



The effect of human capital and green financing on renewable energy consumption in Eco member countries (CS-ARDL Approach)

Gholam Reza Ghaffari 

PhD student in Economics, Department of Economics, Islamic, Ar.c., Islamic Azad University, Arak, Iran

Ahmad Sarlak * 

Assistant Professor, Department of Economics, Islamic, Ar.c., Azad University, Arak, Iran

Maryam Sharifnezhad 

Assistant Professor, Department of Economics, Islamic, Ar.c., Azad University, Arak, Iran

Abstract

Renewable energies have been proposed as a key solution to deal with climate change and reduce dependence on fossil fuels. The development and expansion of this type of energy has been dependent on various factors, including human capital and green financing. Human capital and green financing are two key factors in the development of renewable energy. Investing in the training and development of specialized human resources and providing sufficient financial resources can help accelerate the transition to renewable energies and sustainable energy. The current research is the effect of two factors of human capital and green financing on renewable energy in ECO member countries. Therefore, in the period from ۲۰۰۰ to ۲۰۲۴ and based on the Cross Sectional Augmented Autoregressive Distributed Lag (CS-ARDL), the relationship between the research variables has been analyzed. The results show that in Eco, there is a positive and significant relationship between human capital and green financing and renewable energies. Also, the results of this research, in addition to clarifying the issues of sustainable development, provide an insight based on the examination of the complexities of the transition towards the perspective of greener energies, for policy makers and researchers in this field.

Keywords: Renewable energies, Human capital, Green financing, Eco, CS-ARDL

JEL classification: G۳۱, O۱۵, O۵۳, Q۰۱, Q۲۷

* Corresponding Author: gh.ghafari@iau.ac.ir

How to Cite: xxxxxxxx

تأثیر سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اکو (رهیافت CS-ARDL)

چکیده

انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان راهکاری کلیدی برای مقابله با تغییرات اقلیمی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی مطرح شده‌اند. توسعه و گسترش این نوع انرژی‌ها به عوامل مختلفی از جمله سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز وابسته است. سرمایه‌گذاری در آموزش و توسعه نیروی انسانی متخصص و تأمین منابع مالی کافی، می‌تواند به تسریع روند گذار به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و پایدار کمک کند. پژوهش حاضر تأثیر دو عامل سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز را بر انرژی‌های تجدیدپذیر، در کشورهای عضو اکو، در بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ از طریق الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده تعمیم یافته مقطعی مورد بررسی قرار داده است. نتایج این بررسی حاکی از آن است که در حوزه اکو، سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. از آنجا که استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر نقش مهمی در توسعه پایدار دارند، بنابراین توصیه می‌گردد با در نظر گرفتن و ارتقاء این دو عامل موثر، فضا برای گذار به سمت استفاده از انرژی‌های سبز مهیا گردد.

کلیدواژه‌ها: انرژی‌های تجدیدپذیر، سرمایه انسانی، تأمین مالی سبز، اکو، الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده تعمیم یافته مقطعی

طبقه بندی JEL : G۳۱، O۱۵، O۵۳، Q۰۱، Q۲۷

۱. مقدمه

امروزه، تمرکز اصلی بسیاری از اقتصادها دستیابی به اهداف توسعه پایدار^۱ (SDGs) است (سازمان ملل متحد، اهداف توسعه پایدار، ۲۰۱۶). دستیابی به اهداف توسعه پایدار برای حفاظت و بهبود محیط زیست و رفاه اقتصادی مردم جهان ضروری است (آووسی و همکاران^۲، ۲۰۲۲). به همین دلیل مصرف انرژی جوامع از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر به سمت انرژی تجدیدپذیر افزایش یافته است (دوگان و همکاران^۳، ۲۰۲۲). از آنجا که انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی به اقتصاد کلان یک کشور وابسته است و این نوع انرژی بعنوان یک ابزار قدرتمند برای سرمایه‌گذاری تجاری و تجارت داخلی و خارجی موثر می‌باشد، بایستی وابستگی کشور به انرژی‌های تجدیدپذیر را به حداقل رسانده و با افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر عمر منابع انرژی موجود داخلی را افزایش داد و از این طریق با کاهش هزینه به شرکت‌های مربوطه، دولت و نهایتاً به اقتصاد ملی کمک مفیدی نمود. علاوه بر این مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر^۴ (REC) به عنوان مکانیزمی برای کاهش تخریب محیط‌زیست شناسایی شده‌اند، بنابراین مطالعه عوامل تعیین‌کننده و محرک‌های اصلی مصرف این نوع انرژی ضروری است. تحلیل این محرک‌ها می‌تواند به ارائه سیاست‌های مناسب برای دولت‌ها و سیاست‌گذاران حوزه انرژی کمک کند.

سرمایه انسانی یکی از محرک‌های اساسی در بکارگیری فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر است و به افراد دارای دانش، مهارت و نگرش‌هایی اشاره دارد که پایداری محیط زیست و حفظ زمین را در اولویت قرار می‌دهند. کشورهای دارای سرمایه انسانی به طور ویژه در پیشرفت فناوری‌های انرژی مشارکت می‌کنند. مشارکت آنها در بخش‌هایی مانند انرژی‌های تجدیدپذیر، تحقیق و توسعه و سیاست‌گذاری می‌تواند در گسترش و اتخاذ راه‌حلهایی جهت مصرف انرژی که حداقل تأثیر منفی بر کیفیت زمین دارد، کمک کند. از طرفی تأمین مالی سبز^۵ (GFN) نیز نقش مهمی برای تحقق توسعه پایدار دارد. چرا که هرگونه فعالیت مالی ساختارمند برای محصول یا خدمات، از جمله تسهیلات، مکانیزم‌های بدهی و

^۱ - Sustainable Development Goals

^۲ - Awosusi et al

^۳ - Dogan et al

^۴ - Renewable energy consumption

^۵ - Green financing

سرمایه‌گذاری برای تشویق و توسعه پروژه‌های سبز یا به حداقل رساندن اثرات منفی پروژه‌های تأثیر گذار بر آب و هوا را شامل می‌شود (سامپن و همکاران^۱، ۲۰۲۴).

تأمین مالی سبز در قالب اوراق قرضه سبز ابتکاری مناسب برای توسعه انرژی‌های پاک است و می‌تواند ریسک سرمایه را کاهش دهد، بازده سرمایه‌گذاری را افزایش و سرمایه‌گذاری بین‌المللی و داخلی در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر را جذب کند (رسولی نژاد، تقی زاده و حصاری، ۲۰۲۲ و لیو و همکاران^۲، ۲۰۲۱).

با توجه به موارد ذکر شده و موقعیت کشورهای عضو سازمان همکاری اقتصادی^۳ (ECO)، حرکت به سمت یک سیستم انرژی کاملاً پایدار ضروری است. از این رو این پژوهش، به بررسی تأثیر دو مولفه سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اکو پرداخته و چالش‌ها و فرصت‌های پیش روی این حوزه را مورد تحلیل قرار داده است.

در ادامه ساختار مقاله بدین صورت است که، در بخش دوم، ادبیات موضوع شامل پیشینه پژوهش و مبانی نظری، روش‌شناسی تحقیق در بخش سوم، نتایج برآورد مدل در بخش چهارم و نهایتاً نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۲. ادبیات موضوع

۲-۱. پیشینه پژوهش

در این قسمت از پژوهش برخی از مطالعات داخلی و خارجی انجام شده در خصوص مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مورد بررسی قرار گرفته است.

۲-۱-۱. مطالعات داخلی

ظاهری عبده‌وند و همکاران (۱۴۰۳) در مقاله‌ای به بررسی «تأثیر سرمایه اجتماعی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر» در کشورهای منتخب اسلامی طی دوره زمانی ۲۰۲۲-۲۰۰۸ پرداختند. آنها با استفاده از رهیافت روش اثرات همبسته مشترک پویا دریافتند که سرمایه

^۱ - Sampene et al

^۲ - Liu et al

^۳ - Economic Cooperation Organization

اجتماعی در دو دوره کوتاه مدت و بلندمدت تأثیر مثبت بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب اسلامی دارد.

میرطباطبایی و زندی (۱۴۰۲) در مقاله ای تحت عنوان «مقایسه تأثیر شاخص سرمایه انسانی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر در ایران» به بررسی تأثیر متغیرهای قیمت نفت، قیمت متوسط انرژی برق، سرمایه انسانی، توسعه مالی و تحقیق و توسعه بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر پرداختند. آنها با استفاده از دو معادله خط رگرسیون مستقل طی ۱۳۷۰-۱۳۹۹ در ایران پرداخته و دریافتند که اگر سرمایه انسانی، توسعه مالی، قیمت نفت و قیمت متوسط برق یک درصد تغییر کنند باعث می شوند به ترتیب، ۰/۰۰۹، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۰۵ مصرف انرژی های تجدیدناپذیر کاهش یابد.

شاه آبادی و همکاران (۱۴۰۱) در پژوهشی با عنوان «تأثیر مؤلفه های دانش بر تولید انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری اسلامی» با استفاده از داده های تابلویی و به روش گشتاورهای تعمیم یافته طی دوره زمانی ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۸ دریافتند، که تأثیر مؤلفه مزبور بر تولید انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب مثبت و معنادار است. همچنین، تأثیر متغیرهای کنترلی شامل تولید ناخالص سرانه، انتشار گاز دی اکسید کربن بر تولید انرژی های تجدیدپذیر مثبت و معنادار و تأثیر وابستگی به سوخت های فسیلی بر تولید انرژی های تجدیدپذیر منفی و معنادار است.

رسولی نژاد و تقی زاده حصاری (۱۴۰۱) به بررسی «نقش تامین مالی سبز در بهبود بهره وری انرژی و توسعه انرژی های تجدید پذیر در دوران کووید-۱۹» با استفاده از روش تأثیر تصادفی رگرسیون بر روی جمعیت، ثروت و مدل^۱ (STIRPAT) دریافتند که اوراق قرضه سبز روشی مناسب برای ارتقای پروژه های انرژی سبز و کاهش قابل توجه انتشار CO₂ است. اما بیان می کنند که هیچ ارتباط علی بین این متغیرها در کوتاه مدت وجود ندارد.

