فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی

سال دوم/ شماره ۳/ تابستان ۱۳۹۵/ صفحات ۲۵۳-۲۲۹

تأثیر مصرف انرژی بادی بر رشد اقتصادی و انتشار CO_2

هادی غفاری

دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه پیام نور (نویسنده مسئول)

ghafari@pnu.ac.ir

محمد علی مولایی

دانشیار گروه اقتصاد، داننشکده مهندسی صنایع و مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود

malimolaei@yahoo.com

سوسن محمد

کارشناس ارشد برنامه ریزی سیستم‌های اقتصادی دانشگاه صنعتی شاهرود

susanmohammad@shahroodut.ac.ir

این مطالعه تأثیر مصرف انرژی بادی را بر رشد GDP و انتشار CO_2 در ۱۴ کشور منتخب آسیایی مصرف‌کننده انرژی بادی بررسی می‌کند. داده‌های پانل مورد استفاده برای دوره (۲۰۱۳-۲۰۰۵) می‌باشد. در این مطالعه سعی شده است تا با استفاده از آزمون علیت گرنجر پنلی رابطه کوتاه‌مدت، میان متغیرها بررسی شده و با استفاده از مدل تصحیح خطا ECM، وجود روابط بلندمدت بررسی گردد و با استفاده از شیوه FMOLS ضرایب متغیرهای مدل برآورد شود. نتایج مطالعه حاکی از آن است که وجود روابط بلندمدت در هر دو مدل تأیید می‌شود. از این رو، انرژی بادی اثر مثبت طولانی‌مدت بر رشد اقتصادی دارد در حالی که هیچ اثری بر انتشار CO_2 ندارد. نتایج آزمون علیت گرنجر پنلی حاکی از آن است که در مدل CO_2 رابطه علیت کوتاه‌مدت دو طرفه بین انتشار CO_2 و رشد اقتصادی و همچنین بین انتشار CO_2 و جمعیت شهرنشینی وجود دارد. یک ارتباط یک طرفه از GDP به جمعیت شهرنشینی نیز وجود دارد.

واژه‌های کلیدی: انرژی بادی، علیت گرنجر پانلی، مدل تصحیح خطا ECM، مدل FMOLS.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۴/۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۶/۲۰

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۱. مقدمه

امروزه تبدیل شدن مسئله گرمای کره زمین به یک دغدغه جهانی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن ضرورت اهمیت دادن به انرژی‌های تجدیدپذیر مثل انرژی خورشیدی و انرژی بادی را افزایش می‌دهد. از طرفی منبع انرژی مورد استفاده که بیشتر از منابع انرژی تجدید ناپذیر است لزوم یافتن راه جدید و ارزان‌تری را برای مصرف و تولید برق را بیش از پیش آشکار می‌نماید. بر این اساس باید از انرژی‌های تجدیدپذیر و نو همچون انرژی هسته‌ای، انرژی خورشیدی، انرژی بادی و غیره استفاده کرد. لذا باید توجه ویژه‌ای به انرژی‌های تجدیدپذیر و ارزان داشت که هم نیاز ما به انرژی را تأمین کنند هم حافظ محیط زیست باشند.

از این رو انرژی بادی موضوعی درخور توجه بیشتر است. در این راستا در این مقاله سعی شده است تا رابطه کوتاه‌مدت و بلندمدت بین انرژی بادی و رشد اقتصادی و انتشار CO_2 بررسی گردد. در ابتدا مطالعات انجام شده در حوزه ارتباط انرژی و رشد اقتصادی بررسی می‌گردد در مرحله بعد با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی پدرونی[1] و یوهانسون[2]، هم‌انباشتگی متغیرها بررسی می‌شود. سپس رابطه علی بلندمدت و کوتاه‌مدت بین متغیرها طی دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۵ در قالب مدل VECM[3] و مدل تصحیح خطا ECM بررسی می‌گردد و با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی اصلاح شده به طور کامل FMOLS ضرایب متغیرها بررسی می‌شوند.

این مقاله در شش بخش تنظیم گردیده است. پس از مقدمه، مبانی نظری تحقیق و سپس پیشینه مطالعات داخلی و خارجی مطرح خواهند شد. در قسمت چهارم، داده‌ها و روش تحقیق و در قسمت پنجم مقاله، آزمون‌ها ارائه خواهند گردید. پایان بخش مقاله حاضر، نتیجه‌گیری و پیشنهاد خواهد بود.

1. Pedroni cointegration test
2. Johansen cointegration test
3. Vector error correction model

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

۲. مبانی نظری

۲-۱. رابطهٔ رشد اقتصادی و مصرف انرژی

از دیدگاه مکاتب مختلف اقتصادی، عوامل مؤثر بر رشد اقتصادی که در توابع رشد در نظر گرفته می‌شوند، عبارتند از سرمایه و نیروی کار، اعم از متخصص و غیرمتخصص. در الگوهای جدید رشد، عامل انرژی نیز وارد شده است، ولی اهمیت آن در مدل‌های مختلف یکسان نیست. به عنوان مثال، برنت و وود[1]، در مطالعه‌ای که در سال ۱۹۷۵ انجام دادند، استدلال کردند که در تابع تولید کل، انرژی یک عامل تولید است، که ارتباط جدایی‌پذیر و ضعیفی با نیروی کار دارد، تابع تولید پیشنهادی آن‌ها عبارتست از:

$$Q = F(G(K, E), L) \quad (۱)$$

آن‌ها معتقدند که انرژی و سرمایه با یکدیگر ترکیب می‌شوند و عامل تولیدی G را ایجاد می‌کنند. سپس برای تولید محصول با کار ترکیب می‌شوند. بنابراین کار با G ترکیب می‌شود، نه با سرمایه و انرژی به صورت جداگانه. البته گروهی از اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت و دنیسون، اعتقاد دارند که انرژی نقش کوچکی در تولید اقتصادی داشته و یک نهادهٔ واسطه است و عوامل تولید تنها نیروی کار و زمین هستند (Stern, 2000: 267).

از سوی دیگر، برخی دیگر از اقتصاددانان معتقدند انرژی در طبیعت مقدار ثابتی دارد، جبران‌پذیر بوده و قابل تبدیل به ماده است و از بین نمی رود. بنابراین، در مدل‌های بیوفیزیکی رشد تولید کالاهای اقتصادی نیازمند صرف مقادیر فراوان انرژی در تولید است، لذا انرژی تنها عامل و مهم‌ترین عامل رشد است. نیروی کار و سرمایه نیز عوامل واسطه‌ای هستند که برای به کارگیری، به انرژی نیاز دارند (استرن، ۲۰۰۰: ۲۶۹). به این ترتیب اگر تولید را تابعی از نهاده‌های سرمایه، کار و انرژی درنظر بگیریم، خواهیم داشت:

$$Q = f(K, L, E) \quad (۲)$$

1 . Berndt & Wood

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در رابطهٔ بالا Q محصول ناخالص داخلی، L نهادهٔ نیروی کار، و K نهادهٔ سرمایه، و E نهادهانرژی است. همچنین فرض شده است که بین میزان استفاده از این نهادهها و سطح تولید رابطهمستقیم وجود دارد. به عبارت دیگر، افزایش در هریک از نهادههای مذکور موجب افزایش تولید میشود، به بیان ریاضی داریم:

$$\partial Q / \partial E > 0 \; \partial Q / \partial L > 0 \; , \; \partial Q / \partial K > 0 \; , \qquad (۳)$$

نهادهٔ E میتواند توسط مجموعهای از عوامل نظیر نفت، گاز، برق، زغال سنگ و ...که به حاملهای انرژی مشهورند، تأمین شود (آماده و همکاران، ۱۳۸۸: ۴).

