فصلنامه اقتصاد کاربردی
دوره ۱۳، شماره ۴۶، پاییز ۱۴۰۲

بررسی اثرات شوک‌های ناشی از منابع تولید بر روی بهره‌وری انرژی بخش کشاورزی ایران

سحر اسکندری[۱]، سید یعقوب زراعت کیش[*۲]، رضا مقدسی[۳]، جعفر عزیزی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۶/۲۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۷/۱۸

DOI: 10.30495/JAE.2023.75267.1504

چکیده:

افزایش بهره‌وری، کاهش شدت انرژی استفاده مناسب و موثر از منابع تولید است. هدف تحقیق حاضر بررسی اثرات شوک‌های ناشی از منابع تولید اعم از سرمایه، نیروی کار و انرژی (قیمت برق وقیمت فرآورده‌های نفتی) بر شدت انرژی بخش کشاورزی می‌باشد. در این مطالعه ابتدا بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی با استفاده از شاخص بهره‌وری جزیی محاسبه شده و سپس مهم‌ترین عوامل موثر بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی با استفاده از الگوی خودرگرسیون‌برداری (VAR) و داده‌های سالیانه طی دوره سی ساله ۱۳۹۵-۱۳۶۵ و داده‌های مورد نیاز از ترازنامه انرژی وزارت نیرو و مرکز آمار ایران گردآوری شد. نتایج نشان داد که شوک ناشی از سوی متغیرهای دستمزد واقعی نیروی کار به ازای هر واحد انرژی با دو وقفه مثبت، متوسط موجودی سرمایه به ازای هر واحد انرژی، مصرف انرژی و قیمت برق دارای تاثیرات مثبت همراه با نوساناتی مثبت بر بهره‌وری انرژی بخش کشاورزی داشته‌اند. همچنین متغیر قیمت فرآورده‌های نفتی با نوسانات منفی ولی در بلندمدت با روندی ثابت و معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی تاثیرگذار بوده است به گونه‌ای که باعث بهبود بهره‌وری شده‌اند. این بخش به دلیل محدودیت وکمیابی منابع انرژی وافزایش قیمت آن و به منظور بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش شدت آن در بخش کشاورزی باید راهکارهای مختلفی از جمله صرفه‌جویی در استفاده از انرژی‌های فسیلی و به کارگیری انرژی‌های نو را مدنظر قرار دهد.

کلید واژه: بهره‌وری انرژی، سرمایه، نیروی کار، مدل خودرگرسیون‌برداری، بخش کشاورزی.

طبقه‌بندی JEL: Q43 , C32 ,Q10, Q25.

[۱] دانشجوی دکتری،گروه اقتصاد، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ایمیل: sahareskandari69@yahoo.com

[۲] دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول). ایمیل: drzeraatkish@gmail.com

[۳] دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ایمیل: moghadasireza@srbiau.ac.ir

[۴] دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. ایمیل: jafarazizi@gmail.com

مقدمه

افزایش بهره‌وری در پدیده‌های اصلی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه، مانند کاهش تورم، ارتقای سطح رفاه عمومی، افزایش سطح اشتغال و کاهش انرژی تأثیرات وسیعی دارد. بدین ترتیب تجزیه و تحلیل دقیق میزان تاثیر استفاده از متغیرهایی همچون سرمایه، نیروی کار و حامل‌های انرژی مانند قیمت برق و قیمت فرآورده‌های نفتی بر شدت انرژی در بخش کشاورزی می‌تواند نقش موثری را در مدیریت مصرف و بهره‌وری انرژی و اعمال سیاست‌های مختلف داشته باشد (مریم ریاضی، ۱۳۹۵). در ایران ساختار فعالیت‌های اقتصادی در بخش کشاورزی و حتی سایر بخش‌ها به گونه‌ای برنامه‌ریزی شده است که بر مبانی فراوانی انرژی و ارزان بودن آن تاکید دارد. انسان به عنوان یکی از نهادهای تولید همواره مورد توجه بوده و به عنوان یک عامل تشکیل دهنده ثروت در هر کشوری می‌باشد. هدف از این پژوهش، مطالعه حامل‌های انرژی و نهاده‌ها بر روی شدت انرژی بخش کشاورزی می‌باشد. بنابراین، تحقیق حاضر با بهره‌گیری از روش خودرگرسیون‌برداری با استفاده از داده‌های موجودی سرمایه، نیروی کار، مصرف انرژی و دو متغیر قیمت برق و قیمت فرآورده‌های نفتی در بخش کشاورزی ایران بعلت اختلافات و نوسانات زیاد متغیرها در طی یک دوره سی ساله ۱۳۹۵-۱۳۶۵ پرداخته است. در این نوشتار پس از بیان مقدمه، مبانی نظری، پیشینه، داده‌ها معرفی و مدل مورد نظر تصریح شد. ادامه مطلب نیز به آزمون‌های ریشه واحد و هم‌جمعی و عکس‌العمل آنی (تکانه) و بحث و جمع‌بندی پژوهش اختصاص یافت.

حامل‌های انرژی یکی از مهم‌ترین نهاده‌ها در بخش کشاورزی است. این نهاده‌ها پایه و اساس توسعه کشاورزی و انتقال بخش کشاورزی از مرحله سنتی به مرحله صنعتی بوده است. سرانه مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران ۳ برابر بیشتر از میانگین جهانی است بنابراین صرفه‌جویی و بهینه‌سازی استفاده از آن ضروری است. آزادسازی قیمت مهم‌ترین ابزار قیمت‌گذاری است. نتایج نشان می‌دهد که بهره‌وری نهاده برق و فرآورده‌های نفتی در واکنش به تغییرات قیمت انرژی، رفتار نامتقارن را نشان می‌دهد که میزان بهره‌وری انرژی برق را از ۱۱۴۵,۰۴ واحد به ۱۲۵۴,۳۲ واحد افزایش می‌یابد. همچنین، هنگامی‌که قیمت فرآورده‌های نفتی افزایش می‌یابد، بهره‌وری آن ۲۲,۱۸ واحد را نشان می‌دهد. علاوه بر این، بهره‌وری فرآورده‌های نفتی با افزایش قیمت‌ها بهبود می‌یابد. بنابراین، اصلاح قیمت در بخش حامل انرژی اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به اثر نامتقارن قیمت برق بر بهره‌وری آن، نوع اصلاح قیمت برق باید همراه با سیاست‌های غیرقیمت در نظر گرفته شود. ابزار قیمت‌گذاری فقط باعث ایجاد انگیزه برای رشد بهره‌وری از طریق جایگزینی عوامل تولید می‌شود. با توجه به این شرایط، انتظار نمی‌رود الگوی مصرف انرژی اصلاح (محمدرضا ساسولی و همکاران، ۱۳۹۸). انرژی یکی از نهاده‌های مهم تولید در بخش کشاورزی است. این نهاده می‌تواند به عنوان پلی برای حرکت از کشاورزی سنتی به سوی کشاورزی صنعتی باشد. باتوجه به این که بهبود بهره‌وری به عنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین رشد اقتصادی است. در واقع، تولید و مصرف بیشتر انرژی تنها به هزینه کاهش سرمایه‌گذاری و نیروی کار در سایر بخش‌ها و کاهش تولید آنها امکان‌پذیر است که این امر می‌تواند به دلیل جانشینی انرژی و کار یا جانشینی انرژی و سرمایه باشد. بهره‌وری استفاده‌ی بهینه، موثر و کارآمد از تمامی منابع تولید اعم از نیروی کار، سرمایه و انرژی است (علی قنبری، ۱۳۹۳). بررسی رفتار و تامین مصرف انرژی در بخش کشاورزی نقش حیاتی در بهبود وضعیت کشور و استانداردهای زندگی مردم دارد. چگونگی تولید و استفاده از حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی جهت کاهش آثار و تبعات منفی مصرف انرژی حائز اهمیت می‌باشد. اگر نیروی کار، سرمایه و انرژی را به عنوان عوامل اولیه در تولید نظر بگیریم، بنابراین افزایش هر یک از این نهاده‌ها منجر به افزایش تولید خواهد گشت به عبارت دیگر، رشد اقتصادی به افزایش فشار بر منابع انرژی می‌گردد (محمدی و همکاران، ۲۰۱۳). بررسی رابطه میان قیمت محصولات کشاورزی و شوک نفتی در ایران از رهیافت (خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده غیرخطی) استفاده شد. زیرا این روش امکان بررسی اثرات نامتقارن قیمت‌ها را در کوتاه‌مدت و بلندمدت فراهم می‌کند. در این مطالعه از شاخص بهای تولید کننده

محصولات کشاورزی (به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰) به عنوان معیاری از قیمت محصولات کشاورزی استفاده شد. هم‌چنین، برای بررسی ارتباط نامتقارن قیمت نفت با قیمت محصولات کشاورزی از داده‌های فصلی دوره ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۵ استفاده شد. وجود ریشه واحد فصلی و غیرفصلی در متغیرها با استفاده از آزمون ایستایی هگی بررسی شد. نتایج آزمون کرانه رهیافت NARDL نشان دادند که رابطه هم‌جمعی میان متغیرهای مورد استفاده شامل قیمت محصولات کشاورزی، قیمت نفت و تولید ناخالص داخلی وجود دارد. همچنین، نتایج برآورد مدل NARDL نشان دادند که قیمت محصولات کشاورزی در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارای رفتاری نامتقارن است. بر این اساس، در کوتاه‌مدت و بلند مدت یک رابطه مثبت و معنی‌دار میان قیمت محصولات کشاورزی و افزایش قیمت نفت وجود دارد. افزون بر این، یک رابطه مثبت و معنی‌دار میان کاهش قیمت نفت و قیمت محصولات کشاورزی در کوتاه‌مدت و بلندمدت برقرار است. همچنین، واکنش قیمت محصولات کشاورزی به شوک مثبت نفتی بیش‌تر از شوک‌های منفی می‌باشد (حسن طرازکار و همکاران، ۱۳۹۸).

با توجه به رشد سریع جمعیت و توسعه اقتصادی، مصرف انرژی به طور مداوم در حال افزایش است. توسعه تولیدات کشاورزی انرژی بیشتری را برای بهره‌برداری از تجهیزات و ماشین آلات، پشتیبانی از فرآیند تولید و تولید مواد شیمیایی و کود می‌طلبد. تقاضای مصرف فزاینده‌ای برای انرژی و تخریب محیطی مرتبط با آن به دلیل عدم پایداری زیست محیطی موجود در بخش کشاورزی است. این وضعیت مستلزم حفظ انرژی با استفاده از انرژی کمتر است. بنابراین، بهبود بهره‌وری انرژی و صرفه جویی در انرژی برای دستیابی به توسعه اقتصادی سازگار با محیط زیست مفید است (جلان نکسو و همکاران،[1] ۲۰۲۱).

مبانی نظری پژوهش

مبانی نیروی کار و سرمایه

یکی از عوامل مهم انرژی سرمایه و نیروی کار می‌باشد این نهاده‌ها بعلت فراوانی کمتر مورد توجه اقتصاددانان قرار گرفته است؛ لیکن بعد از بالا رفتن قیمت نفت خام و آشکار شدن بحران جهانی، موضوع انرژی و کمیابی آن مورد بحث و به جدیت مورد استقبال اقتصاددانان، همچنین کشورهای صنعتی قرار گرفته و انرژی نیز به عنوان یک منبع کمیاب مورد بررسی قرار گرفت. با گسترش تحقیقات مولفه‌ای نو از علم اقتصاد، با عنوان اقتصاد انرژی جای خود را در ادبیات اقتصادی نشان داده و توابع تولید، انرژی را در خود جای دادند؛ شکل تابع تولید قبل از انقلاب صنعتی به شکل $Q=F(K, L)$ بود؛ اما بعد از انقلاب صنعتی به صورت $Q=F(K, M, L)$ تغییر یافت. M به عنوان مواد اولیه مطرح بوده است. بعد از دهه‌ی هفتاد میلادی به دنبال افزایش قیمت‌های جهانی نفت خام، تابع تولید به صورت $Q=F(K,L,M,E)$ تبدیل شد؛که E شاخص برای انرژی است (شکیبایی، ۱۳۹۰). برنت و ودوود[2] در سال ۱۹۷۹ استدلال نمودند که تابع تولید کل، انرژی به عنوان یک عامل تولید ارتباط ضعیفی با نیروی کار دارد. معتقدند ترکیب انرژی و سرمایه عامل تولیدی را ایجاد می‌کنند و به صورت $Q=f[G(K,E)]$ می‌باشد. مصرف انرژی، بدون تأثیر گذاشتن بر تولید نهایی، سرمایه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. برخی از اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت و دنیسون[3] معتقدند که انرژی نقش کمی در تولید اقتصادی داشته و نهاده واسطه است و عوامل تولید، تنها نیروی کار و زمین هستند (استرن،[4] ۱۹۹۳). نئوکلاسیک‌ها معتقدند که انرژی بواسطه تاثیراتی که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی موثر است و مستقیم اثری بر رشد اقتصادی ندارد. برخی از اقتصاددانان معتقدند انرژی در طبیعت قابل جبران و قابل تبدیل به ماده است و از بین نمی‌رود (همان منبع). به این ترتیب افزایش در هر یک از نهاده‌های انرژی، کار و سرمایه موجب افزایش تولید می‌شود. نهاده‌ی انرژی می‌تواند توسط مجموعه‌ای از عوامل نظیر نفت، گاز، برق و زغال‌سنگ که به حامل‌های انرژی مشهورند، تأمین شود. همچنین میان میزان استفاده از این نهاده‌ها و سطح تولید رابطه مستقیمی وجود دارد (همان منبع).

در چارچوب مکتب نئوکلاسیک نیز استرنو کلولند[5] رابطه میان مصرف انرژی و فعالیت‌های اقتصادی را به

صورت تابع تولید زیر بیان کرده‌اند:

$(Q_1,\dots Q_m)=f(A,X_1\dots X_n,E_1\dots E_p)$

در رابطه فوق:

Q_i: تولید کالا و خدمات.

X_i: نهاده‌های کشاورزی: سرمایه، نیروی کار.

E_i: حامل‌های انرژی مانند نفت، زغال سنگ.

A: وضعیت فناوری یا بهره‌وری کل عوامل.

در تابع فوق ارتباط میان انرژی و تولید کل به واسطه جانشینی انرژی و سایر نهاده‌ها، تغییرات فناوری، تغییر ترکیب عوامل انرژی و تغییر ترکیب محصول تولیدی تحت تاثیر قرار می‌گیرد. (استرن وکلولند، ۲۰۰۴).

مبانی نظری شدت انرژی

تغییرات در مصرف انرژی به تاثیرات، مصرف شدت انرژی تحلیل می‌شود. افزایش میزان مصرف انرژی در نتیجه به افزایش تولید برمی‌گردد. با این دلیل که سایر عوامل مانند تکنولوژی، میزان کارایی و الگوی مصرف ثابت باقی بماند. تغییرات شدت انرژی ناشی از تغییر در کارایی مصرف انرژی با تغییر ساختار اقتصاد می‌باشد. چنانچه حجم GDP ثابت باشد و بهره‌وری مصرف انرژی افزایش می‌یابد (عباسی، ۱۳۹۴). بنابراین شدت انرژی (بهره‌وری) تحت تاثیر یکی مصرف انرژی و دیگری میزان تولید می‌باشد. یعنی:

EI=F(ED,GDP)

EI= شدت مصرف انرژی (بهره‌وری انرژی)

ED= مصرف انرژی

GDP= تولید ناخالص داخلی

در تعریفی کامل‌تر شدت انرژی به صورت تابعی از کارایی انرژی و فعالیت‌های اقتصادی تعریف می‌شود و رابطه آن به شرح زیر می‌باشد:

$I_t=E_t/Y_t=\sum [E_{it}/Y_{it}]\ [Y_{it}/Y_t] =\sum I_{it}\ S_{it}$

E_t مصرف کل انرژی در سال t، E_{it} مصرف انرژی بخش i در سال t، y_t تولید ناخالص داخلی در سال t و y_{it} میزان فعالیت اقتصادی در بخش i در سال t است. این فرمول، شدت کل انرژی را به صورت تابعی از شدت انرژی هر بخش یا کل فعالیت اقتصادی تشریح می‌شود.

الگوی خود رگرسیون‌برداری (VAR)

به منظور تخمین پارامترهای موجود در معادله شدت انرژی که در قالب مدل رگرسیونی تک معادله‌ای است از روش برآوردگر حداقل مربعات معمولی (OLS)، با استفاده از نرم‌افزار Eviews استفاده می‌گردد. علت استفاده از این روش، فروض مدل کلاسیک رگرسیون خطی می‌باشد، بدین معنی که در بین تخمین زننده‌های خطی، تخمین زننده‌های حداقل مربعات، بدون تورش و دارای حداقل واریانس یعنی BLUE هستند. این الگو از رایج‌ترین الگوهای سری زمانی است که در تحقیقات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. این الگو مجموعه‌ای از مدل‌های رگرسیون است که می‌تواند به عنوان نوعی پیوند بین مدل‌های سری زمانی تک متغیره و مدل‌های معادلات همزمان مورد توجه قرار داد. به عنوان مثال یوآ، هاپومک‌کلین، لاچالوما کوبسلر، به منظور مطالعات میان بخشی از الگوی خودتوضیح‌برداری بهره جسته‌اند. در این پژوهش با توجه به داده‌های سری زمانی از مدل الگوی خودتو ضیح‌برداری (VAR) ا ستفاده می‌گردد و در ذیل به طور کامل توضیحات ارائه می‌شود. هنگامی که می‌خواهیم رفتار چند متغیر سری زمانی را مورد بررسی قرار دهیم لازم است به ارتباطات متقابل بین متغیرها در قالب یک الگوی سیستم معادلات همزمان توجه کنیم، اگر معادلات یک الگوی ساختاری شامل متغیرهای با وقفه نیز باشد اصطلاحا آن را الگوی سیستم برون‌زا یا از پیش تعیین شده می‌نامند. رویکرد معادلات ساختاری برای مدل سازی سری‌های زمانی از نظریه اقت صادی به منظور مدل‌سازی روابط بین متغیرها استفاده می‌کند. متاسفانه نظریه اقتصادی در اغلب موارد از استغنای کافی برای یک تصریح پویا که بتواند تمامی این روابط را شناسایی کنند برخوردار نیست. علاوه بر این، وقتی متغیرهای درون‌زا در دو طرف، معادلات ظاهر می‌شوند کار تخمین و استنباط از نتایج را دچار مشکل می سازد. مهم‌ترین انتقاد از الگوهای ساختاری، محدودیت‌های غیرمعتبری است که بر روی پارامتری الگو و به منظور ح صول به شنا سایی و ضع می‌گردد. در واقع نظریه‌های اقتصادی اطلاعاتی در خصوص پارامترهای روابط کوتاه مدت یا پویایی‌های الگو ارایه نمی‌دهند. معمولا نظریه‌ها

روابط بلندمدت یا ایستا میان متغیرها را مشخص می‌سازند. سیمز بحث می‌کند که به هنگام استفاده از این روش در تصریح معادلات ساختاری هـمـزمان، قواعد سـرانگشـتی و قضاوت‌ها یک کارشـناسـی جایگزین نظریه‌های اقتصادی کلاسیک مبنی بر بهینه یابی آ حاد اقتصـادی می‌گردد. به علاوه طبقه‌بندی متغیرها به درون‌زا و برون‌زا اختیاری و غیرقابل قبول است. در رویکرد یاد شده متغیرهای برون‌زا، متغیر سیا ستی یا متغیرهای ماورای مرزهای الگو هستند. این نوع طبقه‌بندی بازخور میان متغیرها را لحاظ نکرده و منجر به تخمین نادرست ضرایب می‌گردد. همچنین عدم تصریح صحیح پویایی‌های الگو در رویکرد سنتی ممکن است منجر به پیش‌بینی‌های ضعیف و رد نظریه‌های اقتصادی گردد. این مشـکلات اقتصـادسـنج‌دا نان را بر آن داشـت که از رویکرد غیرسـاختاری برای مدل‌سـازی روابط بین چند متغیر سـری زمانی اسـتفاده نمایند. یکی از این رویکردها، رو یکرد خودتوضیح‌برداری VAR می‌باشد. بنـا برا ین الگویی که در این مقاله مـورد اسـتفاده قـرار گرفته است الگـوی خود توضیح‌برداری است. VAR الگویی اسـت که در آن هر متغیر بر روی مقادیر با وقفه ی خودش و مقادیر با وقفه‌ی متغیرهای موج ـود در م ـدل رگـرس مـی‌شـود. وجود متغیرهای با وقفه متعدد در مـدل و وجـود بـردار، این مدل به نام مدل خود توضـیح‌برداری معـروف اسـت. فرآینـد خود رگرسـیون‌برداری از مرتبه VAR(P) ,p به شـکل زیر تعریف می‌گردد.

$$Y_t=c+A_1y_{t-1}+A_2y_{t-2}+\ldots+A_py_{t-p}+e_t$$

در رابطه فـوق Y یـک بـردار سـتونی از K متغیـر، Cمتغیـر ثابـت، A_i بـرای $i=1,\ldots p$ ماتریس‌هـای K*K ضـریب الگـو هسـتند و e_t نیـز یک فرآیند نوفه‌ی سفید است با جزئیات زیر:

$$E(et)=0$$
$$S=t$$
$$E(et, es)=\Omega$$

جهت برقرای ارتباط کوتـاه مـدت بـه مقادیر تعادلی بلندمدت، مـی‌تـوان رابطـه فـوق را در غالـب الگوی تصحیح خطـای بـرداری (VECM) به صورت زیر نوشت:

$$Y_t=\beta_1\Delta y_{t-1}+\beta_2\Delta y_{t-2}+\ldots+\beta_{p-1}\Delta y_{t-p-1}+\prod y_{t-p}+U_t\Delta$$

$$B_i=-(I-A_1-A_2-\ldots A_i)\ i=1,\ldots.p-1$$

$$\prod=-(I-A_1-A_2-\ldots A_P)$$

ماتریس $\prod$ حاوی اطلاعـات مربـوط به روابط تعادلی بلندمدت است. در واقـع $\prod=\alpha*\beta$ که در آن α ضرایب تعدیل، عدم تعادل و بیان کننده سـرعت تعدیل به سـوی تعادل بلندمدت می‌باشـد و β نیز ماتریس ضرایب تعادلی بلندمدت است. به عبارت کلی این الگو از جم له الگوهای چند معادله‌ای محسوب می‌شود که در مقایسه با الگویی همچـون الگـوی معـادلات همزمـان دارای مزایایی است. الگوی VAR مورد استفاده به صورت زیر است:

$$Y_t=V+A.Y_{t-1}$$

که در این الگو ماتریس V مبین عرض از مبدا معادلات، ماتریس A نیز ضرایب مربوط به هر معادله نشان می‌دهد و سطر اول ماتریس مذکور ضرایب مربوط به معادله اول است (Schaefer,1954).

مزایای مدل VAR

۱- نیازی به تعیین متغیر درون‌زا و برون‌زا در مدل نیست و همه متغیرها درون‌زا هستند. ۲- ازآنجا که VAR وابستگی مقادیر یک متغیر را به موارد بیشتری از وقفه‌های خودش یا ترکیبی از اقلام نوفه سفید تعمیم می‌دهد دارای انعطاف‌پذیری بیشتری نسبت به مدل‌های دیگر از جمله AR است و این باعث ارائه ساختار پر محتوا از طریق این مدل می‌شود یعنی مدل‌های VAR می‌تواند خصوصیات بیشتری از داده‌ها را در خود جای دهد. ۳- پیش‌بینی‌های ناشی از VAR غالباً بهتر از مدل‌های ساختاری سنتی است.

معایب مدل VAR

مدل‌های VAR غیرتئوریک است زیرا از اطلاعات تئوریک اندکی در مورد روابط بین متغیرها برای راهنمایی در خصوص تصریح مدل استفاده می‌نماید. نتیجه این که VAR قابلیت پاسخگویی کمتری نسبت به تحلیل‌های تئوریک و تجویز سیاست‌ها دارد. ۲- مشکل تعیین طول وقفه. ۳- وجود تعداد زیادی پارامتر.

مصرف انرژی

مصرف بالای انرژی یکی از محدودیت‌های اصلی در بخش کشاورزی می‌باشد. سناریوهای پیش‌بینی مصرف انرژی جهان در افق ۲۰۳۰ متأثر از چهار نوع ریسک عمومی است که هر کدام به نوبه خود محدودیت‌هایی را در حیطه تصمیم‌گیری سیاست‌گذاران اقتصادی در قرن حاضر ایجاد می‌نماید. این ریسک‌ها را می‌توان به شرح زیر طبقه بندی نمود:

- ریسک آب و هوایی.
- ریسک اتمام و یا کمیابی انرژی‌های فسیلی (زغال سنگ، نفت، گاز).
- ریسک هسته‌ای نظامی و غیرنظامی (که بعد از واقعه ۱۱سپتامبر تشدید شده است).
- ریسک رقابت در استفاده از زمین های کشاورزی که باعث استفاده افراطی و غیرمنطقی از زمین‌های قابل کشت با هدف تولید انرژی می‌گردد.

در مقابل چنین چالش‌هایی، سناریوهای پیشنهادی متخصصان انرژی را می‌توان به دو دسته اصلی تقسیم نمود: الف- سناریوی فراوانی انرژی ب- سناریوی اعتدال در مصرف انرژی.

در سناریوی الف، یک دیدگاه «آینده‌ی مبتنی بر مدل تولیدگرایانه و توسعه از گذرگاه فراوانی انرژی» حاکم است. در این سناریو هر چهار نوع ریسک فوق با یکدیگر در سطح بالایی به صورت تجمعی هم‌افزا می‌گردند. در سناریوی ب «توسعه‌ی مبتنی بر اعتدال در مصرف انرژی» پیشنهاد می‌گردد، تلاش می‌شود که در سیاست‌های انرژی، اولویت بالایی برای کنترل تحول تقاضای انرژی در نظر گرفته شود. به این ترتیب با حرکت از یک آنالیز جزئی‌نگرانه در نیازهای نهایی انرژی جهت توسعه سعی می‌شود که به طور همزمان ریسک‌های اصلی به عقب رانده شود تا از این رهگذر توسعه اقتصادی و فرهنگی نیزحاصل گردد. سناریوی مبتنی بر اعتدال و قناعت مستلزم یک تحول عمیق فرهنگی است، زیرا این سناریو دامنه مداخلات سیاست‌های انرژی را به مجموعه بخش‌های فعالیتی تشکیل دهنده تقاضا (حمل و نقل، ساختمان، شهرنشینی، کشاورزی و ...) گسترش می‌دهد (ابراهیم عباسی، ۱۳۹۴).

بخش کشاورزی

اگرچه رشد اقتصادی ایران چندان متکی به تولیدهای کشاورزی نیست، اما به دلیل سهم قابل توجه در اشتغال، تامین امنیت غذایی، ارتقای صادرات غیرنفتی و واردات ارز نقشی حیاتی در اقتصاد دارد. کشاورزی در ایران حدود ۱۱/۵ درصد تولید ناخالص داخلی و ۱۱ درصد از ارزش صادرات غیرنفتی را به خود اختصاص داده است، همچنین محل اشتغال ۱۱/۴ درصد از شاغلان کل کشور در دهه گذشته است و بیش از ۵۵ درصد غذای کشور در این بخش تامین می‌شود (Statistical Center of Iran, 2022).

بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی

از آنجایی که بهره‌وری انرژی در زیر مجموعه شاخص‌های بهره‌وری جزیی قرار می‌گیرد، در ابتدا لازم است تا شاخص بهره‌وری جزیی عوامل تولید تعریف شود. در ادبیات بهره‌وری، شاخص بهره‌وری جزیی از تقسیم ارزش افزوده بر مقدار یک نهاده‌ی معین به دست می‌آید. بنابراین بهره‌وری انرژی عبارت است از نسبت ارزش افزوده بر مقدار انرژی مصرفی که این نسبت بیانگر متوسط ارزش افزوده ایجاد شده به ازای هر واحد انرژی مصرفی است. بنابراین، مقصود از بهره‌وری انرژی در مطالعه‌ی حاضر همان بهره‌وری متوسط انرژی بوده و این شاخص نیز معکوس شدت انرژی است.

معرفی مدل

بررسی عوامل موثر بر بهروه‌وری (شدت انرژی) از تابع تولید که شامل سه نهاده‌ی بخش کشاورزی است، می‌توان استفاده نمود:

$$Y=F(K, L, E, D, T) \quad \partial Y/\partial K>0 \quad \partial Y/\partial L>0 \quad \partial Y/\partial E>0$$

که در آن Y تولید، K سرمایه فیزیکی، L نیروی کار، E مقدار انرژی مصرفی در برگیرنده مصرف انواع مختلف سوخت‌ها بر حسب میلیون بشکه معادل نفت خام می‌باشد. D متغیر موهومی در صورت نیاز و T متغیر روند به منظور بررسی پیشرفت تکنولوژی است.

$$Y=F(K, L, E, D, T) \quad \partial Y/\partial K>0 \quad \partial Y/\partial L>0 \quad \partial Y/\partial E>0 \qquad (۲-۱)$$

می‌توان نوشت:

$$AP_E=Y/E=F(K/E, L/E, 1) \quad \partial F/\partial(k/E)>0 \quad \partial F/\partial(k/E)>0 \qquad (۲-۲)$$

مشاهده می‌شود که بهره‌وری تابعی از K/E متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی، PE قیمت نسبی انرژی، L/E متوسط نیروی کار به ازای هر واحد انرژی مصرفی بخش می‌باشد. مشتقات جزیی تابع تولید (۲-۱) نسبت به هر یک از عوامل تولید بزرگتر از صفر است، در رابطه‌ی (۲-۲) نیز مشتقات جزیی نسبت به L/E, K/E بزرگتر از صفر می‌با شند. بنابراین با افزایش L/E, K/E بهره‌وری انرژی Y/E افزایش می‌یابد. بنابراین، افزایش متوسط نیروی کار و سرمایه به ازای هر وا حد انرژی مصرفی با عث افزایش بهره‌وری انرژی می‌گردد. این افزایش زمانی صورت می‌پذیرد که قیمت‌های عوامل تولید بتوانند هزینه‌های واقعی نهاده‌ها را نشان دهند. لیکن تولیدکنندگان در مصرف انرژی بهتر عمل کرده و حتی می‌توانند با ترکیب‌های مختلف نهاده‌ها باعث کاهش هزینه‌های تولید گردند.

شکل عمومی تابع کاب – داگلاس به نیروی کار، سرمایه و انرژی که براساس شاخص‌های مختلف برتری اقتصادسنجی شامل R^2 و F از توابع خطی کاب داگلاس و ترانسلوگ استفاده می‌گردد توضیح داده می‌شود:

$$Y=AK^{\alpha}L^{\beta}E^{r} \qquad ۲-۳$$

که در آن A پارامتر بهره‌وری کل عوامل و α و β و r به ترتیب کشش‌های تولیدی نیروی کار، سرمایه و انرژی می‌باشد. در حالتی که بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود داشته باشد، با توجه به این که شدت انرژی با بهره‌وری انرژی رابطه عکس دارد لذا جهت فهم عمیق‌تر ارتباط متغیرها در اینجا عکس شدت انرژی نماینده بهره‌وری انرژی است.

می‌توان نشان دادکه رابطه بهره‌وری انرژی باقیمت نسبی آن به صورت زیراست:

$$AP_E=P_E/P/r \qquad ۲-۴$$

بنابراین بهره‌وری انرژی بخش (AP_E) رابطه‌ای مستقیم با قیمت نسبی انرژی P_E/P دارد.

یکی دیگر از عوامل بهره‌وری انرژی، تغییر در ترکیب منابع انرژی مصرفی است. افزایش سهم مصرف حامل‌های انرژی که کارایی بالاتری در مقایسه با سایر انرژی‌ها دارد، می‌تواند منجر به افزایش کارایی و بهبود کل انرژی شود. دستمزد واقعی نیروی کار یکی دیگر از عوامل موثر بر بهره‌وری انرژی است، معمولا با افزایش دستمزدهای واقعی، انگیزه‌ی نیروی کار برای انجام کار بهتر افزایش می‌یابد و میزان تلاش, جدیت و دقت نیروی کار نیز بیشتر می‌شود. افزون بر این، افزایش دستمزد واقعی انگیزه‌ی سرمایه‌گذاری را افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش کارایی نیروی کار است. با در نظر گرفتن تابع تولید (۲-۳) و فرض‌های رقابت کامل و همگن خطی، می‌توان نشان داد که رابطه ی زیر بین بهره‌وری انرژی و دستمزدهای واقعی برقرار است:

$$AP_E=L/E*W/\beta \qquad ۲-۵$$

بنابراین، بهره‌وری انرژی با دستمزد واقعی نیروی کار (W) و نسبت نیروی کار به مقدار انرژی مصرفی ارتباط مستقیم دارد. یکی دیگر از عوامل موثر بر شدت انرژی سرمایه است. معمولا با افزایش هزینه واقعی استفاده از سرمایه، هزینه فرصت بدون استفاده ماندن تجهیزات و ماشین آلات بیشتر شده و کارفرما سعی می‌کند تا از امکانات سرمایه‌ای حداکثر استفاده را داشته باشد. با توجه به تابع (۲-۳) و فروض رقابت کامل و همگن خطی، می‌توان نشان داد که رابطه‌ی زیر بین شدت انرژی و هزینه واقعی سرمایه برقرار است:

$$AP_E=K/E*r/\alpha$$

که در آن r هزینه واقعی استفاده از سرمایه است. بنابراین؛ بهره‌وری انرژی با هزینه واقعی استفاده از سرمایه و نسبت سرمایه به مقدار انرژی مصرفی ارتباط مستقیم دارد. افزایش قیمت انرژی سبب ایجاد انگیزه صرفه‌جویی در مصرف انرژی و استفاده بهینه از آن می‌شود. اگر با افزایش قیمت حامل‌های انرژی امکان جانشینی انرژی با بقیه عوامل تولید وجود نداشته باشد، سطح تولید پایین می‌آید و افزایش قیمت تاثیر قابل‌توجهی بر شاخص بهره‌وری مصرف نخواهد داشت. در حالی که این عوامل در کوتاه مدت به عنوان مکمل یکدیگر شناخته می‌شوند زیرا در کوتاه مدت از لحاظ تکنولوژیکی امکان جایگزینی کمتری وجود دارد (ابریشمی و همکاران، ۱۳۸۹). فناوری، نماینده رابطه میان نهاده و بهره‌وری تولید است. اگر توسعه فنی در نهاده‌ها شکل بگیرد، افزایش استفاده از نهاده‌ها منجر به انتقال منحنی تولید به طرف بالا گردیده و در نتیجه، حداکثر تولید قابل

حصول ارتقاء خواهد یافت. بنابراین، سرمایه‌گذاری در فناوری‌های کارآمد، موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی شده و بهره‌وری انرژی افزایش می‌یابد (امینی و همکاران، ۱۳۸۷). در نتیجه با توجه به مدل مورد نظر: بحث شدت انرژی و عوامل تاثیرگذار بر آن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

معرفی عوامل موثر بر بهره‌وری انرژی

بهره‌وری انرژی (EE) که برابر است با عکس شدت انرژی (Ei): ۱- دستمزد واقعی نیروی کار (L) ۲- متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی (K) ۳- قیمت واقعی فرآورده‌های نفتی (Pf) ۴- قیمت واقعی برق (pe) ۵- مصرف انرژی (Ec)

پیشینه پژوهش

با توجه به نیازهای نامحدود بشر و محدودیت مجدد منابع موجود، انسان‌ها همیشه به فکر چگونگی استفاده بهینه از منابع و امکانات موجود بوده است. انرژی نقش مهمی در فعالیت‌های اقتصادی و همچنین اهمیت زیادی در کشاورزی دارد. در طول چهار دهه گذشته، مصرف انرژی در بخش کشاورزی به شدت افزایش یافته است. در ایران برای حمایت از تولید، انرژی با یارانه به بخش‌های مختلف اقتصادی مانند کشاورزی ارائه می‌شد. در این تحقیق از روش ARDL-FUZZY برای بررسی تأثیر عوامل مختلف بر مصرف انرژی در بخش کشاورزی ایران استفاده شده است. داده‌های مصرف انرژی توسط بخش کشاورزی، سهم بخش کشاورزی در اقتصاد، نسبت سرمایه به نیروی کار، شدت انرژی و قیمت انرژی برای دوره ۲۰۱۵-۱۹۷۴ جمع‌آوری شد. نتایج حاکی از آن است که سهم بخش کشاورزی تأثیر مثبت و معناداری بر مصرف انرژی در دوره مورد مطالعه دارد. نسبت سرمایه به نیروی کار تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی دارد. شدت انرژی در دوره مورد مطالعه در نهایت روندی نامنظم داشته و تأثیر مثبتی بر مصرف انرژی در این بخش دارد. قیمت انرژی (سوخت‌های فسیلی و برق) تأثیر منفی (سطح اهمیت پایین) بر مصرف انرژی دارد. بنابراین پیشنهاد می‌شود با توجه به اهمیت انرژی و مشکل آلودگی به مصرف انرژی و عوامل زیربنایی آن در سیاست‌گذاری بیشتر توجه شود (زیابدی و همکاران،[۶] ۲۰۱۹). مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد، گامی اساسی و مهم برای برنامه‌ریزی و مدیریت مصرف انرژی است. به همین منظور این مطالعه به بررسی آثار سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های کشاورزی، صنعت و خدمات ایران با بهره‌گیری از روش داده‌های تابلویی در بازه‌ی زمانی ۱۳۷۵ تا ۱۳۹۵پرداخته است. نتایج بررسی‌ها نشان داد که سرمایه انسانی، بهره‌وری نیروی کار اثر تقاطعی سرمایه انسانی در بهره‌وری نیروی کار و مجذور ارزش افزوده بخش‌های اقتصادی دارای تاثیر منفی و ارزش افزوده تاثیر مثبت بر مصرف انرژی در بازه‌ی زمانی مورد بررسی داشته‌اند. به طوری که براساس نتایج تخمین مدل، آثار متقابل متغیرهای سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار در بخش‌های اقتصادی تأثیر منفی و معنی‌دار در سطح بحرانی یک درصد بر مصرف انرژی داشته است (سلیمی و همکاران، ۱۴۰۱). در دهه‌های اخیر علیرغم تلاش‌های جهانی برای کاهش شدت انرژی افزایش بوده است. این مطالعه در ایران طی سال‌های ۱۳۹۲- ۱۳۵۹ با هدف تجزیه شدت انرژی به تغییرات راندمان و ساختاری و شناخی عوامل بوده است. مشخص شد که درآمد (GDP)، نسبت سرمایه به نیروی کار و شهرنشینی مهم‌ترین عوامل تعیین کننده شدت انرژی و اجزای آن هستند. با توجه به رابطه غیرخطی بین شدت انرژی و نیروهای محرکه درآمد و نسبت سرمایه به کار و همچنین نقاط عطف برآورد شده، درآمد نقش مهمی در افزایش شدت انرژی ایفا می‌کند در حالی که نسبت سرمایه به کار تمایل به کاهش شدت انرژی دارد. (فرجزاده، ۱۳۹۴). در این تحقیق ارتباط میان مصرف انرژی و رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) کشاورزی ایران از سال ۱۳۵۳ تا ۱۳۹۱ با استفاده از روش باقی‌مانده سولو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از برآورد تابع تولید کل کاب- داگلاس نشان داد که یک درصد تغییر در ارزش نیروی کار، سرمایه و انرژی به ترتیب منجر به ۴،۰۷، ۰،۰۹ و ۰،۴۹ درصد تغییر در ارزش افزوده کشاورزی خواهد شد. همچنین در دراز مدت براساس آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن، بین رشد TFP و مصرف انرژی در کشاورزی ایران رابطه منفی وجود دارد که ممکن است ناشی از مصرف ارزان و ناکارآمد انرژی در این بخش باشد.

آزادسازی تدریجی قیمت انرژی و استفاده از سیاست‌های به اصطلاح حمایتی جعبه سبز توصیه می‌شود (Moghadasi et al, ۲۰۱۶). بهبود بهره‌وری بعنوان یکی از مهم‌ترین منابع تامین رشد اقتصادی به معنای استفاده بهینه، موثر و کارآمد اعم از نیروی کار، سرمایه و انرژی است و در کشور ما که دارای منابع غنی انرژی می‌باشد، ارتقای بهره‌وری انرژی‌های پایان‌پذیر دارای اهمیت ویژه‌ای است. نتایج نشان می‌دهد که متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی، دستمزد واقعی نیروی کار، متوسط نیروی کار به ازای هر واحد انرژی، قیمت واقعی فرآورده‌های نفتی و نسبت برق از کل مصرف انرژی تاثیر مثبت بر بهره‌وری انرژی در کوتاه مدت داشته‌اند. همچنین در بلند مدت متغیر سهم مصرف برق از کل مصرف انرژی تاثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی داشته است (علی قنبری و همکاران، ۱۳۹۳).

بهره‌وری و کارایی مصرف انرژی از جمله شاخص‌های مهمی هستند که در تبیین رفتار ساختار مصرف انرژی بخش‌های مختلف اقتصادی یک کشور، برای سیاست‌گذاری نقش مهمی را ایفا می‌کنند. در میان بخش‌های اقتصادی، بخش کشاورزی با توجه به اهمیت به میزان زیادی وابسته به مصرف انرژی به عنوان یک عامل موثر در تولیدات کشاورزی می‌باشد. لذادر این مقاله تلاش شده است ابتدا کارایی و بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی محاسبه شده و سپس چگونگی ارتباط بین تولید و مصرف انرژی بخش کشاورزی نیوزلند با استفاده از الگوی سیستم معادلات همزمان و روش حداقل مربعات دو مرحله‌ای و داده‌های سالانه اقتصاد کشاورزی برای دوره زمانی ۲۰۱۷-۱۹۹۰ نیوزلند مورد بررسی قرار گیرد. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد کارایی مصرف انرژی در بخش کشاورزی نیوزیلند طبق شاخص کارایی انرژی اکثراً مطلوب بوده است. همچنین برآورد معادله انرژی نشان داد که ارزش افزوده بخش کشاورزی تاثیر مثبت بر رشد مصرف انرژی دارد. از دیگر متغیرهای مثبت تاثیرگذار می‌توان به نیروی کار بخش کشاورزی و مصرف انرژی دوره قبل اشاره نمود. علامت منفی موجودی سرمایه در معادله بیانگر آن است که هر چه سرمایه‌گذاری در بخش کشاورزی افزایش یابد، در نتیجه مصرف انرژی کاهش می‌یابد (مجتبی عباسیان و همکاران، ۱۳۹۸).

در مطالعه‌ای رابطه بلندمدت بین بهره‌وری انرژی و رشد اقتصادی در پاکستان به بررسی ماهیت رابطه بین کارایی انرژی، اندازه‌گیری شده با شدت انرژی (نسبت مصرف انرژی به تولید ناخالص داخلی) و سطح فعالیت اقتصادی، اندازه‌گیری شده با تولید ناخالص داخلی در پاکستان طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۶ می‌پردازد. این مطالعه همچنین رابطه بین سهام بخشی و کارایی انرژی را تحلیل می‌کند. ما از مدل تصحیح خطا (ECM) برای تحلیل تجربی استفاده کردیم تا وجود یک رابطه بلندمدت بین شدت انرژی و تولید ناخالص داخلی را آزمایش کنیم در حالی که از این مدل برای گرفتن علیت گرنجر بین متغیرها استفاده می‌کنیم. نتایج هم انباشتگی یوهانسن نشان می‌دهد که علیت حداقل در یک جهت وجود دارد. نتایج ECM وجود علیت یک طرفه از تولید ناخالص داخلی به شدت انرژی را پیش‌بینی می‌کند. این یافته‌ها از فرضیه حفاظت براساس علیت یک طرفه که از خروجی تا بهره‌وری انرژی در حال اجراست پشتیبانی می‌کند. همچنین مشاهده می‌شود که انتظار می‌رود شدت انرژی در پاکستان با توجه به افزایش سهم بخش‌های صنعتی و خدماتی در تولید ناخالص داخلی بیشتر شود (Tahir Mahmood et al, 2017).

روش پژوهش

این الگو از رایج‌ترین الگوهای سری زمانی است که در تحقیقات متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. این الگو مجموعه‌ای از مدل‌های رگرسیون است که می‌تواند به عنوان نوعی پیوند بین مدل‌های سری زمانی تک متغیره و مدل‌های معادلات همزمان مورد توجه قرار داد. در یک نگاه اجمالی مراحل مختلف برآورد مدل خودرگرسیون‌برداری را می‌توان این گونه بیان نمود: مرحله اول: بررسی مانایی متغیرها (آزمون ریشه واحد). مرحله دوم: بررسی همگرایی (آزمون‌هایی از قبیل یوهانسن). مرحله سوم: انتخاب طول وقفه بهینه مدل (از طریق معیارهای آکائیک، شوارتز بیزین، حنان کوانت و ...) و مرحله چهارم برآورد مدل می‌باشد. به طور کامل‌تر

در مرحله اول: پیش از برآورد مدل نیاز به بررسی مانایی متغیرها می‌باشد. در مطالعه حاضر از آزمون (KPSS) و فیلیپس پرون[۷](PP) برای این منظور استفاده شده است. فرضیه‌ی صفر در این آزمون‌ها مبتنی بر وجود یک ریشه واحد است. میزان آماره‌های بالا با میزان‌های بحرانی مقایسه و در صورت بزرگتر بودن این آماره از میزان‌های بحرانی، فرضیه‌ی صفر (نامانا بودن متغیر) رد و مانایی متغیرها پذیرش خواهد شد. در این تحقیق با توجه به تاثیر متغیرهای الگو و ارتباط آنها در کوتاه مدت و بلند مدت ثابت شد تمامی متغیرها در سطح ایستا می‌باشند. لذا از روش خودرگرسیون‌برداری (VAR) استفاده شد. مدل VAR در این تحقیق به این صورت است: EE= EI. مرحله دوم: پس از انجام آزمون ایستایی متغیرها و درجه پایایی، آنها به منظور شناخت اثر متقابل بین متغیرها و همچنین علیت آنها با استفاده از متغیرهای ایستا شده از الگوی VAR استفاده می‌شود. با وجود، این از آن جایی که استفاده از تفاضل مرتبه اول I(1) در الگوی VAR می‌تواند موجب از دست رفتن اطلاعات بلند مدت آنها گردد. بنابراین لازم است قبل از استفاده از الگوی VAR، با استفاده از آزمون هم‌انباشتگی یوهانسن- جوسیلیوس از عدم وجود رابطه بلند مدت در میان متغیرها اطمینان حاصل نمود (r=0)، زیرا شرط استفاده از الگوی VAR عدم وجود بردار هم‌انباشتگی میان متغیرهاست در صورتی که هیچ بردار هم‌انباشتگی وجود نداشته باشد (r=0) می‌توان از الگوی VAR و با استفاده از تفاضل مرتبه اول متغیرها برای آزمون علیت گرنجری استفاده نمود. ولی در صورت وجود بردارهای (r)، استفاده از الگوی VAR بر روی تفاضل مرتبه اول متغیرها، به علت عدم لحاظ اطلاعات بلند مدت، نادرست است باعث قضاوت‌های نادرست در مورد جهت رابطه علیت می‌شود و باید از الگوی تصحیح خطای برداری (VECM) استفاده نمود. دراین مطالعه، به منظور تشخیص ارتباط هم انباشتگی میان متغیرهای مدل و استخراج بردارهای هم‌انباشتگی، روش حداکثر درست‌نمایی[۸] به کارگرفته می‌شود. این روش توسط یوهانسن (Johansen, 1988) و یوهانسن جوسیلیوس (Juselius and Johansen, ۱۹۹۰) پیشنهاد شده است. براساس آن، حداکثر n-1 بردار هم‌انباشتگی میان n متغیر وجود دارد. آنها در روش خود دو آماره اثر (λ_{Trac}) و حداکثر مقدار ویژه (λ_{Max}) را برای تشخیص تعداد بردارهای هم‌انباشتگی میان متغیرها معرفی کرده‌اند. مقادیر بحرانی مربوط به این آماره‌ها نیز توسط یوهانسن جوسیلیوس به دست آمده است. پس به طور کلی به منظور برآورد رابطه تعادلی بلندمدت به روش یوهانسن، ابتدا مرتبه جمعی بودن متغیرهای الگو تعیین و بعد برای تعیین تعداد وقفه بهینه از معیار آکائیک، شوارتز بیزین وحنان کوئین استفاده می‌شود و در نهایت برای تعیین تعداد بردارهای هم‌جمعی از آزمون اثر و آزمون حداکثر مقدار ویژه استفاده می‌شود.

تعیین تعدادبردارهای هم‌جمعی

پس از تعیین تعداد وقفه‌های بهینه مدل VAR، لازم است تا تعداد بردارهای همجمعی را مشخص نماییم. برای این منظور از روش حداکثر درست‌نمایی یوهانسن-جوسیلیوس استفاده می شود. اما پیش از آن باید در مورد لزوم وارد کردن متغیرهای قطعی عرض از مبدأ و روند در بردار هم‌جمعی تصمیم‌گیری نمود. به منظور تصمیم‌گیری برای منظورکردن متغیرهای قطعی عرض از مبدأ و روند در بردارهای هم‌جمعی پنج الگوی متفاوت در VAR وجود دارد که می‌توان حالت‌های مختلف را برآورد و بهترین حالت را انتخاب نمود که به ترتیب عبارتند از:

۱- عرض از مبدا و روند در هیچ یک از روابط بلندمدت و کوتاه‌مدت وجود ندارد.[۹]

۲- عرض از مبدا و روند در الگوی کوتاه مدت و روند در روابط بلندمدت وجود ندارد.[۱۰]

۳- در الگوی کوتاه مدت، روند زمانی وجود ندارد، ولی عرض از مبدا وجود دارد این عرض از مبدا سبب خواهد شد تا روابط بلندمدت از روند برخوردار شوند.[۱۱]

۴- روند زمانی در الگوی کوتاه‌مدت وجود ندارد ولی در روابط بلندمدت وجود دارد.[۱۲]

۵- روند زمانی در الگوی کوتاه مدت وجود دارد و بنابراین، روابط بلندمدت از روند زمانی درجه دو (t^2) برخوردار خواهند بود.[۱۳] برای تصمیم‌گیری در مورد انتخاب هر یک از الگوی فوق به روش یوهانسن

(۱۹۹۲)، لزوم وارد کردن متغیرهای قطعی در الگو را به صورت توام با تعیین بردارهای هم‌جمعی مورد آزمون قرار می‌دهیم. بدین صورت که در مرحله اول، فرضیه صفر مبنی بر وجود هیچ بردار هم‌جمعی (r=0) را به ترتیب در الگوها آزمون می‌نماییم. چنان‌چه مقداره آماره آزمون اثر و مقدار آماره آزمون حداکثر مقدار ویژه از مقدار بحرانی ارائه شده توسط یوهانسن-جوسیلیوس در سطح مورد نظر بزرگتر باشد، فرضیه صفر مبنی بر وجود هیچ بردار هم‌جمعی رد می شود و در مرحله دوم فرضیه صفر مبنی بر وجود یک بردار هم‌جمعی (r=2) را برای الگوها آزمون می‌نماییم. به همین ترتیب آزمون را برای r=2 و بیشتر تکرار می‌نماییم تا زمانی که فرضیه صفر مورد پذیرش واقع شود. در این هنگام تعداد بردارهای هم‌جمعی به همراه الگویی که براساس آن، تعداد بردارهای هم‌جمعی تعیین شده است به صورت یکجا مشخص می‌شود. در مرحله سوم: برای انتخاب طول وقفه بهینه نیز از آماره‌های آکائیک (AIC)، شوارتز (SIC) و بیزین (BIC) استفاده می‌شود. انتخاب وقفه بهینه به این صورت است که کمترین وقفه به عنوان وقفه بهینه انتخاب می‌گردد. در مرحله چهارم: جهت برآورد مدل و بررسی پویایی رفتار در این الگو از تابع واکنش آنی یا ضربه‌ای (IRF) استفاده می شود. واکنش متغیرهای درون را می‌توان با استفاده از ایجاد تکانه در متغیرهای درون‌زا بررسی‌کرد در این حالت می‌توان تاثیر تکانه‌ها را به صورت زمان‌بندی شده مورد ارزیابی قرار داد و مدت زمان تاثیر تکانه و حداکثر تاثیر تکانه را پس از وقوع تکانه مشخص نمود. بدین ترتیب سیاست‌گذاران می‌توانند تاثیر تکانه‌ها را بر سیستم اقتصادی شناسایی نموده و از آن جهت، برای سیاست‌گذاری استفاده نمایند. گردآوری مطالعات در این پژوهش کتابخانه‌ای، اسنادی و با استفاده از شبکه اینترنت است. اطلاعات مربوط به متغیر وابسته شدت انرژی و متغیرهای مستقل قیمت و میزان مصرف انرژی بخش کشاورزی شامل قیمت فرآورده‌های نفتی، قیمت برق (میلیون بشکه معادل نفت خام) از تراز انرژی کشور و سرمایه و نیروی کار از مرکز ملی آمار ایران تهیه شده است. داده‌ها از یک سری زمانی سی ساله (۱۳۹۵-۱۳۶۵) جمع‌آوری گردیده و به منظور تخمین مدل و انجام آزمون‌های ایستایی از نرم‌افزار اقتصاد سنجی Eviews و آزمون خودرگرسیون برداری استفاده شد.

نتایج برآورد

-آزمون ایستایی

در این مطالعه ایستایی متغیرها بررسی شد و نتایج نشان داد که تمامی متغیرها در سطح ایستا می‌باشند و نیازی به تفاضل‌گیری نمی‌باشد و آزمون‌های PP فیلیپس پرون و KPSS نیز آن را تایید نمودند.

جدول۱ - نتایج آزمون Kpss

متغیرهای مدل	آمارهLM	مقداربحرانی درسطح۰/۵	نتیجه
L	۰/۶۷	۰/۲۴	مانا
K	۰/۱۹	۰/۰۹	مانا
Ei	۰/۹	۰/۳	مانا
Pf	۰/۴۳	۰/۱۶	مانا
Pe	۰/۲۳	۰/۰۳	مانا
Ec	۰/۶۶	۰/۱۳	مانا

منبع:یافته‌های تحقیق

-آزمون همگرایی یوهانسون- جوسیلیوس

برای بررسی رابطه همبستگی بین متغیرهای مدل از آزمون Johnsen-Silios استفاده می‌شود. در این روش برای تعیین تعداد بردارهای انباشتگی از حداکثر مقدار ویژه (Maximum Eigenvalue) و آزمون Trace استفاده شد. این نتایج فرض می‌کنند که تکنیک Blanchard-Kova که همچنین هیچ هم‌جمعی ندارد، این فرضیه را تأیید می‌کند.

اگر: رد می‌شود و دارای بردار انباشتگی است. ⟸ قابل قبول ⟸prob < فرضیه صفر
prob> فرضیه صفر prob< Trace ⟸ فرضیه صفرد نشده

جدول ۳- نتایج آزمون هم انباشتگی جوهانسون –جوسیلیوس

فرضیه صفر	آزمون اثر Trace		آزمون حداکثر مقدار ویژه Maximum Eigenvalue		prob	
	مقدار بحرانی	مقدار آماره	مقدار بحرانی	مقدار آماره	آزمون حداکثر مقدار ویژه	آزمون اثر
بدون رابطه	۱۳۹/۲۷	۲۳۵/۹۹	۴۹/۵۸	۷۷/۶۹	۰/۰	۰/۰
حداقل یک رابطه	۱۰۷/۳۴	۱۵۸/۲۹	۴۳/۴۱	۶۶/۶۳	۰/۰	۰/۰
حداقل دو رابطه	۱۹/۳۴	۹۱/۶۶	۳۷/۱۶	۳۷/۴۹	۰/۰۴	۰/۰۴

منبع:یافته‌های تحقیق

-آزمون تعدادطول وقفه

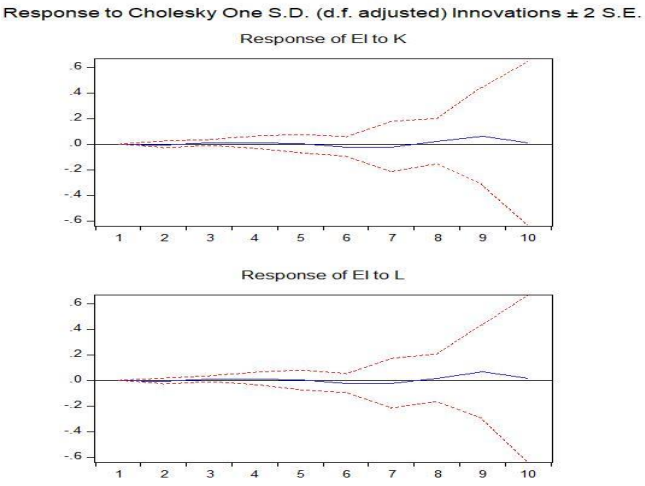
براساس آزمون تعیین فاصله بهینه در جدول ۲، فاصله بهینه با توجه به معیار آکائیک انتخاب می‌شود و به دنبال آن فاصله مطلوب دو است.

جدول ۲- نتایج آزمون تعیین وقفه بهینه الگوی VAR

s	HQ	SC	AIC
۰	۹۴,۱۶۶۸	۹۴,۳۹۳۳	۹۴,۰۶۳۳
۱	۸۷,۸۲۷۸	۸۹,۶۴۱۵	۸۷,۰۰۰
۲	۸۶,۸۶۰۵	۹۰,۲۶۰۶	۸۵,۳۱۰*

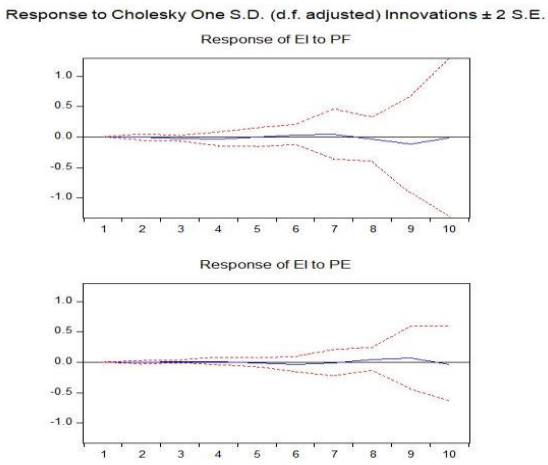
منبع: یافته‌های تحقیق

-توابع واکنش ضربه‌ای یا عکس العمل آنی



شکل ۱- عکس‌العمل شدت انرژی نسبت به تکانه وارده ازسوی سرمایه و نیروی کار

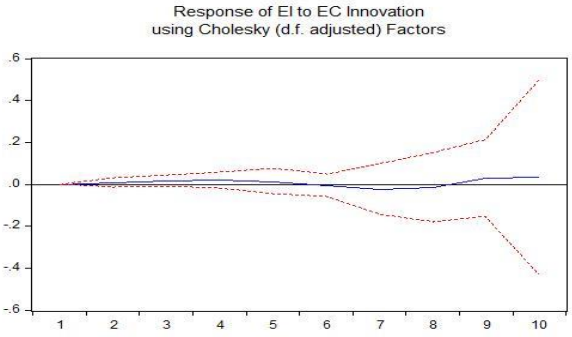
همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌گردد در دوره‌هایی با نوساناتی همراه بوده و با یک وقفه مثبت شده است و تا انتهای دوره روند مثبتی را طی نموده است. این بدان معنا است که افزایش متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی مصرفی منجر به افزایش تولید و در نتیجه کاهش شدت انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی شده و از سوی دیگر بهره‌وری سرمایه را به همراه دارد. و همچنین افزایش نیروی کار نیز به معنی آن است که دستمزدها افزایش یافته در نتیجه انگیزه برای کار بالا رفته و باعث افزایش ارتقای سطح سلامت و مهارت می‌شود در نتیجه بهره‌وری نیروی کار را افزایش می‌دهد.



شکل ۲- عکس‌العمل شدت انرژی نسبت به تکانه وارده ازسوی قیمت فرآورده‌های نفتی و برق

همان طورکه شکل۲ نشان می‌دهد شوکی که از سوی قیمت فرآورده‌های نفتی به شدت انرژی وارد می‌شود و باعث کاهش شدت انرژی و افزایش بهره‌وری انرژی شده است بنابراین از لحاظ آماری معنادار گشته و اثر مثبتی بر بهره‌وری انرژی بخش داشته است و برخلاف شکل فوق افزایش قیمت فرآورده‌های نفتی می‌تواند سبب ایجاد انگیزه صرفه‌جویی در مصرف انرژی و استفاده بهینه و کارآمد از آن و در نتیجه بهبود بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی نمود. قیمت برق همان‌طور که مشاهده می‌گردد با نوساناتی همراه است که می‌توان گفت تقریبابی اثر است که ناشی از سیاست‌های حمایتی و یارانه‌های پرداختی در استفاده از نیروی برق در این بخش

باشد. با افزایش قیمت برق مصرف کننده از جایگزین برق استفاده می‌کند.



شکل ۳- عکس‌العمل شدت انرژی نسبت به تکانه وارده ازسوی مصرف انرژی بخش کشاورزی

با مشاهده‌ی شکل می‌توان دریافت هر چه انرژی بیشتری مصرف شود شدت انرژی افزایش یافته است و بهروری کاهش یافته است. شدت انرژی همراه با نوسانات منفی از دوره هفتم تا نهم به همراه داشته و سپس تا انتهای دوره روندی مثبت را طی کرده است.

بحث و نتیجه‌گیری

این پژوهش با گردآوری داده‌های دوره زمانی سی ساله از سال ۱۳۶۵ تا ۱۳۹۵، اثرات شوک‌های قیمت فرآورده‌های نفتی و قیمت برق، نیروی کار و سرمایه را بر روی متغیر بهره‌وری انرژی بخش کشاورزی ایران تجزیه و تحلیل نمود. با توجه به شکل ۳ در این تحقیق مشخص شد مصرف انرژی دارای تاثیر قابل توجهی بر شدت انرژی بخش کشاورزی ایران در کوتاه مدت و بلند مدت بوده است. نتایج این پژوهش با یافته‌های Al-Mulali and Sab (2015), Lee and Chang(2007) و Tang and Tan (۲۰۱۵) همخوانی دارد. زیرا این بررسی‌ها نیز بر ارتباط مستقیم و نامستقیم و قابل توجه مصرف انرژی با بهره‌وری و ارزش افزوده کشاورزی تأکید داشتند. با این حال، نتایج این پژوهش نشان داده است که استفاده از برق در بخش کشاورزی ایران تغییر قابل توجهی نه در بلندمدت و نه در کوتاه مدت ایجاد نمی‌کند. این نتایج با نتایج بررسی‌های Ozturk(2010) Chandio et al (2001), Asghar (2008) و (۲۰۱۹) Aqeel and Butt سازگار نیست. ثاثیر مصرف دیگر انواع انرژی (فرآورده‌های نفتی و گاز طبیعی) در کشور نفت خیزی مانند ایران به دلیل ارزان بودن این انرژی‌ها بیشتر است.

با این حال، پژوهش کنونی مصرف فرآورده‌های نفتی را به عنوان عامل‌های تاثیرگذار در بلندمدت و کوتاه مدت نشان داد لذا این نتایج، با یافته‌های .Aleemran Ali (2021) Bianco (2018), Chandio et al (2019), Faridi and Murtaza (2013) همخوانی دارد. همچنین نتایج پژوهش حاضر نشان داد که متغیرهای دستمزد نیروی کار به ازای هر واحد انرژی (L)، موجودی سرمایه به ازای هر واحد انرژی (K) و با دو وقفه و مصرف انرژی و قیمت برق دارای تاثیر منفی بر شدت انرژی در نتیجه تاثیر مثبت بر بهره‌وری انرژی بخش کشاورزی داشته‌اند. همچنین متغیر قیمت فرآورده‌های نفتی با ضریب منفی ولی تاثیر معنی‌دار بر این متغیر داشته‌اند به گونه‌ای که باعث کاهش شدت انرژی و بهبود بهره‌وری شده است. نتایج مطالعه علی قنبری و همکاران در سال ۱۳۹۳ نیز با یافته‌های حاضر مشابهت داشته است. از این رو همه این یافته‌ها از حمایت نظری و کاربردی کافی برخوردار هستند. بنابراین، قابل توجیه و برابر با ادبیات موضوعی می‌باشند. در راستای نتایج به دست آمده از این پژوهش پیشنهاد می‌شود اجرای سیاست‌هایی مانند متناسب‌سازی تولیدها برابر با استانداردهای جهانی، ایجاد ساختارهای اداری کارا جهت بهره‌مندی از نیروی کار متخصص و مناسب برای امور سرمایه‌گذاری و حرکت به سمت واقعی‌سازی قیمت انرژی می‌تواند افزون بر کمک به کاهش شدت انرژی باعث افزایش بهره‌وری انرژی در این بخش شود. افزون بر این سیاست‌های انرژی که در بخش کشاورزی به سوخت‌های فسیلی وابسته است می‌توان به سمت استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر به

عنوان مثال: خورشید، باد و.. به عنوان منبع‌های انرژی اولیه توصیه شود. سیاست‌های مالیاتی و یارانه‌های مناسب برای ایجاد انگیزه در سرمایه‌گذاران و کشاورزان ارائه شود. از سوی دیگر با توجه به اینکه موثرترین عامل بازدارنده مصرف انرژی در بخش کشاورزی کاهش سطح زیر کشت می‌باشد، اعمال سیاست‌هایی که به طور همزمان به کاهش سطح زیر کشت و افزایش بهره‌وری می‌انجامد باعث می‌شود توسعه کشاورزی آسیب نبیند. با استفاده از رهنمودهای نظری و تجزیه و تحلیل این بررسی و ارزیابی، سیاست‌گذاران در ایران قادر خواهند بود سهم شکل‌های مختلف مصرف انرژی (فرآورده‌های نفتی و برق) را درک نموده و موقعیت‌های مناسب‌تری را برای توسعه و اجرای سیاست‌های بخش کشاورزی قرار دهند.

منابع

-Statistical Center of Iran (2022). Statistical Year Book, Annual GDP. Tang, C.F, Tan, B.W, 2015. The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam. Energy (79).

-Jlanxu, L et al (2021). Energy Efficiency, Energy Conservation and Determinants in the Agricultural Sector in Emerging Ecinimic, MDPI, 11*(8), 773*, https://doi.org/10.3390/agriculture11080773.

-Aleemran, R and Aleemran, Ali (2021). The Economic Factors Affecting the Value Added of Iran's Agricultural Sector. Agricultural Economics Research. 13(1).

-Ziaabadi M & Zare Mehrjerdi, M (2019). Factors Affecting Energy Consumption in the Agricultural Sector of Iran: The Application of ARDL-FUZZY. International Journal of Agricultural Management and Development, (4).

-Chandio, A.A, Jiang, Y, Rehman, A (2019). Energy consumption and agricultural economic growth in Pakistan: is there a nexus? Int. J. Energy Sector Manage. 13(3).

-Bianco, V (2018). Analysis of natural gas consumption in the Italian agricultural sector. Cifrovizaci agropromyxlennogo kompleksa 31, No.

-Tahir, M, Faiza, K (2017). Long Run Relationship between Energy Efficiency and Economic Growth in Pakistan: Time Series Data Analysis. FORMAN JOURNAL OF ECONOMIC STUDIES.

-Moghadasi, R & Anushe Pur A (2016). Energy consumption and total factor productivity growth in Iranian agriculture, Energy Reports, (2), https://doi.org/10.1016/j.egyr.2016.08.004.

-Tang, C.F, Tan, B.W (2015). The impact of energy consumption, income and foreign direct investment on carbon dioxide emissions in Vietnam Energy (79).

-Mohammadi, T, Nazeman, H & Nosratian Nasab, M (2013). Relationship between Economic Growth and Energy Consumption in Iran (Analysis of Linear and Non-linear Causality Models). IranianEnergy Economics.

-Faridi, M.Z, Murtaza, G (2013). Disaggregate energy consumption, agricultural output and economic growth in Pakistan. Pakistan Develop. Rev.

-Asghar, Z (2008). Energy-GDP relationship: a causal analysis for the five countries of South Asia. Appl. Econometr. Int. Develop. 8 (1)

-Lee, C.-C, Chang, C.-P (2007). The impact of energy consumption on economic growth: Evidence from linear and nonlinear models in Taiwan. Energy 32 (12).

-Aqeel, A, Butt, M.S (2001). The relationship between energy consumption and economic growth in Pakistan. Asia-Pacific Develop. J. 8 (2).

-Cleveland C.J., R. K. Kaufmann and D. Istern (2000). Aggregaation and the Role of Energy in the Economy, Ecological Economics, 2.

-Stern, D. I (1993). Energy Use and Economic Growth in the USA, A Multivariate Approach Energy, Economics.

-Schaefer, M.B (1954). Someaspect of the dynamics of population important to the management of the commercial marine fisheries, Bulletin of the inter American Tropical Tuna Commission.

-Revisited-Evidence from liner and Nonlinear Granger Causality, Energy Economic.

سلیمی، مسعود و همکاران (۱۴۰۱). بررسی اثر سرمایه انسانی و بهره‌وری نیروی کار بر مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد ایران، کنفرانس بین‌المللی و ملی مطالعات مدیریت، حسابداری و حقوق، دوره ۷.

ساسولی، محمدرضا و جم‌نیا، عبدالرشید (۱۳۹۸). بررسی عدم تقارن قیمت و بهره‌وری حامل‌های انرژی در بخش کشاورزی ایران، مجله بین‌المللی مدیریت و توسعه کشاورزی (۳)۹.

طرازکار، حسن و شیخ زین‌الدین، آذر (۱۳۹۸). اثرات نامتقارن شوک نفتی برقیمت محصولات کشاورزی: کاربرد رهیافت خودرگرسیو با وقفه‌های گسترده غیرخطی (NARDL)، فصلنامه علمی پژوهشی تحقیقات اقتصاد کشاورزی، (۴۱)۱۱.

عباسیان، مجتبی و همکاران (۱۳۹۸). بررسی کارایی و بهره‌وری در بخش کشاورزی نیوزلند، مجله بین‌المللی مدیریت و توسعه کشاورزی، (۳)۹.

ریاضی، مریم (۱۳۹۵). دهمین کنفرانس سالانه اقتصاد کشاورزی ایران.

عباسی، ابراهیم (۱۳۹۴). پیش‌بینی مصرف انرژی در بخش کشاورزی، پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی، (۳۲)۹.

فرجزاده، زکریا (۱۳۹۴). شدت انرژی در اقتصاد ایران: اجزا و عوامل تعیین‌کننده، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، (۱۵)۱۱.

قنبری، علی و همکاران (۱۳۹۳). بررسی عوامل موثر بر بهره‌وری انرژی در بخش گشاورزی ایران. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد کشاورزی.

شکیبایی، علیرضا و احمدلو، مجید (۱۳۹۰). بررسی رابطه بین مصرف حامل‌های انرژی در رشد زیر بخش‌های اقتصادی در ایران۱۳۸۶-۱۳۴۶، رهیافت تصحیح خطای برداری، مطالعات اقتصاد انرژی.

ابریشمی، حمید و همکاران (۱۳۸۹). رابطه قیمت و بهره‌وری انرژی در ایران: بررسی تجربی هم‌انباشتگی نامتقارن. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی. ۱۸(۲۲).

امینی، علیرضا و همکاران (۱۳۸۷). تحلیل عوامل موثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران. پژوهشنامه اقتصادی. ۹.

یادداشت

*Maximum Likelihood
Nointercepts and no trends
Restricted intercepts and no trends
Unrestricted intercepts and restricted trends
Unrestricted intercepts and restricted trends
Unrestricted intercepts and trends

Jlanxu & et al
Bernet & Wood
Denison
Stern
Stern and Cleveland
Ziaabadi
Phillips–Perron