

## تجزیه و تحلیل تغییرات بهره‌وری انرژی در ایران

اسفندیار جهانگرد\*

علی فریدزاد\*\*

جمال کاکائی\*\*\*

اکبر احمدی\*\*\*

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۳/۲۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۱۷

### چکیده

مقاله حاضر در پی پاسخ به این پرسش اساسی است که مهم‌ترین عامل تغییرات بهره‌وری انرژی در ایران طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ چیست؟ به همین منظور، بر مبنای سه جدول داده-ستانده متقارن فعالیت در فعالیت به قیمت ثابت «سال ۱۳۸۵ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی»، «سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران» و «جدول به‌هنگام شده سال ۱۳۹۴ با روش RAS» در چهارچوب روش‌شناسی مطالعه ژاکوب، تغییرات بهره‌وری انرژی به شش عامل «تغییرات ارزش افزوده»، «تغییرات مصرف انرژی»، «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی تقاضای نهایی» در سطح فعالیت‌های «کشاورزی»، «صنعت»، «برق»، «حمل و نقل» و «سایر خدمات» تجزیه شده است. نتایج، تغییرات ارزش افزوده برای بخش‌های یادشده، کاهش بهره‌وری انرژی را نشان می‌دهد. به بیان دیگر، بهره‌وری انرژی از محل ارزش افزوده، تأثیر منفی پذیرفته، در حالی که اثر تغییرات میزان مصرف انرژی فقط در بخش‌های کشاورزی و برق، کاهش و همچنین، اثرات سایر عوامل مورد بررسی بر بهره‌وری انرژی طی دوره مورد بررسی، تقریباً صفر بوده است.

طبقه‌بندی JEL: C67, F13, O1, O3, L16, N75

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری انرژی، تجزیه ساختاری، هدفمندی یارانه‌ها، جدول داده-ستانده

\*دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران jahangard@atu.ac.ir

\*\*دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

ali.faridzad@atu.ac.ir

\*\*\*پژوهشگر مرکز پژوهش‌های توسعه و آینده‌نگری، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

jamal.kakaie@gmail.com

\*\*\*استادیار، عضو هیئت علمی پژوهشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبایی، تهران، ایران

a.ahmadi@atu.ac.ir

# An Analysis of Productivity Changes in Energy Use in Iran over the Period 1385-1394

E. Jahangard\*  
A. Faridzad\*\*  
J. kakaie\*\*\*  
A. Ahmadi\*\*\*\*

Received Date: 9 June 2020

Accept Date: 7 August 2020

## Abstract

The present paper aims to identify the most important factor that explains productivity changes in energy use in Iran over the period of 1385-1394-. Towards this end, the authors have utilized three symmetric industry by industry input-output tables namely, IOT at 1385 constant prices introduced by research center affiliated to Iranian parliament, IOT at 1390 constant prices introduced by Iran's statistics center and the 1394- IOT updated by RAS method. Jacob (2003) attribute productivity Changes in energy use to six factors. The authors have applied the Jacob formula to decompose productivity changes into six cause factors namely, changes in value added, changes in energy consumption, changes in domestic energy supply, structural changes -technology factor, final demand changes, inter industry final demand changes pertaining to agricultural, industry, power, transportation and other service sectors. The results of this study reveal that productivity changes in energy use is negatively affected by value added changes while changes in energy consumption in agriculture and power sectors had a declining impact on productivity and the effect of other factors in productivity changes has been negligible over the period under study.

**JEL Classification:** C67, F13, O1, O3, L16, N75

**Keywords:** Energy Productivity, Structural Decomposition, Subsidy Targeting, Input-Output Table

---

\* Associated Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran  
jahangard@atu.ac.ir

\*\* Associated Professor of Economics, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran  
ali.faridzad@atu.ac.ir

\*\*\* Researcher of Development and Foresight Center, Tehran, Iran (Corresponding Author)  
jamal.kakaie@gmail.com

\*\*\*\* Faculty member of Economics Institute, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran  
a.ahmadi@atu.ac.ir

## مقدمه

اهمیت انرژی در دهه‌های اخیر به‌عنوان یکی از منابع طبیعی، به‌ویژه پس از شوک‌های نفتی در دهه ۱۹۷۰ میلادی، سبب شده است که این منبع، به‌عنوان یکی از عوامل تولید در کنار نیروی کار و سرمایه، مورد مطالعه قرار گیرد؛ زیرا افزایش مصرف انرژی‌های فسیلی امروزه علاوه بر پایان‌پذیر بودن آن، به‌مراتب نگرانی گسترده‌تری که ناشی از انتشار آلاینده‌های گازی است، ایجاد کرده که استفاده بهینه از آن، آثار زیست‌محیطی آن را کاهش می‌دهد. قابل توجه اینکه بالاترین میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، مربوط به انرژی‌های فسیلی بوده و همچنین، بیش از ۸۰ درصد گازهای گلخانه‌ای را دی‌اکسید کربن، تشکیل می‌دهد. امروزه با این واقعیت انکارناپذیر روبه‌رو هستیم که الگویی مشخص و واحد برای مصرف انرژی در ایران وجود ندارد و بیشتر به الگوهای قدیمی بسنده می‌شود<sup>۱</sup> که امروزه کارآمدی خود را از دست داده است<sup>۲</sup> و همین مسئله موجب شده تا شدت انرژی<sup>۳</sup> ایران از متوسط جهانی و کشورهای صنعتی بالاتر باشد. بر اساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی<sup>۴</sup> در سال ۲۰۱۵، برای هر واحد تولید ناخالص داخلی ایران بر اساس شاخص برابری قدرت خرید به قیمت ثابت سال ۲۰۱۱، به طور متوسط، ۲ برابر ژاپن، ۲/۵ برابر ترکیه و ۱/۷ برابر متوسط جهان، انرژی معادل بشکه نفت خام مصرف شده است.

ایران به‌عنوان یکی از کشورهای در حال توسعه، همواره تلاش کرده است با برنامه‌ریزی، سطح رفاه اجتماعی را بالا ببرد و در این میان، افزایش بهره‌وری انرژی<sup>۵</sup> همواره مورد توجه بوده است. از یک‌سو، می‌توان به سیاست‌های کلی نظام در حوزه انرژی در سال ۱۳۷۹ و اجرای برنامه هدفمندی یارانه‌های انرژی در سال ۱۳۸۹

۱. مومنی و همکاران (۱۳۹۶).

۲. در این ارتباط، می‌توان به شدت انرژی ایران به عنوان یکی از شاخص‌های بهره‌وری انرژی اشاره کرد که در سال ۲۰۱۵ بر مبنای شاخص برابری قدرت خرید، حدود ۱/۶۵ برابر متوسط جهانی بوده است. همچنین، ایران در همان سال در جایگاه هشتم جهان در انتشار دی‌اکسیدکربن ( $CO_2$ ) قرار دارد.

۳. شدت انرژی، میزان مصرف انرژی به ازای یک واحد محصول (تولید) را نشان می‌دهد (Bernt, 1999)

4. International Energy Agency

۵. در این مقاله، منظور از بهره‌وری انرژی، نسبت تولید به مصرف نهاده انرژی است (Nel & Vanzyl, 2010).

اشاره کرد. از دیگر سو، سیاست‌های بخش انرژی کشور، همواره یکی از موضوعات [محل بحث] کارشناسان این حوزه بوده است. نظر به اینکه از برنامه هدفمندی یارانه‌ها به عنوان یکی از مهم‌ترین برنامه‌های مهم در ارتباط اصلاحات ساختاری و الگوی مصرف انرژی یاد می‌شد،<sup>۱</sup> تحلیل و تجزیه عوامل مؤثر بر تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره<sup>۲</sup> ۱۳۹۴ - ۱۳۸۵ بر مبنای الگوی تجزیه ساختاری مدنظر قرار گرفته است که تا حد امکان، تأثیرات برنامه یاد شده، مورد بررسی قرار گیرد.

از این‌رو، مقاله حاضر درصدد پاسخ به این پرسش است که طی دوره ۱۳۹۴ - ۱۳۸۵ مهم‌ترین مؤلفه تغییرات بهره‌وری انرژی<sup>۳</sup> کدام است؟ به همین منظور، مقاله در پنج بخش ساماندهی شده است. چهارچوب نظری و مدل تحقیق، به ترتیب در بخش‌های اول و دوم ارائه شده‌اند؛ پایه‌های آماری و تجزیه و تحلیل نتایج، بخش‌های سوم و چهارم را شامل می‌شوند و بخش پنجم نیز به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

### ۱- مبانی نظری بهره‌وری انرژی

در نظریه‌های جدید رشد، علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در چهارچوب نظری اقتصاد کلان مطرح است و به عبارتی، تولید تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی تلقی می‌شود (آرمن و زارع، ۱۳۸۸)؛ به‌گونه‌ای که استرن (Stern, 1993) بیان می‌کند که در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی مهم‌ترین عامل بوده و نیروی کار و سرمایه، عوامل واسطه‌ای هستند؛ در حالی که به باور گروهی از اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند برنت و دنیسون، انرژی یک نهاده واسطه بوده و نقش کوچکی در تولید اقتصادی دارد (Stern, 1993).

استرن و کلوند (Stern & Cleveland, 2004) با استفاده از ادبیات تابع تولید نئوکلاسیکی، عواملی که می‌توانند رابطه میان مصرف انرژی و فعالیت بخش‌های

۱. یادداشت «ابعاد و نتایج طرح هدفمند کردن یارانه‌ها»، محمد صادق جنت، روزنامه شماره ۱۹۹۳ دنیای اقتصاد، مورخ ۲۴ دی ماه ۱۳۸۸.

۲. ذکر این نکته ضروری است در بخش تجزیه و تحلیل، به منظور امکان مقایسه قبل و بعد از برنامه هدفمندی یارانه‌ها، دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ به دو دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵ و ۱۳۹۴-۱۳۹۰ شکسته می‌شود.

۳. قابل توجه است که منظور از انرژی در این مقاله، گاز طبیعی (سبک)، گاز مایع، بنزین، نفت سفید، نفت گاز (گازوئیل) و نفت کوره (نفت سیاه) است.

اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهند را مورد بررسی قرار داده‌اند که تابع تولید پیشنهادی آنها به شرح زیر است:

$$Q = F(A, L, K, E)$$

که در آن،  $Q$  تولید ناخالص داخلی،  $A$  بهره‌وری (تکنولوژی) عوامل تولید،  $L$  نیروی کار،  $K$  سرمایه و  $E$  حامل‌های انرژی است.

هو و وانگ (Hu & Chang, 2006) بر این باور هستند که افزایش آلاینده‌های زیست‌محیطی، اهمیت بررسی و مطالعه بهره‌وری انرژی را در چند دهه اخیر بیش از پیش کرده است. از یک‌سو، بر اساس نظریه رشد استاندارد (سولو، ۱۹۵۶ و ۱۹۵۷)، تولید تابعی از سرمایه و نیروی کار در نظر گرفته می‌شود؛ در حالی که مهم‌ترین عامل رشد اقتصادی، عامل ناشناخته برونزا یعنی پیشرفت فناوری بوده و از سوی دیگر، بر اساس مطالعه آیریس (۱۹۹۸)، کارایی اقتصادی با پیشرفت‌های فناوری مرتبط است (راسخی و سلمانی، ۱۳۹۲).

نظر به اینکه مصرف انرژی، بزرگ‌ترین عامل ایجاد گازهای گلخانه‌ای و مشکلات زیست‌محیطی است و همچنین، فشارهای وارده بر محیط‌زیست در روند رشد و توسعه اقتصادی، مطالعه در خصوص مصرف انرژی به شکل کارایی انرژی، شدت انرژی و بهره‌وری انرژی در چند دهه اخیر افزایش یافته است؛ که در این میان، شاخص‌های شناخته شده‌ای درباره نحوه مصرف نهاده‌های انرژی وجود دارد، مانند شدت انرژی - میزان مصرف انرژی برای تولید یک واحد محصول - و بهره‌وری انرژی - نسبت تولید به مصرف نهاده انرژی - (شهابی‌نژاد، ۱۳۹۴).

بهره‌وری<sup>۱</sup> یکی از مفاهیم مهم در اقتصاد به شمار می‌آید که رابطه بین استفاده از عوامل تولید و محصول تولید شده را نشان می‌دهد. سازمان بین‌المللی کار<sup>۲</sup> بهره‌وری را این‌گونه بیان می‌کند: محصولات مختلف با ادغام چهار عامل اصلی تولید می‌شوند. این چهار عامل، عبارتند از زمین، سرمایه، کار و سازمان‌دهی. رابطه بازدهی تولید با یکی از این عوامل، مشخص‌کننده میزان بهره‌وری آن عامل است. سازمان همکاری اقتصادی و توسعه<sup>۳</sup> بهره‌وری را این‌گونه تعریف می‌کند: بهره‌وری، نسبت

۱. معادل واژه Productivity در زبان فارسی بهره‌وری تعریف شده است.

2. International Labor Organization (ILO)

3. Organization of Economic Cooperation and Development (OECD)

ستانده به یکی از عوامل تولید است. عوامل تولید ممکن است سرمایه، کار، مواد خام، انرژی و مواد دیگری باشد (تبریزی و ولیزاده زنوز، ۱۳۸۵).

آژانس بهره‌وری اروپا (EPA)<sup>۱</sup>، بهره‌وری را درجه استفاده مؤثر از هر یک از عوامل تولید می‌داند. به اعتقاد این آژانس، بهره‌وری پیش از هر چیز، یک دیدگاه فکری است و هدف آن، بهبود مستمر وضع موجود است. بنابراین، می‌توان گفت بهره‌وری برآیند اثربخشی و کارایی است. اثربخشی، انجام کارهای درست است و کارایی انجام درست کارها؛ بنابراین، بهره‌وری انجام درست کارهای درست است (جهانگرد، ۱۳۹۳). افزایش بهره‌وری، به دلیل به‌کارگیری بیشتر عوامل تولید و استفاده بهینه از منابع موجود، موجب رشد اقتصادی کشورها می‌شود. باگواتی (Bhagwati, 1993) خاطرنشان می‌سازد که عملکرد ضعیف هند قبل از دهه ۱۹۸۰، بیانگر کمبود پس‌اندازها نیست. بلکه فقدان بهره‌وری را منعکس می‌سازد و بهره‌وری را متأثر از چهارچوب سیاستی و ساختار انگیزشی می‌داند. از این‌رو، شناخت عوامل مؤثر رشد اقتصادی، عوامل تأثیرگذار بر این عوامل (رشد اقتصادی)، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است.

جرگنسون، برآورد بهره‌وری کل عوامل تولید در سطح کلان اقتصادی را به سه روش تقسیم می‌کند که هر کدام تحت فروض معینی قادر به محاسبه بهره‌وری کل هستند (Jorgenson; Ho; Samuels, & Stiroh, 2007). این سه روش عبارتند از:

روش اول: تابع تولید کل (APF)<sup>۲</sup>

1. European Productivity Agency

2. Aggregate Production Function

امامی میبیدی (۱۳۸۴)، بهره‌وری را به دو دسته تقسیم می‌کند که عبارتند از: بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کل. در ارتباط با بهره‌وری کل بر این باور است: تحلیل شاخص‌های بهره‌وری جزئی به تنهایی، می‌تواند گمراه‌کننده باشد، زیرا افزایشی در یک نسبت، ممکن است واقعاً نتیجه افزایش بهره‌وری نباشد؛ بلکه در اصل ممکن است ناشی از کاربرد نهاده دیگر باشد. بنابراین بهره‌وری افزایش یافته نیروی کار، ممکن است در حقیقت، نتیجه افزایش سرمایه یا افزایش نسبت  $\frac{K}{L}$  باشد. از طرف دیگر، شاخص‌های بهره‌وری جزئی عموماً شاخص‌های اربیبی از پیشرفت فنی هستند؛ زیرا اثر جایگزینی عوامل را توأم با آثار پیشرفت‌های فنون تولید به صورت یکجا در نظر می‌گیرند. اقتصاددانان در جستجوی عوامل راهبردی در توسعه اقتصادی تلاش کرده‌اند که آثار تغییرات فنی را جدا از آثار جایگزینی عوامل ارزیابی کنند که از تلاش‌های آنها شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید به‌وجود آمده است. از این‌رو شاخص‌های بهره‌وری کل به واسطه لحاظ داشتن اثرات متقابل و جایگزینی بین عوامل تولید از درجه اطمینان بیشتری نسبت به شاخص‌های

روش دوم: امکانات تولید مرزی (PPF)<sup>۱</sup>  
روش سوم: ادغام در سطح فعالیت‌ها (DAI)<sup>۲</sup>

هر یک از روش‌های فوق، تحت فروض مشخصی کار کرده و نتایج متفاوتی را حاصل می‌کنند. در میان آن‌ها<sup>۳</sup>، روش نخست با وجود تاریخچه طولانی خود، با محدودیت‌های بیشتری نیز مواجه است؛ که در این میان می‌توان به وجود توابع ارزش افزوده در سطح فعالیت‌ها، قیمت‌های نسبی و تحرک کامل عوامل تولید اشاره داشت. روش دوم نیز برای اولین بار توسط جرگنسون و همکاران (۱۹۹۶) معرفی شد که نسبت به روش نخست به مراتب محدودیت کمتری دارد و الزام وجود تابع ارزش افزوده را ندارد و لزومی به یکسان در نظر گرفتن قیمت تولیدات فعالیت‌ها نیست؛ ولی دارای فرض ساده یکسان در نظر گرفتن قیمت نهاده‌ها برای انواع فعالیت‌ها است.

استفاده از رویکرد داده-ستانده در محاسبه بهره‌وری عوامل تولید، در گروه سوم جای دارد و قادر است رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را در سطح بخش/فعالیت‌ها محاسبه و بخش‌های ضعیف و قوی را از منظر بهره‌وری دقیق شناسایی کند. ساختار اقتصادی از دیدگاه رشد اقتصادی، به اهمیت نسبی بخش‌ها در اقتصاد برحسب تولید و عوامل تولید مورداستفاده آنها اعم از عوامل واسطه و اولیه بر می‌شود و همچنین به نسبت‌های روابط تکنولوژیکی (فنی) که از تابع تولید استخراج می‌شود، مرتبط است. این موضوع در تحلیل‌های داده-ستانده با عنوان تجزیه رشد تولید یا «روش تجزیه ساختاری» آمده که سابقه طولانی دارد و اولین پژوهش به تلاش لئونتیف در تحلیل ساختار اقتصاد آمریکا برمی‌گردد. لئونتیف با استفاده از روش فوق، رشد ستانده را به عوامل مؤثر در آن تجزیه کرد. شایان توجه اینکه رویکرد لئونتیف مبنای تجزیه و تحلیل بهره‌وری کل عوامل تولید در ادبیات داده-ستانده قرار گرفته است (بزازان، ۱۳۹۰).

بهره‌وری جزئی برخوردارند. بهره‌وری کل از نسبت تولید به ترکیب وزنی عوامل تولید است. دشتی و همکاران (۱۳۸۸) روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری را غیرپارامتری و پارامتری عنوان می‌کنند.

1. Production Possibility Frontier
2. Direct Aggregation Across Industry

۳. برای اطلاعات بیشتر، به بزازان (۱۳۹۰) و کهنسال و حیات‌غیبی (۱۳۹۲) رجوع شود.

### ۱-۱- مروری بر مطالعات تجربی: کاربرد الگوی تحلیل تجزیه ساختاری

پژوهشگران اقتصادی به منظور سنجش دقیق و شناسایی هسته تغییرات، عموماً تمایل دارند عوامل (متغیرهای) تأثیرگذار و میزان اهمیت آنها را بر شاخص کلان اقتصادی مورد بررسی و مطالعه قرار دهند. به عنوان مثال، می‌توان تأثیر دو عامل تغییرات تکنولوژی و تقاضای نهایی در ستانده ناخالص را مورد سنجش قرار داد. به‌طورکلی، دو رهیافت برای تجزیه تغییرات ساختاری وجود دارد: نخست، اقتصادسنجی و دوم، الگوی داده - ستانده. رویکرد تجزیه ساختاری در الگوی داده - ستانده را می‌توان برای توضیح تغییرات متغیرهایی مانند ستانده، ارزش‌افزوده، بهره‌وری عوامل تولید و حجم واردات به کار برد؛ به‌طوری که طی دوره‌های اخیر در تجزیه و تحلیل تغییرات در بهره‌وری عوامل تولید، کاربرد وسیعی پیدا کرده است (جهانگرد و همکاران، ۱۳۹۸).

رویکرد تجزیه ساختاری در الگوی داده - ستانده، ابتدا توسط دیازنباخر و همکاران (Dietzenbacher et al., 2000) برای تجزیه تغییرات در رشد بهره‌وری نیروی کار در شش کشور اروپای غربی طی دوره ۱۹۸۵-۱۹۷۵ مورد استفاده قرار گرفت. آنها با استفاده از روش تجزیه ضربی<sup>۱</sup>، رشد بهره‌وری کل را به ضرب شش عامل تجزیه کردند. دو عامل از شش عامل فوق، به تغییر در سطح بهره‌وری نیروی کار برای هر بخش و هر کشور، دو عامل تغییر در سهم ستانده - تغییر در نیازهای واسطه‌ای و تقاضای نهایی - و دو عامل آخر هم به اثر تغییر در روابط تجاری مرتبط است.

در ادامه، ژاکوب (Jacob, 2003)، روش یادشده را با اندکی تغییر، برای تجزیه عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیروی کار اندونزی در دوره ۱۹۹۵-۱۹۷۱ استفاده می‌کند. تفاوت اصلی روش ژاکوب با دیازنباخر و همکاران، انتخاب وزن‌ها در معادلات تجزیه است.

هالکوس و تزریمیس (Halkos and Tzeremes, 2011) اثر مصرف انرژی بر کارایی اقتصادی را برای کشورهای اتحادیه اروپا طی دوره ۲۰۰۰-۱۹۸۰ را با به‌کارگیری مرزهای ناپارامتریک قوی شرطی و غیرشرطی و رگرسیون ناپارامتریک بررسی کردند



که نتایج مطالعه مزبور، حاکی از آن است که افزایش قابل ملاحظه مصرف انرژی، اثری منفی بر کارایی اقتصادی دارد.

ادوارد ولف (Wolff, 2007) عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) را برای بیش از ۴۰ گروه از صنایع آمریکا طی دوره ۱۹۸۰-۱۹۶۰ مورد بررسی قرار داد. ولف با بهره‌گیری از مدل‌های اقتصادسنجی داده‌های تابلویی و جداول داده-ستانده، تأثیرات فعالیت‌های تحقیق و توسعه و انواع سرمایه با فناوری‌های بالا بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را مورد سنجش قرار داد. نتایج مقاله یاد شده، حاکی از آن است که فعالیت‌های تحقیق و توسعه، اثر مثبتی بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید دارد.

هونما و هو (Honma & Hu, 2014)، بهره‌وری انرژی صنایع ۱۴ کشور صنعتی (توسعه یافته) را طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۵ با به‌کارگیری روش DEA مورد بررسی قرار دادند و نتایج مطالعه آنها نشان می‌دهد که بهبود بهره‌وری انرژی کشور ژاپن در مقایسه با سایر کشور، قابل توجه است.

وانگ و همکاران (Wang et al., 2012) با استفاده از شاخص TFE<sup>۱</sup>، کارایی انرژی صنایع ۳۰ استان کشور چین را طی دوره سال‌های ۲۰۰۹-۲۰۰۵ مقایسه کردند. نتایج مطالعه آنها، حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری ناکافی در فناوری و عدم دستیابی به بهترین مقیاس تولید، مهم‌ترین دلایل در عدم ارتقاء کارایی انرژی است.

هونما و هو (Honma & Hu, 2013)، کارایی انرژی اقتصاد ژاپن را در سطح ۱۷ فعالیت، برای دوره ۲۰۰۵-۱۹۹۸ با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها، مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های این پژوهش نشان داد بخش‌های شیمیایی، سیمان، سرامیک، فلزهای اصلی، صنایع کاغذ، کشاورزی، حمل و نقل و ارتباطات به‌مراتب بهره‌وری پایین‌تری دارند و در صنایع انرژی‌بر اقتصاد ژاپن، بهره‌وری انرژی نسبت به سایر عوامل تولید پایین‌تر است.

از جمله مطالعات دیگر این حوزه می‌توان به هونما و هو (Honma & Hu, 2009) و ژانگ و همکاران (Zhang et al., 2011) اشاره کرد.

---

1. Total-factor energy efficiency

مطالعات انجام شده در زمینه بهره‌وری و کارایی انرژی و به طور کلی بهره‌وری عوامل تولید در ایران را می‌توان به سه گروه کلی تقسیم کرد: نخست، مطالعات انجام شده با استفاده از روش‌های ناپارامتری مانند شاخص بهره‌وری متوسط یا روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، به بررسی ارزیابی کارایی انرژی پرداخته‌اند (گراوند و همکاران، ۱۳۹۲؛ فتحی و همکاران، ۱۳۹۶؛ بشیری و همکاران، ۱۳۸۷)؛ دوم، مطالعاتی که استفاده از رویکرد اقتصادسنجی انجام شده است (حقیقت و همکاران، ۱۳۹۳؛ قنبری و همکاران، ۱۳۹۲؛ فیض‌پور و شمس‌آبادی، ۱۳۹۵)؛ سوم، مطالعاتی که با استفاده از رویکرد داده - ستانده برای تجزیه و تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید و شدت انرژی، چه در سطح کل بخش‌های کلان و چه، یک بخش خاص مانند کشاورزی یا صنایع و تأثیر شدت انرژی بر مصرف انرژی (فریدزاد، ۱۳۹۴؛ محمودی و همکاران، ۱۳۹۶؛ لطفی و همکاران، ۱۳۹۷) بهره برده‌اند. به عنوان مثال، محمودی و همکاران (۱۳۹۶)، تأثیر شوک‌های شدت انرژی بر مصرف انرژی بخش‌های اقتصادی را مورد بررسی قرار داده‌اند که نتایج مطالعه نشان می‌دهد که بخش صنعت، بالاترین میزان وابستگی به بخش انرژی را داشته، به طوری که ۳ درصد از نهاده‌های مورد نیاز خود را از آن بخش تأمین می‌کند و پس از آن، بخش‌های خدمات و کشاورزی، به ترتیب، با تأمین ۱/۳ و ۱/۲ درصد از نهاده‌های خود از بخش انرژی، به این بخش وابستگی دارند.

از دیگر مطالعات داخلی با رویکرد داده- ستانده، می‌توان به مطالعه بزازان (۱۳۹۰) اشاره کرد. وی در مطالعه خود، به بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در سطح بخش‌های اقتصادی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۶۵ با تأکید بر عملکرد برنامه چهارم توسعه پرداخته است. وی بهره‌وری کل عوامل را به نهاده‌های نیروی کار، سرمایه و عوامل واسطه تولید تجزیه می‌کند. نتایج مطالعه مزبور، حاکی از هم‌جهت بودن رشد بهره‌وری کل عوامل و رشد بهره‌وری نیروی کار است.

قنبری و همکاران (۱۳۹۲)، با به‌کارگیری الگوی خودبازگشتی با وقفه‌های توزیعی (ARDL) و داده‌های سالیانه برای دوره زمانی ۱۳۸۶ - ۱۳۵۶ مهم‌ترین عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی را مورد بررسی قرار دادند که نتایج مطالعه آنها حاکی از آن است که متوسط سرمایه به ازای هر واحد انرژی، قیمت واقعی فرآورده‌های نفتی و نسبت برق از کل مصرف انرژی، تأثیر مثبت بر

بهره‌وری انرژی در کوتاه‌مدت داشته، همچنین در بلندمدت، متغیر سهم مصرف برق از کل مصرف انرژی، تأثیر مثبت و معنی‌داری بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی داشته است.

پدرام و همکاران (۱۳۹۴) در پژوهشی، اثرات تکانه‌های اقتصادی بر رشد بهره‌وری انرژی برای کشورهای صادرکننده نفت را طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۰ با استفاده از داده‌های تلفیقی<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار دادند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است متغیر قیمت انرژی و ارزش افزوده، بر نرخ رشد بهره‌وری انرژی، مثبت و معنادار بوده است؛ در حالی که متغیر سرمایه‌گذاری خالص، دارای اثر منفی و سهم ارزش افزوده، دارای بالاترین اثر مثبت بر نرخ رشد بهره‌وری بوده است.

لطفی و همکاران (۱۳۹۷) در مطالعه‌ای، عوامل مؤثر بر شدت انرژی در قالب آثار تولیدی، ساختاری، شدت انرژی بخشی، تغییرات تکنولوژی، تغییرات کارایی فنی، جانشینی نیروی کار با انرژی و جانشینی سرمایه با انرژی برای سه بخش صنعت، حمل و نقل و کشاورزی طی دوره زمانی ۱۳۹۱-۱۳۸۵ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که اثر جانشینی نیروی کار با انرژی، بیشترین سهم را در توضیح عوامل مؤثر بر شدت انرژی بخشی داشته است؛ در حالی که عامل تغییرات کارایی فنی، پایین‌ترین سهم را در توضیح رشد مصرف کل و شدت انرژی طی دوره مورد بررسی دارد. در این ارتباط می‌توان به مطالعه فریدزاد (۱۳۹۴) نیز اشاره کرد. از دیگر مطالعات داخلی که به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته است، می‌توان به مطالعه آرمن و تقی‌زاده (۱۳۹۲) اشاره کرد که با استفاده روش داده‌های ترکیبی تأثیر قیمت انرژی، تولید ناخالص داخلی و تکنولوژی را بر شدت انرژی برای دوره ۱۳۸۹-۱۳۷۴ مورد بررسی قرار دادند. نتایج مطالعه، حاکی از آن است که قیمت انرژی و سطح تکنولوژی، رابطه معکوسی با شدت انرژی دارند.

شهابی‌نژاد (۱۳۹۴) در مطالعه‌ای، به ارزیابی بهره‌وری انرژی در ایران و کشورهای منتخب در حال توسعه طی دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۷ پرداخته است که یافته‌های آن نشان می‌دهد، بالاترین میانگین بهره‌وری انرژی مربوط به کشورهای سوریه، قطر و یمن است؛ در حالی که کمترین میزان آن، مربوط به کشورهای عراق، عمان و بنگلادش است. همچنین، محاسبات مربوط به تجزیه بهره‌وری به عوامل تغییرات

1. Panel data

کارایی و تغییرات فنی کل عامل انرژی، نشان می‌دهد که عامل اصلی در تغییرات منفی شاخص مذکور، تغییرات منفی تکنولوژی بوده و جایگاه ایران در میان ۲۰ کشور بررسی شده، سیزدهم است.

سیر بررسی مطالعات داخلی، حکایت از آن دارد که مطالعه حاضر، از چند منظر نسبت به سایر مطالعاتی که تاکنون انجام شده، متفاوت بوده و از این منظر دارای نوآوری است:

الف) بررسی تغییرات بهره‌وری انرژی در سطح بخش‌های اقتصادی و تجزیه آن به عوامل مؤثر بر آن بر اساس رویکرد داده-ستانده، مورد توجه قرار نگرفته است. از این‌رو، در این مقاله درصدد هستیم، تغییرات بهره‌وری انرژی را بر اساس شش مؤلفه‌ای که پیش‌تر از نظر گذشت، مورد ارزیابی قرار دهیم.

ب) بررسی عوامل مؤثر بر تغییرات بهره‌وری انرژی و ارزش افزوده ایران، قبل و بعد از برنامه هدفمندی یارانه‌ها<sup>۱</sup> نیز مورد نظر بوده است.

## ۲- روش تحقیق

بهره‌وری به‌عنوان یکی بنیانی‌ترین عوامل افزایش رقابت و رشد اقتصادی، همواره مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است. یکی از چارچوب‌های مهم در متون اقتصادی برای شناسایی مؤلفه‌هایی که بهره‌وری از آنها تأثیر می‌پذیرد، روش تحلیل تجزیه ساختاری است که بر پایه کارهای هالیس چنری و واتانابه (Chenry and Watanabe, 1958) در اقتصاد رواج یافت. یکی از معمول‌ترین کاربردهای تجزیه متغیرها، انجام محاسبات لازم برای تفسیر تجزیه تغییر ساختاری میان دو دوره زمانی در ستانده است (جهانگرد، ۱۳۹۳).

ژاکوب (Jacob, 2003) به منظور تجزیه تغییرات بهره‌وری نیروی کار به عامل تعیین‌کننده آن، از ساختار تجزیه ضربی<sup>۱</sup> بهره برد، از این‌رو، مقاله حاضر با بهره-

۱. از آنجایی که جدول سال ۱۳۹۴ به‌هنگام شده سال ۱۳۹۰ است و فرض اصلی در روش‌های به‌هنگام‌سازی ثبات تکنولوژی بین سال مبدأ و مقصد می‌باشد، امکان دارد، این پرسش مطرح شود که با فرض ثبات تغییرات فنی طی این دوره، چگونه می‌توان تغییرات بهره‌وری را مورد سنجش قرار داد؟ با علم به این موضوع، چون تغییرات ساختاری فقط یکی از مؤلفه‌های مؤثر بر تغییرات بهره‌وری است و در این مقاله علاوه بر این مؤلفه، پنج مؤلفه دیگر نیز مورد سنجش قرار می‌گیرند، بنابراین، می‌توان ادعا کرد که برنامه هدفمندی یارانه‌ها می‌تواند از طریق تغییر سایر ملفه‌ها بر بهره‌وری اثرگذار باشد.

گیری از روش یاد شده، بهره‌وری انرژی را به اثر شش عامل «تغییرات ارزش افزوده»، «تغییرات مصرف انرژی»، «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی تقاضای نهایی» تجزیه می‌نماید. روش مذکور به شرح ذیل است. در این خصوص، در قالب الگوی داده - ستانده، بردار ارزش افزوده را می‌توان به شرح ذیل نشان داد:

$$V = \hat{V}(I - A)^{-1} BF \quad (1)$$

رابطه (۱)، بردار ارزش افزوده را بر اساس ماتریس معکوس لئونتیف، ماتریس تقاضای نهایی نرمال شده و بردار تقاضای نهایی، نشان می‌دهد.

N: تعداد بخش‌های اقتصادی؛

V: بردار ارزش افزوده (n×1)؛

$\hat{V}$ : ماتریس قطری (n × n) با درایه‌های  $v_i$  (نسبت ارزش افزوده به ستانده بخش i)؛

E: بردار مصرف انرژی (n×1)؛

$\hat{E}$ : ماتریس قطری (n × n) با درایه‌های  $e_i$  (نسبت مصرف انرژی به ستانده بخش i)؛

A: ماتریس ضرایب فنی (n × n) با عناصر  $a_{ij}$ ؛

$\hat{A}$ : ماتریس ضرایب فنی (n × n) با عناصر  $a_{ij}$  بر اساس جدول کل (مبادلات داخلی و واردات)؛

۱. در خصوص مفهوم تجزیه ضربی، باید به این نکته توجه شود که رهیافت تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) را می‌توان به فرم ریاضی ضربی یا جمعی ارائه کرد. در فرم تجزیه جمعی، تفاوت دو شاخص (I) در بین دو زمان (مثلاً t و t-1) به عوامل تعیین‌کننده آن، تجزیه می‌شود:

$$I^t - I^{t-1} = \dots + \text{اثر عامل دوم} + \text{اثر عامل اول}$$

در فرم تجزیه ضربی رشد نسبی یک شاخص I به عوامل تعیین‌کننده آن تجزیه می‌شود؛ یعنی:

$$\dots * \text{اثر عامل دوم} * \text{اثر عامل اول} = \frac{I^t}{I^{t-1}}$$

انتخاب تجزیه ضربی یا جمعی به هدف پژوهشگر وابسته است. تجزیه جمعی معمولاً پیچیده‌تر از تجزیه ضربی است و از آنجایی که عوامل تعیین‌کننده در تجزیه ضربی به یک نرمال می‌شوند، تفسیر و تحلیل آنها ساده‌تر است (Hoekstra and Van der Bergh, 2003). در مطالعه دیازنباخر و همکاران (Dietzenbacher et al., 2000) و ژاکوب (Jacob, 2003) نیز از تجزیه ضربی استفاده شده است.

I: ماتریس یکه  $(n \times n)$ ، با درایه‌های یک در قطر اصلی و صفر برای عناصر دیگر؛  
 B: ماتریس تقاضای نهایی نرمال شده  $(n \times k)$  که هر درایه آن، از تقسیم عنصر متناظر در ماتریس تقاضای نهایی بر جمع ستون مرتبط به دست می‌آید؛  
 $\hat{B}$ : ماتریس تقاضای نهایی نرمال شده  $(n \times k)$  کل (مبادلات داخلی و واردات)، که هر درایه آن، از تقسیم عنصر متناظر در ماتریس تقاضای نهایی بر جمع ستون مرتبط به دست می‌آید؛

F: بردار تقاضای نهایی  $(k \times 1)$  که شامل جمع مصرف، تشکیل سرمایه ناخالص، موجودی انبار و صادرات برای هر ستون است؛

U: بردار  $(n \times 1)$  نسبت ستانده بر عرضه کل (ستانده و واردات)؛

$\hat{U}$ : ماتریس قطری  $(n \times n)$  با درایه‌های  $u_i$  روی قطر اصلی و صفر برای عناصر دیگر؛  
 P: بهره‌وری انرژی (نسبت ارزش افزوده به میزان مصرف انرژی).

با توجه به روابط فوق، می‌توان بردار ارزش افزوده را به شرح ذیل نیز تعریف کرد:

$$V = \hat{V} (I - \hat{U}A)^{-1} \hat{U}BF \quad (2)$$

بر اساس معادله فوق، تغییرات در ارزش افزوده بین دو دوره صفر و یک<sup>۱</sup> را

می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{V_1}{V_0} = \Delta V = \frac{\hat{V}_1(I - \hat{U}_1A_1)^{-1} (\hat{U}_1B_1)F_1}{\hat{V}_0(I - \hat{U}_0A_0)^{-1} (\hat{U}_0B_0)F_0} \quad (3)$$

به طور مشابه، می‌توان برای تغییرات مصرف انرژی میان دو دوره صفر و یک نیز

نوشت:

$$\frac{E_1}{E_0} = \Delta E = \frac{\hat{E}_1(I - \hat{U}_1A_1)^{-1} (\hat{U}_1B_1)F_1}{\hat{E}_0(I - \hat{U}_0A_0)^{-1} (\hat{U}_0B_0)F_0} \quad (4)$$

شاخص‌های زیر نیز تعریف می‌شوند:

$$L_0 = [I - (\hat{U}_0A_0)]^{-1}$$

$$L_1 = [I - (\hat{U}_1A_1)]^{-1}$$

$$L_{01} = [I - (\hat{U}_0A_1)]^{-1}$$

$$L_{10} = [I - (\hat{U}_1A_0)]^{-1}$$

تجزیه تغییرات ارزش افزوده طی دو دوره به شرح ذیل است؛<sup>۱</sup>

۱. لازم به ذکر است، زیرنویس «صفر» برای سال مبدأ و «یک» برای سال مقصد است. به عنوان مثال، برای

دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵، زیرنویس «صفر» برای سال ۱۳۸۵ و «یک» برای سال ۱۳۹۴ است.

(۵)

$$\Delta V = \left( \frac{\hat{V}_1 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{V}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{V}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0} \right) \left( \frac{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0} \right)$$

با توجه به روابط فوق، تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی، به صورت زیر نوشته می‌شود:

$$\frac{P_1}{P_0} = \frac{V_1}{E_1} \div \frac{V_0}{E_0} = (A) \times (B) \times (C) \times (D) \times (E) \times (F) \quad (6)$$

به بیان دیگر داریم:

$$\frac{P_1}{P_0} = \left( \frac{\hat{V}_1 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \times \left( \frac{\hat{E}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{E_1 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \times \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{E_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \right] \times \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{E_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \right] \times \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0}{E_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0} \right) \right]$$

هرکدام از نسبت‌های فوق، اثرات تغییر یک عامل بر بهره‌وری را نشان می‌دهند.

$$(A) = \left( \frac{\hat{V}_1 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \quad (7)$$

(A): نشان‌دهنده اثر ناشی از تغییر در ارزش افزوده است که می‌تواند ناشی تغییرات سازمانی و روابط میان صنایع باشد. به بیان دیگر، افزایش ارزش افزوده که صورت کسر را شامل می‌شود، موجب افزایش بهره‌وری است.

$$(B) = \left( \frac{\hat{E}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{E_1 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \quad (8)$$

(B): بیان‌کننده اثر ناشی از تغییر در مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید ناخالص (سرانه مصرف) است. میزان مصرف انرژی، مخرج کسر معادله بهره‌وری بوده که

۲. تجزیه تغییرات ارزش افزوده به پنج عامل «تغییرات میزان ارزش‌افزوده»، «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی تقاضای نهایی»

تغییرات آن، بیانگر تغییر در میزان انرژی لازم به ازای تولید هر واحد ارزش افزوده است.

$$(C) = \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{E_0 L_1 \hat{U}_1 \hat{B}_1 F_1} \right) \right] \quad (9)$$

(C): اثرات تولید داخلی، اثر تولید داخلی از نهاده واسطه و تقاضای نهایی به جای واردات از دنیای خارج را نشان می‌دهد. به بیان دیگر، حاکی از آن است که در صورتی تقاضای واسطه و نهایی از طریق بخش عرضه کشور تأمین شود، چه تأثیری بر روی بهره‌وری انرژی خواهد گذاشت.

$$(D) = \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{E_0 L_{01} \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \right] \quad (10)$$

(D): اثرات تغییر در ساختار درون صنعتی (تغییرات ساختاری)، به طور معمول اثرات تغییرات تکنولوژی را بازگو می‌کند.

$$(E) = \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_1} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_1}{E_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \right] \quad (11)$$

(E): اثرات تغییر در مصرف بخشی هر یک از گروه‌های تقاضای نهایی را نشان می‌دهد. تغییر در اجزای تقاضای نهایی، به طور مستقیم موجب تغییر در ارزش افزوده خواهد شد<sup>۱</sup> و هرگونه تغییر در ارزش افزوده، موجب تغییر بهره‌وری خواهد شد.

$$(F) = \left[ \left( \frac{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_1}{\hat{V}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0} \right) \left( \frac{\hat{E}_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_0 F_0}{E_0 L_0 \hat{U}_0 \hat{B}_1 F_1} \right) \right] \quad (12)$$

(F): اثرات تغییر در ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی را ترسیم می‌کند. همان‌طور که پیش‌تر اشاره شد، تغییرات اجزای تقاضای نهایی با ایجاد تغییر در ارزش افزوده، بر روی بهره‌وری تأثیر خواهد گذاشت.

۱. برای آشنایی با فرایند بررسی اثرات تقاضای نهایی بر روی ارزش افزوده، به روش کلاین (۱۹۸۳) رجوع شود. این روش به طور مفصل در کتاب «تحلیل‌های داده- ستانده: فناوری، برنامه‌ریزی و توسعه»، نوشته اسفندیار جهانگرد ارائه شده است.



## ۲-۱- پایه‌های آماری

نظر به اینکه سنجش تغییرات بهره‌وری نیازمند رویکرد تحلیل ایستای مقایسه‌ای است<sup>۱</sup>، به همین منظور، باید جداول مورد استفاده بر مبنای قیمت‌های یک سال (به قیمت ثابت) مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرند. از این‌رو، جداول سال ۱۳۸۵ و ۱۳۹۴ به ترتیب، بر پایه قیمت‌های سال ۱۳۹۰ موزون و تعدیل شده‌اند. جداول مورد استفاده برای سال‌های مختلف، به ترتیب عبارتند از: جدول سال ۱۳۸۵ به قیمت ثابت<sup>۲</sup> سال ۱۳۹۰ مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، جدول متقارن فعالیت در فعالیت مرکز آمار ایران سال ۱۳۹۰ و جدول به‌هنگام شده سال ۱۳۹۴ به روش RAS بر پایه جدول سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران.<sup>۳</sup>

قابل توجه است که آمارهای مصرف انرژی از ترازنامه هیدروکربوری مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی و طرح آمارگیری از معادن در حال بهره‌برداری کشور مرکز آمار ایران استخراج شده است. درنهایت برای سادگی محاسبات، جداول و آمارهای مصرف انرژی در قالب پنج بخش «کشاورزی»، «صنعت و معدن»، «برق»، «حمل و نقل» و «سایر خدمات»<sup>۴</sup> جمع شده‌اند.

## ۳- یافته‌ها و تجزیه و تحلیل نتایج

همان‌طور که پیش‌تر از نظر گذشت، مقاله حاضر در پی پاسخ به این پرسش است که مهم‌ترین عامل تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره (۱۳۸۵-۱۳۹۴) چیست؟ همان‌طور که از نظر گذشت، به منظور سنجش چگونگی تغییرات قبل و بعد از برنامه هدفمندی یارانه‌ها، دوره فوق‌الذکر به دوره (۱۳۸۵-۱۳۹۰) و (۱۳۹۴-۱۳۹۰)

۱. به طور کلی، سه دلیل جدول به قیمت ثابت مورد استفاده قرار می‌گیرند: نخست، امکان تعبیر و تفسیر ضرایب فنی بر اساس کمیت؛ دوم، استفاده از جداول به عنوان جزئی از نظام آماری شاخص قیمت و مقدار؛ و سوم، استفاده از جداول در قالب رویکرد ایستای مقایسه‌ای در تحلیل‌های ساختار اقتصادی، منابع حسابداری رشد، تغییرات بهره‌وری و غیره.

۲. مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، بر اساس جدول داده - ستانده آماری سال ۱۳۸۰ مرکز آمار ایران، جدول به‌هنگام شده سال ۱۳۸۵ را استخراج کرده و این جدول بر اساس قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ است.

۳. جدول سال ۱۳۹۴ توسط نویسندگان مقاله بر اساس جدول داده - ستانده و شاخص قیمت‌های سال ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران با استفاده از روش راس (RAS) به‌هنگام شده است.

۴. خدمات بجز حمل و نقل.

شکسته می‌شود. در جدول ۱، تغییرات بهره‌وری در سطح بخش‌های اقتصادی آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، بهره‌وری کل انرژی در دوره ۱۳۹۴-۱۳۹۰ مثبت بوده، ولی در دو دوره دیگر، یعنی (۱۳۹۰-۱۳۸۵) و (۱۳۹۴-۱۳۸۵) منفی بوده است.

طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰، تغییرات ارزش افزوده و مصرف انرژی، فزاینده بوده و به دلیل افزایش بیشتر مصرف انرژی، بهره‌وری کاهش یافته است. با وجود این، طی دوره دوم یعنی (۱۳۹۴-۱۳۹۰)، با توجه به اینکه کاهش مصرف انرژی از کاهش ارزش افزوده بیشتر بوده، تغییرات بهره‌وری مثبت بوده است.

بررسی تغییرات بهره‌وری انرژی در سطح بخش‌های اقتصادی، نشان می‌دهد که فقط بخش «سایر خدمات»، طی سه دوره مورد بررسی، تغییرات بهره‌وری آن، صعودی بوده، در حالی که بهره‌وری انرژی در بخش حمل و نقل طی هر سه دوره، کاهش یافته است. در میان بخش‌های اقتصادی، تغییرات بهره‌وری (مثبت) قابل توجه، به ترتیب، مربوط به بخش «سایر خدمات» و «صنعت و معدن» است.

جدول ۱: تغییرات ارزش افزوده، مصرف انرژی و بهره‌وری انرژی (درصد)

بخش	ارزش افزوده			مصرف انرژی			بهره‌وری		
	۸۵-۹۰	۹۰-۹۴	۸۵-۹۴	۸۵-۹۰	۹۰-۹۴	۸۵-۹۴	۸۵-۹۰	۹۰-۹۴	۸۵-۹۴
کشاورزی	(۱۰)	۱۲	۱	۸	۶	۱۵	(۱۷)	۶	(۱۲)
صنعت و معدن	۴۳	(۱۶)	۲۰	۴۸	(۳۲)	۱	(۳)	۲۴	۲۰
برق	(۹۶)	۴۳۲	(۷۷)	۲۶	۲۰	۵۰	(۹۷)	۳۴۵	(۸۵)
سایر خدمات	۲۰	۸	۲۹	(۱۰)	۱	(۱۰)	۳۴	۷	۴۳
حمل و نقل	۸	(۱)	۷	۱۰	۱۵	۲۷	(۲)	(۱۴)	(۱۶)
کل	۲۵	(۳/۸)	۲۱	۲۷	(۴/۵)	۲۲	(۲)	۱	(۱)

مأخذ: محاسبات پژوهش

نظر به اینکه ارزش افزوده، یکی از مهم‌ترین عوامل تغییرات بهره‌وری انرژی است، در این بخش، تلاش می‌شود تا تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ به پنج عامل شامل «تغییرات میزان ارزش افزوده»، «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات ترکیب درون بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات کلان (تجمع) گروه‌های تقاضای نهایی» تجزیه شود.

جدول ۲، نتایج تجزیه تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵ را نشان می‌دهد. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، کاهش ارزش افزوده بخش برق، ناشی از عامل اول (تغییرات سهم ارزش افزوده تولید) و عامل سوم (تغییرات ساختاری اقتصاد) بوده است. در حالی که کاهش ارزش افزوده بخش کشاورزی طی همین دوره، ناشی از تمامی عوامل مورد بررسی به جز عامل دوم (تغییرات عرضه داخلی) است. به بیان دیگر، تنها اثر تغییرات تولید داخلی بر روی نهاده‌های واسطه و تقاضای نهایی به جای واردات از دنیای خارج، باعث افزایش ارزش افزوده بخش کشاورزی شده است.

جدول ۲: تجزیه تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵

عامل بخش	کل <sup>۲</sup>	عامل (۱)	عامل (۲)	عامل (۳)	عامل (۴)	عامل (۵)
کشاورزی	۰/۸۸۶	۰/۹۳۲	۱/۱۷۹	۰/۹۰۷	۰/۹۱۲	۰/۹۷۵
صنعت و معدن	۱/۴۳۳	۰/۹۲۵	۱/۵۲۰	۱/۰۵۴	۱/۱۲۶	۰/۸۵۹
برق	۰/۰۴۴	۰/۰۳۹	۱/۱۸۲	۰/۹۱۷	۰/۸۸۳	۱/۱۷۲
سایر خدمات	۱/۲۰۲	۰/۹۸۶	۱/۱۱۳	۱/۰۴۳	۰/۸۸۶	۱/۱۸۶
حمل و نقل	۱/۰۹۳	۰/۹۹۶	۱/۳۳۹	۱/۰۳۲	۰/۸۲۶	۰/۹۶۲

مأخذ: محاسبات پژوهش

- ترتیب فاکتور (عامل)ها به شرح ذیل است:  
- تغییرات میزان ارزش افزوده، تغییرات عرضه داخلی، تغییرات ساختاری (تکنولوژی)، تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی و تغییرات ترکیب درون گروه‌های تقاضای نهایی. منظور از عامل دوم، سنجش اثرات تغییرات تولید داخلی بر روی نهاده‌های واسطه و تقاضای نهایی، به جای واردات از دنیای خارج است.
- اعداد بیشتر (کمتر) از (۱)، نشان دهنده اثرگذاری مثبت (منفی) است. به بیان دیگر، در صورتی عدد حاصل کمتر از یک باشد، یعنی فاکتور مورد بررسی موجب کاهش ارزش افزوده شده است. این مهم در ارتباط با بهره‌وری نیز که در ادامه، مورد بررسی قرار می‌گیرد، صادق است.

بررسی تجزیه تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۹۰، حاکی از آن است که اثرات سه عامل «تغییرات سهم ارزش افزوده»، «تغییرات ساختاری اقتصاد» و «تغییرات کلان گروه‌های تقاضای نهایی» کاهنده بوده‌اند؛ در حالی که در بخش حمل و نقل، به‌جای عامل سوم (تغییرات ساختاری اقتصاد)، عامل چهارم (تغییرات ترکیبات درون بخشی تقاضای نهایی)، موجب تعدیل ارزش افزوده شده‌اند. قابل توجه است، اثرات عامل «تغییرات کلان گروه‌های تقاضای نهایی» بر روی ارزش افزوده در سطح تمام بخش‌ها طی دوره مورد بررسی، منفی بوده است.

جدول ۳: تجزیه تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۹۰

عامل بخش	کل	عامل (۱)	عامل (۲)	عامل (۳)	عامل (۴)	عامل (۵)
کشاورزی	۱/۱۳۷	-۰/۹۵۰	۱/۱۰۳	۱/۲۶۳	-۰/۹۲۸	-۰/۹۲۶
صنعت و معدن	۰/۸۴۱	-۰/۹۳۸	۱/۰۶۰	-۰/۸۸۴	۱/۰۱۷	-۰/۹۴۱
برق	۵/۲۰۳	۴/۲۳۹	۱/۰۴۸	۱/۲۸۱	۱/۰۰۰	-۰/۹۱۴
سایر خدمات	۱/۰۷۷	-۰/۹۷۸	۱/۰۳۴	۱/۲۴۵	-۰/۹۸۷	-۰/۸۶۷
حمل و نقل	-۰/۹۷۹	-۰/۹۵۳	۱/۰۷۷	۱/۰۴۳	-۰/۹۸۹	-۰/۹۲۵

مأخذ: محاسبات پژوهش

در جدول ۴، تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ ملاحظه می‌شود. همان‌طور که در جدول ۱ ارائه شد، طی دوره یاد شده، از میان بخش‌های مورد بررسی، بخش برق با رشد منفی مواجه بوده است. از طرف دیگر، تجزیه تغییرات ارزش افزوده بخش یاد شده، حاکی از آن است که اثرات سه عامل «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری اقتصاد» و «تغییرات کلان گروه‌های تقاضای نهایی»، فزاینده بوده است. به بیان دیگر، دو عامل «تغییرات سهم ارزش افزوده» و «تغییرات ترکیبات درون بخشی تقاضای نهایی»، موجب منفی شدن تغییرات یاد شده هستند. اثرات تولیدات داخلی (عرضه داخلی) بر روی نهاده‌های واسطه و تقاضای نهایی به‌جای واردات از دنیای خارج، موجب افزایش ارزش افزوده تمام بخش‌های اقتصادی شده است.

جدول ۴: تجزیه تغییرات ارزش افزوده طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵

فاکتور بخش	کل	عامل (۱)	عامل (۲)	عامل (۳)	عامل (۴)	عامل (۵)
کشاورزی	۱/۰۰۸	۰/۸۸۵	۱/۲۶۳	۱/۱۸۴	۰/۸۲۵	۰/۹۲۲
صنعت و معدن	۱/۲۰۴	۰/۸۶۷	۱/۵۶۹	۰/۹۵۸	۱/۱۱۲	۰/۸۳۱
برق	۰/۲۳۰	۰/۱۶۷	۱/۳۱۴	۱/۱۱۳	۰/۸۹۸	۱/۰۴۸
سایر خدمات	۱/۲۹۵	۰/۹۶۴	۱/۲۰۱	۱/۲۴۹	۰/۹۰۸	۰/۹۸۷
حمل و نقل	۱/۰۷۰	۰/۹۴۹	۱/۴۹۷	۱/۰۴۱	۰/۸۰۰	۰/۹۰۴

مأخذ: محاسبات پژوهش

در جدول ۵، تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۰-۱۳۸۵ ارائه شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، تأثیر چهار عامل - «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی» - بر تغییرات بهره‌وری انرژی، صفر است.<sup>۱</sup> به بیان دیگر، دو عامل «تغییرات ارزش افزوده» و «تغییرات سرانه مصرف انرژی» بر تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره مورد بررسی، اثرگذار بوده‌اند. همان‌طور که پیش‌تر گفته شد، بهره‌وری انرژی در تمامی بخش‌های اقتصادی مورد بررسی به‌جز بخش «سایر خدمات»، کاهش یافته و افزایش بهره‌وری یاد شده، از محل افزایش کاهش مصرف انرژی بوده، کاهش سرانه مصرف انرژی در بخش صنعت و معدن نیز موجب افزایش بهره‌وری شده است.

۱. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، اعداد مربوط به چهار عامل «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی» در هر سه جدول، ۵، ۶ و ۷، برابر یک (۱) است. ذکر این نکته ضروری است که عدد یک (۱)، نشان‌دهنده عدم تأثیر (مثبت/ منفی) عامل‌های یاد شده طی ادوار مورد بررسی است.

جدول ۵: تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰

بخش / فاکتور <sup>۱</sup>	کل	عامل (۱)	عامل (۲)	عامل (۳)	عامل (۴)	عامل (۵)	عامل (۶)
کشاورزی	۰/۸۲۰	۰/۹۳۲	۰/۸۸۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
صنعت و معدن	۰/۹۶۸	۰/۹۲۵	۱/۰۴۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
برق	۰/۰۳۵	۰/۰۳۹	۰/۸۹۲	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
سایر خدمات	۱/۳۳۷	۰/۹۸۶	۱/۳۵۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
حمل و نقل	۰/۹۹۲	۰/۹۹۶	۰/۹۹۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

مأخذ: محاسبات پژوهش

نظر به اینکه در نیمه دوم سال ۱۳۸۹، برنامه هدفمندی یارانه‌ها اجرا شد و فاز دوم برنامه مذکور نیز در سال ۱۳۹۳ به اجرا گذاشته شد، از این‌رو، انتظار می‌رود که ترکیب تأثیرگذاری عوامل مؤثر بر بهره‌وری نیز در مقایسه با دوره قبل متفاوت باشد؛ ولی همان‌طور که در جدول ۶ مربوط به تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۹۰ نشان داده شده، تغییرات بهره‌وری انرژی طی این دوره نیز همانند دوره ۱۳۸۵-۱۳۹۰ صرفاً متأثر از دو عامل تغییرات سرانه مصرف انرژی<sup>۲</sup> و تغییرات ارزش افزوده است. تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره یادشده در تمامی بخش‌های اقتصادی مورد بررسی به‌جز بخش حمل و نقل، مثبت بوده است.

۱. ترتیب فاکتور (عامل)ها به این شرح است: «تغییرات میزان ارزش‌افزوده»، «تغییرات سرانه مصرف انرژی»، «تغییرات عرضه داخلی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهام) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی».

۲- قابل توجه آنکه منظور از تغییرات سرانه مصرف انرژی، میزان انرژی مصرف شده به ازای هر واحد ستانده است.

جدول ۶: تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۹۰

بخش / فاکتور	کل	عامل (۱)	عامل (۲)	عامل (۳)	عامل (۴)	عامل (۵)	عامل (۶)
کشاورزی	۱/۰۷۲	۰/۹۵۰	۱/۱۲۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
صنعت و معدن	۱/۲۳۶	۰/۹۳۸	۱/۳۱۸	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
برق	۴/۳۵۳	۴/۲۳۹	۱/۰۲۷	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
سایر خدمات	۱/۰۷۱	۰/۹۷۸	۱/۰۹۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
حمل و نقل	۰/۸۵۲	۰/۹۵۳	۰/۸۹۴	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

مأخذ: محاسبات پژوهش

در جدول ۷ تلاش شده است تا تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ ارائه شود؛ با وجود آنکه این دوره در مقایسه با دو دوره مورد بررسی که پیش‌تر شرح آن آمد، بازه زمانی بلندمدت‌تری را شامل می‌شود، اما تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی، حاکی از آن است که تنها دو عامل تغییرات ارزش افزوده و سرانه مصرف انرژی، تغییرات یاد شده را موجب می‌شوند. به بیان دیگر، اثرگذاری سایر عامل‌ها صفر است. به طور کلی، بررسی تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵، نشان می‌دهد که در سطح بخش‌های اقتصادی مورد بررسی، اثرگذاری تغییرات ارزش افزوده کاهنده بوده، در حالی که تغییرات سرانه مصرف انرژی در دو بخش صنعت و معدن و سایر خدمات مثبت بوده و موجب افزایش بهره‌وری این بخش‌ها شده است.

جدول ۷: تجزیه تغییرات بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵

بخش / فاکتور	کل	عامل (۱)	عامل (۲)	عامل (۳)	عامل (۴)	عامل (۵)	عامل (۶)
کشاورزی	۰/۸۸۰	۰/۸۸۵	۰/۹۹۳	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
صنعت و معدن	۱/۱۹۶	۰/۸۶۷	۱/۳۷۹	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
برق	۰/۱۵۳	۰/۱۶۷	۰/۹۱۶	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
سایر خدمات	۱/۴۳۲	۰/۹۶۴	۱/۴۸۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰
حمل و نقل	۰/۸۴۵	۰/۹۴۹	۰/۸۹۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰

مأخذ: محاسبات پژوهش

#### ۴- جمع‌بندی، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی

نظر به اینکه برنامه هدفمندی یارانه‌ها، یکی از مهم‌ترین برنامه‌های اصلاحات ساختاری بعد از انقلاب اسلامی به شمار می‌رود و یکی از اهداف مهم و اصلی برنامه یاد شده که فاز اول آن در سال ۱۳۸۹ اجرایی شد، افزایش بهره‌وری انرژی بود و همچنین، دوره مورد بررسی مقاله حاضر، بازه زمانی بیش از پنج سال اجرای برنامه یاد شده را در برمی‌گیرد، انتظار آن بوده است که تغییرات بهره‌وری انرژی و عوامل مؤثر بر آن، با دوره پیشین متفاوت باشد، در حالی که تغییرات محسوسی در آن مشاهده نمی‌شود.

از آنجایی که برنامه یاد شده، قیمت حامل‌های انرژی را تحت تأثیر قرار داد، انتظار می‌رود تغییرات قیمتی موجب تغییرات نهادی شود، در حالی که مشاهدات، حاکی از تغییرات قابل ملاحظه‌ای نیست. بر این اساس، می‌توان ادعا کرد که بسترهای نهادی لازم برای اجرای برنامه یاد شده، فراهم نبوده و اجرای آن با وجود وارد کردن شوک قیمتی به اقتصاد، نتوانسته کارایی لازم را داشته باشد. قابل توجه است، تحریم‌های بین‌المللی در دستیابی به فناوری و تکنولوژی‌های نوین، محدودیت‌های فراوانی ایجاد کرد و همچنین نوسانات بازار ارز و کاهش ارزش پولی ملی، به مرور اثرات افزایش قیمت حامل‌های انرژی را خنثی کرد.

کاهش بهره‌وری انرژی طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ در سطح بخش‌های «کشاورزی»، «برق» و «حمل و نقل» و افزایش اندک در سطح سایر بخش‌های مورد بررسی، حاکی از ناکارآمدی مجموعه سیاست‌گذاری‌های انجام شده در اقتصاد ایران است و صرفاً پایین بودن قیمت حامل‌های انرژی، نمی‌تواند توضیح‌دهنده ناکارآمدی‌های یاد



شده باشد. بنابراین، هرگونه اقدام و سیاست‌گذاری در این راستا، باید با در نظر گرفتن تمامی عوامل مؤثر در این ارتباط باشد. به عنوان مثال، افزایش بهره‌وری انرژی‌بخش حمل و نقل، در گروه مجموعه سیاست‌های هماهنگ و کارآمد در حوزه‌های حمل و نقل، صنعت خودروسازی و قیمت حامل‌های انرژی است و تأکید بر یکی از این موارد و نادیده گرفتن سایر موارد، علاوه بر تحمیل هزینه‌های گزاف به اقتصاد کشور، میزان کارآمدی سیاست یاد شده نیز کاهش خواهد یافت.

افزایش سهم بهره‌وری در رشد اقتصادی و ارتقاء این شاخص، همواره مورد توجه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان بوده،<sup>۱</sup> اما کم‌توجهی به مجموعه عوامل مؤثر، تحقق این مهم را با چالش مواجه کرده است. از این‌رو، با توجه به یافته‌های تحقیق و تجربه قریب به سه ربع قرن برنامه‌ریزی در کشور، برای افزایش بهره‌وری انرژی، پیشنهادهای سیاستی به شرح ذیل ارائه می‌شود:

۱. در برنامه‌های پنج‌ساله توسعه کشور، به عنوان مثال، طی دوره برنامه ششم توسعه، متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل عوامل تولید، ۲/۸ درصد در نظر گرفته شده است.

جدول ۸: توصیه‌های سیاستی بخش‌های مورد بررسی

بخش	توصیه‌های سیاستی	عامل توضیح‌دهنده
کشاورزی	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ تدوین و تصویب مکمل، اصلاح و رفع نواقص قوانین مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور مانند ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر و ارتقاء نظام مالی کشور؛</li> <li>○ بهبود بهره‌وری انرژی با ارائه مشوق‌های لازم به‌منظور جایگزینی تکنولوژی و فناوری‌های نو با انرژی‌بری پایین و دوستدار محیط‌زیست؛</li> <li>○ مدیریت مصرف انرژی از طریق یکپارچه‌سازی و هوشمندسازی کنتورهای برق و گاز.</li> </ul>	<p>«تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات میزان ارزش افزوده» و «تغییرات مصرف انرژی»</p>
صنعت و معدن	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ تدوین و تصویب مکمل، اصلاح و رفع نواقص قوانین مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور مانند ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر و ارتقاء نظام مالی کشور؛</li> <li>○ افزایش بهره‌وری (کاهش تلفات) در فرایند استخراج، پالایش و توزیع حامل‌های انرژی؛</li> <li>○ ارائه مشوق و الزام پالایشگاه‌ها، واحدهای صنعتی و پتروشیمی‌ها به افزایش بهره‌وری سالانه؛</li> <li>○ اولویت دادن به تزریق گاز میادین تحت تزریق نسبت به سایر مصارف گاز؛</li> <li>○ بازیافت مستمر و منظم گازهای همراه نفت؛</li> <li>○ هدایت سرمایه‌ها به سمت تکمیل زنجیره ارزش با تنظیم نرخ خوراک واحدهای پتروشیمی بالادستی بر اساس ارزش افزوده تولیدات آنها.</li> </ul>	<p>«تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات میزان ارزش افزوده»، «تغییرات مصرف انرژی»، «تغییرات عرضه داخلی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی»</p>
برق	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ تدوین و تصویب مکمل، اصلاح و رفع نواقص قوانین مرتبط با بهینه‌سازی مصرف انرژی در کشور مانند ماده (۱۲) قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر و ارتقاء نظام مالی کشور؛</li> <li>○ ارتقاء بهره‌وری بخش با واقعی کردن قیمت سوخت و برق شرکت‌ها در زنجیره تولید تا توزیع؛</li> <li>○ بهبود صرفه اقتصادی تولید برق از طریق افزایش ضریب بار شبکه با تأکید بر کاهش اوج مصرف؛</li> <li>○ افزایش ظرفیت نیروگاهی کشور از طریق اعطای تضمین دولتی به سرمایه‌گذاران داخلی؛</li> <li>○ تنوع‌بخشی به سبد عرضه انرژی از طریق افزایش سهم انرژی بادی و زیست‌توده؛</li> <li>○ ایجاد شبکه به‌هم‌پیوسته برق منطقه‌ای.</li> </ul>	<p>«تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات میزان ارزش افزوده»، «تغییرات مصرف انرژی»، «تغییرات مصرف (سهم) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی»</p>

بخش	توصیه‌های سیاستی	عامل توضیح‌دهنده
سایر خدمات	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ کاهش مصرف انرژی در ساختمان از طریق روش‌هایی مانند: «پیاده‌سازی کدهای ساختمانی در زمینه بهینه‌سازی انرژی و محیط‌زیست» و «ایجاد و عملیاتی شدن سیستم مدیریت اطلاعات انرژی»؛</li> <li>○ حذف یارانه پنهان انرژی مشترکان پرمصرف در بخش خانگی؛</li> <li>○ مدیریت مصرف انرژی از طریق یکپارچه‌سازی و هوشمندسازی کنتورهای برق و گاز.</li> </ul>	<p>«تغییرات مصرف انرژی»، «تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات مصرف (سهام) بخشی تقاضای نهایی» و «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی».</p>
حمل و نقل	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ تقویت و تکمیل شبکه حمل و نقل ریلی و بازآرایی سیاست‌های حوزه انرژی مرتبط با افزایش سهم حمل و نقلی ریلی؛</li> <li>○ ارتقاء صنعت خودروسازی به سطح استانداردهای جهانی طی یک برنامه میان‌مدت؛</li> <li>○ اصلاح قیمت حامل‌های انرژی طی یک برنامه میان‌مدت متناسب با سیاست‌گذاری در خصوص مؤلفه‌های پشتیبان آن.</li> </ul>	<p>«تغییرات ساختاری (تکنولوژی)»، «تغییرات میزان ارزش افزوده»، «تغییرات مصرف (سهام) بخشی تقاضای نهایی»، «تغییرات ترکیب درون بخشی گروه‌های تقاضای نهایی» و «تغییرات مصرف انرژی»</p>

مأخذ: مطالعات پژوهش

## منابع

- آرمن، سید عزیز و زارع، روح‌الله (۱۳۸۴). «بررسی رابطه علیت گرنجری بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی در ایران طی سال‌های ۱۳۸۱-۱۳۴۶». *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی*، سال هفتم، شماره ۲۴: ۱۴۳-۱۱۷.
- آرمن، سید عزیز و تقی‌زاده، سمیرا (۱۳۹۲). بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای ایران. *فصلنامه اقتصاد انرژی ایران*، سال دوم، شماره ۸: ۲۰-۱.
- امامی میبیدی، علی (۱۳۷۹). *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری*. تهران: مؤسسه مطالعات پژوهش‌های بازرگانی.
- بزازان، فاطمه (۱۳۹۰). «مقیاس بهره‌وری کل عوامل تولید: رویکرد داده - ستانده». *مجله سیاست‌گذاری اقتصادی*، سال سوم، شماره ۵: ۱۶۸-۱۴۳.
- پدرام، مهدی؛ بصیرت، مهدی و امیری، مریم (۱۳۹۴). «بررسی اثرات تکانه‌های اقتصادی بر رشد بهره‌وری انرژی: مطالعه موردی کشورهای صادرکننده نفت ۲۰۱۱-۲۰۰۰». *فصلنامه اقتصاد مالی و توسعه*، سال نهم، شماره ۳۳: ۱۴۸-۱۳۵.
- تارنمای سازمان برنامه و بودجه کشور (۱۳۹۷). *قانون برنامه پنج‌ساله چهارم، پنجم و ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران*.
- تارنمای روزنامه رسمی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۴). *قانون رفع موانع تولید رقابت‌پذیر و ارتقاء نظام مالی کشور*.
- جهانگرد، اسفندیار (۱۳۹۳). *تحلیل‌های داده - ستانده: فناوری، برنامه‌ریزی و توسعه*. تهران: آماره.
- جهانگرد، اسفندیار؛ شرکت، افسانه و کاکائی، جمال (۱۳۹۸). «تجزیه و تحلیل تغییرات بهره‌وری نیروی کار ۹۰ - ۱۳۸۵؛ مطالعه موردی استان تهران و سایر استان‌های کشور». *فصلنامه سیاست‌گذاری پیشرفت اقتصادی*، سال ششم، شماره ۱، پیاپی (۱۷): ۴۰-۲۱.
- حقیقت، جعفر؛ انصاری لاری، محمد صالح و کیانی، پویان (۱۳۹۳). ارزیابی کارایی انرژی در بخش خانگی استان‌های کشور. *پژوهشنامه اقتصادی انرژی ایران*، سال چهارم، شماره ۱۶: ۱۳۱-۸۹.
- دشتی، نادر؛ یآوری، کاظم و صباغ کرمانی، مجید (۱۳۸۸). تجزیه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت ایران با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی. *فصلنامه اقتصاد مقداری*، سال ششم، شماره ۱: ۱۲۸-۱۰۱.
- راسخی، سعید و سلمانی، پروین (۱۳۹۲). «رابطه شدت انرژی و کارایی اقتصادی در کشورهای منتخب با استفاده از الگوی گشتاور تعمیم یافته: کاربردی از تحلیل پنجره‌ای پوششی داده‌ها». *فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال بیست و یکم، شماره ۶۷: ۲۴-۵.
- شیری، مهدی؛ نوری، افسانه و توکلی، محمدرضا (۱۳۸۷). «ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید با استفاده از شاخص تورنکوئیست در بخش صنعت و معدن». *فصلنامه اقتصاد کلان*، سال هشتم، شماره ۳: ۸۰-۵۹.

- شهابی‌نژاد، وحید (۱۳۹۴). «ارزیابی بهره‌وری عامل انرژی در ایران و کشورهای منتخب درحال توسعه در دوره ۲۰۱۱-۲۰۰۷». *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، سال ۱۱، شماره (۴۶): ۲۴۲-۲۲۱.
- عباسیان، عزت‌الله و مهرگان، نادر (۱۳۸۶). «اجزای بهره‌وری کل عوامل تولید حمل و نقل و ارتباطات». *پژوهشنامه حمل و نقل*، سال چهارم، شماره ۴: ۳۸-۲۳.
- فتحی، بهرام؛ خداپرست مشهدی، مهدی؛ همایونی فر، مسعود و سجادی فر، سید حسن (۱۳۹۶). «مطالعه مقایسه‌ای کارایی انرژی، زیست‌محیطی در کشورهای در حال توسعه با رویکرد ستانده مطلوب و نا مطلوب در محیط رقابتی»، *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، سال بیست و پنجم، شماره ۸۱: ۱۲۱-۸۵.
- فیض‌پور، محمد علی و شمس اسفندآبادی، علی (۱۳۹۵). «بهره‌وری نیروی کار و بیکاری: شواهدی از استان‌های ایران طی دوره برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۸-۱۳۸۴)». *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، سال چهارم، شماره ۱۶: ۲۷-۷.
- قنبری، علی؛ خاکسار آستانه، سمانه و خاکسار آستانه، حمیده (۱۳۹۲). «بررسی عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در بخش کشاورزی ایران». *فصلنامه تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، سال ششم، شماره ۱، پیاپی (۲۱): ۲۱-۱.
- گراوند، سهراب؛ مهرگان، نادر؛ صادقی، حسین و ملک‌شاهی، مجتبی (۱۳۹۲). «ارزیابی کارایی انرژی در صنعت پتروشیمی کشور». *مجله علمی پژوهشی سیاست‌گذاری اقتصادی*، سال پنجم، شماره ۱۰: ۷۴-۵۷.
- مقدم تبریزی، ناهید و والی‌زاده زنوز، پروین (۱۳۸۵). «بررسی بهره‌وری در اقتصاد ایران». *فصلنامه روند*، سال پنجم، شماره ۱۵: ۴۱-۱۵.
- محمودی، شکوه و جلائی اسفندماه آبادی، سید عبدالمجید (۱۳۹۵). «تحلیل تأثیر شدت انرژی بر ارتباطات پسینی و پیشینی بخش انرژی با سایر بخش‌های اقتصادی با تأکید بر بخش کشاورزی». *فصلنامه پژوهش‌های رشد و توسعه*، سال هفتم، شماره ۲۸: ۱۴۰-۱۲۷.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۰). حساب‌های ملی و منطقه‌ای و جداول داده-ستانده اقتصاد ایران.
- مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی (۱۳۹۸). جداول داده-ستانده اقتصاد ایران، سال ۱۳۸۵.
- Chenery, H. & Watanabe, T. (1958). International comparisons of the structure of production. *Economicetrica*, 26 (4): 487-521.
- Dietzenbacher, Erik; Alex, R. Hoen, and Bart Los (2000). Labor productivity in Western Europe 1975-1985: An intercountry, interindustry analysis. *Journal of Regional Science*, 40: 425-452.
- Halkos, G. E. & N. G. Tzeremes (2011). The Effect of Energy Consumption on Countries Economic Efficiency: A Conditional Robust Non Parametric Approach. MPRA Paper 28692, University Library of Munich, Germany.
- Hoekstra, R. & Van der Bergh, J.C.J.M. (2003). Comparing structural and index decomposition analysis. *Energy Economics*, 25 (1): 39-64.

- Honma, S. & Hu, J.L. (2009). Total-factor energy efficiency of regions in Japan. *Energy Policy* 37: 3941-50.
- Honma, S. & Hu, J.L. (2013). Total-factor energy efficiency for sectors in Japan. *Energy Sources, Part B*, 8: 130-136.
- Honma, S. & Hu, J.L. (2014). A Comparative Study of Energy Efficiency of OECD Countries: An Application of the Stochastic Frontier Analysis, the 6<sup>th</sup>. International Conference on Applied Energy-ICAE2014.
- Hu J.L. & Wang Sh. C. (2006). Total-factor energy efficiency of regions in China. *Journal of Energy Policy*, 34 (17): 3206-17.
- International Energy Agency (IEA) (2015). World Energy Outlook. OECD/IEA.
- Jacob, Jojo (2003). Structural Change, Liberalization and Growth: The Indonesian Experience in an Input-Output Perspective. Available at <http://www.druid.dk/conferences/winter2003/Paper/jacob.pdf>
- Jorgenson, D. W. Ho, M. S. Samuels, J. D, & Stiroh, K. J. (2007). Industry origins of the American productivity resurgence. *Economic Systems Research*, 19 (3): 229-252.
- Jorgenson, D & Dougherty C (1996) "International Comparisons of the Sources of Economic Growth." *American Economic Review* 86 (2): 25-29.
- Nel, W.P. & Van, Zyl G. (2010). Defining limits: Energy constrained economic growth. *Appl. Energy*, 87 (1): 168-177.
- Patterson, M.G. (1996). What is energy efficiency? Concepts, indicators, and methodological issues. *Energy Policy*, 24 (5): 377-390.
- Stern, D.I. (1993). Energy and economic growth in the U.S.A.: A multivariate approach. *Journal of Energy Economics*, 15 (2): 137-150.
- Stern, D.I. & C.J. Cleveland (2004). Energy and Economic Growth. Rensselaer Working Papers, No. 0410. Rensselaer Working Papers in Economics. <http://www.rpi.edu/dept/economics/www/workingpapers/>
- Wolff, Edward (2007). Measures of Technical Change and Structural Change in Services in the U.S.: Was There a Resurgence of Productivity Growth in Services? 16<sup>th</sup>. International Input-Output Conference, Istanbul, Turkey.
- Zhang, X.P. Cheng, X.M. Yuan, J.H. & GAO, X.J. (2011). Total-factor energy efficiency in developing countries. *Journal of Energy Policy*, 39 (2): 644-650.
- Zhao-Hua, Wang; Hua-Lin, Zeng; Yi-Ming, Wei, & Yi-Xiang, Zhang (2012). Regional total factor energy efficiency: An empirical analysis of industrial sector in China. *Journal of Apply Energy*, 97 (1): 115-23.