سال ۳، شماره ۱، بهار ۱۴۰۳، صفحات: ۱۳۸ - ۱۷۴
نشریه سیاست‌ها و تحقیقات اقتصادی
DOI: 10.22034/jepr.2024.141515.1130

تأثیر آستانه‌ای پیچیدگی اقتصادی بر وابستگی به منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA

ابوالقاسم گل‌خندان[1]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۳/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۲۹

چکیده

هدف اصلی پژوهش حاضر پاسخ به این پرسش است که آیا افزایش پیچیدگی اقتصادی راه‌حل مناسبی برای کاهش وابستگی به منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA است؟ در این راستا، با استفاده از اطلاعات و داده‌های آماری ۱۱ کشور این منطقه طی دوره زمانی ۲۰۰۰-۲۰۲۲، به بررسی تأثیر آستانه‌ای پیچیدگی اقتصادی بر وابستگی به منابع طبیعی در سطح کل و تفکیکی پرداخته شده است. برای این منظور از تجزیه‌وتحلیل‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی و برآوردگر مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) استفاده شده است. نتایج به‌دست‌آمده تأییدکننده تأثیر آستانه‌ای پیچیدگی اقتصادی بر رانت کل منابع طبیعی، رانت نفت، رانت گاز طبیعی و رانت جنگل و اثر بی‌معنای آن بر رانت معدن است. بر اساس سطح آستانه محاسبه شده، اثر پیچیدگی اقتصادی بر رانت کل منابع طبیعی و رانت نفت، منفی و اثر پیچیدگی اقتصادی بر رانت گاز طبیعی و رانت جنگل به‌ترتیب به شکل U معکوس و U می‌باشد. متوسط اثر نهایی پیچیدگی اقتصادی نیز بر رانت کل منابع طبیعی، رانت نفت، رانت گاز طبیعی و رانت جنگل به‌ترتیب حدود ۱۹/۰۹-، ۱۷/۸۸-، ۱/۰۹- و ۰/۰۱ برآورد شده است. بر این اساس می‌توان گفت که پیچیدگی اقتصادی وابستگی به منابع انرژی را در کشورهای مورد مطالعه کاهش می‌دهد. بر اساس سایر نتایج، رشد اقتصادی، مخارج دولت، تراکم جمعیت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌ترتیب اثر مثبت، مثبت، منفی و منفی بر رانت کل منابع طبیعی داشته‌اند.

واژگان کلیدی: پیچیدگی اقتصادی، رانت منابع، اثر آستانه‌ای، مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM)، کشورهای منا

طبقه‌بندی JEL: O11, O13, Q32

۱. دانش‌آموخته دکتری، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه لرستان، خرم‌آباد، ایران (نویسنده مسئول) golkhandana@gmail.com

۱. مقدمه

حفاظت و مدیریت مسئولانه از منابع طبیعی مانند آب، سوخت‌های فسیلی، جنگل‌ها و مواد معدنی و استفاده پایدار از این منابع که منجر به تغییر در سطح کیفیت محیط‌زیست می‌شود، برای دستیابی به اهداف توسعه پایدار[۱] (SDGs) ضروری است (ال -درار و همکاران[۲]، ۲۰۲۳). براین‌اساس، مطالعاتی که علل استخراج منابع را بر اساس ساختار تولید اقتصادی بررسی می‌کنند، می‌توانند به سیاست‌گذاری مناسب در زمینه استفاده پایدار از منابع کمک کنند. در این راستا، تعدادی از مطالعات تجربی نظیر: کانه و همکاران[۳] (۲۰۲۰)، دوغان و همکاران[۴] (۲۰۲۱) و ال - درار و همکاران (۲۰۲۳) پیشنهاد کرده‌اند که افزایش «پیچیدگی اقتصادی» [۵] راه‌حل مناسبی برای استفاده مناسب از منابع و دستیابی به توسعه پایدار است. به‌عبارت‌دیگر، تغییر ساختار اقتصادی از اتکا به بخش اولیه و به سمت متنوع‌سازی، با تأثیرگذاری بر رانت منابع طبیعی بر رشد اقتصادی تأثیر مثبت می‌گذارد (شاداب[۶]، ۲۰۲۱).

محققینی به نام‌های هیدالگو و هاسمن[۷] (۲۰۰۹) برای نخستین‌بار شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) را برای اندازه‌گیری دگرگونی و تنوع ساختاری اقتصاد یک کشور معرفی و ارائه کردند. پیچیدگی اقتصادی شاخصی از دانش‌بنیان بودن، مهارت‌محور بودن و سیستم تولید پیچیده یک کشور است. پیچیدگی اقتصادی، تنوع ساختار اقتصادی یک کشور را با اندازه‌گیری دانش و قابلیت‌های تجسم‌یافته در سیستم تولید آن کشور در بر می‌گیرد (لی و همکاران[۸]، ۲۰۲۴). تولید کالاهای پیچیده به طیف وسیعی از قابلیت‌های متنوع و انحصاری نیاز دارد. پیچیدگی اقتصادی، پیچیدگی ساختار تولیدی یک کشور را می‌سنجد که منعکس‌کننده تنوع آن، یعنی تعداد محصولاتی که صادر می‌کند و فراگیر بودن آن محصولات است (هیدالگو و هاسمن، ۲۰۰۹)؛ بنابراین محصولات زمانی به‌عنوان «پیچیده» واجد شرایط می‌شوند که کشورهای دیگر به‌راحتی امکان بازتولید آن را نداشته باشند. همچنین، با آن که چند کشور آن محصول را تولید می‌کنند، ولی منحصربه‌فرد و متنوع هستند (نادمی و دالوندی، ۱۴۰۲).

افزایش پیچیدگی اقتصادی می‌تواند عامل مهمی برای کشورهایی باشد که هدفشان دستیابی به خوداتکایی و کاهش وابستگی به منابع طبیعی از طریق تنوع بخشیدن به ساختار تولید است. [۹] وقتی

1. Sustainable Development Goals (SDGs)
2. Ul-Durar et al. (2023)
3. Canh *et al*. (2020)
4. Dogan *et al*. (2021)
5. Economic Complexity
6. Shadab (2021)
7. Hidalgo & Hausmann (2009)
8. Li *et al*. (2024)

۹. در این راستا در ادبیات اقتصادی فرضیه‌ای به نام «نفرین منابع طبیعی» شناسایی شده است؛ به این معنا که کشورهای برخوردار از منابع طبیعی فراوان، رشد اقتصادی آهسته‌تری نسبت به کشورهایی که منابع طبیعی کمتری دارند، تجربه می‌کنند (ساکس و وارنر، ۲۰۰۱). تحقیقات تجربی نظیر: ساکس و وارنر (۱۹۹۵) و یلانچی و

اقتصادها ساده‌تر هستند (سطوح پایین پیچیدگی اقتصادی)، تولید کالاهای اولیه به‌منظور کسب درآمد و صادرات به منابع طبیعی متکی است. در واقع اقتصادهای غنی از منابع طبیعی که به نفت، مواد معدنی و کشاورزی وابسته هستند، ممکن است صادرات و تولید منابع طبیعی فراوری نشده داشته باشند. این فرایند بدون اقتصاد پیچیده، درآمد بالایی ایجاد می‌کند؛ بنابراین، پیچیدگی اقتصادی و منابع طبیعی ممکن است به طور منفی یا ضعیف با هم مرتبط باشد (ال - درار و همکاران، ۲۰۲۳). در نقطه مقابل، پیچیدگی اقتصادی ممکن است بر میزان استخراج و استفاده از منابع طبیعی تأثیر مثبت داشته باشد. باتوجه‌به شیوه‌های متنوع صنعتی، پیچیدگی اقتصادی ممکن است تقاضا و تولید منابع طبیعی را افزایش دهد. چراکه اقتصادهای پیچیده ممکن است به چوب، سوخت‌های فسیلی، مواد معدنی و آب بیشتری نیاز داشته باشند (ژین و همکاران[1]، ۲۰۲۳). براین‌اساس و باتوجه‌به دیدگاه‌های متناقض در مورد آثار ECI بر رانت منابع طبیعی و ظهور این آثار در سطوح مختلف ECI، ممکن است بین ECI و رانت منابع طبیعی یک رابطه غیرخطی به وجود آید. همچنین، فرایند پیچیدگی اقتصادی باتوجه‌به نحوه به‌کارگیری منابع در این فرایند، ممکن است اثرات متفاوتی بر انواع مختلف رانت منابع طبیعی ایجاد کند؛ لذا بررسی دقیق‌تر نحوه اثرگذاری ECI بر رانت منابع طبیعی بایستی با تفکیک انواع مختلف این منابع همراه باشد (کانه و همکاران، ۲۰۲۰؛ ال - درار و همکاران، ۲۰۲۳).

باتوجه‌به توضیحات فوق، هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رانت منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA است. کشورهای این منطقه وابستگی بالایی به درآمدهای حاصل از منابع طبیعی (بالاخص منابع انرژی) دارند و قسمت عمده‌ای از تولید ناخالص داخلی سرانه بیشتر آن‌ها را رانت حاصل از فروش منابع طبیعی تشکیل می‌دهد. در واقع اقتصاد آن‌ها به محصولات صادراتی انحصاری یا محدود وابسته است. به طور مثال بر اساس آمار ارائه‌شده از سوی بانک جهانی[2] (۲۰۲۴)، متوسط سهم رانت منابع طبیعی از GDP در کشورهای کویت، لیبی، عربستان، عمان، قطر و ایران طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ به‌ترتیب حدود ۴۶، ۴۳، ۳۷، ۳۴، ۳۲ و ۲۶ درصد بوده است. این در حالیست که بر اساس آمار اعلام‌شده توسط پایگاه آماری اطلس مدیا[3] (۲۰۲۴) میزان شاخص پیچیدگی این کشورها در سطوح پائینی است و به‌ترتیب برابر با مقادیری حدود ۰/۸۶-، ۱/۲۴-، ۰/۰۴، ۰/۷۵-، ۰/۴۰- و ۰/۶۴- می‌باشد.[4] بر این اساس آن‌چه به‌عنوان سؤال اساسی این پژوهش مطرح می‌شود آن است که آیا افزایش سطح پیچیدگی اقتصادی راه‌حل مناسبی برای کاهش وابستگی به منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA می‌باشد؟ از طرفی با توجه به دیدگاه‌های مختلف در مورد آثار مثبت و منفی پیچیدگی اقتصادی بر رانت منابع طبیعی و ظهور این آثار در سطوح مختلف

1. Xin *et al.* (2023)
2. Word Bank (2024)
3. Atlasmedia (2024)
۴. همان‌طور که در قسمت‌های پیش‌روی مقاله تشریح می‌گردد، مقدار این شاخص بین دو عدد ۳- و ۳+ است که هر چه به عدد ۳+ نزدیک‌تر باشد، آن کشور، اقتصادی پیچیده‌تر دارد.

پیچیدگی اقتصادی و همچنین توجه به این موضوع که پیچیدگی اقتصادی ممکن است اثرات متفاوتی بر انواع مختلف رانت منابع طبیعی ایجاد کند، این مطالعه تأثیر پیچیدگی اقتصادی را بر رانت منابع طبیعی در دو سطح کل و تفکیکی به‌صورت آستانه‌ای (غیرخطی) مورد بررسی قرار می‌دهد. ادامه مقاله حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. پس از مقدمه، بخش دوم مقاله به ادبیات موضوع شامل مبانی نظری و پیشینه پژوهش می‌پردازد. بخش سوم به روش تحقیق و معرفی متغیرها اختصاص دارد. در بخش چهارم به برآورد مدل و تحلیل نتایج پرداخته شده ودر بخش پایانی نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادات آمده است.

۲. مبانی نظری

مبانی نظری این پژوهش از دو قسمت معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی و تبیین رابطه بین پیچیدگی اقتصادی و رانت منابع طبیعی تشکیل شده است که در ادامه به ترتیب مورد بررسی قرار خواهد گرفت.

۲-۱. معرفی شاخص پیچیدگی اقتصادی

برای ساخت شاخص پیچیدگی اقتصادی از دو اصل «تنوع» و «فراگیر بودن» استفاده می‌شود. تنوع به معنای تعداد کالاهای متمایز یک کشور و فراگیر بودن تولید یک کالا به معنای تعداد کشورهای تولیدکننده یک محصول خاص است. می‌توان مشاهده کرد که کالاهای پیچیده - کالاهایی که انواع مختلف دانش را در بردارند - کمتر فراگیر هستند. ازاین‌رو می‌توان شاخص پیچیدگی یک کشور را نتیجه میزان تنوع تولیدات و میزان فراگیر بودن تولید آن کالا در بین دیگر کشورها دانست؛ بنابراین یک کشور با شاخص پیچیدگی اقتصادی بالاتر به مفهوم توانایی آن کشور در تولید کالاهای متنوع و متمایز است (پاژم و سلیمی‌فر، ۱۳۹۵: ۲۲).

در روش هیدالگو و هاسمن (۲۰۰۹) به‌منظور محاسبه پیچیدگی اقتصادی از ماتریس M_{cp} استفاده شده است. به‌این‌ترتیب که اگر کشور c در خصوص محصول p دارای مزیت نسبی آشکارشده[1] (RCA) بزرگ‌تر از یک باشد، درایه‌های ماتریس، عدد ۱ را به خود اختصاص داده و در غیر این صورت عدد صفر برای آن لحاظ می‌شود. حال می‌توان اعداد مربوط به درایه‌های ماتریس M_{cp} را به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$M_{cp} = \begin{cases} 1 & \text{if} \quad RCA_{cp} \geq 1 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \qquad (۱)$$

براین‌اساس می‌توان متنوع بودن و فراگیر بودن کالاها را با جمع‌زدن ردیف‌ها و ستون‌ها محاسبه کرد؛ بنابراین می‌توان نشان داد:

$$\text{Diversity} = k_{c.0} = \sum_{p} M_{cp} \qquad (۲)$$

1. Revealed Comparative Advantage (RCA)

$$\text{Ubiquity} = k_{p.0} = \sum_{c} M_{cp} \qquad (۳)$$

برای ایجاد شاخصی دقیق از تعداد قابلیت‌ها و توانمندی‌های موجود در یک کشور یا تعداد قابلیت‌های موردنیاز برای ساخت یک کالا، لازم است اطلاعات مربوط به تنوع و فراگیری را تکمیل نمود. این موضوع را می‌توان چنین نشان داد:

$$k_{c.N} = \frac{1}{k_{c.0}} \sum_{p} M_{c.p}.k_{p.N-1} \qquad (۴)$$

$$k_{p.N} = \frac{1}{k_{p.0}} \sum_{c} M_{c.p}.k_{c.N-1} \qquad (۵)$$

با جای‌گذاری رابطه (۵) در رابطه (۴) خواهیم داشت:

$$k_{c.N} = \frac{1}{k_{c.0}} \sum_{p} M_{c.p} \frac{1}{k_{p.0}} \sum_{c'} M_{c'.p}.k_{c'.N-2} \qquad (۶)$$

$$k_{c.N} = \sum_{c} k_{c'.N-2} \sum_{p} \frac{M_{c.p}M_{c'.p}}{k_{c.0}k_{p.0}} \qquad (۷)$$

اگر $\frac{M_{c.p}M_{c'.p}}{k_{c.0}k_{p.0}}$ را $\widehat{M}_{cc'}$ نام‌گذاری کنیم؛ داریم:

$$k_{c.N} = \sum_{c'} \widehat{M}_{cc'}\, k_{c'c.N-2} \qquad (۸)$$

رابطه (۸) زمانی برقرار است که داشته باشیم: $k_{c.N} = k_{c.N-2} = 1$. این بردار ویژه $\widehat{M}_{cc'}$ است که با بزرگ‌ترین مقدار ویژه مرتبط است. از آنجا که این بردار ویژه، برداری از اعداد یک است، دربردارنده اطلاعات مفیدی نیست. بنابراین به‌جای آن از بردار ویژه مربوط به دومین مقدار ویژه بزرگ استفاده می‌شود. این بردار، برداری است که بزرگ‌ترین مقدار واریانس را منعکس می‌کند و شاخصی برای اندازه‌گیری پیچیدگی اقتصادی است. بنابراین شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) را می‌توان چنین تعریف کرد:

$$\text{ECI} = \frac{\vec{k} - <\vec{k}>}{\text{stdev}(\vec{k})} \qquad (۹)$$

در رابطه فوق، نماد <> معرف میانگین، stdev نشان‌دهنده انحراف معیار و $\vec{k}$ بردار ویژه ماتریس $\widehat{M}_{cc'}$ مرتبط با دومین مقدار ویژه بزرگ آن است (مستولی‌زاده و سلیمی، ۱۴۰۰: ۸۵۸).

۲-۲. پیچیدگی اقتصادی و رانت منابع طبیعی

پیچیدگی اقتصادی (ECI) معیاری برای اندازه‌گیری میزان دانش تحقق‌یافته در ساختار تولید یک کشور است. افزایش ECI به معنای افزایش تنوع و کیفیت سیستم تولید است (ایوانوا و همکاران[1]، ۲۰۱۷). این تغییرات در سیستم تولید ممکن است بر رانت منابع طبیعی تأثیر بگذارد. دو دیدگاه

1. Ivanova *et al.* (2017)

کلی و متضاد در این زمینه قابل ذکر است (کانه و همکاران، ۲۰۲۰): از یک سو (دیدگاه نخست)، افزایش تنوع و کیفیت سیستم تولید می‌تواند سیستم تولید را گسترش دهد که در نتیجه نیاز به نهاده‌های تولید را افزایش می‌دهد. چراکه در واقع بسیاری از نهاده‌های تولید، نهاده‌های طبیعی هستند. علاوه بر این، افزایش پیچیدگی اقتصادی فرصت‌هایی را برای فعالیت‌های اقتصادی جدید در بخش‌های جدید یا محصولات جدید ایجاد می‌کند. این فرصت‌های جدید، فعالیت‌های اقتصادی و توسعه اقتصادی (پینتآ و تامپسون[1]، ۲۰۰۷) و در نتیجه پدیده رانت‌جویی طبیعی را تحریک می‌کند (هولدر[2]، ۲۰۰۶). بنابراین، از این منظر، افزایش سطح ECI ممکن است میزان رانت منابع طبیعی را افزایش دهد.

از سوی دیگر (دیدگاه دوم)، دلایلی برای این باور وجود دارد که کسب‌وکارها یا کارآفرینان جدید ترجیح می‌دهند با توجه به موضوع مقرون به‌صرفه بودن و حمایت‌های اجتماعی، فعالیت‌های کارآفرینی خود را با رانت منابع طبیعی کم‌تر، توسعه دهند. بسیاری از مطالعات در این زمینه مستند کرده‌اند که تعداد فزآینده‌ای از فعالیت‌های کارآفرینی معمولاً با نوآوری‌های فناوری مرتبط هستند و زمینه‌ای را ایجاد می‌کنند که در آن کارآفرینان جدید برای ارائه محصولات جدید با عملکرد بهتر و تولید کم‌هزینه برای انتقال محصولات نوآورانه تحت فشار هستند (بن‌یوسف و همکاران[3]، ۲۰۱۸؛ داگلاس و پرنتیس[4]، ۲۰۱۹). چنین وضعیتی کارآفرینان را تحریک می‌کند تا محصولات جدید با وابستگی کمتر به منابع طبیعی تولید کنند؛ چراکه محصولات وابسته به منابع طبیعی، پرهزینه و وابسته به عوامل خارجی زیادی می‌باشند (ماتئوس و برگمن[5]، ۲۰۱۵؛ فوئنتلساز و همکاران[6]، ۲۰۱۸). علاوه بر این، برای کل اقتصاد، افزایش پیچیدگی اقتصادی به معنای کیفیت بالاتر سیستم تولید است که باعث کارایی بالاتر در فعالیت‌ها با استفاده از سطح پائین‌تر رانت منابع طبیعی می‌شود (لی و لی‌وان[7]، ۲۰۱۸).

بر اساس ترکیب دیدگاه‌های فوق رابطه بین پیچیدگی اقتصادی و وابستگی به منابع را می‌توان به‌صورت غیرخطی و آستانه‌ای نیز تحلیل کرد. بر اساس نمودار الف شکل (۱)، دنبال‌نمودن سیاست پیچیدگی اقتصادی در مراحل اولیه ممکن است تقاضای منابع طبیعی را افزایش دهد. در واقع، با توجه به شیوه‌های متنوع صنعتی، پیچیدگی اقتصادی در ابتدا تقاضا و استخراج منابع طبیعی را به‌دنبال خواهد داشت. اقتصادها در ابتدای مسیر پیچیدگی ممکن است به چوب، سوخت‌های فسیلی، مواد معدنی و آب بیشتری نیاز داشته باشند و برای رشد بیشتر به منابع طبیعی و منابع انرژی تجدیدپذیر یا تجدیدناپذیر وابسته هستند. بنابراین، تقاضا برای این منابع ممکن است افزایش یابد و

1. Pintea & Thompson (2007)
2. Hodler (2006)
3. Ben Youssef *et al.* (2018)
4. Douglas & Prentice (2019)
5. Matthews & Brueggemann (2015)
6. Fuentelsaz *et al.* (2018)
7. Le & Le Van (2018)

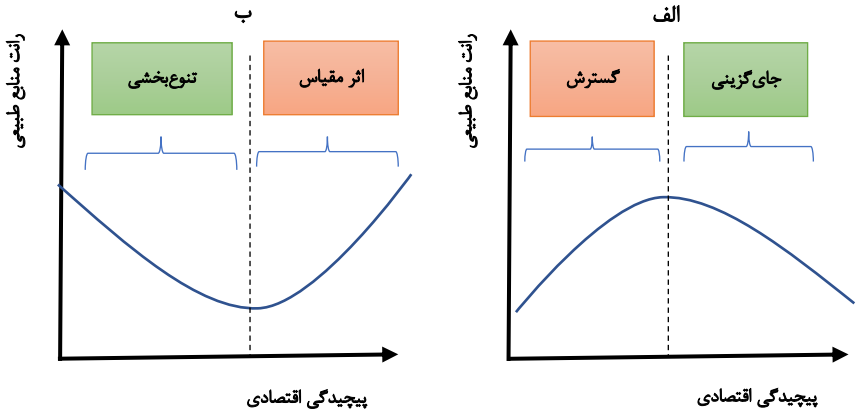
در نتیجه بر اکوسیستم‌ها فشار وارد کند و احتمالاً باعث استفاده بیش از حد یا کاهش منابع شود (احمد و همکاران[1]، ۲۰۲۰). در مقابل و از یک سطح خاص، پیچیدگی اقتصادی ممکن است باعث نوآوری و توسعه فناوری‌های جدید شود که استفاده از منابع طبیعی و یا وابستگی به آنها را کاهش می‌دهد. به‌عنوان مثال، انرژی‌های تجدیدپذیر و فناوری‌های بهره‌وری انرژی ممکن است استفاده از سوخت‌های فسیلی و اثرات زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی را کاهش دهند (آلوارادو و همکاران[2]، ۲۰۲۱). از این رو، با افزایش توسعه و پیچیدگی، کشورها به‌سمت منابع پایدارتر انرژی و نهاده‌ها متمایل خواهند شد. تولید کالاهای پیچیده ممکن است به افزایش منابع طبیعی نیاز نداشته باشد، بلکه نیازمند افزایش شدت انرژی باشد که می‌تواند با انتقال به انرژی‌های تجدیدپذیر میسر گردد (کان و احمد[3]، ۲۰۲۳). بنابراین کارایی و جای‌گزینی اثر انرژی منجر به کاهش بهره‌برداری از منابع طبیعی و رانت آنها می‌شود. این پیچیدگی منجر به جای‌گزینی تدریجی منابع طبیعی با منابع تجدیدپذیر می‌شود و منحنی کوزنتس زیست‌محیطی[4] (EKC) در زمینه ECI و رانت منابع را تشکیل می‌دهد که در قسمت الف شکل ۱ نشان داده شده است. بنابراین کشورهایی که سیاست پیچیدگی را دنبال می‌کنند ممکن است افزایش اولیه و سپس کاهش در استفاده از منابع طبیعی را به‌صورت یک رابطه Uشکل معکوس که در فرضیه EKC مورد بحث قرار گرفته است، تجربه کنند (ال-درار و همکاران، ۲۰۲۳).

در مقابل رابطه Uشکل بین پیچیدگی اقتصادی و رانت منابع طبیعی از این استدلال حمایت می‌کند که افزایش پیچیدگی ممکن است از تنوع‌بخشی و کاهش در رانت منابع طبیعی شروع شود و در نهایت منجر به اثر مقیاس گردد که باعث تقاضای بالاتر برای منابع طبیعی می‌شود. این رابطه، تداعی‌کننده منحنی ظرفیت بار[5] (LCC) زیست‌محیطی در زمینه ECI و رانت منابع طبیعی است که در قسمت ب شکل ۱ نشان داده شده است. تولید بیشتر در اثر افزایش پیچیدگی اقتصادی ممکن است از یک سطح باعث افزایش فعالیت‌های اقتصادی و تقاضا برای منابع طبیعی در جهت حمایت از تولید شود. در واقع، تولید به آب، سوخت فسیلی و انرژی نیاز دارد که استفاده از منابع طبیعی و استخراج آن‌ها را افزایش می‌دهد (احمد و همکاران[6]، ۲۰۲۰؛ ال-درار و همکاران، ۲۰۲۳).

1. Ahmed *et al.* (2020)
2. Alvarado *et al.* (2021)
3. Can & Ahmed (2023)
4. Environmental Kuznets Curve (EKC)
5. Load Capacity Curve (LCC)

منحنی ظرفیت بار که یک مفهوم جدید زیست‌محیطی است، نشان می‌دهد که رابطه بین رشد اقتصادی و ضریب ظرفیت بار (که به‌صورت نسبت ظرفیت زیستی به ردپای اکولوژیکی تعریف می‌شود) به‌صورت رابطه U شکل است.

6. Ahmed *et al.* (2020)



منبع: ال-درار و همکاران (۲۰۲۳)

شکل ۱: رابطه U شکل و U معکوس شکل بین پیچیدگی اقتصادی و رانت منابع طبیعی

۳. پیشینه پژوهش

در این قسمت از پژوهش به‌ترتیب اهم مطالعات خارجی و داخلی تجربی انجام‌شده در زمینه موضوع تحقیق (و یا نزدیک به آن) بررسی می‌شود. در انتهای این بخش نیز یک جمع‌بندی کلی از مطالعات تجربی انجام‌شده به‌عمل آمده و وجه تمایز و نوآوری مطالعه حاضر در قیاس با این مطالعات بیان شده است.

۳-۱. پیشینه داخلی

علوی و دهمره قلعه‌نو (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای نقش کیفیت نهادی و تنوع اقتصاد را در اثرگذاری رانت منابع طبیعی بر رشد اقتصادی در کشورهای منتخب منطقه منا در دوره ۲۰۱۸ – ۲۰۰۲ بررسی کرده‌اند. نتایج این مطالعه با به‌کارگیری روش گشتاورهای تعمیم‌یافته[1] (GMM) نشان می‌دهد که منابع طبیعی به‌طور منفرد اثرگذاری منفی بر رشد اقتصادی دارد که تأییدکننده فرضیه نفرین منابع است. اما، تعامل آن با کیفیت نهادی و تنوع اقتصاد باعث اثرگذاری مثبت منابع طبیعی بر رشد اقتصادی می‌شود (اثر تعاملی مثبت). بر این اساس، می‌توان بهبود کیفیت نهادی از طریق حکمرانی و پیچیدگی اقتصادی را عاملی تعیین‌کننده در اثرگذاری رانت منابع طبیعی بر رشد اقتصادی قلمداد کرد.

اشرفی و سایه‌میری (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای تأثیر جهانی‌شدن و پیچیدگی اقتصادی را بر رانت منابع طبیعی در کشورهای منطقه منا با استفاده از داده‌های بازه زمانی ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۹ و روش پانل اثرات ثابت[2] (FE) با اعمال EGLS بررسی کرده‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که افزایش پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی و معنی‌داری بر میزان رانت منابع طبیعی دارد؛ به‌گونه‌ای که با افزایش یک

1. Generalized Method of Moments (GMM)
2. Fixed Effect (FE)

واحدی در این متغیر میزان رانت منابع طبیعی بیش از ۰/۱۴ کاهش می‌یابد. علاوه بر آن، نتایج نشان‌دهنده این است که GDP رابطه معکوس و معناداری با میزان رانت منابع طبیعی دارد؛ درحالی‌که مجذور آن رابطه مثبت با میزان رانت منابع طبیعی دارد. بنابراین فرضیه کوزنتس در مورد کشورهای منا صادق نیست. نتایج تحقیق همچنین نشان‌دهنده تأثیر مثبت شاخص جهانی‌شدن بر رانت منابع طبیعی است؛ به‌گونه‌ای که با افزایش یک درصدی در این شاخص، رانت منابع طبیعی بیش از ۰/۳۴ افزایش می‌یابد.

۲-۳. پیشینه خارجی

کانه و همکاران (۲۰۲۰) در مطالعه‌ای به‌دنبال پاسخی به این پرسش هستند که آیا پیچیدگی اقتصادی راه‌حلی برای فرضیه نفرین منابع طبیعی است؟ در این راستا، این مطالعه به بررسی تأثیر خطی پیچیدگی اقتصادی بر رانت منابع طبیعی در یک نمونه جهانی از ۹۰ اقتصاد که به سه نمونه فرعی شامل ۲۷ اقتصاد با درآمد پایین و متوسط رو به پایین (LMEs)، ۲۲ اقتصاد با درآمد متوسط رو به بالا (UMEs) و ۴۱ اقتصاد با درآمد بالا (HIEs) تجزیه شده، طی دوره‌ی زمانی ۲۰۰۲-۲۰۱۷ پرداخته است. به این منظور از متغیرهای رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI)، تشکیل سرمایه ناخالص، مخارج مصرفی دولت و تراکم (چگالی) جمعیت به‌عنوان متغیرهای کنترل مدل و از روش‌های متعدد اقتصادسنجی نظیر: حداقل مربعات تعمیم‌یافته امکان‌پذیر[1] (FGLS)، مدل خطاهای استاندارد تصحیح‌شده پانل[2] (PCSE)، GMM سیستمی دومرحله‌ای و برآورد ترتیبی (دو مرحله‌ای) مدل‌های خطی داده‌های پانل[3] (SELPDM) در جهت برآورد مدل تحقیق استفاده شده است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که شاخص پیچیدگی اقتصادی تأثیر منفی بر رانت کل منابع طبیعی (مجموع رانت زغال‌سنگ، رانت معدن، رانت گاز طبیعی و رانت جنگل) دارد. با تفکیک کشورهای مورد مطالعه، این اثر منفی در LMEs و HIEs نیز مشاهده است؛ درحالی‌که در UMEs این اثرگذاری بی‌معناست. علاوه بر این، به نظرمی‌رسد در سطح تفکیکی تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رانت معدن و گاز طبیعی، منفی، اما بر رانت زغال‌سنگ و جنگل، مثبت است. در نهایت، تغییر در معیار پیچیدگی اقتصادی (استفاده از شاخص ECI توسعه‌یافته توسط تاچلا و همکاران[4] (۲۰۲۳))[5] نتایج تجربی متفاوتی را نشان می‌دهد که این موضوع تفاوت روش‌شناختی در روش‌های اندازه‌گیری این شاخص را برجسته می‌کند.

1. Feasible Generalized Least Squares (FGLS)
2. Panel Corrected Standard Errors model (PCSE)
3. Sequential (two-stage) Estimation of Linear Panel-Data Models (SELPDM)
4. Taccellaa *et al.* (2013)

۵. شایان‌ذکر است که هیدالگو و هاسمن (۲۰۰۹) شاخص خود را با استفاده از فرض ساختار بلوکی - قطری در ماتریس کشورها و دیدگاه ریکاردینی از تخصص در محصولات صادراتی ایجاد کرده‌اند؛ درحالی‌که تاچلا و همکاران (۲۰۲۳) استدلال می‌کنند که این ماتریس بایستی دارای یک ساختار مثلثی مشخص باشد. برای بحث در مورد این جنبه‌های فنی به مطالعه تاچلا و همکاران (۲۰۲۳)رجوع کنید.

ال-درار و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه‌ای به‌دنبال پاسخی به این پرسش هستند که پیچیدگی اقتصادی چگونه بر استخراج منابع طبیعی در کشورهای غنی از منابع طبیعی تأثیر می‌گذارد؟ در این راستا این مطالعه رابطه بین رانت انواع منابع طبیعی (شامل: زغال‌سنگ، نفت، مواد معدنی، گاز طبیعی و جنگل)، پیچیدگی اقتصادی، کسری بودجه، تراکم جمعیت، فناوری پاک و ظرفیت بهره‌وری منابع طبیعی را در ۲۰ اقتصاد غنی از منابع طبیعی از سال ۲۰۰۰ تا ۲۰۲۱ و با استفاده از برآوردگر رگرسیونی پانل کوانتایل بررسی کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در سطح متوسط (میانگین) استخراج منابع، پیچیدگی اقتصادی یک اثر U شکل معکوس بر رانت جنگل، معدن و زغال‌سنگ و یک اثر U شکل بر رانت گاز و نفت دارد. همچنین، پیچیدگی اقتصادی باعث افزایش رانت جنگل، زغال‌سنگ و مواد معدنی در سطوح پایین استخراج منابع (چندک‌های پایین) و باعث کاهش رانت جنگل، گاز طبیعی، نفت، زغال‌سنگ و مواد معدنی در سطوح بالای استخراج منابع (چندک‌های بالا) می شود.

لی و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر خطی و غیرخطی پیچیدگی اقتصادی بر استفاده از منابع طبیعی (منابع معدنی) در ده کشور تازه صنعتی‌شده[1] (NICs) طی سال‌های ۱۹۷۵-۲۰۲۰ پرداخته‌اند. در این تحقیق علاوه بر پیچیدگی اقتصادی، رشد اقتصادی، سرمایه انسانی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تراکم جمعیت به‌عنوان متغیرهای کنترلی مورد استفاده قرار گرفته است و فرض شده است که رابطه بین پیچیدگی اقتصادی و رانت منابع طبیعی بسته به پیشرفت و پیچیدگی فرآیندهای اقتصادی، ممکن است به شکل U معکوس باشد. به‌منظور برآورد مدل در بلندمدت نیز از رگرسیون پانل کوانتایل، OLS تلفیقی و GMM سیستمی استفاده شده است. یافته‌های تحقیق از وجود رابطه U معکوس بین رانت منابع طبیعی و پیچیدگی اقتصادی حمایت می‌کند. آزمون علیت پانلی دومیترسکو و هورلین نیز رابطه علیت دوطرفه بین پیچیدگی اقتصادی و رانت منابع طبیعی را تأیید می‌کند.

۳-۳. جمع‌بندی مطالعات تجربی

بررسی مطالعات تجربی پیرامون موضوع تحقیق نشان می‌دهد که اثر ECI بر رانت منابع طبیعی در برخی از مطالعات تجربی به‌صورت خطی و در برخی دیگر از مطالعات به‌صورت غیرخطی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که اثر پیچیدگی اقتصادی بر رانت منابع طبیعی، به‌طور غالب منفی و یا غیرخطی می‌باشد. همچنین، این اثرگذاری با توجه به نوع منابع طبیعی می‌تواند متفاوت باشد.از طرفی طبق بررسی نویسندگان، مطالعات تجربی انجام‌شده در زمینه تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رانت منابع طبیعی بسیار محدود است و بر این اساس لزوم انجام مطالعه تجربی بیشتر در این زمینه برای گروه کشورهای مختلف، از جمله منطقه MENA که سطح وابستگی بیشتر کشورهای آن به رانت حاصل از منابع طبیعی بسیار بالاست، حس می‌شود. بنابراین بررسی این موضوع که آیا افزایش پیچیدگی اقتصادی راه‌حل مناسبی برای کاهش وابستگی به منابع طبیعی در کشورهای

1. Newly Industrialized Countries (NICs)

منطقه MENA است، مهم جلوه می‌کند. اگرچه این موضوع در مطالعه اشرفی و سایه‌میری (۱۴۰۳) مورد بررسی قرار گرفته است، اما مطالعه حاضر صرف‌نظر از نوع مدل‌سازی و روش برآورد، از لحاظ برآورد آستانه‌ای (غیرخطی) پیچیدگی اقتصادی و همچنین تفکیک انواع منابع طبیعی (نفت، گاز طبیعی، جنگل و معدن) با این مطالعه کاملاً متفاوت است.

۴. روش شناسی پژوهش

در این قسمت از پژوهش نخست مدل و متغیرهای تحقیق معرفی و سپس به تشریح مراحل تحقیق پرداخته می‌شود.

۴-۱. مدل پژوهش

در این پژوهش به‌منظور انجام تجزیه‌وتحلیل‌های تجربی در رابطه با شناسایی تأثیر غیرخطی (آستانه‌ای) بین پیچیدگی اقتصادی و انواع منابع طبیعی با الهام از مبانی نظری و مطالعات تجربی بالاخص مطالعه کانه و همکاران (۲۰۲۰)، از یک مدل پانل‌دیتا به فرم تبعی رابطه زیر استفاده شده است:

$$\left(\mathrm{NRR}/\mathrm{GDP}\right)_{it} = f\left[\mathrm{ECI}_{it} \quad \mathrm{ECI}_{it}^{2} \quad \overbrace{\mathrm{Growth}_{it} \quad \left(\mathrm{GE}/\mathrm{GDP}\right)_{it} \quad \mathrm{PD}_{it} \quad \left(\mathrm{FDI}/\mathrm{GDP}\right)_{it}}^{\text{متغیرهای کنترل}}\right] \qquad (۱۰)$$

رابطه فوق در شکل رگرسیونی به‌صورت زیر نشان داده می‌شود:

$$\left(\frac{\mathrm{NRR}}{\mathrm{GDP}}\right)_{it} = \beta_0 + \beta_1 \mathrm{ECI}_{it} + \beta_2 (\mathrm{ECI}_{it})^2 + \beta_3 \mathrm{Growth}_{it} + \beta_4 \left(\frac{\mathrm{GE}}{\mathrm{GDP}}\right)_{it} + \beta_5 \mathrm{PD}_{it} + \beta_6 \left(\frac{\mathrm{FDI}}{\mathrm{GDP}}\right)_{it} + \varepsilon_{1it} \qquad (۱۱)$$

در رابطه فوق متغیرها به‌صورت زیر تعریف شده‌اند:

NRR/GDP: درصد سهم رانت منابع طبیعی از GDP (متغیر وابسته)؛ برای اندازه‌گیری این متغیر از شاخص کلی درصد سهم رانت کل منابع طبیعی از GDP ($\mathrm{NRR}^{\mathrm{Total}}/\mathrm{GDP}$) و ۴ شاخص تفکیکی شامل: درصد سهم رانت نفت از GDP ($\mathrm{Oil}^{\mathrm{Ren}}/\mathrm{GDP}$)، درصد سهم رانت گاز طبیعی از GDP ($\mathrm{Gas}^{\mathrm{Rent}}/\mathrm{GDP}$)، درصد سهم رانت جنگل از GDP ($\mathrm{Forest}^{\mathrm{Rent}}/\mathrm{GDP}$) و درصد سهم رانت مواد معدنی از GDP ($\mathrm{Mineral}^{\mathrm{Rent}}/\mathrm{GDP}$) استفاده شده است. این شاخص‌ها به‌طور جداگانه و مستقل وارد مدل خواهند شد و سپس مدل برآورد می‌شود؛ بنابراین در مجموع، ۵ معادله برآوردی در این پژوهش خواهیم داشت. منبع داده‌های این متغیر شاخص‌های توسعه جهانی[1] (WDI) متعلق به بانک جهانی است.

1. World Development Indicators (WDI)

ECI: شاخص پیچیدگی اقتصادی (متغیر مستقل)؛ نحوه‌ی محاسبه شاخص پیچیدگی اقتصادی، تنوع و فراگیری محصولات است. تنوع محصول در یک کشور به این معناست که آن کشور چه تعداد محصولات رقابت‌پذیر تولید می‌کند. فراگیری محصول نیز به این معناست که چه تعداد کشورهایی در تولید آن محصول از قدرت رقابت‌پذیری بالایی برخوردارند. ECI بین دو عدد ۳- و ۳+ است که هر چه به عدد ۳+ نزدیک‌تر باشد، آن کشور اقتصادی پیچیده‌تر دارد. منبع داده‌های این شاخص پایگاه آماری اطلس مدیا است.

ECI^2: مجذور (مربع) شاخص پیچیدگی اقتصادی؛ بر اساس علامت و معناداری ضرایب ECI و ECI^2 می‌توان در مورد شکل رابطه بین پیچیدگی اقتصادی و نوع منبع طبیعی اظهارنظر کرد. اگر β_1 و β_2 از لحاظ آماری معنادار باشند؛ وجود رابطه غیرخطی بین ECI و شاخص رانت منابع طبیعی تأیید می‌شود. اگر $\beta_2 > 0$ باشد، این رابطه Uشکل و اگر $\beta_2 < 0$ باشد، این رابطه Uشکل معکوس است. در این حالت، نقطه بازگشت یا «سطح آستانه» پیچیدگی اقتصادی را می‌توان از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\frac{\partial(\mathrm{NRR/GDP})_{it}}{\partial(\mathrm{ECI})_{it}} = \beta_1 + 2\beta_2(\mathrm{ECI})_{it} = 0 \Leftrightarrow (\mathrm{ECI})_{it}^{\mathrm{Threshold}} = -\frac{\beta_1}{2\beta_2} \qquad (۱۲)$$

در این حالت متوسط اثر نهایی[1] (AME) پیچیدگی اقتصادی بر شاخص رانت منابع طبیعی از طریق رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\mathrm{AME} = \frac{\partial(\mathrm{NRR/GDP})_{it}}{\partial(\mathrm{ECI})_{it}} = \beta_1 + 2\beta_2(\mathrm{ECI})_{it}^{\mathrm{Mean}} \qquad (۱۳)$$

در رابطه فوق، ECI^{Mean} متوسط شاخص پیچیدگی اقتصادی در داخل نمونه مورد بررسی است. به‌منظور بررسی معناداری آماری AME نیز، از آماره t استفاده می‌شود (گل‌خندان و محمدیان‌منصور، ۱۴۰۰: ۲۳۴).

Growth: نرخ رشد GDP حقیقی (بر حسب درصد) به‌عنوان شاخص رشد اقتصادی؛

GE/GDP: سهم مخارج مصرفی نهایی دولت از GDP (بر حسب درصد) به‌عنوان شاخص مخارج دولت؛

PD: تراکم (چگالی) جمعیت که به‌صورت نسبت جمعیت کل به مساحت کشور (بر حسب نفر بر کیلومتر مربع) تعریف می‌شود.

FDI: سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی که به‌صورت سهم خالص ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از GDP (بر حسب درصد) تعریف می‌شود. منبع داده‌های تمام متغیرهای کنترل فوق، WDI است. همچنین، i نشان‌دهنده ۱۱ کشور منطقه MENA ($i=1,\ldots,11$) که اطلاعات و داده‌های آماری آن‌ها در دسترس بوده است (شامل کشورهای: امارات، بحرین، ایران، اسرائیل، کویت، لبنان، لیبی، عمان، قطر، عربستان و ترکیه)، t نشان‌دهنده بازه‌ی زمانی پژوهش (۲۰۲۲-۲۰۰۰) و ε_{it} جزء خطای معادله

1. Average Marginal Effect (AME)

رگرسیونی است. در جدول ۱ به‌طور خلاصه متغیرهای مدل، نماد، شاخص و نحوه اندازه‌گیری به‌همراه منبع جمع‌آوری داده‌های آماری هر متغیر و علامت انتظاری ضرایب برآوردی نشان داده شده است.

جدول ۱. متغیرها و منابع داده‌ها

متغیر	نماد	شاخص و نحوه اندازه‌گیری	منبع	علامت انتظاری
رانت کل منابع طبیعی	NRR^{Total}/GDP	نسبت رانت کل منابع طبیعی (تفاضل ارزش تولید منابع طبیعی به قیمت‌های جهانی از کل هزینه‌های تولید آن) به GDP (بر حسب درصد).	وب‌سایت WDI	متغیر وابسته مدل
رانت نفت	Oil^{Rent}/GDP	نسبت رانت نفت (تفاضل ارزش تولید نفت به قیمت‌های جهانی از کل هزینه‌های تولید آن) به GDP (بر حسب درصد).		
رانت جنگل	ForestRent/GDP	نسبت رانت جنگل (تفاضل ارزش چوب برداشت‌شده به قیمت‌های منطقه‌ای از کل هزینه‌های تولید آن) به GDP (بر حسب درصد).		
رانت گاز طبیعی	GasRent/GDP	نسبت رانت گاز طبیعی (تفاضل ارزش تولید گاز به قیمت‌های جهانی از کل هزینه‌های تولید آن) به GDP (بر حسب درصد).		
رانت معدن	$Mineral^{Rent}/GDP$	نسبت رانت معدن (تفاضل ارزش موجودی مواد معدنی به قیمت‌های جهانی از کل هزینه‌های تولید آن) به GDP (بر حسب درصد). مواد معدنی موجود در محاسبه عبارتند از قلع، طلا، سرب، روی، آهن، مس، نیکل، نقره، بوکسیت و فسفات.		
پیچیدگی اقتصادی	ECI	درجه پیچیدگی و تنوع سبد محصولات صادراتی یک کشور را نشان می‌دهد و مقدار این شاخص بین دو عدد ۳- و ۳+ است که هر چه به عدد ۳+ نزدیک‌تر باشد، آن کشور اقتصادی پیچیده‌تر دارد.	پایگاه آماری اطلس مدیا	غیرخطی
رشد اقتصادی	Growth	نرخ رشد GDP حقیقی (بر حسب درصد)	وب‌سایت WDI	مثبت

مخارج دولت	GE/GDP	سهم مخارج مصرفی نهایی دولت از GDP (بر حسب درصد)		مثبت
تراکم جمعیت (جگالی)	PD	نسبت جمعیت کل به مساحت کشور (بر حسب نفر بر کیلومتر مربع)		نامشخص
سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	FDI/GDP	سهم خالص ورودی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از GDP (بر حسب درصد)		نامشخص

منبع: متغیرهای تحقیق

۲-۴. روش برآورد پژوهش

مراحل روش تحقیق در شکل ۲ نشان داده شده است. بعد از انجام تحلیل‌های مقدماتی در زمینه داده‌های پژوهش (گام نخست)، دومین گام، انجام آزمون «وابستگی مقطعی»[1] (CD) است؛ چراکه در صورت تأیید وابستگی مقطعی بین متغیرها استفاده از آزمون‌های معمول (نسل اول) ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانلی ممکن است منجر به نتایج کاذب شود (پسران[2]، ۲۰۰۴). به این منظور، در پژوهش حاضر از آزمون‌های ضریب لاگرانژ[3] (LM)، CD پسران (۲۰۰۴) و LM تعدیل‌شده استفاده شده است. فرضیه صفر در این سه آزمون نشان‌دهنده عدم وابستگی مقطعی بین اعضای پانل می‌باشد. گام سوم در داده‌های پانل، بحث ناهمگنی است. درنظر گرفتن فرض همگنی برای اعضای پانل در تحلیل رابطه بین متغیرها ممکن است منجر به نتایج گمراه‌کننده‌ای شود. بررسی ناهمگنی در داده‌های پانلی با استفاده آزمون دلتا ارائه‌شده توسط پسران و یاماگاتا[4] (۲۰۰۸) انجام می‌شود. فرضیه صفر این آزمون عبارت است از همگن بودن شیب برای تمام اعضای پانل و فرضیه مقابل آن به عدم تجانس و ناهمگنی شیب در بین اعضای پانل اشاره دارد. آماره این آزمون به‌صورت رابطه زیر تعریف می‌شود:

$$\tilde{\Delta}= \sqrt{N}\left(\frac{N^{-1}\tilde{S}-K}{\sqrt{2K}}\right)\rightarrow N(0,1) \qquad (۱۴)$$

در رابطه فوق $\tilde{S}$ از طریق رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$\tilde{S}=\sum_{i=1}^{N}(\hat{\beta}_i-\tilde{\beta}_{WFE})'\frac{\acute{x}_i M_\tau x_i}{\tilde{\sigma}_i^{\,2}}(\hat{\beta}_i-\tilde{\beta}_{WFE}) \qquad (۱۵)$$

1. Cross-Sectional Dependence (CD)
2. Pesaran (2004)
3. Lagrange Multiplier (LM)
4. Pesaran & Yamagata (2008)

در رابطه فوق، $\hat{\beta}_i$ و $\tilde{\beta}_{WFE}$ به‌ترتیب برآوردگر OLS تلفیقی و تخمین‌زن تلفیقی اثرات ثابت، M_τ ماتریس شناسایی و ${\tilde{\sigma}_i}^2$ تخمین‌زن ${\sigma_i}^2$ است. شایان ذکر است که خصوصیات نمونه کوچک آزمون $\tilde{\Delta}$ را می‌توان تحت خطاهای توزیع‌شده نرمال با استفاده از نسخه تعدیل اریب $(\tilde{\Delta}_{adj})$ بهبود بخشید. گام چهارم در برآورد داده‌های پانل، بررسی مانایی متغیرها و هم‌انباشتگی (رابطه بلندمدت) بین آن‌ها است. هرگاه وابستگی مقطعی در داده‌های پانل تأیید شد، استفاده از روش‌های مرسوم ریشه‌واحد پانلی احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد. برای رفع این مشکل آزمون‌های ریشه واحد پانلی متعددی با وجود وابستگی مقطعی پیشنهاد شده (آزمون‌های ریشه واحد نسل دوم) که یکی از مشهورترین و پرکاربردترین این آزمون‌ها، آزمون ریشه‌واحد تعمیم‌یافته مقطعی ایم، پسران و شین[1] (CIPS) می‌باشد که توسط پسران (۲۰۰۷) ارائه شده است. وی جهت فرموله‌کردن این آزمون با درنظرگرفتن وابستگی بین مقاطع، از رگرسیون دیکی فولر تعمیم‌یافته مقطعی[2] (CADF) که با استفاده از روش OLS برای iامین مقطع برآورد می‌شود، استفاده کرده است. قبل از برآورد پارامترهای بلندمدت نیز، بایستی این مسأله ارزیابی شود که آیا بین متغیرهای تحت بررسی، هم‌انباشتگی وجود دارد یا خیر؟ به این منظور در مطالعه حاضر از آزمون هم‌انباشتگی پانل بوت‌استراپ LM که توسط وسترلوند و ادجرتون[3] (۲۰۰۷) توسعه یافته، استفاده شده است. دلیل استفاده از این آزمون هم‌انباشتگی آنست که می‌تواند هم بر ناهمگنی شیب و هم بر مشکل وابستگی مقطعی غلبه کند (دوغان و اینگلسی-لوتز[4]، ۲۰۱۷) و بنابراین نتایج قابل اعتمادتری نسبت به آزمون‌های هم‌انباشتگی معمول ارائه می‌دهد. آماره آزمون وسترلوند و ادجرتون (۲۰۰۷) توسط رابطه زیر تعیین می‌شود:

$$LM_N^+ = \frac{1}{NT^2}\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=1}^{T}\hat{w}_i^{-2}S_{it}^2 \qquad (۱۶)$$

در رابطه فوق، T به طول دوره زمانی، N به اندازه (حجم) نمونه، $\hat{w}_i$ به واریانس بلندمدت باقیمانده‌ها، S_{it} به فرآیند جمع جزئی عبارات خطا اشاره دارد. در این آزمون، فرضیه صفر اشاره به هم‌انباشتگی (وجود رابطه بلندمدت) دارد و فرضیه مقابل آن نشان‌دهنده عدم هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل است. در مرحله آخر، مدل برآورد می‌شود. در این مطالعه برآوردهای بلندمدت با استفاده از مدل خطی تعمیم‌یافته[5] (GLM) ارائه‌شده توسط بریسلو و کلایتون[6] (۱۹۹۳) تجزیه‌وتحلیل می‌شود. GLM، تعمیم رگرسیون خطی برای داده‌هایی که توزیع نرمال ندارند، می‌باشد و از یک رویکرد تکراری به نام مراحل نیوتن‌رافسون یا مارکوارت[7] برای برآورد پارامترهای مدل استفاده می‌کند. این

1. Cross-sectional Im, Pesaran, Shin (CIPS)
2. Cross-sectional Augmented Dicky Fuller (CADF)
3. Westerlund & Edgerton (2007)
4. Dogan & Inglesi-Lotz (2017)
5. Generalized Linear Model (GLM)
6. Breslow & Clayton (1993)
7. Newton-Raphson and Marquardt Steps

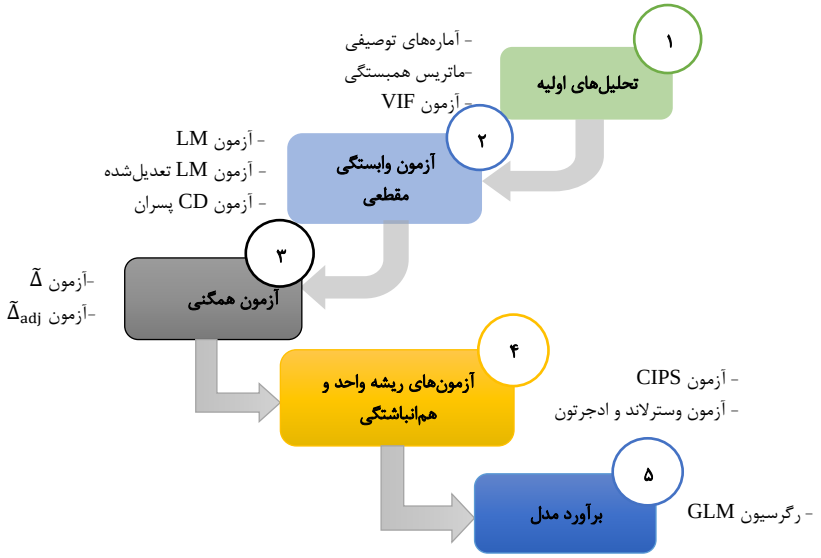
رویکرد تکراری شامل به‌روزرسانی متوالی برآورد پارامترها بر اساس مقادیر فعلی پارامترها است. فرآیند تکرار تا زمانی ادامه می‌یابد که برآورد پارامترها به برآوردهای‌های درست‌نمایی بیشینه هم‌گرا شوند. GLM یک مدل انعطاف‌پذیر است که می‌تواند برای انواع داده‌ها از جمله داده‌های باینری و دسته‌بندی استفاده شود. رگرسیون GLM، توسعه‌ای از مدل رگرسیون خطی سنتی است که اجازه می‌دهد متغیر پاسخ به‌طور غیرنرمال توزیع شود. معادله GLM به‌شکل زیر است:

$$g(E(Y)) = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \cdots + \beta_p x_p \quad (۱۷)$$

در رابطه فوق $g(.)$ تابع پیوند است که پیش‌بینی خطی را به مقدار مورد انتظار متغیر پاسخ مرتبط می‌کند. $E(Y)$ مقدار مورد انتظار متغیر پاسخ است و β_0 ، β_1 ، β_2 ، ...، β_p ضرایب یا پارامترهایی هستند که توسط GLM برآورد می‌شوند. $x_1, x_2, \ldots, x_p$ متغیرهای پیش‌بینی هستند. تابع پیوند $g(.)$ بر اساس ماهیت متغیر پاسخ انتخاب می‌شود. تابع توزیع احتمال[1] (pdf) برای خانواده توزیع انتخابی را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$f(y; \theta, \varphi) = \exp\left((y\theta - b(\theta))/a(\varphi) + c(y, \varphi)\right) \quad (۱۸)$$

که در رابطه فوق، y متغیر پاسخ مشاهده‌شده، θ پارامتر کانونیک (استاندارد)، ϕ پارامتر انتشار، $b(\theta)$ تابع تجمعی، $a(\phi)$ تابع واریانس و $c(y, \phi)$ یک ثابت نرمال‌سازی است (هی و همکاران[2]، ۲۰۲۴).



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۲: مراحل روش تحقیق

1. probability distribution function (pdf)
2. He *et al. (2024)*

۵. نتایج

در جدول ۱ پیوست‌ها خلاصه‌ای از شاخص‌های آماری داده‌های خام متغیرهای تحقیق ارائه شده است. بر این اساس، بیشترین میزان پراکندگی بین داده‌ها متعلق به تراکم جمعیت (PD) است و کمترین مقدار آن به سهم رانت جنگل از GDP ($Forest^{Rent}/GDP$) اختصاص دارد. میانگین شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) عددی معادل ۰/۱۸۰- می‌باشد؛ که گویای این موضوع است که تنوع ساختار اقتصادی در بین کشورهای منتخب منطقه MENA در سطح متوسطی قرار دارد. همچنین، بر اساس آمارهٔ جارک-برا و سطح احتمال آن می‌توان گفت که هیچ‌یک از متغیرهای پژوهش از توزیع نرمال برخوردار نیستند. یکی از دلایل اصلی برآورد مدل به روش رگرسیون GLM آنست که توزیع متغیر وابسته، نامتقارن باشد. بر اساس آماره جارک-برا، توزیع تمام شاخص‌های رانت منابع طبیعی چه در سطح کل و چه در سطح تفکیک‌شده، نامتقارن است؛ چرا که سطح احتمال آن‌ها کم‌تر از ۰/۰۱ برآورد شده است. در جدول ۲ پیوست نیز ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش ارائه شده است که بر این اساس و به‌عنوان نمونه، ضریب همبستگی پیچیدگی اقتصادی (ECI)، رشد اقتصادی (Growth)، مخارج دولت (GE/GDP)، تراکم جمعیت (PD) و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI/GDP)، با متغیر وابسته رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP)، به‌ترتیب برابر با ۰/۷۷۱، ۰/۲۰۶، ۰/۱۱۲، ۰/۳۰۲- و ۰/۳۴۲- است. در بین متغیرهای وابسته هر ۵ مدل نیز، ضریب همبستگی رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP) و رانت نفت (Oil^{Rent}/GDP) در سطح بسیار بالایی است (حدود ۰/۹۹)؛ که این موضوع به‌دلیل آنست که سهم عمده‌ای از رانت منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA را رانت نفت تشکیل می‌دهد.

در جدول ۲ نتایج آزمون عامل تورم واریانس[1] (VIF) به‌منظور بررسی مسئله هم‌خطی چندگانه در داده‌های پژوهش نشان داده شده است. نتایج آزمون VIF را می‌توان به این‌صورت تفسیر کرد: اگر مقدار ضریب آن برابر با عدد ۱ باشد، نشان‌دهنده هیچ ارتباطی نیست. اگر مقدار ضریب آن بین دو عدد ۱ و ۵ باشد، نشان‌دهنده همبستگی متوسط است و اگر بزرگ‌تر از عدد ۵ باشد، همبستگی بالایی را نشان می‌دهد. توجه به این نکته مهم است که با افزایش VIF، قابلیت اطمینان نتایج تخمین کاهش می‌یابد (ژیوآن و همکاران[2]، ۲۰۲۳). یافته‌ها حاکی از آن است که مقدار VIF همه متغیرها کم‌تر از عدد ۵ و نزدیک به عدد ۱ است. از این رو، می‌توان گفت که در داده‌ها هم‌خطی چندگانه وجود ندارد.

1. Variance Inflation Factor (VIF)
2. Xuan *et al.* (2023)

جدول ۲. نتایج آزمون VIF

متغیر	مقدار VIF
ECI	۲/۵۸۹
ECI^2	۲/۳۱۲
Growth	۱/۳۹۵
GE/GDP	۱/۳۰۶
PD	۱/۲۵۳
FDI/GDP	۱/۲۵۵

منبع: یافته‌های تحقیق

در شکل ۱ پیوست نیز میانگین متغیرهای اصلی این پژوهش طی دوره مورد بررسی به تفکیک کشورهای مورد مطالعه ارائه شده است. بر این اساس بیشترین میزان ECI به‌ترتیب متعلق به کشورهای اسرائیل (۱/۱۶۴)، ترکیه (۰/۴۵۵) و لبنان (۰/۳۴۲) و کمترین میزان آن نیز به‌ترتیب متعلق به کشورهای لیبی (۱/۲۳۹-)، کویت (۰/۸۵۸-) و عمان (۰/۷۴۵-) بوده است. از نظر سهم رانت کل منابع طبیعی از GDP نیز در بین کشورهای مورد مطالعه، کشورهای کویت، لیبی و عربستان به‌ترتیب با ۴۵/۹۹۶، ۴۲/۸۸۳ و ۳۷/۴۲۹ درصد در رتبه‌های اول تا سوم قرار دارند و از این نظر کشورهای لبنان، اسرائیل و ترکیه به‌ترتیب با ۰/۰۰۲، ۰/۱۸۱ و ۰/۴۷۳ درصد در رتبه‌های انتهایی قرار می‌گیرند. در سطح تفکیکی نیز از نظر سهم رانت نفت از GDP، کشور کویت با ۴۵/۱۳ درصد، از نظر سهم گاز طبیعی از GDP، کشور قطر با ۶/۳۹ درصد، از نظر سهم رانت جنگل از GDP، کشور ترکیه با ۰/۰۷ درصد، از نظر سهم رانت معدن از GDP، کشور ایران با ۰/۷۳ درصد در رتبه نخست در بین کشورهای مورد مطالعه قرار دارند.

در گام دوم، آزمون‌های وابستگی مقطعی شامل آزمون‌های LM، CD پسران و LM تعدیل‌شده و همچنین آزمون‌های همگنی شیب $\tilde{\Delta}$ و $\tilde{\Delta}_{adj}$، انجام و نتایج این آزمون‌ها در جداول ۳ و ۴ گزارش شده است. با توجه به مقدار آماره هر یک از این آزمون‌ها و سطوح احتمال محاسبه‌شده، وابستگی مقطعی بین متغیرها و عدم تجانس بین اعضای نمونه (کشورهای مورد بررسی) نتیجه‌گیری و تأیید می‌شود.

جدول ۳. نتایج آزمون‌های وابستگی مقطعی بین اعضای پانل

متغیر	نام آزمون وابستگی مقطعی (CD)						نتیجه آزمون وابستگی مقطعی
	آزمون LM		آزمون LM تعدیل‌شده		آزمون CD پسران		
	آماره	p-value	آماره	p-value	آماره	p-value	
NRR/GDP	۴۳۶/۲۹۷***	۰/۰۰۰	۳۵/۹۰۳***	۰/۰۰۰	۱۴/۳۴۳***	۰/۰۰۰	تأیید
Oil^{Rent}/GDP	۶۱۹/۱۸۴***	۰/۰۰۰	۴۹/۲۱۲***	۰/۰۰۰	۱۸/۵۱۶***	۰/۰۰۰	تأیید
Gas^{Rent}/GDP	۴۹۲/۴۱۶***	۰/۰۰۰	۳۸/۹۰۱***	۰/۰۰۰	۱۵/۸۹۹***	۰/۰۰۸	تأیید
$Forest^{Rent}$/GDP	۳۳۸/۸۱۳***	۰/۰۰۰	۲۶/۷۹۹***	۰/۰۰۰	۹/۲۹۴***	۰/۰۰۹	تأیید
$Mineral^{Rent}$/GDP	۲۹۰/۶۸۱***	۰/۰۰۰	۲۲/۳۱۸***	۰/۰۰۰	۴/۰۰۸***	۰/۰۰۰	تأیید
ECI	۲۶۹/۷۵۱***	۰/۰۰۰	۲۰/۲۱۴***	۰/۰۰۰	۷/۹۳۲***	۰/۰۰۰	تأیید
Growth	۱۰۹/۱۰۶***	۰/۰۰۰	۱۲/۶۳۲***	۰/۰۰۰	۱۰/۸۶۹***	۰/۰۰۰	تأیید
GE/GDP	۳۶۳/۹۳۱***	۰/۰۰۰	۲۹/۲۰۶***	۰/۰۰۰	۱۳/۹۴۱***	۰/۰۰۰	تأیید
PD	۱۰۶۱/۲۴۷***	۰/۰۰۰	۹۵/۶۷۹***	۰/۰۰۰	۳۲/۵۰۶***	۰/۰۰۰	تأیید
FDI/GDP	۱۳۷/۹۱۸***	۰/۰۰۰	۷/۶۵۶***	۰/۰۰۰	۶/۷۱۴***	۰/۰۰۰	تأیید

منبع: یافته‌های تحقیق (علامت *** بیان‌گر سطح معنی‌داری در ۱ درصد است)

جدول ۴. نتایج آزمون‌های تجانس (همگنی) بین اعضای پانل

متغیر وابسته مدل	نام آزمون همگنی شیب				نتیجه آزمون ناهمگنی
	$\tilde{\Delta}$		$\tilde{\Delta}_{adj}$		
	آماره	p-value	آماره	p-value	
NRR/GDP	۱۰/۶۱۸***	۰/۰۰۰	۱۱/۰۹۵***	۰/۰۰۰	تأیید
Oil^{Rent}/GDP	۱۰/۴۰۴***	۰/۰۰۰	۱۱/۰۰۵***	۰/۰۰۰	تأیید
Gas^{Rent}/GDP	۱۱/۱۸۲***	۰/۰۰۰	۱۲/۴۹۸***	۰/۰۰۰	تأیید
$Forest^{Rent}$/GDP	۱۳/۳۱۸***	۰۰۰	۱۴/۴۵۵***	۰/۰۰۰	تأیید
$Mineral^{Rent}$/GDP	۹/۹۱۸***	۰/۰۰۰	۱۰/۶۹۴***	۰/۰۰۰	تأیید

منبع: یافته‌های تحقیق (علامت *** بیان‌گر سطح معنی‌داری در ۱ درصد است)

حال با توجه به اثبات وابستگی مقطعی بین متغیرهای مدل، از آماره CIPS پسران برای بررسی وجود یا فقدان ریشه واحد استفاده شده است. نتایج این آزمون برای تمام متغیرها، یک‌بار با وجود عرض از مبدأ (C) و یک‌بار با وجود عرض از مبدأ و روند زمانی (C+T) در دو حالت سطح و با یک تفاضل در قسمت بالای جدول ۵ آمده است. بر اساس این نتایج و مقادیر بحرانی ارائه‌شده توسط Pesaran (2007: 280-281) در قسمت پایین جدول ۵، نتیجه گرفته می‌شود که در سطح اطمینان ۹۵ درصد، به جز متغیرهای سهم رانت جنگل از GDP (NRR/GDP)، رشد اقتصادی (Growth) و سهم سرمایه‌گذاری خارجی از GDP (FDI/GDP)، سایر متغیرهای مدل، در سطح نامانا هستند. این متغیرها با یک‌بار تفاضل‌گیری به‌صورت مانا درآمده‌اند؛ بنابراین از درجه مانایی واحد یعنی I(1) برخوردارند.

جدول ۵. نتایج آزمون ریشه واحد پسران (۲۰۰۷)

متغیر	آماره CIPS				درجه مانایی
	در سطح		با یک تفاضل		
	C	C+T	C	C+T	
NRR/GDP	-۲/۰۵۸	-۱/۹۴۲	-۸/۲۳۶***	-۵/۸۹۸***	I(1)
Oil^{Rent}/GDP	-۱/۵۴۵	-۲/۸۶۲*	-۸/۵۶۹***	-۶/۹۳۶***	I(1)
Gas^{Rent}/GDP	۳/۵۸۷	۴/۹۴۴	-۲/۵۵۸**	-۳/۱۲۹**	I(1)
$Forest^{Rent}$/GDP	-۳/۰۹۹***	-۳/۰۱۱**	-	-	I(0)
$Mineral^{Rent}$/GDP	۰/۶۷۳	۰/۴۶۳	-۵/۱۰۱***	-۳/۶۰۸***	I(1)
ECI	-۱/۵۵۲	-۱/۳۶۵	-۹/۴۹۶***	-۷/۵۸۸***	I(1)
Growth	-۶/۳۵۹***	-۱۱/۱۵۸***	-	-	I(0)
GE/GDP	-۱/۳۲۷	-۱/۴۶۸	-۷/۰۳۱***	-۵/۲۰۱***	I(1)
PD	۲/۱۰۱	-۲/۰۶۹	-۲/۹۱۴***	-۳/۳۶۹***	I(1)
FDI/GDP	-۲/۴۷۸**	-۲/۹۰۲**	-	-	I(0)

مقادیر بحرانی آزمون ریشه واحد پسران (۲۰۰۷) در سطوح اطمینان مختلف

حالت	٪۱	٪۵	٪۱۰
C	-۲/۶۰	-۲/۳۴	-۲/۲۱
C+T	-۳/۱۵	-۲/۸۸	-۲/۷۴

منبع: مقادیر بحرانی آزمون ریشه واحد پسران از جدول ارائه‌شده توسط پسران (۲۰۰۷: ۲۸۰-۲۸۱) و سایر نتایج بر اساس یافته‌های تحقیق (علامت‌های ***، ** و * به‌ترتیب بیان‌گر معناداری در سطوح معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد است).

با توجه به وجود متغیرهای نامانا در مدل، در گام بعدی وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای مدل با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پانل بوت‌استراپ LM بررسی می‌شود. نتایج این آزمون در جدول ۶ ارائه شده است. بر اساس نتایج، فرضیه صفر این آزمون مبنی‌بر هم‌انباشتگی در هر ۵ مدل برآوردی را نمی‌توان رد کرد و بنابراین وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای تمام مدل‌ها، تأیید می‌شود و احتمال بروز رگرسیون کاذب، منتفی است.

جدول ۶. نتایج آزمون هم‌انباشتگی پانل بوت‌استراپ LM

متغیر وابسته مدل	حالت			
	عرض از مبدأ (C)		عرض از مبدأ و روند (C+T)	
	آماره LM	p-value بوت‌استراپ	آماره LM	p-value بوت‌استراپ
NRR/GDP	۸/۱۹۸	۱/۰۰۰	۸/۷۶۸	۱/۰۰۰
Oil^{Rent}/GDP	۸/۵۰۸	۱/۰۰۰	۱۰/۰۸۸	۱/۰۰۰
Gas^{Rent}/GDP	۷/۲۸۸	۱/۰۰۰	۸/۵۸۹	۱/۰۰۰
$Forest^{Rent}$/GDP	۵/۹۴۹	۱/۰۰۰	۷/۰۸۸	۱/۰۰۰
$Mineral^{Rent}$/GDP	۶/۱۱۲	۱/۰۰۰	۷/۲۵۲	۱/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

بعد از اطمینان از وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای هر ۵ مدل، بدون نگرانی از بروز رگرسیون کاذب می‌توان این مدل‌ها را برآورد کرد. نتایج برآورد به روش GLM در جدول ۷ ارائه شده است.

جدول ۷. نتایج برآوردهای مدل به روش GLM

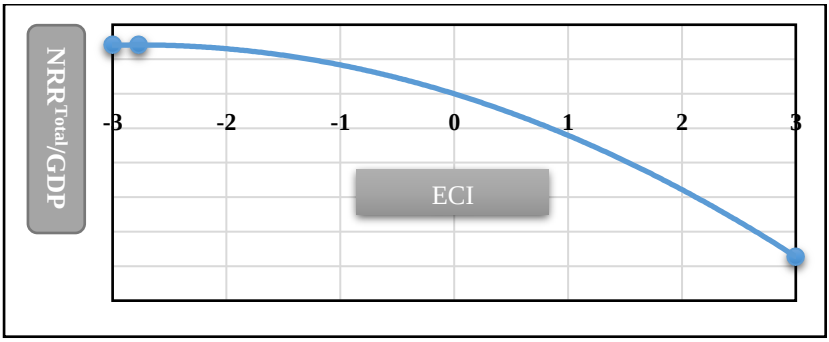
متغیر	متغیر وابسته مدل				
	NRR/GDP	Oil^{Rent}/GDP	Gas^{Rent}/GDP	$Forest^{Rent}$/GDP	$Mineral^{Rent}$/GDP
	ضریب برآوردی (Prob.)				
ECI	-۲۰/۴۲۴*** (۰/۰۰۰)	-۱۸/۹۱۲*** (۰/۰۰۰)	-۱/۴۱۹*** (۰/۰۰۰)	۰۰/۰۰۸*** (۰/۰۰۰)	۰/۰۴۳ (۰/۱۸۵)
ECI^2	-۳/۶۸۵*** (۰/۰۰۰)	-۲/۸۶۷*** (۰/۰۰۲)	-۰/۸۸۹*** (۰/۰۰۰)	۰۰/۰۰۳* (۰/۰۷۶)	۰/۰۰۱ (۰/۹۶۷)
Growth	۰/۲۷۴*** (۰/۰۰۵)	۰/۲۳۹** (۰/۰۱۷)	۰/۰۳۴۴** (۰/۰۴۱)	۰/۰۰۰* (۰/۰۸۶)	-۰/۰۰۰ (۰/۹۵۱)
GE/GDP	۰/۸۴۳*** (۰/۰۰۵)	۰/۷۱۷*** (۰/۰۰۰)	۰/۰۴۶* (۰/۰۸۴)	-۰/۰۰۱*** (۰/۰۰۰)	-۰/۰۱۵*** (۰/۰۰۱)
PD	-۰/۰۰۳* (۰/۰۹۱)	-۰/۰۰۴** (۰/۰۱۵)	۰/۰۰۱*** (۰/۰۰۰)	-۰/۰۰۰*** (۰/۰۰۱)	-۰/۰۰۱** (۰/۰۰۱)
FDI/GDP	-۰/۴۰۹* (۰/۰۹۸)	-۰/۳۰۶ (۰/۲۸۱)	-۰/۰۸۱* (۰/۰۶۹)	-۰/۰۰۲*** (۰/۰۰۰)	-۰/۰۲۲*** (۰/۰۰۰)
C	۹/۰۴۲*** (۰/۰۰۲)	۹/۵۱۷*** (۰/۰۰۲)	۱/۱۹۹** (۰/۰۱۸)	۰/۰۴۱*** (۰/۰۰۰)	۹/۵۱۷*** (۰/۰۰۰)
متوسط اثر نهایی	-۱۹/۰۹۷*** (۰/۰۰۰)	-۱۷/۸۷۹*** (۰/۰۰۰)	-۱/۰۹۹*** (۰/۰۰۰)	۰/۰۰۷*** (۰/۰۰۰)	-
نقطه بازگشت	-۲/۷۷۱	-۳/۲۹۸	-۰/۷۹۸	-۱/۳۳۳	-
شکل رابطه بین ECI و رانت منابع	∩	⌒	∩	∪	-
Mean dependent var	۲۳/۳۰۹	۲۱/۶۱۹	۱/۸۹۳	۰/۰۱۱	۰/۱۰۵
Sum squared resid	۲۵۱۸۷	۲۶۶۳۷	۷۵۷	۰/۰۹۹	۲۰/۰۶۹
Log likelihood	-۸۵۹/۹۱۶	-۸۶۶/۲۹۶	-۴۶۰/۳۸۳	۵۵۵/۶۸۰	-۴۶/۵۳۵
Schwarz criterion	۷/۷۰۹	۷/۷۶۶	۴/۲۰۵	-۴/۷۲۹	۰/۵۷۵
Deviance	۲۵۱۸۷	۲۶۶۳۷	۷۵۷	۰/۰۹۹	۲۰/۰۶۹
Restr. deviance	۷۸۲۸۱	۷۴۱۵۰	۱۰۲۷	۰/۱۲۱	۲۲/۲۸۹
Prob (LR statistic)	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰
Pearson statistic	۱۱۳/۹۷۱	۱۲۰/۵۳۱	۴۲۶	۰/۰۰۱	۰/۰۹۱

منبع: یافته‌های تحقیق (علامت‌های ***، ** و *به‌ترتیب بیان‌گر معناداری در سطوح معنی‌داری ۱، ۵ و ۱۰ درصد است)

بر اساس نتایج جدول ۷، شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) و مجذور آن (ECI^2) در سطح معناداری بالایی اثر منفی بر رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP) داشته‌اند. این نتیجه نشان‌دهنده وجود رابطه U معکوس شکل بین پیچیدگی اقتصادی و رانت کل منابع طبیعی در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد. سطح آستانه پیچیدگی اقتصادی بر اساس ضرایب برآوردی ECI و مجذور آن حدود ۲/۷۷- محاسبه شده که در شکل ۳ نشان داده شده است. از آنجا که سطح پیچیدگی اقتصادی کشورهای مورد مطالعه از این عدد بزرگ‌تر می‌باشد (طبق نتایج جدول (۱) پیوست‌ها)، می‌توان گفت که کشورهای منطقه MENA در شاخه نزولی منحنی قرار دارند و با افزایش سطح پچیدگی اقتصادی در این کشورها، رانت کل منابع طبیعی و میزان وابستگی به این منابع کاهش می‌یابد. نتیجه به‌دست‌آمده هم‌سو و تأییدکننده نتایج مطالعات کانه و همکاران (۲۰۲۰)، لی و همکاران (۲۰۲۴) و اشرفی و سایه‌میری (۱۴۰۳) است. در سطح تفکیکی نیز شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) و مجذور آن (ECI^2) در سطح معناداری بالایی اثر منفی بر رانت نفت (Oil^{Rent}/GDP) داشته و نتایج آن شبیه به رانت کل منابع طبیعی است. دلیل این موضوع نیز آنست که سطح عمده‌ای از رانت کل منابع طبیعی در کشورهای منطقه منا را رانت نفت تشکیل می‌دهد. نتیجه به‌دست‌آمده نشان‌دهنده وجود رابطه U معکوس شکل بین پیچیدگی اقتصادی و رانت نفت در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد؛ اما از آنجا که سطح آستانه پیچیدگی اقتصادی بر اساس ضرایب برآوردی، حدود ۳/۳۰- محاسبه شده است و این سطح پیچیدگی اقتصادی از محدوده اندازه‌گیری آن (یعنی ۳- تا ۳) خارج است، می‌توان گفت که مطابق شکل ۴، کشورهای منطقه MENA در شاخه نزولی منحنی قرار دارند و با افزایش سطح پچیدگی اقتصادی در این کشورها، رانت نفت و میزان وابستگی به این منبع کاهش می‌یابد. نتیجه به‌دست‌آمده با نتایج مطالعه تجربی ال-درار و همکاران (۲۰۲۳) در تضاد است؛ این محققان نشان داده‌اند که در سطح متوسط استخراج نفت، شاخص پیچیدگی اقتصادی یک اثر Uشکل بر رانت نفت داشته است.

شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) و مجذور آن (ECI^2) در سطح معناداری بالایی اثر منفی بر رانت گاز طبیعی (Gas^{Rent}/GDP) داشته است. این نتیجه نشان‌دهنده وجود رابطه U معکوس شکل بین پیچیدگی اقتصادی و رانت گاز طبیعی در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد. سطح آستانه پیچیدگی اقتصادی بر اساس ضرایب برآوردی حدود ۰/۸۰- محاسبه شده که در شکل ۵ نشان داده شده است. بنابراین تا قبل از سطح آستانه ۰/۸۰-، پیچیدگی اقتصادی منجر به افزایش استخراج و وابستگی به گاز طبیعی می‌شود و بعد از این سطح آستانه، پیچیدگی اقتصادی وابستگی به گاز طبیعی را کاهش می‌دهد. تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رانت گاز طبیعی در مطالعه کانه و همکاران (۲۰۲۰)، منفی و در مطالعه ال-درار و همکاران (۲۰۲۳)، U شکل برآورد شده است. اثر شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) و مجذور آن (ECI^2) در سطح معناداری ۹۰ درصد، بر رانت جنگل ($Forest^{Rent}/GDP$)

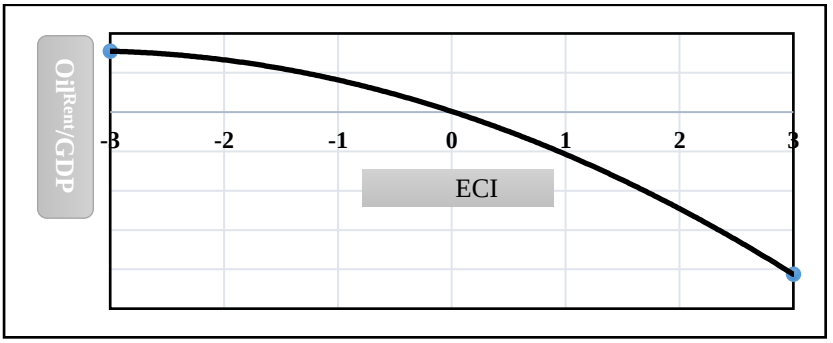
مثبت بوده است. این نتیجه نشان‌دهنده وجود رابطه U شکل بین پیچیدگی اقتصادی و رانت جنگل در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد. سطح آستانه پیچیدگی اقتصادی بر اساس ضرایب برآوردی حدود ۱/۳۳- محاسبه شده که در شکل ۶ نشان داده شده است. بنابراین تا قبل از سطح آستانه ۱/۳۳-، پیچیدگی اقتصادی منجر به کاهش استخراج و وابستگی به جنگل می‌شود و بعد از این سطح آستانه، پیچیدگی اقتصادی وابستگی به جنگل را افزایش می‌دهد. تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رانت جنگل در مطالعه کانه و همکاران (۲۰۲۰)، مثبت و در مطالعه ال-درار و همکاران (۲۰۲۳)، U معکوس شکل برآورد شده است. اثر شاخص پیچیدگی اقتصادی (ECI) و مجذور آن (ECI^2) بر رانت معدن ($Mineral^{Rent}/GDP$) مثبت؛ اما از معناداری آماری لازم برخوردار نیست. این نتیجه نشان‌دهنده عدم وجود رابطه معنادار بین پیچیدگی اقتصادی و وابستگی به معدن در کشورهای مورد مطالعه می‌باشد.[۱] تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر رانت معدن در مطالعه کانه و همکاران (۲۰۲۰)، منفی و در مطالعه ال-درار و همکاران (۲۰۲۳)، U معکوس شکل برآورد شده است.



منبع: یافته‌های تحقیق

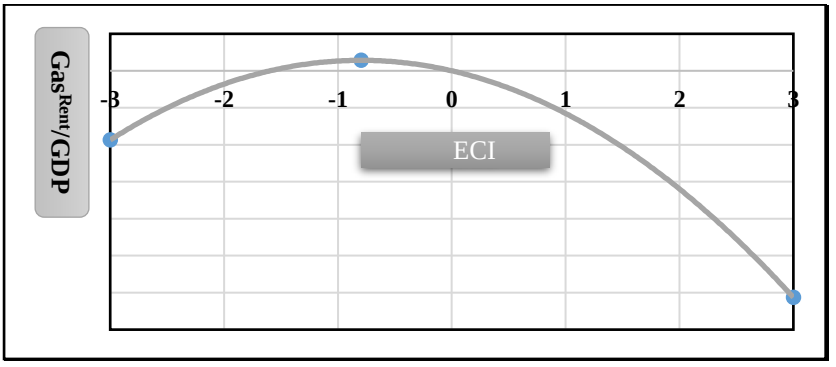
شکل ۳: رابطه آستانه‌ای بین پیچیدگی اقتصادی و رانت کل منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA (۲۰۰۰-۲۰۲۲)

۱. این نتیجه با حذف متغیر مجذور پیچیدگی اقتصادی از مدل و برآورد مجدد مدل نیز تأیید شده است.



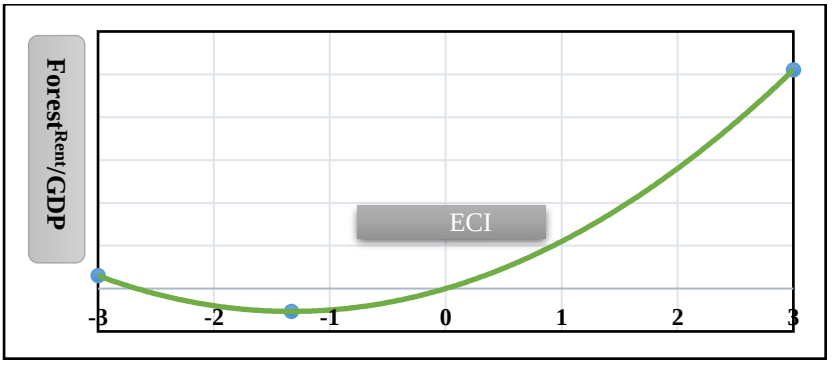
منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۴: رابطه آستانه‌ای بین پیچیدگی اقتصادی و رانت نفت در کشورهای منطقه MENA (۲۰۰۰-۲۰۲۲)



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۵: رابطه آستانه‌ای بین پیچیدگی اقتصادی و رانت گاز طبیعی در کشورهای منطقه MENA (۲۰۰۰-۲۰۲۲)



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۶: رابطه آستانه‌ای بین پیچیدگی اقتصادی و رانت جنگل در کشورهای منطقه MENA (۲۰۰۰-۲۰۲۲)

متوسط اثر نهایی پیچیدگی اقتصادی نیز بر رانت کل منابع طبیعی، رانت نفت، رانت گاز طبیعی و رانت جنگل با توجه به رابطه (۱۳) به‌ترتیب حدود ۱۹/۰۹-، ۱۷/۸۸-، ۱/۰۹- و ۰/۰۱ برآورد شده است. این بدان معناست که با افزایش ۰/۱ واحدی[1] در شاخص پیچیدگی اقتصادی، رانت کل منابع طبیعی، رانت نفت و رانت گاز طبیعی در کشورهای مورد مطالعه به‌طور متوسط به‌ترتیب حدود ۱/۹۱، ۱/۷۹ و ۰/۱۱ کاهش خواهد یافت؛ در مقابل، رانت جنگل به‌طور متوسط حدود ۰/۰۰۱ افزایش می‌یابد. این نتیجه بیان‌گر تأثیر قابل‌توجه پیچیدگی اقتصادی در کاهش وابستگی به منابع طبیعی و بالاخص منابع انرژی در کشورهای منطقه MENA است.

اثر رشد اقتصادی (Growth) بر رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP)، رانت نفت (Oil^{Rent}/GDP)، رانت گاز طبیعی (Gas^{Rent}/GDP)، رانت جنگل ($Forest^{Rent}/GDP$)، مثبت و معنادار و بر رانت معدن ($Mineral^{Rent}/GDP$) بی‌معناست. یک واحد (درصد) افزایش در رشد اقتصادی، سهم رانت کل منابع طبیعی از GDP، سهم رانت نفت از GDP، سهم رانت گاز طبیعی از GDP و سهم رانت جنگل از GDP را به‌ترتیب حدود ۰/۲۷، ۰/۲۴، ۰/۰۳ و نزدیک به صفر واحد (درصد) افزایش خواهد داد. این نتیجه گویای آنست که رشد اقتصادی در کشورهای منطقه MENA به رانت حاصل از منابع طبیعی (بالاخص منابع انرژی نفت و گاز طبیعی) وابسته است و در این بین نقش نفت بسیار مهم‌تر و بزرگ‌تر است. نتیجه به‌دست‌آمده مبنی‌بر اثر مثبت رشد اقتصادی بر رانت منابع طبیعی هم‌سو با نتایج مطالعه تجربی کانه و همکاران (۲۰۲۰) است.

اثر تراکم جمعیت (PD) بر رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP)، رانت نفت (Oil^{Rent}/GDP)، رانت جنگل ($Forest^{Rent}/GDP$) و رانت معدن ($Mineral^{Rent}/GDP$)، منفی و معنادار و بر رانت گاز طبیعی (Gas^{Rent}/GDP)، مثبت و معنادارست. یک واحد (بر حسب نفر بر کیلومتر مربع) افزایش در تراکم جمعیت، سهم رانت کل منابع طبیعی از GDP، سهم رانت نفت از GDP، سهم رانت جنگل از GDP و سهم رانت معدن از GDP را به‌ترتیب حدود ۰/۰۰۳، ۰/۰۰۴، نزدیک به صفر و ۰/۰۰۱ واحد (درصد) کاهش و سهم رانت گاز طبیعی از GDP را حدود ۰/۰۰۱ واحد (درصد) افزایش خواهد داد. تراکم جمعیت اساساً به‌معنای مساحت زمینی است که بر حسب سرانه اشغال شده است. در مورد تأثیر تراکم جمعیت بر رانت منابع طبیعی دو دیدگاه متضاد وجود دارد. دیدگاه نخست معتقد است که افزایش تراکم جمعیت ممکن است به نوآوری‌های تکنولوژیکی منجر گردد که این موضوع ممکن است وابستگی به منابع طبیعی را کاهش دهد (لی و همکاران، ۲۰۲۴). بر اساس دیدگاه دوم، از آن‌جایی که با افزایش تراکم جمعیت افراد بیشتری به غذا، آب، انرژی و سایر منابع نیاز دارند، مصرف

---

۱. ازآنجاکه یک واحد افزایش در پیچیدگی اقتصادی، باتوجه‌به محدوده این شاخص (بین دو عدد ۳- و ۳) امری بسیار دشوار، زمان‌بر و نیازمند تنوع شدید در سبد صادراتی است، تحلیل نتایج بر اساس ۰/۱ افزایش در پیچیدگی اقتصادی، ملموس‌تر و دست‌یافتنی‌تر به نظر می‌رسد. هرچند که تفسیر نتایج در هر دو حالت، هیچ تغییری در نتایج نهایی ایجاد نمی‌کند.

و استخراج منابع افزایش می‌یابد. در واقع با افزایش تراکم جمعیت، تقاضای زمین برای کشاورزی، آب برای شرب و آبیاری، جنگل‌ها برای چوب و مواد معدنی برای زیرساخت‌ها و تولید افزایش می‌یابد و این موضوع باعث استخراج بیش از حد منابع طبیعی می‌شود (ال-درار و همکاران، ۲۰۲۳). بر اساس نتایج تجربی این پژوهش به نظر می‌رسد که اثر تراکم جمعیت بر رانت کل منابع طبیعی، رانت نفت، رانت جنگل و رانت معدن از دیدگاه نخست و اثر تراکم جمعیت بر رانت گاز طبیعی از دیدگاه دوم، حمایت می‌کند.

اثر مخارج دولت (GE/GDP) بر رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP)، رانت نفت (Oil^{Rent}/GDP) و رانت گاز طبیعی (Gas^{Rent}/GDP)، مثبت و معنادار و بر رانت جنگل ($Forest^{Rent}/GDP$) و رانت معدن ($Mineral^{Rent}/GDP$)، منفی و معنادار است. یک واحد (بر حسب درصد) افزایش در سهم مخارج دولت از GDP، سهم رانت کل منابع طبیعی از GDP، سهم رانت نفت از GDP و سهم رانت گاز طبیعی از GDP را به ترتیب حدود ۰/۸۴، ۰/۷۲ و ۰/۰۵ واحد (درصد) افزایش و سهم رانت جنگل از GDP و سهم رانت معدن از GDP را به‌ترتیب حدود نزدیک به صفر و ۰/۰۲ واحد (درصد) کاهش خواهد داد. این نتیجه گویای آنست که مخارج دولت در کشورهای منطقه MENA بر رانت و میزان استخراج منابع طبیعی اثرگذار است و در این بین، اثرگذاری مخارج دولت بر استخراج و رانت نفت بسیار مهم‌تر و بزرگ‌تر است و بر سایر منابع طبیعی بالاخص جنگل و منابع معدنی اندک و ناچیز است. برای سیاست‌گذاران، این یافته نشان می‌دهد که هزینه‌های دولت عاملی است که وابستگی به رانت منابع انرژی را افزایش می‌دهد. افزایش مخارج دولت ممکن است نگرانی‌های ناشی از آن مانند کسری بودجه و بدهی‌های عمومی دولت را بر اهداف بلندمدت زیست‌محیطی در اولویت قرار دهد و تحقیق و توسعه و سرمایه‌گذاری‌های پایدار در زیرساخت‌های انرژی تجدیدپذیر و مشوق‌های آن را کاهش و استفاده از سوخت‌های فسیلی را افزایش دهد. از طرفی برای تسریع استخراج منابع و افزایش درآمد، امتیازات و تخفیف‌های مالیاتی بیشتری اعطا کند. این عوامل ممکن است منجر به بهره‌برداری بیش از حد از منابع انرژی گردد (ال-درار و همکاران، ۲۰۲۳). علاوه بر این هزینه‌های گران مربوط به بهره‌برداری از منابع طبیعی اغلب (تا حدی) توسط دولت پوشش داده می‌شود (کانه و همکاران، ۲۰۲۰). در این راستا نتایج مطالعات آمپوفه و همکاران[1] (۲۰۲۱) و گل‌خندان (۱۴۰۲) نشان می‌دهد که بدهی‌های عمومی به‌ترتیب میزان استخراج (و رانت) منابع طبیعی و نفت را افزایش می‌دهد. در مقابل، مخارج صرف‌شده بر روی کالاهای عمومی امکان ایجاد نهادهایی را فراهم می‌کند که با اجرای قوانین حمایت‌کننده از حقوق مالکیت، منجر به استفاده پایدار از ذخایر منابع طبیعی می‌شود (گالیناتو و گالیناتو[2]، ۲۰۱۶). بر این اساس ممکن است تأثیر مخارج دولت بر رانت منابع منفی باشد؛ نتیجه‌ای که در این پژوهش در مورد رانت جنگل و معدن تأیید شده است.

1. Ampofo *et al.* (2021)
2. Galinato & Galinato (2016)

اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI/GDP) بر رانت نفت (Oil^{Rent}/GDP) بی‌معنا؛ اما بر رانت کل منابع طبیعی (NRR^{Total}/GDP)، رانت گاز طبیعی (Gas^{Rent}/GDP)، رانت جنگل ($Forest^{Rent}$/GDP) و رانت معدن ($Mineral^{Rent}$/GDP)، منفی و معنادار است. البته سطح معناداری این اثر برای رانت کل منابع طبیعی و رانت گاز طبیعی بالنسبه پائین‌تر است. یک واحد (بر حسب درصد) افزایش در سهم خالص ورودی FDI از GDP، سهم رانت کل منابع طبیعی از GDP، سهم رانت گاز طبیعی از GDP، سهم رانت جنگل از GDP و سهم رانت معدن از GDP را به ترتیب حدود ۰/۴۱، ۰/۰۸، ۰/۰۰۲ و ۰/۰۲ واحد (درصد) کاهش خواهد داد. FDI از یک سو می‌تواند با افزایش نوآوری و ارتقاء سطح فناوری در داخل کشور به استخراج پایدار و صحیح منابع کمک نموده و از مصرف بیش از حد منابع طبیعی جلوگیری کند. اما از سوی مقابل، افزایش FDI در بخش منابع، بالاخص منابع انرژی ممکن است به استخراج و بهره‌برداری سریع‌تر منابع منتهی گردد. علاوه بر این، در این زمینه استدلال‌های گوناگونی مطرح شده است. به‌طور مثال، عیسی و الجمال[1] (۲۰۱۹) استدلال کردند که کشورهای دارای ذخایر بزرگ نفت دارای منابع مالی کافی برای تأمین مالی توسعه اقتصادی خود هستند. این امر باعث می‌شود که این دولت‌ها برای حفاظت از منابع خود محدودیت‌هایی ایجاد کنند و در نتیجه میزان FDI در کشورهای غنی از منابع کاهش یابد. پولهک و ون‌درپلوگ[2] (۲۰۱۳) نشان دادند که تأثیر منفی منابع طبیعی بر جریان FDI بیشتر از تأثیر مثبت آن است. دلیل این موضوع آنست که کشورهای دارای منابع طبیعی ممکن است FDI بیشتری را در بخش منابع جذب کنند، اما نسبت به سایر کشورها، FDI غیرمنابع کمتری را جذب خواهند کرد. به‌طور کلی نتایج این پژوهش مبنی‌بر تأثیر منفی FDI بر رانت منابع طبیعی هم‌سو با نتایج مطالعه کانه و همکاران (۲۰۲۰) و مغایر با نتایج مطالعه لی و همکاران (۲۰۲۴) است.

۶. نتیجه‌گیری

هدف اصلی این پژوهش پاسخ به این پرسش است که آیا افزایش پیچیدگی اقتصادی راه‌حل مناسبی برای کاهش وابستگی به منابع طبیعی در کشورهای منطقه MENA است؟ به این منظور باتوجه‌به دیدگاه‌های مختلف در مورد آثار مثبت و منفی ECI بر رانت منابع طبیعی و ظهور این آثار در سطوح مختلف ECI، تأثیر منابع طبیعی و انواع آن به‌صورت آستانه‌ای (غیرخطی) طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار گرفته است. به این منظور از تجزیه‌وتحلیل‌های ریشه واحد و هم‌انباشتگی پانلی با وابستگی مقطعی و برآوردگر مدل خطی تعمیم‌یافته (GLM) استفاده شده است. بر اساس سطح آستانه محاسبه شده، اثر پیچیدگی اقتصادی بر رانت کل منابع طبیعی و رانت نفت، منفی برآورد شده است؛ به این معنا که با افزایش پیچیدگی اقتصادی، وابستگی به منابع طبیعی (در سطح کل) و نفت کاهش می‌یابد. اثر پیچیدگی اقتصادی نیز بر رانت گاز طبیعی به‌شکل U معکوس می‌باشد؛ به این معنا که با افزایش پیچیدگی اقتصادی تا سطح آستانه (۰/۸۰-) وابستگی به گاز طبیعی، افزایش

1. Eissa & Elgammal (2019)
2. Poelhekke & Van Der Ploeg (2013)

و پس از آن، این وابستگی کاهش می‌یابد. در مقابل اثر پیچیدگی اقتصادی بر رانت جنگل به‌شکل U می‌باشد؛ به این معنا که با افزایش پیچیدگی اقتصادی تا سطح آستانه (۱/۳۳-) وابستگی جنگل، کاهش و پس از آن، این وابستگی افزایش می‌یابد. همچنین، پیچیدگی اقتصادی تأثیر معناداری بر وابستگی به معدن نداشته است. متوسط اثر نهایی پیچیدگی اقتصادی نیز بر رانت کل منابع طبیعی، رانت نفت، رانت گاز طبیعی و رانت جنگل به‌ترتیب حدود ۱۹/۰۹-، ۱۷/۸۸-، ۱/۰۹- و ۰/۰۱ برآورد شده است. بر این اساس می‌توان گفت که پیچیدگی اقتصادی وابستگی به منابع انرژی را در کشورهای مورد مطالعه کاهش می‌دهد. بر اساس سایر نتایج، رشد اقتصادی، مخارج دولت، تراکم جمعیت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌ترتیب اثر مثبت، مثبت، منفی و منفی بر رانت کل منابع طبیعی داشته است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده و با توجه به سطوح آستانه و مقدار اثر متوسط نهایی پیچیدگی اقتصادی، می‌توان گفت که پیچیدگی اقتصادی نقش بسیار مهمی در کاهش وابستگی به منابع طبیعی در سطح کل و کاهش وابستگی به نفت و گاز طبیعی (منابع انرژی) در سطح تفکیکی دارد. بر این اساس اعمال سیاست‌هایی که می‌تواند به ارتقاء سطح پیچیدگی اقتصادی در کشورهای منطقه MENA کمک کند، منجر به کاهش وابستگی به منابع انرژی خواهد شد. بر این اساس و با توجه به سایر نتایج حاصل از این تحقیق، پیشنهادات زیر برای این کشورها ارائه می‌شود:

- اختصاص بخش بیشتری از درآمدهای نفتی و گازی در جهت واردات تکنولوژی‌های نوین از کشورهای پیشرفته در مراحل اولیه؛ در این صورت با افزایش تولید محصولات پیچیده‌تر و نوین‌تر، سبد صادراتی کشورهای منطقه MENA متنوع‌تر شده و در مراحل بعدی، وابستگی به منابع طبیعی کاهش می‌یابد.
- اعطای مشوق‌ها، امتیازات و معافیت‌های مالیاتی به تولیدکنندگان محصولات پیچیده در جهت افزایش نوآوری؛
- هماهنگی سیاست‌های پولی، مالی و ارزی در راستای تولید کالاهای پیچیده و با دانش خاص؛
- ایجاد بسترهای مناسب جهت جذب فناوری توسط شرکت‌ها و انتقال فناوری در جهت کسب دانش‌های جدید و مرتبط با پیچیدگی اقتصادی؛
- کنترل و مدیریت صحیح مخارج دولت و بودجه عمومی به‌منظور کاهش استخراج و وابستگی به منابع انرژی؛
- فراهم‌کردن شرایط لازم به‌منظور افزایش دامنه شمول سرمایه‌گذاری خارجی در بخش‌های مختلف اقتصادی در جهت کاهش وابستگی به منابع طبیعی.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

مشارکت نویسندگان

کلیه نویسندگان در انجام این پژوهش مشارکت داشته‌اند.

سپاسگزاری‌ها

نویسندگان از داوران محترم مقاله که با پیشنهادات ارزشمند خود بر غنای آن افزودند، تشکر می‌کنند.

References

1. Ahmed, Z., Asghar, M., Malik, M. & Nawaz, K. (2020). Moving towards a sustainable environment: the dynamic linkage between natural resources, human capital, urbanization, economic growth, and ecological footprint in China. Resources Policy, 67. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101677
2. Alavi, F. S., & Dahmardeh Ghaleno, N. (2023). Institutional quality, economic complexity, and the curse of natural resources; New evidence from MENA countries. Macroeconomics Research Letter, 18(37), 139-160. doi: 10.22080/iejm.2023.26452.2024 (in Persian)
3. Alvarado, R., Tillaguango, B., Dagar, V., Ahmad, M., Isık, C., Mendez, P. & Toledo, E. (2021). Ecological footprint, economic complexity and natural resources rents in Latin America: empirical evidence using quantile regressions. Journal of Cleaner Production, 318. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128585
4. Ampofo, G. M. K.; Jinhua, C.; Bosah, P. C.; Ayimadu, E. T. & Senadzo, P. (2021). Nexus between total natural resource rents and public debt in resource-rich countries: A panel data analysis. Resources Policy, 74. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102276
5. Ashrafi, H. & Sayehmiri, A. (2024). The impact of globalization and economic complexity on natural resource rents in Mena countries. Regional Planning. doi: 10.30495/jzpm.2022.29588.4028 (in Persian)
6. Ben Youssef, A., Boubaker, S. & Omri, A. (2018). Entrepreneurship and sustainability: the need for innovative and institutional solutions. Technological Forecasting and Social Change, 129, 232-241. https://doi.org/10.1016/j.techfore.2017.11.003
7. Breslow, N. E. & Clayton, D. G. (1993). Approximate Inference in Generalized Linear Mixed Models. Journal of the American Statistical Association, 88, 9-25. https://doi.org/10.1080/01621459.1993.10594284
8. Can, M. & Ahmed, Z. (2023). Towards sustainable development in the European Union countries: does economic complexity affect renewable and nonrenewable energy consumption? Sustain. Dev, 31(3), 439-451.
9. Canh, N., Schinckus, C., Thanh, S. (2020). The natural resources rents: is economic complexity a solution for resource curse? Resources Policy, 69. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101800
10. Dogan, B., Driha, O. M., Balsalobre Lorente, D. & Shahzad, U. (2021). Mitigating the effects of economic complexity and renewable energy on

carbon emissions in developed countries. Sustainable Development, 1-12. https://doi.org/10.1002/sd.2125

11. Dogan, E. & Inglesi-Lotz, R. (2017). Analyzing the effects of real income and biomass energy consumption on carbon dioxide (CO_2) emissions: empirical evidence from the panel of biomass-consuming countries. Energy, 138, 721-727. https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.136
12. Douglas, E. & Prentice, C. (2019). Innovation and profit motivations for social entrepreneurship: a fuzzy-set analysis. Journal of Business Research, 99, 69-79. https://doi.org/ 10.1016/j.jbusres.2019.02.031
13. Eissa, M. A. & Elgammal, M. M. (2019). Foreign direct investment determinants in oil exporting countries: Revisiting the role of natural resources, Journal of Emerging Market Finance, 19(1). https://doi.org/10.1177/0972652719880153
14. Fuentelsaz, L., Maicas, J. P. & Montero, J. (2018). Entrepreneurs and innovation: the contingent role of institutional factors. International Small Business Journal: Researching Entrepreneurship, 36(6), 686-711. https://doi.org/10.1177/0266242618766235
15. Galinato, G. I. & Galinato, S. P. (2016). The effects of government spending on deforestation due to agricultural land expansion and CO_2-related emissions. Ecological Economics, 12, 43-45. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2015.10.025
16. Golkhandan, A. (2023). The asymmetric effect of oil rent on public debt in Iran. Public Sector Economics Studies**,** 2(3), 269-292. doi: 10.22126/pse.2023.9740.1062 (in Persian)
17. Golkhandan, A. & Mohammadian Mansour, S. (2021). Relationship between natural resources types and internal conflict risk in the MENAP region countries in the context of the political resources curse. Journal of Economic Modeling Research, 12(46), 211-256. URL: http://jemr.khu.ac.ir/article-1-2287-fa.html (in Persian)
18. Hausmann, R., Hwang, J. & Rodrik, D. (2007). What you export matters. Journal of Economic Growth Growth, 12(1), 1-25.
19. He, Y., Wang, S., Chen, N. (2024). Mineral rents, natural resources depletion, and ecological footprint nexus in high emitting countries: Panel GLM analysis. Resources Policy, 89. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104472
20. Hidalgo, C. A., Hausmann, R. (2009). The building blocks of economic complexity. Proceedings of the National Academy of Science, 106(26), 10570-10575. https://doi.org/10.1073/pnas.090094310
21. Hidalgo, C., Klinger, B., Barabasi, A. & Hausmann, R. (2007). The product space conditions the development of nations. Science, 317(5837), 482-487. doi: 10.1126/science.1144581
22. Hodler, R. (2006). The curse of natural resources in fractionalized countries. European Economic Review. 50(6), 1367-1386. https://doi.org/10.1016/j.euroecorev.2005.05.004

23. Ivanova, I., Strand, Ø., Kushnir, D. & Leydesdorff, L., (2017). Economic and technological complexity: a model study of indicators of knowledge-based innovation systems. Technological Forecasting and Social Change, 120, 77-89. https://doi.org/10.1016/j. techfore.2017.04.007
24. Le, T. & Le Van, C. (2018). Research and development and sustainable growth over alternative types of natural resources. Economic Modelling, 70, 215-229. https://doi.org/ 10.1016/j.econmod.2017.11.008
25. Li, Z., Dogan. P., Ghosh, S., Chen, W-M. & Balsalobre Lorente, D. (2024). Economic complexity, natural resources and economic progress in the era of sustainable development: Findings in the context of resource deployment challenges, Resources Policy, 88. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104504
26. Matthews, C. H. & Brueggemann, R. (2015). Innovation and entrepreneurship: A competency framework. Routledge.
27. Mostolizadeh, S. M. & Salimi, L. (2021). Relationship between economic complexity index and human development index in developed and developing countries. Journal of Economic Research (Tahghighat-E- Eghtesadi)**,** 55(4), 853-886. doi: 10.22059/jte.2021.319070.1008434 (in Persian)
28. Nademi, Y., & Dalvandi, M. (2023). The impact of economic complexity on poverty in developing countries and providing suggestions for the government's role in reducing poverty. Public Sector Economics Studies**,** 2(1), 1-18. doi: 10.22126/pse.2023.8920.1025 (in Persian)
29. Pazham, S. M. & Salimifar, M. (2016). Examining economic complexity index effect on economic growth in the top 42 countries producing science. Journal of economics and regional development, 22(10), 16-38. doi: 10.22067/erd.v22i10.41690 (in Persian)
30. Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels, Cambridge Working Papers in Economics, No. 0435.
31. Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. Journal of Applied Econometrics, 22(2), 265-312. https://doi.org/10.1002/jae.951
32. Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008) Testing slope homogeneity in large panels. Journal of Econometrics, 142 (1), 50-93. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010
33. Pintea, M. &Thompson, P. (2007). Technological complexity and economic growth. Review of Economic Dynamics. 10(2), 276-293. https://doi.org/10.1016/j.red.2006.12.001
34. Poelhekke S., & Van Der Ploeg F. (2013). Do natural resources attract non resource FDI? The Review of Economics and Statistics, 95(3), 1047-1065.
35. Sachs, J. D. & Warner, A. M. (1995). Natural resource abundance and economic growth (No. W5398). National Bureau of Economic Research.

36. Sachs, J. D. & Warner, A. M. (2001). The curse of natural resources. European Economic Review, 45, 827-838. https://doi.org/10.1016/S0014-2921(01)00125-8
37. Shadab, S. (2021). The nexus between export diversification, imports, capital and economic growth in the United Arab Emirates: an empirical investigation. Cogent Economics & Finance, 9(1). https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1914396
38. Tacchella, A., Cristelli, M., Caldarelli, G., Gabrielli, A. & Pietronero, L. (2013). Economic complexity: conceptual grounding of a new metrics for global competitiveness. J. Econ. Dynam. Contr. 37(8), 1683-1691. https://doi.org/10.1016/j. jedc.2013.04.006
39. Ul-Durar, S., Arshed, N., Anwar, A., Sharif, A. & Liu, W. (2023). How does economic complexity affect natural resource extraction in resource-rich countries? Resources Policy, 86. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.104214
40. Xin, Y., Ajaz, T., Shahzad, M. & Luo, J. (2023). How productive capacities influence trade adjusted resources consumption in China: testing resource-based EKC. Resources Policy, 81. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103329
41. Xuan, D., Jiang, X., Fang, Y. (2023). Can globalization and the green economy hedge natural resources? Functions of population growth and financial development in BRICS countries. Resources Policy, 82, 103414. https://doi.org/10.1016/j. resourpol.2023.103414
42. Yilanci, V., Aslan, M. & Ozgur, O. (2021). Disaggregated analysis of the curse of natural resources in most natural resource-abundant countries. Resources Policy, 71. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102017

پیوست‌ها

جدول ۱. شاخص‌های آماری متغیرهای تحقیق (۲۰۲۲-۲۰۰۰)

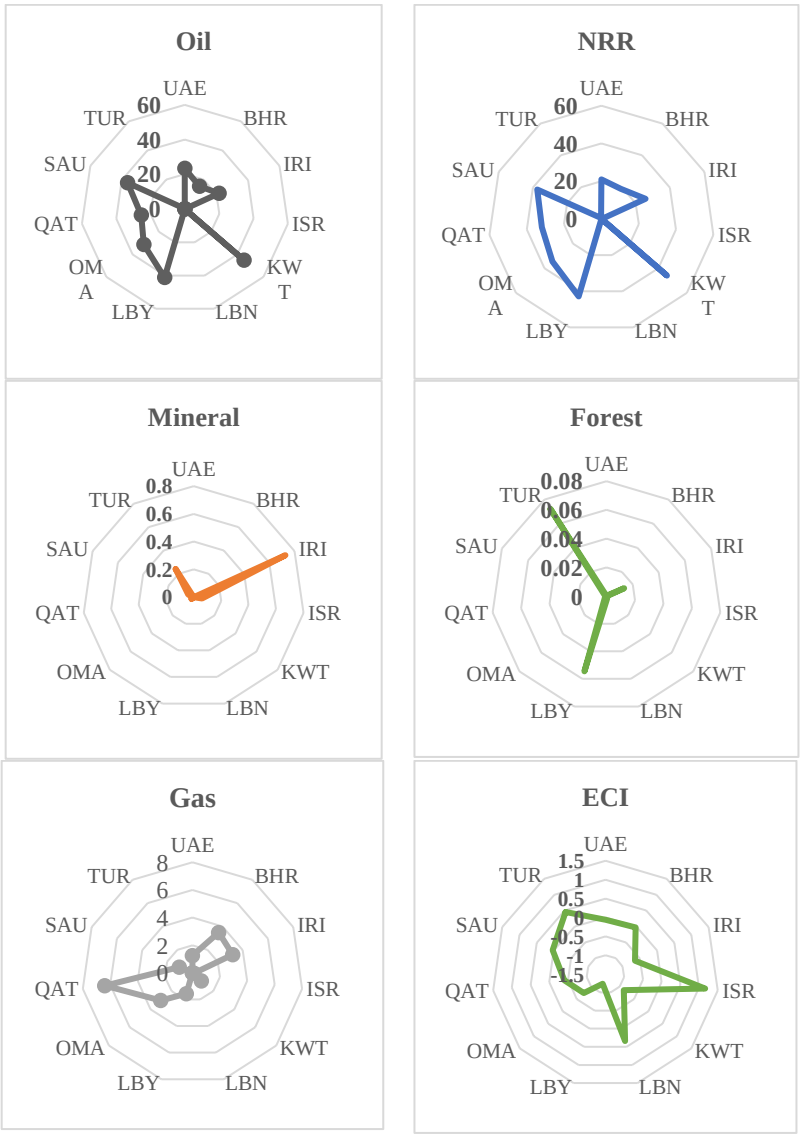
متغیر	میانگین	میانه	کمینه	بیشینه	انحراف معیار	نرمالیتی (prob.)
NRR^{Total}/GDP	۲۳/۴۳۳	۲۳/۷۷۷	۰/۰۰۱	۶۶/۰۵۹	۱۸/۲۱۸	۰/۰۰۴
Oil^{Rent}/GDP	۲۱/۷۴۷	۲۰/۸۶۶	۰/۰۰۰	۶۴/۸۱۶	۱۷/۷۲۱	۰/۰۰۰
Gas^{Rent}/GDP	۱/۹۰۸	۱/۱۸۳	۰/۰۰۰	۱۲/۰۱۱	۲/۰۹۰	۰/۰۰۰
$Forest^{Rent}/GDP$	۰/۰۱۳	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰	۰/۱۱۱	۰/۰۲۵	۰/۰۰۰
$Mineral^{Rent}/GDP$	۰/۰۹۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰	۳/۵۵۶	۰/۳۰۶	۰/۰۰۰
ECI	-۰/۱۸۰	-۰/۱۳۵	-۲/۷۸۰	۱/۴۲۰	۰/۷۵۹	۰/۰۷۴
Growth	۳/۸۵۴	۳/۹۱۹	-۵۰/۳۳۸	۸۶/۸۲۷	۸/۹۴۳	۰/۰۰۰
GE/GDP	۱۷/۸۰۲	۱۵/۸۰۹	۲/۳۶۰	۶۱/۱۶۷	۷/۲۵۲	۰/۰۰۰
PD	۲۷۱/۰۷۸	۱۰۳/۶۸۰	۲/۹۲۹	۱۹۱۵/۶۲۶	۴۳۳/۸۴۲	۰/۰۰۰
FDI/GDP	۲/۷۱۷	۱/۶۸۵	-۲/۷۶۰	۱۵/۷۵۱	۳/۰۷۸	۰/۰۰۰

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۲. ماتریس ضریب همبستگی بین متغیرهای پژوهش

	متغیر										
متغیر		۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
NRR^{Total}/GDP	۱	۱									
Oil^{Rent}/GDP	۲	۰/۹۹۰	۱								
Gas^{Rent}/GDP	۳	۰/۳۱۹	۰/۲۰۱	۱							
$Forest^{Rent}/GDP$	۴	-۰/۱۶۸	-۰/۱۵۷	-۰/۲۴۳	۱						
$Mineral^{Rent}/GDP$	۵	-۰/۰۴۷	-۰/۰۹۷	۰/۲۰۸	۰/۱۴۳	۱					
ECI	۶	-۰/۷۷۱	-۰/۷۵۴	-۰/۳۰۹	۰/۰۲۵	-۰/۰۲۸	۱				
Growth	۷	۰/۲۰۶	۰/۲۰۴	۰/۶۷	۰/۱۰۸	-۰/۰۲۷	-۰/۱۹۳	۱			
GE/GDP	۸	۰/۱۱۲	۰/۰۹۷	-۰/۰۴۰	-۰/۱۸۴	-۰/۱۶۳	۰/۱۱۷	-۰/۰۴۱	۱		
PD	۹	-۰/۳۰۲	-۰/۳۲۸	۰/۱۰۹	۰/۰۲۵	-۰/۱۵۴	۰/۲۵۲	-۰/۰۷۵	-۰/۱۰۹	۱	
FDI/GDP	۱۰	-۰/۳۴۲	-۰/۳۲۷	-۰/۱۵۱	-۰/۱۷۹	-۰/۱۸۱	۰/۲۸۲	۰/۰۲	-۰/۲۱۶	۰/۳۲۷	۱

منبع: یافته‌های تحقیق



منبع: یافته‌های تحقیق

شکل ۱: میانگین متغیرهای اصلی تحقیق در کشورهای مورد مطالعه (۲۰۲۲-۲۰۰۰)

Vol 3, No 1, Spring 2024, Page: 138-174
The Economic Policies And Research
DOI: 10.22034/jepr.2024.141515.1130

The Threshold Effect of Economic Complexity on Natural Resource Dependency in MENA Countries

Abolghasem Golkhandan[1]

Received: 12/06/2024 Accepted: 19/07/2024

Introduction:

Natural resources are crucial for achieving sustainable development goals (SDGs). Sustainable development necessitates responsible management of these resources, as emphasized by the SDGs. Natural resources are the foundation of economies, societies, and overall well-being. However, over-exploitation, pollution, and other unsustainable practices have led to environmental degradation, biodiversity loss, and climate change. Recent studies have suggested that increasing economic complexity could be a viable solution for better resource management and sustainable development. In other words, moving an economy away from dependence on the primary sector and towards greater diversification can positively influence economic growth by affecting natural resource rents. Additionally, as global economic complexity rises due to the development and operation of more intricate supply chains, countries can no longer rely on traditional economic structures. Therefore, examining the complexity of economic structures has become a new way to assess the sustainability of an economy. Hidalgo and Hausmann (2009) introduced the Economic Complexity Index (ECI) to measure a country's economic structural transformation and diversification. Economic complexity reflects a country's knowledge base, skill base, and sophisticated production systems. It gauges the diversity of a country's economic structure by assessing the knowledge and capabilities embedded in its production systems. There are two perspectives on how ECI impacts natural resource rents. On one hand, greater diversity and quality in production could expand the production system, increasing the demand for production inputs—many of which are natural resources. Moreover, an increase in economic complexity could create opportunities for new economic activities in different sectors or with new products, stimulating economic development and increasing natural resource rents.

On the other hand, there is reason to believe that new businesses or entrepreneurs might prefer to develop activities that rely less on natural resource rents, due to

1. Ph.D., Department of Economics, Faculty of Economics and Administrative, University of Lorestan, Khoram Abad, Iran. (Corresponding Author) Email: golkhandana@gmail.com

This is an Open Access paper licensed under the Creative Commons License CC BY 4.0 license.

cost benefits and social support. Numerous studies have shown that an increasing number of entrepreneurial activities are linked to technological innovation, driving entrepreneurs to create new products with better functionality and lower production costs. This trend encourages the production of goods that are less dependent on natural resources, which are often expensive and subject to external pressures. For the economy as a whole, an increase in economic complexity generally means a higher quality production system, leading to greater efficiency in activities that use fewer natural resources. Based on these arguments, this research aims to answer whether increasing economic complexity is an effective solution to reduce dependence on natural resources in MENA countries.

Methodology:

This paper assesses the influence of the economic complexity index (ECI), ECI squared (ECI^2), economic growth (Growth), government expenditure (GE), population density (PD), and foreign direct investment (FDI) on the natural resources rents (NRR) using annual data from 2000-2022. The squared component is included to explore the behavior of 'U' shaped or inverted 'U' shaped amid economic complexity and natural resources. The unit of measurement, description, and source of data is depicted in Table 1. The current paper's economic functions are illustrated in Equations (1):

$$NRR_{it} = f\left[ECI_{it}, {ECI_{it}}^2, Growth_{it}, GE_{it}, PD_{it}, FDI_{it}, \varepsilon_{it}\right] \quad (1)$$

Table 1. Variables sources and units.

Variable	Description	Units	Sources
dependent variables			
NRR^{Rent}	Total Natural Resources Rents	% of GDP	WDI
Oil^{Rent}	Oil Rents	% of GDP	WDI
Gas^{Ren}	Natural Gas Rents	% of GDP	WDI
$Forest^{Ren}$	Forest Rents	% of GDP	WDI
$Mineral^{Ren}$	Mineral Rents	% of GDP	WDI
independent variables			
Growth	Economic Growth	Real GDP growth rate	WDI
ECI	Economic Complexity Index	ECI, measured on a scale of (-3)–(3)	Atlas database of MIT
GE	Government Expenditure	General government final consumption expenditure (% of GDP)	WDI
PD	Population Density	People per square km of land area	WDI
FDI	Foreign Direct Investment	Net inflows of FDI (% of GDP)	WDI

This study analyzes the long-run estimates using the Generalized Linear Model (GLM) Breslow and Clayton (1993). The GLM utilizes an iterative approach called Newton-Raphson or Marquardt steps to estimate the model parameters. This iterative approach involves the successive updating of parameter estimates based on the current values of the parameters. The iteration process is repeated

until the parameter estimates converge to the maximum likelihood estimates. The GLM is a flexible model that can be used for various data types, including binary and categorical data. This study uses the GLM to analyze the data using the Newton-Raphson and Marquardt steps. The analysis results will be used to understand better the underlying relationships between the variables.

Results and Discussion:

The results confirm that economic complexity has a threshold impact on total natural resources rent, oil rent, natural gas rent, and forest rent, while its effect on mineral rent is insignificant. According to the calculated threshold levels, economic complexity negatively impacts total natural resources rent and oil rent. However, the impact on natural gas rent is inverted U-shaped, and on forest rent, it is U-shaped. The average marginal impacts of economic complexity on total natural resources rent, oil rent, natural gas rent, and forest rent are estimated at approximately -19.09, -17.88, -1.09, and 0.01, respectively. These findings suggest that economic complexity reduces dependence on energy sources in the studied countries. Additionally, other results indicate that economic growth and government spending have positive impacts on total natural resources rent, while population density and foreign direct investment have negative impacts.

Conclusion:

This study advocates for optimizing natural resource management by emphasizing economic complexity. The policy implications urge policymakers in MENA countries to seize the opportunities presented by economic complexity and human capital to protect natural resources during their development efforts. Additionally, the threshold level of economic complexity should be carefully considered to avoid potential negative impacts. Policy models should also account for the roles of economic growth, population, and trade when evaluating strategies to prevent the over-exploitation of natural resources. Increased investment in advanced technology and innovation is essential if MENA countries aim to develop their natural resources sustainably and reduce exploitation.

Keywords: Economic Complexity, Natural Rents, Threshold Impact, Generalized Linear Model (GLM), MENA Countries
JEL Classification: O11, O13, Q32