۲-۲. انرژیهای تجدیدپذیر و اهمیت آنها در کاهش آلایندهها

انرژی تجدیدپذیر[1]، که انرژی برگشتپذیر نیز نامیده میشود، به انواعی از انرژی میگویند که منبع تولید آن نوع انرژی، بر خلاف انرژیهای تجدیدناپذیر (فسیلی)، قابلیت آن را دارد که توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه مجدداً به وجود آمده یا به عبارتی تجدید شود. در سالهای اخیر با توجه به این که منابع انرژی تجدیدناپذیر رو به اتمام هستند این منابع مورد توجه قرار گرفتهاند. نگرانی درباره تغییرات زیستمحیطی در کنار افزایش قیمت روزافزون نفت و اوج تولید نفت و حمایت دولتها، باعث رشد روزافزون وضع قوانینی میشود که بهرهبرداری و تجاریسازی این منابع سرشار تجدیدپذیر را تشویق میکنند (Frondel and Vance, 2009: 81).

گسترش روزافزون نیاز به انرژی و محدودیت منابع فسیلی، افزایش آلودگی محیط زیست ناشی از سوزاندن این منابع، بحث گرم شدن هوا و اثرات پدیده گلخانهای، ریزش بارانهای اسیدی و ضرورت متعادل نمودن نشر CO_2 همگی لزوم صرفهجویی در مصرف سوختهای فسیلی و توجه مضاعف به استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر را ایجاب میکند. حرکت از سوختهای فسیلی به

1 . Renewable Energy

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

سمت جهانی با کربن کمتر، تغییری تدریجی است. آخرین گزارش آژانس بین‌المللی انرژی حاکی از این است که سرعت این تغییر از مقدار مورد انتظار بیشتر شده است.

انرژی‌های تجدیدپذیر اکنون از زغال‌سنگ به عنوان بزرگ‌ترین منبع جهانی ظرفیت برق نصب‌شده پیشی گرفته‌اند. انرژی‌های تجدیدپذیر- به ویژه انرژی خورشیدی و بادی- ۱۵۳ گیگاوات از ظرفیت برق در سال ۲۰۱۵ را تولید کردند. این مقدار بیش از نیمی از ظرفیت برق جهان در آن سال بود و نسبت به سال ۲۰۱۴ نیز ۱۵ درصد افزایش داشت. انرژی بادی با ۶۶ گیگاوات و سلول‌های فتوولتاییک خورشیدی با ۴۹ گیگاوات قسمت اعظم این میزان برق را تولید کرده‌اند. هرروزه ۵۰۰ هزار پنل خورشیدی در سراسر جهان نصب می‌شود و در چین هر ساعت، دو توربین بادی راه‌اندازی می‌شود (Blazejczak et al., 2014: 1070).

دلایل این رشد بی‌سابقه متعددند. آژانس بین‌المللی انرژی عواملی همچون فناوری‌های پیشرفته، سیاست‌های انطباق‌پذیرتر و رقابت رو به رشد را از عوامل کلیدی این تغییر می‌داند. نیاز به کاهش انتشار کربن خود محرک بزرگی است، اما بهبود کیفیت هوا و تمایل به تنوع بخشیدن به منبع‌های انرژی جهت بهبود امنیت آن نیز در آن چه «نقطه عطف» انرژی‌های تجدیدپذیر خوانده می‌شود، نقش دارند.

۲-۳. سیاست‌گذاری توسعه انرژی باد و حفظ محیط‌زیست

انرژی باد در بین انرژی‌های تجدیدپذیر یکی از بهترین و اقتصادی‌ترین روش‌های تولید برق می‌باشد که آلودگی زیست‌محیطی در پی نداشته و پایان‌ناپذیر نیز می‌باشد. طبق آمار موجود تولید یک کیلووات ساعت انرژی برق بادی از انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی به شرح زیر جلوگیری می‌نماید:

گرم ۸۵۰ = CO_2 (دی‌اکسید کربن)

گرم ۲/۹ = SO_2 (دی اکسید گوگرد)

گرم ۲/۶ = NO (اکسیدنیتروژن)

گرم ۰/۱ = خاک

گرم ۵۵ = خاکستر

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

به طور کلی با جایگزینی انرژی برق بادی به جای انرژی برق تولیدی از نیروگاه‌های سوخت فسیلی می‌توان از انتشار گازهای گلخانه‌ای کاست (Torgler and Garcia-Valinas, 2007: 536).

توربین‌های بادی برای راه‌اندازی و بهره‌برداری نیاز به هیچ‌گونه سوختی ندارند، بنابراین در قبال انرژی الکتریکی تولید آلودگی مستقیمی ایجاد نمی‌کنند. بهره‌برداری از این توربین‌ها دی‌اکسیدکربن، دی‌اکسیدگوگرد، جیوه، ذرات معلق یا هیچ‌گونه عامل آلوده‌کننده هوا تولید نمی‌کند. در زمانی که برق مورد نیاز شبکه توسط توربین‌های برق بادی تزریق می‌شود برق تولیدی سایر نیروگاه‌ها کاهش یافته از این رو در مصرف سوخت فسیلی این نیروگاه‌ها صرفه‌جویی می‌گردد که با توجه به میزان تزریق برق بادی به شبکه، از انتشار آلاینده‌های محیط زیست کاسته خواهد شد.

۲-٤. جنبه‌های اقتصادی استفاده از انرژی باد

بازار تأمین انرژی یک بازار رقابتی است که در آن تولید برق در نیروگاه‌های بادی در مقایسه با نیروگاه‌های سوخت‌های فسیلی برتری‌های نوینی را پیش روی کاربران قرار داده است. از برتری‌های نیروگاه‌های بادی این است که در طول مدت زمان عمر خود، سال‌های زیادی انرژی را بدون نیاز به هزینه سوخت تولید خواهد کرد، در حالی که هزینه دیگر منابع تولید انرژی در طول این سال‌ها افزایش خواهد یافت (Blazejczak et al., 2014: 1070; Stern, 2006: 47).

هزینه تولید برق از انرژی باد در دو دهه گذشته به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است. برق تولید شده توسط انرژی باد در سال ۱۹۷۵، ۳۰ سنت برای هر کیلووات ساعت بوده اما اکنون به کمتر از ۵ سنت رسیده است. توسعه توربین‌های جدید قیمت را نیز کمتر خواهند کرد (Ackerman and Daniel, 2014: 12).

قیمت سرمایه‌گذاری انرژی باد در حدود ۱۰۰۰ دلار بر کیلووات برآورد می‌شود که در حدود ۷۵۰ دلار آن به هزینه تجهیزات و مابقی به هزینه‌های آماده کردن سایت و نصب و راه‌اندازی مرتبط می‌شود. در چند سال اخیر با بزرگ‌تر شدن سایز توربین‌های تجاری، قیمت سرمایه‌گذاری آن‌ها کاهش یافته است. صنعت انرژی باد منافع اقتصادی و اجتماعی مختلفی را به همراه دارد که از جمله

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

مهمترین آن‌ها عبارتند از: نداشتن هزینه‌های اجتماعی، کاهش اتکاء به منابع انرژی وارداتی، تقویت ساختار اجتماعی و اقتصادی مناطق روستایی و اشتغال‌زایی.

