

Investigating the Impact of Financial Development, Trade Openness, and Foreign Investment Flows on Renewable Energy Consumption in Iran (Markov Switching Model Approach)

Ali Feghehmajidi*, Parwin Ali moradi Afshar**, Parisa Bahmani***

Original Article	Receive Date: 2025 Jan 30	Accept Date: 2025 Feb 26	Page: 553-582
------------------	---------------------------	--------------------------	---------------

Abstract

Fossil fuel consumption and greenhouse gas emissions are one of the most important factors in climate change, which, along with the issue of the oil crisis and the sharp increase in its price, caused industrialized countries to review their energy policies. In the new policy, renewable energies such as wind, solar, geothermal, etc. have special importance in energy development and planning, and the use of renewable energies has been able to act as the most important way to reduce costs, access to clean energy, and improve the global climate. Unlike non-renewable fuels, renewable energies also provide environmental and economic security. The aim of this study is to investigate the effect of the variables of financial development, trade openness, and net foreign investment flow (inbound and outbound) on renewable energy consumption in Iran during the period 1990 to 2020, using the Markov switching model. The results of the Markov switching model show that renewable energy consumption is affected by the variables of financial development, trade openness, and net foreign investment flows and the resulting shocks. Since the probability of being in the first regime is higher than the second regime, it means that the tendency to be stable in a negative shock is greater than in a positive shock, and the impact of a negative shock on renewable energy consumption is greater than in a positive shock. Because the need to adapt to new conditions that reduce negative effects is greater, and the new approach of companies and the government to dealing with new conditions also requires a lot of time, the solution to this situation must have economic benefits. Because the policy and legal changes related to the new situation are long-term, and because risk reduction is important in this situation, stability in a negative shock is greater and takes more time, but being in a positive shock can have greater utility.

Keywords: Financial Development, Foreign Investment flow, Markov Switching Model Approach, Renewable Energy Consumption, Trade openness

JEL Classification: C01, F13, G23, Q42.

* Associate professor of Economics, Kurdistan University, Kurdistan, Iran (Corresponding Author) a.feghehmajidi@uok.ac.ir

** Assistant professor of Economics, Kurdistan University, Kurdistan, Iran p.am.afshar@gmail.com

*** Masters student of Economics, Kurdistan University, Kurdistan, Iran Parisabahmani035@gmail.com

تأثیر توسعه مالی، باز بودن تجاری و خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی بر مصرف انرژی تجدید پذیر در ایران: (رویکرد مدل مارکوف سوئیچینگ)

علی فقه‌مجیدی*، پروین علی مرادی افشار**، پریسا بهمنی***

نوع مقاله: پژوهشی	تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۱	تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۰۸	شماره صفحه: ۵۵۳-۵۸۲
-------------------	--------------------------	-------------------------	---------------------

چکیده

«مصرف سوخت فسیلی» و «انتشار گازهای گلخانه‌ای» یکی از مهم‌ترین عوامل تغییرات آب‌وهوایی است که با همراه شدن موضوع بحران نفت و افزایش شدید قیمت آن، باعث شد تا کشورهای صنعتی سیاست‌های خود را در زمینه انرژی بازبینی کنند. در سیاست‌گذاری جدید، انرژی‌های تجدید پذیر مانند انرژی بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی و غیره اهمیت ویژه‌ای در توسعه و برنامه‌ریزی مربوط به انرژی دارند و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر توانست به عنوان مهم‌ترین راه برای کاهش هزینه‌ها، دسترسی به انرژی پاک و بهبود وضعیت آب‌وهوای جهانی عمل کند. برخلاف سوخت‌های تجدید ناپذیر، انرژی‌های تجدید پذیر امنیت زیست‌محیطی و اقتصادی را نیز تأمین می‌کنند.

هدف این پژوهش بررسی تأثیر متغیرهای توسعه مالی، باز بودن تجاری و خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی (ورودی و خروجی) بر مصرف انرژی تجدید پذیر در ایران در دوره زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ با استفاده مدل مارکوف سوئیچینگ است. نتایج حاصل از مدل مارکوف سوئیچینگ نشان می‌دهد که مصرف انرژی تجدید پذیر تحت تأثیر متغیرهای توسعه مالی، باز بودن تجاری و خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی و شوک‌های حاصل از آن است و چون احتمال قرارگیری در رژیم اول بیش‌تر از رژیم دوم است بدین معنی است که تمایل به پایداری در شوک منفی بیش‌تر از شوک مثبت است و تأثیر شوک منفی بر مصرف انرژی تجدید پذیر بیش‌تر از شوک مثبت است؛ زیرا نیاز به تطابق با شرایط جدید که اثرات منفی را کاهش دهد بیش‌تر است و رویکرد جدید شرکت‌ها و دولت برای مقابله با شرایط جدید نیز به زمان زیادی نیاز دارد، راه‌حل خروج از این وضعیت باید مزایای اقتصادی داشته باشد؛ زیرا تغییرات سیاستی و قانونی مرتبط با وضعیت جدید طولانی مدت است و چون در این وضعیت کاهش ریسک اهمیت دارد پایداری در شوک منفی بیش‌تر و زمان‌برتر است اما قرارگیری در شوک مثبت می‌تواند دارای مطلوبیت بیش‌تری باشد.

واژه‌های کلیدی: باز بودن تجاری، توسعه مالی، خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی، رویکرد مدل مارکوف سوئیچینگ، مصرف انرژی تجدید پذیر

طبقه‌بندی JEL: Q42, G23, F13, C01.

a.feghehmajidi@uok.ac.ir

* دانشیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران (نویسنده مسئول)

p.am.afshar@gmail.com

** استادیار، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

Parisabahmani035@gmail.com

*** دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم اقتصادی، دانشکده علوم انسانی و اجتماعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

فصلنامه مجلس و اقتصاد، سال دوم، شماره ۳، پاییز ۱۴۰۳

DOI: 10.22034/mec.2025.17619.1087

۱- مقدمه

امروزه یکی از عمده ترین مشکلات در دستیابی به توسعه اقتصادی، وابستگی کشورها به انرژی به علت افزایش تقاضای انرژی، تأمین امنیت انرژی، حمل و نقل ایمن، ثبات در عرضه سوخت های فسیلی و تغییرات آب و هوایی جهانی است (Sydykova et al, 2020:110) و (Salimi et al, 2022:97). مطالعات انجام شده نشان می دهد که از زمان انقلاب صنعتی میزان مصرف نفت، زغال سنگ و سایر سوخت های فسیلی به شدت افزایش یافته که باعث افزایش انتشار کربن دی اکسید شده است، به گونه ای که از سال ۱۷۵۱ تاکنون بیش از ۴۰۰ میلیارد تن کربن به علت مصرف سوخت فسیلی وارد محیط شده است (Caglar, 2020:121) و از سوی دیگر بسیاری از صنایع در سراسر جهان برای تولید انواع کالاها و خدمات مانند برق و غیره به انرژی ناشی از سوخت های فسیلی وابسته هستند، اما استفاده از این سوخت ها در طولانی مدت پرهزینه بوده و باعث گسترش آلودگی و تخریب محیط زیست می شود (Shahzad, 2012:178). مصرف سوخت فسیلی و انتشار گازهای گلخانه ای یکی از مهم ترین عوامل تغییرات آب و هوایی است که با همراه شدن موضوع بحران نفت و افزایش شدید قیمت آن، باعث شد تا کشورهای صنعتی سیاست های خود را در زمینه انرژی بازبینی کنند. در سیاست گذاری جدید، انرژی های تجدید پذیر مانند انرژی بادی، خورشیدی، زمین گرمایی و غیره اهمیت ویژه ای در توسعه و برنامه ریزی مربوط به انرژی دارند و استفاده از انرژی های تجدید پذیر توانست به عنوان مهم ترین راه برای کاهش هزینه ها، دسترسی به انرژی پاک و بهبود وضعیت آب و هوای جهانی عمل کند. با در نظر گرفتن عواملی همچون انرژی پاک و تمیز، کم هزینه، پایدار، کارا و اثرات زیست محیطی مثبت انرژی تجدید پذیر اهمیت ویژه ای پیدا کرده است. برخلاف سوخت های تجدید ناپذیر، انرژی های تجدید پذیر امنیت زیست محیطی و اقتصادی را نیز تأمین می کنند (Caglar, 2020:121).

بخش انرژی نقش حیاتی را برای یک کشور به عنوان شاخص توسعه اقتصادی ایفا می کند و توسعه اقتصادی به نوبه خود باعث افزایش در تقاضای انرژی می شود و به علت اثرگذاری بر محیط زیست باعث می شود تا اکثر کشورها به ویژه کشورهای در حال توسعه مانند ایران، مشتاق به حرکت به سمت مصرف انرژی های تجدید پذیر باشند چراکه تأثیر زیان بار انرژی های تجدید پذیر بر محیط زیست کم تر است (Qamruzzaman, Janguo, 2020:827). بیشتر کشورهای در حال توسعه نیز در زمینه تأمین انرژی و امنیت آن با مشکل روبه رو هستند که مشکلات مضاعفی را برای این کشورها ایجاد می کند؛ زیرا آن ها در حین تحقق اهداف رشد اقتصادی باید با دیگر مشکلات اقتصادی نیز مقابله کنند و در زمینه انرژی نیز سعی کنند تا از منابع کمیاب به بهترین نحو استفاده کنند، چراکه قیمت انرژی وارداتی می تواند منجر به تورم فزاینده شود.

وجود اثرات خارجی منفی و هزینه های مختلف کلان اقتصادی ناشی از آلودگی محیط زیست جهانی، توجه سیاست گذاران و محققان را به منابع انرژی تجدید پذیر و استفاده مؤثر از این منابع معطوف می کند، چراکه

انرژی‌های تجدید پذیر بیش‌تر از انرژی‌های تجدید ناپذیر به یک سیستم مالی سالم وابسته هستند، عوامل محیطی نیز دارای پتانسیل‌هایی هستند که به‌طور قابل‌توجهی بر پایداری پولی تأثیر می‌گذارند چراکه یک اقتصاد سبز ناپایدار ممکن است باعث مشکلات عدم نقدینگی باشد که می‌تواند تأثیر منفی بر ثبات مالی داشته باشد، در نتیجه تنظیم‌کننده‌های مالی دارای قدرت روبه‌رشدی برای کاهش ریسک زیست‌محیطی و انعطاف‌پذیری بازارهای مالی هستند بنابراین توسعه سیستم مالی در بلندمدت منجر به افزایش چشم‌گیر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر خواهد شد. در کشورهای در حال توسعه که عموماً نفت، گاز طبیعی و غیره را تولید می‌کنند از منابع انرژی بر اساس نهاده‌های وارداتی استفاده می‌کنند و این وضعیت باعث می‌شود که منابع ارزی قابل‌توجهی به نهاده‌های وارداتی اختصاص یابد و با افزایش تولید و مصرف انرژی بر اساس منابع تجدید پذیر می‌توان از صرفه‌جویی ارزی در این حوزه به سمت بازارهای مالی هدایت شد و در تنوع و تعمیق چنین بازارهایی استفاده کرد (Shahbaz et al, 2022:178).

از سوی دیگر باز بودن تجاری به کشورها اجازه می‌دهد تا کالاهایی را وارد کنند که ممکن است باعث مصرف بالای انرژی شود، به‌عنوان مثال خودرو، نهاده‌های صنعتی و غیره علاوه بر اثر درآمدی از دلایل اصلی مصرف بالای انرژی هستند زیرا همان‌طور که تجارت باعث افزایش درآمد مردم می‌شود باز بودن تجاری نیز باعث افزایش مصرف انرژی در بلندمدت و کوتاه‌مدت در کشورهای خاورمیانه می‌شود که دلیل آن وجود تأثیر مثبت واردات و صادرات در فعالیت‌های اقتصادی است (Hon et al, 2021). در کشور ایران در خصوص مصرف انرژی تجدید پذیر چالش‌ها و مسائل متعددی وجود دارد که لزوم بررسی این موضوع را بسیار برجسته‌تر می‌کند.

۱- چالش‌ها شامل عدم سرمایه‌گذاری کافی در این زمینه علی‌رغم پتانسیل بالای منابع تجدید پذیر مانند انرژی خورشیدی، بادی و غیره است.

۲- در زمینه مصرف انرژی تجدید پذیر سیاست‌های حمایتی و شفاف وجود ندارد که مانع جذب سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی در این زمینه می‌شوند و قوانین و مقررات مربوطه که به حمایت از پروژه‌های انرژی تجدید پذیر کمک می‌کند در بسیاری از موارد ناکافی یا مبهم است.

۳- در ایران به‌عنوان یک کشور غنی از منابع نفت و گاز با چالش رقابت بین انرژی تجدید پذیر و سوخت فسیلی مواجه است چون قیمت پایین سوخت فسیلی می‌تواند انگیزه برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدید پذیر را کاهش دهد.

۴- عدم وجود زیرساخت‌های مناسب برای انتقال و توزیع انرژی تجدید پذیر مانع از توسعه این نوع انرژی‌ها می‌شود.

