فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیستم‌ویکم/ شماره ۸۶/ پاییز ۱۴۰۴/ صفحات ۳۳-۱

تأثیر سرریز فناوری بر رشد اقتصادی و نوآوری در بخش انرژی در کشورهای منتخب غنی‌نفتی: رهیافت خودرگرسیون برداری جهانی شبکه محور [۱]

حسن توکلی
بخش اقتصاد دانشگاه شیراز، (htavakoli۲۳۵@gmail.com)

کریم اسلاملوئیان [۲]
استاد اقتصاد دانشگاه شیراز، (keslamlo@shirazu.ac.ir)

زهرا دهقان شبانی
دانشیار اقتصاد دانشگاه شیراز، (zahra_dehghan@shirazu.ac.ir)

محبوبه جعفری
استادیار اقتصاد دانشگاه شیراز، (mh.jafari@shirazu.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۰ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۰۸

چکیده

هدف این پژوهش، بررسی اثرات سرریز تکانه فناوری در بخش انرژی‌بر رشد اقتصادی و نوآوری از طریق کانال‌های انتقال مالی و تجاری می‌باشد. به این منظور ابتدا با استفاده از نظریه شبکه، کشور پیشرو نوآور شناسایی گردید. در مرحله بعد یک الگوی خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) شبکه محور برای نمونه‌ای شامل ۷ کشور منتخب غنی نفتی و ۱۲ کشور نوآور با استفاده از داده‌های فصلی دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۰، برآورد شده است. به طور مشخص با بکارگیری رویکرد GVAR اثرات سرریز فناوری به صورت جداگانه در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر کشورهای منتخب در قالب دو الگوی مختلف بررسی و با یکدیگر مقایسه خواهد گردید. یافته‌های تحلیل شبکه با استفاده از معیار مرکزیت درجه و آنتروپی شانون نشان می‌دهد که آمریکا، آلمان و فرانسه مهم‌ترین کشورهای نوآور در بخش فناوری انرژی می‌باشند. لازم به ذکر است در برآورد الگوها، تنها اثرات تکانه فناوری بخش انرژی در آمریکا بررسی شده است. توابع ضربه- واکنش در الگوی اول نشان می‌دهد که تکانه فناوری آمریکا در بخش انرژی تجدیدپذیر از طریق کانال‌های تجارت و اعتبار مالی باعث کاهش تأثیر اولیه در رشد اقتصادی و نوآوری در کشورهای غنی‌نفتی می‌شود. تخمین الگوی دوم نشان می‌دهد که تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر آمریکا از طریق این کانال‌های انتقال، منجر به افزایش رشد اقتصادی و سرریز فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر در کوتاه مدت در کشورهای غنی‌نفتی شده است. نتایج بدست آمده می‌تواند برای سیاست‌گذارها و پژوهشگران در کشورهای تولیدکننده و صادرکننده نفت در راستای استفاده بهینه از

---

۱. این مقاله مستخرج از رساله دکتری اقتصاد آقای حسن توکلی در دانشگاه شیراز می باشد.
۲. نویسنده مسئول

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

ظرفیت موجود در بخش انرژی تجدیدناپذیر و همچنین ایجاد زیرساخت‌ها لازم برای جذب سرمایه‌گذاری در بخش انرژی تجدیدپذیر، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. این موضوع برای ایران با توجه به تأثیر اعمال محدودیت مالی و تجاری بر روی درآمد نفتی ناشی از تحریم‌های اقتصادی، اهمیت توجه سیاست‌گذار به جبران درآمدهای ناشی از صادرات نفت و گاز و کاهش ناترازی‌های انرژی فسیلی در این کشور از طریق ایجاد نوآوری در انرژی‌های پاک بیش از پیش احساس می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: O۳۳, O۳۱, C۶۷, C۵۵.

کلیدواژه‌ها: سرریز فناوری، نوآوری، انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، کشورهای غنی‌نفتی، رهیافت GVAR شبکه محور.

۱- مقدمه

سرریز فناوری[۱] نقش مهمی در بسیاری از الگوهای رشد اقتصادی دارد. انباشت فناوری هزینه‌بر است، اما پس از تولید، کالایی بی رقیب است که می‌تواند توسط بنگاه‌ها و افراد مختلف بدون کاهش دسترسی دیگری، به طور هم‌زمان استفاده شود. البته باید توجه نمود که فناوری با هزینه صفر در دسترس نیست. فناوری فقط در صورتی قابل بکارگیری است که افراد به آن دسترسی داشته و مایل به پرداخت هزینه استفاده از آن باشند (درواس و همکاران[۲]، ۲۰۲۱).

موضوع سرریز فناوری در بخش‌های انرژی کشورهای غنی نفتی که وابستگی زیادی به درآمدهای حاصل از تولید و صادرات انرژی دارند، می‌تواند از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. بر اساس گزارش بریتیش پترولیم[۳] (BP)، حجم کل تجارت جهانی فرآورده‌های نفتی در سال ۲۰۲۱ به ۷۱ میلیون بشکه رسیده، که ۷۵ درصد از تولید جهانی نفت را به خود اختصاص داده است (لی و همکاران[۴]، ۲۰۲۱). البته نگرانی کشورهای نفتی برای رشد اقتصادی آنها ناشی از تحولات فناوری است که در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به عنوان انرژی جایگزین سوخت‌های فسیلی در حال روی دادن است. این کار ممکن است آنها را از دسترسی به منابع لازم برای رشد محروم سازد. به

۱. Technology Spillovers
۲. Drivas et al.
۳. British Petroleum. Statistical review of word energy. https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html.
۴. Li et al.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

طور مثال کشورهای اتحادیه اروپا[۱] (EU) دستیابی به گسترش اقتصاد بدون کربن[۲] را هدف‌گذاری کردند. آنها انتشار گازهای گلخانه‌ای را تا سال ۲۰۳۰ در مقایسه با سال ۱۹۹۰ حداقل ۵۵ درصد کاهش خواهند داد و تا سال ۲۰۵۰ انتشار صفر خواهند رسید. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر محور اصلی این کشورها برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای است (دیدل و همکاران[۳]، ۲۰۲۳).

تحولات فناوری باعث افزایش بیش از پیش ارتباط کشورهای جهان شده است. باتوجه به تمرکز عمده نوآوری‌ها در بخش‌های انرژی در چند کشور توسعه‌یافته سوال کلیدی برای اقتصادهای وابسته به تولید نفت این است که تأثیر پیشرفت‌های فناوری و نوآوری در کشورهای پیشرفته بر تحولات بخش‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر کشورهای غنی نفتی چگونه خواهد بود که این یکی از اهداف تحقیق حاضر می‌باشد. لازم به ذکر است علیرغم اینکه در ادبیات موضوع، انتشار فناوری بین‌المللی از طریق کانال‌های مختلف بررسی شده است، اما تاکنون تحقیق مستقلی به مطالعه تأثیر سرریز فناوری به تفکیک در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی و نوآوری در بخش‌های مختلف انرژی در کشورهای صادرکننده نفت نپرداخته است. همچنین با در نظرگرفتن درجه اهمیت جریان فناوری بین کشورهای نوآور و کشورهای غنی نفتی، تاکنون تأثیر همزمان کانال‌های انتقال تجاری و مالی سرریز فناوری بین این کشورها بررسی نگردیده است.

با توجه به آنچه گفته شد برای پرکردن این خلاءها، هدف پژوهش حاضر، بررسی تأثیر سرریز فناوری به تفکیک انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از کشورهای پیشرو بر روی رشد اقتصادی در کشورهای غنی‌نفتی منتخب می‌باشد. همچنین به این پرسش کلیدی پاسخ داده خواهد شد که تکانه فناوری[۴] چگونه بر نوآوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر کشورهای غنی‌نفتی موثر است. بعلاوه، چنانکه در بخش روش‌شناسی مقاله توضیح داده خواهد شد، باتوجه به اینکه رویکرد شبکه‌ای، امکان شناسایی کشورهای غالب برای بررسی اثر سرریز تکانه فناوری در حوزه انرژی را فراهم

۱. European Union
۲. Carbon neutral development
۳. Dzwidol et al.
۴. technological shocks

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

می‌سازد، در این تحقیق از چارچوب خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) شبکه محور[۱] استفاده شده است.

ساختار مقاله به این صورت است. پس از مقدمه، در بخش دوم مبانی نظری ارائه می‌شود. بخش سوم به بررسی پیشینه پژوهش و بخش چهارم به الگو و روش‌شناسی اختصاص دارد. در همین بخش برآورد الگو و نتایج حاصل از توابع ضربه-واکنش نیز ارائه می‌گردد. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری در بخش پنجم ارائه می‌شود.

۲- مبانی نظری

طی دهه‌های گذشته شاهد گسترش تحقیق در الگوهای رشد درون‌زای مبتنی بر تحقیق و توسعه بوده‌ایم که توسط رومر[۲] (۱۹۹۰)، گروسمن و هلپمن[۳] (۱۹۹۱) و آقیون و هویت[۴] (۱۹۹۲) انجام شده است. به طور نمونه عجم اوغلو (۲۰۰۹) نقل می‌کند که تحقیق و توسعه[۵] (R&D) می‌تواند باعث گسترش انواع نهاده‌ها یا ماشین‌آلات برای تولید شود. این تنوع منجر به افزایش تقسیم کار[۶] و در نتیجه افزایش بهره‌وری بنگاه‌های کالای نهایی[۷] می‌شود. در نتیجه این الگوها بر نوعی فرآیند نوآوری محصول تمرکز دارند. در واقع، تحقیقات منجر به اختراع کالاهای جدید شده و از آنجا که خانوارها علاقمند به ترجیحات متنوع هستند، مطلوبیت بیشتری از مصرف محصولات کسب می‌کنند. در نهایت نوآوری‌های محصول باعث افزایش محصول و درآمد می‌شود (عجم‌اوغلو[۸]، ۲۰۰۹، ص ۴۳۳).

نظریه رومر (۱۹۹۰)، فناوری را از یک کالای عمومی محض به یک کالای غیررقابتی و بعضاً منع‌پذیر تغییر داد. از نظر او تولید و بازاریابی فناوری، یکی از عناصر اصلی فعالیت است. وی معتقد است که گاه سرمایه انسانی در ترکیب با فناوری به طور توأمان موتور رشد اقتصاد محسوب می‌شود. در این میان بحث‌هایی در رابطه با نقش

۱. Network Global Vector Auto-Regressive
۲. Romer
۳. Grossman & Helpman
۴. Aghion & Howitt
۵. Research & Development
۶. Division of labor
۷. Final good firms
۸. Acemoglu

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

سرریزهای فناوری و اختراعات در اقتصاد و اثرات آنها بر رشد اقتصادی وجود دارد. طبق نظر گروسمن[۱] (۲۰۰۷)، تحقیق و توسعه ممکن است اثرات خارجی مثبت یا منفی داشته باشد (عجم‌اوغلو، ۲۰۰۹، صص ۶۷۸-۶۷۹).

