



انتخاب یک شبکه یکپارچه دوچرخه بر مبنای شاخص های کلان و خروجی های نرم افزار EMME/2 در شهر تهران

امین احمدی، کارشناس ارشد مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه علم و صنعت ایران، مدیر پروژه
شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران¹
مرتضی خشایی پور، کارشناس ارشد مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل دانشگاه علم و صنعت ایران، معاون
مطالعات و برنامه ریزی سازمان حمل و نقل و ترافیک²
غلامرضا طاهر نیا، کارشناس ارشد راه و ترابری دانشگاه علم و صنعت ایران، مدیر واحد مطالعات و
برنامه ریزی سازمان حمل و نقل و ترافیک³
¹ a_ahm2004@yahoo.com.09122795207
² m_khashaypoor@yahoo.com.09123039677
³ taherneia55@yahoo.com.09123989582

چکیده

همگام با رشد جمعیت و بزرگ شدن شهرها و نیز افزایش سطح تولید و تملک وسیله نقلیه، مشکلات گریبانگیر سیستم حمل و نقل شهرها افزایش یافته است. بر اساس تحقیقات انجام شده، ارائه و اجرای راهکارهای مدیریتی سیستم حمل و نقل در کنار ابزارهای پولی و مالی می تواند در حل این مشکلات، کارآمد باشد. از جمله راهکارهای مدیریتی سیستم حمل و نقل، توسعه حمل و نقل سبز (عمدتاً شامل دوچرخه سواری و پیاده روی) است. با توسعه میزان استفاده از این شیوه های جابجایی، اثرات سوء ناشی از حمل و نقل موتوری نظیر آلودگی هوا و مصرف ناکارآمد انرژی کاهش می یابد. در این مقاله سعی شده در مقیاس کلان بر اساس پارامترهای گوناگون از جمله تقاضای سفر با دوچرخه و نیز پارامترهای موثر سیستم حمل و نقل، یک شبکه یکپارچه دوچرخه برای شهر تهران پیشنهاد گردد تا با اجرا و شکل گیری سیستم یکپارچه دوچرخه همگانی، گرایش به سفر با این وسیله افزایش یابد. تمرکز این مقاله بر روی چگونگی انتخاب شبکه پایه و نهایی دوچرخه در شهر تهران می باشد.

کلید واژه: انتخاب، شبکه یکپارچه دوچرخه، پارامترهای کلان.



یکی از اجزاء تاثیرگذار در تعریف توسعه پایدار، کاهش مصرف منابع و حفظ آنهاست. دستیابی به توسعه پایدار با توسعه روزافزون حمل و نقل موتوری، ممکن نیست. متخصصین علوم زیست‌محیطی و شاخه‌های مهندسی مختلف از چند دهه پیش نسبت به پیامدهای منفی کاربرد حمل و نقل موتوری نظیر تراکم ترافیک، آلاینده‌های زیست‌محیطی، مشکلات روحی و جسمی، استفاده ناکارآمد از زمین، تصادفات منجر به خسارت، نقص عضو و فوت، بلعیدن یارانه‌های دولتی و گرمایش کره زمین آشنا بوده و آنها را پیش‌بینی و راهکارهای مورد نظر را نیز ارائه نموده‌اند. مدیریت تقاضای سفر، راهبردی جامع است و طیف وسیعی از برنامه‌های تغییر در خصوصیات سفر را در بر می‌گیرد. یکی از این برنامه‌ها توسعه حمل و نقل سبز (غیرموتوری) است که عمده‌تأ مشتمل بر دوچرخه‌سواری و پیاده‌روی می‌باشد. در سالیان اخیر به غیر از کشورهای آمریکایی و اروپایی، کشورهای دیگری بویژه در آسیای شرقی در زمینه توسعه دوچرخه‌سواری، مطالعه و سرمایه‌گذاری کرده‌اند. هم‌اکنون حدود 500 میلیون دوچرخه در چین وجود دارد (یک دوچرخه به ازای هر خانوار). کلانشهر ووهان با 9/1 میلیون نفر جمعیت در مرکز چین واقع شده است. اگرچه سیستم حمل و نقل اصلی شهر، اتوبوس می‌باشد، ولی مردم از تراکم ترافیک، آلودگی هوا و کیفیت پایین حمل و نقل عمومی رنج می‌برند. جهت رفع این معضلات در سال 2009، سیستم اشتراکی دوچرخه با 718 خانه دوچرخه و 20 هزار دستگاه دوچرخه شروع به کار نمود. خانه‌های دوچرخه با ایستگاه‌های اتوبوس، مناطق مسکونی، مراکز تجاری بزرگ، دانشگاه‌ها و ایستگاه‌های مترو در ارتباط هستند. سیستم اشتراکی دوچرخه محبوبیت خاصی در ووهان کسب نموده و در حال تکمیل است.

سیستم اشتراکی دوچرخه در شهر شانگهای چین از سال 2008، با 80 خانه دوچرخه و 1200 دستگاه دوچرخه شروع به کار کرد و در سال 2009 در منطقه دیگری با 170 خانه دوچرخه و 6 هزار دستگاه دوچرخه تکمیل گردید. در شانگهای حدود 6/5 میلیون و در پکن حدود 7 میلیون دوچرخه‌سوار ثبت شده است.

سیستم اشتراکی دوچرخه در شهر گوانگ‌ژو از سال 2009 راه‌اندازی گردید (شکل 1). دوچرخه‌سواران با استفاده از کارت مترو و اتوبوس می‌توانند دوچرخه کرایه نمایند. این شهر دارای 1500 کیلومتر مسیر سبز است [1].

