

جایگزینی دوچرخه برقی در کاربری‌های شهری

علی کاظم‌خانی

چکیده:

دوچرخه برقی به عنوان سبک‌ترین، پربازده‌ترین، ارزان‌ترین وسیله نقلیه موتوری شخصی معرفی گردیده است. قابلیت‌ها و مشخصات فنی یک نمونه تولید شده تیپیکال ارائه شده و کاربردها و مزایای استفاده از آن در جایگزینی سایر وسایل نقلیه موتوری تبیین گردیده است. همچنین بر مبنای داده‌های آماری سازمان ترافیک تهران تردهای قابل جایگزین با دوچرخه برقی شناسایی گردیده و صرفه جویی در مصرف سوخت و صرفه اقتصادی این جایگزینی محاسبه گردیده است. بر این اساس طی ۳۲۵ روز کاری کل قیمت وسیله تنها از محل صرفه جویی مصرف سوخت بازگردانده می‌شود.

مقدمه

دوچرخه برقی بسیار کم صدا، غیر آلاینده و کم هزینه می‌باشد و به عنوان پربازده‌ترین، سبک‌ترین و ارزان‌ترین وسیله نقلیه موتوری به عنوان گزینه‌ای جدید برای تردد در مسیرهای کوتاه و متوسط شهری مطرح شده است.

دوچرخه برقی دوچرخه‌ای است که به سیستم محرکه الکتریکی شامل موتور الکتریکی، انتقال قدرت، کنترلر و منبع تغذیه الکتریکی مجهز می‌باشد. تفاوت دوچرخه برقی با موتورسیکلت برقی در این است که هویت دوچرخه به معنی وسیله نقلیه‌ای که با انرژی انسان حرکت می‌کند (HPV) یا (Human Powered Vehicle) در آن حفظ شده و کما کان انرژی ماهیچه‌ای انسان در حرکت دوچرخه برقی نقش جدی بازی می‌کند. ایده دوچرخه برقی در جهان ایده جدیدی نمی‌باشد و شاید بیش از صد سال قدمت داشته باشد. اما تجاری سازی آن به جهت پیشرفت در تکنولوژی دو جزء اساسی آن یعنی موتور الکتریکی و باتری در چند سال اخیر ممکن گردیده است.

هزینه مصرف انرژی کم، راندمان بالا و غیر آلاینده بودن از جمله خواص مطلوب خودروهای برقی می‌باشد که در دهه‌های اخیر محافل علمی، سیاسی و صنعتی را به سمت جایگزینی خودروهای برقی ترغیب نموده است. اما بعد از دو دهه تلاش جدی بخش صنعت، تکنولوژی خودروهای برقی با توفیق جدی روبرو نگردید. مشکل اصلی در ذخیره سازی انرژی لازم جهت ارضای عملکردهای استاندارد مورد انتظار از یک خودرو بوده است. لذا توفیقی نیز در تجاری سازی خودروهای برقی صورت نگرفت. اما در

حاشیه این تلاشها خودروهای سبکتر با عملکرد دینامیکی، سرعت و برد محدودتر توجیه پذیری بهتری را برای بهره‌گیری از سیستم محرکه الکتریکی از خود نشان دادند. در رأس این وسایل دوچرخه برقی نشان داد که قادر است عملکرد دینامیکی و برد قابل قبولی را با وزن محدود و مناسب باتری و قیمت کلی مناسب ارائه نماید و به سرعت به تنها خودروی برقی با قابلیت تجاری سازی و تولید انبوه بدل گردید. هزینه انرژی بسیار کمتر در مقایسه با سایر وسایل نقلیه موتوری، غیر آلاینده بودن، قیمت ارزان، استهلاک کم و فرهنگسازی مناسب استفاده از این وسیله موجب شده تولید و عرضه این وسیله به بازار در کشورهایی نظیر چین و ژاپن و به طور کلی آسیای جنوب شرقی به رشد چشمگیری دست یابد. تا جایی که در کشور چین ظرف مدت ۴ سال تولید این وسیله به حدود ۴ برابر افزایش یافت و از مرز یک میلیون دستگاه در سال فراتر رفت.