در ادبیات انواع مختلفی از سرریزها (انتقالات) شامل سرریز فناوری، سرریز بازار و سرریز شبکه وجود دارد. برخی از نظریه‌های جدید رشد در درجه اول بر سرریز فناوری تمرکز دارد. فناوری که از طریق مخارج تحقیق و توسعه به دست می‌آید، می‌تواند باعث ایجاد نوآوری در بنگاه‌ها شود. از آنجا که بنگاه‌ها از نوآوری‌ها و ایده‌های یکدیگر بهره‌مند می‌شوند، اقتصاد رشد می‌کند. به عبارت دیگر، سرریزها بخشی از پدیده‌ای را توضیح می‌دهند، که اقتصاد سریعتر از آنچه که بر اساس رشد نیروی‌کار و سرمایه انتظار می رود، رشد می‌کند. این موضوع، انگیزه تحقیق بیشتر در مورد تأثیر سرریز فناوری را فراهم می‌نماید (ون استل و نونهاسن[۲]، ۲۰۰۴).

انتشار فناوری بین‌المللی از طریق سرریزها می‌تواند از کانال‌های مختلف رخ دهد. این کانال‌ها باعث در دسترس قرار گرفتن فرآیندها، محصولات و خدمات تولید شده‌ای در داخل می‌شوند که ابتدا با فناوری خارجی بدست آمده‌اند که و در حالت عادی دسترسی به آنها غیرممکن یا بسیار پرهزینه بود. در ادبیات روش‌های متعددی مانند نزدیکی کشورها، نقش نخبگانی و کارآفرینی بنگاه‌ها برای انتقال تکانه‌ها مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین تجارت (کو و هلپمن[۳]، ۱۹۹۵) و اعتبارات مالی[۴] بین کشورها می‌تواند به عنوان کانال‌های انتقال عمل کند (سابنچی[۵]، ۲۰۱۳؛ اکمیر و نج[۶]، ۲۰۱۵). تأثیر این کانال‌ها (به ویژه کانال تجاری)، تنها به انتشار فناوری توسط شرکای تجاری مستقیم[۷] محدود نمی‌شود. به عبارت دیگر، فناوری ابتدا از شرکای تجاری نوآور مستقیم دریافت می‌شود، سپس مجددا به سایر کشورها انتشار می‌یابد. بنابراین اثرات سرریز بسیار فراتر از اثرات مبادله اولیه می‌باشد. این بدان معناست که در محاسبه اثرات

۱. Grossman
۲. Van Stel & Nieuwenhuijsen
۳. Coe & Helpman
۴. Financial credit
۵. Cesa-Bianchi
۶. Eickmeier & Ng
۷. direct trading partners

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

سرریز فناوری بایستی به هر دو روابط تجاری مستقیم و غیرمستقیم توجه نمود (درواس و همکاران، ۲۰۲۱).

کانال تجاری بر سه محور صادرات، واردات و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) تمرکز دارد. در اکثر تحقیقات، هر سه راه منجر به افزایش بهره‌وری و انتقال فناوری می‌شود. بیشتر الگوهای شمال-جنوب[۱] رشد اقتصادی درون‌زا بر چشم‌انداز چرخه عمر محصول تجارت[۲] تاکید دارند[۳]. ابتدا محصولات نوآورانه در شمال تولید می‌شود. بنگاه‌های جنوبی اگر به این نوآوری دست یابند، به دلیل دستمزد نسبی پایین‌تر نسبت به تولیدکنندگان شمالی، محصول را با قیمت کمتری به فروش می‌رسانند. بنابراین، بنگاه‌هایی که در اقتصادهای رو به رشد هستند، انگیزه دستیابی به فناوری‌های پیشرفته ایجاد شده در کشورهای فناور را دارند. این دستیابی از طریق جریان‌های فناوری فرامرزی اتفاق می‌افتد. البته اثرات سرریز فناوری در اقتصادهای کمتر توسعه‌یافته ضعیف است (بلالک و السو[۴]، ۲۰۰۵). برخی تحقیقات بر اهمیت نقش خبرگان، متخصصین و نخبگان جامعه به عنوان فرستنده و دریافت کننده فناوری در فرآیند انتقال فناوری تاکید کرده‌اند (نول[۵]، ۱۹۹۹).

درک سیستم‌های پیچیده بدون درک عمیق شبکه‌های زیربنایی آنها امکان پذیر نیست. اقبال گسترده از علم شبکه به کشف این نکته بر می‌گردد که برخلاف تنوع زیادی که در سیستم‌های پیچیده وجود دارد، مجموعه قوانین و اصول پایه مشترکی بر ساختار و تکامل شبکه زیربنایی آنها حاکم است. در ادبیات جدید اقتصادی با توجه به ماهیت فناوری و کانال‌های متعدد انتقال فناوری، تاکید ویژه‌ای بر استفاده از ساختار شبکه‌ای می‌شود (باراباسی[۶]،۲۰۱۶). بنابراین بررسی سرریز فناوری از طریق کانال‌های انتقال مالی و تجاری (مکانیزم‌های انتقال تکانه) امری ضروری است. نوآوری این مطالعه،

---

۱. north-south models

۲. product life cycle perspective of trade

۳. الگوهای شمال-جنوب، بر اساس مطالعه کو و همکاران (۱۹۹۷)، الگوهایی هستند که در آنها، سرریزهای تحقیق و توسعه از کشورهای صنعتی در شمال (آمریکا، اروپا و کشورهای توسعه‌یافته آسیا) به کشورهای در حال توسعه در جنوب (آفریقا و آمریکای لاتین و کشورهای در حال توسعه در آسیا) به طور قابل توجه‌ای زیاد هست.

۴. Blalock & Veloso

۵. Newell

۶. Barabási

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

بررسی اثرات سرریز فناوری در بخش‌های انرژی، از طریق این کانال‌ها، در کشورهای منتخب غنی‌نفتی می‌باشد.

۳- پیشینه پژوهش

مطالعات زیادی در رابطه با رشد اقتصادی و فناوری صورت گرفته است. با توجه به گستردگی ادبیات در اینجا تنها به بررسی مطالعات در رابطه با تأثیر و ارتباط انتقال فناوری تحقیق و توسعه با نوآوری و رشد اقتصادی به ویژه در بخش انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر پرداخته می‌شود.

در پژوهش‌های نظری انجام شده در داخل صادقی و آذربایجانی (۱۳۸۵)، مشیری و نیک‌پور (۱۳۸۶)، شاکری و سالاری (۱۳۸۸)، گوگردچیان و رحیمی (۱۳۹۱) و پورصالحی (۱۳۹۶) و در مطالعات انجام شده در خارج نیز فرزانگان[۱] (۲۰۱۴)، کتچال و همکاران[۲] (۲۰۲۴) و فریرا و همکاران[۳] (۲۰۲۴) نشان دادند که سرریز فناوری در حالت عام تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی و نوآوری داشته است. در این مطالعات به تأثیر فناوری در حوزه انرژی پرداخته نشده است. در خصوص بخش انرژی، تنها مطالعات الام و مراد[۴] (۲۰۲۰) و چمبری و همکاران[۵] (۲۰۲۴) به صورت کلی نشان دادند که منابع تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی اثرات مثبت دارد، ولی آنها تأثیر بر نوآوری و همچنین تفکیک به بخش‌های انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر را بررسی نکردند.

در تحقیق تجربی بتازی و پری[۶] (۲۰۰۷)، عجم اوغلو و همکاران[۷] (۲۰۱۲)، پسران و یانگ[۸] (۲۰۱۶) و درواس و همکاران (۲۰۲۱) از روش GVAR شبکه محور در بررسی متغیرهای کلان اقتصادی استفاده کرده‌اند. البته تحقیقات انجام شده با این روش

۱. Farzanegan
۲. Ketchoua۱ et al.
۳. Ferreira et al.
۴. Alam. & Murad
۵. Schembri et al.
۶. Bottazzi & Peri
۷. Acemoglu et al.
۸. Pesaran & Yang

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

درخصوص تأثیر تکانه‌های فناوری در حوزه انرژی و بخش‌های آن بر نوآوری در این حوزه و رشد در کشورهای غنی‌نفتی با رویکرد خودرگرسیون برداری شبکه محور صورت نگرفته است. خلاصه مطالعات صورت گرفته در داخل و خارج در جدول (۱) ارائه شده است.

جدول ۱. مطالعات انجام شده در داخل و خارج

نویسنده و سال	روش و کشور	هدف و نتیجه
صادقی و آذربایجانی (۱۳۸۵)	روش حداقل مربعات معمولی[۱] (OLS) در ایران	شاخص‌های فناوری بر تولید تأثیر مثبت و معنی‌دار دارد.
مشیری و نیک‌پور (۱۳۸۶)	الگوی رشد درون‌زا در ۶۹ کشور جهان	فناوری بر رشد اقتصادی اثر مثبت و معناداری دارد.
شاکری و سالاری (۱۳۸۸)	الگوی رشد درون‌زا در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه	تحقیق و توسعه موجب افزایش اختراعات و تولید ناخالص داخلی می‌شود.
مطیعی (۱۳۹۰)	روش پانل در کشورهای درحال توسعه	سرریز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث گسترش نوآوری می‌گردد.
گوگردچیان و رحیمی (۱۳۹۱)	الگوی رشد درون‌زا در شرکای تجاری ایران	سرریز تحقیق و توسعه و نوآوری، بر رشد اقتصادی ایران، تأثیر مثبت دارد.
پورصالحی (۱۳۹۶)	روش داده پانل در کشورهای نفتی عضو اوپک	رابطه مثبت و معنی‌دار بین مخارج تحقیق و توسعه و رشد اقتصادی وجود دارد.
امیدی و همکاران (۱۳۹۷)	روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) در کشورهای سازمان همکاری اسلامی[۲] (OIC)	تأثیر سرریز دانش از طریق کانال کالاهای واسطه‌ای بر رشد نوآوری داخلی مثبت ولی از کانال سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منفی است.
محمدزاده و همکاران (۱۳۹۸)	روش مربعات معمولی تعمیم یافته[۳] (GLS) در بیست کشور منتخب	نوآوری تأثیر مثبت بر رشد اقتصادی دارد.
کشاورز و حسین زاده	الگوی دوربین فضایی[۱] (SDM)	نوآوری اثرات مستقیم و سرریزی مثبت و

۱. Ordinary Least Squares
۲. Organisation of Islamic Cooperation
۳. Generalized Least Squares

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

نویسنده و سال	روش و کشور	هدف و نتیجه
(۱۴۰۲)	در کشورهای گروه دی هشت	معنادار بر رشد اقتصادی دارد.
کو و همکاران[۲] (۱۹۹۷)	روش پانل در ۷۷ کشور در حال توسعه	سرریز تحقیق و توسعه، از کشورهای صنعتی شمال به کشورهای در حال توسعه جنوب، وجود دارد.
ون استل و نونهاسن (۲۰۰۴)	الگوی رشد در هلند	سرریزهای فناوری بین بخشی، تأثیری مثبت بر رشد اقتصادی دارند.
بلالک و السو (۲۰۰۵)	روش پانل در اندونزی	واردات باعث سرریز فناوری و رشد اقتصادی می‌شود.
بتازی و پری (۲۰۰۷)	الگوی تصحیح خطا[۳] (ECM) در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی[۴] (OECD)	تکانه نوآوری آمریکا تأثیر مثبت بر نوآوری همه کشورهای دیگر دارد.
کلر[۵] (۲۰۱۰)	الگوی رشد درون‌زا در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)	تجارت بین‌الملل کانالی برای انتقال سرریزهای فناوری خارجی هست.
پرمتنی و ربینو[۶] (۲۰۱۴)	داده‌های پانل در ۲۹ کشور منتخب	سرریز دانش با گسترش ارتباطات بین‌المللی کشورها، افزایش می‌یابد.
فرزانگان (۲۰۱۴)	داده‌های پانل در ۶۵ کشور غنی‌نفتی	تکانه مثبت نوآوری در آمریکا، در کوتاه‌مدت و بلندمدت، تأثیر مثبت بر نوآوری همه کشورهای دیگر دارد.
آقیون و جراول[۷] (۲۰۱۵)	روش نظری	همگرایی بین کشوری و بازبودن در تولید ایده‌ها، تأثیر مثبت بر سرریز فناوری دارد.
اسانو و کین[۸] (۲۰۱۶)	روش پرسش‌نامه در کنیا	سرمایه‌گذاری در بخش انرژی منجر به ایجاد فناوری جدید و رشد اقتصادی گردید.

