فصلنامه پژوهشها و سیاستهای اقتصادی
سال هجدهم، شماره ۵۵، پاییز ۱۳۸۹، صفحات ۲۲-۵

رابطه قیمت و بهره‌وری انرژی در ایران: بررسی تجربی هم‌انباشتگی نامتقارن

حمید ابریشمی
استاد اقتصاد دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران
abrishami_hamid@yahoo.com

مهدی نوری
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه تهران
m.nouri.7@gmail.com

امیر دودابی‌نژاد
دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی دانشگاه تهران
a.doubi@gmail.com

موضوع بهره‌وری انرژی و قیمت‌گذاری انرژی یکی از مباحث مهم برای تمام سیاستگذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی است. درصورتی‌که بتوان رابطه‌ای معنادار بین این دو متغیر یافت می‌توان از قیمت به مثابه یک ابزار سیاستی موثر کنترل و افزایش کارایی مصرف انرژی بهره‌گرفت. هدف از این مقاله بررسی رابطه بلندمدت میان قیمت و بهره‌وری انرژی در اقتصاد ایران طی سال‌های (۱۳۸۵-۱۳۵۰) است. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که رابطه بلندمدت میان این دو متغیر، ازطریق آزمون هم‌انباشتگی استاندارد رد می‌شود در حالی‌که یک هم‌انباشتگی نامتقارن یا پنهان میان‌قیمت انرژی و بهره‌وری انرژی مشاهده می‌شود. با توجه به این مطالعه، روند کنونی کاهش قیمت نسبی انرژی در ایران، بهره‌وری انرژی را به شدت کاهش خواهد داد. در این شرایط، اصلاح قیمت‌های انرژی در کشور ضرورتی اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

طبقه‌بندی JEL: *Q42، C32.*
واژه‌های کلیدی: *بهره‌وری انرژی، قیمت انرژی، هم‌انباشتگی نامتقارن(پنهان)، سیاست‌های قیمتی و غیرقیمتی.*

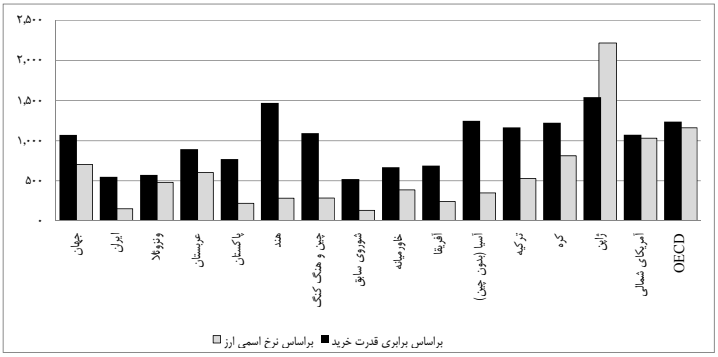
* **تاریخ دریافت:** ۱۳۸۹/۴/۱ **تاریخ پذیرش:** ۱۳۸۹/۷/۲۴

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

۱. مقدمه

پس از وقوع نخستین شوک نفتی در اوایل دهه ۷۰ موضوع مصرف بهینه انرژی مورد توجه سیاستگذاران و مصرف‌کنندگان عمده انرژی به‌ویژه درکشورهای توسعه‌یافته قرارگرفت. اما اهمیت این موضوع در کشورهای دارنده منابع انرژی دیرتر آشکار شد. تا آن جا که امروزه شاخص‌های بهره‌وری مصرف انرژی در این کشورها فاصله قابل توجهی با کشورهای توسعه یافته دارد (نمودار۱).

شاخص کل بهره‌وری انرژی از تقسیم ارزش تولید ناخالص داخلی کشور به مصرف نهایی انرژی به دست می‌آید (عکس شدت انرژی) و یکی از مهم‌ترین ابزارهای سنجش کیفیت مصرف انرژی در هر کشور است. این شاخص در سال ۲۰۰۶ برای ایران ۱۵۰ دلار به ازای هر بشکه معادل نفت خام (برمبنای محاسبه براساس نرخ اسمی ارز) و ۵۵۰ دلار به ازای هربشکه معادل نفت خام (برمبنای محاسبه براساس برابری قدرت خرید PPP) بوده درحالی‌که متوسط جهانی این شاخص به ترتیب ۷۰۰ و ۱۰۷۰ است. به عبارت دیگر، بهره‌وری مصرف انرژی در ایران بین ۲۰ تا ۵۰ درصد متوسط جهانی ارزیابی می‌شود.



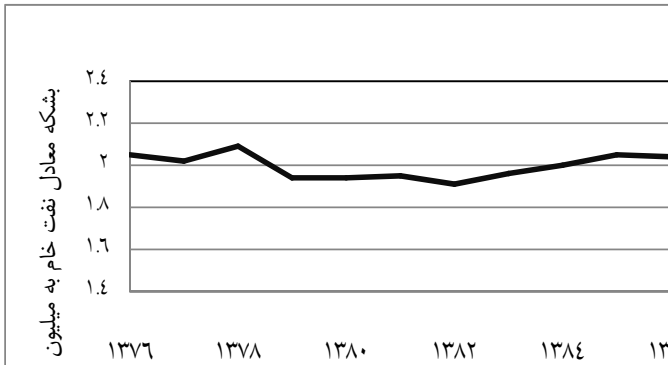
مأخذ: ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، ۱۳۸۶.

نمودار ۱. شاخص بهره‌وری مصرف انرژی در برخی کشورهای جهان

به این ترتیب با توجه به رشد مصرف انرژی درکشور، توجه به بهینه‌سازی مصرف انرژی به منظور حفاظت از محیط زیست، تأمین امنیت عرضه و صیانت از منابع و ثروت‌های ملی به یکی از اولویت‌های مهم کشور تبدیل و منجر به طراحی و اجرای برنامه‌های متنوعی شده است، اما علیرغم تلاش‌های فراوان از ابتدای برنامه دوم توسعه و به ویژه در دهه گذشته، ثبات نسبی شاخص شدت انرژی (نمودار۲) وسایر شاخص‌های مرتبط بر عدم توفیق کامل این اقدامات در دو سطح خرد و کلان دلالت می‌کند.