شامحمدی و همکاران (۱۴۰۱) در مقاله ای تحت عنوان «عوامل موثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی منتخب اوپک» با استفاده از الگوی خود توضیح با وقفه های

^۱ - Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology

گسترده تابلویی^۱، طی دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۳۹۹ دریافتند که قیمت انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر منفی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد که دلیل آن را می‌توان گران‌بودن انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به انرژی‌های تجدیدناپذیر دانست. همچنین متغیرهای تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت و توسعه مالی اثر مثبتی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر داشته‌اند.

۲-۱-۲. مطالعات خارجی

میاو و همکاران^۲ (۲۰۲۵) به بررسی «تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی بر رشد اقتصاد سبز در کشورهای جنوب آسیا» طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ پرداختند. آنها با استفاده از مدل دوربین فضایی دریافتند که سوخت‌های فسیلی به رشد اقتصادی سبز کشورها آسیب می‌رساند و بر پایداری اقتصاد کشورهای اطراف تأثیر منفی می‌گذارد. در مقابل، انرژی‌های تجدیدپذیر باعث ارتقای پایداری اقتصاد کشورهای مجاور می‌شود.

دای و همکاران^۳ (۲۰۲۴) در مقاله‌ای تحت عنوان «اثرات نااطمینانی سیاست انرژی بر مصرف سوخت فسیلی و انرژی تجدیدپذیر در اقتصادهای G۷» به بررسی رابطه بین نااطمینانی سیاست انرژی و اشکال مختلف مصرف انرژی، از جمله سوخت‌های فسیلی، انرژی‌های تجدیدپذیر و کل مصرف انرژی در کشورهای G۷ از سال ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۲ پرداختند. آنها با استفاده از مدل‌های حداقل مربعات معمولی اصلاح شده^۴ (FMOLS)، حداقل مربعات معمولی پویا^۵ (DOLS) و خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL) دریافتند که نااطمینانی سیاست انرژی مصرف سوخت فسیلی را مختل، مانع جذب انرژی‌های تجدیدپذیر و همچنین بر مصرف کل انرژی تأثیر منفی می‌گذارد.

^۱ - Auto Regressive Distributed Lag Panel

^۲ - Miao et al

^۳ - Dai et al

^۴ - Fully Modified Ordinary Least Square

^۵ - Dynamic Ordinary Least Square

لی و همکاران^۱ (۲۰۲۲) به بررسی «اثر نامتقارن نا اطمینانی سیاست اقتصادی و توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در چین» طی دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ پرداختند. آنها با استفاده از یک رویکرد غیرخطی ARDL دریافتند که نااطمینانی سیاستی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌گذارد اما متغیر توسعه مالی در چین تأثیر معناداری ندارد.

پولسین و همکاران^۲، (۲۰۲۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «عوامل موثر بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب اروپایی» به بررسی ارتباط بین رشد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و پیشرفت اقتصادی کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی^۳ (OECD) طی دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۱۸ پرداختند. آنها با استفاده از تحلیل رگرسیون پانل، به روش گشتاورهای تعمیم یافته^۴ (GMM)، دریافتند که تولید ناخالص داخلی سرانه و انتشار CO₂ سرانه تأثیر معناداری بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌گذارد. همچنین، سرمایه ناخالص و شدت CO₂ مبتنی بر تولید، تأثیر منفی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دارند.

تینتا و همکاران^۵ (۲۰۲۱) به بررسی «رابطه بین رشد اقتصادی، توسعه مالی و مصرف انرژی تجدیدپذیر» در ۴۸ کشور جنوب صحرای آفریقا طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ پرداختند. آنها از طریق رویکرد پویا و رگرسیون‌های به ظاهر نامرتبط^۶ (SUR) دریافتند که توسعه مالی، مخارج دولت، سرمایه، تجارت بین الملل، آموزش و کیفیت حکمرانی اثرات مثبت و تورم اثر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد.

اوپیمی^۷، (۲۰۲۱) در مقاله‌ای تحت عنوان «امکان جایگزینی انرژی‌های تجدیدپذیر به جای انرژی‌های تجدیدناپذیر» به بررسی امکان جایگزینی سوخت انرژی‌های تجدیدپذیر و غیر قابل تجدید در نیجریه برای دوره ۱۹۸۷-۲۰۱۶ پرداختند. آنها با استفاده از روش رگرسیون به ظاهر نامرتبط (SUR) برای تخمین پارامترها دریافتند، که با سرمایه‌گذاری و توسعه بازار

^۱ - Lei et al

^۲ - Polcyn et al

^۳ - Organisation for Economic Cooperation and Development

^۴ - Generalized Method of Moments

^۵ - Tinta et al

^۶ - Seemingly Unrelated Regressions

^۷ - Opeyemi

امکان جایگزینی در این کشور وجود دارد. زیرا نیجریه نه تنها به عنوان پرجمعیت‌ترین کشور آفریقا بلکه به عنوان یکی از بزرگترین اقتصادهای این قاره شناخته می‌شود. از آنجایی که بخش انرژی یکی از حیاتی‌ترین بخش‌هایی است که اقتصاد را به حرکت در می‌آورد، بنابراین علاوه بر ایجاد اشتغال، بخش انرژی، به ویژه زیربخش نفت خام، بزرگ‌ترین منبع ارزی کشور بوده که به عنوان رکن اصلی اقتصاد این کشور عمل می‌کند.

آکینتنده و همکاران^۱ (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به «مدل سازی عوامل تعیین کننده مصرف انرژی تجدیدپذیر» با استفاده از داده‌ها برای پنج کشور پرجمعیت آفریقایی (اتیوپی، آفریقای جنوبی، نیجریه، کنگو و مصر) طی دوره ۱۹۹۶-۲۰۱۶ پرداختند. آنها با استفاده از روش‌های میانگین‌گیری مدل بیزی برای محاسبه انتخاب مدل مرتبط با نااطمینانی و انتخاب متغیر دریافتند که رشد جمعیت، جمعیت شهری، مصرف انرژی، مصرف برق، سرمایه انسانی عوامل اصلی تعیین کننده مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب بوده و بر مصرف انرژی تجدیدپذیر تأثیر مثبت می‌گذارند.

مختاروف و همکاران^۲ (۲۰۲۰) به بررسی «رابطه بین توسعه مالی، مصرف انرژی تجدیدپذیر، رشد اقتصادی و قیمت انرژی در کشور آذربایجان» در بازه زمانی ۱۹۹۳ تا ۲۰۱۵ با استفاده از روش خودرگرسیون با تأخیر توزیع شده پرداخته‌اند و دریافتند که اگر توسعه مالی بواسطه توسعه اعتبارات داخلی و رشد اقتصادی بواسطه تولید ناخالص داخلی افزایش یابند، به ترتیب ۰/۱۶ و ۰/۶۰ درصد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش می‌دهند.

آنتون و نوکو (۲۰۲۰) به بررسی «تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر» برای ۲۸ کشور عضو اتحادیه اروپا^۳ (EU) طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۵ پرداختند. آنها با استفاده از مدل اثرات ثابت تابلویی دریافتند که هر سه بعد مختلف توسعه مالی (بخش بانکی، بازار اوراق قرضه و بازار سرمایه) بر سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت دارند.

۱ - Akintande et al

۲ - Mukhtarov et al

۳ - European Union

اکرم و همکاران^۱ (۲۰۲۰) به بررسی «ارتباط بین سرمایه انسانی و مصرف انرژی» ۷۳ کشور طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴ پرداختند. آنها با استفاده از یک مدل آستانه پانل دریافتند که مصرف انرژی با بهبود سرمایه انسانی کاهش می‌یابد، که در نهایت می‌تواند به حفظ انرژی و حفاظت از محیط زیست کمک کند.

یائو و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی «تأثیر سرمایه انسانی بر مصرف انرژی» برای گروهی از اقتصادهای OECD در دوره ۱۹۶۵-۲۰۱۴ پرداختند. آنها با استفاده از وابستگی مقطعی و گسست‌های ساختاری دریافتند با افزایش انحراف معیار سرمایه انسانی، مصرف کل انرژی تا ۱۵/۳۶ و مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر تا ۱۷/۳۳ درصد کاهش و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تا ۸۵/۵۴ درصد افزایش می‌یابد.

ارن و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی «تأثیر توسعه مالی و رشد اقتصادی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در هند» برای دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۵ پرداختند. آنها با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) دریافتند که رشد اقتصادی و توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر اثر مثبت و معناداری دارد، همچنین یک علیت دو طرفه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی وجود دارد.

طی بررسی پیشینه تحقیق مشخص گردید که تاکنون مطالعه‌های داخلی یا خارجی در جامعه آماری مورد نظر انجام نشده است. نوآوری پژوهش حاضر عبارت است از: بررسی تأثیر هم‌زمان دو متغیر مستقل سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در منطقه اکو و همچنین، استفاده از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده تعمیم یافته مقطعی^۲ (CS-ARDL)، بعنوان الگوی پژوهش حاضر برای اولین بار در کشورهای عضو اکو بوده است.

۲-۲. مبانی نظری

^۱ - Akram et al

^۲ - Cross Sectional Augmented Autoregressive Distributed Lag

انتقال از سوخت فسیلی به انرژی تجدیدپذیر و پاک با توجه به نگرانی‌های فزاینده در مورد تغییرات آب و هوایی به دلیل مصرف زغال سنگ، نفت و سایر سوخت‌های فسیلی مورد توجه است. در ادامه عواملی که می‌توانند بر این انتقال تأثیرگذار باشند مورد بررسی قرار گرفته‌اند.

