتگی، هم کیفیت و هم شدت تخریب زیست محیطی، به اثرات فعالیت اقتصادی مداوم بر منابع طبیعی و همچنین به مقادیر ضایعات تجزیه‌پذیر محدود می‌شود. اما هنگامی که جهش صنعتی اتفاق می‌افتد، با شدت گرفتن استخراج منابع طبیعی و کشاورزی، تهی‌سازی منابع طبیعی و تولید ضایعات سرعت می‌گیرد. در سطوح بالاتر توسعه، تغییرات ساختاری به

و بنابراین نرخ رشد K و C و Y و نرخ تغییر در شدت آلودگی و موجودی آلودگی نیز به صورت زیر خواهد بود.

$$g_Y = g_C = g_K = \frac{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)(\mu-\rho)}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)\sigma + \theta + \sigma} \quad (10)$$

$$g_Z = (1-\alpha)(\sigma g_Y - (\mu-\rho)) = -\frac{\theta + \sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)} g_Y < 0 \quad (11)$$

$$g_P = \frac{1-\sigma}{1+\theta} g_Y \quad (12)$$

$$g_H = (1 + \frac{\theta + \sigma}{(1+\theta)(\gamma-1)(1-\alpha)}) g_Y \quad (13)$$

شدت انرژی در سمت راست اتحاد قرار دارند، یعنی رابطه بین آلودگی محیط زیست از یک طرف و تعامل مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی از طرف دیگر بررسی می شود. این رابطه را اولین بار کایا در سال ۱۹۸۹ به صورت زیر ارائه کرد (۹).

$$C = P \cdot \frac{Q}{P} \cdot \frac{E}{Q} \cdot \frac{C}{E} \quad (14)$$

C : انتشار دی اکسید کربن، P : جمعیت، Q : تولید ناخالص داخلی و E : مصرف انرژی می باشد. کسر میانی نشان دهنده شدت انرژی است که می توان آنرا به عنوان شاخصی برای معکوس تکنولوژی در نظر گرفت که رابطه آن با آلودگی در معادله آی پات نیز مورد بررسی قرار می گیرد. در اینجا نیز اعمال سیاست های قیمتی می تواند باعث ترغیب مصرف کنندگان انرژی به دستگاه ها و سیستم های کم مصرف شود که این امر به طور غیر مستقیم موجب رشد تحقیق و توسعه در زمینه مصرف بهینه انرژی و آلودگی کمتر محیط زیست می شود. به طور کلی می توان گفت که اتحاد کایا بین شدت انرژی و آلودگی محیط زیست رابطه برقرار می کند.

پیشینه تحقیق:

ژائو و همکاران (۲۰۲۳) در مقاله ای بررسی کردند که آیا توسعه پایدار در شهرهای مبتنی بر منابع به طور موثر انتشار کربن را کاهش می دهد؟ یک مطالعه تجربی بر اساس داده های پانل سالانه متشکل از ۵۹ شهر در سطح استان چین برای دوره بین سال های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۹ با تجزیه و تحلیل روش DID پرداختند. یافته ها نشان می دهد که این طرح به طور موثر انتشار کربن شهری را کاهش می دهد، با اثرات آن در استان ها و

لازمه رشد اقتصادی این است که $g_Y > 0$ ، در حالی که رشد پایدار نیازمند کاهش آلودگی به عبارت دیگر $g_P < 0$ است. بنابراین در مدل درونزا در مسیر رشد پایدار بایستی $\mu > \rho$ و $1 > \sigma$ برقرار باشد (۱۲). شرط $\mu > \rho$ نشان می دهد که نرخ رشد سرمایه انسانی بایستی بزرگتر از نرخ ترجیح زمانی باشد. به عبارت دیگر برای دستیابی به نرخ رشد مثبت، نرخ رشد سرمایه انسانی بایستی به قدر کافی بزرگ باشد تا علاوه بر جبران بازده نزولی سرمایه های فیزیکی، اثر منفی انتشار آلودگی را نیز جبران نماید. شرط دوم $1 > \sigma$ تضمین می نماید که در طول مسیر رشد تعادلی کیفیت محیط زیست ارتقاء می یابد و به عبارتی مسیر رشد تعادلی یک مسیر پایدار می باشد. لازمه این امر استفاده از تکنولوژی تولید پاک تر همراه با افزایش درآمد ملی می باشد. رابطه ۸ نیز نشان می دهد که شدت آلودگی در طول مسیر رشد پایدار کاهش می یابد. کاهش شدت آلودگی تا حدودی سنگینی بار سرمایه انسانی را در جبران بازده نزولی سرمایه فیزیکی و آلودگی کم می نماید. بنابراین $1 > \sigma$ تضمینی است برای این که با حرکت در مسیر رشد پایدار نرخ رشد K و C و Y به نرخ رشد سرمایه انسانی همگرا شود.

