راهبردها و راهکارهای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری: اولویت‌بندی بر اساس روش نمودار هسه

احمدرضا جلالی‌نائینی | ahmad_jalali@hotmail.com
استادیار مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی
امیررضا ممدوحی | armamdoohi@modares.ac.ir
استادیار گروه راه و ترابری و حمل‌ونقل، دانشگاه تربیت مدرس
مهرداد علیمرادی | m.alimoradi@imps.ac.ir
مربی گروه اقتصاد، مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی؛ نویسنده مسئول
مینا مجتهدزاده | minamoj@yahoo.com
کارشناس‌ارشد مهندسی سیستم‌های اقتصادی ـ اجتماعی

دریافت: ۱۳۸۹/۰۸/۰۱ | پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۱۰

چکیده: افزایش روزافزون سفرهای شهری و استفاده بی‌رویه از ناوگان موتوری، به‌ویژه خودرو شخصی و پیامدهای نامطلوب آن از جمله افزایش بی‌رویه مصرف سوخت، تدوین راهبردها[1] و راهکارهای[2] مناسب را برای برنامه‌ریزی و مدیریت منابع انرژی ضروری می‌کند. در پژوهش حاضر، راهبردها و راهکارهای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری بر اساس اطلاعات گردآوری شده از چهارده کشور برگزیده جهان، شناسایی و با روش نمودار هسه (نظریه ترتیب جزئی) اولویت‌بندی می‌شود. طبق یافته‌های پژوهش، می‌توان سیزده راهبرد و چهل‌وچهار راهکار زیرمجموعه آنها را در سه گروه (حوزه ناوگان، حوزه مدیریت حمل‌ونقل، حوزه سوخت) دسته‌بندی کرد. نتایج اولویت‌بندی با روش نمودار هسه نشان می‌دهد که سیزده راهکار از ده راهبرد مختلف، به طور عمومی برای کلان‌شهرهای ایران مناسب هستند. راهبرد برتر، گسترش حمل‌ونقل عمومی است. مناسب‌ترین راهکارها نیز عبارت‌اند از: ۱- گسترش شبکه حمل‌ونقل عمومی؛ ۲- تدوین و اجرای استانداردهای کارایی مصرف سوخت ناوگان؛ ۳- آگاه کردن کاربران از روش‌های گوناگون حمل‌ونقل برای بهبود تقاضای سفر که اولویت بسیار راهکارهای گروه مدیریت حمل‌ونقل را نسبت به دو گروه ناوگان و سوخت نشان می‌دهد.

کلیدواژه‌ها: مدیریت مصرف سوخت، حمل‌ونقل شهری، راهبرد، راهکار، اولویت‌بندی، نمودار هسه.

1. Strategies

۲. برگردان واژه Policy است. ممکن است در جاهای دیگر، سیاست به جای آن به کار رود، اما در پژوهش حاضر، راهکار ترجمه شده است.

مقدمه

حدود ۷۵۰ میلیون دستگاه خودرو در جهان وجود دارد و پیش‌بینی می‌شود که این تعداد، تا سال ۲۰۵۰ به ۲ میلیارد دستگاه برسد. رشد مذکور، بیشتر در کشورهای در حال توسعه رخ خواهد داد[1] (اگار[2]، ۲۰۰۵). بزرگ‌تر شدن شهرها و افزایش جمعیت آنها، موجب اتلاف وقت و هزینه فراوان ناشی از تراکم خودروها (استهلاک ناوگان و زیرساخت، مصرف سوخت و آلودگی‌های محیط زیست) می‌شود. کاهش انواع هزینه‌های رو به رشد حمل‌ونقل و به‌ویژه مصرف سوخت‌های فسیلی، همواره از دغدغه‌های اصلی پژوهشگران بوده است. تاکنون در شهرهای بزرگ جهان، تلاش‌های فراوانی برای کنترل مصرف سوخت انجام شده است که ایجاد محدودیت‌های گوناگون برای کاهش استفاده از خودرو شخصی یا تشویق شهروندان به استفاده هر چه بیشتر از وسایل حمل‌ونقل عمومی، نمونه‌ای از تلاش‌های مذکور است. اکنون، روش‌های ابتدایی مدیریت مصرف سوخت (مانند دو نمونه فوق) به دلیل تقاضای روزافزون در بخش حمل‌ونقل، کارایی لازم را ندارند و با پیشرفت‌های بسیار در فناوری، انواع جدیدی در قالب راهبردها و راهکارهای گوناگون برای بهینه‌سازی مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل مطرح شده است. در ایران همه خودروهای شخصی، از سوخت‌های فسیلی تجدیدناپذیر (فرآورده‌های نفتی) استفاده می‌کنند که پیامدهای زیست‌محیطی مخربی دارند و ذخایر انرژی را به سرعت کاهش می‌دهند.

در پژوهش حاضر، تلاش می‌شود راهبردها و راهکارهای پایداری برای صرفه‌جویی در مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری بیان شود. راهبردها میان‌مدت هستند و کمتر تغییر می‌کنند، در حالی که اجرای راهکارها کوتاه‌مدت است و با توجه به بازخوردها، پیوسته می‌توانند تغییر کنند. هر راهبرد، متشکل از چند راهکار است. در پژوهش حاضر، شناسایی و اولویت‌بندی راهبردها و راهکارهایی مورد توجه قرار می‌گیرد که اجرای آنها، موجب کاهش پیامدهای زیست‌محیطی مخرب، کاربرد سوخت‌های فسیلی و حفظ ذخایر انرژی در بلندمدت می‌شود. در آغاز، با بررسی مدیریت مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل شهری (مرور ادبیات موضوع) در چهارده کشور برگزیده جهان، مجموعه راهبردها و راهکارهای زیرمجموعه هر راهبرد برای بهینه‌سازی مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهرها شناسایی می‌شود. در بخش بعد، اثر مثبت، منفی یا خنثی هر راهکار (و در نتیجه راهبردهای متشکل از راهکارها) بر شاخص‌های متعدد اقتصادی، اجتماعی و سیاسی، شناسایی و سپس مبانی نظری روش

۱. البته این فرض و پیش‌بینی، نادرست است. چون عوامل بسیاری از جمله محدودیت انرژی، مانع چنین رشدی خواهند شد.