۱-۲-۲. سرمایه انسانی و مصرف انرژی

رسیدن به توسعه پایدار باعث تغییر جهت مصرف انرژی از منابع انرژی‌های تجدیدناپذیر به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر (دوگان و همکاران، ۲۰۲۲) و در نتیجه باعث حفاظت و بهبود محیط زیست و رفاه اقتصادی مردم جهان می‌گردد (آووسی و همکاران، ۲۰۲۲). در هدف چهارم توسعه پایدار، به شدت بر آموزش با کیفیت تأکید شده است که نائل شدن به آن منجر به توسعه سرمایه انسانی می‌گردد. بنابراین اهمیت توسعه سرمایه انسانی برای توسعه اقتصادی پایدار در رأس برنامه‌های سیاست جهانی قرار گرفته است (بکل و همکاران، ۲۰۲۴). سرمایه انسانی یکی از محرک‌های اصلی جهت بکارگیری فناوری انرژی‌های تجدیدپذیر است. با افزایش سرمایه انسانی گرایش اجتماعی به اقتصاد سبز افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، سرمایه انسانی، نگرانی‌های زیست محیطی از قبیل آلودگی هوا و گرمایش زمین را افزایش می‌دهند بنابراین، نبود افراد متخصص ممکن است به طور قابل ملاحظه‌ای مانع تبدیل و تغییر سوخت‌های فسیلی به انرژی‌های تجدیدپذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و برق آبی گردد (سامپن و همکاران، ۲۰۲۴). چالش‌های زیست محیطی ناشی از انسان مستلزم در نظر گرفتن عواملی مانند آموزش و آگاهی برای پرورش یک جامعه سبز است (دای و همکاران، ۲۰۲۴). برای دستیابی به بهره‌وری انرژی بالا، سرمایه انسانی بسیار حائز اهمیت است (خان و همکاران، ۲۰۲۳). از آنجاییکه سرمایه انسانی به صورت مهارت، دانش و تخصص در افراد تجسم یافته است، با افزایش آن، میزان مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر کاهش می‌یابد. زیرا سرمایه انسانی منجر به افزایش سطح تولیدات، کیفیت خدمات و میزان درآمد می‌شود و بسیاری از تصمیمات افراد جامعه را در کلیه زمینه‌های زندگی متأثر می‌سازد (میرطباطبایی و زندی، ۱۴۰۱). بنابراین، با افزایش سرمایه انسانی مصرف کل انرژی و به طبع آن مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، کاهش و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، افزایش می‌یابد (یائو و همکاران، ۲۰۱۹).

۱ - Bekele et al

۲ - Yao et al

۲-۲-۲. تأمین مالی سبز و مصرف انرژی

تأمین مالی سبز حوزه جدیدی از تأمین مالی است که در جهت ارتباط بین حفاظت از محیط زیست و سود اقتصادی کاربرد دارد. این اصطلاح شامل طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها، پروژه‌ها و صنایع سازگار با محیط زیست است. اساساً، تأمین مالی سبز بخشی از کربن سبز است. در مسیر بلندمدت توسعه پایدار، صنعت مالی واسطه‌ای جهت اتصال بهبود محیط زیست و رشد اقتصادی است (استویانوویچ و ایلیچ^۱، ۲۰۱۸). تأمین مالی سبز برای رسیدن به یک اقتصاد مقاوم‌تر و پایدارتر، جهت مقابله با مسائل زیست محیطی و حفظ ثبات نسل‌های کنونی و آینده بسیار مهم است. عوامل مختلفی بر اتخاذ تأمین مالی سبز برای دستیابی به پایداری زیست محیطی تأثیر می‌گذارد که مهمترین آن مصرف انرژی است (خارب و همکاران^۲، ۲۰۲۴). اما تعامل بین تأمین مالی سبز و استقرار انرژی‌های تجدیدپذیر چندان مورد توجه دانشمندان محیط زیست قرار نگرفته است (میو و کریم^۳، ۲۰۲۱). در حالیکه یکی از موانع جایگزینی انرژی تجدیدپذیر بجای انرژی تجدیدناپذیر، ارزان بودن و سهولت دسترسی به سوخت‌های فسیلی است (جعفری، اسفندیاری و پهلوانی، ۱۳۹۹). یعنی قیمت انرژی‌های تجدیدناپذیر اثر منفی بر تولید و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد (شامحمدی، خانزادی و کریمی، ۱۴۰۱). حمایت‌های دولتی در قالب توسعه مالی بصورت کاهش مالیات، پرداخت یارانه و وام، از کانال‌های مهم تأمین مالی سبز در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته به شمار می‌رود (بوبینایت^۴، ۲۰۱۴). مالیات سبز باعث افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بخش‌های مختلف یک کشور می‌گردد. از آنجاییکه بخش صنعت به عنوان یکی از بزرگترین مصرف‌کننده‌های انرژی به دلیل وجود تکنولوژی‌های قدیمی، عامل تولیدکننده آلودگی است، حمایت‌های دولتی باعث افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌گردد. به عبارت دیگر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر منجر به کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود (قادری، خانزادی و کریمی، ۱۳۹۹). همچنین توسعه مالی از طریق توسعه فناوری به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا با بکارگیری نوآوری‌های جدید در تولید و گسترش زیرساخت‌های توسعه انرژی‌های پاک به افزایش بهره‌وری انرژی و کیفیت محیط زیست کمک کند و باعث تقویت مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر می‌شود (جواهری، عزیزی و منوچهری، ۱۴۰۳). بنابراین افزایش توسعه مالی، از

^۱ - Stojanovic, Ilic

^۲ - Kharb et al

^۳ - Meo, Karim

^۴ - Bobinaite

طریق حمایت‌های دولتی و اعتبارات داخلی، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را افزایش می‌دهد (مختاروف و همکاران، ۲۰۲۰). از آنجاییکه مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در بلندمدت، توسعه مالی را تقویت می‌کند و یک رابطه دوطرفه بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی وجود دارد (ارن، تاسپینار و گوکمنوگلو^۱، ۲۰۱۹)، هرچند توسعه مالی نقش منفی در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر برخی کشورها داشته است (سعداوی و چتورو^۲، ۲۰۲۲)، اما در بسیاری از کشورها هم توسعه مالی بر سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت داشته است (آنتون و نوکو^۳، ۲۰۲۰).

۳. روش شناسی و ارائه مدل تحقیق

پژوهش حاضر از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده تعمیم یافته مقطعی (CS-ARDL) جهت بررسی مسائل مقطعی استفاده کرده است. رویکرد CS-ARDL برای برطرف کردن مشکلات مقطعی نسبت به الگوهای سنتی، مثل میانگین حداقل مربعات و گروه میانگین تلفیقی، رضایت‌بخش‌تر شناخته شده است (سان و همکاران^۴، ۲۰۲۲ - آده، سان و آبان^۵، ۲۰۲۲). علاوه بر این، مطالعات نشان داده‌اند که این رویکرد برای داده‌های تابلویی، تخمینی دقیق‌تر و معتبرتر ارائه می‌کند (بایدون و آگا^۶، ۲۰۲۱ - هوانگ، چین و صدیق^۷، ۲۰۲۱). مزیت این روش تخمینی، توانایی آن برای یافتن خطاهایی است که ممکن است از همخطی بین شاخص‌های مورد مطالعه در این پژوهش ناشی شود (صدیق و همکاران، ۲۰۲۲). علاوه بر این، مدل CS-ARDL پیشرفت قابل توجهی را نسبت به روش‌های قبلی، مانند میانگین تلفیقی و رگرسیون خطی، به‌ویژه در زمینه مطالعات انرژی‌های تجدیدپذیر نشان می‌دهد. این روش کشش بلندمدت و کوتاه‌مدت را قوی‌تر و دقیق‌تر تخمین می‌زند و مسائل درون‌زایی و همبستگی سری را به طور مؤثرتر نسبت به روش‌های قبلی مورد توجه قرار می‌دهد. بنابراین استفاده از این مدل پیشرفته امکان درک روابط پویا را فراهم و استاندارد جدیدی برای تحلیل تجربی در این حوزه ایجاد می‌کند (سامپن و همکاران، ۲۰۲۴). در

۱ - Eren, Taspinar, Gokmenoglu

۲ - Saadaoui, Chtourou

۳ - Anton, Nucu

۴ - Sun et al

۵ - Addae, Sun, Abban

۶ - Baydoun, Aga

۷ - Huang, Chien, Sadiq

اقتصادسنجی داده‌های مقطعی، فرض کلی بر این است که داده‌های مورد استفاده استقلال مقطعی دارند. این پیش فرض همانند سایر فروض می‌تواند برقرار نباشد، بنابراین نخستین مرحله در این روش پیش از انجام هر آزمونی، تشخیص وابستگی یا استقلال مقطعی با بررسی آزمون وابستگی مقطعی^۱ (CST) و همگنی یا ناهمگنی شیب^۲ (SHT) است. علت استفاده از CST، شناسایی و حل چالش‌های داده‌های تابلویی، از جمله وابستگی‌های متقابل باقی‌مانده و پارامترهای مشاهده نشده است (نگونگ^۳ و همکاران، ۲۰۲۲)، بنابراین آزمون CST شامل آزمون استاندارد تصحیح شده پسران (۲۰۰۷) و آزمون بالتاجی^۴ (بالتاجی، فنگ، کائو، ۲۰۱۲) با مقیاس تصحیح شده و آزمون استاندارد بروش و پاگان است و آزمون SHT از آزمون پسران و یاماگاتا (۲۰۰۸) استفاده شده است.

