**فصلنامه علمی برنامه‌ریزی منطقه‌ای**
**سال ۱۰، شمارهٔ پیاپی ۳۸، تابستان ۱۳۹۹**
شاپای چاپی: ۶۷۳۵- ۲۲۵۱ - شاپای الکترونیکی: ۷۰۵۱- ۲۴۲۳
*http://jzpm.miau.ac.ir*

مقاله پژوهشی

# تحلیل ساختاری-کارکردی توسعه حمل و نقل محور در محدوده طرح ترافیک کلانشهر تهران

**محسن کلانتری:** دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران.
**محسن احدنژاد روشتی:** دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران.
**ابوالفضل مشکینی:** دانشیار جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.
**محمد جواد نوروزی[۱]:** دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۱۱ صص ۱۴۲- ۱۲۵ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۷

## چکیده

امروزه با رشد فیزیگی شهرهای بزرگ و افزایش سفرهای درون شهری، مسئله حمل و نقل و دستیابی به یک الگوی مطلوب توسعه فضایی مبتنی بر حمل و نقل عمومی محور، اهمیت بسزایی دارد. در این راستا شناخت محدودیت های ساختاری-کارکردی شهرها در زمینه توزیع فضایی کاربری ها، خدمات و جمعیت، نحوه ایجاد تعادل بین ظرفیت های اقتصادی، اجتماعی و کالبدی شهر با پتانسیل های حمل و نقل، می تواند به راهبردهای توسعه فضایی مطلوب رهنمون سازد. لذا این مقاله با روش تحلیلی-اکتشافی به بررسی و تبیین ساختاری-کارکردی توسعه کالبدی شهری مبتنی بر سیستم حمل و نقل همگانی محور (*TOD*) در محدوده طرح ترافیک شهر تهران می پردازد. برای گردآوری اطلاعات از مطالعات کتابخانه ای و میدانی استفاده شده است. برای تحلیل داده ها از روش های سیستم اطلاعات مکانی از قبیل ضریب شاخص دسترسی بهینه، درون یابی براساس فاصله معکوس (*IDW*) و تحلیل شبکه براساس همپوشانی وزنی لایه ها با کمک نرم افزار *ARC GIS 10.3* استفاده شده است. شاخص های پژوهش نیز شامل تراکم جمعیت، کاربری اراضی، تنوع کاربری، کاربری مراکز فعالیت و ظرفیت حمل و نقل است. یافته های تحقیق نشان داد که با وجود ظرفیت های بالای سیستم حمل و نقل شهر تهران اعم از ۱۷ کیلومتر خط اتوبوس تندرو (*BRT*) و ۴۱ ایستگاه؛ ۳۸ کیلومتر خط مترو و ۴۰ ایستگاه؛ و ۱۰۷ کیلومتر خط اتوبوص با ۳۱۷ ایستگاه ؛ توزیع کاربری ها نامناسب است. از طرفی ۶۳ درصد از فضای محدوده در زمینه شاخص تحرک در پهنه «زیاد» قرار گرفته است. در نتیجه، به علت توزیع نامناسب کاربریها، مردم، روزانه سفرهای درون شهری متعددی برای دریافت خدمات از نقاط گوناگون انجام می دهند. در نتیجه، به علت بالا بودن شاخص تحرک فضایی و عدم تناسب بین تنوع کاربری و ظرفیت جمعیت پذیری و حجم مراجعات؛ نقاط داغ ترافیکی شهر منطبق بر محورهای حمل و نقل خطوط *BRT* و مترو است. لذا، محدود کردن استفاده از خودروهای شخصی، خروج کاربری های نامناسب و ناسازگار، تشویق مردم به پیاده روی و دوچرخه سواری، و حفظ جمعیت محدوده و جلوگیری از تغییر کاربری مسکونی به فعالیتی، ضروری است.

**واژه‌های کلیدی:** حمل و نقل شهری، توسعه کالبدی-فضایی، حمل و نقل محور، شهر تهران.

۱ . نویسنده مسئول: *mjnoroozi1362@gmail.com*، ۰۹۱۲۵۴۲۴۴۷۴

**مقدمه:**

پیامد گسترش شهرنشینی سریع در ایران، پیدایش شهرهای بزرگ با بافت نابسامان است(*Rezaei and Karimi, 2016: 119*) که به علت مدیریت نادرست ساختار فضایی مبتنی بر دسترسی مطلوب، مسئله ترافیک و ناپایداری الگوهای حمل و نقل، منجر به شکل گیری جریانات فضایی نامطلوب و تحمیل هزینه های عمومی شده است(*Spears et al, 2018: 207*). در این راستا با پیشرفت و صنعتی شدن جوامع و افزایش شدید تقاضای سفر در تمامی مقیاس ها( شهری، بین شهری و بین کشوری ) و رشد درصد مالکیت خودرو، لزوم توجه به فراهم آوردن شرایط مناسب برای پاسخگویی به این افزایش تقاضا احساس می شود(*Mohammadpour et al., , 2016: 104*) زیرا الگوهای حرکتی مردم در شهر یکنواخت نیست و پیچیدگی این الگوها از عواملی مانند تراکم جمعیت، کاربری زمین و دسترسی به وسائل نقلیه تبعیت می کند(*Etminani and Sultanate, 2013: 62*). علاوه براین، افزایش تقاضا برای مالکیت خودروهای شخصی، مسائل و مشکلات متعددی نظیر افزایش بی رویه مصرف انرژی، آلودگیهای زیست محیطی، تأخیر و تراکم ترافیک، مسائل روحی روانی ناشی از ترافیک و بحران انرژی و کاهش منابع انرژی های تجدید ناپذیر شده است *(Hazel, 2007: 22)*. در این رابطه، به منظور کاهش این اثرات مخرب از دهه ۱۹۷۰ در ایالات متحده امریکا، ایده توسعه حمل و نقل محور(*TOD*) مورد توجه سیاست گذاران و پژوهشگران عرصه برنامه ریزی و طراحی شهری قرار گرفته است(*Guerra and Cervero, 2015: 9*). به اختصار، پروژه های *TOD* باید استفاده از حمل ونقل عمومی را در عرصه هایی با کاربری مختلط مسکونی، تجاری و اداری در نزدیک یک گره یا ایستگاه حمل ونقل(اتوبوس، مترو و...) تشویق کنند. اما در واقع یک توسعه حمل و نقل محور موفق، محدوده ای فراتر از یک ایستگاه حمل و نقل در یک واحد همسایگی را درگیر کارکردهای نوین توسعه می کند. مراکز شهری با کاربری های مسکونی، تجاری و خدماتی، حجم بالایی از خودروها را در خود جای می دهد که افزایش در میزان وسایل نقلیه باعث برخی از پیامدها همچون تراکم، آلودگی صدا و هوا می شود. از این رو سیاست گذاران همیشه به دنبال راهی برای کاهش وابستگی به خودرو در نواحی شهری بوده اند (*Duncan, 2017: 138*). لذا مدیریت فضا مبتنی بر اصول *TOD* به کمک حمل و نقل آمده است تا نحوه جریانات فضایی و حجم سفرهای درون شهری را کنترل و بهینه نماید( *Hardy, 2018:* ۲۹). تحلیل نظریه های حمل و نقل و کاربری زمین، نشان می دهد که استفاده از رویکردهای مبتنی بر توسعه پشتیبان حمل و نقل عمومی، به لحاظ یکپارچگی فضایی بین نحوه استفاده از زمین و فعالیت های مرتبط با عملکرد منطقه با حمل و نقل می تواند راهکارهای عملیاتی و قابل درکی جهت استفاده بهینه از حمل و نقل عمومی ارائه دهد(*Manaugh & Kreider, 2017: 67*).

در واقع می توان گفت که توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی راهکار مناسبی برای حل مشکلات ترافیکی و تحقق حمل و نقل پایدار شهری به حساب می آید. این نوع توسعه، مناطق شهری سالم، پویا و سرزنده با تنوعی از کاربری ها را ایجاد می کند و باعث بهبود کیفیت محیط و کاهش آلودگی های زیست محیطی می شود. بطور کلی، توسعه حمل و نقل محور، در قالب جنبش های رشد هوشمند و نوشهرگرایی و با تاکید بر حمل و نقل همگانی، درصدد آن است تا جوامعی سالم و با پویایی اقتصادی را ایجاد نماید(*Cervero, 2016: 49*). و عمدتا پیرامون مراکز و ایستگاه های حمل و نقل عمومی مانند پایانه های اتوبوسرانی و ایستگاه های مترو شکل می گیرد(*Reconnecting America's Center for Transit-Oriented Development , 2017: 1*). در واقع این توسعه، جوامع فشرده و پیاده محور را در اطراف سیستم ایستگاه های حمل و نقلی با کیفیت بالا ایجاد می کند و امکان یک زندگی با کیفیت بالا و بدون وابستگی به خودرو را فراهم می نماید (*Abdi, 2013: 2*). شهر تهران با جمعیت ساکنین نزدیک به ۸ میلیون نفر و با احتساب سفرهای دروازه ای که جمعیت شناور آن را به بیش از ۸/۵ میلیون و براساس بعضی گزارش ها تا ۱۲ میلیون نفر در روز می رساند، از طرفی، طبق آمارها نرخ سفر به حد ۱/۵ سفر سواره به ازاء هر نفر رسیده است، بطوریکه قریب به ۱۵ میلیون سفر سواره در طی روز در شبکه معابر شهر تهران جریان دارد(*Tehran Comprehensive Transportation and Traffic Studies Company, 2011: 302*). تمامی این آمارها نشان از گستردگی مسائل و مشکلات کلانشهر تهران در بخش حمل و نقل دارد که نیازمند ابزار و راهکارهای کارآمد برای کاهش مشکلات و بهبود وضعیت آن است (*Mohammadpour et al., 2015: 104*). تنها راه برون رفت از این تنگنا، اتخاذ تدابیری جهت دست یابی به حمل و نقل پایدار در تهران می باشد(*Tehran Center for Studies and Planning, 2012: 10-9*). این در حالی است که، عمده ترین مشکلات ترافیکی شهر تهران در مرکز شهر، تحت عنوان محدوده طرح ترافیک کلانشهر تهران قرار دارد. و دلیل تمرکز پژوهش حاضر بر محدوده طرح ترافیک کلانشهر تهران به خاطر مشکلاتی می باشد که این محدوده با آن مواجه است. محدوده طرح ترافیک، شامل مناطق ۶-۱۲-۷-۱۱-۱۳ است. و از نظر شاخص«نسبت حجم بر ظرفیت» در حالت بحرانی قرار دارد(شرکت مطالعات جامع حمل و نقل و ترافیک تهران، ۱۳۹۰). لذا این پژوهش در پی بررسی ظرفیت های حمل و نقل کلانشهر تهران و انطباق آن با سیستم حمل و نقل محور کلانشهری است. تا با آسیب شناسی مسائل و مشکلات ساختاری-کارکردی محدوده طرح ترافیک، راهبردهای مطلوب حمل و نقل محور

در محدوده مورد مطالعه ارائه دهد تا مسائل و مشکلات حمل و نقل و ترافیک کلان شهر تهران به حداقل برسد. در این رابطه، تحلیل ساختار کالبدی فضایی شهر تهران و نحوه طراحی شبکه معابر، تناسب ظرفیت محدوده به نسبت جمعیت، فعالیت و حمل و نقل؛ یکی از مهم ترین اولویت ها و ابزار لازم برای تبیین سیستم توسعه فضایی حمل و نقل محور کلانشهر تهران است. با توجه به موراد مطرح شده، سوال تحقیق این است که برنامه ریزی و توسعه کالبدی شهری در محدوده طرح ترافیک شهر تهران مبتنی بر سیستم حمل و نقل همگانی محور (*TOD*) می باشد؟

## مبانی نظری پیشینه تحقیق:

توسعه فضایی مبتنی بر حمل و نقل عمومی، یکی از مهمترین اولویت های مدیریت فضا بویژه در کلانشهرها است. زیرا، «عامل کارآمدی کلانشهرها به عنوان، موتور اقتصاد جهانی، شبکه حمل و نقل است. در مقابل، ناکارآمدی سیستم حمل و نقل شهری عوارض جدی محیطی همانند آلودگی هوا و پیامدهای منفی اجتماعی و اقتصادی را به دنبال خواهد داشت و باعث ناکارآمدی عملکرد شهر می گردد( *Fallah menshadi et al., 2015: 84*). چرا که، دستیابی به بهره وری سازنده در مناطق شهری فقط با تامین نیازهای جابجایی(حمل و نقل و دسترس پذیری) برآورده خواهد شد(*Pour Ahmad and Imranzadeh, 2012: 18*). روش توسعه مبتنی بر حمل و نقل همگانی با توجه به چگونگی توزیع جمعیت و تنوع کاربری‌ها، سعی در ساماندهی و تمرکز نقطه ای کاربری های مختلف در مکان های معین دارد. این مکان ها غالباً ایستگاه های حمل و نقل همگانی به ویژه مترو و قطار سبک شهری هستند. این روش سعی بر هماهنگ کردن سرمایه گذاری در بخش حمل و نقل همگانی با الگوهای کاربری زمین فعلی و آینده دارد(*Niles and Nelson, 2011: 76*). در این رابطه، نظریه «توسعه پیاده رو» مطرح می شود. که به نوعی مکمل نظریه حمل و نقل عمومی محور است. و در برنامه ریزی حمل و نقل محور بر «پیاده روی و دوچرخه سواری برای مقاصد سفر در حال حاضر به عنوان راه حل بالقوه پایدار به منظور کاهش معضل سلامت عمومی و حمل ونقل، تاکید می شود»( *Soltani, 2014: 9*). علاوه براین، دیتمار و اهلند انواعی از توسعه حمل و نقل همگانی محور را بر حسب حوزه های مختلف عملکردی بر می شمرند که شامل مرکز تجاری شهر، محله های شهری، مرکز حومه، محله های حومه ای، محله های نواحی انتقالی و شهرک ها می شوند(*Dittmar & Ohland, 2014*). وایت و مک نیل نیز انواعی از توسعه حمل و نقل همگانی محور را در بسترهای مختلف جغرافیایی ارائه می‌دهند که عبارتند از: محورهای تک عملکردی؛ محورهای با کاربری مختلط؛ توسعه نو سنتی؛ توسعه حمل و نقل همگانی محور؛ مناطق روستایی؛ محدوده‌های پیرامونی(*White & McDaniel, 2009*). همچنین بلزر و اوتلر(۲۰۱۲) معتقدند که پیش زمینه های پیاده سازی سیستم حمل و نقل محور شهری مبتنی بر ۶ مولفه است(*Belzer and Autler, 2012*):

- ❖ کارایی محل (توانایی دسترسی به شغل ها، امکانات رفاهی و تفریحی و... در فاصله دوچرخه سواری و پیاده روی)
- ❖ سلب ارزش (عدم ارائه وام مسکن در محدوده، مالیان خانه بدون مالکیت، کاهش هزینه حمل و نقل)
- ❖ قابلیت زندگی (هوای بهتر، سلامت، ایمنی، بهداشت اقتصادی، دسترسی و کاهش تراکم و غیره)
- ❖ بازگشت مالی (مالیات و هزینه های بالاتر، بازده سرمایه گذاری)
- ❖ انتخاب (مسکن، حالت های حمل و نقل، خرده فروشی، تفریح و غیره)
- ❖ الگوهای کارآمدی استفاده از زمین در سطح منطقه ای (جاده ها و زمینی که برای جاده ها استفاده می شود).

## انواع مدل های سیستم حمل و نقل محور:

دست یابی به توسعه فضایی شهری مبتنی بر سیستم حمل و نقل محور، در گرو، سنجش نیازها و شناسایی آسیب ها و محدودیت های شهر در کنار پتانسیل های ساختاری-کارکردی آن است. در این رابطه، مدل های متنوعی نیز جهت بررسی وضع موجود و پیش بینی شرایط آینده طراحی و ارائه شده است. مهم ترین آنها عبارتند از:

**مدل *TOD* تک گره:** در این مدل، طراحی سیستم حمل و نقل شامل یک محله تک محور در اطراف ایستگاه های راه آهن بزرگ است. مکان آن می تواند شهر یا حومه باشد. توسعه در یک الگوی دایره ای در ایستگاه قطار کشیده می شود. شعاع دسترسی در این مدل براساس شرایط جمعیتی و تنوع و اختلاط فعالیت متفاوت است و از ۰,۵ کیلومتر(مانند ایالات متحده آمریکا برای دسترسی عابرین پیاده) تا ۲-۳ کیلومتر(مانند هلند برای دسترسی دوچرخه سواری) می تواند در نظر گرفته شود(*Moore, 2010: 567*).

**مدل *TOD* چندین گره**: این نوع شبیه به *TOD* تک گره است، اما به جای یک مکان واحد، یک شبکه منطقه ای از گره ها در اطراف ایستگاه های مترو، اتوبوس، *BRT* و غیره ایجاد می کند. گره ها می توانند دایره ای یا نیم دایره ای باشند. محل گره های *TOD* به صورت

یک الگوی «مهره در رشته» معمولی است. این نوع *TOD* با هدف رفع محدودیت های دسترسی تمام مناطق شهری در اطراف حمل و نقل ریلی و اتوبوس همگانی و دور از ماشین شخصی است(*Smas et al, 2016: 63*).

**مدل *TOD* کریدوری:** این نوع در مناطق شهری طراحی می شود که تمامی خطوط بر پایه خطوط مترو، تراموا و یا اتوبوس سریع حمل و نقل (*BRT*) ختم می شود. الگوی توسعه فضایی شهر بر مبنای خطوط مشابه در خط حمل و نقل است، زیرا گره ها (مثلا در اطراف تراموا متوقف می شوند) نزدیک به یکدیگر هستند. *TOD* کریدوری غالبا برای اکثر مناطق شهری موجود یا برنامه های توسعه شهر آینده برنامه ریزی شده است. و اکثر شهرها سعی می کنند که چنین الگویی را بر شهر عملیاتی کنند(*Calthorpe, 2013: 1*۹).

**شکل ۱- انواع مدل های حمل و نقل محور*TOD*** - مأخذ: *Moore, 2010* ؛ *Smas et al, 2016* ؛ *Calthorpe, 2013*.

## تجارب شهرهای مبتنی بر سیستم حمل و نقل محور *TOD*:

**ژاپن:** این کشور یکی از پیشگامان توسعه سیستم حمل و نقل محور در برنامه ریزی شهری است. یکی از مهمترین پروژه های حمل و نقل محور این کشور، اجرای «پروژه اکسپرس تسوکوبا» برای یکپارچه سازی حمل و نقل شهری و توسعه مسکن است. این پروژه نه تنها کل شهر را از طریق خطوط راه آهن و تراموا و اتوبوس های تندرو به هم متصل می کرد. بلکه بواسط گسترش سیستم حمل و نقل برون شهری، امتداد خطوط سه گانه ، شهرهای یک منطقه را هم به یکدیگر متصل کرده و یک سیستم یکپارچه منطقه شهری بوجود آورده بود. این پروژه بر سه اصل متکل بود: دوچرخه سواری، اتوبوس همگانی و قطار شهری(*Boarnet, 2011: 199*).

**برزیل:** یکی از اولین و موفق ترین نمونه هایی از *TOD*، پروژه کوریتیبای برزیل است. هدف برنامه ریزان شهری و حمل و نقل در این شهرها، سازمان دهی شهر و سیستم حمل و نقل برمبنای خطوط اتوبوس های تندرو *BRT* است(*Cervero, 2016: 53*). منبع نوآوری در کورتیبا، یک فرم منحصر به فرد از برنامه ریزی شهری مشارکتی است که بر آموزش، بحث و توافق عمومی تأکید دارد. قوانین این سیستم بر منطقه بندی براساس ظرفیت های حمل و نقل، جمعیت و فعالیت استوار است. با توجه به ارزان بودن هزینه سفر در این سیستم، ظرفیت مشارکتی مردم و مدیران شهری بسیار بالا است(*Martinez, 2010*).

