

ORIGINAL ARTICLE

The Impact of Natural Resource Abundance on Energy Consumption in Iran: An Asymmetric Quantile Analysis

Fereshteh Mohamadian¹ (ORCID: 000000029680530x), Sahar Mazaheri² (ORCID: 0009000312341400)

1. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Literature and Humanities, Ilam University, Ilam, Iran.

2. Master's student in Economics, Faculty of Literature and Humanities, Ilam University, Ilam, Iran.

Correspondence:

Sahar Mazaheri

M.71Mazaheri2@gmail.com

Received: 29 Dec 2025

Revised: 14 May 2026

Accepted: 6 Jun 2026

How to cite:

Mohamadian, F. & Mazaheri, S. (2025). The Impact of Natural Resource Abundance on Energy Consumption in Iran: An Asymmetric Quantile Analysis. *Industrial Economics Researches*, 13 (1), 1-20. (DOI: 10.30473/jier.2026.76999.1529)

ABSTRACT

The complexity of the industrial structure, alongside natural resource abundance, acts as a driving force for economic development through diversification and specialization, playing a key role in energy consumption. This study investigates, in addition to the asymmetric effects of natural resource abundance, the impact of economic complexity, economic growth, trade openness, and oil prices on energy consumption in Iran over the period 1991–2022, using the Quantile Autoregressive Distributed Lag (QARDL) approach. Short-run estimates indicate that natural resource abundance exerts a significant positive effect on energy consumption in the lower (3rd and 4th) and upper (7th and 9th) quantiles, with the effect being stronger at higher energy consumption levels. In the long run, this effect is only significant in the lower quantiles (1st and 3rd), suggesting greater dependence of low-energy-consuming industrial units on natural resources. Economic growth has a positive and significant impact on energy consumption across most quantiles, while trade openness generally increases energy use. The economic complexity index exhibits a significant positive effect on energy consumption in both the short and long run, potentially reflecting the early stages of industrial development. In contrast, oil prices show no significant impact across any time horizon. Based on these findings, energy policy should focus on targeted management of natural resources across consumption levels, the development of energy-efficient technologies in high-intensity industries, reforming the prices of energy carriers, and directing foreign trade toward the transfer of energy-efficient technologies.

KEYWORDS

Natural Resource Abundance, Energy Consumption, Quantile Autoregressive Distributed Lag (QARDL) Model, Asymmetric Analysis, Economic Complexity.

Jel: Q32, Q43, C32, O40, L60





پروہشگاہ علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

۱. مقدمه

امنیت انرژی به عنوان یک معضل بین‌المللی اگرچه همواره در دهه‌های گذشته مطرح بوده اما به تازگی ابعاد نوینی یافته است. تنش‌های منطقه‌ای، نگرانی از حمله‌های تروریستی، نبود عرضه مازاد، محدودیت‌های پالایشی، رویدادهای پیش‌بینی نشده مانند عوامل طبیعی و از همه مهم‌تر ساختار صنعتی ابعاد جدیدی به امنیت انرژی از دیدگاه مصرف داده است (اسمل و ویپرو، ۲۰۲۳). بر اساس آخرین آمار منتشر شده در ترازنامه انرژی^۱ کل مصرف نهایی انرژی کشور ایران از ۴۸۹/۵ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۷۱ به ۱۵۰۵/۹ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۴۰۱ رسیده است؛ که سهم بخش‌های خانگی، تجاری و عمومی ۵۶۵/۶ میلیون بشکه معادل نفت خام، سهم بخش صنعت ۴۴۸/۹، سهم بخش حمل و نقل ۴۰۷/۵، سهم بخش کشاورزی ۸۰/۹ و سهم سایر مصارف ۲/۹ میلیون بشکه معادل نفت خام است. از این رو می‌توان انتظار داشت که تجدید ساختار صنعتی منجر به افزایش بهره‌وری انرژی شود. تحقیقات هونگ^۲ و همکاران (۲۰۱۹) نیز نشان داده است که تجدید ساختار صنعتی مهم‌ترین عامل در بهره‌وری انرژی صنایع ثانویه (بخش صنعت) است که علاوه بر بهبود کارایی انرژی باعث کاهش مصرف انرژی می‌گردد. شاخص پیچیدگی اقتصادی^۳ (ECI) که در سال ۲۰۰۷ توسط گروهی از اساتید و اقتصاددانان دانشگاه هاروارد و ماساچوست^۴ (MIT) به سرپرستی هیدالگو و هاسمن^۵ معرفی شد؛ وابستگی متقابل صنایع را در سیستم اقتصادی نشان می‌دهد (ننگو و تئودورو^۶، ۲۰۱۹). شاخص پیچیدگی اقتصادی با نوآوری فناوری به عنوان یک فرآیند مرتبط است که هزینه‌های تولید را کاهش می‌دهد و منجر به ظهور محصولات جدید می‌شود (فرهانی و سولارین^۷، ۲۰۱۷). به عبارت دیگر پیچیدگی اقتصادی به بررسی ساختار تولیدی نهفته در کالاها و خدماتی می‌پردازد که یک اقتصاد تولید می‌کند. این تعریف نشان می‌دهد که پیچیدگی اقتصادی

به عنوان یک عامل مهم در افزایش ثروت کشورها عمل می‌کند. در واقع، می‌توان گفت که تفاوت در سطح پیچیدگی اقتصادی، علت اصلی تفاوت در میزان رشد اقتصادی میان کشورها است (استوجکسکی و کوکارنو^۸، ۲۰۱۷). علاوه بر این منابع طبیعی به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل اقتصادی و اجتماعی در کشورهای مختلف، نقش بسیار حیاتی در توسعه و پیشرفت جوامع ایفا می‌کنند (دیومینا^۹، ۲۰۲۳). در ایران نیز؛ با توجه به برخورداری کشور از ذخایر غنی نفت، گاز، معادن و دیگر منابع معدنی، بررسی اثرات این منابع بر مصرف انرژی و نحوه مدیریت آن‌ها، به ویژه در زمینه‌های اقتصادی و زیست محیطی، اهمیت بالایی دارد (سلیمانی^{۱۰}، ۲۰۲۱). این مسئله به ویژه در شرایطی که تقاضای انرژی در حال افزایش است و نیاز به توسعه پایدار بیش از پیش احساس می‌شود، اهمیت بیشتری پیدا می‌کند؛ زیرا کشور با چالش‌های متعددی در زمینه مصرف انرژی مواجه است که از جمله می‌توان به افزایش بی‌رویه مصرف، عدم بهره‌وری مناسب در استفاده از منابع و همچنین تأثیرات منفی بر محیط‌زیست اشاره کرد (گودرزی و رکنی^{۱۱}، ۲۰۲۵). در این راستا، بررسی اثرات نامتقارن فراوانی منابع طبیعی بر مصرف انرژی در ساختار اقتصادی ایران به عنوان یک کشور در حال توسعه، ب یک موضوع تحقیقاتی مهم است که می‌تواند به درک بهتر از چالش‌ها و فرصت‌های موجود کمک کند. برای مثال، در کشورهایی که دارای منابع طبیعی فراوانی هستند، ممکن است الگوهای مصرف انرژی به گونه‌ای باشد که منجر به هدررفت منابع و عدم توجه به بهره‌وری انرژی شود (پودینه^{۱۲} و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه بر این، اثرات نامتقارن فراوانی منابع طبیعی بر مصرف انرژی می‌تواند به تبعات اقتصادی و اجتماعی نیز منجر شود. به عنوان مثال، در شرایطی که منابع طبیعی به راحتی در دسترس باشند، ممکن است انگیزه‌های لازم برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های نوین و بهره‌وری انرژی کاهش یابد (عمران^{۱۳} و همکاران، ۲۰۲۴؛ شاه^{۱۴} و

^۹ Stojkoski & Kocarev

^۱ Dyomina 0

^{۱۱} Solaymani

^{۱۲} Godarzi & Rokni

^۱ Poudineh 3

^۱ Imran 4

^۱ Shah 5

¹ Smal & Wiewrow

² <https://pep.moe.gov.ir/getattachment>

³ Hong

⁴ Economic Complexity

⁵ Massachusetts Institute of Technology (MIT)

⁶ Hidalgo & Hausmann

⁷ Neagu & Teodoru

⁸ Farhani & Solarin

همزمان اثرات کوتاه مدت و بلندمدت در چندک های مختلف درک دقیق تری از پویایی مصرف انرژی در اقتصاد ایران ارائه می کند. در ادامه مقاله به صورت زیر سازمان یافته است، بخش دوم به مبانی نظری و تشریح دیدگاه ها و نظریه های مرتبط اختصاص دارد. در بخش سوم، پیشینه پژوهش شامل مطالعات داخلی و خارجی بررسی می شود. بخش چهارم به روش تحقیق می پردازد. بخش پنجم به تحلیل یافته های تحقیق اختصاص دارد و نهایتاً در بخش ششم نتیجه گیری و پیشنهادهای سیاستی ارائه می شود.

۲. مبانی نظری

عوامل متعددی بر مصرف انرژی تأثیر می گذارند از جمله منابع طبیعی به عنوان یکی از اصلی ترین عوامل تولید و رشد اقتصادی، نقش مهمی در الگوی مصرف انرژی کشورها ایفا می کنند. در ادبیات موجود علاوه بر منابع طبیعی عوامل دیگری نیز مطرح شده اند که برخی از مهم ترین آنها شامل رشد اقتصادی، باز بودن تجاری، پیچیدگی اقتصادی و قیمت انرژی است که در ادامه با جزئیات بیشتری بحث می شوند.

نظریه مزیت نسبی، که نخستین بار توسط دیوید ریکاردو در سال ۱۸۱۷ مطرح شد، بیان می کند که کشورهایی که از منابع طبیعی غنی برخوردارند، به طور طبیعی تمایل بیشتری به توسعه صنایعی دارند که از انرژی زیادی استفاده می کنند، مانند پتروشیمی، فولاد و سیمان. این تمایل به افزایش تقاضای انرژی در بخش صنعت منجر می شود و در نتیجه، مصرف انرژی در این کشورها رشد می کند (کینز و ریکاردو، ۱۸۹۱).

از سوی دیگر، نظریه نفرین منابع به بررسی تأثیرات منفی وفور منابع طبیعی بر اقتصاد کشورها می پردازد. این نظریه، که توسط آوتی لار سال ۱۹۹۳ مطرح شد، نشان می دهد که وجود منابع طبیعی می تواند به سیاست های اقتصادی ناکارآمدی از جمله تخصیص یارانه های انرژی و قیمت گذاری پایین حامل های انرژی منجر شود. این سیاست ها، به نوبه خود، موجب کاهش

همکاران، ۲۰۲۲). این امر می تواند به عدم توسعه پایدار و به تبع آن، به مشکلات زیست محیطی و اقتصادی منجر شود. از طرف دیگر، از آنجا که کشورهای مختلف با سطوح متفاوتی از فراوانی منابع طبیعی مواجه هستند، تأثیر این منابع بر الگوهای مصرف انرژی می تواند به طور قابل توجهی متفاوت باشد (مومونی و مویمبا، ۲۰۲۲؛ عمران و همکاران، ۲۰۲۴؛ امین و همکاران، ۲۰۲۳). تحقیقات نشان می دهد که وجود منابع طبیعی فراوان می تواند به رشد اقتصادی و افزایش مصرف انرژی منجر شود، اما این اثرات ممکن است نامتقارن باشند. برای مثال، کشورهای غنی از منابع طبیعی ممکن است با چالش هایی نظیر "نفرین منابع" مواجه شوند که به عدم توسعه پایدار منجر می شود (دوغان و همکاران، ۲۰۲۰؛ کوی، ۲۰۱۶). در این راستا، مطالعات نشان می دهند که کیفیت مدیریت منابع طبیعی و سیاست های اقتصادی نقش بسزایی در تعیین الگوهای مصرف انرژی دارند (آکادیری و همکاران، ۲۰۲۴؛ بیلدیریچی و همکاران، ۲۰۲۳؛ حسین و همکاران، ۲۰۲۱). علاوه بر این، شواهدی وجود دارد که نشان می دهد کشورهای با منابع طبیعی فراوان ممکن است به سمت مصرف انرژی غیرمؤثر و وابستگی به سوخت های فسیلی سوق یابند، که این امر می تواند به پیامدهای زیست محیطی منفی منجر شود (اولانی و اودیامبو، ۲۰۲۴؛ فتوره چی و همکاران، ۲۰۲۲). در این راستا، تحقیق حاضر علاوه بر، اثرات نامتقارن فراوانی منابع طبیعی، با استفاده از داده های دوره ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۱ و روش خودرگرسیون با وقفه توزیعی چندقی، به بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی، رشد اقتصادی، باز بودن تجاری و قیمت نفت بر مصرف انرژی می پردازد. بنابراین پژوهش حاضر علاوه بر بکارگیری روش خودرگرسیون با وقفه توزیعی چندقی که امکان بررسی رفتار نامتقارن متغیرها در سطوح مختلف مصرف انرژی را فراهم می کند؛ در حالی که اغلب مطالعات پیشین مبتنی بر رویکردهای خطی بوده اند و استفاده از متغیر پیچیدگی اقتصادی به عنوان متغیری ساختاری در کنار فراوانی منابع طبیعی، با تحلیل

⁷ Husnain

⁸ Olaniyi & Odhiambo

⁹ Fatourehchi

¹ David Ricardo

¹ Keynes & Ricardo

¹ Auty

¹ Mumuni & Mwimba

² Amin

³ Dogan

⁴ Cui

⁵ Akadiri

⁶ Bildirici

انگیزه برای بهبود کارایی انرژی و افزایش مصرف بی‌رویه آن می‌شود (آوتی، ۱۹۹۳). بنابراین، «فر ضیه نفرین منابع» نشان می‌دهد که کشورهای غنی از منابع طبیعی ممکن است به دلیل وابستگی به درآمدهای ناشی از این منابع، با چالش‌هایی در بهره‌وری انرژی و مصرف بالا مواجه شوند (اسانوف^۱ و همکاران، ۲۰۰۶). این مسأله می‌تواند ناشی از چند عامل باشد، نخست، یارانه‌های انرژی که دولت‌های این کشورها به مصرف‌کنندگان و صنایع می‌دهند، باعث می‌شود انرژی به قیمت پایین‌تری در دسترس باشد و در نتیجه مصرف انرژی افزایش یابد. دوم، وفور منابع طبیعی ممکن است انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری در فناوری‌های انرژی کارا را کاهش دهد (وی^۲ و همکاران، ۲۰۲۰). علاوه بر این، درآمدهای ناشی از منابع طبیعی در کشورهای صادرکننده انرژی می‌تواند به تغییرات در الگوی مصرف منجر شود. افزایش درآمد ملی معمولاً تقاضا برای کالاها و خدماتی که انرژی بیشتری مصرف می‌کنند مانند خودروهای شخصی و صنایع انرژی‌بر را بالا می‌برد. همچنین، برخی کشورها به سمت توسعه صنایع وابسته به انرژی، مانند پتروشیمی و فولاد حرکت می‌کنند که خود موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود (پودینه^۳ و همکاران، ۲۰۲۱). نهایتاً، ساختار سیاسی و حکمرانی در این کشورها نیز نقش مهمی ایفا می‌کند. در اقتصادهای مبتنی بر منابع، تخصیص ناکارآمد منابع انرژی ممکن است به مصرف بی‌رویه منجر شود. به علاوه، ضعف در مقررات زیست‌محیطی و سیاست‌های نظارتی ضعیف، که غالباً در این کشورها وجود دارد، می‌تواند مانع از اجرای استانداردهای کارایی انرژی شود و پیامدهای منفی بر محیط‌زیست و اقتصاد این کشورها داشته باشد (بایومی و فرناندز^۴، ۲۰۱۹؛ مخمودوف و جون^۵، ۲۰۲۵). کشورهای وابسته به منابع طبیعی معمولاً دارای ساختار اقتصادی کمتر متنوع هستند و بیشتر بر صنایع انرژی‌بر تمرکز دارند. این تمرکز به افزایش شدت انرژی در اقتصاد منجر می‌شود (راس^۶، ۲۰۱۷).

مکانیسم‌های تأثیرگذاری منابع طبیعی بر مصرف انرژی شامل چندین بُعد می‌شود. اولین مکانیسم، مکانیسم قیمتی است که به یارانه‌های انرژی اشاره دارد. دولت‌های دارای درآمدهای نفتی، انرژی را با قیمت‌های پایین‌تری در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند. این قیمت‌های مصنوعی پایین می‌تواند سیگنال‌های بازار را مختل کرده و به مصرف بیش از حد منجر شود (هان^۷ و همکاران، ۲۰۲۳). مکانیسم سیاسی و حکمرانی نیز نقش مهمی ایفا می‌کند. دولت‌ها برای حفظ رضایت عمومی، ممکن است قیمت انرژی را پایین نگه دارند و این امر می‌تواند به مدیریت ناکارآمد منجر شود، به ویژه در کشورهایی که منابع طبیعی فراوانی دارند و مدیریت آنها ضعیف است (الفلیح^۸، ۲۰۲۴). در نهایت، مکانیسم فناوری و بهره‌وری به کمبود انگیزه برای نوآوری اشاره دارد. وفور منابع طبیعی معمولاً انگیزه برای توسعه فناوری‌های با مصرف کمتر انرژی را کاهش می‌دهد و اقتصادهای وابسته به منابع طبیعی به تدریج به سمت صنایع سنتی و پرمصرف متمایل می‌شوند، که این خود به افزایش مصرف انرژی دامن می‌زند (کریستل و برتین^۹، ۲۰۲۴؛ وانگشینگ و یانگ^{۱۰}، ۲۰۲۰). در حالی که وجود منابع طبیعی می‌تواند به افزایش مصرف انرژی منجر شود، این امر به ویژه زمانی که سوخت‌های فسیلی به عنوان منبع اصلی انرژی به کار می‌روند، با افزایش انتشار کربن نیز مرتبط است. از این رو، این تعامل نیازمند بررسی دقیق سیاست‌های انرژی و استراتژی‌های مدیریت منابع است. در کشورهایی که دارای منابع فراوانی هستند، به دلیل در دسترس بودن سوخت‌های فسیلی ارزان، مصرف انرژی معمولاً بالاست و این موضوع به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای منجر می‌شود (هوانگ و رن^{۱۱}، ۲۰۲۴؛ وانگ و اعظم^{۱۲}، ۲۰۲۴). در مقایسه، کشورهایی که منابع کمتری دارند، معمولاً شدت انرژی کمتری را نشان می‌دهند که این امر

⁷ Han

⁸ Alfalih

⁹ Christel & Bertin

¹ Wangsheng & Yang

¹ Huang & Ren

¹ Wang & Azam

0

1

2

¹ Esanov

² Wei

³ Poudineh

⁴ Bayomi & Fernandez

⁵ Makhmudov & Jeon

⁶ Ross

نشان دهنده تأثیر فراوانی منابع بر استفاده بهینه از انرژی است (سوئیل و بالوگون، ۲۰۱۵).

رابطه میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی به دلیل تنوع شرایط اقتصادی و اجتماعی در کشورهای مختلف، پیچیدگی خاصی دارد. اثرات مصرف انرژی، چه از نوع تجدیدپذیر و چه تجدیدناپذیر، بر روی رشد اقتصادی به شدت متفاوت است و این روابط علی بسته به مراحل توسعه کشورها می تواند به شکل های متفاوتی ظاهر شود (محمدی و همکاران، ۲۰۲۳؛ جیانگ و چن، ۲۰۲۳). مطالعاتی که به بررسی روابط علی یک طرفه پرداخته اند، نشان می دهند که در کشورهای در حال توسعه و اقتصادهای در حال گذار، مصرف انرژی به عنوان عاملی موثر بر رشد اقتصادی عمل می کند (تورمونخ، ۲۰۲۲). در مقابل، در کشورهای پیشرفته، چنین رابطه ای به وضوح مشاهده نمی شود. این یکپارچگی به ویژه در کشورهای کم درآمد بارز است و نشان می دهد که مصرف انرژی به طور مستقیم بر رشد اقتصادی تأثیر می گذارد (پراؤ و همکاران، ۲۰۲۴؛ اوچان و همکاران، ۲۰۲۴). بنابراین، تأثیر نرخ رشد اقتصادی بر مصرف انرژی یکی از موضوعات مهم در حوزه اقتصاد انرژی است. رشد اقتصادی معمولاً با افزایش فعالیت های صنعتی، حمل و نقل، و مصرف خانگی همراه است که به طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به افزایش تقاضا برای انرژی می شود. بر اساس مطالعات اخیر، رابطه مثبت و معناداری بین نرخ رشد اقتصادی و مصرف انرژی وجود دارد. به عنوان مثال، سادورسکی (۲۰۲۱) در مطالعه ای نشان داد که در کشورهای در حال توسعه، افزایش نرخ رشد اقتصادی به طور قابل توجهی منجر به افزایش مصرف انرژی می شود. این افزایش به دلیل گسترش بخش های صنعتی، افزایش تولید ناخالص داخلی و بهبود استانداردهای زندگی است که همگی به انرژی بیشتری نیاز دارند. در کشورهای توسعه یافته نیز، رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی ممکن است ضعیف تر باشد. به عنوان

مثال، مطالعه ای توسط وانگ و همکاران (۲۰۲۲)، نشان می دهد که در کشورهای توسعه یافته، افزایش کارایی انرژی و استفاده از فناوری های کارا تر باعث شده است که مصرف انرژی با سرعت کمتری نسبت به رشد اقتصادی افزایش یابد. این پدیده به عنوان جداسازی نسبی^۸ شناخته می شود. علاوه بر این، فناوری های جدید و بهبود بهره وری انرژی می توانند رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی را تعدیل کنند. به طوری که، سرمایه گذاری در فناوری های انرژی تجدیدپذیر و بهبود بهره وری انرژی می تواند باعث کاهش شدت انرژی شود، به این معنی که رشد اقتصادی لزوماً به افزایش متناسب مصرف انرژی منجر نمی شود (ژانگ و همکاران، ۲۰۲۳). افزون بر آن، سیاست های دولت نیز نقش مهمی در تعدیل رابطه بین رشد اقتصادی و مصرف انرژی ایفا می کنند. به عنوان مثال، پژوهش های اخیر آژانس بین المللی انرژی^۹ (۲۰۲۳)، نشان می دهد که سیاست های تشویقی برای استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و مالیات های زیست محیطی می تواند باعث کاهش مصرف انرژی در عین حفظ رشد اقتصادی شوند.

رابطه میان باز بودن تجاری و مصرف انرژی نیز تحت تأثیر عوامل متعددی از جمله رشد اقتصادی، تخریب محیط زیست و نوع انرژی مورد استفاده است. پژوهش ها نشان می دهند که در ابتدا، افزایش باز بودن تجاری ممکن است به افزایش مصرف انرژی تجدیدناپذیر منجر شود، اما در عین حال می تواند به تقویت استفاده از انرژی های تجدیدپذیر نیز منتهی شود، زیرا کشورهای مختلف به توسعه مزایای نسبی خود می پردازند (رحمان و همکاران، ۲۰۲۳؛ فرید و همکاران، ۲۰۲۱). تحلیل ها نشان می دهد که باز بودن تجاری در ابتدا تأثیر منفی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر دارد. اما با گذشت زمان و برقراری مزیت های نسبی، این ارتباط به سمت همبستگی مثبت تغییر می یابد. همچنین، بین باز بودن تجاری و مصرف انرژی تجدیدناپذیر نیز یک ارتباط مثبت قابل توجه وجود دارد، که این

⁸ Relative Decoupling

⁹ Energy Intensity

¹ Zhang 0

¹ IEA 1

¹ Rehman 2

¹ Fareed 3

¹ Soile & Balogun

² Jiang & Chen

³ Turmunkh

⁴ Perera

⁵ Uçan

⁶ Sadorsky

⁷ Wang

رابطه در سطوح بالاتر باز بودن تجاری ممکن است به سمت منفی تغییر کند (زنگ و یو، ۲۰۲۲؛ شین و اوزتورک، ۲۰۲۱). در حالی که باز بودن تجاری می‌تواند به رشد اقتصادی کمک کند، اما اگر به درستی مدیریت نشود، ممکن است منجر به مصرف انرژی بیشتر شود، که بر نیاز به شیوه‌های پایدار در استراتژی‌های صادرات تاکید دارد (السعیدی و ایلاجیب، ۲۰۱۸).

پیچیدگی اقتصادی که به تنوع و پیچیدگی ساختار ظرفیت‌های تولیدی کشورها اشاره دارد می‌تواند نقش مهمی در کاهش مصرف انرژی ایفا کند. در تبیین این رابطه، می‌توان به نظریه «فضای محصول» اشاره کرد که نخستین بار توسط هیدالگو و همکاران (۲۰۰۷) مطرح شد. این نظریه، ساختاری شبکه‌ای از نزدیکی و ارتباط میان کالاهای مبادله‌شده در اقتصاد جهانی ارائه می‌دهد و بر این اصل استوار است که جایگاه کشورها در این فضا، تعیین‌کننده توانمندی آن‌ها در حرکت به سمت تولید محصولات پیچیده‌تر در ساختار صنعتی است. کشورهایی که در مرکز فضای محصول قرار دارند، عمدتاً تولیدکننده کالاهای پیچیده‌تری هستند و از قابلیت بالاتری برای توسعه به سایر محصولات مرتبط برخوردارند. این امر زمینه‌ساز تنوع بخشی به ساختار تولیدی، توسعه فناوری‌های نوین و در نهایت، شکل‌گیری بخش‌های جدید اقتصادی می‌شود. در مقابل، کشورهایی که در حاشیه فضای محصول جای دارند و عمدتاً محصولات ساده و کم‌ارزش افزوده تولید می‌کنند، از توانایی محدودی برای ورود به فعالیت‌های پیچیده‌تر برخوردارند (جئونانکان و همکاران، ۲۰۲۴). بر همین اساس، پیچیدگی اقتصادی می‌تواند از طریق کانال‌هایی چون توسعه فناوری، ارتقاء بهره‌وری انرژی، کاهش هدررفت منابع و ترویج نوآوری در حوزه انرژی، منجر به کاهش مصرف انرژی شود. در واقع، اقتصادهای پیچیده‌تر به دلیل دسترسی به دانش فنی پیشرفته‌تر و توانایی بیشتر در سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های انرژی، قادرند فناوری‌های کارآمدتری را در تولید، توزیع و مصرف

انرژی به کار گیرند که پیامد آن کاهش نابرابری در دسترسی به انرژی و بهبود رفاه انرژی خانوارها خواهد بود. همچنین، همان‌گونه که فنگ^۷ و همکاران (۲۰۲۱) اشاره کرده‌اند، یکی دیگر از مبانی نظری حمایت‌کننده از این رابطه، «فرضیه رشد» است. این فرضیه بر آن است که عملکرد اقتصادی مطلوب، به‌طور مستقیم با کاهش مصرف انرژی همراه است. بر این اساس، پیچیدگی اقتصادی از طریق ارتقاء سطح درآمد، ایجاد فرصت‌های شغلی و بهبود سطح سرمایه‌گذاری در بخش انرژی، می‌تواند مسیر کاهش مصرف انرژی را هموار سازد.

رابطه بین قیمت نفت و مصرف انرژی یکی از موضوعات مهم در حوزه اقتصاد انرژی است. قیمت نفت به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع انرژی اولیه، تأثیرات گسترده‌ای بر الگوهای مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی دارد. قیمت نفت به طور مستقیم بر هزینه‌های انرژی تأثیر می‌گذارد. هنگامی که قیمت نفت افزایش می‌یابد، هزینه‌های تولید و حمل و نقل نیز افزایش می‌یابد، که این امر می‌تواند منجر به کاهش مصرف انرژی در کوتاه‌مدت شود. این رابطه در چارچوب نظریه تقاضای انرژی قابل توضیح است. بر اساس این نظریه، مصرف انرژی تابعی از قیمت انرژی و درآمد است. همیلتون^۸ (۱۹۸۳) در مطالعه‌ای، نشان می‌دهد که افزایش قیمت نفت باعث کاهش مصرف انرژی در کوتاه‌مدت می‌شود، زیرا مصرف‌کنندگان و بنگاه‌ها به دنبال کاهش هزینه‌ها هستند. به طور کلی افزایش قیمت نفت دو اثر اصلی شامل اثر جانشینی و اثر درآمدی^۹ دارد. در اثر جانشینی با افزایش قیمت نفت، مصرف‌کنندگان و بنگاه‌ها به دنبال جایگزینی نفت با منابع انرژی ارزان‌تر یا کاراتر (مانند گاز طبیعی، انرژی‌های تجدیدپذیر، یا فناوری‌های کم‌مصرف) هستند. این اثر می‌تواند به کاهش مصرف نفت و افزایش مصرف سایر منابع انرژی منجر شود. اما، در اثر درآمدی، افزایش قیمت نفت باعث کاهش درآمد قابل تصرف مصرف‌کنندگان و افزایش هزینه‌های تولید بنگاه‌ها می‌شود، که این امر می‌تواند به کاهش کلی مصرف انرژی

⁷ Fang

⁸ Growth Hypothesis

⁹ Hamilton

¹ Substitution Effect

¹ Income Effect

0

1

¹ Zeng & Yue

² Qin & Ozturk

³ Al-Saidi & Elagib

⁴ Product Space

⁵ Hidalgo

⁶ Djeunankan

منجر شود (گیتلی و هانتینگتون^۱، ۲۰۰۲). همچنین در بلندمدت، افزایش قیمت نفت می تواند باعث تغییرات ساختاری در اقتصاد شود. برای مثال، ممکن است سهم بخش های کم مصرف انرژی (مانند خدمات) در اقتصاد افزایش یابد، در حالی که سهم بخش های انرژی بر (مانند صنایع سنگین) کاهش پیدا کند. این تغییرات می توانند به کاهش مصرف انرژی کل منجر شوند (کیلان^۲، ۲۰۰۸). بنابراین، افزایش قیمت نفت می تواند باعث تغییرات بلندمدت در الگوهای مصرف انرژی شود.