بطور کلی هرگاه آماره CST محاسباتی در یک سطح معناداری معین، از مقدار بحرانی توزیع نرمال استاندارد بیشتر باشد، در این صورت فرضیه صفر رد و وابستگی مقطعی تأیید خواهد شد (پسران، ۲۰۰۴). در صورت تأیید وابستگی مقطعی در داده‌های پانل، گام دوم بررسی مانایی یا محاسبه ریشه واحد و سپس بررسی همجمعی یا هم‌انباشتگی است. استفاده از روش‌های مرسوم ریشه‌ی واحد پانلی نظیر آزمون لوین، لین و چو^۵ (LLC) و ایم، پسران و شین^۶ (IPS) احتمال وقوع نتایج ریشه‌ی واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه‌ی واحد پانلی متعددی با وجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده است که آزمون ریشه‌ی واحد CIPS پسران از آن جمله است (پسران، ۲۰۰۷). در این آزمون اگر آماره CIPS از مقادیر بحرانی بزرگتر باشد، فرضیه صفر (نامانا بودن متغیر) رد و مانایی متغیر پذیرفته خواهد شد.

گام سوم، بررسی هم‌انباشتگی یا همجمعی پانلی است، استفاده از روش‌های مرسوم هم‌انباشتگی یا همجمعی پانلی مانند پدرونی^۷ (۱۹۹۶) و کائو (۲۰۰۶) احتمال وقوع نتایج همجمعی کاذب را افزایش خواهد داد (اسدزاده و جلیلی، ۱۳۹۴). برای رفع این مشکل،

۱- Cross Sectional Dependency Test

۲- Slope Homogeneity Test

۳- Ngong et al

۴- Baltagi, Feng, Kao

۵- Levin, Lin, Chu

۶- Im, Pesaran, Shin

۷- Pedroni

تحقیق حاضر از روش پیشنهادی وسترلاند (۲۰۰۷) استفاده کرده است. فرضیه صفر این آزمون، نبود رابطه همجمعی است و چنانچه فرضیه صفر رد شود، متغیرها رابطه همجمعی خواهند داشت.

در نهایت برای تعیین دقت و صحت برآورد CS-ARDL، از آزمون‌های میانگین تعمیم یافته^۱ (AMG) (ابرهارت و باند^۲، ۲۰۰۹) و میانگین گروه اثر معمولاً همبسته^۳ (CCE-MG) (چودیک و پسران، ۲۰۱۳) استفاده شده است. مشابه مدل اصلی CS-ARDL، این آزمون‌ها به بررسی خطاهای ایجاد شده SHT و CST شامل، همبستگی بین شاخص‌ها است، می‌پردازند. همچنین، این آزمون‌ها علاوه بر ارائه پیش‌بینی‌های منسجم و دقیق، مسائل چندخطی، خودهمبستگی و درون‌زایی با داده‌های تابلویی می‌پردازند (آدای و همکاران^۴، ۲۰۲۲ و رحمان و همکاران^۵، ۲۰۲۲). برای ارزیابی نحوه تعامل روابط علی پارامترها از آزمون علیت D-H (دومیترسکو و هورلین^۶، ۲۰۱۲) استفاده شده است. در بسیاری از مطالعات این آزمون برای بررسی ارتباطات علیت میان سری‌ها بکار رفته است (چن و همکاران^۷، ۲۰۲۲ و اسلام^۸، ۲۰۲۲).

۳-۱. معرفی الگوی تجربی و متغیرها

هدف این مقاله مطالعه تأثیر سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه اکو است. به این منظور معادله (۱) (سامین و همکاران، ۲۰۲۴) برآورد می‌شود:

$$\ln REC_{it} = k_i + a \ln GFN_{it} + b \ln HUC_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

۱ - Augmented Mean Group

۲ - Eberhardt, Bond

۳ - Commonly Correlated Eeffect Mmean Ggroup

۴ - Addae et al

۵ - Rahman et al

۶ - Dumitrescu , Hurlin

۷ - Chen et al

۸ - Islam

در معادله (۱)، (HUC) بیانگر سرمایه انسانی، (REC) مصرف انرژی تجدیدپذیر به صورت درصدی از کل مصرف انرژی و (GFN) تأمین مالی سبز است. متغیرهای مدل، چگونگی اندازه گیری و منبع استخراج آنها در جدول (۱) آورده شده است. جامعه آماری مورد مطالعه، کشورهای عضو اکو شامل ایران، ترکیه، پاکستان، تاجیکستان، ترکمنستان آذربایجان، ازبکستان و قزاقستان می باشد. سایر کشورهای عضو اکو (افغانستان و قرقیزستان) به دلیل یکپارچه نبودن داده ها حذف شده اند. دوره زمانی مورد بررسی، سال های ۲۰۲۴-۲۰۰۰ است. ثابت معادله با عبارت K نشان داده می شود و μ جزء اختلال را در مدل نشان می دهد. اطلاعات و داده های آماری مورد نیاز از پایگاه شاخص های توسعه جهانی^۱ (WDI)، برنامه توسعه سازمان ملل متحد^۲ (UNDP) و پایگاه داده انرژی تجدیدپذیر در WDI استخراج و با استفاده از نرم افزار ایویوز نسخه ۱۲ و استاتا نسخه ۱۴ برآوردها انجام شده است.

جدول ۱- معرفی متغیرهای تحقیق

نام متغیر	علامت اختصاری	تعریف عملیاتی	منبع
تأمین مالی سبز	GFN	شامل حمایت های دولتی در قالب توسعه مالی بصورت اوراق قرضه سبز، کاهش مالیات، پرداخت یارانه و وام	UNDP
سرمایه انسانی	HUC	سرمایه انسانی به صورت درصدی از هزینه های دولت در	WDI

^۱ - World Development Indicators

^۲ - United Nations Development Programme

	آموزش (دوره ابتدایی، متوسطه و عالی)		
WDI	به صورت درصدی از کل مصرف انرژی	REC	مصرف انرژی تجدیدپذیر

۴. نتایج برآورد

این تحقیق تأثیر سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز را بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه اکو را به روش CS-ARDL برآورد می‌کند.

۴-۱. آزمون وابستگی مقطعی (CST) و همگنی شیب (SHT)

ابتدا جهت بررسی وابستگی یا استقلال مقطعی داده‌ها آزمون وابستگی (CST) و آزمون همگنی یا ناهمگنی شیب (SHT) انجام گردید. نتایج این آزمون‌ها در جدول (۲) ارائه شده است. نتیجه حاصل از آزمون CST، حضور وابستگی مقطعی را در بین سری‌ها در سطح معناداری ۱٪ تأیید می‌کند. یعنی مقادیر آماره آزمون‌های انجام شده، وابستگی مقطعی نشان می‌دهد که از مقادیر بحرانی بیشتر بوده که بیانگر رد فرضیه صفر و نشان دهنده وجود وابستگی مقطعی است همچنین یافته‌های آزمون SHT بیانگر این است که فرضیه صفر یعنی همگن بودن ضریب شیب مدل رد و بنابراین مشکل ناهمگنی شیب وجود دارد.

جدول ۲- نتایج حاصل از آزمون CST و SHT

آزمون CST			
متغیرها	آزمون استاندارد بروش و پاگان	آزمون بالتاجی با مقیاس تصحیح شده	آزمون استاندارد تصحیح شده پسران
Ln REC	***۴۷/۲۶۲	***۸/۳۳۲	***۸/۲۵۱

***۱۲/۲۸۶	***۱۲/۲۰۶	***۵۴/۶۹۹	Ln GFN
***۶۶/۰۱۶	***۶۶/۹۳۵	***۳۰۵/۲۳۲	Ln HUC
آزمون SHT			
همگنی شیب		دلتای شیب	
۱۸/۶۴۸***		۱۸/۰۳۴***	

*** سطح معناداری ۱٪ را نشان می‌دهد.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به اثبات وجود ناهمگنی مقطعی، از آماره CIPS پسران، برای بررسی وجود یا عدم وجود ریشه‌ی واحد استفاده می‌شود.

۲-۴. آزمون مانایی یا ریشه واحد^۱ CADF و^۲ CIPS

گام دوم انجام آزمون مانایی برای همه متغیرها است. نتایج آزمون CIPS در جدول (۳) نشان داده شده است. با توجه به اینکه سطح معناداری مقدار آماره‌های محاسباتی از ۵ درصد کمتر است پس فرضیه صفر یعنی مانایی متغیرها رد و نیاز به تفاضل‌گیری است. نتایج این آزمون نشان می‌دهد با یکبار تفاضل‌گیری مشکل نامانایی برطرف می‌گردد. حال که داده‌ها با یکبار تفاضل‌گیری مانا می‌گردند پس نیاز به آزمون هم‌انباشتگی است (بصیرت، نصیرپور و جرجرزاده، ۱۳۹۴).

جدول ۳- نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد CADF و CIPS

متغیرها	CIPS	CADF
---------	------	------

^۱ - Cross sectional augmented Dickey Fuller

^۲ - Cross sectional Im Pesaran and Shin

$I(0)$	$I(1)$	$I(0)$	$I(1)$	
- ۲/۳۳۴	- ۸/۶۶۶***	- ۱/۰۶۴	- ۷/۸۴۲***	Ln REC
- ۰/۷۹۳	- ۵/۳۵۷***	۱/۷۱۴	- ۵/۶۵۱***	Ln GFN
- ۱/۱۲۶	- ۵/۵۴۸***	۰/۷۱۹	- ۶/۸۰۲***	Ln HUC

*** سطح معناداری ۱٪ را نشان می‌دهد.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۳-۴. آزمون هم‌انباشتی یا هم‌انباشتی

همانطور که پیش‌تر بیان گردید لازم است قبل از برآورد مدل جهت جلوگیری از رگرسیون کاذب آزمون هم‌انباشتی انجام گردد. نتایج آزمون هم‌انباشتی وسترلاند در جدول (۴) ارائه شده است. در روش وسترلاند، با توجه به اینکه مقدار احتمال آماره Z از ۱ درصد کمتر است پس فرضیه صفر یعنی عدم هم‌انباشتی رد می‌گردد. در نتیجه هم‌جمعی بین متغیرها اثبات شده و این حاکی از آن است که بین متغیرهای الگو رابطه بلندمدت وجود دارد و شکل رگرسیون کاذب در مدل‌های تخمینی وجود نخواهد داشت. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در الگو حداقل یک رابطه بلندمدت میان متغیرها وجود دارد (سامین و همکاران، ۲۰۲۴).