اگرچه بازارهای آمریکایی و اروپایی دوچرخه برقی از نظر کمی رونق بازارهای آسیای جنوب شرقی را دارا نمی‌باشد، آمار تقاضای این وسیله در این بازارها نیز رو به فزونی می‌باشد. در ایران به جهت ارزانی سوخت و ماهیت فرهنگ حمل‌ونقل و ترافیک توجه کمتری به دوچرخه برقی شده است. عدم شناخت عامه و عدم وجود فرهنگ استفاده از دوچرخه و دوچرخه برقی در ایران بخصوص در شهرهای بزرگ موجب گردیده تا کنون بازار مشخص و تعریف شده‌ای برای این کالا ایجاد نشود. همین امر سبب افزایش ریسک سرمایه گذاری تولیدکنندگان و بازرگانان بر روی این کالا می‌باشد. عدم سرمایه گذاری در تولید و بازرگانی این کالا سبب می‌گردد تبلیغاتی نیز روی آن صورت نگیرد، عدم تبلیغ و فرهنگسازی موجب عدم ایجاد بازار مناسب شده و این وضع می‌تواند تا زمان طولانی ادامه یابد.

مشخصات فنی و عملکردی

مشخصات عملکردی دوچرخه برقی به ازای دوچرخه سواری به وزن استاندارد 68kg به قرار زیر است:



حداکثر سرعت:

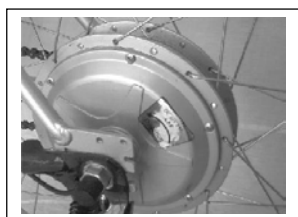
- 25km/h بدون رکاب زدن و در شیب صفر
- 32km/h با رکاب زدن نرم و در شیب صفر

برد در هر شارژ:

- برد داخل شهری 30km به ازای سیکل حرکتی معین شامل مسیر کفی، سربالایی، سرازیری، ترافیک و توقف‌های متعدد که بیانگر پدیده‌های حرکتی شهری چون تهران می‌باشد.
- برد حداکثر 60km بدون رکاب زدن و بدون توقف در جاده کفی خارج شهر

شیب پیمایی:

- 6% بدون رکاب زدن، در صورت استفاده از برق و رکاب زدن همزمان از نقطه نظر احساس رکاب‌زن از شیب‌های بالاتر از 6% معادل تقریبی 6% کاسته می‌گردد؛ یعنی سربالایی 7% توسط رکاب‌زن مشابه سربالایی 1% پیموده می‌شود.

**موتور الکتریکی:**

- از نوع 36V Brushless DC بدون زغال جهت مینیمم کردن تلفات و استهلاک
- دارای گشتاور بالای 20Nm بدون گیربکس و چرخنده با امکان نصب مستقیم به تویی چرخ
- توان خروجی موتور الکتریکی 200W
- راندمان ماکزیمم 75%
- کنترلر سویچینگ سه فاز در داخل پوسته موتور همراه با دسته گاز جهت کنترل قدرت موتور

**باتری:**

- سه عدد اسید سرب خشک بصورت سری،
- ولتاژ هر باتری 12V
- ظرفیت هر باتری 12Ah
- وزن هر باتری 4kg
- بدون نیاز به مراقبت و آب باتری
- عمر باتری حدود ۴۰۰ سیکل شارژ و دشارژ

**شارژر:**

- از نوع سویچینگ خودکار با ورودی AC220V با دو مد جریان ثابت و ولتاژ ثابت جهت شارژ در حداقل زمان و حفظ عمر مفید باتری.
- حداکثر جریان خروجی 2.2A
- حداکثر ولتاژ 42V
- حداکثر زمان شارژ باتری ۶ ساعت

- حداکثر توان مصرفی شارژر 100

کاربردهای تعریف‌شده و دسته‌بندی کاربران دوچرخه برقی در ایران

دوچرخه برقی در مقایسه با دوچرخه معمولی که خود از وسایل نقلیه توصیه شده و استاندارد حمل‌ونقل شهری به شمار می‌رود امتیازات متعددی داراست که به برخی از آنها اشاره می‌گردد. بطور کلی آنچه کاربرد دوچرخه معمولی را به عنوان وسیله نقلیه جدی در حمل‌ونقل شهری چون تهران محدود می‌کند عبارتست از:

- مسافت‌های طولانی بین مبدأ و مقصد
 - وجود شیب که مسیرها را از یک طرف در رفت یا برگشت دشوار و طاقت فرسا می‌نماید
 - سرعت کم و عملکرد دینامیکی ضعیف
 - خطر تنفس شدید در مناطقی که هوای آلوده دارد
 - تعرق زیاد و نگرانی فرد از بوی بد لباس در محل کار یا تحصیل
- به موارد فوق خطرات سوانح احتمالی را در شهری چون تهران نیز می‌توان اضافه نمود اما از آنجایی که این خطرات بسیار کمتر از مخاطرات تحدید کننده موتورسیکلت‌ها بوده، کاربری وسیع موتورسیکلت در شهرها گواه آن است که این نگرانی نمی‌تواند عامل جدی محدود کننده کاربری دوچرخه در شهرهای کشور باشد.

و اما در مقایسه:

- محدودیت خستگی در مسافت‌های طولانی با دوچرخه برقی وجود ندارد.
- با وجود سیستم محرک الکتریکی عملاً مشکلی به نام شیب برای دوچرخه سوار وجود نخواهد داشت.
- سرعت دوچرخه برقی و عملکرد دینامیکی آن دو تا سه برابر بیشتر از دوچرخه معمولی با دوچرخه سوار معمولی خواهد بود.
- اضطرابی برای رکاب زدن تند که موجب افزایش شدت تنفس و ضربان قلب می‌گردد در مناطق آلوده وجود نداشته و دوچرخه سوار می‌تواند آن از ناحیه بدون رکاب زدن عبور کند.
- در استفاده معمولی از دوچرخه برقی شدت تعرق هرگز بیشتر از یک پیاده روی معمولی نمی‌باشد.

۱. کاربریهای ورزشی و تفریحی - توریستی

همانگونه که راندن دوچرخه برای دوچرخه سوار لذت بخش است، راندن دوچرخه برقی نیز بسیار جذاب، لذت بخش و نشاط آور است با این تفاوت که به دلایل فنی لذت راندن دوچرخه برقی بیشتر از راندن دوچرخه معمولی می‌باشد. انگیزه رکاب‌زدن در دوچرخه معمولی حرکت کردن و جلوتر رفتن در مسیر حرکت می‌باشد. قطع کردن رکاب زدن در یک مسیر بدون شیب یا سربالایی به معنی ایستادن از حرکت می‌باشد. انگیزه رکاب زدن در دوچرخه برقی اندکی متفاوت است. در دوچرخه برقی رکاب زدن به انگیزه افزایش سرعت صورت می‌گیرد و از آن جهت که اجبار و فشاری در استفاده از رکاب وجود ندارد، نیز حرکت با سرعت، نرمی و سهولت بیشتری صورت می‌گیرد، جذابیت و نشاط بیشتری به همراه خود دارد. بدیهی است که در این صورت می‌توان کاربردهای تفریحی و توریستی بسیار وسیعی برای این وسیله متصور بود.

از جنبه دیگر بی‌خطر و غیر مزاحم بودن این وسیله این فرصت را برای نوجوانان فراهم می‌آورد که اجازه استفاده از این وسیله مفرح را به عنوان تنها وسیله نقلیه موتوردار داشته باشند. این مسأله آرزوی بسیاری از نوجوانان و دغدغه بسیاری از والدین آنها در کشور ما می‌باشد.

از جنبه ورزشی اگرچه این دیدگاه وجود دارد که استفاده از انرژی کمکی ذخیره شده باعث تنبلی فرد در رکاب زدن و کمرنگ شدن خاصیت ورزشی آن می‌شود، واقعیت اینست که اولاً یک رکابزن مختار است فشار بار رکاب زدن را به هر میزان که لازم می‌داند به بدن خود اعمال کند. کم کردن سهم انرژی برق موجب افزایش بار ماهیچه‌ای خواهد بود. دوم اینکه دوچرخه سواری به عنوان یک ورزش تا مرز خستگی مطلوب است و توسط دوچرخه سوار ادامه می‌یابد. همین فشار را در دوچرخه برقی در سرعت‌های بالاتر و مسافت‌های طولانی‌تر می‌توان ایجاد نمود. با دوچرخه برقی می‌توان دوچرخه سواری را همواره در مد مطلوب هوای ادامه داد و وارد مد اسیدلاکتیکی نگردید. سوم اینکه نگرانی کمتر دوچرخه سوار آماتور از مسیر طولانی، سربالایی و خستگی انگیزه استفاده مدام و مکرر از این وسیله را در وی ایجاد می‌کند و این تداوم و تکرار به استفاده موجب عادت کردن به دوچرخه سواری و حفظ سلامت از طریق ورزش پایدار می‌گردد. اما نکته مثبت دیگر در توجیه کاربری ورزشی دوچرخه برقی مربوط به افراد سالمند، بیماران قلبی و افرادی که به هر دلیل دچار ضعف جسمی می‌باشند و نیاز به تحرک و ورزش با فشار کنترل شده دارند می‌باشد.

۲. تردد در داخل و خارج محوطه‌های ادارات و مجتمع‌های بزرگ فرهنگی، آموزشی، اداری و

دولتی و محیط‌های صنعتی با قابلیت تردد داخل محیط‌های سر بسته مانند سالن‌ها و سوله‌ها با توجه به حرکت نرم و بی صدای این وسیله و کم خطر بودن آن و نیز اینکه هیچگونه آلاینده‌گی به همراه خود ندارد وسیله ایده‌آلی جهت تردد در فضاهای وسیع اینگونه مجتمع‌ها و مراکز می‌باشد. این

وسیله ضمن اینکه کارایی مناسب و قابل‌قبولی جهت رفت و آمد کارکنان و ارباب رجوع از نقطه نظر دسترسی سریع و آسان به بخش‌ها و ساختمانهای مختلف یک سازمان یا محیط صنعتی دارد، مزاحمت‌ها و خطرات سایر وسایل نقلیه موتوری را در این محیط‌ها به همراه خود ندارد و عاملی در جهت برهم زدن آرامش و نظم نخواهد بود. در بسیاری از این فضاها از جمله فضاهای صنعتی سالنها و سوله‌های بزرگ وجود دارد که امکان تردد در آنها با وسایل نقلیه موتوری به جهت بسته بودن محیط نیست. این امر با دوچرخه برقی بی صدا و غیر آلاینده میسر است.

۳. تردد روزمره شهری

اصلی‌ترین و وسیع‌ترین کاربری دوچرخه برقی استفاده به عنوان وسیله نقلیه شخصی در تردد روزمره شهری در مسیرهای منزل تا محل کار یا تحصیل و برعکس می‌باشد. با نگاهی به مشخصات عملکردی دوچرخه برقی می‌توان دریافت که این وسیله تناسب بسیار مطلوبی با کاربری در مسیرهای کوتاه و متوسط شهری دارد.

بر اساس آمار سازمان ترافیک در سال ۱۳۷۸ ساکنین تهران در یک ساعت اوج صبح (ساعت ۸) حدوداً ۹۷۰/۰۰۰ سفر سواره انجام می‌دهند که کل مسافت پیموده شده ۴،۴۴۶،۰۰۰ کیلومتر را شامل می‌شود. این بدان معنی است که سفرهای آغاز صبح شهر تهران که بیشتر مربوط به رسیدن به محل کار یا تحصیل می‌باشند، دارای مسافت متوسطی در حدود ۴/۶ کیلومتر می‌باشند که سازگارترین وسیله نقلیه با این مسافت دوچرخه برقی می‌باشد. چراکه اولاً مسیر رفت و برگشت با حاشیه امنیتی بالا به راحتی در برد قابل پیمایش دوچرخه قرار دارد. دوم اینکه این مسافت برای پیاده روی و دوچرخه معمولی زیاد و خسته کننده است. سوم اینکه تکرار و روزمرگی این مسافت در رفت و برگشت تا احساس خستگی فرد از زین دوچرخه فاصله دارد. مسافت‌های طولانی‌تر که توسط دوچرخه برقی قابل پیمایش می‌باشد، با وجود اینکه از نظر رکاب زدن و انرژی حرکتی خستگی‌آور نیست، از نظر موقعیت قرارگیری بدن و ضربات جاده Ride خسته کننده خواهد بود.

مزیت‌های اجتماعی و زیست‌محیطی

بکارگیری دوچرخه و دوچرخه برقی در سیستم حمل‌ونقل شهری گامی سبز در جهت بهبود وضعیت ترافیک، محیط زیست و کاهش مصرف سوخت می‌باشد. با توجه به تردد وسیع خودروهای تک سر نشین جهت جابجایی‌های روزمره منزل تا محل کار و از این قبیل، ورود یک دستگاه دوچرخه یا دوچرخه برقی به سیستم حمل‌ونقل شهری می‌تواند به معنی حذف یک خودروی تک سر نشین پر مصرف و آلاینده از سیستم ترافیک شهری باشد. بر همین اساس طرح‌های متعددی در زمینه مزیت‌ها و منافع جایگزینی دوچرخه در سیستم حمل‌ونقل شهری در شهر تهران ارائه گردیده است که در بسیاری از آنها با

الگو قراردادن برخی شهرهای اروپایی و یا آسیایی توجیه امتیازات اقتصادی، فردی، اجتماعی و زیست محیطی آن صورت گرفته است.

دوچرخه برقی نیز کلیه امتیازات دوچرخه معمولی در بکارگیری در سیستم حمل‌ونقل شهری را داراست. بی صدا، غیر مزاحم، غیر آلاینده و کم خطر است و از نظر ترافیکی نیز حجم کمی را از سطح خیابان‌ها اشغال می‌کند. با رعایت مقررات راهنمایی و استفاده از تجهیزات ایمنی توسط کاربر دوچرخه برقی، متداول شدن کاربری آن در سطح شهر بجای خودروهای شخصی یا موتورسیکلت‌ها تصویری ایده‌آل از یک شهر پاک و آرام و جامعه‌ای سلامت و با نشاط ترسیم می‌نماید.

مزیت‌های فردی

دوچرخه برقی در مسیر شهری سرعت متوسط مطلوب و بالایی دارد و حتی در مسیرهای کوتاه و متوسط زمان رسیدن از مبدأ به مقصد با دوچرخه برقی به نحو قابل توجهی از خودروی شخصی کوتاهتر می‌باشد. مسیر و ترافیکی که دوچرخه برقی در یک تردد شهری مواجه است لزوماً همان مسیر خودروی سواری شخصی یا عمومی نخواهد بود. در انتخاب مسیر دوچرخه می‌توان از میانبرها و مسیرهایی مانند کوچه‌های خلوت استفاده نمود و بسیاری از مناطق پر ترافیک، تقاطع‌های شلوغ و آلوده و گره‌های کور ترافیکی را دور زد و از دسترسی‌های محلی و مسیرهای کوچه‌باغی با هوای به مراتب تمیزتر عبور کرد. اینگونه مسیرها در اغلب مناطق شهری چون تهران به وفور وجود دارد که عموماً به جهت ناشناخته بودن، تنگ و باریک بودن، وجود جوی یا جدول در ابتدا یا انتهای برخی کوچه‌ها برای خودروهای سواری شخصی و یا خودروهای عمومی غیر قابل تردد می‌باشد. واضح است که دوچرخه و دوچرخه برقی به سهولت قابلیت تردد در اینگونه مسیرها را دارا می‌باشند و با این فرض که هیچگونه تغییری در خیابان‌بندی شهری چون تهران به نفع تردد دوچرخه‌ها صورت نگیرد نیز وجود اینگونه مسیرها انگیزه مناسبی را برای استفاده از دوچرخه برقی برای تردد روزمره فراهم می‌آورد. احتمال سد شدن مسیر دوچرخه برقی در ترافیک شهری بسیار کم است و قابلیت اطمینان بالایی در زمانبندی تردد روزمره شهری با این وسیله وجود دارد. حتی در بدترین شرایط از نقطه نظر شلوغی خیابانها و سنگینی ترافیک نیز تفاوت چندانی برای سرعت متوسط دوچرخه برقی و زمانبندی حرکت فرد ایجاد نمی‌شود.

متوسط سرعت تردد در شهر تهران بنا بر آمار سال ۱۳۷۸ سازمان ترافیک تهران با در نظر گرفتن تردهای اتوبانی ۳۱ کیلومتر در ساعت می‌باشد. این شاخص برای محدوده طرح ترافیک ۲۰ کیلومتر در ساعت می‌باشد. با دانستن اینکه در مسافت‌های زیر ۵ کیلومتر احتمال استفاده از بزرگراه‌ها کاهش می‌یابد، سرعت متوسط حمل‌ونقل در شهر تهران و برای مناطق غیر اتوبانی به حدود ۱۵ کیلومتر در ساعت کاهش می‌یابد. این در حالی است که سرعت متوسط دوچرخه برقی در رفت و برگشت بین نقاط مختلف شهری تهران در حدود ۱۸ کیلومتر در ساعت اندازه گیری شده است.

با در نظر گرفتن مسائل مربوط به سرعت متوسط و وضعیت ترافیک و نیز تلفات زمانی کارهایی همچون استارت و گرم کردن خودرو و خروج از پارکینگ، یافتن جای پارک و پارک مجدد خودرو و باز و بسته کردن قفل‌های خودرو برای بسیاری از مسیرهای کوتاه و متوسط شهری دوچرخه برقی وسیله‌ای به مراتب سریعتر از خودروی شخصی می‌باشد.

در مقایسه با استفاده از وسایل نقلیه عمومی همچون تاکسی و اتوبوس شهری، بجز در مورد مسیرهای شهری طولانی (بالتر از ۱۰ کیلومتر) استفاده از دوچرخه برقی برای فرد بسیار آسان‌تر، بی دردسر تر، سریعتر و مطمئن تر می‌باشد.

در مقایسه با هزینه‌های هر دو سیستم حمل‌ونقل شخصی (خودرو یا موتورسیکلت شخصی) و یا عمومی (سواری و تاکسی) هزینه تردد با دوچرخه برقی برای فرد بسیار کمتر و ناچیز خواهد بود. هزینه انرژی مصرفی دوچرخه برقی برای طی مسافت ۳۰ کیلومتر شهری تنها ۷ تومان شارژ کامل نیم کیلووات ساعتی برق آن می‌باشد. استهلاک کم و تعمیر و نگهداری آسان دوچرخه برقی به عنوان وسیله نقلیه شخصی و قابلیت اطمینان بالای آن امتیاز مثبت دیگری در مقایسه با خودرو یا موتورسیکلت شخصی برای فرد ایجاد می‌نماید.

نکته مهم و مثبت دیگر استفاده از دوچرخه برقی برای تردد روزمره شهری، تحرک و نشاطی است که همچون ورزش صبحگاهی و تکرار آن در عصر در طول روز سلامت جسم و روان را برای فرد به ارمغان می‌آورد. تجربه این امر نشان می‌دهد که استفاده از دوچرخه برقی برای فرد به همین دلیل بصورت عادت در می‌آید که رها کردن آن برای فرد مشکل و ناراحت کننده می‌باشد.

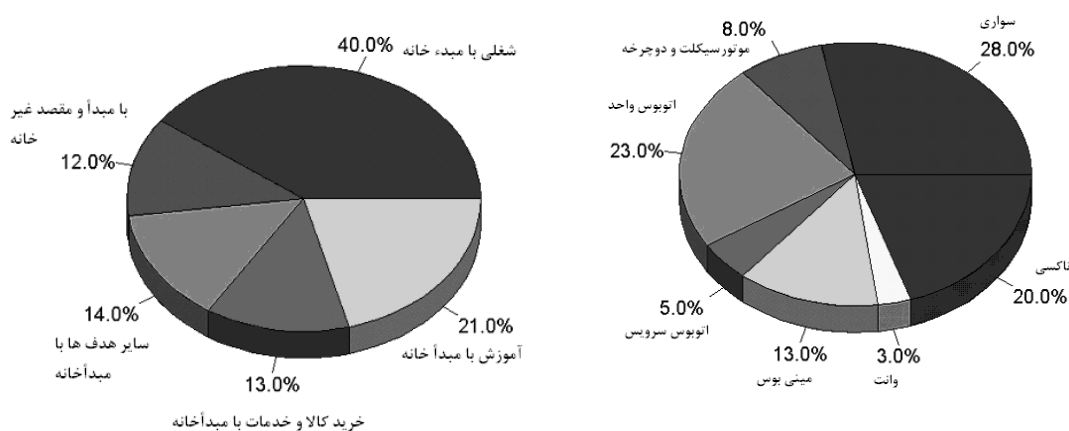
توجیهات فنی و اقتصادی بکارگیری و جایگزین کردن دوچرخه برقی در سیستم‌های حمل‌ونقل

توجیه اقتصادی و دیدگاه آماری شهر تهران

تعداد سفرهای سواره ساکنین تهران در یک شبانه روز بنا به گزارش سال ۱۳۷۸ سازمان ترافیک تهران بالغ بر ۱۱/۲۰۰/۰۰۰ می‌باشد که با توجه به جمعیت تهران نرخ ۱/۵ سفر بر نفر را نشان می‌دهد. سهم اهداف مختلف سفر ساکنین تهران به این قرار است:

سفرهای شغلی با مبدأ خانه ۴۰٪، سفرهای آموزش با مبدأ خانه ۲۱٪ خرید کالا و خدمات با مبدأخانه ۱۳٪، تفریح و سایر هدفها با مبدأخانه ۱۴٪ و سفرهای با مبدأ و مقصد غیر خانه ۱۲٪ سفرهای درون شهری را تشکیل می‌دهند.

همچنین سهم وسایل نقلیه مختلف در سفرهای شهر تهران به صورت سواری ۲۸٪، وانت ۳٪، ۲۰٪، مینی بوس ۱۳٪، اتوبوس سرویس ۵٪، اتوبوس واحد ۲۳٪، موتور و دوچرخه ۸٪ می‌باشد. این مقادیر در نمودارهای زیر نمایش داده شده‌اند.



سهم اهداف مختلف سفر در سفرهای رفت (غیر برگشت) ساکنین تهران

سهم گونه‌های مختلف وسایل نقلیه از مجموع سفرهای شهری تهران

باتوجه به سهم بالای سواری و تاکسی (۴۸٪) و سفرهای شغلی و آموزشی در ترافیک شهر تهران (۶۱٪)، توجیه استفاده از دوچرخه برقی در این بخش ارائه می‌گردد.

محدود کردن سفرهای سواری شهر تهران به این دو بخش $۱۱,۲۰۰,۰۰۰ \times ۰/۴۸ \times ۰/۶۱$ یعنی ۳,۲۷۹,۳۶۰ سفر را شامل می‌گردد.

سفرهای شغلی و آموزشی سواره در داخل محدوده شهر تهران در گستردگی از ۱ تا ۳۰ کیلومتر مسافت توزیع یافته است. با فرض اینکه سفرهای با فاصله مبدأ-مقصد زیر ۱۵ کیلومتر دست کم نیمی از این سفرها را تشکیل داده باشد، دوچرخه برقی قادر است در ۱,۶۳۹,۶۸۰ سفر درون شهری در روز جایگزین سواری و تاکسی گردد. باز با فرض مسافت متوسط ۷/۵ کیلومتر برای هر سفر ۱۲,۲۷۹,۶۰۰ کیلومتر سفر در شبانه روز در شهر تهران قابل جایگزینی با دوچرخه برقی می‌باشد.

نتایج نظر سنجی صورت گرفته در باره میزان تمایل استفاده از دوچرخه برقی به جای خودروی شخصی نشان می‌دهد حدود ۶۶٪ از افراد تمایل زیادی به این جایگزینی دارند. با لحاظ این کسر می‌توان به رقم ۱,۰۸۲,۰۰۰ سفر درون شهری دوچرخه برقی معادل ۸,۱۱۵,۰۰۰ کیلومتر در شبانه روز در شهر تهران رسید.

با فرض مصرف میانگین ۲۰ لیتر در ۱۰۰ کیلومتر خودروی سواری در تهران و قیمت غیر یارانه‌ای سوخت برابر ۲۰۰ تومان، چشم‌انداز صرفه جویی سوخت صرفاً برای شهر تهران ۱,۶۲۳,۰۰۰ لیتر در شبانه روز معادل ۳۲۴,۶۰۰,۰۰۰ تومان خواهد بود.

با توجه به اینکه این سفرها در مسیر رفت و برگشت صورت می‌گیرد، می‌توان اینگونه فرض نمود که به میزان نصف تعداد سفرها در سیستم حمل‌ونقل دوچرخه برقی وجود داشته است.

این یعنی در حدود ۵۰۰،۰۰۰ دوچرخه‌برقی در شهر تهران. با فرض قیمت ۲۰۰،۰۰۰ تومان برای هر دوچرخه به رقم ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰،۰۰۰ تومان سرمایه‌گذاری خرید دوچرخه برقی نیاز است. که این مبلغ از محل صرفه‌جویی مصرف سوخت برای شهر تهران طی ۳۲۵ روز کاری قابل بازگشت می‌باشد.

توجیه اقتصادی و دیدگاه فردی

اگر چه با همراه داشتن شارژر وسیله در مقصد و مبدأ می‌توان تا ۶۰ کیلومتر برد شهری داشت، برد ماکزیمم یک شارژ و برای یک روز کاری دوچرخه برقی را همان ۳۰ کیلومتر فرض می‌کنیم. با توجه به مسافت متوسط ۵ کیلومتری منزل تا محل کار یا تحصیل یک دوچرخه برقی در روز و در مسیر رفت و برگشت ۱۰ کیلومتر مسافت را به جایگزینی خودروی سواری طی می‌نماید. با در نظر گرفتن ۲۰۰ روز کاری در سال که امکان استفاده از دوچرخه برقی به لحاظ آب و هوایی نیز وجود دارد، دوچرخه برقی مسافت ۲۰۰۰ کیلومتر در سال را صرفاً جهت تردد منزل تا محل کار و برعکس پوشش می‌دهد. با فرض متوسط مصرف سوخت خودروی سواری در شهر تهران معادل ۰/۲ لیتر در هر کیلومتر، می‌توان به صرفه‌جویی ۴۰۰ لیتر سوخت بنزین در سال به ازای هر دوچرخه برقی در جایگزینی خودروی سواری در تردد منزل تا محل کار یا تحصیل امیدوار بود. با احتساب قیمت غیر یارانه‌ای سوخت بنزین معادل ۲۰۰ تومان، سالانه ۸۰،۰۰۰ تومان صرفه‌جویی مصرف سوخت بدست خواهد آمد.

نظر به اینکه عمر مفید باتری این دوچرخه در حدود ۱۲ هزار کیلومتر می‌باشد، چنانچه استهلاک و عمر مفید خود دوچرخه را نیز ۱۲۰۰۰ کیلومتر فرض نماییم، با کارکردی نظیر آنچه گفته شد در حدود ۲/۵ سال کل قیمت دوچرخه از محل صرفه‌جویی سوخت مستهلک می‌گردد و در مدت عمر مفید آن ۲/۴ کل قیمت آن باز گردانده می‌شود.

جمع‌بندی

اعداد و ارقام ذکرشده بر اساس آمار سال ۷۸ بوده که این ارقام رشد بسیار شدیدی را در چند سال اخیر داشته‌اند که بیانگر این نکته است که محاسبات ارائه شده به شدت به سمت توجیه هرچه بیشتر این جایگزینی گرایش پیدا می‌نماید. جدای از توجیه اقتصادی بسیار قوی، رفاه و بهداشت فردی و اجتماعی ارمغانهای کاربری این وسیله نقلیه نوین می‌باشد. با توجه به ناشناخته بودن این وسیله که از پیامدهای مہجوری دوچرخه و ارزانی سوخت در ایران می‌باشد، سرمایه‌گذاری و همکاری مشترک بخشهای خصوصی و دولتی در فرهنگ‌سازی و فراگیر کردن تولید و مصرف این وسیله در جایگزین کردن بسیاری از سفرهای داخل شهری، خردمندان بنظر می‌رسد. دوچرخه برقی این قابلیت را داراست که بخش قابل توجهی از سه معضل اساسی بخش حمل‌ونقل شهری شامل ترافیک، آلودگی هوا و مصرف بی‌رویه

سوخت را برطرف نماید و از این حیث شایستگی تخصیص بخش ولواندکی از بودجه‌های در نظر گرفته شده جهت بهسازی وضع آلودگی هوا، ترافیک و مصرف سوخت را داراست.

مراجع:

۱. گزارش آماری سال ۱۳۷۸ سازمان ترافیک تهران
۲. گزارش نمایشگاه خودرو غرفه شرکت آساپویش فردا، تیرماه ۸۱ و ۸۲ و غرفه ایران خودرو ۷۸
۳. گزارش تست دوچرخه برقی، شرکت آساپویش فردا (۸۱-۸۲)
۴. طراحی خودروی هیبرید انسانی، حمیدرضا جاهد، علی کاظم‌خانی، اولین همایش خودروهای ترکیبی (هیبرید) تیرماه ۸۰
۵. عملکرد خودروهای هیبرید، مرتضی منتظری، علی کاظم‌خانی، اولین همایش خودروهای ترکیبی (هیبرید) تیرماه ۸۰
۶. سبزه ۳ خودروی هیبرید انسانی، حمیدرضا جاهد، علی کاظم‌خانی، مجله انجمن مهندسان مکانیک ایران تابستان ۸۱
7. Broker J.P. 1994, Mechanical energy management in cycling, medicine and science in sport and exercise. vol 9
8. Ericson, M.O. & Nissell, R. 1988. Efficiency of pedal forces during ergometer cycling, international journal of sports medicine, 9, 118-122.
9. Sargeant, A.J 1994, Human power output and muscle fatigue, int. J. Sport med. 15: 116-121
۱۰. پایگاه اینترنتی سازمان بهینه‌سازی مصرف سوخت کشور www.ieeo.org
11. www.ebike.com\