بررسی نظریه اتحاد کایا در خصوص مصرف انرژی، تولید و

محیط زیست:

اتحاد کایا نیز یکی از معادلاتی است که بین میزان مصرف انرژی، تولید ناخالص داخلی، و آلودگی محیط زیست رابطه برقرار می کند. در این اتحاد که از روش شناسی تجزیه بهره می برد، درواقع مصرف انرژی و تولید ناخالص داخلی در قالب

طبقات شهرهای مبتنی بر منابع متفاوت است. به طور مشخص، استان هنان بیشترین تاثیر را در کاهش انتشار کربن نسبت به سه استان دیگر نشان می‌دهد. این طرح در شهرهای مبتنی بر منابع احیاکننده و رکودی نسبت به شهرهای بالغ موفق‌تر است. علاوه بر این، با کاهش وابستگی شهرها به منابع، بهبود کیفیت زندگی شهروندان و محدود کردن سرعت توسعه صنعتی، انتشار کربن را کاهش می‌دهد. این مقاله پیامدهای سیاستی مهمی را برای ترویج توسعه پایدار شهرهای مبتنی بر منابع چین و دستیابی به اهداف کاهش انتشار کربن در میان زمینه‌های اوج کربن و بی‌طرفی کربن ارائه می‌کند (۲).

وین و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای به بررسی رابطه انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی با نوآوری‌های تکنولوژیکی: آیا تجارت، سرمایه‌گذاری و توسعه سرمایه انسانی اهمیت دارد؟ با استفاده از داده‌های تابلویی از سال ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۷ و استفاده از تکنیک گشتاور تعمیم یافته پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی عملکرد نوآوری را در سطوح کل و تفکیک ارتقا می‌دهند. افزایش یک درصدی در انرژی‌های تجدیدپذیر به ترتیب منجر به افزایش حدود ۰/۴۳۷٪ در علامت تجاری و ۰/۱۱۴٪ افزایش در درخواست ثبت اختراع خواهد شد. افزایش بهره‌وری انرژی به ترتیب باعث ارتقای علامت تجاری ۰/۲۹٪ و ثبت اختراع تا ۰/۵۴٪ می‌شود. یافته مهم دیگر تاثیر تعدیل کننده سرمایه‌گذاری، تجارت و توسعه انسانی را بر رابطه یاد شده بالا نشان می‌دهد (۳).

مخدوم و همکاران (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای بررسی کردند که چگونه کیفیت نهادی، منابع طبیعی، انرژی‌های تجدیدپذیر و توسعه مالی ردپای اکولوژیکی را بدون مانع از مسیر رشد اقتصادی کاهش می‌دهند؟ به این ترتیب، این مقاله اولین مقاله‌ای است که تاثیر کیفیت نهادی، منابع طبیعی، توسعه مالی، و انرژی‌های تجدیدپذیر را بر رشد اقتصادی و محیط‌زیست به طور همزمان در چین از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۰ بررسی می‌کند. نتایج مدل تاخیر توزیع شده خودرگرسیون نشان می‌دهد که کیفیت نهادی و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر تا

حد زیادی ردپای اکولوژیکی را کاهش می‌دهد. درعین حال، سایر شاخص‌های آینده نگر مانند گسترش مالی و منابع طبیعی به طور قابل توجهی سطوح ردپای اکولوژیکی را در کوتاه مدت و بلندمدت افزایش می‌دهند. علاوه بر این، کیفیت نهادی، گسترش مالی، انرژی‌های تجدیدپذیر و منابع طبیعی به طور قابل توجهی باعث رشد اقتصادی می‌شود. علاوه بر این، این مطالعه ارتباط علی یک طرفه را از کیفیت نهادی و گسترش مالی تا ردپای اکولوژیکی آشکار کرده است. در مقابل، علیت دوسویه بین انرژی‌های تجدیدپذیر، منابع طبیعی، ردپای اکولوژیکی و رشد اقتصادی رخ می‌دهد. نتایج تحقیق کنونی برخی از پیامدهای سیاستی را ارائه می‌کند که به کاهش تاثیر مضر محرومیت محیطی کمک می‌کند، بدون این که مانع از مسیر رشد اقتصادی در مورد چین شود (۴).

اصفهانی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به تحلیل رابطه بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ردپای اکولوژیکی در منتخبی از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۱۸-۱۹۹۰ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی (Sys-GMM) پرداختند. نتایج، حاکی از آن بود که در هر دو دسته از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، رشد اقتصادی با مصرف انرژی و شاخص ردپای اکولوژیکی، ارتباط متقابل داشته‌اند. مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، نرخ شهرنشینی، نرخ باروری و نرخ مرگ و میر در هر دو گروه از کشورهای مورد بررسی، اثر مثبت و متغیرهای انرژی‌های تجدیدپذیر، نرخ رشد فناوری و سرمایه انسانی، اثر منفی بر ردپای اکولوژیکی داشته‌اند. رشد اقتصادی بر ردپای اکولوژیکی کشورهای توسعه یافته، اثر منفی و بر ردپای اکولوژیکی کشورهای در حال توسعه، اثر مثبت داشته است که حاکی از اتکای بیشتر کشورهای توسعه یافته، به مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر است. از طرفی، ردپای اکولوژیکی، اثر منفی و متغیرهای رشد اقتصادی، نرخ شهرنشینی و توسعه مالی، اثر مثبت بر مصرف انرژی هر دو گروه کشورهای مورد بررسی داشته‌اند. ردپای اکولوژیکی بر رشد اقتصادی کشورهای توسعه یافته، اثر منفی و بر رشد اقتصادی کشورهای

در حال توسعه، اثر مثبت داشته است. انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر، توسعه مالی، درجه باز بودن تجاری، سرمایه فیزیکی، نیروی کار و جهانی‌سازی اقتصادی، اثر مثبت و متغیرهای بی‌ثباتی سیاسی و نرخ مرگ‌ومیر، اثر منفی بر رشد اقتصادی هر دو گروه کشورهای مورد بررسی داشته‌اند (۱۳).