۳. پیشینه پژوهش

بررسی ادبیات موضوع نشان می دهد که منابع طبیعی و مصرف انرژی دو مؤلفه ی جدایی ناپذیر در اقتصاد مدرن هستند، اما رویکرد پژوهشگران به این رابطه متفاوت است. در حالی که در بسیاری از مطالعات داخلی تمرکز اصلی بر تأثیر متغیرهای کلان نظیر رشد اقتصادی بر مصرف انرژی است، در مطالعات خارجی توجه بیشتری به نقش مستقیم و نامتقارن منابع طبیعی و رانت حاصل از آن معطوف شده است.

در مطالعات داخلی، محمدیان و اسماعیلی^۳ (۲۰۲۴) با استفاده از داده های دوره ۱۹۹۶ تا ۲۰۲۱ و بهره گیری از روش های حداقل مربعات معمولی پویا و حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده در یازده کشور عضو مجمع کشورهای صادرکننده گاز، نشان دادند که اگرچه حکمرانی خوب و رشد اقتصادی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر مؤثرند، اما شدت این تأثیر در انرژی های تجدیدناپذیر بیشتر است.

مجدزاده^۴ (۲۰۱۵) نیز با استفاده از روش میانگین گیری مدل بیزی و روش میانگین گیری حداقل مربعات در دوره ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۹، به این نتیجه رسید که رشد درآمد نفتی و تولید ناخالص داخلی غیرنفتی، بیشترین سهم را در افزایش تقاضای انرژی دارند.

وفائی و همکاران (۲۰۲۱) با استفاده از الگوی گشتاورهای تعمیم یافته برای دوره زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹، بیان داشتند که

عمق مالی از طریق تحریک رشد اقتصادی، منجر به افزایش مصرف انرژی می شود. مطالعات داخلی همچنین نشان داده اند که ساختار اقتصادی و قیمت انرژی نیز نقش تعیین کننده ای در الگوهای مصرف انرژی ایفا می کنند. قاسمی و سلطانی ذوقی^۵ (۲۰۲۲) در بررسی کشورهای در حال توسعه با استفاده از مدل رگرسیون آستانه ای و داده های دوره ۱۹۶۹ تا ۲۰۱۷ دریافتند که نرخ رشد شهرنشینی و صنعتی شدن، تأثیرات متفاوتی بر مصرف انرژی دارند. این موضوع در مطالعه اسدی و همکاران^۶ (۲۰۱۸) نیز مورد تأکید قرار گرفته است؛ آن ها با بهره گیری از رهیافت آزمون کرانه ها و مدل های خودرگرسیون با وقفه های توزیعی طی دوره ۱۹۷۰ تا ۲۰۱۶ نشان دادند که در بلند مدت، شهرنشینی و رشد اقتصادی تأثیر مثبت بر مصرف انرژی دارند، در حالی که قیمت نفت اثر منفی دارد.

شاه محمدی^۷ و همکاران (۲۰۲۲) در بررسی کشورهای عضو اوپک با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه های گسترده تابلویی طی دوره ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ دریافتند که قیمت انرژی های تجدیدناپذیر اثر منفی بر مصرف انرژی های تجدیدپذیر دارد، اما رشد جمعیت و توسعه مالی همچنان مصرف را بالا نگه می دارند.

بهمنی^۸ و همکاران (۲۰۲۴) نیز با استفاده از مدل خودرگرسیون انتقال ملایم لاجستیک فازی برای دوره ۱۳۶۹ تا ۱۳۹۸ نشان دادند که اثر قیمت حامل های انرژی و انتشار گاز دی اکسید کربن بر مصرف انرژی، غیرخطی است و در آستانه های قیمتی بالا، قیمت تأثیر بیشتری بر مصرف می گذارد.

افزون بر این، فروتن و همکاران (۲۰۲۲) نیز اثرات تغییر قیمت انرژی بر تقاضای آن در ده کوانتایل مجزا طی سال های ۹۶-۱۳۸۳ از طریق رگرسیون کوانتایل بررسی کرده اند، نتایج حاکی از آن است که، کمترین درصد کاهش مصرف انرژی خانگی در اثر افزایش یک درصدی قیمت آن، پس از جبران مصرف کننده، در کوانتایل کم مصرف دوم و بیشترین آن در کوانتایل پر مصرف هفتم اتفاق افتاده است.

⁷ Asadi

⁸ Shamohammadi

⁹ Bahmani

^{۱۰} Forootan

¹ Gately & Huntington

² Kilian

³ Mohamadian & Esmaeili

⁴ Majdzadeh

⁵ Vafaei

⁶ Ghasemi & Soltani-Zoghi

در مطالعه دیگر، نصیری اقدم^۱ (۲۰۲۳)، چالش‌ها و راهبردهای توسعه حمل بار در صنعت ریل ایران را از طریق فرایند مصاحبه عمیق با خبرگان و کارشناسان، منطبق بر نظریه داده بنیاد، استخراج کرد. مبتنی بر نتایج مصاحبه شونده‌ها برای هدفمند کردن یارانه سوخت پیشنهاد دادند که فارغ از قیمت سوخت رسمی در کشور، با قیمت واقعی، قیمت سوخت محاسبه و از شرکت‌های حمل و نقل ریلی دریافت شود. مبلغ مازاد به دست آمده در صندوقی تجمیع شود و به طور کامل و بر اساس میزان بهره‌وری به شرکت‌های ریلی تخصیص یابد.

لازم به ذکر است که، در کشورهای نفت‌خیز، به‌ویژه ایران، نفت نه تنها مهم‌ترین منبع انرژی بلکه یکی از مهم‌ترین محرک‌های رشد اقتصادی و تأمین مالی فعالیت‌های صنعتی به شمار می‌رود (مسعودی علوی و ندیری، ۲۰۲۴). نوسانات قیمت نفت می‌تواند از طریق تغییر در درآمدهای دولت، سرمایه‌گذاری صنعتی و سطح نااطمینانی اقتصادی، بر عملکرد بخش صنعت و الگوی مصرف انرژی اثرگذار باشد. از این رو، در بسیاری از مطالعات مرتبط با اقتصادهای نفت‌محور، قیمت نفت به عنوان شاخص قیمت انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله میرحسینی^۲ و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای تأثیر قیمت نفت خام بر شاخص تولیدات صنعتی برای ایران را با استفاده از داده‌های فصلی دوره زمانی ۱۳۹۹-۱۳۸۲ و مدل رگرسیون کوانتایل مبتنی بر مویک مورد پژوهش قرار داده‌اند. مطابق با نتایج این پژوهش، اثر قیمت نفت اوپک بر شاخص تولیدات صنعتی ایران، در چندک‌های اول، دوم و ششم، مثبت و معنادار است.

تقی‌نژادعمران^۳ و همکاران (۲۰۱۸) برای دوره زمانی ۱۹۸۰ تا ۲۰۱۷ به کمک روش خودرگرسیون برداری رابطه علیت گرنجری میان قیمت نفت، تورم، تولیدات صنعتی و رشد اقتصادی را برای ایران بررسی کردند. نتایج نشان می‌دهد که، رشد اقتصادی از قیمت نفت و تورم تأثیر می‌پذیرد، درحالی‌که تولیدات صنعتی علت رشد اقتصادی ایران در بازه زمانی مورد مطالعه نبوده است. رشد اقتصادی به تکانه مثبت قیمت نفت

واکنش مثبت نشان می‌دهد ولی با گذر زمان اثر آن کم‌رنگ می‌شود.

حیدری و بابایی‌بالدرلو^۴ (۲۰۱۳) عوامل انتقال دهنده نوسانات قیمت نفت خام به رشد بخش صنعت و معدن را با استفاده از مدل DCC طی دوره زمانی ۱۳۶۷:۱-۱۳۸۹:۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که برآیند اثرگذاری قیمت نفت خام از طریق متغیرهای مورد مطالعه بر رشد بخش صنعت و معدن مثبت است و با کنترل متغیرهای واردات واقعی، مخارج مصرفی واقعی دولت، تورم، نرخ ارز موثر واقعی و قیمت نفت، می‌توان از تغییرات قیمت نفت در جهت رشد هرچه بیشتر بخش صنعت بهره برد.

در رابطه با نقش منابع طبیعی و تجارت در مصرف انرژی، باقری^۵ (۲۰۲۴) با بهره‌گیری از روش‌های مارکوف سوییچینگ، حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده و یوهانسن برای دوره ۱۹۹۴ تا ۲۰۲۱، رابطه مثبت و معناداری میان تجارت و تولید ناخالص داخلی با مصرف انرژی در ایران را نتیجه گرفت. کواکوا^۶ و همکاران (۲۰۲۰) با استفاده از مدل STIRPAT در غنا برای دوره ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۳ نشان دادند که استخراج منابع طبیعی و شهرنشینی در کوتاه‌مدت مصرف انرژی را افزایش می‌دهند، هرچند باز بودن تجاری می‌تواند تا حدودی این مصرف را کاهش دهد.

آلتینوز و دوگان^۷ (۲۰۲۱) با استفاده از رگرسیون چندکی در ۸۲ کشور نشان دادند که فراوانی منابع طبیعی به طور قابل توجهی الگوهای مصرف انرژی را شکل می‌دهد و این اثر در سطوح مختلف تخریب محیط زیست متفاوت است. عمران^۸ و همکاران (۲۰۲۴) نیز در بررسی کشورهای بریکس (BRICS) در بازه زمانی ۱۹۹۱ تا ۲۰۲۲ با استفاده از روش خودرگرسیون برداری با وقفه‌های توزیعی اثبات کردند که فراوانی منابع طبیعی اثرات نامتقارن بر مصرف انرژی دارد و بهره‌برداری بیش از حد منابع می‌تواند منجر به شکست‌های اقتصادی شود.

⁶ Bagheri

⁷ Kwakwa

⁸ Altinoz & Dogan

⁹ Imran

^۱ Nassiri Aghdam

^۲ Masoudi Alavi & Nadiri

^۳ Mirhosseini

^۴ Taghinezhadomran

^۵ Heydari & Babae

صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی محاسبه شده است، ECI شاخص پیچیدگی اقتصادی از پایگاه اطلس اقتصادی دانشگاه هاروارد استخراج شده و بدون واحد است، NR فراوانی منابع طبیعی و برای اندازه گیری آن از سهم صادرات سوخت از صادرات کالایی به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی استفاده شده است و OILP نیز قیمت نفت که بر اساس قیمت جهانی نفت خام (دلار به ازای هر بشکه) اندازه گیری شده است. در معادله (۲) فرم اقتصادسنجی مدل (۱) ارائه شده است (تمام متغیرها تحقیق بجز نرخ رشد اقتصادی برای تحلیل تجربی به لگاریتم طبیعی تبدیل شده اند):

$$\begin{aligned} \ln TEN_t = & \beta_0 + \beta_1 GGD P_t + \beta_2 \ln OP_t \\ & + \beta_3 \ln ECI_t \\ & + \beta_4 \ln NR_t \\ & + \beta_5 \ln OILP_t \end{aligned} \quad (2)$$

برای برآورد مدل روش خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی^۵ به کار می رود که این روش یک تکنیک پیشرفته در زمینه اقتصادسنجی است که به تحلیل روابط دینامیک بین متغیرها می پردازد و در عین حال عدم تقارن های بالقوه را در چندک های مختلف مورد بررسی قرار می دهد (چین^۵ و همکاران، ۲۰۲۳). این روش به محققان اجازه می دهد تا تفاوت های موجود در روابط میان متغیرها را در سطوح مختلف تحلیل کنند. به کمک این ابزار، پژوهشگران قادر به کشف بینش های عمیق تری از رفتارهای غیرخطی و شدید متغیرها خواهند بود (شاهین و شاهین، ۲۰۲۳). این روش امکان بررسی روابط کوتاه مدت و بلندمدت بین متغیرها را نیز فراهم می آورد و به تحلیل پویایی هایی می پردازد که ممکن است در مدل های خطی سنتی نادیده گرفته شوند (وانگ و همکاران، ۲۰۲۲). همچنین در شناسایی عدم تقارن های موجود در روابط بین متغیرها در چندک های مختلف کاربرد دارد و می تواند به درک بهتر و جامع تری از رفتار متغیرها در شرایط مختلف کمک کند (چانگ^۶ و همکاران، ۲۰۲۱). در نهایت، این تکنیک به پژوهشگران این امکان را می دهد که به تحلیل های دقیق تری دست یابند و با استفاده از آن، شناخت بهتری از دینامیک های اقتصادی و اجتماعی به دست آورند.

برخی از پژوهش ها نیز به پیوند میان وضعیت منابع طبیعی و مصرف انرژی پرداخته اند. وانگ و اعظم^۱ (۲۰۲۴) با استفاده از روش GMM در کشورهای با انتشار بالا بین سال های ۱۹۷۱ تا ۲۰۲۰ و سان و یائو^۲ (۲۰۲۳) در بررسی چین از سال ۱۹۷۱ تا ۲۰۱۹، نشان دادند که کاهش مواد معدنی و کمبود منابع طبیعی با افزایش مصرف انرژی فسیلی مرتبط است، در حالی که پایداری منابع طبیعی می تواند این مصرف را کاهش دهد. این یافته ها تأکید می کند که مدیریت ناکارآمد منابع می تواند منجر به الگوهای ناپایدار مصرف انرژی شود.

به طور کلی مرور پیشینه مطالعات بیانگر این واقعیت است که اگرچه پژوهش های متعددی به بررسی عوامل مؤثر بر مصرف انرژی پرداخته اند، اما در ایران کمتر به طور مستقیم و ویژه به «تأثیر رانت منابع طبیعی» بر مصرف انرژی توجه شده است. اکثر مطالعات داخلی بر افزایش بهره وری، کاهش وابستگی به سوخت های فسیلی و اثر متغیرهای مالی و کلان تمرکز داشته اند. در مقابل، اگرچه مطالعات خارجی به ارتباط منابع و انرژی پرداخته اند، اما همچنان شکاف هایی در خصوص تحلیل های دقیق و نامتقارن در این زمینه وجود دارد. با توجه به نقش محوری مصرف انرژی در فرآیندهای اقتصادی، پژوهش حاضر با تمرکز بر تحلیل نامتقارن و در نظر گرفتن متغیرهای کنترلی، تلاش می کند این خلأ را پوشش دهد و راهکاری برای مدیریت بهینه منابع و مصرف انرژی ارائه دهد.