۱. Spatial Durbin Model
۲. Coe et al.
۳. Error Correction Model
۴. Organisation for Economic Co-operation and Development
۵. Keller
۶. Piermartini & Rubínová
۷. Aghion & Jaravel
۸. Osano & Koine

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

نویسنده و سال	روش و کشور	هدف و نتیجه
بلادی و اولادی[۱] (۲۰۱۷)	الگو رشد درون‌زا در کشورهای درحال‌توسعه	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به انتشار فناوری شده است.
هو و همکاران[۲] (۲۰۱۸)	خودرگرسیون فضایی در ۳۰ کشور	اثر سرریز مثبت نوآوری از طریق واردات به شرکای تجاری منتقل می‌گردد.
نوس و سکورا[۳] (۲۰۱۸)	تحلیل رگرسیون چندگانه[۴] در کشورهای توسعه‌یافته	واردات، اثر سرریز فناوری در تابع تولید فناوری را افزایش می‌دهد.
الام و مراد (۲۰۲۰)	رویکرد خودرگرسیون با وقفه های توزیعی[۵] (ARDL) در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)	رشد اقتصادی و پیشرفت فناوری بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت می‌گذارد.
درواس و همکاران (۲۰۲۱)	چارچوب خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) در نوآورترین اقتصادهای جهان	تکانه فناوری در یک کشور باعث شکل‌دهی نوآوری در یک کشور دیگر می‌شود. آمریکا و چین کشورهای پیشرو در فناوری هستند.
کتچال و همکاران (۲۰۲۴)	روش گشتاور تعمیم‌یافته[۶] (GMM) در کشورهای سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)	نوآوری در تقویت رشد اقتصادی نقش مثبت دارد.
چمبری و همکاران (۲۰۲۴)	روش پویای فضایی[۷] در کشورهای در حال توسعه	منابع تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی اثرات مثبت دارد.
فریرا و همکاران (۲۰۲۴)	الگوسازی معادله ساختاری حداقل مربعات جزئی[۸] (PLS-SEM) در ۴۱ کشور و منطقه	سرریز دانش بر نوآوری تأثیر مثبت می‌گذارد

منبع: تحقیقات انجام شده

۱. Beladi & Oladi
۲. Ho et al.
۳. Neves & Sequeira
۴. meta-regression analysis
۵. Auto-Regressive Distributed Lag
۶. Generalized Method of Moments
۷. Spatial Dynamic Techniques
۸. partial least square structural equation modelling

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

هرچند ادبیات تحقیق می‌تواند به درک تأثیر فناوری بر رشد اقتصادی و نوآوری کمک کند، اما اکثر مطالعات تأثیر فناوری را در صنایع خاص یا به صورت کلی بر رشد اقتصادی بررسی نموده‌اند. فقدان تحقیقات در مورد بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر، درک افراد را از پویایی منحصر به فرد و چالش‌های این بخش در مورد فناوری و نوآوری کاهش می‌دهد. همچنین نوعی پیچیدگی در توسعه الگوی خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) وجود دارد که استفاده از خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) شبکه محور، یک چارچوب تحلیلی بین فناوری، نوآوری و رشد اقتصادی در بین کشورهای جهان ارائه می‌دهد. همچنین این روش امکان بررسی جریان فناوری در بخش‌های انرژی میان کشورها از طریق کانال‌های تجاری و مالی را از طریق تکانه خاص فراهم می‌آورد.

در این مقاله برای پر کردن خلاء تفکیک در بخش‌های انرژی در ادبیات اقتصادی، به عنوان نوآوری پژوهش، تأثیر سرریز فناوری به تفکیک در بخش‌های انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر روی رشد اقتصادی و نوآوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بررسی می‌شود. همچنین نوآوری‌های دیگر تحقیق حاضر، استفاده از روش خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) شبکه محور، در بررسی تأثیر سرریز فناوری از طریق کانال‌های انتقال مالی و تجاری (مکانیزم‌های انتقال تکانه) در کشورهای غنی‌نفتی می‌باشد. این مطالعه با تحلیل دقیق بخش‌های انرژی از چگونگی تأثیر فناوری بر نوآوری و رشد اقتصادی، درصدد ارائه بینش‌هایی است که می‌تواند سیاست‌گذاری کشورهای غنی‌نفتی در فناوری انرژی را هدایت نماید.

۴- الگو و روش‌شناسی

در این بخش الگوی خودرگرسیون برداری جهانی (GVAR) شبکه محور توضیح داده می‌شود. تجزیه و تحلیل سرریزهای فناوری بین کشوری، با استفاده از شبکه بین‌المللی وزن‌داری از روابط تجاری و فرآیند خودرگرسیون برداری جهانی، امکان الگوسازی و انعطاف‌پذیری تکانه‌های بین‌المللی را در ابعاد مختلف[۱]، فراهم می‌کند. برای ایجاد شبکه،

۱. dimensionality manageable

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

از وزن جریان خالص بین کشورها[۱] استفاده شده که مشابه ماتریس وزن معمولی الگوی خودرگرسیون برداری جهانی است و علاوه بر این، ارتباطات مستقیم و غیر مستقیم کشورها در الگو را درنظر می‌گیرد. وزن‌های تجاری، که معمولاً به عنوان نماینده برای ماتریس وزن معمولی در الگوی خودرگرسیون برداری جهانی استفاده می‌شوند، تقریب کاملی از واقعیت نیستند، زیرا تنها روابط تجاری مستقیم بین کشورها را به تصویر می‌کشند و ارتباطات غیرمستقیم را نادیده می‌گیرند. این نادیده گرفتن به دلیل وجود ارزش افزوده و محصولات واسطه‌ای در محصولات و خدمات است که اغلب به کانال‌های مالی و نه تجاری اشاره دارند. از این رو تنها تکیه بر روابط تجاری مستقیم، کافی نمی باشد. علاوه بر این، وزن جریان خالص بین کشوری، در طول زمان پایدار می‌ماند (درواس و همکاران ، ۲۰۲۱). بر این اساس، از ماتریس جریان خالص کالا و خدمات برای ماتریس وزن استفاده می‌شود. همچنین تجارت محرک مهم رشد اقتصادی است و البته تبادلات مالی نیز در انتقال فناوری کشورها موثر می‌باشد. بنابراین در پژوهش حاضر از هر دو کانال‌های انتقال تجاری و مالی استفاده می‌گردد، که نسبت به سایر الگوهایی که تنها یک کانال را در نظر گرفته‌اند با واقعیت‌های عینی مطابقت بیش‌تری دارد.

مزیت دیگر الگوی GVAR شبکه محور نسبت به GVAR معمولی، مشخص کردن کشور پیشرو نوآور در الگو می‌باشد. این کار پیچیدگی و مشکل تعداد زیاد تکانه در الگوی GVAR (تکانه‌های الگو برابر حاصل‌ضرب تعداد متغیرهای الگو در تعداد کشورها می‌باشد) را حل می‌کند. همچنین روش بکارگرفته شده امکان اندازه‌گیری میزان ارتباط میان کشورها با استفاده از ماتریس وزنی فناوری داده -ستانده (IO) را برای الگو فراهم می‌سازد.

همان طور که قبلاً اشاره شد، تاکنون تأثیر سرریز فناوری به تفکیک در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بررسی نگردیده است. لذا نوآوری این پژوهش بر روی بررسی سرریز فناوری و تحقیق و توسعه به تفکیک انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر در چارچوب یک الگوی GVAR شبکه محور برای کشورهای غنی‌نفتی می‌باشد. تأثیر نوآوری در دو الگوی مجزا به تفکیک در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و

۱. net inter-country flow weight

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

بخش تجدیدناپذیر با یکدیگر مقایسه می‌شود. به طور ویژه در این پژوهش اثرات سرریز تکانه فناوری (مخارج تحقیق و توسعه) به تفکیک در بخش‌های انرژی‌بر رشد اقتصادی و فعالیت نوآوری (تعداد ثبت اختراعات) کشورهای منتخب غنی‌نفتی و کشورهای پیشرو در نوآوری بررسی می‌شود.

۴-۱- روش‌شناسی

از ساختار شبکه به منظور الگوسازی وابستگی‌های متقابل بین کشورهای منتخب استفاده می‌شود. نقش هر اقتصاد در شبکه بررسی و با استفاده از نتایج برآورد شبکه، کشور غالب و پیشرو مشخص می‌شود. سپس برای الگوسازی تکانه‌ها، از روش خودرگرسیون برداری جهانی استفاده می‌شود. به دنبال پژوهش درواس و همکاران (۲۰۲۱)، پسران و یانگ (۲۰۱۶) و عجم اوغلو و همکاران (۲۰۱۲) فرض می‌شود که هر اقتصاد یک کالا توسط تابع کاب-داگلاس[۱]، تولید می‌کند:

$$x_{it} = e^{a_{ii}v_{it}} l_{it}^{a_{ii}} \prod_{j=1}^{m-1} x_{ij,t}^{\ a_{ij}w_{ijt}} \ , i = 1, \dots, N \ , t \in T \qquad (1)$$

که در آن، x_{it} کالای تولید شده هر اقتصاد $i = 1, \dots, N$,است و a_{ij} با $j, i = 1, \dots, N$, نشان‌دهنده کشش‌های محصول که $\sum_{j=1}^{J} a_{ij} = 1$ است و $a_{ij}w_{ijt} \geq 0, \forall\, t \in T$ نشان‌دهنده سهم J- امین کالای مورد استفاده در تولید i - امین اقتصاد (کالای واسطه) و v_{it} نشان‌دهنده تکانه بهره‌وری[۲] در اقتصاد $i \in I$ که از تکانه خاص اقتصاد[۳] ε_{it} ، تکانه فناورانه خاص اقتصاد[۴] ξ_{it} و عامل مشترک[۵] یا رایج f_t تشکیل شده است به طوری که

$$v_{it} = \varepsilon_{it} + \gamma_i f_t + \theta_i \xi_{it} \qquad (2)$$

۱. Cobb-Douglas
۲. productivity shock
۳. economy-specific shock
۴. economy-specific technological shock
۵. common factor

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

که در آن γ_i عامل بارگذاری[۱] ، نحوه تأثیر عامل یا تکانه بر هر اقتصاد $i = ۱, \dots, N$ را بیان می‌کند. فرض می‌شود که هر اقتصاد در ساختار شبکه به طور مستقیم تحت تأثیر یک تکانه فناورانه خاص اقتصاد است. هر اقتصاد (گره) دارای یک واحد نیروی‌کار است که به صورت بدون کشش عرضه می‌شود و ترجیحات کاب داگلاس نسبت به N کالای تولید شده در شبکه دارد.

$$u_{it}(c_{۱t}, \dots, c_{Nt}) = A \prod_{i=۱}^{N} c_{it}^{۱/m}, i = ۱, \dots, N \quad (۳)$$

در اینجا، کالاهای تولید شده در شبکه می‌توانند کالاهای نهایی c_{it} یا کالاهای واسطه‌ای x_{ijt}باشند که در فرآیند تولید حداقل یک اقتصاد (گره) استفاده می‌شوند. با فرض داشتن بردار قیمت $p = (p_{۱t}, \dots, p_{Nt})$ و نرخ دستمزد h_t و حل تعادل رقابتی می‌توان از رابطه (۱) پس از انجام برخی عملیات مانند لگاریتم‌گیری و ساده‌سازی رابطه زیر را بدست آورد:

$$p_t = diag[a_{۱۱}, \dots, a_{NN}]h_t IO + diag[a_{۱۱}, \dots, a_{NN}]IOu_t \quad (۴)$$

که در این رابطه $u_t = -diag[a_{۱۱}, \dots, a_{NN}]^{-۱}b + \gamma f_t + \theta\xi_t + \varepsilon_t$ و $IO = [I - diag[a_{۱۱}, \dots, a_{NN}]W']^{-۱}$. معادله (۴) بیانگر یک سیستم قیمت است.