حسینی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای به ارزیابی نقش مصرف انرژی تجدیدپذیر و خط مشی تجاری در ردپای اکولوژیکی به‌عنوان شاخص تخریب محیط‌زیست با استفاده از رویکرد حسابداری نوآورانه در ایران در بازه زمانی ۱۹۸۶ تا ۲۰۲۱ و مدل $ARDL$ پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که در بلندمدت بین متغیر ظرفیت زیستی، با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت وجود دارد اما به لحاظ آماری معنی داری نیست، اما بین متغیرهای خط مشی تجاری و تولید ناخالص داخلی با ردپای اکولوژیکی رابطه مثبت و معنی داری وجود دارد. از طرفی، بین متغیر مصرف انرژی تجدیدپذیر با ردپای اکولوژیکی رابطه منفی و معنی داری وجود دارد. ضریب تصحیح خطای به‌دست‌آمده در این مدل نشان می‌دهد در هر دوره ۴۷ درصد از عدم تعادل حاصل از بروز تکانه و منحرف شدن مدل کوتاه‌مدت از روند بلندمدت تعدیل شده و به سمت روند بلندمدت خود باز می‌گردد. یک رابطه علی دوسویه بین خط-مشی تجاری و ردپای اکولوژیکی برقرار می‌باشد. همچنین، علیت یک‌سویه از خط-مشی تجاری به تولید ناخالص داخلی تایید می‌شود. نتایج حاصل از تجزیه چولسکی نشان می‌دهد که شوک‌های نوآورانه ایجاد شده در متغیرها برای ۱۰ دوره آتی، بدین‌صورت بر ردپای اکولوژیکی تاثیر می‌گذارند که در دوره دوم بیشترین سهم تاثیر در مقایسه با بقیه متغیرها مربوط به انرژی تجدیدپذیر به میزان ۵/۳ درصد است اما با گذشت زمان و در پایان دوره دهم بیشترین سهم تاثیر به ترتیب مربوط به تولید ناخالص داخلی ۶۰/۱۹ درصد، خط-مشی تجاری ۵۴/۹ درصد، مصرف انرژی تجدیدپذیر ۷۶/۷ درصد و ظرفیت زیستی ۲۸/۱ درصد می‌باشد. از این رو، خط-مشی‌های انرژی که باعث افزایش سهم انرژی تجدیدپذیر در سبد انرژی شود، توصیه می‌گردد (۱۴).

سلاطین (۱۴۰۰) در مطالعه‌ای به بررسی تاثیر بازارهای مالی بر کیفیت محیط‌زیست در گروه کشورهای منتخب در دوره زمانی

۲۰۱۵-۲۰۰۰ با استفاده از روش اثرات ثابت پرداختند. نتایج نشان داد که نسبت اعتبارات داخلی اعطا شده به بخش خصوصی (% از تولید ناخالص داخلی) به‌عنوان شاخص بازار پول و نسبت سهام مبادله شده به حجم معاملات بازار بورس به‌عنوان شاخص بازار سرمایه تاثیر مثبت و معناداری بر انتشار گاز CO_2 به‌عنوان شاخص کیفیت محیط‌زیست در گروه کشورهای منتخب درآمد متوسط دارند. به عبارت دیگر توسعه مالی سبب افزایش آلودگی در کشورهای درآمد متوسط شده است. میزان تاثیرگذاری نسبت اعتبارات داخلی اعطا شده به بخش خصوصی (% از تولید ناخالص داخلی) به‌عنوان شاخص بازار پول بر انتشار گاز CO_2 بیشتر از نسبت سهام مبادله شده به حجم معاملات بازار بورس به‌عنوان شاخص بازار سرمایه در گروه کشورهای منتخب درآمد متوسط می‌باشد (۱۵).

دقت در مطالعات صورت گرفته نشان می‌دهد که به صورت مستقیم به مسئله تحقیق حاضر پرداخته نشده است. از این رو، می‌توان نوآوری‌های این مطالعه را به‌صورت زیر برشمرد: اولاً دوره مطالعه جامع‌تر می‌باشد؛ ثانیاً، متغیرهایی که نشان دهنده بیشترین تعاملات علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی می‌باشد، مورد استفاده قرار می‌گیرند. ثالثاً، در مقاله حاضر با بررسی ویژگی‌های داده‌های مورد مطالعه و نحوه اثرگذاری آنها و همچنین استفاده از روش‌های اقتصادسنجی متناسب با این ویژگی‌ها شامل؛ مدل گشتاور سیستمی پویا که می‌توان نتایجی معتبرتر و نزدیک‌تر به واقع را ارائه دهد، استفاده می‌شود.