۴. روش شناسی پژوهش

۴-۱. روش پژوهش

مبتنی بر ادبیات نظری و به پیروی از نواز و همکاران (۲۰۲۳) تابع مصرف انرژی به صورت زیر تعریف شده است:

$$TEN_t = f(GGD P_t, OP_t, ECI_t, NR_t, OILP_t) \quad (1)$$

که در آن TEN مصرف انرژی بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام اندازه گیری شده است، GDP نرخ رشد اقتصادی به صورت درصد تغییرات تولید ناخالص داخلی در نظر گرفته شده است، OP باز بودن تجاری به صورت نسبت مجموع

⁵ Chien

⁶ Sahin & Sahin

⁷ Wang

⁸ Chang

¹ Wang & Azam

² Sun & Yao

³ Nowaz

⁴ Quantile Autoregressive Distributed Lag (QARDL)

ساخته می‌شود. در نتیجه با گسترش مدل قبلی، معادله خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی به صورت زیر خواهد بود:

$$Q_{TEN_t}(\tau|\mathcal{F}_{t-1}) = \alpha(\tau) + \sum_{j=1}^p \varphi_j(\tau) TEN_{t-j} + \sum_{j=0}^q \theta'_j(\tau) X_{t-1} + \mu_t(\tau) \quad (4)$$

که در آن μ_t به عنوان جمله خطا به صورت $TEN_t - Q_{TEN_t}(\tau|\mathcal{F}_{t-1})$ تعریف می‌شود (کیم و وایت، ۲۰۰۳). علاوه بر آن، در رابطه فوق $\tau \in (0,1)$ (بین صفر و یک) نشان‌دهنده چندکی یا کوانتایل می‌باشد. با پیروی از چو و همکاران (۲۰۱۵)، مدل خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:

$$Q_{TEN_t}(\tau|\mathcal{F}_{t-1}) = \alpha(\tau) + \sum_{j=1}^p \varphi_j(\tau) TEN_{t-j} + \sum_{j=0}^q Z'_t \pi_j(\tau) + X'_t \delta(\tau) + \mu_t(\tau) \quad (5)$$

در رابطه بالا، $Z'_t = \Delta X_t$ و $\pi_j(\tau) = \delta(\tau) = \sum_{i=j+1}^q \theta'_i(\tau)$ است. پارامترهای مدل (۵) از طریق حداقل سازی معادله (۶) محاسبه می‌شود.

$$\sum_t \rho_t(TEN_t - \alpha - \sum_{j=1}^p \varphi_j TEN_{t-j} + \sum_{j=0}^{q-1} Z'_t \pi_j + X'_t \delta) \quad (6)$$

بنابراین تابع $\rho_t(u)$ به شکل $\rho_t(u) = u(u < 0)$ تعریف می‌شود که به عنوان تابع چک برای برآورد نی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بر اساس خاصیت $E(\rho_t(\varepsilon_t(\tau))) = 0$ که در مطالعه کیم و وایت (۲۰۰۳) مطرح شده است، می‌توان معادله (۵) را به فرم تصحیح خطا به صورت زیر بازنویسی کرد:

روش خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی در مقایسه با مدل‌های سنتی مانند خودرگرسیون برداری با وقفه توزیعی، مزایای متعددی را در تحلیل روابط پیچیده داده‌ها ارائه می‌دهد. این روش به تحلیل روابط دینامیکی کمک کرده و امکان بررسی اثرات مختلف در کوانتیل‌های متفاوت متغیر وابسته را فراهم می‌آورد، که این ویژگی به‌ویژه در زمینه اقتصادی و مالی بسیار ارزشمند است. علاوه بر این، به دلیل عدم نیاز به پیش‌آزمون برای ریشه‌های واحد، می‌تواند بر روی مجموعه‌ای از متغیرها با دستورات ادغام مختلط $I(0)$ و $I(1)$ مورد استفاده قرار گیرد (اوکو و نکورو، ۲۰۱۶). این ویژگی، خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی را به گزینه‌ای مناسب برای تحلیل داده‌هایی تبدیل می‌کند که دارای ویژگی‌های متنوع هستند و ممکن است در روش‌های متداول نادیده گرفته شوند. همچنین، توانایی این روش در کار با اندازه‌های نمونه کوچک، از دیگر ویژگی‌های برجسته آن به شمار می‌آید. این قابلیت به‌ویژه زمانی که تحلیل‌های سنتی خودرگرسیون برداری با وقفه توزیعی با محدودیت‌هایی مواجه می‌شوند، اهمیت بالایی پیدا می‌کند و نشان‌دهنده کارایی بالای آن در شرایط مختلف است. این روش که توسط چو و همکاران (۲۰۱۵) و همچنین نواز و همکاران (۲۰۲۳) توسعه یافته است، امکان تحلیل اثرات نامتقارن منابع طبیعی را در دو بازه زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت و در چندک‌های مختلف متغیر وابسته فراهم می‌آورد.

بنابراین، مدل سنتی خودرگرسیون برداری با وقفه توزیعی را بر اساس متغیرهای پژوهش، می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$TEN_t = \alpha + \sum_{j=1}^p \varphi_j TEN_{t-j} + \sum_{j=0}^q \theta'_j X_{t-1} + \mu_t \quad (3)$$

که در آن X_{t-1} شامل تمام متغیرهای توضیحی $X_t = [GGDP_t, OP_t, ECI_t, NR_t, OILP_t]$ است و μ_t به عنوان جمله خطا به صورت $TEN_t - E[TEN_t|\mathcal{F}_{t-1}]$ تعریف می‌شود و با $\mathcal{F}_{t-1}$ با کوچکترین- σ توسط $\{GGDP_t, OP_t, ECI_t, NR_t, OILP_t, GGDP_{t-1}, OP_{t-1}, ECI_{t-1}, NR_{t-1}, OILP_{t-1}\}$

³ Kim & White

¹ Nkoro & Uko

² Cho

$$x_t = \alpha + \rho x_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \theta_j \Delta x_{t-i} + \varepsilon_t \quad (9)$$

و اگر

$$y_t = (1, x_{t-1}, \Delta x_{t-1}, \Delta x_{t-p+1})^T \quad (10)$$

که T نمایانگر ترانهاده یک بردار است، می توان معادل کوانتایل معادله (۱۰) را به صورت زیر نوشت:

$$Q_{x_t}(\tau | \mathcal{F}_{t-1}) = y_t^T \beta(\tau) \quad (11)$$

همچنین در معادله بالا اگر:

$$\beta(\tau) = ((\alpha(\tau), \rho(\tau), \theta_1(\tau), \theta_2(\tau), \dots, \theta_{p-1}(\tau))^T \quad (12)$$

باشد، با استفاده از نتایج خودرگرسیون کوانتایل ریشه واحد نامتقارن ارائه شده توسط کوئکر و شیانو (۲۰۰۴)، آماره آزمون زیر را تحت فرض صفر ریشه واحد می توان ساخت:

$$U_n(\tau) \Rightarrow U(\tau) = \frac{1}{f(F^{-1}(\tau))} \left[\int_0^1 C_x^2 \right]^{-1} \int_0^1 C_x dC_\varphi^\tau \quad (13)$$

که در آن $C_x(r)$ و $C_\varphi(r)$ توزیع های حدی مربوط به $n^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \varphi_\tau(\varepsilon_{t\tau})$ و $n^{-1/2} \sum_{t=1}^{[nr]} \Delta x_t$ هستند. توزیع های حدی متغیرها با استفاده از روش نمونه برداری مجدد به دست می آیند و آزمون های بوت استرپ برای فرض صفر آزمون های ریشه واحد بر اساس آماره آزمون کولموگروف-سمیرنوف زیر ساخته می شوند:

$$QKS_\alpha = \sup_{\tau \in T} |U_n(\tau)| \quad (14)$$

پس از برآورد مدل خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی، برای تحلیل رابطه علی بین مصرف انرژی و عوامل مؤثر بر آن، شامل فراوانی منابع طبیعی، رشد اقتصادی، قیمت نفت، باز بودن تجاری و پیچیدگی اقتصادی از آزمون علیت کوانتایل که توسط تروستر (۲۰۱۸) توسعه یافته است، استفاده می شود. این آزمون امکان مطالعه رابطه علی بین متغیرها در سطوح مختلف کوانتایل را فراهم می کند و به این ترتیب، تأثیرات علی موجود در توزیع متغیر وابسته را در مدل خودرگرسیونی برداری^۵ بهتر آشکار می سازد. به طور ویژه،

$$Q_{\Delta TEN_t}(\tau | \cdot) = \alpha(\tau) + \rho_t(TEN_{t-1} - X'_{t-1}\beta(\tau)) + \sum_{i=1}^{p-1} \gamma_i(\tau) \Delta TEN_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \delta_i(\tau) Z_{t-i} + \mu_t(\tau) \quad (7)$$

که در آن، $\delta_0(\tau) = \theta_0(\tau)$ ، $\rho_t = \sum_{j=1}^p \varphi_j(\tau)$ و برای $j = 1, 2, \dots, p-1$ ، $\gamma_j(\tau) = -\sum_{i=j+1}^p \varphi_j(\tau)$ و $\delta_i(\tau) = -\sum_{i=j+1}^p \theta'_j(\tau)$ است. در بلندمدت، پارامتر β با استفاده از اصل پلاگین^۶ به صورت زیر محاسبه می شود:

$$\beta(\tau) = \delta(\tau) \left(1 - \sum_{j=1}^p \varphi_j(\tau) \right)^{-1} \quad (8)$$

در معادله (۷)، برای اطمینان از پایداری مدل خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی، ضروری است که پارامتر ρ در ECM دارای مقدار منفی و معنادار باشد. در این معادله، عناصر β به بررسی تأثیرات بلندمدت منابع طبیعی، رشد اقتصادی، قیمت های نفت، باز بودن تجاری و پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی در ایران می پردازند. همچنین، پارامترهای γ و δ تأثیرات کوتاه مدت دوره i را بر مصرف انرژی در سطح کنونی اندازه گیری می کنند. عناصر δ نیز به ارزیابی تأثیرات هم زمان و گذشته این متغیرها بر مصرف انرژی در کوتاه مدت می پردازند.

قبل از برآورد مدل برای بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد کوانتایل استفاده می شود. این آزمون این امکان را می دهد تا روابط پیچیده موجود بین این متغیرها بهتر درک شود. علاوه بر این، به منظور استفاده از مدل های خودرگرسیون برداری با وقفه توزیعی، لازم است که متغیرهای مورد مطالعه حداقل در مرتبه $I(0)$ یا حداکثر در مرتبه $I(1)$ یکپارچه شوند، یا ترکیبی از هر دو باشند (شین و همکاران، ۲۰۱۴). برای این منظور، از آزمون ریشه واحد کوانتایل که توسط کوئکر و شیانو (۲۰۰۴) توسعه داده شده است، استفاده می شود. به صورت دقیق تر، ابتدا فرآیند آزمون دیکی-فولر^۷ تعمیم یافته زیر بررسی می شود.

⁵ bootstrap tests

⁶ Kolmogorov-Smirnov test

⁷ Troster

⁸ Vector Autoregression Model (VAR)

¹ Plug-in principle

² Shin

³ Koenker & Xiao

⁴ Augmented Dickey-Fuller (ADF)

$$Q_t \left\{ \frac{\Delta TEN_t}{\Delta TEN_{t-1}}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p}, \Delta Z_{t-1}, \dots, \Delta Z_{t-p} \right\} \quad (۱۹)$$

$$\neq Q_t \left\{ \frac{\Delta TEN_t}{\Delta TEN_{t-1}}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p} \right\}$$

که در آن:

\کوانتایل τ از ΔTEN_t است که به زمان t بستگی دارد و بین صفر و یک (0 < τ < 1) است. به طور مشابه، Z باعث نمی‌شود که مصرف انرژی در کوانتایل τ باشد اگر:

$$Q_t \left\{ \frac{\Delta Z_t}{\Delta TEN_{t-1}}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p}, \Delta Z_{t-1}, \dots, \Delta Z_{t-p} \right\} \quad (۲۰)$$

$$= Q_t \left\{ \Delta Z_t / \Delta Z_{t-1}, \Delta Z_{t-2}, \dots, \Delta Z_{t-p} \right\}$$

در حالی که Z باعث می‌شود که مصرف انرژی در کوانتایل τ باشد زمانی که:

$$Q_t \left\{ \frac{\Delta Z_t}{\Delta TEN_{t-1}}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p}, \Delta Z_{t-1}, \dots, \Delta Z_{t-p} \right\} \quad (۲۱)$$

$$\neq Q_t \left\{ \frac{\Delta Z_t}{\Delta Z_{t-1}}, \Delta Z_{t-2}, \dots, \Delta Z_{t-p} \right\}$$

آزمون علیت کوانتایل بین مصرف انرژی در ایران و سایر متغیرها با استفاده از روش آزمون مشابه انجام می‌شود.

پس از برآورد مدل، یک آزمون والد برای بررسی فرضیه صفر ثبات پارامترها در میان کوانتایل‌ها به کار می‌رود. نتایج این آزمون که از توزیع χ^2 تبعیت می‌کند، در صورت رد فرضیه صفر برای هر متغیر توضیحی نشان‌دهنده وجود عدم تقارن توزیعی است، به این معنا که مصرف انرژی به طور غیرمتقارن به تغییرات در این متغیر واکنش نشان می‌دهد. همچنین، پارامترهای تأخیری p و q در این مدل با استفاده از معیار اطلاعات شوارتز^۲ تعیین می‌شوند.