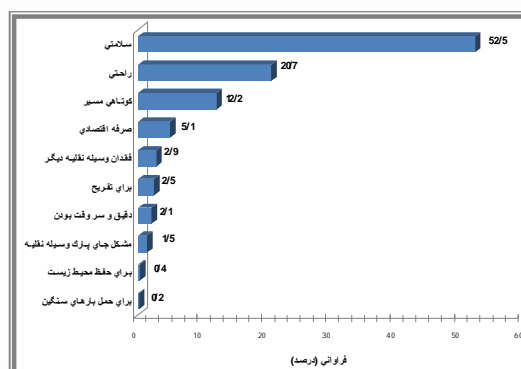




شکل 1. سیستم اشتراکی دوچرخه (خانه دوچرخه) در گوانگژو [1].

دولت کره جنوبی در سال 1995 قوانینی برای استفاده از دوچرخه، توسعه، نگهداری و مدیریت تسهیلات دوچرخه و همچنین افزایش امنیت و راحتی دوچرخه سواران تصویب نمود. بر اساس آمار رسمی، 52/5 درصد دوچرخه سواران کره ای با هدف حفظ سلامتی از دوچرخه استفاده می نمایند.

شکل 2 توزیع دلایل استفاده از دوچرخه در بین شهروندان کره جنوبی را نشان می دهد [2]. تاکنون 3 طرح ملی دوچرخه در کره جنوبی به اجرا در آمده است. هدف اولین طرح، افزایش سهم سفر با دوچرخه از 1/2 درصد در سال 1995 به 2/4 درصد در سال 2002 و احداث 4419 کیلومتر مسیر دوچرخه و 190 هزار پارکینگ دوچرخه بوده است. هدف دومین طرح ملی دوچرخه، احداث 4000 کیلومتر مسیر دوچرخه و حدود 80 هزار پارکینگ دوچرخه بوده است. در طرح ملی جدید، سهم سفر با دوچرخه به 5 درصد تا سال 2012 و 10 درصد تا سال 2019 خواهد رسید و 17 هزار کیلومتر مسیر دوچرخه تا سال 2019 احداث خواهد شد. سنول با مساحت 12,446 کیلومتر مربع، 22/5 میلیون نفر جمعیت دارد. طرح دوچرخه اشتراکی (کرایه ای) در سنول با 3000 دوچرخه در 300 ایستگاه به اجرا در آمده است [3].



شکل 2. دلایل استفاده از دوچرخه در بین شهروندان کره جنوبی [2].



2 - اهداف تحقیق

هدف این تحقیق، پیشنهاد شبکه یکپارچه دوچرخه در شهر تهران است تا ضمن ساخت و تجهیز آن با سایر تسهیلات مورد نیاز در سالیان پیش رو، بخشی از تقاضای سفر شهری تهران توسط دوچرخه پاسخ داده شود. طراحی شبکه یکپارچه دوچرخه تهران در دو مرحله کلی انجام می‌شود. در مرحله اول، تقاضای بالقوه سفر با دوچرخه بصورت ماتریس مبدا - مقصد برآورد می‌گردد. چگونگی برآورد این تقاضا، مساله‌ای قابل تعمق است و به بررسی‌های همه‌جانبه احتیاج دارد. در مرحله دوم با در نظر گرفتن شاخص‌هایی، شبکه پایه‌ای برای دوچرخه ساخته و ماتریس سفر بالقوه با دوچرخه بر روی آن تخصیص داده می‌شود. سپس با در نظر گرفتن شاخص‌های دیگری، شبکه نهایی دوچرخه انتخاب می‌گردد.

3 - روشهای برآورد تقاضای سفر با دوچرخه

تخمین تقاضای سفر با دوچرخه به روشهای مختلف انجام می‌شود. ساده‌ترین روش برآورد تقاضا، مطالعات قبل و بعد از پدید آمدن تغییرات در سیستم حمل و نقل نظیر بهسازی تسهیلات دوچرخه موجود و یا احداث مسیرهای جدید و تسری و تعمیم نتایج آن برای پیش‌بینی تقاضای سفر با دوچرخه در جاهای دیگر است. البته فرض این روش، یکسان بودن عوامل موثر در سیستم مبنا و سیستم تحت مطالعه است [4].

روش دیگر تخمین تقاضای سفر با دوچرخه، استفاده از مدل‌های رفتاری همفزون است. در این مدلها تلاش می‌شود سهم یا تعداد سفر با انواع وسایل نقلیه یا دیگر ویژگی‌های سفر بر مبنای ویژگی‌های همفزون جمعیت و محدوده تحت مطالعه پیش‌بینی گردد. مثالی از مدل‌های رفتاری همفزون، مدل‌های رگرسیون برای تعیین سهم سفر با دوچرخه است. پارامترهای این مدل می‌تواند متوسط درآمد و طول کل مسیرهای دوچرخه در محدوده باشد.

مدل‌های انتخاب گسسته، روش دیگر تخمین تقاضای سفر با دوچرخه است. در این روش، تصمیم (نوع وسیله سفر، مسیر سفر و ...) هر فرد به عنوان تابعی از چند متغیر شامل متغیرهای مرتبط با عرضه (سیستم دوچرخه) و سیاستگذاری‌ها پیش‌بینی می‌شود. این مدل‌ها می‌توانند برای تخمین تعداد افرادی که رفتار خود را در نتیجه یک تغییر در سیستم حمل و نقل عوض می‌کنند بکار روند. در نتیجه، تغییر در سهم وسایل نقلیه و طول سفرها قابل محاسبه است. در مدل‌های انتخاب گسسته، انتخاب افراد براساس مطلوبیت یا جذابیت نسبی گزینه‌های رقیب (مثلاً دوچرخه و وسیله نقلیه شخصی) انجام می‌شود. توابع لوجیت، یک شکل معمول از مدل‌های انتخاب گسسته هستند.