**هلند (آمستردام):** یکی از مهم ترین تجربه های موفق در طراحی شهری مبنی بر سیستم حمل و نقل، شهر آمستردام هلند است. این شهر دارای سیستم حمل و نقل عمومی چند منظوره متراکم بر مبنای مترو، تراموا، اتوبوس و دوچرخه است. منطقه شهری آن نمونه ای از کنترل موفقیت آمیز و حتی پیچیده ای است(*Smas et al, 2016: 69*). در این شهر، برنامه ریزان حمل و نقل، چهار ایستگاه اصلی با ۱۷ ایستگاه فرعی متصل به آنها در بخش های مختلف شهر تعیین کردند. در نتیجه توزیع سایر ایستگاه ها بر مبنای ۱۷ ایستگاه اصلی صورت می گرفت. از طرفی، خطوط مترو و تراموا نیز ایستگاه های مورد نظر را پیشتبانی می کردند. و مرکز شهر، فاقد ایستگاه اتوبوس یا مترو بود. و این محدوده از طریق طراحی پیاده محور و دوچرخه سواری و تاکسی های ویژه و محدود، پشتیبانی می شوند. (*Singh, 2015: 31*). در کل، در شهر آمستردام، از آنجا که استفاده از دوچرخه وسیع است، فاصله استاندارد برای سفر غیر مرسوم به ایستگاه های قطار بسیار بالاتر از مناطق *TOD* در کشورهای دیگر است(*Smas et al, 2016: 69*). در ارتباط با موضوع «توسعه فضایی مبتنی بر اصول حمل و نقل عمومی محور*TOD*» پژوهشگران متعددی با نگرش های مختلف به مطالعه پیرامون آن پرداخته و تأثیر آن را بر جنبه‌های مختلف «توسعه فضایی منطبق با اصول *TOD*» مورد بررسی قرار دادند، که به عنوان نمونه می‌توان به مطالعات زیر اشاره کرد.

**جدول۱- خلاصه تحقیقات داخلی و خارجی در زمینه توسعه فضایی مبتنی بر اصول *TOD***

| مولف(ها) | سال | عنوان | شاخص ها | نتیجه |
|---|---|---|---|---|
| آزموده و حقیقی | ۱۳۹۶ | توسعه فضایی مبتنی بر اصول حمل و نقل عمومی محور*TOD*(منطقه ۶ تهران) | ضریب دسترسی-فاصله از ایستگاه- کاربری اراضی | عامل فاصله از حمل و نقل عمومی، بیشترین تأثیر را در ارزیابی میزان دسترسی مناطق دارد. و ۶۰ درصد منطقه، دسترس پذیری بالا دارد. |
| محمدپور، صرافی، توکلی نیا | ۱۳۹۵ | تحلیلی بر مدیریت تقاضای سفر در راستای حمل و نقل پایدار شهری(کلانشهر تهران) | مولفه چهارگانه *SWOT* | ایجاد محدودیت تردد به ازاء کیلومتر سفر، منجر به گرایش مردم به استفاده از حمل و نقل عمومی می شود. |
| اکبری | ۱۳۹۴ | عنوان برنامه ریزی کاربری اراضی شهری در اطراف ایستگاه مترو شوش با رویکرد توسعه حمل و نقل محور | کاربری اراضی، حمل و نقل، جمعیت | رسیدن به حمل و نقل عمومی محور نیازمند بازنگری و تغییر در نظام کاربری وضع موجود |
| علیزاده و عبدی | ۱۳۹۲ | الگوی کریدوری حمل و نقل همگانی محور در بلوار پاسداران شهر سنندج | جمعیت، فعالیت، کاربری زمین، دسترس پذیری | پایداری حمل و نقل در گرو، افزایش دسترس پذیری، تقویت حمل و نقل همگانی و کاهش چالش های زیست محیطی |
| می و همکاران[1] | ۲۰۱۷ | برنامه ریزی مراکز پایدار: طراحی مدل یکپارچه حمل و نقل و استفاده از زمین برای توسعه حمل و نقل محور | کاربری زمین، حمل و نقل، آلودگی، معماری | الگوریتم متعارف براساس ژنتیک ایمنی جهت کنترل مسیرهای حرکت خودروهای شخصی، مهمترین راهکار کنترل حمل و نقل شهری است. |
| ساحو[2] | ۲۰۱۷ | یک روش برای اصلاح استفاده از زمین در یک سناریوی توسعه حمل و نقل محور | تراکم اشتغال، تراکم مسکونی، تنوع کاربری و مقیاس فاصله | بهترین مدل برای اصلاح و توزیع کاربری اراضی، راه اندازی سیستم های حمل و نقل همگانی تندرو است |
| یانگ و همکاران[3] | ۲۰۱۶ | سرمایه گذاری حمل و نقل متراکم در مقایسه با سرمایه گذاری حمل و نقل توسعه: انتخاب محل ایستگاه مترو شنژن | قیمت زمین، شیوه مالکیت، تراکم کاربری، حمل و نقل عمومی | سیستم حمل و نقل شهر شنزن، گرفتار مافیای سرمایه داری و تخریب اموال عمومی شده است |
| ساورو و دای[4] | ۲۰۱۵ | اتوبوس حمل و نقل سریع (*BRT*) و سیستم حمل و نقل محور: استفاده از توسعه حمل و نقل محور با .... | کاربری زمین، تراکم جمعیت، تراکم فعالیت، شبکه حمل و نقل | تحت شرایط مناسب، *BRT* همچنین می تواند در ایجاد مجدد توسعه شهر و شکل دادن به رشد شهری در فرمت های پایدار بیشتر تاثیر گذار باشد. |

## روش تحقیق:

روش تحقیق پژوهش حاضر توصیفی-تحلیلی و از نظر هدف، کاربردی است. برای گردآوری اطلاعات از مطالعات میدانی و کتابخانه ای استفاده گردید. قلمرو تحقیق شامل محدوده طرح ترافیک شهر تهران است. با توجه به اینکه داده های تحقیق، آمارهای عینی و اسناد و گزارش ها و سالنامه ها و نقشه های سازمان ها است. لذا، این تحقیق فاقد جامعه آماری است. شاخص های تحقیق به عنوان پایه تحلیل وضعیت موجود توسعه فضایی مبتنی بر حمل و نقل محدوده طرح ترافیک شهر تهران در جدول ۲ آورده شده است.

**جدول۲- شاخص های تحقیق**

| ابعاد | شاخص |
|---|---|
| کاربری اراضی | تراکم فعالیت؛ کاربری های تجاری، آموزشی، بهداشتی-درمانی، فرهنگی-مذهبی، تفریحی-خدماتی، مسکونی؛ تنوع کاربری؛ |
| حمل و نقل | ظرفیت های حمل و نقل(مترو، *BRT*، اتوبوس عمومی، شبکه معابر و سلسله مراتب آن)؛ فاصله و شعاع دسترسی؛ تقاطع ها؛ مناطق پر ترافیک |
| جمعیت | تراکم جمعیت |
| فعالیت | تراکم شاغلین، تراکم مراکز فعالیت |
| *tod* | اختلاط کاربری؛ تناسب کاربری؛ مسیر پیاده راه؛ مسیر دوچرخه سواری؛ |

مأخذ: *Azmodeh and Haghighi. 2016؛ Mohammadpour et al., 2016؛ Behzad Far and Zabihi 2011؛ Litman, 2016؛ Singh, 2015؛ Boarnet, 2011*

*1 . Ma*
*2 . Sahu*
*3 . Yang*
*4 . Cervero & Dai*

برای تحلیل داده ها از آزمون تحلیل شبکه و همپوشانی فازی و آزمون رگرسیون مکانی استفاده شده است. ابتدا، با استفاده از شاخص های تراکم جمعیت، موسسات و مراکز اقتصادی، اشتغال، کاربری اراضی، حجم ترافیک و تردد خودروها در زمان و مکان، با توجه به وضع موجود سال ۱۳۹۶، وضعیت ترافیک و جریانات فضایی محدوده ترافیک شهر تهران به کمک تکنیک های سیستم اطلاعات جغرافیایی مورد بررسی قرار گرفت. استخراج نقشه های اولیه براساس آمارها و گزارشات و ارزش گذاری لایه ها با روش دورن یابی فاصله معکوس (*IDW*) و روش وزن دهی جغرافیایی در قالب تحلیل رستری صورت گرفت. در مرحله دوم شاخص دسترسی به ایستگاه های مترو و خطوط *BRT* طبق شعاع دسترسی استاندارد برای هر کاربری، میزان فاصله مراکز خدماتی و نحوه دسترسی آنها به خطوط مترو و خطوط *BRT* و میزان تحرک و پویایی محدوده محاسبه گردید تعریف گردید. و در نهایت با استفاده از لایه های تولید شده در مراحل قبلی و ارزش گذاری و استاندارد سازی آنها، مدل سازی با کمک تحلیل همپوشانی وزنی مطابق شکل۲ انجام شد. با توجه به اینکه، بازه وزن لایه ها می تواند بین ۱ تا ۱۰۰ یعنی بر حسب درصد و یا بین صفر تا ۱ باشند. در این پژوهش وزن دهی تراکم جمعیت، موسسات و مراکز اقتصادی، اشتغال، کاربری اراضی(بین ۱ تا ۴,۵) و وزن دهی حجم ترافیک و تردد خودروها در زمان و مکان(بین ۱,۵ تا ۵) بوده است. چرا که «لایه جهت گیرنده (متغیر وابسته) به علت ابعاد مختلف تاثیر پذیری و گسترده عملکردی، ضریب وزنی بالاتری دریافت می کند» (*Yamba, 2011: 164*).در مرحله آخر نیز با بررسی و مقایسه الگوهای سیستم حمل و نقل عمومی و تحلیل های فضایی، میزان انطباق ظرفیت های سیستم حمل و نقل محدوده مورد مطالعه با معیارهای *TOD* تبیین گردید.

