مهندسی عمران شریف، ویژه‌ی حمل و نقل شهری
دوره‌ی ۲-۲۷، شماره‌ی ۳، ص. ۴۱-۵۱

تحلیل تطبیقی راهکارهای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری

احمدرضا جلالی‌نایینی (استادیار)
گروه اقتصاد، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی
امیررضا ممدوحی (استادیار)
گروه حمل‌ونقل، دانشگاه تربیت مدرس
مهرداد علیمرادی (مربی)
مینا مجتهدزاده (کارشناس ارشد)
گروه اقتصاد، موسسه عالی آموزش و پژوهش مدیریت و برنامه‌ریزی

از معضلات اساسی شهروندان، به‌ویژه در کلان‌شهرهای ایران، «ترافیک شهری» است. با توجه به رشد جمعیت و ناوگان، افزایش زیرساخت‌ها بیش از این پاسخ‌گوی جابه‌جایی نبوده و زمینه‌های رشد بیشتر آن نیز فراهم نیست. بنابراین، مدیریت تقاضای حمل‌ونقل در سال‌های اخیر اهمیت ویژه‌یی یافته است. هدف این نوشتار، مقایسه‌ی راهکارهای مدیریت مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری در ایران با یافته‌های یک روش رده‌بندی کمی است. بدین‌منظور ابتدا راهبردهای این حوزه (۱۳ مورد) و راهکارهای زیرمجموعه‌ی هر راهبرد (۴۴ مورد) که در ۱۴ کشور اجرا می‌شوند، گردآوری و در ۳ گروه (ناوگان، حمل‌ونقل، سوخت) دسته‌بندی می‌شوند. سپس این راهکارها با استفاده از روش نقطه‌ی آرمانی اولویت‌بندی می‌شوند. براساس نتایج حاصله، سه راهبرد برتر عبارت‌اند از: گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)، گسترش حمل‌ونقل هوشمند و گسترش منابع انرژی. چهار راهکار برتر نیز عبارت‌اند از: گسترش شبکه‌ی عمومی، گسترش و کاربرد ITS و ابزارهای کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت، بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی، گسترش و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر. مقایسه‌ی یافته‌ها با آنچه در کلان‌شهرهای ایران اجرا می‌شود نشان می‌دهد که تنها وجه مشترک، راهبرد گسترش حمل‌ونقل عمومی و دو راهکار آن است و دیگر گزینه‌های پیشنهادی ــ احتمالاً به‌سبب تعریف نادرست یا ناکامل مسئله ــ مورد کم‌توجهی قرار گرفته است.

واژگان کلیدی: مدیریت مصرف سوخت، حمل‌ونقل شهری، راهبردهای صرفه‌جویی سوخت، اولویت‌بندی راهکارها، روش نقطه‌ی آرمانی.

ahmad_jalali@hotmail.com
armamdoohi@modares.ac.ir
m.alimoradi@imps.ac.ir
minamoj@yahoo.com

۱. مقدمه

ابعاد اقتصادی حمل‌ونقل شهری بسیار گسترده است. تصمیم‌هایی که برای اداره‌ی کارهای شهر از سوی دولت مرکزی یا مدیران شهری (شورای شهر و شهرداری) گرفته می‌شود، به‌هنگام اجرایی‌شدن جنبه‌های اقتصادی مهم و گوناگونی می‌یابد. نقش واسطه‌یی حمل‌ونقل در برقراری پیوند بین عرضه و تقاضا در حوزه‌های گوناگون (کار، آموزش، خرید، تفریح و...) اهمیت بسیار دارد و همه‌ی مردم برای گذران زندگی روزانه‌شان از آن بهره می‌برند. بنابراین، هرگونه تغییر در هزینه‌های مالی و زمانیِ بهره‌گیری از این سامانه[1]، به‌طور مستقیم و به‌سرعت بر هزینه، بودجه‌بندی و سپس سطح رفاه خانوار شهری اثر می‌گذارد. این تغییرها معمولاً بر اثر تصمیم‌های پیش‌گفته بروز می‌یابند.

نوشتار حاضر می‌کوشد تا از این منظر به یکی از معضلات بزرگِ کلان‌شهرهای ایران و جهان، یعنی مدیریت (صرفه‌جویی) مصرف سوخت در حمل‌ونقل بپردازد. روشن است که با کمبود منابع انرژی فسیلی، افزایش جمعیت و بزرگ‌شدن شهرها، گسترش استفاده از سواری شخصی (حتی با بهای گران سوخت و عوارض و مالیات‌های گوناگون)، شلوغ‌ترشدن خیابان‌ها، گرم‌شدن زمین، پخش آلاینده‌های گوناگون هوا، آلودگی دیداری و شنیداری، تنش‌های عصبی و اجتماعی، گسترش بیماری‌های خطرناک و پرهزینه، استهلاک ناوگان حمل‌ونقل و زیرساخت و...، جوامع شهرنشین و در نهایت همه‌ی مردم جهان چنان گرفتار می‌شوند که اگر زودتر و به‌درستی ریشه‌های آن بررسی و چاره‌جویی نشود، چشم‌اندازی ناخوشایند و ناگوار پیشِ روی خواهد بود. این رخداد، مصداق بارز «شکست بازار[2]» است که برخلاف بیشترِ حوزه‌های اقتصاد آزاد، حل آن نیازمند دخالت دولت و بخش عمومی است.

تاریخ: دریافت ۱۳۹۰/۷/۱۷، اصلاحیه ۱۳۹۰/۹/۷، پذیرش ۹۰/۹/۱۶

Archive of SID
www.SID.ir

در این پژوهش با هدف تعیین راهبردها و راهکارهای صحیح و درست در تعریف صورت مسئله براساس تحلیل‌های ریاضی و بررسی میزان تطابق آن‌ها با راهکارهای جاری، ابتدا با بررسی پیشینه‌ی راهبردها و راهکارهای بهینه‌سازی مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری در ایران و سیزده کشور دیگر جهان که ترکیب متقارنی از کشورهای پیشرفته و در حال توسعه‌اند، تعداد ۱۳ راهبرد و ۴۴ راهکار زیرمجموعه‌ی آن‌ها شناسایی می‌شود. سپس به‌منظور اولویت‌بندی راهکارها از روش نقطه‌ی آرمانی مینکووسکی[3] استفاده می‌شود که برای اجرای آن، دو شاخص معرفی می‌شود: تعداد کشورهایی که راهکار مورد نظر در کلان‌شهرهای آن‌ها مورد استفاده قرار گرفته، و میزان اثرگذاری راهکار بر ۲۹ شاخص اقتصادی، اجتماعی و سیاسی که می‌توانند بر مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری مؤثر باشند. در ادامه، روش محاسبه‌ی این سنجه شرح داده شده است.

۲. بازبینی کارهای پیشین

بیشتر پژوهش‌های حوزه‌ی حمل‌ونقل در سال‌های گذشته، بر افزایش کارآیی مصرف انرژی در زیربخش‌های گوناگون سامانه‌ی حمل‌ونقل، بهبود کاربری زمین، بهبود زیرساخت‌های حمل‌ونقل و مانند آن متمرکز بوده است. افزایش کارآیی در زیربخش‌های سامانه‌ی حمل‌ونقل شهری ضروری و گریزناپذیر است و پیامدهای مثبت آن را نمی‌توان نادیده گرفت، اما این راهکارها به‌تنهایی توان‌مندی و اثربخشی کافی ندارند. به‌عبارت دیگر، توجه و تمرکز بر یک یا چند زیربخش ویژه از کل سامانه‌ی حمل‌ونقل شهری منافع محدودی دارد و گاه ممکن است به بی‌اثر یا بسیار کم‌اثر شدن پیامدهای راهکارهای تدوین شده بینجامد.

نتایج حاصل از مطالعات سال ۲۰۰۳ درخصوص اثر بهبود فنّاوری ناوگان شخصی طی ۳۰ سال در کشور آمریکا[1] حاکی از آن است که برای مدیریت هرچه بیشتر و اثربخش‌تر انرژی در حمل‌ونقل، به‌کارگیریِ هم‌زمان و هماهنگِ راهکارهای بهبود فنّاوری و مدیریت تقاضای سفر ضرورت می‌یابد. پس کارآیی ناوگان در مصرف سوخت به‌تنهایی نمی‌تواند عامل کاهش مصرف و آلاینده‌های زیست‌محیطی باشد، بلکه باید برای کاربرد این خودروها با پافشاری بر اهداف اصلی (کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های زیست‌محیطی) تبلیغات کافی نیز انجام شود. به‌بیان دیگر، بدون در نظرگرفتن راهکارهای مکمل افزایش کارآیی ناوگان ممکن است این پیشرفت صرفاً به بزرگ‌تر و سنگین‌ترشدن ناوگان بینجامد، بدون آن که میانگین مصرف سوخت در هر کیلومتر نسبت به فنّاوری‌های قدیمی‌تر بهبود یابد. برای بهینه‌سازی هرچه بیشتر میانگین سوخت مصرفی خودرو در هر کیلومتر راهکارهای گوناگونی وجود دارد؛ دریافت عوارض یا دادن یارانه بر پایه‌ی میانگین مصرف در هر کیلومتر نمونه‌یی از این راهکارهاست. دولت‌ها با کاربرد چنین ابزارهایی می‌توانند در افزایش سهم بازار ناوگان با فنّاوری مدرن اثر به‌سزایی بگذارند.[1]