روش بررسی

در مطالعه حاضر با پیروی از مطالعه ژائو و همکاران (۲)، وین و همکاران (۳) و مخدوم و همکاران (۴) به بررسی پویایی علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی در منتخب کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه برای دوره زمانی ۲۰۲۲-۲۰۰۲ و با به‌کارگیری مدل گشتاور سیستمی پویا پرداخته می‌شود. همچنین داده‌های مطالعه از پایگاه بانک جهانی استخراج و گردآوری شده است. بنابراین، مدل تحقیق به شرح زیر می‌باشد:

(۱)

$$\begin{cases} GDP_{it} = \beta_0 + \beta_1 GDP_{it-1} = \beta_2 EC_{it} + \beta_3 CO_{it} + \beta_4 FD_{it} + \beta_6 CAP_{it} + \beta_7 LF_{it} + \beta_8 TO_{it} + \varepsilon_{it} \\ EC_{it} = \beta_0 + \beta_1 EC_{it-1} = \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 CO_{it} + \beta_4 FD_{it} + \beta_6 CAP_{it} + \beta_7 TO_{it} + \beta_8 URB_{it} + \varepsilon_{it} \\ TO_{it} = \beta_0 + \beta_1 TO_{it-1} = \beta_2 GDP_{it} + \beta_3 CO_{it} + \beta_4 LF_{it} + \beta_6 CAP_{it} + \beta_7 EC_{it} + \beta_8 URB_{it} + \varepsilon_{it} \end{cases}$$

که در آن:

نتایج آزمون نشان می‌دهد متغیرهای مطالعه با یکبار تفاضل گیری مانا هستند. نتایج این آزمون در جدول ۱ ارائه شده است.

آزمون بررسی وجود روابط بلند مدت

باتوجه به این که تمام متغیرهای مطالعه با یکبار تفاضل گیری پایا شده‌اند، برای بررسی رابطه هم انباشتگی و وجود رابطه بلندمدت قبل از تخمین مدل می‌توان از آزمون کائو استفاده شد. در این آزمون فرض صفر (عدم وجود رابطه بلند مدت) و فرضیه مقابل (وجود رابطه بلند مدت) را نشان می‌دهد.

GDP: تولید ناخالص داخلی بر حسب دلار به قیمت ثابت سال پایه ۲۰۱۵، شاخصی برای نشان دادن رشد اقتصادی می‌باشد؛ $CO_{i,t}$: کیفیت محیط زیست (شاخص انتشار گاز گلخانه ایی CO_2) کشور t در سال i ام (در این پژوهش بر اساس مقاله یامگو و همکاران (۲۰۲۱) از متغیر CO_2 جهت شاخص انتشار گاز گلخانه‌ای استفاده شده است)، TO : حجم تجارت به‌صورت درصدی از GDP^2 به‌عنوان شاخص درجه باز بودن تجارت، FD : تسهیلات اعطایی بانکها به بخش خصوصی به‌عنوان شاخص توسعه مالی^۳، EC : سهم مصرف انرژی حاصل از منابع تجدیدپذیر از کل انرژی مصرفی نهایی^۴ (شامل مصرف انرژی‌های خورشیدی، بادی و هیدروآبی می‌باشد)، CAP : تشکیل سرمایه ثابت ناخالص سرانه بر حسب دلار (درصدی از نرخ رشد)^۵، LF : نرخ مشارکت نیروی کار به‌صورت درصدی از کل جمعیت^۶، URB : نرخ رشد جمعیت شهرنشین استفاده می‌شود (بانک جهانی).

یافته‌ها:

آزمون‌های پایایی (ریشه واحد)^۷

در اغلب مطالعات سری‌های زمانی، وجود ریشه واحد در متغیرهای سری‌های زمانی ممکن است منجر به برآورد رگرسیون کاذب شود و ازاین‌رو نتایج به‌دست‌آمده قابل‌اتکا نباشد. به این منظور از آزمون متداول لوین، لین و چو (LLC) استفاده شده است.

-
- 1- GDP per capita (constant 2010 US\$)
 - 2- Trade (% of GDP)
 - 3- Domestic general government health expenditure (% of GDP)
 - 4- Renewable energy consumption (% of total final energy consumption)
 - 5- Gross capital formation (% of GDP)
 - 6- Labor force participation rate, total (% of total population ages 15+)
 - 7- Unit root Test

جدول ۱- آزمون ریشه واحد برای متغیرها

Table 1. Unit root test for variables

متغیر	علامت اختصاری	کشورهای در حال توسعه	کشورهای توسعه یافته	سطح پایایی
		ضریب	ضریب	
تولید ناخالص داخلی	GDP	-۳/۱۶۸	-۲/۸۱۴	I(1)
انتشار گاز گلخانه ای	CO	-۴/۲۳۶	-۳/۶۹۷	I(1)
درجه باز بودن تجارت	TO	-۵/۴۱۲	-۴/۷۵۸	I(1)
توسعه مالی	FD	-۵/۲۹۸	-۵/۵۶۳	I(1)
مصرف انرژی تجدیدپذیر	EC	-۶/۳۸۷	-۴/۸۵۴	I(1)
سرمایه ثابت	CAP	-۷/۲۹۷	-۳/۷۵۹	I(1)
نرخ مشارکت نیروی کار	LF	-۴/۱۶۴	-۴/۹۶۷	I(1)
نرخ رشد جمعیت شهرنشین	URB	-۵/۳۶۷	-۵/۸۹۶	I(1)

جدول ۲- نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو

Table 2. Results of Kao cointegration test

مدل	کشورهای توسعه یافته	کشورهای در حال توسعه
	ضریب	ضریب
GDP	۸/۹۶۵	۶/۵۸۹
EC	۸/۷۹۸	۷/۳۹۸
TO	۹/۵۳۹	۷/۱۲۵

نتایج برآورد مدل

نتایج مدل گشتاور سیستمی پویا به منظور بررسی تأثیر متغیرهای توضیحی بر روی تولید، مصرف انرژی نو و آزادی تجاری در جدول ۳ گزارش شده است.