## یافته‌های تحقیق:

کلانشهر تهران، براساس نیازها و مشکلات کالبدی و حمل و نقل، برخی ظرفیت های مهم در زمینه حمل و نقل درون شهری ایجاد کرده است. تا میزان مشکلات جابه جایی شهروندان را به حداقل برساند. در این راستا بررسی ظرفیت های حمل و نقل شهری تهران، و انطباق آن با استانداردهای *TOD* نشان می دهد که در شهر تهران، اکثر ظرفیت های لازم برای توسعه حمل و نقل محور شهری فراهم شده است. اما مسئله اصلی، وجود مشکلات کالبدی–فضایی متعدد و نارسائی های حمل و نقل در پاسخ گویی به حجم جمعیت و فعالیت در محدوده است. در این رابطه، بررسی ظرفیت های حمل و نقل محدوده طرح ترافیک نشان می دهد که این محدوده با بیش از ۳۵ کیلومتر شبکه معابر با عرض بیش از ۲۵ متر؛ ۱۷ کیلومتر خط اتوبوس تندرو (*BRT*) و ۴۱ ایستگاه و ۹۵ دستگاه؛ بیش از ۳۸ کیلومتر خط مترو و ۴۰ ایستگاه و ۲۳ دستگاه؛ و بیش از ۱۰۷ کیلومتر خط اتوبوس با ۳۱۷ ایستگاه اتوبوس و ۲۹۳ دستگاه اتوبوس(شهرداری تهران، ۱۳۹۶) می باشد. این در حالی است که شبکه حمل و نقل تاکسی و خودروهای شخصی را نیز می توان به آن افزود. با توجه به اینکه، اصول حمل و نقل *TOD* بر سیستم حمل و نقل همگانی(اتوبوس عمومی، مترو، *BRT*، تراموا و...) مسیرهای پیاده روی و دوچرخه سواری، و اختلاط کاربری استوار است(*Calthorpe, 2013: 169*). محدوده طرح ترافیک، به جز تراموا و مسیرهای دوچرخه سواری، سایر شرایط لازم را دارد. و برای ریشه یابی مسائل ترافیک و حمل و نقل باید اصول کاربری اراضی و توزیع ظرفیت های جمعیتی، اقتصادی، و کاربری اراضی در رابطه با ظرفیت های حمل و نقل بررسی گردند.

**نقشه۱- ظرفیت های حمل و نقل در محدوده طرح ترافیک شهر تهران**

در رابطه با ریشه یابی مسئله ترافیک و حمل و نقل در محدوده مورد مطالعه، بررسی نقشه ترافیک شهر تهران و ظرفیت های حمل و نقل شهری براساس مطالعات میدانی از نقاط پرترافیک و آمارهای روزانه منتشر شده توسط مرکز کنترل ترافیک و تحلیل آن در قالب تکنیک دورن یابی فاصله معکوس(*IDW*) نشان می دهد که، نقاط داغ و پرترافیک روزانه شهر تهران دقیقا منطبق بر نقاطی است که ظرفیت های حمل و نقل شهری تهران به اوج خود می رسد. در این رابطه، بررسی نقشه ۱ و ۲ نشان می دهد که نقاط پرترافیک شهر تهران دقیقات منطبق بر خطوط *BRT* و خطوط مترو است. در نتیجه می توان گفت که علت اصلی مشکلات حمل و نقل شهری تهران، در نارسائی های کالبدی–فضایی است که منجر به رشد روز افزون وابستگی سایر مناطق شهر به بخش مرکزی و افزایش جابه جایی های روزانه شده است. خروجی تحلیل نقشه ۲ در قالب جدول ۳ نشان می دهد که ۱۸ درصد از محدوده در منطقه نقاط داغ ترافیکی قرار دارد که با مطالعات میدانی، هر خودرو در این محدوده بطور متوسط ۷ الی ۴۳ دقیقه زمان خود را در ترافیک سپری می کند. این در حالی است که در این محدوده ، خط *BRT* تجریش–راه آهن و خط مترو با همین مقصد قرار دارد. همچنین آمارها نشان می دهد که در این محدوده، تعداد جمعیت ساکن ۱۲۹ نفر در متر مربع است. در حالی که ۴۹ درصد از فضای محدوده در تصرف، کاربری های فعالیتی است، و این کاربری ها عمدتا در واحد های چند طبقه مستقر است. بدین ترتیب، براساس ظرفیت های حمل و نقل و انطباق ظرفیت های موجود با نقاط داغ ترافیکی، باید گفت که یکی از مهم‌ترین مشکلات محدوده طرح ترافیک شهر تهران، عدم توجه به توزیع متعادل کاربری ها در بخش های مختلف محدوده است. و ساکنین محدوده و مراجعان خارج از محدوده، برای دریافت هر نوع خدمات باید به بخش های مختلف محدوده طرح ترافیک مراجعه کنند و ای امر منجر به افزایش تحرکات فضایی می گردد. و هر مراجعه کننده در طول زمان کوتاهی باید به چند نقطه متفاوت سفر کند تا خدمات مورد نظر را دریافت نماید . این رویه منجر به افزایش ترافیک می گردد. علی رقم اینکه در این محدوده انواع خدمات حمل و نقل عمومی و خصوصی در دسترس هستند.

**جدول۳- وضعیت پهنه های ترافیکی در محدوده طرح ترافیک شهر تهران**

| محدوده های ترافیکی | مساحت | درصد | سرانه جمعیت(نفر در متر مربع) | سهم فضای فعالیت به کل(متر مربع) |
|---|---|---|---|---|
| نقاط داغ | ۵۷۶۳۸۷۹/۳۶ | ۱۸ | ۱۲۹ | ۴۹ |
| محدوده پرترافیک | ۸۳۲۵۶۰۳/۵۲ | ۲۶ | ۲۵۶ | ۵۳ |
| محدوده ترافیک روان | ۱۲۴۸۸۴۰۵/۲۸ | ۳۹ | ۳۲۱ | ۳۸ |
| محدوده کم ترافیک | ۵۴۴۳۶۶۳/۸۴ | ۱۷ | ۳۲۹ | ۳۵ |

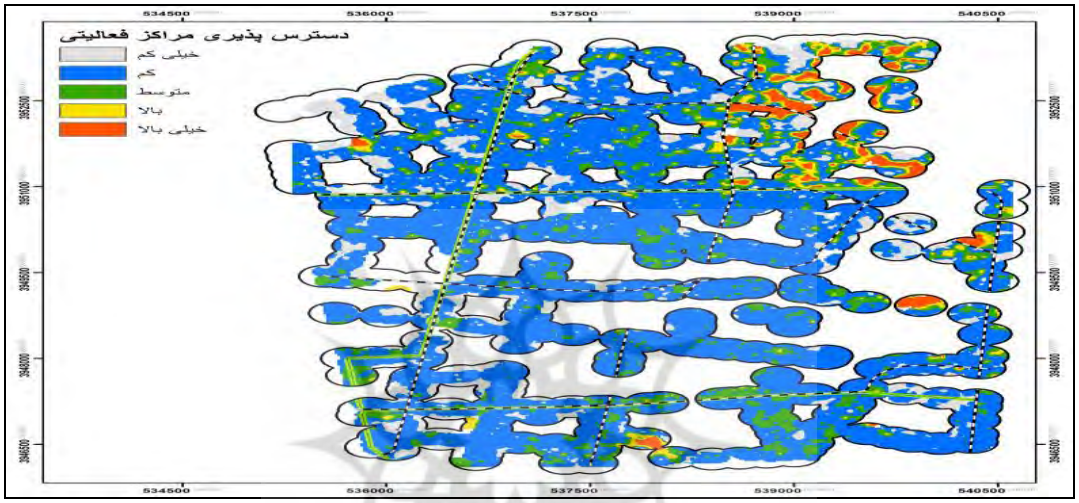
مأخذ: محاسبات نگارنده براساس آمارهای( شهرداری، ۱۳۹۶)

**نقشه۲- نقاط داغ ترافیکی در محدوده طرح ترافیک شهر تهران**

در این مرحله، برای نشان دادن تناسب بین ظرفیت های حمل و نقل شهری در محدوده طرح ترافیک و تراکم جمعیت و فعالیت، از مدل های تحلیل فضایی و شاخص دسترسی بهره گرفته شد. بطور کلی، داده‌های مورد استفاده، نقشه شبکه معابر، نقاط داغ ترافیک، داده جمعیتی، عرض معابر و سایر اطلاعات توصیفی مورد نیاز است که در قالب جداول توصیفی به داده های برداری متصل گردیده است. برای محاسبه، بافرهای۱۰۰ متری از شبکه معابر، بافر ۲۵۰ متری از خطوط اتوبوس عمومی، بافر ۴۰۰ متری از خطوط اتوبوس تندرو (*BRT*) و

بافر ۸۰۰ متری از خطوط مترو ترسیم گردیده سپس با لایه نواحی ترافیکی تقاطع ها؛ و با فرض یکنواخت بودن توزیع جمعیت در محدوده، تعداد افرادی که در فاصله مورد نظر به شبکه خیابانها دسترسی دارند، در محیط *Arc Catalog* با درنظر گرفتن قوانین عمومی رفت و آمد و لحاظ کردن ضریب های فیلدهای کلیدی و موثر در تحلیل شبکه، ایجاد گردید.