2. Eggar

نمودار هسه (نظریه ترتیب جزئی)[1] معرفی می‌شود. سپس، اطلاعات گردآوری شده، برای تأمین پارامترهای ورودی روش، تحلیل می‌شود و سپس رده‌بندی راهبردها و راهکارهای زیرمجموعه آنها در سطح کلان (کشوری) انجام می‌شود و اولویت‌ها مشخص می‌گردند. در پایان نیز نتیجه‌گیری و پیشنهادها برای پژوهش‌های آینده بیان می‌شود.

ادبیات موضوع

در پژوهش اوریت[2] (۱۹۹۵) ، ایالت تگزاس آمریکا مورد بررسی قرار گرفت. این ایالت در مقایسه با سایر ایالات، بیشترین مصرف سوخت را در حمل‌ونقل و بیشترین آلودگی ناشی از انتشار گاز دی‌اکسیدکربن را دارد. وی چهار سناریوی گوناگون را در این زمینه بیان کرد و آثار آنها را با شرایط عدم انجام کار، مورد مقایسه و تحلیل قرار داد. سناریوها در سطوح پایه (ساده)، متعادل، سخت‌گیر و بسیار سخت‌گیر طبقه‌بندی شد. برخی از راهبردها و راهکارهای به کار رفته در سناریوهای مذکور عبارت‌اند از: کارهای گوناگون کنترل بر ترافیک، برنامه‌های کاهش سفرهای کاری روزانه، کاربرد روش‌های دورکاری برای کاهش هر چه بیشتر جابجایی بار و مسافر، اسقاط ناوگان فرسوده، گسترش و تشویق به کاربرد حمل‌ونقل عمومی، مالیات بر سوخت، مالیات بر فروش ناوگان[3].

هدف اصلی پژوهش مذکور، نخست مدیریت مصرف سوخت و عوارض ناشی از آن در حمل‌ونقل و دوم، بهبود وضعیت ترافیک و کاهش سایر آثار محیطی بود. در راهکارها باید پیشرفت‌های فناوری در بخش حمل‌ونقل و نیز شیوه رفتار کاربران تسهیلات این بخش مورد توجه قرار گیرد. اندازه مصرف سوخت را می‌توان تابعی از میزان کارایی مصرف و خودرو ـ کیلومتر طی شده ـ در نظر گرفت. بنابراین برای کاهش تقاضای انرژی می‌توان راهکارهای ذیل را مورد استفاده قرار داد: افزایش کارایی ناوگان در مصرف سوخت، کاهش تقاضای سفر، کاربرد ناوگان همگانی یا افزایش تعداد سرنشینان ناوگان شخصی.

اوینگ[4] (۱۹۹۷) هزینه‌های گسترش شهر را بررسی کرد. از حیث مسافتی که وسیله نقلیه پیموده است، هر چه تراکم کاربری‌های شهر بیشتر باشد، طول سفرهای روزانه شهروندان کاهش می‌یابد و کاربرد ناوگان عمومی برای کاربران توجیه‌پذیر است که در نهایت، موجب کاهش استفاده از وسیله شخصی می‌شود. به لحاظ مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل، اندازه مصرف انرژی در شهرهای

1. Hasse Diagram (Partially Ordered Theory)
2. Euritt
3. Feebates
4. Ewing

با الگوهای متمرکز گسترش شهری، بسیار کمتر از شهرهایی است که الگوی تراکم کم و پراکنده‌ای از کاربری‌های گوناگون دارند. در واقع، در شهرهای با تراکم بالا به دلیل کوتاه بودن طول سفرهای روزانه، صرفه‌جویی‌های زیادی در مصرف انرژی و سوخت می‌شود. همچنین اوینگ در پژوهش خود درباره هزینه‌های دیگری مانند هزینه‌های گسترش زیرساخت‌های حمل‌ونقل، به‌ویژه حمل‌ونقل عمومی، هزینه توسعه شهر با توجه به محدودیت زمین شهری، هزینه‌های اجتماعی و فرهنگی و غیره بحث کرده و مزیت‌های هزینه‌ای شهرهای با الگوی متمرکز گسترش شهری را بیان کرده است. به طور کلی، با توجه به پژوهش‌های پیشین می‌توان گفت که با افزایش تراکم در مناطق شهری، مصرف انرژی در حمل‌ونقل، کارایی بیشتری خواهد داشت.

میندالی[1] و همکاران (۲۰۰٤) با توجه به رابطه میان تراکم و اندازه مصرف انرژی در حمل‌ونقل شهری، برخی راهکارهای کاربری زمین را ابزاری مناسب برای کاهش وابستگی شهرنشینان به ناوگان شخصی دانستند. روش پژوهش، تحلیل چندمتغیره[2] بوده است. در آغاز، یک مدل مفهومی برای بیان موضوع تدوین شد. سپس روش کوپلات[3] معرفی شد و برای تحلیل چندمتغیره به کار رفت. در پایان نیز کاربرد یافته‌های تکنیک کوپلات در سیاست‌گذاری بیان شد. مدل با نمایش رابطه میان متغیرهای کاربری زمین و اندازه مصرف انرژی در مناطق شهری، نشان می‌دهد که میان عوامل مؤثر بر مصرف سوخت شهری، روابط پیچیده‌ای وجود دارد. عوامل اجتماعی، ساختار شهری و عوامل مربوط به سامانه حمل‌ونقل شهری از این جمله هستند. دلیل پیچیدگی رابطه میان این عوامل و مصرف انرژی در حمل‌ونقل، این است که عوامل گوناگون، آثار متقابلی بر یکدیگر دارند و می‌توان مصرف انرژی را بر پایه آنها تحلیل و بررسی کرد. در واقع، با ارزیابی و شناسایی روابط میان عوامل یادشده، می‌توان آثار راهکارهای گوناگون را در حوزه حمل‌ونقل و مدیریت مصرف انرژی ارزیابی کرد و به تدوین راهکارهای متناسب پرداخت.

