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 حامل های 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 حامل های 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

در دنیای امروز، انرژی نقش برجسته‌ای را در زمینه های 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 هزینه ایِ ناشی از افزایش قیمت انرژی نموده است و در نگاهی کلان‌تر، حتی مناسبات و مناقشات کشورها در سطح بین الملل را متاثر 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 یافته دهه‌هاست که این سیاست‌ها را پی گیری می نمایند. 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 معمولا 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 پرمصرف‌ترین بخش‌ها می‌باشد. این بخش یکی از بخش‌های

اصلی مصرف‌کننده انرژی می باشد که بیش از ٢٤ 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 وشواهد 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 (فاکتوریال)، برای بررسی تغییرات یک متغیر در طول زمان بکار برده می‌شوند. بر اساس این روش تغییر در کل مصرف انرژی دردوره 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 نموده اند 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 گروهِ 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 پرداخته اند.آنها برای این منظور از الگوی پنل پویا استفاده نموده اند. 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 (١٣٦٠-١٣٨٥) پرداخته اند. نتایج محاسبات، تغییر ناچیز اثر ساختاری با دامنه نوسانی بین ۰,۹۵ و ١,٠٦ 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 ١٩٩٩-٢٠٠٤ 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

صنعت می‌شود و همچنین افزایش قیمت‌های انرژی اثر قابل توجه ای در کاهش شدت مصرف انرژی در هر چهار صنعت داشته است. مطالعه متکالف (۲۰۰۸)، در ایالات متحده طی سال های ۱۹۷۰-۲۰۰۳ با استفاده از مدل تعدیل جزیی 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 رگرسیونی تعدیل جزیی، به بررسی عوامل موثر بر این سه شاخص پرداخته است. متغیرهای بکار برده شده توسط او قیمت انرژی، GDP سرانه، درجه گرمای روزانه، درجه خنک کنندگی روزانه، نسبت سرمایه به نیروی کار، نرخ رشد جمعیت و نسبت سرمایه گذاری بود. وینگ (۲۰۰۸)، در کشور ایالات متحده برای سال های ۱۹۸۸-۲۰۰۰ و به کمک آمار توصیفی نشان داده که افزایش قیمت انرژی نقش تعیین کننده 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 شامل تولید ملی، نهاده‌های نیروی کار، انرژی و مواد اولیه، قیمت و شدت این نهاده‌ها، شوک های قیمتی، مقدار و شدت نهاده‌های شبه ثابت است.

۳-روش‌های موجود برای تجزیه

انتخاب تکنیک تجزیه، بستگی به ویژگی های 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 روش ها لاسپیرز و LMD-I خواهیم پرداخت. هر یک از این روش ها می‌توانند با روش جمعی و ضربی انجام شوند که در نتیجه روش های زیادی برای انجام تجزیه در دسترس قرار می دهند.

روش لاسپیرز

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

$$\Delta E = (At - A0)\sum_{i=1}^{n} Ii0 * Si0 + At\sum_{i=1}^{n} Ii0 * (Sit - Si0) + At\sum_{i=1}^{n}(Iit - Ii0) * Sit \quad (۱)$$

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

$$Aeffect: \Delta E = (At - A0)\sum_{i=1}^{n} Ii0 * Si0$$

$$Seffect: \Delta E = At\sum_{i=1}^{n} Ii0 * (Sit - Si0)$$

$$Ieffect: \Delta E = At\sum_{i=1}^{n}(Iit - Ii0) * Sit$$

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

$$Aeffect: Et = At * \sum_{i=1}^{n} Si0 * Ii0 - E0 \quad (۲)$$

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

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

همانطور که پیش تر عنوان شد برای هریک از روش هـای تجزیه می‌توان صورت ضربی را نیز در نظـر گرفـت. روابـط

(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)**

روابط مربوط به اثرهای تولیدی، ساختاری و شدتی در روش

(٤)

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

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

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

که در آن L(a,b) برابر است با:

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

همچنین روابط مربوط به اثرهای تولیدی، ساختاری و شدتی

(۵)

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

(٦)

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

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

نکته دیگری که بایستی در انجام تجزیه مصرف انرژی بدان توجه نمود این است که برای داده‌های مختلف ارزش افزوده و همچنین مصرف انرژی زیربخش‌ها که بر اساس حامل‌های مختلف انرژی متفاوت می‌باشند، باید واحد مشترکی در نظـر گرفته شود. این امر به آن جهت است کـه وجـود واحـدهای فیزیکی متفاوت انجام کار را دشوار می‌نماید. به همین جهت ما در این پژوهش سطح فعالیت را بـر اسـاس میلیـارد ریـال خواهیم سنجید. همچنین مصـرف انـرژی زیـربخش‌هـا را از واحدهای مختلف فیزیکی، با توجه به ضـرایب مربوطـه، بـه مربوط به اثرهای مختلف برای روش لاسپیرز ضربی بصورت زیر خواهد بود:

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

در روش LMD-I با رویکرد ضربی بصورت زیر می‌باشند:

واحد مشترک بشکه معادل نفت خام تبدیل کرده‌ایم.

