بررسی روند کارایی انرژی در بخش حمل و نقل

زین العابدین صادقی، استادیار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
فریبا السادات‌هاشمی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
حسین اکبری فرد، استادیار، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران
پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abed_sadeghi@yahoo.com
دریافت: 95/08/20- پذیرش: 95/12/05

چکیده

در این مطالعه تلاش شده است تا روند کارایی انرژی در بخش حمل و نقل با استفاده از رویکرد تحلیل تجزیه شاخص IDA و روش LMDI درسالهای 1383 تا1390بررسی شود. دراین روش ابتدا تغییر مصرف انرژی به اثرات آن تجزیه می‌شود و با استفاده از اثر شدت، صرفه جویی‌های ناشی از بهبود کارایی مشخص شده، سپس با استفاده از شاخص عملکرد انرژی روندکارایی بررسی می‌شود. بخش حمل و نقل به دلیل استفاده از شاخص‌های اندازه‌گیری فیزیکی به دو زیر بخش حمل و نقل کالا وحمل ونقل مسافر تقسیم شده است. در مورد حمل و نقل مسافر نتایج، عدم کارایی در این بخش را نشان می‌دهد و تنها در سال 1386 بهبود کارایی باعث صرفه جویی مثبت دراین بخش شده است. در بخش حمل و نقل کالا برخلاف حمل و نقل مسافر، کارایی در اکثر سالها به جز دو سال 1384 و1387 افزایش یافته و صرفه جویی‌های مثبت ناشی از افزایش کارایی وجود داشته است.

واژه‌های کلیدی : LMDI،IDA، صرفه جویی انرژی، شاخص عملکرد انرژی، کارایی انرژی

1-مقدمه

مطالعه کارایی انرژی به عنوان یکی ازمقرون به صرفه‌ترین راه‌های کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی، افزایش امنیت عرضه انرژی، بهبود رقابت پذیری درصنعت و کاهش گازهای گلخانه ای به عنوان بخشی اساسی ازتوسعه پایدار، دارای نقشی حیاتی درراستای تلاش برای رسیدن به سه هدف اساسی سیاست‌های انرژی یعنی رقابت اقتصادی، امنیت عرضه انرژی و سازگاری با محیط زیست می‌باشد. روند کارایی انرژی شامل تلاش قابل توجهی در طراحی سیستم‌ها ی محاسبه و توسعه و جمع آوری داده‌ها است و ارزیابی عملکرد کارایی انرژی برای سیاست گذاران لازم است (آنگ، مو و زو،[1] 2009).

اصلاح الگوی مصرف منجر به کاهش و مدیریت مصرف انرژی می‌شود .این راهکاری است که متأسفانه به دلیل دسترسی به انرژی ارزان در همه بخش‌ها به ویژه حمل ونقل، توجه چندانی به آن نشده است، به طوری که درسال 1390 بعد از بخش خانگی بیشترین سهم مصرف انرژی به این بخش اختصاص می‌یابد. بخش حمل و نقل با سهم 28 درصدی بعد از بخش خانگی که دارای سهم 48 درصد است دومین بخش مصرف کننده انرژی می‌باشد (ترازنامه انرژی،1390).

بیشترین سهم آلودگی ناشی ازمصرف انرژی با 70 درصد مربوط به بخش حمل و نقل می‌باشد (سالنامه آماری حمل ونقل،1390). همین موضوع اهمیت استفاده از سوخت‌های فسیلی با توجه به آلودگی‌های ناشی از تولید گازهای گلخانه ای در بخش حمل ونقل را به وضوح بیان می‌کند.

با توجه به اهمیت این بخش در مصرف انرژی و انتشار آلودگی بررسی روند کارایی انرژی و صرفه‌جویی انرژی ناشی از کارایی انرژی در این بخش از اهمیت بالای برخوردار است.

Archive of SID

www.SID.ir

دراین مطالعه برای اولین بار سطح فرضی مصرف انرژی در شرایط فقدان کارایی انرژی برآوردشده و در تحلیل‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. همچنین کارایی انرژی و صرفه‌جویی ناشی ازآن از طریق شاخص عملکردانرژی بررسی می‌شود.

2- پیشینه تحقیق

تحلیل تجزیه‌ی شاخص(IDA) براساس تئوری عدد شاخص است. که با استفاده ازشاخص‌هایی چون لاسپیرز، پاشه و مارشال- اچ ورث بیان شده است. بوید و همکاران[۲](1988) شاخص دیویژیا را با توجه به اینکه مشکلات مربوط به تحلیل تجزیه در ادبیات انرژی مشابه مشکلات مربوط به عدد شاخص در اقتصاد است معرفی کردند، پس ازآن روش تطبیق وزنی دیویژیا توسط لیو و همکاران[۳](1992) مطرح شد که پایه‌ای برای پیشنهاد رویکرد پارامتریک عمومی دیویژیا[۴] توسط آنگ و لی [۵](1993) بود. آنگ[۶] (1994) وآنگ (1995) تجزیه چند سطحی را با روش‌های متعدد مصرف انرژی، شدت انرژی و ضریب انرژی با احتساب تاثیر عواملی از قبیل تغییر درسطح جداسازی اطلاعات معرفی کرد و رویکرد پارامتریک دیویژیا را گسترش داد. پس ازآن فرمول‌های تجزیه، بسط وگسترش یافته و به طورگسترده مورد استفاده قرار گرفت.آنگ و چویی[۷] (1997) روش میانگین لگاریتمی دیویژیا که تابعی وزنی است را با اصطلاح LMDI پیشنهادکردند که این روش ریشه در مطالعات انجام شده توسط سیگل[۸] (1945) و شپلی[۹] (1953) دارد. تحلیل IDA به دو صورت فرم جمع پذیری و ضرب پذیری بیان می‌شود. در حال حاضر روش LMDI بیش از روش لاسپیرز و به طور گسترده مورد استفاده قرارمی گیرد. اکثر مطالعات محاسبه کارایی رویکردIDA و روش LMDI را به طور گسترده به کارمی گیرند که در آن‌ها از تفاوت تغییرات انرژی، نسبت تغییرات، و یا هر دوی آنها استفاده شده است. در این مطالعه از شاخص دیویژیای میانگین لگاریتمی از نوع مونت گمری وارتیا (LMDI-I) و تفاوت تغییرات در محاسبات استفاده شده و منظور از(LMDI) همان شاخص (LMDI-I) می‌باشد.

آنگ[۱۰] (1994) مصرف انرژی صنایع تایوان و سنگاپور را طی سالهای 1990-1971 مورد مطالعه قرار داد. او از شاخص دیویژیا و روش‌های جمع پذیر و ضرب پذیراستفاده کرد. مطالعه او نتایج عکسی را برای سنگاپور و تایوان نشان داد. نتایج در تایوان عامل ساختاری را در جهت افزایش مصرف انرژی و عامل شدت را در جهت کاهش مصرف انرژی نشان داده اما در سنگاپور عامل ساختاری در جهت کاهش مصرف انرژی و عامل شدتی را در جهت افزایش مصرف انرژی بوده است.

باتاچاریا و پل[۱۱](2001) در مقاله‌ای با عنوان "تغییرات بخشی مصرف و شدت انرژی در هند "به تجزیه مصرف و شدت انرژی هند درسطح بخش‌های صنعت، حمل ونقل و کشاورزی طی سالهای 1996- 1980 پرداختند. نتایج نشان دهنده حفظ انرژی به دلیل کاهش اثر شدت انرژی می‌باشد.

آنگ (2004) درمقاله ای با عنوان "تجزیه و تحلیل تجزیه برای سیاست‌گذاری در انرژی: کدام روش ترجیح داده می‌شود؟" ازمیان روش‌های متعدد موجود، خلاصه‌ای از روش‌های پیشنهادی را در یک چارچوب ساده بر اساس شاخص دیویژیا و پاشه مطرح می‌کند. این مقاله ویژگیهای این روشها را مورد بحث و بررسی قرار داده و روش LMDI ضرب پذیر و جمع پذیر را به دلیل پایه نظری آن، سازگازی، سهولت استفاده و تفسیر نتایج و برخی خواص مطلوب در زمینه تجزیه و تحلیل معرفی می‌کند. همچنین استفاده از روشهای دیگر در شرایط خاص به جای اتخاذ روش LMDI را نیز مورد توجه قرار می‌دهد.

باتاچاریا و اوساناراسامی[۱۲] (2005) درمقاله‌ای با عنوان "تغییرات شدت انرژی در صنایع تایلند طی سال‌های 2000-1981؛ یک تحلیل تجزیه" به شناسایی عوامل موثر بر مصرف انرژی و تجزیه و تحلیل تغییرات شدت انرژی برای حساب‌های صنعتی حدود 30 درصد از تقاضای انرژی نهایی کل صنایع تایلند در یک دوره زمانی 20 ساله (2000-1981) با استفاده از روش تحلیل تجزیه میانگین لگاریتمی دیویژیا پرداختند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد مجموع شدت انرژی صنایع تایلند با در نظر گرفتن سال 1988 به عنوان سال پایه از(toe/million [13]baht) 17.6در سال 1981 به (toe/million baht) 15.8 در سال 2000 کاهش یافته است، البته لازم به ذکر است که شدت انرژی به صورت منحنی u شکل تا سال 1988 روند کاهشی و پس از آن روند افزایشی را دنبال می‌کند. این مطالعه صنایع را به زیربخش‌های آن ازجمله؛ صنایع معدنی، فلزات اساسی، مواد غذایی و آشامیدنی، مواد شیمیایی وکاغذ، و صنعت غیرفلزی تفکیک کرده و روند شدت انرژی را برای هرکدام مورد بررسی قرار داده است. به طورکلی نتایج تحلیل عوامل، کاهش8 درصدی مجموع شدت انرژی کل در طول

Archive of SID

www.SID.ir

1981-1986 را نشان می‌دهد که در نتیجه 2 درصد کاهش به دلیل اثر ساختاری و6 درصد کاهش به دلیل اثر شدت بخشی بوده و درطول بقیه دوره مورد مطالعه این اثرات عکس دوره قبل عمل می‌کند و بنابراین تغییرات در شدت کل به طور قابل ملاحظه ای تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد.

زو و آنگ [۱۴] (2008) درمقاله ای باعنوان "مدل برنامه ریزی خطی جهت اندازه گیری کارایی عملکرد انرژی در اقتصاد گسترده[۱۵] " طی یک مطالعه تجربی برای اندازه گیری عملکرد کارایی انرژی، داده‌های 21 کشورعضوOECD رامورد بررسی قرار داده و با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تجزیه و تحلیل کارایی انرژی از چند مدل برنامه ریزی خطی برای اندازه گیری عملکرد کارایی انرژی در اقتصاد گسترده استفاده کردند. دراین مطالعه رفتار مصرف انرژی به عنوان یک ورودی در چارچوب تولید بدون در نظر گرفتن خروجی‌های نامطلوب لحاظ می‌شود و از شاخص عملکرد انرژی (EPI) درجهت بررسی کارایی استفاده شده است.

ما واسترن[۱۶] (2008) درمطالعه‌ای باعنوان"روند تغییرات شدت انرژی درچین: یک تحلیل تجزیه " با استفاده از رویکرد تحلیل تجزیه وروش LMDI روند تغییرات شدت انرژی درکشور چین راطی دوره 2003-1980 بررسی کردند. نتایج مطالعه آنها دلیل اصلی کاهش شدت انرژی را تغییر تکنولوژی بیان می‌کند به طوری که افزایش شدت انرژی از سال 2000 به دلیل تضعیف تکنولوژی است. تغییر ساختاری عاملی برای افزایش یا کاهش شدت انرژی است و بنابراین تغییر ساختاری در سطح بخش صنعت باعث افزایش شدت انرژی وتغییر ساختاری بین زیربخش‌ها باعث کاهش شدت انرژی می‌شود.

آنگ، مو و زو[۱۷] (2009) در مقاله ای باعنوان " چارچوب محاسبه جهت مدیریت روند کارایی انرژی" به بررسی رابطه دقیق و معنی دار بین دو شاخص پایه انرژی یعنی شاخص کارایی انرژی و صرفه جویی انرژی ناشی از بهبود کارایی با استفاده از تحلیل تجزیه شاخص (IDA) بر اساس روش LMDI پرداختند. آنها با بیان مثال‌های موردی و تفکیک بخش‌های صنعت و حمل و نقل به زیر بخش‌ها، ارتباط بین شاخص عملکرد انرژی و صرفه جویی انرژی را توسط تجزیه و تحلیل زنجیره ای نشان دادند.

آنگ وچویی[۱۸](2012) درمقاله‌ای باعنوان "تغییردرشاخص دیویژیای شدت واقعی انرژی؛ تحلیل تجزیه شاخص " با استفاده از روش تحلیل تجزیه شاخص (IDA) سهم کمی کردن ویژگی‌های منحصر به فرد در تغییر درصدی عوامل مانند شاخص شدت انرژی واقعی و شاخص تغییرات ساختاری را در مطالعات انرژی گسترش دادند. و با اعمال روش پیشنهادی به شاخص واقعی شدت انرژی درچارچوب روش میانگین لگاریتمی دیویژیا (M-LMDI)، به عنوان یک تکنیک بارز روشIDA می‌پردازد. روش M-LMDI براساس شاخص میانگین هندسی و محاسبه آن از نوع پیوسته است .در این مطالعه از انرژی مصرفی و ارزش افزوده واقعی داده‌های تولید صنعت ایالات متحده آمریکا استفاده شده و نتایج به دست آمده توسط شاخص شدت واقعی انرژی فیشر مقایسه شده است.

زنگ و همکاران[۱۹] (2013) در مقاله ای باعنوان "بازنگری عوامل شدت انرژی در چین طی دوره (2007-1997)؛ تحلیل تجزیه ساختاری" با استفاده از مدل داده ستانده، و تحلیل تجزیه ساختاری (SDI [۲۰]) به بررسی عوامل اساسی در نوسان شدت انرژی چین طی سالهای 2007- 1997پرداختند. نتایج نشان می‌دهد که بهبود کارایی انرژی بخشی بیشتر به کاهش شدت انرژی مجموع سال‌های 1997 تا 2007 کمک کرده است. افزایش شدت انرژی چین طی سال‌های 2007-2002 به علت تغییر در ترکیب تقاضا و ساختار نهایی تولید توضیح داده شده است. تغییر در ترکیب تقاضای نهایی عمدتا به دلیل افزایش سهم صادرات بوده و گسترش صنایع انرژی بر به طور عمده باعث تغییر در ساختار تولید در چین شده است. شدت انرژی در چین به تغییرات ساختار تقاضای نهایی و ترکیب انرژی در دوره مطالعه حساس بوده و از دیدگاه مصرف، رشد صادرات محصولات انرژی بر مانند فولاد، و افزایش مطالبات زیرساخت‌ها برای ساخت و ساز، فعالیت‌ها و صنایع سنگین می‌تواند علت افزایش شدت انرژی در سال‌های 2007-2002 باشد. به منظور دستیابی به اهداف کاهش شدت انرژی در دوازدهمین برنامه پنج ساله و در درازمدت علاوه بر بهبود کارایی و پیشرفت فنی، دولت چین باید توجه بیشتری به تنظیم ساختار تولید و هدایت مصرف تقاضای نهایی داشته باشد. علاوه بر این، سیاست‌های مختلف با هدف کاهش شدت انرژی باید برای به حداقل رساندن هزینه‌های اجرای سیاست به صورت جامع و یکپارچه ارزیابی شوند.

گنزلز، لندیو و پرسنو[۲۱] (2013) درمقاله ای باعنوان"دیویژیا شاخص واقعی شدت انرژی؛ تکامل و نسبت درصد تغییرات

Archive of SID

www.SID.ir

شدت انرژی در 20 کشور اروپایی 2010- 1995" به بررسی تغییر در شدت انرژی در مجموع 20 کشور اروپایی طی سالهای 2010- 1995 با تکیه بر روش میانگین لگاریتمی دیویژیا Sato Vartia- به تجزیه و تحلیل مقایسه‌ای شاخص واقعی شدت انرژی پرداختند. در این مطالعه از تجزیه و تحلیل شاخص(IDA[۲۲]) ارایه شده توسط آنگ و چوی[۲۳] (2012) به منظور ارزیابی سهم هر یک از بخش‌های انفردی به درصد تغییر در شدت انرژی واقعی استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که بهبود شدید در کارایی انرژی به ویژه در کشورهای کمونیستی سابق مشاهده می‌شود. این کاهش به نتیجه ای از نوسازی، مرتبط می‌شود. بزرگترین کمک کننده به این بهبود، بخش صنعت (از جمله تولید)، و پس از آن به ترتیب بخش‌های حمل و نقل، هتل‌ها و رستوران‌ها بوده است. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد به منظور دستیابی به کاهش در شدت انرژی واقعی، اعضای کشورهای کمونیستی سابق اتحادیه اروپا به استراتژی‌هایی شامل ارتقاء و انطباق روش‌های کارآمدتر، نوآوری، بهبود استفاده از فن آوری‌ها، R&D ، و جایگزینی برای کیفیت بالاتر انرژی؛ که در راستای بخش صنعت می‌باشد؛ توجه خاصی نشان می‌دهند و در کشورهای غربی علاوه بر صنعت و حمل و نقل به هتل‌ها و رستوران‌ها نیزاهمیت داده می‌شود.

چوی و او[۲۴] (2013) درمطالعه ای باعنوان "دیویژیا شاخص تجزیه گسترش یافته جهت تغییرات در شدت انرژی. مطالعه موردی صنایع تولیدی کره" به بررسی کارایی انرژی در صنعت تولیدی کره جنوبی پرداختند. آنها با استفاده از گسترش شاخص تجزیه دیویژیا با استناد به چوی و چانگ[۲۵] (2012) توسط شاخص تجزیه Sato –Vartia به تجزیه کاربردی شدت انرژی در صنعت تولیدی کره جنوبی پرداخته و نرخ رشد شدت انرژی کل را به 10 صنعت زیربخش تولید از طریق دو کانال: شدت انرژی واقعی و تغییرات ساختاری نسبت داده اند. نتیجه تجزیه نشان می‌دهد که در مجموع شاخص شدت انرژی در دوره 2010-1981 کاهش یافته است. تحلیل تجزیه شاخص کاهش 85.85 ٪، در شدت انرژی واقعی و افزایش 69.37 ٪ تغییر در شدت ساختاری در زمانی بیش از مدت مشابه را نشان می‌دهد اثر منفی تغییر ساختاری تا حدی نتیجه افزایش بخش انرژی بر صنعت، درتولید است. نتایج این مطالعه حاکی از آن است که ساختار صنعتی کره می‌تواند عاملی مهم برای بهبود کارایی انرژی باشد.

جیمنز و مرکادو[۲۶] (2013) در مقاله ای با عنوان "یک تجزیه و کاربرد متقابل برای کشورهای امریکای لاتین" به بررسی روند شدت انرژی بر اساس یک نمونه از75 کشورکه کشورهای امریکای لاتین را نیزشامل می‌شود پرداختند. آنها از شاخص ایده‌آل فیشر برای تجزیه شدت انرژی در جهت سهم نسبی کارایی انرژی و ساختار اقتصادی استفاده کردند. یافته‌های این مطالعه که از طریق رگرسیون داده‌های پانل صورت گرفته است حاکی از کاهش شدت انرژی در محدوده بین 40و54 درصد به ترتیب درکشورهای با درآمد کم و درآمد متوسط است در حالیکه درکشورهای آمریکای لاتین این کاهش 20 درصد می‌باشد. نتایج این مقاله بیانگر این است روند شدت انرژی در این کشورها علاوه بر درآمد سرانه به قیمت نفت، تولید ناخالص داخلی ورشد اقتصادی نیز بستگی دارد.

ایکسووآنگ [۲۷](2014) درمقاله ای باعنوان " تحلیل تجزیه چند سطحی ؛ روشها وکاربردها " به معرفی ومقایسه دو روش تجزیه چند سطحی با استفاده از داده‌های مصرف انرژی آمریکا و چین می‌پردازند. این دو روش با عنوان‌های مدل چند سطحی موازی (MP[28]) و مدل چند سطحی سلسله مراتبی (MH[29]) نامیده می‌شود. روش MP با استفاده از روش تجزیه مشابه در روش یک سطحی IDA، صورت می‌گیرد در حالی که روش MH از روش تجزیه گام به گام استفاده می‌کند. اگر سلسله مراتب داده‌های مصرف انرژی متقارن باشد، ازهر دو مدل می‌توان جهت تجزیه یک سطحی IDA، استفاده کرد، در حالی که اگر سلسله مراتب داده‌ها نامتقارن باشد، مدل MH توصیه می‌شود. برای انجام تجزیه و تحلیل چند سطحی با تلاش محاسباتی کمتر، مدل MP ترجیح داده می‌شود. در این مطالعه نتایج تجزیه از طریق روش جمع پذیر و ضرب پذیر LMDI-I صورت می‌گیرد. مقاله صنعت چین را به هشت بخش تقسیم کرده و با استفاده از مدل MH سهم اثرات زیربخش‌ها را نیز در تحلیل‌ها وارد کرده است. نتایج درمورد چین حاکی از آن است که تقریباً تمام بخش‌های صنعت به خصوص در سواحل شمالی، مرکزی و مناطق غربی باتوجه به اثر فعالیت تمایل به سمت انرژی‌بری داشته‌اند. تنها استثنا در منطقه شمال شرقی است که در آن خدمات حمل و نقل، ذخیره سازی، پستی و مخابراتی و دیگر صنایع غیر تولیدی به سرعت در حال توسعه است. درحالی که اثر ساختار و شدت انرژی در زیربخش‌های صنعت

Archive of SID

www.SID.ir

در تمام مناطق کاهشی و به عنوان یک نتیجه صرفه جویی انرژی نسبتا بزرگ در سطح ملی بوده است.

این مقاله تغییر مصرف انرژی رابرای صنعت آمریکا ازسال 1985 تا2004 با استفاده ازروش LMDI ضرب پذیر و مدل MH به اثرات آن به تفکیک زیربخش‌ها تجزیه می‌کند. به دلیل نامتقارن بودن داده‌ها ازروش MH استفاده شده است و تغییر مصرف انرژی و اثرات آن را در رابطه با تغییر ساختار از تولیدی به غیرتولیدی بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که اثرفعالیت در بخش صنعت باعث انرژی‌بری بیشتر صنایع شده است اما اثر شدت کاهش یافته و باعث صرفه جویی شده است. در مورد زیربخش‌ها اثر ساختاری و اثر شدت منفی بوده است.

در ادامه به معدود مطالعات انجام شده در حوزه‌ی تجزیه‌ی شدت انرژی و عوامل مؤثر بر آن در ایران پرداخته می‌شود.

حیدری و صادقی (1383) در مطالعه ای باعنوان "شناخت و بررسی رفتار صرفه جویی انرژی در صنایع بزرگ ایران" روش‌های مجزا سازی (تجزیه) دیویژیا را در مورد سه حامل مهم انرژی شامل برق، گازطبیعی، فرآورده‌های نفتی و کل مصرف انرژی در صنایع بزرگ ایران به کاربرده و به تجزیه اثرها و عوامل تولیدی، ساختاری و شدت خالص در تغییرات مصرف کل، طی دوره 1380-1358 برای محاسبه میزان صرفه جویی در مصرف انرژی پرداخته و نتایج محاسبات را برای قبل و بعد از سال 1368 مقایسه کردند. نتایج بیانگر این است که تغییرات ساختاری در صنایع بزرگ ایران در مورد غالب حامل‌ها و کل مصرف منجر به صرفه جویی در مصرف انرژی شده است، هرچند اثرگذاری آن ضعیف بوده است.

قاسمی نژاد (1384) در پایان نامه کارشناسی ارشد خود با عنوان "بررسی تغییرات شدت انرژی در بخش ریلی ایران" از روش دیوژیا در تجزیه انرژی، مصرف و شدت انرژی را به اثرات تولیدی، ساختاری و شدت خالص تجزیه کرده این تحقیق در سطح کلی، تغییرات مصرف و شدت انرژی را بطور تحلیلی بر روی بخشهای اقتصادی کشور و بویژه روی حمل و نقل زمینی (ریلی و جاده ای) مورد بررسی قرار داده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که سهم اثر ساختاری (تغییر در ترکیب فعالیتهای اقتصادی) بسیار پایین می باشد. اثر شدت خالص مصرف انرژی دارای بیشترین سهم در توضیح تغییرات مصرف و شدت انرژی می باشد. به عبارت دیگر مصرف زیاد انرژی بخاطر انرژی بری (اثر ساختاری) در بخش حمل و نقل نمی باشد بلکه بخاطر شدت مصرف انرژی (اثر شدت خالص) می‌باشد.

عباسی، صادقی و خسروی (1388) در مقاله ای با عنوان "بررسی عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی ؛ رهیافت تجزیه شدت انرژی؛ مطالعه موردی گروه صنایع سیمان کرمان" شدت مصرف انرژی درگروه صنایع سیمان کرمان را به اثرات ساختاری، تولیدی و شدت خالص، تجزیه کردند که این تجزیه بر اساس داده‌های سری زمانی طی سالهای 1385-1375 و با استفاده از روشهای چهارگانه ویژه شدت مصرف انرژی صورت گرفته است. نتایج با استناد بر روش (AVE_PDMI) که دارای کمترین میزان پسماند می‌باشدحاکی از آن است که اثر ساختاری دارای سهم اندکی در توضیح تغییرات مصرف انرژی بوده و اثرات شدت خالص و تولیدی سهم غالبی در این توضیح دارند. بر پایه نتایج این مطالعه علت شکست در کاهش شدت انرژی و به تبع آن افزایش کارایی در برخی سال‌ها عدم انعطاف تابع تولید سیمان کرمان می‌باشد.

صادقی و سجودی (1389) در مقاله‌ای با عنوان "مطالعه عوامل موثر بر شدت انرژی در بنگاه‌های صنعتی" به بررسی تجربی رابطه بین شدت انرژی و برخی از ویژگی‌های منتخب بنگاه در بخش صنایع کارخانه ای ایران پرداختند. تحلیل‌های تجربی این مطالعه با استفاده از روش‌های اقتصاد سنجی و با به کارگیری نمونه‌های مقطعی شامل 12298 بنگاه صنعتی فعال انجام گرفته است. نتایج مطالعه نشان دهنده یک رابطه مستقیم بین اندازه بنگاه و شدت انرژی در بنگاه می‌باشد و دلیل آن می‌تواند دولتی بودن اغلب بنگاه‌های بزرگ باشد همچنین نتایج تحلیل‌های تجربی این مطالعه نشان دهنده اثر معنی دار نوع مالکیت بنگاه بر شدت انرژی بنگاه می‌باشد به طوری که بنگاه‌های خصوصی دارای شدت انرژی کمتری بودند. مخارج R&D اثرمعنی داری برکاهش شدت انرژی بنگاه نداشته است. شدت سرمایه فیزیکی و نرخ دستمزد دارای اثر مثبت بر شدت انرژی بنگاه بودند.

بهبودی، اصلانی نیا و سجودی (1389) در مقاله ای با عنوان "تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل موثر بر آن در اقتصاد ایران" دو عامل کلیدی موثر بر تغییرات شدت انرژی یعنی افزایش کارایی و تغییر در فعالیت‌های اقتصادی را در ایران و دربازه زمانی 1385-1347 مورد بررسی قرار دادند. نتایج این تجزیه به روش شاخص ایده‌آل فیشر نشان می‌دهد که

Archive of SID

www.SID.ir

افزایش شدت انرژی درکشور در اثر تغییر ساختار فعالیت‌های اقتصادی و نیز کاهش کارایی در بهره گیری از انرژی بوده است. همچنین بر اساس نتایج به دست آمده در این مقاله یکی از عوامل بسیار تاثیرگذار بر شدت انرژی، قیمت انرژی می‌باشد. به طوری که حساسیت شدت انرژی نسبت به قیمت انرژی بسیار بالا می‌باشد. جهانگرد و تجلی (1390) درمقاله‌ای با عنوان "-تجزیه شدت انرژی بری در صنایع کارخانه‌ای ایران" تجزیه شدت انرژی به دو اثر ساختاری و شدت بخشی را درکل صنعت و صنایع 9 گانه ایران با استفاده از شاخص لاسپیرز و شاخص میانگین حسابی دیویژیا انجام دادند. نتایج این مقاله نشان می‌دهد که در کل صنعت اثر شدت نسبت به اثر ساختار سهم بیشتری در تغییرات اثر کل دارد. در بیشتر صنایع نیز اثر شدت از اثر ساختار تاثیرگذارتر بوده و در برخی موارد نیز هر دو اثر، موثر بوده اند. در بیشتر موارد اثر شدت در جهت کاهش شدت انرژی حرکت کرده است.

صادقی، حری و محمدمیرزایی(1392) درمطالعه ای باعنوان "تحلیل تجزیه آلودگی در ایران: رهیافت داده- ستانده" با استفاده از روش تحلیل تجزیه ساختاری (SDA) به تحلیل تجزیه انتشارCO_2 به سه اثر ساختاری لئونتیف، تقاضای نهایی و شدت انتشار و مقایسه آنها پرداخته‌اند. در این مطالعه ازجداول داده- ستانده برای سال‌های 1370-1365 و 1385-1380 و همچنین از روش راس برای به دست آوردن ماتریس مبادلات بین بخشی استفاده شده است. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که سه اثرمذکور درسطح گروه‌ها عمدتا درجهت افزایش انتشار مشارکت دارند، در حالی که در سطوح زیرگروه‌ها درسال‌های 1370-1365 نزدیکی بالایی بین سه روش در اثر شدت انتشار مشاهده می‌شود، اما در سال‌های 1385-1380 چنین نزدیکی و تقریبی مشاهده نمی‌شود.

3- مبانی نظری

3-1- محاسبه کارایی انرژی در چارچوب روش LMDI و رویکردIDA

در این تحقیق یک چارچوب محاسبه کارایی انرژی LMDI با استفاده از رویکرد IDA ارائه شده است. در این چارچوب به طورخاص، شاخص‌های عملکرد انرژی (EPI) و صرفه جویی انرژی(ES) در نظر گرفته می‌شود. محاسبات را می‌توان با توجه به رابطه‌ای که بین نسخه‌های جمع پذیر و ضرب پذیر از روش LMDI وجود دارد ساده کرد (آنگ، 2004). رابطه اجازه می‌دهد تا از هر یک از دو نسخه استفاده کرد و در عین حال نتایجی که برای هر دوی EPI و ES به دست خواهد آمد یکسان خواهد شد. نسخه جمع پذیر LMDI برای استفاده ساده‌تر می‌باشد. بنابراین فرمول مرتبط با هر دو تجزیه و تحلیل پیوسته و غیر پیوسته در زیر ارایه شده است.

3-2-تحلیل تجزیه شاخص (IDA)

با فرض اینکه یک اقتصاد به m بخش عمده مصرف کننده انرژی تقسیم شود. همچنین فرض شود کل مصرف انرژی در بخش i (E_i)، مجموع مصرف انرژی درn_i زیر بخش است و همان شاخص فعالیت برای همه زیر بخش‌ها به کار گرفته شود، داریم :

$$E_i = \sum_{j=1}^{n_i} E_{ij} \quad = \sum_{j=1}^{n_i} Q_i \ \frac{Q_{ij}}{Q_i}\frac{E_{ij}}{Q_{ij}} = \sum_{j=1}^{n_i} Q_i \ S_{ij} \ I_{ij} \qquad (1)$$

که در آن:

E_{ij} = مصرف انرژی

Q_{ij} = سطح فعالیت زیر بخش j از بخش i،

Q_i = سطح فعالیت کل بخش i است،

S_{ij} (=Q_{ij}/Q_i) = سهم فعالیت زیر بخش j از بخش i ام،

و I_{ij} (= E_{ij}/ Q_{ij}) = شدت انرژی از زیربخش j است.

3-3- برآورد اثرات ساختار، فعالیت و شدت انرژی

معادله (2) سه عامل اساسی فرمول IDA را فراهم می‌کند. با توجه به معادله (2)، تغییر در E_i در طول زمان، از سال 0 تا T،

با سه اثرهدایت می‌شود: سطح فعالیت (اثر فعالیت)، ساختار فعالیت (اثر ساختار) و شدت انرژی زیر بخش (اثر شدت). بر اساس IDA جمع پذیر، رابطه زیربرقرار است:

$$\Delta E_i^{0,T} = E_i^T - E_i^0 = \Delta E_{i-act}^{0,T} + \Delta E_{i-str}^{0,T} + \Delta E_{i-int}^{0,T} \qquad (2)$$

فرمول تجزیه LMDI برای کمی کردن اثرات فعالیت، ساختار و شدت در معادله (2) به صورت زیر می‌باشد:

$$\Delta E_{i-act}^{0,T} = \sum_{j=1}^{n_i} L\left(E_{ij}^T, E_{ij}^0\right) ln\left(Q_i^T/Q_i^O\right) \qquad (3)$$

$$\Delta E_{i-str}^{0,T} = \sum_{j=1}^{n_i} L\left(E_{ij}^T, E_{ij}^0\right) ln\left(S_{ij}^T/S_{ij}^O\right) \qquad (4)$$

$$\Delta E_{i-int}^{0,T} = \sum_{j=1} L\left(E_{ij}^T, E_{ij}^0\right) ln\left(I_{ij}^T/I_{ij}^O\right) \qquad (5)$$

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن تابع L (A , B) متوسط لگاریتمی دو عدد مثبت a و b است که بوسیله عبارت زیر معین شده‌است (آنگ،2004).

$$L(a,b) = \begin{cases} (a-b)/ln(a/b) & if\ a \neq b \\ 0 & if a = b \end{cases}$$

3-4- صرفه‌جویی انرژی

صرفه‌جویی انرژی در معادله (6) با توجه به بهبود کارایی انرژی بخش i در دوره T صورت گرفته، به عنوان مثال

$$ES_i^T = -\Delta E_{i-int}^{0,T} \qquad (6)$$

هنگامی که داده‌ها برای سال‌های متوالی در طی یک دوره زمانی (مثل T ,...,1,0 =t) در دسترس باشد، ممکن است از نتایج تجزیه پیوسته (زنجیری) استفاده شود و صرفه جویی توسط فرمول زیر به دست می‌آید:

$$ES_i^t = -\sum_{k=1}^{t} \Delta E_{i-int}^{k-1,k} \qquad (7)$$

3-5- سطح فرضی مصرف انرژی در غیاب بهبود کارایی و صرفه جویی انرژی(EH)[30]

سطح فرضی مصرف انرژی مجموع مصرف انرژی وصرفه جویی انرژی در غیاب بهبود کارایی را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر تفاوت مصرف انرژی و شدت انرژی همان مصرف فرضی انرژی می‌باشد.

از معادلات (8) و (9)، سطح فرضی مصرف انرژی(EH) برای بخش i در دوره‌های مربوطه، با فرض اینکه بهبودی در کارایی انرژی صورت نگرفته، به ترتیب بوسیله عبارت زیر به دست می‌آید:

$$EH_i^T = E_i^T - \Delta E_{i-int}^{0,T} \qquad (8)$$

$$EH_i^t = E_i^t - \sum_{k=1}^{t} \Delta E_{i-int}^{k-1,k} \qquad (9)$$

رابطه (6) تا (9) برای به دست آوردن تخمین‌های مربوطه برای یک گروه که شامل چند بخش است مورد استفاده قرار می‌گیرد. در چنین مواردی اثر شدت در این معادلات توسط مجموعه ای از اثرات شدت بخشی داده شده توسط معادله (5) برای همه بخش‌های گروه، جایگزین خواهد شد. به عنوان مثال، فرض کنید حمل و نقل یک گروه است و شامل دو بخش: حمل و نقل مسافر و حمل و نقل کالا باشد. شدت اثرات این دو بخش در ابتدا با استفاده از معادله (5) تخمین زده شده و سپس جمع می‌شود. مجموع از طریق معادلات (6) تا (9) به منظور برآورد صرفه جویی و انرژی فرضی برای حمل و نقل صورت می‌گیرد، به همین ترتیب، صرفه جویی‌های گسترده اقتصادی و استفاده از انرژی فرضی را می‌توان به روش یکسان به دست آورد.

3-6- محاسبه شاخص عملکرد انرژی

به جز در موارد خاص، در بقیه موارد کاهش شدت انرژی بهبود شاخص عملکرد انرژی(EPI) را نشان می‌دهد و بهبود(EPI) نیز باعث صرفه‌جویی مثبت در انرژی می‌شود. صرفه جویی(ES) منفی حاکی از وخامت کارایی و مصرف انرژی در سطحی بالاتر می‌باشد.

(EPI) با نسبت تغییر در مصرف انرژی (ΔE) ارتباط نزدیک دارد و اغلب از فرمول‌هایی که به صورت ضربی بیان می‌شود پیروی می‌کند. برآورد اقتصاد گسترده به عنوان مجموع وزنی (درارتباط باEPI) و یا مجموع (درارتباط باES) برای بخش‌ها و زیربخش‌ها می‌باشد. عموما برآوردهایی مشابه برای اثرات دیگر، موجود درتعریف رایج IDA؛ اثر فعالیت و اثرساختار صورت می‌گیرد.

3-6-1 رابطه (EPI) و (ES)

باتوجه به اینکه رابطه دقیقی بین دو شاخص (EPI) و(ES) ثابت نشده است اما روابط ذیل همواره برقرار است :

$ES > 0 \rightarrow EPI < 1$
$ES = 0 \rightarrow EPI = 1$
$ES < 0 \rightarrow EPI > 1$

شاخص عملکرد انرژی از روش LMDI ضرب پذیر به دست آمده که برای سادگی EPI نوشته شده است. به استناد رابطه تحلیلی ساده بین LMDI جمع پذیر و ضرب پذیر (آنگ 2004) می‌توان EPI بخش i برای سال T را از نتایج به دست آمده توسط LMDI جمع پذیر به شرح زیر استخراج کرد:

$$EPI_i^{0,T} = exp\left(\Delta E_{i-int}^{0,T} \frac{ln(E_i^T/E_i^0)}{E_i^T - E_i^0}\right) = \left(\frac{E_i^T}{E_i^0}\right)^{\Delta E_{i-int}^{0,T}/(E^T - E^0)} \qquad (10)$$

در معادله (10) استفاده انرژی بخشی و اثرات شدت توسط متغیرهای اقتصاد گسترده در سطح مربوطه (و یا متغیرهای سطح

Archive of SID

www.SID.ir

گروه)، جایگزین شده است EPI اقتصاد گسترده[۳۱] با روش زیر به دست می‌آید :

$$EPI_i^{0,T} = \left(\frac{\sum_{i=1}^{m} E_i^T}{\sum_{i=1}^{m} E_i^O}\right)^{\sum_{i=1}^{m}\Delta E_{i-int}^{0,T}/\sum_{i=1}^{m}(E_i^T/E_i^0)} = \left(\frac{E^T}{E^0}\right)^{\sum_{i=1}^{m}\Delta E_{i-int}^{0,T}/(E^T-E^0)} \qquad (11)$$

معادله (12) تفسیر EPI را به طور مستقیم به ES مرتبط می‌کند. به عنوان مثال، EPI، 0/9 به دست آمده از اثر شدت 10-keto این گونه تفسیر می‌شود: "10٪ بهبود در کارایی انرژی معادل 10 keto صرفه جویی انرژی است".

در تجزیه و تحلیل زنجیره‌ای که در آن T ,..., 1 ,t =0 می‌باشد، سری EPI برای بخش i به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$EPI_i^O = 1$$

$$EPI_i^t = \prod_{k=1}^{t} EPI_i^{k-1,k} = \prod_{k=1}^{t}\left(\frac{E_i^k}{E_i^{k-1}}\right)^{\Delta E_{i-int}^{k-1,k}/\left(E_i^k - E_i^{k-1}\right)} \qquad t = 1, \dots, T \qquad (12)$$

و سری EPI اقتصاد گسترده به صورت زیر است :

$$EPI^o = 1$$

$$EPI^t = \prod_{k=1}^{t} EPI^{k-1,k} = \prod_{k=1}^{t}\left(\frac{E^k}{E^{k-1}}\right)^{\sum_{i=1}^{m}\Delta E_{i-int}^{k-1,k}/\left(E^k - E^{k-1}\right)}, t = 1, \dots, T \qquad (13)$$

4- داده‌ها و اطلاعات بخش حمل ونقل

اطلاعات بخش حمل و نقل از سالنامه‌های آماری حمل و نقل جاده‌ای، ریلی و هوایی جمع آوری شده است. پردازش بر روی داده‌های این بخش به صورت تبدیل واحدهای سوختی به کیلو تن بشکه معادل نفت خام (keto) و واحدهای فیزیکی به جای واحدهای پولی و اقتصادی می‌باشد.

دراین مطالعه با جمع آوری داده‌های بخش‌های جاده‌ای، ریلی و هوایی به عنوان زیر بخش‌هایی از بخش حمل ونقل به بررسی کارایی انرژی در بخش حمل و نقل می‌پردازد، اما به علت تفاوت در واحد داده‌ها، اطلاعات مربوط به این زیربخش‌ها در دو بخش حمل و نقل کالا (بار) و حمل ونقل مسافر وارد شده و مورد و تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرد. با توجه به وجود آمار مربوط به جابجایی بار برحسب تن-کیلومتر و مسافر بر حسب مسافر-کیلومتر از این شاخص‌ها به جای شاخص ارزش افزوده در فرمول‌های مختلف مصرف و بهره‌وری انرژی استفاده شده است. این شاخص‌ها فعالیت بخش حمل و نقل را برحسب واحدهای فیزیکی اندازه گیری می‌کند. بنابراین از شاخص تن- کیلومتر در بخش حمل و نقل کالا و از شاخص مسافر- کیلومتر در بخش حمل و نقل مسافر به عنوان داده‌های تولید در این فرمولها استفاده شده است. یکی از مزیتهای استفاده از شاخص‌های فیزیکی این است که به جای داده پولی مورد استفاده واقع می شود. با توجه به افزایش قیمت‌ها، داده‌های پولی (ارزش افزوده) را باید براساس یک سال ثابت (به عنوان سال پایه) محاسبه نمود. این کار باعث می‌شود که بهره‌وری انرژی هر ساله با مقادیر متفاوت بیان شود. درصورتی که در مورد شاخص‌های فیزیکی نیازی به این گونه محاسبات نمی باشد.

4-1- روند مصرف انرژی در بخش حمل و نقل

مصرف فرآورده‌های نفتی بخش حمل و نقل در سال 1390 بیش از 80 درصد کل مصرف فرآورده‌های نفتی کشور را به خود اختصاص داده است. لازم به ذکراست مصرف انرژی در بخش جاده‌ای با 92/11 درصد بیشترین سهم را ازمصرف انرژی بخش حمل و نقل داشته، و بخش‌های هوایی و ریلی به ترتیب با 2/84 و 0/78 درصد درمقایسه با بخش حمل و نقل جاده ای

Archive of SID

www.SID.ir

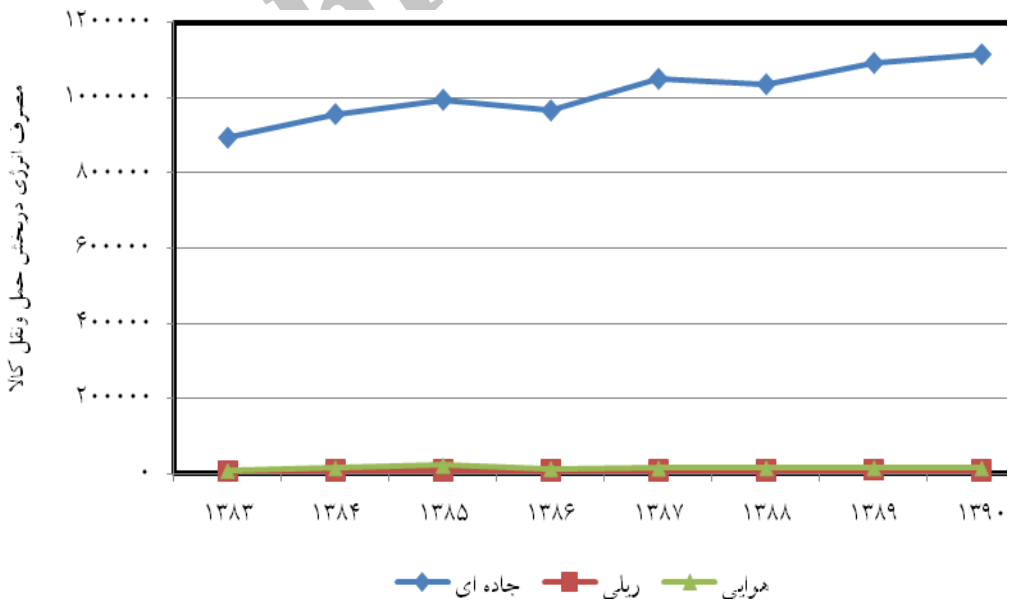
ازسهم بسیار ناچیزی برخوردار بوده اند. در سال 1390 بیشترین سهم در انتشار آلاینده‌های مونوکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربن‌های نسوخته و SPM[۳۲] مربوط به بخش حمل و نقل بوده است. همانطورکه قبلا نیز ذکرشد بخش حمل ونقل جاده‌ای در بین روشهای مختلف حمل و نقل کالا همواره با بیش از 90 درصد از جابه جایی در سطح کشور به عنوان عمده‌ترین روش حمل و نقل کالا و مسافر محسوب می‌شود و بیشترین مصرف انرژی نیز مربوط به بخش حمل ونقل جاده‌ای بوده و بخش‌های هوایی و ریلی سهم بسیار اندکی از مصرف را به خود اختصاص داده‌اند.

جدول 1. مصرف انرژی دربخش حمل ونقل کالا ومسافر طی دوره 1390-1383 (کیلوتن معادل نفت خام)

	مصرف انرژی دربخش حمل ونقل کالا (کیلوتن معادل نفت خام)			مصرف انرژی دربخش حمل ونقل مسافر (کیلوتن معادل نفت خام)		
سال	جاده ای	ریلی	هوایی	جاده ای	ریلی	هوایی
1383	895359/5	8209/6	7696/5	712402/7	3298/5	35184
1384	957591/2	8796	14440/1	792666/2	3738/3	32325/3
1385	995560/6	9822/2	21916/7	864500/2	4471/3	32765/1
1386	967706/6	9529	12900/8	788854/6	4984/4	42587/3
1387	1051122	9822/2	14293/5	838258/8	5790/7	41781
1388	1036828/5	9602/3	14879/9	858929/4	6303/8	49624/1
1389	1092976/3	10188/7	14953/2	895066/3	6523/7	51456/6
1390	1116065/8	9968/8	14513/4	891621/2	7036/8	47498/4

منبع : سالنامه آماری حمل و نقل جاده ای، ریلی و هوایی و محاسبات تحقیق

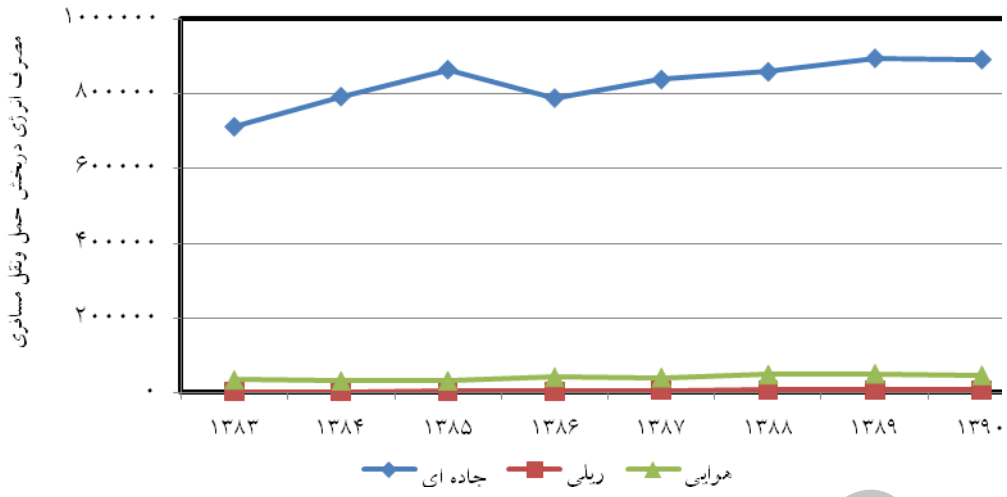
نمودار شماره 1. مصرف انرژی دربخش حمل ونقل کالا طی دوره 1390-1383 (کیلوتن معادل نفت خام)



نمودار 2. مصرف انرژی دربخش حمل ونقل مسافر طی دوره 1390-1383 (کیلوتن معادل نفت خام)

Archive of SID

www.SID.ir



روند مصرف انرژی در بخش حمل ونقل جاده‌ای کالا به استثنای سال 1386 افزایشی است و مصرف انرژی در بخش‌های هوایی و ریلی روند نسبتا ثابتی را دنبال کرده است. مصرف انرژی در بخش جاده‌ای در مقایسه با بخش‌های ریلی و هوایی بیش از ده برابر می‌باشد.

در بخش مسافری نیزروندی مشابه بخش کالا مشاهده می‌شود.

4-2- فعالیت‌های بخش حمل و نقل

با توجه به نقش فعالیت‌های بخش حمل و نقل در اقتصاد از طریق ارزش افزوده ای که این بخش به خود اختصاص می‌دهد و همچنین اهمیتی که در راستای محیط زیست دارد در اینجا فعالیت‌های بخش حمل و نقل در دو بخش حمل ونقل کالا و مسافر و زیربخش‌های جاده ای، ریلی و هوایی توسط واحدهای میلیون تن-کیلومتربرای حمل ونقل کالا و میلیون نفر-کیلومتر برای حمل و نقل مسافر مورد بررسی قرار می‌گیرد.

جدول 2. فعالیت دربخش حمل ونقل کالا ومسافر طی دوره 1390-1383

	بارحمل شده دربخش حمل ونقل کالا (میلیون تن کیلومتر)			مسافرجابجاشده در بخش حمل ونقل مسافر (میلیون نفرکیلومتر)		
سال	جاده ای	ریلی	هوایی	جاده ای	ریلی	هوایی
1383	110618	18179	1112	54779	10010	15411
1384	116889	19127	2011	54881	11149	14007
1385	132070	20542	3591	56001	12549	16521
1386	142942	20229	2441	60107	13900	24161
1387	152996	20540	1943	63685	15312	18325
1388	159814	20247	1694	64787	16814	17645
1389	173983	21779	1982	59892	17611	21090
1390	178679	21008	2171	58400	17877	21753

منبع : سالنامه آماری حمل ونقل جاده ای، ریلی وهوایی

Archive of SID

www.SID.ir

همانطورکه درجدول شماره 4 و نمودارهای شماره 3 و4 مشاهده می‌شود بیشترین جایه جایی کالا در بخش حمل و نقل به بخش جاده‌ای اختصاص دارد و طی دوره مورد بررسی دارای روند صعودی بوده است. بخش‌های هوایی و ریلی سهم بسیار ناچیزی در جابجایی کالا داشته‌اند و روندی ثابت را دنبال کرده‌اند.

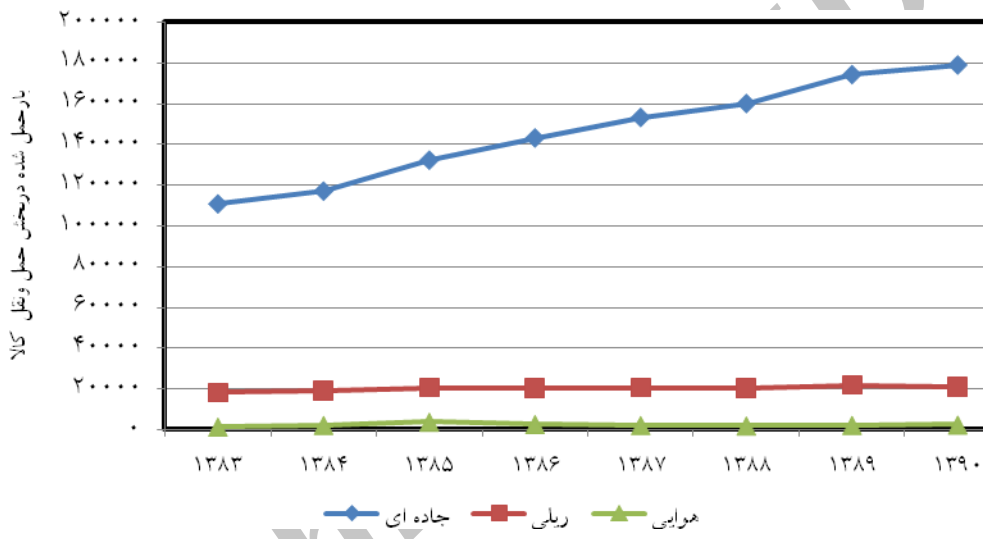
اما در مورد بخش حمل و نقل مسافری با وجود اینکه بیشترین سهم از آن بخش جاده‌ای بوده است و تا سال 1388 روند صعودی داشته است، از سال 1388 تا1390 با کاهش مواجه شده و جابجایی مسافر در بخش‌های هوایی و ریلی نیز با شیب ملایمی طی دوره افزایش یافته است.

5- یافته‌های تحقیق

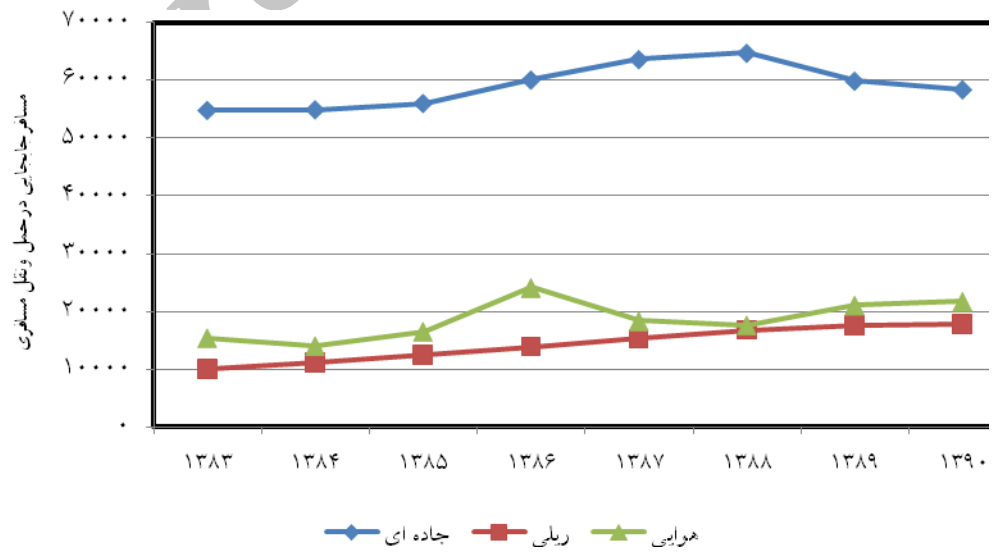
5-1- محاسبه اثرات شدت انرژی به تفکیک زیر بخش‌های حمل ونقل

در این بخش اثرات شدت انرژی در زیر بخش‌های حمل و نقل طی سال‌های (1390-1383) محاسبه شده است.

نمودار 3. فعالیت دربخش حمل ونقل کالا طی دوره 1390-1383 (میلیون تن-کیلومتر)



نمودار 4. فعالیت در بخش حمل و نقل مسافر طی دوره 1390-1383 (میلیون نفر-کیلومتر)



www.SID.ir

جدول 3. تجزیه تغییرات مصرف حمل و نقل جاده ای به اثرات شدتی، ساختاری و فعالیت طی دوره (1390- 1383)

	تجزیه مصرف انرژی به اثرات درحمل ونقل کالا بخش جاده ای			تجزیه مصرف انرژی به اثرات درحمل ونقل مسافر بخش جاده ای		
سال	Eint	Estr	Eact	Eint	Estr	Eact
1383	*	*	*	*	*	*
1384	11163/26	-5068/85	56137/29	78864/89	2928/18	-1529/57
1385	-81262/64	-1562/14	120794/18	55105/17	-33780/73	50509/56
1386	-105502/75	20235/62	57413/13	-134097/78	-59840/50	118292/68
1387	14841/72	10190/44	58383/24	2376/58	54066/98	-7039/35
1388	-59808/92	8830/44	36684/98	6112/92	-2054/04	16611/72
1389	-34291/45	674/26	89764/99	105025/88	-63100/43	-5788/55
1390	-6326/48	6673/37	22742/60	19091/30	-17420/48	-5115/92

منبع : محاسبات تحقیق

جدول 4. تجزیه تغییرات مصرف انرژی حمل و نقل ریلی به اثرات شدتی، ساختاری وفعالیت طی دوره (1390- 1383)

	تجزیه مصرف انرژی به اثرات درحمل ونقل مسافری ریلی			تجزیه مصرف انرژی به اثرات درحمل ونقل کالا ریلی		
سال	Eint	Estr	Eact	Eint	Estr	Eact
1383	*	*	*	*	*	*
1384	61/13	385/82	-7/15	154/34	-83/13	515/19
1385	248/73	234/55	249/71	362/48	-486/71	1150/43
1386	30/16	-193/40	676/34	-144/65	-714/45	565/89
1387	286/04	566/80	-46/54	145/59	-412/29	559/90
1388	-52/43	447/22	118/31	-80/36	-480/81	341/28
1389	-77/10	339/34	-42/34	-135/16	-112/52	834/08
1390	411/50	140/41	-38/81	143/35	-570/78	207/53

منبع : محاسبات تحقیق

جدول شماره 5. تجزیه تغییرات مصرف انرژی حمل ونقل هوایی به اثرات شدتی، ساختاری و فعالیت طی دوره (1390- 1383)

	تجزیه مصرف انرژی به اثرات درحمل ونقل مسافری هوایی			تجزیه مصرف انرژی به اثرات درحمل ونقل کالا هوایی		
سال	Eint	Estr	Eact	Eint	Estr	Eact
1383	*	*	*	*	*	*
1384	363/76	-3153/83	-68/63	394/08	5699/91	649/61
1385	-4932/52	3387/19	1985/14	-2912/92	8172/79	2216/73
1386	-4417/32	8875/21	5364/31	-2448/71	-7562/27	995/08
1387	10856/15	-11297/34	-365/10	4492/51	-3886/01	786/20
1388	9567/04	-2616/44	892/50	2586/56	-2512/67	512/51
1389	-7180/21	9346/31	-333/60	-2268/80	1084/43	1257/67
1390	-5488/84	1813/84	-283/19	-1781/63	1038/48	303/35

منبع : محاسبات تحقیق

5-2- سطح فرضی مصرف،اثرشدت، صرفه‌جویی و شاخص عملکرد انرژی

جداول شماره 6 و7 به ترتیب نتایج محاسبات تحقیق برای سطح فرضی مصرف، اثرشدت، صرفه جویی و شاخص عملکرد انرژی در بخش‌های حمل و نقل کالا و مسافر را نشان می‌دهند. همان طورکه در قبلا نیز ذکر شد سطح فرضی مصرف انرژی و صرفه جویی انرژی با توجه به معادلات 7 تا10 از برآورد اثر شدتی مصرف انرژی به دست می‌آید. شاخص عملکرد انرژی نیز با استفاده از معادلات 11 و12 برآورد شده است. با توجه به معادله شماره 12 سطح فرضی مصرف انرژی بیانگر مصرف انرژی در صورت عدم وجود کارایی و نادیده گرفتن صرفه‌جویی طی دوره می‌باشد. به علت اینکه کارایی انرژی

Archive of SID

www.SID.ir

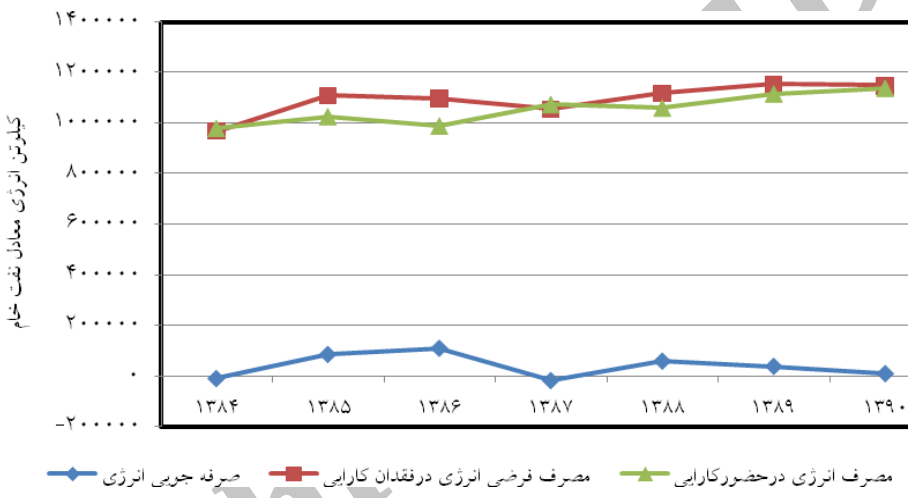
باعث صرفه جویی در مصرف می‌شود، بنابراین سطح مصرف فرضی حاصل جمع مصرف انرژی طول دوره با صرفه جویی‌های صورت گرفته ناشی ازکارایی طی دوره می‌باشد.

جدول 6. سطح فرضی مصرف، اثرشدت، صرفه جویی، و شاخص عملکرد انرژی درحمل ونقل کالا طی دوره (1390-1383)

دوره	EH	ΔE_{i-int}	ES	EPI
1383-1384	969115/62	11711/68	-11711/68	1/01
1384-1385	1111112/59	-83813/09	83813/09	0/92
1385-1386	1098232/51	-108096/11	108096/11	0/90
1386-1387	1055757/88	19479/82	-19479/82	1/02
1387-1388	1118613/43	-57302/73	57302/73	0/95
1388-1389	1154813/62	-36695/42	36695/42	0/97
1389-1390	1148512/75	-7964/75	7964/75	0/99

منبع : محاسبات تحقیق

نمودار 5. مصرف انرژی،سطح فرضی مصرف، و صرفه جویی انرژی در حمل و نقل کالا طی دوره (1390-1383)



باتوجه به نمودار شماره 5 ملاحظه می‌شود سطح فرضی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل کالا در سال‌های 1385،1386،1388 و 1389 به دلیل صرفه جویی‌های مثبت در اثر بهبود کارایی و کاهش مصرف انرژی با افزایش مواجه شده است.

اما در سال‌های 1384و1387 کاهش بهره‌وری باعث صرفه جویی منفی و افزایش مصرف همراه بوده و به همین علت سطح مصرف فرضی کمتر از مصرف واقعی نشان داده می‌شود که البته تفاوت در اینجا بسیار ناچیز بوده به طوری که در نمودار مصرف انرژی واقعی و فرضی به هم نزدیکند.

جدول 7. سطح فرضی مصرف، اثرشدت، صرفه جویی، و شاخص عملکرد انرژی درحمل ونقل مسافر طی دوره (1390-1383)

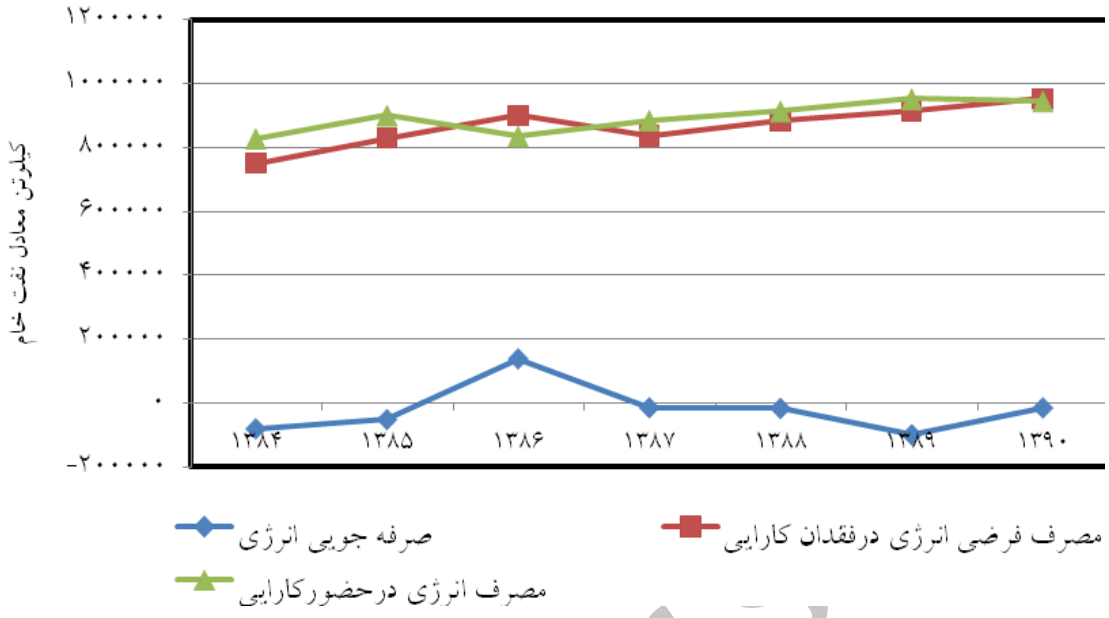
دوره	EH	ΔE_{i-int}	ES	EPI
1383-1384	750885/20	79289/79	-79289/79	1/1
1384-1385	828729/80	50421/38	-50421/38	1/09
1385-1386	901736/60	-138484/94	138484/94	0/93
1386-1387	836426/30	13518/76	-13518/76	1/06
1387-1388	885830/50	15627/52	-15627/52	1/03
1388-1389	914857/30	97768/57	-97768/57	1/04
1389-1390	953046/60	14013/96	-14013/96	1/01

منبع : محاسبات تحقیق

Archive of SID

www.SID.ir

نمودار 6. مصرف انرژی،سطح فرضی مصرف، و صرفه جویی در حمل و نقل مسافر طی دوره (1383-1390)



همانطورکه در نمودارشماره 6 ملاحظه می‌شود سطح فرضی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل مسافری در همه سال‌ها به استثنای سال 1386 به دلیل صرفه جویی منفی در اثر کاهش بهره وری با کاهش مواجه شده است و تنها سال 1386 بهبود کارایی باعث صرفه جویی مثبت وکاهش مصرف شده است و به همین علت سطح مصرف فرضی بیش از مصرف واقعی نشان داده می‌شود.

5-3- روابط موجود بین (EPI) و(ES)

باتوجه به روابطی که در بخش 3 بین شاخص‌های عملکرد انرژی (EPI) و صرفه جویی انرژی (ES) به صورت زیر بیان شد:

$$ES > 0 \rightarrow EPI < 1$$
$$ES = 0 \rightarrow EPI = 1$$
$$ES < 0 \rightarrow EPI > 1$$

باتوجه به توضیحات ذکرشده در مورد (EPI) و روابط بالا می‌توان نتیجه گرفت که چنانچه 1>EPI>0 باشد، افزایش کارایی صرفه جویی مثبت وجود دارد و هرچه (EPI) به 1 نزدیک‌تر باشد افزایش کمتری در کارایی به سبب صرفه‌جویی خواهد شد.

چنانچه EPI > ۱ باشد باافزایش کارایی از صرفه جویی منفی کاسته خواهد شد. در این مورد نیز هر چه (EPI) به 1 نزدیک‌تر باشد با افزایش کمتری در کارایی از صرفه جویی منفی کاسته خواهد شد.

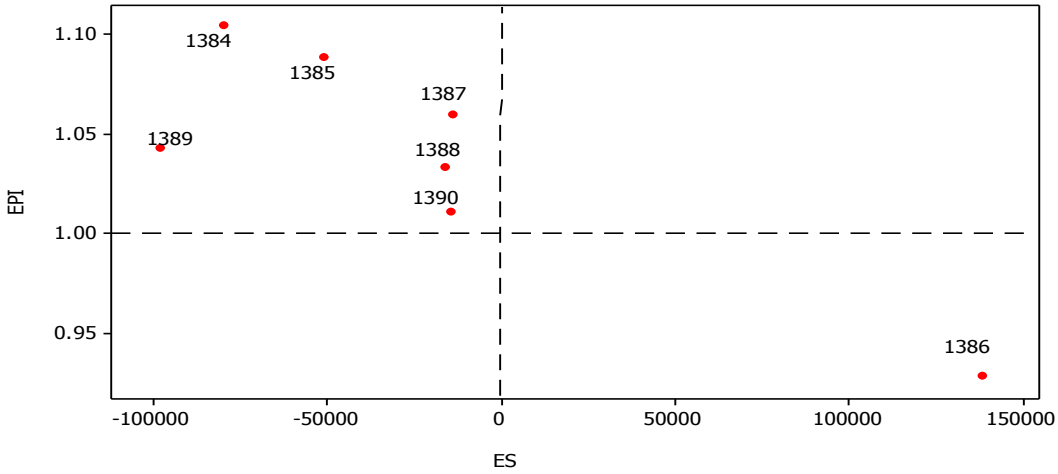
با مشاهده نمودارهای شماره 8 تا 10 روابط بالا در بخش‌های صنعت، حمل و نقل کالا و مسافر طی دوره (1383 -1390) به راحتی قابل تفسیر بوده و کارایی انرژی با توجه به این شاخص‌ها قابل توضیح است.

روابط بین EPI و ES بیانگر وجود نقاطی است که در نمودارهای پراکندگی، این دوشاخص در ربع دوم وچهارم قرار دارند. نقاط موجود در ربع چهارم حاکی ازآن است که بهبود عملکرد شاخص انرژی ازطریق افزایش کارایی باعث صرفه‌جویی مثبت در مصرف انرژی به میزان اثر شدت انرژی می‌شود. لازم به ذکر است برآوردهای به دست آمده در تحقیق حاضر مطابق روابط بالا می‌باشد. در ادامه این روابط توسط نمودارهای پراکندگی که با استفاده از نرم افزارMini tab ترسیم شده‌اند نشان داده شده است.

Archive of SID

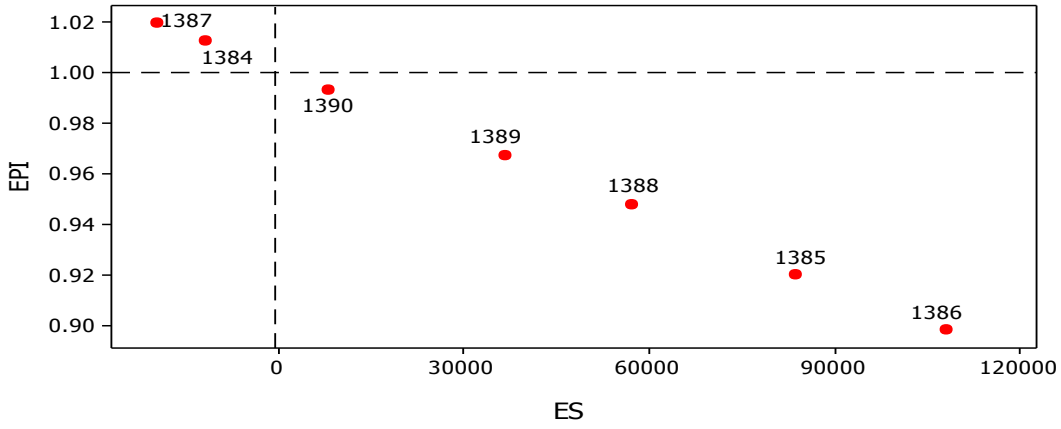
www.SID.ir

نمودار 7. روابط موجود بین تخمین‌های (ES) و(EPI) در بخش حمل ونقل مسافر



نمودار 7 نشان می‌دهد که (EPI)دربخش حمل و نقل مسافر در همه سال‌ها به استثنای سال 1386 در ربع دوم قرار داشته است، یعنی (EPI) بزرگ‌تر از یک و طبق رابطه ذکر شده (ES) منفی بوده است. این موضوع بیانگراین است که بخش حمل و نقل مسافری تنها در سال 1386 از بهبود کارایی انرژی برخوردار بوده است و در بقیه سالها بهره وری انرژی کاهش یافته است. بنابراین افزایش کارایی به میزان 7 درصد در سال 1386 باعث صرفه جویی در انرژی به میزان 138484/94(keto) شده است. اما در سال‌های 1387،1385،1384، 1389،1388و1390 کارایی انرژی به ترتیب به مقدار10،9،6،4 و1 درصدکاهش یافته است و بنابراین برای رسیدن به حداقلی از صرفه جویی کارایی انرژی باید بیش از مقدار10،9،6،4 و1 درصد افزایش یابد تا شدت انرژی مثبت یا صرفه جویی منفی به صفر رسیده و پس از آن صرفه جویی مثبت صورت گیرد.

نمودارشماره 7. روابط موجود بین تخمین‌های (ES) و(EPI) در بخش حمل و نقل کالا

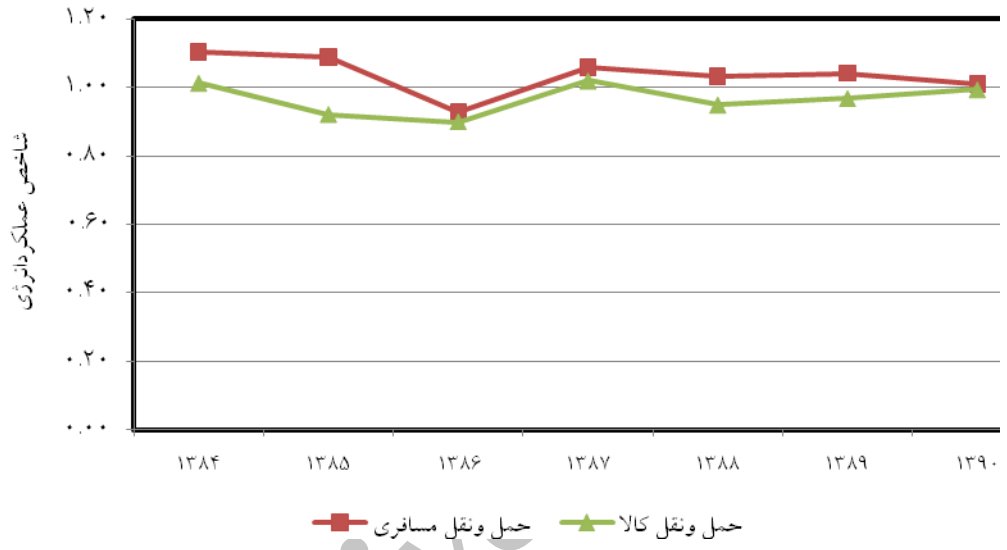


Archive of SID

www.SID.ir

نمودار شماره 8 نشان می‌دهد که (EPI)در بخش حمل و نقل کالا در همه سالها به جز سال‌های 1384 و1387 کمتر از یک بوده و (ES) مثبت بوده است. بنابراین در سال‌های 1389،1388،1386،1385و1390 به ترتیب 1، 3، 8،10،5 درصد افزایش در کارایی باعث صرفه‌جویی انرژی به میزان 36695/42،57302/73،108096/11،83813/09 و 7964/75 (keto) می‌شود، دلیل این امر می‌توان در نو سازی بخشی از وسایل حمل و نقل کالا در دهه 80 دانست. امادرمورد سالهای 1384 و1387 کارایی انرژی کاهش یافته است وبه ترتیب 1 و2 درصد افزایش کارایی دراین سال‌ها باعث می‌شود تا انرژی به میزان 11711/68 و19479/82 (keto)کاهش یافته تا صرفه جویی منفی به صفربرسد.

نمودار 9. روند شاخص عملکرد انرژی در بخش حمل ونقل طی دوره (1390- 1383)



5-4- مقایسه روند شاخص عملکرد انرژی دربخش‌های حمل و نقل مسافر و کالا

نمودار شماره 9 مقایسه شاخص عملکردانرژی در بخش حمل و نقل مسافر و کالا را نشان می‌دهد. همانطور که در این نمودار نیز مشاهده می‌شود در بخش حمل و نقل، حمل و نقل کالا با افزایش کارایی از صرفه جویی‌های مثبت انرژی برخوردار می‌شود. اما در مورد حمل و نقل مسافر در اکثر سال‌ها با افزایش کارایی از صرفه جویی‌های منفی کاسته می‌شود.

جدول 15. کارایی انرژی دربخش حمل ونقل کالا و مسافر طی دوره (1390- 1383)

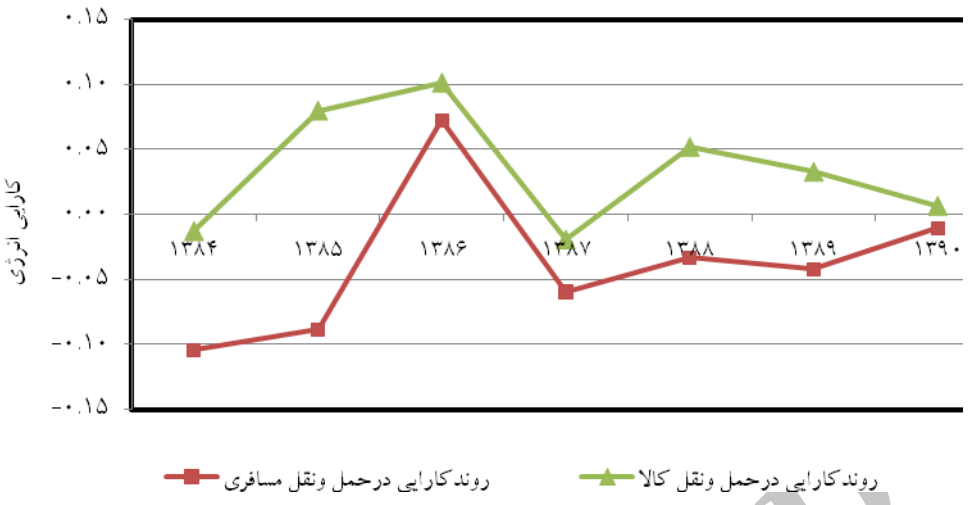
سال	حمل ونقل مسافری	حمل ونقل کالا
1384	-0/10	-0/01
1385	-0/09	0/08
1386	0/07	0/10
1387	-0/06	-0/02
1388	-0/03	0/05
1389	-0/04	0/03
1390	-0/01	0/01

منبع: محاسبات تحقیق

Archive

www.SID.ir

نمودار 10. روند کارایی انرژی در بخش حمل و نقل کالا و مسافرطی دوره (1390- 1383)



6- نتیجه‌گیری

شناسایی عوامل مؤثر بر افزایش مصرف انرژی در برنامه‌ریزی جهت کاهش مصرف انرژی، یکی از اولویت‌ها محسوب می‌شود. مطالعات زیادی در این راستا از روش تحلیل تجزیه صورت گرفته و اکثر این تحقیقات از رویکرد IDA استفاده کرده‌اند. در این مطالعه نیز از روش تحلیل تجزیه شاخص استفاده شده است و با استفاده از رویکردIDA و روش LMDI تغییرمصرف انرژی به اثرات آن یعنی اثر فعالیت، اثرساختاری و اثرشدتی تجزیه شده است.

در این مطالعه سعی شده است تا با استفاده از اطلاعات بخش حمل ونقل، شاخص‌های عملکرد انرژی و صرفه جویی ناشی از کارایی انرژی طی دوره مورد بررسی توسط برآورد اثر شدت انرژی محاسبه شده و روند کارایی و صرفه جویی‌های ناشی ازآن برای دوره 1390-1383 محاسبه شود.

در این تحقیق بخش حمل و نقل به دلیل استفاده از شاخص‌های اندازه گیری فیزیکی به دو زیر بخش حمل ون قل کالا و حمل و نقل مسافر تقسیم شده است.

همانطور که در نمودار شماره 1 مشاهده می‌شود روند مصرف انرژی در بخش حمل و نقل جاده‌ای کالا به استثنای سال 1386 افزایشی است و مصرف انرژی دربخش‌های هوایی و ریلی روند نسبتاً ثابتی را دنبال کرده است. مصرف انرژی در بخش جاده ای در مقایسه با بخش‌های ریلی و هوایی بیش از ده برابر می‌باشد.

نمودار شماره 8 نشان می‌دهد که (EPI) در بخش حمل و نقل مسافر در همه سال‌ها به استثنای سال 1386 در ربع دوم قرار داشته است، یعنی (EPI) بزرگ‌تر از یک و طبق رابطه ذکر شده (ES) منفی بوده است.

این موضوع بیانگر این است که بخش حمل و نقل مسافری تنها در سال 1386 از بهبود کارایی انرژی برخوردار بوده است و در بقیه سال‌ها بهره وری انرژی کاهش یافته است. بنابراین افزایش کارایی به میزان 7 درصد در سال 1386 باعث صرفه‌جویی در انرژی به میزان (keto) 138484/94 شده است. اما در سالهای 1384،1385،1387،1388،1389و1390 کارایی انرژی به ترتیب به مقدار4،6،9،10 و 1 درصد کاهش یافته است.

نمودار شماره 9 نشان می‌دهد که (EPI) در بخش حمل و نقل کالا در همه سالها به جز سال‌های 1384 و1387 کمتر از یک بوده و (ES) مثبت بوده است. بنابراین در سال‌های 1385،1386،1388،1389 و1390 به‌ترتیب3،5،10،8و1درصد افزایش در کارایی باعث صرفه جویی انرژی به میزان 36695/42،57302/73،108096/11،83813/09 و7964/75 (keto) می‌شود. اما در مورد سال‌های 1384 و1387 کارایی انرژی کاهش یافته است.

در مورد حمل و نقل مسافر نتایج ، عدم کارایی در این بخش را نشان می‌دهد و تنها در سال 1386 کارایی باعث صرفه جویی مثبت در این بخش شده است.

در بخش حمل و نقل کالا بر خلاف حمل و نقل مسافر

Archive of SID

www.SID.ir

کارایی در اکثر سالها به جر دو سال 1384 و1387 افزایش یافته و صرفه جویی‌های مثبت ناشی از افزایش کارایی وجود دارد.

بر اساس نتایج این تحقیق در مورد حمل ونقل مسافر نتایج عدم کارایی در این بخش را نشان می‌دهد و تنها در سال 1386 کارایی باعث صرفه‌جویی مثبت در این بخش شده است. بنابراین به سیاست‌گذران این بخش پیشنهاد می‌شود با کاهش عمر ناوگان حمل و نقل مسافر زمینه افزایش صرفه‌جویی انرژی در این بخش را فراهم نمایند.

7- پی‌نوشت‌ها

1- Ang , Mu , & Zhou
2- Boyed et al
3- Liu et al
4- General Parametric Divisia
5- Ang and Lee
6- Ang
7- Ang and Choi
8- Siegel
9- Shapley
10- Ang.
11- Bhattacharya, Paul
12- Subhes Bhattacharyyaa , Arjaree Ussanarassamee
13- The basic monetary unit of Thailand
14- Zhou, Ang
15- Economy-Wide
16- Ma and Stern
17- Ang , Mu , Zhou
18- Ki-Hong Choi , Ang
19- Lin Zeng , Ming Xu , Sai Liang , Siyu Zeng , Tianzhu Zhang
20- Structural Decomposition Analysis
21- P. Fernández González, M. Landajo, M.J. Presno
22- Index decomposition analysis
23- Choi KH,Ang BW
24- Ki-Hong Choi , Wankeun Oh
25- Choi and Ang
26- Raul Jimenez , Jorge Mercado
27- Xu and Ang
28- Multilevel-Parallel Model
29- Multilevel-Hierarchical Model
30- The Hypothetical Level Of Energy Consumption Assuming That There Has Been No Improvement In Energy Efficiency
31- Economy-Wide
32- Suspended Particulate Matter

8-مراجع

- هژبر کیانی، ک. و امینی، ع.، (1375)، "شاخص دیویژیا و کاربرد آن در تابع تولید، اقتصاد کشاورزی و توسعه"، فصلنامه اقتصادی، شماره 15، صص. 58-35.
- حیدری، الف.، و صادقی، ح.، (1383) "شناخت و بررسی رفتار صرفه‌جویی انرژی در صنایع بزرگ"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، شماره ۱۱ و ۱۲، بهار و تابستان 1383.
- امینی، ع. (1384)،"اندازه‌گیری و تحلیل روند بهره‌وری به تفکیک بخش‌های اقتصادی ایران"، فصلنامه برنامه‌ریزی و بودجه، سال دهم، شماره 4، صص. 110-73.
- قاسمی نژاد، م.، (1384)، "بررسی تغییرات شدت انرژی در بخش ریلی ایران"، پایان نامه کارشناسی ارشد علوم اقتصادی، دانشگاه اصفهان.
- عباسی، الف.، صادقی، ز. و خسروی، س. (1388)، "بررسی عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی رهیافت تجزیه شدت انرژی؛ مطالعه موردی گروه صنایع سیمان کرمان"، مجموعه مقالات هشتمین همایش ملی انرژی.
- صادقی، س.ک. و سجودی، س. (1389)، "مطالعه عوامل موثر بر شدت انرژی دربنگاه‌های صنعتی ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره 29، تابستان 1390، صص.180-163.
- گلی، ز.، و اشرفی، ی.، (1389)، "بررسی شدت انرژی کشور و تجزیه آن با استفاده از شاخص ایده آل فیشر در ایران"، فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، سال هجدهم، شماره 54، تابستان 1389، صص.54- 35.
- بهبودی، د.، اصلانی‌نیا، ن. و سجودی، س. (1389)، "تجزیه‌ی شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد ایران"، فصلنامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی، سال هفتم، شماره‌ی 26، پاییز 1389، صص.130-105.
- ابونوری، ع.ع. و نیکبان، الف. (1389)، "عوامل موثر بر شدت مصرف انرژی به روش دیویژیا مطالعه موردی سیمان تهران"، فصلنامه مدلسازی اقتصادی، سال سوم، شماره 1،

Archive of SID

www.SID.ir

بهار 1388، صص.92-77.

- جهانگرد، الف. و تجلی، ه. (1390)، "تجزیه شدت انرژی بری در صنایع کارخانه‌ای ایران"، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال هشتم، شماره 31، زمستان 1390، صص.58- 25.

- صادقی، ز.، حری، ح.ر. و محمدمیرزایی، الف. (1392)، "تحلیل تجزیه ساختاری آلودگی در ایران: رهیافت داده-ستاده" فصلنامه علمی- پژوهشی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، سال سوم، شماره 10، تابستان 1393، صص.175-145.

- سایت مرکز آمار ایران. آمار کارگاه‌های صنعتی ده نفرکارکن و بیشتر سال‌های 1390-1383.

-http://www.amar.org.ir

- ترازنامه انرژی سالهای 1390-1383.

- سالنامه آماری حمل ونقل، حمل ونقل هوایی، حمل ونقل ریلی وحمل و نقل جاده ای سال‌های 1390-1383.

- وزارت راه وشهرسازی.

- http://www.mrud.ir

- وزارت نیرو. دفتربرنامه ریزی کلان برق و انرژی.

- http://pep.moe.gov.ir.

- Ang, B.W. Lee, S.Y. (1994), "Decomposition of industrial energy consumption: some methodological and application issues", Journal of Energy Economics, 16(2), pp. 83-92.

- Ang, B.W. (1994), "Decomposition of Industrial Energy Consumption", Journal of Energy Economics, 16(3), pp.163-174.

- Choi, K.H. Ang, B.W. (1995), "Decomposition of the energy intensity index with application for the Korean manufacturing industry", Journal of Energy, 20, pp. 835-42.

- Ang, B.W. Zhang, F.Q. (2000), "A survey of index decomposition analysis in energy and environmental studies", Journal of Energy (2000), 25, pp.1149–1176.

- Bhattacharya, R.N. Paul, S. (2001),"Sect oral Changes in Consumption and Intensity Energy in India", Indian Economic Review, (2), pp. 381–392.

- Ang, B.W. (2004),"Decomposition analysis for policymaking in energy: which is the preferred method?" Journal of Energy Policy,(2004), 32, pp.1131–1139.

- Bhattacharyya, Subhes.C. Ussanarassamee, Arjaree (2005), "Changes in energy intensities of Thai industry between 1981 and 2000: a decomposition analysis", Journal of Energy Policy,(2005), 33, pp. 995–1002.

- Ang, B.W. (2006), "Monitoring changes in economy-wide energy efficiency: from energy-GDP ratio to composite energy efficiency index", Energy Policy, 34, pp. 574–582.

- Ma, C.B. Stern, D.I. (2008),"China's Changing Energy Intensity Trend: A Decomposition Analysis", Journal of Energy Economics, 30, pp.1037–1053.

- Ang, B.W. Mu , A.R. Zhou, P. (2009). "Accounting frameworks for tracking energy efficiency trends", Journal of Energy Economics(2010), 32, pp.1209 –1219.

- Su, B. Ang, B.W. (2011), "Structural decomposition analysis applied to Energy and emission: aggregation issues", Economic Systems Research, 24 (3), pp.299-317.

- Voigt, Sebastian De Cian , Enrica Schymura , Michael Verdolini, Elena(2013), "Energy intensity developments in 40 major economies: Structural change or technology improvement?", Journal of Energy Economics,(2014) ,41, pp.47–62.

- Zeng ,Lin Xu ,Ming Liang ,Sai Zeng , Siyu Zhang ,Tianzhu (2013), "Revisiting drivers of energy intensity in China during 1997–2007:A structural decomposition analysis", Journal of Energy Economics.

Archive of SID

www.SID.ir

- Jimenez, Raul. Mercado, Jorge (2013), "Energy intensity: A decomposition and counterfactual exercise for Latin American countries", Journal of Energy Economics, (2014), 42, pp.161–171.

- Ang, B.W. Xu, X.Y. (2014), "Multilevel index decomposition analysis: Approaches and application". Energy Economics, 44, (2014), pp. 375–382.

- Fernández González , P. Landajo, M. Presno, M.J. (2013)" The Divisia real energy intensity indices: Evolution and attribution of percent changes in 20 European countries from 1995 to 2010" , Journal of Energy Economics ,(2013), 58, pp. 340-345.

-

- Li, Yi .Sun, Linyan Feng , Taiwen . Zhu, Chunyan (2013), "How to reduce energy intensity in China: A regional comparison perspective", Journal of Energy Policy,(2013) , 61, pp. 513–522.

Archive of SID

www.SID.ir

[1] Ang , Mu , & Zhou
[2] Boyed et al
[3] Liu et al
[4] General Parametric Divisia.
[5] Ang and Lee
[6] Ang
[7] Ang and Choi
[8] Siegel
[9] Shapley
[10] Ang.
[11] Bhattacharya, Paul .
[12] Subhes Bhattacharyyaa , Arjaree Ussanarassamee
[13] The basic monetary unit of Thailand
[14] Zhou, Ang
[15] economy-wide
[16] Ma and Stern
[17] Ang , Mu , Zhou
[18] Ki-Hong Choi , Ang
[19] Lin Zeng , Ming Xu , Sai Liang , Siyu Zeng , Tianzhu Zhang
[20] Structural Decomposition Analysis
[21] P. Fernández González, M. Landajo, M.J. Presno
[22] Index decomposition analysis
[23] Choi KH,Ang BW
[24] Ki-Hong Choi , Wankeun Oh
[25] Choi and Ang
[26] Raul Jimenez , Jorge Mercado
[27] Xu and Ang
[28] multilevel-parallel model
[29] multilevel-hierarchical model
[30] The hypothetical level of energy consumption assuming that there has been no improvement in energy efficiency
[31] economy-wide
[32] suspended particulate matter

Archive of SID

www.SID.ir