روشهایی که در قبل ارائه شد، روشهایی هستند که برای تخمین تقاضای موجود و یا آینده دوچرخه بکار می‌روند. روش تحلیل بازار، یک رویکرد کلی به منظور تخمین حداکثر سفر بالقوه با دوچرخه است. روند کلی این روش شامل موارد ذیل است:

1. توزیع طول سفر در حال حاضر مثلاً به تفکیک هدف سفر.
2. تخمین حداکثر سهم دوچرخه به تفکیک هدف و طول سفر یا درصد جمعیت محتمل برای تغییر نوع وسیله سفر و استفاده از دوچرخه. این درصد بر اساس تعریف گروه‌های جمعیتی هدفی بدست می‌آید که انتظار می‌رود پتانسیل تغییر نوع وسیله به دوچرخه در میان آنها وجود دارد. در این روش فرض بر این است موجودیت شبکه دوچرخه، محدودیتی برای تغییر وسیله ایجاد نمی‌کند (شبکه موجود بطور کامل، محدوده را پوشش می‌دهد).

در یک مطالعه، گام‌های ذیل برای تخمین تقاضای بالقوه سفر با دوچرخه برداشته شد:

- فرض شد حداکثر طول سفر قابل پذیرش برای دوچرخه‌سواری $3/2$ کیلومتر باشد.
- تعداد کل سفرهای خانه-مبنا با طول کمتر از $3/2$ کیلومتر به تفکیک هدف با استفاده از آمارگیری و نظرسنجی بدست آمد.
- فرضیات مربوط به درصد سفرهایی از هر هدف که می‌تواند به سمت دوچرخه تغییر پیدا کند در کل سفرهای مربوط به ردیف قبل ضرب شد تا کل سفرهای بالقوه دوچرخه به تفکیک هر هدف بدست آید. درصد بالقوه تغییر وسیله سفر از 5 درصد برای سفرهای پزشکی و درمانی تا 50 درصد برای سفرهای آموزشی متغیر بود.

پتانسیل تغییر نوع وسیله می‌تواند برای یک گروه خاص از افراد باشد. مثلاً گروه مورد نظر در یک مطالعه در سانفرانسیسکو آمریکا شاغلین تمام وقت کمتر از 40 سال بودند که در دوره اوج به تنهایی با وسیله شخصی خود سفر شغلی با طول کمتر از $11/2$ کیلومتر انجام می‌دادند و یک دوچرخه مناسب برای انجام سفرهای کاری حومه‌ای نیز داشتند. در مطالعه‌ای دیگر در سال 1992 در شیکاگو آمریکا از روش اصلاح شده بکار رفته در سانفرانسیسکو استفاده گردید. این مطالعات با کمک مطالعات برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری (مطالعات جامع حمل و نقل) سال 1980 شیکاگو بوده است.

در مطالعه‌ای دیگر در سال 1997 فرآیندی برای اصلاح جدول سفرهای سواره در مدل تقاضای سفر تعریف شد تا بتواند افزایش تقاضای دوچرخه در آینده را در نظر بگیرد. در این فرآیند سفرهای موجود برحسب طول و هدف دسته‌بندی شد. سپس درصدهای اصلاحی که نشانگر افزایش بالقوه سهم دوچرخه بود اعمال شد تا از سفرهای سواره آینده بین هر جفت مبدا و مقصد کاسته شود. طبقه‌بندی هدف سفرها به صورت سفرهای شغلی خانه-مبنا، سایر سفرهای خانه-مبنا و سفرهای غیرخانه-مبنا و طبقه‌بندی طول سفرها کمتر از $0/8$ کیلومتر، بین $0/8$ تا 4 کیلومتر و 4 تا $8/1$ کیلومتر بوده است.





برای هر یک از این 9 طبقه (3 دسته هدف و 3 دسته طول سفر)، یک ضریب اصلاحی محاسبه و اعمال شد و تعداد سفر بالقوه با دوچرخه به تفکیک هر یک از 9 طبقه بدست آمد [4].

4 - روش‌شناسی انجام مطالعه

فرآیند کلی انجام مطالعه در شکل 1 ارائه شده است. در ادامه گام‌های انجام این مطالعه تشریح می‌گردد.

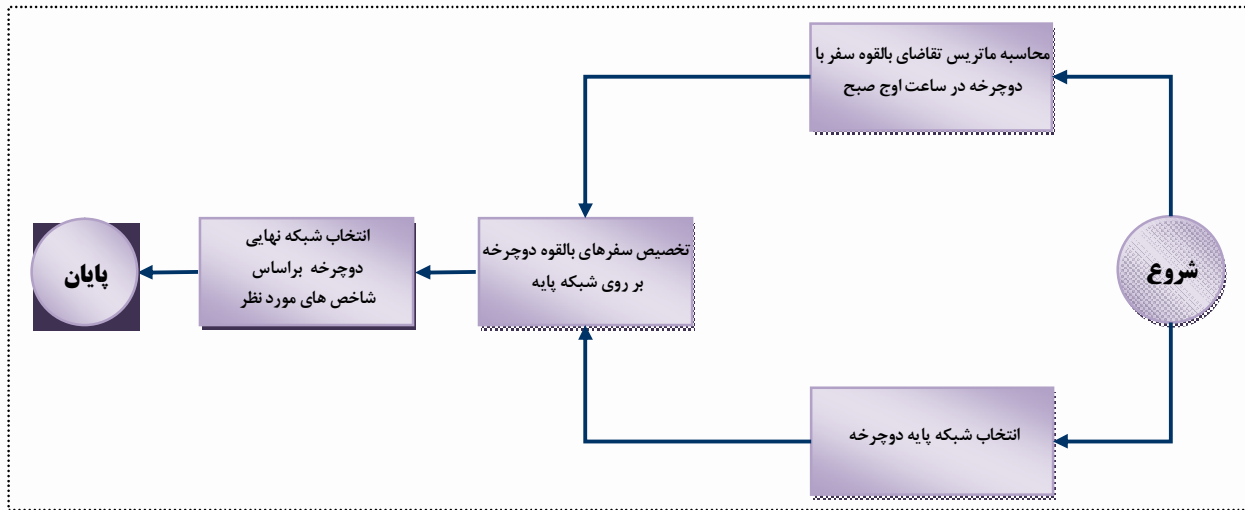
4-1 - محاسبه ماتریس تقاضای بالقوه سفر با دوچرخه

همانطور که شکل 3 نشان می‌دهد یکی از گام‌های اصلی انجام مطالعه، تخمین ماتریس تقاضای بالقوه سفر با دوچرخه است. از آنجا که در سال پایه این مطالعه (سال 90)، سفرهای انجام شده با دوچرخه در شهر تهران، کم است (کمتر از نیم درصد¹ سفرهای روزانه)، عملاً ساخت مدل انتخاب وسیله برای دوچرخه، دقت مناسبی نخواهد داشت. به همین دلیل تصمیم گرفته شد به کمک مدل کلان‌نگر حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، بانک اطلاعاتی سفرهای مبدا-مقصد ساکنین شهر تهران در سال 83 و نیز پرسشگری و نظرسنجی (ترجیحات بیان‌شده² (SP))، ماتریس سفرهای بالقوه با دوچرخه محاسبه گردد. با این روش، ماتریس سفرهای بالقوه با دوچرخه محاسبه و برای ادامه مطالعه بکار گرفته شد. به دلیل تمرکز این مقاله روی انتخاب شبکه دوچرخه از بیان جزئیات پرسشگری و نظرسنجی و همچنین روش محاسبه ماتریس سفرهای بالقوه با دوچرخه خودداری می‌گردد. ذکر این نکته ضروری است حداکثر طول سفر (فاصله هوایی بین مراکز هندسی نواحی ترافیکی) قابل انجام با دوچرخه، 5 کیلومتر در نظر گرفته شده و برآوردهای لازم برای ساعت اوج صبح انجام شده است. در نهایت و پس از محاسبات لازم مشخص شد در افق مطالعه (سال 1404) تعداد سفرهای بالقوه با دوچرخه، 212 هزار سفر در یک ساعت اوج صبح خواهد بود. این بدین معنی است چنانچه شرایط لازم فراهم گردد (توسعه مسیرهای دوچرخه در شهر تهران، فرهنگسازی، ایجاد امنیت خاطر در شهروندان و ...) در یک ساعت اوج صبح سال 1404، 212 هزار سفر از سایر وسائل نقلیه به دوچرخه تغییر شیوه خواهند داد.

¹ - اطلاعات تعداد سفر با دوچرخه در شهر تهران در سال 90 بر اساس اطلاعات سفرهای مبدا- مقصد سال 83 که در شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران موجود است، برآورد شده است.

² - Stated Preference





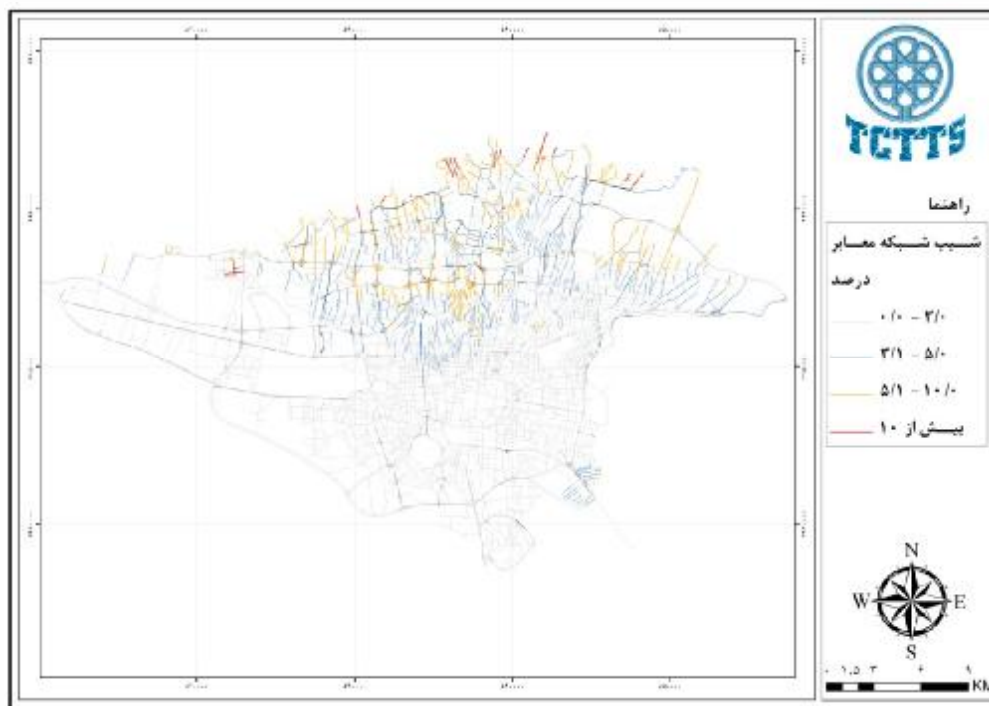
شکل 3. فرآیند کلی انجام مطالعه حاضر.

4-2 - انتخاب شبکه پایه دوچرخه

گام دیگر این مطالعه، انتخاب شبکه پایه برای دوچرخه است. در این گام با در نظر گرفتن شاخص ها و ملاحظات و با توجه به مقیاس کلان مطالعات، شبکه پایه دوچرخه ساخته شد تا ماتریس سفر بالقوه دوچرخه در ساعت اوج صبح روی آن تخصیص داده شود. این شاخص ها و ملاحظات به شرح ذیل می باشد:

- مسیرهای دوچرخه احداث شده در وضع موجود الزاماً در شبکه پایه در نظر گرفته می شوند.
- شبکه پیشنهادی مصوب مطالعات دوچرخه در مناطق 2، 4، 5، 6، 7، 11 و 12 در شبکه در نظر گرفته می شوند.
- نقطه نظرات و پیشنهادات معاونت های حمل و نقل و ترافیک مناطق 22 گانه شهرداری تهران در نظر گرفته می شود.
- حتی المقدور سعی می گردد معابر پیشنهادی، عرضی بیشتر از 12 متر داشته باشند تا امکان احداث مسیر دوچرخه در آنها فراهم باشد.
- با توجه به اینکه تخصیص سفر با دوچرخه بر روی شبکه پایه دوچرخه در فرآیند مطالعه مد نظر است، حتی المقدور سعی می گردد در نواحی ترافیکی، اتصال مرکز ناحیه به شبکه دوچرخه فراهم گردد تا امکان انتقال تقاضا بر روی شبکه فراهم آید.
- حتی المقدور سعی می گردد در مرحله ساخت شبکه دوچرخه، اتصال شبکه بین مناطق و درون مناطق برقرار باشد.

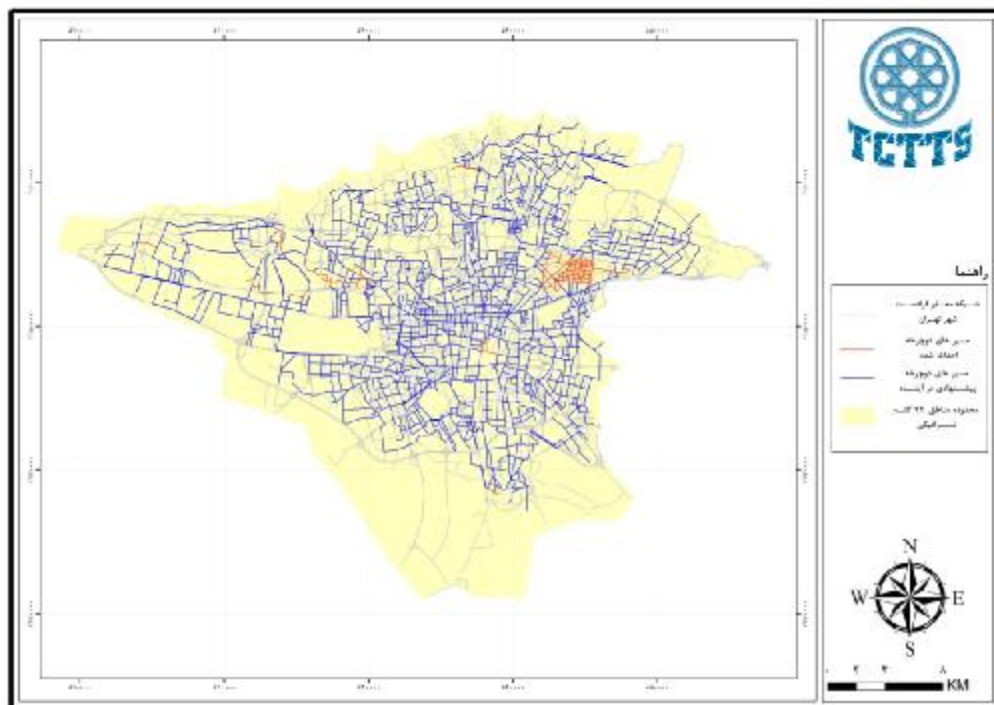
- با توجه به اینکه استفاده از دوچرخه‌های دنده‌ای و برقی در دستور کار قرار دارد لذا بر اساس بررسی‌های به‌عمل آمده، شیب طولی معابر کمتر از 10 درصد در نظر گرفته می‌شود. شیب طولی معابر شهر تهران به کمک لایه‌های ارتفاعی و پردازش آنها در محیط نرم‌افزار GIS بدست آمد که در شکل 4 نشان داده شده است.
- لازم است عملکرد معابر، حداکثر شریانی درجه 1 باشد. در معابر بزرگراهی و آزادراهی، مسیر دوچرخه بدلیل مسایل ایمنی پیشنهاد نمی‌گردد. البته در برخی نقاط جهت حفظ یکپارچگی شبکه، بخش‌هایی از این معابر که حداقل شرایط ایمنی برای دوچرخه‌سواری را دارند، در نظر گرفته می‌شود.
- لازم است پیوستگی و ارتباط شبکه با سیستم حمل و نقل عمومی رعایت گردد.



شکل 4. شیب طولی کلی معابر شهر تهران.

طول کل معابر در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران در سال 1404، حدود 3360 کیلومتر می‌باشد. با در نظر گرفتن شاخص‌ها و ملاحظات فوق‌الذکر، شبکه پایه دوچرخه ساخته شد که طول کل مسیرهای آن برای سال 1404، 1326 کیلومتر است. سفرهای بالقوه دوچرخه روی این شبکه

تخصیص داده می‌شود. در شکل 5 شبکه پایه دوچرخه بر روی محدوده مناطق 23 گانه ترافیکی مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران نشان داده شده است.



شکل 5. شبکه پایه دوچرخه برای انجام تخصیص.

4-3 - تخصیص سفرهای بالقوه دوچرخه بر روی شبکه پایه دوچرخه

بخش دیگر انجام مطالعه، تخصیص ماتریس سفرهای بالقوه دوچرخه در ساعت اوج صبح بر روی شبکه پایه دوچرخه است. دوچرخه‌سواران برای رسیدن به مقصد خود، کوتاه‌ترین مسیر را انتخاب می‌کنند و از سایر مسیرهای موجود اما طولانی‌تر استفاده نمی‌کنند. در این مطالعات به منظور تخصیص سفرهای دوچرخه از روش کوتاه‌ترین مسیر (تخصیص همه یا هیچ) استفاده و تمامی مسیرها در شبکه پایه دوچرخه، دو طرفه در نظر گرفته می‌شود.

معابر در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران به تفکیک عملکرد آنها وارد شده است. به دلائلی که در ادامه ذکر می‌شود الگوی تخصیص سفرهای دوچرخه باید به گونه‌ای باشد که احتمال انتخاب مسیر در معابر با سطح عملکرد بالاتر توسط دوچرخه‌سواران، بیشتر باشد. بدین منظور از ضرایب t^e (زمان سفر آزاد بر حسب دقیقه بر کیلومتر) در توابع زمان سفر - حجم موجود در مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران [5] به عنوان وزن (ضریب) جهت اعمال در طول معابر استفاده می‌گردد. این وزن‌ها در



جدول 1 ارایه شده است. توابع زمان سفر - حجم به کمک آمارگیری و مدلسازی در شرکت مطالعات جامع حمل و نقل تهران ساخته شده‌اند و در برگیرنده ویژگی‌ها و تاثیرات متقابل سیستم حمل و نقل و کاربری‌های حاشیه معابر (در سطح کلان) هستند. از دلائل ترجیح انتخاب مسیرهای دوچرخه در معابر با رده عملکرد بالاتر می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- خیابان‌های با سطح عملکرد بالاتر، عرض مناسب‌تری برای احداث مسیرهای دوچرخه دارند.
- بطور کلی در خیابان‌های با سطح عملکرد بالاتر، بی‌نظمی‌های ترافیک وسایل نقلیه موتوری و پیاده و مزاحمت‌های آنها برای دوچرخه‌سواران کمتر است و یا اینکه امکان حذف این مزاحمت‌ها بیشتر است.
- خیابان‌های با سطح عملکرد بالاتر در تعداد ساعات کمتری از شبانه‌روز خلوت هستند و بعلاوه به وسایل کنترل ترافیک بیشتری مجهز و روشنایی مناسب‌تری دارند. به همین دلیل دوچرخه‌سواران در شب‌ها و مواقع خلوت در معابر با سطح عملکرد بالاتر، امنیت بیشتری خواهند داشت.
- احداث مسیرهای پیوسته دوچرخه در معابر با سطح عملکرد بالاتر، راحت‌تر است.
- احتمال تخلفات وسایل نقلیه موتوری در معابر با سطح عملکرد بالاتر بدلیل حضور نیروی پلیس کمتر است.
- در معابر با سطح عملکرد بالاتر، فضاهای بیشتری برای احداث تجهیزات جانبی لازم نظیر خانه و پارکینگ دوچرخه وجود دارد.

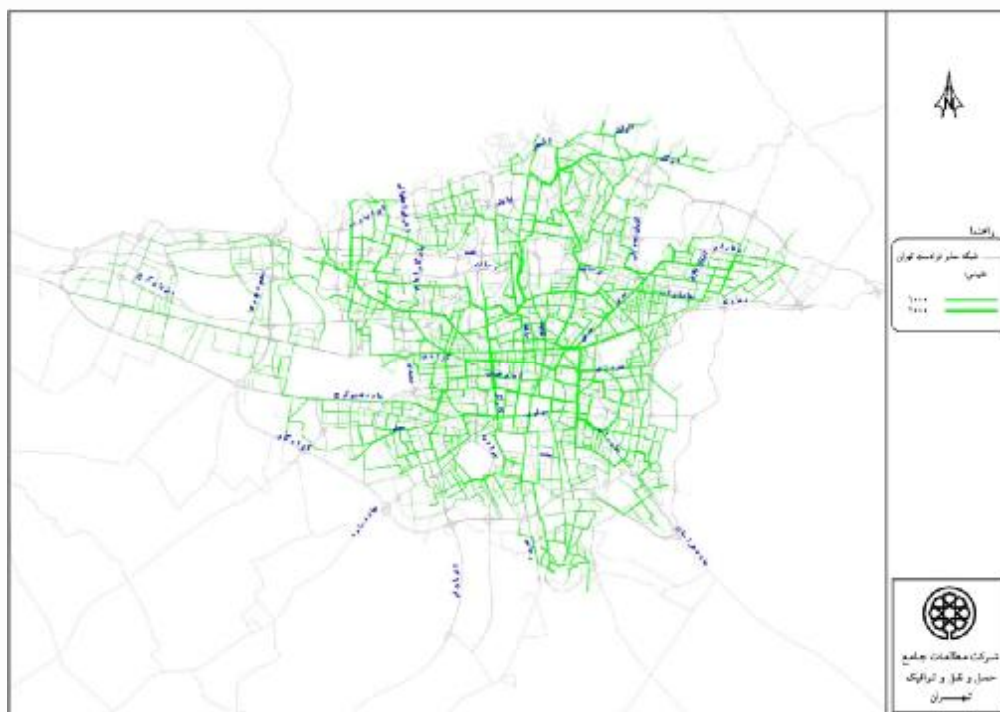
جدول 1. وزن‌های مورد استفاده برای هر یک از انواع معابر موجود در شبکه‌های پایه دوچرخه برای تخصیص [5].