نتایج این آزمون در جدول ۴-۲ ارائه شده است. همان طور که در قسمت قبل نیز اشاره شد، فرض صفر آزمون کائو عدم وجود روابط بلندمدت و فرض جایگزین وجود روابط بلندمدت است. بر طبق نتایج آزمون که در جدول فوق ارائه شده است، فرضیه H_0 رد شده و رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل وجود دارد.

جدول ۳- نتایج حاصل از تخمین الگو به روش گشتاور سیستمی پویا

Table 3. The results of model estimation by dynamic system torque method

کشورهای توسعه یافته		کشورهای در حال توسعه		
ضریب	سطح احتمال	ضریب	سطح احتمال	
۰/۶۴۴۲۷۱	۰/۰۰۰۰	۰/۴۳۱۲۶۶	۰/۰۰۰۰	C(1)
۰/۰۲۳۴۰۷	۰/۰۰۰۰	۰/۰۲۳۵۲۶	۰/۰۰۶۹	C(2)
۰/۰۸۳۸۳۶	۰/۰۰۰۰	۰/۳۰۴۳۵۲	۰/۰۰۰۰	C(3)
۰/۱۸۳۵۴۴	۰/۰۲۵۹	۰/۰۳۶۲۱۵	۰/۰۰۰۰	C(4)
۰/۵۲۷۶۲۰	۰/۰۰۰۰	۰/۴۲۱۴۰۱	۰/۰۰۰۰	C(5)
۰/۰۱۲۵۹۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۵۱۶۰	۰/۰۰۰۰	C(6)
۰/۰۶۲۹۵۲	۰/۰۰۰۲	۰/۱۵۱۵۰۴	۰/۰۰۰۵	C(7)
۰/۰۲۹۱۷۳	۰/۰۰۰۰	۰/۴۴۳۱۲۰	۰/۰۰۰۰	C(8)
۰/۰۰۶۵۷۹	۰/۰۴۳۶	۰/۰۴۲۴۶۵	۰/۰۹۹۱	C(9)
۰/۴۸۸۱۳۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۵۶۱۷۴	۰/۰۰۰۰	C(10)
۰/۰۲۵۹۳۰	۰/۰۳۴۱	۰/۰۳۹۱۳۷	۰/۰۶۳۴	C(11)
-۰/۰۱۸۵۱۳	۰/۰۸۱۴	۰/۰۰۱۸۷۵	۰/۱۰۵۲	C(12)
۰/۱۲۲۷۷۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۴۱۶۰	۰/۰۶۲۹	C(13)
۰/۰۴۹۱۷۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۳۷۶۹۱	۰/۰۰۰۲	C(14)
۰/۴۳۴۲۲۳	۰/۰۰۰۰	۰/۰۶۳۱۴۳	۰/۰۰۰۱	C(15)
۰/۰۷۳۴۳۸	۰/۰۱۴۸	۰/۰۳۴۵۷۷	۰/۰۷۹۳	C(16)
۰/۰۱۷۱۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۷۷۹۰۶	۰/۰۴۲۸	C(17)
۰/۰۲۸۰۷۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۲۹۴۴۶	۰/۰۰۰۰	C(18)
۰/۶۸۴۶۴۵	۰/۰۰۰۰	۰/۵۱۶۸۴	۰/۰۰۰۰	C(19)
۰/۰۱۱۶۱۸	۰/۰۲۷۵	۰/۱۹۰۵۴۱	۰/۰۰۰۰	C(20)
۰/۰۱۴۴۴۹	۰/۰۰۰۰	۰/۰۲۷۴۹۰	۰/۰۰۲۸	C(21)
۰/۲۱۷۲۶۵	۰/۰۰۰۰	۰/۰۵۷۶۶۳	۰/۰۰۰۰	C(22)
۰/۰۵۱۶۹۸	۰/۰۰۰۱	۰/۳۷۷۱۴۲	۰/۲۹۵۵	C(23)
۰/۱۳۷۸۰۴	۰/۰۰۰۰	۰/۰۵۳۰۳۴	۰/۰۰۰۰	C(24)
Equation: $GDP = C(1) + C(2) * GDP(1) + C(3) * EC + C(4) * CO + C(5) * FD + C(6) * CAP + C(7) * LF + C(8) * TO$				
Equation: $EC = C(9) + C(10) * EC(1) + C(11) * GDP + C(12) * CO + C(13) * FD + C(14) * CAP + C(15) * TO + C(16) * URB$				
Equation: $TO = C(17) + C(18) * TO(1) + C(19) * GDP + C(20) * CO + C(21) * LF + C(22) * CAP + C(23) * EC + C(24) * URB$				

می‌دهد که ضرایب اکثر متغیرها معنادار بوده، علائم آنها، مورد انتظار و مطابق با مبانی تئوریک موضوع می‌باشد. روابط

نتایج حاصل از تخمین مدل برای کشورهای منتخب توسعه‌یافته با استفاده از مدل گشتاور سیستمی پویا، نشان