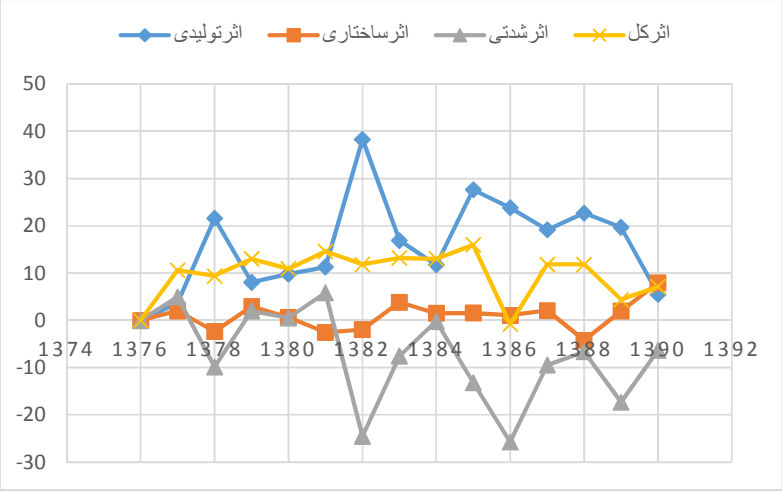
٤- تجزیه مصرف انرژی در بخـش حمـل و نقل ایران

حال مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران را در بـازه زمانی ۱۳۷٦ تا ۱۳۹۰ با هریک از حالت‌های فوق تجزیه می-نمائیم. داده های مربوط به ارزش افزوده بخش حمل و نقـل

و زیربخش‌های آن از حسابهای ملی مرکز آمار ایـران گرفتـه شده‌اند. داده‌های مربوط به مصـرف انـرژی نیـز از ترازنامـه انرژی سال‌های مختلف استخراج شده اسـت. در بـین روش های مختلف تجزیه، روش لاسپیرز و روش LMD-I نسبت به روش‌های دیگر ارجحیـت داشـته و از عمومیـت بیشـتری برخوردار می‌باشند. به همین جهت و با توجه به مزیت‌هـایی که در مورد این دو روش در قسمت‌های قبـل گفتـه شـد در این پژوهش نیز ما از این دو روش، هم به شکل جمعی و هم به شکل ضربی آنها، برای تجزیـه مصـرف انـرژی در بخـش حمل و نقل ایران استفاده خواهیم کرد. همچنین برای انجـام تجزیه از هر دو رویکرد تجزیه با سال پایه ثابت (سـال پایـه ۱۳۷٦) 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 تجزیـه مصـرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران مطابق زیر خواهد بود:

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

نتایج حاصل از تجزیـه در ایـن حالـت بـرای دوره ۱۳۷٦ تـا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:



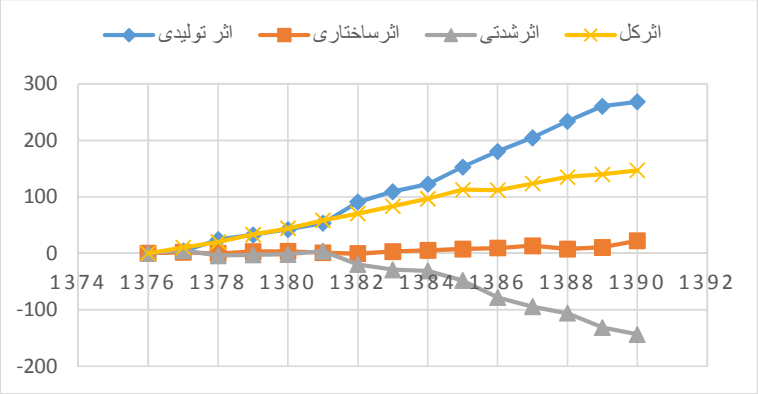
شکل ۱. نتایج روش لاسپیرز جمعی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

همانطور که در نمودار فوق ملاحظه می‌شود، اثـر شـدتی در بیشتر سال های دوره مقداری منفی داشته کـه نشـان دهنـده بهبود بهره وری و متعاقب آن صرفه جویی در مصرف انرژی است. در بازه مورد نظر اثر تولیدی که نشان دهنـده افـزایش مصرف انرژی به خاطر افزایش در تولید است، در تمام سـال ها مثبت بوده و بنابراین به افزایش مصرف انرژی منجر شـده است. اثر ساختاری نیز کـه نشـان دهنـده تغییـرات مصـرف انرژی از محل تغییر در زیربخش ها می باشد در بـازه مـورد بررسی نوسانات کمی بین مقادیر مثبت و منفی داشـته اسـت بنابراین اثر آن قابل چشم پوشـی اسـت. در مجمـوع در ایـن روش به ترتیـب اثـر تولیـدی، اثـر شـدتی و اثـر سـاختاری بیشترین تـاثیر را در تغییـرات مصـرف انـرژی در طـی دوره داشته اند. به عبارت دیگر اثر شدتی تنها بخشی از اثر تولیدی را خنثی کرده است و به همین دلیل اثر کل نیـز مثبـت بـوده است که بیانگر افزایش مصرف طی دوره می‌باشد.

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایـران بـا استفاده از روش لاسپیرز جمعی یا سال پایه ۱۳۷٦

نتایج حاصل از تجزیـه در ایـن حالـت بـرای دوره ۱۳۷٦ تـا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:



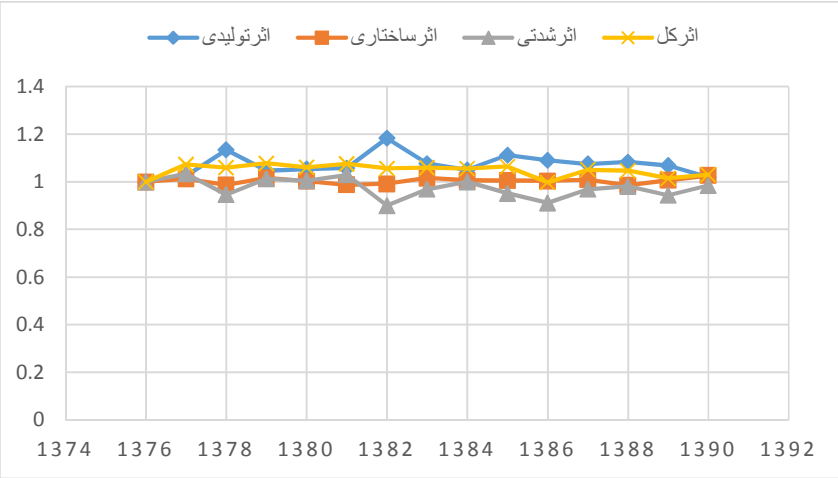
شکل ۲. نتایج روش لاسپیرز جمعی یا سال پایه ۱۳۷٦

منبع: نتایج پژوهش

در این روش مصرف انرژی در طی سال های دوره نسبت به سال مبدا سنجیده شده است. نتایج نشان می دهد اثر کـل در طول دوره همواره مثبـت بـوده و رونـد صـعودی داشـته است. اثر شدتی در بیشتر دوره هرچند بـه مقـدار انـدک امـا منفی و نزولی بوده است. اثر ساختاری نیـز نوسـانات کـم و قابل چشم پوشی داشته است. در مجموع در ایـن روش اثـر تولیدی کاملا بر اثر شدتی منفی غلبه کرده اسـت و اثـر کـل مثبت و صعودی شده است که توضیحی بر افزایش مصـرف انرژی در طی دوره است.

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقـل ایـران بـا استفاده از روش لاسپیرز ضربی با سال پایه چرخشی

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت بـرای دوره ۱۳۷٦ تـا ۱۳۹۰ بصورت زیر می‌باشد:



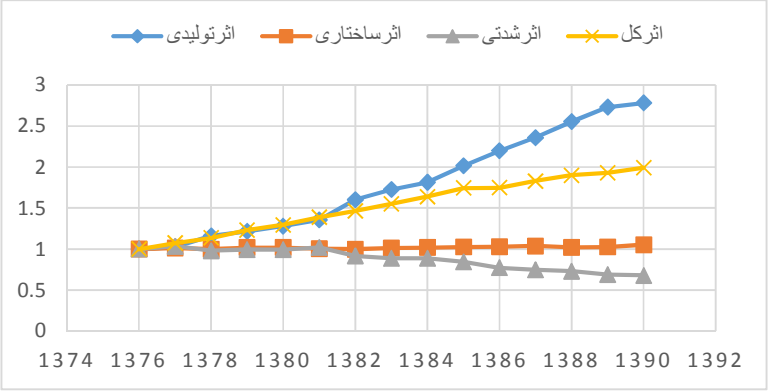
شکل ۳. نتایج روش لاسپیرز ضربی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

در روش ضربی 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 عمدتا کوچکتر از یک می باشد. اثر ساختاری هم مطابق روش های پیشین نوسانات کم و بی اهمیتی داشته است. لذا ترتیب اثرگذاری هریک از اثر ها مطابق حالات پیشین می باشد. اثر کل نیز به 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 ضربی با سال پایه ۱۳۷٦

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷٦ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می‌باشد:



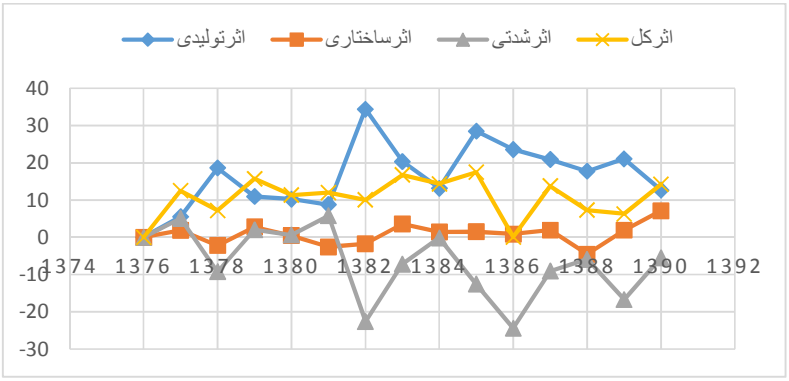
شکل ٤. نتایج روش لاسپیرز ضربی با سال پایه ۱۳۷٦

منبع: نتایج پژوهش

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.

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 ۱۳۷٦ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:



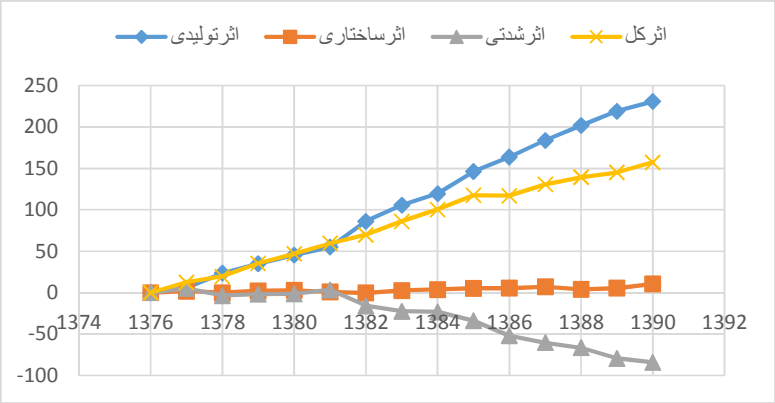
شکل ٥. نتایج روش LMD-I جمعی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

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.

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:



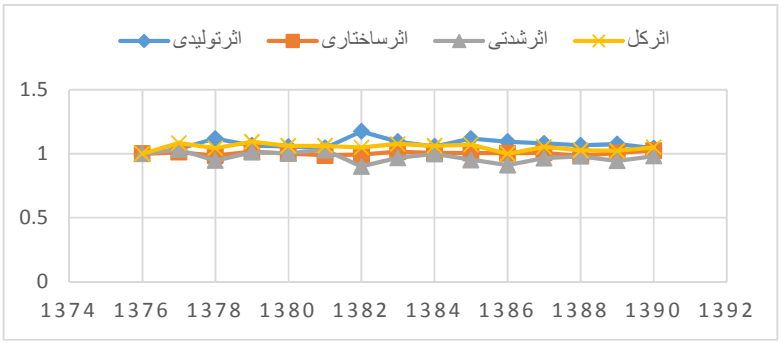
شکل ٦. نتایج روش LMD-I جمعی با سال پایه ۱۳۷٦

منبع: نتایج پژوهش

ترتیب اثر ها در این روش نیز مشابه روش های پیشین بوده و تایید کننده آنها می‌باشد.

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

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷٦ تا ۱۳۹۰ بصورت زیر می باشد:



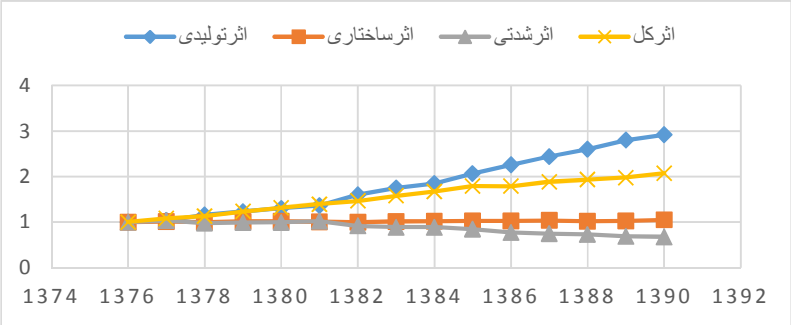
شکل ۷. نتایج روش LMD-I ضربی با سال پایه چرخشی

منبع: نتایج پژوهش

نتایج و تحلیل روش میانگین لگاریتمی دیویژیا ضربی نیز مطابق با حالت ضربی لاسپیرز بوده و تایید کننده روش‌های دیگر می‌باشد

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I ضربی با سال پایه ۱۳۷٦

نتایج حاصل از تجزیه در این حالت برای دوره ۱۳۷٦ تا ۱۳۹۰ بصورت شکل ۸ می باشد.



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

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 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:

جدول ۱. معرفی متغیرها

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

تمامی داده‌ها به قیمت ثابت سال ۱۳۸۳ در نظر گرفته می‌شوند. معادله به کار رفته در الگوی پژوهش بصورت زیر می‌باشد:

(۷)

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

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.

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.

برآورد الگو و بررسی نتایج

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

بررسی وضعیت پایایی متغیرها

باور رایج درباره متغیرهای سری زمانی این است که این

(۸)

$$dlei = \beta0 + \beta1dlg + \beta2dlv + \beta3dlk + \beta4dll + \beta5dlp$$

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)

$$dlei = \beta0 + \beta1dg + \beta2dlv + \beta3dlk + \beta4dll + \beta5dlp$$

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 می نماییم. اگر تعدا متغیرهای مدل را n در نظر بگیریم، برای این امر بایستی به تعداد $(n2 - n)/2$ قید بر مدل VAR غیرمقید اولیه تحمیل نمائیم. از آنجا که در مدل ٦ متغیر داریم بنابراین برای شناسا کردن مدل بایستی ۱۵ قید را برآن تحمیل کنیم. نکته‌ای 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:

برآورد معادله با استفاده از روش خودرگرسیون برداری ساختاری

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

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 آنی 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 VDCsرا می‌توان

آزمون علیت خارج از دوره نمونه نامگذاری کرد . در این روش سهم تکانه های وارد شده به متغیرهای مختلف دستگاه، در واریانس خطای پیش بینی یک متغیر کوتاه مدت و بلندمدت مشخص می گردد. به طور مثال، اگر متغیری مبتنی بر مقادیر با وقفه خود به طور بهینه قابل پیش بینی باشد آنگاه واریانس خطای پیش بینی، سهم نوسانات هر متغیر در واکنش به تکانه های وار دشده به متغیرهای الگو تقسیم می شوند. بدین ترتیب قادر خواهیم بود سهم هر متغیر را بر روی تغییر متغیرهای دیگر در طول زمان اندازه گیری کنیم. در جدول ۲ در کوتاه مدت تفکیک خطای پیش بینی شدت انرژی را برای۳۰ دوره (سال) و سهم هریک 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 تکانه ها، در کوتاه مدت ۸۵,٦۵ درصد واریانس خطای پیش بینی شدت انرژی را توضیح می دهند. در میان مدت ۷۵,۵۳ درصد و در بلندمدت ۷۱,۷٤ درصد از واریانس خطا ی پیشبینی شدت انرژی را تشریح می نماید. 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 ۱٦,۳۱ درصد خطای پیش بینی شدت انرژی را تشریح مینماید. متغیر قیمت حامل های 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 پیش بینی شدت انرژی را تشریح مینماید. تشکیل سرمایه در درجه اهمیت چهارم قرار داشته، به طوری که در کوتاه مدت ۰,۳٤، در میانمدت ۰,۵۳۸ درصد و در بلند مدت ۰,٦۱ درصد از خطای پیش بینی را توضیح می دهد. 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 ۰,٦۱ درصد از خطای پیش بینی شدت انرژی را تبیین می نماید. متغیر ارزش افزوده نیز در درجه آخر اهمیت قرار دارد به نحوی که در کوتاه مدت در حدود ۰,۰٦ درصد تاثیر داشته اما در میان مدت و بلندمدت به ترتیب ۰,۱٦ و ۰,۲۳ درصد از خطای پیش بینی شدت انرژی را توضیح می‌دهد. 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 می‌توان گفت در کوتاه مدت متغیرهای اثرگذار به ترتیب شدت انرژی، مصرف انرژی، قیمت حامل های 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 حامل های انرژی، تشکیل سرمایه، نیروی کار شاغل و ارزش افزوده مهم ترین متغیر ها در تبیین خطای پیش بینی شدت انرژی هستند.

توابع عکس العمل آنی (ضربه- پاسخ) (IRFs)

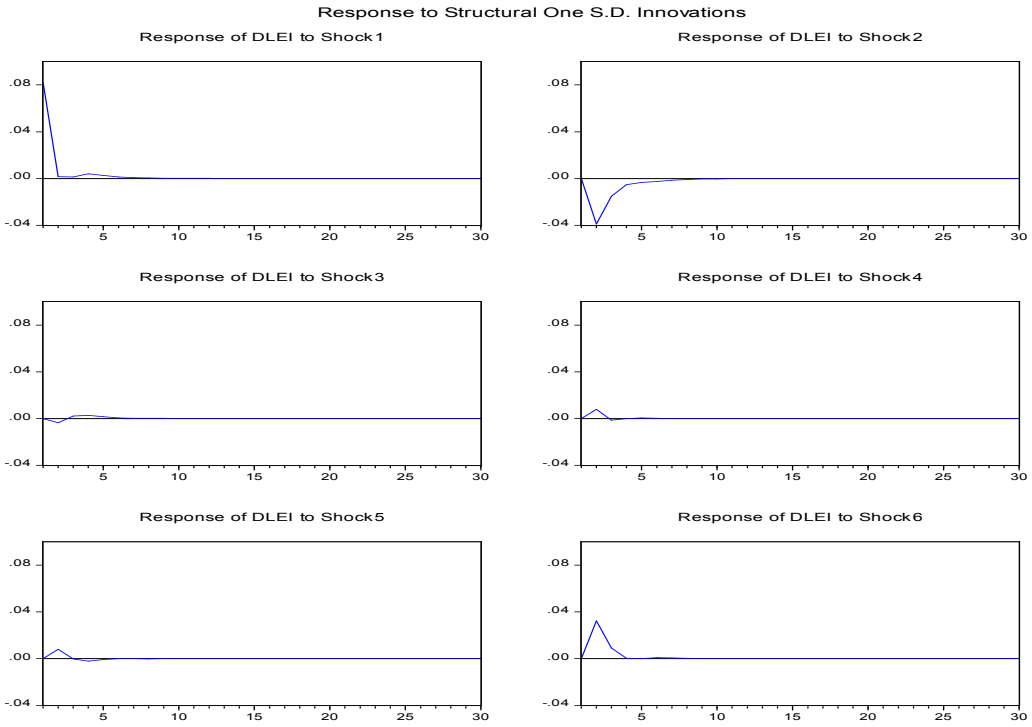
IRFs رفتار پویای متغیرهای الگو را به هنگام ضربه (یا تکانه) واحد هر جزء تصادفی معادله بر هر یک از متغیرها در طول زمان نشان می‌دهند. این تکانه ها معمولاً به اندازه یک انحراف معیار شوک انتخاب می شوند. لذا به آن ها تکانه یا ضربه واحد میگویند. مبدأ مختصات یا نقطه شروع حرکت متغیر پاسخ، مقادیر مربوط به وضعیت اولیه و پایدار دستگاه (بدون حضور تکانه) است. با استفاده از منابع عکس العمل آنی پویایی دستگاه به تکانه واحد اعمال شده از سوی هریک از متغیرهای دستگاه مشخص می گردد. 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 حامل های انرژی را بر شدت انرژی در کوتاه مدت نشان می دهد. در اثر تکانه شدت انرژی، متغیر شدت انرژی در دوره اول به میزان ۰,۰۸ درصد افزایش یافته و بالاتر از وضعیت پایه قرار می گیرد. اثر افزایشی این تکانه به تدریج سیر نزولی داشته بطوریکه در دوره دوم به مقداری در حدود ۰,۰۰۱۵ درصد بالغ می‌گردد و پس از اندکی نوسان، این تکانه در بلندمدت در وضعیت تعادلی پایدار می گردد. دراثر تکانه مصرف انرژی، شدت انرژی در دوره اول تغییر نمی‌کند و در وضعیت پایه باقی می ماند. در

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 می ماند. 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 می گردد. دراثر تکانه تشکیل سرمایه، شدت انرژی در دوره اول در وضعیت پایه قرار باقی می ماند. در دوره دوم اثر این تکانه افزایشی خواهد بود و شدت انرژی ۰,۰۰۸ درصد بالاتر از وضعیت پایه قرار 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.

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
٤	0.099178	68.74040	18.02609	0.256371	0.673896	0.683747	11.61950
٥	0.099291	68.65416	18.10489	0.283660	0.675878	0.688240	11.59317
٦	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

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.

تجزیـه واریانس(VDCs)

جدول ۳ در بلند مدت تفکیک خطای پیش بینـی شدت انرژی را بـرای۳۰ دوره (سـال) و سهم هریک از متغیرهای دستگاه در تغییرات متغیر شدت انرژی در کوتاه مدت (سال اول و دوم)، میان مدت (۵ سال) و بلندمـدت (۳۰ سال) نـشان داده می شود. نوسانات شدت انرژی در افـق هـای زمـانی مختلف عمدتاً توسط تکانه های قیمت حامل های انرژی توضیح داده می شود. در واقـع ایـن تکانه ها، در کوتـاه مـدت ۳۷,۳٤ درصـد، در میـان مـدت ۳۵,۷۳ درصـد و در بلندمـدت ۳۵,۰۷ درصـد از واریانس خطای پیشبینی شدت انرژی را تـشریح مـی نمایـد. متغیـر ارزش افزوده در درجه دوم اهمیت قرار دارد. به طوری که در کوتاه مدت ۲۲,۹ درصد و در میان مـدت ۲۲,۳۹ درصـد و در بلندمـدت ۲۲,۱۸ درصـد خطـای پـیش بینـی شدت انرژی را تـشریح مینماید. متغیر نیروی کار شاغل در درجه سوم اهمیت قرار داشته به طوری که در کوتاه مدت ۱۳,۱٦درصد و در میانمدت ۱٦,۱٦ درصد و بلندمدت ۱۷,۳۵ درصـد خطـای پـیش بینـی شدت انرژی را تـشریح مینماید. مصرف انرژی در درجه اهمیت چهارم قرار داشته، به طـوری کـه در کوتـاه مـدت ۱٦,۱۹درصد، در میانمدت ۱۵,۰۲ درصد و بلند مدت ۱٤,۵۸ 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 میـانمـدت ۸,۰۵ درصد و بلندمـدت ۷,۷۵ درصـد از خطـای 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 حـدود ۱,٤۵ درصـد، در میان مدت ۲,۵۹ درصد و در بلندمدت ۳,۰۱ درصد از خطـای پـیش بینـی شدت انرژی را توضیح می‌دهد. لذا براساس شواهد حاصل، می‌تـوان نتیجـه گرفـت که متغیرهای فوق الذکر نقش مهمی را در تبیین تغییرات شدت انرژی را به عهده دارند. به بیان دیگر می‌توان گفت در کوتاه مدت متغیرهای اثرگذار به ترتیب قیمت حامل های

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 حامل های انرژی، ارزش افزوده، نیروی کار شاغل، مصرف انرژی، شدت انرژی و تشکیل سرمایه مهم ترین متغیرها در تبیین خطـای پـیش بینـی شدت انرژی هستند.

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

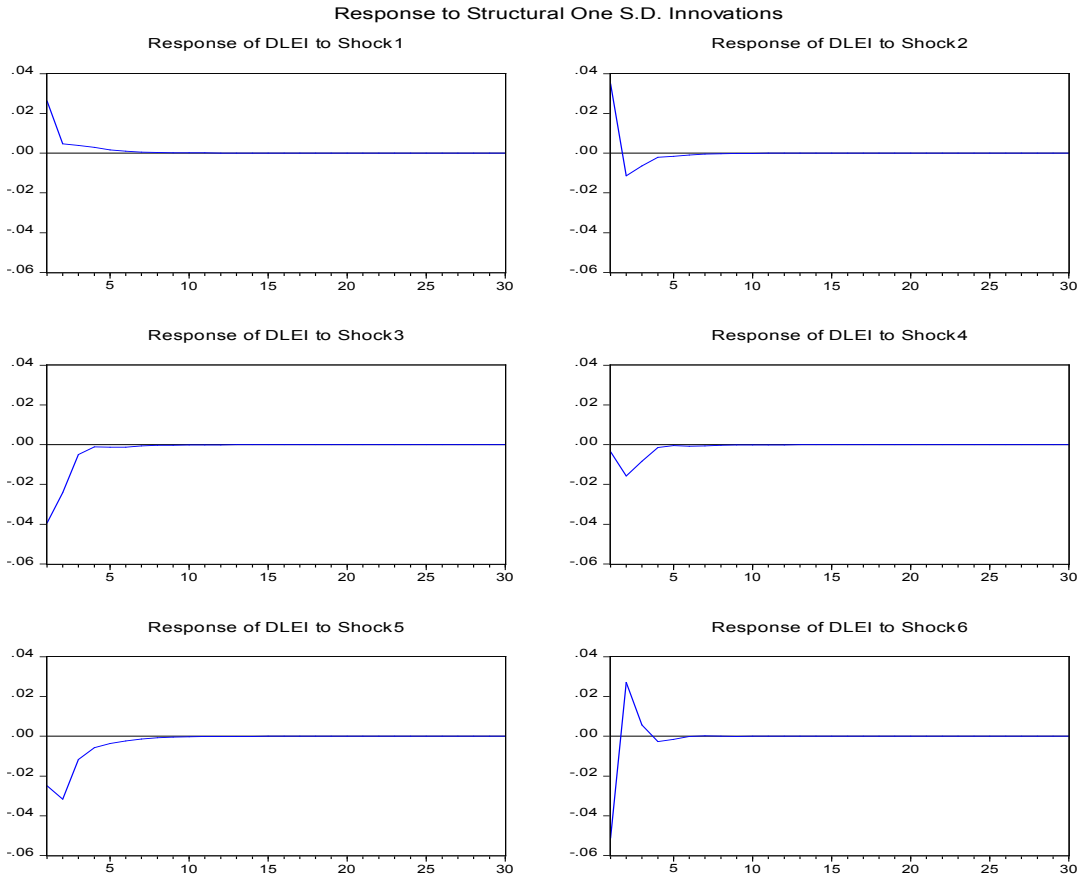
منبع: نتایج تحقیق

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
٤	0.099178	7.499375	14.23567	22.04284	3.368596	18.21655	34.63697
٥	0.099291	7.510198	14.22618	22.00950	3.362436	18.30723	34.58446
٦	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 عکس العمل آنی (ضربه- پاسخ) (IRFs)

مجموعه نمودارهای شکل ۱۰ تـأثیر تکانـه یـا ضـربه ای بـه اندازه یک انحراف معیار بر متغیرهـای شدت انرژی، مصرف انرژی، ارزش افزوده، تشکیل سرمایه، نیـروی کـار شـاغل و قیمت حامل های انرژی را بر شـدت انـرژی در بلنـد مـدت نشان می دهد. در اثر تکانه شدت انرژی، متغیر شدت انرژی در دوره اول به میزان ۰,۰۲ درصد افـزایش یافتـه و بـالاتر از وضعیت پایه قرار می گیرد. اثر افزایشی این تکانه به تـدریج سیر نزولـی داشـته بطوریکـه در دوره دوم بـه مقـدار ۰,۰۰٤ درصد می رسد و پـس از انـدکی نوسـان، ایـن تکانـه در بلندمدت در وضعیت تعادلی بالاتر از حالت پایه پایـدار مـی گـردد. دراثـر تکانه مصرف انـرژی، شـدت انـرژی 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 پایین‌تـر از وضـعیت اولیـه قرار گیرد. در دوره های بعـد هرچنـد شـدت انـرژی رونـد صعودی میگیرد و به سمت وضعیت اولیه صعود می‌کنـد امـا همچنان بعد از چند دوره در وضعیت پـایین‌تـر از وضـعیت اولیه پایدار می‌گردد. در اثر تکانه ارزش افزوده، شدت انرژی در دوره اول روند نزولی خـود را آغـاز مـی‌کنـد و بـا ۰,۰۳ کاهش در پایین‌تر از وضعیت پایه قرار میگیـرد. از دوره دوم اثر تکانه سبب می‌شود شدت انـرژی رونـد افزایشـی بگیـرد بطوریکه در این دوره در ۰,۰۲ درصد پـایین‌تـر از وضـعیت اولیه است. این روند صعودی ادامه می‌یابد امـا بعـد از چنـد دوره شدت انرژی همچنان در پایین‌تر از وضعیت اولیه خود پایدار می‌گردد. دراثر تکانه تشکیل سرمایه شـدت انـرژی در

دوره اول با ۰,۰۰۳ درصد کاهش در وضعیت پایین‌تر از پایه قرار می‌گیرد. در دوره دوم اثر این تکانه به روند کاهشی 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 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 کاهشی معادل ۰,۰۵ درصد را در شدت انرژی پدید می‌آورد. پس از آن اثر این تکانه در دوره های دوم و سوم افزایشی است و شدت انرژی در این دوره ها 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 بلند مدت در پایین‌تر از حالت پایه اولیه خود پایدار می‌گردد.



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

منبع: نتایج تحقیق

۸-نتیجه‌گیری

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 صرفه‌جویی و در برخی سال ها به افزایش مصرف انرژی منجر شده است. اما در همه سال ها این اثر مقداری اندک و کم اهمیت دارد به نحوی که می‌توان از اثر آن بر تغییرات مصرف انرژی در طول دوره چشم پوشی کرد. اثر شدتی در بیشتر سال های 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 روش ها 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 می‌توان گفت این اثر عامل اصلی در افزایش مصرفی است که در طی دوره اتفاق افتاده است. در مجموع با توجه به نتایج می‌توان 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 برنامه‌های سیاستگذار برای کاهش شدت مصرف انرژی و ارتقای بهره وری انرژی در بخش حمل و نقل ایران در طی دوره مورد بررسی با موفقیت توام بوده است. نکته دیگری که می‌توان 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 می‌تواند از این راهکار، در کنار ارتقای بهره‌وری، 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 جاده‌ای می تواند موضوع پژوهش های آتی در این حوزه باشد.

۹-مراجع

-اقبالی، ع. ر.، گسکری، 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 فرآورده‌های نفتی انرژی زا".

-بهبودی، د. و مهین اصلانی‌نیا، 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 ونقل زمینی کشور"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، سال ششم، شماره اول.

-عباسی نژاد، ح.، و وافی نجار، د.، (۱۳۸۳)، "بررسی کارایی و بهره وری انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی و تخمین کشش نهاده‌ای و قیمتی انرژی در بخش صنعت و حمل و نقل با روش TSLS"، مجله تحقیقات اقتصادی، شماره٦٦، ص.۱۱۳-۱۳۷.

-فطرس، م.ح.، و براتی، ج، (۱۳۹۱)، "تجزیه دی اکسید کربن منتشره‌ی بخش حمل و نقل به زیر بخش‌ها و انواع سوخت‌های مصرفی"، فصلنامه علمی-پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی در ایران، سال دوم،شماره٦، ص. ٦٤-۸۳.

-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. ۱٦۹-۱۹۰.

-گلی، ز.، و اشرفی، ی.، (۱۳۸۸)، "بررسی شدت انرژی

کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده آل فیشر در ایران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال هجدهم ، شماره ٥٤، ص. ٣٥-٥٤.

-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 growth, oil demand, and CO 2 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.

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 انرژیِ)
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 ۱۳۷٦

سال	اثر تولیدی	اثر ساختاری	اثرشدتی	اثرکل(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 با 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 با سال پایه ۱۳۷٦

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

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

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

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

تجزیه مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ایران با استفاده از روش LMD-I ضربی 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 ضربی با سال پایه ۱۳۷٦

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