مطالعات در کشورهای عضو سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD)[4] نشان می‌دهد که افزایش ۱۰ درصدی نرخ مالیات بر سوخت تنها سبب کاهش ۱ تا ۳ درصدی سفر با خودرو می‌شود. در برخی کشورها نیز سطح بهای سوخت به‌گونه‌یی است که افزایش آن می‌تواند گرفتاری‌های سیاسی پدید آورد. در این کشورها راهکارهای قیمت‌گذاری دیگری چون عوارض آمدوشد در معابر شهری یا عوارض ورود به منطقه‌ی طرح ترافیک در مقایسه با راهکار دریافت مالیات بر سوخت کارآیی بیشتری دارد. بیشتر ارزیابی‌ها فقط به بررسی هزینه‌های مستقیم و منافع حاصل از کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و مصرف انرژی اختصاص دارد و از دیگر منافع و هزینه‌ها غفلت شده است. این راهکارها ممکن است به کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی بینجامند، اما احتمالاً گرفتاری‌های دیگری چون افزایش هزینه‌های کاربران و شلوغی ترافیک را نیز به‌همراه دارند. در یک ارزیابی جامع به همه‌ی ابعاد مسئله توجه کافی می‌شود و راهبردهایی ارزشمند برآورد می‌شود که افزون‌بر کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی و مصرف انرژی، منافع دیگری چون صرفه‌جویی در هزینه‌ی کاربران، امنیت کاربرد تسهیلات، و کاهش شلوغی را نیز در بر داشته باشد.[2]

محققین با تأکید بر ارتباط میان تراکم شهر و مصرف انرژی در حمل‌ونقل، به برخی راهکارهای کاربری زمین به‌عنوان ابزاری مناسب برای کاهش وابستگی شهروندان به خودرو شخصی اشاره کرده‌اند.[3] آن‌ها با استفاده از «تحلیل چندمعیاره[5]» مدلی مفهومی برای بیان موضوع ارائه کردند و سپس با معرفی روش co-plot، از آن به‌عنوان ابزار تحلیل چندمعیاره بهره جستند، و در پایان نیز با توجه به نتایج این روش به سیاست‌گذاری پرداختند.

در سال ۲۰۰۴ پژوهش‌گران کوشیدند تا راهکار پایداری برای مصرف سوخت خودروهای شخصی در ایران ارائه کنند.[4] برای این منظور، آن‌ها با تعیین سوخت‌های جایگزین و نیز سهم خودروهای شخصی از هر نوع سوخت، پیامدهای زیان‌بار زیست‌محیطیِ کاربرد سوخت‌های فسیلی را کاهش داده، و نگه‌داری ذخایر انرژی را در بلندمدت ممکن ساختند. روش آن‌ها بهترین راهکارها را بر پایه‌ی شاخص‌های اقتصادی و زیست‌محیطی برمی‌گزیند که در مقایسه با سایر راهکارهای پیشنهادی پایدارترند. برای ارائه‌ی راهکار پایدار سوخت در ایران، نظریه‌ی ترتیب جزئی[6] و روش نمودار هاسه[7] به کار رفته که ابزارهایی قوی برای فرایند تصمیم‌گیری‌اند و به‌ویژه برای تصمیم‌گیری درباره‌ی مسائل زیست‌محیطی به کار می‌روند. در این روش، نوع سوخت و سهم ناوگان شخصی کاربر آن سوخت روشن می‌شود. در این حوزه ۴۵ راهکار گوناگون معرفی شد که در هریک برای خودروهای شخصی که از سوخت‌های گوناگون بهره می‌برند، سهمیه‌ی متفاوتی تخصیص یافته است. با توجه به وضع و نوع سوخت مصرفی در ایران، ۴ گزینه‌ی معرفی‌شده برای سوخت، عبارت‌اند از: گاز مایع (LPG)، گاز طبیعی (CNG)، هیدروژن و نیروی برق. ویژگی عمده‌ی این سوخت‌ها، تولید کم‌تر آلاینده‌های ویران‌گر زیست‌محیطی است. با این دسته‌بندی، میزان آثار زیست‌محیطی هر راهکار قابل اندازه‌گیری است. شاخص‌های مقایسه برای گزینش راهکار بهتر عبارت‌اند از: شاخص زیست‌محیطی (اندازه‌ی آلایندگی) و هزینه‌های اقتصادی مصرف سوخت. با برآورد هزینه‌ی اقتصادی و اندازه‌ی آلایندگی هر راهکار، و نیز با استفاده از روش ترتیب جزئی و نمودار هاسه راهکارهای برتر شناسایی شد.

یکی از روش‌های معروف سیاست‌گذاری در مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری که در سال ۲۰۰۰ پیشنهاد شد[5] به بررسی چهار مؤلفه‌ی سطح کار، ترکیب ناوگان، نوع سوخت به کار رفته و نیز شدت مصرف سوخت می‌پردازد. روش شیپر با کاربرد این مدل، اثربخشی راهکارهای گوناگون کاهش مصرف سوخت شهری را بررسی کرد. سفرهای روزانه‌ی مسافران تحت تأثیر عوامل گوناگونی است که «سطح درآمد اشخاص» از مهم‌ترین آن‌هاست. افزایش درآمد بر میانگین طول سفرها می‌افزاید و برگزینش نوع خودرو مسافران اثر می‌گذارد. از سوی دیگر، افزایش سطح درآمد همراه با پیشرفت فنّاوری، امکان کاربرد ناوگان با سرعت و کیفیت بالا را فراهم کرده و سبب کاهش زمان سفرهای طولانی می‌شود. افزایش هزینه‌های سفر یکی از راهکارهای کاهش طول سفر است. با وجود این، توجه به چگونگی گسترش شهرها و مدیریت شایسته‌ی آن را می‌توان از مهم‌ترین راه‌حل‌های بلندمدت در این حوزه دانست. گزینش خودرو، روش کاربرد آن (تک‌سرنشین یا گروهی) و درنتیجه سهم

Archive of SID
www.SID.ir

سفر با ناوگان گوناگون نیز یک مسئله‌ی کاملاً رفتاری است. ناوگان شخصی نسبت به اتوبوس و حمل‌ونقل همگانی ریلی اقبال بیشتری نزد کاربران دارد. ویژگی‌هایی چون انعطاف‌پذیری، آسانی، امنیت و... سبب شده که خودرو شخصی بیشترین کاربرد را داشته باشد.

میزان مصرف انرژی در روش‌های گوناگون حمل‌ونقل متفاوت است. مصرف انرژی در ناوگان شخصی سبک زیاد است، حال آن که حمل‌ونقل ریلی از مفیدترین روش‌های حمل مسافر با مصرف بهینه‌ی انرژی است. بنابراین با انتقال بخشی از کاربران ناوگان شخصی به سامانه‌ی ریلی می‌توان برای کاهش مصرف سوخت گام‌هایی بلند برداشت. مطالعات انجام‌شده در سال ۲۰۰۷ نشان داد که مشکل اصلی مدل چهار مؤلفه‌یِ شیپر این است که ارتباط میان چهار مؤلفه‌ی‌مدل را نمی‌توان در قالب یک تابع ساده بیان کرد و نیز هریک از مؤلفه‌های آن از عوامل متعددی تأثیر می‌پذیرند.[۶]

هدف اصلی مطالعات بعدی[۷] بررسی آثار راهکارهای حمل‌ونقلی بر مصرف سوخت و آلودگی‌های زیست‌محیطی آن در شهر کاتماندو بوده است. ارزیابی و بررسی راهکارهای گوناگون مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهر کاتماندو به‌شیوه‌ی تحلیل سناریو و با استفاده از نرم‌افزار LEAP انجام می‌شود. در این راستا ۵ سناریو طراحی شد که بیشتر مبتنی بر مدیریت تقاضا هستند. برای برآورد کل تقاضا، سری زمانی متغیر جمعیت شهر مورد استفاده قرار گرفت. مهم‌ترین امتیاز این روش «سادگی محاسبات» است و ازجمله ضعف‌های آشکار آن می‌توان به نداشتن راهکارهایی چون مدیریت تقاضا در حمل‌ونقل شهری، بهبود کیفیت سوخت و کاربرد سوخت‌های پاک اشاره کرد. همچنین ماهیت مدل ایستاست، حال آن که پارامترهایی چون اندازه‌ی مصرف سوخت و آلاینده‌های تولیدی به‌ازای یک کیلومتر سفر با ناوگان گوناگون شدیداً به عواملی چون شیوه‌ی رانندگی، محیط جغرافیایی و منطقه وابسته است.

در سال ۲۰۰۹، در مطالعه‌یی که به‌منظور بررسی و تحلیل اندازه و چگونگی مصرف انرژی در حمل‌ونقل شهری انجام‌شد، اهمیت تمرکز بر مؤلفه‌های حمل‌ونقل و کاربری زمین در شهرهای بزرگ مورد توجه قرارگرفته است.[۸] در مطالعه‌ی مذکور ضمن اشاره به انواع مدل‌های گوناگون کاربری زمین و حمل‌ونقل، مدل TRANUS به‌طور کامل توصیف شده و دلایل گزینش آن نیز آورده شده است. برای ارزیابی راهکارهای متعدد مدیریت مصرف انرژی در حمل‌ونقل شهری، سناریوهای گوناگونی در حوزه‌ی کاربری زمین و حمل‌ونقل طراحی شده و برون‌داد هریک از آن‌ها با کاربرد مدل مزبور مقایسه شده است. نتایج حاصله نشان می‌دهد که تمرکز بر مؤلفه‌های سطح کار و ناوگان گوناگونِ مورد استفاده‌ی شهروندان، اثر چشم‌گیری در کاهش مصرف انرژی در سامانه‌ی حمل‌ونقل دارد. همچنین به‌کارگیریِ هم‌زمانِ راهکارهای کاربری زمین و حمل‌ونقل، برای تدوین راهکارهای کلی مدیریت مصرف انرژی در سطح یک کلان‌شهر ضروری است. سطح فنّاوری کنونی در حمل‌ونقل به‌گونه‌یی است که کنترل و مدیریت مصرف انرژی و آلاینده‌های زیست‌محیطی آن را ممکن می‌سازد.[۸]

در سال ۲۰۰۰ میزانِ مصرف انرژی در حمل‌ونقل شهر وین (پایتخت اتریش) بررسی شد.[۹] در این بررسی با استفاده از مدل ترکیبی حمل‌ونقل ـ کاربری زمین، آثار راهکارهای گوناگون حمل‌ونقل بر مصرف انرژی در روش‌های گوناگون جابه‌جایی ارزیابی شد؛ همچنین اثرات سیزده راهکارگوناگونِ مبتنی‌بر سرعت ناوگان شخصی و عمومی بر اندازه‌ی مصرف سوخت و تغییر در ساختار شهر مورد بررسی قرارگرفت. نتایج این مدل نشان می‌دهد که راهکارهای مبتنی‌بر خودرو شخصی در مقایسه با راهکارهای مبتنی‌بر بهبود سامانه‌ی حمل‌ونقل همگانی و روش پیاده‌روی، سبب افزایش مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهر وین خواهد شد. زیرا سبب کاربرد بیشتر خودرو شخصی، گسترش بی‌رویه شهر و نیز افزایش طول سفرها می‌شود. بنابراین تأکید شده که راهکارهای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل باید به تمامی جوانب و ابعاد مسئله توجه کافی داشته باشد. هم‌چنین براساس مدل ارائه‌شده، اندازه‌ی مصرف انرژی در حمل‌ونقل را می‌توان نشان‌گر ارزیابی نتیجه و پایداری راهکار ویژه یا مجموعه‌یی از راهکارهای حمل‌ونقلی مورد استفاده قرار داد.

برای بررسی سفرهای شهری و بین‌شهری و برآورد اندازه‌ی انرژی مصرفی و آلودگی‌های برآمده از آن، در سال ۲۰۰۸ روشی ارائه شد[۱۰] که بررسی و اندازه‌گیری پیامدها و روابط میان سامانه‌های حمل‌ونقل شهری و بین‌شهری و نیز اثرات مجموع این سامانه‌ها بر آلودگی زیست‌محیطی و مصرف انرژی را ممکن می‌سازد. برنامه‌ریزان شهری می‌توانند با استفاده از این مدل راهکارهای گوناگون میان‌مدت و بلندمدت را از نقطه‌نظرهای گوناگون ــ ازجمله مصرف انرژی و آلودگی زیست‌محیطی ــ در سطح استان یا شهر مورد نظر ارزیابی کنند.

در یکی از زیربخش‌های پروژه‌ی کلان نوآوری زیست‌محیطی آسیا ـ پاسیفیک (APEIS)[۸]، پس از بررسی گسترش سامانه‌های حمل‌ونقل پایدار در مناطق شهری، مجموعه‌یی از راهبردها برای کاهش مصرف سوخت و آلودگی هوا در راستای هدف کلان جابه‌جایی شهری (توسعه‌ی پایدار حمل‌ونقل) با تمرکز بر حمل مسافر پیشنهاد شده است. به‌منظور تعیین راهکارهای مناسب برای کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و نیز مصرف سوخت در حمل‌ونقل مطالعات متعددی انجام شده است. در یکی از این مطالعات که در سال ۱۹۹۵ انجام شد، نشان داده شد که ایالت تگزاس آمریکا ــ در مقایسه با دیگر ایالت‌ها ــ بیشترین مصرف سوخت در حمل‌ونقل و نیز بیشترین آلودگیِ برآمده از پخش CO_2 را دارد.[۱۱] هدف اصلی مطالعه‌ی یادشده مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل و عوارض برآمده از آن در وهله‌ی نخست، و سپس بهبود وضعیت آمدوشد و کاهش دیگر پیامدهای محیطی است. یافته‌های این مطالعه نشان داد که برای کاهش مصرف سوخت و آلاینده‌های زیست‌محیطی (مانند CO_2)، باید افزون‌بر راهکارهای ذکرشده از راهکارگسترش سوخت‌های پاک نیز بهره برد؛ زیرا آلودگی‌های برآمده از حمل‌ونقل بیشتر تابعی از خودرو ـ کیلومتر طی شده و نوع سوخت است تا کارآیی مصرف سوخت خودرو. با استفاده از راهکارهایی چون کاهش تقاضای سفر، خودرو ـ کیلومتر طی شده و بهبود آمدوشد در معابر می‌توان از میزان شلوغی ترافیک، و درنتیجه از مصرف انرژی کاست که خود موجب کاهش آلاینده‌های زیست‌محیطی می‌شود.

۳. آسیب‌شناسی مصرف سوخت در کلان‌شهرهای کشور

تا پیش از اجرای قانون هدف‌مندی یارانه‌ها و افزایش چندبرابری بهای انواع سوخت، مسئولان حمل‌ونقل شهری به‌ویژه در کلان‌شهرها، گسترش شبکه‌و ناوگان عمومی را اصلی‌ترین کمبود این حوزه می‌دانستند. با این که سرمایه‌گذاری‌های نسبتاً خوبی در این حوزه انجام می‌شد، باز هم استفاده از وسیله‌ی نقلیه‌ی شخصی (در صورت امکان) مطلوب مردم بود. به‌روشنی می‌توان دلیل این امر را به عدم افزایش بهای واقعی خودروهای ساخت داخل (به قیمت ثابت نسبت به تورم)، افزایش نسبی توان خرید مردم در گذر زمان، هزینه‌ی ناچیز سوخت و بالاتر بودن رفاه سواری نسبت به حمل‌ونقل عمومی نسبت داد. به‌عبارت دیگر، نه‌تنها از مشتریان خودرو سواری به نفع ناوگان همگانی کم نمی‌شد، بلکه استفاده‌کنندگان از حمل‌ونقل عمومی هم در نخستین فرصت ممکن به سوی خرید و استفاده از سواری شخصی می‌رفتند. درنتیجه، بستر محدود و غیر قابل گسترش خیابان‌های شهر تقریباً به‌طور کامل در

Archive of SID

www.SID.ir

تصرف خودروهای شخصی بود و در شلوغی پدیدآمده ــ به‌ویژه در زمان‌های اوج ترافیک ــ به‌شدت از کارآیی اتوبوس‌ها، مینی‌بوس‌ها و ون‌ها (حمل‌ونقل همگانی) کم می‌شد.

پس از افزایش بهای سوخت و رقابت‌پذیرتر شدن سواری شخصی با ناوگان عمومی در ماه‌های پایانی سال ۱۳۸۹، گمان می‌رفت که این بازار در میان‌مدت به‌سوی تعادلی منطقی پیش رود. اما چنین نشد و پس از عقب‌نشینی در مدتی کوتاه، باز خیل سواری‌های شخصی به شبکه هجوم آوردند. دلیل این امر سهل و ممتنع است: جابه‌جایی برای بیشتر مردم یک امر اجتناب‌ناپذیر است زیرا لازمه‌ی تحقق نیازهای کاری، آموزشی، خرید و تفریح آن‌هاست. بنابراین کشش تقاضای حمل‌ونقل نسبت به هزینه‌ی آن بسیار ناچیز است. در این مرحله بود که ضعف‌های سامانه‌ی حمل‌ونقل عمومی برای جذب سیل کاربران ناوگان شخصی که با گران‌شدن سوخت میل به ترابری همگانی یافتند، به‌تندی رخ نمود. پوشش ناکامل شهر و شبکه، کمبود ناوگان، نبود تنوع خدمات (به‌ویژه مترو) و... سبب شد که مردم با وجود ارزانی و تداوم یارانه‌های پرداختی دولت و شهرداری به حمل‌ونقل همگانی، از استفاده از آن پشیمان شوند.

براساس نظریه‌ی اقتصاد خرد[9] خانوار، هنگامی که تقاضای کالا یا خدماتی نسبت به قیمت، بسیار کم‌کشش باشد (در این‌جا به‌سبب ضرورت کاربرد)، حتی با فرض ثبات یا کاهش درآمد، خانواده به‌اجبار از هزینه‌های رفاهی دیگر خود می‌کاهد تا کالا یا خدمت یادشده (مانند سرپناه و جابه‌جایی) را به خدمت بگیرد. براین اساس، با توجه به عدم کاهش ترافیک و مصرف سوخت در کلان‌شهرهای ایران، خانوارها منطقاً هزینه‌ی اضافی سوخت سواری شخصی خود را با کاستن از هزینه‌های دیگر زندگی (به‌ویژه بهداشت، تفریح، پوشاک و خوراک) تأمین‌می‌کنند که قطعاً در بلندمدت، آثار و عوارض منفی اجتماعی و بهداشتی آن هویدا خواهد شد.

اجرای محدودیت‌های بیشتر آمدوشد سواری‌های شخصی، مانند گسترش محدوده‌ی فیزیکی طرح آمدوشد شماره‌های زوج و فرد در روزهای هفته، نه‌تنها به کاهش شلوغی شبکه منجر نشد، بلکه با وجود به‌کارگیری گسترده‌ی نیروی انسانی پلیس، در بزرگراه‌های مرزی حریم‌گسترده شاهد ترافیک بیشتری بودیم.

۱.۳. ویژگی‌های مسئله

کارهای اجرایی که یک سیاست یا راهکار کوتاه‌مدت را دنبال می‌کنند، همان برون‌داد تصمیم‌گیری‌های مدیران هستند. مجموعه‌ی چند راهکارِ هم‌جهت نیز در راستای تحقق هدف(های) یک راهبرد میان‌مدت کار می‌کند. حوزه‌ی اثر در این ساختار درختی، از پایین به بالاگسترده می‌شود. یعنی گستره‌ی عمل یک کار اجرایی، کوچک‌تر از راهکار بالادستی آن است و حوزه‌ی اثرگذاری یک راهکار نیز محدودتر از راهبرد فرادستی آن است. به‌همین سبب، کارهای اجرایی هم بیشتر نیازمند بازنگری و اصلاح می‌شوند.

راهکارها را بسته به شرایط و به‌هنگام نیاز و ضرورت، گاهی می‌توان پالایش کرد ولی راهبردها باید چنان درست گزینش شوند که تا حد امکان نیاز به بازبینی و بازنگری مداوم نداشته باشند. زیرا هزینه‌های اقتصادی، اجتماعی و گاه سیاسی این اصلاحات، هرچه از سطح کار اجرایی به رده‌ی راهکارها و سپس راهبرد برسد، بسیار گسترده‌تر، سنگین‌تر و گاهی جبران‌ناپذیرتر می‌شود. نکته‌ی مهم دیگر این است که بازخورد[10] یک کار اجرایی زودتر خود را نشان می‌دهد، در حالی که بروز بازخوردِ راهکارها نیازمند زمان بیشتری است و به‌همین ترتیب، آثار و عوارض یک راهبرد ممکن است در مدت طولانی‌تری آشکار شود.

موضوع نوشتار حاضر به هر چهار گروهِ مشمول در سامانه‌ی حمل‌ونقل ــ کاربران، گردانندگان، صنایع و محیط زیست ــ با سهم‌های گوناگون مربوط می‌شود. کاربران (مردم) دوست دارند که با بهبود فنّاوری در صنایع ساخت ناوگان و تولید سوخت کیفی‌تر، در همان سطح رفاه و از همان مقدار بنزین با قیمت ارزان‌تر مصرف کنند. روشن است که برآوردن این خواسته براساس نظریه‌ی اقتصادیِ انعطاف‌پذیری تقاضا[11] سبب افزایش ترافیک القایی[12] می‌شود. یعنی با کاهش هزینه‌های خودروسواران، تقاضای بیشتری جذب این بازار می‌شود که برخلاف میل مسئولان و ویرانگر محیط زیست است اگرچه منافع مشترکی با صنایع دارد.

از سوی دیگر، مسئولان به دنبال کاهش انواع هزینه‌های پیش‌گفته و بهینه‌کردن کارکردهای گوناگون سامانه‌اند که در نقطه‌ی تعادل پایدار بازار[13] و بر پایه‌ی اصل کارآیی پارتو[14]، برآورنده‌ی منافع همگان است.

صنایع در دو حوزه‌ی ساخت ناوگان و تجهیزات و نیز تولید سوخت نقش دارند. خودروسازان به دنبال افزایش شمارگان تولید، با کم‌ترین سرمایه‌گذاری ممکن برای پژوهش و توسعه[15] و نیز بهبود فنّاوری (به‌ویژه در شرایط کاملاً ضد رقابتی مانند بازار ایران) و پرداخت کم‌ترین مالیات و عوارض هستند. این خواسته در مقابله‌ی آشکار با منافع سه گروه دیگر است.

تولیدکنندگان سوخت، بدون انگیزه‌یی ویژه و در پیروی از استانداردهای مصوب بالادستی و هم‌راستا با منافع همگان، تلاش می‌کنند که برکیفیت سوخت (بازدهی بیشتر و آلایندگی کم‌تر) بیفزایند یا سوخت‌های نوین هم‌ساز با محیط زیست یا کم‌زیان‌تر تولید کنند. نهایتاً آسیب‌پذیرترین حوزه ــ یعنی محیط زیست که از قضا در بلندمدت، ضامن ماندگاری و توسعه‌ی پایدار[16] هر ۳ حوزه‌ی دیگر است ــ به‌شدت نیازمند توقف این روند رو به رشد مصرف سوخت است که با خواسته‌های کاربران و صنایع خودروسازی در رویارویی نابرابری قرار دارد.

۲.۳. پیچیدگی‌های حوزه‌های سیاست‌گذاری مدیریت مصرف سوخت

یکی از نکات اصلی در حوزه‌ی سیاست‌گذاری برای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری ایران، چندگانگی مراکز تصمیم‌گیری در این باره است. در یک دسته‌بندی کلی می‌توان این مراجع را به دولت مرکزی (وزارت‌خانه‌های درگیر، استانداری‌ها و فرمانداری‌ها) یا به بخش عمومی (شوراهای شهر و شهرداری‌ها) وابسته دانست.

جالب این است که نمی‌توان همه‌ی موضوع‌های گوناگونِ مرتبط را میان این دو مرجع اصلی تقسیم کرد؛ یعنی مباحثی هستند که هم‌زمان هم دولت و هم شهرداری (بدون نظرخواهی از یکدیگر) درباره‌ی آن‌ها تصمیم‌های قانونی و لازم‌الاجرا می‌گیرند. حال اگر کوچک‌ترین اختلافی میان این دو نهاد باشد (که گریزناپذیر است)، گاهی پیش می‌آید که این دو سوی ماجرا راهکارهایی بسیار واگرا و بعضاً خلاف هم اتخاذ می‌کنند که در عمل به سرگردانی مردم می‌انجامد و درنتیجه کاری از پیش نمی‌رود. برای مثال، شناسایی و تصویب راهکارهای مربوط به جمعیت و اشتغال، آموزش و پرورش و دانشگاه‌ها، تولید و واردات و قیمت‌گذاری انواع انرژی (سبد سوخت) و ناوگان، قوانین راهنمایی و رانندگی، حمل‌ونقل بین‌شهری، سلامت و بهداشت و درمان، صنایع و فنّاوری، امنیت، آزادسازی اقتصادی، سهمیه‌بندی، بیمه‌ها و... انحصاراً با دولت است ولی راهکارهای حوزه‌ی زیرساخت‌های حمل‌ونقل شهری، مدیریت عرضه و تقاضای حمل‌ونقل شهری، حمل‌ونقل عمومی، ایمنی و... منحصر به شهرداری است. راهکارهای ساخت‌وساز مسکن، کاربری زمین، انواع عوارض و مالیات، اطلاع‌رسانی، خصوصی‌سازی، تدوین استانداردهای گوناگون،

Archive of SID

www.SID.ir

فرهنگ‌سازی، یارانه‌ها، مدیریت بحران، محیط زیست و... از وظایف هر دو نهاد است.

پیداست که هم دولت و هم شهرداری (به‌عنوان متولیان)، برای ماندگاری خود در عرصه نیاز به رأی مثبت مردم ــ به‌ویژه در کلان‌شهرها ــ دارند که در برگیرنده‌ی نزدیک به نیمی از جمعیت کشور است. پس مسئله‌ی مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل را در نگاه اول چنان می‌بینند و می‌خواهند حل کنند که در وهله‌ی نخست تأمین‌کننده‌ی رضایت کاربران باشد. در مرتبه‌ی دوم، چون دولت تنها تصمیم‌گیر در حوزه‌ی صنایع است و شهرداری نفوذی بر آن ندارد، اختلاف و تضاد در تعریف و رویکرد حل مسئله‌ی مصرف سوخت پیش می‌آید. زیرا اولویت دوم از دید شهرداری، محیط زیست و از دید دولت، صنایع است.

۴. روش مورد استفاده برای گزینش راهکارهای برتر

منطقِ روش ساده است: برای امتیازدهی به یک راهکار باید دو یا چند ویژگی کمّی (مقداری) برای آن راهکار در دست باشد. بدین‌ترتیب هر راهکار با یک نقطه در دستگاه مختصات قائم دو یا چندبعدی از آن ویژگی‌ها شناخته می‌شود که هر مؤلفه‌ی نقطه، مقدار یکی از ویژگی‌هاست. نقطه‌ی آرمانی، نقطه‌یی مجازی است که مؤلفه‌های آن مطلوب‌ترین مقادیر ویژگی‌های یاد شده هستند. سپس تمامیِ راهکارهای مجموعه‌ی مورد بررسی، برحسب فاصله (اقلیدسی) از نقطه‌ی آرمانی، مرتب و رده‌بندی می‌شوند ــ هرچه فاصله کم‌تر باشد راهکار مورد نظر بهتر است.

ارزیابی مقداری راهبردها و راهکارها برای رده‌بندی یا مقایسه‌ی آن‌ها با یکدیگر، نیازمند دسترسی به ویژگی‌های عددی گوناگون درباره‌ی آن‌هاست که ــ به‌ویژه از دید دسترسی به آمار و اطلاعات ــ کار ساده‌یی نیست. معمولاً در کشورها و شهرهای مختلف جهان بسته‌های سیاستی گوناگونی به‌طور هم‌زمان در هر حوزه اجرا می‌شود و به همین دلیل اندازه‌گیری پیامدهای مثبت، منفی یا خنثای اجرای هر یک از راهکارهای موجود در یک بسته در یک کشور یا شهر تقریباً ناممکن است. در این پژوهش، دو ویژگی مورد استفاده قرار گرفته است؛ نخست این که برای هر راهکار، معادل جمع جبری آثار مثبت و منفی (۱+ و ۱-) هر راهکار بر تعدادی از شاخص‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی منظور شد. با گردآوری دیدگاه‌های چندین کارشناس در این باره، میانگین جمع جبری امتیازهای آن‌ها محاسبه شد. این ویژگی، نماینده‌ی اثر راهکار بر روی شاخص‌های مهم و کلان‌شهری به‌ویژه در ایران است. جزئیات روش محاسبه در بخش بعد می‌آید. ویژگی دوم مورد نظر برای هر راهکار، تعداد کشورهایی است که راهکار مورد نظر در آن‌ها در دست انجام است (از میان ۱۴ کشور برگزیده). محاسبه‌ی مقدار این ویژگی برای مجموعه راهکارها، نشان‌گر بهره‌گیری لازم و مناسب از پیشینه و ارزش جهانی اجرای راهبردها و راهکارهای بهینه‌سازی مصرف سوخت حمل‌ونقل شهری است. به بیان دیگر تلاش شده تا هم ویژگی‌های جهانی و هم ویژگی‌های بومی و ایرانی در گزینش و محاسبه‌ی این دو عدد برای هر راهکار لحاظ شود.

برای رسیدن به مقدار ویژگی دوم برای هر راهکار، مجموعاً ۱۴ کشور بررسی شدند که می‌توان ۹ کشور نخست را پیشرفته (سنگاپور، کره جنوبی، استرالیا، ژاپن، انگلیس، فرانسه، آلمان، کانادا، آمریکا) و ۵ کشور آخر (چین، هند، ترکیه، مالزی و ایران) را در حال توسعه به‌شمار آورد. حضور ایران در این فهرست، نخست به‌سبب پیشینه‌ی ۴۰ ساله‌ی آن در سیاست‌گذاری برای مدیریت مصرف انرژی (از برنامه‌ی پنجم عمرانی پیش از انقلاب تا کنون)، و دیگر این است که ویژگی دوم در این روش، نمایان‌گر پیشینه‌ی جهانی راهکار مورد بررسی است (که ایران هم جزو آن‌هاست) و نه شاخص بومی‌بودن.

۵. داده‌ها و اطلاعات مورد استفاده

پس از بازبینی پیشینه‌ی ۱۴ کشور مورد بررسی در زمینه‌ی راهکارهای مورد استفاده در این حوزه و دسته‌بندی موضوعی آن‌ها با روش طوفان فکری کارشناسان، تعداد ۱۳ راهبرد و ۴۴ راهکار زیرمجموعه‌ی آن‌ها برای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری شناسایی شد. این مجموعه به‌همراه دامنه‌ی اثر آن‌ها (ناوگان، مدیریت حمل‌ونقل، سوخت) در جدول ۱ آمده است.

برای محاسبه‌ی مقدار ویژگی نخست برای کاربرد روش نقطه‌ی آرمانی در رده‌بندی راهکارهای یافت‌شده، ابتدا تعداد ۲۹ شاخص اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بر پایه‌ی ۳ سنجه‌ی زیر گزینش شد تا اثرات راهکارها بر آن‌ها بررسی شود:

۱. شاخص‌های برگزیده به‌طور مستقیم یا غیرمستقیم به مصرف سوخت مربوط باشند،

۲. در حد امکان، آمار در دسترس از شاخص‌های برگزیده، تنها در سطح کلان و کشوری نباشد و بتوان در صورت نیاز مقادیر آن‌ها را در سطح کلان‌شهرها هم تعیین کرد،

۳. شاخص‌های برگزیده مستقل از هم بوده، و هم‌پوشانی نداشته باشند.

یادآور می‌شود که شاخص‌های برگزیده با شرایط بالا از میان مجموعه‌ی بزرگ‌تری از شاخص‌ها که مقدارشان در بیشتر کشورهای جهان، هر ساله از سوی Fact Book منتشر می‌شود، با روش طوفان فکری کارشناسان گزینش شدند.[۱۲] این شاخص‌ها عبارت‌اند از: نیروی کار، نرخ بیکاری، ضریب جینی، نظام اقتصادی (میزان بسته‌بودن اقتصاد[۱۳])، درآمدهای بودجه، مخارج بودجه، میانگین مصرف سوخت خودروها در واحد مسافت، سرانه‌ی مالکیت خودرو سواری، تعداد ناوگان عمومی فعال، تعداد ایستگاه‌های حمل‌ونقل عمومی، سهم مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل عمومی، تعداد جایگاه‌های سوخت، تعداد خطوط تلفن ثابت و همراه، طول خطوط ریلی، جمعیت، نسبت جمعیت مرد به زن، امید زندگی (میانگین عمر مردم)، میانگین سنی، نرخ مهاجرت، نرخ باسوادی، تعداد کاربران اینترنت، تعداد سرویس‌دهندگان اینترنت، سرانه‌ی خودرو ـ کیلومتر شخصی، سرانه‌ی نفر ـ کیلومتر عمومی، مساحت، نوع حکومت (از بسته تا باز)، اختلاف سطح بین پایین‌ترین و بالاترین نقطه از سطح دریا و تعداد ایستگاه‌های تلویزیونی.

برای بررسی میزان اثرگذاری راهکارهای معرفی‌شده بر شاخص‌های برگزیده، ابتدا جهتِ بهبود هر شاخص با تغییرات مقدار آن تعیین شد. راستای تعیین‌شده نشان می‌دهد که افزایش مقدار شاخص نشان‌گر بهبود وضعیت است (مانند امید زندگی) یا برعکس (مانند ضریب جینی). یعنی اگر راهکاری سبب تغییر مقدار شاخص در جهت بهبود آن باشد، راهکار بر شاخص اثر مثبت دارد و بنابراین در خانه‌ی راهکار و شاخص (در جدول) عدد ۱+ درج می‌شود. اگر اجرای راهکار موجب تغییر مقدار شاخص در جهت بدترشدن وضعیت باشد (افزایش یا کاهش)، عدد ۱- در خانه‌ی مربوطه در جدول ثبت می‌شود. و بالاخره اگر راهکار اثری (مثبت یا منفی) بر شاخص نگذارد (بی‌اثر و خنثی باشد) در خانه‌ی مربوطه در جدول عدد صفر نوشته می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱. راهکارهای برگزیده برای دست‌یابی به ۱۳ راهبرد بهینه‌سازی مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری به تفکیک دامنه‌ی اثر.

ردیف	راهبرد	زیرردیف	راهکار	دامنه‌ی اثر راهکار		
				ناوگان	حمل‌ونقل	سوخت
۱	تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان					
		۱-۱	تدوین و اجرای استانداردهای کارآیی مصرف سوخت خودروها	*		
		۱-۲	مالیات بر مصرف سوخت	*		
		۱-۳	انجام مستمر معاینه‌ی فنی خودروها	*		
		۱-۴	راهکارهای تنبیهی برای خودروهای با مصرف سوخت بالا	*		
		۱-۵	دریافت عوارض بر پایه‌ی اندازه‌ی مصرف سوخت، آلایندگی و نوع سوخت	*		
		۱-۶	تشویق به کاربرد خودروهای با سوخت پاک و جایگزین	*		
۲	ارتقاء کیفیت خودروهای در حال آمدوشد و با فناوری نوین					
		۲-۱	محدودیت کاربرد خودروها بر پایه‌ی عمر مفید آن‌ها	*		
		۲-۲	کاربرد فناوری نوین برای ارتقاء و بهبود کارآیی خودروها	*		
۳	چشم‌انداز ترکیب ناوگان					
		۳-۱	تعیین سبد بهینه‌ی سوخت	*		
۴	گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)					
		۴-۱	گسترش شبکه‌ی عمومی		*	
		۴-۲	پرداخت یارانه از سوی دولت به سامانه‌های حمل‌ونقل همگانی		*	
		۴-۳	بهبود سطح دسترسی به حمل‌ونقل همگانی و خدمات آن		*	
		۴-۴	مدیریت حمل‌ونقل عمومی		*	
		۴-۵	تشویق افراد به انجام سفرهای ضروری با حمل‌ونقل عمومی		*	
		۴-۶	کاهش تخصیص ظرفیت خیابان‌ها به خودروهای شخصی و اختصاص بیشتر ظرفیت آن‌ها به انواع سامانه‌های حمل‌ونقل پاک و عمومی		*	
۵	کاهش تقاضای سفر					
		۵-۱	مسیرهای ویژه برای رهگذران پیاده		*	
		۵-۲	سهمیه‌بندی بنزین		*	
		۵-۳	قیمت‌گذاری آمدوشد و پارک در معابر		*	
		۵-۴	مسیرها و خطوط ویژه برای دوچرخه در شبکه‌ی معابر		*	
		۵-۵	راهکارهای تشویقی برای کاربرد خودروهای چندسرنشین برای کارکنان نهادهای دولتی و خصوصی و همچنین سفرهای آموزشی		*	
		۵-۶	کاربرد فناوری نوین ارتباطی به‌جای مراجعه‌ی حضوری (دورکاری)		*	
		۵-۷	آگاه‌سازی کاربران از روش‌های گوناگون حمل‌ونقل برای بهبود تقاضای سفر		*	
۶	توسعه حمل‌ونقل هوشمند					
		۶-۱	گسترش و کاربرد ITS و ابزارهای مدیریت و کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت		*	
		۶-۲	راه‌اندازی شبکه فراگیر اطلاعاتی لجستیک		*	
۷	گسترش کاربری زمین و ترافیک					
		۷-۱	مدیریت ترافیک		*	
		۷-۲	بهبود کاربری زمین		*	
		۷-۳	گسترش استانداردهای ترافیک در کاربری زمین		*	
۸	مشارکت بخش خصوصی در حمل‌ونقل شهری					
		۸-۱	واگذاری بخش‌های گوناگون حمل‌ونقل به بخش خصوصی		*	
۹	بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل (به‌ویژه ریلی)					
		۹-۱	افزایش روانی، ایمن‌سازی و بهبود آمدوشد		*	
		۹-۲	بهبود و گسترش مدیریت ناوگان		*	
		۹-۳	گسترش زیربنا و ساختارهای شبکه حمل‌ونقل، هماهنگ با نیازهای اجتماعی و اقتصاد ملی		*	
		۹-۴	بازبینی و بررسی راه‌های شبکه حمل‌ونقل و انجام طرح‌های هندسی		*	
		۹-۵	گسترش و استانداردسازی لجستیک		*	

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه‌ی جدول ۱.

ردیف	راهبرد	زیرردیف	راهکار	دامنه‌ی اثر راهکار		
				ناوگان	حمل‌ونقل	سوخت
۱۰	سایر راهکارهای امکان‌پذیر					
		۱-۱۰	اجرای مقررات به‌روز در زمینه رانندگی		*	
		۲-۱۰	تهیه و تدوین بانک اطلاعات جامع حمل‌ونقل		*	
		۳-۱۰	آموزش و فرهنگ‌سازی برای رانندگی مناسب و بهینه		*	
۱۱	امنیت انرژی					
		۱-۱۱	ارتقاء فناوری و کاربرد فناوری‌های نوین در زمینه تولید و مصرف سوخت			*
		۲-۱۱	راه‌اندازی و گسترش سامانه‌ی اطلاعات انرژی			*
		۳-۱۱	آزادسازی و خصوصی‌سازی انرژی			*
۱۲	گسترش منابع انرژی					
		۱-۱۲	افزایش ظرفیت تولید انواع سوخت (تنوع سوخت)			*
		۲-۱۲	گسترش و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدشدنی (خورشیدی، زیستی و...)			*
		۳-۱۲	افزایش ذخایر سوخت			*
۱۳	استاندارد و معیار تولید سوخت					
		۱-۱۳	ارائه‌ی مقادیر استانداردهای بازدهی سوخت			*
		۲-۱۳	اعمال استانداردهای تولید سوخت			*

برای محاسبه‌ی ویژگی اثرگذاری راهکارها، دیدگاه تعدادی از کارشناسان در این باره در قالب جدول‌هایی شامل ۴۴ ردیف (راهکارها) و ۲۹ ستون (شاخص‌ها)، دریافت و میانگین اثرگذاری هر راهکار بر هر شاخص‌محاسبه شد. اثرگذاری هر راهکار برابر با جمع جبری آثار مثبت و منفی آن بر ۲۹ شاخص یاد شده است.

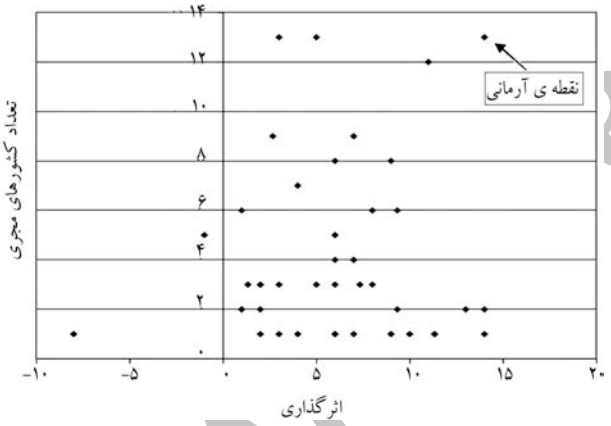
۶. تحلیل و بررسی روش کار

براساس روش تحلیل فاصله‌ی مینکووسکی، «نقطه‌ی آرمانیِ» فرضی نقطه‌یی است که اثرگذاری آن برابر راهکار با بیشترین اثرگذاری (۱۴) و تعداد کشورهای مجری آن برابر راهکار با بیشترین کشور مجری (۱۳) باشد (جدول ۲). بدین‌ترتیب، همه‌ی راهکارها به‌ترتیب فاصله از این نقطه‌ی آرمانی، به‌صورت افزایشی از بالا به پایین و طبق جدول ۲ اولویت‌بندی می‌شوند. فاصله‌ی اقلیدسی دو نقطه‌ی $A(x_1, y_1)$ و $B(x_2, y_2)$ در دستگاه مختصات قائم دکارتی چنین محاسبه می‌شود:

$$\overline{AB} = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$$

در شکل ۱ دستگاه دکارتی با موقعیت راهکارها نسبت به نقطه‌ی آرمانی آمده است. هر نقطه از این دستگاه نماینده‌ی دست‌کم یک راهکار است با دو ویژگی یادشده (اثرگذاری و تعداد کشورهای مجری) به‌عنوان دو مؤلفه (ستون‌های ۵ و ۶ در جدول ۲). در شکل، به‌جز نقطه‌ی آرمانی فقط ۳۷ نقطه‌ی دیگر دیده می‌شود، زیرا ۷ راهکار (از ۴۴ راهکار) دقیقاً روی برخی از همین ۳۷ نقطه قرار دارند (یعنی مختصات یا ویژگی‌های دقیقاً یکسانی دارند) که مشخصات آن‌ها براساس جدول ۲ چنین است:

۱. راهکارهای ۱-۳ و ۵-۳ با مختصات (۴، ۷).



شکل ۱. نقطه‌یابی راهکارها براساس اثرگذاری و تعداد کشورهای مجری.

۲. راهکارهای ۷-۳ و ۹-۲ با مختصات (۱، ۱۱).

۳. راهکارهای ۶-۲ و ۱۱-۲ با مختصات (۱، ۹).

۴. راهکارهای ۴-۲ و ۴-۴ و ۹-۴ با مختصات (۱، ۶).

۵. راهکارهای ۴-۶ و ۵-۲ با مختصات (۳، ۲).

۶. راهکارهای ۱۳-۱ و ۱۳-۲ با مختصات (۲، ۱).

همه‌ی ۴۴ راهکار مورد بررسی، با این تحلیل فاصله در ۲۷ دسته‌ی هم‌ترازبه‌ترتیب اولویت قرار می‌گیرند (جدول ۳). سه راهبردی که ۴ راهکار برتر از زیرمجموعه‌ی آن‌ها هستند، ردیف‌های ۴ (گسترش حمل‌ونقل عمومی به‌ویژه ریلی)، ۶ (گسترش حمل‌ونقل هوشمند) و ۱۲ (گسترش منابع انرژی) از جدول ۱ هستند. مشاهده

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. خروجی روش نقطه‌ی آرمانی درباره‌ی اولویت‌بندی راهکارهای بهینه‌سازی مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری.

رده	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی	اثرگذاری	تعداد کشورهای مجری	فاصله از نقطه‌ی آرمانی
۱	۱-۴	گسترش شبکه‌ی عمومی	گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)	۱۱	۱۲	۳٫۲
۲	۱-۶	گسترش و کاربرد ITS و ابزارهای مدیریت و کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت	گسترش حمل‌ونقل هوشمند	۹	۸	۷٫۱
۳	۳-۴	بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و خدمات آن	گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)	۷	۹	۸٫۱
۴	۲-۱۲	گسترش و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدشدنی (خورشیدی، زیستی و...)	گسترش منابع انرژی	۹	۶	۸٫۴
۵	۱-۱	تدوین و اجرای استانداردهای کارآیی مصرف سوخت خودروها	تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۵	۱۳	۹٫۰
۶	۳-۱۰	آموزش و فرهنگ‌سازی برای رانندگی مناسب و بهینه	سایر راهکارهای امکان‌پذیر	۸	۶	۹٫۲
۷	۱-۷	مدیریت ترافیک	گسترش کاربری زمین و ترافیک	۶	۸	۹٫۴
۸	۲-۲	کاربرد فناوری نوین برای ارتقا و بهبود کارآیی خودروها	ارتقاء کیفیت خودروهای در حال آمدوشد و با فناوری نوین	۳	۱۳	۱۱٫۰
	۷-۵	آگاه‌سازی کاربران درباره‌ی روش‌های گوناگون حمل‌ونقل برای بهبود تقاضای سفر	مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۱۴	۲	
	۱-۸	واگذاری بخش‌های گوناگون حمل‌ونقل به بخش خصوصی	مشارکت بخش خصوصی در حمل‌ونقل شهری	۱۳	۲	
۹	۵-۱	دریافت عوارض بر پایه اندازه مصرف، آلایندگی و نوع سوخت	تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۶	۵	۱۱٫۳
۱۰	۱-۳	انجام مستمر معاینه فنی ناوگان		۷	۴	۱۱٫۴
	۵-۳	قیمت‌گذاری آمدوشد و پارک در معابر	مدیریت و کاهش تقاضای سفر			
۱۱	۱-۲	مالیات بر مصرف سوخت	تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۴	۷	۱۱٫۷
	۹-۳	گسترش زیربنا و ساختارهای شبکه حمل‌ونقل هماهنگ با نیازهای اجتماعی و اقتصاد ملی	بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل (زیرساخت‌های سخت‌افزاری، به‌ویژه ریلی)	۸	۳	
۱۲	۹-۵	گسترش و استانداردسازی لجستیک		۹	۲	۱۱٫۹
۱۳	۱۱-۳	آزادسازی و خصوصی‌سازی انرژی	امنیت انرژی	۱۴	۱	۱۲٫۰
	۱-۶	تشویق به کاربرد خودروهای با سوخت پاک و جایگزین	تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۳	۹	
	۱۲-۱	افزایش ظرفیت تولید انواع سوخت (تنوع سوخت)	گسترش منابع انرژی	۷	۳	
	۵-۶	کاربرد فناوری نوین ارتباطی به‌جای مراجعه حضوری (دورکاری)	مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۶	۴	
۱۴	۷-۳	گسترش استانداردهای ترافیک در کاربری زمین	گسترش کاربری زمین و ترافیک	۱۱	۱	۱۲٫۳
	۹-۲	بهبود و گسترش مدیریت ناوگان	بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل (زیرساخت‌های سخت‌افزاری، به‌ویژه ریلی)			
۱۵	۷-۲	بهبود کاربری زمین	گسترش کاربری زمین و ترافیک	۱۰	۱	۱۲٫۶
۱۶	۹-۱	افزایش روانی، ایمن‌سازی و بهبود آمدوشد	بهینه‌سازی عرضه حمل‌ونقل (زیرساخت‌های سخت‌افزاری، به‌ویژه ریلی)	۶	۳	۱۲٫۸
۱۷	۶-۲	راه‌اندازی شبکه فراگیر اطلاعات لجستیک	گسترش حمل‌ونقل هوشمند	۹	۱	۱۳٫۰
	۱۱-۲	راه‌اندازی و گسترش سامانه‌ی اطلاعات انرژی	امنیت انرژی			
۱۸	۴-۵	تشویق افراد به انجام سفرهای ضروری با حمل‌ونقل عمومی	گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)	۵	۳	۱۳٫۵
۱۹	۱۰-۱	اجرای مقررات بهنگام در زمینه رانندگی	سایر راهکارهای امکان‌پذیر	۷	۱	۱۳٫۹
۲۰	۴-۲	پرداخت یارانه از سوی دولت به سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی	گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)	۶	۱	۱۴٫۴
	۴-۴	مدیریت حمل‌ونقل عمومی				
	۹-۴	بازبینی و بررسی راه‌های شبکه حمل‌ونقل و انجام طرح‌های هندسی	بهینه‌سازی عرضه‌ی حمل‌ونقل (زیرساخت‌های سخت‌افزاری، به‌ویژه ریلی)			

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه‌ی جدول ۲.

رده	زیر ردیف	راهکار	راهبرد بالادستی	اثرگذاری	تعداد کشورهای مجری	فاصله از نقطه‌ی آرمانی
۲۱	۲-۱	محدودیت کاربرد خودروها بر پایه عمر مفید آن‌ها	ارتقاء کیفیت خودروهای در حال آمدوشد و با فناوری نوین	۱	۶	۱۴٫۸
۲۲	۱۱-۱	ارتقای فناوری و کاربرد فناوری‌های نوین در حوزه سوخت	امنیت انرژی	۳	۳	۱۴٫۹
۲۳	۴-۶	کاهش تخصیص ظرفیت خیابان‌ها به ناوگان شخصی و اختصاص بیشتر ظرفیت آن‌ها به انواع سامانه‌های حمل‌ونقل پاک و عمومی	گسترش حمل‌ونقل عمومی (به‌ویژه ریلی)	۲	۳	۱۵٫۶
	۵-۲	سهمیه‌بندی بنزین	مدیریت و کاهش تقاضای سفر			
	۱۰-۲	تهیه و تدوین بانک اطلاعات جامع حمل‌ونقل	سایر راهکارهای امکان‌پذیر	۴	۱	
۲۴	۱-۴	راهکارهای تنبیهی برای خودروهای با مصرف زیاد سوخت	تعیین استاندارد و معیار مصرف سوخت ناوگان	۱	۳	۱۶٫۱
۲۵	۳-۱	تعیین سبد بهینه سوخت	چشم‌انداز ترکیب ناوگان	۲	۲	۱۶٫۳
	۵-۵	تشویق به کاربرد خودروهای چندسرنشین برای کارکنان نهادهای دولتی و خصوصی و سفرهای آموزشی	مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۳	۱	
۲۶	۵-۱	مسیرهای ویژه برای رهگذران پیاده	مدیریت و کاهش تقاضای سفر	۲	۱	۱۷٫۰
	۵-۴	مسیرها و خطوط ویژه برای دوچرخه در شبکه معابر		-۱	۵	
	۱۳-۱	ارائه مقادیر استاندارد بازدهی سوخت	استاندارد و معیار تولید سوخت	۱	۲	
	۱۳-۲	اعمال استانداردهای تولید سوخت				
۲۷	۱۲-۳	افزایش ذخایر سوخت	گسترش منابع انرژی	-۸	۱	۲۵٫۱

جدول ۳. دسته‌بندی راهکارهای هم‌تراز بهینه‌سازی مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری.

رده	راهکارها
۱	گسترش شبکه‌ی عمومی
۲	گسترش و کاربرد ITS و ابزارهای مدیریت و کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت
۳	بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و خدمات آن
۴	گسترش و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، زیستی و...)
۵	تدوین و اجرای استانداردهای کارآیی مصرف سوخت خودروها
۶	آموزش و فرهنگ‌سازی برای رانندگی مناسب و بهینه
۷	مدیریت ترافیک
۸	کاربرد فنّاوری نوین برای ارتقا و بهبود کارآیی خودروها، آگاه‌سازی کاربران درباره‌ی روش‌های گوناگون حمل‌ونقل برای بهبود تقاضای سفر، واگذاری بخش‌های گوناگون حمل‌ونقل به بخش خصوصی
۹	دریافت عوارض براساس اندازه مصرف، آلایندگی و نوع سوخت
۱۰	انجام مستمر معاینه‌ی فنی ناوگان، قیمت‌گذاری آمدوشد و پارک درمعابر
۱۱	مالیات بر مصرف سوخت، گسترش زیربنا و ساختارهای شبکه‌ی حمل‌ونقل هماهنگ با نیازهای اجتماعی و اقتصاد ملی
۱۲	گسترش و استانداردسازی لجستیک
۱۳	آزادسازی و خصوصی‌سازی انرژی، تشویق به کاربرد خودروهای با سوخت پاک و جایگزین، افزایش ظرفیت تولید انواع سوخت (تنوع سوخت)، کاربرد فنّاوری نوین ارتباطی به‌جای مراجعه‌ی حضوری (دورکاری)

Archive of SID

www.SID.ir

ادامه‌ی جدول ۳.

رده	راهکارها
۱۴	گسترش استانداردهای ترافیک در کاربری زمین، بهبود و گسترش مدیریت ناوگان
۱۵	بهبود کاربری زمین
۱۶	افزایش روانی، ایمن‌سازی و بهبود آمدوشد
۱۷	راه‌اندازی شبکه‌ی فراگیر اطلاعات لجستیک، راه‌اندازی و گسترش سامانه‌ی اطلاعات انرژی
۱۸	تشویق افراد به انجام سفرهای ضروری با حمل‌ونقل عمومی
۱۹	اجرای مقررات بهنگام در زمینه رانندگی
۲۰	پرداخت یارانه از سوی دولت به سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی، مدیریت حمل‌ونقل عمومی، بازبینی و بررسی راه‌های شبکه حمل‌ونقل و انجام طرح‌های هندسی
۲۱	محدودیت کاربرد خودروها براساس عمر مفید آن‌ها
۲۲	ارتقای فنّاوری و کاربرد فنّاوری‌های نوین در حوزه‌ی سوخت
۲۳	کاهش تخصیص ظرفیت خیابان‌ها به ناوگان شخصی و اختصاص بیشتر ظرفیت آن‌ها به انواع سامانه‌های حمل‌ونقل پاک و عمومی، سهمیه‌بندی بنزین، تهیه و تدوین بانک اطلاعات جامع حمل‌ونقل
۲۴	راهکارهای تنبیهی برای خودروهای با مصرف زیاد سوخت
۲۵	تعیین سبد بهینه سوخت، تشویق به کاربرد خودروهای چندسرنشین برای کارکنان نهادهای دولتی و خصوصی و سفرهای آموزشی
۲۶	مسیرهای ویژه برای رهگذران پیاده، مسیرها و خطوط ویژه برای دوچرخه در شبکه معابر، ارائه‌ی مقادیر استاندارد بازدهی سوخت، اعمال استانداردهای تولید سوخت
۲۷	افزایش ذخایر سوخت

می‌شود که نتایج این روش با داوری‌های کارشناسی نیز بسیار هم‌خوانی دارد و می‌توان برای آن اعتبار مناسبی در نظر گرفت. البته یکی از دلایل آن این است که برای ویژگی اثرگذاری راهکارها، نظر کارشناسان دریافت شده است.

یافته‌های بالا، اهمیت صرف وقت زیاد و کارکارشناسی و پژوهشی دقیق را برای شناسایی راهبردها نشان می‌دهد. در رده‌ی بعدی، راهکارها هستند که باید به‌دقت شناسایی شوند. اگر در این دو لایه گزینش‌های درست و خوبی شده باشد، می‌توان خوش‌بین بود که با انرژی کم‌تری بتوان تصمیم‌های اجرایی درست‌تر و مناسب‌تری گرفت.

نکته‌ی کلیدی این است که کل ساختار سلسله‌مراتبی تصمیم‌گیری، برای حل یک مسئله‌ی ویژه طراحی و پیاده‌سازی می‌شود. حال اگر مسئله به‌درستی یا کامل تعریف نشده باشد، نه‌تنها همه‌ی این تلاش‌ها به هدر می‌رود، بلکه ممکن است اجرای کارهای نامتناسب با اصل مسئله، چنان مشکل را بغرنج‌تر و بزرگ‌تر سازد که افزون بر هزینه‌های گوناگون و فراوان، نتوان حتی در درازمدت وضعیت را به‌روز نخست بازگرداند. این رویداد بد (آزمون و خطا[18] یا به‌بیان مناسب‌تر، آزمون خطا) در بسیاری از کشورهایی که مسئله‌شناسی و پژوهش را سرلوحه‌ی تصمیم‌گیری‌های خود نمی‌دانند، بارها رخ داده و همچنان ادامه دارد.

۷. نتیجه‌گیری

مناسب‌ترین راهکارهای پیشنهادی در روش نقطه‌ی آرمانی برای صرفه‌جویی مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری با داده‌های به کار رفته در این نوشتار عبارت‌اند از:

۱. گسترش شبکه‌ی عمومی؛

۲. گسترش و کاربرد ITS و ابزارهای مدیریت و کنترل ترافیک برای کاهش تراکم و مصرف سوخت؛

۳. بهبود دسترسی به حمل‌ونقل عمومی و خدمات آن؛

۴. گسترش و سرمایه‌گذاری در انرژی‌های تجدیدپذیر (خورشیدی، زیستی و...).

مقایسه‌ی یافته‌های اولویت‌بندی راهبردها و راهکارها در این نوشتار با آنچه در کلان‌شهرهای ایران اجرا می‌شود نشان می‌دهد که تنها وجه مشترک، راهبرد «گسترش حمل‌ونقل عمومی» و دو راهکار زیرمجموعه‌ی آن ــ «گسترش شبکه‌ی عمومی» و «پرداخت یارانه‌ی دولتی به سامانه‌های حمل‌ونقل عمومی» ــ است و به دیگر گزینه‌های برترِ پیشنهادی کم‌توجهی شده که می‌تواند به‌سبب شناخت نادرست یا ناکامل مسئله باشد. پس می‌توان مهم‌ترین دستاورد این پژوهش را نشان‌دادن نیاز به سیاست‌گذاری هماهنگ در این عرصه و ارائه‌ی یافته‌های یکی از روش‌های گوناگون گزینش بسته‌های سیاستی ویژه و مناسب برای مدیریت مصرف سوخت در حمل‌ونقل شهری و تفاوت‌های آن با تصمیم‌گیری‌های کنونی دانست.

البته نباید نادیده گرفت که شاید شرایطِ زمانِ تصمیم‌گیری چنان بوده که راهکارهای برگزیده و اجرا شده بهترین راهکارهای ممکن بوده، ولی با گذر زمان و تغییر مقتضیات شایستگی خود را از دست داده است. این امر نیاز به سنجش بازخورد تصمیم‌ها و کارها، اثرسنجی، ارزیابی و سپس بهبود آن‌ها را در دوره‌های گوناگون نشان می‌دهد. همچنین این برون‌داد اهمیت انکارناپذیر نقش گردانندگان، تصمیم‌سازان[19] و تصمیم‌گیران[20]، سیاست‌گذاران و مدیران عرصه‌ی حمل‌ونقل شهری را بیش از پیش آشکار می‌کند.

Archive of SID
www.SID.ir

پانوشت

1. system
2. market failure
3. Minkawsky ideal point method
4. organization for economic co-operation and development (OECD)
5. multicriteria analysis
6. partial order theory
7. Hasse diagram
8. Asia-Pacific environmental innovation project
9. microeconomic theory
10. feedback
11. demand flexibility
12. induced traffic
13. market sustainable equilibrium
14. Pareto efficient axiom
15. research and development (R&D)
16. sustainable development
17. نسبت مجموع ارزش واردات و صادرات به تولید ناخالص داخلی، نشانه‌ی میزان باز یا بسته‌بودن اقتصاد است (هرچه بیشتر باشد، بازتر است و برعکس).
18. try and error
19. decision makers
20. decision takers

منابع

1. Heywood, J.B., et al., *The Performance of Future ICE & Fuel Cell Powered Vehicles and Their Potential Fleet Impact*, Publication No. LFEE 2003-4 RP, MIT, (2003).
2. Litman, T.A., *Evaluating Mobility Management Strategies for Reducing Transportation Emissions in the Farser River Basin,* Victoria Transport Policy Institute (VTPI), at www.vtpi.org/ec-mm.pdf (2004).
3. Mindali, O, Raveh, A. and Salomon, I. "Urban density and energy consumption: A new look at old statistics", *Transportation Research,* part A, **38**, (2), pp. 143-162, (2004).
4. Rassafi, A. and Vaziri, M., *A Sustainable Strategy for Passenger Car Fuels,* TRB Annual Meeting CD-ROM, pp.2-5 (July 2004).
5. Schipper, L.; MarietLilliu, C. and Gorham, R., *Flexing the Link Between Transport and Green House Gas Emissions: A Path for the World Bank,* International Energy Agency (IEA), (2000).
6. Zegras, C. "As if Kyoto mattered: The clean development mechanism and transportation", *Energy Policy,* **35**, (2007).
7. Dhakal, S. "Implications of transportation policies on energy and environment in Kathmandu valley, in Nepal", *Energy Policy,* **31**, pp. 1493-1507 (2003).
8. Lefevre, B. "Long-term energy consumption of urban transportation: A prospective simulation of transport-land use policies in Bangalor", *Energy Policy,* **37**, pp. 940-953 (2009).
9. Parikesit, D., *Possible Uses of Energy Consumption in Assessing Urban Transportation Policies: A Case Study of Vienna, Austria,* UN Roundtable Discussion on Transport and Sustainable Urban Development, (2000).
10. Corts, C.; Vargas, L.S. and Corvalan, R.M. "A simulation platform for computing energy consumption and emissions in transport networks", *Transportation Research,* part D13, (2008).
11. Euritt, M.A., *Strategies for Reducing Energy Consumption in the Texas Transportation Sector,* Center for Transportation Research, University of Texas at Austin, (1995).
12. The World FactBook (2007).

Archive of SID

www.SID.ir