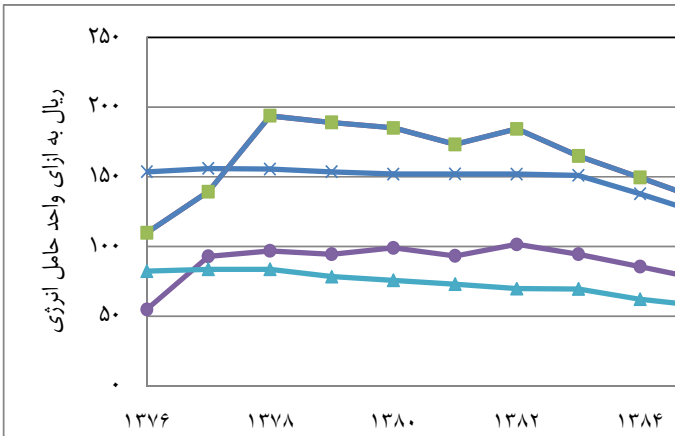
[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

برای توضیح علل موفق نبودن برنامه‌های ارتقای کارایی و ارائه توصیه سیاستی مؤثر لازم است بین راهکارها و روش‌های افزایش کارایی تفکیک و رابطه بین آنها شناخته شود. روش‌های بهینه‌سازی مصرف انرژی به‌طور معمول به دو دسته قیمتی و غیرقیمتی تقسیم می‌شوند. اصلاح ساختارها و قوانین، ارتقای فناوری واصلاح رفتار مصرف‌کنندگان به عنوان سه راهکار عمده غیرقیمتی معرفی شده و سیاست‌های مالیاتی (یارانه‌ای) و آزادسازی قیمت‌ها به عنوان مهم‌ترین ابزارهای قیمتی شناخته شدند.



مأخذ: ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، ۱۳۸۶.

نمودار ۲. تغییرات شدت انرژی کل کشور



مأخذ: ترازنامه انرژی، وزارت نیرو، ۱۳۸۶.

نمودار ۳. تغییرات قیمت واقعی حامل‌های انرژی در ایران

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

بسیاری از صاحب‌نظران عدم اجرای توأم دو روش قیمتی و غیرقیمتی را دلیل عدم موفقیت سیاست‌های بهینه‌سازی در ایران می‌دانند (نمودار۳). اما ضروری است پیش از بکارگیری هر نوع سیاست قیمتی کیفیت و کمیت، واکنش شاخص بهره‌وری مصرف انرژی به تغییرات قیمت انرژی را مورد ارزیابی قرار داد. حساسیت شدت انرژی به تغییرات قیمت واقعی انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل تعیین‌کننده چگونگی قیمت‌گذاری و یا سیاست آزادسازی قیمت‌ها می‌باشد. در این مطالعه تلاش می‌شود تا با استفاده از روش هم‌انباشتگی پنهان که به تازگی در ادبیات اقتصاد سنجی سری‌های زمانی مطرح شده است و استفاده از آن در پژوهش‌های اقتصادی بسیار انگشت شمار می‌باشد به روشن ساختن این موضوع پرداخته شود. علاوه براین، تاکنون این روش برای سنجش تاثیر تغییرات قیمت بر بهره‌وری مصرف انرژی بکارگرفته نشده است.

ساختار این مقاله به این‌صورت است که پس از مقدمه حاضر بخش دوم مقاله به مروری بر ادبیات اقتصادی بهره‌وری مصرف انرژی و رابطه آن با قیمت انرژی پرداخته وهمچنین پژوهش‌های تجربی با این موضوع بیان شده است. سپس، مبانی نظری روش هم‌انباشتگی پنهان تبیین و پس از آن، یک نمونه از کاربردهای تجربی آن بررسی می‌شود. بخش سوم مقاله به ارائه نتایج تخمین‌ها اختصاص یافته و در بخش چهارم تفسیر نتایج مذکور بیان خواهد شد. بخش پایانی نیز به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادات اختصاص یافته است.

۲. مبانی نظری و پیشینه تجربی تحقیق

۲-۱. رابطه قیمت و بهره‌وری مصرف انرژی

رابطه بین دو متغیر قیمت و بهره‌وری انرژی از موضوعات مورد علاقه محققان وسیاستگذاران بخش انرژی بوده است. در هر بخش اقتصاد درصورتی‌که قیمت کمتر از قیمت تعادلی باشد با افزایش قیمت در بخش مربوطه این امکان وجود دارد که بهره‌وری افزایش یابد. نمونه بارز آن در اقتصاد ایران بهره‌وری انرژی است که نسبت به بسیاری از کشورها در وضعیت بسیار نامناسبی قرار دارد. از این جهت می‌توان با افزایش قیمت انرژی شاهد یک افزایش در بهره‌وری انرژی باشیم (نوری، ۱۳۸۸).

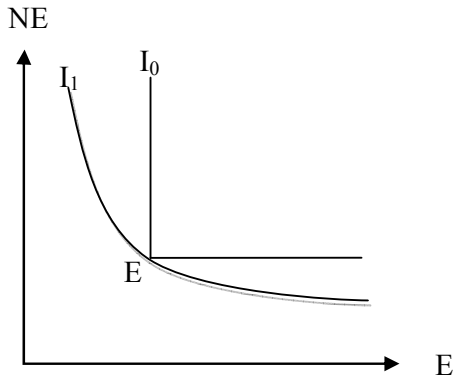
تغییرات قیمتی، شاخص بهره‌وری انرژی را از دو طریق تحت تأثیر قرار می‌دهد. نخست تأثیر ناشی از تغییرات تقاضای انرژی و دیگری تأثیر حاصل از افزایش یا کاهش قیمت بر تولید ناخالص داخلی زیرا انرژی علاوه بر نهاده‌هایی مانند کار و سرمایه از عوامل مهم تولید در اقتصاد محسوب می‌شود. بدیهی است که هدف از بهینه‌سازی مصرف انرژی، افزایش کارایی مصرف با حفظ سطح تولید قبلی است که تأثیر مشخص‌کننده بر سطح رفاه اجتماعی خواهد داشت. براساس نظریه‌های

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

اقتصادی بین عوامل تولید (شامل کار، سرمایه وانرژی) با تولید رابطه‌ای مستقیم وجود دارد. همچنین رابطه منفی میان مصرف انرژی و قیمت انواع حامل‌های انرژی برقراراست.