در واقع معادله (۴) یک سیستم شبکه‌ای از اقتصادها را مشخص می‌کند که در آن هر اقتصاد با یک گره نشان داده می‌شود، در حالی که ارتباطات متقابل بین اقتصادها (یعنی یال‌ها) با معکوس ماتریس لئونتیف تبدیلی نشان داده می‌شوند. براساس پسران و یانگ (۲۰۱۶)، معادله قیمت (۴) به عنوان طرح خودرگرسیون برداری فضایی[۲] (SAR) به شکل زیر بیان می‌شود:

$$y_t = AWy_t - b(AW) - A(\gamma f_t + \theta\xi_t + \varepsilon_t \quad (۵)$$

که در آن $y_t = p_t - H_t$ طرح خودرگرسیون برداری فضایی SAR(۱) با عامل مشترک مشاهده نشده را نشان می‌دهد، که در آن قیمت خاص توسط بردار b و وابسته

۱. factor loading

۲. Spatial Vector Autoregressive

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

به ماتریس وزن با W و وابسته به a_{ij} محاسبه می‌شود. همچنین ، y_t با اندازه‌گیری تولید ناخالص داخلی محاسبه می‌شود. با استفاده از طرح GVAR، به طور مستقیم تأثیر هر اقتصاد در شبکه بر روی بقیه اقتصادها (گره‌ها) برآورد می‌گردد. بر اساس کار دیس و همکاران[۱] (۲۰۰۷)، معادله قیمت (۵) به الگوی خودهمبسته برداری (VAR) اقتصاد خاص با y_{it}^* تبدیل می‌گردد:

$$y_{it}^* = W' y_{it} = \Gamma_i^* f_t + \xi_{it}^* \qquad (۶)$$

جایی که: Γ_i ماتریسی از عامل‌های بارگذاری و ξ_{it} بردار تکانه‌های خاص اقتصاد (گره) است. در نهایت الگوی شرطی مربوطه برای هر اقتصاد (گره) در شبکه به صورت زیر است:

$$y'_{i,t} = a_{i.} + \varphi(L_1) y'_{j,t} + \varphi(L_2) y'^{*}_{i,t} + \varphi(L_3) g'_{i,t} + u_{i,t},\ j\epsilon\{1, \dots, N, N+1, \dots, N+k\} \qquad (۷)$$

که در آن $a_{i.}$ عرض از مبدا[۲] را نشان می‌دهد، $y'_{i,t} = [y_{i_1,t}, \dots, y_{i_m,t}]$ بیان‌کننده متغیرهای اقتصاد خاص است.

$y'_{j,t} = [y_{i_1,t}, \dots, y_{i_m,t}, y_{i_{k_1},t}, \dots, y_{i_{k_m},t}, \dots, y_{i_{k_K},t}]$ بیان‌کننده متغیرهای درون‌زا است. $y'^{*}_{i,t} = [y_{i_1,t}^*, \dots, y_{i_m,t}^*]$ نشان‌دهنده متغیرهای خاص خارجی است. $g'_{i,t} = [g_{i_1}, \dots, g_{i_m}]$ نشان‌دهنده متغیرهای جهانی است. این معادله، الگوی خودرگرسیون برداری جهانی، شبکه محور را تشکیل می‌دهد.

با توجه به هدف تحقیق در معادله (۷)، $y'_{j,t} = [Y_{jt}, Patent_{jt}, R\&D_{jt}]$ شامل متغیرهای درون‌زای Y_{it} تولید، $Patent_{it}$ درخواست‌های ثبت اختراع و $R\&D_{it}$ مخارج تحقیق و توسعه و $g'_{j,t} = [Trade_t, Credit_t]$ شامل متغیر برون‌زای $Trade_t$ تجارت و $Credit_t$ اعتبارات مالی است.

۱. Dees, et al,
۲. intercepts

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

۴-۲- داده‌ها

به پیروی از روش بکار گرفته شده در درواس و همکاران (۲۰۲۱)، پسران و یانگ (۲۰۱۶) و عجم اوغلو و همکاران (۲۰۱۲)، تجزیه و تحلیل تجربی بر روی هفت کشور غنی نفتی[۱] (ملاک انتخاب بر اساس سهم آنها از تولید جهانی نفت) از جمله عربستان، روسیه، ایران، برزیل، کانادا، نروژ و آمریکا و دوازده اقتصاد پیشرفته به لحاظ فناوری (ملاک انتخاب کل مخارج تحقیق و توسعه) از جمله انگلیس، آلمان، فرانسه، ایتالیا، اتریش، بلژیک، دانمارک، اسپانیا، فنلاند، هلند، لهستان و سوئد انجام شده است. این اقتصادها بیش از ۷۰ درصد از فعالیت فناوری جهان و حدود ۶۰ درصد از تولید نفت جهان را به خود اختصاص می‌دهند. در مجموع داده‌ها شامل ۱۹ کشور غنی نفتی و پیشگام در نوآوری جهانی برای داده‌های فصلی ۲۰۲۰-۲۰۰۰ است.

متغیرهای درون‌زای فناوری توسط هزینه تحقیق و توسعه[۲] (R&D) در انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر و نوآوری[۳] توسط درخواست‌های ثبت اختراع کشور متقاضی[۴] (Patent) در انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر اندازه‌گیری شده است. متغیر تولید ناخالص داخلی[۵] (GDP) نشان‌دهنده فعالیت اقتصادی کشورها می‌باشد. دو متغیر اعتبارات مالی جهانی[۶] (اعتبار) و تجارت خالص جهانی[۷] (تجارت) به عنوان متغیرهای جهانی و برون‌زا در نظر گرفته شده‌اند. اطلاعات مربوط به تولید ناخالص داخلی (قیمت ثابت سال ۲۰۱۵، میلیارد دلار امریکا)، از شاخص‌های توسعه جهانی[۸] (WDI) مربوط به بانک جهانی[۹] (WB)، هزینه تحقیق و توسعه و درخواست‌های ثبت اختراع در انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر از شاخص‌های آژانس بین‌المللی انرژی[۱۰] (IEA) و آژانس

۱. انتخاب کشورها با توجه به محدودیت داده‌ها (بخصوص در مورد نوآوری و فناوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپدیر) در دوره مورد بررسی صورت گرفته است.

۲. R&D expenditures
۳. innovation output
۴. Patent applications by applicant's country
۵. Gross Domestic Product
۶. worldwide credit
۷. worldwide trade
۸. World Development Indicators
۹. World Bank
۱۰. International Energy Agency

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

بین‌المللی انرژی تجدیدپذیر[۱] (IRENA)، اعتبار جهانی و تجارت جهانی از شاخص‌های اقتصادی اصلی[۲] سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD) گرفته شده‌اند. در نهایت، جداول داده-ستانده که برای ساخت ماتریس وزن[۳] در الگوی اتورگرسیون برداری جهانی استفاده می‌شوند، از جداول داده- ستانده جهانی مربوط به فعالیت‌های فناوری از سازمان همکاری و توسعه اقتصادی اخذ گردیده‌اند. تعریف و منابع مورد استفاده برای داده‌ها در جدول (۲) ارائه شده است.

۱. International Renewable Energy Agency
۲. Main Economic Indicators
۳. GVAR weight matrices

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

جدول ۲. تعریف و منبع داده‌های تحقیق

داده	تعریف	معادل انگلیسی	منبع
نوآوری به تفکیک انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر	تعداد ثبت اختراع در انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر	Number of Renewables & Non-Renewables Patents	IEA (International Energy Agency)
مخارج تحقیق و توسعه به تفکیک انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر	مخارج تحقیق، توسعه و اجرا به تفکیک انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر	Public Research, Development & Demonstration (RD&D) Renewables & Non-Renewables spending	IEA (International Energy Agency) & The International Renewable Energy Agency (IRENA)
محصول	تولیدناخالص داخلی به قیمت ثابت دلار در سال ۲۰۱۵	GDP (constant ۲۰۱۵ US$)	WDI (World Development Indicators)
تجارت	تجارت خالص کالاها	Net trade in goods	Main Economic Indicators of OECD
اعتبارات مالی	اعتبار در تراز پرداخت‌ها	Credits in Balance of Payments	Main Economic Indicators of OECD
ماتریس وزن	جریان خالص کالا و خدمات بخش فناوری در بین کشورها	GVAR weight matrices	Inter-Country Input-Output (۲۰۲۰) of OECD

آمار توصیفی فناوری در انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر شامل میانگین، میانه و انحراف‌معیار برای برخی از کشورهای فناور و غنی‌نفتی به عنوان نماینده در جدول (۳) آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، درصد تغییرات یا رشد میانگین و میانه تحقیق و توسعه کشورهای فناور آلمان و فرانسه در انرژی تجدیدپذیر نسبت به تجدیدناپذیر افزایش یافته است. این نسبت در کشورهای غنی‌نفتی عربستان و ایران معکوس می‌باشد. در واقع کشورهای فناور عمده هزینه‌های تحقیق و توسعه را در انرژی تجدیدپذیر و کشورهای غنی‌نفتی بیشترین فناوری را در انرژی تجدیدناپذیر نموده‌اند[۱].

۱. از آنجا که ترسیم آمار توصیفی برای سایر کشورها در جدول تشخیص آنها را دشوار می‌کند، این آمار تنها برای برخی کشورهای فناور و غنی‌نفتی ترسیم شده است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

بنابراین درنظرگرفتن تحولات حوزه انرژی و تفکیک انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر امری اجتناب‌ناپذیر است. برآورد و تجزیه و تحلیل نتایج الگو با کمک نرم‌افزار متلب[۱] و جعبه ابزار خودرگرسیون برداری جهانی، ایویوز[۲] و پاوربی‌ای[۳] در ادامه انجام می‌گیرد.