لذا با وجود این نوع چالش‌ها نیاز به بررسی وضعیت مالی، میزان تجارت و سرمایه‌گذاری بر مصرف انرژی تجدید پذیر ضروری است چراکه با آگاهی از شرایط موجود می‌توانیم از بهترین رویکردها برای کاهش یا از بین بردن این چالش‌ها استفاده کنیم؛ بنابراین، بررسی تأثیر هر یک از شاخص‌های توسعه مالی، باز بودن تجاری و

خالص جریان سرمایه گذاری خارجی بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در ایران با استفاده از رویکرد مدل مارکوف سوئیچینگ ضروری به نظر می رسد. از این رو، هدف این پژوهش بررسی تأثیر هر یک از این عوامل بر مصرف انرژی تجدید پذیر در ایران در دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۲ است. در ادامه ابتدا به توضیح مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده پرداخته خواهد شد. سپس به معرفی مدل، معرفی متغیرهای پژوهش و روش شناسی تحقیق پرداخته شده و در بخش بعدی یافته های تحقیق مورد بررسی قرار گرفته و در نهایت در بخش پایانی به جمع بندی و نتیجه گیری از نتایج تحقیق پرداخته می شود.

۲- ادبیات تحقیق

۲-۱- مبانی نظری پژوهش

توسعه مالی

پروژه های مربوط به انرژی های تجدید پذیر معمولاً دارای هزینه های بالا و بازپرداخت بدهی های بلندمدت و سرمایه گذاری در تحقیق و توسعه نیز نیازمند تأمین مالی و سرمایه گذاری کلان در زمینه انرژی است، لذا وجود یک سیستم مالی توسعه یافته می تواند اعتبارات را با روشی کارآمد به سمت صنعت انرژی های تجدید پذیر هدایت کند (Memduh Eren et al, 2019:75). تأمین مالی پروژه های مربوط به توسعه انرژی تجدید پذیر را می توان ترکیبی از وام و سرمایه گذاری در بازار سهام در نظر داشت. چراکه وام از طریق بازار عمومی (اوراق قرضه) یا بخش های خصوصی (وام های بانکی یا وام سازمانی) و سهام نیز توسط منابع داخلی یا سرمایه گذاری خارجی در بازارهای عمومی یا خصوصی در دسترس هستند؛ اما سرمایه گذاران انرژی تجدید پذیر، بیش تر از وام ها برای تأمین مالی استفاده می کنند چون معمولاً وام ها کم هزینه تر از تأمین مالی از طریق سهام هستند و در سامانه ها و بازارهای مالی بانک ها نقش مهمی در تخصیص اعتبار به شرکت های فعال در زمینه انرژی تجدید پذیر دارند و با تخصیص مناسب و کارای منابع امکان انتخاب های نامطلوب را کاهش می دهند، در بازارهای مالی کارا بانک ها با نظارت بر مدیران شرکت ها و بنگاه ها باعث توسعه هرچه بیش تر بازار اعتبارات و رشد و توسعه بیش تر پروژه هایی مانند انرژی های تجدید پذیر خواهد شد. توسعه بازار سهام نیز می تواند باعث توسعه انرژی پاک شود چون در این بازارها ریسک نقدینگی با تسهیل مبادلات کاهش می یابد و در نتیجه سرمایه گذاران به راحتی سهام خود را می فروشند و تمایل آن ها در پروژه هایی مانند انرژی افزایش می یابد (Sheikhbahaie et al, 2021). می توان فرض کرد که یک بخش مالی کارآمد می تواند با بهبود تنوع در سرمایه گذاری، رشد اقتصادی را افزایش دهد و تقاضای انرژی را برای گرفتن فرصت های سرمایه گذاری القا کند چراکه توسعه مالی باعث مصرف انرژی در اقتصاد می شود (Qamruzzaman, Janguo, 2020:827) سطح توسعه مالی از طریق سه اثر بر مصرف انرژی تأثیر می گذارد. اول، اثر مستقیم: به حالتی گفته می شود که سرمایه گذاران با دسترسی راحت به منابع در چهارچوب تأمین مالی کارآمد، محصولات بادوام خریداری می کنند که در نهایت موجب افزایش تقاضا برای انرژی خواهد شد. دوم، اثر تجاری: این اثر ناشی از روند روبه رشد توسعه مالی است که باعث می شود تا شرکت ها دسترسی بهتری به سرمایه مالی داشته باشند تا

بتوانند فعالیت خود را گسترش دهند و با ایجاد سرمایه‌گذاری جدید تقاضای انرژی را افزایش دهند. سوم، اثر ثروت: این اثر نیز توسط شرکت‌های معتمد و خانوارها در بازارهای سهام توسعه یافته به وجود می‌آید (Gabriel Anton, Afloarei, 2019:330).

توسعه مالی می‌تواند از طریق سه کانال مصرف انرژی را ارتقا دهد:

۱. در یک سیستم مالی توسعه یافته، مصرف‌کنندگان با دسترسی و دریافت اعتبار با هزینه کم‌تر توانایی خرید کالاهای انرژی بر، مانند اتومبیل، یخچال و ماشین لباس‌شویی را پیدا می‌کنند، بنابراین می‌توان گفت توسعه مالی می‌تواند باعث افزایش تقاضا برای انرژی در اقتصاد شود.

۲. یک سیستم مالی با عملکرد خوب می‌تواند از طریق کانال‌های مالی مختلف، با نرخ بهره پایین وام‌هایی را برای شرکت‌ها فراهم کند که در نهایت آن‌ها را تشویق به گسترش مقیاس‌های تولید و عرضه کالای بیش‌تر می‌کند که در نهایت موجب می‌شود تا به صورت غیرمستقیم مصرف انرژی را ارتقا دهد.

۳. از منظر اقتصاد کلان نیز یکی از اجزای مهم توسعه مالی بازار سهام است که معمولاً به عنوان فشارسنج شرایط اقتصادی در نظر گرفته می‌شود. یک بازار سهام فعال اعتماد سرمایه‌گذاران و مصرف‌کنندگان را به دست می‌آورد و باعث ارتقای بیش‌تر فعالیت‌های اقتصادی و مصرف انرژی نیز می‌گردد (Sun et al, 2023:43).

از سوی دیگر دیدگاه‌های نظری متفاوتی وجود دارند که نشان می‌دهند توسعه مالی می‌تواند مصرف انرژی را کاهش دهد. به این صورت که شرکت‌ها با دسترسی آسان‌تر و کم‌هزینه‌تر به منابع مالی تمایل به صرفه‌جویی در هزینه تولید، بهبود بهره‌وری انرژی و کاهش مصرف انرژی دارند. از طرفی نیز مؤسسات مالی و بازارها می‌توانند منابع مالی را برای شرکت‌ها فراهم کنند تا میزان محدودیت‌های مالی خود را کاهش دهند و آن‌ها را قادر می‌سازد تا تجهیزات تولیدی را به‌روز کنند و در فناوری‌های مربوط به انرژی سرمایه‌گذاری کنند و در نهایت مصرف انرژی را کاهش دهند (Sun et al, 2023:43). اثر توسعه مالی می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر انرژی‌های تجدیدپذیر اثر بگذارد و از آنجایی که پروژه‌های انرژی تجدیدپذیر به‌طور طبیعی با هزینه‌های هنگفتی همراه است و به سرمایه اولیه زیادی برای راه‌اندازی و سرمایه‌گذاری مداوم در تحقیق، توسعه و بازپرداخت طولانی مدت بدهی‌ها نیاز دارد. در مقایسه با یک سیستم مالی توسعه نیافته وجود یک سیستم مالی توسعه یافته می‌تواند باعث پیشرفت صنعت انرژی‌های تجدیدپذیر به روش کارآمد شود و حتی صنایع انرژی تجدیدپذیر را در تقاضای بالا ارتقا دهد (Khan et al, 2021:479).

باز بودن تجاری

در طی چهار دهه گذشته، اقتصاد جهانی رشد بالایی را تجربه کرده است که این رشد با فرآیند جهانی شدن مرتبط است که با تشکیل سازمان تجارت جهانی آغاز شد و توسعه پیدا کرد. باز بودن تجاری به اقتصادهای فقیر و غنی کمک می‌کند تا سریع‌تر رشد کنند و باعث افزایش حجم تجارت و درآمد آن‌ها شود، گسترش تجارت کالا در جهان باعث افزایش در تولید و تأسیس سازه‌های بیش‌تر واحدهای صنعتی شده و این روند گسترش در تولید کل جهان، نیازمند منابع انرژی بیش‌تر است (Muhammad et al, 2016:75).

باز بودن تجاری به عنوان یک متغیر کلان اقتصادی می‌تواند بر مصرف انرژی تأثیرگذار باشد. در کشورهای وابسته به انرژی موضوع واردات و صادرات انرژی یکی از عوامل تشکیل دهنده باز بودن تجاری است؛ بنابراین در سبد تجاری کشورهای صادرکننده و واردکننده، انرژی بین کشورها مبادله می‌شود. همچنین مصرف انرژی در فرایند تجارت یکی از موضوعات مطرح شده در این زمینه است، به این صورت که ماشین‌آلات و تجهیزات در فرایند تجارت به انرژی نیاز دارد، بنابراین بدون عرضه کافی انرژی باز بودن تجاری دچار اختلال می‌شود و هزینه‌های حمل‌ونقل را افزایش می‌دهد (Zaren, Akkus, 2019:322). باز بودن تجاری نیز با گسترش بازارهای داخلی نقش بسیار مهمی در پیشرفت اقتصادی ایفا می‌کند، چراکه باعث صنعتی سازی متمرکز بر صادرات، دستیابی به فناوری‌های کارآمد انرژی، بهبود روابط تجاری دوجانبه و گسترش اقتصاد به معنای افزایش امکانات تولید، بهینه سازی منابع از طریق تخصیص مجدد منابع کمیاب اقتصادی، توسعه کارآفرینی در اقتصاد و مهم تر از همه باعث ترویج فعالیت‌های اقتصادی با تقاضای انرژی بیش تر می‌شود (Qamruzzaman, Janguo, 2020:827).

باز بودن تجاری می‌تواند به سه روش بر تقاضای انرژی اثر بگذارد:

۱. اثر مقیاس: با وجود ثبات سایر عوامل، باز بودن تجاری باعث افزایش فعالیت‌های اقتصادی و تولید داخلی بیش تر می‌شود و رشد و افزایش تولید داخلی به دلیل گسترش تقاضای داخلی به عنوان اثر مقیاس باعث تغییر در تقاضای انرژی می‌شود، باز بودن تجاری به اقتصادهای نوظهور اجازه می‌دهد تا فناوری پیشرفته را از اقتصادهای توسعه یافته وارد کنند.

۲. اثر فنی: استفاده از فناوری پیشرفته باعث کاهش در تراکم انرژی می‌شود و تولید را افزایش می‌دهد که به عنوان اثر فنی شناخته می‌شود.

۳. اثر ترکیبی: اثر ترکیبی، تولید انرژی بر را می‌توان به عنوان نتیجه توسعه اقتصادی، مانند گذار از کشاورزی به صنعت نشان داد (Zaren, Akkus, 2019:322).

با درک نقش حیاتی انرژی در تسهیل تجارت، سیاست‌گذاران، محققان و دانشگاهیان تلاش‌های قابل توجه خود را برای تدوین سیاست انرژی انجام می‌دهند تا مسئله رشد باز بودن تجاری به دلیل عرضه ناکافی انرژی به خطر نیفتد، بنابراین رویکرد تأمین امنیت انرژی در سیاست‌گذاری انرژی باید مورد توجه قرار گیرد. اتکا به انرژی سوخت فسیلی به جای انرژی‌های تجدید ناپذیر می‌تواند ریسک و هزینه‌های اقتصادی را افزایش دهد. چون نقش انرژی‌های تجدید پذیر در اقتصاد به صورت چندبعدی است و در دسترس بودن آن‌ها در فرایند تولید باعث می‌شود تا هزینه تولید به طور قابل توجهی کاهش یابد و بهره‌وری را افزایش دهد که به معنای صادر کردن مازاد تولید به سایر کشورها است (Qamruzzaman, Janguo, 2020:827).

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

صندوق بین‌المللی پول سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را نوعی سرمایه‌گذاری می‌داند که باهدف رسیدن به منابع پایدار در کشور سرمایه‌گذار انجام می‌شود و دو نوع سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (ورودی و خروجی) به کشور است و هدف سرمایه‌گذاری آن است که در مدیریت بنگاه نقش موثری را داشته باشد. البته تعاریف بسیار متعددی برای آن وجود دارد، به عنوان مثال می‌توان گفت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی نوعی سرمایه‌گذاری است که در کشوری به جز کشور میزبان انجام می‌شود و هدف آن کسب منابع پایدار در بنگاه است (Hashemi Dizaj et al, 2023:80). سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌تواند اندازه یا کارایی سرمایه‌گذاری را افزایش دهد و منجر به رشد کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت شود، علاوه بر این وجود شرکت‌های چندملیتی می‌تواند دارای تأثیر مثبت و دائمی بر بهره‌وری کل و رشد اقتصادی کشورهای میزبان باشد چراکه میزان سرمایه این کشورها از طریق انتقال فناوری، انتشار، اثرات سرریز و نوآوری افزایش می‌یابد (Osei, Kim, 2020). جریان‌های ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌رغم وجود بحران‌های اقتصادی جهانی در طول ۳۲ سال گذشته، عنصر نسبتاً مهم و مطلوب تأمین مالی خارجی است و نقش آن در فرایند توسعه بسیار تعیین‌کننده است به‌گونه‌ای که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌صورت مثبت بر سطح درآمد، تولید، اشتغال، رشد اقتصادی و توسعه تأثیر می‌گذارد و این عوامل نیز باعث رسیدن به رفاه عمومی می‌شود. از دو دهه گذشته تقاضا برای انرژی بیش‌تر به علت یکپارچگی جهانی باعث شده تا جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به سمت ساخت زیرساخت‌های انرژی قابل اعتماد، هدایت شود چراکه همسویی اهداف توسعه پایدار با تولید و مصرف مسئولانه راه را برای سرمایه‌گذاری در انرژی‌های سبز هموار می‌کند، چراکه در کشورهای مختلف به دلیل افزایش در تقاضای انرژی فشار بر زیرساخت‌های انرژی نیز افزایش یافته است که نیازمند سرمایه‌گذاری بیش‌تر در زیرساخت‌های مرتبط با انرژی است، علاوه بر عوامل متعددی که بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مؤثر است جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی کمک می‌کند تا تأمین مالی برای تولید انرژی تجدیدپذیر انجام گیرد که نقش بسیار حیاتی را در کشور ایفا می‌کند. دستیابی به سرمایه‌گذاری برای تأمین انرژی و رشد اقتصادی لازم است به این صورت که افزایش سرمایه‌گذاری خارجی باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود و خود سرمایه‌گذاری نیز به رشد اقتصادی کمک می‌کند و علاوه بر این ممکن است استفاده از انرژی را نیز افزایش دهد زیرا باعث به وجود آمدن بازارهای جدید با مصرف انرژی بیش‌تر می‌شود (Azam, Haseeb, 2021:35).

جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و سرمایه‌گذاری سهام در اقتصاد از طریق صنعتی شدن و توسعه زیرساخت‌ها بر تولید کل اثر مثبتی را برجای می‌گذارد و به‌طورکلی با انتقال دانش، تخصص مدیریت و فناوری از کشور خودی به کشور میزبان مرتبط می‌شود، چراکه جریان‌های ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در اقتصاد می‌تواند علاوه بر اثرات مقیاس دارای اثرات فنی و ترکیبی نیز باشد، تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی به دو ۱. اثر ترکیبی: با تغییرات ساختاری در اقتصاد ارتباط دارد، مانند کوچک یا بزرگ شدن بخش‌ها، به‌طور مثال صنعت خدمات نسبت به صنعت تولیدی به مصرف انرژی کم‌تری نیاز دارد.

۲. اثر فنی: اشاره به تغییر فناوری جدید با جایگزین فرایند قدیمی تر دارد و می تواند امتیازی برای بهره‌وری انرژی باشد و این موضوع برای کشورهای در حال توسعه باعث دگرگونی فناوری و تغییر اتکا از انرژی تجدید ناپذیر به انرژی تجدید پذیر باشد که در نهایت باعث افزایش در مصرف انرژی تجدید پذیر می شود (Qamruzzaman, Janguo, 2020:827)

بر اساس مطالعات تجربی انجام شده جریان ورودی سرمایه گذاری مستقیم خارجی دارای اثر (Zhang, 2022:104) مثبت بر کارایی انرژی است و همچنین دارای اثر مؤثری بر حفظ بهره‌وری انرژی، کنترل انتشار گازهای گلخانه‌ای و انتقال فناوری پیشرفته است، چون سرمایه گذاری مستقیم خارجی به عنوان کانال اصلی بر انتقال فناوری تلقی می شود، بنابراین بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی های تجدید پذیر در کشورهای در حال توسعه که ساختار اقتصادی مشابهی دارند می تواند اهمیت زیادی داشته باشد (Qamruzzaman, Janguo, 2020:827). همچنین زکاری و موسیب‌او^۱ (۲۰۲۳) معتقد هستند نقش متغیرهای اقتصادی می تواند غیرخطی باشد، به این معنی که ابتدا اثر محدود بوده و در ادامه با گذر از آستانه مشخصی اثر فزاینده داشته است. البته این مکانیسم می تواند به صورت معکوس نیز رخ دهد، یعنی ابتدا تأثیر افزایشی و بعد از آستانه اثر کاهشی باشد. حتی مدل های اقتصادسنجی می توانند وجود چندین آستانه ای را شناسایی کنند. مطالعات متعددی مانند لیو و همکاران^۲ (۲۰۲۳)، هسن و توجی^۳ (۲۰۱۰)، هائو و همکاران^۴ (۲۰۲۳)، ژو و همکاران^۵ (۲۰۲۲)، بین و همکاران^۶ (۲۰۲۲) وجود ارتباط غیرخطی را تأیید می کنند؛ بنابراین استفاده از مدل های اقتصادسنجی با تحلیل غیرخطی برای بررسی نحوه تأثیرگذاری متغیرهای کلان اقتصادی بر مصرف انرژی تجدید پذیر در ایران می تواند خلأ ناشی از مبانی نظری در این زمینه را پر نماید.

۲-۲- پیشینه پژوهش

۲-۲-۱- مطالعات خارجی

خیارویی و ون^۷ (۲۰۲۵) به بررسی تأمین پویای مالی سبز بر توسعه انرژی های تجدید پذیر در چین از سال ۲۰۰۳ تا ۲۰۲۱ با استفاده از مدل رگرسیونی پانل پویا و مدل آزمون واسطه ای برای بررسی ویژگی های تکامل پویا، ناهمگونی نوع و مکانیسم تأمین مالی سبز که موجب توسعه انرژی های تجدید پذیر در چین می شود می پردازند. نتایج مطالعات انجام گرفته نشان می دهد در حالی که مقیاس، ساختار و کارایی همگی به ارتقای انرژی تجدید پذیر کمک می کند اما تأثیر ساختار مالی سبز قابل توجه تر است چون اثر حاشیه ای مقیاس مالی سبز بر انرژی های تجدید پذیر مانند انرژی بادی از یک مسیر U شکل پیروی می کند.

1. Zakari and Musibau
2. Luo et al.
3. Hasan and tucci
4. Hao et al.
5. Xue et al.
6. Yin et al.
7. Xyaroy and won

وو^۱ (۲۰۲۵) به بررسی چگونگی تأثیرگذاری آزادی تجارت بر توسعه انرژی‌های پاک و تجدید پذیر در ۱۱۴ کشور از سال ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۰ با ترکیب مکانیسم‌های میانجی می‌پردازند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که آزادی تجارت با افزایش نوآوری و باز بودن تجاری یک کشور از توسعه انرژی پاک جلوگیری می‌کند، اما در نهایت با بررسی اثرات تعدیل‌کننده احتمالی، نتایج نشان می‌دهد که انتشار کربن و وام‌دهی بانک اثر منفی آزادی تجارت بر توسعه انرژی پاک را تضعیف می‌کند درحالی‌که جهانی‌سازی و مخارج دولت این اثر را تقویت می‌کنند.

گوانگیو و همکاران^۲ (۲۰۲۴) به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری انرژی تجدید پذیر بر توسعه انرژی تجدید پذیر در چین با مدل آستانه پانل از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که تأثیر سرمایه‌گذاری انرژی تجدید پذیر بر توسعه انرژی تجدید پذیر دارای یک رابطه آستانه‌ای قابل توجه است زیرا افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدید پذیر ممکن است قبل از رسیدن به سطح سرمایه‌گذاری به آستانه مانع از رشد انرژی‌های تجدید پذیر شود اما پس از گذر از این آستانه تأثیر سرمایه‌گذاری انرژی تجدید پذیر بر توسعه آن از یک همبستگی منفی به یک همبستگی مثبت تغییر می‌کند، که به شدت باعث افزایش سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدید پذیر می‌شود و بهره‌وری بالاتری را در این زمینه ایجاد می‌کند.

باکری و همکاران^۳ (۲۰۲۳) به بررسی رابطه بلندمدت بین تأمین مالی سبز، انرژی‌های تجدید پذیر و عملکرد زیست‌محیطی در کشورهای درحال توسعه با استفاده از روش تحلیل هم‌انباشتگی پانل و مدل تصحیح خطای برداری پانل VECM برای نمونه‌ای متشکل از ۷۶ اقتصاد درحال توسعه از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۱۹ می‌پردازند. نتایج مطالعات نشان می‌دهد که به طور خاص هم منابع مالی سبز و هم انرژی‌های تجدید پذیر تأثیرات قابل توجهی بر بازدارندگی انتشار کربن دی‌اکسید دارند و وجود ضرورت ارتقای تأمین مالی سبز بر انرژی‌های تجدید پذیر را مجدداً تأکید می‌کنند.

سامور و همکاران^۴ (۲۰۲۲)، به بررسی تعاملات بلندمدت و کوتاه‌مدت بین رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدید پذیر با استفاده از فن جدید تأخیر توزیع شده اتو رگرسیون بوت استرپ، همراه با تحلیل علیت گرنجر، در کشور امارات متحده عربی طی دوره ۱۹۸۹ تا ۲۰۱۹ می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی می‌توانند به طور قابل توجهی مصرف انرژی تجدید پذیر را در امارات افزایش دهد؛ بنابراین، ترویج توسعه مالی در امارات متحده عربی به منظور جلوگیری از خطرات مالی که ثبات بازارهای مالی را تضعیف می‌کند و بر مصرف انرژی تجدید پذیر تأثیر منفی می‌گذارد، ضروری است. علاوه بر این، سیاست‌گذاران در امارات باید مفهوم تأمین مالی سبز را ترویج دهند و بودجه بیشتری برای سرمایه‌گذاری در انرژی سبز برای توسعه انرژی پایدار را فراهم کنند.

1. wu

2. Guangy et al.

3. Bakry et al.

4. Samour et al.

شهباز و همکاران^۱ (۲۰۲۱) به بررسی تأثیر توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدید پذیر در ۳۴ کشور درحال توسعه با درآمد متوسط بالا از سال ۱۹۹۴ تا ۲۰۱۵ پرداختند و رابطه بلندمدت بین متغیرها با استفاده از آزمون‌های پانل پدرونی و هم انباشتگی کائو برآورد می‌شود و اثر بلندمدت توسعه مالی بر مصرف انرژی تجدید پذیر با استفاده از رویکرد کاملاً اصلاح شده^۲ (OLS) بررسی شده است. نتایج تجربی نشان‌دهنده وجود رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی تجدید پذیر و توسعه مالی است. علاوه بر این، توسعه مالی تقاضا برای انرژی‌های تجدید پذیر را افزایش می‌دهد. رشد اقتصادی تأثیر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر دارد، اما قیمت مصرف‌کننده تأثیر آماری ناچیزی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر دارد. شواهد بیش‌تر نشان می‌دهد که توسعه مالی باعث افزایش تقاضا برای منابع انرژی سازگار با محیط‌زیست می‌شود، مصرف انرژی‌های تجدید پذیر برخلاف مصرف انرژی فسیلی، میزان گازهای گلخانه‌ای در طبیعت را کاهش می‌دهد؛ بنابراین، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار، دولت‌ها باید مشوق‌ها و سیاست‌های مالیاتی را اعمال کنند که تقاضای بنگاه‌ها برای منابع انرژی تجدید پذیر را افزایش دهد. علاوه بر این، فرصت‌های سرمایه‌گذاری در منابع انرژی تجدید پذیر که با همکاری بخش دولتی و خصوصی از طریق ترتیبات مالی ایجاد می‌شود، باید افزایش یابد.

کایوم و همکاران^۳ (۲۰۲۱) به بررسی تعامل بین توسعه مالی، مصرف انرژی تجدید پذیر، نوآوری‌های تکنولوژیکی و انتشار (CO_2) در هند از سال ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۹ با در نظر گرفتن نقش حیاتی پیشرفت اقتصادی و شهرنشینی با استفاده از مدل خود رگرسیون برداری با وقفه توزیعی^۴ (ARDL) برای تعیین کمیت دینامیک بلندمدت و مدل تصحیح خطای برداری^۵ (VECM) برای شناسایی جهت علی می‌پردازند. بر اساس نتایج این مطالعه، توسعه مالی تأثیر مثبت قابل توجهی بر انتشار (CO_2) دارد. از سوی دیگر، ضریب مصرف انرژی تجدید پذیر و نوآوری‌های فنی، در کوتاه‌مدت و بلندمدت به شدت منفی است که نشان می‌دهد افزایش این اقدامات باعث کاهش انتشار (CO_2) می‌شود. علاوه بر این، گسترش اقتصادی و شهرنشینی تأثیر منفی بر کیفیت محیطی دارد زیرا مقدار قابل توجهی (CO_2) را در جو منتشر می‌کنند. نتایج بررسی‌ها با استفاده از روش‌های حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده^۶ (FMOLS)، حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS) و رگرسیون هم انباشتگی متعارف^۷ (CCR) برای تأیید یافته‌ها به دست آمد. نتایج (VECM) نشان می‌دهد که علیت بلندمدت در انتشار (CO_2)، توسعه مالی، استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و شهرنشینی وجود دارد، طیف وسیعی از آزمون‌های تشخیصی نیز برای تأیید روایی و پایایی استفاده شد.