در کشورمان ایران علی‌رغم این‌که مشاهده می‌شود با در نظر گرفتن هزینه‌های خصوصی نیروگاه‌های بادی و فسیلی، توسعه نیروگاه‌های بادی برای تولید برق هم اکنون در حال اقتصادی شدن می‌باشد ولی اگر هزینه‌های اجتماعی نیروگاه‌های فسیلی که در برگیرنده اثرات برون‌زایی منفی است مبنای مقایسه قرار گیرد هزینه تولید در مولدهای بادی کمتر از فسیلی خواهد بود و برق حاصل از آن می‌تواند به عنوان یک انرژی پایدار در توسعه اقتصادی- اجتماعی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

در خصوص دورنمای آینده اقتصادی استفاده از انرژی باد در ایران می‌بایست گفت استفاده از این انرژی موجب صرفه‌جویی فرآورده‌های نفتی به عنوان سوخت می‌شود. صرفه‌جویی حاصله در درجه اول موجب حفظ فرآورده‌های نفتی گشته که امکان صادرات و مهم‌تر این‌که تبدیل آن را به مشتقات بسیار زیاد پتروشیمی با ارزش افزوده بالا فراهم می‌سازد. در درجه دوم تولید الکتریسیته از این انرژی فاقد هرگونه آلودگی زیست‌محیطی بوده که همین عامل کمک شایانی به حفظ طبیعت سالم محیط زیست بشری نموده و در نتیجه مسیر برای نیل به توسعه پایدار اقتصادی، اجتماعی فراهم می‌گردد. استفاده از انرژی باد در ایران علاوه بر عمران و آبادانی موجبات ایجاد مشاغل جدید شده و بالاخره با بومی‌سازی فن‌آوری انرژی باد اقتصاد کشور رشد بیشتری می یابد.

۲-۵. استفاده از انرژی باد در ایران

در ایران با توجه به وجود مناطق بادخیز طراحی و ساخت آسیاب‌های بادی از ۲۰۰ سال پیش از میلاد مسیح رایج بوده و هم اکنون نیز بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم می‌باشد. مطالعات و محاسبات انجام شده در زمینه تخمین پتانسیل انرژی باد در ایران نشان داده‌اند که تنها در ۲۶ منطقه از کشور (شامل بیش از ۴۵ سایت مناسب) میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها، با در نظر گرفتن یک راندمان کلی ۳۳٪، در حدود ۶،۵۰۰ مگاوات می‌باشد. و این در شرایطی است که ظرفیت اسمی کل نیروگاه‌های برق کشور در حال حاضر حدود ۷۴،۰۰۰ مگاوات می‌باشد (تا سال ۱۳۹۴).

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

ایران عضو مجمع جهانی انرژی بادی می‌باشد. ایران مبالغ زیادی را در زمینه انرژی تجدیدپذیر برق بادی، سرمایه‌گذاری کرده است. میزان یارانه‌های تخصیصی در بخش برق فسیلی حدود ۷/۳ میلیارد یورو است که مانعی جدی بر سر راه توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر به شمار می‌رود. پتانسیل قابل استفاده باد در استان‌ها محاسبه شده و در نهایت کل پتانسیل برق بادی به میزان ۶ گیگاوات تخمین زده شده است. براساس سیاست‌های فعلی انرژی کشور، ارزش خالص فعلی و نرخ بازده داخلی پروژه‌های باد در سه استان گیلان، سیستان و بلوچستان و خراسان جنوبی محاسبه شده است، که تأییدکننده این واقعیت است که پروژه‌های برق بادی در این سه استان از نظر اقتصادی مقرون به صرفه هستند. نتایج نشان می‌دهد که با حذف یارانه‌های انرژی پتانسیل فسیلی به همراه یک روش بازار محور، می‌توان ظرفیت انرژی بادی را به ۶ گیگاوات افزایش داد. این ظرفیت نصب شده می‌تواند سبب صرفه‌جویی حدود ۴۷ تا ۸۴ میلیون بشکه معادل نفت ۱۲۷۰۰۰ تا ۲۳۰۰۰۰ بشکه در روز در بخش نیروگاهی ایران شود (شعربافیان، ۱۳۸۷: ۱۱۳).

در نتیجه با توجه به موارد فوق انرژی بادی در کاهش هزینه‌های اجتماعی در مقایسه با نیروگاه‌های سوخت فسیلی که در برگیرنده اثرات برون‌زایی منفی می‌باشند توجیه‌پذیر می‌باشد و برق حاصل از آن می‌تواند به عنوان یک انرژی پایدار در توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور مورد استفاده قرار گیرد.

۳. پیشینه تحقیق

به دلیل اهمیت انرژی مخصوصاً انرژی‌های تجدیدپذیر مطالعات زیادی در این زمینه انجام گرفته است که از این دست می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد.

فطرس و همکاران در مقاله خود به بررسی رابطه علیت پنلی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی مناطق مختلف جهان با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی وعلیت پنلی VECM پرداخته و به این نتیجه می‌رسند که رابطه علی کوتاه‌مدت و بلندمدت یک طرفه از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر به رشد اقتصادی در آمریکا وجود دارد. در اروپا رابطه علی یک‌طرفه کوتاه‌مدت و

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

بلندمدت از رشد اقتصادی به مصرف انرژی تجدیدپذیر وجود دارد و در خاورمیانه و آفریقا در کوتاه‌مدت رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی تجدیدپذیر به رشد اقتصادی وجود دارد. در بلندمدت در خاورمیانه رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی تجدیدپذیر به رشد اقتصادی وجود دارد و در آفریقا این رابطه دوطرفه است. در آسیا و اقیانوسیه در کوتاه‌مدت رابطه علی دوطرفه در حد ۱۰ ٪ و در بلندمدت رابطه علی یک‌طرفه از رشد اقتصادی به انرژی تجدیدپذیر وجود دارد (فطرس و همکاران، ۱۳۹۳: ۱۲۷).

آماده به تحلیل تقاضای انرژی در بخش کشاورزی در ایران طی دوره (۱۳۸۸-۱۳۵۵) پرداخت و با استفاده از روش‌های هم‌انباشتگی یوهانسن، روش FMOLS و رهیافت ARDL و با مقایسه نتایج حاصل از برآورد این روش‌ها دریافت که برآورد های حاصل از روش OLS و روش FMOLS با نتایج حاصل از تحلیل روش هم‌انباشتگی یوهانسن و روش ARDL به هم نزدیک هستند و کشش‌های قیمتی و درآمدی با هم تقریباً برابر هستند. همچنین نتیجه گرفت که با افزایش قیمت انرژی، مصرف انرژی کاهش یافته است با این تفاوت که در کوتاه‌مدت کمتر از بلندمدت مقدار مصرف کاهش یافته است (آماده، ۱۳۹۲: ۲۱).

آماده و همکاران در مقاله بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران طی دوره (۱۳۸۲-۱۳۵۰) با استفاده از روش الگوی خود بازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و الگوی تصحیح خطا (ECM) نتیجه گرفت که میزان مصرف انرژی بر رشد اقتصادی تأثیر مثبت دارد. افزایش رشد اقتصادی موجب افزایش مصرف گاز طبیعی می‌شود، لذا گاز طبیعی هنوز نمی‌تواند عاملی برای رشد اقتصادی باشد. کاهش دسترسی صنعت به انرژی می‌تواند منجر به کاهش ارزش افزوده این بخش شود همچنین مصرف انرژی می‌تواند منجر به افزایش اشتغال در این بخش و حتی اشتغال کل گردد (آماده و همکاران (۱۳۸۸)).