جدول ۳. آمار توصیفی فعالیت فناوری در انرژی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر

کشور	میانگین			میانه			انحراف معیار	
بخش انرژی	تجدید پذیر	تجدید ناپذیر	درصد تغییرات	تجدید پذیر	تجدید ناپذیر	درصد تغییرات	تجدید پذیر	تجدید ناپذیر
فرانسه	۷,۲۸	۴,۴۰	-٪۴۰	۷,۳۵	۴,۵۲	-٪۳۸	۰,۲۶	۰,۴۵
آلمان	۶,۶۱	۴,۳۴	-٪۳۴	۶,۶۷	۴,۴۱	-٪۳۴	۰,۴۱	۰,۲۶
عربستان	۰,۸۶	۳,۸۰	٪۳۴۴	۰,۸۳	۳,۷۷	٪۳۵۵	۰,۰۵	۰,۰۸
ایران	۱,۴۵	۲,۰۴	٪۴۰	۱,۸۰	۲,۳۹	٪۳۳	۱,۱۸	۱,۲۵

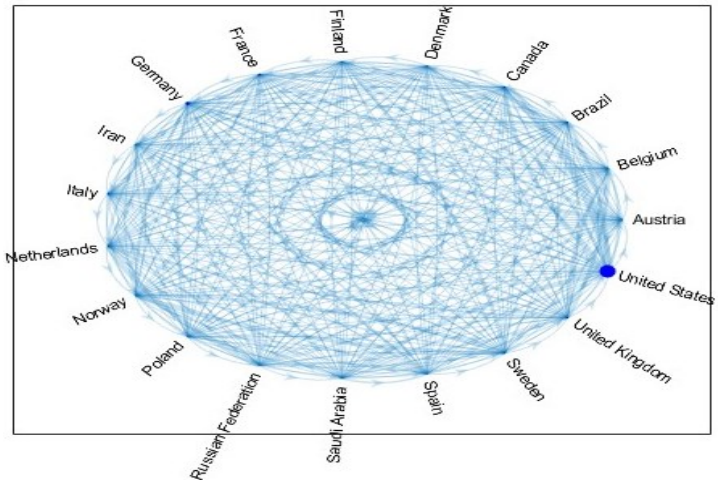
منبع: یافته‌های تحقیق

۴-۳- ساختار شبکه، تعیین کشورهای غالب و و اقعیات آماری

ساختار شبکه دایره‌ای[۴] است، زیرا همه گره‌ها به یکدیگر متصل می‌شوند این موضوع در نمودار (۱) نمایش داده شده است. گره‌ها نشان‌دهنده فناوری (هزینه تحقیق و توسعه) کشورها هستند؛ اندازه ارتباط (ضخامت[۵] یال‌ها)، از طریق ماتریس وزنی فناوری داده-ستانده (IO) بین کشورها ترسیم شده که میزان تبادل فناوری بین کشورها را بیان می‌کند. آمریکا دارای بزرگترین گره و همچنین ضخیم‌ترین یال‌ها در شبکه است که با استفاده از معیار مرکزیت درجه[۶]، محاسبه شده است. درجه مرکزیت گره نشان می‌دهد که گره چقدر به دیگر گره‌های شبکه، متصل است.

۱. MATLAB ۲۰۲۲
۲. EViews ۱۲
۳. Power BI
۴. Circle
۵. Thickness
۶. degree centrality measures

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]



نمودار ۱. شبکه وزنی کشورها بر اساس فعالیت فناوری

منبع: یافته‌های تحقیق با استفاده از نرم‌افزار Matlab

توزیع مقادیر درجه خروجی[۱] از ماتریس وزنی به منظور تأیید وجود کشورهای غالب بررسی می‌شود. با استفاده از معیار مرکزیت درجه خروجی شبکه، مقدار آنتروپی شانون[۲]، عدد یک بدست می‌آید. آنتروپی بدست آمده نشان‌دهنده تعداد کشورهای (هسته) مرکزی می‌باشد، چون عدد یک بدست آمده پس تنها یک کشور مرکزی وجود دارد. در این زمینه، جدول (۳)، مقادیر بدست آمده از ماتریس وزن سال ۲۰۲۰ داده- ستانده تبدیل شده تحقیق و توسعه[۳] را نشان می‌دهد. نتایج جدول (۴) بر اساس معیار مرکزیت از بزرگ به کوچک مرتب شده و مقدار درجه خروجی هر گره (کشور) را نشان می‌دهد. براساس سطر اول جدول (۴)، آمریکا، کشور مرکزی و غالب در ساختار شبکه فناوری انرژی در نظر گرفته می‌شود. دیگر گره‌های مهم در شبکه عبارتند از آلمان و فرانسه. در الگوی خودرگرسیون برداری جهانی به دلیل تعداد کشورهای زیاد و در نتیجه تعداد زیاد تکانه‌ها، مقایسه تأثیر تکانه‌های الگو برای کشورهای مختلف دشوار می‌باشد. بنابراین مزیت روش GVAR شبکه محور، در یافتن تکانه خاص می‌باشد و پیچیدگی الگوی GVAR را تسهیل می‌کند. بنابراین

۱. Out-degree
۲. Shannon Entropy
۳. transformed Input–Output matrix in terms of the R&D activities

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

از نتایج این بخش استفاده شده و برای ساده‌سازی تنها تأثیر تکانه کشور آمریکا بر متغیرها بررسی می‌گردد.

جدول ۴. نتایج آنتروپی شانون با مرکزیت درجه خروجی

کشور (گره)	رتبه	درجه خروجی
آمریکا	۱	۳,۰۷
آلمان	۲	۲,۱۷
فرانسه	۳	۱,۵

منبع: یافته‌های تحقیق بدست آمده از نرم‌افزار Matlab

عملکرد برتر در رتبه‌بندی، دو چیز مشترک دارد: اقتصادهای بزرگ فعالیت‌های نوآورانه را حفظ می‌کنند و اقتصادهای دارای محصولات/خدمات متنوع برای صادرات، تمایل به نوآوری بیشتری دارند. اتحادیه اروپا (EU) در لیگ نوآوری پیشرفت قابل‌توجهی را در دهه گذشته نشان داده و به آمریکا نزدیکتر شده است. سرمایه‌گذاری در زیرساخت‌های نوآوری، فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT)، انرژی تجدیدپذیر، فناوری پزشکی و توسعه استعدادها و همچنین محیط کسب و کار پیچیده از جمله فعالیت‌های عملکردهای برتر است.

۴-۴- برآورد الگوی خودرگرسیون برداری جهانی شبکه محور

در این بخش قبل از برآورد الگو، ابتدا ایستایی متغیرها بررسی می‌شوند. برای بررسی وجود ریشه واحد از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته با وزن متقارن[۱] (WS) یا پارک و فولر[۲] فولر[۲] استفاده شده است. در این روش، برای برآوردگرهای الگوی خودرگرسیون برداری جهانی، وزنی متقارن و بر اساس روند زمانی ایجاد می‌شود. نتایج آزمون ایستایی بیانگر آن است که تمام متغیرهای کشورها (که این مطالعه بر آنها تمرکز دارد) دارای مرتبه جمعی یک یا I(۱) هستند. در واقع حجم متغیرهای الگو شامل ۵۷ سری زمانی برای متغیرهای داخلی و خارجی است (تعداد متغیرهای مورد انتظار الگو که برابر

۱. Weighted Symmetric estimation of ADF (WS)

۲. Park & Fuller

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

حاصل‌ضرب تعداد متغیرهای الگو که معادل ۳ است در تعداد کشورها برابر با ۱۹ کشور، بوده است) و به‌علاوه ۲ سری زمانی مربوط به متغیرهای مشترک جهانی می‌باشد.

با توجه به $I(1)$ بودن متغیرها، لازم است روابط بلندمدت توسط روابط هم‌جمعی بررسی گردد. با استفاده معیار اطلاعات شوارتز-بیزین[۱]، تعداد وقفه[۲] متغیرهای داخلی (p) و خارجی (q) و از طریق آزمون یوهانسن[۳]، تعداد بردارهای هم‌جمعی (r) در الگوی خودرگرسیون برداری با متغیرهای برونزا ($VARX^x$)[۴] یا تصحیح خطای برداری با متغیرهای برونزا ($VECX^x$)[۵] بدست آمده و در جدول (۵) گزارش شده است. ملاحظه می‌شود که برای تمامی کشورهای نمونه مورد مطالعه حداقل یک بردار هم‌جمعی وجود دارد.

جدول ۵. تعداد وقفه بهینه و بردارهای هم‌جمعی

VARX	p	q	r	VARX	p	q	r
اتریش	۲	۲	۳	هلند	۲	۲	۳
بلژیک	۲	۲	۲	نروژ	۲	۲	۲
برزیل	۲	۱	۳	لهستان	۲	۲	۳
کانادا	۲	۲	۲	روسیه	۲	۲	۳
دانمارک	۲	۲	۳	عربستان	۲	۱	۳
فنلاند	۲	۲	۳	اسپانیا	۲	۲	۳
فرانسه	۲	۲	۳	سوئد	۲	۲	۳
آلمان	۲	۲	۳	انگلیس	۲	۲	۲
ایران	۲	۲	۳	آمریکا	۲	۲	۲
ایتالیا	۲	۲	۲				

منبع: یافته‌های تحقیق

یکی از فروض مهم در برآورد الگوی GVAR برونزایی ضعیف متغیرهای خارجی و جهانی نسبت به پارامترهای الگو هر کشور در بلندمدت است. جهت بررسی برونزایی

۱. Schwartz-Bayesian Information Criterion
۲. Order of VARX Model
۳. Johansen
۴. Vector Auto Regression with Exogenous Variables
۵. Vector Error Correction with Exogenous Variables

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

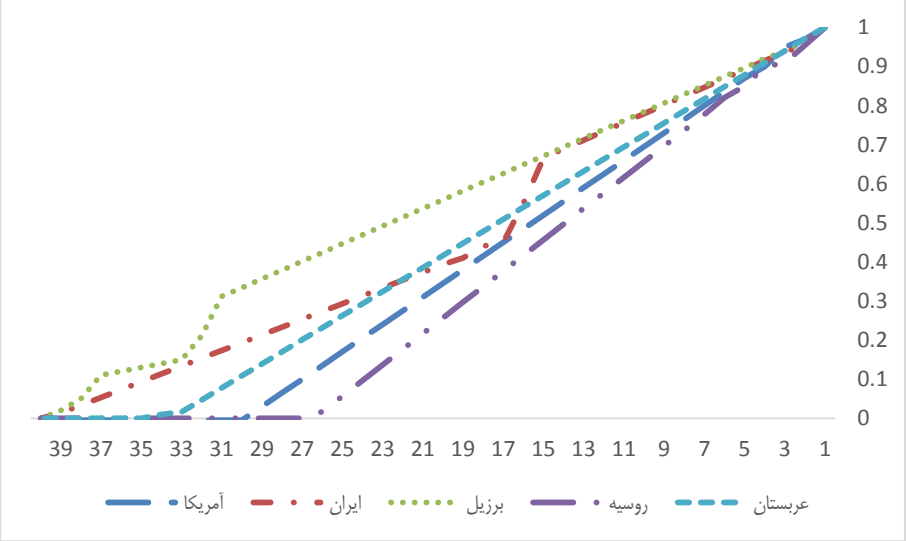
ضعیف متغیرهای خارجی از آزمونی که توسط یوهانسن استفاده می‌شود. در این آزمون تفاضل هر متغیر خارجی را بر روی جملات تصحیح خطا در الگوی برآورد شده هر کشور، وقفه‌های پیشین آن و مقادیر تفاضلی متغیرهای داخلی رگرس می‌شود. در واقع اهمیت معادله تصحیح خطای الگو بر تغییرات متغیرهای خارجی متناظر با آن مورد آزمون قرار می‌گیرد. با برآورد الگوی تصحیح خطا برای هر کشور، تغییرات متغیر خارجی با وقفه متغیر، با آماره F مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج آزمون نشان می‌دهد که فرض برونزایی ضعیف تنها برای حدود ۵ درصد از متغیرها رد و برای نزدیک به ۹۵ درصد پذیرفته شده است.[۱] همچنین ثبات و ماندگاری الگو نیز آزمون شد. در صورتی‌که بردار هم‌جمعی رابطه بلندمدت را نشان دهد، با وقوع تکانه ابتدا مقدار انحراف از تعادل برابر یک بوده و در بلندمدت این مقدار به صفر همگرا می‌شود. این آزمون را پروفایل ماندگاری[۲] یا (PP) می‌نامند که توسط لی و پسران[۳] (۱۹۹۳) مطرح گردید. آزمون پروفایل ماندگاری بیانگر سرعت همگرایی و ثبات سیستم در واکنش به یک تکانه می‌باشد. نتایج آزمون پروفایل ماندگاری الگو برای نمونه‌ای از کشورهای غنی‌نفتی در نمودار (۲) ارائه شده است. همان‌طور که نتیجه نشان می‌دهد سیستم با ثبات و ماندگار است.