۴-۲. داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش شامل سری‌های زمانی سالانه اقتصاد ایران در دوره ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۱ است. برای انجام محاسبات و برآورد مدل‌ها، از نرم‌افزار استاتا^۳ (نسخه ۱۷) استفاده شده است. داده‌های مربوطه از بانک جهانی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و وبسایت اطلس دانشگاه هاروارد استخراج شده است. لازم به ذکر است که باتوجه به محدودیت های پژوهش از جمله عدم دسترسی به داده‌های شاخص قیمت انرژی از قیمت نفت به‌عنوان شاخص جایگزین استفاده شد. اگرچه این متغیر لزوماً منعکس‌کننده قیمت واقعی حامل‌های

شناسایی علیت بین مصرف انرژی و عامل تعیین‌کننده Z با توجه به برآورد مدل مدل خودرگرسیون برداری زیر صورت می‌گیرد.

$$\Delta TEN_t = \alpha_1 + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta TEN_{t-i} + \sum_{i=1}^p \gamma_i \Delta Z_{t-i} + u_{1t} \quad (۱۴)$$

$$\Delta Z_t = \alpha_2 + \sum_{i=1}^p \theta_i \Delta TEN_{t-i} + \sum_{i=1}^p \delta_i \Delta Z_{t-i} + u_{2t} \quad (۱۵)$$

آزمون علیت گرنجر استاندارد از Z به TEN به صورت تجربی با استفاده از فرضیه صفر و فرضیه جایگزین زیر آزمایش می‌شود:

$$\begin{cases} H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \dots = \gamma_p = 0 \\ \exists i / \gamma_i \neq 0 \end{cases} \quad (۱۶)$$

رد فرضیه صفر نشان‌دهنده وجود شواهدی از علیت میان متغیر Z و مصرف انرژی است. به همین ترتیب، عدم وجود علیت از مصرف انرژی به Z زمانی تأیید می‌شود که فرضیه صفر $\theta_1 = \theta_2 = \dots = \theta_p = 0$ قابل رد نباشد. تروستر (۲۰۱۸) روش آزمون علیت گرنجر خطی را به یک چارچوب کوانتایلی تو سعه داد و موضوع عدم علیت گرنجر را به صورت کوانتایل‌های شرطی در توزیع مدل‌سازی کرد تا امکان بررسی این موضوع فراهم شود که آیا متغیر Z در کوانتایل خاص τ باعث تغییر در مصرف انرژی می‌شود یا خیر. چنین تحلیلی کمک می‌کند تا ارتباط‌های پیچیده میان این دو متغیر در بخش‌های مختلف توزیع بهتر درک شود. می‌توان $\mathcal{F}_t$ را به صورت زیر نوشت (نواز و همکاران، ۲۰۲۳):

$$\mathcal{F}_t = \left\{ \frac{\Delta TEN_{t-1}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p}}{\Delta TEN_{t-p}, \Delta Z_{t-1}, \Delta Z_{t-2}, \dots, \Delta Z_{t-p}} \right\} \quad (۱۷)$$

و اگر:

$$Q_t \left\{ \frac{\Delta TEN_t}{\Delta TEN_{t-1}}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p}, \Delta Z_{t-1}, \dots, \Delta Z_{t-p} \right\} \quad (۱۸)$$

$$= Q_t \left\{ \frac{\Delta TEN_t}{\Delta TEN_{t-1}, \Delta TEN_{t-2}, \dots, \Delta TEN_{t-p}} \right\}$$

در مقابل، گفته می‌شود که Z باعث می‌شود که مصرف انرژی در ایران در کوانتایل τ باشد در صورتی که فرضیه صفر رد شود.

³ Stata

¹ Wald test

² Schwarz Information Criterion

پیروی از میرحسینی و همکاران (۲۰۲۴)، تقی‌نژادعمران و همکاران (۲۰۱۸) و حیدری و بابایی‌الدلولو (۲۰۱۳) از قیمت نفت به عنوان شاخص قیمت انرژی استفاده شد. به منظور ارائه درک بهتر از ویژگی های داده ها در جدول (۱) توصیف آماری متغیرهای پژوهش ارائه شده است.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرهای تحقیق

متغیر	TEN	OilP	NR	GGDP	ECI	OP
میانگین	۱۱۰۷/۱	۵۴/۲	۷۰/۰	۳/۲۷	-۰/۵۴	۴۵/۷
میانه	۱۸۶/۸	۵۱/۹	۷۰/۹	۳/۲۶	-۰/۶۳	۴۵/۹
ماکزیمم	۳۳۸۷/۹	۹۷/۹	۸۸/۸	۸/۸۱	-۰/۱۲	۶۵/۰
مینیمم	۱۵۰۱۳/۵	۲۷/۱۴۲/۴	۲۹/۱	-۳/۰	-۰/۹۶	۲۹/۲
انحراف معیار	۱۳۹۸	۲۷/۲	۱۵/۷	۳/۲۷	۰/۲۹	۸/۴۶
چولگی	۰/۸۰۷	۰/۲۴	-۱/۰	-۰/۱	۰/۱۷	۰/۰۵
کشیدگی	۱/۶۸۹	۱/۸۰	۳/۵۷	۲/۵۰	۱/۶۱	۲/۸۴

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول آمار توصیفی، از طریق شاخص‌های مرکزی و پراکندگی متغیرهای پژوهش شامل میانگین، میانه، حداکثر، حداقل، انحراف معیار، چولگی و کشیدگی تصویری کلی از وضعیت توزیع داده‌ها و میزان پراکندگی متغیرها ارائه می‌کند. نتایج آمار توصیفی نشان می‌دهد که داده‌های پژوهش از کیفیت آماری مناسبی برخوردار هستند به طوری که مقادیر چولگی اغلب متغیرها نزدیک به صفر بوده و بیانگر تقارن نسبی توزیع داده‌ها است. همچنین مقادیر کشیدگی در محدوده قابل قبول قرار دارد که نشان‌دهنده نزدیکی توزیع متغیرها به توزیع نرمال است. علاوه بر این، پراکندگی مناسب داده‌ها در متغیرهای مختلف نشان می‌دهد که داده‌های پژوهش از تنوع کافی برخوردارند و برای انجام تحلیل‌های اقتصادسنجی و رگرسیونی مناسب است.

۵. یافته‌ها

در پژوهش‌های اقتصادی، به طور معمول فرض بر این است که سری‌های زمانی دارای ویژگی مانایی هستند. در صورتی که این ویژگی وجود نداشته باشد، اعتبار آزمون‌های آماری مانند

آزمون‌های F و t مورد تردید قرار می‌گیرد. نامانایی متغیرهای سری زمانی ممکن است منجر به وقوع پدیده‌ای به نام رگرسیون کاذب شود که در آن ضریب تعیین (R^2) به طور غیرواقعی بالا به نظر می‌رسد. از این رو، پیش از اقدام به برآورد مدل‌های اقتصادسنجی، لازم است که وضعیت مانایی یا نامانایی متغیرهای مورد بررسی به دقت مورد ارزیابی قرار گیرد. برای این منظور از آزمون ریشه واحد کوانتایل^۱ کوئنکر و شیاو^۲ (۲۰۰۴) استفاده شده است. مقادیر p بوت‌استرپ شده آزمون ریشه واحد کوانتایل در جدول (۲) ارائه شده است که بر اساس آن فرضیه صفر ریشه واحد برای مصرف انرژی در کوانتایل‌های پایین و بالا (از اول تا سوم و نهم) با سطح اطمینان ۱٪ و ۵٪ رد می‌شود. همین فرضیه در مورد رشد اقتصادی نیز در کوانتایل‌های پایین (اول تا سوم) رد شده است. در تحلیل باز بودن تجاری مشاهده می‌شود که این متغیر در کوانتایل‌های پنجم تا نهم مانا است، علاوه بر آن، فراوانی منابع طبیعی در کوانتایل اول تا سوم و هشتم مانا است. از سوی دیگر، قیمت نفت در تمام کوانتایل‌ها ناماناست است، زیرا آزمون ریشه واحد کوانتایل قادر به رد فرضیه صفر در هیچ یک از کوانتایل‌ها نبوده است. همچنین، آزمون کولموگروف-

² Koenker & Xiao

¹ Quantile unit root test

نمی‌باشند. این یافته‌ها در مجموع نشان می‌دهند که شرایط لازم برای استفاده از مدل خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی فراهم است. بنابراین نتایج برآورد الگوی خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه‌های توزیعی که به بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت در چندک‌های مختلف متغیر وابسته می‌پردازد، در جدول (۳) ارائه شده است.

اسمیرنوف^۱ نشان می‌دهد که پیچیدگی اقتصادی در کوانتایل‌های بالا (از ششم تا نهم) ماناست، اما در سایر کوانتایل‌ها نامانا باقی می‌ماند. به طور کلی، دو نکته کلیدی از نتایج آزمون ریشه واحد کوئنکر و شیانو (۲۰۰۴) حاصل شده است، نخست اینکه نتایج آزمون ریشه واحد کوانتایل تأییدکننده وجود ترکیبی از متغیرهای $I(0)$ و $I(1)$ هستند و دوم اینکه هیچ یک از متغیرها دارای مرتبه‌ای بالاتر از ۱ یکپارچگی

جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد با استفاده از آزمون کوئنکر و شیانو (۲۰۰۴)

چندک									
متغیر	۰/۱	۰/۲	۰/۳	۰/۴	۰/۵	۰/۶	۰/۷	۰/۸	۰/۹
LTEN	-۰/۰۳۴	-۰/۰۱۹	-۰/۰۳۷	-۰/۰۷۱۱	-۰/۳۸۱	-۰/۴۲۳	-۰/۸۰۳	-۰/۳۰۳	-۰/۰۱۲
GGDP	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۲	-۰/۰۲۶	۱/۰۰۰	-۰/۵۸۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۱۰۲	-۰/۸۹۴
LOP	-۰/۳۹۴	-۰/۴۷۵	-۰/۶۲۵	-۰/۲۵۴	-۰/۰۱۵	-۰/۰۰۹	-۰/۰۴۲	-۰/۰۲۹	-۰/۰۳۸
LECI	-۰/۹۸۲	-۰/۸۷۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	-۰/۰۴۸	-۰/۰۰۸	-۰/۰۱۶	-۰/۰۳۹
NR	-۰/۰۰۰	-۰/۰۰۴	-۰/۰۲۹	-۰/۰۶۰۶	۱/۰۰۰	-۰/۹۴۸	-۰/۵۲۴	-۰/۰۲۸	-۰/۸۱۸
LOILP	-۰/۶۲۴	-۰/۲۴۵	۱/۰۰۰	-۰/۳۸۵	-۰/۸۵۷	-۰/۴۵۸	-۰/۶۲۵	-۰/۷۵۱	-۰/۵۲۷

ماخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. نتایج برآورد الگوی خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی برای مصرف انرژی

ECM	ضرایب بلندمدت						ضرایب کوتاه‌مدت						چندک
ρ	$\beta_{TEN}(\tau)$	$\beta_{GGDP}(\tau)$	$\beta_{OP}(\tau)$	$\beta_{ECI}(\tau)$	$\beta_{NR}(\tau)$	$\beta_{OILP}(\tau)$	$\theta_0(\tau)$	$\theta_1(\tau)$	$\gamma_0(\tau)$	$\delta_0(\tau)$	$\varphi_0(\tau)$	$\omega_0(\tau)$	
-۰/۴۳۷ (-۰/۰۰۲)	-۰/۰۰۱ (-۰/۴۴۰)	-۰/۰۶۲ (-۰/۶۴۰)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۱۸)	-۰/۰۵۸ (-۰/۰۰۲)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۰۴۰)	-۰/۰۰۰۷ (-۰/۸۴۹)	-۰/۰۰۹ (-۰/۱۶۵)	-۰/۰۰۰ (-۰/۰۱۷)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۱۰)	-۰/۰۵۹ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۶ (-۰/۰۵۹)	-۰/۰۰۰۱ (-۰/۹۹۱)	-۰/۱
-۰/۳۱۲ (-۰/۰۱۹)	-۰/۰۰۵ (۰/۲۹)	-۰/۰۸۱ (-۰/۰۰۱)	-۰/۰۰۲ (-۰/۰۲۰)	-۰/۰۵۵ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۲۱۱)	-۰/۰۰۷ (-۰/۴۰۷)	-۰/۰۱۰ (-۰/۰۵۴)	-۰/۰۰۹ (-۰/۰۰۲)	-۰/۰۰۰۹ (-۰/۰۲۲)	-۰/۰۵۵ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۷ (-۰/۰۸۴)	-۰/۰۰۴ (-۰/۶۲۸)	-۰/۲
-۰/۳۵۰ (-۰/۰۳۸)	-۰/۰۱۱ (-۰/۰۲۵)	-۰/۰۷۹ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۱۱۷)	-۰/۰۵۱ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۵ (-۰/۰۰۹)	-۰/۰۰۵ (-۰/۵۷۸)	-۰/۰۰۶ (-۰/۴۵۱)	-۰/۰۰۶ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۳۴)	-۰/۰۵۱ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۵ (-۰/۰۳۷)	-۰/۰۰۰۷ (-۰/۶۸۱)	-۰/۳
-۰/۴۳۱ (-۰/۰۲۴)	-۰/۰۰۸ (-۰/۱۷۵)	-۰/۰۷۵ (-۰/۰۰۳)	-۰/۰۰۰۵ (-۰/۳۰۳)	-۰/۰۵۰ (-۰/۰۰۲)	-۰/۰۰۰۶ (-۰/۰۵۲)	-۰/۰۰۵ (-۰/۷۰۲)	-۰/۰۰۱ (-۰/۷۱۳)	-۰/۰۶۶ (-۰/۰۶۲)	-۰/۰۰۰۹ (-۰/۰۱۷)	-۰/۰۶۶ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۶ (-۰/۰۱۹)	-۰/۰۱۰ (-۰/۳۲۱)	-۰/۴
-۰/۳۴۳ (-۰/۰۱۵)	-۰/۰۰۶ (-۰/۱۸۸)	-۰/۰۹۳ (-۰/۰۰۶)	-۰/۰۰۰۶ (-۰/۲۲۳)	-۰/۰۵۳ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۱۷۱)	-۰/۰۰۷ (-۰/۵۷۰)	-۰/۰۰۲ (-۰/۴۳۵)	-۰/۰۸۲ (-۰/۰۵۲)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۴۶ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۲ (-۰/۳۵۳)	-۰/۰۱۶ (-۰/۱۳۷)	-۰/۵
-۰/۴۶۳ (-۰/۰۲۸)	-۰/۰۰۵ (-۰/۲۱۱)	-۰/۰۷۹ (-۰/۰۰۳)	-۰/۰۰۰۵ (-۰/۱۶۶)	-۰/۰۵۶ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۵ (-۰/۱۲۷)	-۰/۰۰۱ (-۰/۹۱۷)	-۰/۰۰۳ (-۰/۴۳۸)	-۰/۰۵۲ (-۰/۱۶۵)	-۰/۰۰۲ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۵۱ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۰۶۵)	-۰/۰۱۵ (-۰/۱۵۱)	-۰/۶
-۰/۳۸۱ (-۰/۰۱۷)	-۰/۰۰۶ (-۰/۲۱۳)	-۰/۱۰۶ (-۰/۰۴۷)	-۰/۰۰۰۷ (-۰/۰۵۹)	-۰/۰۵۴ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۲ (-۰/۵۱۶)	-۰/۰۰۵ (-۰/۶۹۵)	-۰/۰۰۱ (-۰/۴۹۲)	-۰/۰۴۹ (-۰/۱۸۳)	-۰/۰۰۲ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۴۹ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۰۴۸)	-۰/۰۱۶ (-۰/۰۷۰)	-۰/۷
-۰/۳۵۶ (-۰/۰۳۱)	-۰/۰۰۳ (-۰/۳۳۶)	-۰/۰۶۶ (-۰/۵۱۸)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۲۰)	-۰/۰۵۸ (-۰/۰۰۱)	-۰/۰۰۰۳ (-۰/۴۰۶)	-۰/۰۰۵ (-۰/۶۲۸)	-۰/۰۰۰۹ (-۰/۶۹۵)	-۰/۰۴۳ (-۰/۳۱۳)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۵۱ (-۰/۰۰۱)	-۰/۰۰۰۳ (-۰/۲۵۷)	-۰/۰۱۳ (-۰/۱۳۸)	-۰/۸
-۰/۳۷۷ (-۰/۰۳۷)	-۰/۰۰۵ (-۰/۱۲۰)	-۰/۱۱۰ (-۰/۲۱۷)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۱۹)	-۰/۰۵۴ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۲۹ (-۰/۹۴۹)	-۰/۰۰۴ (-۰/۶۸۸)	-۰/۰۰۲ (-۰/۳۶۸)	-۰/۰۲۷ (-۰/۳۸۱)	-۰/۰۰۱ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۵۴ (-۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰۴ (-۰/۰۴۸)	-۰/۰۱۲ (-۰/۱۸۳)	-۰/۹