با افزایش شاخص کل قیمت انرژی و ثابت ماندن قیمت سایر عوامل و نیز با فرض جانشینی بین عوامل تولید مصرف انرژی کاهش خواهد یافت، اما با افزایش قیمت تنها یک حامل انرژی یا افزایش نامتناسب حامل‌ها اثر افزایش قیمت می‌تواند با افزایش مصرف حامل‌های دیگر جبران شود. البته در هر دو حالت میزان جانشینی بین عوامل تولید یا حامل‌های انرژی به امکان‌پذیری تکنیکی براساس شاخص کشش جانشینی بلندمدت و کوتاه‌مدت بستگی خواهد داشت.

به منظور بررسی اثر تغییر قیمت انرژی بر مصرف انرژی، عوامل تولید را به دو دسته انرژی (E) و عوامل غیرانرژی تقسیم می‌نماییم. در نتیجه تابع تولید به صورت $Q = f(NE , E)$ ارائه خواهد شد (حسنتاش، ۱۳۸۴). منحنی‌های تولید همسان[1] برای انرژی و سایر عوامل را می‌توان به صورت منحنی I_0 و I_1 در شکل (۱) نمایش داد.



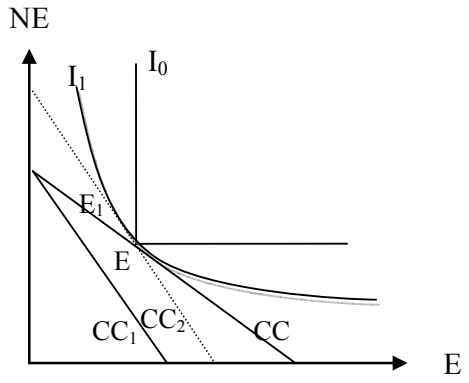
شکل (۱)

کشش جانشینی نهاده‌ها نرخی است که بازگو کننده جانشینی نهاده‌های تولیدی است که با میزان تحدب تابع نمایش داده می‌شود. از بعد نظری دو حالت حدی قابل ذکر است. زمانی‌که کشش جانشینی نهاده‌ها صفر است تنها یک نقطه انتخاب برای ترکیب نمودن نهاده انرژی و سایر عوامل برای رسیدن به سطح معینی از تولید یک کالا (یا خدمت) وجود دارد. درمقابل، اگر کشش جانشینی عوامل بی‌نهایت باشد درواقع فرض بر این است‌که هرترکیب مطلوبی از دو نهاده را می‌توان انتخاب نمود که

1. Iso-Quant

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

اهداف تولیدکننده را محقق می‌نماید. در دنیای واقعی تحقق کشش جانشینی بی‌نهایت بین این عوامل تقریباً امکان‌پذیر نیست، اما درکوتاه‌مدت کشش جانشینی را می‌توان تقریباً صفر در نظر گرفت (منحنی I_0 در شکل ۱). به عبارت دیگر، می‌توان در کوتاه‌مدت انرژی و سایر نهاده‌ها را مکمل یکدیگر لحاظ نمود. در بلندمدت نیز کشش جانشینی می‌تواند عددی بزرگتر از صفر باشد که در واقع گویای امکان استفاده از انواع روش‌های غیرقیمتی با منطق جانشینی بین نهاده‌ها می‌باشد. حال اگر منحنی هزینه تولید(CC) را نیز رسم نماییم (شکل ۲)، نقطه بهینه عملکرد تولید نقطه E خواهد بود. حال فرض کنیم که قیمت انرژی افزایش یابد (CC1)، اگر افزایش هزینه ناشی از آن جبران شود به طور مثال به صورت یارانه یکجا به تولیدکننده پرداخت شود (CC2) در حالتی که امکان جانشینی بین نهاده‌ها وجود داشته باشد I_1 نقطه تعادل جدید E1 خواهد بود که به معنای جایگزینی انرژی با سایر نهاده‌ها است. اما در غیر این صورت I0 حتی با جبران هزینه‌ها، امکان جایگزینی نهاده‌ها وجود نداشته و تولید به ناچار در همان نقطه E انجام خواهد شد. به عبارت دیگر، عدم امکان جانشینی انرژی با سایر نهاده‌ها به معنای مؤثر نبودن راهکار قیمتی در بهینه‌سازی مصرف انرژی است.



شکل (۲)

پیندایک (۱۹۷۹) نیز در نظریات خود انرژی را یکی از عوامل تولید بیان کرده و میزان تأثیر تغییر قیمت انرژی بر شاخص بهره‌وری مصرف را وابسته به کشش جانشینی بین انرژی و سرمایه و عرضه نیروی‌کار ذکر می‌کند. با افزایش هماهنگ قیمت حامل‌های انرژی اگر امکان جانشینی انرژی با سایر عوامل تولید وجود نداشته باشد سطح تولید پایین می‌آید و افزایش قیمت تأثیر قابل توجهی بر شاخص بهره‌وری مصرف نخواهد داشت.در حالی که اگر جانشینی بین عوامل امکان‌پذیر باشد با کاهش

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

مصرف سطح تولید تغییر نکرده و شاخص بهره‌وری بهبود می‌یابد. اغلب تحقیقات انجام شده انرژی، کار و سرمایه را در بلندمدت جانشین یکدیگر می‌دانند درحالی‌که این عوامل در کوتاه‌مدت به عنوان مکمل یکدیگر شناخته می‌شوند زیرا درکوتاه‌مدت ازلحاظ تکنولوژیکی امکان جایگزینی کمتری وجود دارد.

ازجمله روش‌های متعارف تجربی، تعیین ارتباط این دو متغیری که تاکنون مورد استفاده قرار گرفته تکنیک‌های تجزیه است که از اوایل دهه ۸۰ مورد استفاده قرارگرفته است. این روش‌ها به تحلیل‌های تقاضای انرژی معروف است که در آن تغییرات مصرف انرژی در یک دوره مشخص زمانی به اثرات ساختاری[1]، تولیدی[2]، شدت خالص[3] و اثر پسماند تقسیم می‌شود. اثر ساختاری مربوط به تغییر در ترکیب فعالیت‌های تولیدی است که منجر به تغییر موقعیت تولید می‌شود وسیاست‌های توسعه صنعتی، جابجایی تقاضای مصرف‌کننده و سیاست‌های کلان اقتصادی بر آن موثرند. اثر تولیدی بیانگر تغییرات سطح تولید بر مصرف انرژی است. در نهایت اثر شدت خالص شامل تاثیرات تغییر درمدیریت مصرف انرژی، پیشرفت تکنولوژی و قیمت واقعی انرژی می‌باشد. به طور معمول پس از تجزیه با ساخت مدل‌هایی می‌توان اثر عوامل سازنده شدت خالص را به اجزای سازنده آن تفکیک و سهم هر یک را مشخص نمود.