۱. نتایج آزمون‌های ایستایی و برون‌زایی ضعیف به دلیل گستردگی و حجم زیاد در اینجا گزارش نشده اما نزد نویسندگان موجود و درصورت نیاز قابل ارائه است.

۲. Persistence Profile (PP)

۳. Lee & Pesaran

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]



نمودار ۲. پروفایل ماندگاری

منبع: یافته‌های تحقیق

۴-۵- تحلیل ضربه-واکنش[۱]

با توجه به گستردگی و پیچیدگی این الگو، با استفاده از توابع واکنش ضربه‌ای تعمیم یافته[۲] (GIRFs) می‌توان پویایی را در برابر تکانه‌ها مورد بررسی قرار داد. در ادامه تأثیر تکانه‌های فناوری از طریق کانال‌های انتقال تجاری و مالی بر متغیرها در دو الگوی تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بررسی می‌شود[۳]. همچنین با توجه به نتایج بدست آمده مبنی بر اینکه آمریکا در فناوری، کشور پیشرو می‌باشد، بنابراین تنها تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر آمریکا بر سایر کشورها بررسی می‌شود. ابتدا تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدپذیر کشور آمریکا بر رشد اقتصادی و نوآوری انرژی‌های تجدیدپذیر (پاک)[۴] در کشورهای غنی نفتی و کشورهای با فناوری پیشرفته و در بخش بعد تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر در آمریکا بر رشد

۱. Impulse-Response Analysis
۲. Generalized Impulse Response Functions
۳. لازم به ذکر است تحلیل ضربه-واکنش برای تمامی متغیرهای کشورهای نمونه انجام شده است که برای ساده‌سازی گزارش نشده است.
۴. Renewable (Clean) Energy

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

اقتصادی و نوآوری در انرژی‌های تجدیدناپذیر (سوخت‌های فسیلی)[۱] به تفکیک در کشورهای غنی نفتی و پشرفته فناور بررسی می‌شود.

۱-۵-۴- تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر

این قسمت به بررسی تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر به تفکیک بر روی رشد اقتصادی و نوآوری در دو گروه کشورهای غنی نفتی و پیشرفته نوآور از طریق تجارت و کانال اعتبار می‌پردازد.

۴-۵-۲- تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر بر رشد اقتصادی

در اینجا تأثیر تکانه فناوری آمریکا در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر (انرژی پاک) بر رشد اقتصادی در دو گروه کشورهای غنی‌نفتی و کشورهای با فناوری پیشرفته در نمودار (۳) ارائه شده است.

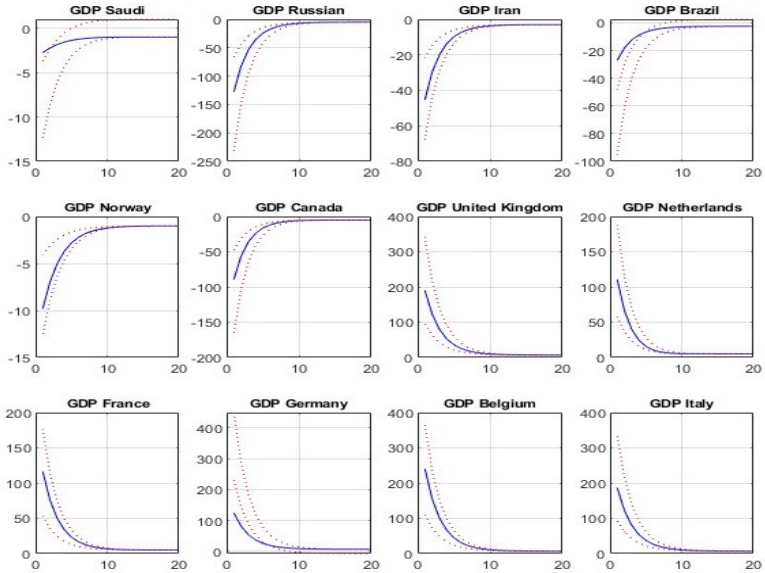
همان‌طور که در نمودار (۳) مشاهده می‌گردد افزایش فناوری در بخش انرژی تجدیدپذیر در آمریکا منجر به تأثیر اولیه[۲] کاهش رشد اقتصادی در کشورهای غنی‌نفتی عربستان، روسیه، ایران، برزیل، نروژ و کانادا شده و در نهایت در سطح پایین‌تر همگرا شده امّا به سطح اولیه باز نمی‌گردد. در واقع با توجه به وابستگی اقتصادهای غنی‌نفتی به منابع نفتی (انرژی‌های تجدیدناپذیر) افزایش هزینه‌های تحقیق و توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر در سایر کشورها، بر قیمت نفت و درآمدهای نفتی آنها تأثیر منفی می‌گذارد.

همچنین نمودار (۳) نشان می‌دهد که افزایش فناوری در بخش انرژی تجدیدپذیر در آمریکا موجب افزایش رشد اقتصادی کشورهای نوآور آلمان، بلژیک، فرانسه، هلند، انگلیس و ایتالیا می‌گردد. در واقع افزایش تحقیق و توسعه در انرژی تجدیدپذیر این کشورهای فناورکه واردکننده نفت هستند، از طریق تجارت و اعتبار مالی، باعث کاهش قیمت نفت می‌گردد. لذا کاهش قیمت به نوعی کاهش نهاده تولید محسوب شده و منجر به افزایش عرضه محصول می‌شود. این یافته با نتیجه‌گیری درواس و همکاران (۲۰۲۱) مطابقت دارد.

۱. NonRenewable (Fossil fuel) Energy

۲. First Impact

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]



نمودار ۳- واکنش رشد اقتصادی کشورهای غنی‌نفتی و کشورهای نوآور به تکانه فناوری کشور آمریکا در انرژی تجدیدپذیر

۴-۵-۳-تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدپذیر بر نوآوری انرژی تجدیدپذیر

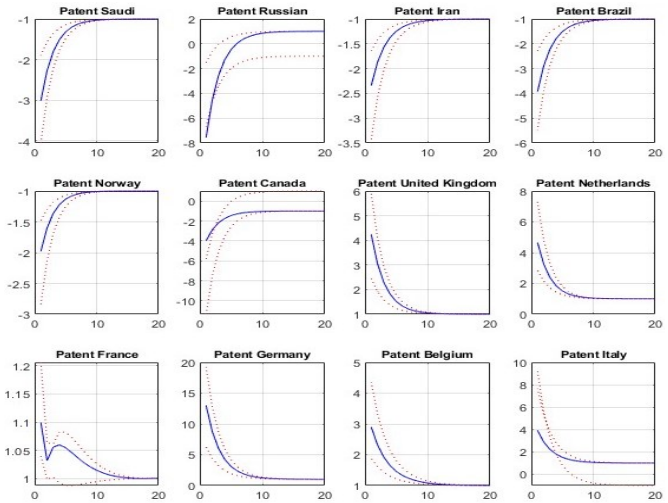
در این قسمت تأثیر تکانه فناوری انرژی تجدیدپذیر کشور آمریکا بر نوآوری در بخش انرژی تجدیدپذیر در کشورهای نفتی و کشورهای پیشرفته فناور در نمودار (۴) ارائه شده است.

نمودار (۴) نشان می‌دهد، افزایش فناوری در بخش انرژی تجدیدپذیر در آمریکا از طریق کانال‌های تجاری و مالی، موجب کاهش نوآوری و ثبت اختراعات در بخش انرژی تجدیدپذیر در کوتاه‌مدت در کشورهای غنی‌نفتی عربستان، روسیه، ایران، برزیل، کانادا و نروژ گردیده و در نهایت در سطحی پایین‌تر همگرا می‌شوند ولیکن به سطح صفر باز نمی‌گردد. شدت تأثیر اولیه در کشورهای روسیه و کانادا بیشتر بوده است. وابستگی به درآمدهای نفتی و کم اهمیت بودن انرژی تجدیدپذیر در این کشورهای غنی‌نفتی باعث گردیده که تعدیل فناوری برای آنها صورت گیرد.

همچنین مشاهده می‌شود، افزایش فناوری در بخش انرژی تجدیدپذیر در آمریکا موجب افزایش اثر اولیه در کوتاه‌مدت در نوآوری بخش انرژی تجدیدپذیر و سرریز فناوری در کشورهای هلند، آلمان، فرانسه، بلژیک، انگلیس و ایتالیا شده و در بلندمدت در سطحی بالاتر از مقدار اولیه به تعادل جدید همگرا می شود. وجود بستر مناسب در

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

بخش انرژی تجدیدپذیر این کشورهای نوآور، باعث این سرریز می‌شود. این نتایج به طور کلی با نتایج بتازی و پری (۲۰۰۷) و فریرا و همکاران (۲۰۲۴) سازگار است.



نمودار ۴. واکنش نوآوری انرژی تجدیدپذیر کشورهای غنی‌نفتی و کشورهای نوآور به تکانه فناوری کشور آمریکا در انرژی تجدیدپذیر

۴-۵-۴- تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر

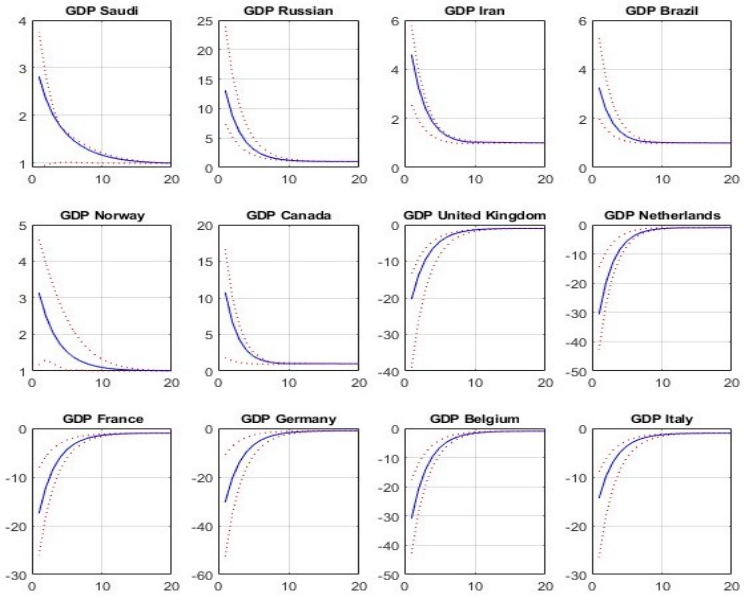
در این قسمت تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی تجدید ناپذیر به تفکیک بر روی رشد اقتصاد و نوآوری در بخش انرژی تجدید ناپذیر در دو گروه کشورها غنی نفتی و پیشرفته نوآور بررسی می‌گردد.