برآوردی، بیانگر تأثیرگذاری مثبت متغیر انرژی نو و حجم تجارت بر تولید ناخالص داخلی در مدل اول می‌باشد. به طوری که به ازای یک واحد افزایش در انرژی نو و درجه باز بودن تجارت، تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۱۸ و ۰/۰۲ واحد افزایش می‌یابد. توسعه مالی، سرمایه ثابت ناخالص و نرخ مشارکت نیروی کار نیز تأثیر مثبت بر تولید ناخالص داخلی کشورها دارد. به طوری که به ازای یک واحد افزایش در توسعه مالی، سرمایه ثابت ناخالص و نرخ مشارکت نیروی کار، به ترتیب تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۵۲، ۰/۰۱ و ۰/۰۶ واحد افزایش می‌یابد. در مدل دوم نیز، افزایش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۲ و درجه باز بودن تجارت به میزان ۰/۶۳ واحد، مصرف انرژی نو را افزایش می‌دهد و افزایش توسعه مالی، سرمایه ثابت ناخالص و نرخ رشد جمعیت شهرنشینی، به ترتیب مصرف انرژی نو را به میزان ۰/۱۲، ۰/۰۴ و ۰/۰۷ واحد مصرف انرژی نو را افزایش می‌دهد. در مدل سوم که درجه باز بودن تجارت به عنوان متغیر وابسته می‌باشد. تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی نو به ترتیب تجارت را به میزان ۰/۶۸ و ۰/۰۵ واحد افزایش می‌دهد و افزایش سرمایه ثابت ناخالص و نرخ مشارکت نیروی کار به میزان ۰/۲۱ و ۰/۰۱ واحد، تجارت را افزایش می‌دهد.

در کشورهای منتخب در حال توسعه نیز، افزایش در مصرف انرژی نو و درجه باز بودن تجارت در مدل اول، تولید ناخالص داخلی را به میزان ۰/۳۰ و ۰/۴۴ واحد افزایش می‌یابد. در مدل دوم نیز، افزایش تولید ناخالص داخلی و آلودگی زیست محیطی تأثیری بر مصرف انرژی نو ندارد. در مدل سوم تولید ناخالص داخلی، تجارت را به میزان ۰/۵۱ واحد افزایش می‌دهد و مصرف انرژی نو تأثیری بر درجه باز بودن تجارت ندارد. می‌توان استنباط کرد که رابطه علیت در کشورهای توسعه یافته دوسویه و از سمت مصرف انرژی بر تولید ناخالص داخلی و برعکس است و افزایش تولید وابسته به مصرف انرژی‌های نو است. هنگامی که نرخ رشد اقتصادی به طرز محسوسی بالا می‌رود، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌شود. در این راستا، تقاضا برای تجهیزات سرمایه‌ای و پیشرفته افزایش می‌یابد و چون امکان بهره‌برداری در هریک از منابع در این کشورها موجود است،

از این رو، به همراه افزایش در رشد اقتصادی، افزایش مصرف انرژی‌های نو نیز دوراز ذهن نیست. به عبارتی بین تولید و مصرف انرژی نو رابطه تنگاتنگی وجود دارد. در کشورهای در حال توسعه نظیر ایران و روسیه، دلیل وجود عدم رابطه معنی‌دار مابین تولید و مصرف انرژی نو به علت وجود منابع عظیم نفتی و گازی است که باعث استفاده بی‌رویه و اتلاف انرژی می‌شود. در کشورهای در حال توسعه به‌خاطر وفور منابع انرژی انگیزه استفاده بهینه پایین است و از همه مهم‌تر، قیمت انرژی در این کشورها، معمولاً هم جهت باقیمت‌های جهانی تغییر نمی‌کند.

از طرفی شاخص درجه باز بودن تجاری با انتشار گاز دی اکسید کربن رابطه مثبت دارد. درجه باز بودن تجاری و علل و پیامدهای آن به روش‌های مختلف توسط محققان مختلف بسته به رشته و جهان‌بینی آن‌ها تعریف و تحلیل می‌شود. با وجود حجم گسترده ادبیات در مورد موضوع جهانی شدن، دستیابی به رانش این پدیده همچنان دشوار است. این امر تا حدی ناشی از شیوه‌هایی است که جهانی‌سازی در آن تعریف می‌شود. از دیدگاه سیستم‌های جهانی، درجه باز بودن تجاری را می‌توان به عنوان پیوستگی فزاینده زیرسیستم‌ها در نظر گرفت که منجر به افزایش پیچیدگی سیستم در مقیاس‌های مختلف می‌شود که چالش‌های روش‌شناختی ارزیابی را تشدید می‌کند. این پدیده در مجموع با افزایش مصرف می‌تواند منجر به فشار بیشتر بر محیط زیست شود. درجه باز بودن تجاری از طریق عوامل مختلفی نظیر جذب سریع‌تر تکنولوژی تکامل یافته از کشورهای پیشرفته، افزایش منافع حاصل از برنامه‌های تحقیق و توسعه، دستیابی به صرفه‌های بزرگتر مقیاس، کاهش انحرافات و نوسانات قیمتی و در نتیجه استفاده کارآمدتر از منابع داخلی بین بخش‌ها، عرضه سریع‌تر کالاها و خدمات جدید می‌تواند انتشار گاز دی اکسید کربن را افزایش دهد. بنابراین در مجموع درجه باز بودن تجاری با افزایش سطح مراودات تجاری، افزایش مصرف انرژی، عرضه گسترده کالا و افزایش رشد اقتصادی، به افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن منجر می‌شود. افزایش رشد اقتصادی با افزایش سطح تولید ناخالص داخلی، منجر به افزایش تولید و افزایش تجارت نیز خواهد شد که ضمن نیاز به افزایش