ماخذ: یافته‌های تحقیق

معمول معنی‌دار است به این معنا که سرعت تعدیل به سمت مقدار تعادلی و بلندمدت مناسب است. نتایج برآورد مدل

نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که پارامتر سرعت تعدیل ρ در چندک‌های پایین و چندک‌های بالا با علامت منفی و در سطوح

¹ Kolmogorov-Smirnov test

انتقال فناوری، افزایش کارایی، نوآوری، تغییر ساختار اقتصادی و دسترسی به منابع انرژی ارزان تر، به کاهش شدت انرژی کمک می کند. به این صورت که باز بودن تجاری به کشورها اجازه می دهد تا در تولید کالاهایی که مزیت نسبی دارند، تخصص گرایی کنند. این تخصص گرایی باعث افزایش کارایی تولید و کاهش اتلاف انرژی می شود. علاوه بر آن، باز بودن تجاری معمولاً باعث انتقال فناوری های پیشرده از کشورهای توسعه یافته به کشورهای در حال توسعه می شود. این فناوری ها اغلب شامل تجهیزات و فرآیندهای تولیدی هستند که بهره‌وری انرژی بالاتری دارند. برای مثال، واردات ماشین آلات صنعتی با مصرف انرژی کمتر یا فناوری های مرتبط با انرژی های تجدیدپذیر می تواند به کاهش شدت انرژی کمک کنند. این یافته با نتایج تحقیقات آلتینوز و دوگان (۲۰۲۱)، سان و یائو (۲۰۲۳) و باقری (۲۰۲۴) همسویی دارد.

برای پیچیدگی اقتصادی یافته های پژوهش نشان می دهد که در کوتاه مدت این متغیر اثر مثبت و معنادار بر مصرف انرژی دارد. پیچیدگی اقتصادی از طریق افزایش بهره‌وری انرژی، تولید محصولات کم مصرف، نوآوری در فناوری های سبز، تغییر ساختار اقتصادی و کاهش وابستگی به انرژی های فسیلی، به کاهش شدت انرژی کمک می کند، با این حال، در مراحل اولیه توسعه پیچیدگی اقتصادی، ممکن است افزایش موقتی در مصرف انرژی مشاهده شود. کشورهایی با سطح بالای پیچیدگی اقتصادی معمولاً از فناوری های پیشرفته و کاراتر استفاده می کنند که این فناوری ها بهره‌وری انرژی را افزایش می دهند که با نتایج پژوهش های وانگ و اعظم (۲۰۲۴)، سان و یائو (۲۰۲۳) و آلتینوز و دوگان (۲۰۲۱) مطابقت دارد.

در کوتاه مدت، بین قیمت نفت و مصرف انرژی هم در چندک های پایینی و هم در چندک های بالایی در سطح ۵ درصدی رابطه منفی (بجز چندک اول و دوم) وجود دارد اما معنادار نیست. بنابراین در کوتاه مدت بین قیمت نفت و مصرف انرژی رابطه معناداری وجود ندارد که می توان آن را تا حدودی ناشی از تفاوت میان قیمت جهانی نفت و ساختار قیمت گذاری داخلی حامل های انرژی در ایران دانست. در اقتصاد ایران، بارانه های انرژی و مداخلات قیمتی دولت موجب می شود

کوتاه مدت نشان می دهد بین فراوانی منابع طبیعی و مصرف انرژی در سطح معناداری ۵ درصدی در چندک های بالایی (نهم و هفتم) و چندک های پایینی (سوم و چهارم) رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. همان طور که هوا ننگ و رن (۲۰۲۴) و وانگ و اعظم (۲۰۲۴) نیز نشان دادند وجود منابع طبیعی می تواند به افزایش مصرف انرژی منجر شود، این امر به ویژه زمانی که سوخت های فسیلی به عنوان منبع اصلی انرژی به کار می روند، با افزایش انتشار کربن نیز مرتبط است. همچنین، در کشورهایی که دارای منابع فراوانی هستند، به دلیل در دسترس بودن سوخت های فسیلی ارزان، مصرف انرژی معمولاً بالاست. بنابراین، با نتایج مطالعات آلتینوز و دوگان (۲۰۲۱) و کواکوا (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

نتایج برآورد رابطه کوتاه مدت نرخ رشد اقتصادی و مصرف انرژی نشان می دهد که نرخ رشد اقتصادی، در چندک های پایین اثر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی دارد که در تفسیر آن می توان اظهار داشت که رشد اقتصادی معمولاً با افزایش فعالیت های صنعتی، حمل و نقل و مصرف خانگی همراه است که به طور مستقیم و غیرمستقیم منجر به افزایش تقاضا برای انرژی می شود. رشد اقتصادی معمولاً با افزایش مصرف انرژی همراه است، فناوری های جدید، بهبود بهره‌وری انرژی و سیاست های دولتی می توانند این رابطه را تعدیل کنند. برای دستیابی به توسعه پایدار، لازم است کشورها به سمت استفاده از انرژی های تجدیدپذیر و بهبود کارایی انرژی حرکت کنند. این یافته با نتایج مطالعات عمران و همکاران (۲۰۲۴)، کواکوا (۲۰۲۰)، صادق و همکاران (۲۰۲۳)، چن و همکاران (۲۰۲۱)، بیدار اجیرلو^۱ (۲۰۱۴)، مجدزاده (۲۰۱۵)، اسدی و همکاران (۲۰۱۸)، شاه محمدی و همکاران (۲۰۲۲) و باقری (۲۰۲۴) مطابقت دارد.

در کوتاه مدت بین باز بودن تجاری و مصرف انرژی هم در چندک های پایینی و هم در چندک های بالایی در سطح ۵ درصدی رابطه مثبت و معنادار وجود دارد. به طوری که با افزایش یک درصدی باز بودن تجاری در چندک نهم، میزان مصرف انرژی به اندازه ۰/۰۰۱ افزایش می یابد. باز بودن تجاری به طور کلی تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی دارد، زیرا از طریق

^۱ Bidar Ajirloo

وجود ندارد. این عدم همسویی در نتایج را می‌توان این طور توجیه کرد که در اقتصاد ایران قیمت نفت لزوماً بیانگر ساختار واقعی قیمت حامل‌های انرژی مصرفی نیست و قیمت حامل‌های انرژی تحت تأثیر سیاست‌های حمایتی، یارانه‌های انرژی و مداخلات دولتی قرار دارد و غالباً به صورت دستوری تعیین می‌شود؛ از این رو، ممکن است تغییرات قیمت جهانی نفت به صورت کامل به قیمت انرژی مصرفی منتقل نشود.

نتایج آزمون والد برای بررسی ثبات پارامترها در کوانتایل‌ها که در جدول (۴) ارائه شده است، نشان می‌دهد که پارامتر سرعت تعدیل وابستگی قابل توجهی به کوانتایل‌ها دارد. دلیل این امر، رد شدن فرضیه صفر مبنی بر ثبات این پارامتر در کوانتایل‌های مختلف است. در کوتاه‌مدت، آزمون والد فرضیه صفر درباره ثبات پارامترها را برای تأثیرات همزمان مرتبط با باز بودن تجاری، پیچیدگی اقتصادی و قیمت‌های نفت رد می‌کند. اما برای تغییرات پیشین مصرف انرژی، تأثیرات همزمان و تأخیر یک دوره‌ای فراوانی منابع طبیعی و رشد اقتصادی؛ این فرضیه رد نمی‌شود. در بلندمدت نیز، این آزمون فرضیه ثبات پارامترها را برای باز بودن تجاری، فراوانی منابع طبیعی، رشد اقتصادی، قیمت‌های نفت و پیچیدگی اقتصادی، خطی بودن روابط مربوطه را رد نمی‌کند. به طور کلی، نتایج نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت تغییرات گذشته مصرف انرژی، فراوانی منابع طبیعی و رشد اقتصادی تأثیری وابسته به کوانتایل‌ها بر مصرف انرژی کنونی در ایران دارند.

تغییرات قیمت جهانی نفت به صورت کامل به قیمت انرژی مصرفی صنایع منتقل نشود.

نتایج برآورد بلندمدت نشان می‌دهد با افزایش یک درصدی نرخ رشد اقتصادی، میزان مصرف انرژی به طور متفاوتی در هر یک از چندک‌ها بالایی (بجز هشتم و نهم) و چندک‌های پایینی (بجز چندک اول) افزایش می‌یابد. به طوری که با افزایش یک درصدی نرخ رشد اقتصادی در چندک هفتم، میزان متغیر وابسته به اندازه ۱۰/۶ درصد افزایش می‌یابد که این یافته با مطالعات عمران و همکاران (۲۰۲۴) و کواکوا (۲۰۲۰) همسویی دارد.

در بلندمدت، باز بودن تجاری در چندک‌های پایینی (اول و دوم) و چندک‌های بالایی (هشتم و نهم) موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود. اما در سایر چندک‌ها این متغیر بر متغیر وابسته در سطح معناداری ۵ درصدی هیچ رابطه معناداری مشاهده نشد. این یافته با مطالعات آلتینوز و دوگان (۲۰۲۱)، سان و یائو (۲۰۲۳) و باقری (۲۰۲۴) همسویی دارد.

شاخص پیچیدگی اقتصادی در بلندمدت بر مصرف انرژی هم در چندک‌های پایینی و هم در چندک‌های بالایی تأثیر مثبت و معناداری دارد. به طوری که با افزایش یک درصدی شاخص پیچیدگی اقتصادی در هر یک از چندک‌ها، به طور متفاوتی موجب افزایش مصرف انرژی می‌شود که با نتایج پژوهش‌های وانگ و اعظم (۲۰۲۴)، سان و یائو (۲۰۲۳) و آلتینوز و دوگان (۲۰۲۱) مطابقت دارد.

مطابق نتایج بلندمدت، بین متغیر فراوانی منابع طبیعی و مصرف انرژی در چندک‌های پایینی (اول و سوم) رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. به عنوان مثال، با افزایش یک درصدی فراوانی منابع طبیعی، مصرف انرژی در چندک نهم به اندازه ۰/۰۲۹ افزایش می‌یابد که با نتایج مطالعات آلتینوز و دوگان (۲۰۲۱) و کواکوا (۲۰۲۰) مطابقت دارد.

در بلندمدت، افزایش قیمت نفت می‌تواند باعث تغییرات ساختاری در اقتصاد شود. برای مثال، ممکن است سهم بخش‌های کم مصرف انرژی (مانند خدمات) در اقتصاد افزایش یابد، در حالی که سهم بخش‌های انرژی‌بر (مانند صنایع سنگین) کاهش پیدا کند. این تغییرات می‌توانند به کاهش مصرف انرژی منجر شوند. اما نتایج پژوهش نشان داد که بین قیمت نفت و مصرف انرژی در بلندمدت نیز رابطه معناداری

جدول ۴. نتایج آزمون والد

ρ	$\beta_{TEN}(\tau)$	$\beta_{GGDP}(\tau)$	$\beta_{OP}(\tau)$	$\beta_{ECI}(\tau)$	$\beta_{NR}(\tau)$	$\beta_{OILP}(\tau)$	
۷/۱۶۴ (۰/۰۱۹)	۱۱/۸۸۲ (۰/۶۷۶)	۱۲/۱۹۶ (۰/۵۹۶)	۱۴/۸۱۵ (۰/۸۴۲)	۲۲/۲۶۱ (۰/۷۶۲)	۰/۴۱۳ (۰/۰۸۱)	۱۱/۱۲۸ (۰/۳۲۵)	آزمون والد (احتمال)
	$\theta_0(\tau)$	$\theta_1(\tau)$	$\gamma_0(\tau)$	$\delta_0(\tau)$	$\varphi_0(\tau)$	$\omega_0(\tau)$	
	۲۳/۱۰۲ (۰/۴۲۳)	۱۰/۴۹۰ (۰/۷۵۳)	۱۹/۵۶۹ (۰/۰۱۵)	۱۵/۲۵۶ (۰/۰۱۸)	۱۲/۴۸۹ (۰/۹۵۱)	۲۱/۴۵۷ (۰/۰۰۲)	آزمون والد (احتمال)

ماخذ: یافته‌های تحقیق

دیگر، در تحلیل علیت از مصرف انرژی به سایر متغیرها، نتایج نشان می‌دهد که مصرف انرژی به طور قابل توجهی بر فراوانی منابع طبیعی و رشد اقتصادی در کوانتایل‌های پایین (اول تا پنجم) و کوانتایل نهم تأثیر گذار است. در تمامی کوانتایل‌ها به جز ۰/۵، ۰/۷ و ۰/۸ برای قیمت‌های نفت و کوانتایل ۰/۸ و ۰/۹ برای پیچیدگی اقتصادی، مصرف انرژی می‌تواند بر قیمت‌های نفت و پیچیدگی اقتصادی تأثیر بگذارد. در نهایت، در کوانتایل‌های پایین (دوم، چهارم و پنجم)، مصرف انرژی به ایجاد علیت در باز بودن تجاری منجر می‌شود، که نشان‌دهنده اهمیت مصرف انرژی در شکل‌دهی به متغیرهای کلیدی اقتصادی است.