۴-۵-۵- تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی‌های تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی

تأثیر تکانه فناوری انرژی تجدیدناپذیر آمریکا بر رشد اقتصادی کشورهای نفتی و کشورهای نوآور در نمودار (۵) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌گردد، افزایش فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر آمریکا از طریق بهبود فناوری‌های استخراج و تولید، کاهش هزینه‌ها و اثرات زیست‌محیطی (با توجه به وابستگی تولید ناخالص داخلی کشورهای غنی نفتی به نفت)، منجر به افزایش اولیه رشد اقتصادی در کشورهای نفتی عربستان، روسیه، ایران، کانادا، برزیل و نروژ شده و در بلندمدت در سطحی بالاتر

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

از مقدار اولیه همگرا می‌گردند. سرعت برگشت در کشورهای روسیه، ایران، کانادا و برزیل نسبت به کشورهای عربستان و نروژ سریع‌تر می‌باشد.



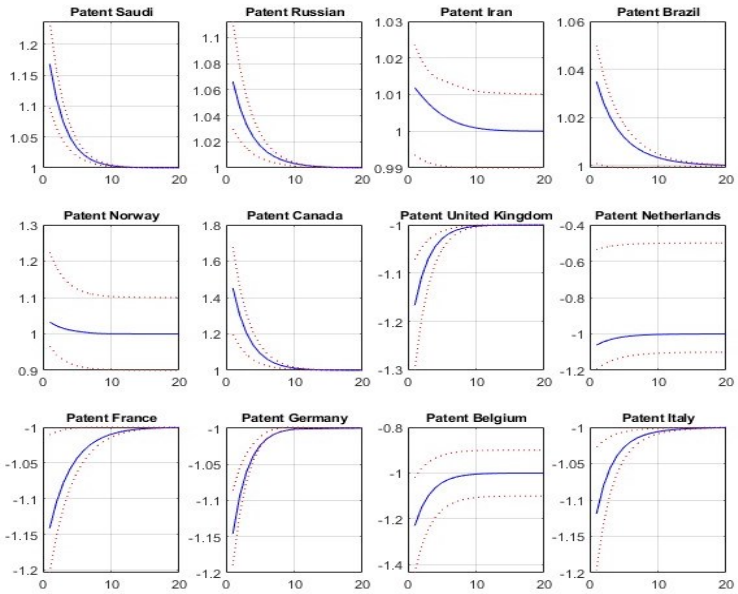
نمودار ۵. واکنش رشد اقتصادی کشورهای غنی‌نفتی و کشورهای نوآور به تکانه فناوری کشور آمریکا در انرژی تجدیدناپذیر

همچنین در نمودار (۵)، افزایش فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر در آمریکا موجب کاهش اثر اولیه در رشد اقتصادی در کشورهای فناور فرانسه، هلند، بلژیک، ایتالیا، انگلیس و آلمان می‌گردد و سپس با سرعت در سطحی پایین‌تر همگرا می‌شوند.

۴-۵-۶- تأثیر تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر بر نوآوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر

در این بخش تأثیر تکانه فناوری انرژی تجدیدناپذیر آمریکا بر نوآوری انرژی تجدیدناپذیر دو گروه کشورهای غنی‌نفتی و کشورهای پیشرفته فناور در نمودار (۶) بررسی می‌شود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]



نمودار ۶. واکنش نوآوری انرژی تجدیدناپذیر کشورهای غنی‌نفتی و کشورهای نوآور به تکانه فناوری آمریکا در انرژی تجدیدناپذیر

همان طور که در نمودار (۶) مشاهده می‌گردد، تکانه مثبت تحقیق و توسعه در بخش سوخت‌های فسیلی در آمریکا از طریق کانال‌های تجاری و مالی، موجب سرریز نوآوری انرژی تجدیدناپذیر در کوتاه‌مدت در کشورهای غنی‌نفتی عربستان، روسیه، ایران، نروژ، کانادا و برزیل می‌شود و در بلندمدت در سطحی بالاتر همگرا می‌شوند و به سطح اولیه صفر باز نمی‌گردند. این نتیجه با نتایج مطالعه فرزانگان (۲۰۱۴) منطبق است. وی دریافت که تکانه مثبت نوآوری در آمریکا، در کوتاه‌مدت و بلندمدت، تأثیر مثبت بر نوآوری کشورهای غنی‌نفتی دارد.

همچنین در نمودار (۶)، افزایش در فناوری انرژی تجدیدناپذیر آمریکا موجب کاهش اثر اولیه نوآوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر در کشورهای فناور هلند، فرانسه، آلمان، بلژیک، انگلیس و ایتالیا می‌گردد و در نهایت در سطحی پایین‌تر همگرا می‌شوند امّا به مقدار اولیه صفر بازگشت نمی کنند.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

هدف این پژوهش بررسی اثرات سرریز تکانه فناوری در بخش انرژی‌بر رشد اقتصادی و نوآوری از طریق کانال‌های انتقال مالی و تجاری می‌باشد. به این منظور ابتدا با استفاده از نظریه شبکه، کشور پیشرو نوآور شناسایی می‌گردد. در مرحله بعد یک الگوی خودرگرسیون برداری جهانی شبکه محور برای نمونه‌ای شامل ۷ کشور منتخب غنی نفتی و ۱۲ کشور نوآور با استفاده از داده‌های فصلی طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۰، برآورد شده است. به طور مشخص با بکارگیری رویکرد GVAR اثرات سرریز فناوری به صورت جداگانه در بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر کشورهای منتخب در قالب دو الگوی مختلف بررسی و نتایج با یکدیگر مقایسه می‌شود.

یافته‌های تحلیل شبکه با استفاده از معیار مرکزیت درجه و آنتروپی شانون نشان می‌دهد، که آمریکا، آلمان و فرانسه مهم‌ترین کشورهای نوآور در بخش فناوری انرژی می‌باشند. در برآورد الگوها، تنها اثرات تکانه فناوری بخش انرژی در آمریکا بررسی شده است. توابع ضربه- واکنش در الگوی اول نشان می‌دهد که تکانه فناوری آمریکا در بخش انرژی تجدیدپذیر از طریق کانال‌های تجاری و مالی، باعث کاهش تأثیر اولیه در رشد اقتصادی و نوآوری در کشورهای غنی‌نفتی می‌شود، در حالی‌که این اثرات بر روی کشورهای نوآور معکوس بوده چون آنها واردکننده نفت هستند، سرریز فناوری در این انرژی باعث کاهش قیمت نفت می‌گردد. لذا کاهش قیمت به نوعی کاهش نهاده تولید محسوب شده و منجر به افزایش عرضه محصول می‌شود. این نتیجه‌گیری با نتایج درواس و همکاران (۲۰۲۱)، بتازی و پری (۲۰۰۷) و فریرا و همکاران (۲۰۲۴) سازگار است.

تخمین الگوی دوم نشان می‌دهد که که بر خلاف کشورهای نوآور، تکانه فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر کشور آمریکا از طریق این کانال‌ها، منجر به افزایش رشد اقتصادی و سرریز فناوری در بخش انرژی تجدیدناپذیر در کوتاه مدت در کشورهای غنی‌نفتی شده است و در بلندمدت به تعادل اولیه باز نمی‌گردند و در سطحی بالاتر همگرا می‌شوند. این یافته با نتایج مطالعات گذشته مانند فرزانگان (۲۰۱۴) منطبق است.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

نتایج بدست آمده می‌تواند برای سیاست‌گذارها و پژوهشگران در کشورهای تولیدکننده و صادرکننده نفت در راستای استفاده بهینه از ظرفیت موجود در بخش انرژی تجدیدناپذیر و همچنین ایجاد زیرساخت‌های لازم برای جذب سرمایه‌گذاری در بخش انرژی تجدیدپذیر، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار باشد. همچنین در ایران به علت فشار تحریم‌های اقتصادی، سرریز فناوری در بخش‌های انرژی از طریق کانال‌های مالی و تجاری با محدودیت‌های بیشتری نسبت به سایر کشورهای غنی‌نفتی روبرو است. این موضوع برروی درآمد نفتی از یک طرف و ناترازی‌های به وجود آمده در بخش انرژی فسیلی از طرف دیگر تاثیرگذار می‌باشد. این موضوع اهمیت سیاست‌گذاری در ایران در جهت افزایش نوآوری در انرژی‌های تجدیدپذیر برای جبران درآمدهای ناشی از صادرات نفت و گاز و همچنین کاهش ناترازی‌ها در بخش انرژی را بیش از پیش نشان می‌دهد.

در پایان ضمن اشاره به محدودیت در داده‌های نوآوری و فناوری به تفکیک بخش انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپدیر برای کشورها امکان گسترش تحقیقات آتی در همین چارچوب، بر ارائه شواهد در مورد چگونگی و مدت تأثیر فناوری‌ها بر شکل‌گیری نوآوری‌های در سایر کشورها وجود دارد. علاوه بر این، می‌توان جریان‌های بین‌المللی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تحرک مخترعان و محققان یا استنادات ثبت اختراع را به عنوان کانال‌های بالقوه انتقال تکانه فناوری در پژوهش‌های آتی وارد نمود.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

منابع

- امیدی، و.، شاه‌آبادی، ا. و مهرگان، ن. (۱۳۹۷). اثر سرریز دانش و کیفیت نهادی بر رشد نوآوری در کشورهای منتخب سازمان همکاری اسلامی. فصلنامه مدبریت توسعه فناوری، ۶(۴)، ۳۰-۹.
- پورصالحی، م. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر مخارج تحقیق و توسعه بر رشد اقتصادی در کشورهای نفتی عضو اوپک. مطالعات اقتصاد، مدیریت مالی و حسابداری، ۳(۲)، ۹۴-۷۰.
- شاکری، ع. و ابراهیمی سالاری، ت. (۱۳۸۸). اثر مخارج تحقیق و توسعه بر اختراعات و رشد اقتصادی (تحلیل مقایسه‌ای بین کشورهای در حال توسعه و توسعه یافته). دانش و توسعه، ۲۹، ص ۸۸-۱۲۵.
- صادقی، م. و آذربایجانی، ک. (۱۳۸۵) نقش و جایگاه اقتصاد دانش محور در تقاضای نیروی‌کار ایران. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۲۷، ۱۹۷-۱۷۵.
- کشاورز. ه و حسینزاده. ر. (۱۴۰۲). بررسی اثر سرریزی نوآوری بر رشد اقتصادی. اقتصاد و توسعه منطقه‌ای، ۲۶، ص ۵۷-۳۰.
- گوگردیان، ا. و رحیمی، ف. (۱۳۹۱). آثار سرریزهای تحقیق و توسعه و نوآوری شرکای تجاری بر رشد اقتصادی ایران. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۹، ۲۴-۹.
- محمدزاده، پ.؛ خان‌گلدی‌زاده، س. و کمانگر، ش. (۱۳۹۸). تأثیر نوآوری و کارآفرینی بر رشد اقتصادی: یک مطالعه بین کشوری. پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال بیست و پنجم، شماره ۸۲، بهار ۱۳۹۹، ص ۱۴۸-۱۲۱.
- مشیری، س. و نیک‌پور، س. (۱۳۸۶). تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و سرریزهای آن بر رشد اقتصادی کشورهای جهان. فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۳۳، ۷۵-۱۰۳.
- مطیعی،م. (۱۳۹۰). تأثیر سرریزهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (FDI) بر نوآوری در کشورهای در حال توسعه. پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، ۱(۲)، ۶۹-۴۱.
- Acemoglu, D. (۲۰۰۹). Introduction to Modern ecocnomic growth. Princeton University Press, Oxford.
- Acemoglu, D., Carvalho, V. M., Ozdaglar, A., & Tahbaz-Salehi, A. (۲۰۱۲). The network origins of aggregate fluctuations. Econometrica, ۸۰(۵), ۱۹۷۷–۲۰۱۶.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