مهر آرا و همکاران، در مقاله خود به بررسی رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت در خلال (۲۰۰۸-۱۹۷۲) پرداخته و از دو روش تک‌معادله‌ای و داده‌های ترکیبی استفاده کردند. یک رابطه عِلی دوطرفه در بلندمدت در روش داده‌های ترکیبی بین

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

رشد اقتصادی و رشد مصرف برق و کوتاه‌مدت از رشد مصرف برق به رشد اقتصادی حاصل گردید و نتیجه گرفتند که کشورهای صادرکننده نفت به انرژی برق وابسته هستند و سیاست کاهش تقاضای برق از طریق افزایش قیمت برق بر رشد اقتصادی اثر نامطلوب دارد (مهرآرا و همکاران، ۱۳۹۰: ۶۹).

مهر آرا و زارعی در مقاله خود به نام اثرات غیرخطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مبتنی‌بر رویکرد حد آستانه‌ای طی دوره (۱۳۸۶-۱۳۳۸) دریافتند که نتایج مدل‌های غیرخطی مبتنی‌بر آماره‌های تشخیصی و معنی‌دار بودن ضرایب، نسبت به مدل‌های خطی در تعیین رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی مناسب‌تر هستند و دو شکست ساختاری (سه رژیم) در تابع رشد اقتصادی ایران پیدا کردند. نتیجه گرفتند که در رژیم مصرف سرانه پایین انرژی، اثر نهایی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مثبت و از رژیم‌های دیگر بیشتر بوده است بعد از رد کردن آستانه اول و ورود به مرحله رژیم دوم مصرف بالاتر انرژی این اثر کاهش پیدا کرده است. در رژیم سوم که سطح انرژی بالاتری مصرف می‌شود اثر نهایی انرژی به صفر تنزل پیدا کرده بود. آن‌ها همچنین بیان کردند که اقتصاد کشور در رژیم سوم مصرف انرژی قرار دارد انتظار نمی‌رود که که کاهش مصرف انرژی اثرات بازدارنده بر رشد اقتصادی داشته باشد (مهرآرا و زارعی، ۱۳۹۰: ۱۱).

آل عمران و همکاران در مقاله‌ای با نام بررسی و تعیین رابطه علی بین رشد اقتصادی، انتشار CO_2، مصرف انرژی و نسبت اشتغال در ایران طی دوره (۱۳۸۷-۱۳۵۱) با استفاده از الگوی خودتوضیح با وقفه‌های توضیحی بیان کردند که یک رابطه بلندمدت بین متغیرها در ایران وجود دارد و هیچ رابطه علیتی وجود ندارد تا انتشار CO_2 موجب تغییر رشد اقتصادی شود. اما نسبت اشتغال باعث تغییر رشد اقتصادی می‌شود. همچنین دریافتند که فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس در قالب علیت با استفاده از علیت گرنجر در ایران کاربرد ندارد و نیز نتیجه گرفتند که سیاست‌های کنترلی انتشار CO_2 و جیره‌بندی مصرف انرژی سبب رشد بازدهی واقعی در ایران می‌شود (آل عمران و همکاران، ۱۳۹۲: ۱).

احمدی و همکاران رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی برای کشورهای منتخب سند چشم‌انداز بیست ساله ایران طی دوره (۲۰۰۹-۱۹۹۰) را بررسی کردند ونتیجه گرفتند که با توجه به اهداف سند چشم‌انداز که شامل رشد پرشتاب اقتصادی و افزایش سطح درآمد و بدست آوردن جایگاه علمی اول

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

در سطح منطقه، تولید علم و اشتغال کامل است، افزایش مصرف انرژی منجر به افزایش رشد اقتصادی می‌شود که این امر کمک می‌کند به تحقق اهداف چشم‌انداز ایران (احمدی و همکاران، ۱۳۹۲: ۳۷).

داود بهبودی و مهدی الهوردیزاده رابطه مصرف انرژی رشد اقتصادی و توسعه مالی را با تأکید بر نقش صنعتی‌سازی و گسترش شهرنشینی را با استفاده از روش یوهانسون- جوسلیوس، مدل تصحیح خطای برداری (VECM) و علیت تودا و یاماماتو طی دوره (۱۳۸۹-۱۳۵۴) در ایران بررسی کردند. آن‌ها با برآورد الگوی بلندمدت نشان دادند که متغیرهای توسعه مالی، شهرنشینی، صنعتی‌سازی و رشد اقتصادی بر مصرف انرژی تأثیر مثبت دارد. همچنین رابطه علی یک‌طرفه از مصرف انرژی به توسعه مالی، شهرنشینی و رشد اقتصادی و یک رابطه علی یک‌طرفه از صنعتی‌سازی به مصرف انرژی یافتند. (بهبودی و الهوردیزاده۱۳۹۲)

پرویز محمد زاده و همکاران رابطه علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت بین مصرف انرژی، توسعه مالی، جمعیت شهرنشینی وGDP سرانه را با استفاده از مدل‌های ARDL و VECM طی دوره (۱۳۸۷-۱۳۵۰) در ایران بررسی کردند. نتیجه گرفتند که توسعه مالی، جمعیت شهرنشینی وGDP سرانه بر مصرف انرژی اثر مثبت دارد و رابطه علی دوطرفه بین توسعه مالی و مصرف انرژی و همچنین جمعیت شهرنشینی و مصرف انرژی در بلندمدت وجود دارد و یک رابطه علی یک طرفه در بلندمدت و کوتاه‌مدت از تولید ناخالص داخلی سرانه به مصرف انرژی وجود دارد.(محمد زاده و همکاران ۱۳۹۲).

اوسامه المولا علی (۲۰۱۴) به بررسی اثر انرژی هسته‌ای بر رشد اقتصادی و انتشار CO_2 برای کشورهای عضو OECD[1] (سازمان همکاری اقتصادی و تو سعه) طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۹۰) با استفاده از آزمون علیت گرنجر پنلی و مدل FMOLS پرداخت و نتیجه گرفت که یک ارتباط علی کوتاه‌مدت دوطرفه بین انرژی هسته‌ای و رشد اقتصادی وجود دارد و بین انرژی هسته‌ای و انتشار CO_2 ارتباطی وجود ندارد (Usama Al-mulali, 2014: 172).

1. Organisation for Economic Co-operation and Development

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جیوانی و همکاران (۲۰۱۴) در مقاله خود با نام رابطه میان انتشار CO_2، مصرف برق و رشد اقتصادی در کشورهای OECD با استفاده از VECM نتیجه گرفتند که یک رابطه بلندمدت بین مصرف برق و درآمد براساس یک الگوی U شکل و نیز رابطه دوطرفه بین انتشار CO_2 و رشد اقتصادی برقرار است. همچنین رابطه بلندمدت بین انتشار CO_2 و مصرف برق وجود دارد (Giovanni et al., 2014: 970).

سعیدی و همامی (۲۰۱۵) در مقاله خود با عنوان رشد اقتصادی، مصرف انرژی، انتشار CO_2 با شواهدی از پنل ۸۵ کشور با استفاده از معادلات همزمان برای داده‌های پویا، رابطه علی میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار CO_2 را طی دوره (۲۰۱۲-۱۹۹۰) را با بررسی سه منطقه اروپا و شمال آسیا، آفریقا و منطقه شمال صحرای آفریقا و منطقه سوم آمریکای لاتین و کارائیب و خاورمیانه مورد کنکاش قرار دادند. نتایجی که بدست آوردند بدین صورت بود که یک رابطه علی دو طرفه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ۴ پنل وجود دارد و یک رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی و گازهای گلخانه‌ای وجود دارد و نیز یک علیت یک طرفه از تولید گازهای گلخانه‌ای به رشد اقتصادی وجود دارد که نشان می‌دهد تخریب محیط زیست تأثیر منفی بر رشد اقتصادی دارد (سعیدی و همامی، ۲۰۱۵: ۱).