رصافی و وزیری (۲۰۰٤) در پژوهشی با عنوان راهبردی پایدار برای سوخت خودروهای شخصی، تلاش کردند راهبردهای پایدار را برای مصرف سوخت ناوگان شخصی در ایران بیان کنند. آنها مجموعه‌ای از سوخت‌های جایگزین را معرفی کردند و به بیان سهم ناوگان شخصی پرداختند که باید این سوخت‌ها را مورد استفاده قرار دهند. برای انتخاب راهبردهای پایدار، شاخص‌های زیست‌محیطی و هزینه‌های اقتصادی مصرف سوخت استفاده شده است. در نتیجه، این راهبردها در

1. Mindali
2. Multivariable analysis
3. Co-plot

قیاس با سایر راهبردهای پیشنهادی، پایدارتر خواهند بود. برای انتخاب بهترین راهبرد ممکن در زمینه مدیریت مصرف سوخت، نظریه ترتیب جزئی و روش نمودار هسه مورد استفاده قرار گرفته است که ابزاری برای تحلیل تصمیم چندمعیاری است.

در پژوهش حاضر، چهل‌وپنج راهبرد گوناگون معرفی شده است. در هر راهبرد، سهم‌های مختلفی برای ناوگانی تعیین شده است که انواع سوخت را استفاده می‌کند. با توجه به وضعیت و نوع سوخت مصرفی در ایران، چهار گزینه معرفی شده برای سوخت ناوگان شخصی عبارت‌اند از: گاز مایع نفتی[1]، گاز طبیعی فشرده[2]، هیدروژن و نیروی برق. ویژگی مهم این سوخت‌ها، تولید کمتر آلاینده‌های زیانبار زیست‌محیطی است. با این دسته‌بندی، می‌توان اندازه آثار زیست‌محیطی هر راهبرد معرفی شده را اندازه‌گیری کرد. برای بررسی هزینه‌های ناشی از مصرف هر نوع سوخت، عوامل گوناگونی در نظر گرفته شد که عبارت‌اند از: بهای سوخت، بهای تبدیل موتور ناوگان برای مصرف یک نوع سوخت ویژه، هزینه دولت برای پرداخت یارانه بهای سوخت و هزینه ساخت جایگاه‌های عرضه انواع سوخت است.

بدین ترتیب، هزینه اقتصادی و آثار زیست‌محیطی هر یک از چهل‌وپنج راهبرد برآورد شد. هر چه هزینه اقتصادی و اندازه آلایندگی راهبرد کمتر باشد، آن راهبرد مطلوب‌تر است. از این رو، رابطه "<" روی مجموعه راهبردها تعریف شد و راهبردی که در پایین‌ترین سطح نمودار هسه قرار گرفت، راهبرد بهینه شناخته شد. با این روش، از میان چهل‌وپنج راهبرد تعریف شده، شش راهبرد در پایین‌ترین سطح نمودار قرار گرفتند. از راهبردهای برگزیده، دو راهبرد که از وضع موجود مصرف سوخت بسیار دور بودند، حذف شدند و دو راهبرد که نسبت به سایر راهبردهای برگزیده، با راهبردهای بیشتری در مجموعه، رابطه "<" را داشتند، به عنوان راهبردهای برتر انتخاب شدند که عبارت‌اند از سهم‌های ۵۰ یا ۶۰ درصد برای بنزین، ۳۰ یا ۲۰ درصد گاز طبیعی فشرده و ۲۰ درصد ناوگان با سوخت هیدروژنی.

مدیریت مصرف سوخت در بخش حمل‌ونقل شهری

با توجه به وضعیت و نوع سوخت مصرفی در ایران، گزینه‌های (راهبردها و راهکارهای) اولیه‌ای که در پژوهش حاضر، برای بهینه‌سازی مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری معرفی شد، از بررسی وضعیت چهارده کشور برگزیده جهان (شامل نه کشور پیشرفته یعنی سنگاپور، کره جنوبی، استرالیا،

1. Liquid Petroleum Gas (LPG)
2. Compressed Natural Gas (CNG)

ژاپن، انگلیس، فرانسه، آلمان، کانادا و آمریکا و پنج کشور در حال توسعه یعنی چین، هند، ترکیه، مالزی و ایران) حاصل گردید. از کشورهای مذکور، انگلیس، کانادا، امریکا و ایران نفت‌خیز هستند و ده کشور دیگر، منابع طبیعی فراوانی از انرژی‌های فسیلی ندارند. با دسته‌بندی‌های انجام شده، دو شاخص برای هر راهکار، معرفی شده است که می‌توان در این پژوهش آنها را اندازه‌گیری کرد.

برای گزینش راهکار بهتر، شاخص‌های مقایسه‌ای گزینش شده در پژوهش حاضر که به عنوان ورودی‌های روش اولویت‌بندی نمودار هسه به کار می‌روند، عبارت‌اند از: تعداد کشورهای مجری هر راهکار و جمع جبری آثار مثبت و منفی هر راهکار بر بیست‌ونه شاخص برگزیده[1] اقتصادی، اجتماعی و سیاسی (نیروی کار، نرخ بیکاری، ضریب جینی[2]، درجه بسته بودن اقتصاد[3]، درآمدها و مخارج بودجه، میانگین مصرف سوخت ناوگان در واحد مسافت، سرانه مالکیت خودرو، تعداد ناوگان و ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی فعال، سهم مصرف انرژی در حمل‌ونقل عمومی، تعداد جایگاه‌های سوخت، تعداد خطوط تلفن دایر و همراه، طول خطوط ریلی، جمعیت، نسبت تعداد مرد به زن، امید زندگی، میانگین سنی، نرخ مهاجرت، نرخ باسوادی، تعداد کاربران و سرویس‌دهندگان اینترنت، سرانه خودرو ـ کیلومتر شخصی، سرانه نفر ـ کیلومتر عمومی، مساحت، نوع حکومت، اختلاف سطح میان پایین‌ترین و بالاترین نقطه از سطح دریا، تعداد ایستگاه‌های تلویزیونی).