مصرف انرژی، بر انتشار گاز دی اکسید کربن خواهد انجامید. بنابراین توجه به مسئله ثبات رشد اقتصادی در کشورهای درحال توسعه باید جزء مسائلی قرار گیرد که بیشتر از هر موضوع دیگری موردتوجه مسئولان و مقامات دولتی باشد. هنگامی که نرخ رشد اقتصادی به طرز محسوسی بالا می‌رود، فشار فزاینده‌ای بر منابع وارد می‌شود. در این راستا، تقاضا برای نیروی انسانی متخصص، نیاز به سرمایه و تجهیزات سرمایه‌ای و مصرف مواد خام و انرژی افزایش می‌یابد. چنانچه امکان بهره‌برداری بیش‌تر از هریک از منابع یادشده به موازات رشد تولید مهیا نباشد، تولید با تنگنا روبرو می‌شود. از این‌رو، به‌همراه افزایش در رشد اقتصادی، افزایش مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست نیز دور از ذهن نیست. افزایش شاخص توسعه مالی منجر به افزایش تولید کالا و همچنین ارائه خدمات و در نتیجه مصرف انرژی و مواد اولیه بیشتری است که تأثیرات مثبتی بر شاخص تولید و تجارت در هردو گروه کشور خواهد داشت.

بحث و نتیجه‌گیری

هدف از مطالعه حاضر بررسی پویایی علی بین درجه باز بودن تجارت، مصرف انرژی‌های نو و توسعه محیط زیست در جهت رشد اقتصادی در کشورهای منتخب توسعه‌یافته و در حال توسعه طی دوره زمانی ۲۰۰۲-۲۰۰۲ و با به‌کارگیری مدل گشتاور تعمیم‌یافته بلاندل و باند سیستمی (GMM) بوده است. روابط برآوردی در کشورهای منتخب توسعه یافته، بیانگر تأثیرگذاری مثبت متغیر انرژی نو و حجم تجارت بر تولید ناخالص داخلی در مدل اول می‌باشد. در مدل دوم نیز، افزایش تولید ناخالص داخلی به میزان ۰/۰۲ و درجه باز بودن تجارت به میزان ۰/۶۳ واحد، مصرف انرژی نو را افزایش می‌دهد. در مدل سوم تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی نو به ترتیب تجارت را به میزان ۰/۶۸ و ۰/۰۵ واحد افزایش می‌دهد. برای کشورهای منتخب در حال توسعه نیز، افزایش در مصرف انرژی نو و درجه باز بودن تجارت در مدل اول، تولید ناخالص داخلی را به میزان ۰/۳۰ و ۰/۴۴ واحد افزایش می‌یابد. در مدل دوم نیز، افزایش تولید ناخالص داخلی و آلودگی زیست محیطی تأثیری بر

مصرف انرژی نو ندارد. در مدل سوم تولید ناخالص داخلی، تجارت را به میزان ۰/۵۱ واحد افزایش می‌دهد و مصرف انرژی نو تأثیری بر درجه باز بودن تجارت ندارد. ایجاد امنیت اقتصادی و محیط امن برای سرمایه‌گذاری، گسترش و متنوع ساختن بازارها و نهادهای مالی، حرکت به سوی اقتصاد باز و استفاده از سرمایه‌گذاری خارجی و ایجاد تحول در مقررات بازار سرمایه با هدف شفافیت و ثبات برای افزایش پس انداز و سرمایه‌گذاری می‌تواند زمینه را برای افزایش تولید فراهم آورد. با افزایش سطح تولید سرانه کشورهای منتخب در حال توسعه، میزان آلودگی نیز افزایش می‌یابد. این روند بیانگر این هشدار است که در این کشورها، تلاش زیادی برای حفظ بیشتر محیط زیست با رسیدن به سطح بالایی از درآمد صورت نمی‌گیرد و لازم است کشورهای منتخب در حال توسعه مانند کشورهایی پیشرفته بخشی از درآمد خود را صرف حفظ هرچه بیشتر محیط زیست نموده و یا در مسیر رشد خود از روش‌هایی استفاده کنند که آلودگی و تخریب کمتری به محیط زیست وارد نمایند. همچنین در این گروه کشورها به دلیل وفور منابع طبیعی و انرژی، قیمت انرژی پایین است که همین موضوع منجر به استفاده بیش از حد و نادرست از انرژی شده است. بنابراین پیشنهاد می‌گردد در بلندمدت جهت کاهش مصرف انرژی با تقویت، تولید، توسعه بازارهای تجاری، قیمت انرژی را بشکل پلکانی برای بخش‌های پرمصرف افزایش داد و از این طریق در کشورهای منتخب در حال توسعه باعث کاهش آلودگی زیست محیطی شد. با توجه به این نتایج، مقاله حاضر با مطالعه ژائو و همکاران (۲)، وین و همکاران (۳)، مخدوم و همکاران (۴) و باصری و همکاران (۱۶) همسو است و نتایج نشان داد که اگرچه همه انواع انرژی‌های تجدیدپذیر در مقایسه با تولید مصرف انرژی‌های فسیلی بسیار پاک‌تر و سازگارتر با محیط‌زیست هستند ولی بسته به نوع تأثیر، هرکدام از این انواع انرژی دارای مضراتی نیز هستند. همچنین نتیجه مطالعه امینی و همکاران (۱۷)، نشان از تأثیر مثبت در سهم انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر توسعه پایدار محیط‌زیست در ایران می‌باشد. با توجه به فراوانی انواع منابع انرژی‌های تجدیدپذیر در ایران و از