اروری و همکاران (۲۰۱۲) در مقاله‌ای به نام مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار CO_2 در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا طی دوره (۲۰۰۵-۱۹۸۵) با استفاده از فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس آزمون ریشه واحد پنل و آزمون‌های هم‌انباشتگی نتیجه گرفتند که مصرف بلندمدت انرژی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار CO_2 دارد. علاوه بر این کاهش CO_2 در آینده موجب افزایش رشد اقتصادی در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا می‌شود (اروری و همکاران، ۲۰۱۲: ۳۴۲).

هریریاس و همکاران (۲۰۱۳) رابطه علیت کوتاه‌مدت و بلندمدت بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی شواهد و مدارک در سراسر مناطق چین با استفاده از روش‌های پنلی جهت علیت در بلندمدت و کوتاه‌مدت بین انواع مصرف انرژی (الکتریسیته، زغال سنگ، کک و مصرف نفت خام) و رشد اقتصادی را از سال (۲۰۰۹-۱۹۹۵) را بررسی می‌کنند و نتیجه می‌گیرد که از سال ۱۹۹۹ (به علت وقفه‌ای که در این سال وجود دارد) تا ۲۰۰۹ علیت یک طرفه از رشد اقتصادی به مصرف

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

انرژی در بلندمدت وجود دارد بنابراین سیاست‌های صرفه‌جویی انرژی توسط دولت می‌تواند بدون قطع کردن مسیر رشد پذیرفته شود.

پاراسکوی و همکاران (۲۰۱۳) در مقاله مصرف و انرژی و GDP حقیقی در کشورهای :G-7 آزمون علیت چند افق در حضور موجودی سرمایه طی دوره (۲۰۱۰-۱۹۷۰) نتایج مقاله آن‌ها نشان می‌دهد که آزمون علیت چند افق اطلاعات مهمی با توجه به تعامل پویا بین مصرف انرژی و GDP حقیقی و موجودی سرمایه آشکار می‌کند، در حالی که وقفه‌های ساختاری وجود دارند. با توجه به جهت علیت آن‌ها یافتند که GDP حقیقی در پیش‌بینی مصرف انرژی در کشورهای G-7 غلبه دارد.

پری سادورسکی (۲۰۰۹) در مقاله مصرف انرژی تجدیدپذیر، انتشار CO_2 و قیمت نفت در کشورهای G-7 با استفاده از دو برآوردگر متفاوت پنل‌های هم‌انباشتگی نتیجه گرفت که افزایش قیمت نفت یک اثر کوچک‌تر بر مصرف انرژی تجدیدپذیر دارد و در بلندمدت افزایش در GDP سرانه و انتشار CO_2 سرانه یافت می‌شود که پشت محرک‌های اصلی مصرف انرژی تجدیدپذیر سرانه باشند.

تئودورس زاخاریادیس (۲۰۰۷) در این مقاله رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی با دو مدل جدا از هم اقتصاد و دیگری انرژی برای کشورهای G-7 طی دوره (۲۰۰۴-۱۹۶۰) را بررسی می‌کند. او در این مقاله از آزمون علیت گرنجر و سه روش اقتصادسنجی جدید و داده‌های جمعی و بخشی استفاده می‌کند و نمایشی از تعامل دنیای واقعی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را ارائه می‌دهد.

کریم اسلاملویان و زهرا جوکار (۲۰۱۴) رابطه بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در کشورهای خاورمیانه و شمال آفریقا (منا) را طی دوره (۲۰۰۸-۱۹۸۷) را با استفاده از آزمون علیت چند متغیره و VECM پنلی بررسی کردند نتایج آن‌ها وجود رابطه بلندمدت دوطرفه بین مصرف انرژی و GDP حقیقی تأیید می‌کند. همچنین آن‌ها با استفاده از روش GMM کشش بلندمدت را تخمین زدند و نتیجه گرفتند که یک سیاست انرژی که نتایج آن در بهبود بهره‌وری انرژی نه تنها کمک می‌کند به محافظت از مصرف انرژی بلکه خروجی اقتصادی را در کشورها افزایش می‌دهد.

با توجه به مطالعات انجام شده در می‌یابیم که در زمینهٔ انرژی بادی هیچ گونه مطالعه اقتصادی انجام نگردیده است که این خود نشان‌دهنده نوآوری و بدیع بودن این مطالعه است. همچنین نتایج

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

حاصل از مطالعات گوناگون بین کشورها و نواحی مختلف، متفاوت است. این تفاوت به علت تفاوت روش‌ها و دوره‌های زمانی مختلف می‌باشد. علاوه بر این بسیاری از مطالعات قبلی از تحلیل سری زمانی استفاده کردند که نقاط ضعف عمده‌ای در کنترل درون‌زایی، ناهمسانی، همبستگی سریالی و قابل اعتماد بودن دارند.[1] بنابراین روش داده‌های پنلی در این مطالعه مورد استفاده قرارگرفته است تا این نقاط ضعف را محدود کند. علاوه بر این از آنجایی که هیچ‌کدام از مطالعات قبلی کشش درازمدت بین مصرف انرژی بادی و رشد اقتصادی را مورد بررسی قرار ندادند، این مطالعه از داده‌های پنلی حداقل مربعات معمولی اصلاح شده به طور کامل FMOLS استفاده خواهد کرد که می‌تواند همبستگی طولانی مدت بین متغیرها را کاهش دهد.

٤. داده‌ها و روش

در تحلیل از مدل داده‌های پنلی استفاده شده است زیرا مزایای آن شامل کنترل درون‌زایی، سری‌های مرتبط و فروض ناهمسانی است. هدف اصلی این مطالعه بررسی تأثیر مصرف انرژی بادی بر رشد اقتصادی و انتشار CO_2 در ۱۴ کشور منتخب آسیا است که البته این کشورها ۱۷ کشور بودند که ۳ کشور تایوان، ویتنام وتایلند، به دلیل نقص در داده‌هایشان و کوتاهی دوره زمانی مورد بررسی از میان کشورهای مورد بررسی حذف شدند. این ۱۴ کشور عبارتند از بنگلادش، روسیه، هونگ‌کونگ، چین، قزاقستان، اندونزی، هند، ایران، رژیم اشغالگر قدس، ژاپن، کره جنوبی، ترکیه، فیلیپین و پاکستان. برای به انجام رساندن هدف این مطالعه، هردو مدلGDP و انتشار CO_2 استفاده خواهد شد.

$$ln\,GDP = f(ln\,wind\,, ln\,l\,, ln\,k) \quad (۴)$$

$$ln\,CO_2 = f(ln\,GDP\,, ln\,wind) \quad (۵)$$

1. Usama Al-mulali (2014), Investigating the impact of nuclear energy consumption on GDP growth and CO2 emission: A panel data analysis, Progress in Nuclear Energy 73, pages 2.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

مدل پنل اول نشان‌دهنده مدل رشد GDP است که به موجب آن LGDP لگاریتم تولید ناخالص داخلی و LWind لگاریتم مصرف برق از منبع انرژی بادی اندازه‌گیری شده در میلیون وات ساعت است. علاوه بر این دو، متغیر کنترلی به نام LK لگاریتم موجودی سرمایه و LL که نشان‌دهنده کل نیروی کار اندازه‌گیری شده از هزاران کارگر می‌باشد، استفاده شده‌اند. دلیل لگاریتم هر متغیر، بررسی کشش بین متغیرها است. علاوه بر این می‌تواند به برازش بهتر و کاهش همبستگی بین متغیرها در رگرسیون کمک کند.