1. Shahbaz et al.

2. Ordinary Least Squares

3. Qayyum et al.

4. Autoregressive Distributed Lag

5. Vector Error Correction Model

6. Fully Modified Ordinary Least Squares

7. Cointegrated Regression

شیراز و همکاران^۱ (۲۰۲۱) به بررسی تجربی رابطه درون‌زا بین انتشار کربن (CO_2)، توسعه مالی، انرژی‌های تجدیدپذیر، جهانی‌سازی و کیفیت سازمانی در ۶۴ کشور^۲ (BRI) با استفاده از روش دومرحله‌ای سیستم تعمیم‌یافته لحظه‌ها (GMM) و داده‌های تابلویی در دوره ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۸ می‌پردازند. علاوه بر این، این مطالعه از آزمون علیت برای تخمین رابطه علی متغیرها استفاده کرده است. نتایج نشان می‌دهد که توسعه مالی به‌طور قابل‌توجهی انتشار (CO_2) را افزایش می‌دهد و باعث تخریب محیط‌زیست در کشورهای (BRI) می‌شود. با این حال، انرژی‌های تجدیدپذیر و جهانی‌شدن انتشار (CO_2) را کاهش داده و کیفیت محیط‌زیست را بهبود می‌بخشد. کیفیت نهادی با انتشار (CO_2) همبستگی مثبت داشته و نشان‌دهنده حکمرانی بد، فساد، بوروکراسی ضعیف و اجرای نادرست قوانین زیست‌محیطی است که باعث تخریب محیط‌زیست می‌شود. علاوه بر این، مطالعات همچنین یک رابطه دوسویه توسعه مالی، انرژی تجدیدپذیر و کیفیت سازمانی را با انتشار (CO_2) و یک علیت یک‌طرفه از جهانی‌شدن تا انتشار (CO_2) در کشورهای (BRI) گزارش می‌کند. این مطالعه بینش سیاست‌گذاران را در مورد بازسازی سیستم مالی، الگوی مصرف انرژی و یکپارچگی جهانی و بهبود کیفیت نهاده‌ها برای محیط‌زیست پایدار و اقتصاد در سطوح ملی و منطقه‌ای ارائه می‌دهد.

ژانگ و همکاران^۳ (۲۰۲۱) به بررسی اثرات باز بودن تجاری بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در ۳۵ کشور^۴ (OECD) برای دوره بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸ با استفاده از مدل رگرسیون انتقال صاف پانل می‌پردازند. واردات، صادرات و کل تجارت به‌عنوان متغیرهای نمایان باز بودن تجارت استفاده می‌شود. برای کاهش خطای متغیرهای حذف‌شده، از یک متغیر کنترلی استفاده می‌شود که شامل سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، دسترسی به برق، حواله‌های بین‌المللی، تولید ناخالص داخلی سرانه، نرخ تورم داخلی و انتشار کربن است. نتایج تجربی وجود یک رابطه غیرخطی قوی بین باز بودن تجاری و مصرف انرژی تجدیدپذیر را نشان می‌دهد. از نظر واردات، سه نقطه شکست ساختاری ۷۳۲/۳۳، ۴۰/۹۴۵ و ۷۶/۳۹۵ شناسایی شده است. زمانی که واردات به ۴۰/۹۴۵ درصد تولید ناخالص داخلی برسد، تأثیر آن‌ها بر مصرف انرژی تجدیدپذیر از حالت ترویجی به بازدارنده تغییر خواهد کرد. هم صادرات و هم کل تجارت یک نقطه شکست ساختاری دارند و می‌توانند به‌طور مداوم مصرف انرژی تجدیدپذیر را ارتقا دهند. تحلیل‌های مربوط به تغییرات زمانی و مکانی اثرات نشان می‌دهد که واردات، صادرات و کل تجارت به‌طور مثبت بر مصرف انرژی تجدیدپذیر بین سال‌های ۱۹۹۹ تا ۲۰۱۸ تأثیر می‌گذارند. اثرات آن‌ها ابتدا یک‌روند نزولی را دنبال می‌کند که بعداً به روند صعودی تغییر می‌کند. واردات، صادرات و کل تجارت کمترین تأثیر را بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در کشورهای (OECD) آسیا، اقیانوسیه دارد. با توجه به کشورهای خاص، صادرات و کل تجارت بیشترین تأثیر را بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در مکزیک و کمترین تأثیر را بر مصرف انرژی تجدیدپذیر در ایالات متحده دارد.

1. Sheraz et al.

2. Belt and Road Initiative

3. Zhang et al.

4. Organization for Economic Co-operation and Development

خان و همکاران^۱ (۲۰۲۱) به بررسی و برآورد اثرات کوتاه مدت و بلندمدت نوآوری فناوری، مالی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی بر انرژی های تجدید پذیر، انرژی های تجدید ناپذیر و انتشار (CO₂) در ۶۹ کشور (BRI) از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۴ با استفاده از رگرسیون خطای استاندارد و برآوردهای پویا (GMM) می پردازند. نتایج نشان داد که نوآوری های تکنولوژیکی، رشد اقتصادی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی^۲ (FDI) بر انرژی های تجدید پذیر تأثیر منفی دارند. عامل تعیین کننده مثبت در بخش انرژی های تجدید پذیر منطقه مورد مطالعه، تأثیر نوآوری تکنولوژیکی، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی مثبت است که به استفاده از انرژی و انتشار (CO₂) در کشورهای (BRI) منجر می شود. انرژی های تجدید پذیر، نوآوری های تکنولوژیکی، امور مالی و سرمایه گذاری مستقیم خارجی کاربردهای عملی این مطالعه است و پیامدهای سیاستی را به دنبال دارد، به عنوان مثال، بازارهای مالی در کشورهای (BRI) باید ترویج داده شوند، زیرا آن ها عوامل اصلی بخش انرژی های تجدید پذیر و رشد اقتصادی هستند. انتشار (CO₂) علاوه بر این، سرمایه گذاری در تحقیق، توسعه و نوآوری های تکنولوژیکی در این کشورها بسیار مورد نیاز است.

شهباز و همکاران^۳ (۲۰۲۱) در این مقاله با افشای ماهیت اثرات مقیاس و فن بر مصرف انرژی تجدید پذیر، با در نظر گرفتن سرمایه گذاری مستقیم خارجی (FDI) و توسعه مالی به عنوان عوامل قابل توجه تقاضای انرژی تجدید پذیر، بر اساس داده های ۳۹ کشور در دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ با استفاده از رویکردهای روش شناختی نسل دوم برای تجزیه اثرات مقیاس و فن استفاده می شود. نتایج تجربی وجود هم انباشتگی بین پارامترهای مدل را در حضور وابستگی مقطعی و گسست های ساختاری نشان می دهد. علاوه بر این، توسعه مالی به طور مثبت با مصرف انرژی تجدید پذیر مرتبط است. سرمایه گذاری مستقیم خارجی و تقاضای انرژی های تجدید پذیر ارتباط مثبتی دارند. اثر ترکیب اثر منفی بر مصرف انرژی های تجدید پذیر دارد. رشد اقتصادی و مصرف سوخت های فسیلی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی های تجدید پذیر دارند. نتایج برآورد بلندمدت نشان می دهد که انرژی های تجدید پذیر، سرمایه گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی به شکل U هستند. این نشان می دهد که اثرات مقیاس اعمال شده توسط سرمایه گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی توسط اثر فن و اثرات ترکیبی نادیده گرفته می شود و از این رو، تقاضا برای انرژی های تجدید پذیر و در نتیجه مصرف انرژی تجدید پذیر با پیشرفت رشد اقتصادی افزایش می یابد. بر این اساس، پیشنهاد های سیاستی برای این کشورها ارائه می شود تا از طریق ایجاد تحول در سیاست های انرژی، توسعه پایدار را تضمین کنند.

آلام و مراد^۴ (۲۰۲۰) به بررسی اثرات کوتاه مدت و بلندمدت رشد اقتصادی، باز بودن تجاری و پیشرفت فناوری بر استفاده از انرژی های تجدید پذیر در کشورهای سازمان همکاری اقتصادی و توسعه (OECD) بر اساس مجموعه داده های تابلویی از ۲۵ کشور (OECD) به مدت ۴۳ سال، با استفاده از رویکرد تأخیر توزیع شده خود رگرسیون (ARDL)

1. Khan et al.
2. Foreign Direct Investment
3. Shahbaz et al.
4. Alam and Murad.

و برآوردهای میانی مرتبط، ازجمله میانگین گروه (PMG) و اثر ثابت پویا^۱ (DFE) می‌پردازد. رسیدن به هدف مدل تخمینی (ARDL) با استفاده از دو تخمین گر معادله جایگزین بررسی شده است که شامل حداقل مربعات معمولی پویا^۲ (DOLS) و حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده (FMOLS) است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که رشد اقتصادی، باز بودن تجاری و پیشرفت فناوری به‌طور قابل توجهی بر استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در بلندمدت بر کشورهای (OECD) تأثیر می‌گذارد. درحالی‌که ماهیت بلندمدت پویایی متغیرها در ۲۵ کشور (OECD) مشابه است، پویایی کوتاه‌مدت آن‌ها در ماهیت مختلط است. این ماهیت به سطوح مختلف باز بودن تجاری و پیشرفت فناوری در کشورهای (OECD) نسبت داده می‌شود.

کامروزمان و همکاران^۳ (۲۰۲۰) در این مطالعه با استفاده از پانل خود رگرسیون غیرخطی با تأخیر توزیع شده، پاسخ به این سؤال را که آیا روابط بین توسعه مالی، باز بودن تجارت، جریان سرمایه و مصرف انرژی تجدید پذیر متقارن است یا نامتقارن از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۷ بررسی می‌کنیم. برآورد غیرخطی روابط نامتقارن بلندمدت بین توسعه مالی و تجارت را تأیید می‌کند. علاوه بر این، در کوتاه‌مدت، رابطه نامتقارن نیز به جز در کشورهای کم‌درآمد تأیید می‌شود. علاوه بر این، علیت جهت دار را با مشخصات (GMM) تحت مدل تصحیح خطا بررسی می‌کنیم. یافته‌ها علیت بلندمدت را به‌ویژه هنگامی که مصرف انرژی تجدید پذیر به‌عنوان یک متغیر وابسته در معادله در نظر گرفته می‌شود را آشکار می‌کند.

هاگرت^۴ (۲۰۱۷) به بررسی اینکه آیا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر در کشورهای با درآمد متوسط تأثیر دارد یا خیر، با استفاده از داده‌های سالانه ۵۶ کشور با درآمد متوسط از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۰ و مدل داده پانل با اثرات ثابت برای انجام رگرسیون می‌پردازند. نتایج نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی با سهم انرژی‌های تجدید پذیر همبستگی منفی دارد، اما از آنجایی که تأثیر منفی آن چنان بزرگ نیست، لذا انتشار فناوری زمان‌بر است. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ممکن است سهم انرژی‌های تجدید پذیر را در حال حاضر کاهش دهد، اما به‌طور بالقوه می‌تواند منجر به افزایش آن در آینده شود.

دویچ^۵ (۲۰۱۶) به بررسی جریان‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر بخش‌های معدن، تولید، خدمات مالی و تأثیر جریان‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر منابع تجدید پذیر و انرژی صنعتی تجدید ناپذیر برای ۷۴ کشور برای دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۱۲ با استفاده از یک تخمین گر پانل پویا می‌پردازند. نتایج به‌طور گسترده به یک اثر کاهش مصرف انرژی با توجه به منابع انرژی تجدید ناپذیر و اثرات افزایش مصرف انرژی با توجه به انرژی‌های تجدید پذیر اشاره می‌کند و این اثرات از نظر مقدار و اهمیت بر اساس سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بخش‌ها متفاوت است.

1. Dynamic Fixed Effects
2. Dynamic Ordinary Least Squares
3. Qamruzzaman et al.
4. Hagert.
5. Doytch.

۲-۲-۲- مطالعات داخلی

جواهری و همکاران (۱۴۰۳)، به بررسی اثر مستقل و تعاملی توسعه مالی، ریسک مالی و نوآوری زیست محیطی بر انرژی‌های تجدید پذیر در ایران با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا^۱ (DOLS) طی دوره زمانی (۱۹۹۰ - ۲۰۲۲) پرداختند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای نوآوری زیست محیطی و توسعه مالی اثر مثبت و ریسک مالی اثر منفی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر دارند. از طرفی، توسعه مالی و ریسک مالی به ترتیب باعث تقویت و تضعیف اثر نوآوری زیست محیطی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر شده است. سایر نتایج نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و باز بودن تجاری اثر افزایشی و انتشار گازهای گلخانه‌ای اثر کاهشی بر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر دارند. بر اساس نتایج پژوهش، پیشنهاد می‌شود که با کاهش ریسک و بهبود منابع مالی در جهت افزایش نوآوری‌های زیست محیطی، سهم استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر در کشور افزایش پیدا کند.

رضازاده و همکاران (۱۴۰۳)، به بررسی تنوع صادرات به عنوان یک شاخص تجاری که می‌تواند در تشویق مصرف انرژی‌های تجدید پذیر نقش داشته باشد می‌پردازند. در مطالعه حاضر، تأثیر تنوع صادرات، حاشیه صادرات گسترده و حاشیه صادرات فشرده به عنوان عوامل تعیین کننده انرژی‌های تجدید پذیر، با استفاده از مدل^۲ (ARDL) در کشورهای در حال توسعه بارانت منابع طبیعی در طی بازه زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۰ در دو مدل مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج مطالعه در برآورد مدل اول نشان می‌دهد، افزایش تنوع صادراتی تأثیر مثبت بر مصرف انرژی‌های پاک دارد و با افزایش تنوع صادرات، به طور کلی، نسبت مصرف این انرژی‌ها افزایش می‌یابد. همچنین نتایج تخمین مدل دوم حاکی از آن است که حاشیه صادرات گسترده، با تأکید بر صادرات محصولات جدید، تأثیر مثبت معنادار بر نسبت مصرف انرژی پاک دارد، اما حاشیه صادرات متمرکز که تأکید بر توسعه تجارت سنتی دارد تأثیر منفی معنادار بر نسبت مصرف انرژی‌های پاک داشته است. دیزج و همکاران (۱۴۰۱)، به بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انرژی‌های تجدید پذیر انرژی‌های تجدید ناپذیر بر تخریب محیط زیست با بررسی فرضیه پناهگاه آلودگی در کشورهای عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی در طی سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ با استفاده از آزمون^۳ (PMG) و (ARDL) برای به دست آوردن روابط بلندمدت و کوتاه مدت بین متغیرهای پژوهش و همچنین آزمون علیت گرنجر برای بررسی رابطه علیت بین متغیرها با استفاده از داده‌های ترکیبی پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد، افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش انرژی‌های تجدید ناپذیر و رشد اقتصادی همراه با میزان تحصیلات و اندازه جمعیت، از فرضیه آلودگی حمایت می‌کند اما سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش انرژی‌های تجدید پذیر در کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی فرضیه هاله آلودگی را رد نمود.