عملکرد معبر	t_0 (دقیقه بر کیلومتر)
محلی و پیاده	2
جمع و پخش‌کننده	1/5
شریانی درجه 2	1/2
شریانی درجه 1 در محدوده مرکزی شهر	1/1
شریانی درجه 1 خارج از محدوده مرکزی شهر	1
بزرگراه با شیب مثبت	0/86
بزرگراه سطح	0/8
بزرگراه با شیب منفی	0/75
آزادراه	0/6
ریمپ و لوپ	1/5

سپس با داشتن شبکه پایه دوچرخه و نیز وزن‌های فوق‌الذکر، خارج از محیط نرم‌افزار EMME/2، برنامه کامپیوتری نوشته شد. این برنامه، کوتاه‌ترین مسیر بین هر زوج مبدا و مقصد در شبکه پایه



دوچرخه را محاسبه نمود (با در نظر گرفتن وزن مسیرها). با داشتن کوتاه ترین مسیر بین هر زوج مبدا و مقصد، ماتریس تقاضای بالقوه سفر با دوچرخه بر روی شبکه پایه تخصیص داده شد که نتایج آن در شکل 6 ارایه شده است.



شکل 6. تخصیص تقاضای بالقوه سفر با دوچرخه بر روی شبکه پایه دوچرخه برای افق 1404 (حجم جهتی بر حسب سفر در ساعت اوج صبح).

4-4 - انتخاب شبکه نهایی دوچرخه

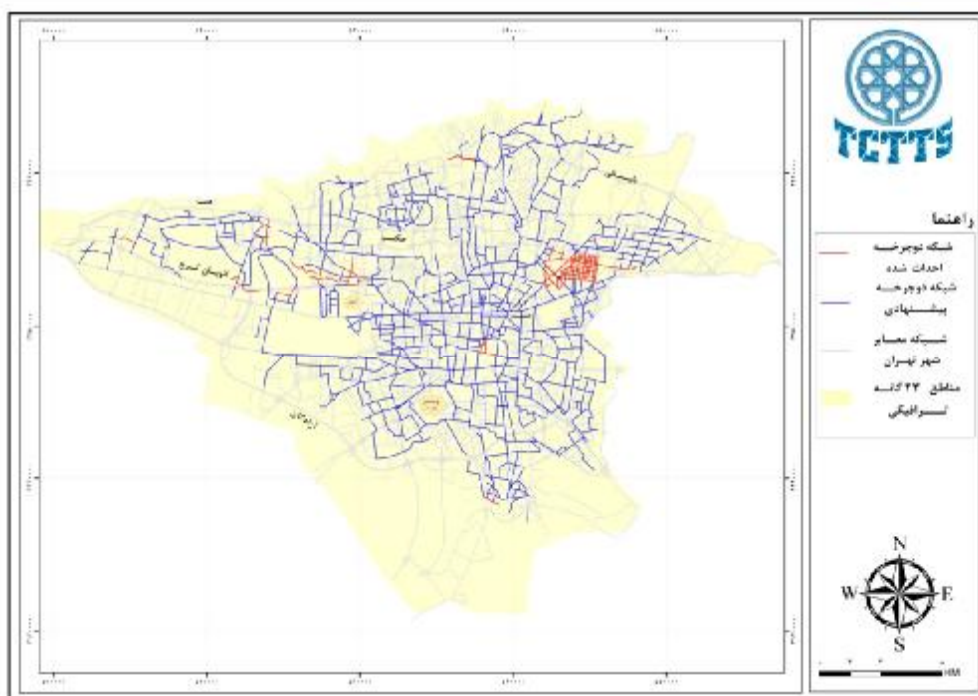
به منظور انتخاب شبکه نهایی دوچرخه از شاخص‌ها و معیارهای ذیل به همراه نقطه نظرات کارشناسی استفاده شد:

- شبکه پایه دوچرخه و نتایج تخصیص سفرهای بالقوه با دوچرخه روی آن حتی المقدور سعی شد پس از مرحله تخصیص سفرهای با دوچرخه، گمان‌هایی که حجم دوچرخه روی آنها بیش از 200 دوچرخه در ساعت بوده است، در شبکه نهایی در نظر گرفته شوند.
- پیوستگی با حمل و نقل عمومی و سرویس‌دهی به ایستگاه‌های آن در تعیین مسیرهای نهایی دوچرخه سعی گردید ایستگاه‌های مترو و اتوبوس تندرو، پایانه‌های حمل و نقل عمومی و حتی ایستگاه‌های اتوبوس معمولی نیز تحت پوشش قرار بگیرند.
- حفظ اتصال شبکه دوچرخه بین مناطق و درون محلات و مناطق شهرداری
- پیشنهادات طرح‌های مطالعاتی مصوب مناطق و نیز شبکه احداث شده دوچرخه در وضع موجود

پیشنهادات مطالعات مصوب مناطق 2، 4، 5، 6، 7، 11 و 12 و نیز شبکه احداث شده دوچرخه در وضع موجود در طرح نهایی دوچرخه در نظر گرفته شد.

