

صرفه‌جویی اقتصادی در سیستم حمل‌ونقل درون‌شهری با کنترل مصرف بنزین از طریق جایگزینی خودروها با دوچرخه‌های الکتریکی

کریم سلطان زاده^۱، مجید دهقانی^۲

۱- گروه برق - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

k_soltanzadeh@yahoo.com

۲- استادیار گروه برق - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد

deghani@pel.iaun.ac.ir

چکیده

کشور ایران از غنی‌ترین منابع انرژی برخوردار است، اما استفاده نادرست از آن‌ها و در واقع مصرف بی‌رویه سوخت‌های فسیلی در کشور، خسارات جبران‌ناپذیری به بخش‌های اقتصادی و همچنین محیط زیست وارد شده است. بنزین مهم‌ترین فرآورده نفتی است که در داخل ایران مصرف می‌شود. این سوخت به دلیل کاربرد گسترده در شبکه حمل‌ونقل کشور، نقش بسیار مهمی در چرخه اقتصادی دارد و هرگونه تغییر و تحول در روند تولید و افت تأمین آن بر وضعیت اقتصادی کشور مؤثر است. بیشترین سهم مصرف بنزین در بخش حمل‌ونقل شهری و مربوط به خودروهای شخصی است. بنابراین بیشترین توجهات برای کاهش مصرف آن باید به سمت تغییر این فرهنگ حمل‌ونقل جلب شود که به مقدار زیادی به بهینه‌سازی مصرف سوخت و مدیریت بر منابع انرژی کمک خواهد کرد. حمل‌ونقل بر اساس دوچرخه الکتریکی بهترین پیشنهاد برای جایگزینی با خودروهای شخصی در سفرهای درون شهری است. کاربرد این دوچرخه‌ها وابستگی به منابع محدود سوخت‌های فسیلی را به مقدار بسیار زیادی کاهش می‌دهند. در این مقاله سعی شده تا ضمن آشنایی با دوچرخه‌های الکتریکی و معرفی ساختار آن‌ها، به طور ویژه با جایگزینی آن‌ها با خودروهای بنزین‌سوز در حمل‌ونقل‌های درون شهری به بررسی اثرات اقتصادی آن در کاهش مصرف بنزین پرداخته شود و بر این اساس سناریویی ارائه خواهد شد که نشان می‌دهد با این عمل در حمل‌ونقل‌های درون شهری، روزانه به طور متوسط ۷۲۳۸.۸ هزارلیتر بنزین صرفه‌جویی خواهد شد، که بدین طریق روزانه حدود ۲۸.۹۵۵ میلیارد ریال ذخیره‌سازی ریالی صورت می‌گیرد. اساس این سناریو، کاهش نرخ سفرهای درون شهری انجام شده با خودروهای سواری است که سازگار با توسعه پایدار است.

واژگان کلیدی: انرژی، بنزین، حمل و نقل درون شهری، دوچرخه الکتریکی، مدیریت مصرف سوخت، صرفه جویی

اقتصادی

مقدمه

در کشورهای در حال توسعه که فاقد منابع نفت داخلی هستند، منبع تامین فرآورده‌های نفتی واردات از خارج بوده و قیمت فرآورده‌ها نیز بر اساس قیمت‌های بین المللی تعیین می‌شود. در کشورهای تولیدکننده نفت که عرضه وسیع سوخت‌های نفتی توسط موسسات دولتی صورت می‌گیرد، معمولاً قیمت‌ها پایین‌تر از قیمت‌های جهانی است و به اصطلاح نوعی یارانه مصرف پرداخت می‌شود. در صورتی که قیمت‌های داخلی سوخت تا حدودی با قیمت‌های جهانی تناسب داشته باشد، معمولاً مشکلی پیش نمی‌آید و افزایش تدریجی مصرف قابل تحمل می‌شود. اما در صورتیکه قیمت‌های داخلی با قیمت‌های جهانی تناسب نداشته و یا در اثر تورم پولی در داخل قدرت خرید پول ملی کاهش یابد، به تدریج قیمت واقعی سوخت کم و کمتر جلوه می‌کند و رفتارهای اصراف گرایانه همچون وضعیت هم اکنون ایران رواج پیدا می‌کند که تداوم آن مشکل آفرین است [۱].

افزایش مصرف فرآورده‌های نفتی در ایران اگر چه ممکن است تا حدی به عنوان یک شاخص معنی‌دار پیشرفت اقتصادی قلمداد شود ولی در عین حال در مورد فرآورده‌هایی که عمدتاً جنبه مصرفی داشته و مشارکت مستقیم در تولید ناخالص داخلی ندارند، رشد بی‌رویه در مصرف آن‌ها مشکل آفرین بوده و هزینه‌های اقتصادی و مالی بزرگی بر دوش اقتصاد می‌گذارند [۲].

درفرآیند توسعه اقتصادی و گسترش شهرنشینی تقاضا برای بعضی از فرآورده‌های صنعتی به شدت افزایش می‌یابد. فرآورده‌های نفتی بطور عام و بنزین بطور خاص از کالاهایی هستند که در این فرآیند مورد توجه مصرف‌کنندگان در اقتصادهای در حال توسعه می‌باشند. بعضی از اقلام سوخت‌های نفتی مثل نفت گاز و نفت کوره تا حدود زیادی کاربرد صنعتی داشته و در جریان توسعه تولیدات و یا حمل‌ونقل و باربری مورد استفاده قرار می‌گیرند. ولی بنزین از جمله سوخت‌هایی است که تا حدود زیادی مورد مصرف شهرنشینان بوده و تقاضا برای آن با افزایش درآمد پولی شهروندان و رواج الگوهای مصرف رفاه گرایانه به شدت افزایش می‌یابد [۳].

مصرف بسیار بالای سوخت‌های فسیلی در بخش حمل‌ونقل ایران و توجه جهانی به مصرف بهینه انرژی و حفظ محیط زیست باعث شده که مطالعات و اقدامات متعددی در سال‌های اخیر برای بهبود شدت مصرف انرژی در کشور و یافتن جایگزینی برای فرآورده‌های نفتی انجام پذیرد که برخی از آن‌ها عبارتند از:

- تلاش جهت افزایش ظرفیت وسایل حمل‌ونقل عمومی داخل شهری.
- راه اندازی و گسترش مترو در تهران و همچنین برنامه‌ریزی و ساخت مسیرهای مترو در کلان شهرهای مشهد و اصفهان که باعث امکان استفاده از انرژی پاک برق در حمل‌ونقل درون شهری و کاهش مصرف انرژی می‌شود.
- طرح زوج و فرد پلاک‌های خودروها جهت کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در کلان شهرها.
- طرح سهمیه‌بندی بنزین با استفاده از کارت هوشمند سوخت و کاهش سهمیه مصرف کنندگان.
- حذف کارت سوخت خودروهای وارداتی.
- بهره برداری و افزایش جایگاه‌های CNG جهت استفاده از گاز طبیعی و گاز مایع توسط خودروهای دوگانه سوز.
- افزایش خدمات الکترونیکی جهت کاهش سفرهای داخل شهری.
- پیشگیری و مبارزه با خروج غیر قانونی بنزین از کشور.

همه موارد فوق تا حدودی موفق بوده‌اند اما هنوز نتوانسته‌اند جلوی رشد روز افزون واردات بنزین به کشور را بگیرند. به طوری که در سال ۱۳۸۸ علیرغم کاهش ۲.۵ درصدی در تولید نفت خام، میزان مصرف داخلی کشور در این سال ۱.۲ درصد افزایش داشته که این امر سبب کاهش ۷.۳ درصدی صادرات نفت ایران شده است. در صورت ادامه روند فعلی و بهینه نکردن مصرف داخلی کشور، ضمن کاهش درآمدهای ارزی کشور، تدریجاً ایران از یک صادرکننده نفت به یک واردکننده نفت تبدیل خواهد شد [۴].

با توجه به مباحث فوق‌الذکر اینگونه برداشت می‌شود که بیشترین سهم مصرف بنزین در بخش حمل‌ونقل شهری ایران

مربوط به خودروهای شخصی است. بنابراین بیشترین توجهات برای کاهش مصرف بنزین باید به سمت یافتن جایگزینی مناسب برای خودروهای موجود در حمل‌ونقل های کوتاه شهری جلب شود. دوچرخه های الکتریکی بهترین راه حل برای جایگزینی با خودروهای سواری بنزین‌سوز در حمل‌ونقل های شهری است. راندمان این دوچرخه‌ها چندین برابر موتورهای احتراق داخلی است و برخلاف آنکه موتورهای احتراق داخلی بنزین مصرف می‌کنند، آن‌ها از انرژی پاک الکتریکی استفاده می‌کنند. همچنین کاربرد این دوچرخه‌ها وابستگی به منابع محدود سوخت های فسیلی را کاهش می‌دهند.

در این مقاله ابتدا اهمیت فرآورده‌های نفتی و سهم مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل یادآوری شده و سپس برای کاهش مصرف انرژی بخش حمل‌ونقل کشور و بهینه کردن آن، جایگزینی دوچرخه های الکتریکی با خودروهای شخصی در بخشی از سفرهای داخل شهری مورد بحث و بررسی قرار گرفته است. در طول مقاله در راستای تحقق اهداف توسعه اقتصاد حمل و نقل پایدار شهری، توسعه ملی و همچنین صرفه جویی در مصرف بنزین، هدف ارزیابی منافع اقتصادی در بخش حمل و نقل درون شهری ایران در صورت جایگزینی دوچرخه‌های الکتریکی با خودروهای شخصی در حمل‌ونقل های درون شهری دنبال شده است و سعی شده به سوالات زیر که در این زمینه مطرح است پاسخ داده شود.

- یا دوچرخه‌های الکتریکی قابلیت کاهش تعداد سفرهای روزانه درون شهری صورت گرفته با خودروهای سواری و اصلاح الگوی مصرف بنزین را دارد؟

- یا جایگزین کردن خودروهای شخصی با دوچرخه های الکتریکی در سیستم حمل‌ونقل درون شهری، توسعه اقتصاد شهری را به همراه خواهد داشت؟

- یا سرمایه‌گذاری بر روی دوچرخه‌های الکتریکی توجیه اقتصادی دارد؟

روش تحقیق

روش پژوهش در این نوشته به صورت نظری و توصیفی و به شیوه مطالعه کتابخانه‌ای است که با استفاده از کتب و مقالات فارسی و انگلیسی و همچنین گزارش‌های سازمان‌های مربوطه، تدوین گشته است. بررسی منابع گزارشات و مقالات علمی در داخل کشور و همچنین بررسی مقالات و منابع خارجی، مهمترین روش بررسی برای دستیابی به اطلاعات و منابع مورد نیاز در این مقاله بوده است. طرح دوچرخه الکتریکی برای اولین بار در کشور، در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد و با هدف جایگزینی با وسایل نقلیه شخصی در حمل‌ونقل های درون شهری به منظور کاهش مصرف بنزین و کاهش آلاینده های زیست‌محیطی مربوط به بخش حمل‌ونقل مطرح شده است و بخش‌های موتور الکتریکی و کنترلر آن در دست طراحی و ساخت می‌باشد. برای ارزیابی طرح دوچرخه الکتریکی و امکان مقایسه آن با وسایل نقلیه شخصی از نظر مصرف سوخت، با استفاده از گزارشات ارائه شده در رابطه با میزان مصرف سوخت خودروهای شخصی، تعداد خودروها و میزان رشد تعداد سفرهای درون شهری انجام شده توسط آن‌ها، توسط سازمان‌های مربوط که در بخش مراجع معرفی شده‌اند، نمودارهای لازم رسم و مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. با توجه به اینکه تقریباً کل انرژی مصرفی بخش حمل‌ونقل ایران توسط سوخت‌های فسیلی تامین می‌شود، نمودارهای مربوط به آن به منظور تاکید بیشتر بر رواج الگوهای مصرفی اصراف گرایانه و مناسب نبودن بهره‌وری انرژی بخش حمل‌ونقل در ایران و لزوم تغییر در شیوه‌های حمل‌ونقل از طریق جایگزین کردن دوچرخه های الکتریکی با وسایل نقلیه بنزین‌سوز، که مصرف‌کننده انرژی پاک و تجدیدپذیر برق هستند، ارائه شده‌اند. در انتها با استفاده از آمارهای موجود و نمودارهای رسم شده، سناریویی ارائه شده که بر اساس کاهش تعداد سفرهای درون شهری صورت گرفته توسط خودروهای بنزین‌سوز و به دنبال آن کاهش مصرف سوخت استوار است. کاهش تعداد این سفرها از طریق جایگزین کردن دوچرخه‌های الکتریکی با خودروها صورت می‌گیرد که سازگار با اصول توسعه پایدار بوده و توسعه اقتصاد شهری را به همراه خواهد داشت.

دوچرخه الکتریکی

دوچرخه‌های الکتریکی دسته‌ای از وسایل نقلیه هستند که ظاهر آنها همچون دوچرخه‌های مرسوم است. این دوچرخه‌ها دارای یک موتور الکتریکی کمکی هستند که در چرخ جلو یا عقب دوچرخه به کار می‌رود. انرژی مورد نیاز برای حرکت موتور

الکتریکی توسط باتری لیتیومی یا اتمی کوچک قابل شارژ با برق شهر، تامین می‌شود. دوچرخه‌های الکتریکی بدون آلودگی زیست‌محیطی و صوتی می‌باشند و دارای امکانات استاندارد ترافیکی همچون کلاه ایمنی، سرعت سنج، راهنما، چراغ، بوق و امکاناتی همچون سبد مناسب جلو و عقب و جای مخصوص استراحت پاها غیر از رکاب‌ها دارند.

با استفاده از دوچرخه الکتریکی در سیستم حمل‌ونقل، دوچرخه‌سوار می‌تواند در حالت معمولی با رکاب‌زدن شبیه یک دوچرخه معمولی رانندگی نماید و در صورتی که خسته شود و یا نیاز به سیستم کمکی برای حرکت باشد، می‌تواند به سادگی با فشار یک دکمه سیستم الکتریکی و موتور مربوطه را وارد دور نماید و به راه خود ادامه دهد. در این دوچرخه‌ها، توسط نیروی موتور و با استفاده از دنده مناسب می‌توان همچون موتور سیکلت شتاب گرفت و همچنین می‌توان موتور را خاموش کرده و فقط با رکاب‌زنی سرعت را کنترل نمود.

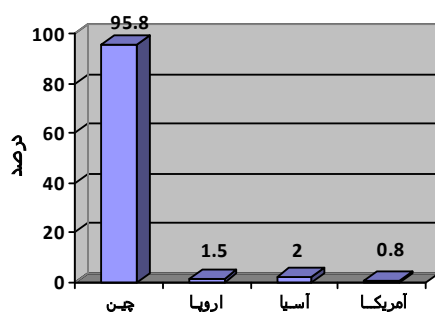
بازار دوچرخه های الکتریکی

در حال حاضر کشور چین بزرگترین تولید کننده انواع دوچرخه‌های الکتریکی در سطح جهان است. بازار فروش این دوچرخه‌ها در چین از چهار هزار دستگاه در سال ۱۹۹۸ به بیش از بیست و دو میلیون دستگاه در سال ۲۰۰۹ رسیده است. شکل (۱) رشد تولید این دوچرخه‌ها در چین را نشان می‌دهد [۵].

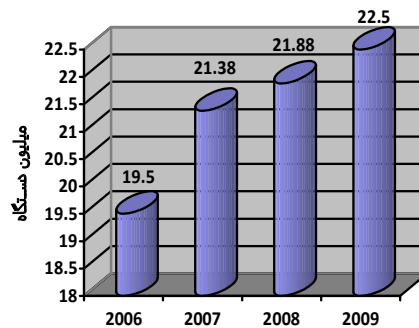
در اروپا کشورهای آلمان و هلند بزرگترین تولیدکنندگان این وسیله نقلیه هستند و در ژاپن دوچرخه الکتریکی توسط صنعت خودروسازی این کشور تولید می‌شود. دوچرخه‌های تولید شده در تایوان به اروپا صادر می‌شود. در ایالات متحده اکثر آن‌ها وارداتی بوده و دلیل آن بعضی از قوانین ایالتی و فدرال مخالف با استفاده از این نوع دوچرخه‌ها است. شکل (۲) سهم نقاط مختلف جهان در تولید دوچرخه‌های الکتریکی را نشان می‌دهد [۶ و ۷].

دوچرخه‌های الکتریکی ساخته شده در این کشورها بسته به نوع و قابلیت موتور الکتریکی آن‌ها، برای اهداف متنوعی به کار می‌روند، برای مثال می‌توان از آن‌ها به عنوان وسایل نقلیه پلیس، وسیله نقلیه در شهرهای پر ترافیک، دوچرخه‌های راهنما در مسابقات دوچرخه‌سواری، وسایل نقلیه جنگل‌بانان و تفریح استفاده کرد. در کشور ایالات متحده آمریکا از دوچرخه‌های الکتریکی معمولاً به عنوان وسایل نقلیه در مسافرت‌های کوتاه شهری یا تردد در نقاط پرتراфик شهرها که دارای مشکل پارکینگ و آلودگی هوا هستند، استفاده می‌شود [۸].

شکل ۲: سهم نقاط مختلف جهان در تولید دوچرخه‌های الکتریکی



شکل ۱: رشد تولید دوچرخه های الکتریکی در چین



معرفی ساختار الکتریکی دوچرخه‌های الکتریکی:

بخش‌های الکتریکی دوچرخه در شکل (۳) نشان داده شده است [۹]

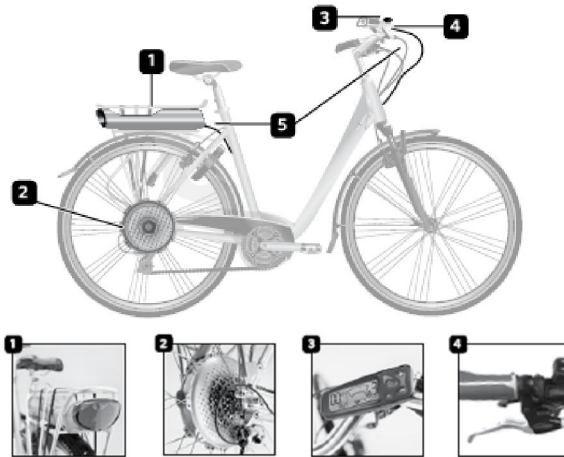
۱- باتری

۲- موتور جریان مستقیم بدون جاروبک که در هاب چرخ عقب قرار گرفته است.

۳- کنترلر که وظیفه کنترل همه متغیرهای دوچرخه نظیر سرعت، فاصله و سطح شارژ باتری و همچنین کنترل

- سنسورها و موتور BLDC را بر عهده دارد.
 ۴- ترمز که توان انتقالی به موتور را قطع می‌کند.
 ۵- سیم‌های رابط

شکل ۳: قسمت‌های الکترونیکی دوچرخه [۹]



باتری

باتری‌های قابل شارژ قلب دوچرخه‌های الکتریکی هستند. سه نوع باتری در انواع مختلف این دوچرخه‌ها استفاده می‌شود. بسته به کاربرد و وزن مصرف‌کننده و همچنین شرایط محیطی نوع باتری مورد استفاده نیز متفاوت است. این سه نوع باتری عبارتند از:

- Valve-regulated lead Acid (VRLA)
- Lithium-Ion (Li-ion)
- Nickel-Metal hydride (NiMH)

در جدول (۱) مقایسه‌ای بین انواع باتری‌ها صورت گرفته است.

جدول (۱). مقایسه انواع باتری کاربردی در دوچرخه‌های الکتریکی

فاکتورهای باتری	VRLA	NIMH	LI-ION
قیمت (دلار)	۱۳۰	۲۷۰	۵۰۰
جرم (Kg)	۲۶	۱۴	۸
طول عمر	۱.۵	۲	۴.۵
توان (KW)	۱۰	۴	۵
اثر درجه حرارت	۶.۲	-	۲.۹

موتور جریان مستقیم بدون جاروبک

مشخصات یک موتور جریان مستقیم بدون جاروبک معمول برای دوچرخه‌های الکتریکی در جدول (۲) و مشخصات باتری مورد استفاده جهت تغذیه این موتور در جدول (۳) آمده است [۱۰].

جدول (۲). مشخصات موتور دوچرخه های الکتریکی

نوع موتور	BLDC	نوع باتری	Lead Acid
قدرت نامی	200W	تعداد باتری	۲ عدد سری
سرعت	400rpm	ولتاژ	2*12v
تعداد قطب	32	آمپرساعت نامی	7Ah
ولتاژ	24v	ولتاژ اضطراری	25.8v

جدول (۳). مشخصات باتری تغذیه کننده موتور

شکل (۴) موتور مذکور را که در هاب چرخ عقب دوچرخه الکتریکی بکار رفته را نشان می دهد:

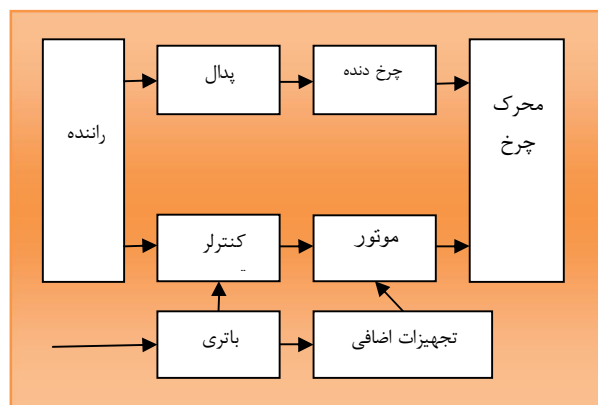
شکل ۴. موتور BLDC در هاب چرخ عقب دوچرخه [۱۰]



کنترلر

اساسی ترین قسمت در ساختار الکتریکی دوچرخه های الکتریکی بخش محرک و کنترلر آن است. این قسمت وظیفه کنترل توان الکتریکی از باتری به موتور الکتریکی، عملکرد صحیح سنسورهای مربوط به موتور الکتریکی و کنترل متغیرهای دوچرخه (سرعت، فاصله، سطح شارژ باتری) را بر عهده دارد. شکل (۵) سیستم محرک دوچرخه الکتریکی را نشان می دهد.

شکل ۵. سیستم محرک و کنترل کننده



حمل و نقل پایدار

حمل و نقل پایدار بخشی از پایداری جهانی است بطوریکه نیازهای کنونی اجتماعات بدون کاهش توان نسل‌های آینده برای رفع نیازهای کنونی را شامل می‌شود. یک سیستم حمل و نقل چنانچه دارای ویژگی‌های زیر باشد، پایدار تلقی می‌شود [۱۱].

- نیازهای دسترسی پایه‌ای افراد و جامعه را برای رسیدن به امنیت در یک روش مداوم با سلامت انسان و اکوسیستم و با توجه به یکسانی بین نسل‌ها فراهم کند.

- قابل استطاعت مالی باشد، با سودمندی عمل کند و از اقتصاد پویا حمایت کند.

- مصرف منابع تجدیدپذیر را در حد رسیدن به پایداری محدود کند، اجزاء را بازیافت کند و استفاده از زمین و تولید صدا را به حداقل برساند.

یکی از محورهای توسعه پایدار که در کشورهای توسعه یافته بسیار مورد توجه قرار گرفته، کاهش میزان وابستگی به وسایل نقلیه سواری شخصی در حمل و نقل‌های درون شهری و حرکت به سمت حمل و نقل عمومی همچون قطارهای شهری، اتوبوس، دوچرخه سواری و پیاده روی است. استفاده بیش از حد از خودروهای سواری شخصی در حمل و نقل‌های کوتاه شهری باعث افزایش مصرف سوخت و به دنبال آن افزایش هزینه های جاری خانوارها، افزایش ترافیک و آلودگی‌های زیست محیطی از قبیل آلودگی هوا، صوتی و غیره شده که همگی متضاد با اصول حمل و نقل پایدار شهری هستند.

الگوی مصرف انرژی و توسعه اقتصاد حمل و نقل پایدار شهری

توسعه حمل و نقل پایدار شهری مفهومی کلی برای بیان گونه ای از فرآیند توسعه است که در آن علاوه بر هماهنگی بین پیشرفت‌های شهری در ابعاد مختلف اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی و سیاسی، پیشرفت های هماهنگ با ظرفیت‌های محیط زیست شهر و بدون تأثیرات منفی بر آن تحقق می‌یابد. یکی از فرآیندهای مهم در توسعه اقتصاد شهری، مصرف منابع انرژی مختلف برای توسعه است. الگوی مصرف منابع سوخت فسیلی نقش تعیین کننده‌ای در توسعه اقتصاد شهری دارد. تعامل بین نحوه مصرف انرژی در شهر و توسعه پایدار شهری چنان حساس است که تغییر در آن مستلزم کنترل‌های بیشتری برای محافظت از موازنه و تعادل در ابعاد توسعه بخصوص حفظ محیط زیست شهر است [۱۲].

امروزه میلیون‌ها نفر در جهان به خودرو به عنوان عامل اصلی حمل و نقل وابسته‌اند. متأسفانه اکثر خودروها سوخت فسیلی و در راس آنها بنزین مصرف می‌کنند. با مصرف بنزین در موتورهای احتراق داخلی مونواکسیدکربن، اکسیدهای نیتروژن، هیدروکربن‌ها و دی‌اکسید کربن تولید می‌شود. این مواد سمی باعث آلودگی هوا، باران‌های اسیدی و تجمع گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر شده که باعث تخریب محیط زیست شهری و تحمیل هزینه‌های گزاف اقتصادی جهت مبارزه با آلاینده‌ها می‌شوند. گذشته از این بنزین یک منبع انرژی محدود است و وابستگی محض به آن متضاد با اهداف توسعه اقتصاد حمل و نقل پایدار است. جدول (۴) مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناشی از وابستگی به خودرو در حمل و نقل‌های درون شهری را نشان می‌دهد. این مشکلات خودروسازان را مجبور به ساختن خودروهایی کرده که مشکلات فوق الذکر را نداشته و همچنین دوست دار محیط زیست باشند. این خودروها از انرژی الکتریکی استفاده می‌کنند که نسبت به سوخت‌های فسیلی بسیار ارزانه‌تر است و با محیط زیست کاملاً سازگاری دارد [۱۱ و ۱۳].

جدول ۴: مشکلات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی ناشی از وابستگی به خودرو

اقتصادی	اجتماعی	زیست محیطی
هزینه های اضافی ناشی از آلودگی	کاهش کیفیت زندگی	تولید گازهای گلخانه در حجم بالا
هزینه های ساخت بی رویه جاده ها	کاهش ایمنی اجتماعی	آلودگی صوتی
از میان رفتن اراضی کارای کشاورزی	از میان رفتن حومه های دور افتاده	توسعه بی رویه شهری
وابستگی محض به نفت	مشکلات روحی	بیماری های قلبی، ریوی و سرطان

درک بهتر روابط بین الگوی مصرف انرژی و پایداری اقتصاد سیستم حمل و نقل شهری نیازمند تبیین دو مفهوم اساسی توسعه حمل و نقل پایدار شهری و الگوی مصرف است.

توسعه حمل و نقل پایدار شهری

توسعه حمل و نقل پایدار شهری مبتنی بر اصولی همچون توجه به استفاده از منابع تجدیدپذیر، انرژی الکتریکی و استفاده کمتر از انرژی‌های تجدیدناپذیر و آلوده‌کننده محیط‌زیست مانند سوخت‌های فسیلی، توجه به نسل‌های آینده، توجه به محیط زیست و کاهش آلودگی است. از آنجا که نیازهای انسان در هر دوره‌ای متناسب با شرایط معاصر آن نامحدود است و برای بهره‌برداری بیشتر از طبیعت تلاش می‌کند، بخشی از منابع تجدیدناپذیر با مصرف بالا به سرعت از بین می‌روند و منابع در دسترس آیندگان کاهش می‌یابد. از این رو توسعه پایدار بر ضرورت صرفه‌جویی در مصرف منابع تجدیدناپذیر با شعار مصرف بهینه تأکید می‌کند [۱۴].

محدودیت منابع طبیعی از یک طرف و افزایش نیازهای بشر از طرف دیگر منجر به حساسیت توسعه پایدار نسبت به الگوی مصرف شده و الگوی مصرف خاصی را ترویج می‌کند که در بهره‌برداری از منابع طبیعی به حفظ منابع و کاهش تخریب آنها توجه دارد. توسعه پایدار اهمیت زیادی به الگوی مصرف سازگار با محیط‌زیست و نقش آن در تحقق اصول توسعه پایدار می‌دهد. از این رو محققان الگوی مصرف پایدار را برای توسعه پایدار مطرح می‌کنند. مصرف پایدار تضمین‌کننده توسعه پایدار است. آنچه امروز منابع طبیعی را دچار مشکل می‌سازد مصرف بی‌رویه منابع است. بنابراین بهینه‌سازی مصرف منابع و توسعه فناوری‌های زیست محیطی برای کارآمدتر کردن فرآیند تولیدات صنعتی که از منابع طبیعی استفاده می‌کنند، مناسب‌ترین راه برای کاهش فشار بشر بر محیط زیست هستند. در جدول (۵) به چندین راهکار در زمینه‌های ساخت و سازهای شهری و برنامه‌ریزی شهری اشاره شده که اجرای آن‌ها باعث تغییر در الگوی مصرف سوخت‌های فسیلی در حمل و نقل‌های شهری می‌شود و در راستای دستیابی به توسعه اقتصاد حمل و نقل پایدار هستند.

جدول (۵): چندین راهکار جهت دستیابی به توسعه اقتصاد حمل و نقل پایدار شهری

زمینه ساخت و ساز شهری	عدم تمرکز فعالیت‌های اقتصادی در مرکز شهرها
زمینه طراحی و برنامه‌ریزی شهری	کاهش ساخت اتوبان‌های شهری
طراحی مسیره‌های دوچرخه رو	ایجاد مسیره‌های مستقل برای دوچرخه
طراحی پارکینگ‌های مخصوص برای دوچرخه	ایجاد مسیره‌های مستقل برای حمل و نقل عمومی
برنامه‌ریزی برای وسایل حمل و نقل عمومی برقی	
برنامه‌ریزی برای حمل و نقل عمومی با کمترین مصرف	

اصلاح الگوی مصرف

کاهش مصرف منابع فسیلی و بهبود الگوی مصرف مستلزم استفاده از روش‌هایی است که هم حافظ منابع باشد و هم انسان را در تأمین نیازهایش محدود نسازد. این رویکرد ظرافت‌هایی دارد که نیازمند دقت در الگوسازی، ترویج و فرهنگ‌سازی و برنامه‌ریزی بلندمدت برای دستیابی به اهداف است. استفاده از فناوری‌های جدید، جایگزین کردن منابع جدید انرژی، کاهش اجباری مصرف منابع و تهیه برنامه جامع توسعه پایدار از مهمترین روش‌های مقابله با مصرف بی‌رویه و تهدیدکننده منابع طبیعی در شهرهاست.

چشم‌انداز توسعه فناوری‌های جدید کاهش فشار بر منابع است. در توسعه پایدار از فناوری‌هایی طرفداری می‌شود که طرفدار محیط زیست هستند. روش‌های کاهش مصرف سوخت، استفاده از انرژی‌های پاک، کاهش مصرف انرژی به همراه افزایش راندمان از اهداف فناوری‌های جدید هستند [۱۵]. استفاده از دوچرخه‌های الکتریکی در سیستم حمل و نقل درون شهری، کمک بزرگی به کاهش فشار بر منابع سوخت فسیلی خواهد کرد.

اصلاحات اساسی در زمینه اصلاح الگوی مصرف منابع طبیعی نیازمند برنامه‌ریزی بلندمدت و تفهیم ارزش‌های آن در جامعه است. این اصلاحات به سرعت نتیجه نمی‌دهند و همانند دیگر اقدامات اصلاحی نیازمند فرهنگ‌سازی و تجهیز مراکز

مصرف به فناوری‌های جدید است. با توجه به نقش مردم در مصرف منابع، رویکرد بدون مشارکت آنها برای توسعه پایدار و حفظ منابع نتیجه بخش نیست. امروزه مصرف بالای سوخت در حمل‌ونقل‌های شهری عمدتاً نتیجه مصرف بالای شهروندان در این زمینه است. بنابراین تلاش برای اصلاح و بهینه کردن مصرف باید با همراهی و مشارکت فعال مردم انجام شود. چنانچه جامعه پذیرای الگوهای مصرف بهینه باشد، میزان مصرف منابع بدون ایجاد محدودیت برای تأمین نیازهای انسان کاهش می‌یابد. طرح دوچرخه‌های الکتریکی هم حافظ منابع است و هم انسان را در تأمین نیازهایش محدود نمی‌سازد. اما این رویکرد نیازمند دقت در الگوسازی، ترویج و فرهنگ سازی در بین مردم است که قطعاً این کار باید توسط دولت صورت گیرد. جدول (۶) معیارهای ناپایداری ایجاد شده در بخش حمل‌ونقل شهری به دلیل وابستگی به خودرو شخصی را از دیدگاه انرژی و محیط زیست نشان می‌دهد.

جدول ۶: معیارهای ناپایداری در بخش حمل و نقل شهری به دلیل وابستگی به خودرو شخصی

انرژی	زمینه طراحی و برنامه ریزی شهری
افزایش مصرف انرژی های فسیلی	آلودگی بیش از حد هوا
اتمام منابع انرژی فسیلی	گرم شدن زمین
صدمه زدن به نسل های آینده	از بین رفتن عناصر محیط طبیعی
کاهش امنیت انرژی در آینده و وابستگی	از بین رفتن خاک و تبدیل به جاده و پارکینگ

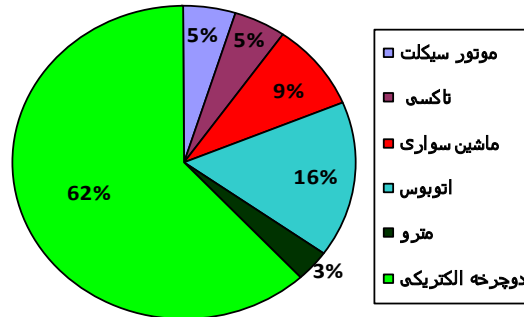
امروزه در مدیریت ترافیک و برنامه‌ریزی شهری در کشورهای توسعه یافته دوچرخه نقش مهمی دارد. در کشورهای پیشرفته دوچرخه‌های مرسوم جای خود را به دوچرخه‌های الکتریکی داده‌اند. این وسایل نقلیه الکتریکی نسبت به وسایل نقلیه دیگر ارزان‌تر هستند و نیازی به سوخت فسیلی ندارند. آلودگی صوتی و زیست‌محیطی ندارد. فضای کمی اشغال می‌کند و تعمیر و نگهداری آن آسان است و در صورتی که عمومیت یابد گامی در راه بهبود سلامت جامعه است. به علاوه اینکه طیف سنی وسیعی را شامل می‌شود و حوادث آن کم خطرتر است. هم‌اکنون در برخی شهرهای جهان سهم مهمی از جایگامی‌های درون شهری توسط این دوچرخه‌ها صورت می‌گیرد. این دوچرخه‌ها در راستای اهداف توسعه سیستم حمل و نقل پایدار و کاهش وابستگی به فرآورده‌های نفتی و حرکت به سمت رشد اقتصاد حمل و نقل پایدار شهری ساخته و مورد استفاده قرار گرفته‌اند.

تجربه کشور چین در زمینه حمل‌ونقل شهری براساس دوچرخه‌های الکتریکی به عنوان بزرگترین کشور تولیدکننده دوچرخه‌های الکتریکی در جهان، نشان دهنده تغییر الگو در مصرف سوخت‌های فسیلی و کاهش بنزین وارداتی به این کشور است. در سال ۲۰۰۷ کمپانی Mckinsey وابسته به جنبش حرکت به سمت چین سبز، در کشور چین پیش بینی کرد که تا سال ۲۰۳۰ حدود ۲۷۰ میلیون دستگاه وسیله نقلیه به خیابان‌های چین اضافه خواهد شد و چنانچه این حجم وسیع از وسایل نقلیه سوخت فسیلی مصرف کنند، چین مجبور به وارد کردن سالانه ۶.۲ میلیارد بشکه نفت خام از خارج خواهد بود در حالی که میزان مصرف نفت خام و فرآورده‌های نفتی در سال ۲۰۰۷ حدود ۲.۸ میلیارد بشکه نفت خام در سال بوده که نیمی از آن نیز وارد شده است [۱۶]. با این وجود دولت چین برای جلوگیری از بحران سوخت و مدیریت بر منابع سوختی داخل به فکر جایگزینی برای اتومبیل‌های مصرف کننده سوخت فسیلی افتاد و برای محقق شدن این امر وسایل نقلیه الکتریکی را انتخاب کرد. کشور چین با تجدید ساختار روش‌های قدیمی حمل‌ونقل و استفاده از تکنولوژی جدید وسایل نقلیه الکتریکی و در راس آنها دوچرخه الکتریکی توانسته به مقدار زیادی از وابستگی خود به نفت و سوخت فسیلی در حوزه حمل‌ونقل بکاهد و حجم واردات نفتی خود را به مقدار زیادی کاهش دهد. شکل (۶) درصد استفاده از وسایل نقلیه مختلف در شهر Shanghai چین در سال ۲۰۱۰ را نشان می‌دهد [۱۷].

پیاده سازی طرح دوچرخه های الکتریکی در کشور ایران با توجه به تجربه کشور چین در این مورد که جمعیتی بالغ بر ۱۵ برابر ایران دارد، قطعاً عملی خواهد بود و می‌تواند به مقدار بسیار زیادی از مصرف بی‌رویه بنزین و واردات آن به داخل

کشور بکاهد و به توسعه اقتصاد شهری و ملی کمک کند.

شکل 6. درصد استفاده از وسایل نقلیه مختلف در شهر Shanghai چین

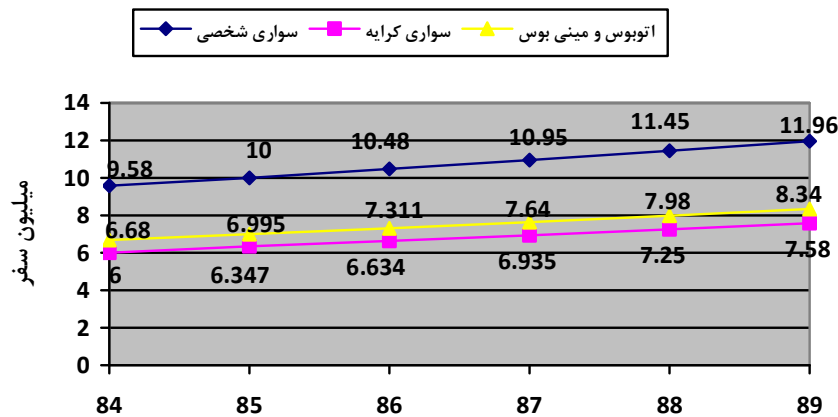


۴- بررسی سیستم حمل و نقل ایران

۱-۴ انواع وسایل نقلیه موجود در ناوگان حمل و نقل داخل شهری کلان شهرهای ایران

در شکل (7) تعداد سفرهای سالانه درون شهری در کلان شهرهای (تهران، کرج، تبریز، اصفهان، شیراز، مشهد، قم، اهواز) ایران به تفکیک نوع وسیله نقلیه از سال ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۹ برآورد شده است [۱۸].

شکل 7: تعداد سفرهای سالانه درون شهری در کلان شهرهای ایران به تفکیک نوع وسیله نقلیه



همانطور که در شکل (7) نشان داده شده، خودروهای سواری شخصی بالاترین حجم سفرهای درون شهری را در کشور داشته اند و در سال ۱۳۸۸ حدود ۴۳ درصد از این سفرها توسط آنها انجام گرفته است و پرداخت هنگفت یارانه به سوخت مورد نیاز این خودروها موجب کاهش قدرت مالی دولت برای سایر هزینه‌های اجتماعی، فرهنگی و عمرانی شده است [۱۸]. در سال‌های اخیر قیمت فرآورده های نفتی و مهمتر از همه بنزین رشد پیش بینی شده ای داشته ولی این افزایش قیمت با ملاحظه قیمت واقعی بسیار کند بوده است. با اینحال افزایش قیمت فرآورده های نفتی موجب رشد قیمت های حمل و نقل و تورم عمومی در سطح جامعه شده است که مهمترین علت این امر عبارت است از اینکه در کشور ایران، حمل و نقل شهری با

استفاده از وسایل حمل‌ونقل الکتریکی بسیار کم مورد استفاده قرار گرفته و سهم ناچیزی آن هم فقط در تهران در انجام سفرهای داخل شهری داشته و همچنین مصرف سوخت در حمل‌ونقل جاده‌ای نیز ناهنجار بوده است، در نتیجه بخش حمل‌و نقل کشور وابستگی شدیدی به مصرف فرآورده‌های نفتی داشته است. این موضوع در رفاه و توسعه ملی نقش تعیین کننده‌ای دارد.

به هر حال باید به نحو مطلوبی قیمت خدمات حمل‌ونقل ارزان نگاه داشته شود و برای این منظور باید وابستگی بخش حمل‌ونقل به مصرف فرآورده‌های نفتی و به خصوص بنزین کاهش یابد. البته ارزان نمودن خدمات حمل‌ونقل به معنی اعطای یارانه نیست زیرا اعطای یارانه باعث تحمیل هزینه‌های سنگین به اقتصاد ملی می‌شود بلکه باید با روشهای فنی و مدیریتی در سطوح مختلف هزینه واقعی حمل‌ونقل را کاهش داد که یکی از این روشها کاهش مصرف بنزین است.

در همین رابطه تغییر الگوی حمل‌ونقل شهری با استفاده از دوچرخه‌های الکتریکی می‌تواند به مقدار زیادی جوابگو باشد. استفاده از این دوچرخه‌ها در مناطق دارای ترافیک بالا، علاوه بر بهبود مصرف بنزین باعث حفظ محیط‌زیست، ایمنی و بهبود مصرف انرژی شده و به این ترتیب نقش موثری در رفاه عمومی، کمک به حمل‌ونقل روان، ایمن و ارزان دارد که در اقتصاد ملی بسیار موثر خواهد بود و سازگاری مطلوبی با اهداف توسعه پایدار خواهد داشت.

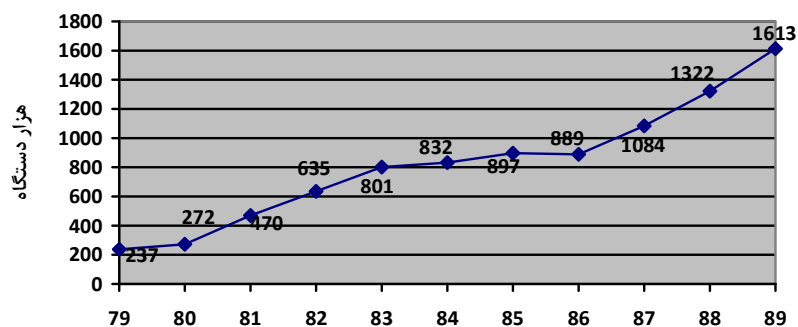
چندین سالی است (حدود یک دهه) که در ایران کارخانه‌های خودروسازی داخلی همراه با افزایش جمعیت شهری رونق گرفته اند و هر ساله بر رشد شماره گذاری خودروها در ناوگان حمل‌ونقل کشور افزوده می‌شود. در این راستا از آنچه در دهه گذشته غفلت شده افزایش تولید خودروهای پرمصرف بوده است، امری که باید به آن توسعه نیافتن متوازن شبکه حمل‌ونقل عمومی، وسایل نقلیه الکتریکی و بهره بردن از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات برای ساختن دولت الکترونیک به منظور کاهش سفرهای درون شهری را افزود.

۴-۲- روند شماره گذاری خودروهای سواری در ایران

به طور کلی افزایش جمعیت در بسیاری از شهرهای ایران و بدنبال آن وسعت شهرها، پیشرفت صنایع اتومبیل‌سازی و توسعه حمل‌ونقل از جمله عواملی است که باعث افزایش تعداد وسایل نقلیه شخصی شده است. رشد ناهماهنگ وسایل نقلیه شخصی باعث ایجاد تراکم در خیابان‌ها و افزایش زمان مسافرت، میزان آلودگی هوا و مصرف سوخت می‌گردد. درکلان شهرهای ایران، تعداد چشمگیری از ادارات و مراکز تجاری در منطقه مرکزی شهر متمرکز شده‌اند و بدین ترتیب بخش عمده ای از سفرهای صورت گرفته در روز جذب این منطقه می‌شود. جابجایی شهروندان با وسایل نقلیه شخصی مستلزم برخورداری خیابان‌ها از کثرت بسیار زیاد و نیز برخورداری از تسهیلات پارکینگ اتومبیل‌ها در محدوده مرکزی شهر می‌باشد که هم اکنون تأمین موارد فوق مشکلات بسیاری را به همراه دارد.

روند ماشینی‌شدن شهرهای ایران با تحلیل آمار تعداد خودرو شماره‌گذاری شده طی سال‌های ۱۳۷۹ الی ۱۳۸۹ بیانگر این واقعیت است که نرخ رشد وسایل نقلیه سواری شخصی هر ساله تقریباً با رشد ۲۲ درصد در حال افزایش است که خود نمایانگر افزایش ماشینی‌شدن شهرها و بالنتیجه افزایش مصرف سوخت در شهرها است. شکل (۸) تعداد خودرو سواری شماره گذاری شده در ایران طی سال‌های مذکور را نشان می‌دهد.

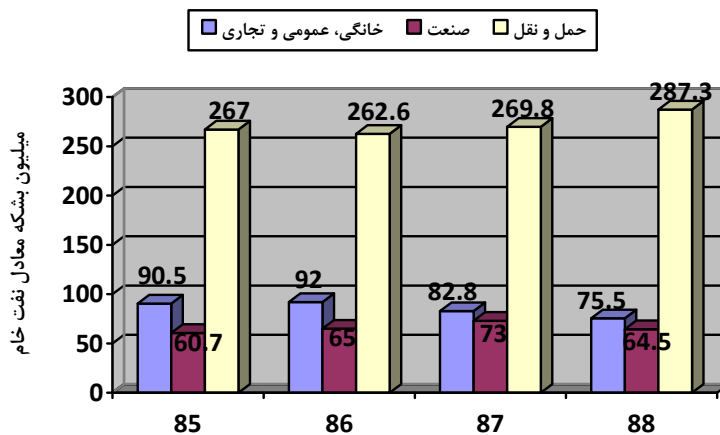
شکل ۸: تعداد خودرو سواری شماره گذاری شده در ایران طی سال های ۱۳۷۹ الی ۱۳۸۹



الگوی مصرف انرژی بخش حمل و نقل ایران

میزان مصرف انرژی در سیستم حمل و نقل ایران ۲۸۷.۳ میلیون بشکه معادل نفت خام از کل مصرف نهایی انرژی ۱۱۳۶.۱۹ میلیون بشکه معادل نفت خام در سال ۱۳۸۸ بوده، یعنی بخش حمل و نقل حدود ۲۵ درصد از کل انرژی کشور را مصرف کرده است. (شکل ۹) میزان مصرف فرآورده های نفتی توسط بخش های خانگی، عمومی و تجاری، صنعت و حمل و نقل را طی سال های ۱۳۸۵ الی ۱۳۸۸ نشان می دهد [۴].

شکل ۹: میزان مصرف فرآورده های نفتی توسط بخش های خانگی، عمومی و تجاری، صنعت و حمل و نقل



با توجه به شکل (۹) مشاهده می شود که مصرف انرژی بخش حمل و نقل چندین برابر بخش صنعت که مولد ثروت است، می باشد و این نشان دهنده این است که اساساً الگوی حمل و نقل کشور در کلیه بخش های مصرف کننده از الگوی مناسبی برخوردار نبوده و اصلاح الگوی مصرف انرژی در کلیه بخش ها ضرورتی انکار ناپذیر است. به منظور اصلاح این الگو در بخش حمل و نقل، لازم است تا عوامل تأثیرگذار بر مصرف، مانند ساختار ناوگان حمل و نقل شخصی و عمومی و میزان ارتقای فناوری مصرف سوخت آن ها، میزان استقبال مردم در استفاده از وسایل نقلیه عمومی و ترکیب سبد سوخت متنوع گردد و کلیه

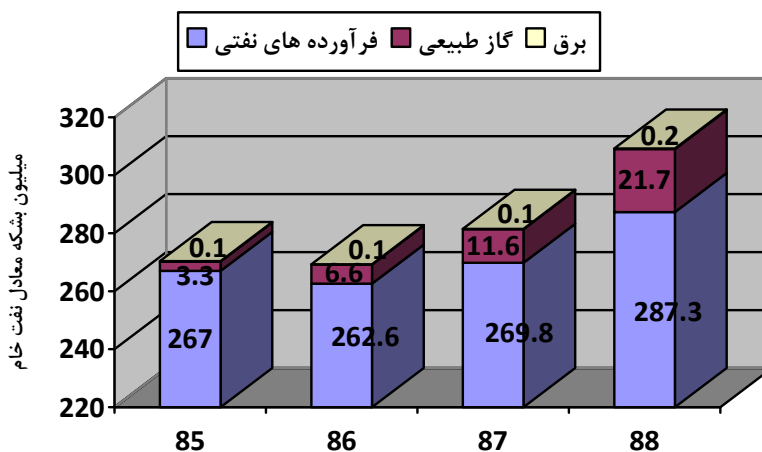
راهکارها از جمله اصلاح زیر ساخت‌های حمل‌ونقل، ارتقای صنعت خودروسازی، کاهش سفرهای غیر ضروری شهری صورت گرفته از طریق خودرو با استفاده از دوچرخه و اصلاح ساختارها و قوانین در این زمینه، پس از شناسایی و ارزیابی دقیق به مرحله اجرا درآید.

در ایران مهم‌ترین فرآورده نفتی که در داخل کشور مصرف می‌شود، بنزین است. این سوخت به دلیل کاربرد گسترده در شبکه حمل‌ونقل کشور، نقش بسیار مهمی در چرخه اقتصادی ایران دارد و هرگونه تغییر و تحول در وضعیت تولید و افت تأمین آن بر وضعیت اقتصادی ایران بسیار مؤثر است. بر اساس اطلاعات موجود، بیشترین سهم مصرف فرآورده‌های نفتی در سال ۱۳۸۸، مربوط به بنزین با مجموع ۲۶.۴ درصد بوده است. این موضوع با توجه به اینکه سهم بخش حمل‌ونقل از مصرف فرآورده‌های نفتی در سال ۱۳۸۸ حدود ۵۳.۳۶ درصد (بیشترین سهم) بوده [۴]، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است و به دنبال آن کشور ناگزیر به واردات این دو محصول با ارزش می‌باشد و به این دلیل حجم عظیمی ارز و اعتبارات از کشور خارج می‌شود. بنابراین بیشترین توجهات برای کاهش مصرف بنزین در کشور باید به سمت کاهش خودروهای بنزین سوز موجود در حمل و نقل های داخل شهری باشد.

۴-۳-۱- حامل‌های تامین کننده انرژی بخش حمل‌ونقل ایران

سهم حامل‌های مختلف انرژی در تأمین انرژی بخش حمل‌ونقل ایران در سال ۱۳۸۸ بصورتی است که فرآورده‌های نفتی دارای سهم ۹۲.۹۳٪، گاز طبیعی ۷.۰۲٪ و برق ۰.۰۵٪ بوده اند [۴]. افزایش جمعیت و تراکم در شهرهای بزرگ و همچنین آلودگی وسیع هوای شهرها به واسطه مصرف سوخت‌های فسیلی، استفاده از برق برای جابجایی مسافر در شهرها را امری اجتناب ناپذیر کرده است. در حال حاضر تنها در شهر تهران از برق به عنوان نیروی محرکه در بخش حمل و نقل استفاده می‌شود و در شهرهای مشهد، اصفهان، شیراز و تبریز پروژه‌های راه آهن شهری در حال اجرا می‌باشد. شکل (۱۰) میزان مصرف حامل‌های مختلف تامین کننده انرژی مورد نیاز بخش حمل‌ونقل را نشان می‌دهد.

شکل ۱۰: حامل‌های مختلف تامین کننده انرژی مورد نیاز بخش حمل‌ونقل ایران



همانطور که از روی شکل (۱۰) مشاهده می‌شود هم اکنون فرآورده‌های نفتی بالاترین سهم را در تأمین انرژی بخش حمل و نقل کشور دارند. چنانچه مصرف سوخت در کشور همچنان افزایش یابد و خدمات حمل و نقل ارزانتر جایگزین آن نشود، قیمت تولیدات داخلی افزایش روزافزون خواهد داشت و دسترسی به بازار وسیعتری برای تولید کننده و مصرف کننده میسر نخواهد بود که این امر لطمه سنگینی به اقتصاد ایران خواهد زد.

با توجه به اینکه در کشور افزایش تقاضای سفر داخل شهری به تبع رفاه اجتماعی و توسعه اقتصادی اجتناب ناپذیر است، پیشنهاد می‌شود برای بهبود مصرف انرژی در سیستم حمل‌ونقل در مسیرهای دارای ترافیک بالای شهری از دوچرخه های الکتریکی به جای وسایل نقلیه بنزین سوز استفاده شود که علاوه بر بهبود مصرف فرآورده‌های نفتی باعث حفظ محیط زیست، ایمنی و کاهش استهلاک شده و به این ترتیب نقش موثری در رفاه عمومی و کمک به حمل‌ونقل روان، ایمن و ارزان دارد. استفاده از دوچرخه‌های الکتریکی در سیستم حمل‌ونقل درون شهری به مقدار بسیار زیادی باعث کاهش تقاضای مسافرت با وسایل نقلیه شخصی بنزین سوز و در نتیجه کاهش مصرف بنزین در کشور خواهد شد و بنابراین موجب ارتقاء بخش انرژی و حمل‌ونقل شده و بر اقتصاد ملی موثر می‌باشد و سازگاری مطلوبی با اهداف توسعه پایدار دارد. طرح دوچرخه های الکتریکی در دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد در دست بررسی، امکان‌سنجی، طراحی و ساخت می‌باشد و چنانچه از طرف دولت مورد حمایت قرار گیرد می‌تواند جایگزین خوبی برای وسایل نقلیه بنزین سوز در حمل‌ونقل‌های شهری باشد و از بحران سوختی کشور در آینده جلوگیری نماید.

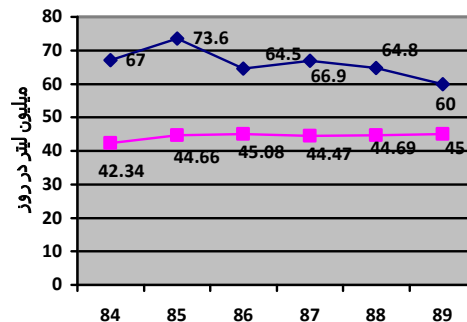
روند تولید و مصرف بنزین در ایران

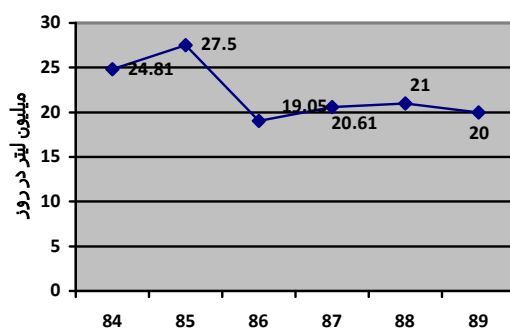
مصرف بنزین در ایران از سال‌های دهه ۱۳۳۰ و هم‌زمان با آغاز کار صنایع خودروسازی داخلی پیوسته رو به رشد بوده و حجم مصرف در سال‌های اخیر به صورت بی‌رویه‌ای بالا رفته است به طوری‌که ظرفیت پالایشگاه‌های داخلی قادر به تامین تقاضای این فرآورده نفتی نبوده و همه ساله مقادیر قابل توجهی ارز صرف واردات آن می‌شود. بنزین به عنوان رایج‌ترین سوخت وسایل نقلیه، سهم عمده‌ای از مصرف فرآورده‌های نفتی کشور را تشکیل می‌دهد. مصرف این فرآورده طی سه دهه گذشته بطور کلی سیر صعودی داشته و مقدار متوسط سالانه از حدود ۱۰۷۰ میلیون لیتر در دهه ۱۳۴۰ به حدود سالانه ۱۱۰۰۰ میلیون لیتر در دهه ۱۳۷۰ بالغ گردیده است [۱۹] و در سال ۱۳۸۸ به حدود سالانه ۲۳۶۱۹ میلیون لیتر رسیده است [۴]. هم‌زمان با افزایش مصرف بنزین در کشور، در زمینه تولید فرآورده‌های نفتی گام‌های مهمی برداشته شده و با بهره برداری از پالایشگاه‌های اراک در سال ۱۳۷۲ و بندرعباس در سال ۱۳۷۶ ظرفیت تولید فرآورده‌های نفتی کشور از روزانه ۱۸ میلیون لیتر به روزانه بیش از ۴۰ میلیون لیتر رسیده است [۲۰].

در سال ۱۳۶۸ میانگین مصرف روزانه بنزین به ۲۰ میلیون لیتر و در سال ۱۳۷۶ به روزانه بیش از ۳۵ میلیون لیتر رسیده است و هم‌اکنون روزانه به طور متوسط ۶۰ میلیون لیتر بنزین در کشور مصرف می‌شود [۱۸ و ۲۱]. شکل (۱۱) میزان متوسط تولید و مصرف بنزین و شکل (۱۲) میزان واردات آن را در روز طی سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۸۹ نشان می‌دهد [۴].

شکل ۱۱: متوسط مصرف بنزین در روز طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۹ شکل ۱۲: میزان بنزین وارداتی در روز طی سال

های ۱۳۸۴ الی ۱۳۸۹





شکل‌های (۱۱) و (۱۲) نشان می‌دهند که حدود یک سوم بنزین مصرفی کشور از طریق واردات تأمین شده است. یکی از دلایل این افزایش مصرف بنزین، افزایش حدود ۱۰ درصدی تولید و واردات خودروهای بنزین سوز در کشور طی سال‌های ۱۳۸۷-۸۸ می‌باشد و در صورت ادامه روند کنونی مصرف بنزین، همچنان شاهد واردات روزافزون این حامل انرژی در کشور خواهیم بود. برای کنترل این روند نامطلوب، اجرای سیاست‌های قیمتی و اعمال محدودیت در مصرف بر اساس مصوبه مجلس در قالب قانون بودجه ۱۳۸۶ برای کاهش فشار بر بودجه و منابع درآمد عمومی و کنترل مصرف سوخت از ۶ تیر ماه ۱۳۸۶، تصمیم به توزیع بنزین با استفاده از کارت هوشمند سوخت گرفته شد. این در حالی بود که متوسط مصرف بنزین در بهار سال ۱۳۸۶ به رکورد تاریخی روزانه ۷۸ میلیون لیتر رسیده بود. طبق آمار و اطلاعات موجود و با اجرای سهمیه‌بندی بنزین از سال ۱۳۸۶ تا پایان سال ۱۳۸۸ به ترتیب به طور متوسط روزانه ۲۰، ۲۲ و ۳۴ میلیون لیتر و در مجموع بیش از ۲۷ میلیارد لیتر در مصرف بنزین صرفه‌جویی به عمل آمده است. در صورتی که اگر سهمیه‌بندی اجراء نمی‌شد متوسط مصرف روزانه بنزین در سال ۱۳۸۸ به بیش از ۹۸ میلیون لیتر می‌رسد و پیش بینی می‌شد که در سال جاری به حدود ۱۲۰ میلیون لیتر در روز نیز افزایش یابد.

در سال ۱۳۸۸، مصرف بنزین نسبت به سال قبل از آن، ۳.۶ درصد کاهش داشته است. این میزان کاهش ناشی از اعمال طرح سهمیه بندی بنزین و کاهش سهمیه خودروهای سواری و همچنین استفاده از کارت هوشمند سوخت، بهره‌برداری از جایگاه‌های CNG استفاده از گاز طبیعی و گاز مایع توسط خودروهای دوگانه سوز، کنترل و مدیریت مصرف بهینه توسط مردم، پیشگیری و مبارزه با خروج غیر قانونی بنزین از کشور بوده است [۲۰].

مصرف گاز طبیعی و گاز مایع در بخش حمل و نقل در سال ۱۳۸۸ به ترتیب با افزایش ۱.۹ و ۲.۹ برابری نسبت به سال گذشته جایگزین مصرف بنزین موتور گردید. اما علیرغم این جایگزینی در بخش حمل‌ونقل، حدود ۱۰ درصد تعداد خودروهای بنزین سوز تولید داخل و وارداتی افزایش یافته که این امر موجب افزایش واردات این حامل انرژی گردید. بنابراین همانطور که در مباحث قبلی نیز ذکر شد، از آنجائیکه وسایل نقلیه بنزین سوز تقریباً مصرف کننده تمام بنزین عرضه شده در کشور به شمار می‌روند، تعداد این وسایل نقلیه و تعداد سفرهای که توسط آن‌ها صورت می‌گیرد عامل تعیین کننده‌ای در مصرف بنزین می‌باشند.

با رشد چشمگیر صنعت خوروسازی در کشور طی سالیان اخیر، پیش بینی می‌شود، تا سال ۱۴۰۳ تعداد خودروهای کشور از حدود ۱۱ میلیون دستگاه فعلی به حدود ۲۳ میلیون دستگاه افزایش یابد. بنظر می‌رسد با توجه به هزینه‌های بسیار سنگین تهیه و عرضه بنزین به عنوان مهمترین سوخت کشور و یارانه‌های چند میلیارد دلاری دولت در این بخش و روند رشد فوق العاده سریع آن، و مباحث زیست‌محیطی به خصوص در کلان شهرها، جهت گیری به سمت استفاده از وسایل حمل و نقل الکتریکی مناسب باشد. پیش بینی‌ها حاکی از آن است که شکاف تولید و مصرف بنزین رو به افزایش بوده و واردات بیشتر بنزین برای تأمین کمبود و یا افزایش ظرفیت پالایش داخلی را اقتضاء دارد. که هر کدام از این دو گزینه مستلزم هزینه‌های مالی و اقتصادی قابل ملاحظه‌ای برای اقتصاد کشور است.

در سال ۱۳۸۶ تعداد کل خانوارهای ایرانی ۱۸۱۱۶۰۰۰ نفر بوده اند و تعداد وسایل نقلیه متعلق سبک (وانت و سواری) به این خانوارها به تفکیک نوع سوخت در جدول (۷) آمده است [۱۸].

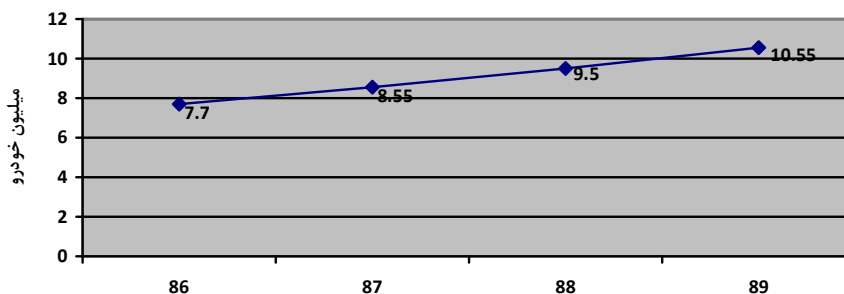
جدول ۷. تعداد وسایل نقلیه سبک به تفکیک نوع سوخت در سال ۱۳۸۶

نوع وسیله نقلیه	تعداد وسیله نقلیه
LPG سوز	49001
CNG سوز (تبدیل کارگاهی)	337962
CNG سوز (کارخانه ای)	594398
بنزین سوز	7700551
نفت گاز سوز	773216

در این سال وسایل نقلیه بنزین سوز رشد سالانه در حدود ۱۱.۱۴ درصد داشته‌اند و اگر این رشد سالیانه تا پایان سال ۱۳۸۹ حفظ شده باشد که قطعاً در مدت این سه سال رشد خودروهای بنزین سوز در خیابان‌های ایران بیشتر بوده، تعداد کل آنها در ناوگان حمل‌ونقل کشور تا پایان سال ۱۳۸۹ در شکل (۴) برآورد شده است.

با وجود رشد روز افزون در تعداد وسایل نقلیه بنزین سوز در خیابان‌های ایران و افزایش تقاضای بنزین بیشتر توسط آن‌ها، چنانچه در سال‌های آینده بخشی از سفرهای داخل شهری صورت گرفته توسط خودروها با وسایل نقلیه مصرف‌کننده انرژی پایدار همچون انرژی الکتریکی، جایگزین نشود، مقدار واردات بنزین مرتباً افزایش یافته و هزینه ارزی عمده‌ای به وجود خواهد آورد. از طرف دیگر در صورتیکه پالایشگاه‌های داخلی بخواهند برای پالایش و تولید بنزین بیشتر به منظور کمبود عرضه داخلی اقدام نمایند، هزینه‌های سرمایه‌ای قابل ملاحظه‌ای ضرورت خواهد داشت که در شرایط قیمت‌های نازل برای فرآورده‌های نفتی (از جمله بنزین) این سرمایه‌گذاری‌ها توجیه اقتصادی و مالی قابل قبولی نداشته و با اهداف خود کفایتی اقتصادی و سودآوری طرح‌های تولید در بخش انرژی سازگاری نخواهد داشت. در عین حال مسئله مهم و قابل توجه دیگری که شاید اهمیت آن بیش از مسائل اقتصادی محض می‌باشد، مشکلات زیست محیطی ناشی از رشد بی‌رویه در مصرف سوخت‌های فسیلی به ویژه در شهرها است که آلودگی هوای شهرهای کشور تا حدود زیادی معلول آن بوده و به نوبه خود تجدید نظر اساسی در برنامه تولید و مصرف این گونه سوخت‌ها را اقتضاء دارد.

شکل ۴: برآورد تعداد کل خودرو بنزین سوز سبک (وانت و سواری) در ناوگان حمل و نقل کشور تا پایان سال ۱۳۸۹



در این قسمت سناریویی تعریف شده است که براساس آن با جایگزین کردن بخشی از خودروهای شخصی با دوچرخه‌های الکتریکی در حمل و نقل‌های داخل شهری می‌توان به میزان بسیار زیادی از مصرف بنزین و اثرات نامطلوب جانبی آن

نقش دوچرخه های الکتریکی در کاهش وابستگی به بنزین

به دلیل عدم توسعه حمل و نقل عمومی در کشور، خودروهای سواری بنزینی شخصی عمده ترین مصرف کنندگان انرژی در بخش حمل و نقل شهری می باشند، به طوریکه سهم خودروهای سواری شخصی از مصرف کل بنزین طی سه دهه گذشته بطور متوسط در حدود ۶۸ درصد، سهم تاکسی های بنزین سوز حدود ۲ درصد و سهم سایر وسایل نقلیه بنزین سوز حدود ۳۰ درصد بوده است [۱۸]. با این وجود دوچرخه های الکتریکی بهترین راه حل برای جایگزینی با بخشی از ماشین های بنزین سوز و کاهش سفرهای درون شهری انجام شده توسط آنها در ناوگان حمل و نقل شهری است. در این قسمت سناریویی تعریف شده است که براساس آن می توان با جایگزین کردن بخشی از خودروهای شخصی با دوچرخه های الکتریکی در حمل و نقل های داخل شهری به میزان بسیار زیادی از مصرف بنزین و اثرات نامطلوب جانبی آن در اقتصاد کشور کاست.

سناریو

اساس این سناریو اصلاح الگوی مصرف بنزین به روش کاهش سفرهای داخل شهری خانوارها با خودروهای سواری شخصی بنزین سوز و در نتیجه کاهش مصرف بنزین روزانه از طریق جایگزینی خودروها با دوچرخه های الکتریکی در بخشی از سفرهای داخل شهری است. بر این اساس ابتدا آمار لازم جهت نوشتن سناریو برآورد می شود و در نهایت میزان بنزین صرفه جویی شده در این روش به همراه توجیه اقتصادی آن مورد بحث قرار می گیرد.

- بر اساس آمار موجود در [۱۸] تعداد کل خانوارهای ایرانی در سال ۱۳۸۶ برابر ۱۸۱۱۶ هزار نفر بوده اند که نسبت به سال های قبل دارای رشد ۳.۵۱ درصدی بوده است. چنانچه این رشد تا پایان سال ۱۳۸۹ حفظ شده باشد تعداد کل خانوارهای ایرانی در این سال حدود ۲۰۰۹۱ هزار نفر برآورد می شود.
- بر اساس آمار موجود در [۱۸] متوسط تعداد خودروهای سواری شخصی به ازای هر خانوار در سال ۱۳۸۶ برابر با ۰.۳۷۶۳ دستگاه بوده است که با رشد ۷.۴۱ درصدی تا پایان سال ۱۳۸۹ تعداد آنها به ازای هر خانوار حدود ۰.۴۶۱۹ دستگاه برآورد می شود. تعداد کل خودرو سواری شخصی در این سال از رابطه (۱) محاسبه شده است.

$$(۱) \quad (\text{هزار دستگاه}) \quad = 0.4619 * 20091 = 9280 \quad \text{تعداد کل خودرو سواری شخصی}$$

بر اساس جدول (۷) تعداد کل وسایل نقلیه سبک (وانت و سواری) مربوط به ناوگان حمل و نقل کشور ۸۶۸۲ هزار دستگاه در سال ۱۳۸۶ بوده که متوسط رشد سالیانه ای به اندازه ۱۱.۱۴ درصد داشته است. با حفظ همین رشد تا پایان سال ۱۳۸۹، تعداد کل خودرو در این سال برابر با ۱۱۹۱۸ هزار دستگاه برآورد می شود. با این وجود بین این تعداد خودرو و تعداد کل خودرو سواری شخصی بدست آمده در رابطه (۱) تعداد ۲۶۳۸ هزار خودرو فاصله وجود دارد. در واقع ۲۶۳۸ هزار خودرو برابر خودروهای وانت و خودروهای با سوخت گاز طبیعی هستند. بنابراین تعداد خودرو بدست آمده از رابطه (۱) همگی بنزین سوز خواهند بود.

بر اساس آمار موجود در [۱۸] متوسط سفرهای روزانه درون شهری با وسایل نقلیه سبک در سال ۱۳۸۶ حدود ۴۰۰۵۳ هزار سفر بوده و دارای رشد میانگین سالیانه ۴.۷ درصدی بوده است. با حفظ همین رشد تا پایان سال ۱۳۸۹ تعداد این سفرها ۴۵۹۷۰ هزار سفر برآورد می شود. این تعداد سفر برآورد شده، مربوط به کل خودروهای سبک ناوگان می باشد در حالیکه در این سناریو نیاز به تعداد سفرهایی داریم که توسط خودروهای سواری شخصی بنزین سوز انجام شده باشد. برآورد مربوط به این سفرها در رابطه (۲) انجام شده است.

$$(۲) \text{ (هزارسفر)} = 35795 / 11918 = (9280 * 45970) = \text{متوسط سفرهای شهری با خودروهای سواری بنزین سوز}$$

در رابطه (۲) با توجه به اینکه ۴۵۹۷۰ هزار سفر توسط ۱۱۹۱۸ هزار دستگاه خودرو انجام می‌شود، با یک تناسب ساده تعداد سفر روزانه انجام شده توسط ۹۲۸۰ هزار دستگاه خودرو سواری بنزین سوز محاسبه شده است. برای محاسبه متوسط روزانه سفرهای هر خانوار با خودروهای سواری شخصی بنزین سوز، ابتدا تعداد سفر روزانه انجام گرفته توسط هر خودرو محاسبه می‌شود (رابطه (۳)) و سپس در متوسط تعداد خودروهای سواری شخصی به ازای هر خانوار ضرب می‌شود (رابطه (۴)). با استفاده از عدد بدست آمده در رابطه (۵) عمل جایگزینی خودروها با دوچرخه‌های الکتریکی در بخشی از سفرهای درون شهری خانوارها صورت می‌گیرد.

$$(۳) \text{ (سفر)} = 35795 / 9280 = 3.857 = \text{تعداد سفر روزانه انجام شده توسط هر خودرو بنزین سوز}$$

$$\text{(خودرو-)} = 3.857 * 0.4619 = 1.78 = \text{متوسط روزانه سفرهای خودروهای سواری بنزین سوز برای هر خانوار}$$

(۴) سفر

چنانچه از ۱.۷۸ سفر انجام گرفته توسط هر خانوار با خودرو شخصی، در ۰.۷۸ سفرها دوچرخه‌های الکتریکی را جایگزین خودروها کنیم، با توجه به مصرف بنزین در هر سفر (رابطه (۵)) میزان صرفه‌جویی در مصرف بنزین از رابطه (۶) بدست خواهد آمد.

- براساس آمار موجود در شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران [۲۱] و با توجه به شکل (۳)، میانگین مصرف روزانه بنزین ایران در سال ۱۳۸۹ حدود ۶۰ میلیون لیتر بوده است که خودروها و موتور سیکلت‌ها مصرف می‌کنند. همانطور که گفته شد سهم خودروهای سواری شخصی از مصرف کل بنزین طی سه دهه گذشته بطور متوسط در حدود ۶۸ درصد بوده است. بر این اساس خودروهای سواری شخصی به طور میانگین روزانه ۴۰.۸ میلیون لیتر بنزین مصرف می‌کنند.

$$(۵) \text{ (لیتر- سفر)} = 40.8 / 35.795 = 1.14 = \text{میزان مصرف بنزین به ازای هر سفر}$$

$$(۶) \text{ (هزارلیتر در روز)} = 0.78 * 9280 = 7238.8 = \text{میزان صرفه‌جویی در مصرف بنزین}$$

۲-۶- توجیه اقتصادی

اگر قیمت اسمی هر لیتر بنزین در سال ۱۳۸۹ را ۴۰۰۰ ریال در نظر بگیریم با صرفه‌جویی در این حجم زیاد از بنزین، روزانه حدود ۲۸.۹۵۵ میلیارد ریال ذخیره‌سازی ریالی صورت می‌گیرد که سالانه چیزی حدود ۱۰۵۶۸.۵۷۵ میلیارد ریال می‌شود.

بر اساس آمار موجود در [۱۸] میزان مصرف بنزین خودروهای داخلی تقریباً ۱۰ لیتر در هر صد کیلومتر مسافت طی شده است. با توجه به اینکه در سناریو در هر سفر ۱۱.۴ لیتر بنزین مصرف می‌شود می‌توان نتیجه گرفت که در هر سفر ۱۱.۴ کیلومتر پیموده شده است.

دوچرخه‌های الکتریکی به طور معمول در هر ۱۰۰ کیلومتر به ۰.۹-۱.۳ کیلووات ساعت انرژی الکتریکی نیاز دارند. بنابراین در هر سفر که به طور میانگین ۱۱.۴ کیلومتر پیموده می‌شود، حدود ۰.۱۴۸ کیلووات ساعت انرژی الکتریکی نیاز دارند و در نتیجه مقدار انرژی الکتریکی که دوچرخه‌ها روزانه نیاز خواهند داشت از رابطه (۷) بدست می‌آید.

$$(۷) \text{ (مگاوات ساعت)} = 0.148 * 9280 = 1373.44 = \text{انرژی الکتریکی مصرفی}$$

بر اساس آمار موجود در [۲۲]، چنانچه قیمت تمام شده برق تولیدی کشور (بدون تعرفه) به ازای هر کیلووات ساعت به

طور میانگین ۱۰۰۰ ریال باشد، هزینه انرژی الکتریکی مورد نیاز برای دوچرخه‌های الکتریکی، روزانه برابر ۱.۳۷ میلیارد ریال خواهد بود. حال آنکه هزینه صرف شده برای تامین سوخت بنزین خودروها جهت طی کردن مسافت برابر با دوچرخه‌های الکتریکی، ۲۸.۹۵۵ میلیارد ریال است، در نتیجه روزانه ۲۷.۵۸۵ میلیارد ریال با جایگزین کردن دوچرخه‌های الکتریکی در سفرهای درون شهری، در مصرف انرژی صرفه‌جویی اقتصادی خواهد شد که از آن می‌توان جهت ساختن نیروگاه‌های جدید و تامین زیر ساخت‌های لازم جهت تولید دوچرخه‌های الکتریکی، مسیرهای مخصوص آن‌ها و هزینه‌های مربوط به مکان‌های عمومی در شهر جهت شارژ باتری آن‌ها استفاده کرد.

۷- نتیجه گیری

در این مقاله ابتدا اهمیت مدیریت انرژی در بخش حمل‌ونقل کشور به عنوان رکن اصلی توسعه پایدار بیان شد و سپس ضمن معرفی دوچرخه‌های الکتریکی و برشمردن برخی از ویژگی‌های آن‌ها جهت آشنایی بیشتر، نقش آن‌ها در کاهش مصرف بنزین در حمل‌ونقل‌های درون شهری مورد بحث و بررسی قرار گرفت. در این راستا سیستم حمل‌ونقل ایران مورد بررسی قرار گرفت و نتیجه حاصل اینکه بدلیل عدم وجود امکانات زیربنایی در بخش حمل‌ونقل عمومی کشور و عدم استفاده از آن توسط شهروندان سبب استفاده بیش از حد شهروندان از وسایل نقلیه شخصی شده است، که هم وقت آن‌ها در ترافیک‌های سنگین شهرها گرفته می‌شود و هم منابع زیادی از انرژی کشور به هدر می‌رود به طوری‌که سالانه مبالغ هنگفتی از منابع مالی کشور به واردات بنزین اختصاص می‌یابد. استفاده از دوچرخه‌های الکتریکی در سیستم حمل‌ونقل شهری به مقدار بسیار زیادی از وابستگی به بنزین می‌کاهد و همچنین سازگاری کامل با توسعه پایدار دارد. استفاده از دوچرخه‌های الکتریکی به جای وسایل نقلیه احتراق داخلی در کشور ایران که با افزایش روزافزون و غیرمنطقی وسایل نقلیه بنزین‌سوز و به دنبال آن افزایش تقاضای سوخت از طرف مصرف‌کننده و بی‌توجهی نسبت به مدیریت بر منابع سوختی مواجه است، می‌تواند مزایای زیر را به همراه داشته باشد :

- کاهش مصرف بنزین در حمل‌ونقل‌های شهری.
- کاهش واردات بنزین و در نتیجه صرفه‌جویی‌های ارزی.
- کاهش یارانه بنزین و در نتیجه صرفه‌جویی‌های ریالی.
- کاهش آلودگی‌های محیط‌زیست و هزینه‌های مربوط به آن.
- کاهش نرخ رشد تورم در اثر افزایش قیمت بنزین به دلیل کاهش کاربری آن.
- کاهش نرخ تصادفات شهری.

در رابطه با نقش دوچرخه‌های الکتریکی در کاهش مصرف بنزین و توسعه اقتصاد سیستم حمل‌ونقل پایدار شهری سناریویی ارائه شد که بر اساس آن با جایگزینی خودروهای سواری بنزین‌سوز با دوچرخه‌های الکتریکی در ۰.۷۸ سفرهای درون شهری انجام شده توسط خودروها، روزانه ۷۲۳۸.۸ هزارلیتر بنزین در کشور صرفه‌جویی می‌شود که باعث صرفه‌جویی ریالی به اندازه ۲۸.۹۵۵ میلیارد ریال در روز خواهد شد که سالانه چیزی حدود ۱۰۵۶۸.۵۷۵ میلیارد ریال می‌شود. با توجه به اینکه دوچرخه‌های الکتریکی به طور معمول در هر ۱۰۰ کیلومتر به ۰.۹-۱.۳ کیلووات ساعت انرژی الکتریکی نیاز دارند. بنابراین در هر سفر صورت گرفته با خودرو که به طور میانگین ۱۱.۴ کیلومتر پیموده می‌شود، حدود ۰.۱۴۸ کیلووات ساعت انرژی الکتریکی نیاز دارند و در نتیجه با این جایگزینی مقدار انرژی الکتریکی که دوچرخه‌ها روزانه نیاز خواهند داشت حدود ۱۳۷۳.۴۴ مگاوات ساعت است و هزینه انرژی الکتریکی مورد نیاز برای دوچرخه‌های الکتریکی، روزانه برابر ۱.۳۷ میلیارد ریال خواهد بود. حال آنکه هزینه صرف شده برای تامین سوخت بنزین خودروها جهت طی کردن مسافت برابر با دوچرخه‌های الکتریکی، ۲۸.۹۵۵ میلیارد ریال است، در نتیجه روزانه ۲۷.۵۸۵ میلیارد ریال با جایگزین کردن دوچرخه‌های الکتریکی در سفرهای درون شهری، در مصرف انرژی صرفه‌جویی اقتصادی خواهد شد که از آن می‌توان جهت ساختن نیروگاه‌های جدید و تامین زیر ساخت‌های لازم جهت تولید دوچرخه‌های الکتریکی، مسیرهای مخصوص آن‌ها و هزینه‌های مربوط به مکان‌های

عمومی در شهر جهت شارژ باتری آن‌ها استفاده کرد.

منابع

- صفارزاده، م. و رضایی ارجمندی، ع. ۱۳۸۰. "راهکارهای کاهش مصرف انرژی در حمل و نقل زمینی". سومین همایش ملی انرژی ایران.
- ناظمیان، ح. ۱۳۷۸. "صرفه جوئی های اقتصادی در کنترل مصرف بنزین". دومین همایش ملی انرژی.
- ناصریان، م. ۱۳۷۸. "بهینه سازی مصرف انرژی در حمل و نقل با رویکرد به ترابری ریلی و برقی کردن آن". دومین همایش ملی انرژی.
- دفتر برنامه ریزی کلان برق و انرژی. ۱۳۹۰. "ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۸"، تهران، وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی.
- بهزادفر، م. و گلریزان، ف. "حمل و نقل پایدار". ماهنامه بین المللی راه و ساختمان، شماره ۵۵، صفحه ۱۸.
- فدایی، ح. ۱۳۸۸. "نقش و جایگاه الگوی توسعه پایدار شهری در ساختار شهرنشینی ایران". نشریه شوراها، شماره ۴۲، صفحات ۲۰ الی ۲۴.
- احمدی، م. و حبیب، ف. ۱۳۸۷. "توسعه پایدار شهری با تاکید بر حرکت پیاده در آسیا". نشریه علوم و فن آوری محیط زیست، دوره دهم، شماره ۳.
- موسوی، س. ۱۳۸۸. "اصلاح الگوی مصرف برای توسعه پایدار شهری". نشریه شوراها، شماره ۴۲، صفحات ۲۹ الی ۳۴.
- شرکت بهینه سازی مصرف سوخت. ۱۳۸۹. "اطلاعات حمل و نقل و انرژی کشور سال ۱۳۸۶"، تهران؛ کیفیت و مدیریت.
- مجمع تشخیص مصلحت نظام: گروه پژوهشی اقتصاد انرژی. ۱۳۸۵. "تولید و مصرف بنزین و فرآورد ههای میان تقطیر در ایران تا افق ۱۴۰۵".
- سر مقاله نشریه گستره انرژی. ۱۳۸۹. "نگاهی به تولید و مصرف بنزین طی دو دهه اخیر در ایران". سال چهارم، شماره ۴۵.
- آمار شرکت ملی پخش فرآورده های نفتی ایران، Available at: <http://www.niopdc.ir>.
- روزنامه سیاسی، فرهنگی، اجتماعی، اقتصادی صبح ایران: وطن امروز. ۱۳۹۰. "گفتگو با مدیرعامل توانیر: قیمت تمام شده برق ۹۰ تا ۱۰۰ تومان است"، سه شنبه ۱۴ تیر ۱۳۹۰، شماره ۶۹۲، ایران.
- Peter Marsters, "Electric Cars: The Drive for a Sustainable Solution in China", Western Kentucky University, August 2009.
- McDonald, Daniel Pescatore and Anjue Wu. "China and Green Transportation", Johns Hopkins University, 2010.
- Annette M. and Ying C. Tan., "Electric Bicycles". IEEE Industry Applications Magazine, July 2007.
- "China Electric Bicycle Industry Report, 2009", Available at: <http://www.researchinchina.com>.
- Guo, Z, "Electric Bike Market and Regulation in Mainland China". Technical Service Center of the Electric Vehicle Institute of China Electro-technical Society, 2009.
- Jamerson F. E, "Electric Bikes Worldwide 2002, with Electric Scooters & Neighborhood EVs", Electric Battery Bicycle Co, Naples, FL, 2002.
- Christopher Robin Cherry, "Electric Two-Wheelers in China: Analysis of Environmental, Safety, and Mobility Impacts", dissertation Doctor of Philosophy, University of California, Berkeley, 2007.
- D.G. Wilson, J. Papadopoulos and F.R. Whitt, Bicycling Science. Cambridge, Mass: MIT Press, 2004.
- "Electric Bike BLDC Hub Motor Control Using the Z8FMC1600 MCU", Available at: <http://www.zilog.com>, 2008.

Abstract

Iran and the world experience in the past few decades shows that economic growth and industrial development as a prerequisite for the political authority, independence and national boom over the cultural factors of energy, productivity of its management and correct the sources of energy particularly fossil fuels.

In Iran the most important oil products in the country, is gasoline. The fuel due to extensive usage transportation network in country, a very important role in Iran's economic cycle and any change in the production and a drop of their economic situation of the country is effective.

Most of the share gasoline consumption in the urban transportation is related to private cars. Therefore the most attention to reduce gasoline consumption in the country must be towards changing the culture and transportation to attract a lot to fuel consumption and management over energy resources will help. Although Iran has the rich energy resources but the wrong use of them and in fact immethodical use fossil fuels in the country has caused irreparable losses. Electric bicycles are best proposal for the succession with private cars on trips inside the city.

Efficiency electric bicycles several times Internal combustion engines and is contrary to the internal combustion engines gasoline consumption, clean energy use electric. also use this bike are limited resources to dependence on fossil fuels will decrease. In this article has been trying to get acquainted with electric bicycle, especially with succession in cars with transportation of the city to investigate the effects of economic reduce gas consumption to be paid.

Keywords: Energy- gasoline - transportation inside the city -electric bicycle-management consumption of fuel-saving economic