جدول ۴- نتایج حاصل از آزمون هم‌انباشتی وسترلاند

آماره	مقدار محاسباتی	مقدار Z	مقدار احتمال آماره Z
Gt	- ۲/۴۲۵	۳/۵۲۶	۰/۰۴۲

*** سطح معناداری ۱٪ را نشان می‌دهد.

ماخذ:

یافته‌های پژوهش

۴-۲. برآورد مدل

این تحقیق تأثیر

سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز را بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه کشورهای اکو به روش CS-ARDL برآورد می‌کند. نتایج حاصل از برآورد در جدول (۵) نشان می‌دهد که:

جدول ۵ - نتایج برآورد مدل به روش CS-ARDL

برآوردهای بلندمدت			برآوردهای کوتاه‌مدت			متغیرها
ضریب	خطا استاندارد	مقدار احتمال	ضریب	خطا استاندارد	مقدار احتمال	
۰/۰۲۵	۰/۰۸۵	۰/۰۰۶	۰/۴۲۱***	۰/۲۳۳	۰/۰۴۲	Ln GFN
۰/۰۹۵	۰/۶۴۶	۰/۰۰۰	۰/۰۸۲***	۰/۷۸۲	۰/۰۰۷	Ln HUC
			- ۰/۸۰۲***	۰/۱۱۲	۰/۰۰۰	ECT (۱-) عبارت تصحیح خطا
آماره F		۰/۰۰۲		۸۰/۴۷۴		خوبی برازش ^۱
				۸۷/۶۰		R ^۲
				۸۶/۵۸		R̂ ^۲

۱- Goodness of fit

آزمون تشخیص مدل			
نوع آزمون	P-Stats	Stats.	تشخیصی
آزمون والد اصلاح شده ^۱	۰/۰۰۶	۳۲۶/۱۲۲	واریانس ناهمسانی ^۲
آزمون وودریج ^۳	۰/۵۷۴	۲۱۸/۹۵۷	خودهمبستگی ^۴
آزمون جاک بر ^۵	۰/۰۸۳	۹/۳۶۹	نرمال بودن ^۶

*** سطح معناداری ۱٪ را نشان می‌دهد.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۵) نشان می‌دهد که ضرایب برآورد شده دارای مقدار احتمال کمتر از ۵ درصد و مقدار انحراف معیار نزدیک به صفر است. بنابراین تمامی ضرایب، اعتبار آماری دارند. در برآورد تابع مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، ضریب تأمین مالی سبز مثبت و از نظر آماری معنادار است. یک درصد افزایش در تأمین مالی سبز باعث افزایش ۰/۰۲۵ درصد در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در بلندمدت می‌گردد. این نتیجه تأیید می‌کند که تأمین مالی - سبز بر سرمایه‌گذاری در مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، مانند منابع انرژی خورشیدی، آبی و بادی تأثیر مناسب دارد. این نتیجه با تحقیقات آرگالیوا و همکاران^۷ (۲۰۲۰)، لی و همکاران^۸ (۲۰۲۳) و لی و همکاران^۹ (۲۰۲۱) و تقی‌زاده حصاری و یوشینو (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

۱ - Modified Wald test

۲ - Heteroskedasticity

۳ - Woodridge test

۴ - Autocorrelation

۵ - Jarque Bera test

۶ - Normality

۷ - Azhgaliyeva et al

۸ - Lee et al

۹ - Li et al

همچنین نتایج حاصل از برآورد نشان می‌دهد با افزایش ۱٪ سرمایه انسانی در بلندمدت، مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ۰/۰۹۵٪ افزایش می‌یابد. این نتیجه بیانگر این است که سطوح تحصیلات بالاتر، شرایط بهداشتی خوب و شرایط زندگی بهتر به گسترش رشد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر کمک می‌کند. نتایج بدست آمده با تحقیقات فاطیما و همکاران^۱ (۲۰۱۹) و رفیق و همکاران^۲ (۲۰۲۲) که نشان داده‌اند سرمایه انسانی تأثیر مثبت بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر دارد، همسو می‌باشد.

ضریب عبارت تصحیح خطا^۳ (ECT) با ضریب سرعت تعدیل به سمت تعادل بلندمدت، نشان می‌دهد که این الگو با چه سرعتی به سمت تعادل بلندمدت حرکت می‌کند. اگر این ضریب منفی و معنادار باشد نشان دهنده تعدیل خطای کوتاه‌مدت به سمت مقدار تعادلی بلندمدت است. در صورت منفی و معنادار بودن ضریب تصحیح خطا می‌توان بیان کرد که در الگو رابطه علیت از متغیرهای مستقل به متغیر وابسته وجود دارد. ضریب تصحیح خطا در این الگو ۰/۸۰۲- و از لحاظ آماری معنادار است. این ضریب نشان دهنده این است که شاخص تأمین مالی سبز و سرمایه انسانی در هر دوره ۸۰ درصد از عدم تعادل‌های موجود در الگو را جهت رسیدن به تعادل بلندمدت بر طرف می‌کند. همچنین منفی و معنادار بودن ضریب عبارت تصحیح خطا بیانگر این است که حداقل یک رابطه بلندمدت میان متغیرهای الگو وجود دارد.

۵-۴. بررسی قدرت و صحت نتایج

در ادامه، قدرت و صحت نتایج به دست آمده از طریق آزمون‌های مربوطه بررسی شده است.

۱-۵-۴. ارزیابی استحکام

نتایج بدست آمده از آزمون‌های میانگین تعمیم یافته (AMG) و میانگین اثر همبسته^۴ (CCE-MG) جهت بررسی استحکام رویکرد CS-ARDL در جدول (۶) نشان داده شده است. بنابر نتایج، یک ارتباط موثر بین GFN، HUC و REC وجود دارد.

۱ - Fatima et al

۲ - Rafique et al

۳ - Error Correction Term

۴ - Commonly Correlated Effect Mean Group

جدول ۶- نتایج حاصل از آزمون استحکام (AMG , CCE-MG)

CCE-MG		AMG		متغیرها
مقدار احتمال	ضریب	مقدار احتمال	ضریب	
۰/۰۰۰	۰/۶۱۹***	۰,۰۰۰	۰/۷۳۸***	Ln GFN
۰/۰۰۱	۰/۲۱۰***	۰,۰۰۰	۰/۰۶۶***	Ln HUC

*** سطح معناداری ۱٪ را نشان می‌دهد.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۲-۵-۴. ارزیابی علیت

نتیجه ارزیابی علیت در جدول (۷) ارائه شده است. نتیجه آزمون علیت D-H یک تعامل علی دو طرفه بین لگاریتم سرمایه انسانی و لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را ارائه می‌دهد. این نتیجه نشان می‌دهد که اصلاحات ساختاری جزئی که بر یکی از عوامل تعیین کننده تأثیر می‌گذارد، بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و بالعکس تأثیر می‌گذارد. در مقابل، نتایج حاصل از ارزیابی علیت، یک رابطه یک طرفه بین لگاریتم تأمین مالی سبز و لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر را نشان می‌دهد. نتایج بدست آمده با تحقیقات ماریناس و همکاران^۱ (۲۰۱۸) و زی و همکاران^۲ (۲۰۲۲) همسو می‌باشد.

جدول ۷- نتایج حاصل از آزمون علیت (D-H)

فرضیه صفر	آماره W	آماره Z bar	مقدار احتمال	نتیجه
-----------	---------	-------------	--------------	-------

^۱ - Marinas et al

^۲ - Xie et al

رابطه علیت بین لگاریتم تأمین مالی سبز و لگاریتم مصرف انرژی تجدیدپذیر	۶/۱۰۴***	۱/۱۹۶	۰/۰۰۰	رابطه یکطرفه بین تأمین مالی سبز و مصرف انرژی تجدیدپذیر
رابطه علیت بین لگاریتم مصرف انرژی تجدیدپذیر و لگاریتم تأمین مالی سبز	۲/۲۹۲	۰/۵۲۲	۰/۸۹۵	
رابطه علیت بین لگاریتم سرمایه انسانی و لگاریتم مصرف انرژی تجدیدپذیر	۸/۹۳۹***	۲/۶۰۷	۰/۰۰۰	رابطه دوطرفه بین سرمایه انسانی و مصرف انرژی تجدیدپذیر
رابطه علیت بین لگاریتم مصرف انرژی تجدیدپذیر و لگاریتم سرمایه انسانی	۷/۴۴۲***	۲/۳۳۶	۰/۰۰۰	

*** سطح معناداری ۱٪ را نشان می‌دهد.

ماخذ: یافته‌های پژوهش

نتیجه‌گیری

در این تحقیق تأثیر سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه اکو مورد بحث و بررسی قرار گرفت. مدل تعدیل شده با استفاده از داده‌های سالانه به روش CS-ARDL برای دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۴ برآورد شد. در دنیایی که با چالش‌های جدی مانند تغییرات اقلیمی و محدودیت منابع فسیلی روبرو است، انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان یک راهکار امیدبخش برای دستیابی به توسعه پایدار مطرح شده‌اند. اما توسعه و گسترش این نوع انرژی‌ها به عوامل متعددی وابسته است که در میان آن‌ها، سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز از اهمیت ویژه‌ای برخوردارند. سرمایه انسانی، با تأکید بر دانش، مهارت‌ها و خلاقیت افراد، نقش محوری در پیشرفت فناوری‌های مرتبط با انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا می‌کند. محققان، مهندسان و متخصصان این حوزه، با تحقیق و توسعه، طراحی و ساخت، عملیات و نگهداری و همچنین آموزش و ترویج، به توسعه و گسترش این فناوری‌ها کمک شایانی می‌کنند. سرمایه تأمین مالی سبز، به عنوان سرمایه‌گذاری در فعالیت‌های اقتصادی با هدف کاهش اثرات زیست‌محیطی، نقش حیاتی در تأمین منابع مالی مورد نیاز برای پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر ایفا می‌کند. تسهیلات اعتباری، اوراق قرضه سبز، سرمایه‌گذاری‌های خطرپذیر و یارانه‌ها و مشوق‌های دولتی، از جمله مهم‌ترین منابع تأمین تأمین مالی سبز محسوب می‌شوند. (آنتون و نوکو، ۲۰۲۰) سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز، تأثیر متقابلی بر یکدیگر و بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر دارند.

تأثیر سرمایه انسانی در معادله برآورد شده، مثبت و با مقدار احتمال کمتر از ۰/۰۱ از نظر آماری معنادار است. به این معنا که رشد سرمایه انسانی، انتقال انرژی از منابع تجدیدناپذیر به تجدیدپذیر در کشورهای عضو اکو را به تأخیر می‌اندازد و می‌توان گفت: بهبود سرمایه انسانی یک فرآیند کند است (استوکی، ۲۰۱۵). علاوه بر این، کشورهای عضو اکو نیاز مبرمی به افزایش ظرفیت سرمایه انسانی خود برای بهره‌برداری از مزیت انرژی‌های تجدیدپذیر دارند. در مقابل، تأثیر مستقیم سرمایه انسانی بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای توسعه یافته مثبت است (خان و همکاران، ۲۰۲۰؛ یائو و همکاران، ۲۰۱۹). پیشرفت فناوری به دلیل انباشت سرمایه انسانی می‌تواند منجر به کارایی در فرآیندهای تولید و استفاده از انرژی شود. از این رو، اثر جانشینی و اثر فناوری انباشت سرمایه انسانی به رشد درآمد در کشورهای عضو اکو، وابسته است. برخلاف استنباط‌های تینتا، اودراگو و تیومیانو، (۲۰۲۱)؛ یائو و همکاران (۲۰۱۹)، یافته‌های پژوهش حاضر توسط وانگ و همکاران، (۲۰۲۲)؛ آکینتنده و همکاران، (۲۰۲۰) تأیید می‌شود. بنابراین، ظرفیت ناکافی سرمایه انسانی در کشورهای عضو اکو را می‌توان به کاهش سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در منطقه

نسبت داد. یک جمعیت تحصیل کرده سیاست‌های انرژی‌های تجدیدپذیر را تشویق می‌کنند که به طور موثر توسط کشورهای که به سطوح بالاتر درآمدی دست می‌یابند، دنبال می‌شوند. در نهایت، رقابت جهانی ناشی از نیروی کار ماهر و بودجه و پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر بیشتر با افزایش سطح درآمد افزایش می‌یابد.

توسعه مالی سبز تأثیر مثبت بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای عضو اکو دارد. این ضریب نشان می‌دهد که افزایش اعتبارات داخلی مانند کمک‌های مالی بانک‌های تجاری، شرکت‌های بیمه و بانک‌ها، سرمایه‌گذاری را از طریق وام، که شامل گزینه‌های پرداخت بلندمدت و بهره کم برای تأمین مالی پروژه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر است، جلب کنند. استفاده از سرمایه‌گذاری جمعی و تعاونی‌ها، می‌تواند به طور موثر شکاف مالی در استقرار منابع انرژی‌های تجدیدپذیر را پر کند. این نتیجه حاکی از آن است که سیستم مالی در کشورهای عضو اکو، تأمین مالی مصرف انرژی تجدیدپذیر را ترویج می‌کند. این یافته با یافته‌های سعداوی و چتورو، (۲۰۲۲) مطابقت دارد و با یافته‌های مختاروف و همکاران، (۲۰۲۰) در تضاد است.

بنظر می‌رسد مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار و از بین بردن آلودگی‌های زیست محیطی بسیار مهم است. مطالعات گسترده‌ای مانند این پژوهش می‌تواند به ایجاد زمینه‌ای برای بحث‌های سازنده‌تر در مورد این موضوع و تغییر صنعت انرژی کشورهای عضو اکو کمک کند. برای تحقق آینده‌ای پایدار و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، سرمایه‌گذاری در توسعه سرمایه انسانی و تأمین مالی سبز در حوزه انرژی‌های تجدیدپذیر امری ضروری است. با تقویت این دو عامل، می‌توان به ایجاد یک سیستم انرژی پاک، کارآمد و پایدار دست یافت. علاوه بر این، پژوهش آینده ممکن است تأثیر این عوامل را بر توسعه مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر در حوزه‌هایی مانند بریکس، شانگهای، غرب آفریقا و سایر اقتصادهای نوظهور را بررسی کند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Gholam Reza Ghaffari  <http://orcid.org/0009-0008-5215-6003>
 Ahmad Sarlak*  <http://orcid.org/0000-0001-7237-2880>
 Maryam Sharifnezhad  <http://orcid.org/0000-0003-0191-2717>

منابع

- ارباب حمیدرضا، امامی میبدی علی، رجبی قادی صبا، (۱۳۹۶)، رابطه مصرف انرژیهای تجدیدپذیر و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب اوپک، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال ششم، شماره ۲۳، صفحات ۲۹-۵۶
- اسدزاده احمد، جلیلی زهرا، (۱۳۹۴)، تأثیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژیهای تجدیدپذیر در کشورهای پیشرفته: شواهدی از هم‌انباشتگی پانلی و برآوردگر CUP-FM، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال یازدهم، شماره‌ی ۴۷، صفحات ۱۶۱-۱۸۰
- بصیرت مهدی، نصیرپور آرزو، جرجزاده علیرضا، (۱۳۹۴) «اثر نوسان‌های نرخ ارز بر رشد اقتصادی با توجه به سطح توسعه بازارهای مالی در کشورهای منتخب عضو اوپک، فصلنامه علوم اقتصادی، سال نهم، شماره ۳۰، صفحات ۱۴۱-۱۵۶
- جعفری سعید، اسفندیاری مرضیه، پهلوانی مصیب، (۱۳۹۹)، بررسی عوامل موثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید با تأکید بر سرمایه انسانی و انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدید ناپذیر، نشریه علمی سیاستگذاری اقتصادی، سال دوازدهم، شماره بیست و سوم، صفحات ۳۲۱-۳۴۴
- جواهری بختیار، عزیزی وحید، منوچهری صلاح الدین، (۱۴۰۳)، نقش نوآوری محیط‌زیستی، توسعه مالی و ریسک مالی بر انرژیهای تجدیدپذیر در ایران، نشریه علمی سیاستگذاری اقتصادی، سال شانزدهم، شماره سی و یکم، صفحات ۱-۳۴
- دیزجی سجاد، عارفیان محمدرضا، عصارای آران‌ی عباس، (۱۴۰۱)، بررسی نقش مالیات کربن و یارانه‌های سوخت‌های فسیلی بر توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب OECD، فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری، شماره ۱۹، صفحات ۷۹-۱۰۹

سرلکی احسان، چگینی غلامرضا، مرزبان ایمان، بخشی حمیدرضا، (۱۴۰۰)، راهکارهای پایدار صرفهجویی انرژی در سیستم با استفاده از های گلخانه های فناوری انرژیهای تجدیدپذیر، فصلنامه علمی انرژیهای تجدیدپذیر و نو، سال هشتم، شماره اول، صفحات ۱-۱۲

شامحمدی عرفان، خانزادی آزاد، کریمی محمد شریف، (۱۴۰۰)، بررسی عوامل موثر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی منتخب اوپک، رویکرد الگوی خودتوضیح با وقفه های گسترده تابلویی، فصلنامه علمی سیاست ها و تحقیقات اقتصادی، دوره ۱، شماره ۳، صفحات ۸۰-۱۰۶

شاه آبادی ابوالفضل، مرادی علی، مهادفر زهرا، (۱۴۰۱)، تاثیر مولفه های دانش بر تولید انرژی های تجدیدپذیر در کشورهای منتخب عضو سازمان همکاری اسلامی، فصلنامه علمی پژوهش های اقتصاد صنعتی، سال ششم، شماره ۲۱، صفحات ۳۵-۴۸

ظاهری عبدهوند محمد، سرلک احمد، شریف نژاد مریم، (۱۴۰۳)، بررسی تأثیر سرمایه اجتماعی بر مصرف انرژیهای تجدیدپذیر در کشورهای منتخب اسلامی، فصلنامه مطالعات اقتصادانرژی، سال بیستم، شماره ۸۰، صفحات ۹۱-۱۳۰

قادری شیوا، خانزادی آزاد، کریمی محمدشریف، (۱۳۹۹)، ارزیابی و تحلیل اثرات اجرایی شدن سیاست مالیات سبز بر توسعه انرژیهای تجدیدپذیر در ایران، مجله توسعه و سرمایه، دوره پنجم، شماره ۲، صفحات ۱۰۵-۱۲۱

محمدی نجمه، سحابی بهرام، حیدری حسین، صادقی سقدل حسین، (۱۴۰۲)، بررسی تاثیر پیچیدگی اقتصادی و مصرف انرژی تجدیدپذیر بر آلودگی زیست محیطی در کشورهای در حال توسعه، نشریه علمی پژوهش های اقتصادی، سال بیست و سوم، شماره ۴، صفحات ۱-۲۸

محمدیان فرشته، اسماعیلی زهرا، (۱۴۰۳)، بررسی تأثیر حکمرانی خوب و رشد اقتصادی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر: شواهدی از مجمع کشورهای صادرکننده گاز، نشریه سیاست ها و تحقیقات اقتصادی، سال ۳، شماره ۲، صفحات ۱-۲۹

میرطباطبائی شیرین، زندی فاطمه، (۱۴۰۱)، مقایسه تاثیر شاخص سرمایه انسانی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر در ایران، پژوهشنامه اقتصاد و کسب و کار، سال سیزدهم، شماره ۲۶، صفحات ۷۵-۸۶

نیکویی فاطمه، علوی راد عباس، موسوی نعمت اله، (۱۴۰۰)، تاثیر گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر در بخش های اقتصادی ایران (صنعت، خدمات، کشاورزی)، تحقیقات اقتصاد کشاورزی، جلد ۱۳، شماره ۲، صفحات ۲۸۱-۲۹۴

References

Abbasi K.R., F.F. Adedoyin, M. Radulescu, K. Hussain, S. Salem, (۲۰۲۲). *The role of forest and agriculture towards environmental fortification: designing a sustainable policy framework for top forested countries*, *Environ. Dev. Sustain.* ۲۴ (۶) ۸۶۶۶-۸۶۹۹

Acheampong, J. Dzator, D.A. Savage, (۲۰۲۱), *Renewable energy, CO₂ emissions and economic growth in sub-Saharan Africa: does institutional quality matter*, *J. Pol. Model.*

Addae E.A., D. Sun, O.J. Abban, (۲۰۲۲). *Evaluating the effect of urbanization and foreign direct investment on water use efficiency in West Africa: application of the dynamic slacks-based model and the common correlated effects mean group estimator*, *Environ. Dev. Sustain.* ۱-۳۱, <https://doi.org/10.1007/S10668-022-02284-9/TABLES/9>

Akintande, O. J., Olubusoye, O. E., Adenikinju, A. F., & Olanrewaju, B. T. (۲۰۲۰). *Modeling the determinants of renewable energy consumption: Evidence from the five most populous nations in Africa*. *Energy*, ۲۰۶, ۱۱۷۹۹۲.

Akram, V., Jangam, B. P., & Rath, B. N. (۲۰۲۰). *Examining the linkage between human capital and energy consumption: cross-country evidence*. *OPEC Energy Review*, ۴۴(۱), ۲-۲۶.

Anton, S.G., Nucu, A.E.A., (۲۰۲۰). *The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach*. *Renew. Energy* ۱۴۷, ۳۳۰-۳۳۸

Arbab Hamidreza, Emami Meybodi Ali, Rajabi Ghadi Saba, (۲۰۱۷), *The relationship between renewable energy consumption and economic growth in selected OPEC countries*, *Iranian Energy Economics Research Journal*, Volume ۶, Issue ۲۳, Pages ۲۹-۵۶ [In Persian]

Asadzadeh Ahmad, Jalili Zahra, (۲۰۱۵), *The impact of economic growth on renewable energy consumption in advanced countries: Evidence from panel cointegration and CUP-FM estimator*, *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, Volume ۱۱, Issue ۴۷, Pages ۱۶۱-۱۸۰ [In Persian]

Awosusi A.A., H. Rjoub, H. Dordüncü, " D. Kirikkaleli, (۲۰۲۲). *Does the potency of economic globalization and political instability reshape renewable energy usage in the face of environmental degradation?* *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23765-7>, October

Basirat Mehdi, Nasirpour Arezoo, Jarjarzadeh Alireza, (۲۰۱۵) « *The effect of exchange rate fluctuations on economic growth according to the level of financial market development in selected OPEC member countries*, *Quarterly Journal of Economic Sciences*, Volume ۹, Issue ۳۰, Pages ۱۴۱-۱۵۶ [In Persian]

Belaïd F., A.H. Elsayed, A. Omri, (۲۰۲۱). *Key drivers of renewable energy deployment in the MENA Region : empirical evidence using panel quantile regression*, *Struct. Change Econ. Dynam.* ۵۷ ۲۲۵-۲۳۸

Baltagi B.H., Q. Feng, C. Kao, (۲۰۱۲). *A Lagrange Multiplier test for cross-sectional dependence in a fixed effects panel data model*, *J. Econom.* ۱۷۰ (۱) ۱۶۴-۱۷۷

Baydoun H., M. Aga, (۲۰۲۱) . *The effect of energy consumption and economic growth on environmental sustainability in the GCC countries: does financial development matter?* *Energies* ۱۴ (۱۸) <https://doi.org/10.3390/en14180897>

Bekele Mulugeta, Maria Sassi, Kedir Jemal, Beyan Ahmed, (۲۰۲۴). *Human capital development and economic sustainability linkage in Sub-Saharan African countries: Novel evidence from augmented mean group approach*. *Heliyon* ۱۰, e۲۴۳۲۳

Bobinaite, Tarvydas (۲۰۱۴). *Financing instruments and channels for the increasing production and consumption of renewable energy: Lithuanian case*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Volume ۳۸, ۲۵۹-۲۷۶

Chen J., F. Su, V. Jain, A. Salman, M.I. Tabash, A.M. Haddad, E. Zabalawi, A. A. Abdalla, M.S. Shabbir, (۲۰۲۲). *Does renewable energy matter to achieve sustainable development goals? The impact of renewable energy strategies on sustainable economic growth*, *Front. Energy Res.* ۱۰ (March) ۱-۷, <https://doi.org/10.3389/fenrg.2022.829202>

Dai Jiapeng, Farooq Umar , Alam Mohammad Mahtab (۲۰۲۴). *Navigating energy policy uncertainty: Effects on fossil fuel and renewable energy consumption in G۷ economies*. ۱۴ Oct, Pages ۲۳۹-۲۵۲ https://doi.org/10.1007/978-98-99-97413-7_7

Dizji Sajjad, Arefian Mohammad Reza, Assari Arani Abbas, (۲۰۲۲), *Studying the Role of Carbon Tax and Fossil Fuel Subsidies on the Development of Renewable Energy in Selected OECD Countries*, *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, Issue ۱۹, Pages ۷۹-۱۰۹ [In Persian]

Dogan B, ~ L.K. Chu, S. Ghosh, H.H. Diep Truong, D. Balsalobre-Lorente, (۲۰۲۲). *How environmental taxes and carbon emissions are related in the G۷ economies? Renew. Energy* ۱۸۷ ۶۴۵-۶۵۶

Dumitrescu E.-I., C. Hurlin, (۲۰۱۲). *Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels*, *Econ. Modell.* ۲۹ (۴) ۱۴۵۰-۱۴۶۰

Eberhardt M., S. Bond, ۲۰۰۹. *Cross-section Dependence in Nonstationary Panel Models: a Novel Estimator*, vol. ۱۷۸۷۰, *Social Research*

Eren, B.M., Taspinar, N., Gokmenoglu, K.K., (۲۰۱۹). *The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: empirical analysis of India*. *Sci. Total Environ.* ۶۶۳, ۱۸۹-۱۹۷

Fatima, Y. Li, M. Ahmad, G. Jabeen, X. Li, (۲۰۱۹). *Analyzing long-term empirical interactions between renewable energy generation, energy use, human capital, and economic performance in Pakistan*, *Energy*,

Sustainability and Society 9 (1), <https://doi.org/10.1186/s13702-019-0228-x>.

Huang S.Z., F. Chien, M. Sadiq, (2021). A gateway towards a sustainable environment in emerging countries: the nexus between green energy and human capital, *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja* 34 (1), 1-14, <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.2012218>

Islam M.S., (2022). Does financial development cause environmental pollution? Empirical evidence from South Asia, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.* 29 (2) 430-436

Javaheri Bakhtiar, Azizi Vahid, Manouchehri Salahuddin, (2022), The Role of Environmental Innovation, Financial Development and Financial Risk on Renewable Energy in Iran, *Scientific Journal of Economic Policy*, Year 17, Issue 3, Pages 1-24 [In Persian]

Kapetanios G., M.H. Pesaran, T. Yamagata, (2011). Panels with non-stationary multifactor error structures, *J. Econom.* 160 (2) 327-348

Khan, Z., Malik, M.Y., Latif, K., Jiao, Z., (2020). Heterogeneous effect of eco-innovation and human capital on renewable & non-renewable energy consumption: disaggregate analysis for G-7 countries. *Energy* 209, 118400

Khan, Z., Ramez Abubakr Badeeb, Changyong Zhang, Kangyin Dong, (2022). Financial inclusion and energy efficiency: role of green innovation and human capital for Malaysia. *Applied Economics* Volume 54, Pages 3262-3277

Kharb R., Charu Shri, Pragati Singh, Shabani Bhatia, Neha Saini, (2022). Modelling the barriers of green financing in achieving environmental sustainability: an analysis using TISM. <https://link.springer.com/article/10.1007/s10678-022-0266-1>

Lee, F. Wang, Y.F. Chang, (2022). Does green finance promote renewable energy? Evidence from China, *Resour. Pol.* 82 (March) 103439, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.103439>

Lei, W., Liu, L., Hafeez, M., Sohail, S., (2022). Do economic policy uncertainty and financial development influence the renewable energy

consumption levels in China. *Environ. Sci. Pollut. Res.* ۲۹ (۵), ۷۹۰۷-۷۹۱۶

Li, N.M. Hamawandy, F. Wahid, H. Rjoub, Z. Bao, (۲۰۲۱). Renewable energy resources investment and green finance: evidence from China, *Resour. Pol.* ۷۴, <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102402>

Liu .N, C. Liu, B. Da, T. Zhang, F. Guan, (۲۰۲۱). Dependence and risk spillovers between green bonds and clean energy markets, *J. Clean. Prod.* ۲۷۹ ۱۲۳۵۹۵, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123595>

Marinas, M. Dinu, A.G. Socol, C. Socol, (۲۰۱۸). Renewable energy consumption and economic growth. Causality relationship in Central and Eastern European countries, *PLoS One* ۱۳ (۱۰), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202951>.