آقایی و همکاران (۱۳۹۸)، به بررسی تأثیر توسعه بازار سهام، بازار اعتبارات و کل بازارهای مالی بر توسعه فناوری مربوط به انرژی‌های تجدید پذیر (به تفکیک در بخش انرژی‌های زیست توده، برق آبی، بادی و خورشیدی) طی دوره زمانی ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۵ با به کارگیری الگوی پانل توئیت در دو گروه کشورهای منتخب توسعه یافته و در حال توسعه پرداختند. با توجه به

1. Dynamic Ordinary Least Square

2. Auto Regressive Distributed Lag

3. Panel data pooled Mean Group

نتایج به دست آمده، توسعه مالی تأثیر مثبت و معنادار بر توسعه فناوری هر یک از انرژی‌های تجدید پذیر داشته است و کاهش آلودگی محیط زیستی را به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته به دنبال داشته است، همچنین نتایج بیانگر این است که توسعه بازار سهام، بازار اعتبارات و کل بازارهای مالی به ترتیب بیشترین تأثیر را بر توسعه ظرفیت نصب فناوری انرژی‌های خورشیدی، زیست توده، انرژی باد و برق آبی در کشورهای توسعه یافته دارد، درحالی که توسعه بازارهای مالی در کشورهای درحال توسعه بیشترین تأثیر را بر توسعه فناوری نصب انرژی بادی، زیست توده و انرژی خورشیدی خواهد داشت.

شاه آبادی و همکاران (۱۳۹۶)، به بررسی تأثیر سرریز فناوری بر سهم انرژی‌های تجدید پذیر از کل انرژی تولید شده در مورد کشورهای منتخب توسعه یافته و درحال توسعه طی دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۱۳ با استفاده از روش GMM^1 برای داده‌های پنل پویا پرداخته‌اند و اثر سرریز فناوری ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای بر سهم انرژی‌های تجدید پذیر از کل انرژی تولید شده مورد آزمون قرار گرفته است. نتایج مطالعه حاکی از تأثیر مثبت و معنادار متغیر سرریز فناوری از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و واردات کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای در هر دو گروه کشورهای درحال توسعه و توسعه یافته است.

بر اساس مطالعات انجام گرفته پیشین، می‌توان بیان داشت که در روش شناسی سایر مطالعات بیش تر از روش پانل و مطالعات بین کشوری انجام شده و مطالعه‌ای برای ایران انجام نشده است. درحالی که در این مطالعه به بررسی غیرخطی و روش مارکوف سوئیچینگ برای کشور ایران می‌پردازد. به عبارت دیگر با استفاده از روش مارکوف سوئیچینگ می‌توان شوک‌ها و اثرات منفی و مثبت و میزان و شدت تأثیرگذاری غیرممتقارن آن‌ها را به صورت اقتصادی تحلیل کرد. همچنین، تأثیر سه متغیر اصلی و اثرگذار بر مصرف انرژی تجدید پذیر یعنی توسعه مالی، باز بودن تجاری و خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی به طور هم‌زمان بررسی شده و شوک‌های مربوطه نیز در نظر گرفته شده درحالی که در سایر مطالعات چنین ویژگی وجود نداشته است.

۳- روش شناسی پژوهش

در روش مارکوف وقایع به m واقعه تقسیم می‌شوند که S_t واقعه t ام و $(t=1,2,...,m)$ است. در اینجا هر واقعه می‌تواند بیانگر یک تغییر رژیم باشد. همچنین S_t که می‌تواند واقعه‌ای باشد که در زمان t رخ داده است و منجر به تغییر متغیر مورد نظر (Y_t) در زمان t می‌شود. به عبارت دیگر فرض می‌شود که Y_t همراه با متغیر غیرقابل مشاهده S_t تغییر جهت می‌دهد. S_t نیز متغیری است که اعداد ۱ و ۲ و... را اختیار می‌کند، بنابراین می‌توان نوشت (همیلتون، ۱۹۸۹):

$$Pr(y_1, y_2, \dots, y_{t-1}) = Pr(y_t | y_{t-1})$$

معادله فوق بیان می‌کند که توزیع احتمال y در هر زمانی مانند t فقط بستگی به وضعیت آن در زمان $t-1$ دارد، لذا در فرایندهای مارکوف، وابستگی مسیر برای متغیرها قابل تصور نیست. قوت این مدل در انعطاف پذیری است که امکان در

نظر گرفتن تغییرات واریانس بین فرایندها را همراه با تغییر در میانگین فراهم می‌سازد. تابع چگالی شرطی Y_t نسبت به S_t با فرض توزیع نرمال را می‌توان به صورت زیر نوشت (همیلتون، ۱۹۸۹):

$$s_t = 0,1 \quad f(y_t | s_t) = \frac{1}{\sigma_{st}\sqrt{2\pi}} \exp\left(\frac{-(y_t - \mu_{st})^2}{2\sigma_{st}^2}\right)$$

در تابع چگالی بالا، متغیر غیرقابل مشاهده برای S_t به صورت پانویس در میانگین و واریانس متغیر قابل مشاهده Y_t ظاهر شده است و این بدان معنا است که برای سری زمانی Y_t دو میانگین (μ_1, μ_2) و دو واریانس (σ_1^2, σ_2^2) وجود خواهد داشت. با وجودی که متغیر S_t یک متغیر تصادفی با توزیع خاص خودش است، ولی چون ناشناخته بوده و صرفاً بر اساس مشاهدات سری زمانی Y_t قابل تفسیر است، از تابع چگالی بالا نمی‌توان برای تشکیل تابع درست‌نمایی به منظور استنباط آماری استفاده کرد. ساده‌ترین روش برای حل این مشکل این است که ابتدا احتمال شرطی جزء غیرقابل مشاهده S_t ، یعنی $p(s_t | \psi_{t-1})$ را ساخته و آن را در تابع چگالی شرطی $p(y_t | s_t, \psi_{t-1})$ ضرب می‌کنیم تا تابع چگالی مشترک به دست آید و سپس بر روی S_t جمع می‌زنیم. بنابراین می‌توان نوشت (همیلتون، ۱۹۸۹):

$$f(y_t | \psi_{t-1}) = \sum_{s_t=1}^j f(y_t | s_t, \psi_{t-1}) \cdot p(s_t | \psi_{t-1})$$

فرض کنید S_t از یک زنجیره‌ی مارکوف مرتبه اول پیروی کرده و ماتریس انتقال آن به شکل زیر باشد:

$$p = \begin{bmatrix} p((s_t = 1 | s_{t-1} = 1)) & p((s_t = 1 | s_{t-1} = 2)) \\ p((s_t = 2 | s_{t-1} = 1)) & p((s_t = 2 | s_{t-1} = 2)) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{bmatrix}$$

که در آن $p_{ij}(i, j = 1, 2)$ نشان‌دهنده احتمال انتقال از $s_{t-1} = i$ به $s_t = j$ است. عناصر قطر اصلی در این ماتریس بیانگر عدم تغییر وضعیت بوده و سایر عناصر تغییر وضعیت را نشان می‌دهند. در حالت کلی P_{ij} احتمال تغییر وضعیت از i به j را نشان می‌دهد. به طور کلی اگر $i=j$ باشد، ثبات وضعیت و اگر $i \neq j$ باشد تغییر وضعیت را نشان می‌دهد. لذا احتمال P_{11} این است که در دوره t رژیم اقتصادی در وضعیت یک باشد، به شرطی که در دوره قبلی $(t-1)$ نیز در وضعیت یک باشد. P_{22} نیز همین احتمال را برای حالتی نشان می‌دهد که رژیم اقتصادی در دوره t در وضعیت دو باشد به شرطی که در دوره $(t-1)$ نیز در وضعیت دو باشد. از طرفی دیگر P_{12} احتمال این است که Y_t از وضعیت یک در دوره قبلی $(t-1)$ به وضعیت دو در دوره فعلی (t) تغییر جهت دهد. P_{21} نیز عبارت است از احتمال اینکه Y_t از وضعیت دو در دوره قبلی $(t-1)$ به وضعیت یک در دوره فعلی (t) تغییر جهت دهد. واضح است که احتمالات انتقال باید شرط $p_{i1} + p_{i2} = 1$ را تأمین نمایند. بنابراین به طور خلاصه P_{11} و P_{22} احتمال ثبات وضعیت Y_t در بین دو دوره، $1 - P_{11}$ و $1 - P_{22}$ احتمال تغییر وضعیت Y در بین این دو دوره باشد. با فرض اینکه ε_t یک بردار ستونی تصادفی است که عنصر i ام آن برابر با ۱ برای $s_t = j$ و در غیر این صورت برابر با صفر است. در دو وضعیتی، ε_t عبارت است از:

$$\varepsilon_t = \begin{cases} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} & \text{if } (s_t = 1) \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix} & \text{if } (s_t = 2) \end{cases}$$

اگر وضعیت فعلی معادل با i باشد (یعنی $S_t = i$) سپس عنصر i ام $1 + \varepsilon_t$ یک متغیر تصادفی است که با احتمال P_{ij} مقدار ۱ و در غیر این صورت مقدار صفر را اختیار می‌کند. بنابراین امید ریاضی $1 + \varepsilon_t$ با معلوم بودن وضعیت فعلی، برابر است با:

$$E(\varepsilon_{t+1} | s_t = i) = \begin{bmatrix} p_{i1} \\ p_{i2} \end{bmatrix}$$

که برابر با ستون i ام ماتریس P است. همچنین وقتی که $S_t = i$ باشد، بردار ε_t دقیقاً با ستون i ام ماتریس واحد در حالت کلی I_m در این مثال I_2 یکسان است و لذا در این حالت می‌توان بردار $\begin{bmatrix} p_{i1} \\ p_{i2} \end{bmatrix}$ را به صورت $p_{\varepsilon t}$ نوشت. اگر $S_t = 1$ باشد، در این صورت $\varepsilon_t = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ است که با ستون اول ماتریس I_2 یکسان است و حاصل ضرب $p_{\varepsilon t}$ برابر است:

$$p_{\varepsilon t} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} \\ p_{12} \end{bmatrix} = (\varepsilon_{t+1} | s_t = 1)$$

بدین ترتیب می‌توان امید ریاضی ε_{t+1} را به صورت زیر نوشت:

$$E(\varepsilon_{t+1} | s_t = i) = E(\varepsilon_{t+1} | \varepsilon_t) = p_{\varepsilon t}$$

بدیهی است که اگر با فرض $S_t = i$ از رابطه بالا امید ریاضی را حساب کنیم، معادله بالا به دست می‌آید. در حالت کلی، ماتریس انتقال P و بردار ε_t برای حالتی که m وضعیت داشته باشیم عبارت‌اند از:

$$p = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} & \dots & p_{m1} \\ p_{12} & p_{22} & \dots & p_{m2} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p_{1m} & p_{2m} & \dots & p_{mm} \end{bmatrix}, \varepsilon_t = \begin{cases} \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix} & (s_t = 1) \\ \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ \vdots \\ 1 \end{bmatrix} & (s_t = m) \end{cases}$$

بدین ترتیب امید ریاضی ε_{t+1} می‌نویسیم:

$$E(\varepsilon_{t+1} | s_t = j) = \begin{bmatrix} p_{j1} \\ p_{j2} \\ \vdots \\ p_{jm} \end{bmatrix} = E(\varepsilon_{t+1} | \varepsilon_t) = p_{\varepsilon t}$$

معادله زیر را که موسوم به زنجیره مارکوف است برای ε_{t+1} می‌نویسیم:

$$\varepsilon_{t+1} = p_{\varepsilon t} + v_{t+1}$$

و برای ε_t عبارت است از:

$$\varepsilon_t = p_{\varepsilon t-1} + v_t$$

با توجه به اینکه بردار ε_t به صورت $\begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$ یا $\begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$ است، لذا اگر Z_t عنصر اول آن را نشان دهد، عنصر دوم آن برابر با $1-Z_t$ است. حال معادله را می‌توانیم به صورت زیر بنویسیم:

$$\begin{bmatrix} Z_t \\ 1 - Z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} Z_{t-1} \\ 1 - Z_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} v_{1t} \\ v_{2t} \end{bmatrix}$$