مدل پنل دوم نشان‌دهنده مدل انتشار CO_2 است که به موجب آن LCO_2 لگاریتم کل انتشار CO_2 از مصرف انرژی در میلیون متریک تون است. تعیین توالی از ایده‌ها تعدادی از متغیرهایی که نشان‌دهنده عوامل مهم و مؤثر برانتشار CO_2 مانند رشد GDP هستند. LGDP شاخص رشد GDP را شامل می‌شود. علاوه بر این عوامل دیگری که استفاده خواهند شد در مدل CO_2 از جمله شهر نشینی LUR که لگاریتم جمعیت شهرنشینی از کل جمعیت مردم اندازه‌گیری شده در میلیون نفر است. علاوه بر این همانطور که قبلا گفتیم LWind مصرف انرژی بادی است. داده‌های سالیانه استفاده شده دوره (۲۰۱۳-۲۰۰۵) را در بر گرفته‌اند. منبع داده‌هایGDP و موجودی سرمایه LK و L از WDI[1] و منبع داده‌ها برای انتشار CO_2،IEA[2] می‌باشد. در کنار این منابع، داده‌های مصرف انرژی بادی LWind از سایت BP[3] گرفته شده است. ذکر این نکته دارای اهمیت است که داده‌ها سرانه شده‌اند.

۵. آزمون‌ها

ضروری‌ترین گام در تحلیل اقتصادی گرفتن آزمون ایستایی متغیرها است. چنانچه متغیری ایستا نبود نمی‌تواند در تحلیل استفاده شود. یک متغیر ثابت (ایستا) نامیده می‌شود اگر میانگین و کوواریانس آن به زمان وابستگی نداشته باشد. بنابراین آزمون ریشه واحد پنل گرفته می‌شود. دو نوع

1. World Development Indicators
2. International Energy Agency
3. Petroleum Industry Company

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

آزمون ریشه واحد پنل در این مطالعه استفاده می‌شود. آزمون دیکی فولر تعمیم یافته ADF[1] و آزمون فیلیپس – پرون PP[2] اجازه می‌دهد تا فرآیندهای ریشه واحد منحصر به فرد ضرایب خودکاهشی در سراسر مقطع متفاوت استفاده شود. هردو آزمون ADF و PP براساس کای اسکویر است. علاوه‌براین فرض صفر هر دو آزمون این است که متغیر دارای یک ریشه واحد پنل است و مانا نیست در حالی که فرضیه جایگزین نشان می‌دهد که سری‌های پنلی فردی مانا هستند. (اسامه المولالی،۲۰۱۴ : ۱۷۲)[3]

جدول ۱: نتایج آزمون‌های ریشه واحد پنل ADF و PP

نام متغیر	نماد متغیر	ADF با عرض از مبدأ و روند	PP با عرض از مبدأ و روند
لگاریتم تولید ناخالص داخلی	LGDP	۰/۳۳۵۵	۰/۰۰۵۵
لگاریتم مصرف انرژی بادی	LW	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن	LCO2	۰/۰۸۲۸	۰/۰۰۰۰
لگاریتم نیروی کار	L L	۰/۸۸۴۴	۰/۱۲۰۳
تفاضل لگاریتم نیروی کار	DLL	۰/۲۰۶۷	۰/۰۰۰۷
لگاریتم سرمایه‌گذاری داخلی	LK	۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰
لگاریتم جمعیت شهرنشینی	LUR	۰/۷۹۲۵	۰/۰۲۵۷
باقیمانده مدل CO_2	e	۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۸۲
باقیمانده مدلGDP	e	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

نتایج آزمون مانایی به شرح زیر است:

با توجه به حالت نرمال که توجه به آماره با عرض از مبدأ و روند است، آماره دیکی فولر و فیلیپس پرون برای باقیمانده‌ها در هر دو مدل نشان می‌دهند که مانا هستند و این یعنی رگرسیون

1. Augmented Dickey Fuller
2 . Phillips Perron Tests
3. Usama Al-mulali

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

کاذب وجود ندارد و رابطه تعادلی (هم‌انباشتگی) بین متغیرها در دو مدل وجود دارد.[۱] نتایج آزمون مانایی آماره دیکی فولر برای برخی از داده‌ها نشان می‌دهد که مانا نیستند و نتایج برای آماره فیلیپس پرون نشان می‌دهد که تمام متغیرها البته به جز نیروی کار (که با یک بار تفاضل‌گیری مانا میشود) حکایت از مانایی دارد که برای سادگی در کار ما فقط به آماره فیلیپس پرون توجه می‌کنیم و متغیرها را مانا می‌نامیم.

گام دوم بررسی همگرایی متغیرها در هر دو مدل است. برای بررسی همگرایی، پدرونی (۲۰۰۴) مدل زیر را ارائه می‌کند. این آزمون پنل همجمعی برای جلوگیری کردن از ناهمگنی به شرح زیر است[۲]:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_{1i} x_{1i,t} + \beta_{2i} x_{2i,t} + \cdots + \beta_{Mi} x_{Mi,t} + e_{i,t} \qquad (۶)$$

فرض می‌شود که xو y واگرا هستند. پارامترهای α_i و δ_i منفرد هستند و اگر ترجیح داده شوند می‌توانند صفر باشند. باقیمانده $e_{i,t}$ واگرا تحت فرض صفر عدم وجود همگرایی هستند. پدرونی سعی کرد تا راه‌های زیادی را برای فرض صفر عدم هم‌انباشتگی آزمون کند. فرضیه‌های جایگزین، جایگزین همگنی هستند.

۱. علی سوری فصل ۱۲ مانایی ، ریشه واخد و هم‌انباشتگی صفحه ۵۰۸

2 Usama Al-mulali ،Investigating the impact of nuclear energy consumption on GDP growth and CO2 emission a panel data analysis

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۲. نتایج هم‌جمعی آزمون پدرونی

CO_2 model	GDP model	
هم‌انباشتگی تلفیقی برون گروهی		
۰/۸۷۸۹	۰/۹۸۵۶	احتمال آماره v تلفیقی
۰/۹۹۹۸	۰/۹۷۹۶	احتمال آماره rho تلفیقی
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	احتمال آماره pp تلفیقی
۰/۰۰۰۲	۰/۰۰۰۰	احتمال آمارهADF تلفیقی
هم‌انباشتگی تلفیقی درون گروهی		
۱/۰۰۰۰	۰/۹۹۹۹	احتمال آماره rho گروهی
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	احتمال آماره pp گروهی
۰/۰۰۰۰	۰/۰۰۰۰	احتمال آمارهADF گروهی

مأخذ: یافته‌های تحقیق

به دلیل مناسب‌تر بودن احتمال آماره PP و ADF فرض صفر که عدم وجود هم‌انباشتگی میان متغیرها هست، رد می‌شود. یعنی رابطه بلندمدت میان متغیرها در هر دو مدل وجود دارد.

جدول ۳. نتایج آزمون هم‌انباشتگی یو هانسون برای مدل GDP

تعداد معادلات هم‌انباشتگی	مقادیر ویژه	مرتبه آزمون هم‌انباشتگی نامحدود trace	سطح بحرانی ٪۵	سطح بحرانی ٪۱۰
صفر بردار هم‌انباشتگی	۰/۵۷۸۶	۱۰۳/۳۸۷۳	۴۵/۷۵۶۱	۰/۰۰۰۰
یک بردار هم‌انباشتگی	۰/۵۳۸۱	۵۱/۵۳۲۴	۲۹/۷۹۷۰	۰/۰۰۰۰
دو بردار هم‌انباشتگی	۰/۰۶۸۰	۵/۱۸۷۲	۱۵/۴۹۴۷	۰/۷۸۸۶
سه بردار هم‌انباشتگی	۰/۱۵۸۶	۰/۹۵۹۴	۳/۸۴۱۴	۰/۳۲۷۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جواب آزمون هم‌انباشتگی ۲بردار هم‌انباشتگی را تأیید می‌کند.

جدول ۴. آزمون هم‌انباشتگی یو هانسون برای مدل CO_2

تعداد معادلات هم‌انباشتگی	مقادیر ویژه	مرتبه آزمون هم‌انباشتگی نامحدود trace	سطح بحرانی ٪۵	سطح بحرانی ٪۱۰
صفر بردار هم‌انباشتگی	۰/۵۸۴۲	۱۲۲/۰۱۷۲	۴۵/۷۵۶۱	۰/۰۰۰۰
یک بردار هم‌انباشتگی	۰/۴۹۹۳	۶۵/۹۶۹۱	۲۹/۷۹۷۰	۰/۰۰۰۰
دو بردار هم‌انباشتگی	۰/۱۹۴۶	۱۹/۹۹۸۱	۱۵/۴۹۴۷	۰/۰۰۹۸
سه بردار هم‌انباشتگی	۰/۰۸۷۲	۵/۹۳۲۰	۳/۸۴۱۴	۰/۰۱۴۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جواب آزمون هم‌انباشتگی وجود۴ بردار هم‌انباشتگی را تأیید می‌کند. که در سطح ۵٪ نمی‌توان فرض صفر را رد کرد.

جدول ۵. براورد الگوی تصحیح خطا براساس روش پنل گروهی FMOLS برای مدل GDP

نام متغیر	ضرایب	انحراف استاندارد	آماره t	احتمال
DLW	۲۳/۳۳۹۲	۸/۸۰۷۲	۲/۵۰۴۰	۰/۰۱۶۰
DLL	۲۵۱/۹۸۳۴	۹۰/۵۳۵۹	۲/۷۳۹۳	۰/۰۰۷۹
DLK	-۵۲/۷۶۳۸	۲۹/۶۴۹۲	-۱/۷۷۲۲	۰/۰۷۹۴
ECM(-1)	-۰/۰۸۸۳	۰/۰۳۵۴	-۲/۷۰۲۰	۰/۰۰۹۷

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به معناداری ضریب نیروی کار و معنی‌داری ضریب ECM به این نتیجه می‌رسیم که دو رابطه بلندمدت مثبت از طریق نیروی کار و مصرف انرژی بادی وجود دارد در مدل GDPکه با ۱٪ درصد افزایش در نیروی کار رشد اقتصادی به میزان ۲۵۱٪ افزایش و با ۱٪ افزایش در مصرف انرژی بادی رشد اقتصادی ۲۳٪ افزایش خواهد یافت.

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که تنها دو ضریب تصحیح خطا و ضریب نیروی کار معنی‌دار هستند و رابطه بلندمدت از طریق متغیر لگاریتم نیروی کار وجود دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۶. براورد الگوی تصحیح خطا براساس روش پنل گروهی FMOLS برای مدل CO_2

نام متغیر	ضرایب	انحراف استاندارد	آماره t	احتمال
DLG	۰/۰۱۹	۰/۰۱۴۱	۱/۳۴۸۵	۰/۱۸۲۶
DLW	۰/۳۶۶۵	۰/۲۷۵۳	۱/۳۳۱۴	۰/۱۸۸۱
DLUP	-۱۵/۳۱۷۹	۱۹/۶۶۷۳	-۰/۷۷۸۸	۰/۴۳۹۱
ECM(-1)	-۰/۴۷۹۶	۰/۱۷۲۵	-۲/۷۷۹۶	۰/۰۰۷۳

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به نتایج جدول ۶ متوجه می‌شویم که هیچ‌کدام از ضرایب معنی‌دار نیست و تنها ضریب ECM معنی‌دار است و رابطه بلندمدت بین متغیرها در مدل CO_2 وجود دارد.

بعد از پیدا کردن هم‌انباشتگی، علیت گرنجر براساس مدل تصحیح خطای برداری VECM علیت کوتاه‌مدت براساس آماره F به صورت زیر برای دو مدل ارائه می‌شود:

جدول ۷. نتایج آزمون علیت گرنجر برای مدل رشد .GDP

	DLG	DLW	DLL	DLK
DLG	۰	۰/۹۸۵۴	۰/۷۷۶۱	۰/۱۷۰۶
DLW	۰/۷۵۴۴	۰	۰/۷۹۰۷	۰/۵۸۴۰
DLL	۰/۰۰۰۳	۰/۹۵۶۴	۰	۰/۰۰۰۰
DLK	۰/۰۷۴۳	۰/۴۰۰۳	۰/۰۱۷۸	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

بررسی آزمون علیت کوتاه‌مدت بین متغیرها نشان می‌دهد که یک رابطه یک‌طرفه از نیروی کار به رشد اقتصادی وجود دارد و نیز یک رابطه یک‌طرفه از موجودی سرمایه به نیروی کار وجود دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

جدول ۸. نتایج آزمون علیت گرنجر برای مدل CO_2

	DLCO2	**DLW**	**DLGDP**	**DLUR**
DLCO2	۰	۰/۸۸۵۱	۰/۰۲۲۴	۰/۳۶۹۶
DLW	۰/۶۷۱۹	۰	۰/۷۵۴۴	۰/۸۲۸۸
DLGDP	۰/۲۸۸۸	۰/۹۸۵۴	۰	۰/۰۵۳۷
DLUR	۰/۰۰۱۱	۰/۸۲۰۸	۰/۰۹۱۳	۰

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با توجه به احتمال آمارهF نتیجه می‌گیریم که یک رابطه دو طرفه علی کوتاه‌مدت از انتشار CO_2 به GDP وجود دارد. بین انتشار CO_2 و مصرف انرژی بادی هیچ ارتباطی وجود ندارد. همچنین رابطه دو طرفه بین انتشار CO_2 و جمعیت شهرنشینی وجود دارد. یک ارتباط یک طرفه از GDP به جمعیت شهرنشینی نیز وجود دارد.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

٦. نتیجه‌گیری

در این مقاله بررسی رابطه علیت میان تأثیر مصرف انرژی بادی و رشد اقتصادی و انتشار CO_2 در کشورهای منتخب آسیایی طی دوره ۲۰۱۳-۲۰۰۵ انجام گرفته است که با به کارگیری از تحلیل‌های هم‌انباشتگی و آزمون‌های علیت پنلی و مدل FMOLS برای دو مدل CO_2 و GDP به نتایج زیر دست یافتیم:

یافته‌های قابل توجه در پنل علیت گرنجر VECM حاکی از این است که رابطه علی کوتاه‌مدت دوطرفه بین انتشار CO_2 و رشد GDP وجود دارد که در اینجا می‌توان به فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس اشاره کرد. این فرضیه بیان می‌کند که در مراحل اولیه رشد آلودگی‌های زیست محیطی بیشتر می‌شود تا به یک نقطه حداکثر می‌رسد و از آن مرحله به بعد با افزایش رشد اقتصادی آلودگی‌های زیست محیطی کاهش می‌یابد. بنابراین فرضیه، می‌توان اینگونه نتیجه گرفت که کشورهای مورد بررسی این مطالعه در مرحله اول منحنی U شکل معکوس کوزنتس قرار دارند.