با بدست آمدن فواصل بین پیکسل ها و نحوه جریانات و روابط بین نقاط ثقل در تحلیل فضایی، میزان دسترس پذیری مراکز فعالیتی براساس ظرفیت های شبکه حمل و نقل مشخص گردید، در اغلب محدوده های مورد بررسی، شاخص دسترس پذیری در محدوده طرح ترافیک بسیار پایین است. این میزان در مناطق با اوج ظرفیت های حمل و نقل، به علت تراکم جمعیت بیش از حد و ترافیک سنگین بیشتر است. طبق بررسی های تحلیل فضایی، بهترین نقطه دسترس پذیری در محدوده چهار راه ولیعصر و میدان امام حسین است. این محدوده به علت کم بودن حجم تحرکات جمعیتی و نبود مسیرهای پوشش دهنده مترو، میزان گرایش مردم به تردد در این محدوده پایین تر است. در نتیجه یکی از عوامل اصلی ترافیک و تعدد مراجعات مردم ، وجود سیستم های حمل و نقل عمومی ارزان قیمت و تمایل مردم به انجام فعالیت های روزمره خود در این محدوده است.



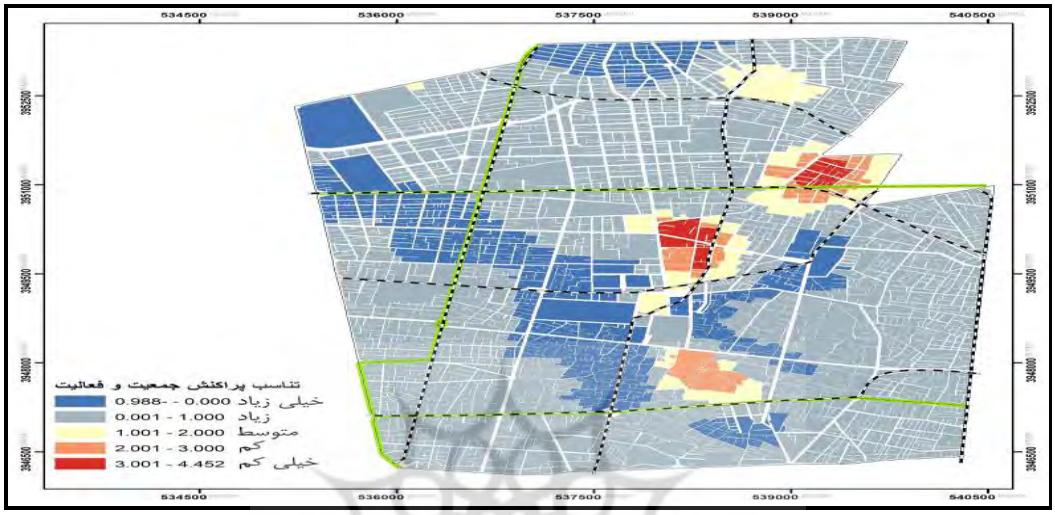

**نقشه۳- دسترس پذیری در محدوده طرح ترافیک شهر تهران**

یکی دیگر از شاخص های بررسی حمل و نقل محور بودن ساختار کالبدی–فضایی محدوده طرح ترافیک شهر تهران، بررسی شاخص تحرک فضایی است. این شاخص از طریق بررسی تناسب جمعیت و فعالیت با ساختار فرمولی امتیاز مبدا به عنوان مراکز جمعیتی و امتیاز مقصد به عنوان مراکز فعالیتی می باشد. با توجه به اینکه، عدم تحرک باعث محدودیت دسترسی به فرصتها می شود. برای افزایش بهره وری عمومی مردم از فرصت ها، نیاز به اجرای شبکه هایی با کیفیت بالا می باشد. در این رابطه، تحرک متغیری است که میزان جابجایی افراد و کالاها را در یک سیستم یا منطقه خاص اندازه گیری می کند. در واقع، این شاخص ساختار موجود شبکه را با شبکه ایده آلی که مبادی و مقاصل را با فواصل اقلیدسی به هم متصل می شود مقایسه می کند. در یک شبکه ایده آل میزان این شاخص ۱ است. طبق رابطه زیر میزان این شاخص برابر است با نسبت مدت زمان سفر بین مبدا و مقصد بر اساس فاصله تحت شبکه به مدت زمان سفر بین مبدا و مقصد بر اساس فاصله اقلیدسی:

$$MI = \frac{T_{real}}{T_{airline}}$$

در این رابطه، $T\ real$ و $T\ airline$ به ترتیب بیانگر مدت زمان سفر در مسیر فیزیکی و مدت زمان سفر در مسیر اقلیدسی بین مبدا و مقصد است. و $MI$ نیز شاخص تحرک می باشد. برای محاسبه این شاخص، از آنجاییکه تنها فاصله به عنوان امپدانس در نظر گرفته شده است، به جای زمان از فاصله مستقیم استفاده شده است. از طرفی، شاخص تحرک، فواصل را در دو شبکه واقعی و شبکه اقلیدسی با هم مقایسه می کند. و باید فاصله بین مراکز فعالیت و مراکز جمعیت بصورت مستقیم محاسبه گردد. برای ایجاد شبکه اقلیدسی از آنالیز شبکه در *ArcGIS* و ابزار ماتریس هزینه مبدا–مقصد استفاده شده است. با توجه به خروجی تحلیل، شاخص تحرک در زمینه تناسب حرکت جمعیت و فعالیت، به نظر می رسد که این تناسب در حد بسیار کمتر از متوسط بوده است. طبق بررسی ها، ۶۳ درصد از فضای محدوده در زمینه شاخص تحرک در حد «زیاد» قرار گرفته است. این امر نشان می دهد که بسیاری از ساکنین محدوده نیز، نمی توانند نیازهای خود را از پیرامون خود دریافت کنند و برای دریافت خدمات متعدد، نیاز به جا به جایی در مسافت های طولانی دارند. چرا که تنوع فعالیت نیز در

برخی محدوده ها رعایت نشده است. براساس خروجی مدل، تنها در ۲ درصد از فضای مورد مطالعه، بین تحرک جمعیت و توزیع فعالیت، تناسب وجود داشته و بواسطه تنوع و اختلاط کاربری ها، جمعیت، مسافت کمی جهت دریافت خدمات طی می کنند. این درحالی است که ۵ درصد در محدوده خیلی کم، ۹ درصد در محدوده متوسط، ۶۳ درصد در محدوده زیاد و ۲۱ درصد نیز در محدوده خیلی زیاد قرار دارد. بطور کلی، محدوده تقریبا ایده آل در منطقه مورد مطالعه در حدود ۱۶ درصد است. این مقدار کمتر از حد انتظار است و نشان می دهد که مشکل اصلی محدوده طرح ترافیک شهر تهران بیش از آنکه، بر حمل و نقل متکی باشد، وابسته به نحوه توزیع فضایی کاربری و ایجاد تناسب بین جمعیت و کاربری فعالیتی و خدماتی است. این امر منجر به افزایش جا به جایی پاندولی در سطح شهر تهران بویژه محدوده مورد مطالعه شده است. در نتیجه، ظرفیت های حمل و نقل شهری نیز پاسخ گوی مشکلات کالبدی–فضایی شهر نیست.




**نقشه٤- شاخص تحرک فضایی جمعیت و فعالیت در محدوده طرح ترافیک شهر تهران**

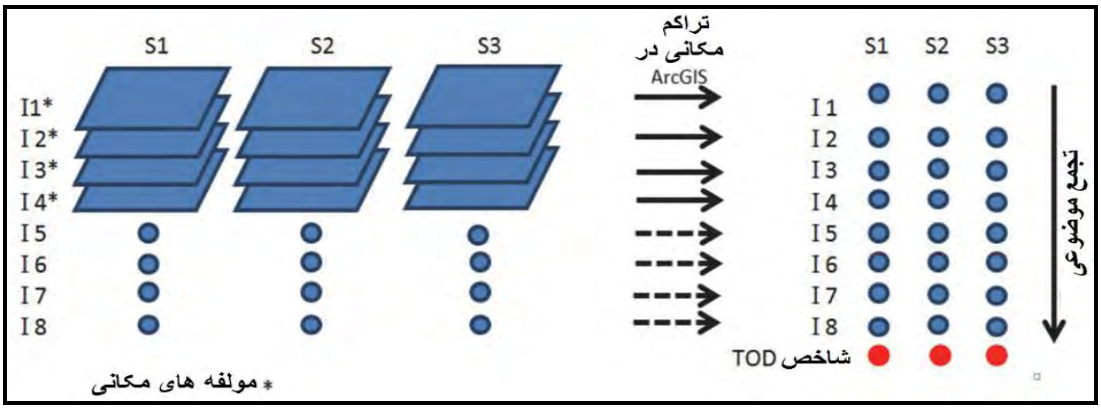
بدنبال روشن شدن، مشکلات کالبدی–فضایی محدوده طرح ترافیک شهر تهران، بمنظور تحلیل موضوع پژوهش براساس شاخص های *TOD* ، به تحلیل وضعیت شهر تهران با معیارهای استاندارد پرداخته شده است. در این رابطه، از جدول استاندارد با ۸ معیار اصلی کمک گرفته شده است، تا میزان انطباق سیستم حمل و نقل شهر تهران با معیارهای جهانی *TOD* در قالب جدول و همچنین تحلیل *GIS* ارزیابی شود. در این زمینه، تحیل معیارهای *TOD* در محدوده طرح ترافیک نشان داد که، تراکم جمعیت در تهران بالاتر از حد استاندارد است. و تنها ۱۶ درصد از فضای محدوده طرح ترافیک، استانداردهای توزیع جمعیت را بصورت مطلوب رعایت کرده است. در نتیجه اولین مشکل ترافیک محدوده مورد مطالعه، بالا بودن جمعیت بیش از ظرفیت مطلوب است. در زمینه تنوع و اختلاط کاربری نیز می توان گفت که کاربری های فعالیتی نیز، بصورت مطلوب و استاندارد توزیع نشده است. در نتیجه، علاوه بر تعداد زیاد مراجعات از سایر مناطق شهر، میزان تحرکات ساکنین داخل محدوده نیز جهت دسترسی به خدمات بیشتر است. این در حالی است که ۴۳ درصد از مساحت محدوده در اشغال کاربری های فعالیتی است. با اینحال، به علت توزیع غیراستاندارد کاربری ها، جا به جایی های جمعیتی بیشتر از حد استاندارد است. علاوه براین، نبود پارکینگ های استاندارد با ظرفیت بالا در پیرامون محدوده طرح ترافیک، جهت کنترل ترافیک و همچنین عدم توجه به وسایل نقلیه غیر موتوری مانند دوچرخه و استاندارد نبودن شبکه معابر بمنظور استفاده از این وسایل در سطح گسترده، بر مشکلات حمل و نقل محدوده دائمان می افزاید.