• **کمان‌های با حجم پیاده زیاد جهت دسترسی به حمل و نقل عمومی**

در شبکه نهایی دوچرخه، کمان‌هایی از شبکه معابر شهر تهران که حجم پیاده جهت دسترسی به حمل و نقل عمومی در آنها زیاد بوده انتخاب و از آنها جهت تکمیل شبکه دوچرخه‌ای که با در نظر گرفتن 4 شاخص قبل ساخته شده، استفاده گردیده است. حجم پیاده روی کمانها جهت دسترسی به حمل و نقل عمومی از مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران در دسترس است. در شکل 7 شبکه یکپارچه نهایی دوچرخه برای سال 1404 ارائه شده است. با احداث این مسیرها، شهر تهران در سال 1404 دارای 919 کیلومتر مسیر دوچرخه خواهد بود.



شکل 7. شبکه نهایی دوچرخه پیشنهادی برای سال 1404 در شهر تهران.

5 - جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

هدف مطالعه انجام‌شده، انتخاب یک شبکه یکپارچه و پیوسته دوچرخه در شهر تهران بود، به گونه‌ای که شهروندان بتوانند سفرهای روزمره خود به هر نقطه از شهر را با دوچرخه انجام دهند. به منظور انجام مطالعات به کمک مدل حمل و نقل و ترافیک شهر تهران، بانک اطلاعاتی سفرهای مبدا - مقصد

ساکنین شهر تهران در سال 83 و پرسشگری و نظرسنجی، ماتریس سفرهای بالقوه با دوچرخه در یک ساعت اوج صبح سال 1404 محاسبه شد. سپس با در نظر گرفتن معیارها و ملاحظاتی از روی شبکه معابر شهر تهران در سال 1404، یک شبکه پایه دوچرخه برای تخصیص سفرهای با دوچرخه تعیین گردید. روش تخصیص مورد استفاده، روش همه یا هیچ بود، البته با توجه به اینکه بدلائل مختلف، اجرای مسیرهای دوچرخه در خیابانهای با سطح عملکرد بالاتر، مفیدتر است لذا از پارامتر زمان سفر آزاد در هر نوع کمان به عنوان وزن (ضریب) همان کمان استفاده گردید. با عنایت به اینکه با افزایش سطح عملکرد معبر، زمان سفر آزاد آن کاهش می یابد، بنابراین با ضرب آن در طول کمان، طول کمانهای با سطح عملکرد بالاتر، کمتر شده و در نتیجه، احتمال انتخاب این کمانها در تخصیص همه یا هیچ بیشتر می شود. با ساخت شبکه پایه دوچرخه، ماتریس سفرهای بالقوه با دوچرخه در ساعت اوج صبح سال 1404 بر روی آن تخصیص داده شد.

سپس با داشتن حجم ساعتی دوچرخه بر روی کمانها و در نظر گرفتن شاخص های دیگر، شبکه یکپارچه دوچرخه برای شهر تهران در سال 1404 انتخاب و پیشنهاد شد. طول این شبکه، 919 کیلومتر می باشد.

6 - قدردانی

بی شک، هیچ فعالیت علمی و تحقیقاتی بدون تشریک مساعی افراد با توانایی ها و مسئولیت های مختلف به سرانجام نخواهد رسید. بدین وسیله از کلیه کارشناسان فنی و همکاران پشتیبانی که در تحقق این مطالعه همکاری نموده اند سپاسگزاری می شود.



7 - منابع و مراجع

- [1]. Packaging Bicycle Sharing (Public Bicycle) with Other Infrastructure Initiatives, Brodley Schroeder, June 2011.
- [2]. Organization for Economic Co-operation and Development, Korean Situations and Policies to Stimulate Bicycle Use for Urban Transport, January 2011.
- [3]. Hee Choel Shil Phd. Korea Bicycle Transportation: Trends and Safety, April 2011.
- [4]. U.S. Department of Transportation, Federal Highway Administration, Guidebook on Methods to Estimate Non-Motorized Travel. July 1999.
- [5]. "گزارش تکمیلی تابع زمان سفر - حجم معابر شهر تهران"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، 1388.
- [6]. "طرح جامع دوچرخه شهر تهران، بخش اول: تبیین ضرورت انجام مطالعات و بررسی وضعیت موجود دوچرخه‌سواری شهر تهران"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، 1390.
- [7]. "طرح جامع دوچرخه شهر تهران، بخش دوم: مطالعات تطبیقی، تعیین چشم‌انداز و اهداف طرح جامع و تعیین متدولوژی"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، 1390.
- [8]. "طرح جامع دوچرخه شهر تهران، بخش سوم: انجام مطالعات مورد نیاز با توجه به متدولوژی انجام مطالعه"، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، 1390.
- [9]. "طرح جامع دوچرخه شهر تهران، بخش چهارم: ارزیابی راهکارهای اجرایی طرح جامع دوچرخه در شهر تهران، شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، 1390.



Choosing an Integrated Bike Network Based on Macro Parameters and EMME/2 Output in Tehran

Amin Ahmadi, M.Sc. Graduated, Transportation engineering and planning
Morteza Khashaiepoor, M.Sc. Graduated, Transportation engineering and planning
Gholamreza Tahernia, M.Sc. Graduated, Road and Transportation

Abstract

As the population of cities and car production and ownership increase, the problems of transportation system increase too. According to carried out researches, transportation demand management (TDM) solutions along with monetary and financial instruments can tackle these problems effectively. One of these solutions is to promote and develop green transportation (mainly walking and cycling). By increasing the utilization of these modes, the side effects of motorized transportation like air pollution and inefficient energy consumption decrease. In this article, it has been striven to propose an integrated large-scale bike network in Tehran based on cycling demand and some other effective parameters of transportation system. This article focuses on how to choose a primary and final cycling network in Tehran metropolitan area.

Keywords: *choosing, integrated bike network, macro parameters.*