Z_t توسط فرایند $AR(1)$ توصیف شده است که طبق آن، مقدار متغیر مجازی Z_t وابسته به مقدار آن در دوره قبل است. درواقع Z_t نقش یک متغیر مجازی را ایفا می‌کند که انتقال در داده‌ها را نشان می‌دهد، بدین ترتیب در مدل مارکوف می‌توان انتقال‌های متعددی را در رفتار متغیر موردنظر مشاهده نمود. توجه شود که وقتی از وضعیت یک در دوره $t-1$ وضعیت قبلی آن را با $S_t=1$ نشان می‌دهیم) به وضعیت یک در دوره t برسیم، بدین معنی است که تغییر وضعیت رخ نداده است و لذا $Z_t=0$ است؛ اما اگر از وضعیت یک در دوره $t-1$ به وضعیت دو در دوره t برسیم. بدین معنی است که تغییر وضعیت رخ داده است و لذا $Z_t=1$ است؛ بنابراین میانگین انتظاری و واریانس انتظاری y در وضعیت یک به ترتیب برابر با α و σ_1^2 ، در وضعیت دو برابر با $(\alpha + \beta)$ و $\sigma_1^2 + \phi$ است. برای سادگی $\sigma_1^2 + \phi$ را با σ_1^2 نشان می‌دهیم. در اینجا پارامترهای مجهول عبارت‌اند از $\alpha, \beta, \alpha_1^2$ و p_{11}, p_{22} که بایستی با روش حداکثر درست‌نمایی برآورد شوند. از آنجاکه در هر زمان معینی، این متغیر بایستی دریکی از این m وضعیت قرار داشته باشد، لذا برای هر i شرط زیر برقرار است:

$$\sum_{j=1}^m p_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, 3, \dots, n$$

شرط فوق بدان معنا است که اگر قبلاً در وضعیت i باشیم در دوره بعد قطعاً دریکی از m وضعیت خواهیم بود. توجه شود که معادله بالا برابر با جمع ستونی ماتریس p است. مجدداً توجه داریم که اگر $j = S_{t+n}$ باشد، در این صورت عنصر j بردار ε_{t+n} برابر واحد و در غیر این صورت برابر با صفر است. براین اساس، عنصر j ام بردار $E(\varepsilon_{t+n} | \varepsilon_t, \varepsilon_{t-1}, \dots)$ بیانگر احتمال این است که ε_{t+n} برابر با j باشد به شرطی که وضعیت فعلی سیستم یعنی S_t برابر با i باشد:

$$\begin{bmatrix} p(s_{t+n} = 1 | s_t = i) \\ p(s_{t+n} = 2 | s_t = i) \\ \vdots \\ p(s_{t+n} = n | s_t = i) \end{bmatrix} = p^n e_i$$

$p^n e_i$ معادل با ستون i ام ماتریس P^n و e_i نیز بیانگر ستون i ام ماتریس I_m است. بنابراین این معادله نشان می‌دهد احتمال تغییر وضعیت در n دوره بعد به وضعیت j برابر با $p(s_{t+n} = j | s_t = i)$ است که معادل با عنصر مربوط به سطر j و ستون i از ماتریس p است.

$$s_t = 1 \Rightarrow \begin{bmatrix} p(s_{t+n} = 1 | s_t = 1) \\ p(s_{t+n} = 2 | s_t = 1) \end{bmatrix} = p^n e_1$$

$$= \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} p_{11} & 1 - p_{22} \\ 1 - p_{11} & p_{22} \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$s_t = 2 \begin{bmatrix} p(s_{t+n} = 1 | s_t = 1) \\ p(s_{t+n} = 2 | s_t = 1) \end{bmatrix} = p^n e_2$$

$$= \begin{bmatrix} p_{11} & p_{21} \\ p_{12} & p_{22} \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$= \begin{bmatrix} p_{11} & 1 - p_{22} \\ 1 - p_{11} & p_{22} \end{bmatrix}^n \begin{bmatrix} 0 \\ 1 \end{bmatrix}$$

مدل معرفی شده در بخش قبلی را که شامل m رژیم و p وقفه بود، به عبارت دیگر y_t یک فرایند $AR(P)$ بوده و S_t مقادیر $1, 2, \dots, m$ را اختیار کند. در این صورت بسته به اینکه کدام یک از اجزای معادله وابسته به متغیر وضعیت می باشد چند حالت کلی پیش می آید. آنچه در مطالعات اقتصادی بیش تر مورد توجه است، شامل چهار حالت مدل های مارکوف سوئیچینگ در میانگین (MSM)، عرض از مبدأ (MSI)، ناهمسانی در واریانس (MSH) و پارامترهای اتورگرسیو (MSA) است.

جدول ۱. حالت های مختلف مارکوف سوئیچینگ

نام مدل	معادله	توزیع جملات اخلال	جزء وابسته به رژیم
MSM(m)-AR(P)	$\Delta y_t - \mu(s_t)$ $= \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i} - \mu(s_{t-i})) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$	میانگین
MSI(m)-AR(P)	$\Delta y_t = c(s_t)$ $+ \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i}) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$	عرض از مبدأ
MSH(m)-AR(P)	$\Delta y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i (\Delta y_{t-i}) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2(s_t))$	واریانس جملات خطا
MSA(m)-AR(P)	$\Delta y_t = c + \sum_{i=1}^p \alpha_i (s_t) (\Delta y_{t-i}) + \varepsilon_t$	$\varepsilon_t \sim IID(0, \sigma^2)$	ضرایب جملات خود توضیح

منبع: کروزیگ (۱۹۹۷)

فرض کنید S_t متغیر غیرقابل مشاهده وضعیت باشد که تنها دو مقدار صفر و یک را اختیار می کند. مدل ساده مارکوف سوئیچینگ برای متغیر y_t به شکل زیر خواهد بود:

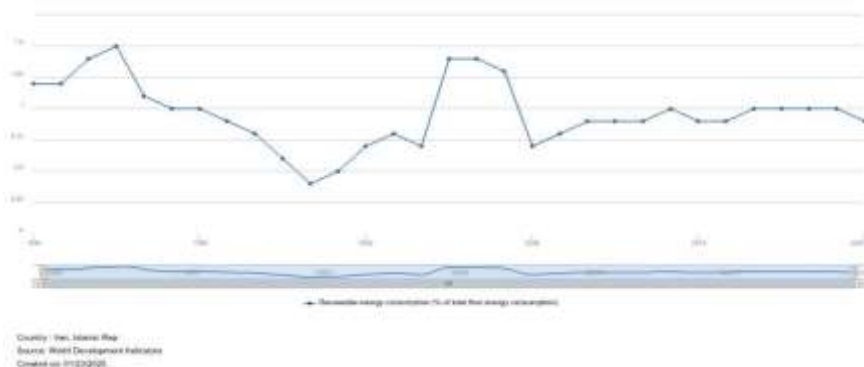
$$y_t = \begin{cases} c_0 + \alpha_1 y_{t-1} + \varepsilon_t & s_t = 0 \\ c_0 + c_1 + \alpha_2 y_{t-1} + \varepsilon_t & s_t = 1 \end{cases}$$

که در آن $|\alpha_1| < 1$ بوده و ε_t ها توزیع یکسان و مستقل داشته و دارای میانگین صفر و واریانس σ_ε^2 است. هنگامی که $s_t=0$ است فرایند $AR(1)$ مانا خواهد بود که در این حالت میانگین آن برابر $c_0 / (1 - \alpha_0)$ است و هنگامی که $s_t=1$ است فرایند Y_t یک فرایند $AR(1)$ مانا با میانگین $(c_1 + c_0) / (1 - \alpha_0)$ خواهد بود. اگر شرط $c_1 \neq 0$ نیز برقرار باشد در این صورت بسته به مقدار متغیر وضعیت، معادله Y_t به صورت یکی از دو معادله فوق خواهد بود. به عبارت دیگر در هر لحظه از زمان، متغیر s_t تعیین خواهد کرد که فرایند Y_t محصول کدام یک از معادلات مذکور است. مدل تجربی تحقیق با استفاده از روش مارکوف سوئیچینگ برآورد می شود. این مدل بر اساس مبانی نظری موجود و مرور مهم ترین مطالعات تجربی در راستای موضوع تحقیق گزیده شده است. لازم به گفتن است که متغیرهای مستقل گفته شده از مهم ترین متغیرهای مؤثر بر انرژی تجدید پذیر است که در مطالعات تئوری و تجربی تأکید بسیاری بر آن ها شده است.

۳-۱- تعریف متغیرها

مصرف انرژی تجدید پذیر (RE):

مصرف انرژی تجدید پذیر به میزان استفاده از منابع انرژی تجدید پذیر در یک کشور یا منطقه اشاره دارد و شامل عواملی همچون انرژی خورشیدی، بادی، آبی، زیست توده، زمین گرمایی و غیره است.



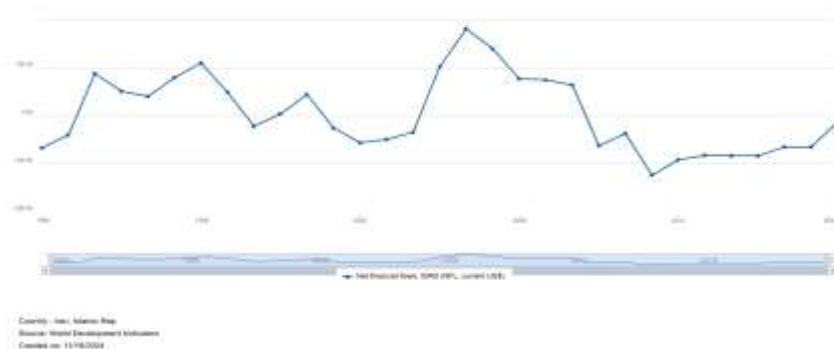
نمودار ۱. مصرف انرژی تجدید پذیر

منبع: بانک جهانی (عملکرد سال های ۱۹۹۰-۲۰۲۰)

توسعه مالی (FD):

توسعه مالی به مجموعه ای از شاخص ها و عواملی اشاره دارد که نشان دهنده ی وضعیت و پیشرفت سیستم مالی یک کشور یا منطقه می باشند و شامل شاخص های اندازه و حجم بازارهای مالی، میزان دسترسی افراد و بنگاه ها به خدمات مالی، توانایی سیستم مالی در تحمل شوک ها و بحران ها بدون ایجاد اختلال در اقتصاد، کارایی و شفافیت

نهادهای مالی و وجود و توسعه ابزارهای مالی است که در این پژوهش از نسبت سپرده ناخالص داخلی کشور که برابر است با سپرده‌های سیستم مالی بانک‌ها تقسیم بر تولید ناخالص داخلی استفاده شده است.

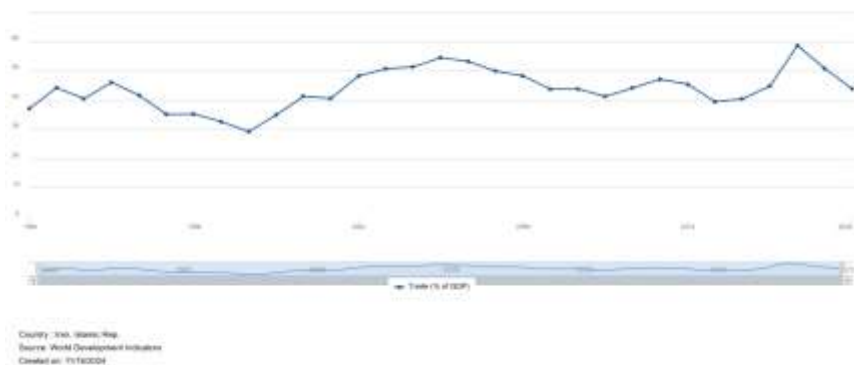


نمودار ۲. توسعه مالی

منبع: بانک جهانی (عملکرد سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰)

باز بودن تجاری^۱ (TO):

باز بودن تجاری به میزان دسترسی یک کشور به بازارهای جهانی و درجه تعامل آن با سایر کشورها در زمینه تجارت کالا و خدمات اشاره دارد توسط چندین شاخص از جمله نسبت تجارت به تولید ناخالص داخلی، تعرفه‌های گمرکی، مقررات تجاری، معاهدات تجاری، دسترسی به بازارهای خارجی و غیره اندازه‌گیری می‌شود که در این پژوهش از تجارت (مجموع صادرات و واردات) به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شده است و داده‌های آن از بانک جهانی گرفته شده است.

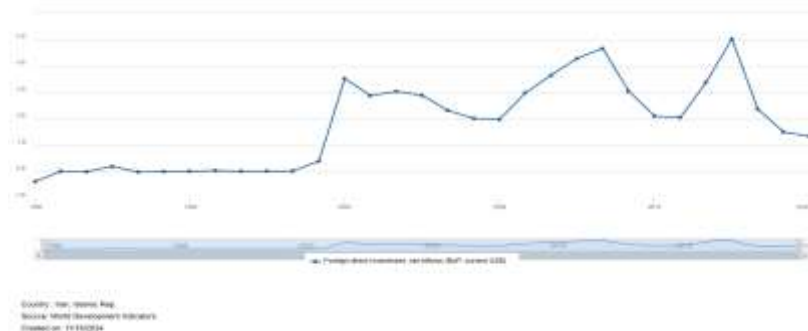


نمودار ۳. باز بودن تجاری

منبع: بانک جهانی (عملکرد سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰)

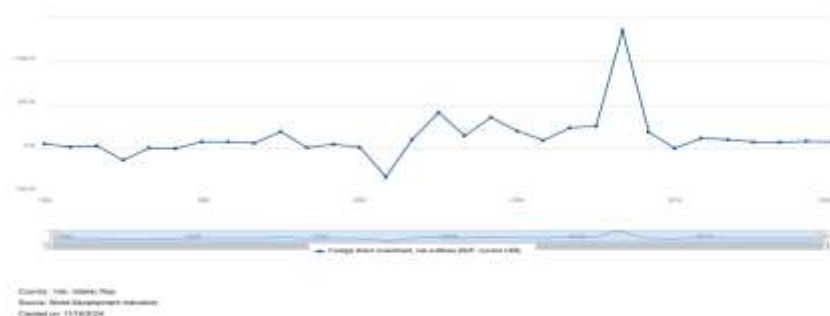
خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی (FC):

خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی شامل سرمایه‌گذاری خارجی ورودی و خروجی است. جریان سرمایه‌گذاری خارجی ورودی به میزان سرمایه‌گذاری‌هایی اشاره دارد که از کشوری‌های دیگر به یک کشور خاص وارد می‌شود که می‌توانند به شکل‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه‌گذاری پرتفوی، سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مشترک و غیره باشند و جریان سرمایه‌گذاری خارجی خروجی به میزان سرمایه‌گذاری‌هایی اشاره دارد که یک کشور در سایر کشورها انجام می‌دهد و می‌تواند به شکل‌های سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سرمایه‌گذاری پرتفوی، سرمایه‌گذاری در پروژه‌های مشترک و غیره باشند.