**جدول٤- انطباق وضع موجود شهر تهران با معیارهای اندازه گیری سیستم حمل و نقل محور (*TOD*)**

| شاخص | نماد | قوانین | وضعیت در شهر تهران |
|---|---|---|---|
| تراکم جمعیت(نفردر متر مربع) | | تراکم شهری برای توسعه *TOD* مهم است(۲۵ نفر در متر مربع) | ۱۶ درصد از حد استاندارد رعایت شده است(۲۰۷ نفر) |
| تنوع استفاده از زمین | | تنوع استفاده از زمین یک مکان پر جنب و جوش / پر جنب و جوش را از یک گره ایجاد می کند | توزیع کاربری ها یکنواخت و طبق ظرفیت جمعیت نیست |
| – اختلاط کاربری مسکونی با اراضی دیگر<br>– وجود مسیرهای پیاده روی و دوچرخه(متر)<br>– تراکم تقاطع (تعداد تقاطعات) | | طراحی فضای شهری مبتنی بر قابلیت راهپیمایی و دوچرخه سواری مناطق شهری برای *TOD* ضروری است. | با توجه به پیاده محور بودن معابر و نبود مسیر دوچرخه، این شاخص ۵۰درصد رعایت شده است. |
| – تراکم موسسات تجاری<br>– درآمد مالیات شهرداری ها<br>– سطوح اشتغال | | توسعه اقتصادی بیشتر در یک منطقه منجر به افزایش *TOD* می شود. | ۴۳,۷درصد از فضای محدوده، کاربری فعالیت است |
| بار مسافر در اوج ساعت<br>بار مسافر در ساعات غیر اوج | | سیستم حمل و نقل باید ظرفیت آزادانه داشته باشد. ظرفیت های اشباع نمی تواند مسافران بیشتری را جذب کند | بار ترافیکی توقف در محدوده بیش از ۱۰ دقیقه است. در نتیجه ظرفیتهای اشباع محدوده بالاست |
| – ایمنی مسافران در ایستگاه حمل و نقل<br>– امکانات پایه در ایستگاه<br>– حضور سیستم های نمایش اطلاعات | | سیستم حمل و نقل کاربر پسند برای تشویق مردم به استفاده از سیستم حمل و نقل ضروری است | براساس وجود کیوسک ایستگاه و ضریب امنیت آنها بالا وزن دهی شد. کاربری پسندی کمتر از ۵ ٪ |
| – تناوب خدمات حمل و نقل<br>– تبادل به مسیرهای مختلف حمل و نقل<br>– تبادل به حالت های دیگر حمل و نقل<br>– دسترسی به فرصت های موجود در فاصله راهپیمایی از ایستگاه اتوبوس(تعداد مشاغل) | | یک گره با دسترسی بهتر و قابلیت دسترسی بالا، شانس ایجاد *TOD* را افزایش داده است | ظرفیت جابه جایی مسافر و تغییر خطوط جا به جایی بالاست |
| عرضه–تقاضا برای خودرو(پارکینگ)<br>عرضه–تقاضا برای دوچرخه(پارکینگ) | | تامین پارکینگ برای دوچرخه و ماشین ها به افراد بیشتری کمک می کند تا از حمل و نقل برای سفرهای طولانی خود استفاده کنند | پارکینگ دوچرخه موتور وجود ندارد. و ضریب پارکینگ اتومبیل نیز براساس فاصله از خیابان اصلی و تعداد ورودی خودرو بسیار پایین است |

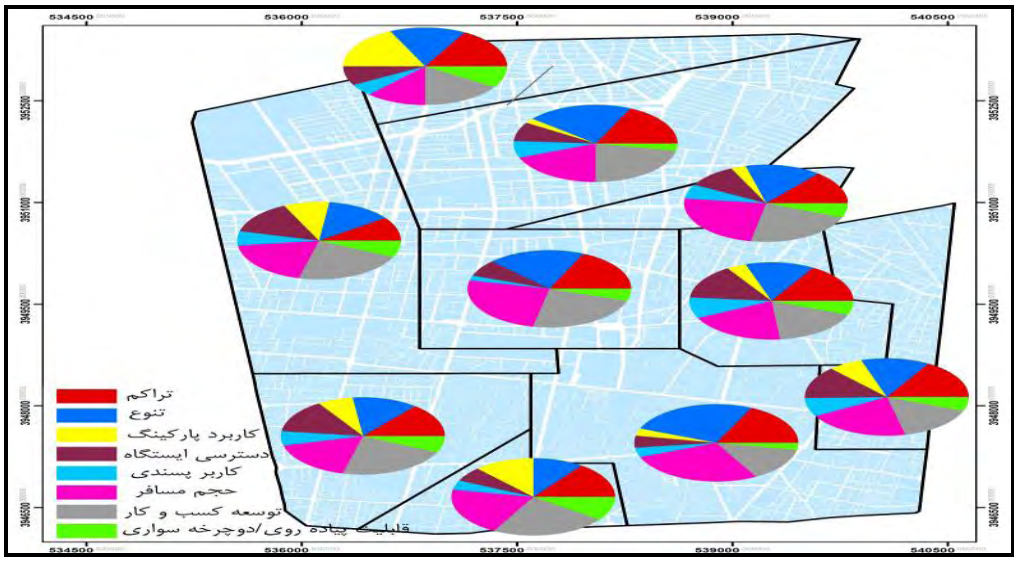
مأخذ: *Singh, 2015: 38*

همانطور که در جدول۴ توضیح داده شده است، برخی از شاخص های *TOD* در محدوده طرح ترافیک وجود ندارد و برخی نیز با مشکلات متعددی روبرو است و نمی تواند پاسخ گوی نیازهای واقعی جمعیت باشد. در نتیجه امتیاز این شاخص ها بسیار پایین در نظر گرفته شد. سپس براساس الگوریتم تحلیل شبکه در محیط *GIS*، شاخص های موجود بعد از جمع آوری اطلاعات در محیط *GIS* وارد شد و شاخص ها به لایه های مکانی تبدیل شد. لایه ها بعد از وزن دهی به رستر تبدیل گردید و در قالب تحلیل شبکه خروجی نهایی استخراج شد.




**شکل۳- نحوه تعریف هم پوشانی لایه ها در تحلیل شبکه با کمک** *ARC GIS*

همانطور که در نقشه ۵ براساس خروجی تحلیل رگرسیونی مکانی از همبستگی شاخص های *TOD* و میزان انطباق ظرفیت های حمل و نقل محدوده طرح ترافیک شهر تهران، نشان داده شده است. این تحلیل، براساس ظرفیت های تلفیقی، ۱۰ پهنه برای محدوده لحاظ شده است. در این پهنه ها، ظرفیت های حمل و نقل شهری مشابه نبوده و در برخی مناطق، یکی از شاخص ها ارجحیت داشته است. طبق برآوردهای مدل، شاخص تراکم فعالیت، ۱۶ درصد از معیارهای *TOD* را رعایت کرده است. در این رابطه پهنه های ۲ ، ۵ ، ۱۰ دارای بیشترین حجم معیار تراکم فعالیت هستند. بررسی شاخص تنوع فعالیت نیز نشان داد که این شاخص نیز ۱۶ درصد از معیارهای *TOD* را رعایت کرده است. در این رابطه نیز محدوده های ۲ ، ۵ ، ۱۰ دارای بیشترین حجم معیار تراکم فعالیت هستند. در شاخص پارکینگ عمومی و میزان دسترسی مردم به آن، ظرفیت محدوده ۶/۶ درصد معیارهای *TOD* است. و نشان می دهد که توزیع پارکینگ بسیار پایین‌تر از حد انتظار بوده است. پهنه شماره ۱ با ظرفیت ۱۸ درصد، بالاترین سطح انطباق با معیار پارکینگ را دارا بوده است. در زمینه شاخص دسترسی به ایستگاه، وضعیت بهتر بوده است. اما با توجه به سطح توزیع جمعیت و فشردگی جا به جایی، به نظر می رسد استاندارد بودن این شاخص، تحت شعاع سایر کاربری ها قرار گرفته است. و براساس ظرفیت های موجود، دسترسی به ایستگاه ها، پاسخ گوی ۱۰ درصد از سطح استاندارد *TOD* است. در این رابطه، برای بررسی ظرفیت های حمل و نقل شهری؛ شاخص های حجم سفر و همچنین قابلیت پیاده روی و دوچرخه سواری در محدوده طرح ترافیکی مورد توجه بوده است. لذا، با توجه به بالا بودن حجم سفر و نبود ظرفیت های لازم برای توسعه مسیرهای دوچرخه سواری، به نظر می رسد حلقه مفقوده مشکلات ترافیکی شهر تهران، علاوه بر توزیع و تراکم جمعیت و فعالیت، نبود مسیرهای دوچرخه سواری و پیاده محوری در مرکز شهر است. امری که منجر به رشد مشکلات کالبدی–فضایی شهر تهران شده است. بدین ترتیب، با توجه به یافته های تحقیق و الگوها و نظریه های مرتبط با اصول حمل و نقل مبتنی بر *TOD* به نظر می رسد، مهم ترین الگوی توسعه فضایی مبتنی بر حمل و نقل عمومی محور در محدوده طرح ترافیک تهران، اختلاط کاربری در قالب بازتوزیع کاربری ها و خدمات عومی و مورد نیاز است. چرا که مشکل اصلی حمل و نقل، کمبود زیرساخت های حمل و نقل نبوده، بلکه نحوه مدیریت کاربری اراضی و ظرفیت های جمعیتی و فعالیتی خود را نمایان ساخته است. در این رابطه، یافته های تحقیق، نشان می دهد که در زمینه اختلاط کاربری ها باید بر تناسب تراکم جمعیتی با ظرفیت های اقتصادی، حمل و نقل و کاربری اراضی تاکید شود. به عبارتی، باید جمعیت ساکنین محدوده نیز به نسبت ظرفیت های محدوده، بازتوزیع گردد. از طرفی، ساخت ساختمان های مسکونی بلند مرتبه باید محدود گردد. تا میزان جمعیت ساکن محدوده بیش از حد ظرفیت نباشد. در بُعد فعالیتی نیز بر شاخص تراکم شاغلین نسبت به جمعیت و جریانات کالا و خدمات و در بعد حمل و نقل نیز بر شاخص میزان دسترس پذیری ظرفیت های حمل و نقل عمومی محور به کاربری های و خدمات باید مورد بازنگری قرار گیرد.