Meo M. Saeed, M.Z.A. Karim, (۲۰۲۱). The role of green finance in reducing CO₂ emissions: an empirical analysis, *Borsa Istanbul Review* ۲۲ (۱) ۱۶۹-۱۷۸

Miao Yinjia, Azaz Ali Ather Bukhari, Waqar Ali Ather Bukhari, Shabbir Ahmad, Naveed Hayat, (۲۰۲۵). Why fossil fuels stifle green economic growth? An environmental management perspective in assessing the spatial spillover impact of energy consumption in South Asia. Volume ۳۷۳, January ۲۰۲۵, ۱۲۳۴۷۱ <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.123471>

Mir Tabatabai Shirin, Zandi Fatemeh, (۲۰۲۲), Comparing the Effect of Human Capital Index on the Consumption of Renewable and Non-Renewable Energy in Iran, *Journal of Economics and Business*, Year Thirteenth, No. ۲۶, pp. ۷۵-۸۶ [In Persian]

Mohammadi Najmeh, Sahabi Bahram, Heydari Hossein, Sadeghi Saqdal Hossein, (۲۰۲۲), Studying the Effect of Economic Complexity and Renewable Energy Consumption on Environmental Pollution in Developing Countries, *Scientific Journal of Economic Research*, Year ۲۳, Issue ۴, Pages ۱-۲۸ [In Persian]

Mohammadian Fereshteh, Esmaeili Zahra, (۲۰۲۴), Studying the Effect of Good Governance and Economic Growth on the Consumption of Renewable and Non-Renewable Energy: Evidence from the Forum of

Gas Exporting Countries, Journal of Economic Policies and Research, Year ۳, Issue ۲, Pages ۱-۲۹ [In Persian]

Mukhtarov, S., Humbatova, S., Hajiye, N.G.O., Aliyev, S., (۲۰۲۰). *The financial development-renewable energy consumption nexus in the case of Azerbaijan. Energies* ۱۳(۲۳), ۶۲۶۰

Ngong, D. Bih, C. Onyejiaku, J.U.J. (۲۰۲۲). *Onwumere, Urbanization and carbon dioxide (CO₂) emission nexus in the CEMAC countries, Manag. Environ. Qual. Int. J., <https://doi.org/10.1108/meq-04-2021-0070>*

Nikoei Fatemeh, Alavi Rad Abbas, Mousavi Nematollah, (۲۰۲۱), *The impact of the expansion of information and communication technology (ICT) on the consumption of renewable energies in the economic sectors of Iran (industry, services, agriculture), Agricultural Economics Research, Vol. ۱۳, No. ۲, pp. ۲۸۱-۲۹۴ [In Persian]*

Opeyemi Mufutau, (۲۰۲۱). *Path to sustainable energy consumption: The possibility of substituting renewable energy for non-renewable energy, Energy, Volume ۲۲۸, ۱۲۰۵۱۹*

Pelau, Nicolae Al. Pop, (۲۰۱۸). *Implications for the energy policy derived from the relation between the cultural dimensions of Hofstede's model and the consumption of renewable energies, Energy Policy, Volume ۱۱۸, ۱۶۰-۱۶۸*

Pietrzak, B. Iglinski, W. Kujawski, P. Iwanski, (۲۰۲۱) *Energy transition in Poland—assessment of the renewable energy sector, Energies* ۱۴(۸)

Polcyn Jan, Yana Us , Oleksii Lyulyov , Tetyana Pimonenko and Aleksy Kwilinski, (۲۰۲۲). *Factors Influencing the Renewable Energy Consumption in Selected European Countries, Energy, ۱۰, ۱۰۸*

Qaderi Shiva, Khanzadi Azad, Karimi Mohammad Sharif, (۲۰۱۹), *Evaluation and Analysis of the Effects of Implementing the Green Tax Policy on the Development of Renewable Energy in Iran, Journal of Development and Capital, Volume ۰, Issue ۲, Pages ۱۰۰-۱۲۱ [In Persian]*

Rafique, A.M. Nadeem, W. Xia, M. Ikram, H.M. Shoaib, U. Shahzad, (۲۰۲۲). *Does economic complexity matter for environmental*

sustainability? Using ecological footprint as an indicator, *Environ. Dev. Sustain.* ۲۴(۴) ۴۶۲۳–۴۶۴۰, <https://doi.org/1۰.1۰۰۷/s1۰۶۶۸.۰۲1.۰1۶۲۵.۴>

Rasoulinezhad, F. Taghizadeh-Hesary, (۲۰۲۲), Role of green finance in improving energy efficiency and renewable energy development, *Energy Efficiency* ۱۵(۲)

Rehman, M. Radulescu, L.M. Cismas, R. Alvarado, C.G. Secara, C. Tolea, (۲۰۲۲). Urbanization, economic development, and environmental degradation: investigating the role of renewable energy use, *Sustainability* ۱۴(۱۵)

Sampene, Cai Li, Takyi Kwabena Nsiah. (۲۰۲۴). Catalyzing renewable energy deployment in the Mercosur economies: A synthesis of human capital, technological innovation and green finance, *Energy Strategy Reviews* ۵۳, ۱۰۱۳۸۸.

Saadaoui H., N. Chtourou, (۲۰۲۲). Do institutional quality, financial development, and economic growth improve renewable energy transition ? Some evidence from Tunisia, *Journal of the Knowledge Economy*, ۱–۳۲ <https://doi.org/1۰.1۰۰۷/s1۳1۳۲.۰۲۲.۰۰۹۹۹.۸> (Issue ۰۱۲۳۴۵۶۷۸۹). Springer US

Sadiq M., F. Wen, M. Farhan, A. Amin, (۲۰۲۲). Does nuclear energy consumption contribute to human development ? Modeling the effects of public debt and trade globalization in an OECD heterogeneous panel, *J. Clean. Prod.* ۳۷۵ (September) ۱۳۳۹۶۵, <https://doi.org/1۰.1۰۱۶/j.jclepro.۲۰۲۲.1۳۳۹۶۵>

Sarlakki Ehsan, Chegini Gholam Reza, Marzban Iman, Bakhshi Hamid Reza, (۲۰۲۱), Sustainable Energy Saving Solutions in the System Using Greenhouses and Renewable Energy Technologies, *Quarterly Journal of Renewable and New Energies*, Year ۸th, Issue ۱, Pages ۱-۱۲ [In Persian]

Shamohammadi Erfan, Khanzadi Azad, Karimi Mohammad Sharif, (۲۰۲۱), Investigation of factors affecting renewable energy consumption in selected OPEC oil countries, Self-explanatory model approach with wide panel lags, *Quarterly Journal of Economic Policies and Research*, Volume ۱, Issue ۲, Pages ۸۰-۱۰۶ [In Persian]

Shahabadi Abolfazl, Moradi Ali, Mehradfar Zahra, (۲۰۲۲), *The effect of knowledge components on renewable energy production in selected member countries of the Organization of Islamic Cooperation*, *Quarterly Journal of Industrial Economics Research*, Year ۶, Issue ۲۱, Pages ۳۵- ۴۸ [In Persian]

Solarin, M.O. Bello, A.K. Tiwari, (۲۰۲۲) . *The impact of technological innovation on renewable energy production: accounting for the roles of economic and environmental factors using a method of moments quantile regression*, *Heliyon* ۸(۷), e۰۹۹۱۳

Stojanovic, Dragica Ilic, Biljana, (۲۰۱۸). *Green financing in the function of risk management environment and sustainable economic growth*, *Economic and Social Development – Belgrade*

Su, Q. Wang, R. Li, L. Wang, (۲۰۲۲). *Per capita renewable energy consumption in ۱۱۶ countries: the effects of urbanization, industrialization, GDP, aging, and trade openness*, *Energy* ۲۵۴, ۱۲۴۲۸۹

Sun D., F. Kyere, A.K. Sampene, D. Asante, N.Y.G. Kumah, (۲۰۲۲). *An investigation on the role of electric vehicles in alleviating environmental pollution: evidence from five leading economies*, *Environ. Sci. Pollut. Control Ser*, [https://doi.org/ ۱۰,۱۰۰۷/s ۱۱۳۵۶-۰۲۲-۲۳۳۸۷-x](https://doi.org/10.1007/s11356-022-23387-x)

Taghizadeh-Hesary, N. Yoshino, (۲۰۲۰). *Sustainable solutions for green financing and investment in renewable energy projects*, *Energies* ۱۳(۴), [https://doi.org/ ۱۰,۳۳۹۰/en ۱۳۰۴۰۷۸۸](https://doi.org/10.3390/en13040788).

Tinta, A.A., Ouedraogo, S., Thiombiano, N., (۲۰۲۱). *Nexus between economic growth, financial development, and energy consumption in Sub-Saharan African countries: A dynamic approach*. In (November). In: *Natural Resources Forum*, Vol. ۴۵. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, UK, pp. ۳۶۷-۳۷۹ (November)

Wang Y., N. Shen, , H. Peng, Z. Hou, (۲۰۲۰). *Renewable energy green innovation, fossil energy consumption, and air pollution-spatial empirical analysis based on China*, *Sustainability* ۱۲(۱۶)

Wang, Z. Dong, R. Li, L. Wang, (۲۰۲۲) . *Renewable energy and economic growth : new insight from country risks*, *Energy* ۲۳۸, ۱۲۲۰۱۸

Xie, Z. Zhu, G. Hu, J. Huang, (۲۰۲۲). *Renewable energy and economic growth hypothesis: evidence from N-۱۱ countries*, *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja* ۱-۲۱, <https://doi.org/۱۰.۱۰۸۰/۱۳۳۱۶۷۷X.۲۰۲۲.۲۱۲۱۷۴۱>

Yao, Y., Ivanovski, K., Inekwe, J., Smyth, R., (۲۰۱۹). *Human capital and energy consumption: evidence from OECD countries*. *Energy Econ.* ۸۴, ۱۰۴۵۳۴

Zaheri Abdovand Mohammad, Sarlak Ahmad, Sharifnejad Maryam, (۲۰۲۴), *Studying the effect of social capital on renewable energy consumption in selected Islamic countries*, *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, Year ۲۰, Issue ۸۰, Pages ۹۱-۱۳۰ [In Persian]

Zhu, (۲۰۲۲). *The role of human capital and environmental protection on the sustainable development goals: new evidences from Chinese economy*, *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja* ۳۶ (۱), ۱-۱۸