کل راهکارهای شناخته شده (چهل‌وچهار مورد) در قالب سه گروه اصلی (حمل‌ونقل، ناوگان، سوخت) و سیزده راهبرد زیر دسته‌بندی شدند:

۱. راهبردهای حوزه حمل‌ونقل

۱-۱. گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)

۱-۲. مدیریت و کاهش تقاضای سفر

۱-۳. گسترش حمل‌ونقل هوشمند

۱-٤. توسعه کاربری زمین و ترافیک

۱-۵. مشارکت بخش خصوصی در حمل‌ونقل شهری

۱-٦. بهینه کردن عرضه حمل‌ونقل (زیرساخت‌های سخت‌افزاری، به‌ویژه ریلی)

۱-۷. سایر راهبردهای ممکن

۱. مقادیر شاخص‌های برگزیده در هر یک از کشورهای جهان، هر سال در سایت اینترنتی FactBook منتشر می‌شود.
۲. عددی بین صفر و یک که بیانگر توزیع درآمد میان دهک‌های جامعه است. این عدد هر چه به صفر نزدیک‌تر باشد، توزیع درآمد، وضع بهتری دارد.
۳. طبق تعریف، سهم ارزش مجموع واردات و صادرات کشور از کل تولید ناخالص داخلی است.

۲. راهبردهای حوزه ناوگان
۲-۱. تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان
۲-۲. ارتقای کیفیت ناوگان در حال تردد و خودروهای با فناوری جدید
۲-۳. چشم‌انداز ترکیب ناوگان (شناسایی سبد مناسب سوختی برای خودروها)
۳. راهبردهای حوزه سوخت
۳-۱. امنیت انرژی
۳-۲. توسعه منابع انرژی
۳-۳. استاندارد و معیار تولید سوخت

پایه‌های نظریه ترتیب جزئی (نمودار هسه)

نظریه ترتیب جزئی و روش نمودار هسه، ابزاری قوی برای فرایند تصمیم‌گیری است. این ابزار به‌ویژه برای تصمیم‌گیری درباره مسائل زیست‌محیطی به کار می‌رود. در نظریه ترتیب جزئی (نمودار هسه)، برای رده‌بندی یک سری از عناصر (در اینجا راهکارها)، لازم است دو یا چند ویژگی کمی (مقداری) از آنها گردآوری شود. سپس همه عناصر مجموعه مورد بررسی (راهکارها)، بر حسب رابطه ترتیب جزئی مؤلفه‌های عددی خود با یکدیگر، مرتب و رده‌بندی می‌شوند.

یک ترتیب جزئی در مجموعه‌ای مانند P می‌تواند رابطه‌ای مانند:

$$\leq (\subseteq P^2)$$

باشد که در آن، سه ویژگی ریاضی زیر به ترتیب زیر برای عضوهای مجموعه برقرار است و آن را به یک مجموعه مرتب تبدیل می‌کند: ۱- بازتابی (هر عضوی با خودش رابطه دارد)، ۲- پادتقارنی (دو عضو گوناگون نمی‌توانند با هم رابطه دوسویه داشته باشند) و ۳- تراگذری (اگر x با y و y با z رابطه داشته باشد، آنگاه x هم با z رابطه خواهد داشت).

$$1-(x \leq x)$$
$$2-(x \leq y\,,\, y \leq x \Rightarrow x = y)$$
$$3-(x \leq y\,,\, y \leq z \Rightarrow x \leq z)$$

در اینجا، مجموعه P به عنوان مجموعه پایه زوج $(P,\leq)$ شناخته می‌شود که به آن مجموعه مرتب جزئی[1] می‌گویند. عضوهای این مجموعه، می‌توانند گزینه‌ها یا اهداف گوناگون را شامل شوند. در

1. Partially Ordered Set

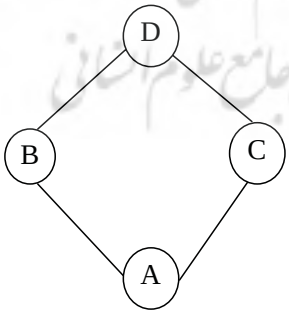
مواردی که نمی‌توان گزینه‌های پیش رو را با معیارهای مورد نظر، به طور مطلق رتبه‌بندی و مرتب کرد، می‌توان از این روش برای مرتب کردن جزئی گزینه‌های ممکن استفاده کرد.

مجموعه مرتب شده با روش فوق را می‌توان در نموداری نمایش داد. در این نمودار هر عضو مجموعه با دایره‌ای نمایش داده می‌شود و مقایسه هر دو عضو مجموعه، با خط مستقیمی میان آن دو نشان داده می‌شود. در این نمودار، اگر عضوی از مجموعه، رده بالاتری داشته باشد، محل قرار گرفتن آن روی محورهای دستگاه مختصات قائم، بالاتر از عضو دیگر است. همان طور که بیان شد، اعضای این مجموعه ویژگی تراگذری دارند $(x \leq y, y \leq z \Rightarrow x \leq z)$. در نتیجه در نمودار یادشده، روابط میان عضوهای مجموعه، ساده می‌شود و فقط رابطه دو عضو همسایه با برقراری اتصال میان آنها نمایش داده می‌شود. این نوع نمایش روابط اعضای یک مجموعه مرتب جزئی را نمودار هسه نامیده‌اند (لرش[1] و همکاران، ۲۰۰۳).

در این نمونه تلاش شده است نظریه ترتیب جزئی و نمودار هسه به سادگی توصیف شود. فرض کنید اعضای مجموعه P={A, B, C, D}، یعنی A و B و C و D، چهار نفر با ویژگی‌های فیزیکی گوناگون باشند. نظریه ترتیب جزئی و نمودار هسه برای مقایسه اندازه فیزیکی آنها به کار می‌رود. فرض کنید که قد این افراد، به ترتیب ۱۵۰، ۱۶۰، ۱۷۰ و ۱۸۰ سانتی متر و وزن آنها نیز به همین ترتیب ۵۵، ۷۵، ۶۵ و ۸۵ کیلوگرم است:

A (150, 55)- B (160, 75)- C (170, 65)- D (180, 85)

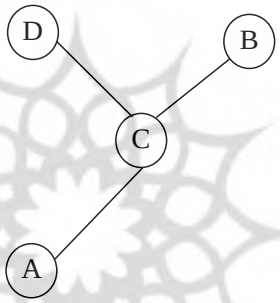
برای ارزیابی اندازه فیزیکی آنها، رابطه "<" میان اعضای مجموعه تعریف شده است و هدف، شناسایی بزرگ‌ترین نفر در این مجموعه از دید فیزیکی است. در واقع، هدف به صورت زوج مرتب (P,<) و ترتیب جزئی بر روی مجموعه P تعریف شده است. نمودار هسه این نمونه در شکل (۱) آمده است.