عمادزاده و دیگران (۱۳۸۲) با استفاده از یک مدل نیمه لگاریتمی اثر تغییرات قیمت انرژی را بر شدت انرژی کشورهای OECD طی دوره زمانی (۱۹۹۶ - ۱۹۶۵) بررسی کرده و نشان دادند که افزایش قیمت انرژی منجر به کاهش شدت انرژی این کشورها شده است. از سوی دیگر، تغییرات قیمت انرژی اثر نامتقارنی بر شدت انرژی داشته است. به عبارت دیگر، اثر کاهش شدت انرژی بر اثر افزایش قیمت با یک کاهش هم‌اندازه قیمتی جبران نمی‌شود و با کاهش قیمت اگرچه تقاضای انرژی این کشورها افزایش می‌یابد اما از آنجایی‌که این افزایش با نسبتی کمتر از افزایش تولید رخ می‌دهد، شدت انرژی کاهش خواهد یافت. دلیل این رفتار نیز به انقلاب صنعتی نوینی که در پی بحران انرژی دهه ۷۰ در زمینه افزایش کارایی انرژی رخ داد نسبت داده می‌شود.

عباسی‌نژادووافی‌نجار(۱۳۸۳)تغییرات‌شاخص‌بهره‌وری‌مصرف انرژی‌راطی‌سال‌های (۱۳۷۹-۱۳۵۰) برای بخش‌های مختلف اقتصاد ایران بررسی و کشش نهاده‌ای و قیمتی بخش‌های حمل و نقل و صنعت را در قالب سیستم معادلات همزمان و به روش ۴۳/۳ محاسبه کرده‌اند. آنها نشان دادندکه کشش

1. Structural Effect
2. Production Effect
3. Pure Intensity Effect

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

نقطه‌ای انرژی که درصد تغییر در رشد سالانه انرژی را در ازای یک درصد تغییر در ارزش افزوده بخش نشان می‌دهد برای بیشتر سال‌های مورد بررسی بزرگتر از یک بوده که بیانگر کاهش بهره‌وری مصرف می‌باشد. همچنین، این تحقیق کشش قیمتی تقاضای انرژی برای دو بخش حمل و نقل و صنعت را به ترتیب برابر ۰/۲ و ۰/۴ محاسبه کرده است که بیانگر تأثیر اندک تغییرات قیمتی بر شدت انرژی دارد.

حیدری و صادقی (۱۳۸۳) با استفاده از روش تجزیه درخصوص سه حامل برق، گازطبیعی و فرآورده‌های نفتی و کل مصرف انرژی عوامل ساختاری، تولیدی و شدت خالص را برای صنایع بزرگ ایران تفکیک کرده اند. سپس، تأثیر تغییرات قیمت را بر اثر شدت خالص مشخص کرده و در نهایت نتیجه گرفتند که قیمت انرژی دارای تأثیر معناداری بر شدت انرژی می‌باشد. این مدل کشش قیمتی شدت انرژی را معادل ۰/۴۳ محاسبه کرده است.

باستانزاد و نیلی (۱۳۸۳) با استفاده از الگوی خود بازگشت برداری نشان دادندکه‌کاهش قیمت نسبی انرژی در ایران منجر به افزایش شدت انرژی شده و همچنین شوک‌های قیمتی اثر پایداری بر شدت مصرف انرژی داشته است. در این تحقیق آزمون علیت گرنجر نیز نتایج مشابهی نشان می‌دهد.

شریفی و دیگران(۱۳۸۷) نیز با تجزیه روند شدت انرژی در صنایع ایران سهم اصلی تغییرات شدت انرژی این بخش را به اثر شدتی نسبت دادند اما کیفیت ترکیب اثر خالص شدتی را مشخص نکردند.

هانگ و تو (۲۰۰۷) اثر مقررات زدایی[1] قیمت انرژی در دوره زمانی (۲۰۰۴ - ۱۹۸۵) را بر شدت انرژی چین بررسی کردند و کاهش شدت انرژی در اثر افزایش قیمت را نشان دادند.

۲-۲. هم‌انباشتگی پنهان

بحث هم‌انباشتگی پنهان نخستین بار توسط گرنجر و یون (۲۰۰۲) مطرح گردید. آنها در مقاله خود بیان می‌کنند زمانی‌که اجزای سری‌های زمانی نامانا هم‌انباشته باشند، سری‌های مذکور هم انباشتگی پنهان دارند. دراین‌صورت بررسی وجود رابطه بلندمدت بین سری‌های زمانی نامانای غیر هم‌انباشته امکان‌پذیر می‌شود. به عبارت دیگر، این امکان وجود دارد یک رابطه بلندمدت میان دو سری زمانی بعد از تجزیه وجود داشته باشد. بر این اساس هر سری I(1) از یک فرایند ARIMA (p,1,q) تشکیل شده است که شامل یک گام تصادفی[2] است. دو سری گام تصادفی زیر را درنظر بگیرید:

1. Deregulation
2. Random Walk

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

$$X_t = X_{t-1} + \varepsilon_t = X_0 + \sum \varepsilon t \quad (۱)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t = Y_0 + \sum \eta_t \quad (۲)$$

X_0 و Y_0 مقادیر اولیه و ε_i و η_i نوفه سفید[1] با میانگین صفر هستند. درادامه، متغیرهای جدید به صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\varepsilon_i^{\vee} = \max(\varepsilon_i, d) \quad (۳)$$

$$\varepsilon_i^{\wedge} = \min(\varepsilon_i, d) \quad (۴)$$

به صورتی‌که $\varepsilon_i = \varepsilon_i^{\vee} + \varepsilon_i^{\wedge} + d$ باشد d نیز مقدار حد آستانه است. درادامه، فرض می‌شود که $\sum_1^t \varepsilon_i^{\wedge}$، $\sum_1^t \varepsilon_i^{\vee}$، $\sum_1^t \eta_i^{\wedge}$ و $\sum_1^t \eta_i^{\wedge}$ همگی I(1) هستند. بنابراین خواهیم داشت:

$$X_t = X_{t-1} + \sum \varepsilon_i = X_0 + \sum \varepsilon_t = X_0 + \sum \varepsilon_t^{\wedge} + \sum \varepsilon_t^{\vee} - d_t \quad (۵)$$

$$Y_t = Y_{t-1} + \sum \eta_i = Y_0 + \sum \eta_t = Y_0 + \sum \eta_t^{\wedge} + \sum \eta_t^{\vee} - d_t \quad (۶)$$