**نقشه۵- انطباق ظرفیت‌های حمل و نقل محدوده طرح ترافیک با معیارهای *TOD***

## نتیجه گیری و ارائه پیشنهادها:

امروزه یکی از مهم‌ترین شیوه های برنامه ریزی حمل و نقل و توسعه شهری، تاکید بر گسترش سیستم حمل و نقل همگانی و هدایت سفرهای روزانه به استفاده از ظرفیت های این سیستم است. این شیوه برنامه ریزی توسعه فضایی، جوامع فشرده و پیاده محور را در اطراف سیستم ایستگاه های حمل و نقلی با کیفیت بالا ایجاد می کند، و امکان یک زندگی با کیفیت افزون و بدون وابستگی به خودرو را فراهم می نماید. این در حالی است که شهر تهران با ۸ میلیون نفر جمعیت ثابت و حدود ۴ میلیون نفر جمعیت شناور با بیش از ۵ میلیون خودرو و ۱۵ میلیون سفر سواره در طی روز با مشکلات ترافیکی و حمل و نقل بویژه در محدوده مرکزی شهر موسوم به محدوده طرح ترافیک مواجه است. در این زمینه تجربیات شهرهای موفق در بکار گیری سیستم حمل و نقل مبتنی بر اصول *TOD* نشان می دهد که در کشور ژاپن بر دوچرخه سواری، اتوبوس همگانی و قطار شهری و در برزیل بر استفاده از خطوط اتوبوس های تندرو *BRT* در مرکز شهر تاکید می گردد. همچنین، شهر آمستردام هلند مرکز شهر، فاقد ایستگاه اتوبوس یا مترو بوده و با دوچرخه سواری و تاکسی های ویژه و محدود جا به جایی صورت می گیرد. از طرفی، با توجه به مدل های متنوع طراحی سیستم های حمل و نقل محور؛ به نظر می رسد شرایط شهر تهران با مدل *TOD* کریدوری مبتنی بر چندین نوع خطوط حمل و نقل (مانند اتوبوس همگانی، مترو، *BRT* تراموا و...) و چندین هسته توزیعی، همخوانی بیشتری داشته باشد. در این زمینه، بررسی شرایط سیستم حمل و نقل کشورهای موفق بویژه شهر آمستردام نشان داد که، برای ایجاد شهری با سیستم حمل و نقل محور و کنترل ترافیک باید سیستم حمل و نقلی پایانه های اصلی، و پایانه های فرعی و واسطه ای با روابط سلسله مراتبی در پیرامون بخش مرکزی طراحی گردد. و بخش مرکزی در قالب طراحی پیاده محور و دوچرخه سواری و تاکسی های ویژه و محدود کنترل شود. در این رابطه، برای تبیین شرایط شهر تهران در محدوده طرح ترافیک و میزان انطباق آن با مدل ها و تجربیات شهرهای موفق، به بررسی وضعیت موجود و ظرفیت های حمل و نقلی پرداخته شد. نتایج تحلیل یافته های تحقیق نشان داد که ظرفیت های حمل و نقل محدوده طرح ترافیک شامل بیش از ۳۵ کیلومتر شبکه معابر با عرض بیش از ۲۵ متر؛ ۱۷ کیلومتر خط اتوبوس تندرو (*BRT*) و ۴۱ ایستگاه و ۹۵ دستگاه؛بیش از ۳۸ کیلومتر خط مترو و ۴۰ ایستگاه و ۲۳ دستگاه؛ و بیش از ۱۰۷ کیلومتر خط اتوبوص با ۳۱۷ ایستگاه اتوبوس و ۲۹۳ دستگاه اتوبوس است. این در حالی است که این محدوده یکی از مناطق پرترافیک شهر است و نقاط داغ ترافیکی منطبق بر خط سیر مترو و خطوط *BRT* است. طبق بررسی ها، ۶۳ درصد از فضای محدوده در زمینه شاخص تحرک در پهنه «زیاد» قرار گرفته است. این امر نشان می دهد که بسیاری از ساکنین محدوده نیز، نمی توانند نیازهای خود را از پیرامون خود دریافت کنند. و برای دریافت خدمات متعدد، نیاز به جا به جایی در مسافت های طولانی دارند. بنابراین می توان گفت که بسیاری از مشکلات ترافیکی و حمل و نقل شهر تهران بویژه محدوده طرح ترافیک، وابسته به نحوه توزیع فضایی کاربری و ایجاد تناسب بین جمعیت و کاربری فعالیتی و خدماتی است. همچنین، تحلیل انطباق ظرفیت های حمل و نقل و الگوی کاربری اراضی با اصول *TOD* نیز نشان داد که شهر تهران از نظر رعایت معیارهای پیاده محوری، دسترس پذیری، دوچرخه سواری و توزیع فضایی کاربری، متناسب با ظرفیت جمعیت پذیری، موفق نبوده است. باتوجه به یافته های مقاله، و انطباق آن با یافته های تحقیقات پیشین، به نظر می رسد تحقیق حاضر با نتایج یافته های

محمدپور و صرافی و توکلی نیا(۱۳۹۵) محدودیت تردد به ازاء کیلومتر سفر؛ کبری(۱۳۹۴) تغییر در نظام کاربری وضع موجود؛ علیزاده و عبدی (۱۳۹۲) افزایش دسترس پذیری و تقویت حمل و نقل همگانی؛ ساحو(۲۰۱۷) اصلاح و توزیع کاربری اراضی، راه اندازی سیستم های حمل و نقل همگانی تندرو؛ و ساروررو و دای(۲۰۱۵) و گسترش خطوط اتوبوس تندرو (*BRT*) انطباق بیشتری دارد. برای همین منظور، براساس یافته های نظری و تحلیلی، برای رسیدن به معیارهای سیستم حمل و نقل محور، رعایت موارد ذیل ضروری به نظر می رسد:

- ❖ محدود کردن استفاده از خودروهای شخصی در لوپ مرکزی شهر و طراحی شبکه معابر پیاده/دوچرخه محور
- ❖ توزیع فضایی کاربری خدماتی و کسب و کار بر مبنای ظرفیت جمعیت پذیری و حمل و نقل
- ❖ خروج کاربری های نامناسب و ناسازگار و انتقال آن ها به مناطق دورتر از مرکز شهر یا لایه دوم کاربری ها
- ❖ حفظ جمعیت محدوده و جلوگیری از تغییر کاربری مسکونی به فعالیتی جهت کاهش مراجعات از پیرامون به مرکز.

***References:***


1. *Abdi, Mohammad Hamad & Alizadeh, Hooshmand (2013). Public Transport Corridor-Based Pattern in Pasdaran Boulevard, Sanandaj, Armanshahr Architecture and Urban Development, No. 13.*
2. *Arrington, GB. Faulkener, T. (2002). "State Wide TOD Study Factors for Success in Ca lifornia", Technical Appendix, California DT, pp. 12-19.*
3. *Behzadfar, Mostafa and Zabihi, Maryam (2011), Urban Area Planning Guide in Public Transport-Based Development Framework, Bagh Nazar Journal, Volume 8, Number 18Belzer, D., & Autler,*
4. *G. (2012). Transit Oriented Development: Moving from Rhetoric to Reality: The Brookings*
5. *Institution Center on Urban and Metropolitan Policy and the Great American Station Foundation.*
6. *Boarnet, Marlon (2011). "A Broader Context for Land Use and Travel Behavior, and a Research Agenda". Journal of the American Planning Association. 77 (3): 197–213.*
7. *Calthorpe, Peter (2013). The Next American Metropolis: Ecology, Community, and the American Dream. New York: Princeton Architectural Press*
8. *Cervero, R. (2016). The Transit Metropolis: A Global Inquiry, USA: Island Press.*
9. *Dittmar, H., Ohland, G. (2014). The New Transit Town: Best Practices in Transit-oriented Development, Island Press.*
10. *Duncan, Michael (2017) Would the replacement of park-and-ride facilities with transit-oriented development reduce vehicle kilometers traveled in an auto-oriented US region,? Transport Policy,*
11. *Etminani, Roya and Sultan, Ali. (2013). Impact of distributed urban development on the pattern of daily trips of urban residents (Case study: Shiraz One-Metropolitan Area). Journal of Regional Planning, 3 (No. 10), 61-70*
12. *Falah menshadi, Elham and Rohi, Amir and Falah menshadi, Afrooz. (2015). Analysis and review of Measures needed to implement integrated urban transport in metropolises; Case study: Tehran. Journal of Urban Research and Planning, 6 (20), 83-98.*
13. *Guerra, Erick and Cervero, Robert (2015). "Is a Half-Mile Circle the Right Standard for TODs?" ACCESS, University of California, Berkeley*
14. *Hardy, D. (2018) Sustainability 101: A primer for ITE members. ITE Journal, 28-34.*
15. *Hazel, G. a. (2007): Megacities challenges. Munich: Siemens AG*
16. *Litman, Todd, (2016) Land Use Impacts on Transport, How Land Use Factors Affect Travel Behavior, Victoria Transport Policy Institute with Rowan Steele*
17. *Manaugh, Kevin & Kreider, Tyler (2017). What is mixed use? Presenting an interaction method for measuring land use mix, The Journal of Transport and Land Use, Vol6, No.1pp:63-72.*
18. *Martinez, Matt (2010). "Washington, D.C., launches the nation's largest bike share program". Grist*
19. *Mohammadpour, Saber and Sarafi, Mozaffar and Tavakkolia, Jamila. (2016). An Analysis of Travel Demand Management for Sustainable Urban Transport (Case Study: Tehran Metropolis). Journal of Regional Planning, 6 (21), 103-116*

20. *Moore, Adrian.T. & Staley, Samuel.R. & Poole, Robert.W. (2010). "The role of VMT reduction in meeting climate change policy goals". Transportation Research Part A: Policy and Practice. 44 (8): 565–574*
21. *Niles.j and Nelson. D. (2011). "Measuring the Success of TOD", Prepared for the American planning Association, National Planning Conference, Scattle Un, Washington, pp. 75-89.*
22. *Pour Ahmad, Ahmad, Imranzadeh, Behzad.(2012). Evaluation and Presentation of BRT Transport System Development Solutions in Tehran Metropolis Using SWOT Model. Journal of Urban Research and Planning, 3 (11), 17-36.*
23. *Reconnecting America's Center for Transit-Oriented Development. (2017) Station Area Planning: How To Make Great Transit-Oriented Places," Technical Report (TOD 202), USA: Federal Transit Administration*
24. *Rezaei, Mohammad Reza and Karimi, Barbaz (2016). The Role of CDS Urban Development Strategies in Organizing Informal Settlements by Combining ANP and SWOT Models (Case Study: Shiraz Spring Township). Journal of Regional Planning, 6 (22), 109-120.*
25. *Soltani, Ali. (2014). An Analysis of the Status of Sustainable Transport in Municipal Development Plans; A Case Study of Shiraz Municipality. Journal of Urban Research and Planning, 5 (16), 1-18.*
26. *Smas, Lukas & Schmitt, Peter & Perjo, Liisa & Tunström, Moa (2016) Transit-oriented development and sustainable urban planning, Austrian Institute for Spatial Planning , Färgfabriken*
27. *Singh, Yamini Jain(2015) Measuring transit - oriented development (TOD) at regional and local scales : a planning support tool, PhD Thesis, University of Twente, Faculty of Geo-Information Science and Earth Observation*
28. *Spears, Steven & Marlon G. Boarnet & Handy, Susan (2018). Impacts of Land-Use Mix on Passenger Vehicle Use and Greenhouse Gas Emissions.California Environmental Protection Agency.*
29. *Tehran Center for Studies and Planning (2012). Investigation and Presentation of Policies for Sustainable Transport in Tehran, Daneshgah No 128, Summer 2012*
30. *Tehran Comprehensive Transport and Traffic Studies Company (2011). Tehran Comprehensive Transport and Traffic, Deputy of Transport and Traffic of Tehran Municipality, Tehran.*
31. *White, S. M., & Mcdaniel, J. B. (2009) TCRP Legal Research Digest 12: The Zoning and Real Estate Implications of Transit-Oriented Development, Transportation Research Board of the National Academies, 1 -50*


پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Journal of Regional Planning

ISSN (Print): 2251-6735 Vol. 10/ No. 38/ Summer 2020
ISSN (Online): 2423-7051

Research Paper

# Structural-functional explanation of the Physical development on transit oriented development in metropolitan cities (Case study: Tehran metropolitan)

**Mohsen Kalantari:** Associate Professor of Geography and Urban Planning, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran.
**Mohsen Ahdinejad Rushti**: Associate Professor of Geography and Urban Planning, Zanjan University, Zanjan, Iran.
**Abolfazl Meshkini:** Associate Professor of Geography and Urban Planning, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran.
**Mohammad Javad Noroozi[1]:** PhD Student in Geography and Urban Planning, Zanjan University, Zanjan, Iran

Received: 2019/1/31 PP: 139- 142 Accepted:2019/7/29

## Abstract

*Today, with the physical growth of large cities and increasing intra-urban travel, the issue of transportation and the achievement of an optimal spatial development pattern based on public transport are of great importance. In this regard, recognizing the structural and functional constraints of cities in the spatial distribution of utilities, services and population, how to balance the economic, social and physical capacities of the city with transport potential, can lead to favorable spatial development strategies. So, this paper, by analytical-exploratory method, explores and explains the structural-functional urban development based on the TOD system in the traffic area of Tehran. Library and field studies have been used to collect information. For data analysis, spatial information system methods such as optimal access index, inverted interpolation (IDW) and network analysis based on the weight overlay of layers have been used with ARC GIS 10.3 software. Research indicators also include population density, land use, user diversity, and use of activity centers and network capacity of the road. The research findings showed that despite the high capacity of Tehran's transportation system, it has 17 km of radial bus lines (BRT) and 41 stations; 38 km of subway lines and 40 stations; and 107 km of bus lines with 317 stations; Inappropriate. On the other hand, 63% of the scope of the Mobility Index is located in the "high" area. As a result, due to the distribution of inappropriate applications, people daily diverge intra-city trips to receive services from a variety of locations. As a result, it seems to be necessary to restrict the use of private cars, the withdrawal of inappropriate and incompatible uses, encouraging people to walk and bike, and to keep the population in range and prevent the change of residential usage.*

**Keywords:** *Urban Transport, Physical-space development, Transport oriented, Tehran Metropolis.*

## Extended Abstract

### Introduction:

*One of the most important forms of transportation planning and urban development is the emphasis on expanding the public transport system and guiding daily trips to utilize its capacity. This spatial development planning approach creates tight-knit, pedestrian-driven communities around high-quality freight stations, allowing for an increased quality of life without vehicle dependency.*

*1Corresponding Author: mjnoroozi 1362@gmail.com, phone 09125424474*

*With the growing physicality of major cities and increasing urban travel, the issue of transportation and the achievement of a favorable spatial development model based on public transport is of great importance. Therefore, understanding the structural-functional constraints of cities in the spatial distribution of land uses, services, and populations, how to balance the economic, social, and physical capacities of cities with transportation potentials is desirable for designing spatial development strategies.*

***Methodology:***

*This paper, by analytical-exploratory method, explores and explains the structural-functional urban development based on the TOD system in the traffic area of Tehran. Library and field studies have been used to collect information. For data analysis, spatial information system methods such as optimal access index, inverted interpolation (IDW) and network analysis based on the weight overlay of layers have been used with ARC GIS 10.3 software. In this study, variables related to urban transport and factors affecting exacerbation of physical problems have been formulated. Research indicators also include population density, land use, user diversity, and use of activity centers and network capacity of the road. Initially, using population density indexes, institutions and economic centers, employment, land use, traffic volume and vehicle traffic at time and place; the traffic status and spatial flows of traffic in Tehran were studied using GIS techniques. Secondly, the BRT metro stations and accessibility index were calculated based on the standard access radius for each user, the distance between service centers and their access to the metro and BRT lines, and the mobility and range dynamics. And finally, using the layers produced in the previous steps and their evaluation and standardization, by examining and comparing public transport system patterns and spatial analysis, the extent of conformity of the range transport capacities with the TOD criteria of the study was.*

***Results and discussion:***

*Surveys show that Tehran has a population of about 8 million with a fixed population of about 4 million, with over 5 million cars and 15 million daily commute, with traffic and transportation problems particularly in the central city. Faces the limit of traffic plan. In this regard, the experiences of successful cities in applying the TOD-based transport system show that in Japan the emphasis is on cycling, public buses and city trains and in Brazil on the use of BRT express buses in the city center. Also, in downtown Amsterdam, the Netherlands, there is no bus or subway station, and cycling and special taxis are limited. On the other hand, according to the different models of transportation-centered design systems, it seems that Tehran's situation with TOD Corridor model is based on several types of transport lines (such as public bus, subway, BRT tram, etc.). And several distribution cores are more consistent. In this regard, the examination of the conditions of the transport system of the successful countries, especially the city of Amsterdam, showed that, in order to create a city with a transport-oriented and traffic-control system, the transport system with the main terminals, and the secondary and intermediate terminals with Design hierarchical relationships around the central part. And central control in the form of pedestrian and bicycle design and special and limited taxis. In this regard, in order to explain the conditions of the city of Tehran within the scope of the traffic plan and its compliance with the models and experiences of the successful cities, the existing situation and the transportation capacities were investigated. The results of the study showed that the transport capacity of the traffic plan area consisted of 35 kilometers of lanes with a width of more than 25 meters; 17 kilometers of BRT and 41 stations and 95 buses; more than 38 kilometers of subway and 40 stations. And 23 metro stations; and more than 107 kilometers of bus lines with 317 bus stops and 293 buses. However, this area is one of the busiest areas in the city and the traffic hotspots are in line with the metro route and BRT lines. According to the surveys, 63 percent of the space in the area of mobility index is in the "high" zone. This shows that many residents in the area are also unable to access their needs from a convenient access distance. And to get multiple services, they need to travel long distances.*

***Conclusion:***

*Therefore, it can be said that many of the traffic and transportation problems in Tehran, especially in the area of traffic planning, depend on the spatial distribution of land use and the proportionality between population and activity and service use. Also, the analysis of conformity of transportation capacities and land use pattern with TOD principles showed that Tehran city was not successful in terms of pedestrian, accessibility, cycling and spatial distribution of land use proportional to population capacity. For this purpose, according to the theoretical and analytical findings, the following requirements are necessary to achieve the criteria of the axle transport system:*

- *Restrict the use of private cars in the city's central loop and design of pedestrian / bicycle-based networks*
- *Spatial Distribution of Service and Business Users Based on Population Capacity and Transport*
- *Exit incompatible land uses and move them to areas beyond the city center or second layer landfills*
- *Protecting the population of the area and preventing residential change from being an activity to reduce referrals from around the center.*

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی