

تجزیه مصرف انرژی و بررسی عوامل موثر بر آن (مطالعه موردی: بخش حمل و نقل ایران)

رضا محسنی*، استادیار، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
ابوالفضل رحیمی، استادیار، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
میثم کاکاوند، دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده علوم اقتصادی و سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: re_mohseni@sbu.ac.ir

دریافت: ۹۷/۰۷/۱۵ - پذیرش: ۹۷/۰۱۱/۰۵

صفحه ۱۹۴-۱۷۵

چکیده

روش تجزیه یکی از روش‌های رایج برای بررسی تغییرات مصرف انرژی می‌باشد که در آن تغییرات مصرف انرژی به سه اثر تولیدی، ساختاری و شدتی تقسیم می‌شود. نتایج تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران نشان می‌دهد اثر تولیدی، شدتی و ساختاری به ترتیب مهم‌ترین نقش را در توضیح تغییرات مصرف انرژی در این بخش دارند. برآورد مدل شدت انرژی در بخش حمل و نقل به روش SVAR نشان داد که در کوتاه‌مدت متغیرهای شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت حامل‌های انرژی، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و ارزش افزوده به ترتیب بیشترین سهم را در توضیح شدت انرژی دارند و در بلندمدت متغیرهای قیمت حامل‌های انرژی، ارزش افزوده، نیروی کار شاغل، مصرف انرژی، شدت انرژی و تشکیل سرمایه بیشترین سهم را در توضیح شدت انرژی دارند. در کوتاه مدت شدت انرژی با مقادیر خود این متغیر، ارزش افزوده، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و قیمت حامل‌های انرژی رابطه مثبت و با مصرف انرژی دارای رابطه منفی است. در بلندمدت شدت انرژی با خود این متغیر رابطه مثبت داشته و با متغیرهای مصرف انرژی، ارزش افزوده، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و قیمت حامل‌های انرژی رابطه منفی دارد.

واژه‌های کلیدی: تجزیه مصرف انرژی، شدت انرژی، بخش حمل و نقل، SVAR

کد طبقه‌بندی JEL: R49 , Q41 , C32 , C01

۱- مقدمه

یافته دهه‌هاست که این سیاست‌ها را پی‌گیری می‌نمایند. به عبارت دیگر، در کنار توجه به سمت عرضه انرژی، نگاه‌ها به سمت تقاضای انرژی نیز معطوف شد. اما در ایران بیشتر به طرف عرضه انرژی توجه شده است و طرف تقاضای انرژی معمولاً مغفول مانده است که این عامل باعث شده مصرف انرژی در ایران بسیار بالاتر از متوسط مصرف جهانی آن باشد. با مقایسه مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصاد می‌توان مشاهده نمود که بخش حمل و نقل یکی از پر مصرف‌ترین بخش‌ها می‌باشد. این بخش یکی از بخش‌های

در دنیای امروز، انرژی نقش برجسته‌ای را در زمینه‌های مختلف اقتصادی و سیاسی ایفا می‌کند. نقشی که بسیاری از کشورها را گرفتار اقتصاد تک محصولی و عوارض ناشی از آن کرده و برخی دیگر را دچار مشکلات هزینه‌ای ناشی از افزایش قیمت انرژی نموده است و در نگاهی کلان‌تر، حتی مناسبات و مناقشات کشورها در سطح بین‌الملل را متأثر ساخته است. بر همین اساس جوامع به دنبال راهکارهایی هستند تا مصرف انرژی را بدون آسیب زدن به روند رشد اقتصادی‌شان کاهش دهند. در این زمینه کشورهای توسعه

که در آن به بررسی تاثیر متغیرهای قیمت انرژی (نفت)، تولید ناخالص داخلی، نرخ ارز، میزان انتشار گاز دی اکسید کربن، جمعیت، مساحت سرزمین و بهره‌وری با استفاده از مدل اقتصادسنجی داده‌های پانل طی دوره ۱۹۸۵ تا ۲۰۰۹ پرداخته اند. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که در هر دو گروه مورد بررسی، متغیرهای جمعیت و مساحت سرزمین رابطه مثبت و معنی‌داری با شدت مصرف انرژی دارند و متغیر تولید ناخالص داخلی نیز رابطه منفی با شدت مصرف انرژی دارد. متغیر نرخ ارز در کشورهای نفتی رابطه مثبت اما در کشورهای غیر نفتی رابطه منفی با شدت مصرف انرژی دارد.

قاسمی و پوراردبیل (۱۳۹۳)، در پژوهشی به بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل در کشورهای منتخب OECD و OPEC، طی دوره ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ پرداخته‌اند. آنها برای این منظور از الگوی پنل پویا استفاده نموده‌اند. نتایج بدست آمده از این پژوهش نشان می‌دهد که در کشورهای منتخب OECD، فناوری اطلاعات و ارتباطات، شدت مصرف فرآورده‌های نفتی را در بخش حمل و نقل این کشورها افزایش می‌دهد. در حالیکه در کشورهای منتخب OPEC، با افزایش کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات، شدت مصرف فرآورده‌های نفتی در بخش حمل و نقل، کاهش می‌یابد و فناوری اطلاعات و ارتباطات، پتانسیل کاهش شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل را در این گروه از کشورها که دارای شدت مصرف انرژی بالایی هستند را دارا می‌باشد.

گلی و اشرفی (۱۳۸۸)، در یک مطالعه به محاسبه شدت انرژی و تجزیه آن، با استفاده از شاخص ایده آل فیشر با دو اثر شدتی و ساختاری طی دوره (۱۳۶۰-۱۳۸۵) پرداخته‌اند. نتایج محاسبات، تغییر ناچیز اثر ساختاری با دامنه نوسانی بین ۰٫۹۵ و ۱٫۰۶ را نشان می‌دهند. اما اثر شدتی روند صعودی دارد. در این مطالعه روند حرکتی اثر کل شدت انرژی نیز مشابه اثر شدتی است و تاثیر اثر ساختاری نیز بر آن قابل چشم پوشی است. فیشر واندن و همکاران (۲۰۱۳)، در مطالعه ای طی سال‌های ۱۹۹۹-۲۰۰۴ به بررسی عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی در چهار صنعت کاغذ، سیمان، فولاد و آلومینیوم در کشور چین پرداختند. برخی از نتایج این مطالعه حاکی از آن است که تجارت باز و پیشرفت تکنولوژی منجر به کاهش شدت مصرف انرژی در یک یا دو

اصلی مصرف‌کننده انرژی می‌باشد که بیش از ۲۴ درصد از کل مصرف انرژی کشور را دارا می‌باشد (ترازنامه انرژی ۱۳۹۳). بدیهی است که با توجه به سهم زیادی که بخش حمل و نقل در کل مصرف انرژی دارد، مطالعه و بررسی در این حوزه بتواند تاثیر شگرفی در ارائه راهکارهای لازم برای صرفه‌جویی در کل مصرف انرژی کشور داشته باشد. از آنجا که مصرف انرژی و تولید هر بخش تابعی از ساختار فعلی آن بخش می‌باشد، لذا بهتر است که مصرف انرژی بصورت بخشی مورد توجه و تجزیه و تحلیل قرار گیرد. در ادامه مقاله بعد از مقدمه در بخش دوم ابتدا مبانی نظری و شواهد تجربی تحقیق ارائه می‌گردد. سپس تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران ارزیابی می‌گردد. پس از آن مدل بررسی شدت انرژی در بخش حمل و نقل ایران برآورد شده و در نهایت در بخش آخر جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه می‌گردد.

۲- پیشینه تحقیق

در بررسی تغییرات مصرف انرژی دانستن منشا و عامل این تغییر بسیار مهم است چرا که هر عامل، سیاست و تدابیر مخصوص به خود را می‌طلبد. بطور کلی در چند دهه گذشته برای بررسی عوامل موثر بر تقاضای مصرف انرژی از دو رویکرد متفاوت استفاده شده است. نخست، تحلیل تجزیه ساختاری (جدول داده- ستانده) و دیگری تحلیل تجزیه شاخص می‌باشد. در این پژوهش ما برای بررسی تغییرات مصرف انرژی از تحلیل تجزیه شاخص بهره خواهیم برد. بررسی این موضوع به وسیله تحلیل تجزیه ساختاری می‌تواند موضوع پژوهشی دیگر باشد. روش‌های تجزیه شاخص یا مجزاسازی شاخص به شکل وسیعی در تحلیل‌های عددی (فاکتوریل)، برای بررسی تغییرات یک متغیر در طول زمان بکار برده می‌شوند. بر اساس این روش تغییر در کل مصرف انرژی در دوره مورد مطالعه (بین دو سال انتخاب شده) به مجموع سه اثر ساختاری، تولیدی و شدت خالص تجزیه می‌شود. در ادامه برخی از مطالعات داخلی و خارجی در این حوزه را عنوان می‌کنیم:

اقبالی و همکاران (۱۳۹۳)، در مطالعه ای شدت مصرف انرژی را در کشورهای نفتی، شامل ۲۱ کشور بزرگ تولید کننده نفت، و غیر نفتی، شامل ۲۱ کشور در حال گذار که اقتصادشان وابستگی کمتری به نفت دارد، بررسی نموده‌اند

شامل تولید ملی، نهاده‌های نیروی کار، انرژی و مواد اولیه، قیمت و شدت این نهاده‌ها، شوک‌های قیمتی، مقدار و شدت نهاده‌های شبه ثابت است.

۳- روش‌های موجود برای تجزیه

انتخاب تکنیک تجزیه، بستگی به ویژگی‌های مطالعه و داده‌های در دسترس دارد. مهمترین این تکنیک‌ها رویکرد تحلیل تجزیه شاخص بر پایه شاخص لاسپیرز و رویکرد تحلیل تجزیه شاخص بر پایه شاخص دیویژیا است. حال بطور مختصر به بررسی روش‌ها لاسپیرز و LMD-I خواهیم پرداخت. هر یک از این روش‌ها می‌توانند با روش جمعی و ضربی انجام شوند که در نتیجه روش‌های زیادی برای انجام تجزیه در دسترس قرار می‌دهند.

روش لاسپیرز

رابطه زیر رابطه اصلی و اساسی روش تجزیه، بر مبنای شاخص لاسپیرز، برای تحلیل عوامل تغییرات مصرف انرژی در یک بخش است:

صنعت می‌شود و همچنین افزایش قیمت‌های انرژی اثر قابل توجهی در کاهش شدت مصرف انرژی در هر چهار صنعت داشته است. مطالعه متکالف (۲۰۰۸)، در ایالات متحده طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۰۳ با استفاده از مدل تعدیل جزئی نیز نشان دهنده اثر منفی قیمت انرژی و اثر مثبت GDP سرانه بر شدت مصرف انرژی بوده است. او در مطالعه خود ابتدا شاخص شدت مصرف انرژی را به دو شاخص بهره‌وری و فعالیت تجزیه کرده و سپس با استفاده از مدل رگرسیون تعدیل جزئی، به بررسی عوامل موثر بر این سه شاخص پرداخته است. متغیرهای بکار برده شده توسط او قیمت انرژی، GDP سرانه، درجه گرمای روزانه، درجه خنک‌کنندگی روزانه، نسبت سرمایه به نیروی کار، نرخ رشد جمعیت و نسبت سرمایه گذاری بود. وینگ (۲۰۰۸)، در کشور ایالات متحده برای سال‌های ۱۹۸۸-۲۰۰۰ و به کمک آمار توصیفی نشان داده که افزایش قیمت انرژی نقش تعیین‌کننده در کاهش شدت مصرف انرژی این کشور داشته و این در حالی است که اثر نوآوری بر روی شدت مصرف انرژی ناچیز بوده است. متغیرهای بکار برده شده در این مطالعه (۱)

$$\Delta E = (A_t - A_0) \sum_{i=1}^n I_{i0} * S_{i0} + A_t \sum_{i=1}^n I_{i0} * (S_{it} - S_{i0}) + A_t \sum_{i=1}^n (I_{it} - I_{i0}) * S_{it}$$

این رابطه از سه جزء به شرح زیر تشکیل شده است:

$$Aeffect: \Delta E = (A_t - A_0) \sum_{i=1}^n I_{i0} * S_{i0}$$

$$Seffect: \Delta E = A_t \sum_{i=1}^n I_{i0} * (S_{it} - S_{i0})$$

$$Ieffect: \Delta E = A_t \sum_{i=1}^n (I_{it} - I_{i0}) * S_{it}$$

ساختاری و شدتی را می‌توان با استفاده از عملیات جبری بصورت روابط زیر نیز نوشت که نتیجه یکسان خواهد بود:

درواقع رابطه بیان می‌دارد که کل تغییرات مصرف انرژی در بخش، بین دو مقطع زمانی، ناشی از سه نوع اثر تولیدی، ساختاری و شدتی است. روابط مربوط به اثرات تولیدی، (۲)

$$Aeffect: Et = A_t * \sum_{i=1}^n S_{i0} * I_{i0} - E_0$$

$$Seffect: Et = A_0 * \sum_{i=1}^n S_{it} * I_{i0} - E_0$$

$$Ieffect: Et = A_0 * \sum_{i=1}^n S_{i0} * I_{it} - E_0$$

مربوط به اثرهای مختلف برای روش لاسپیرز ضربی بصورت زیر خواهد بود:

همانطور که پیش تر عنوان شد برای هریک از روش های تجزیه می توان صورت ضربی را نیز در نظر گرفت. روابط

(۳)

$$Aeffect: Et = \frac{At * \sum_{i=1}^n Si0 * Ii0}{E0}$$

$$Seffect: Et = \frac{A0 * \sum_{i=1}^n Sit * Ii0}{E0}$$

$$Ieffect: Et = \frac{A0 * \sum_{i=1}^n Si0 * Iit}{E0}$$

• روش میانگین لگاریتمی دیویژیا I (LMD-I)

LMD-I با رویکرد جمعی به صورت زیر می باشند:

روابط مربوط به اثرهای تولیدی، ساختاری و شدتی در روش

(۴)

$$Aeffect: Et = \sum_{i=1}^n L(Eit; Ei0) * \ln\left(\frac{Ait}{Ai0}\right)$$

$$Seffect: Et = \sum_{i=1}^n L(Eit; Ei0) * \ln\left(\frac{Sit}{Si0}\right)$$

$$Ieffect: Et = \sum_{i=1}^n L(Eit; Ei0) * \ln\left(\frac{Iit}{Ii0}\right)$$

که در آن $L(a,b)$ برابر است با:

$$L(a; b) = \frac{a - b}{\ln a - \ln b} \quad b > 0; a \neq b$$

در روش LMD-I با رویکرد ضربی بصورت زیر می باشند:

همچنین روابط مربوط به اثرهای تولیدی، ساختاری و شدتی

(۵)

$$Aeffect: Et = \exp \sum_{i=1}^n \left(\frac{L(Eit; Ei0)}{L(Et; E0)} * LN\left(\frac{Ait}{Ai0}\right) \right)$$

$$Seffect: Et = \exp \sum_{i=1}^n \left(\frac{L(Eit; Ei0)}{L(Et; E0)} * LN\left(\frac{Sit}{Si0}\right) \right)$$

$$Ieffect: Et = \exp \sum_{i=1}^n \left(\frac{L(Eit; Ei0)}{L(Et; E0)} * LN\left(\frac{Iit}{Ii0}\right) \right)$$

واحد مشترک بشکه معادل نفت خام تبدیل کرده ایم.

نکته دیگری که بایستی در انجام تجزیه مصرف انرژی بدان توجه نمود این است که برای داده های مختلف ارزش افزوده و همچنین مصرف انرژی زیربخش ها که بر اساس حامل های مختلف انرژی متفاوت می باشند، باید واحد مشترکی در نظر گرفته شود. این امر به آن جهت است که وجود واحدهای فیزیکی متفاوت انجام کار را دشوار می نماید. به همین جهت ما در این پژوهش سطح فعالیت را بر اساس میلیارد ریال خواهیم سنجید. همچنین مصرف انرژی زیربخش ها را از واحدهای مختلف فیزیکی، با توجه به ضرایب مربوطه، به

۴- تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و

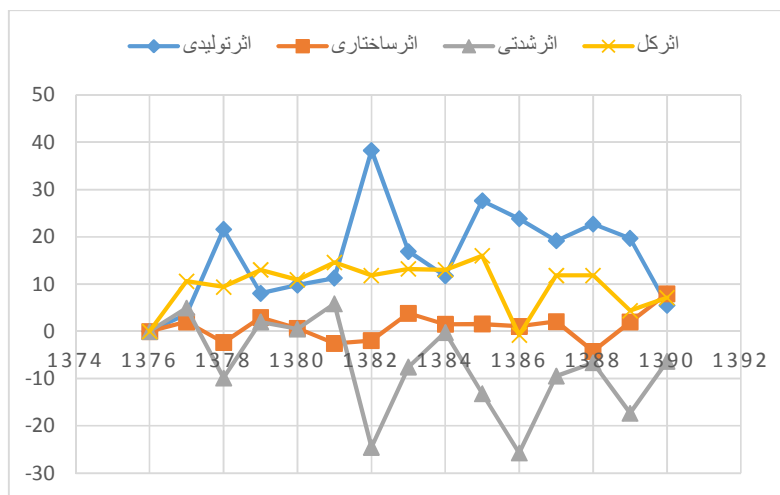
نقل ایران

حال مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران را در بازه زمانی ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ با هریک از حالت های فوق تجزیه می نمایم. داده های مربوط به ارزش افزوده بخش حمل و نقل

(۱۳۷۶) یا تجزیه غیر زنجیره‌ای و تجزیه با سال پایه چرخشی (سال پایه سال قبل) یا تجزیه زنجیره‌ای استفاده خواهیم کرد. بر این اساس حالت‌های مختلف برای انجام تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران مطابق زیر خواهد بود:

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز جمعی با سال پایه چرخشی
 نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

و زیربخش‌های آن از حسابهای ملی مرکز آمار ایران گرفته شده‌اند. داده‌های مربوط به مصرف انرژی نیز از ترازنامه انرژی سال‌های مختلف استخراج شده است. در بین روش‌های مختلف تجزیه، روش لاسپیرز و روش LMD-I نسبت به روش‌های دیگر ارجحیت داشته و از عمومیت بیشتری برخوردار می‌باشند. به همین جهت و با توجه به مزیت‌هایی که در مورد این دو روش در قسمت‌های قبل گفته شد در این پژوهش نیز ما از این دو روش، هم به شکل جمعی و هم به شکل ضربی آنها، برای تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران استفاده خواهیم کرد. همچنین برای انجام تجزیه از هر دو رویکرد تجزیه با سال پایه ثابت (سال پایه



شکل ۱. نتایج روش لاسپیرز جمعی با سال پایه چرخشی

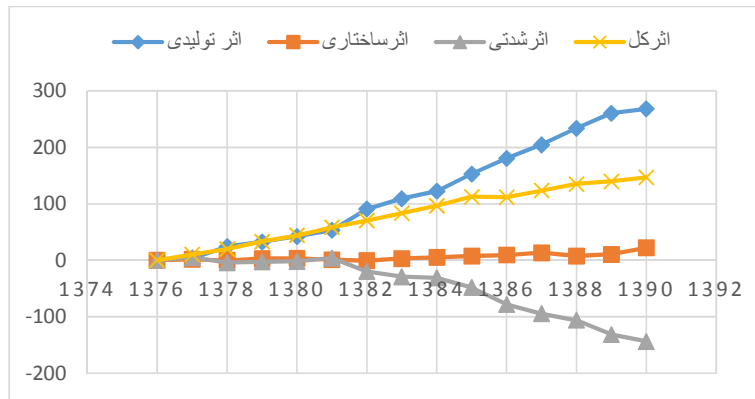
منبع: نتایج پژوهش

بنابراین اثر آن قابل چشم پوشی است. در مجموع در این روش به ترتیب اثر تولیدی، اثر شدتی و اثر ساختاری بیشترین تاثیر را در تغییرات مصرف انرژی در طی دوره داشته‌اند. به عبارت دیگر اثر شدتی تنها بخشی از اثر تولیدی را خنثی کرده است و به همین دلیل اثر کل نیز مثبت بوده است که بیانگر افزایش مصرف طی دوره می‌باشد.

همانطور که در نمودار فوق ملاحظه می‌شود، اثر شدتی در بیشتر سال‌های دوره مقداری منفی داشته که نشان دهنده بهبود بهره‌وری و متعاقب آن صرفه جویی در مصرف انرژی است. در بازه مورد نظر اثر تولیدی که نشان دهنده افزایش مصرف انرژی به خاطر افزایش در تولید است، در تمام سال‌ها مثبت بوده و بنابراین به افزایش مصرف انرژی منجر شده است. اثر ساختاری نیز که نشان دهنده تغییرات مصرف انرژی از محل تغییر در زیربخش‌ها می‌باشد در بازه مورد بررسی نوسانات کمی بین مقادیر مثبت و منفی داشته است

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز جمعی یا سال پایه ۱۳۷۶



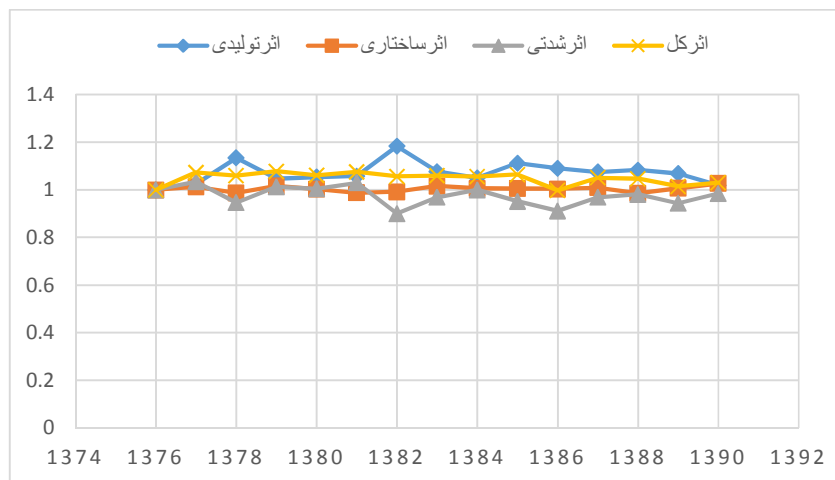
شکل ۲. نتایج روش لاسپیرز جمعی یا سال پایه ۱۳۷۶

منبع: نتایج پژوهش

انرژی در طی دوره است.

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز ضریبی با سال پایه چرخشی نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

در این روش مصرف انرژی در طی سال های دوره نسبت به سال مبدا سنجیده شده است. نتایج نشان می دهد اثر کل در طول دوره همواره مثبت بوده و روند صعودی داشته است. اثر شدتی در بیشتر دوره هرچند به مقدار اندک اما منفی و نزولی بوده است. اثر ساختاری نیز نوسانات کم و قابل چشم پوشی داشته است. در مجموع در این روش اثر تولیدی کاملا بر اثر شدتی منفی غلبه کرده است و اثر کل مثبت و صعودی شده است که توضیحی بر افزایش مصرف



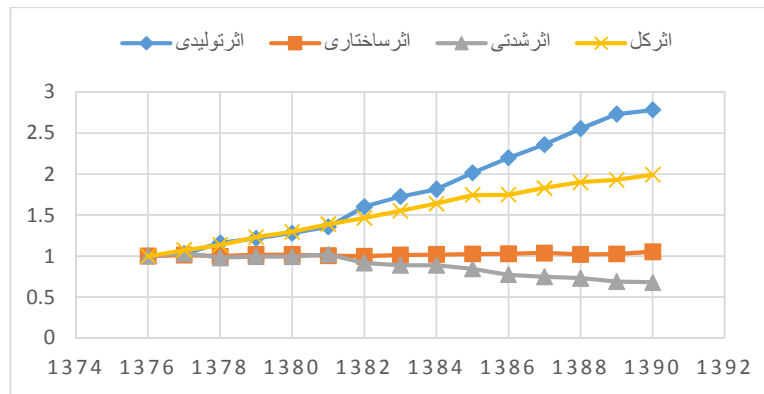
شکل ۳. نتایج روش لاسپیرز ضریبی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

دلیل غلبه اثر تولیدی بر اثر شدتی بزرگتر از یک بوده و لذا توضیحی بر افزایش مصرف انرژی می باشد.

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز ضریبی با سال پایه ۱۳۷۶
نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

در روش ضریبی اثرهایی که بزرگتر از یک باشند نشان دهنده افزایش مصرف از آن ناحیه بوده و کوچکتر از واحد بودن اثرها صرفه جویی و کاهش در مصرف را از آن ناحیه نشان می دهند. بر این اساس مطابق شکل فوق اثر تولیدی در طول دوره بزرگتر از یک بوده است و اثر شدتی عمدتاً کوچکتر از یک می باشد. اثر ساختاری هم مطابق روش های پیشین نوسانات کم و بی اهمیتی داشته است. لذا ترتیب اثرگذاری هریک از اثرها مطابق حالات پیشین می باشد. اثر کل نیز به



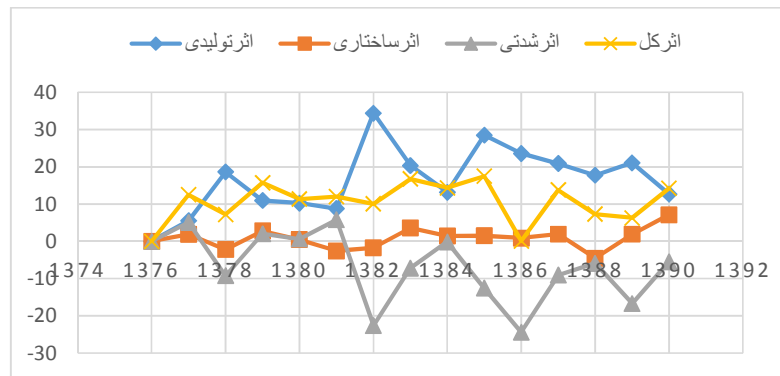
شکل ۴. نتایج روش لاسپیرز ضریبی با سال پایه ۱۳۷۶

منبع: نتایج پژوهش

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I جمعی با سال پایه چرخشی

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

در این روش نیز مطابق انتظار روش های قبل اثر تولیدی بر اثر شدتی غلبه دارد و ترتیب اثرهای توضیح دهنده تغییرات مصرف انرژی نیز به همان صورت می باشد.

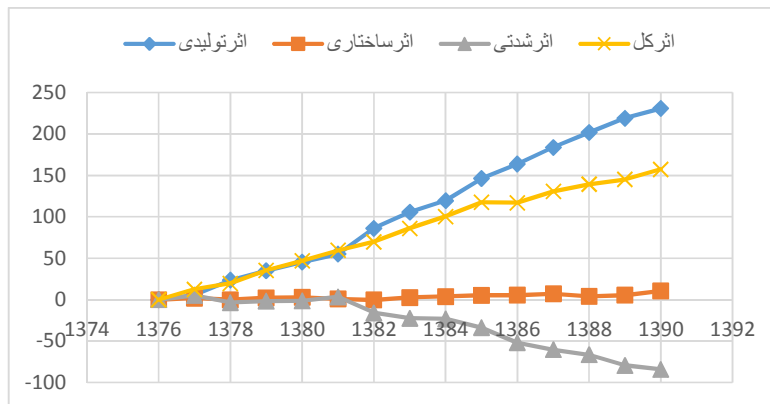


شکل ۵. نتایج روش LMD-I جمعی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I جمعی با سال پایه ۱۳۷۶ نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

در روش میانگین لگاریتمی دیویژیا نیز تحلیل مانند روش لاسپیرز می باشد و نتایج تایید کننده روش لاسپیرز می باشند. ترتیب اثر گذاری هریک از اثرها و وضعیت اثرکل نیز مطابق روش های قبل می باشد.



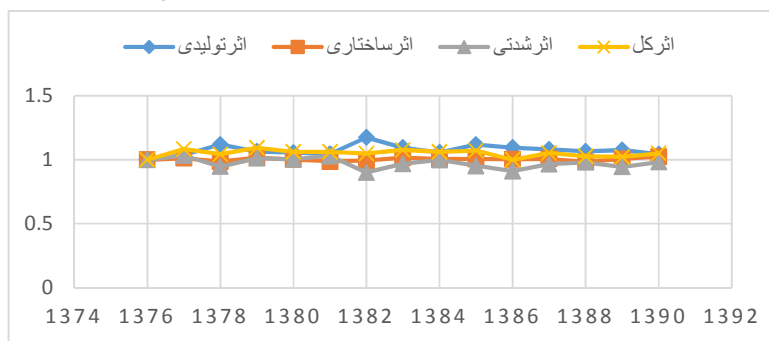
شکل ۶. نتایج روش LMD-I جمعی با سال پایه ۱۳۷۶

منبع: نتایج پژوهش

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I ضربی با سال پایه چرخشی

ترتیب اثرها در این روش نیز مشابه روش های پیشین بوده و تایید کننده آنها می باشد.

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:

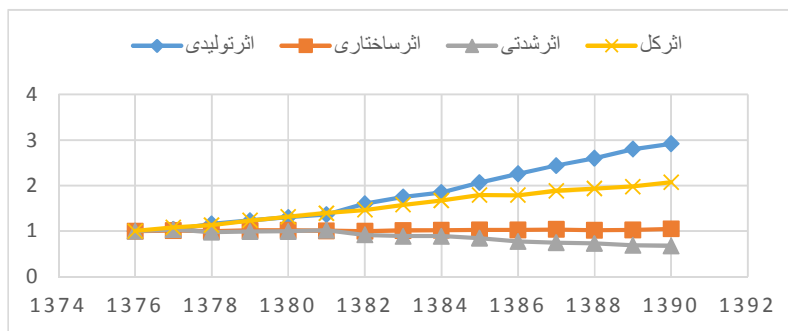


شکل ۷. نتایج روش LMD-I ضربی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I ضربی با سال پایه ۱۳۷۶ نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷۶ تا ۱۳۹۰ بصورت شکل ۸ می باشد.

نتایج و تحلیل روش میانگین لگاریتمی دیویژیا ضربی نیز مطابق با حالت ضربی لاسپیرز بوده و تایید کننده روش های دیگر می باشد.



شکل ۸. نتایج روش LMD-I ضریبی با سال پایه ۱۳۷۶ (منبع: نتایج پژوهش)

داده‌های تشکیل سرمایه بخش حمل و نقل و کل نیروی کار شاغل در بخش حمل و نقل نیز از مرکز آمار ایران جمع-آوری گردیده‌اند. سری زمانی داده‌ها به طور سالیانه و از سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ گردآوری شده است. علت انتخاب سال ۱۳۵۵ تا ۱۳۹۰ در دسترس بودن آمار و اطلاعات برای این بخش طی این دوره بوده است. همچنین لازم به ذکر است که برای قیمت حامل‌های انرژی در بخش حمل و نقل، میانگین قیمت بنزین و نفت گاز (به دلیل در دسترس بودن داده‌ها) به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ مورد استفاده قرار گرفته است. متغیرهای به کار رفته در الگوی این پژوهش بصورت لگاریتمی به کار رفته اند و مطابق جدول ۱ عبارتند از:

در این روش نیز نتایج مطابق انتظار روش های قبل می باشد و عوامل توضیح دهنده تغییرات مصرف و وضعیت اثر کل نیز شبیه حالات قبل می باشد. همانطور که مشاهده گردید نتایج تجزیه مصرف انرژی در تمام روش ها یکسان بود.

۷- معادلات و متغیرهای الگو

در این قسمت به معرفی معادلات به کار رفته در الگوی پژوهش حاضر و متغیرهای آن و نماد به کار رفته برای این متغیرها می‌پردازیم. آمارهای مربوط به سری زمانی مصرف کل انرژی در بخش حمل و نقل و قیمت حامل‌های انرژی در بخش حمل و نقل از ترازنامه انرژی در سال‌های مختلف جمع‌آوری گردیده است. همچنین داده‌های ارزش افزوده بخش حمل و نقل از حساب های ملی سایت بانک مرکزی و

جدول ۱. معرفی متغیرها

نماد متغیر	نام متغیر
LEI	لگاریتم شدت مصرف انرژی بخش حمل و نقل
LG	لگاریتم کل مصرف انرژی در بخش حمل و نقل
LV	لگاریتم ارزش افزوده در بخش حمل و نقل
LK	لگاریتم تشکیل سرمایه در بخش حمل و نقل
LL	لگاریتم نیروی کار شاغل در بخش حمل و نقل
LP	لگاریتم قیمت حامل های انرژی در بخش حمل و نقل

می‌باشد:

تمامی داده‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ در نظر گرفته می‌شوند. معادله به کار رفته در الگوی پژوهش بصورت زیر (۷)

$$LE = F(LG; LV; LK; LL; LP)$$

متغیرها در اقتصاد پایا نیستند. بنابراین در استفاده از این متغیرها قبل از هر چیز بایستی در مورد پایایی آنها اطمینان حاصل کرده و وضعیت آنها را روشن کرد. در ابتدای برآورد مدل با استفاده از آزمون دیکی فولر، پایایی متغیرها مورد بررسی قرار گرفت که تمام متغیرها، با یک بار تفاضل گیری پایا شدند.

رابطه فوق نشان می‌دهد که شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل تابعی از مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، ارزش افزوده در بخش حمل و نقل، تشکیل سرمایه در بخش حمل و نقل، نیروی کار شاغل در بخش حمل و نقل و قیمت حامل‌های انرژی در بخش حمل و نقل در نظر گرفته شده است.

برآورد الگو و بررسی نتایج

برای برآورد مدل در این مطالعه از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری (SVAR) استفاده می‌شود.

بررسی وضعیت پایایی متغیرها

باور رایج درباره متغیرهای سری زمانی این است که این (۸)

برآورد معادله با استفاده از روش خودرگرسیون

برداری ساختاری

در این بخش می‌خواهیم الگوی زیر را به روش SVAR برآورد نماییم:

$$dlei = \beta_0 + \beta_1dlg + \beta_2dlv + \beta_3dlk + \beta_4dll + \beta_5dlp$$

مدل، بدین صورت انتخاب شد که در معادله فوق همه متغیرها به جز متغیر مصرف انرژی بصورت لگاریتمی و متغیر مصرف انرژی به صورت غیرلگاریتمی در معادله وارد شود. در واقع معادله‌ای به فرم زیر را برآورد می‌نمائیم:

با بررسی این معادله مشاهده می‌شود که بین متغیرهای این الگو همخطی وجود دارد. بنابراین معادله را به معادله ای غیرخطی تبدیل نموده و معادله را به صورت غیرخطی برآورد می‌کنیم. برای این امر معادلات مختلفی برآورد شد که بهترین معادله از نظر آزمون‌های مختلف و همچنین پایداری (۹)

$$dlei = \beta_0 + \beta_1dg + \beta_2dlv + \beta_3dlk + \beta_4dll + \beta_5dlp$$

که باید در تفسیر نتایج به آن توجه کرد این است که در تخمین مدل‌های VAR و به طور کلی دستگاه معادلات، ضرایب و درصد توضیح دهندگی پارامترهای الگو اهمیت روشهای تک معادله ای را ندارند و برای بررسی خواص پویایی دستگاه از تجزیه واریانس VDCs و توابع عکس العملی آئی IRFs اثرات متقابل پویای تکانه‌های ایجاد شده در دستگاه استفاده می‌گردد.

تجزیه واریانس (VDCs)

با استفاده از تجزیه واریانس قدرت نسبی زنجیره علیت گرنجر یا درجه برون زایی این متغیرها را ماورای دوره نمونه اندازه‌گیری می‌کند. لذا VDCs را می‌توان

برای تعیین وقفه بهینه از معیار نسبت راستنمایی استفاده گردید که تعداد یک وقفه به عنوان وقفه بهینه تعیین شد. در ادامه ابتدا یک مدل VAR برآورد نموده و سپس با اعمال قیدهای کوتاه مدت و بلند مدت ضرایب مدل ساختاری استخراج می‌شود.

شناسا کردن مدل با اعمال قیدهای کوتاه مدت بر مدل

در این قسمت با اعمال قیدهای کوتاه مدت، مدل را شناسا کرده و ضرایب مدل ساختاری را استخراج می‌نماییم. اگر تعداد متغیرهای مدل را n در نظر بگیریم، برای این امر بایستی به تعداد $(n_2 - n)/2$ قید بر مدل VAR غیرمقید اولیه تحمیل نمائیم. از آنجا که در مدل ۶ متغیر داریم بنابراین برای شناسا کردن مدل بایستی ۱۵ قید را بر آن تحمیل کنیم. نکته‌ای

مدت و بلندمدت به ترتیب ۰,۲۳ و ۰,۱۶ درصد از خطای پیش بینی شدت انرژی را توضیح می‌دهد. لذا براساس شواهد حاصل، می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای فوق‌الذکر نقش مهمی را در تبیین تغییرات شدت انرژی را به عهده دارند. به بیان دیگر می‌توان گفت در کوتاه مدت متغیرهای اثرگذار به ترتیب شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت حامل‌های انرژی، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و ارزش افزوده هستند. در میان مدت ترتیب اثرگذاری متغیرها به صورت شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت حامل‌های انرژی، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و ارزش افزوده است. در بلندمدت نیز به ترتیب شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت حامل‌های انرژی، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و ارزش افزوده مهم‌ترین متغیرها در تبیین خطای پیش‌بینی شدت انرژی هستند.

توابع عکس‌العمل آنی (ضربه- پاسخ) (IRFs)

IRFs رفتار پویای متغیرهای الگو را به هنگام ضربه (یا تکانه) واحد هر جزء تصادفی معادله بر هر یک از متغیرها در طول زمان نشان می‌دهند. این تکانه‌ها معمولاً به اندازه یک انحراف معیار شوک انتخاب می‌شوند. لذا به آن‌ها تکانه یا ضربه واحد می‌گویند. مبدأ مختصات یا نقطه شروع حرکت متغیر پاسخ، مقادیر مربوط به وضعیت اولیه و پایدار دستگاه (بدون حضور تکانه) است. با استفاده از منابع عکس‌العمل آنی پویایی دستگاه به تکانه واحد اعمال شده از سوی هر یک از متغیرهای دستگاه مشخص می‌گردد. مجموعه نمودارهای شکل ۹ تأثیر تکانه یا ضربه ای به اندازه یک انحراف معیار بر متغیرهای شدت انرژی، مصرف انرژی، ارزش افزوده، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و قیمت حامل‌های انرژی را بر شدت انرژی در کوتاه مدت نشان می‌دهد. در اثر تکانه شدت انرژی، متغیر شدت انرژی در دوره اول به میزان ۰,۰۸ درصد افزایش یافته و بالاتر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد. اثر افزایشی این تکانه به تدریج سیر نزولی داشته بطوریکه در دوره دوم به مقداری در حدود ۰,۰۱۵ درصد بالغ می‌گردد و پس از اندکی نوسان، این تکانه در بلندمدت در وضعیت تعادلی پایدار می‌گردد. در اثر تکانه مصرف انرژی، شدت انرژی در دوره اول تغییر نمی‌کند و در وضعیت پایه باقی می‌ماند. در

آزمون علیت خارج از دوره نمونه نامگذاری کرد. در این روش سهم تکانه‌های وارد شده به متغیرهای مختلف دستگاه، در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر کوتاه مدت و بلندمدت مشخص می‌گردد. به طور مثال، اگر متغیری مبتنی بر مقادیر با وقفه خود به طور بهینه قابل پیش‌بینی باشد آنگاه واریانس خطای پیش‌بینی، سهم نوسانات هر متغیر در واکنش به تکانه‌های وارد شده به متغیرهای الگو تقسیم می‌شوند. بدین ترتیب قادر خواهیم بود سهم هر متغیر را بر روی تغییر متغیرهای دیگر در طول زمان اندازه‌گیری کنیم. در جدول ۲ در کوتاه مدت تفکیک خطای پیش‌بینی شدت انرژی را برای ۳۰ دوره (سال) و سهم هر یک از متغیرهای دستگاه در تغییرات متغیر شدت انرژی در کوتاه مدت (سال اول و دوم)، میانمدت (۵ سال) و بلندمدت (۳۰ سال) نشان داده می‌شود. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد، نوسانات شدت انرژی در افق‌های زمانی مختلف عمدتاً توسط تکانه‌های خود شدت انرژی توضیح داده می‌شود. در واقع این تکانه‌ها، در کوتاه مدت ۸۵,۶۵ درصد واریانس خطای پیش‌بینی شدت انرژی را توضیح می‌دهند. در میان مدت ۷۵,۵۳ درصد و در بلندمدت ۷۱,۷۴ درصد از واریانس خطای پیش‌بینی شدت انرژی را تشریح می‌نمایند. متغیر مصرف انرژی در درجه دوم اهمیت قرار دارد. به طوری که در کوتاه مدت ۸,۰۱ درصد و در میان مدت ۱۳,۹۹ درصد و در بلندمدت ۱۶,۳۱ درصد خطای پیش‌بینی شدت انرژی را تشریح می‌نمایند. متغیر قیمت حامل‌های انرژی در درجه سوم اهمیت قرار داشته به طوری که در کوتاه مدت ۵,۵۹ درصد و در میانمدت و بلندمدت به ترتیب ۹,۲۱ و ۱۰,۵۱ درصد خطای پیش‌بینی شدت انرژی را تشریح می‌نمایند. تشکیل سرمایه در درجه اهمیت چهارم قرار داشته، به طوری که در کوتاه مدت ۰,۳۴، در میانمدت ۰,۵۳۸ درصد و در بلندمدت ۰,۶۱ درصد از خطای پیش‌بینی را توضیح می‌دهد. متغیر نیروی کار شاغل نیز در درجه پنجم اهمیت قرار دارد بطوریکه در کوتاه مدت ۰,۳۳ درصد و در میانمدت و بلندمدت به ترتیب ۰,۵۳۲ و ۰,۶۱ درصد از خطای پیش‌بینی شدت انرژی را تبیین می‌نمایند. متغیر ارزش افزوده نیز در درجه آخر اهمیت قرار دارد به نحوی که در کوتاه مدت در حدود ۰,۰۶ درصد تأثیر داشته اما در میان

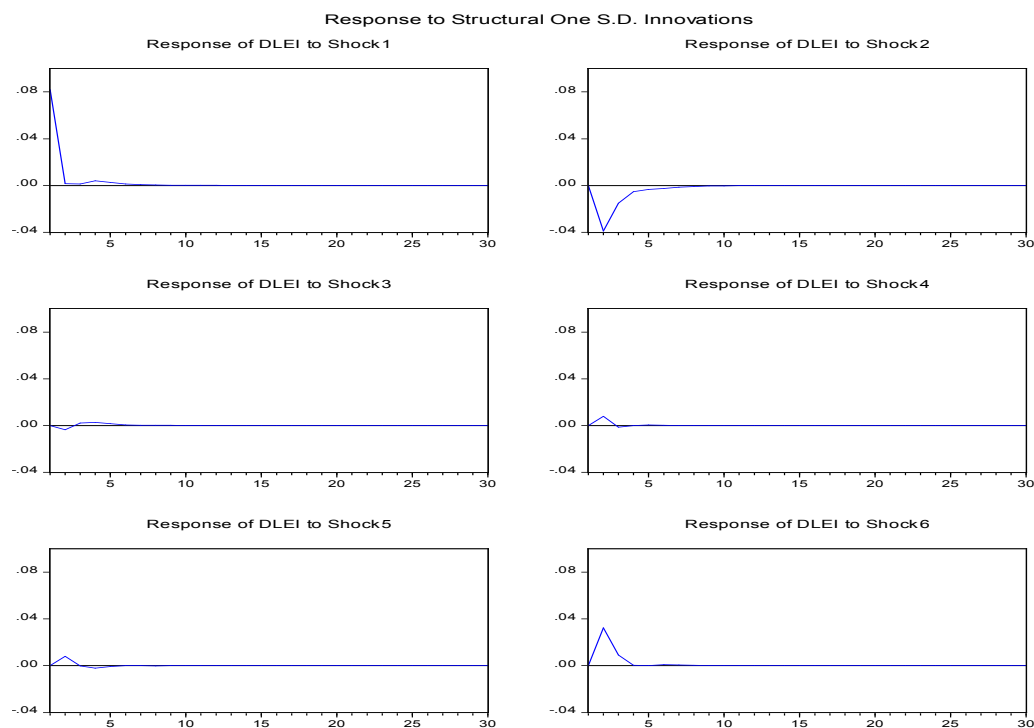
می‌گیرد. در ادامه پس از اینکه در دوره سوم شدت انرژی ۰,۰۰۱ درصد پایین‌تر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد، از دوره چهارم به بعد در وضعیت بالای وضعیت پایه قرار گرفته و پس از نوساناتی در بلند مدت در بالاتر از وضعیت پایه، پایدار می‌شود. پس از تکانه نیروی کار شاغل، شدت انرژی در دوره اول در وضعیت پایه باقی مانده و پس از اینکه در دوره دوم شدت انرژی ۰,۰۰۷ درصد بالاتر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد، در دوره های سوم به بعد پایین‌تر از وضعیت پایه قرار گرفته و در نهایت پس از نوساناتی، در بلندمدت در پایین‌تر از وضعیت تعادلی اولیه پایدار می‌شود. در نهایت اثر آخرین تکانه یعنی تکانه قیمت حامل های انرژی به این صورت است که در دوره اول اثر این تکانه تغییری در وضعیت پایه شدت انرژی پدید نمی‌آورد. در دوره دوم شدت انرژی ۰,۰۳ درصد بالاتر از وضعیت پایه قرار گرفته اما از دوره سوم به بعد سیر نزولی به خود گرفته و در نهایت در بالاتر از وضعیت پایه اولیه پایدار می‌گردد.

دوره دوم این تکانه موجب می‌شود شدت انرژی منفی ۰,۰۳ درصد کاهش یابد و در پایین وضعیت تعادل قرار گیرد. اما پس از آن اثر این تکانه بر شدت انرژی افزایشی خواهد بود و شدت انرژی به سمت وضعیت اولیه صعود می‌کند و بعد از چند دوره در وضعیت پایین‌تر از وضعیت اولیه پایدار می‌گردد. در اثر تکانه ارزش افزوده، شدت انرژی در دوره اول در وضعیت پایه باقی می‌ماند. در دوره دوم اثر تکانه سبب می‌شود شدت انرژی ۰,۰۰۳ درصد کاهش یافته و پایین‌تر از وضعیت پایه قرار گیرد. اثر افزایشی این تکانه از دوره سوم شروع می‌شود و شدت انرژی در این دوره مقدار ۰,۰۰۲ درصد بالاتر از وضعیت اولیه می‌شود اما در ادامه این اثر سیر نزولی به خود می‌گیرد و در بلند مدت بالاتر از وضعیت تعادل قدیم پایدار می‌گردد. در اثر تکانه تشکیل سرمایه، شدت انرژی در دوره اول در وضعیت پایه قرار باقی می‌ماند. در دوره دوم اثر این تکانه افزایشی خواهد بود و شدت انرژی ۰,۰۰۸ درصد بالاتر از وضعیت پایه قرار

جدول ۲. تجزیه واریانس در حالت شناسا کردن مدل با قیود کوتاه مدت

منبع: نتایج تحقیق

سال	S.E. خطای پیش بینی	Shock1 شدت انرژی	Shock2 مصرف انرژی	Shock3 ارزش افزوده	Shock4 تشکیل سرمایه	Shock5 نیروی کار شاغل	Shock6 قیمت حامل های انرژی
۱	0.082107	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
۲	0.097250	71.30716	16.02339	0.130508	0.680420	0.665528	11.19300
۳	0.098891	68.97488	17.84200	0.176002	0.677648	0.643815	11.68565
۴	0.099178	68.74040	18.02609	0.256371	0.673896	0.683747	11.61950
۵	0.099291	68.65416	18.10489	0.283660	0.675878	0.688240	11.59317
۶	0.099337	68.60652	18.15099	0.287946	0.675970	0.687638	11.59095
۷	0.099354	68.58743	18.16826	0.289127	0.675823	0.687426	11.59193
۸	0.099359	68.58210	18.17331	0.289725	0.675778	0.687428	11.59166
۹	0.099360	68.58048	18.17489	0.289966	0.675770	0.687438	11.59146
۱۰	0.099361	68.57989	18.17546	0.290041	0.675768	0.687437	11.59140
۳۰	0.099361	68.57956	18.17578	0.290076	0.675767	0.687435	11.59138



شکل ۹. تأثیر تکانه یا ضربه ای به اندازه یک انحراف معیار بر متغیرهای مدل

منبع: نتایج تحقیق

مینماید. متغیر نیروی کار شاغل در درجه سوم اهمیت قرار داشته به طوری که در کوتاه مدت ۱۳,۱۶ درصد و در میانمدت ۱۶,۱۶ درصد و بلندمدت ۱۷,۳۵ درصد خطای پیش بینی شدت انرژی را تشریح مینماید. مصرف انرژی در درجه اهمیت چهارم قرار داشته، به طوری که در کوتاه مدت ۱۶,۱۹ درصد، در میانمدت ۱۵,۰۲ درصد و بلند مدت ۱۴,۵۸ درصد از خطای پیش بینی را توضیح می دهد. متغیر شدت انرژی نیز در درجه پنجم اهمیت قرار دارد بطوریکه در کوتاه مدت ۸,۹ درصد، در میانمدت ۸,۰۵ درصد و بلندمدت ۷,۷۵ درصد از خطای پیش بینی شدت انرژی را تبیین می نماید. متغیر تشکیل سرمایه نیز در درجه آخر اهمیت قرار دارد به نحوی که در کوتاه مدت در حدود ۱,۴۵ درصد، در میان مدت ۲,۵۹ درصد و در بلندمدت ۳,۰۱ درصد از خطای پیش بینی شدت انرژی را توضیح می دهد. لذا براساس شواهد حاصل، می توان نتیجه گرفت که متغیرهای فوق الذکر نقش مهمی را در تبیین تغییرات شدت انرژی را به عهده دارند. به بیان دیگر می توان گفت در کوتاه مدت متغیرهای اثرگذار به ترتیب قیمت حامل های

شناسا کردن مدل با اعمال قیدهای بلند مدت بر مدل

در این قسمت با اعمال قیدهای بلندمدت، مدل را شناسا کرده و ضرایب مدل ساختاری را استخراج می نماییم. تجزیه واریانس و توابع عکس العمل آنی بصورت زیر می باشند.

تجزیه واریانس (VDCs)

جدول ۳ در بلند مدت تفکیک خطای پیش بینی شدت انرژی را برای ۳۰ دوره (سال) و سهم هریک از متغیرهای دستگاه در تغییرات متغیر شدت انرژی در کوتاه مدت (سال اول و دوم)، میان مدت (۵ سال) و بلندمدت (۳۰ سال) نشان داده می شود. نوسانات شدت انرژی در افق های زمانی مختلف عمدتاً توسط تکانه های قیمت حامل های انرژی توضیح داده می شود. در واقع این تکانه ها، در کوتاه مدت ۳۷,۳۴ درصد، در میان مدت ۳۵,۷۳ درصد و در بلندمدت ۳۵,۰۷ درصد از واریانس خطای پیشبینی شدت انرژی را تشریح می نماید. متغیر ارزش افزوده در درجه دوم اهمیت قرار دارد. به طوری که در کوتاه مدت ۲۲,۹ درصد و در میان مدت ۲۲,۳۹ درصد و در بلندمدت ۲۲,۱۸ درصد خطای پیش بینی شدت انرژی را تشریح

انرژی، ارزش افزوده، مصرف انرژی، نیروی کار شاغل، شدت انرژی و تشکیل سرمایه هستند. در میان مدت ترتیب اثرگذاری متغیرها به صورت قیمت حامل‌های انرژی، ارزش افزوده، نیروی کار شاغل، مصرف انرژی، شدت انرژی و تشکیل سرمایه است. در بلندمدت نیز به ترتیب قیمت حامل‌های انرژی، ارزش افزوده، نیروی کار شاغل، مصرف انرژی، شدت انرژی و تشکیل سرمایه مهم‌ترین متغیرها در تبیین خطای پیش‌بینی شدت انرژی هستند.

جدول ۳. تجزیه واریانس در حالت شناسا کردن مدل با قیود بلندمدت

منبع: نتایج تحقیق

سال	S.E. خطای پیش بینی	Shock1 شدت انرژی	Shock2 مصرف انرژی	Shock3 ارزش افزوده	Shock4 تشکیل سرمایه	Shock5 نیروی کار شاغل	Shock6 قیمت حامل‌های انرژی
۱	0.082107	10.26858	18.09978	23.16444	0.176014	9.193020	39.09816
۲	0.097250	7.558977	14.30916	22.64874	2.736118	17.13980	35.60721
۳	0.098891	7.456779	14.27150	22.15807	3.369536	17.97587	34.76823
۴	0.099178	7.499375	14.23567	22.04284	3.368596	18.21655	34.63697
۵	0.099291	7.510198	14.22618	22.00950	3.362436	18.30723	34.58446
۶	0.099337	7.512219	14.22188	22.00447	3.365003	18.34413	34.55230
۷	0.099354	7.512672	14.22034	22.00199	3.367151	18.35693	34.54092
۸	0.099359	7.512966	14.21998	22.00089	3.367591	18.36110	34.53748
۹	0.099360	7.513088	14.21986	22.00051	3.367664	18.36249	34.53638
۱۰	0.099361	7.513126	14.21981	22.00040	3.367694	18.36299	34.53598
۳۰	0.099361	7.513144	14.21979	22.00034	3.367716	18.36325	34.53577

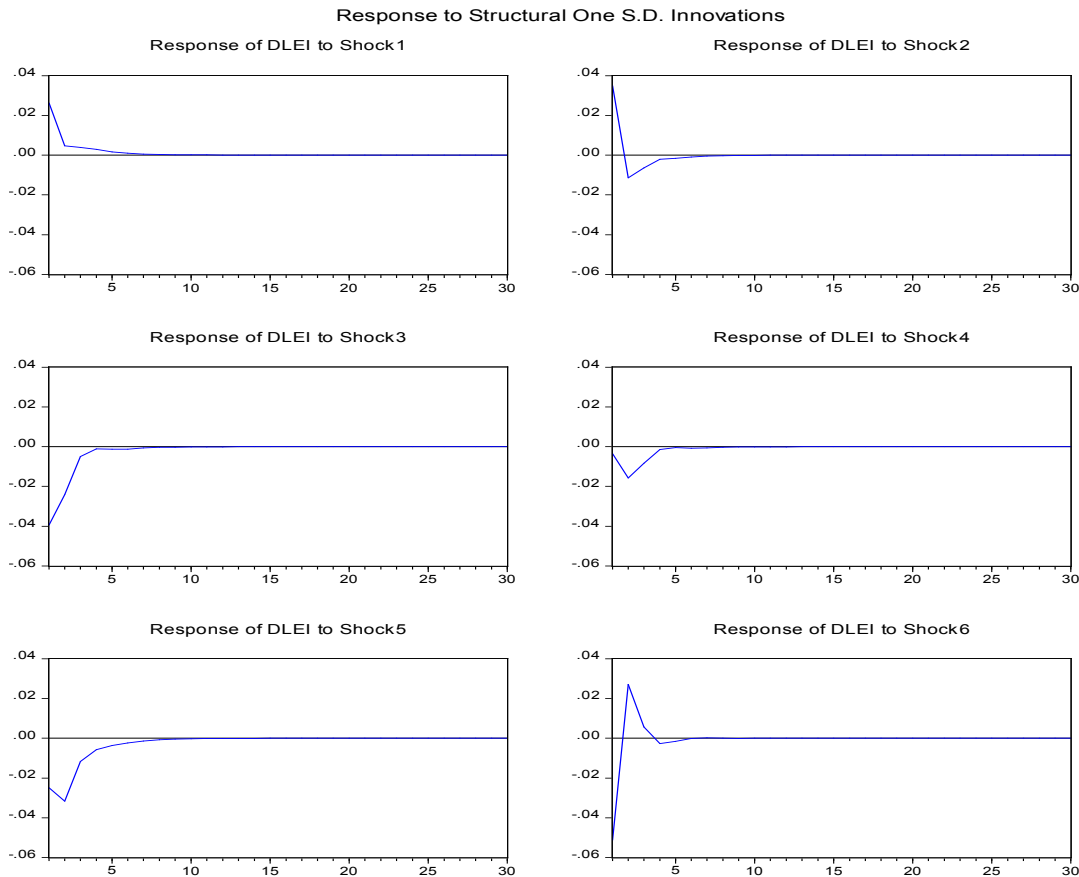
توابع عکس‌العمل آنی (ضربه- پاسخ) (IRFs)

مجموعه نمودارهای شکل ۱۰ تأثیر تکانه یا ضربه ای به اندازه یک انحراف معیار بر متغیرهای شدت انرژی، مصرف انرژی، ارزش افزوده، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و قیمت حامل‌های انرژی را بر شدت انرژی در بلندمدت نشان می‌دهد. در اثر تکانه شدت انرژی، متغیر شدت انرژی در دوره اول به میزان ۰٫۰۲ درصد افزایش یافته و بالاتر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد. اثر افزایشی این تکانه به تدریج سیر نزولی داشته بطوریکه در دوره دوم به مقدار ۰٫۰۰۴ درصد می‌رسد و پس از اندکی نوسان، ایسن تکانه در بلندمدت در وضعیت تعادلی بالاتر از حالت پایه پایدار می‌گردد. در اثر تکانه مصرف انرژی، شدت انرژی در دوره اول ۰٫۰۳ درصد بالاتر از وضعیت تعادلی اولیه قرار می‌گیرد.

اما در دوره دوم این تکانه موجب می‌شود شدت انرژی روند نزولی بگیرد و منفی ۰٫۰۱ درصد پایین‌تر از وضعیت اولیه قرار گیرد. در دوره‌های بعد هرچند شدت انرژی روند صعودی می‌گیرد و به سمت وضعیت اولیه صعود می‌کند اما همچنان بعد از چند دوره در وضعیت پایین‌تر از وضعیت اولیه پایدار می‌گردد. در اثر تکانه ارزش افزوده، شدت انرژی در دوره اول روند نزولی خود را آغاز می‌کند و با ۰٫۰۳ کاهش در پایین‌تر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد. از دوره دوم اثر تکانه سبب می‌شود شدت انرژی روند افزایشی بگیرد بطوریکه در این دوره در ۰٫۰۲ درصد پایین‌تر از وضعیت اولیه است. این روند صعودی ادامه می‌یابد اما بعد از چند دوره شدت انرژی همچنان در پایین‌تر از وضعیت اولیه خود پایدار می‌گردد. در اثر تکانه تشکیل سرمایه شدت انرژی در

بلندمدت در پایین‌تر از وضعیت تعادلی اولیه پایدار می‌شود. در نهایت اثر آخرین تکانه یعنی تکانه قیمت حامل‌های انرژی به این صورت است که در دوره اول اثر این تکانه کاهش معادل ۰,۰۵ درصد را در شدت انرژی پدید می‌آورد. پس از آن اثر این تکانه در دوره‌های دوم و سوم افزایشی است و شدت انرژی در این دوره‌ها به ترتیب در مثبت ۰,۰۲ و ۰,۰۰۵ بالاتر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد. در ادامه شدت انرژی پس از آنکه در دوره چهارم با کاهش مواجه شده و در منفی ۰,۰۰۲ و در پایین‌تر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد، از دوره پنجم روند صعودی به خود گرفته و پس از نوساناتی در بلندمدت در پایین‌تر از حالت پایه اولیه خود پایدار می‌گردد.

دوره اول با ۰,۰۰۳ درصد کاهش در وضعیت پایین‌تر از پایه قرار می‌گیرد. در دوره دوم اثر این تکانه به روند کاهش خود ادامه خواهد داد و شدت انرژی در پایین‌ترین حالت خود و در ۰,۰۱ درصد پایین‌تر از وضعیت پایه قرار می‌گیرد. در ادامه شدت انرژی روند صعودی به خود می‌گیرد اما همچنان پس از چند دوره در پایین‌تر از وضعیت پایه اولیه خود پایدار می‌گردد. پس از تکانه نیروی کار شاغل، شدت انرژی در دوره اول با ۰,۰۲ درصد کاهش در وضعیت پایین‌تر از پایه قرار گرفته و پس از اینکه در دوره دوم با ادامه روند نزولی در منفی ۰,۰۳ درصد پایین‌تر از وضعیت پایه و در کمترین مقدار خود قرار می‌گیرد، از دوره سوم که در منفی ۰,۰۱ قرار دارد حالت صعودی می‌گیرد و در نهایت پس از نوساناتی، در



شکل ۱۰. تأثیر تکانه یا ضربه ای به اندازه یک انحراف معیار بر متغیرهای

منبع: نتایج تحقیق

۸- نتیجه گیری

همانطور که ملاحظه شد تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل با همه روش ها به نتایج یکسانی در مورد مهمترین عوامل توضیح دهنده تغییرات مصرف انرژی در این بخش طی دوره انجامید. بر این اساس در تمام روش ها اثر ساختاری در طول دوره در برخی از سالها به صرفه جویی و در برخی سالها به افزایش مصرف انرژی منجر شده است. اما در همه سالها این اثر مقداری اندک و کم اهمیت دارد به نحوی که می توان از اثر آن بر تغییرات مصرف انرژی در طول دوره چشم پوشی کرد. اثر شدتی در بیشتر سالهای دوره منجر به صرفه جویی شده است. یعنی مقدار ثابتی ارزش افزوده در بخش حمل و نقل با مقدار انرژی کمتری ایجاد شده است. اثر تولیدی نیز در تمام روشها و در تمام طول دوره منجر به افزایش مصرف انرژی شده است. همچنین در تمام روشها به ترتیب اثرهای تولیدی، شدتی و ساختاری بیشترین سهم را در توضیح تغییرات مصرف انرژی در بخش حمل و نقل داشته اند. از آنجا که اثر تولیدی همواره منجر به افزایش مصرف انرژی شده است. بنابراین می توان گفت این اثر عامل اصلی در افزایش مصرفی است که در طی دوره اتفاق افتاده است. در مجموع با توجه به نتایج می توان این گونه استنباط کرد که از آنجا که اثر شدتی در طول دوره همواره کاهش داشته لذا شدت مصرف انرژی در طول دوره کاهش داشته است و در واقع برنامه های سیاستگذار برای کاهش شدت مصرف انرژی و ارتقای بهره وری انرژی در بخش حمل و نقل ایران در طی دوره مورد بررسی با موفقیت توأم بوده است. نکته دیگری که می توان با استفاده از نتایج بررسیها به آن اشاره داشت این می باشد که اثر ساختاری در تجزیه مصرف انرژی نوسانات اندکی داشت بنابراین تغییر ساختار از زیربخش های با انرژی بری بیشتر به سمت زیربخش های با انرژی بری کمتر در بازه زمانی مورد مطالعه در بخش حمل و نقل ایران انجام نگرفته است. لذا سیاستگذار می تواند از این راهکار، در کنار ارتقای بهره وری، برای کاهش مصرف انرژی در بخش حمل و نقل استفاده نماید. از این جهت بررسی تاثیر گسترش روشهای حمل و نقل با انرژی بری کمتر مانند حمل و نقل ریلی بر کاهش شدت انرژی و منافع ناشی از جایگزینی حمل و نقل ریلی با حمل و نقل جاده ای می تواند موضوع پژوهش های آتی در

این حوزه باشد.

۹- مراجع

- اقبالی، ع. ر.، گسگری، ر.، مرادی، م.، و پرهیزی، ه.، (۱۳۹۳)، "بررسی شدت انرژی در کشورهای نفتی و غیر نفتی"، فصلنامه تحقیقات اقتصادی دوره ۵۰، شماره ۱، ص. ۱-۲۰.
- آقایان، ح.، (۱۳۹۲)، "آمارنامه مصرف فرآورده های نفتی انرژی زا".
- بهبودی، د. و مهین اصلانی نیا، ن. و سجودی، س.، (۱۳۸۹)، "تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل موثر بر آن در اقتصاد ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هفتم، شماره ۲۶، ص. ۱۰۵-۱۳۰.
- "ترازنامه انرژی"، وزارت نیرو، سالهای مختلف.
- خاکساری، ع. و بازدار اردبیلی، پ.، (۱۳۸۵)، "بررسی کشش پذیری تقاضای سوخت در حمل و نقل زمینی کشور"، فصلنامه پژوهش های اقتصادی، سال ششم، شماره اول.
- عباسی نژاد، ح. و وافی نجار، د.، (۱۳۸۳)، "بررسی کارایی و بهره وری انرژی در بخش های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهادهای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش TSLS"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۶۶، ص. ۱۱۳-۱۳۷.
- فطرس، م. ح. و براتی، ج.، (۱۳۹۱)، "تجزیه دی اکسید کربن منتشره ی بخش حمل و نقل به زیر بخشها و انواع سوخت های مصرفی"، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، سال دوم، شماره ۶، ص. ۶۴-۸۳.
- قاسمی، ع. ر. و محمدخان پور اردبیل، ر.، (۱۳۹۳)، "بررسی تاثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل"، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، ص. ۱۶۹-۱۹۰.
- گلی، ز. و اشرفی، ی.، (۱۳۸۸)، "بررسی شدت انرژی

growth, oil demand, and CO₂ emissions through 2050". Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 2038(1), pp.69-77.

-Jiang, J. (2014), "A factor decomposition analysis of transportation energy consumption and related policy implications". IATSS Research.

-Metcalf, Gilbert E. (2008), "An Empirical Analysis of Energy Intensity and Its Determinants at the State Level", The Energy Journal 29.3: pp.1-26.

-Shi X., Polenske K.R., (2005), "Energy prices and energy intensity in China: a structural Decomposition analysis and econometric study", 06-006 Working Paper, MIT CEEPR.

-Wing Sue I. (2008), "Explaining the Declining Energy Intensity of the U.S. Economy". Resource and Energy Economics 30: pp.21-49.

کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده آل فیشر در ایران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال هجدهم، شماره ۵۴، ص. ۳۵-۵۴.

-Banister, D., & Stead, D. (2002), "Reducing transport intensity". European Journal of Transport and Infrastructure Research 2 (3/4), pp.161-178.

-Chukwu, P. U., Isa, A. H., Ojosu, J. O., & Olayande, J. S. (2015), "Energy Consumption in Transport Sector in Nigeria: Current situation and ways forward". Journal of Energy Technologies and Policy, 5(1), pp.75-83.

-Fisher- vanden, (2013), "Factors Influencing Energy Intensity in Four Chinese Industries". Policy research working paper.

-Gota, S. (2014), "Issues with Philippines Road Transport Energy Consumption". Open Journal of Energy Efficiency, 3(1), pp.66-73.

-Huo, H., Wang, M., Johnson, L., & He, D. (2007), "Projection of Chinese motor vehicle

پیوست‌ها

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز جمعی با سال پایه چرخشی

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثرکل (کل تغییرات انرژی)
1376	0	0	0	0
1377	3/612126141	2/041564812	4/956309047	10/61
1378	21/59586429	-2/325062276	-9/860802019	9/41
1379	8/055591005	2/947616086	1/986792909	12/99
1380	9/787510961	0/612561067	0/499927972	10/9
1381	11/28629299	-2/547784905	5/851491916	14/59
1382	38/3073794	-1/951861021	-24/54551838	11/81
1383	16/92277067	3/811570957	-7/534341629	13/2
1384	11/71888164	1/475083229	-0/19396487	13
1385	27/64224556	1/55093987	-13/19318543	16
1386	23/81151866	1/083079012	-25/70459767	-0/81
1387	19/17602122	2/1053129	-9/471334121	11/81
1388	22/69937737	-4/195990844	-6/663386526	11/84
1389	19/6894842	2/001541564	-17/30102577	4/39
1390	5/49516718	7/956100435	-6/301267615	7/15

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز جمعی یا سال پایه ۱۳۷۶

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل (کل تغییر در مصرف)
1376	0	0	0	0
1377	3/612126839	2/041565593	4/956282335	10/60997477
1378	24/26991231	-0/177590853	-4/07234622	20/01997524
1379	32/52628795	3/253910219	-2/770222737	33/00997543
1380	42/28800024	3/588774527	-1/966799115	43/90997566
1381	53/48012636	1/079586776	3/940262775	58/49997591
1382	90/86737991	-0/639442838	-19/9179603	70/30997677
1383	109/3657317	3/357585874	-29/21334038	83/5099772
1384	122/3794877	5/186617517	-31/05612772	96/5099775
1385	152/9168406	7/599166978	-48/00602943	112/5099782
1386	180/3867202	9/508984302	-78/19572571	111/6999788
1387	204/5863448	13/36262405	-94/43898945	123/5099794
1388	234/0024492	7/427088896	-106/079558	135/3499801
1389	260/4874008	10/72633215	-131/4737523	139/7399807
1390	268/26878	22/27025051	-143/6490496	146/8899808

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز ضربی یا سال پایه چرخشی

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل
1376	1	1	1	1
1377	1/023934393	1/013180803	1/034266856	1/072980158
1378	1/134052541	0/987273591	0/946328562	1/059528503
1379	1/047305519	1/016566809	1/012434544	1/077894541
1380	1/053337934	1/00316917	1/004036507	1/060941423
1381	1/058057063	0/987613249	1/029516421	1/075794392
1382	1/18324105	0/992059762	0/900139042	1/056624465
1383	1/076642983	1/016033681	0/969019076	1/060015328
1384	1/050080691	1/006003133	0/999438306	1/055791101
1385	1/111911925	1/005647128	0/951691639	1/064173058
1386	1/090538094	1/003776274	0/911581678	0/997868594
1387	1/075147196	1/009368853	0/968604023	1/051148547
1388	1/082844443	0/98585777	0/980507578	1/046721851
1389	1/068845493	1/006515846	0/943530696	1/015059688
1390	1/018933836	1/026903697	0/984623432	1/030257699

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش لاسپیرز ضربی یا سال پایه ۱۳۷۶

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل
1376	0/999933746	0/999933555	0/999933555	0/999800869
1377	1/023934589	1/013180977	1/034266856	1/072980546
1378	1/161195622	0/998917591	0/979056383	1/135645421
1379	1/216055261	1/01771189	0/994670234	1/230997811
1380	1/280917136	1/018548587	0/99319697	1/295800586
1381	1/355283423	1/005226239	1/019288779	1/388644843
1382	1/603703712	0/997284538	0/91640692	1/465654413

1/552206695	0/88757882	1/012853827	1/726616349	1383
1/639316312	0/887351248	1/018940148	1/813086488	1384
1/744672726	0/844326534	1/024978191	2/015992488	1385
1/747548788	0/772721942	1/028670569	2/198516605	1386
1/830141082	0/747625769	1/037564328	2/359311452	1387
1/900938097	0/730022612	1/019249047	2/554767295	1388
1/929959796	0/688820512	1/026031559	2/73074704	1389
1/992075463	0/67983554	1/053111769	2/782450556	1390

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I جمعی با سال پایه چرخشی

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل
1376	0	0	0	0
1377	5/55887385	1/866924139	5/05112615	12/47692414
1378	18/63719759	-2/214506981	-9/227197586	7/195493019
1379	10/94813095	2/7814226	2/041869046	15/7714226
1380	10/26688143	0/451096108	0/633118571	11/35109611
1381	8/790632946	-2/585831174	5/799367054	12/00416883
1382	34/42713194	-1/730383937	-22/61713194	10/07961606
1383	20/38031603	3/592114598	-7/180316033	16/7921146
1384	13/16233002	1/413152432	-0/162330022	14/41315243
1385	28/54150624	1/512604853	-12/54150624	17/51260485
1386	23/59742571	0/885012997	-24/40742571	0/075012997
1387	20/89116346	1/970267416	-9/08116346	13/78026742
1388	17/7396068	-4/519706754	-5/899606805	7/320293246
1389	21/09351213	1/908497687	-16/70351213	6/298497687
1390	12/63758493	7/131267668	-5/487584926	14/28126767

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I جمعی با سال پایه ۱۳۷۶

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل
1376	0	0	0	0
1377	5/558873844	1/866924155	5/051099097	12/4768971
1378	23/61945941	-0/338506071	-3/599487132	19/68146621
1379	34/82299211	2/257228955	-1/81302063	35/26720043
1380	45/37941319	2/91275477	-1/46944253	46/82272543
1381	55/09956851	0/949852376	3/400401023	59/44982191
1382	86/20562813	-0/384120404	-15/89565943	69/92584829
1383	105/8780307	2/607409646	-22/36806299	86/11737735
1384	119/6452571	3/799430071	-23/13529056	100/3093966
1385	146/390476	5/179343847	-33/88050962	117/6893102
1386	163/775626	5/421737034	-52/07566161	117/1217015
1387	183/8948659	7/146400371	-60/3849024	130/6563639
1388	201/8327722	3/973854009	-66/48280813	139/3238181
1389	219/1259177	5/43917463	-79/38595348	145/1791389
1390	231/0048442	10/43758152	-84/11488192	157/3275438

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I ضریبی با سال پایه چرخشی

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل
1376	1	1	1	1
1377	1/036337976	1/012059588	1/032964779	1/083410424
1378	1/119002686	0/986728775	0/945853586	1/04436627
1379	1/063836459	1/015845552	1/01160803	1/093238257
1380	1/055855749	1/0023909	1/003357273	1/061933465
1381	1/04456628	0/987256114	1/029182712	1/061349247
1382	1/173793693	0/991978281	0/900080236	1/048033489
1383	1/093789618	1/01592639	0/968909004	1/07666112
1384	1/056268437	1/00589463	0/999325095	1/061777665
1385	1/118472839	1/00595137	0/951992119	1/071114212
1386	1/094115787	1/003379109	0/9111625	1/000285969
1387	1/081132894	1/007384285	0/966658622	1/052803649
1388	1/065433949	0/983981142	0/979141788	1/026499854
1389	1/075980783	1/006647936	0/943658092	1/022108007
1390	1/043954217	1/024570304	0/981494798	1/049811243

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I ضریبی با سال پایه ۱۳۷۶

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثر شدتی	اثر کل
1376	1	1	1	1
1377	1/036337976	1/012059588	1/032964599	1/083410236
1378	1/158762483	0/997890421	0/977794456	1/130641312
1379	1/232695745	1/013652944	0/989167157	1/235989755
1380	1/302884154	1/017127565	0/99146915	1/31389431
1381	1/36244915	1/005345933	1/019270394	1/396128001
1382	1/600019681	0/997907865	0/916982081	1/464119819
1383	1/750046127	1/01387746	0/888490407	1/576477248
1384	1/848272878	1/019697534	0/888007399	1/673609159
1385	2/067510511	1/026031386	0/845265218	1/793087034
1386	2/258739467	1/027340998	0/771758362	1/790861927
1387	2/440427059	1/035279085	0/746052215	1/88491815
1388	2/602846084	1/019012944	0/729714767	1/935447179
1389	2/800673337	1/025892872	0/688594712	1/978464
1390	2/918630892	1/049586827	0/677042831	2/07402358