علاوه بر این، رابطه عِلی کوتاه‌مدت دوطرفه‌ای میان انتشار CO_2 و جمعیت شهرنشینی وجود دارد. همچنین رابطه علی یک طرفه کوتاه‌مدت از نیروی کار به رشد اقتصادی وجود دارد. علاوه‌براین، بررسی نتایج مدل FMOLS و ECM حاکی از آن است که رابطه مثبت بلندمدت میان متغیرها در هر دو مدل تأیید می‌شود و انرژی بادی بر رشد اقتصادی اثر مثبت بلندمدت دارد و هیچ ارتباطی بین انرژی بادی و انتشار CO_2 یافت نشد. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود دولت و بخش خصوصی در زمینه توسعه سرمایه‌گذاری‌ها در انرژی بادی که از یک سو موجب افزایش رشد اقتصادی شده و از سوی دیگر آلودگی محیط زیست را به دنبال ندارد، اقدام و اهتمام نمایند.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

منابع

آل عمران، رویا؛ پناهی، حسین و زهرا کبیری (۱۳۹۲)، "بررسی و تعیین رابطه علی بین رشد اقتصادی، انتشارات CO_2، مصرف انرژی و نسبت اشتغال در ایران"، *نشریه علمی پژوهشی جغرافیا و برنامه ریزی*، سال ۱۷، شماره ۴۵، صص ۲۶-۱.

آماده، حمید (۱۳۹۲)، "تحلیل تقاضای انرژی در بخش کشاورزی ایران"، *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال دوم، شماره ۸، صص ۴۳-۲۱.

آماده، حمید؛ قاضی، مرتضی و زهره عباسی فر (۱۳۸۸)، "بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی و اشتغال در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران"، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۸۶، صص۳۸-۱.

بهبودی، داود و مهدی الهوردی‌زاده (۱۳۹۲)، "بررسی رابطه مصرف انرژی، توسعه مالی و رشد اقتصادی با تأکید بر نقش صنعتی سازی و گسترش شهرنشینی"، *اولین همایش سراسری محیط زیست، انرژی و پدافند زیستی*، تهران، موسسه آموزش عالی مهر اروند، گروه ترویجی دوستداران محیطزیست.

دامن کشیده، مرجان؛ عباسی، احمد؛ عربی، حسین و حسن احمدی (۱۳۹۲)، "بررسی رابطه مصرف انرژی و رشد اقتصادی؛ مطالعه موردی کشورهای منتخب سند چشم‌انداز بیست ساله ایران"، *فصلنامه سیاست‌های راهبردی و کلان*، سال یکم، شماره دوم، صص۴۶-۳۷.

سوری، علی (۱۳۹۳)،"اقتصاد سنجی"، جلد ۲، چاپ اول، تهران: نشر فرهنگ شناسی.

شعربافیان، نیلوفر (۱۳۸۷)، "برآورد پتانسیل برق بادی و اثر بهره‌گیری از آن در صرفه جویی سوخت فسیلی در ایران"، *مجله مطالعات اقتصاد انرژی*، تابستان ۱۳۸۷، شماره ۱۷، صص ۱۴۰-۱۱۳.

فطرس، محمد حسن؛ آقا زاده، اکبر و سودا جبرائیلی (۱۳۹۳)، "رابطه ی علیت پانلی بین مصرف انرژی تجدیدپذیر و رشد اقتصادی؛ مقایسه مناطق مختلف جهان"، *پژوهشنامه اقتصاد کلان*، سال نهم، شماره ۱۸، صص ۱۵۰-۱۲۷.

محمدزاده، پرویز؛ بهبودی، داوود و سعید ابراهیمی (۱۳۹۲)، "رابطه میان مصرف انرژی و توسعه مالی در ایران"، *مطالعات اقتصاد انرژی*، دوره ۱۰، شماره ۳۹، صص ۱۰۴-۷۷.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

مهرآرا، محسن و محمود زارعی (۱۳۹۰)، "اثرات غیر خطی مصرف انرژی بر رشد اقتصادی مبتنی بر رویکرد حد آستانه‌ای"، *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال دوم، شماره پنجم، صص۴۳-۱۱.

مهرآرا، محسن؛ فرهینی فراهانی، مرضیه و آیت حسن زاده (۱۳۹۰)، "بررسی رابطه میان رشد مصرف برق و رشد اقتصادی در کشور های منتخب صادرکننده نفت"، *فصلنامه مدلسازی اقتصادی*، سال پنجم، شماره ۲، پیاپی۱۴، صص ۹۰-۶۹.

Ackerman, F. and J. Daniel (2014), "(Mis)understanding Climate Policy: The role of economic modelling". *Synapse Energy Economics*, Cambridge MA. Prepared for Friends of the Earth and WWF-UK. Available at:

Arouri, M.; Adel Ben Youssef; Hatem M'henni and Christophe Rault (2012), "Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries", *Energy Policy*, No. 45, pp. 342-349.

Ayres, Robert U. and Paul M., Weaver (1998), *Eco-restructuring: Implications for Sustainable Development*, Tokyo, New York and Paris: United Nations University Press, ISBN 92-808-0984-9, retrieved 22 November 2010.

Berndt, Ernst R. and David O. Wood (1975), "Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy", *The Review of Economics and Statistics*, 57(3), PP.259-268.

Blazejczak, J.; F.G. Braun; D. Edler and W. Schill (2014), "Economic Effects of Renewable Energy Expansion: A Model-Based Analysis for Germany", available at URL:

Eslamloueyan, Karim and Zahra Jokar (2014), "Energy Consumption and Economic Growth in the Middle East and North Africa: A Multivariate Causality Test", *Iranian Journal of Economic Research* ,Volume 18, No. 57, pp. 27-46.

Frondel, M. and C. Vance (2009), "Do High Oil Prices Matter? Evidence on the Mobility Behavior of German Households", *Environmental and Resource Economics*, 43(1), pp. 81-94.

Giovanni, B.; Carla Massidda and Paolo Mattana (2014), "The Relationship Among CO2 Emissions , Electricity Power Consumption And GDP in OECD Countries", *Journal of Policy Modeling*, 36(6), pp. 970-985.

http://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.385049.de/dp1156.pdf

https://www.foe.co.uk/sites/default/files/ downloads/synapse-misunderstanding-climate-policy-low-res-46332.pdf.

Paraskevi, K.; I. Salamaliki and A. Venetis (2013), "Energy Consumption And Real GDP in G-7: Multi-horizon Causality Testing in the Presence of Capital Stock", *Energy Economics* , No. 39, pp. 108–121.

Sadorsky, Perry (2009), "Renewable Energy Consumption, CO2 Emissions And Oil Prices in the G7 Countries", *Energy Economics*, No. 31, pp. 456–462.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]

Saidi, Kais and Sami Hammami (2015) "Economic Growth, Energy Consumption And Carbone Dioxide Emissions: Recent Evidence From Panel Data Analysis For 58 Countries", *Quality and Quantity International Journal of Methodology*, No.11, pp. 1-23.
Stern, D.I. (2000), "A Multivariate Cointegration Analysis of the Role of Energy in the US Macroeconomy", *Energy Economics*, No. 22, PP. 267-283.
Stern, N. (2006), *The Economics of Climate Change: The Stern Review*, Cambridge University Press.
Torgler, B. and M.A. García-Valiñas (2007), "The Determinants of Individuals' Attitudes Towards Preventing Environmental Damage", *Ecological Economics*, Vol. 63(2–3), pp. 536–552.
Usama Al-mulali (2014) "Investigating the Impact of Nuclear Energy Consumption on GDP Growth and CO2 Emission: A Panel Data Analysis", *Progress in Nuclear Energy*, No. 73, pp. 172-178.
Zachariadis, Theodoros (2007), "Exploring the Relationship Between Energy Use And Economic Growth With Bivariate Models: New Evidence From G-7 countries", *Energy Economic*s, No. 29, PP. 1233–1253.

[Downloaded from epprjournal.ir on 2026-06-01]