نمودار ۴. جریان سرمایه‌گذاری خارجی (ورودی)

منبع: بانک جهانی (عملکرد سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰)



نمودار ۵. جریان سرمایه‌گذاری خارجی (خروجی)

منبع: بانک جهانی (عملکرد سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۰)

۴- نتایج و تحلیل یافته‌های تحقیق

به منظور بررسی اثرات نامتقارن توسعه مالی، باز بودن تجاری و خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی بر مصرف انرژی تجدید پذیر ابتدا با استفاده از آزمون نسبت راست‌نمایی رابطه غیرخطی بین متغیرها مورد آزمون واقع می‌گردد. نتایج حاصل از این آزمون در جدول (۲) ارائه شده است.

جدول ۲. نتایج بررسی رابطه غیرخطی

LR	Log L	
۱۲/۴۷	۷/۲۲	AR(1)
	(۰/۰۰۲)	
	۱۹/۶۹	MSA-AR(1)
	(۰/۰۰۰)	

منبع: یافته‌های پژوهش. (اعداد داخل پرانتز ارزش احتمال می‌باشند)

برای نشان دادن وجود رابطه غیرخطی و همچنین توانایی مدل مارکوف سوئیچینگ در تعیین مدل، ابتدا فرضیه غیرخطی بودن رابطه بین متغیرها را با استفاده از نسبت درست‌نمایی آزمون می‌کنیم، اگر فرضیه برابری قابل رد بود، در نتیجه مدل مارکوف سوئیچینگ قابل تخمین می‌شد و در غیر این صورت باید از مدل‌های خطی استفاده نمود. نتایج آزمون نسبت درست‌نمایی که در جدول (۳)، ارائه شده، نشان می‌دهد استفاده از مدل مارکوف سوئیچینگ با دو رژیم متفاوت مجاز است.

در مدل مارکوف سوئیچینگ پس از تعیین تعداد وقفه‌های بهینه که دو وقفه و تعیین تعداد رژیم‌های مناسب بر اساس معیار شوارتز که دو رژیم است باید به تعیین مدل بهینه خطی و غیرخطی پرداخت، لذا همان‌گونه که در بخش روش تحقیق اشاره شد، مدل مارکوف سوئیچینگ حالت‌های مختلفی دارد که در هر یک از این حالت‌ها جزء خاصی از معادله وابسته به رژیم‌ها است.

جدول ۳. تعیین مدل بهینه

مدل بهینه خطی						
مدل بهینه AR(2)			مدل AR(1)		معیار	
۰/۲۵			۰/۲۱		شوارتز	
مدل بهینه غیرخطی						
MSHA	MSIA	MSIH	MSA	MSH	MSI	معیار
۰/۲۷	۰/۳۷	۰/۱۳	۰/۰۲	۰/۲۷	۰/۳۷	شوارتز

منبع: یافته پژوهش

پس از انجام مراحل که برای گزینش مدل بهینه انجام شده طبق جدول (۳) مدل بهینه MSA-AR(1) است.

جدول ۴. برآورد مدل مطالعه

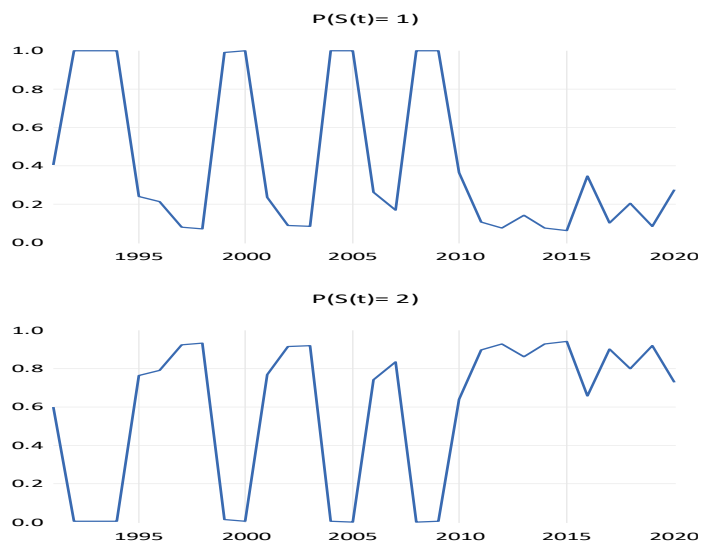
رژیم اول				
متغیر	ضریب	انحراف معیار	آمار Z	پروب
انرژی تجدید پذیر	۰/۸۲۹۴	۰/۰۶۷۳	۱۲/۳۱۳۵	۰/۰۰
Log sigma	-۱/۶۴۱۹	۰/۱۹۴۰	-۷/۵۳۵۶	۰/۰۰
رژیم دوم				
انرژی تجدید پذیر	۰/۷۸۲۸	۰/۰۲۵۳	۳۰/۸۹۶۴	۰/۰۰
Log sigma	-۴/۲۱۵۹	۰/۳۰۳۲	-۱۳/۹۰۴۲	۰/۰۰
متغیرهای مستقل				
توسعه مالی	۰/۰۷۱۶	۰/۰۰۲۶	-۲۶/۶۸۳۳	۰/۰۰
باز بودن تجاری	۰/۷۹۰۰	۰/۰۶۶۸	۱۱/۸۱۹۵	۰/۰۰
خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی	-۰/۰۱۳۳	۰/۰۱۳۱	-۱/۰۱۸۳	۰/۳۰
Log likelihood		Schwarz criterion		Akaike info
۱۹/۶۹		-۰/۲۹۲۸		-۰/۷۱۳۲

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج برآورد مدل در جدول (۴) نشان می‌دهد:

- متغیرهای توسعه مالی و باز بودن تجاری معنی‌دار و متغیر خالص جریان سرمایه‌گذاری خارجی معنی‌دار نیست.
- تشخیص الگوی مناسب در مدل مارکوف-سویچینگ ضروری است. چراکه داده‌ها می‌تواند تحت تأثیر رژیم‌های مختلفی قرار بگیرند و هر رژیم نیز دارای وضعیت خاص خود است لذا تعیین رژیم مناسب کمک می‌کند تا روند تغییر داده‌ها را در طول زمان و تشخیص رژیم در شوک مثبت و منفی را مشاهده کنیم و بر اساس آن به تحلیل رفتار متغیرها در هر رژیم بپردازیم.

Markov Switching Filtered Regime Probabilities



نمودار ۶. تشخیص رژیم مناسب

منبع: نرم‌افزار ایویوز

اگر به نمودار (۶) توجه شود مشخص است که رژیم یک مربوط به دوره‌هایی است که در آن شوک مثبت بر مصرف انرژی تجدید پذیر وجود داشته و در رژیم دوم شوک منفی بوده است.

جدول ۵. ماتریس احتمال انتقال

رژیم ۲	رژیم ۱	
۰/۳۵۴۱	۰/۶۴۵۸	رژیم ۱
۰/۷۴۷۱	۰/۲۵۲۸	رژیم ۲

منبع: یافته پژوهش

طبق جدول (۵) احتمال ماندن در رژیم یک ۰/۶۴، ماندن در رژیم دوم ۰/۷۴ انتقال از رژیم یک به دو ۰/۳۵ و انتقال از رژیم دو به یک ۰/۲۵ است لذا می‌توان گفت احتمال پایداری در شوک منفی بیش‌تر است.

جدول ۶. مدت انتظاری

رژیم ۲	رژیم ۱	مدت انتظاری
۳/۹۵۴۱	۲/۸۲۳۳	

منبع: یافته‌های پژوهش

مدت انتظار در رژیم اول تقریباً ۳ سال است اما در رژیم دوم ۴ سال است پس مدت انتظاری در رژیم دوم که شوک منفی بر متغیر انرژی تجدید پذیر وارد می‌شود بیش‌تر است.

جدول ۷. آزمون‌های تشخیص جملات اختلال

آزمون	آماره	احتمال
ناهمسانی واریانس	۰/۹۱۴۳	۰/۴۷۱۶
عدم خودهمبستگی	۲/۸۹۸۴	۰/۰۷۶۹
تصریح مناسب الگو	۰/۰۹۲۷	۰/۷۶۳۵
نرمال بودن باقی‌مانده‌ها	۴/۰۹۹۸	۰/۱۲۸۷

منبع: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مشخص می‌گردد که فروض کلاسیک در مدل برآوردی برقرار بوده و در نتایج به‌دست‌آمده از برآورد مدل قابل‌اعتماد و تفسیر است.

مدل مارکوف-سویچینگ در صورتی مدل مناسبی برای برآورد است که الگو و روند داده‌های بررسی‌شده به‌صورت غیرخطی باشد و برای اطمینان از غیرخطی بودن الگو داده‌ها از آزمون LR استفاده شود. مقدار آماره این آزمون از مقادیر حداکثر راست‌نمایی دو مدل رقیب (مدل خطی) و (مدل غیرخطی) محاسبه می‌شود که دارای توزیع کای دو است و در صورتی که مقدار آماره از مقادیر بحرانی در سطح اطمینان موردنظر بیش‌تر باشد، می‌توان گفت که مدل خطی در آن سطح اطمینان مدل مناسبی نبوده است و باید از مدل غیرخطی استفاده شود لذا همان‌گونه که مشخص است مدل

غیرخطی است. در ادامه به بررسی حالت‌های مختلف از مدل مارکوف سوئیچینگ به منظور انتخاب مدل بهینه می‌پردازیم چون که. مدل مارکوف سوئیچینگ حالت‌های مختلفی دارد که در هر یک از این حالت‌ها جزء خاصی از معادله وابسته به رژیم‌ها است لذا برای اینکه بهترین حالت انتخاب شود از معیار شوارتز استفاده می‌شود که هرمدلی که معیار شوارتز کم‌تری داشته باشد به عنوان مدل بهینه برگزیده می‌شود، لذا طبق جدول (۳) مدل بهینه خطی $AR(1)$ و مدل بهینه غیرخطی طبق مدل مارکوف - سوئیچینگ MSA است، در ادامه به برآورد مدل مطالعه می‌پردازیم که طبق نتایج ضرایب، مشخص می‌شود که متغیرهای توسعه مالی معنی دار و این نتایج با مطالعات سامور و همکاران (۲۰۲۲) و نیز کایوم و همکاران (۲۰۲۱) سازگار است. همچنین باز بودن تجاری معنی دار است که این نتایج با مطالعه ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) و آلام و موارد (۲۰۲۰) همخوانی دارد. طبق معیار شوارتز، وقفه بهینه برای مدل " ۲ وقفه " است و طبق آن نیز دو رژیم وجود دارد.

در نمودار (۶) تأثیر متغیرها بر مصرف انرژی تجدید پذیر به وسیله مدل احتمالات انتقال در دو رژیم را نشان می‌دهد و اگر به نمودارها دقت شود نشان دهنده این است که در رژیم یک شوک مثبت و در رژیم دوم شوک منفی بر مصرف انرژی تجدید پذیر وجود دارد و در جدول (۵) نیز میزان انتقال بین رژیم‌ها را نشان می‌دهد که طبق آن احتمال ماندن در رژیم یک ۶۴٪ در رژیم دوم ۷۴٪ و انتقال از رژیم یک به دو ۳۵٪ و از رژیم دوه به یک ۲۵٪ است که نشان دهنده این است که تمایل به پایداری در رژیم دوم که شوک منفی وجود دارد بیش تر است و طبق جدول (۶) نیز چون مدت انتظاری در رژیم اول ۳ سال و در رژیم دوم ۴ سال است نشان دهنده مدت زمان طولانی تر انتظار در رژیم دوم است که نتایج نمودار (۶) با مطالعه کامروزامان و همکاران (۲۰۲۰) و ژانگ و همکاران (۲۰۲۱) که وجود رابطه غیرخطی را تأیید می‌کنند، سازگار است. در ادامه نیز نتایج انجام آزمون فروض کلاسیک نشان می‌دهد تمام فروض کلاسیک در مدل برقرار و مدل قابل اعتماد است.