در جدول (۵) نیز نتایج آزمون علیت گرنجر کوانتایل، که توسط تروستر (۲۰۱۸) توسعه یافته، ارائه شده است. استفاده از آزمون علیت گرنجر به صورت خطی ممکن است به نتایج نادرستی منجر شود، زیرا این آزمون تنها به بررسی میانه‌ها می‌پردازد و ممکن است تغییرات و تفاوت‌های موجود در سایر کوانتایل‌ها را نادیده بگیرد.

یافته‌های تجربی نشان می‌دهد که متغیرهای فراوانی منابع طبیعی، رشد اقتصادی و قیمت‌های نفت در تمام کوانتایل‌ها، به جز کوانتایل‌های پنجم، ششم و هشتم، موجب ایجاد علیت در مصرف انرژی می‌شوند. همچنین، باز بودن تجاری و پیچیدگی اقتصادی نیز در اکثر کوانتایل‌ها به جز کوانتایل هفتم، هشتم و نهم، به رابطه علیت با مصرف انرژی منجر می‌شوند. از سوی

جدول ۵. نتایج آزمون علیت کوانتایل

۰/۹	۰/۸	۰/۷	۰/۶	۰/۵	۰/۴	۰/۳	۰/۲	۰/۱	
۰/۰۰۲	۰/۱۸۹	۰/۰۳۲	۰/۴۱۵	۰/۲۴۶	۰/۰۱۷	۰/۰۱۸	۰/۰۴۱	۰/۰۰۱	فراوانی منابع طبیعی علیت مصرف انرژی نیست
۰/۰۴۵	۰/۵۷۱	۰/۶۲۷	۰/۴۲۹	۰/۰۱۵	۰/۰۱۹	۰/۰۰۴	۰/۰۰۸	۰/۰۲۴	مصرف انرژی علیت فراوانی منابع طبیعی نیست
۰/۰۱۶	۰/۳۵۹	۰/۰۰۹	۰/۲۵۱	۰/۱۷۶	۰/۰۱۹	۰/۰۲۶	۰/۰۰۸	۰/۰۱۵	رشد اقتصادی علیت مصرف انرژی نیست
۰/۰۲۸	۰/۱۵۶	۰/۳۶۸	۰/۲۳۷	۰/۰۳۶	۰/۰۴۱	۰/۰۲۵	۰/۰۳۱	۰/۰۱۴	مصرف انرژی علیت رشد اقتصادی نیست
۰/۰۱۸	۰/۱۸۶	۰/۰۲۶	۰/۳۸۷	۰/۵۴۲	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۷	قیمت نفت علیت مصرف انرژی نیست
۰/۰۰۸	۰/۵۹۱	۰/۳۵۲	۰/۰۲۸	۰/۲۱۰	۰/۰۰۵	۰/۰۴۶	۰/۰۰۷	۰/۰۰۰	مصرف انرژی علیت قیمت نفت نیست
۰/۳۸۷	۰/۱۴۸	۰/۲۴۵	۰/۰۲۷	۰/۰۳۴	۰/۰۳۸	۰/۰۲۱	۰/۰۵۱	۰/۰۴۲	باز بودن تجاری علیت مصرف انرژی نیست
۰/۳۲۱	۰/۲۸۵	۰/۳۲۵	۰/۲۶۸	۰/۰۲۳	۰/۰۱۷	۰/۲۱۸	۰/۰۰۲	۰/۱۰۴	مصرف انرژی علیت باز بودن تجاری نیست
۰/۲۳۷	۰/۲۵۴	۰/۱۹۲	۰/۰۰۲	۰/۰۳۶	۰/۰۱۸	۰/۰۳۸	۰/۰۱۸	۰/۰۱۳	پیچیدگی اقتصادی علیت مصرف انرژی نیست
۰/۲۰۷	۰/۱۸۵	۰/۰۰۲	۰/۰۱۶	۰/۰۱۲	۰/۰۳۲	۰/۰۲۸	۰/۰۴۰	۰/۰۳۱	مصرف انرژی علیت پیچیدگی اقتصادی نیست

ماخذ: یافته‌های تحقیق

۶. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

منابع طبیعی به عنوان یکی از عوامل کلیدی در توسعه اقتصادی و اجتماعی کشورها شناخته می‌شوند. از آنجا که کشورهای

مختلف با سطوح متفاوتی از فراوانی منابع طبیعی مواجه هستند، تأثیر این منابع بر الگوهای مصرف انرژی می‌تواند به‌طور قابل توجهی متفاوت باشد. این تحقیق، به بررسی تأثیر فراوانی منابع طبیعی بر مصرف انرژی در ایران با استفاده از داده‌های دوره ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۱ و بکارگیری روش خودرگرسیون برداری چندکی با وقفه توزیعی پرداخت. مبتنی بر نتایج، در کوتاه مدت، بین فراوانی منابع طبیعی و مصرف انرژی در چندک‌های بالایی (نهم و هفتم) و چندک‌های پایینی (سوم و چهارم) رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. در بلندمدت نیز، فراوانی منابع طبیعی در چندک‌های پایین و بالا به افزایش مصرف انرژی منجر می‌شود. این یافته‌ها بر ضرورت مدیریت منابع طبیعی و استفاده بهینه از آن‌ها تأکید دارد.

نتایج حاصل از پژوهش حاکی از آن است که رابطه بین نرخ رشد اقتصادی و مصرف انرژی در کوتاه مدت و بلندمدت پیچیدگی‌های خاص خود را دارد. در کوتاه مدت، نرخ رشد اقتصادی به ویژه در چندک‌های پایین تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی دارد که ناشی از افزایش فعالیت‌های صنعتی و خانگی است. این یافته‌ها بر اهمیت حرکت به سمت انرژی‌های تجدیدپذیر و بهبود بهره‌وری انرژی تأکید می‌کند تا توسعه پایدار تحقق یابد. باز بودن تجاری نیز به طور مثبت بر مصرف انرژی تأثیر می‌گذارد، زیرا این امر به انتقال فناوری و افزایش کارایی کمک می‌کند. با این حال، در مراحل اولیه توسعه، ممکن است افزایش موقتی در مصرف انرژی مشاهده شود که نیاز به توجه و مدیریت دارد.

در بلندمدت، نتایج نشان داد که نرخ رشد اقتصادی و پیچیدگی اقتصادی هر دو تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی دارند. در نهایت، نتایج این پژوهش نشان داد که قیمت نفت در کوتاه مدت و بلندمدت تأثیر معناداری بر مصرف انرژی ندارد. این امر نیاز به بررسی‌های بیشتر در خصوص تأثیرات ساختاری قیمت نفت بر مصرف انرژی و تغییرات اقتصادی دارد.

بنابراین به‌صورت هدفمند و مبتنی بر سطوح مختلف مصرف انرژی، پیشنهاد می‌شود که در صنایع با شدت مصرف انرژی بالا، توسعه فناوری‌های انرژی‌کارا و اصلاح الگوی مصرف اولویت سیاست‌گذاری قرار گیرد و در سطوح پایین مصرف انرژی، مدیریت بهینه تخصیص منابع طبیعی در دستور کار باشد. علاوه بر این، لازم است سیاست‌های تجاری‌طوری تنظیم شوند که

انتقال فناوری‌های کم‌مصرف انرژی کارا و بهبود بهره‌وری انرژی را تسهیل کنند. با توجه به محدودیت‌های پژوهش از جمله عدم دسترسی به داده‌های واقعی قیمت انرژی و بکارگیری شاخص جایگزین قیمت نفت، با وجود توجیه نظری استفاده از قیمت نفت در اقتصادهای نفت‌محور، باید توجه داشت که قیمت نفت لزوماً بیانگر ساختار واقعی قیمت حامل‌های انرژی مصرفی نیست و در اقتصاد ایران، قیمت حامل‌های انرژی تحت تأثیر سیاست‌های حمایتی، یارانه‌های انرژی و مداخلات دولتی قرار دارد؛ از این رو، ممکن است تغییرات قیمت جهانی نفت به‌صورت کامل به قیمت انرژی مصرفی صنایع منتقل نشود. بنابراین، پیشنهاد می‌شود در مطالعات آتی، از شاخص‌های دقیق‌تر قیمت انرژی در سطح بخشی و کل استفاده شود.

تعارض منافع

در پژوهش حاضر تعارض منافع وجود ندارد.

در دسترس بودن داده‌ها

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش از بانک جهانی، بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران و وبسایت اطلس دانشگاه هاروارد اخذ شده‌اند. داده‌ها در صورت درخواست نشریه، قابل ارائه هستند.

تعامل نویسنده

تمام نویسندگان در نگارش مقاله مشارکت داشته‌اند.

منبع مقاله

مقاله حاصل فعالیت تحقیقاتی محققین است.

شفاف‌سازی

در تدوین این مقاله از هوش مصنوعی یا فناوری‌های مشابه استفاده نشده است.

References

- Akadiri, S. S., Adebayo, O. M., Ozkan, O., & Yusuf, M. M. (2024). Economic policy uncertainty, energy consumption and environmental sustainability targets. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(16), 10198.
- Alfalih, A.A. (2024). Human Capabilities and Governance Mechanisms as Catalysts for Green Energy Supply: Insights from Natural Resource-Rich Countries. *Journal of the Knowledge Economy*. DOI:10.1007/s13132-024-02121-6.
- Al-Saidi, M., & Elagib, N. A. (2018). Ecological modernization and responses for a low-carbon future in the Gulf Cooperation Council countries. *WIREs Clim Change* 9: e528. DOI:10.1002/wcc.528.
- Altinoz, B., & Dogan, E. (2021). How renewable energy consumption and natural resource abundance impact environmental degradation? New findings and policy implications from quantile approach. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 16(4), 345-356. DOI:10.1080/15567249.2019.1698416.
- Amin, N., Song, H., Shabbir, M. S., Farrukh, M. U., & Haq, I. ul. (2023). Moving towards a sustainable environment: do disaggregated energy consumption, natural resources, financial development and economic globalization really matter? *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 30(5), 515-532. DOI:10.1080/13504509.2023.2166142.
- Asadi, A., Esmaeili, M., Bakhshor, F., & Sadeghpoor, A. (2018). Investigating Factors Affecting Energy Consumption in Iran (with Emphasis on the Financial Development Variable), *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*, 6(21), 81-107. *magiran.com/p1837706*. (in Persian)
- Auty, R.M. (1993). *Sustaining Development in Mineral Economies: The Resource Curse Thesis*. Economics, Environmental Science.
- Bagheri, S. (2024). Investigating Factors Affecting Energy Consumption and Pollution Emission: A Case Study of Iran, *Journal of Environment and Interdisciplinary Development*, 9(83), 31-44. *magiran.com/p2747559*. (in Persian)
- Bahmani, M., Ashraf Ganjoui, R., & Murad Alizadeh, M. (2024). Application of the Fuzzy Nonlinear Model to Investigate the Factors Affecting Energy Consumption and Efficiency in Iran, *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, 21(3), 145-183. *magiran.com/p2815603*. (in Persian). DOI:10.22055/jqe.2022.39807.2460.
- Bayomi, N., & E. Fernandez, J. (2019). Towards Sustainable Energy Trends in the Middle East: A Study of Four Major Emitters. *Energies*, 12(9), 1615. DOI:10.3390/en12091615.
- Bidar Ajirloo, B., Jalili Kamjoo, S.P., & Molabeigi, J. (2014). Energy consumption and these factors affecting with ARDL approach: (Iran Case Study), *Journal of natural resource economics*, 3(5), 6. *magiran.com/p1413103*. (in Persian)
- Bildirici, M., Genç, S. Y., & Ersin, Ö. Ö. (2023). Effects of Fiscal and Monetary Policies, Energy Consumption and Economic Growth on CO2 Emissions in the Turkish Economy: Nonlinear Bootstrapping NARDL and Nonlinear Causality Methods. *Sustainability*, 15(13), 10463. DOI:10.3390/su151310463.
- Chang, B. H., Bhutto, N. A., Turi, J. A., Hashmi, S. M., & Gohar, R. (2021). Macroeconomic variables and stock indices: an asymmetric evidence from quantile ARDL model. *South Asian Journal of Business Studies*, 10(2), 242-264. DOI:10.1108/SAJBS-04-2020-0110.
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2021). Determinants of renewable energy consumption: Importance of democratic institutions. *Renewable Energy*, 179, 75-83. DOI:10.1016/j.renene.2021.06.095
- Chien, F., Zhang, Y., Sharif, A., Sadiq, M., & Hieu, M. V. (2023). Does air pollution affect the tourism industry in the USA? Evidence from the quantile autoregressive distributed lagged approach. *Tourism Economics*, 29(5), 1164-1180. DOI:10.1177/13548166221144317.
- Cho, J. S., Kim, T. H., & Shin, Y. (2015). Quantile Autoregression and Quantile ARDL Models. *Empirical Economics*, 49(3), 1007-1040. DOI: 10.1007/s00181-014-0924-6.

- Christel, M. K. G., & Bertin, P. K. C.. (2024). Natural resources and innovation: A new insight. *Asian Journal of Empirical Research*, 14(2), 39–51. DOI:10.55493/5004.v14i2.5117.
- Cui, H. (2016). China's Economic Growth and Energy Consumption. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6, 349-355.
- Djeunankan, R., Njangang, H., & Oumbé, H. T. (2024). Examining the effect of economic complexity on energy poverty in developing countries. *Environmental Modeling & Assessment*, 29(4), 735-765 . DOI:10.1007/s10666-023-09941-8.
- Doğan, B., Balsalobre-Lorente, D., & Nasir, M. A. (2020). European commitment to COP21 and the role of energy consumption, FDI, trade and economic complexity in sustaining economic growth. *Journal of Environmental Management*, 273, 111146. DOI:10.1016/j.jenvman.2020.111146.
- Dyomina, O.V. (2023). Natural Resources in Economic Development: Evolution of Theoretical Approaches. *Prostranstvennaya Ekonomika = Spatial Economics*, 19(3), 136–159. DOI:10.14530/se.2023.3.136-159.
- Esanov, A., Raiser, M., & Buiter, W. (2006). Nature's blessing or nature's curse? The political economy of transition in resource-based economies. In *Energy, wealth and governance in the Caucasus and Central Asia* (pp. 53-70). Routledge.
- Fang, J., Gozgor, G., Mahalik, M. K., Padhan, H., & Xu, R. (2021). The impact of economic complexity on energy demand in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10 . DOI: 10.1007/s11356-021-16825-0.
- Fareed, Z., Salem, S., Adebayo, T. S., Pata, U. K., & Shahzad, F. (2021). Role of export diversification and renewable energy on the load capacity factor in Indonesia: a Fourier quantile causality approach. *Frontiers in Environmental Science*, 9, 770152. DOI:10.3389/fenvs.2021.770152
- Farhani, S., & Solarin, S. A. (2017). Financial development and energy demand in the United States: new evidence from combined cointegration and asymmetric causality tests. *Energy*, 134, 1029-1037 . DOI:10.1016/j.energy.2017.06.141.
- Forootan, F., Pajouyan, J., & Ghaffari, F. (2022). The Evaluation of the Impact of Price changing on Energy Demand: Quantile Regression Approach, *Journal of Industrial Economics Research*, 6(21), 83-101. (in Persian). DOI:10.30473/jier.2023.61583.1306.
- Fatourechi, D., Noguchi, M., & Doloi, H. (2022). Iranian Household Electricity Use Compared to Selected Countries. *Encyclopedia*, 2(4), 1637-1665. DOI:10.3390/encyclopedia2040112.
- Gately, D., & Huntington, H. G. (2002). The asymmetric effects of changes in price and income on energy and oil demand. *The Energy Journal*, 23(1), 19-55. DOI:10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol23-No1-2.
- Ghasemi, S., & Soltani-Zoghi, A. (2022). Investigating the effect of industrialization and urbanization on energy consumption using threshold regression. *Journal of Natural Environment*, 74(4), 759-775 (in Persian). DOI:10.22059/jne.2022.326842.2247.
- Godarzi, A. A., & Rokni, K. A. (2025). Estimating the influential impact share of reducing household energy consumption across different sectors aimed at increasing cumulative profits in Iran: A non-linear programming optimization approach. *International Journal of Sustainable Energy Planning and Management*, 43, 52–69. (in Persian). DOI:10.54337/ijsepm.8672.
- Hamilton, J. D. (1983). Oil and the macroeconomy since World War II. *Journal of Political Economy*, 91(2), 228-248. DOI:10.1086/261140.
- Han, Zh., Zakari, A., Youn, Ik.J., & Tawiah, T. (2023). The impact of natural resources on renewable energy consumption. *Resources Policy*, 83, 103692. DOI:10.1016/j.resourpol.2023.103692.
- Heydari, H., & Babaei, S. (2013). Crude oil price contagion to the growth of Industry and Mine sector in Iran: An approach to Markov-Switching Models, *Iranina journal of Energy*, 16(3), 1. (in Persian)
- Hidalgo, C. A., & Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity.

- Proceedings of the National Academy of Sciences, 106(26), 10570-10575 . DOI:10.1073/pnas.0900943106.
- Hidalgo, C. A., Klinger, B., Barabási, A.-L., & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. *Science*, 317(5837), 482-487 . DOI:10.1126/science.1144581.
- Hong, Y., Can, P., Xiaona, Y., & Ruixue, L. (2019). Does change of industrial structure affect energy consumption structure: A study based on the perspective of energy grade calculation. *Energy Exploration & Exploitation*, 37(1), 579-592 .DOI:10.1177/0144598718822394.
- Huang, Z., & Ren, X. (2024). Impact of natural resources, resilient economic growth, and energy consumption on CO2 emissions. *Resources Policy*, 90, 104714. DOI:10.1016/j.resourpol.2024.104714
- Husnain, M. I. U., Nasrullah, & Khan, M. A. (2021). Testing dependence patterns of energy consumption with economic expansion and trade openness through wavelet transformed coherence in top energy-consuming countries. *Environmental science and pollution research international*, 28(36), 49788–49807. DOI:10.1007/s11356-021-14046-7
- Imran, M., Alam, M. S., Jijian, Z., Ozturk, I., Wahab, S., & Doğan, M. (2024). From resource curse to green growth: Exploring the role of energy utilization and natural resource abundance in economic development. In *Natural Resources Forum*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. DOI:10.1111/1477-8947.12538.
- International Energy Agency (IEA). (2023). Policies for sustainable energy consumption. Retrieved from <https://www.iea.org>
- Jiang, T., & Chen, Z. (2023). Analysis of the impact of energy consumption on regional agricultural economic growth based on panel data. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 11, 1134448. DOI:10.3389/fevo.2023.1134448.
- Keynes, J. N., Ricardo, D., & Gonner, E. C. K. (1891). Principles of Political Economy and Taxation. *The Economic Journal*, 1(4), 769. DOI:10.2307/2956087.
- Kilian, L. (2008). The economic effects of energy price shocks. *Journal of Economic Literature*, 46(4), 871-909. DOI:10.1257/jel.46.4.871.
- Kim, T.-H., & White, H. (2003). Estimation, inference, and specification testing for possibly misspecified quantile regression. In: *Maximum Likelihood Estimation of Misspecified Models: Twenty Years Later (Advances in Econometrics, Vol. 17, pp. 107–132)*. Emerald Group Publishing. DOI:10.1016/S0731-9053(2003)17□.
- Kwakwa, P. A., Alhassan, H., & Adu, G. (2020). Effect of natural resources extraction on energy consumption and carbon dioxide emission in Ghana. *International Journal of Energy Sector Management*, 14(1), 20-39. DOI:10.1108/IJESM-06-2019-0007.
- Majdzadeh, M.S. (2015). Factors affecting energy demand in Iran and ranking the share each of them approach to Bayesian Econometrics, *Quarterly Energy Economics Review*, 11(44), 125-152. magiran.com/p1463048. (in Persian)
- Masoudi Alavi, S. H., & Nadiri, M. (2024). Asymmetric effects of oil price fluctuations on investor sentiment in the Tehran Stock Exchange using the NARDL approach. *Energy Economics Studies*, 20(81), 159–187. (in Persian) URL: <http://iesj.ir/article-1-1619-en.html>
- Makhmudov, N., & Jeon, W. (2025). Fossil fuel curse and green transition: The role of renewable energy and green Ramp. *Energy & Environment*, 0(0). DOI:10.1177/0958305X251315811.
- Mirhosseini, F., Fatahi, Sh., & Almasi, M. (2024). Investigating the effect of oil price on industrial production in Iran: a quantile regression approach based on wavelet transformation, *Biannual Journal Eqtesad-e Tatbigi*, 11(2), 317-353. (in Persian). DOI:10.30465/ce.2025.48572.1963
- Mohamadian, F., & Esmaeili, Z. (2024). Investigating the Impact of Good Governance and Economic Growth on Renewable and Non-Renewable Energy Consumption: Evidence from the Gas Exporting Countries Forum. *Economic Policies and Research*, 3(2), 1-29. (in Persian). doi: DOI:10.22034/jep.2024.141593.1137.
- Mohammadi, H., Saghalian, S., & Zandi Dareh Gharibi, B. (2023). Renewable and non-renewable

- energy consumption and its impact on economic growth. *Sustainability*, 15(4), 3822. (in Persian). DOI:10.3390/su15043822.
- Mumuni, S., & Mwimba, T. (2023). Modeling the impact of green energy consumption and natural resources rents on economic growth in Africa: An analysis of dynamic panel ARDL and the feasible generalized least squares estimators. *Cogent Economics & Finance*, 11(1), 2161774. DOI:10.1080/23322039.2022.2161774.
- Nowaz, K., Lahiani, A., & Roubaud, D. (2023). Do natural resources determine energy consumption in Pakistan? The importance of quantile asymmetries. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 87, 200-211. DOI:10.1016/j.qref.2022.10.009.
- Nassiri Aghdam, A. (2023). Challenges and Strategies to Enhance Rail Freight Transportation in Iran's Railway Industry. *Industrial Economics Researches*, 7(25), 33-50. (in Persian). DOI:10.30473/jier.2024.69649.1421.
- Neagu, O., & Teodoru, M. C. (2019). The relationship between economic complexity, energy consumption structure and greenhouse gas emission: Heterogeneous panel evidence from the EU countries. *Sustainability*, 11(2), 497.
- Neagu, O., & Teodoru, M. C. (2019). The Relationship between Economic Complexity, Energy Consumption Structure and Greenhouse Gas Emission: Heterogeneous Panel Evidence from the EU Countries. *Sustainability*, 11(2), 497. DOI:10.3390/su11020497.
- Nkoro, E., & Uko, A. K. (2016). Autoregressive Distributed Lag (ARDL) cointegration technique: application and interpretation. *Journal of Statistical and Econometric methods*, 5(4), 63-91.
- Olaniyi, C. O., & Odhiambo, N. M. (2024). Do natural resource rents aid renewable energy transition in resource- rich African countries? The roles of institutional quality and its threshold. In *Natural resources forum*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. DOI:10.1111/1477-8947.12470.
- Perera, N., Dissanayake, H., Samson, D., Abeykoon, S., Jayathilaka, R., Jayasinghe, M., & Yapa, S. (2024). The interconnectedness of energy consumption with economic growth: A granger causality analysis. *Heliyon*, 10. DOI:10.1016/j.heliyon.2024.e36709.
- Poudineh, R., Sen, A., & Fattouh, B. (2021). Electricity markets in the resource-rich countries of the MENA: adapting for the transition era. *Economics of Energy & Environmental Policy*, 10(1), 10-5547. DOI: 10.5547/2160-5890.10.1.rpou.
- Qin, Z., & Ozturk, I. (2021). Renewable and non-renewable energy consumption in BRICS: assessing the dynamic linkage between foreign capital inflows and energy consumption. *Energies*, 14(10), 2974. DOI:10.3390/en14102974.
- Rehman, F. U., Noman, A. A., Islam, M., Wu, Y., & Metwally, A. S. M. (2023). Export diversification and disaggregate energy consumption in BRICS economies: Does environmental degradation matter?. *Energy & Environment*, 0958305X231210992. DOI:10.1177/0958305X231210992.
- Ross, M. L. (2017). What Do We Know About Economic Diversification in Oil-Producing Countries? *SSRN Electronic Journal*. DOI:10.2139/ssrn.3048585.
- Sadiq, M., Ou, J. P., Duong, K. D., Van, L., & Xuan Bui, T. (2023). The influence of economic factors on the sustainable energy consumption: evidence from China. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 36(1), 1751-1773. DOI:10.1080/1331677X.2022.2033036.
- Sadorsky, P. (2021). The impact of economic growth on energy consumption in developing countries. *Energy Economics*, 93, 105028. DOI:10.1016/j.eneco.2021.105028.
- Sahin, G., & Sahin, A. (2023). An empirical examination of asymmetry on exchange rate spread using the quantile autoregressive distributed lag (QARDL) model. *Journal of Risk and Financial Management*, 16(1), 38. DOI:10.3390/jrfm16010038.
- Shah, Z., Zaman, K., Khan, H. u. R., & Rashid, A. (2022). The Economic Value of Natural Resources and Its Implications for Pakistan's Economic Growth. *Commodities*, 1(2), 65-97. DOI:10.3390/commodities1020006.

- Shamohammadi, E., Khanzadi, A., & Karimi, M.Sh. (2022). Investigating factors affecting renewable energy consumption in selected OPEC oil countries, A Panel ARDL approach, *Journal of Economic Policies and Research*, 1(3), 117-154. magiran.com/p2552707. (in Persian)
- Shin, Y., Yu, B., & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *Festschrift in honor of Peter Schmidt: Econometric methods and applications*, 281-314. DOI:10.1007/978-1-4899-8008-3_9.
- Smal, T., & Wieprow, J. (2023). Energy security in the context of global energy crisis: economic and financial conditions. *Energies*, 16(4), 1605. DOI:10.3390/en16041605.
- Soile, I., & Balogun, B. (2015). Resource abundance and energy intensity: A cross country analysis. *Middle Eastern Finance and Economics* ISSN, 1450-2889.
- Solaymani, S. (2021). A Review on Energy and Renewable Energy Policies in Iran. *Sustainability*, 13(13), 7328. (in Persian). DOI:10.3390/su13137328.
- Stojkoski, V., & Kocarev, L. (2017). The relationship between growth and economic complexity: evidence from Southeastern and Central Europe. DOI:10.1007/s11356-017-8699-0.
- Sun, W., & Yao, G. (2023). Impact of mineral resource depletion on energy use: Role of energy extraction, CO2 intensity, and natural resource sustainability. *Resources Policy*, 86, 104175. DOI:10.1016/j.resourpol.2023.104175
- Taghinezhadomran, V., Ahmadinejad, H., & Erfanian, M. (2018). The causality Relationship between Oil Price, Industrial Products, Economic Growth and Inflation: A Case Study of Iran, *Journal of Econometric Modeling*, 3(3), 83-111. (in Persian)
- Troster, V. (2018). Testing for Granger-causality in quantiles. *Econometric Reviews*, 37(8), 850-866.
- Turmunkh, B. E. (2022). Sustainable Development in Myanmar in the Context of Energy Consumption and Economic Growth. *Sch J Econ Bus Manag*, 2, 43-51.
- Uçan, O., Turgut, E., & Berkman, A. N. (2024). The Relationship Between Energy Consumption and Economic Growth: Panel Data Analysis by Country Groups. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-17.
- Vafaei, E., Pendar, M., & Masumzadeh, S. (2021). Investigating the Financial Development on Energy Consumption. *Program and Development Research*, 2(3), 99-115 (in Persian). DOI:10.22034/pbr.2021.145872.
- Wang, J., & Azam, W. (2024). Natural resource scarcity, fossil fuel energy consumption, and total greenhouse gas emissions in top emitting countries. *Geoscience Frontiers*, 15(2), 101757. DOI:10.1016/j.gsf.2023.101757.
- Wang, J., Umar, M., Afshan, S., & Haouas, I. (2022). Examining the nexus between oil price, COVID-19, uncertainty index, and stock price of electronic sports: fresh insights from the nonlinear approach. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 35(1), 2217-2233. DOI:10.1080/1331677X.2020.1860797.
- Wang, Y., Zhang, Z., & Li, J. (2022). Decoupling economic growth from energy consumption in developed countries. *Journal of Cleaner Production*, 330, 129890. DOI:10.1016/j.jclepro.2021.129890.
- Wangsheng, M., & Yang, Zh. (2020). Natural resource endowment, path selection of technological progress, and green economic growth: An empirical research based on China's provincial panel data. *Resources Science*, 42(12): 2314-2327. DOI:10.18402/resci.2020.12.05.
- Wei, H., Rizvi, S. K. A., Ahmad, F., & Zhang, Y. (2020). Resource cursed or resource blessed? The role of investment and energy prices in G7 countries. *Resources Policy*, 67, 101663. www.enerdata.net. DOI:10.1016/j.resourpol.2020.101663.
- Zeng, Q., & Yue, X. (2022). Re-evaluating the asymmetric economic policy uncertainty, conventional energy, and renewable energy consumption nexus for BRICS. *Environmental*

Science and Pollution Research, 1-10.
DOI:10.1007/s11356-022-19700-3.

Zhang, X., Cheng, L., & Liu, Y. (2023). The role of technology in reducing energy intensity. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 170, 112945. DOI:10.1016/j.rser.2022.112945.