به منظور جداسازی افزایش و کاهش سری‌های زمانی، حالتی را درنظر می‌گیریم که $d = 0$ باشد. بنابراین روابط به صورت زیر خواهد شد:

$$\varepsilon_i^{+} = \max(\varepsilon_i, 0) \quad (۷)$$

$$\varepsilon_i^{-} = \min(\varepsilon_i, 0) \quad (۸)$$

$$X_t = X_0 + X_t^{+} + X_t^{-} \quad (۹)$$

$$X_t^{-} = \sum_1^t \varepsilon_i^{-} \quad (۱۰)$$

$$X_t^{+} = \sum_1^t \varepsilon_i^{+} \quad (۱۱)$$

1. White Noise

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

$$\Delta X_t^+ = \varepsilon_t^+ \quad (۱۲)$$

$$\Delta X_t^- = \varepsilon_t^- \quad (۱۳)$$

با درنظرگرفتن مشاهدات در بازه { εi+، εi-} تحت فرض εi~N (0 , 1) خواهیم داشت:

$$\varepsilon_i^+ \approx d\left(\frac{1}{\sqrt{2\pi}}, \frac{1}{2}\frac{\pi-1}{\pi}\right) \quad (۱۴)$$

$$E(\varepsilon_i^+ \varepsilon_i^-) = 0 \quad (۱۵)$$

در ادامه، متغیر جدیدی به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$v_i^+ = \varepsilon_i^+ - \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \quad (۱۶)$$

$$v_i^+ \approx d\left(0, \frac{1}{2}\frac{\pi-1}{\pi}\right) \quad (۱۷)$$

$$X_t^+ = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} t + \sum_1^t v_i^+ \quad (۱۸)$$

بنابراین، X_t^+ یک فرایند گام تصادفی با شتاب است و این موضوع برای X_t^+، Y_t^- و Y_t^+ نیز صادق است. در نتیجه زمانی‌گفته می‌شود X و Y هم‌انباشتگی پنهان دارند که اجزا آنها با یکدیگر هم‌انباشته باشند. تنها در شرایطی‌که $\left\{\sum_1^t \varepsilon_i^+ \sum_1^t \eta_i^+\right\}$ و $\left\{\sum_1^t \varepsilon_i^- \sum_1^t \eta_i^-\right\}$ هم‌انباشته باشند و بردار هم انباشته‌کننده آنها از یک مرتبه باشد می‌گوییم که X,Y هم‌انباشتگی استاندارد دارند. درنتیجه، مشاهده می‌شودکه تنها تحت شرایط خاصی هم‌انباشتگی پنهان بین اجزای نامانای سری‌های X,Y دلالت بر هم‌انباشتگی استاندارد دارد (گرنجر و یون، ۲۰۰۲).

۲-۳. سابقه استفاده تجربی از هم انباشتگی پنهان

درخصوص ابزار هم‌انباشتگی غیرمتقارن میگنون و لردیک (۲۰۰۵) به بررسی رابطه بین قیمت نفت و GDP می‌پردازند و وجود رابطه بلندمدت بین قیمت‌های نفت و GDP را در ۱۲ کشور اروپایی بررسی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

می‌کنند. آنها در ابتدا بر لگاریتم هر سری زمانی آزمون‌های ADF[1] و PP[2] و KPSS[3] را برای بررسی فرضیه وجود ریشه واحد انجام می‌دهند و به صورت کلی نتیجه گرفتند که تمام سری‌های زمانی حاوی ریشه واحد هستند. سپس وجود رابطه بلندمدت بین متغیرها (هم‌انباشتگی استاندارد) را بررسی می‌نمایند. آنها نتیجه گرفتند که در اغلب موارد، سری‌های GDP و قیمت‌های نفت هم‌انباشته نیستند درصورتی‌که شواهد محکمی دال بر هم‌انباشتگی نامتقارن وجود دارد. سپس، آنها وجود هم‌انباشتگی نامتقارن بین قیمت‌های نفت و GDP را بررسی کردند.

آنها طبق مطالعات شوردرت بین افزایش‌های مثبت و منفی سری زمانی تمایز قائل می‌شوند و یک سری را به مقادیر اولیه آن و مجموع تجمعی مثبت و منفی تجزیه می‌کنند. برخلاف اقدامات صورت‌گرفته در این زمینه‌که براساس چارچوب هم‌انباشتگی استاندارد می‌باشد، آنها از تجزیه و تحلیل هم‌انباشتگی نامتقارن استفاده‌کردند و این حقیقت را بررسی کردند که افزایش قیمت نفت فعالیت‌های اقتصادی را بیشتر کند می‌کند تا زمانی‌که کاهش در قیمت‌ها باعث رونق در فعالیت‌های اقتصادی می‌شود. مطالعات وی در ۱۲کشور اروپایی نشان داد زمانی‌که هم‌انباشتگی متقارن رد می‌شود، هم‌انباشتگی نامتقارن وجود دارد.

۳. نتایج تجربی

با توجه به مطالب بیان شده به بررسی و تحلیل رابطه بین قیمت نسبی انرژی و بهره‌وری در اقتصاد ایران طی دوره زمانی (۱۳۸۵-۱۳۵۰) می‌پردازیم. قابل ذکر است که در تخمین مدل از لگاریتم متغیرهای مذکور استفاده شده‌است. متغیر بهره‌وری انرژی (LEP) از تقسیم تولید ناخالص داخلی به مصرف نهایی و نیز قیمت نسبی انرژی (LP) از تقسیم شاخص قیمت انرژی به شاخص قیمت مصرف‌کننده در داخل بدست آمده است. آمارهای مربوطه از بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی و لوح فشرده WDI استخراج شده‌است.

از آنجایی‌که اغلب متغیرهای‌کلان اقتصادی نامانا هستند، مدل‌های هم‌انباشتگی ابزار مناسبی برای تحلیل روابط بین این متغیرها به شمار می‌روند. پیش از آنکه رابطه بین قیمت نسبی انرژی و بهره‌وری را به آزمون بگذاریم لازم است که خصوصیات آماری متغیرهای مورد استفاده در مدل را ازلحاظ مانایی و احتمال وجود ریشه واحد مورد بررسی قرار دهیم. در صورت تأیید وجود ریشه

1. Augmented Dickey - Fuller
2. Phillips – Perron
3. Kwiatkowski Phillips Schmidt Shin

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

واحد در متغیرهای رگرسیون نتایج ساختگی[1] حاصل می‌کند و براساس پارامترهای تخمینی نمی‌توان درخصوص رابطه بین قیمت نسبی انرژی (LP) و بهره‌وری انرژی (LEP) قضاوت نمود. اما مدل‌های هم‌انباشتگی این امکان را فراهم می‌کنند تا با وجود نامانا بودن متغیرها در مورد پارامترها به استخراج نتایج بپردازیم. در این بخش ابتدا با آزمون ریشه واحد نشان می‌دهیم که تمام متغیرهای مورد استفاده در مدل، انباشته از مرتبه اول هستند و لذا با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی وجود رابطه بلندمدت میان دو متغیر را مورد بررسی قرار می‌دهیم. درابتدا، آزمون ریشه واحد KPSS و فیلیپس- پرون (PP) برای دو متغیر موردآزمون قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهند که دو متغیر مدل در سطح نامانا هستند، اما تکرار این آزمون در رابطه با تفاضل داده‌ها نشان می‌دهد که متغیرها پس از یک بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند.[2] لذا تمام متغیرهای مدل انباشته از مرتبه اول یا I(1) هستند که نتایج آزمون در جدول(۱) ارائه شده‌است.

جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد KPSS و PP در سطح و تفاضل داده‌ها

متغیر	آماره آزمون در سطح داده‌ها		آماره آزمون درتفاضل داده‌ها		مرتبه انباشتگی
	KPSS	PP	KPSS	PP	
LEP	-۰/۶۵۵*	-۲/۲۲۴	۰/۲۶۴	-۲/۲۶۷*	I(1)
LP	۰/۱۷۷*	-۰/۹۶۹	۰/۰۹۴	-۲/۳۱۰*	I(1)

* معنادار در سطح ۵ درصد.

مأخذ: نتایج تحقیق.

در این بخش به بررسی وجود رابطه بلندمدت و یا به عبارت دیگر وجود هم‌انباشتگی می‌پردازیم. همان‌طورکه در جدول (۲) مشخص است با استفاده از آزمون‌های هم‌انباشتگی استاندارد (آزمون‌های ADF، PP، KPSS وCRDW)[3]، رابطه بلندمدتی میان قیمت نسبی انرژی (LP) و بهره‌وری انرژی (LEP) وجود ندارد.

1. Spurious

۲. در مورد آزمون KPSS فرضیه صفر مانا بودن را نشان می‌دهد و آزمون PP فرضیه صفر نامانایی را نشان خواهد داد.

۳. آزمون رگرسیون هم‌انباشته دوربین و واتسون CRDW نخستین بار توسط سارگان (Sargan) و بارگاوا (Bhargava) معرفی شد. مقادیر بحرانی آن در سطوح ۱ و ۵ و ۱۰ درصد به این ترتیب است، ۰/۵۱۱، ۰/۳۸۴ و ۰/۳۲۲.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

جدول ۲. نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی

نوع آزمون	ADF	PP	KPSS	CRDW
مقدار آماره	-۱/۲۵۷	-۱/۲۸۱	۰/۱۶۶*	۰/۲۵۹

* معنادار در سطح ۵ درصد.
مأخذ: نتایج تحقیق.

۳-۱. آزمون هم‌انباشتگی نامتقارن

بعد از تجزیه دو متغیر بهره‌وری انرژی (LEP) و قیمت نسبی انرژی (LP) به منظور بررسی هم‌انباشتگی نامتقارن، روابط زیر تخمین زده می‌شود. در این مقاله به منظور بررسی اثرات نامتقارن افزایش و کاهش قیمت انرژی، مقدار حد آستانه d=0 در نظر گرفته شده است.

$$\varepsilon_{1t} = LEP_t^- - \alpha^- - \beta^- LP_t^- \quad (۱۹)$$

$$\varepsilon_{2t} = LEP_t^+ - \alpha^+ - \beta^+ LP_t^+ \quad (۲۰)$$

به‌دلیل مشخصات غیرخطی ε_{jt} ،j=1/2 تخمین‌های OLS در این حالت تورش‌دار خواهند بود. بنابراین، شوردرت (۲۰۰۳) پیشنهاد می‌کند که از مدل‌های کمکی زیر استفاده شود:

$$LEP_t^- + \Delta LEP_t^+ = \alpha^- + \beta^- LP_t^- + \varepsilon_{1t} \quad (۲۱)$$

$$LEP_t^+ + \Delta LEP_t^- = \alpha^+ + \beta^+ LP_t^+ + \varepsilon_{2t} \quad (۲۲)$$

به منظور بررسی وجود رابطه نامتقارن و بلندمدت میان سری‌های تجزیه شده می‌بایست آزمون نماییم که ε_{1t} و ε_{2t} دو سری مانا هستند یا خیر؟ نتایج آزمون‌ها در جداول (۳) و (۴) ارائه شده است.

جدول ۳. نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی (آزمون ریشه واحد ε_{1t})

نوع آزمون	ADF	PP	KPSS	CRDW
مقدار آماره	-۴/۶۵۰*	-۴/۶۱۰*	۰/۰۷۴	۱/۳۴۳*

* معنادار در سطح ۵ درصد.
مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

جدول ۴. نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی (آزمون ریشه واحد ε_{2t})

نوع آزمون	ADF	PP	KPSS	CRDW
مقدار آماره	-۱/۹۰۶*	-۱/۸۰۷*	۰/۳۳۹	۰/۳۴۸*

* معنادار در سطح ۱۰ درصد.

مأخذ: نتایج تحقیق.

با توجه به نتایج بدست آمده می‌توان بیان داشت که علیرغم عدم وجود رابطه بلندمدت با استفاده از آزمون‌های استاندارد هم‌انباشتگی یک هم‌انباشتگی نامتقارن میان دو متغیر بهره‌وری انرژی (LEP) و قیمت نسبی انرژی (LP) وجود دارد به ویژه در رابطه با معادله اول که رابطه بلندمدت میان سری‌های منفی است. به عبارت دیگر، دو سری هم‌انباشته هستند زمانی که کاهشی در قیمت نسبی انرژی وجود دارد.

۴. تفسیر نتایج

مقدار ضرایب بلندمدت در جداول (۵) و (۶) نمایش داده شده است.

جدول ۵. روابط بلندمدت معادله اول

α^-	β^-	$\overline{R}^2$	F	SE – R
۱۳/۳۷۸* (۰/۰۱۵۴)	۰/۷۸۶* (۰/۰۲۳۰)	۰/۹۷۲	۱۱۷۵/۲*	۰/۰۹۹۵۷

* معنادار در سطح ۵ درصد.

اعداد داخل پرانتز خطای معیار هستند.

مأخذ: نتایج تحقیق.

جدول ۶. روابط بلندمدت معادله دوم

α^+	β^+	$\overline{R}^2$	F	SE – R
۱۴/۲۱۷* (۰/۱۱۹۸)	۰/۴۶۶* (۰/۰۴۹۲)	۰/۵۳۳۸	۳۹/۹۳*	۰/۱۶۲۳

* معنادار در سطح ۵ درصد.

اعداد داخل پرانتز خطای معیار هستند.

مأخذ: نتایج تحقیق.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

با توجه به نتایج بدست آمده تمام ضرایب در سطح ۵ درصد معنادارند و نیز کاهش قیمت‌های انرژی رابطه قوی‌تری نسبت به افزایش قیمت‌های انرژی با بهره‌وری مصرف انرژی نشان می‌دهد. در واقع با افزایش یک درصد در قیمت انرژی به طور متوسط بهره‌وری انرژی با فرض ثبات سایر شرایط ۰/۴۶۶ درصد افزایش خواهد یافت. این درحالی است که کاهش یک درصدی قیمت انرژی سبب کاهش بهره‌وری انرژی به میزان ۰/۷۸۶ درصد خواهد شد.

این عدم تقارن را می‌توان به این‌صورت بیان نمود که با افزایش قیمت نسبی انرژی به دلیل عدم کارایی لازم واحدهای تولیدی و نیز شبکه حمل و نقل کشور، بهبود بهره‌وری انرژی زمان‌بر و پر هزینه خواهد بود و با عنایت به دولتی بودن اقتصاد ایران و در اختیار قرار گرفتن انرژی ارزان در طول سال‌های متمادی، ساختار تولیدی کشور ضعف عمده‌ای در زمینه ارتقاء بهره‌وری انرژی دارد. این در حالی است‌که کاهش نسبی قیمت انرژی که طی دهه‌های گذشته شاهد آن بودیم موجب کاهش مستمر بهره‌وری در اقتصاد ایران شده است.

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این پژوهش برای یافتن تأثیر قیمت واقعی انرژی بر بهره‌وری مصرف از روش هم‌انباشتگی پنهان استفاده شده است. اغلب پژوهش‌های پیشین با عدم تفکیک اثر کاهش و افزایش قیمت‌ها بر تقاضا و بهره‌وری مصرف انرژی بر کم کشش بودن تقاضا به دلیل ضروری بودن انرژی تأکید کرده‌اند. اما نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که بهره‌وری انرژی رفتاری نامتقارن به تغییرات قیمت انرژی در اقتصاد ایران از خود نشان می‌دهد. وجود رابطه بلندمدت میان دو متغیر بهره‌وری انرژی (LEP) و قیمت نسبی انرژی(LP) رد شد اما یک هم‌انباشتگی نامتقارن یا پنهان که به تازگی در ادبیات اقتصادسنجی مطرح شده است میان این دو متغیر مشاهده شد به گونه‌ای که کاهش قیمت‌های انرژی رابطه قوی‌تری نسبت به افزایش قیمت‌های انرژی با بهره‌وری انرژی دارد. این یافته‌ها را می‌توان با نظریه‌های مصرف و همچنین جانشینی بین عوامل تولید توضیح داد. ابتدا انرژی را به عنوان کالایی مصرفی درنظر می‌گیریم. الگوی مصرف انرژی خانوارها به تدریج با توجه به قیمت‌های نسبی و مولفه‌های رفاهی شکل می‌گیرد. به عبارت دیگر با فرض عقلانیت کامل، فعالان اقتصادی برای ساخت واحد مسکونی یا خرید تجهیزات بادوام مصرف‌کننده انرژی سطح سرمایه‌گذاری بهینه را انتخاب می‌نمایند. بدیهی است که کارایی مصرف انرژی با هزینه سرمایه‌گذاری ساخت ساختمان یا قیمت اولیه محصولات نسبت عکس دارد، بنابراین در قیمت‌های نسبی پایین خرید محصولات نسبتاً ناکاراتر عقلایی به نظر می‌رسد. چنین تحلیلی را می‌توان در رابطه با انرژی به‌عنوان عامل تولید نیز ارائه نمود. همان‌طور که اشاره شد منطق بهینه‌سازی

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

مصرف انرژی جانشینی بین نهاده‌ها می‌باشد. تولیدکننده نیز به هنگام انتخاب سطح تکنولوژی تولید به قیمت‌های نسبی و هزینه سرمایه‌گذاری توجه می‌کند و انتخاب تکنولوژی ناکارا در سطح قیمتی پایین انرژی موجه به نظر می‌رسد. با توجه به زمان‌بر بودن تغییر تجهیزات و تکنولوژی واضح است که افزایش قیمت‌های نسبی نمی‌تواند به سرعت موجب افزایش بهره‌وری گردد درحالی‌که کاهش نسبی قیمت باعث تداوم روند کاهش بهره‌وری مصرف انرژی می‌شود. این رفتار دوگانه مؤید یافته‌های مطالعات پیشین درخصوص کم‌کشش بودن تقاضای انرژی به هنگام افزایش قیمت‌ها می‌باشد.

این یافته نشان می‌دهد که روندکنونی کاهش نسبی قیمت انرژی در ایران وضعیت بهره‌وری انرژی را به شدت کاهش می‌دهد که لزوم اصلاح قیمت‌های انرژی در کشور ضرورتی اجتناب ناپذیر خواهد بود. به عبارت دیگر، نظام قیمت‌گذاری فعلی حامل‌های انرژی نظام علامت‌دهی قیمت‌ها را به فعالان اقتصادی دچار اختلال کرده و مانع از واکنش صحیح آنها می‌شود. البته با توجه به اثر نامتقارن قیمت انرژی بر بهره‌وری انرژی و کم‌کشش بودن افزایش قیمت انرژی نسبت به کاهش آن می‌بایست به نوع فرایند اصلاح قیمت‌های انرژی (به صورت تدریجی یا یکباره) و همراهی سیاست‌های غیرقیمتی توجه ویژه‌ای گردد تا موجب رشد بهره‌وری انرژی در داخل کشور شود. با توجه به عدم امکان واکنش سریع به تغییرات قیمت انرژی نمی‌توان انتظار داشت که اصلاح یکباره قیمت‌ها علاوه براینکه آثار نامطلوب اقتصادی درپی خواهد داشت (بانک جهانی،۲۰۰۳) بتواند منجر به افزایش بهره‌وری گردد. نکته بسیار مهم دیگر، ضرورت توجه به روش‌های غیرقیمتی است. چنانچه اشاره شد ابزار قیمت تنها انگیزه‌کافی برای رشد بهره‌وری را از طریق جایگزینی بین عوامل تولید فراهم می‌کند. اگر در این شرایط ساختار اقتصادی و امکانات لازم برای ارتقای کارایی موجود نباشد نمی‌توان انتظار داشت که الگوی مصرف انرژی اصلاح گردد. لذا ضروری است همراه با اصلاح نظام قیمت‌گذاری انرژی به‌توسعه تکنولوژی‌های کارا،آموزش و رشد مهارت‌های نیروی انسانی،اصلاح ساختار مدیریت و مالکیت[۱]، توسعه زیرساخت‌ها و کاهش هزینه‌های مبادله خدمات صرفه‌جویی انرژی پرداخته شود.

۱. متأسفانه بسیاری از واحدهای اقتصادی دولتی از کارایی لازم در امر انرژی برخوردار نیستندکه اصلاح ساختار اقتصادی این واحدها می‌تواند اثر مثبتی در ارتقاء سطح بهره‌وری انرژی داشته باشد.

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

منابع

ابریشمی، حمید و محسن مهرآرا (۱۳۸۱)، *اقتصاد سنجی کاربردی (رویکرد های نوین)*، تهران: موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران.

باستانزاد، حسین و فرهاد نیلی (۱۳۸۳)،"اهداف سیاستی قیمت‌گذاری حامل‌های انرژی در اقتصاد ایران"، *تحقیقات اقتصادی*، شماره ۶۸.

بانک جهانی (۲۰۰۳)، *اقتصاد ایران از دیدگاه بانک جهانی،گذار ایران درتبدیل ثروت نفت به‌توسعه*، سندبانک.

حسنتاش، سیدغلامحسین (۱۳۸۴)،"مبانی‌اقتصادی بهینه‌سازی مصرف‌انرژی، بررسی‌راه‌کارهای قیمتی و غیرقیمتی"، *فصلنامه جامعه و اقتصاد*، شماره ۳، بهار.

حیدری، ابراهیم و حسین صادقی (۱۳۸۳)، "شناخت و بررسی رفتار صرفه جویی انرژی در صنایع بزرگ ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره‌های ۱۱ و ۱۲، بهار و تابستان.

رحیمی، زهرا (۱۳۸۸)، *الگوسازی و پیش‌بینی آثار تغییرات قیمت نفت خام بر GDP کشورهای آمریکا و انگلستان*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

شریفی، علیمراد، صادقی، مهدی، نفر،مهدی و زهرا دهقان شبانی (۱۳۸۷)، "تجزیه شدت انرژی در صنایع ایران"، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۵، تابستان.

عمادزاده، مصطفی، شریفی، علیمراد، دلالی‌اصفهانی، رحیم و مهدی صفدری (۱۳۸۲) "تحلیلی از روند شدت انرژی در کشورهای OECD"، *فصلنامه پژوهشنامه بازرگانی*، شماره۲۸، پاییز.

معاونت امور برق و انرژی (۱۳۸۶)، *ترازنامه انرژی*، دفتر برنامه‌ریزی و انرژی وزارت نیرو.

نوری، مهدی (۱۳۸۸)، *بررسی رابطه تجربی تورم و رشد بهره‌وری در ایران*، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

Dickey, D.A. & W.A. Fuller (1979), "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series With a Unit Root", *Journal of the American Statistical Association,* Vol. 74, PP. 427-431.

Engle R. F. & C.W.Granger (1987), "Cointegration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica,* Vol. 55, PP. 251–276.

Granger, C. & G. Yoon (2002), "Hidden Cointegration", University of Economics, DiscussionPaper,RetrievedNovember,2009,from http://ideas.repec.org/p/gen/geneem/2002.03.html

Hang, Leiming & Tu Meizeng (2007), "The Impacts of Energy Prices on Energy Intensity: Evidence From China", *Energy Policy,* Vol. 35, PP. 2978–2988.

Mignon, V. & S. Lardic (2005), "The Impact of Oil Price an GDP in European Countries: An Empirical Investigation Based on Asymmetric Cointegration", *Journal of Energy Policy*.

Mory, J. F. (1993), "Oil Price and Economic Activity is the Relation Symmetric", *Energy Journal.*

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]

Prasad, Arti, Naryan, P. & J. Naryan (2007), "Exploring the Oil Price and Real GDP Nexus for a Small Island Economy", The Fiji Islands, *Journal of Energy Policy*.

Phillips, P.C. (1987), "Time Series Regressions With a Unit Root", *Econometrica,* Vol.55, PP. 277-302.

Pindyck, Robert, S. (1979), "Interfuel Substitution and Industrial Demand for Energy: An International Comparison", *The Review of Economics and Statistics,* Vol. 61, PP.169-179.

Sargan J. D. & A. S. Bhargava (1983), "Testing Residuals from Least-Squares Regression for being Generated by the Gaussian Random Walk", *Econometrica,* Vol. 51, PP. 153–174.

Schorderet, Y. (2003), "Asymmetric Cointegration", Working Paper, Department of Econometrics, University of Geneva, Retrieved November, 2009, from http://ideas.repec.org/p/gen/geneem/2003.01.html

[Downloaded from qjerp.ir on 2026-06-10]