- Aghion, P., & Howitt P. (۱۹۹۲). A model of growth through creative destruction. Econometrica, ۶۰ (۲), ۳۲۳-۳۵۱.
- Aghion, P., & Jravel, X. (۲۰۱۵). Knowledge spillovers, innovation and growth. The Economic Journal, ۱۲۵, ۵۳۳-۵۷۳.
- Alam, M.M. & Murad, M.W. (۲۰۲۰). The Impacts of Economic Growth, Trade Openness and Technological Progress on Renewable Energy Use in Organization for Economic Co-Operation and Development Countries. Renewable Energy, ۱۴۵, ۳۸۲-۳۹۰. (online(
- Bailey N., Kapetanios, G., & Pesaran, H. (۲۰۱۶). Exponent of cross-sectional dependence: Estimation and inference. Journal of Applied Econometrics, ۳۱(۶), ۹۲۹–۹۶۰.
- Barabási, A.L. (۲۰۱۶) network science. Cambridge, United Kingdom: Cambridge university press.
- Beladi, H., & Oladi, R. (۲۰۱۷). Technology diffusion and trade liberalization. The B.E. Journal of Economic Analysis & Policy, ۱۷(۲.(
- Blalock, G., & Veloso, F. (۲۰۰۵). Trade, technology transfer and productivity growth: The neglected role of imports. Cornell University unpublished paper, academia.edu.
- Bottazzi, L. & Peri, G. (۲۰۰۷). The Dynamics of R&D and Innovation in the Long Run and in the Short Run. Economic Journal, ۱۱۷ (۵۱۸), ۴۸۶–۵۱۱.
- Cesa-Bianchi, A. (۲۰۱۳). Housing Cycles and Macroeconomic Fluctuations: A Global Perspective. Journal of international money and finance, ۳۷, ۲۱۵–۲۳۸.
- Coe, D., & Helpman, E. (۱۹۹۵). International R&D Spillovers. European Economic Review, ۳۹, ۸۵۹–۸۸۷.
- Coe, D. T.; Helpman, E. & Hoffmaister, A. W. (۱۹۹۷). North-South R&D Spillovers. Economic Journal, ۱۰۷, ۱۳۴-۱۴۹.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

- Dees, S., Mauro, F. D., Pesaran, M. H., & Smith, L. V. (۲۰۰۷). Exploring the international linkages of the euro area: a global var analysis. Journal of Applied Econometrics, ۲۲, ۱-۳۸.
- Drivas, K., Economidou۱, C., Konstantakis, K. N., & Michaelides, P. G. (۲۰۲۱). Technological leaders, laggards and spillovers: A network GVAR analysis. Open Economies Review, ۳۲(۴), ۱-۲۵.
- Dzwidol, H., Kwilinski, A., Lyulyov, O. & Pimonenko, T. (۲۰۲۳). Renewable Energy, Knowledge Spillover and Innovation. Energies, ۱۶, ۲-۱۵.
- Eickmeier, S., & Ng, T. (۲۰۱۵). How do US credit supply shocks propagate internationally? A GVAR approach. European Economic Review, ۷۴(C), ۱۲۸–۱۴۵.
- Farzanegan, M. R. (۲۰۱۴). Can oil-rich countries encourage entrepreneurship? Entrepreneurship & Regional Development, ۲۶, ۷۰۶-۷۲۵.
- Ferreira, J. J. M., Fernandes, C. I., & Veiga, P. M. (۲۰۲۴). The effects of knowledge spillovers, digital capabilities, and innovation on firm performanc e: A moderated mediation model. Technological Forecasting & Social Change, ۲۰۰. ۱-۱۰.
- Grossman, G. M., & Helpman, E. (۱۹۹۱). Quality ladders in the theory of growth. Review of Economic studies, ۵۸, ۴۳-۶۷ .
- Grossmann, V. (۲۰۰۷). How to promote R&D-based growth? Public education expenditure on scientists and engineers versus R&D subsidies, Journal of Macroeconomics, ۲۹, ۸۹۱-۹۱۱.
- Ho, C., Wang, W., & Yu, J. (۲۰۱۸). International knowledge spillover through trade: A time-varying spatial panel data approach. Economics Letters, ۱۶۲, ۳۰–۳۳.
- Johansen, S. (۱۹۹۵). Likelihood Based Inference in Cointegrated Vector Autoregressive Models. Oxford: Oxford University Press. Journal of Money Credit and Banking, ۱۰.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

- Keller, W. (۲۰۱۰). International trade, foreign direct investment, and technology spillovers. Handbook of the Economics of Innovation, ۰۲, Ch, ۱۹. Amsterdam.
- Ketchoua۱, G. S., Arogundade۱, S. & Mduduzi۱, B. (۲۰۲۴). Revaluating the Sustainable Development Thesis: exploring the moderating influence of Technological Innovation on the impact of Foreign Direct Investment (FDI) on Green Growth in the OECD Countries. Discover Sustainability, ۱-۲۴. (Online)
- Lee, K. C. & Pesaran, M. H. (۱۹۹۳). Persistence profile and business cycle fluctuations in a disaggregated model of UK output growth. Ricerche Economiche, ۴۷(۳), ۲۹۳-۳۲۲. https://doi.org/۱۰,۱۰۱۶/۰۰۳۵-۵۰۵۴(۹۳)۹۰۰۳۲-X
- Li, Y., Chen, B., Chen, G., & Wu, X. (۲۰۲۱). The global oil supply chain: The essential role of non-oil product as revealed by a comparison between physical and virtual oil trade patterns. Resources, Conservation & Recycling, ۱۷۵, ۱-۱۶.
- Neves, P. C. & Sequeira, T. N. (۲۰۱۸). Spillovers in the production of knowledge: A meta-regression analysis. Research Policy, ۴۷(۴), ۷۵۰-۷۶۷.
- Newell, S. (۱۹۹۹). The transfer of management knowledge to China: building learning communities rather than translating Western textbooks. Education & Training, ۴۱, ۲۸۶-۲۹۳.
- Osano, H. M., & Koine, P. W. (۲۰۱۶). Role of foreign direct investment on technology transfer and economic growth in Kenya: a case of the energy sector. Journal of Innovation and Entrepreneurship, ۲۰۱۶, ۵-۳۱.
- Park, H. J., & Fuller, W. A. (۱۹۹۵). Alternative estimators and unit root tests for the autoregressive process. Journal of Time Series Analysis, ۱۶(۴), ۴۱۵–۴۲۹.
- Pesaran, M. H., Schuermann, T., & Weiner, S. M. (۲۰۰۴). Modeling Regional Interdependencies Using a Global Error-Correcting Macroeconomic Model. Journal of Business & Economic Statistics, ۲۲(۲), ۱۲۹-۱۶۲.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

- Pesaran, M. H., & Yang, C. F. (۲۰۱۶). Econometric analysis of production networks with dominant units, Journal of Econometrics, ۲۱۹(۲), ۵۰۷-۵۴۱.
- Piermartini, R. & Rubínová, S. (۲۰۱۴). Knowledge spillovers through international supply chains. WTO (World Trade Organization) Staff Working Papers ERSD (Economic Research and Statistics Division.(
- Romer, P. M (۱۹۹۰). Endogenous Technological Change. Journal of Political Economy, ۹۸(۱), ۷۱-۱۰۲.
- Schembri, P., Yan, H., & Radja, K. (۲۰۲۴) Does disaggregated renewable energy stimulate economic growth? The role of spatial effect, Applied Economics, ۵۶:۲, ۲۱۳-۲۳۲. :https://doi.org/۱۰,۱۰۸۰/۰۰۰۳۶۸۴۶.
- Van Stel, A. J. & Nieuwenhuijsen. H. R. (۲۰۰۴). Knowledge Spillovers and Economic Growth: An Analysis Using Data of Dutch Regions in the Period ۱۹۸۷–۱۹۹۵. Regional Studies, ۳۸(۴), ۳۹۳–۴۰۷.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

The Impact of Technology Spillover on Economic Growth and Innovation in the Energy Sectors of Selected Oil-Rich Countries: A Network-based GVAR Approach

Hasan Tavakoli
PhD candiate in Economics, Shiraz University, (htavakoli۲۳۵@gmail.com)

Karim Eslamloueyan [۱]
Professor of Economics, Shiraz University, (keslamlo@shirazu.ac.ir)

Zahra Dehghan Shabani
Associate Professor of Economics, Shiraz University, (zahra_dehghan@shirazu.ac.ir)

Mahbobeh Jafari
Associate Professor of Economics, Shiraz University, (mh.jafari@shirazu.ac.ir)

Received: ۲۰۲۵/۰۱/۲۹ Accepted: ۲۰۲۵/۰۴/۲۸

Abstract

The main goal of this paper is to examine how technological shocks influence economic growth and innovation in the renewable and non-renewable energy sectors through financial and trade channels. To this end, the network-based global vector autoregressive (GVAR) framework is utilized to analyze a sample of seven selected oil-rich economies and twelve technologically advanced countries during the quarterly period from ۲۰۰۰ to ۲۰۲۰. In the first stage, we identify the leading innovative countries within the network. In the second stage, using a GVAR approach, we estimate two distinct models: one for renewable energy and another for non-renewable energy. Network analysis using degree centrality measures shows that the United States is the leading country in innovation. Therefore, we focus solely on studying the effects of the technological shock within the energy sector in the U.S. when estimating the models. The estimation results of the first model show that the US renewable energy technology shock hinders economic growth and knowledge spillovers in selected oil-rich economies. The results for other technologically advanced countries show the opposite trend. In contrast to innovative economies, the estimation from the second model indicates that a shock to non-renewable energy technology in the US, as a leading country, stimulates economic growth and knowledge spillovers in oil-rich nations. These results have significant implications for the optimal utilization of existing capacity in the non-renewable energy sector. They also emphasize the importance of developing essential infrastructure to attract foreign investment in the renewable energy sector in oil-rich countries. Considering the restrictions on Iran's oil export revenues and limited access to new technologies due to economic sanctions, our findings underscore the importance of investing in renewable energy. This investment aims to boost innovation in clean energy within the country, partially compensating for oil revenue and energy imbalances. Our findings could have significant implications for policymakers and researchers aiming to improve environmental quality and foster sustainable growth in oil-producing and exporting economies.

---

۱. Corresponding Author

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]

JEL Classification: O۳۳, O۳۱, C۶۷, C۵۵.

Keywords: Technology Spillovers, Innovation, Growth, Renewable and Non-renewable Energies, Oil-Rich Countries, Network-Based GVAR Approach.

[Downloaded from iiesj.ir on 2026-10-14]