- technological innovation. Does trade, investment and human capital development matter?. *Energy Policy*, 160, 112718
4. Usman, M., Makhdum, M. S. A., & Kousar, R. (2021). Does financial inclusion, renewable and non-renewable energy utilization accelerate ecological footprints and economic growth? Fresh evidence from 15 highest emitting countries. *Sustainable cities and society*, 65, 102590.
 5. Omri, A. (2013), "CO2 Emissions, Energy Consumption and Economic Growth Nexus in MENA Countries: Evidence from Simultaneous Equations Model", *Energy Economics*, Vol.40, PP. 657–664.
 6. Ibrahim, R. L., Al-mulali, U., Ozturk, I., Bello, A. K., & Raimi, L. (2022). On the criticality of renewable energy to sustainable development: Do green financial development, technological innovation, and economic complexity matter for China?. *Renewable Energy*, 199, 262-277
 7. Hunjra U Ahmed I (2020), Impact of ownership concentration, institutional ownership and earnings management on stock market liquidity *Corporate Ownership and Control* 17(2):77-87.
 8. Aghaei, Majid (2016) Investigating the causal relationship between energy consumption and economic rate by separating different energy carriers and different economic sectors: an application of the ARDL marginal test, *Energy Economy Studies Quarterly*, No. 33, pp. 161-103.
 9. Muhammad A N M Shahbaz Environmental degradation in France: the effects of FDI, financial
- آنجا که انرژی بادی در مقایسه با سایر انرژی‌ها بیشترین اثر را بر رشد اقتصادی دارد. با سرمایه‌گذاری در این واحد تولیدی می‌توان سهم استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر را در ایران افزایش داد. همچنین برای تضمین پایداری توسعه اقتصادی و جلوگیری از تخریب محیط‌زیست، بایستی درآمدهای حاصل از استخراج و بهره‌برداری منابع طبیعی در ساخت زیربنای سرمایه‌گذاری در آموزش، بهداشت و توسعه فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست صرف شود و بخشی از این درآمدها برای جبران استهلاک منابع طبیعی تخصیص یابد، همچنین لازم است در چارچوب الگوهای تجاری دوجانبه و چندجانبه نسبت به صادرات و واردات اقلام کالایی پاک اولویت‌گذاری شود. کشورهای درحال توسعه باید در ورود سرمایه‌های خارجی به کشورشان به میزان آلودگی تولیدی صنایع تولیدی توجه ویژه داشته باشند؛ زیرا تخریب زیست‌محیطی و زیانی که از نظر سلامت به ساکنان این کشورها و از طریق صنایع آلوده وارد می‌شود، بسیار بالا است؛ بنابراین پیشنهاد می‌شود که سیاست‌های زیست‌محیطی به‌منظور کنترل آلودگی‌ها در بخش صنعتی در این کشورها با تاکید بیشتری دنبال شود. به عبارت دیگر حرکت به سمت فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست و اعمال سیاست‌های کنترلی بر بخش صنعت توصیه می‌شود.
- ### References
1. Zhang, S., Luo, S., & Afshan, S. (2022). Role of climate technologies, financial development, and renewable energy in the facilitation of social, economic, and environmental goals. *Renewable Energy*, 199, 169-178.
 2. Zhao, W., Liu, Z., Wang, T., Yin, X., Sun, Y., Zhang, X., Yang, H. Assessment of a training project of English as a media of instruction (EMI) using Kirkpatrick model. *BMC Medical Education*, 2023; 23(1): 1-7.
 3. Wen, J., Okolo, C. V., Ugwuoke, I. C., & Kolani, K. (2022). Research on influencing factors of renewable energy, energy efficiency, on

- Evaluating the role of renewable energy consumption and business policy in ecological footprint as an indicator of environmental degradation using innovative accounting approach in Iran.
15. Salatin, Parvaneh (2021) the effect of financial markets on the quality of the environment. Journal: Sustainability, Development and Environment. Year: 2021 | Course: | Issue: Pages: 85-97
 16. Basri, Bijan. Abbasi, Ibrahim. Kayani, Ghaffar. (2018) The financial effects of the expansion of renewable energy on economic growth in Iran, Financial Economics Quarterly, Year 13 / Number 66 / Spring 2018, Pages 161 to 182.
 17. Amini, omid. Amani, Ramin. Qadri, Samaneh. (2022) Renewable, non-renewable energy consumption and energy security risk in Iran: application of structural vector autoregression (SVAR) model, Iran Energy Quarterly, Volume 25, Number 4, Winter, 1401, Page 81 103.
 - development, and energy innovations, Energy economics 74, 843-85.
 10. Beckerman, W., 1992. Economic growth and the Environment: Whose growth? whose Environment?. World Development, Vol. 20, pp. 481-496.
 11. Kuznets, S., 1955. Economic Growth and Income Inequality, American Economic Review, 45, 1-28.
 12. Deng, H. and J. Huang (2009), "Environmental Pollution and Endogenous Growth Models and Evidence from China", International Conference on Environmental Science and Information Application Technology.
 13. Esfahani Azam, Ghobadi Sara, Azarbaijani Karim (2022) Analysis of the relationship between economic growth, energy consumption and ecological footprint in a selection of developed and developing countries, Economic Research (Sustainable Growth and Development), Volume 22, Number 4, Pages 203-232.
 14. Hosseini, Seyyed Rasool. Hajian Nejad, Amin. Razavi, Marzieh. (2022)