



ارزیابی شکست بازار در انعکاس ناکارایی زیست‌محیطی (مطالعه موردی: بازار خودروهای متداول در ایران)

مجید احمدیان^۱

زهرا عابدی^۲

حمیدرضا غفارزاده^۳

الهه کاشف^۴

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۷/۲

چکیده

امروزه نگرش بلندمدت و سیستمی به پایداری محیط‌زیست، به دغدغه سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان در سطوح جهانی، منطقه‌ای، ملی و حتی محلی در کشورهای توسعه‌یافته، بدل شده است. هر چند چالش‌های زیست‌محیطی متعددی را می‌توان برشمرد، اما دامنه گسترش و حساسیت دو چالش زیست‌محیطی کم‌آبی و آلودگی هوا، فراگیرتر از سایر چالش‌هاست. توسعه شهرنشینی در کنار تغییر الگوی زندگی و تبدیل شدن اتومبیل از یک کالای لوکس به یک کالای ضروری در سبد مصرفی خانوارها و افزایش تقاضا برای فرآورده‌های نفتی، اهمیت توجه به عامل اصلی افزایش مصرف انرژی و منشأ ایجاد آلودگی – به ویژه در کلان-شهرها- را دوچندان می‌نماید، هرچند موضوع حمایت از خودروهای تولید داخل، سبب شده تا دو مسئله محوری کارایی انرژی و کارایی زیست‌محیطی به موضوعاتی حاشیه‌ای و کم‌اهمیت بدل شوند. آلودگی خودروها شامل دی‌اکسید گوگرد، دی‌اکسید نیتروژن، مونواکسید کربن، دی‌اکسید کربن و هیدروکربن‌های سوخته نشده است که می‌تواند تأثیرات نامطلوبی بر سلامت انسان داشته باشد. این مهم سبب شده تا کشورهای توسعه‌یافته، سیاست‌های متعددی را برای کاهش این آلاینده‌ها مورد استفاده قرار دهند که یکی از این سیاست‌ها تمرکز بر ساخت خودروهایی است که از کارایی زیست‌محیطی بالاتری برخوردارند.

۱- استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران.

۲- عضو هیأت علمی دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. z.abedi@srbiau.ac.ir

۳- استادیار و عضو هیأت علمی دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

۴- دانشجوی ارشد اقتصاد محیط زیست، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران. (نویسنده مسئول)
e.kashef@gmail.com

این پژوهش در نظر دارد تا در گام نخست با توجه به اطلاعات جمع‌آوری شده از مراکز معاینه فنی تهران از ۱۹ خودروی مورد بررسی در بازار داخلی کشور در سال ۱۳۹۳، چند مدل مختلف برای محاسبه ناکارایی زیست‌محیطی مؤلفه‌ای و ناکارایی زیست‌محیطی کل، طراحی و حل نماید. نتایج حاصل از کاربرد رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی ناکارایی زیست‌محیطی مؤلفه‌ای نشان می‌دهد که اتومبیل ام‌وی‌ام ۱۱۰ ناکاراترین خودرو از حیث تولید دی‌اکسید کربن، اتومبیل پراید، ناکاراترین خودرو از حیث هیدروکربن‌های سوخته نشده و اتومبیل روآ ناکاراترین خودرو از حیث مونوکسید کربن تولیدی بوده‌اند. همچنین در ارزیابی ناکارایی زیست‌محیطی کل، اتومبیل روآ، ناکاراترین و اتومبیل زانتیا کاراترین خودرو در بین خودروهای مورد بررسی در پژوهش بوده‌اند.

واژه‌های کلیدی: شکست بازار، ناکارایی زیست‌محیطی، اتومبیل، تهران.

طبقه بندی JEL: D43, D61, P28

۱- مقدمه

ارتقاء کارایی انرژی همواره یکی از اولویت‌های راهبردی در تمامی کشورها به ویژه کشورهای واردکننده انرژی در جهان است. این اولویت هم از منظر امنیت انرژی و هم از منظر زیست محیطی و اقتصادی مورد توجه می‌باشد و تلاش برای جایگزینی انرژی‌های نو و نیز تمرکز بر کاهش گازهای آلاینده، بویژه دی-اکسیدکربن شاهدهی بر این مدعا است. بر اساس برآوردهای صورت‌گرفته، میزان تقاضا برای انرژی در سال ۲۰۳۰ حدود ۴۰ درصد افزایش خواهد یافت و در این راستا میزان تولید دی اکسید کربن سالانه حدود ۱۰۵ درصد رشد خواهد داشت (IEA, 2009).

کاهش مخاطرات ناشی از افزایش مصرف انرژی و تأثیرات مخرب زیست‌محیطی آن نیازمند یک اقدام هماهنگ است. این اقدام هماهنگ به ویژه در بخش حمل‌ونقل با توجه به سهم آن در مصرف انرژی و ایجاد آلاینده‌گی، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است؛ بنابراین ارتقاء کارایی انرژی در این بخش یکی از اولویت‌های راهبردی در تمامی کشورها محسوب می‌شود. هرچند ارزیابی کارایی زیست‌محیطی در مطالعات متعددی به وسیله پژوهشگران مختلف به کار گرفته شده اما پژوهش حاضر نخستین پژوهش در صنعت خودرو با تأکید بر مؤلفه شکست بازار است.

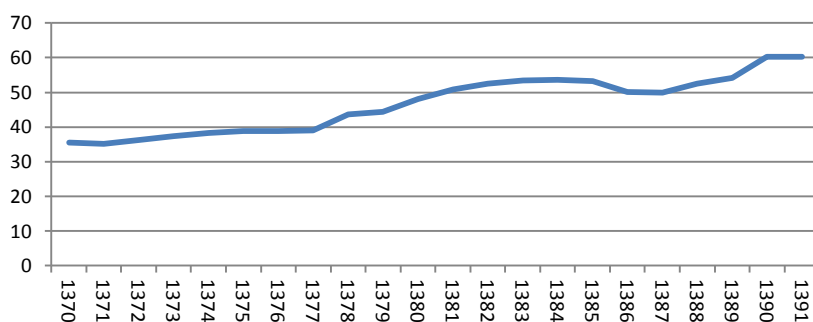
در سطح بین‌المللی نیز مانرینگ و وینستون^۱ در پژوهشی با عنوان «کیسه هوای اتومبیل در دهه ۱۹۹۰ شکست بازار یا کارایی بازار»، براون و مارلین^۲ (۲۰۰۱) در مطالعه «شکست بازار و محدودیت‌ها»، کلینچ و پیتر^۳ (۲۰۰۳) در مطالعه «شکست بازار و کارایی انرژی در بخش ساختمان»، پنگ ژنگ و دیگران^۴ (۲۰۰۸) در پژوهش «تحلیل زیست کارایی سیستم صنعتی در چین رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها»، اشلیچ (۲۰۰۹) در مطالعه «محدودیت‌های کارایی مقایسه‌ای بین بخش تجاری و خدمات کشور آلمان، سورن و همکاران^۵ (۲۰۱۰) در پژوهش «رقابت ناقص، رفتار مصرف کننده و شرط کارایی سوخت در وسایل نقلیه سبک و پنگ ژو و دیگران^۶ در پژوهش «اندازه‌گیری عملکرد زیست‌محیطی رهیافت «non-redial» می‌توان اشاره نمود.

۲- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

مسائل زیست‌محیطی، اقتصادی و اجتماعی سه رکن توسعه پایدار می‌باشند. هدف از ایجاد سیستم حمل‌ونقل پایدار حصول اطمینان از لحاظ نمودن فاکتورهای زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی در تصمیم‌گیری‌های مرتبط با فعالیت‌های حمل‌ونقل و مؤثرترین و راحت‌ترین طریق جابجایی مردم، وسایل نقلیه با کمترین میزان مصرف انرژی (سوخت و انرژی انسانی)، با مقبول‌ترین هزینه، کمترین ترافیک و کمترین اثرات نامطلوب زیست‌محیطی نظیر آلودگی هوا و صدا است.

یکی از روندهای موجود در خصوص حمل‌ونقل، افزایش تمایل به داشتن خودرو شخصی است. این افزایش تمایل در کنار ضعف سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی، هم‌اکنون به مشکلی فراگیر در کلان‌شهرها تبدیل شده و به دلیل عمومی بودن کالای هوا، هیچ کس به خودی خود تمایل چندانی برای کاهش استفاده از خودروی شخصی نشان نمی‌دهد. چالشی که در ادبیات اقتصادی از آن به تراژدی منابع مشترک یاد می‌شود. نگاهی به آمار و ارقام زیر حاکی از افزایش سهم مصرف‌کنندگان حمل‌ونقل در کل مصرف نهایی

حامل‌های انرژی را نشان می‌دهد. این افزایش سهم در کنار ناکارآمدی مکانیزم بازار خودرو در کشور، محیط‌زیست کشور به ویژه محیط‌زیست شهری- را در دهه‌های آینده با چالشی جدی مواجه خواهد ساخت.



نمودار (۱): سهم حمل‌ونقل در کل مصرف حامل‌های انرژی (درصد)

منبع: ترازنامه انرژی سال ۱۳۹۱

مقایسه شدت مصرف انرژی (انرژی مصرف‌شده به ازای هر دلار تولید ناخالص داخلی) ایران نسبت به میانگین کشورهای خاورمیانه، شامل کشورهای عمدتاً نفتی، نشان از بالا بودن این شاخص دارد و به مفهوم ناکارآمدی مصرف انرژی است.

جدول ۱: مقایسه شدت مصرف انرژی در ایران نسبت به کشورهای منتخب (دلار ۲۰۰۵ آمریکا)

شرح	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱
خاورمیانه	۲۰۳۸۱	۱۹۹۰۸	۱۹۵۵۱	۱۹۹۷۰	۲۰۷۴۲	۲۰۹۰۶	۲۰۵۷۵
ایران	۳۶۴۶۴	۳۶۵۲۶	۳۴۷۰۹	۳۶۵۱۹	۴۱۰۹۳	۳۹۵۵۹	۳۹۵۲۵

منبع: EIA

ایران در دهه‌های گذشته از یک طرف با روند روبه افزایش پدیده شهرنشینی به دلیل رشد جمعیت مواجه بوده و از سوی دیگر به دلیل برخورداری از منابع فراوان انرژی، رشد فزاینده‌ای را در مصرف انرژی (به ویژه سوخت‌های فسیلی) تجربه نموده است. این دو عامل، به همراه پایین بودن سطح فناوری دوستدار محیط‌زیست - به ویژه در صنعت تولید خودروهای داخلی - کشور را با چالش‌های زیست‌محیطی مواجه نموده است. این ناکارآمدی را می‌توان به وضوح در میزان تولید گازهای گلخانه‌ای - به ویژه دی‌اکسید کربن - مشاهده نمود. جدول شماره دو نمایی کلی از وضعیت انتشار دی‌اکسید کربن را در ایران و جایگاه آن در بین کشورهای خاورمیانه را نشان می‌دهد.

جدول (۲): مقایسه میزان انتشار دی اکسید کربن در خاورمیانه و ایران (میلیون تن)

سال	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸	۲۰۰۹	۲۰۱۰	۲۰۱۱	۲۰۱۲
خاورمیانه	۱۴۴۷۷۳۷	۱۵۰۲۵۲۸	۱۵۳۱۱۶۸	۱۶۳۰۸۴۸	۱۷۴۰۶۷۷	۱۸۶۳۳۰۸	۱۹۵۹۴۳۳	۲۰۳۵۶۵۲
ایران	۴۵۱۰۵۸	۴۷۷۳۸۷	۴۸۹۳۵۱	۵۱۲۰۴۹	۵۶۲۵۷۹	۵۶۶۵۶۳	۵۹۴۴۶۵	۶۰۳۵۹۶
سهم ایران (درصد)	۳۱،۲	۳۱،۸	۳۲،۰	۳۱،۴	۳۲،۳	۳۰،۴	۳۰،۳	۲۹،۷

منبع: EIA

نگاهی به آمار مندرج در جدول بالا، نشان می‌دهد که ایران به تنهایی حدود سی درصد کل آلایندگی دی‌اکسید کربن ایجادشده در منطقه خاورمیانه را ایجاد می‌نماید و با توجه به شکنندگی محیط‌زیست ایران، ادامه چنین روندی فاجعه‌ای زیست‌محیطی را در پی دارد.

هرچند فراهم نمودن زیربنای فیزیکی که اغلب توسط دولت فراهم می‌شوند، برای خوب عمل نمودن سیستم بازار حیاتی است اما زیربنای سازمانی (چارچوب قانونی و نظارتی) که توسط دولت مهیا می‌شود، نیز به همان اندازه دارای اهمیت است. زیربنای قانونی و نظارتی زمینه را برای دستیابی بازارها به مزیت‌های پارتو ایجاد می‌نماید؛ اما نقش مهم حیاتی دیگری نیز برای دولت وجود دارد و آن مداخله کردن در شرایط شکست بازار است.

عوارض خارجی منفی در بازار خودرو از بارزترین مصادیق شکست بازار به ویژه در کشورهای در حال توسعه محسوب می‌شود. هنگامی که یک فعالیت خصوصی دارای تأثیرات جانبی ای باشد که از راه‌های مهمی بر سایر مردم اثر می‌گذارد، مسئله‌ای به نام عوارض خارجی مطرح است. یک عارضه خارجی، یک ثمره فرعی از یک کالا یا یک فعالیت است و فردی که به طور مستقیم دست اندرکار نبوده را تحت تأثیر قرار داده و به وی صدمه می‌رساند. به طور کلی چهار نوع عمومی از شکست بازار را می‌توان نام برد: الف: بازارهای انحصاری ب: وجود عوارض خارجی ج: تولید کالاهای عمومی د: پدیده عدم تقارن اطلاعات. برای مقابله با عوارض خارجی منفی راهبردهای متعددی قابل کاربرد است: وضع مالیات عوارض، نظارت و مجوزهای قابل مبادله از این راهبردها محسوب می‌شوند.

تهران به عنوان پایتخت کشور در حال حاضر سه نقش اساسی ملی، منطقه‌ای و محلی دارد. نقش ملی تهران به گونه‌ای است که بسیاری از فعالیت‌های اقتصادی، فرهنگی و اجتماعی در سطح ملی در این شهر انجام می‌شود. از طرف دیگر بسیاری از مبادله‌های تجاری کشور با کشورهای خارجی وابسته به حیات اقتصادی این شهر است. همچنین شهر تهران نقش بسیار مهم منطقه‌ای در استان تهران دارد. بسیاری از شاغلان شهرهای اطراف در تهران مشغول فعالیت هستند؛ به عبارت دیگر بسیاری از کارهای مولد اقتصادی که در استان تهران انجام می‌شوند، وابسته به شهر تهران هستند. همچنین تهران به عنوان مرکز فعالیت برای ساکنان آن مطرح است که نقش محلی خود را ایفا می‌کند. (طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران؛

۱۳۸۶

بر اساس پژوهش‌های صورت گرفته، اتومبیل‌های سواری مسئول بیش از ۴۸ درصد آلودگی هوای شهر تهران و موتورسیکلت‌ها حدود ۲۲ درصد این سهم را دارا هستند. همچنین ۹۰ درصد گاز مونوکسید کربن تولیدشده در تهران، ناشی از فعالیت خودروهای سواری و وانت‌ها است. همچنین سواری‌ها و موتورسیکلت‌ها سهم ۵۸ درصدی را در ایجاد ذرات معلق در تهران ایفا می‌نمایند. باید اضافه نمود که سواری‌ها، ۴ درصد و موتورسیکلت‌ها ۱ درصد کل اکسیدهای گوگرد تولیدشده در شهر تهران را، تولید می‌کنند. ذرات معلق تولیدشده توسط سواری‌ها و موتورسیکلت‌ها نیز به ۵۰ و ۱۰ درصد می‌رسد. از دیگر عواقب بسیار نامطلوب استفاده از وسایل نقلیه شخصی یا سواری، نقش آن‌ها در تولید آلاینده‌های خطرناک و فرار است. خودروهای سواری در شهر تهران ۳۹ درصد از این مواد و موتورسیکلت‌ها ۴۲ درصد را تولید می‌نمایند. (شرکت کنترل کیفیت هوای تهران، ۱۳۹۳)

صنعت خودرو، از جمله صنایعی است که در بیشتر کشورهای در حال توسعه، مشمول سیاست‌های حمایتی راهبرد جانشینی واردات، همچون برقراری تعرفه‌های سنگین وارداتی بر محصول نهایی، وضع معافیت‌های گمرکی بر محصولات نیم ساخته، قطعات وارداتی و ماشین‌آلات تولیدی و معافیت‌های مالیاتی و اعتبارهای ترجیحی و امثال این‌ها بوده است. هدف اصلی تمام این حمایت‌ها، کمک به صنعت خودرو به منظور تکامل اقتصادی و تجاری برای حرکت از مرحله مونتاژ به ساخت، صادرات و در نهایت، آزادسازی می‌باشد. در ایران ابزارهای حمایتی صنعت خودرو در دو بخش بازاری و غیر بازاری طی سال‌های گذشته بسیار متنوع بوده و سیاست‌های تعرفه‌ای جایگاه مهمی در این ابزارها داشته است.

مهم‌ترین ویژگی سیاست‌های تعرفه‌ای طی سال‌های گذشته، تغییرهای مداوم آن بوده است. این تغییرها، تطابق زیادی با رونق و رکود اقتصادی داشته و فاقد اهداف راهبردی بلندمدت بوده‌اند. به بیان دیگر، هرگاه مشکلات ارزی کشور افزایش یافته، تعرفه‌ها افزایش یافته و قانون منع ورود خودرو اعمال شده است. برعکس، در سال‌هایی که به علت افزایش درآمد نفت وضعیت ارزی کشور بهبود یافته است. تعرفه‌های اسمی کاهش یافته و همزمان ورود خودرو آزاد شده است. نتیجه چنین سیاست‌هایی نوزاد ماندن صنعت خودروسازی پس از گذشت سال‌های متمادی در کشور و فقدان رقابت‌پذیری این صنعت در مقایسه با تولیدات رقیب در بازارهای جهانی است.

اما نکته مهم‌تری که در تولید خودروهای داخلی مغفول مانده، عدم توجه به مسائل زیست‌محیطی تولید این خودروها - به ویژه مسئله آلاینده‌گی هوا توسط این خودروها در کنار کارایی پایین انرژی - است. مسئله - ای که علاوه بر هدر رفت بخش قابل ملاحظه‌ای از ثروت ملی و تحمیل هزینه‌های گزاف به مصرف‌کنندگان داخلی که با توجه به حمایت از این صنعت، چاره‌ای جز خرید اتومبیل داخلی را ندارند، باعث شده تا استفاده از این خودروها، فضای کلان‌شهرها را به محیطی نامساعد برای زیست - به ویژه برای کودکان و افراد سالمند - تبدیل نماید.

این تحقیق در نظر دارد تا با استفاده از جدیدترین الگوهای سنجش ناکارایی زیست‌محیطی، ناکارایی زیستی خودروهای منتخب در بازار داخلی را اندازه‌گیری نموده، ضمن رتبه‌بندی آن‌ها با توجه به کارایی

زیست‌محیطی، میزان تطابق سیاست‌های قیمت‌گذاری و اخذ عوارض را با ناکارایی زیست‌محیطی، آن‌ها بررسی نموده و در پایان پیشنهادهایی ارائه نماید.

۳- مبانی نظری تحقیق

هرچند در گذشته، در ارزیابی عملکرد بنگاه‌های اقتصادی، بخش‌های اقتصادی از شاخص‌های متنوعی نظیر بهره‌وری و کارایی به کرات مورد استفاده قرار گرفته است، اما با توجه به تأثیر نامطلوب فعالیت‌های اقتصادی بر محیط‌زیست و آسیب‌پذیری آن به ویژه در کشورهای در حال توسعه، چرخشی به سمت ارزیابی عملکرد اقتصادی با تأکید بر محیط‌زیست، مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته و توسعه پایدار به عنوان تفکری راهبردی، چارچوب برنامه‌های توسعه در بیشتر کشورهای جهان را تشکیل می‌دهد.

نظریه‌های اقتصادی در حوزه اقتصاد رفاه بیان می‌کنند که تخصیص منابع زمانی کاراست که:

(۱) مجموعه کامل از بازارها با تعریف حقوق مالکیت وجود داشته باشند که در آن خریداران و

فروشنندگان به صورت آزادانه به مبادله می‌پردازند.

(۲) در این بازارها فروشنندگان به دنبال حداکثر سازی منافع و خریداران در پی حداقل سازی

مخارجشان باشند.

(۳) قیمت‌های بازاری برای فروشنندگان و خریداران مشخص هستند.

(۴) هزینه مبادله در این بازار وجود نداشته باشد.

نقض این فرض‌ها باعث ایجاد شکست بازاری شود؛ اما نمونه‌هایی از شکست بازار را می‌توان یافت که در عین آنکه نمی‌تواند شکاف کارایی انرژی را توجیه کند اما مداخله دولت در بازار را طلب می‌نماید. بارزترین نمونه در این خصوص عوارض خارجی زیست‌محیطی است.

هرچند مداخله دولت به هنگام شکست بازار، اغلب کمک‌کننده و حتی علاج بخش است، اما دخالت دولت دارای منافع و هزینه‌هایی است؛ بنابراین دخالت دولت در بازار برای حذف شکست بازار باید با توجه به تحلیل هزینه فایده صورت گیرد، زیرا گاهی اوقات این دخالت می‌تواند سیاسی تلقی شود.

به طور کلی عوارض خارجی شامل هزینه‌ها یا منافی است که نصیب فرد یا بنگاهی می‌شود که در فرایند مبادله حضور ندارد و می‌تواند مثبت یا منفی باشد. ایجاد عوارض خارجی، دلایل مختلفی دارد و یکی از مهم‌ترین آن‌ها نامتقارن بودن اطلاعات است.

استیگلیتز در سال ۲۰۰۲ استدلال نمود که تنها یک راه برای آنکه اطلاعات در یک بازار کامل باشد وجود دارد و بی‌نهایت راه برای ناکامل بودن آن از این رو می‌توان انتظار داشت که شکست بازار مربوط به نابرابری اطلاعات، بیشتر یک قاعده است تا یک استثناء. با توجه به آنکه جمع‌آوری و فراوری اطلاعات، هزینه‌بر است، به همین دلیل کم و کیف آن توسط افراد و بنگاه‌های مختلف، متفاوت خواهد بود. در این

حالت ممکن است مصرف‌کنندگان بین منافع ناشی از تصمیم‌گیری بهتر با استفاده از اطلاعات بیشتر را در قبال هزینه‌های جمع‌آوری اطلاعات بهتر مبادله نمایند.

برخی معتقدند که مصرف‌کنندگان به جای آنکه به دنبال بهینه‌سازی باشند، دنبال رضایتمندی هستند. آن‌ها تا جایی که دنبال جمع‌آوری اطلاعات می‌روند که بتوانند تصمیمات قابل قبولی را اتخاذ نمایند. این رهیافت گاهی نیز به عقلانیت محدود نیز تعبیر می‌شود. در این حالت تصمیمات اتخاذ شده از طرف مصرف‌کنندگان، بیشتر به لحاظ شخصی، عاقلانه است و بر اساس دانش و هزینه‌های مربوط به جمع‌آوری اطلاعات استوار است، درحالی‌که ممکن است این وضعیت در سطح پایین‌تری از بهینگی قرار داشته باشد. در این حالت دولت می‌تواند از طریق تعامل مستمر با مردم و نیز ارائه اطلاعات مورد نیاز برای تصمیم‌گیری‌های بهتر، عقلانیت فردی را به سمت عقلانیت اجتماعی سوق دهد. دلیل دومی را که باید در این حوزه بدان اشاره نمود آن است که مصرف‌کنندگان به طور معمول سرعت خود را با نوآوری‌های موجود در بازار وفق نمی‌دهند و دلیل این امر را باید در عدم قطعیت این فناوری‌های نو جستجو کرد. این عدم قطعیت ممکن است منشأهای متفاوتی از قبیل قیمت انرژی، قابلیت اتکای کالا یا محصول یا عملکرد محصول داشته باشد.

اغلب نظریه‌های ارائه شده، تأثیر جمعیت بر محیط‌زیست و منابع طبیعی را ناشی از سه عامل جمعیت، مصرف سرانه و فناوری قلمداد می‌کند. رویکردهای مختلفی در خصوص مکانیزم تأثیرگذاری این عوامل و سهم و نقش آن‌ها در مسائل زیست‌محیطی وجود دارد. برخی رویکردها، رشد نامتناسب و بی‌رویه جمعیت را عامل مسلط می‌دانند و بعضی دیگر، فناوری‌های آلوده‌کننده محیط و گروهی دیگر مصرف بیش از اندازه را مهم ارزیابی می‌کنند.

۴- روش‌شناسی تحقیق

به طور کلی روش‌های ارزیابی پایداری و کارایی زیست‌محیطی متعددی همچون ارزیابی چرخه عمر، تحلیل جریان مواد، اندازه‌گیری زیست‌کارایی، تحلیل هزینه فایده، تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل ریسکی با توجه به اهداف تحقیق و محدودیت‌های داده‌ای توسط پژوهشگران مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. تحلیل پوششی داده‌ها از روش‌های برنامه‌ریزی ناپارامتری است که برای نخستین بار توسط چارلز، کوپر و رودز (CCR) (Charns, Cooper & Rhodes) برای ارزیابی عملکرد مدارس دولتی آمریکا در سال ۱۹۷۸ مورد استفاده قرار گرفت.

تحلیل پوششی داده‌ها بدون نیاز به ایجاد یک رابطه تابعی میان محصول تولید شده و نهاده‌های مصرف شده، به ارزیابی کارایی واحدها نسبت به یکدیگر می‌پردازد. در این روش، تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) وجود دارد که هر یک از آن‌ها دارای مقادیر معینی محصول (ستانده) و نهاده (داده) می‌باشند. در این روش کارایی واحد مورد بررسی، با مقدار کارایی کاراترین واحد مقایسه می‌گردد و فرض اساسی در این نمونه آن است که چنانچه واحد تصمیم‌گیرنده D بتواند بردار محصولات $Y(D)$ را با استفاده از بردار نهاده‌های $X(D)$ تولید نماید، سایر واحدها نیز می‌توانند این کار را انجام دهند. در این حالت، هدف هر واحد،

دستیابی به بهترین تولیدکننده مجازی ممکن است. این روش نیازمند داشتن توزیع و فرضیاتی در مورد توزیع نمی‌باشد. یکی از این نمونه‌ها CCR (Charns, Cooper & Rhodes) است که در آن از فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (CRS) در تحلیل استفاده می‌شود. این نمونه در سال ۱۹۷۸ به دلیل آنکه توانست مشکل برآورد ضرایب را برطرف کند، مشهور شد. این نمونه پس از تعیین منحنی مرز کارا، مشخص می‌کند که واحدهای تصمیم‌گیرنده در کجای این مرز قرار دارند و برای رسیدن به مرز کارا چه ترکیبی از نهاده‌ها و ستانده‌ها را باید انتخاب نمایند.

چارلز و سایرین در سال ۱۹۸۱ نیز نمونه جدید دیگری را برای اندازه‌گیری کارایی با استفاده از روش DEA ارائه دادند:

$$\max \left\{ \omega_o = \frac{\sum_i \mu_i y_{io}}{\sum_j v_j x_{jo}} \right\}$$

s.t.

$$\frac{\sum_i \mu_i y_{ik}}{\sum_j v_j x_{jk}} \leq 1 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\mu_i \geq \varepsilon$$

$$v_j \geq \varepsilon$$

که در آن ε یک مقدار بسیار کوچک است.

همان طور که می‌دانیم نمونه برنامه‌ریزی کسری فوق، یک نمونه غیرخطی است که می‌توان با تبدیل چارلز و کوپر (۱۹۶۲) یک نمونه خطی با نام CCR-D را استخراج نمود:

$$\max \omega_o = \sum_i \mu_i y_{io}$$

s.t.

$$\sum_j v_j x_{jo} = 1$$

$$\sum_i \mu_i y_{ik} - \sum_j v_j x_{jk} \leq 0 \quad k = 1, 2, \dots, n$$

$$\mu_i \geq \varepsilon$$

$$v_j \geq \varepsilon$$

به دنبال آن با استفاده از مسئله دوگانگی، می‌توان نمونه ثانویه‌ی فوق را به صورت زیر محاسبه نمود:

$$\min Z_o = \theta_o - \varepsilon \bar{1}s - \varepsilon \bar{1}e$$

s.t.

$$i = 1, 2, \dots, I \quad \sum_k \lambda_k y_{ik} = y_{io} + s_i$$

$$j = 1, 2, \dots, J \quad \sum_k \lambda_k x_{jk} = \theta_o x_{jo} - e_j$$

$$i = 1, 2, \dots, I \quad s_i \geq 0$$

$$j = 1, 2, \dots, J \quad e_j \geq 0$$

$$k = 1, 2, \dots, n \quad \lambda_k \geq 0$$

$\bar{1}$: بردار واحد است.

طبق این نمونه، یک واحد تصمیم‌گیرنده در صورتی کاراست که:

$$\omega_i^* = \theta_i^* = 1 \quad (a)$$

$$s_i = e_j = 0 \quad \text{for all } i = 1, 2, \dots, I, \quad j = 1, 2, \dots, J \quad (b)$$

۴-۱- معرفی نهاده‌ها و ستاده‌های مورد استفاده در تحقیق

نمونه مورد استفاده در پژوهش، یک نمونه نهاده‌محور با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس است. در این نمونه برای محاسبه کارایی نهاده‌های مورد استفاده سوخت و حجم موتور و ستاده‌ها شامل گاز منواکسید کربن، هیدروکربن‌های سوخته نشده و گاز دی‌اکسید کربن است. همچنین برای تحلیل نتایج از نرم‌افزار EMS^Y استفاده شده است.

• منواکسید کربن

به دلیل احتراق ناقص در موتور تولید می‌شود در احتراق ناقص اکسیژن کافی برای واکنش با تمام کربن موجود در سوخت در دسترس نیست؛ بنابراین گاز بی‌رنگ، بی‌بو و سمی تولید می‌شود. در شرایط عادی از لحاظ شیمیایی بی‌اثر و متوسط طول عمر آن در اتمسفر حدود ۲/۵ ماه است. به علت تمایل زیاد به جذب هموگلوبین می‌تواند با هموگلوبین خون واکنش داده و کارایی خون را برای حمل اکسیژن کاهش می‌دهد تمایل جذب هموگلوبین خون با منواکسید کربن ۲۰۰ برابر بیش از تمایل آن به جذب اکسیژن است حتی در غلظت‌های اندک منواکسید کربن می‌تواند انتقال اکسیژن را به طور جدی با مشکل مواجه سازد. آثار سوء آن بر سلامتی به صورت تار دیدن، خستگی سردرد، خواب‌آلودگی و ایجاد تغییر در عملکرد قلب و ریه می‌گردد.

• هیدروکربن

ترکیبات آلی که دارای هیدروژن و کربن هستند به نام هیدروکربن خوانده می‌شوند، اصلی‌ترین مواد شیمیایی موجود در بنزین و سایر فرآورده‌های نفتی را هیدروکربن‌ها تشکیل می‌دهند و از لحاظ بیوشیمیایی و بیولوژیکی فعال و برخی از آن‌ها سرطان‌زا هستند.

• دی‌اکسید کربن

این گاز بی‌رنگ و بی‌بو است سنگین‌تر از هوا است تنفس آن در غلظت‌های بالا باعث احساس سوزش در بینی و گلو می‌شود. دی‌اکسید کربن همچنین از طریق جذب اشعه‌های مادون قرمز بازتابش شده از سطح زمین در تعادل دمای زیست کره و جلوگیری از یخ زدگی آن نقش مهمی دارد، اما انتشار بیش از حد این گاز که در نتیجه سوختن سوخت‌های فسیلی تولید می‌شود باعث افزایش غیرم تعادل دمای کره زمین و ایجاد گرمایش جهانی که پدیده‌ای مخرب است می‌گردد. درعین حال این گاز در صورت افزایش در محیط می‌تواند اثرات سوء سلامتی نیز به همراه داشته باشد.

۴-۲- اندازه‌گیری کارایی نامطلوب

کارایی نامطلوب به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن ستاده‌های نمونه نامطلوبند؛ به عبارت دیگر این ستاده بر خلاف ستاده‌های مطلوب با افزایش مقدارشان، کارایی واحد تصمیم‌گیرنده افزایش نخواهد یافت. در تحلیل زیست‌محیطی خودروهای منتخب نیز با توجه به آنکه ستاده‌ها شامل میزان دی‌اکسید کربن، میزان هیدروکربن‌های سوخته نشده و نیز میزان مونوکسیدکربن است، افزایش مقادیر آن‌ها به مفهوم افزایش ناکارایی زیست‌محیطی خواهد بود.

همچنین با توجه به اهمیت هر یک از آلاینده‌های مورد بررسی، محاسبه کارایی مؤلفه‌ای هر یک از خودروها مورد تأکید قرار گرفت. بر این اساس ۳ مدل مجزا به شرح زیر طراحی گردید:

الف- ارزیابی ناکارایی زیست‌محیطی مؤلفه‌ای خودروهای منتخب در زمینه انتشار دی‌اکسید کربن

در این مدل نهاده‌ها شامل حجم موتور و میزان مصرف سوخت و ستاده نامطلوب مورد بررسی نیز میزان انتشار دی‌اکسید کربن در نظر گرفته شد.

ب- ارزیابی ناکارایی زیست‌محیطی مؤلفه‌ای خودروهای منتخب در زمینه انتشار هیدروکربن‌های سوخته نشده

در این مدل نهاده‌ها شامل حجم موتور و میزان مصرف سوخت و ستاده نامطلوب مورد بررسی نیز میزان انتشار هیدروکربن‌های سوخته نشده در نظر گرفته شد.

ج- ارزیابی ناکارایی زیست‌محیطی مؤلفه‌ای خودروهای منتخب در زمینه انتشار مونوکسید کربن

در این مدل نهاده‌ها شامل حجم موتور و میزان مصرف سوخت و ستاده نامطلوب مورد بررسی نیز میزان انتشار مونوکسید کربن در نظر گرفته شد.

۵- تجزیه و تحلیل نتایج

یکی از موضوعات مهمی که در حال حاضر ذهن اقتصاددانان حوزه محیط‌زیست را به خود مشغول ساخته، افزایش آلودگی محیط‌زیست همراه با افزایش فعالیت‌های اقتصادی یک کشور می‌باشد. افزایش رشد اقتصادی یک کشور مستلزم افزایش فعالیت‌های اقتصادی از جمله صنایع و کارخانه‌ها می‌باشد که از طریق افزایش مصرف انرژی و آزادسازی گازهای گلخانه‌ای باعث آلودگی هوا می‌شود و از طرف دیگر پسماندهای صنایع و کارخانه‌ها منجر به آلودگی منابع آبی می‌گردد.

در تمامی بخش‌های اقتصادی، اهداف متعددی مورد نظر مدیران و برنامه‌ریزان این بخش‌ها می‌باشد و وجه مشترک تمامی این تلاش‌ها بر کسب حداکثر بازده با استفاده از حداقل منابع و نهاده‌های موجود بوده است که نشان‌دهنده تمایل به ارتقاء بهره‌وری است. این اهمیت زمانی دو چندان می‌شود که منابع مورد استفاده در فرایند تولید محصولات و خدمات به لحاظ هزینه‌های ملموس و ناملموس دارای اهمیت باشد. در سال‌های اخیر با توجه به افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی از یک طرف و افزایش توجه به کیفیت زندگی از طرف دیگر، تمرکز بر هزینه‌های زیست‌محیطی فعالیت‌های اقتصادی در برنامه‌ها و ارزیابی عملکرد برنامه‌ها، بیشتر شده است.

با توجه به نقش صنعت خودرو در حمل‌ونقل مسافر و کالا و به ویژه نقش آن در محیط‌زیست شهری، توجه به کارایی زیست‌محیطی خودروهای تولید داخل و وارداتی از اهمیت زیادی برخوردار است. داده‌های مورد نیاز این پژوهش، همان طور که در بخش‌های قبلی تحقیق نیز بدان اشاره گردید از ستاد مرکزی معاینه فنی خودروهای تهران در سال ۱۳۹۳ جمع‌آوری گردید. با توجه به پراکندگی داده‌های جمع‌آوری شده، ابتدا داده‌های مذکور، پیرایش گردید و در مرحله بعد از میانه داده‌های جمع‌آوری شده برای استخراج اطلاعات استفاده شد. لازم به ذکر است که در این مطالعه تنها اتومبیل‌های مدل ۱۳۸۸ به بعد مورد بررسی قرار گرفتند.

با توجه به مطالعه‌های صورت گرفته در سطح بین‌المللی برای ارزیابی کارایی فنی، تعدادی از خودروهای متداول در بازار داخلی که اطلاعات مورد نیاز پژوهش در خصوص آن‌ها نیز موجود بود، خودروهای زیر انتخاب گردید. همچنین در ارزیابی کارایی فنی خودروهای منتخب، میزان مصرف سوخت به ازای هر یک صد کیلومتر و نیز حجم موتور به عنوان نهاده (متغیر ورودی) و مؤلفه میزان توان خودرو بر حسب اسب بخار نیز به عنوان متغیر خروجی لحاظ گردید. اطلاعات هر یک از متغیرها به تفکیک خودروهای منتخب به شرح جدول سه می باشد.

۵-۱- ارزیابی کارایی نامطلوب خودروهای منتخب

ابتدا کارایی نامطلوب هر یک از خودروهای منتخب به تفکیک هر یک از آلاینده‌ها مورد ارزیابی قرار می‌گیرد؛ که این نوع کارایی را کارایی مؤلفه‌ای می‌گویند. نتایج محاسبه ناکارایی مؤلفه‌ای در قالب جدول‌های چهار و پنج منعکس شده است.

جدول (۳): مشخصات فنی خودروهای منتخب در بازار ایران

نوع خودرو	حجم موتور (سی‌سی)	حداکثر توان موتور (اسب بخار)	سوخت مصرفی در ۱۰۰ کیلومتر
پراید ۱۳۱	۱۳۲۳	۷۱	۶,۴
ریو	۱۴۹۳	۹۷	۶,۹
206TU3	۱۳۶۰	۷۵	۷,۰
206TU5	۱۵۸۷	۱۱۰	۷,۳
۲۰۶ آریان	۱۵۸۷	۱۱۰	۷,۴
207I	۱۵۷۸	۱۱۰	۶,۴
پژو پارس	۱۷۶۱	۱۰۰	۹,۵
پژو پارس ELX	۱۷۶۱	۱۱۰	۸,۶
پژو ۴۰۵ جی‌ال‌یکس	۱۷۶۱	۱۰۰	۹,۱
روا	۱۵۹۸	۸۰	۸,۶
L90	۱۵۹۸	۱۰۵	۶,۹
مگان ۲۰۰۰	۱۹۹۸	۱۳۲	۷,۵

نوع خودرو	حجم موتور (سی سی)	حداکثر توان موتور (اسب بخار)	سوخت مصرفی در ۱۰۰ کیلومتر
سمند ال ایکس	۱۷۶۱	۱۰۰	۸,۶
سورن	۱۶۴۸	۱۱۴	۷,۹
مزدا ۳	۱۹۹۹	۱۴۷	۸,۴
آونته	۲۰۰۰	۱۴۰	۷,۶
ام وی ام ۱۱۰	۱۰۸۳	۶۷	۶,۵
تویوتا یاریس	۱۵۰۰	۱۰۷	۷,۲
زانتیا اس ایکس	۱۹۹۷	۱۴۳	۸,۴

منبع: شرکت‌های مختلف خودروسازی

جدول ۴ ناکارایی مؤلفه‌ای خودروها به تفکیک هر یک از آلاینده‌ها

نوع خودرو	میزان ناکارایی مؤلفه ای دی اکسید کربن (درصد)	میزان ناکارایی مؤلفه‌ای هیدروکربن‌های سوخته نشده (درصد)	میزان ناکارایی مؤلفه‌ای مونوکسید کربن (درصد)
۲۰۶ آریان	۸۶,۹۰	۱۳,۰۰	۹,۰۰
206TU3	۹۲,۳۰	۲۳,۷۰	۲۶,۲۰
206TU5	۸۸,۰۰	۱۶,۸۰	۱۳,۷۰
207I	۱۰۰,۰۰	۱۴,۷۰	۱۰,۴۰
L90	۹۳,۱۰	۱۶,۵۰	۲,۴۰
ام وی ام ۱۱۰	۱۰۰,۰۰	۳۰,۳۰	۵,۷۰
آونته	۸۴,۲۰	۷,۵۰	۴,۴۰
پراید ۱۳۱	۹۸,۶۰	۱۰۰,۰۰	۶۳,۵۰
پژو ۴۰۵ جی‌ال ایکس	۶۸,۲۰	۴۱,۹۰	۴۴,۰۰
پژو پارس	۶۸,۰۰	۲۲,۶۰	۱۴,۱۰
پژو پارس ELX	۷۵,۶۰	۴۶,۹۰	۹,۷۰
تویوتا یاریس	۹۳,۰۰	۵,۵۰	۲,۳۰
روا	۷۰,۰۰	۸۱,۳۰	۱۰۰,۰۰
ریو	۹۴,۱۰	۱۲,۴۰	۴,۸۰
زانتیا اس ایکس	۷۵,۹۰	۱۰,۲۰	۳,۰۰
سمند ال ایکس	۷۳,۶۰	۲۰,۰۰	۵,۸۰
سورن	۸۰,۶۰	۲۳,۱۰	۱۰,۶۰
مزدا ۳	۷۷,۶۰	۶,۸۰	۲,۰۰
مگان ۲۰۰۰	۸۴,۸۰	۹,۱۰	۲,۲۰

منبع: یافته‌های پژوهش

بزرگ بودن اعداد در جدول فوق به منزله کارایی نامطلوب یا ناکارایی است. همان طور که نتایج این جدول نشان می‌دهد با توجه به مؤلفه دی‌اکسید کربن، اتومبیل‌های پژو پارس، ۴۰۵ جی‌ال‌ایکس و ر‌ا از این حیث از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر خودروهای مورد بررسی برخوردارند و اتومبیل‌های پژو ۲۰۷، پراید و ام‌وی‌ام در صدر ناکاراترین‌ها قرار دارند.

همچنین با توجه به هیدروکربن‌های سوخته‌نشده، تویوتا یاریس، مزدا ۳ و آونته با توجه به میزان سوخت مصرفی و توان موتور وضعیت مطلوب‌تری را دارا هستند و خودروهای پژو پارس، ر‌ا و پراید نامطلوب‌ترین کارایی مؤلفه‌ای را در این حوزه دارا هستند.

با توجه به مؤلفه میزان مونوکسیدکربن، خودروهای مزدا ۳، مگان ۲۰۰۰ و تویوتا یاریس از وضعیت مطلوب‌تری نسبت به سایر خودروها برخوردار بوده و خودروهای ر‌ا، پراید و ۴۰۵ جی‌ال‌ایکس، نامطلوب‌ترین وضعیت را از این حیث برخوردارند.

۵-۲- ارزیابی کارایی زیست‌محیطی خودروها

تاکنون فقط به ارزیابی کارایی مؤلفه‌ای هر یک از خودروها پرداخته شد. در این بخش از پژوهش کارایی زیست‌محیطی کل برای تمام خودروها مقایسه خواهد شد. در مدل طراحی‌شده به منظور محاسبه ناکارایی زیست‌محیطی کل، متغیر حجم موتور بر حسب سی‌سی، به عنوان متغیر ورودی و متغیرهای دی‌اکسید کربن، مونوکسید کربن و هیدروکربن‌های سوخته نشده به عنوان متغیرهای خروجی مدنظر قرار گرفتند. بر این اساس ناکارایی زیست‌محیطی خودروهای مختلف اندازه‌گیری خواهد شد که بیشتر بودن آن با توجه به وجود خروجی‌های نامطلوب (دی‌اکسید کربن، مونوکسید کربن و هیدروکربن‌های سوخته نشده) به منزله ناکارآمدی بیشتر خودرو از جنبه زیست‌محیطی خواهد بود.

همچنین به منظور تمایز خودروهایی که در صدر خودروهای ناکارآمدی به لحاظ زیست‌محیطی قرار می‌گیرند از مدل ابرکارایی در رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها استفاده گردید. نتایج حاصل از کاربرد این مدل در جدول ۵ منعکس شده است.

نتایج مندرج در جدول بالا، نشان می‌دهد که اتومبیل ر‌ا، ناکارآمدی خودرو از منظر زیست‌محیطی است. همچنین خودروهای پراید و ام‌وی‌ام، در این ناکارایی زیست‌محیطی، رتبه‌های دوم و سوم را به خود اختصاص داده‌اند. کمترین ناکارایی زیست‌محیطی در خودروهای مورد بررسی متعلق به خودرو زانتیا است که در حقیقت نشان‌دهنده کاراترین خودرو از منظر زیست‌محیطی است. پس از این خودرو، خودروهای مگان و آونته به لحاظ زیست‌محیطی از باکیفیت‌ترین خودروها در گروه خودروهای مورد بررسی محسوب می‌شوند.

برای ارزیابی شکست بازار خودرو در ایران در انعکاس ناکارایی زیست‌محیطی، همان‌گونه که در مبانی نظری بدان اشاره گردید. یکی از موارد شکست بازار، عوارض خارجی زیست‌محیطی است. بدون دخالت

دولت در بازار نمی‌توان انتظار داشت که خودروهای ناکارا به لحاظ زیست‌محیطی تولید نشوند و یا تحقیق و توسعه عرضه‌کنندگان این خودروها به کاهش آلاینده‌ها متمرکز گردد. یکی از موارد دخالت دولت در بازار برای فائق آمدن بر شکست بازار، وضع عوارض و مالیات سالانه‌ای است که از خودروها اخذ می‌شود. با توجه به دستورالعمل ابلاغی از طرف سازمان امور مالیاتی کشور که به صورت سالانه به شهرداری‌ها ابلاغ می‌شود، مبنای محاسبه مالیات و عوارض سالانه خودروها بر اساس قیمت خودروها تعیین می‌گردد نه بر اساس عوارض خارجی (اکسترنالیتی) ایجادشده به وسیله هر یک از خودروها. از این رو ضرورت دخالت دولت در این بازار احساس می‌شود.

جدول ۵- ناکارایی زیست‌محیطی خودروهای منتخب

نوع خودرو	میزان ناکارایی (درصد)
ROA	۱۷۴,۰
Pride131	۱۲۶,۲
MVM110	۱۲۱,۸
206TU3	۸۷,۶
YARIS	۷۶,۶
RIO	۷۵,۰
405GLX	۷۳,۰
207I	۷۲,۷
206TU5	۷۲,۵
206Arian	۷۱,۴
L90	۷۰,۱
PARS ELX	۶۹,۸
SOREN	۶۸,۱
PARS	۶۵,۵
SAMAND LX	۶۲,۱
MAZDA3	۵۷,۱
AVENTE	۵۶,۴
MEGAN 2000	۵۶,۰
ZANTIA SX	۵۵,۹

منبع: یافته‌های پژوهش

۶- پیشنهادها

پیشنهادهای سیاستی برای افزایش کارایی انرژی در بخش حمل‌ونقل را با توجه به نتایج مطالعه و مطالعه تطبیقی صورت گرفته در سایر کشورها می‌توان به صورت زیر ارائه نمود:

۱) بهبود کیفیت اطلاعات ارائه‌شده در برچسب‌های انرژی می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری بهتر گردد. بسیاری از مصرف‌کنندگان از تأثیر انتخاب‌های آن‌ها بر محیط‌زیست مطلع نیستند و این برچسب‌ها می‌تواند اطلاعات مهمی را از نحوه تأثیرگذاری انتخاب آن‌ها بر محیط‌زیست فراهم آورد.

۲) ارائه اطلاعات زیست‌محیطی در ارتباط با خودروها به مصرف‌کنندگان نیز بسیار مهم است زیرا مصرف‌کنندگان لازم است تا با این اطلاعات ارتباط پیدا کنند. بررسی تجارب سایر کشورها نشان می‌دهد که بخش کمی از مصرف‌کنندگان قادر به تجزیه و تحلیل اطلاعات فنی هستند و بسیاری از آن‌ها با ابعاد فنی اقتصاد سوخت و انتشار دی‌اکسید کربن آشنا نیستند.

۳) استفاده از ابزارهای مالی در جهت حمایت از تولیدکنندگان خودروهای سازگار با محیط‌زیست با توجه به عوارض خارجی هر یک از خودروها و نیز پرداخت تسهیلات بانکی خرید خودرو با اولویت خرید خودروهای زیست‌سازگار.

۴) اعطای مشوق‌های مالی به خودروهای کارا و یا اعمال جرائم مالی برای خودروهای ناکارا می‌تواند به توسعه فناوری‌های مصرف‌بهینه انرژی منجر شود. مشوق‌های مالی می‌تواند نقش بسیار مهمی را در کمک به کارخانه‌ها اتومبیل‌سازی در تشویق مشتریان به خرید اتومبیل‌های کم مصرف و همچنین با آلودگی زیست‌محیطی پایین منجر شود. باید در نظر داشت که اعطای مشوق‌های مالی باید تمامی اهداف را شامل شود. مشوق‌های مالی معمولاً همراه با مالیات سوخت، هزینه‌های ترافیک، قیمت‌گذاری راه‌ها و قیمت‌گذاری پارکینگ همراه است. قیمت‌گذاری راه‌ها یکی از مکانیزم‌های مالی است که به طور گسترده‌تری مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چند در گذشته هزینه استفاده از راه‌ها برای اتومبیل‌های مختلف یکسان بوده است اما اخیراً این هزینه متناسب با میزان آلاینده‌گی خودرو، کارایی سوخت خودرو زمان و مکانی که خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد، تعیین می‌گردد.

۵) استفاده از ابزارهای اقتصادی، محاسبه مالیات و عوارض سالانه خودروها با توجه به کارایی زیست‌محیطی خودروها.

فهرست منابع

- ۱) شرکت کنترل کیفیت هوا، شهرداری تهران، air.tehran.ir/
- ۲) شرکت مطالعات جامع حمل‌ونقل و ترافیک تهران، طرح جامع حمل‌ونقل شهری تهران.
- ۳) وزارت راه و شهرسازی، طرح جامع حمل‌ونقل کشور.
- ۴) سازمان بهره‌وری انرژی ایران (۱۳۹۱)، ترازنامه انرژی، www.saba.org.ir
- 5) Atkinson, J. T. Jackson and E. Mullings Smith (2009), "Market Influence on the Low Carbon Energy Refurbishment of Existing Multi-residential Buildings", Energy Policy, Vol. 37, pp. 2583-2593.
- 6) Bezdek, Roger H. and Robert M. Wendling, (2005), "Potential long-term impacts of changes in US vehicle fuel efficiency standards", Energy Policy No. 33: 407-419.
- 7) Bjornstad, David J. and Marilyn A. Brown, (2004), "A Market Failures Framework for Defining the Government's Role in Energy Efficiency", Joint Institute for Energy and Environment, www.jiee.org
- 8) Brown, Marilyn A. (2001), "Market failures and barriers as a basis for clean energy policies", Energy Policy, No: 29: 1197-1207.
- 9) Clinch, J. Peter (2003), "Market Failure and Energy Efficiency in the Building Sector", Environmental Studies Research Series Working Papers, University College Dublin, www.environmentaleconomics.net
- 10) Coelli, T. Rao, D.S.P. Battese, G.E. (1999). An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis, Kluwer Academic Publishers.
- 11) Fischer. Carolyn (2010). "Imperfect Competition, Consumer Behavior, and the Provision of Fuel Efficiency in Light-Duty Vehicles", Washington, DC 20036, available at: www.rff.org
- 12) Greene, D.L. (2007), "Policies to Increase Passenger Car and Light Truck Fuel Economy", Testimony to the U.S. Senate Committee on Energy and Natural Resources, http://cta.ornl.gov/cta/Publications/Reports/Policies_to_Increase_Passenger_Car.pdf.
- 13) Hampf, Diplom-Volkswirt Benjamin, (2013), "Nonparametric Efficiency Analysis in the Presence of Undesirable Outputs", Dissertation Approved as fulfilling the requirements for the degree of doctor rerum politicarum (Dr. rer. pol.), Department of Law and Economics of the Darmstadt University of Technology.
- 14) International Energy Agency (IEA), (2008). "Review of International Policies for Vehicle Fuel Efficiency".
- 15) Monnering F. and Clifford Winston (1995). "Automobile Airbags in the 1990s: Market Failure or Market Efficiency?", Journal of Law and Economics, Vol XXXVIII.
- 16) Ryan, Lisa et al, (2011), "energy efficiency policy and Carbon Pricing", International Energy Agency (IEA): Energy Efficiency Series.
- 17) Sathaye, Jayant and Scott Murtishaw, (2004), "Market Failures, Consumer Preferences, and Transaction Cost in Energy Efficiency Purchase Decisions", California Energy Commission, Public Interest Energy Research Program.
- 18) Schleich, Joachim, (2009). "Barriers to energy efficiency: A comparison across the German commercial and services sector", Ecological Economics.
- 19) Soren T. Anderson et. al. (2011). "Automobile Fuel Economy Standards: Impacts, Efficiency, and Alternatives", Transportation and the Environment Symposium.

یادداشت‌ها

1. Mannering and Winston
2. Brown, Marilyn A.
3. Clinch, J. Peter
4. Peng zhang ,jun bi, zijing fan,zengwei yuan, junjie ge.
5. Soren et. al.
6. Peng zhou,Kim Leng poh , Beng Wahang
7. Efficiency Measurement System