۵- نتیجه گیری و ارائه پیشنهاد های سیاستی

هدف این پژوهش مطالعه و بررسی تأثیر هر یک از شاخص‌های توسعه مالی، باز بودن تجاری و خالص جریان سرمایه گذاری خارجی بر مصرف انرژی تجدید پذیر در ایران با استفاده از رویکرد مدل مارکوف سوئیچینگ در دوره زمانی ۱۹۹۰-۲۰۲۲ است. نتایج حاصل از مدل مارکوف سوئیچینگ نشان می‌دهد که مصرف انرژی تجدید پذیر تحت تأثیر متغیرهای توسعه مالی، باز بودن تجاری و سرمایه گذاری مستقیم خارجی و شوک‌های حاصل از آن است و چون احتمال قرارگیری در رژیم دوم بیش تر از رژیم اول است لذا می‌توان گفت که تمایل به پایداری در شوک منفی بیش تر از شوک مثبت است و تأثیر شوک منفی بیش تر از شوک مثبت است؛ زیرا نیاز به تطابق با شرایط جدید که اثرات منفی را کاهش دهد بیش تر است و رویکرد جدید شرکت‌ها و دولت برای مقابله با شرایط جدید نیز به زمان زیادی نیاز دارد، راه حل خروج از این وضعیت باید مزایای اقتصادی داشته باشد؛ زیرا تغییرات سیاستی و قانونی مرتبط با وضعیت جدید طولانی مدت

است و چون در این وضعیت کاهش ریسک اهمیت دارد پایداری در شوک منفی بیش تر و زمان برتر است اما قرارگیری در شوک مثبت می تواند دارای مطلوبیت بیش تری باشد. بر اساس نتایج به دست آمده توصیه های زیر پیشنهاد می شود:

✓ توسعه مالی، باعث تسهیل دسترسی به منابع مالی، کاهش ریسک سرمایه گذاری و کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی با افزایش سرمایه گذاری در انرژی های تجدید پذیر می شود که این امر نه تنها به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای کمک می کند بلکه باعث افزایش امنیت انرژی و کاهش نوسانات قیمت نفت و گاز نیز می شود و از سویی می تواند با حمایت از پروژه های انرژی تجدید پذیر به کاهش آلودگی هوا و آب و حفظ منابع طبیعی کمک کند که این امر باعث بهبود کیفیت زندگی و سلامت عمومی می شود.

✓ باز بودن تجاری، امکان دسترسی به فناوری های پیشرفته و دانش فنی مرتبط با انرژی های تجدید پذیر را فراهم می کند و کشورهایی که در عرصه بین المللی فعال تر هستند می توانند سرعت توسعه انرژی های تجدید پذیر را افزایش دهند و از سویی فعالیت در عرصه بین المللی می تواند رقابت در بازارهای داخلی را بالا ببرد و شرکت ها به سوی بهبود فناوری انرژی تجدید پذیر تشویق کند، باز بودن تجاری می تواند با تسهیل انتقال به انرژی های تجدید پذیر به کاهش انتشار گازهای گلخانه ای و بهبود وضعیت محیط زیست کمک کند و این امر به ویژه در کشورهایی که وابستگی زیادی به سوخت های فسیلی دارند بسیار مهم تر است.

متغیر سرمایه گذاری خارجی در شوک های مربوط به مصرف انرژی تجدید پذیر معنی دار نیست و این امر ممکن است به دلیل ریسک های سیاسی، بی ثباتی قوانین یا عدم اطمینان در سیاست های انرژی تجدید پذیر در ایران تمایل کمتری به سرمایه گذاری در این بخش داشته باشند، این عدم اطمینان می تواند باعث شود که خالص جریان سرمایه گذاری خارجی نتواند تأثیر معناداری بر شوک مصرف انرژی تجدید پذیر داشته باشد.

منابع

منابع داخلی

- آقایی، رضاقلی زاده، عبدی و یونس. (۲۰۱۹). توسعه مالی و توسعه تکنولوژی انرژی های تجدید پذیر در بخش های مختلف: کاربردی از الگوی پانل تویت. مجله تحقیقات اقتصادی، ۵۴(۲)، ۲۵۳-۲۸۴.
- جواهری، بختیار، عزیزی، منوچهری و صلاح الدین. (۲۰۲۴). نقش نوآوری زیست محیطی، توسعه مالی و ریسک مالی بر انرژی های تجدید پذیر در ایران. سیاست گذاری اقتصادی، ۱۶(۳۱)، ۱-۳۴.
- رضازاده، دائی کریم زاده و معینی. (۲۰۲۴). اثر متنوع سازی صادرات بر مصرف انرژی های تجدید پذیر در کشورهای در حال توسعه با رانت منابع طبیعی. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران.
- شاه آبادی، موسوی، میرحسین و شایگان مهر. (۲۰۱۷). تأثیر سرریز فناوری از کانال سرمایه گذاری مستقیم خارجی و واردات کالا بر سهم تولید انرژی های تجدید پذیر از کل انرژی. مدیریت توسعه فناوری، ۵(۲)، ۹۹-۱۲۲.
- شیخ بهایی آریتا. کریم زاده سعید دائی. قبادی سارا. (۲۰۲۲). تأثیر مکانیسم توسعه پاک بر گسترش انرژی های تجدید پذیر در منتخبی از کشورهای در حال توسعه با رویکرد تفاوت در تفاوت. فصلنامه علمی، پژوهش های رشد و توسعه اقتصادی ۱۲ (۴۷)، ۹۷-۱۱۲.

هاشمی دیزج، فتوره‌چی و نجفی. (۲۰۲۲). بررسی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در انرژی‌های تجدیدپذیر ناپذیر بر تخریبات محیط‌زیست در کشورهای عضو سازمان همکاری‌های اقتصادی (OECD). جغرافیا و مطالعات شهری و منطقه‌ای، ۱۱(۴۴)، ۸۰-۹۶.

منابع خارجی

- Alam, M. M. & Murad, M. W. (2020). The impacts of economic growth, trade openness and technological progress on renewable energy use in organization for economic co-operation and development countries. *Renewable Energy*, 145, 382-390.
- Anton, S. G. & Afloarei Nucu, A. E. (2019). *The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. Renewable Energy*.
- Anton, S. G. & Nucu, A. E. A. (2020). The effect of financial development on renewable energy consumption. A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330-338.
- Arize, A. C. Malindretos, J. & Igwe, E. U. (2017). Do exchange rate changes improve the trade balance: An asymmetric nonlinear cointegration approach. *International Review of Economics & Finance*, 49, 313-326.
- Azam, M. & Haseeb, M. (2021). Determinants of foreign direct investment in BRICS- does renewable and non-renewable energy matter? *Energy Strategy Reviews*, 35, 100638.
- Bakry, W, Mallik, G, Nghiem, X. H, Sinha, A, & Vo, X. V. (2023). Is green finance really “green”? Examining the long-run relationship between green finance, renewable energy and environmental performance in developing countries. *Renewable Energy*, 208, 341-355.
- Doytch, N. & Narayan, S. (2016). Does FDI influence renewable energy consumption? An analysis of sectoral FDI impact on renewable and non-renewable industrial energy consumption. *Energy Economics*, 54, 291-301.
- Emre Caglar, A. (2020). The importance of renewable energy consumption and FDI inflows in reducing environmental degradation: Bootstrap ARDL bound test in selected 9 countries. *Journal of Cleaner Production*, 264, 121-663
- Eren, B. M. Taspinar, N. & Gokmenoglu, K. K. (2019). *The impact of financial development and economic growth on renewable energy consumption: Empirical analysis of India. Science of The Total Environment*.
- Hao, X, Y. Li, S. Ren, H. Wu, and Y. Hao. 2023. "The role of digitalization on green economic growth: Does industrial structure optimization and green innovation matter." *Journal of Environmental Management* 325: 116504.
- Hasan, I, and C. L. Tucci. 2010. "The Innovation-Economic Growth Nexus Global Evidence; *Research policy* 39(10):1264-1276
- Hashemi Dizaji, A; Fotourehchi, Z. Najafi, H. (2023), Nvestigating the Impact of Foreign Direct Investment on Renewable Energy on Environmental Disasters in OECD Countries, *Journal of Geography and Environmental Studies*, 11 (44), 80-96.
- Jiabin han, Muhammad Zeeshan, Irfan Ullah et al. (2021). *Trade Openness and Urbanization impact on Renewable and Non-Renewable Energy Consumption in China, PREPRINT (Version available at Research Square*
- Khan, A. Chenggang, Y. Hussain, J. & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in belt & Road Initiative countries. *Renewable Energy*, 171, 479-491.
- Khan, A. Chenggang, Y. Hussain, J. & Kui, Z. (2021). Impact of technological innovation, financial development and foreign direct investment on renewable energy, non-renewable energy and the environment in belt & Road Initiative countries. *Renewable Energy*, 171, 479-491.
- Liu, X, & Guo, W. (2025). Dynamic impact of green finance on renewable energy development: Based on scale, structure, and efficiency perspectives. *Renewable Energy*, 238, 121854.
- Luo, S, N. Yimamu, Y. Li, H. Wu, M. Irfan, and Y. Hao. 2023. "Digitalization and sustainable development: How could digital economy development improve green innovation in China." *Bus Strat Env* 32 (4): 1847-1871.
- Marton, C. & Hagert, M. (2017). *The effects of FDI on renewable energy consumption*.
- Osei, M. J. & Kim, J. (2020). *Foreign direct investment and economic growth: Is more financial development better? Economic Modelling*.
- Qamruzzaman, M. & Jianguo, W. (2020). The asymmetric relationship between financial development, trade openness, foreign capital flows, and renewable energy consumption: Fresh evidence from panel NARDL investigation. *Renewable Energy*, 159, 827-842.

- Qamruzzaman, M. & Jianguo, W. (2020). *The asymmetric relationship between financial development, trade openness, foreign capital flows, and renewable energy consumption: Fresh evidence from panel NARDL investigation. Renewable Energy*
- Qayyum, M. Ali, M. Nizamani, M. M. Li, S. Yu, Y. & Jahanger, A. (2021). Nexus between financial development, renewable energy consumption, technological innovations and CO2 emissions: the case of India. *Energies*, 14(15), 4505.
- Salimi, M. Hosseinpour, M. & Dodange, B. (2023). Investigating the importance of renewable energy in the successful energy transition in Iran based on SWOT analysis. *Journal of Renewable and New Energy*, 10(1), 97-109. doi: 10.52547/jrenew 97-101
- Samour, A. Baskaya, M. M. & Tursoy, T. (2022). The impact of financial development and FDI on renewable energy in the UAE: a path towards sustainable development. *Sustainability*, 14(3), 1208.
- Shahbaz, M, Nasreen, S, Ahmed, Kh, Hammoudeh, Sh, (2016). *Trae openness-carbon emissions. The importance of turning points of trade openness for country panels*, MPKA paper, 75133
- Shahbaz, M. Raghutla, C. Chittedi, K. R. Jiao, Z. & Vo, X. V. (2020). The effect of renewable energy consumption on economic growth: Evidence from the renewable energy country attractive index. *Energy*, 207, 118162.
- Shahbaz, M. Topcu, B. A. Sarigül, S. S. & Vo, X. V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy*, 178, 1370-1380.
- Shahbaz, M. Topcu, B. A. Sarigül, S. S. & Vo, X. V. (2021). The effect of financial development on renewable energy demand: The case of developing countries. *Renewable Energy*, 178, 1370–1380.
- Shahzad, U, (2012), the need for renewable energy sources. *International Journal of Information Technology and Electrical Engineering*-15
- Sheraz, M. Deyi, X. Mumtaz, M. Z. & Ullah, A. (2022). Exploring the dynamic relationship between financial development, renewable energy, and carbon emissions: A new evidence from belt and road countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(10), 14930-14947.
- Sun, Z. Zhang, X. & Gao, Y. (2023). The Impact of Financial Development on Renewable Energy Consumption: A Multidimensional Analysis Based on Global Panel Data. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 3124. <https://doi.org/10.3390/ijerph20043124>
- Syzdykova, A. Abubakirova, A. Erdal, F. B. Saparova, A. & Zhetibayev, Z. (2020). Analysis of the Relationship Between Renewable Energy and Economic Growth in Selected Developing Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(1), 110–116. Retrieved from
- Wu, Y. (2025). How does trade freedom affect the development of clean energy? Based on the moderating effect of carbon emissions. *Frontiers in Environmental Science*, 13, 1552231.
- Xu, G, Yang, M, Li, S, Jiang, M, & Rehman, H. (2024). Evaluating the effect of renewable energy investment on renewable energy development in China with panel threshold model. *Energy Policy*, 187, 114029.
- Xue Y, C, Jiang, Y. Guo, J. Liu, H. Wu and HaoY. 2022. "Corporate Social Responsibility and High-quality Development: Do Green Innovation, Environmental Investment and Corporate Governance Matter." *Emerging Market Finance and Trade* 58(11):3191-3214
- Yin, H, Chang C, and Wang H. 2022. "THE IMPACT OF MONETARY POLICY ON GREEN INNOVATION: GLOBAL EVIDENCE." *Technological and Economic Development of Economy* 28 (6): 1933–1953
- Zakari, A, and H. O. Musibau. 2023. "Sustainable economic development in OECD countries: Does energy security matter? Sustainable Development." *Sustainable Development* 32 (1): 1337–1353.
- Zeren, F. & Akkuş, H. T. (2020). The relationship between renewable energy consumption and trade openness: New evidence from emerging economies. *Renewable Energy*, 147, 322–329.
- Zhang, M. Zhang, S. Lee, C. C. & Zhou, D. (2021). Effects of trade openness on renewable energy consumption in OECD countries: New insights from panel smooth transition regression modelling. *Energy Economics*, 104, 105649.