شکل (۱): نمودار هسه برای نمونه ارائه شده

1. Lerche

در این مجموعه، نفر A سبک‌ترین و کوتاه‌ترین عضو است. در نتیجه، در نمودار هسه در پایین‌ترین محل قرار می‌گیرد و نفر D سنگین‌ترین و بلندترین عضو است. در نتیجه، در بالاترین نقطه نمودار است. اما موقعیت‌های نسبی عضوهای B و C به این سادگی نیست. زیرا B از C کوتاه‌تر، اما وزنش بیشتر است. این دو عضو مجموعه را نمی‌توان با یکدیگر مقایسه کرد. در نتیجه، میان آنها رابطه‌ای قطعی وجود ندارد و هر دو در نمودار، در یک سطح قرار می‌گیرند. حال اگر قد B، ۱۹۰ سانتی‌متر بود، این بار مقایسه میان B و D عملی نمی‌شد، ولی B بالاتر از C قرار می‌گرفت و نمودار هسه به شکل (۲) تغییر می‌کرد (لرش و همکاران، ۲۰۰۳).



شکل (۲): نمودار هسه پس از تغییر یکی از ویژگی‌های نمونه

تحلیل داده‌های پژوهش

برای اجرای روش مورد نظر در پژوهش حاضر به منظور امتیازدهی به چهل‌وچهار راهکار، حداقل دو شاخص عددی برای هر راهکار لازم است. همان‌طور که گفته شد، این دو شاخص، یکی تعداد کشورهای مجری راهکار است (برای استفاده روش از تجربیات جهانی) و دیگری جمع جبری آثار مثبت و منفی اجرای راهکار بر بیست و نه شاخص گوناگون و مستقل شهری (که البته مقدار کلی آنها برای هر یک از چهارده کشور بررسی شده در دسترس است) و مرتبط با مصرف سوخت در حمل‌ونقل (برای تحلیل و ارزیابی نسبی آثار اقتصادی، اجتماعی و سیاسی اجرای راهکار). مقدار این دو کمیت برای هر راهکار در دو ستون آخر جدول (۱) بیان شده است (نتایج نهایی رده‌بندی راهکارها با روش امتیازدهی نمودار هسه بیان شده است).

شایان ذکر است که مقدار عددی سنجه اثرگذاری هر راهکار بر ۲۹ شاخص یادشده، در ستون ماقبل آخر جدول (۱)، با روش طوفان فکری و جمع‌بندی دیدگاه‌های خبرگان، مدیران و کارشناسان

گروه پژوهش حاصل شده است. بدین صورت که اگر از دید یک صاحب‌نظر، راهکار مورد بررسی، به منظور بهبود یک شاخص، اثر مثبت داشته باشد، عدد یک (۱)، اثر منفی عدد (-۱) و در غیر این صورت (خنثی یا بی‌اثر)، عدد صفر (۰) در خانه محل تلاقی راهکار- شاخص قرار می‌گیرد. پس از تکمیل جدول‌ها توسط کارشناسان، میانگین حسابی نظرها در هر مورد، محاسبه و سپس جمع جبری می‌شود.

نتایج تحلیلی نمودار هسه

روش نمودار هسه برای رتبه‌بندی عناصر یک مجموعه استفاده می‌شود که حداقل دو شاخص کمی (مقداری) از آنها معلوم باشد. در این پژوهش نیز که دو شاخص برای هر راهکار در دسترس است، نمودار سطح‌بندی نهایی را می‌توان با روش هسه به دست آورد. نمودار هسه را که رابطه‌های مرتب میان عناصر را نشان می‌دهد، با هر چند بعد دلخواه می‌توان رسم کرد و لایه‌های مرتب نتایج را نمایش داد.

در شکل (۳) سی‌وهفت نقطه یا گره (زوج مرتب) در سیزده لایه (سطح یا ردیف) در نمودار هسه دیده می‌شود که هر کدام نماینده یکی از چهل‌وچهار راهکار مورد بررسی در جدول (۱) هستند. مقادیر دو عنصر هر زوج مرتب، در دو ستون آخر جدول (۱) برای هر راهکار بیان شده است، یعنی جمع جبری آثار راهکار بر بیست و نه شاخص مذکور و تعداد کشورهای مجری راهکار. هفت راهکار (نقطه/ زوج مرتب) دیگر (از مجموع چهل‌وچهار راهکار) که ظاهراً پنهان هستند، با توجه به یکسان بودن مقادیر دو درایه زوج مرتب‌های آنها، دقیقاً روی برخی از همین سی و هفت نقطه قرار گرفته‌اند (یعنی مختصات/ ویژگی‌های دقیقاً یکسانی دارند) که مشخصات آنها طبق جدول (۱) عبارت است از: (شایان ذکر است که شماره زیرردیف در جدول (۱)، دوبخشی است که بخش نخست، شماره راهبرد بالادستی و بخش دوم، شماره ردیف راهکار در زیرمجموعه راهبرد فرادست است):

۱. راهکارهای زیرردیف (۱-۶) و (۵-۶) با مختصات قائم (۴،۷)
۲. راهکارهای زیرردیف (۷-۳) و (۹-۵) با مختصات قائم (۱،۱۱)
۳. راهکارهای زیرردیف (۶-۲) و (۱۱-۲) با مختصات قائم (۱،۹)
۴. راهکارهای زیرردیف (۴-۲) و (۴-۳) و (۹-۲) با مختصات قائم (۱،۶)
۵. راهکارهای زیرردیف (۴-۱) و (۵-۳) با مختصات قائم (۳،۲)
۶. راهکارهای زیرردیف (۱۳-۱) و (۱۳-۲) با مختصات قائم (۱،۲)

اکنون می‌توان با تعریف رابطه ریاضی مرتب جزئی (با ویژگی‌های بازتابی، پادتقارنی و تراگذری) روی این نقاط (که در بند ٤ بیان شده است)، بهترین و بدترین راهکارها را شناسایی کرد. راهکاری که مقدار هر دو عنصر زوج مرتب آن بیشتر باشد، در سطح بالاتری قرار می‌گیرد، ولی اگر در دو راهکار، مقدار مؤلفه نخست یکی بیشتر، و دومی کمتر باشد، در یک سطح قرار می‌گیرند. نمودار هسه و روابط مربوط به این نقاط/ گره‌ها (راهکارها) در شکل (۳) و خروجی نهایی در جدول (۱) ارائه شده است. در شکل (۳) دیده می‌شود که در نهایت، سیزده سطح یا لایه از چهل‌وچهار راهکار مورد نظر (که سیزده مورد از آنها، مؤلفه‌های تکراری و یکسان دارند و در نتیجه شش نقطه را نشان می‌دهند) تشکیل می‌شوند که هر چه راهکاری در لایه‌های بالاتر باشد، مناسب‌تر است و هر چه به سمت پایین نمودار میل کند، نامفیدتر یا ناکاراتر خواهد بود. این نتیجه‌گیری به طور مناسب در جدول (۱) بیان شده است.

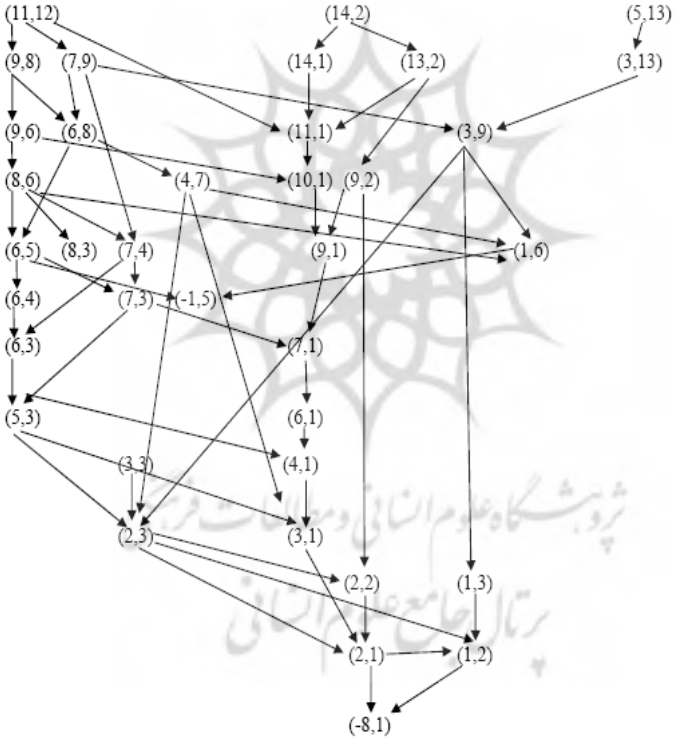
بدین ترتیب، چهل‌وچهار راهکار مورد بررسی، با این نمره‌دهی در سیزده دسته قرار می‌گیرند. سه راهبرد برتر در این روش که راهکارهای مهم زیرمجموعه آنها، بیشترین امتیازها را گرفته‌اند، شماره‌های چهار (گسترش حمل‌ونقل عمومی)، یک (استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان) و پنج (مدیریت و کاهش تقاضای سفر) هستند. همچنین دو راهبردی که راهکارهای زیرمجموعه آنها، کمترین امتیازها را می‌گیرند و می‌توان آنها را ناکارا دانست، شماره‌های دوازده (گسترش منابع انرژی) و سیزده (استاندارد و معیار تولید سوخت) هستند. نتایج این روش، به میزان بسیاری با داوری‌های کارشناسی نیز مطابقت دارد و می‌توان برای آن اعتبار مناسبی در نظر گرفت.

دلیل برتر بودن راهبردهای شماره چهار، یک و پنج تقریباً روشن است، ولی درباره نمره کم راهبردهای دوازده و سیزده توضیح بیشتری لازم است. با رشد روزافزون جمعیت شهرنشین و پیشرفت‌های همه‌جانبه، ناگزیر تقاضای سفر افزایش می‌یابد. بنابراین، بهتر است سهم بیشتری از این تقاضا به سمت حمل‌ونقل عمومی (راهبرد چهار) هدایت شود و همزمان از بهینه کردن سامانه احتراقی موتور ناوگان (راهبرد یک)، به منظور بهبود مصرف سوخت و مدیریت تقاضای سفر برای اصلاح و کاهش ترافیک (راهبرد ۵) استفاده کرد.

در راهبرد شماره دوازده، راهکار نامناسب افزایش ذخایر سوخت (که اثر آن بر بیست و نه شاخص مذکور، منفی است)، طبق انتظار، کمترین امتیاز را به دست آورده است. علاوه بر این، تلاش‌های لازم برای استاندارد کردن سوخت تولیدی (راهبرد سیزده) با توجه به فرسودگی پالایشگاه‌های کشور و آثار تحریم‌های جهانی بر تشدید محدودیت‌های فنی و عدم نوسازی آنها بازده کمی دارد و نمی‌توان

برای دستیابی به بهبود در این زمینه، بیش از این انتظار داشت و در واقع، هزینه تلاش برای بهبود سوخت ناوگان، نسبت به منافع آن، مقرون به صرفه نیست.

در سطح دوم خروجی‌های روش نمودار هسه، راهکارهای عمده در راهبردهای شماره شش (گسترش حمل‌ونقل هوشمند)، دوم (ارتقای کیفیت ناوگان در حال تردد و با فناوری جدید)، هشت (مشارکت بخش خصوصی در حمل‌ونقل شهری) و یازده (امنیت انرژی)، رتبه بعدی را کسب کرده‌اند که راهکارهای مهم و گریزناپذیری هستند که باید مورد توجه برنامه‌ریزان کشوری و شهری قرار گیرند.



شکل (۳): نمودار هسه مربوط به رده‌بندی راهکارهای کاهش مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری

جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه (نظریه ترتیب جزئی) درباره اولویت‌بندی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
۱	۴-۵	گسترش شبکه حمل‌ونقل عمومی	۴- گسترش حمل‌ونقل عمومی	۱۱	۱۲
	۱-۴	تدوین و اجرای استانداردهای کارآیی مصرف سوخت ناوگان	۱- استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۵	۱۳
	۷-۵	آگاه‌سازی کاربران درباره روش‌های گوناگون حمل‌ونقل برای بهبود تقاضای سفر	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۱۴	۲
۲	۱-۶	گسترش و کاربرد سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل[1] و ابزارهای مدیریت و کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت	۶- گسترش حمل‌ونقل هوشمند	۹	۸
	۴-۴	بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و خدمات ارائه شده آن	۴- گسترش حمل‌ونقل عمومی	۷	۹
	۲-۲	کاربرد فناوری نوین برای ارتقا و بهبود کارآیی ناوگان	۲- ارتقای کیفیت ناوگان در حال تردد و با فناوری نوین	۳	۱۳

1. Intelligent Transportation Systems (ITS)

ادامه جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
	۸-۱	واگذاری بخش‌های گوناگون حمل‌ونقل به بخش خصوصی	۸- مشارکت بخش خصوصی در حمل‌ونقل شهری	۱۳	۲
	۱۱-۳	آزادسازی و خصوصی‌سازی انرژی	۱۱- امنیت انرژی	۱٤	۱
۳	۱۲-۳	گسترش و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدشدنی (خورشیدی، زیستی و ...)	۱۲- گسترش منابع انرژی	۹	٦
	۷-۱	مدیریت ترافیک	۷- گسترش کاربری زمین و ترافیک	٦	۸
	۷-۳	گسترش استانداردهای ترافیک در کاربری زمین	۷- گسترش کاربری زمین و ترافیک	۱۱	۱
	۹-۵	بهبود و گسترش مدیریت ناوگان	۹- بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل	۱۱	۱
	۲-۱	تشویق به کاربرد ناوگان با سوخت پاک و جایگزین	۱- استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۳	۹

ادامه جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
	۳-۱۰	آموزش و فرهنگ‌سازی برای رانندگی	۱۰- سایر راهبردهای امکان‌پذیر	۸	٦
	۳-۱	مالیات بر مصرف سوخت	۱- استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	٤	۷
	٤-۹	گسترش و استانداردسازی لجستیک	۹- بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل	۹	۲
	۲-۷	بهبود کاربری زمین	۷- گسترش کاربری زمین و ترافیک	۱۰	۱
۵	۵-۱	دریافت عوارض بر پایه مصرف، آلایندگی و نوع سوخت	۱- استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	٦	۵
	٦-۱	انجام دایمی معاینه فنی ناوگان	۱- استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۷	٤
	٦-۵	قیمت‌گذاری تردد و پارک در معابر	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۷	٤

ادامه جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
۵	۹-۳	گسترش زیربنا و ساختارهای شبکه حمل‌ونقل هماهنگ با نیازهای اجتماعی و اقتصاد ملی	۹- بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل	۸	۳
	۶-۲	راه‌اندازی شبکه فراگیر اطلاعات لجستیک	۶- گسترش حمل‌ونقل هوشمند	۹	۱
	۱۱-۲	ایجاد و گسترش سامانه اطلاعات انرژی	۱۱- امنیت انرژی	۹	۱
	۲-۱	محدودیت کارایی و عمر ناوگان	۲- ارتقای کیفیت ناوگان ترددی با فناوری نو	۱	۶
۶	۱۲-۲	افزایش ظرفیت تولید انواع سوخت	۱۲- گسترش منابع انرژی	۷	۳
	۵-۵	کاربرد فناوری نوین ارتباطی به جای مراجعه حضوری (دورکاری)	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۶	۴
	۵-۱	مسیرها و خطوط ویژه برای دوچرخه در شبکه معابر	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	-۱	۵

ادامه جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
۷	۹-۱	افزایش روانی، ایمن‌سازی و بهبود ترافیک	۹- بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل	٦	۳
	۱۰-۲	اجرای مقررات بهنگام در زمینه رانندگی	۱۰- سایر راهبردهای امکان‌پذیر	۷	۱
	٦-٤	تشویق افراد به انجام سفرهای ضروری با حمل‌ونقل عمومی	٤- گسترش حمل‌ونقل عمومی	۵	۳
۸	٤-۲	پرداخت یارانه توسط دولت به سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی	٤- گسترش حمل‌ونقل عمومی	٦	۱
	٤-۳	مدیریت حمل‌ونقل عمومی	٤- گسترش حمل‌ونقل عمومی	٦	۱
	۹-۲	بازبینی و بررسی راه‌های شبکه حمل‌ونقل و انجام طرح‌های هندسی	۹- بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل	٦	۱

ادامه جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
۹	۱-۱۱	ارتقای فناوری و کاربرد فناوری‌های نوین در حوزه سوخت	۱۱- امنیت انرژی	۳	۳
	۱-۱۰	تهیه و تدوین بانک اطلاعات جامع حمل‌ونقل	۱۰- سایر راهبردهای امکان‌پذیر	٤	۱
۱۰	۱-٤	کاهش تخصیص ظرفیت خیابان‌ها به سواری شخصی و اختصاص بیشتر ظرفیت آنها به انواع سامانه حمل‌ونقل پاک و عمومی	٤- گسترش حمل‌ونقل عمومی	۲	۳
	۳-۵	سهمیه‌بندی بنزین	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۲	۳
	٤-۵	تشویق کاربرد ناوگان چندسرنشین برای کارکنان نهادهای دولتی و خصوصی و سفرهای آموزشی	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۳	۱

ادامه جدول (۱): خروجی روش نمودار هسه

رده در روش هسه	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی راهکار	اثرگذاری بر شاخص‌ها	تعداد کشورهای مجری
۱۱	۱-۱	راهکارهای تنبیهی برای ناوگان با مصرف زیاد سوخت	۱- استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۱	۳
	۱-۳	تعیین سبد بهینه سوخت	۳- چشم‌انداز ترکیب ناوگان	۲	۲
	۲-۵	مسیرهای ویژه برای رهگذران پیاده	۵- مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۲	۱
۱۲	۱-۱۳	ارائه مقادیر استاندارد بازدهی سوخت	۱۳- استاندارد و معیار تولید سوخت	۱	۲
	۲-۱۳	اجرای استانداردهای تولید سوخت	۱۳- استاندارد و معیار تولید سوخت	۱	۲
۱۳	۱-۱۲	افزایش ذخایر سوخت	۱۲- گسترش منابع انرژی	۸-	۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در پژوهش حاضر، راهبردها و سپس راهکارهای زیرمجموعه آنها در مدیریت مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری بر اساس اطلاعات گردآوری شده از چهارده کشور برگزیده جهان، شناسایی شده و با تخصیص دو شاخص عددی به هر راهکار، با روش کلاسیک نمودار هسه (نظریه ترتیب جزئی)،

اولویت‌بندی شده‌اند. در این روش امتیازدهی، ویژگی بومی خاصی (برای کشور یا شهری خاص) مورد توجه قرار نمی‌گیرد و جنبه عمومی و کلی (برای همه شهرها و کشورها) دارد و می‌توان برای کشورها و شهرهای گوناگون آنها اجرا کرد.

طبق یافته‌های پژوهش، می‌توان سیزده راهبرد و چهل‌وچهار راهکار زیرمجموعه آنها را در سه گروه (حوزه ناوگان، مدیریت حمل‌ونقل، سوخت) بیان کرد. اولویت‌بندی آنها با روش نمودار هسه نشان می‌دهد که سیزده راهکار (سه سطح بالاتر نمودار هسه) از ده راهبرد گوناگون، برای کلان‌شهرهای ایران، به شکل عمومی مناسب هستند.

نتایج نشان می‌دهند که راهبرد برتر، گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی) است. مناسب‌ترین راهکارها در این زمینه عبارت‌اند از: ۱- گسترش شبکه حمل‌ونقل عمومی؛ ۲- تدوین و اجرای استانداردهای کارایی مصرف سوخت ناوگان؛ ۳- آگاهی دادن به کاربران درباره روش‌های گوناگون حمل‌ونقل برای بهبود تقاضای سفر؛ ٤- گسترش و کاربرد سامانه‌های هوشمند حمل‌ونقل و ابزارهای مدیریت و کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت؛ ٥- بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و خدمات آن؛ ٦- کاربرد فناوری جدید برای ارتقا و بهبود کارایی ناوگان؛ ۷- واگذاری بخش‌های گوناگون حمل‌ونقل به بخش خصوصی و ۸- آزادسازی و خصوصی‌سازی انرژی. در پژوهش حاضر، ملاحظه شد که راهکارهای گروه (حوزه) مدیریت حمل‌ونقل (نسبت به دو گروه ناوگان و سوخت) اولویت دارند.

در ادامه، پیشنهاد می‌شود که با روش‌های توصیفی و عددی دیگری نیز اولویت‌بندی راهبردها و راهکارها و امتیازدهی آنها انجام شود تا بتوان نتایج را با یکدیگر مقایسه کرد. همچنین شاید بتوان شاخص‌های مقداری بیشتر، متنوع‌تر و مناسب‌تری را تعریف کرد که برای راهکارها محاسبه‌پذیر باشند و بار دیگر، روش هسه را در ابعاد بزرگ تری اجرا کرد که قطعاً نتایج حاصله، دقت بیشتری خواهند داشت.

منابع

الف) فارسی

مؤسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی (۱۳۸۸) مجموعه گزارش‌های طرح

پژوهشی شناخت عوامل تأثیرگذار در مصرف سوخت حمل‌ونقل درون‌شهری و راهکارهای لازم.

ب) انگلیسی

Assman, D. & Sieber, N. (2005). Transport in Developing Countries: Renewable Energy Versus Energy Reduction. Transport Reviews. 20.

Carrier, R. E. (1974). Energy Conservation through Urban Transportation Planning. Transportation Research B. 8, 493-501.

Davis, W. B., Levine, M. D. & Train, K. (1993). Fee bates: Estimated Impacts on vehicle fuel economy, fuel consumption, Emissions, and Consumer Surplus. in association with Duleep KG. Lawrence Berkeley Laboratory (LBL). 34408.

Eggar, D. (2005). Changing Technologies and Fuels against a Background of a Changing Value of Energy. 10th Biannual Conference on Transportation and Energy.

Euritt, M. A. (1995). Strategies for Reducing Energy Consumption in the Texas Transportation Sector. Center for Transportation Research. University of Texas at Austin.

Ewing, R. (1997). Is Los Angeles Style Sprawl Desirable? Journal of American Planning Association 63(1), 107-126.

Greene, D. L. & Decicco, J. (2000). Engineering- Economic Analysis of Automobile Tire Fuel Economy Potential in the United States, Oil and Reducing Emission in Transport: Options & Strategies. Organization for Economic Cooperation and Development (OECD) and the International Energy Agency (IEA).

Heywood & et al. (2003). The performance of Future ICE and Fuel Cell Powered Vehicles and their Potential Fleet Impact. Publication No. LFEE 2003004- RP. Massachusetts Institute of Technology.

Koplow, D. (2006). Government Support for Ethanol and Bio Diesel in the United States Bio Fuels at what cost? Global Subsidies Initiative, International Institute for Sustainable Development. Retrieved from www. globalsubsidies-org/img?pdf/ biofuels-subsidies-us.pdf.

Lerche, D. & Sonersen, P. B. (2003). Evaluation of the ranking probabilities for partial orders based on random linear extensions. Chemosphere. 53, 981- 992.

Mindali, O., Raveh, A. & Salomon, I. (2004). Urban Density and Energy Consumption: a New Look at Old Statistics. Transportation Research part A,143-162.

Newman, P. W. G. & Kenworthy, J. R. (1989). Gasoline Consumption and Cities: a Comparison of US Cities with a Global Survey. Journal of American Planning Association. 55, 24-37.

OECD/IEA (2001). Saving Oil & Reducing CO2 Emission in Transport: Options & Strategies. Organization for Economic Cooperation & Development & the International Energy Agency.

Pucher J. & Kurth S. (1995). Verkehrsverbund: the Success of Regional Public Transport in Germany, Austria and Switzerland. Transport Policy. 2 (4), 279-291.
Rassafi, A. & Vaziri, M. (2004). A Sustainable Strategy for Passenger Car Fuels. TRB 2005 Annual Meeting CD-ROM.
Salvatore, D. (2004). Globalization, Growth and Poverty. Journal of Policy Modeling. 26(4), 543-551.
Schipper, L., Marie- Lillie, C. & Gorham, R. (2000). Flexing the Linic between Transportation and Green house Gas Emissions: A path for the World Bank. International Energy Agency.
Sierra, C. (2005). Healthy Growth Calculator: Where do You Want to Live?. Retrieved from www.sierra.club.org/sprawl/density.
Zegras, C. (2007). As if Kyoto Mattered: the Clean Development Mechanism and Transportation. Energy Policy. 35(10), 5136-5150.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی