

راهکارهای کاهش مصرف انرژی در حمل و نقل زمینی

محمود صفارزاده، عبدالرضا رضائی ارجرودی
مرکز تحقیقات و آموزش وزارت راه و ترابری

خلاصه

وابستگی اقتصاد ملی ما به نفت و محدودیت منابع آن چند سالی است که در محافل کارشناسی مورد توجه و بررسی قرار گرفته است. در این میان بخش حمل و نقل به تنهایی حدود ۲۵ درصد از کل انرژی مصرفی کشور را به خود اختصاص می‌دهد. این بخش با مصرف سالیانه ۱/۱۶۱ میلیون بشکه معادل نفت خام، بیشترین مصرف کننده فرآورده‌های نفتی در مقایسه با سایر بخشهای مصرف کننده (خانگی و تجاری، صنعت و کشاورزی) می‌باشد.

لذا با توجه به میزان مصرف انرژی و عملکرد هر یک از شیوه‌های حمل و نقل، بهترین روش در بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، انتقال ترافیک به شیوه‌های با واحد مصرف انرژی کمتر همچون حمل و نقل با راه آهن است.

در این مقاله ضمن محاسبه مصرف انرژی در حمل و نقل ریلی و جاده‌ای و مقدار صرفه‌جویی در بخش ریلی که سالانه برابر با پنجاه و سه میلیارد ریال می‌باشد، پیشنهادهای کوتاه مدت و بلندمدت و راهکارهایی در زمینه وضع قوانین و مقررات در راستای صرفه‌جویی در مصرف انرژی در بخش حمل و نقل ارائه گردیده است.

واژه های کلیدی: راه آهن، جاده، انرژی، صرفه‌جویی، قوانین و مقررات

۱- مقدمه

یکی از نیازهای اولیه انسان که با توسعه اقتصادی و اجتماعی دامنه گسترده‌تری پیدا کرده و امروزه جزء یکی از مظاهر تمدن به شمار می‌رود، مسئله حمل و نقل است. بخش حمل و نقل به لحاظ پیوند تنگاتنگ و ناگسستنی با سایر بخشهای اقتصادی و به جهت نقش آن در توسعه اجتماعی و گسترش رفاه فردی و عمومی همواره اهمیت ویژه و عملکردی مثبت داشته است. با این همه، عملکرد مثبت این بخش آثار ناخواسته‌ای چون افزایش غیرمنطقی مصرف انرژی و به همراه آن آلودگی زیست محیطی قابل توجه برای اغلب شهرهای بزرگ به دنبال داشته است.

بر اساس اطلاعات موجود، بخش حمل و نقل به تنهایی مصرف‌کننده بیش از یک سوم کل انرژی مصرفی جهان است. مطالعات نشان می‌دهد که در پی دو بحران نفتی که در سال ۱۹۷۳ و اوایل دهه ۱۹۸۰ رخ داد، کشورهای صنعتی جهان سیاستهایی را در جهت مهار رشد مصرف سوخت اعمال کردند و در اوایل دهه ۱۹۹۰ با توجه به آثار سوء مصرف سوختهای فسیلی بر محیط‌زیست، این کشورها درصدد برآمدند که مجدداً رشد مصرف سوخت را با اعمال برنامه‌هایی اجرایی مهار کنند، که هر چند میزان مصرف در بخش صنعت سیر نزولی یافت اما در بخش حمل و نقل روند صعودی میزان مصرف سوخت کماکان ادامه پیدا کرد. بر اساس مطالعات انجام شده، حمل و نقل با خطوط لوله و حمل و نقل هوایی به ترتیب کمترین و بیشترین واحد مصرف انرژی را در جهان به خود اختصاص می‌دهند و حمل و نقل جاده‌ای، حمل و نقل ریلی و حمل و نقل دریایی پس از حمل و نقل هوایی به ترتیب بیشترین میزان مصرف انرژی را دارند، لذا با توجه به نوع مواد قابل حمل در حمل و نقل لوله‌ای که اکثراً شامل مواد نفتی می‌باشد از یک طرف و توجه به میزان مصرف انرژی در هر یک از شیوه‌های حمل و نقل از طرف دیگر، بهترین روش در بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، انتقال ترافیک به شیوه‌های با واحد مصرف انرژی کمتر همچون حمل و نقل با راه‌آهن است. در این حال واقعیت آن است که در کشور ایران، حمل و نقل جاده‌ای به رغم میزان مصرف انرژی بالا ولی به دلایل انعطاف‌پذیری در انتخاب مسیر و مقدار بار، تعداد دفعات بارگیری کمتر، کنترل دائمی بر روی کالا در طی مسیر و سهولت دسترسی به مراکز تولید و جذب، در دسترس بودن وسایل نقلیه جابجایی بار، زمان کمتر در رسیدن بار به مقصد، گسترش شبکه راه‌های کشور، عدم شبکه سراسری راه‌آهن (به دلیل کوهستانی بودن قسمت عمده کشور)، موجب شده است که درصد بسیار بالایی (بیش

از ۸۵ درصد) از حمل و نقل کالا بر عهده این بخش باشد [۱].

برابر آمار مصرف بنزین و نفت گاز در بخش حمل و نقل کشور در سال ۱۳۷۷ به ترتیب ۱۳/۵ و ۱۱/۹ میلیارد و در مجموع ۲۵/۴ میلیارد لیتر بوده که تماماً در بخش حمل و نقل زمینی مصرف شده و با ۲ میلیارد لیتر سوخت سنگین در حمل و نقل هوایی و دریایی، در مجموع ۲۷/۴ میلیارد لیتر بوده است. لذا با مصرف ناچیز ۸ درصد حمل و نقل هوایی و دریایی از انرژی کشور، بحث عمده در مصرف ۲۵/۴ میلیارد لیتری حمل و نقل زمینی است که در آن سهم راه آهن با ۰/۲ میلیارد لیتر، کمتر از ۱ درصد و سهم جاده ای با ۲۵/۲ میلیارد لیتر بیش از ۹۹ درصد بوده است [۲]. مطالع و آمارهای ارائه شده در این مقاله، تفاوت در مقدار مصرف انرژی در حمل و نقل ریلی و جاده ای را به روشنی نشان می دهد.

۲- الگوی مصرف انرژی در ایران

روند افزایش مصرف سوختهای فسیلی در کشور طی ۱۵ سال گذشته بسیار زیاد بوده است و رشد سالیانه ۸/۷ درصد را نشان می دهد. برای مقایسه میزان بهره وری انرژی از شاخصی به عنوان شدت انرژی استفاده می شود که عبارتست از: میزان متعارف مصرف انرژی به ازای هر یک میلیون ریالی تولید، که از تقسیم مقدار مصرف انرژی به میزان ریالی ارزش افزوده به قیمت ثابت (جهت مقایسه دو یا چند سال با هم) بدست می آید. شاخص شدت انرژی کوچکتر نشانگر بهره وری بیشتر و بهتر از انرژی برای ایجاد ارزش افزوده و بالعکس شاخص شدت انرژی بالاتر، نشانه دوری از بهره وری بهینه از انرژی مصرفی می باشد. با توجه به جدول (۱) که شاخص دیگری را نیز به صورت نسبت متوسط رشد مصرف انرژی به متوسط رشد تولید ناخالص سرانه (به منظور بررسی میزان بهره وری انرژی) مشخص می کند، نارسایی در الگوی مصرف انرژی در کشور ایران به خوبی آشکار می شود [۳].

جدول ۱ - نسبت تغییرات مصرف انرژی به تغییرات تولید ناخالص سرانه در دوره ۱۹۹۵-۱۹۸۵ [۳]

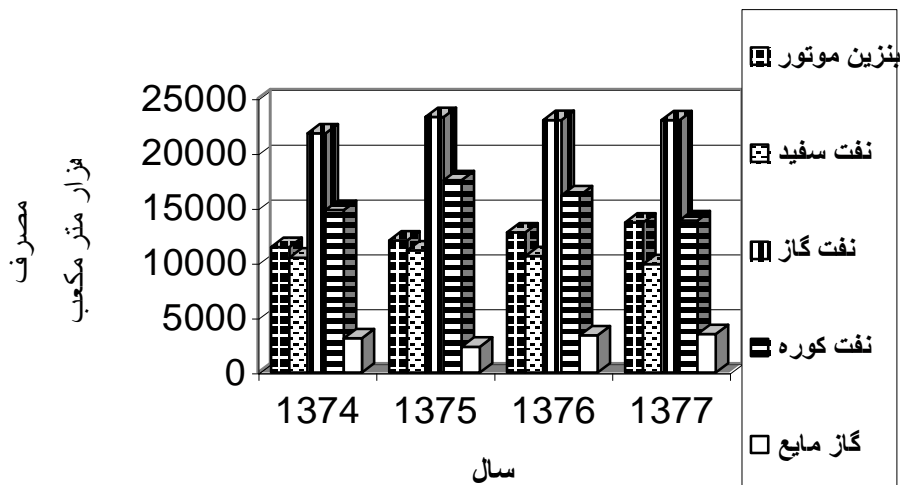
نام کشور	متوسط رشد تولید ناخالص سرانه (G)	متوسط رشد انرژی (Y)	Y/G
ایران	۱/۲	۴/۷	۲/۹
عربستان	۲/۳	۴/۱	۰/۹
فیلیپین	۳/۵	۷/۵	۲/۱
جمهوری خلق چین	۹/۹	۴/۳	۰/۴
آمریکا	۲/۳	۱/۸	۰/۸
ژاپن	۲/۹	۴/۱	۱/۰۷
آلمان	۳/۵	-۰/۷	-۰/۲
کانادا	۲/۲	۴/۳	۱/۰۵
ترکیه	۲/۹	۷/۸	۰/۹
مجارستان	-۰/۱	-۲/۰	۲/۳
بولیوی	۱/۴	۴/۸	۲/۷
اندونزی	۱/۷	۷/۰	۱/۰۵
مالزی	۷/۷	۱۱/۰	۱/۴
هندوستان	۵/۷	۵/۸	۱/۰۱
ونزوئلا	۴/۱	۲/۹	۱/۳
برزیل	۲/۳	۲/۰	۱/۳
مصر	۴/۸	۲/۵	۰/۵
ایتالیا	۲/۰	۱/۴	-۰/۷

اسیانا	۲/۹	۲/۹	۲/۹
مکزیک	۱/۷	۱/۷	۱/۷
برنگال	۴/۱	۵/۳	۱/۰
کره جنوبی a	۸/۷	۱/۱	۱/۳
پاکستان	۵/۲	۱/۱	۱/۳

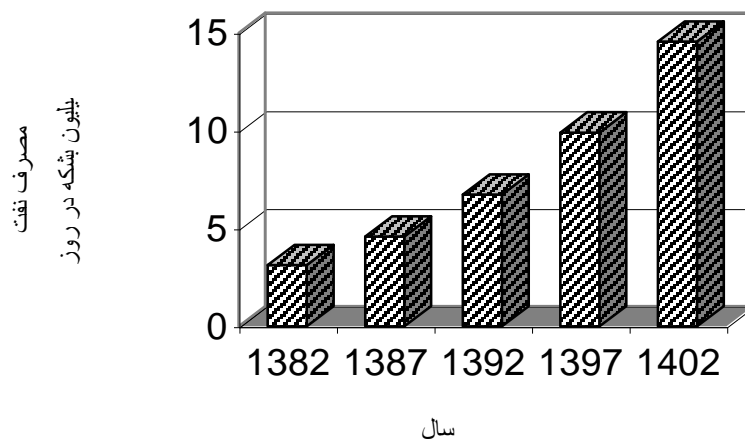
- ارقام کشورهای ترکیه، مجارستان و یونان به ترتیب مربوط به سالهای ۱۹۹۴-۱۹۸۷، ۱۹۹۴-۱۹۸۵ و ۱۹۹۴-۱۹۸۵ است.

۳- میزان مصرف فرآورده های نفتی

مصرف فرآورده های نفتی در کشور (شکل ۱) طی چهار سال اول برنامه دوم توسعه (۱۳۷۷-۱۳۷۴) با ۳/۷ درصد رشد به ۶۳۹۶۰ هزار متر مکعب در سال ۱۳۷۷ افزایش یافته است. بطور کلی بیشترین مصارف انرژی به ترتیب در بخشهای خانگی و تجاری، حمل و نقل، صنعت و کشاورزی میباشد. براساس آمار سال ۱۳۷۷ مصرف انرژی در بخش خانگی و تجاری ۳۵/۵۱ درصد، بخش حمل و نقل ۲۴/۷۴ درصد، صنعت ۲۴/۶۹ درصد، کشاورزی ۵/۱۰ درصد و دیگر مصارف ۹/۹۶ درصد بوده است. رشد مصرف انرژی از ۱۹۹/۷ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۵۷ به ۶۵۱/۲ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۷۷ رسیده است که حاکی از ۳/۳ برابر شدن مصرف نهایی انرژی است. با توجه به آمار ارائه شده و مطابق با بررسیهای صورت گرفته پیشبینی میگردد (شکل ۲) که مصرف فرآورده های نفتی در طی سالهای آتی روند صعودی خود را دنبال نماید و برآوردهای انجام شده نشان میدهد که تا سال ۱۴۰۲ مصرف فرآورده های نفتی به بیش از ۱۴ میلیون بشکه در روز خواهد رسید که در آن صورت با توجه به اینکه این نوع انرژی از نوع تجدیدناپذیر میباشد، در آینده ای نه چندان دور با چالشهای عمده ای در صادرات و تأمین تقاضای انرژی روبرو خواهیم شد [۲].



شکل ۱- نمودار میزان مصرف فرآورده های نفتی در کشور (هزار متر مکعب در سال) [۲]



شکل ۲- نمودار پیشبینی مصرف فرآورده های نفتی در سالهای آتی [۴]

۴- مصرف انرژی در بخش حمل و نقل کشور

کل مصرف نهایی پنج فرآورده نفتی در سال ۱۳۷۷ در کشور، ۵۸۲۹۴ هزار مترمکعب بوده که در این میان مصرف نفت گاز و بنزین موتور با مجموع ۶۱/۶ درصد بالاترین سهم را در مصرف فرآورده های نفتی به خصوص در بخش حمل و نقل به خود اختصاص داده اند. به طور کلی ۲۵٪ از انرژی تولید شده در کشور در بخش حمل و نقل مصرف می گردد و دارای رتبه سوم در بین تمامی بخشهای مصرف کننده انرژی می باشد (جدول ۲). مطابق بررسیهای به عمل آمده از جمله گزارش بانک جهانی، میزان مصرف انرژی در حمل و نقل ریلی به ازای حمل هر یک هزار تن بار ناخالص بالغ بر ۶/۷ لیتر و برای حمل و نقل جاده ای شاخص مذکور برابر با ۳۳ لیتر می باشد. لذا با مینا قرار دادن رقم فوق و اعمال ضریب نسبت بار خالص به ناخالص در حمل و نقل ریلی و جاده ای صرفه جویی در مصرف سوخت در حمل و نقل ریلی در ازای حمل یک میلیون تن کیلومتر بار خالص، معادل ۳۲۵۰۰ لیتر است. به عبارت دیگر چنانچه مصرف سوخت قطار ۱۰ برابر نسبت به مصرف سوخت کامیون افزایش یابد، بار حمل شده توسط قطار ۵۰ برابر افزایش خواهد یافت. جدا از مسئله مصرف بهینه و مطلوب این نوع سوخت، موضوع عدم تأثیرگذاری منفی در محیط زیست نیز قابل توجه می باشد که از آلوده شدن هوا و محیط زیست به وسیله ۳۲۵۰۰ لیتر نفت و گاز جلوگیری به عمل آمده است [۵].

جدول ۲- مصرف انرژی در بخش حمل و نقل (معادل میلیون بشکه نفت خام [۲]).

سال	۱۳۷۰	۱۳۷۱	۱۳۷۲	۱۳۷۳	۱۳۷۴	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷
مصرف نهایی انرژی در بخش حمل و نقل	۱۰۴	۱۱۰/۷	۱۲۲	۱۴۴	۱۴۱	۱۴۷	۱۵۰	۱۶۱
سهم از کل مصرف انرژی نهایی	۲۳/۳	۲۲/۸	۲۳/۸	۲۶	۲۵/۵	۲۴/۶	۲۳	۲۴

نتایج مطالعات نشان می دهد که حدود ۹۳ درصد مواد نفتی مصرفی به بخش حمل و نقل جاده ای و فقط ۲ درصد آن به حمل و نقل ریلی اختصاص یافته است [۶].

۵- مصرف انرژی در حمل و نقل زمینی (جاده ای و ریلی)

از جمله مزایای مهم حمل و نقل ریلی، صرفه جویی در مصرف سوخت می باشد، البته مصرف سوخت در جابجایی مسافر با ناوگان عمومی جاده ای (اتوبوس) و راه آهن

تقریباً یکسان است (حدود ۱۵ سی‌سی برای هر نفر - کیلومتر) ولی در حمل و نقل بار، برای جابجایی هر تن - کیلومتر در حمل و نقل جاده‌ای حدود ۳۶ سی‌سی و در حمل و نقل ریلی حدود ۶ سی‌سی سوخت مصرف می‌شود. یعنی در حمل بار، نسبت مصرف سوخت حمل و نقل ریلی به جاده‌ای ۱ به ۶ می‌باشد و یا به عبارتی در حمل هر تن - کیلومتر بار با راه‌آهن، ۳۰ سی‌سی سوخت صرفه‌جویی می‌شود: [۴]

لیتر (در هر ۱۰۰۰ تن □ کیلومتر) = ۳۰ سی‌سی (در هر تن □ کیلومتر) $۳۰ = ۳۶ - ۶$
 با توجه به اینکه سالانه حدود ۱۶ میلیارد تن - کیلومتر بار بوسیله راه‌آهن جابجا می‌شود (جدول ۳)، بنابراین این سالانه حدود ۴۸۰ میلیون لیتر در مصرف سوخت صرفه‌جویی می‌گردد:

$$۱۶ * ۱۰^۶ * ۳۰ = ۴۸۰ * ۱۰^۶ \text{ لیتر}$$

بدین ترتیب با قیمت‌های یارانه‌ای (۱۱۰ ریال برای هر لیتر گازوئیل) سالانه حدود ۵۳ میلیارد ریال در مصرف سوخت در این زیر بخش صرفه‌جویی می‌شود:

$$۴۸۰ * ۱۰^۶ * ۱۱۰ = ۵۳ * ۱۰^۹ \text{ ریال}$$

اگر بر مبنای قیمت‌های بین‌المللی بهای هر لیتر گازوئیل را ۲۰ سنت در نظر بگیریم، سالانه حدود ۱۰۰ میلیون دلار در مصرف سوخت صرفه‌جویی می‌گردد.

$$۴۸۰ * ۱۰^۶ * ۲۰ / ۱۰۰ = ۱۰۰ * ۱۰^۹ \text{ دلار}$$

و با فرض هر دلار ۸۰۰۰ ریال، این صرفه‌جویی بالغ بر ۸۰۰ میلیارد ریال می‌گردد:

$$۱۰۰ * ۱۰^۹ * ۸۰۰۰ = ۸۰۰ * ۱۰^۱۲ \text{ ریال}$$

لذا با صرفه‌جویی ۸۰۰ میلیارد ریال در سال در جابجایی کالا توسط حمل و نقل ریلی و همچنین فواید حاصل از جابجایی مسافر توسط راه‌آهن (اقتصادی - اجتماعی)، به نظر می‌رسد که توسعه حمل و نقل ریلی باید بیش از پیش توسط دولت مد نظر قرار گیرد. با توجه به صرفه‌جویی فوق و اینکه هزینه متوسط احداث هر کیلومتر خط راه‌آهن حدود ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ میلیون ریال می‌باشد، در می‌یابیم که با جابجایی حدود ۲۰ میلیون تن بار از روی شبکه راه‌آهن، هزینه احداث خطوط راه‌آهن از طریق صرفه‌جویی سوخت در اقتصاد ملی بازگشت می‌یابد (این حجم بار در اغلب محورهای در حال احداث در کمتر از ۱۵ سال حمل خواهد شد).

جدول ۳- عملکرد دو بخش حمل و نقل جاده‌ای و ریلی طی سالهای ۱۳۷۸-۱۳۷۰ [۹ و ۸]

سال	مسافر (میلیارد کیلومتر)		تعداد مسافر (میلیون)		تن کیلومتر (میلیارد)		تناژ (میلیون تن)	
	جاده ای	ریل	جاده ای	ریل	جاده ای	ریل	جاده ای	ریل
۱۳۷۰	۲۹	۴/۵	۹۹	۸/۱	۳۴	۷/۷	۵۷	۱۶/۹
۱۳۷۱	۳۲	۵/۲	۱۱۳	۸/۲	۳۶	۸	۵۸	۱۷/۶
۱۳۷۲	۳۰	۶/۴	۱۱۶	۹/۱	۴۲	۹/۱	۷۱	۱۹/۸
۱۳۷۳	۳۵	۶/۴	۱۵۳	۹/۱	۴۶/۵	۱۰	۸۰	۲۱/۳

۲۱/۴	۸۷	۱۱/۹	۴۹	۹/۶	۱۸۵	۷/۲	۴۸	۱۳۷۴
۲۲/۶	۱۰۴/۴	۱۳/۶	۵۶/۵	۸/۹	۲۱۲	۷	۵۵	۱۳۷۵
۲۴/۴	۱۰۶/۶	۱۴/۴	۸۵/۵	۹/۴	۲۱۹	۶/۱	۴۹	۱۳۷۶
۲۷/۷	۱۰۷/۴	۱۵/۱	۹۱/۴	۱۰/۳	۲۳۲	۶/۵	۵۴	۱۳۷۷
۳۱/۳	۱۰۸/۷	۱۶/۲	۹۲/۳	۱۱/۲	۲۳۴	۷/۱	۵۷	۱۳۷۸

۶- روشهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل

به طور کلی روشهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل را می‌توان به شرح زیر دسته‌بندی کرد:

۶-۱- تغییر در شیوه‌های حمل و نقل و استفاده بیشتر از شیوه‌های حمل کارآتر

با توجه به میزان مصرف انرژی در هر یک از شیوه‌های حمل و نقل، یکی از روشهای بهینه‌سازی مصرف انرژی در این بخش، انتقال ترافیک به شیوه‌های با واحد مصرف انرژی کمتر همچون حمل و نقل ریلی است. در این حال واقعیت آن است که در عموم کشورهای جهان، وسایل نقلیه جاده‌ای به رغم میزان مصرف انرژی بالا، همواره بالاترین نرخ رشد را در میان شیوه‌های مختلف حمل و نقل (به جز حمل و نقل هوایی است) داشته است [۱].

۶-۲- مدیریت و کاهش تقاضای حمل و نقل

یکی از ویژگیهای اقتصادی حمل و نقل، ویژگی اشتقاقی و تبعی بودن تقاضای حمل و نقل است. به این معنا که تقاضای حمل و نقل خود به خود ایجاد نمی‌شود بلکه به دنبال نیاز و تقاضای دیگری به وجود می‌آید. از این رو مدیریت و کاهش تقاضای حمل و نقل و جانشینی آن، یکی از روشهای مهم در بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل بوده و در بسیاری از کشورها استفاده می‌شود.

الف) استفاده از فن‌آوری در صنایع ارتباطی، به دنبال پیشرفتهای فن‌آوری در صنایع ارتباطی، امروزه بسیاری از سفرهایی که برای انتقال پیام، طرحها، اسناد و نیز تجارت انجام می‌شود، از طریق سیستمهای ارتباطی و اطلاع‌رسانی و بدون نیاز به جابجایی مکانی قابل جایگزینی است. از سوی دیگر در برنامه‌ریزی ساخت شهرها نیز اگر مراکز شغلی و تجاری در بخشی از شهر متمرکز شوند که فاصله کمتری با مناطق مسکونی داشته باشند، تقاضای حمل و نقل و به تبع آن میزان مصرف انرژی کاهش می‌یابد [۱].

ب) افزایش ضریب اشغال وسایل نقلیه یکی دیگر از روشهای مؤثر در بهینه‌سازی مصرف انرژی که می‌تواند در این بخش مورد توجه قرار گیرد. افزایش ضریب اشغال وسایل نقلیه است. برای افزایش ضریب اشغال وسایل حمل و نقل به ویژه در بخش حمل و

نقل زمینی، ایجاد یک شبکه اطلاعاتی از مراکز تولید بار و مراکز اصلی تولید و جذب سفر و مبادی خروجی و ورودی اصلی کشور و نیز تجدید ساختار شبکه حمل و نقل ضروری است. در حال حاضر بیش از ۸۵ درصد از کامیونهای فعال در ناوگان باربری جاده‌ای کشور دارای ارتباط منظم و تعریف شده‌ای با شرکتهای حمل و نقل نمی‌باشند و پدیده خودمالکی و خودرانندگی، شکل رایج و غالب در تولید خدمات حمل و نقل است. این وضعیت موجب شده است کامیونها در استقلال کامل عملیاتی و در شرایط فقدان برنامه‌ریزی و مدیریت اقتصادی به تولید خدمات حمل و نقل اشتغال داشته و با عدم کارآیی و انجام سفرهای خالی برای بازیابی مواجه باشند. از طرفی دیگر با مطالعات انجام شده در ناوگان مسافری جاده‌ای کشور، ضریب اشغال اتوبوسها در هر سفر بین ۴۰ تا ۵۰ درصد بوده است و راه‌حل مشکل موجود (که همانا اقتصادی نبودن فعالیت در بخش حمل و نقل عمومی مسافر جاده‌ای بین شهری می‌باشد) و افزایش ضریب اشغال موجود، مکان‌یابی و یا به عبارت دیگر نقطه‌یابی مراکز عمده تولید و جذب سفر می‌باشد. [۱]

۳-۶- افزایش کارآیی مصرف انرژی در حمل و نقل

بحرانهای انرژی نیمه اول دهه ۷۰ و ۸۰ میلادی، تجارب موفقیتی در افزایش بازده مصرف انرژی در بخش حمل و نقل را در پی داشته است که برخی از آنها کماکان قابل استفاده و بهره‌برداری هستند. تغییر در فن‌آوری ساخت وسایل نقلیه و تدوین استانداردهای میزان مصرف سوخت و الزام تولیدکنندگان به تطبیق تولیدات خود با استانداردها از جمله این روشهاست. مطالعات نشان می‌دهد که افراد و دستگاههای دولتی و خصوصی می‌توانند با ایفای درست نقش و تعهدات، مصرف سوخت و روغن ناوگان سنگین جاده‌ای کشور را تا حدود ۲۰ درصد کاهش دهند. مهمترین پیشنهادها در این زمینه در زیر آمده است [۱۱].

– آموزش رانندگان از دیدگاه آشنایی با توانایی خودرو، توجه به وضعیت جاده، کنترل سرعت، رعایت مقررات حمل و نقل در مورد ظرفیت مجاز، رعایت استانداردهای مربوط به آج و فشار باد لاستیک، تنظیم موتور، سرویس و نگهداری دوره‌ای، کاهش ساعات کار در جا و رعایت مقررات معاینه فنی.

– ترغیب بیشتر بخش خصوصی به سرمایه‌گذاری در شرکتهای حمل و نقل و تغییر شیوه خود مالکی.

– آموزش تعمیرکاران به ویژه در جهت نگهداری و تعمیر بهتر و مطابق با استاندارد به ویژه در ارتباط با سیستمهای سوخت رسانی و ...

– موظف نمودن شرکتهای سازنده وسایل نقلیه سنگین به احداث تعمیرگاه‌های مجاز و یا توسعه هرچه بیشتر آنها

در شهرهای عمده کشور. این تعمیرگاهها باید به کلیه تجهیزات، دستگاهها و ابزار مورد نیاز برای تعمیر و نگهداری وسایل نقلیه سنگین مجهز باشند.

- موظف نمودن شرکت ملی نفت ایران به احداث جایگاههای سوختگیری جدید در مسیرهای مختلف، این جایگاهها باید در بزرگراهها و مناطق خلوت شهری احداث شوند تا از تجمع وسایل نقلیه سنگین در مناطق پر رفت و آمد که همگی آنها در هنگام سوختگیری موتور خود را روشن نگاه می‌دارند، جلوگیری شود تا از انتشار گازهای مضر در محیط زیست شهری کاسته شود.

- توزیع صحیح و فراوان وسایل یدکی توسط شرکتهای تعاونی مسافربری و باربری کشور.

- اعمال نظارت دقیق وزارت بازرگانی بر کنترل کیفیت و قیمتتهای لوازم یدکی و جمع‌آوری اجناس غیراستاندارد از بازار لوازم یدکی و برخورد قانونی با متخلفین و سوداگران لوازم یدکی.

- احداث مراکز فنی معاینه خودروهای سنگین بر اساس استانداردهای تعمیر و نگهداری، این مراکز به عنوان متولیان نظارت بر امور تعمیر و نگهداری، باید به صورت مرتب سوخت مصرفی خودروها (گازوئیل و روغن) را مورد ارزیابی و کنترل کیفیت قرار دهند.

- تشویق رانندگان و ایجاد انگیزه مالی و مالیاتی جهت نصب بادگیر

- کنترل دقیق‌تر بر نحوه اجرای قانون و مقررات حمل بار و مسافر توسط نیروی انتظامی.

- پوشش گسترده‌تر وسایل ارتباط جمعی و خصوصاً صدا و سیما در ارائه استانداردهای تعمیر و نگهداری و آموزش رانندگی صحیح.

- تعریف و تدوین استانداردهای مؤثر در میزان مصرف سوخت و ملزم ساختن کارخانجات تولیدکننده خودروهای سنگین جهت اجرای آنها توسط وزارت صنایع و تدوین قوانین لازم در این مورد.

- ایجاد شبکه رایانه‌ای حمل و نقل در کشور به منظور کاستن از سفرهای یک‌سرنشین یا مسافر.

- اعمال مدیریت منسجم و هماهنگ بر سیستم حمل و نقل کشور توسط وزارت راه و ترابری

- ارائه خدمات تعمیراتی و رفاهی میان راهی بیشتر به رانندگان وسایل نقلیه سنگین در زمینه‌های مختلف.

۴-۶- استفاده از ابزارهای سیاسی

ابزارهای سیاسی برای انتقال ترافیک به شیوه‌های حمل و نقل کارآتر، به شرح زیر دسته‌بندی می‌شود:

الف) روشهای مستقیم که مبتنی بر ایجاد محدودیتهای فیزیکی و اداری و تدوین مقررات لازم است. در حال حاضر هیچگونه قانون و یا مقرراتی که بطور کارآمد بر

کاهش مصرف انرژی در بخش حمل و نقل تأثیرگذار باشد، وجود ندارد. عدم بکارگیری الگوهای علمی و اصلاح شده در تعیین و توزیع منابع مورد نیاز و عدم استفاده از وسایل نقلیه مناسب برای جابجایی افراد و کالا از دلایل عمده مصرف بالای انرژی در حمل و نقل بین شهری ایران است.

ب) روشهای غیرمستقیم که شامل اجرای برنامه های اطلاع رسانی و آموزشی است. تدوین و اجرای برنامه های اطلاع رسانی از طریق کاهش تردهای خالی وسایل نقلیه موجب افزایش جدي کارآیی عملیات حمل و نقل و کاهش مصرف سوخت می شود. تجدید نظر در ساختار سیستم اعطای اعتبارات بانکی و تجدید نظر در ساختار تعرفه های بازرگانی برای تشویق سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل عمومی و نیز بازنگري در عوارض سالانه وسایل نقلیه پرمصرف و غیرعمومی نیز از جمله روشهای غیرمستقیم برای کاهش میزان مصرف سوخت در بخش حمل و نقل است [۱].

۷- قوانین و استانداردهای موجود در کشورهای جهان

طی چند دهه اخیر، کشورهای زیادی به دلیل محدودیت منابع انرژی مخصوصاً نفت و آثار سیاسی و اقتصادی ناشی از مصرف بی رویه انرژی، قوانین و استانداردهایی در زمینه مصرف انرژی وضع کرده اند. تجربه این کشورها به وضوح نشان داده که مسأله صرفه جویی انرژی، مسأله ای است همه جانبه که تنها با در نظر گرفتن عوامل متعددی از قبیل استانداردها، قیمتها، مالیاتها، تشویقها، آگاه سازیها، مطالعات اقتصادی و بهینه سازی و موارد دیگر قابل تحقق است. در کشورهای فوق الذکر، عوامل بالا به اقتضای هر کشور با شدت و ضعف خاص آن عامل به کار گرفته شده است. اهم قوانین و مقررات وضع شده در سایر کشورهای جهان به شرح زیر می باشد [۷]:

الف) از رده خارج کردن سریع وسایل نقلیه مستهلك شده،

ب) ممانعت از ورود اتومبیلهای بیش از ظرفیت موتور ۱۷۰۰ سی سی،

پ) جایگزینی وسایل نقلیه جدید با مصرف انرژی کمتر در سیستم حمل و نقل،

ت) تدوین استانداردهای اجزای تشکیل دهنده نیروی محرکه وسایل نقلیه نظیر استانداردهای محفظه انفجار، کاهش وزن وسیله نقلیه، کاهش وزن قطعات موتور با تغییر آلیاژها

ث) رعایت استانداردهای جاده سازی، رعایت این استانداردها می تواند مانع اتلاف انرژی شود. از جمله کشورهای پیشرو در این زمینه ایتالیا می باشد که

علیرغم کوهستانی بودن به ایجاد اتوبانهای زیادی مبادرت کرده است که نقش اساسی در صرفه‌جویی انرژی دارد.

ج) تدوین قوانینی در زمینه محدودیت سرعت در بزرگراه‌ها و جاده‌های اصلی بین شهری،
چ) افزایش قیمت سوخت تا سطح هزینه‌های اقتصادی و اعمال مالیات بر مصرف انرژی،

۸- قوانین و مقررات حمل و نقلی (در راستای صرفه‌جویی انرژی) در کشور

قوانین و مقررات موجود کشور در زمینه حمل و نقل، منحصر به مقررات عمومی و قوانین رانندگی شده و عمدتاً از جنبه افزایش سطح ایمنی، رعایت حق تقدم، روانی ترافیک و ... وضع شده‌اند. بررسی مجموعه قوانین کشور نشان می‌دهد که در این مجموعه به مسئله صرفه‌جویی در مصرف انرژی توجهی نشده و مجموعه فوق فاقد نقطه‌نظرات تأثیرگذار بر مصرف انرژی است. تجربه‌های مختلف کشورهای جهان در ارتباط با تدوین قوانین، مقررات و استانداردها می‌تواند برای کشور ما الگو قرار گیرد. اما باید در نظر داشت که هر یک از این قوانین، مقررات و استانداردها، شرایط و مقتضیات خاص خود را می‌طلبد. برای مثال ممنوعیت فروش بنزین در ایام تعطیل در کشور کره جنوبی تصمیمی است که در جای دیگر اتفاق نمی‌افتد. بنابراین در اتخاذ هر یک از این قوانین، مقررات و استانداردها باید شرایط خاص ایران مد نظر قرار گیرد [۶].

۹- پیشنهاداتی درخصوص وضع قوانین و مقررات حمل و نقلی در کشور

۹-۱- افزایش سهم راه آهن در حمل و نقل بار
همانطور که در جدول (۳) نشان داده شده است، بطور متوسط سالیانه نزدیک به ۲۰۰ میلیون تن کالا در کشور حمل می‌گردد که از این مقدار حدود ۷۰ میلیون تن کالا مناسب حمل و نقل ریلی است. اما به دلایل مختلف در طول برنامه‌های اول و دوم توسعه کشور بطور متوسط سالیانه تنها ۱۶ تا ۲۰ میلیون تن کالا توسط شبکه ریلی حمل شده و مابه‌التفاوت آن نصیب شبکه جاده‌ای گردیده است. لذا با اجرای قوانین و مقررات محدودیت استفاده از ناوگان حمل و نقل جاده‌ای در مسیرهای طولانی، می‌توان سهم حمل و نقل ریلی را در جابجایی افزایش داد [۴].

۹-۲- وضع قوانین محدودکننده و تأثیرگذار بر مصرف انرژی

قوانین محدودکننده به قوانینی اطلاق می‌گردد که مستقیماً از طریق یک عامل اجرایی به نام پلیس راه قابل اجرا خواهد بود. در حال حاضر، هیچ قانون محدودکننده‌ای که بر کاهش مصرف انرژی تأثیرگذار باشد، وجود ندارد. تصویب و اجرای قوانین محدودکننده می‌تواند در کوتاه مدت و غالباً با هزینه کم، بیشترین نتایج را در زمینه کاهش مصرف انرژی در پی داشته باشد [۶].

الف) محدودیت سرعت

تحقیقات شرکت Shell در کشور انگلستان نشان داده است که در مورد یک وسیله نقلیه با وزن ناخالص ۳۲/۵ تن، افزایش سرعت از ۱۰۰ به ۱۱۰ کیلومتر بر ساعت (از ۶۳ به ۶۹ مایل بر ساعت) می‌تواند ۱۴ درصد مصرف سوخت را افزایش دهد. به طور مشابه با ۱۰ درصد کاهش سرعت به زیر ۱۰۰ کیلومتر بر ساعت (کمتر از ۶۳ مایل بر ساعت) می‌توان تقریباً ۱۲ درصد در مصرف سوخت صرفه‌جویی کرد. از آنجایی که در سرعت‌های بالا مصرف سوخت افزایش می‌یابد، یکی از روش‌های جلوگیری از اتلاف انرژی، اعمال محدودیتهای سرعت در بزرگراه‌های اصلی بین شهری است. علاوه بر این، اعمال محدودیتهای سرعت در جاده‌های اصلی بین شهری باعث افزایش ضریب ایمنی در راه‌ها و کاهش تعداد تصادفات منجر به مرگ خواهد شد. بر اساس مطالعات انجمن محققین حمل و نقل آمریکا مشخص شده است که اجرای حداکثر سرعت مجاز به میزان ۵۵ مایل در ساعت (۸۸ کیلومتر در ساعت) باعث افزایش ایمنی ترافیک می‌گردد. بر اساس این یافته‌ها، احتمال فوت سرنشینان وسیله نقلیه‌ای که با سرعت ۵۰ مایل در ساعت حرکت می‌کند دو برابر سرنشینان وسیله نقلیه‌ای است که با سرعت ۴۰ مایل در ساعت حرکت می‌کند [۷].

ب) نصب بادگیر روی کابین کامیونها
مقاومت آئرودینامیکی تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد و بنابراین بر مصرف سوخت یک وسیله نقلیه باری دارد تا حدی که در سرعت ۹۵ کیلومتر بر ساعت، حدود نیمی از توان مورد نیاز موتور برای غلبه بر مقاومت آئرودینامیکی صرف می‌شود لذا با الزامی نمودن نصب بادگیر بر روی کامیونها، تا اندازه‌ای می‌توان در مصرف سوخت صرفه‌جویی نمود [۸].

پ) کنترل برگه معاینه فنی

یکی از موارد مهمی که هم در کاهش اتلاف سوخت و هم در کاهش آلودگی هوا مؤثر است موضوع معاینه فنی خودروهاست. آنچه که به منظور کاهش سوخت خودرو، انجام آن حداقل دو مرتبه در سال (طبق قانون) باید الزامی شود، معاینه خودرو از لحاظ تنظیم موتور و آزمایش آنالیز گازهای خروجی اگزوز اتومبیل است. الصاق برچسب مربوط به آزمایش تنظیم موتور باید

الزامی باشد و از تردد خودروهای بدون این برچسب جلوگیری گردد [۶].

ت) استفاده از ظرفیت کامل وسایل نقلیه بین شهری اگر وسایل نقلیه‌ای که در جاده‌های بین شهری تردد می‌نمایند با ظرفیت کامل مورد استفاده قرار نگیرند یا به عبارت دیگر وسایل نقلیه تک سرنشین بوده و یا در حمل بار، به دلیل عدم برنامه‌ریزی وسایل نقلیه تنها در یک مسیر (رفت یا برگشت) بار حمل کنند انرژی به شکل مطلوب مورد استفاده قرار نخواهد گرفت. در همین ارتباط ضروری است قانونی تصویب شود که بر اساس آن از تردد سواریهایی کرایه بین شهری، مینی‌بوسها و اتوبوسهای مسافربری با ضریب اشغال کم جلوگیری شده و از تردد خودروهای بدون بار در جاده‌های بین شهری ممانعت گردد [۶].

ث) جلوگیری از اضافه بار غیرمجاز کامیونها هر نوع کامیون، کامیونت و وانت بار برای ظرفیت بارگیری خاصی طراحی شده است و بر اساس دستورالعمل‌های سازندگان رعایت این ظرفیتهای، طول عمر مفید خودروها را افزایش خواهد داد. بارگیری بیش از حد ظرفیت، نه تنها باعث بالا رفتن ضریب استهلاک خودرو می‌شود بلکه مصرف سوخت را بطور تصاعدي افزایش می‌دهد. بدین لحاظ تدوین قوانینی در زمینه کنترل تناژ بار وسایل نقلیه باربری (به خصوص کامیونها) الزامی به نظر می‌رسد [۶].

۱۰- نتیجه گیری

توجه به پرداخت یارانه انرژی توسط دولت در بخش حمل و نقل زمینی (که مقدار آن بیش از ۱۱٪ بودجه کشور می‌باشد) از یک طرف و عنایت به رشد اقتصادی و زیربنایی کشور در برنامه اول و دوم و احتمال حذف و یا کاهش پرداخت یارانه انرژی به این بخش از سوی دیگر که افزایش قیمت خدمات را در دو بخش جاده‌ای و ریلی به دنبال خواهد داشت، می‌توان پیش‌بینی نمود استفاده از سیستم حمل و نقلی که مصرف انرژی آن پایین است و بالطبع هزینه تمام شده کالای تولیدی را کاهش می‌دهد، افزایش پیدا کند.

با افزایش جمعیت کشور و به خصوص جمعیت شهری، و به دلایل محدودیت منابع انرژی، ایمنی بالاتر، آلودگی کمتر بر محیط‌زیست، صرفه‌جویی در مصرف سوخت و بالاخره هزینه پایین‌تر راه‌آهن در مقایسه با دیگر بخشهای حمل و نقل، نیاز به گسترش سهم حمل و نقل ریلی در جابجایی کالا و مسافر، به عنوان یک سیستم مطمئن، اقتصادی و کارآمد در توسعه اقتصادی کشور، روز به روز بیشتر می‌شود و با توجه به مطالعات انجام گرفته، سرمایه‌گذاری در بخش راه‌آهن را ضروری‌تر از گذشته می‌سازد.

بررسی مجموعه قوانین و مقررات موجود کشور در زمینه حمل و نقل نشان می‌دهد که این مجموعه منحصر به مقررات عمومی و قوانین رانندگی بوده و عمدتاً از جنبه افزایش سطح ایمنی، رعایت حق تقدم و روانی ترافیک ... وضع شده‌اند و به مسئله صرفه‌جویی در مصرف انرژی توجهی نشده و مجموعه فوق فاقد نقطه‌نظرات تأثیرگذار بر مصرف انرژی است. لذا تجربه‌های مختلف کشورهای جهان در ارتباط با تدوین قوانین، مقررات و استانداردها می‌تواند برای کشور ما الگو قرار گیرد. اما باید در نظر داشت که هر یک از این قوانین، مقررات و استانداردها، شرایط و مقتضیات خاص خود را می‌طلبد و تنوع‌پذیری آنها متأثر از عوامل جغرافیایی، فرهنگی، موقعیتهای یک منطقه و بسیاری عوامل اجتماعی دیگر می‌باشد. با توجه به شروع مراحل اجرایی تشکیل مجدد پلیس راه در کشور، حضور فعال پلیس راه در جاده‌ها و راههای اصلی، بهترین روش برای اجرای برنامه محدودیت سرعت است و این امر جز با همکاری سایر نیروهای انتظامی تحقق نخواهد یافت.

در پایان، ذکر این نکته لازم و ضروری است که برای رسیدن به توسعه پایدار، حفظ منابع و ذخایر ملی و حفاظت از محیط زیست، هم اکنون باید با آموزش صحیح مصرف‌کنندگان انرژی و ارائه الگوی صحیح استفاده از آن به فکر فردای بهتر و متمدن‌تر باشیم.

مراجع

- ۱- مرکز آموزش و پژوهش سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور، راهکارها و موانع بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش حمل و نقل، پیام حمل و نقل، شماره ۱۴، صفحه ۱۸، سال ۱۳۷۸.
- ۲- وزارت نیرو، ترانزنامه انرژی ۷۷، معاونت امور انرژی، چاپ اول، سال ۱۳۷۹.
- ۳- رحمان دادمان، حمل و نقل ریلی - صرفه‌جویی انرژی، مجله راه ابریشم، شماره ۳۵، صفحه ۴۲، سال ۱۳۷۹.
- ۴- کاظم فروزنده، مقایسه مصرف سوخت در حمل و نقل ریلی و جاده‌ای، مرکز تحقیقات راه آهن، سال ۱۳۷۶.
- ۵- محمود صفارزاده و عبدالرضا رضایی ارجرودی، راه آهن و جاده در ترازوی مصرف انرژی، پنجمین همایش حمل و نقل ریلی، سال ۱۳۷۸.
- ۶- مهندسین مشاور بنیاد ترافیک، مطالعات ارزیابی و بهینه‌سازی مصرف انرژی در حمل و نقل بین شهری، سال ۱۳۷۵.
- 7- Oglesby, Clarkson H. and R. Gray Hicks, Highway Engineering, (4 th Edition), 1982.

8- C. Jotin Khisty and B. Kent Lall, Transportation Engineering, (2nd Edition), 1990.

- ۹- سازمان حمل و نقل و پایانه‌های کشور، سالنامه آماری حمل و نقل جاده‌ای، سال ۱۳۷۷.
- ۱۰- راه آهن جمهوری اسلامی ایران، آمار فعالیت‌های راه آهن جمهوری اسلامی ایران، سال ۱۳۷۷.
- ۱۱- مؤسسه بین‌المللی مطالعات انرژی، مطالعات کاهش انرژی در حمل و نقل جاده‌ای، سال ۱۳۷۷.

BSFE.ir