

تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل و نقل پای دار در افق 1404 ش کلان شهر تهران (روش تحلیل ساختاری)

نادر زالی^{1*}، سارا منصورى بیرجندى²

1- دانشیار گروه شهرسازی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

2- دانشجوی کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

دریافت: 93/5/28 پذیرش: 93/11/26

چکیده

رویکرد حمل و نقل پای دار در جست و جوی یافتن توازن بین کیفیت های محیطی، اجتماعی و اقتصادی (در زمان حال و آینده) است. در توسعه پای دار حمل و نقل، هدف سامان دهی و بهبود آثار نامطلوبی است که حمل و نقل بر جای می گذارد و همچنین در نظر گرفتن روندی مناسب برای توسعه آینده بخش حمل و نقل است. تحقیق حاضر بر اساس هدف کاربردی، از نظر نوع تحقیق پیمایشی و اسنادی و بر اساس ماهیت داده کیفی از نوع توصیفی است. هدف این پژوهش بررسی و شناسایی عوامل مؤثر بر توسعه آتی حمل و نقل پای دار کلان شهر تهران در افق 1404 ش است. برای این منظور، 24 عامل اثرگذار بر حمل و نقل پای دار از سند چشم انداز 1404 کلان شهر تهران و طرح جامع کلان شهر تهران استخراج شد. به وسیله پرسش نامه ای میزان اهمیت هر کدام از عوامل تعیین شد و در نهایت هجده عامل دارای اهمیت در پنج بعد اقتصادی، اجتماعی، زیست محیطی، کالبدی و کلان استخراج شد. شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه آینده حمل و نقل پای دار کلان شهر تهران با استفاده از روش تحلیل ساختاری و نرم افزار MicMac صورت گرفت. با توجه به یافته های تحقیق، عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل و نقل پای دار کلان شهر تهران عبارتند از: زیرساخت حمل و نقل، ساخت فشرده شهری، فرهنگ سازی، مدیریت سامانه حمل و نقل و فناوری های جدید. نتایج نشان می دهد گسترش زیرساخت های حمل و نقل کلان شهر تهران و وجود فناوری های تازه در شبکه حمل و نقل ضمن کاهش ترافیک، به بهبود کیفیت هوای این کلان شهر در آینده کمک خواهد کرد. نگاه و رویکرد حاکم بر عرصه مدیریت باید نگاهی آینده اندیشانه و رویکردی در جهت معماری آینده



باشد. ساخت فشرده شهری و فرهنگ سازی در عرصه حمل و نقل به درک ابعاد و روابط شبکه حمل و نقل پای دار در کلان شهر تهران و چگونگی عمل این شبکه در آینده بسیار کمک می کند.

واژه های کلیدی: کلان شهر، حمل و نقل پای دار، تحلیل ساختاری، نرم افزار میک مک.

1- مقدمه

توسعه پای دار راه بردی جامع نگر در تأمین نیازهای کنونی و اساسی مردم دنیاست؛ به طوری که در این فرایند، با در نظر گرفتن همه جانبه الگوهای اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی، تأمین نیازهای نسل های آتی تضمین می شود (Brondtland, 1993). توسعه پای دار بر ایجاد جامعه ای رؤیایی که برتر از جامعه امروزی است، تأکید می کند و می کوشد آن را برای نسل های آتی واقعیت سازی کند (Pripco, 2005: 5).

از مهم ترین چالش های پیش روی کلان شهرها، موضوع حمل و نقل است. اگر بپذیریم کلان شهرها موتور اقتصاد جهانی هستند، شبکه حمل و نقل است که این موتورها را کارآمد نگه می دارد. در مقابل، ناکارآمدی نظام حمل و نقل شهری عوارض جدی محیطی همانند آلودگی هوا و پیامدهای منفی اجتماعی و اقتصادی را در پی خواهد داشت و باعث ناکارآمدی عمل کرد شهر می شود (Hutchison, 2010: 82).

حمل و نقل پای دار به رویکردی گفته می شود که بازتاب ها و هزینه های محیطی - اجتماعی را نشان می دهد، به ظرفیت قابل تحمل احترام می گزارد و بین نیازهای جابه جایی و ایمنی، و نیازهای دسترسی، کیفیت محیطی و سرزندگی توازن برقرار می کند (Jabareen, 2006: 40). از نظر کمیته تحقیقات حمل و نقل (TRB, 1997) که مؤسسه تحقیقاتی معتبری در زمینه حمل و نقل است، «پای داری به این امر می پردازد که چگونه سیستم های اجتماعی، اقتصادی و محیطی براساس مزیت ها و کمبودهای ماهوی خود در مقیاس های مختلف فضایی - عمل کردی با یکدیگر تعامل پیدا می کنند» (VTPI.org, 2009).

تاکنون تعریف های متعددی درباره حمل و نقل پای دار بیان شده که در آنها تمام یا بخشی از ابعاد پای داری مورد توجه قرار گرفته است (استادی جعفری، کرم رودی و امینی، 1389). حمل و نقل به عنوان یکی از بخش های توسعه پای دار، به صورت هم زمان زمینه ساز توسعه و اثرپذیر از آن بوده و این موضوع سبب توجه بیشتر برنامه ریزان به مقوله حمل و نقل شده است.

بر این اساس، حساس بودن به چالش‌ها و پی‌گیری آن‌ها، و پیش‌بینی پیامدهای منفی حمل‌ونقل در اقتصاد، محیط زیست و اجتماع بسیار ضروری می‌نماید (بهزادفر و گلریزان، 1386). هدف برنامه‌ریزی حمل‌ونقل پای‌دار، کاهش عوارض حمل‌ونقل در بخش‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی از یک سو (کیانژاد، 1387) و هماهنگ کردن رشد پویای بخش حمل‌ونقل با سایر بخش‌های جامعه و منابع موجود از سویی دیگر است. انسان متمدن امروزی باید بداند در روند تکامل شهرها، توسعه شبکه حمل‌ونقل چه مسیری را می‌پیماید و چنانچه در به‌کارگیری و استفاده از اصول شهرسازی و ترافیک غفلت کند، ناگزیر وضعیت نسل کنونی و آینده را با خطرهای بسیاری مواجه می‌کند.

رویکرد متفاوت به حمل‌ونقل پای‌دار بر مبنای کاهش فعالیت و در نتیجه کاهش وابستگی به خودرو است. این هدف بر «بعد کالبدی» به‌عنوان یکی از عوامل بسیار مهم در فرایند تصمیم‌گیری مکانی تأکید می‌کند (سلطانی، 1390). امروزه، بحث‌ها در موضوعات مختلف حمل‌ونقل، از همین زاویه مطرح شده‌اند و بر لزوم بازنگری در شیوه جاری در حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهرها تأکید می‌کنند.

موضوع حمل‌ونقل کلان‌شهر تهران یکی از معضلات اصلی این کلان‌شهر است. حمل‌ونقل پای‌دار شهر تهران یکی از راه‌کارهای بهبود در وضعیت حمل‌ونقلی در این کلان‌شهر به‌شمار می‌رود؛ اما به‌علت کم‌توجهی به ابعاد توسعه حمل‌ونقل پای‌دار، ناکارایی و عدم شناسایی عوامل مؤثر در این شبکه، مشکلات متعددی در تحقق و اجرای آن ایجاد شده است. هدف این پژوهش، بررسی و شناسایی عوامل مؤثر در توسعه آتی حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران در افق 1404 است.

2- بیان مسئله

امروزه، آنچه متخصصان حمل‌ونقل جهان درباره آن اتفاق نظر دارند، دستیابی به الگوی حمل‌ونقل پای‌دار در شهرهاست تا بتواند چشم‌انداز شهر سالم، آرام، دارای حمل‌ونقل سریع، ایمن و کارآمد برای عموم شهروندان را تأمین کند (Bella & Brezet, 2007).

کلان‌شهر تهران با 8 میلیون نفر جمعیت بزرگ‌ترین کلان‌شهر کشور و خاورمیانه است. طی ده سال اخیر، با افزایش مالکیت خودرو و رفاه نسبی، میزان سفر از 1/5 سفر سواره به‌ازای هر



نفر افزون شده است؛ به طوری که نزدیک به 15 میلیون سفر سواره در طی روز در شبکه معابر شهر تهران جریان دارد. این تعداد سفر باعث مشکلات بی شمار برای این شهر شده است (فلاح منشادی، روحی و سعیدی زند، 1391).

در حال حاضر، کلان شهر تهران در محور حمل و نقل، از یک جامعه کاری به جامعه ای با وضعیت رفاهی مطلوب تر که به اوقات فراغت بیشتری نیاز دارد، تبدیل شده است و استفاده از خدمات الکترونیک برای انجام بخشی از سفرها در حال افزایش است و شبکه حمل و نقل باید خود را با این تغییرات سازگار کند (Banister, 2006: 211). ترافیک محوری (تأکید بر خودرو) جای خود را به انسان محوری (تأکید بر عابر پیاده) داده است (Lyons & Kenyon, 2003).

مسلم است که توسعه شبکه حمل و نقل شهری در کلان شهرهای ایران هم، مهم ترین چالش شهری بوده است و تهران به عنوان سرآمد کلان شهرهای ایران، به راه کارهای اجرایی و تسریع در گسترش شبکه حمل و نقل شهری نیاز دارد. افزایش بسیار زیاد زمان جابه جایی، زیاد شدن تصادفات، آلودگی هوا و نزدیک شدن میزان آلودگی هوا به مرزهای تهدید سلامت انسانی، از پیامدهای شبکه حمل و نقل ناپای دار در مناطق شهری است.

به طور حتم، پای داری فقط با ایجاد تغییرات در طراحی، الگوهای استفاده و مدیریت وسایل نقلیه حاصل نمی شود؛ بلکه باید در نحوه تفکر درباره شناخت عوامل مؤثر در توسعه حمل و نقل تحولاتی ایجاد شود. سامانه حمل و نقل پای دار نیازمند فعالیت هایی بیش از کنترل آلودگی هوا، ترافیک یا کاهش مصرف سوخت است و بررسی ها نشان داده که هیچ راه حل منفردی برای حل مشکلات پیچیده حمل و نقل وجود ندارد و رفع چنین مشکلی نیازمند سازکاری جامع، پویا و مطمئن است (سلطانی، 1390).

تحلیل ساختاری از روش هایی است که به تحلیل روابط بین متغیرها و اجزای مختلف سیستم می پردازد و خروجی آن در بررسی روابط بین متغیرها و شناسایی ویژگی های آن ها کاربرد دارد. این روش با ترکیب روش پایش محیطی، کاربرد بسیاری در درک ابعاد آینده یک سیستم و شناخت چگونگی کنش متغیرها در آینده خواهد داشت (حاجیانی، 1391).

برای اینکه حمل و نقل شهری بتواند پای داری زندگی شهری و به مطلوبیت رساندن آن را تضمین کند، روی آوردن به نوآوری و بازناندیشی در مسائل حمل و نقل شهری امری اساسی است؛ اما نوآوری مستلزم توانایی پذیرش دیدگاه های نو و کنار گذاشتن نگرش های خود محور

است (سیدمیرزایی، 1380).

درباره کلان‌شهر تهران، دلیل تشدید آلودگی هوا و متعاقب آن وضعیت بد زیست‌محیطی پایتخت، بی‌توجهی‌های چندین‌ساله در حوزه حمل‌ونقل پای‌دار و محیط زیست شهری است؛ بنابراین توجه به حمل‌ونقل پای‌دار از بحرانی‌تر شدن اوضاع جلوگیری می‌کند.

اهداف اساسی و کلی در این پژوهش عبارت‌اند از:

- شناسایی عوامل مؤثر در توسعه آتی حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران در افق 1404؛
- تحلیل واقع‌گرایانه شرایط موجود و نیازهای آینده در توسعه حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران.

2-1- سؤال‌های پژوهش

1. اثرگذارترین عوامل بر توسعه حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران کدام‌اند؟
2. اثرپذیرترین عوامل از توسعه حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران کدام‌اند؟
3. وضعیت سیستم در نحوه تحلیل متغیرهای اثرگذار (از نظر پای‌داری و ناپای‌داری) چگونه است؟
4. راه‌بردها و سیاست‌های اجرایی متناسب با اولویت‌های اصلی در توسعه حمل‌ونقل پای‌دار آینده کلان‌شهر تهران کدام‌اند؟

3- پیشینه تحقیق

استادی جعفری و رصافی (1392) در مقاله «ارزیابی سیاست‌های توسعه پای‌دار در بخش حمل‌ونقل شهری با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی» وضعیت حمل‌ونقل شهر مشهد را با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی مدل‌سازی کردند. در این ارزیابی مشخص شد که سیاست‌های هم‌پیمایی، کاهش خودروهای فرسوده و افزایش کیفیت وسایل نقلیه همگانی، بیش از سایر عوامل در شاخص‌های پای‌داری تأثیر گذاشته و توانسته‌اند معضلات ناشی از حمل‌ونقل را طی بیست سال آینده کمینه کند.



فرتوک‌زاده (1390) در پژوهش خود با عنوان «مدل‌سازی پویای ترافیک کلان‌شهرها به‌منظور ارائه سیاست‌های بهبود حمل و نقل» به توصیف پدیده حمل و نقل کلان‌شهر تهران پرداخته و با استفاده از مدل‌سازی دینامیکی و شبیه‌سازی رفتاری، مسئله ترافیک تهران را در افق پانزده سال آینده پیش‌بینی کرده است. وی با آزمون، راه‌کارهای مختلفی در محیط شبیه‌سازی برای کلان‌شهر تهران معرفی کرده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارت‌اند از: معماری شهری، توسعه خدمات الکترونیک، توسعه مترو و رفتار اجتماعی شهروندان در حمل و نقل شهری.

رصاصی و زرآبادی‌پور (1388) در «بررسی توسعه پای‌دار حمل و نقل در ایران با استفاده از تحلیل چندهدفی» توسعه پای‌دار حمل و نقل را به‌صورت کلی و در سطح ملی به‌روشنی تحلیل چندهدفی - که یکی از روش‌های ارزیابی توسعه پای‌دار حمل و نقل است - بررسی کرده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که در تحلیل هر دو گروه افراد متخصص و عادی، معیار اقتصاد به‌عنوان اصلی‌ترین معیار برگزیده شده و گزینه‌های افزایش حمل و نقل همگانی و کنترل آلودگی هوا با تشکیل ستادهای معاینه فنی خودرو نیز مؤثرترین سیاست‌ها در توسعه پای‌دار حمل و نقل انتخاب شده است.

زندلی آتشبار و خاکساری (1390) در پژوهش خود با عنوان «حمل و نقل پای‌دار و سیاست‌هایی برای رسیدن به آن با معرفی استراتژی ASI» با بررسی جدیدترین راه‌کارهای علمی و عملی، در پی یافتن راه‌بردی مناسب جهت رسیدن به حمل و نقل پای‌دارند. برخی از این سیاست‌ها عبارت‌اند از: تغییر ساختار شهری و کاربری اراضی، تغییر فرهنگ استفاده از وسایل نقلیه شخصی، مدیریت تقاضای سفر، ارتقای کیفیت زیست‌محیطی، کاهش نیاز به سفر و کاستن از تأثیرات سوء حمل و نقل.

4- مبانی نظری

حمل و نقل پای‌دار مجموعه‌ای از سیاست‌ها و برنامه‌های یک‌پارچه، پویا، پیوسته و دربردارنده اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی است که موجب توزیع عادلانه و استفاده مؤثر از منابع جهت رفع نیازهای حمل و نقل جامعه و نسل‌های آتی می‌شود (WCED, 1989).

حمل و نقل پای‌دار امکان انتخاب روش‌های مختلف جابه‌جایی را فراهم می‌آورد، از اقتصاد پویا حمایت می‌کند، آلودگی‌ها و ضایعات غیربازیافتی را کاهش می‌دهد، مصرف منابع تجدیدناپذیر و استفاده از ثروت زمین را به حداقل می‌رساند و مصرف منابع تجدیدپذیر را محدود کرده، مؤلفه‌های آن را بازیابی می‌کند (CST, 2005).

هدف برنامه‌ریزی حمل و نقل پای‌دار، کاهش عوارض حمل و نقل در بخش‌های اجتماعی، اقتصادی و محیطی از یک سو (کیانژاد، 1387) و هماهنگ کردن رشد پویای بخش حمل و نقل با سایر بخش‌های جامعه و منابع موجود از سویی دیگر است. توسعه پای‌دار و حمل و نقل پای‌دار دارای پیوند مشترک بوده و از نظر اهداف مورد نظر، به هم نزدیک‌اند. طرف‌داران پای‌داری چه‌بسا قابلیت‌های جامعه برای ایجاد اصلاحات و تغییرات مثبت در جهت پویایی اقتصادی و افزایش سطح رفاه عمومی را کم‌اهمیت می‌دانند. با استفاده از فناوری، در صورت لزوم می‌توان عوارض منفی توسعه را کاهش داد (Zuidgeest, Witbreuk & Maarseveen, 2000). جدول زیر اهداف حمل و نقل پای‌دار را تشریح می‌کند (Litman & Burwell, 2006):

جدول 1 اهداف حمل و نقل پای‌دار

اهداف کلی	اهداف توسعه پای‌دار	اهداف حمل و نقل پای‌دار
سازگاری محیطی	کاهش آلودگی، کاستن از تغییرات اقلیمی	کاهش آلودگی ناشی از وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها
	حفاظت حیات وحش	کاهش سطوح مورد استفاده حمل و نقل
بهداشت و سلامت انسانی	کاهش صدمات جسمی	کاهش تصادفات
	کاهش آلودگی هوا	کنترل میزان آلودگی
	افزایش تحرک فیزیکی	افزایش حمل و نقل انسان‌محور
رفاه اقتصادی	جابه‌جایی مصرف‌کننده	تأمین سرویس حمل و نقل مورد انتظار
	بازده	کاهش تراکم ترافیکی و موانع
	افزایش سرمایه عمومی و کاهش مالیاتی	تسهیل جابه‌جایی کالا و مواد اولیه، تأمین دامنه انتخاب
عدالت	عدالت در سطح افقی	کارآمدی خدمات و تسهیلات حمل و نقل
	عدالت عمودی	پرداخت عوارض توسط استفاده‌کنندگان
رفاه اجتماعی	سرزندگی و هم‌بستگی اجتماعی	قیمت‌گذاری پلکانی، تسهیل جابه‌جایی برای غیررانندگان
		تسهیل جابه‌جایی درون‌محله‌ای

(Source: Ibid)



در جدول زیر، تفاوت‌های رویکرد سنتی (معمول) به موضوع حمل و نقل و رویکرد حمل و نقل پای‌دار مقایسه شده‌اند:

جدول 2 رویکردهای متفاوت به موضوع حمل و نقل

رویکرد سنتی (معمول)	رویکرد حمل و نقل پای‌دار
اولویت‌بخشی به جابه‌جایی	اولویت‌بخشی به دسترسی
توسعه بزرگ‌مقیاس	توسعه براساس نظام محله‌ای
منطقه‌بندی و تفکیک فعالیت‌ها	اختلاط کاربری‌ها و فعالیت‌ها
تقاضامحوری	مدیریت‌محوری
ترافیک‌محوری	انسان‌محوری
خیابان به‌عنوان فضای عبور	خیابان به‌عنوان فضای عبور و بستر گفت‌وگو
سفر به‌عنوان تقاضای مشتق شده	سفر به‌عنوان تقاضای مشتق شده و فعالیت دل‌خواه ارزشمند
جداسازی انسان و ترافیک	تلفیق انسان و ترافیک و آرام‌سازی ترافیکی
اولویت‌بخشی به ابعاد فیزیکی دسترسی و تأکید بر دسترسی فیزیکی	اولویت‌بخشی به ابعاد اجتماعی و تأکید بر دسترسی فیزیکی، اجتماعی و الکترونیکی
روان‌سازی و تخلیه ترافیک موتوری	تسهیل تمام گزینه‌های انجام سفر با رعایت سلسله‌مراتب شبکه و مدیریت تقاضای ترافیک
سفر در کوتاه‌ترین زمان	سفر در زمان موجه و منطقی
تحویل هزینه‌های حمل و نقل بر تمام شهروندان	تحویل هزینه‌های حمل و نقل بر مصرف‌کنندگان واقعی
افزایش سرعت سفر	افزایش ایمنی سفر
توسعه فناوری برای کاهش عوارض خودرو	توسعه فناوری، تصحیح الگوهای رفتاری و تشدید مقررات برای کاهش عوارض خودرو
توسعه معابر و زیرساخت‌های جاده‌ای	توسعه زیرساخت‌های شبکه‌های حمل و نقل عمومی

(منبع سلطانی، 1390)

به عقیده لیتمن (VTPI, 2009)، حمل و نقل پای‌دار باید بر این محورها تمرکز کند:

- فرایند تصمیم‌سازی در برنامه‌ریزی حمل و نقل؛
- وابستگی به خودرو؛
- عدالت در عرضه خدمات حمل و نقل؛
- طراحی و اجرای زیرساخت‌ها و تأسیسات حمل و نقل؛
- کاربری زمین؛
- مناطق در حال توسعه.

بنابراین، این‌گونه نتیجه‌گیری می‌شود که پای‌داری در حمل‌ونقل فقط با ایجاد تغییر در طراحی، الگوهای استفاده و مدیریت وسایل نقلیه حاصل نمی‌شود؛ بلکه باید در نحوه تفکر درباره شناخت و ارزش‌یابی راه‌کارهای ممکن برای حل مشکلات حمل‌ونقل تحولاتی ایجاد شود. شبکه حمل‌ونقل پای‌دار نیازمند فعالیت‌هایی بیش از کنترل آلودگی هوا، ترافیک یا مصرف سوخت است. راه‌برد حمل‌ونقل پای‌دار برنامه‌ای چندبعدی، یک‌پارچه، پویا و پیوسته است که تضمین‌کننده توزیع عادلانه امکانات و احتیاجات در زمان‌ها و مکان‌های مختلف با درنظر گرفتن عوامل متغیر و مؤثر در شبکه شهری است (بختیاری و همکاران، 1388: 83).

5- روش پژوهش

این تحقیق براساس هدف کاربردی است. توانایی مدل تحلیل ساختاری در شناسایی روابط بین متغیرها و درنهایت، شناسایی متغیرهای کلیدی مؤثر در تکامل سیستم است. روش تحلیل ساختاری در مطالعه کیفی سیستم‌های به‌شدت متغیر کاربرد دارد. براساس زمان گردآوری، این تحقیق از نوع پیمایشی و بر مبنای ماهیت داده از نوع کیفی و به‌صورت توصیفی است. روش جمع‌آوری داده‌ها و اطلاعات نیز اسنادی است.

5-1- روش تحلیل ساختاری

روش تحلیل ساختاری در پی مشخص کردن متغیرهای کلیدی (آشکار یا پنهان) به‌منظور دریافت نظرها و تشویق مشارکت‌کنندگان و ذی‌نفعان در مورد جوانب و رفتارهای پیچیده و غیرقابل پیش‌بینی یک سیستم است (ربانی، 1391). به‌طور کلی، تحلیل ساختاری در سه مرحله انجام می‌شود: مرحله اول: استخراج متغیرها/عوامل؛ مرحله دوم: تعیین روابط بین متغیرها؛ مرحله سوم: شناسایی متغیرهای کلیدی.

درباره روش تحقیق نیز با استفاده از رویکرد تحلیل ساختاری، کارهایی در مورد منابع، شرکت‌های آهن و فولاد انجام شده است. در سال 1974م، گوده و داپرین روش مؤثری را به‌منظور رتبه‌بندی عناصر سیستم در چارچوب آینده‌پژوهی انرژی هسته‌ای فرانسه پیش‌نهاد دادند. کار آن‌ها بیشتر یک روش هنری بود که تحلیل ساختاری را نیز در خود جای داده بود. باینکه از این تاریخ به‌بعد، سیل کارهای مرتبط در این عرصه شروع شد، کار گوده و داپرین به

استانداردهای مشخص در این حوزه انجامید (همان‌جا).

5-2- نرم‌افزار میک‌مک (MICMAC) ابزار تحلیل ساختاری

نرم‌افزار میک‌مک به منظور سهولت تحلیل ساختاری طراحی شده که مخفف فرانسوی «ماتریس ضرایب تحلیل اثر متقاطع به منظور طبقه‌بندی»¹ است (Godet, 2006: 185). این نرم‌افزار برای انجام محاسبات پیچیده ماتریس تحلیل اثر متقاطع طراحی شده است. میزان ارتباط متغیرها با اعداد بین صفر تا سه سنجیده می‌شود. عدد صفر به منزله «عدم تأثیر»، عدد یک به منزله «تأثیر ضعیف»، عدد دو به مثابه «تأثیر متوسط»، عدد سه به منزله «تأثیر زیاد» و در نهایت حرف p به مثابه وجود رابطه بالقوه بین متغیرهاست. بنابراین، اگر تعداد متغیرهای شناسایی شده n متغیر باشد، یک ماتریس $n * n$ از روابط بین متغیرها به دست می‌آید (زالی، 1388).

ماتریس به دست آمده را می‌توان با نمودار متناظر آن نیز نمایش داد که در آن نمودار جهت اثرگذاری هر متغیر بر دیگری توسط «پیکان‌ها» و میزان اثرگذاری به صورت عددی، در بالای پیکان نمایش داده می‌شود. در نهایت، براساس توپولوژی متغیرها، این نرم‌افزار قادر است عوامل کلیدی را استخراج و رتبه‌بندی کند (Godet, 2006: 91). در تحلیل ساختاری (ماتریس متقاطع) با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک، شش مرحله به شرح ذیل انجام می‌شود:

جدول 3 مراحل تکنیک تحلیل ساختاری

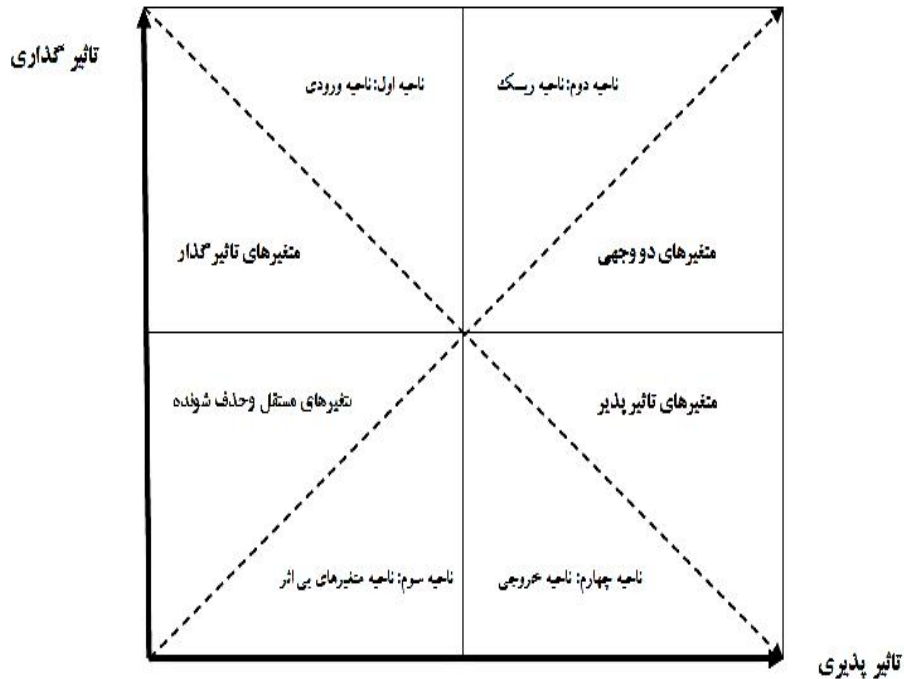
ردیف	مراحل	ردیف	مراحل
1	درک سیستمی و مشاهده پای‌داری یا عدم پای‌داری سیستم	4	درک کلی از سیستم و پرهیز از تحلیل جزئی
2	شناسایی تأثیرات غیرمستقیم متغیرها	5	شناسایی عوامل ناپای‌دارکننده سیستم
3	شناسایی عوامل و پیشران‌های اصلی	6	شناسایی محیط به واسطه سنجش اثرگذاری مراحل اصلی آن

(منبع: زالی، 1392)

تحلیل ساختاری (تحلیل تأثیر متقابل) متغیرها بر یکدیگر از طریق نمودار و در نواحی مختلف مختصات قابل بررسی است. مختصات تحلیل آثار متقابل متغیرها بر یکدیگر چهار

1. Matrix of Crossed Impact Multiplications Applied to a Classification

ناحیه دارد که هرکدام میزان اثرگذاری و اثرپذیری پیشران‌ها بر یکدیگر را نشان می‌دهد (شکل 1) (ربانی، 1391).



شکل 1 مختصات تحلیل تأثیر متقابل متغیرها

(Source: Godet, 2006)

خروجی مدل تحلیل اثر متقابل، روابط بین متغیرها را نشان می‌دهد که نرم‌افزار میک‌مک قابلیت تبدیل روابط به شکل‌ها و نمودارهای ویژه را داراست و با امکانات خود تحلیل آسان روابط و ساختار سیستم را امکان‌پذیر می‌کند. به‌طور کلی، ماتریس‌ها و نمودارهای خروجی نرم‌افزار دو نوع‌اند: یکی ماتریس آثار مستقیم متغیرها (MDI)¹ و نمودارهای مربوط به آن و دیگری ماتریس روابط غیرمستقیم بین متغیرها (MII)² و نمودارهای مرتبط با آن. چنانچه در

1. Matrix of Direct Influences
2. Matrix of Indirect Influences

نادر زالی و همکار _____ تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل و نقل... 

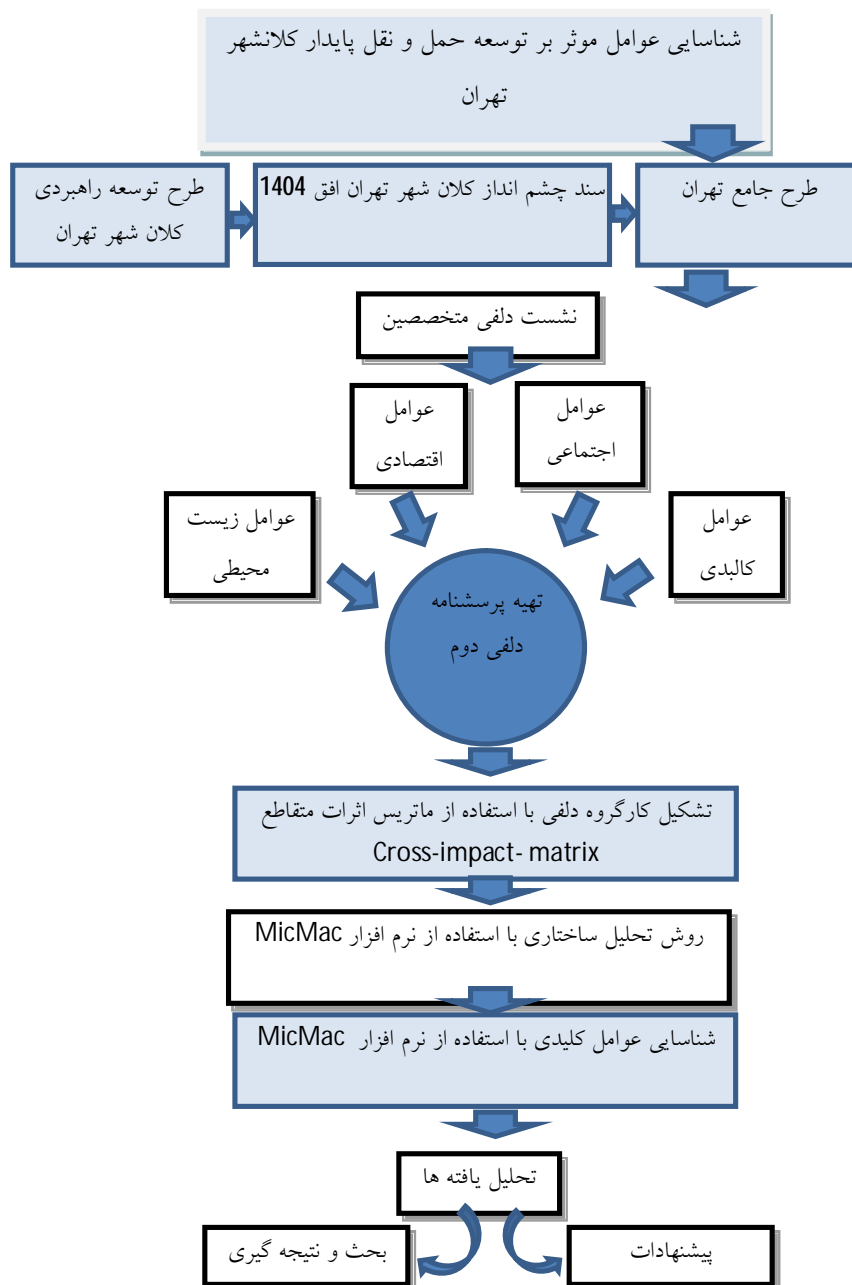
ماتریس اولیه، روابط بالقوه بین متغیرها نیز مشخص شده باشد، نرم افزار ماتریس روابط بالقوه مستقیم بین متغیرها (MPDI)¹ و ماتریس روابط بالقوه غیرمستقیم بین متغیرها (MPII)² را نیز در اختیار قرار می دهد.

3-5- روش دلفی³

یکی از روش های کسب دانش گروهی، دلفی است که فرایندی دارای ساختار برای پیش بینی و کمک به تصمیم گیری طی راندهای پیمایشی، جمع آوری اطلاعات و در نهایت، اجماع گروهی است (Kennedy, 2004). به کارگیری روش دلفی اغلب با هدف کشف ایده های نوآورانه و قابل اطمینان یا تهیه اطلاعاتی مناسب به منظور تصمیم گیری است. روش دلفی فرایندی ساختاریافته برای جمع آوری و طبقه بندی دانش موجود نزد گروهی از کارشناسان و خبرگان است که از طریق توزیع پرسش نامه هایی در بین این افراد و بازخورد کنترل شده پاسخ ها و نظرات دریافتی صورت می گیرد (Adler & Ziglio, 1996). به اعتقاد هلمر (1977)، دلفی از نیمه دهه 1960م به عنوان یک روش مهم علمی شناخته شد و اکنون برای طیف گسترده ای از سؤالات آینده محور و پیچیده، و در طیف گسترده ای از زمینه ها استفاده می شود (Rowe & Wright, 1999). دلفی ابزار ارتباطی سودمندی بین گروهی از خبرگان است که فرموله کردن آرای اعضای گروه را آسان می کند (احمدی، 1387).

1. Matrix of Potential Direct Influences
2. Matrix of Potential Indirect Influences
3. Delphi

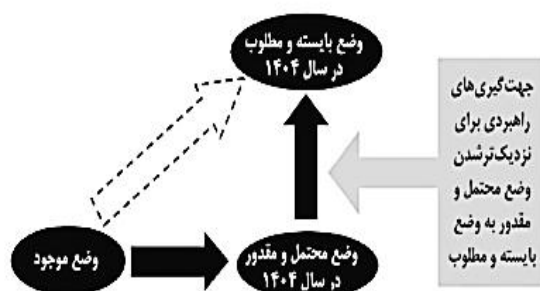
4-5- مراحل انجام تحقیق



6- معرفی متغیرها و عوامل

6-1- چشم‌انداز کلان‌شهر تهران در افق زمانی 1404

چشم‌انداز شهر سیمای مطلوب شهر در سال 1404 را تصویر می‌کند. چشم‌انداز تهران سندی است راه‌بردی که سیمای مطلوب و مقدور تهران در سال 1404 را با نگرش به چشم‌انداز بیست‌ساله کشور ترسیم می‌کند. در آفرینش این تصویر دو ره‌یافت وجود دارد: ره‌یافت آینده‌پذیر و ره‌یافت آینده‌ساز. ره‌یافت آینده‌پذیر که از وضع موجود آغاز می‌کند و به آینده می‌رسد، این پرسش را مبنا قرار می‌دهد که با نگرش به وضع موجود و روندهای جاری، چه آینده‌ای در انتظار شهر ما خواهد بود. ره‌یافت آینده‌ساز که از آینده آغاز می‌کند و به وضع موجود می‌رسد، این پرسش را مبنا قرار می‌دهد که با توجه به ارزش‌ها و اصولی که به آن اعتقاد داریم، آینده شهر ما «باید» چگونه باشد.



شکل 2 ره‌یافت تلفیقی در تدوین چشم‌انداز بیست ساله تهران

(منبع: اندیشکده صنعت و فناوری، 1385)

چشم‌انداز توسعه بلندمدت شهر تهران - که سیمای مطلوب شهر در افق طرح و میثاقی برای توسعه پای‌داری کلان‌شهر تهران و پایتخت کشور است - هماهنگ با چشم‌انداز بیست‌ساله کشور، مبتنی بر آرمان‌های این سند است:

چشم‌انداز تهران 1404 در محور حمل و نقل: تهران 1404 شهری است با حمل و نقل روان، و با سامانه جامع حمل و نقل با محوریت حمل و نقل عمومی قابل اعتماد، در دست‌رس، ایمن، سریع

و ارزان که شهروندان به‌رغم دارا بودن خودروی شخصی، با طیب خاطر از آن استفاده می‌کنند. این سامانه حمل‌ونقل با برقراری ارتباطات اثربخش در سطح مجموعه شهری، ملی و فراملی چشم‌انداز جهان شهر تهران را به‌خوبی پشتیبانی می‌کند (اندیشکده صنعت و فناوری، 1385).

در جدول شماره چهار جهت‌گیری‌های کلان چشم‌انداز 1404 کلان‌شهر تهران در محور حمل‌ونقل بیان شده است. همچنین، با توجه به گزارش مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران (1391) باعنوان «بررسی و ارائه سیاست‌های دستیابی به حمل‌ونقل پای‌دار در تهران» و سند چشم‌انداز 1404 کلان‌شهر تهران (1385) عوامل اثرگذار بر حمل‌ونقل پای‌دار برای ایجاد پرسش‌نامه اول و دلفی آن استخراج شدند.

جدول 4 جهت‌گیری‌های راه‌بردی چشم‌انداز 1404 کلان‌شهر تهران در محور حمل‌ونقل

ردیف	موارد
1	توسعه پرشتاب سامانه حمل‌ونقل عمومی قابل اعتماد، در دست‌رس، ایمن، سریع و ارزان
2	مدیریت تقاضای سفر با تأکید بر حذف سفرهای غیرضروری با استفاده از روش‌های مختلف
3	تسریع در اختصاص اعتبار کافی برای توسعه حمل‌ونقل عمومی و بهره‌گیری از همه فرصت‌های تأمین منابع دولتی، خصوصی و خارجی
4	هماهنگی سیاست‌های حمل‌ونقل با طرح‌های توسعه کالبدی، اقتصادی، زیست‌محیطی و سایر حوزه‌های مرتبط
5	همگرایی و یک‌پارچگی در سازمان‌های عوامل توسعه و مدیریت حمل‌ونقل تهران
6	ارتقای کیفیت زیرساخت‌های حمل‌ونقل
7	ارتقای فرهنگ عبور و مرور از طریق آموزش‌های عمومی
8	تقویت خطوط مواصلاتی به شهرها و شهرک‌های اطراف
9	آینده‌نگری، برنامه‌ریزی بلندمدت، پرهیز از راه‌حل‌های مقطعی و مطالعه دقیق پیامد طرح‌های ترافیکی
10	استفاده از دیدگاه‌های کارشناسی در سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری در حوزه حمل‌ونقل
11	گسترش فضاهای ویژه برای پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری و ارتقای ایمنی آن‌ها به‌ویژه در بافت‌های سنتی
12	تقویت کیفی و کمی پلیس راهنمایی و رانندگی و تجهیز آن به فناوری‌های پیش‌رفته روز
13	اولویت‌دهی به برطرف کردن نواقص و طرح‌های ناتمام شبکه فعلی معابر در سرمایه‌گذاری‌ها
14	بهره‌گیری بیشتر از سامانه حمل‌ونقل هوشمند و استفاده از ابزار پیش‌رفته و هوشمند برای کنترل ترافیک

(منبع: اندیشکده صنعت و فناوری، 1385)



چشم انداز طرح جامع ترافیک و حمل و نقل کلان شهر تهران سیمای آینده حمل و نقل و ترافیک این کلان شهر را در افق طرح مشخص می کند:

در سال 1404 شهر تهران دارای سیستم حمل و نقلی است که کیفیت زندگی و فعالیت ساکنان شهر را مطابق با استانداردهای بین المللی ارتقا داده است، این امر متضمن این است که این سیستم یک پارچه، در دسترس، روان، راحت، ایمن، پاک و در جهت توسعه اقتصادی تهران بوده و با در نظر گرفتن محدودیت منابع قابل اجرا باشد.

در دیدگاه طرح جامع آینده شهر تهران، مشخصاً بند ششم به بخش حمل و نقل مربوط می شود و با بهبود وضعیت شبکه های ارتباطی و نظام حمل و نقل، توسعه زیرساخت ها و شبکه حمل و نقل همگانی (به ویژه قطار شهری) و اعمال مدیریت تقاضای سفر در صد است تا وضعیت حمل و نقل پایتخت را به حالت آرمانی نزدیک کند. این هدف در راه بردهای توسعه شهر و در بند شش آن مورد توجه بیشتری قرار گرفته و در مطالعات جامع حمل و نقل شهر تهران با بیان پیش نهادهایی به عنوان توسعه شبکه حمل و نقل خود را نشان می دهد.

7- یافته های پژوهش

با توجه به سند چشم انداز کلان شهر تهران و طرح جامع تهران، و با بررسی طرح توسعه راه بردی کلان شهر تهران در محور حمل و نقل، 24 عامل استخراج و طی یک دلفی به همراه پرسش نامه بین متخصصان در این زمینه توزیع شده است. پرسش نامه های بررسی تأثیر و تأثر عوامل نسبت به هم را ده نفر از استادان خبره دانشگاهی و کارشناسان سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران تکمیل کرده اند که تسلط کافی به مسائل حمل و نقل کلان شهر تهران دارند. در مجموع، چهار نفر از استادان دانشگاه و شش نفر از کارشناسان برجسته سازمان حمل و نقل و ترافیک شهرداری تهران در این تحقیق مشارکت فعال داشتند. بعد از امتیازدهی به اثرگذاری عامل ها، با توجه به میانگین نظر متخصصان، شش عامل کمتر اثرگذار از دید متخصصان حذف شد و در نهایت، هجده عامل (جدول 5) برای شناسایی اثرگذاری و اثرپذیری در توسعه آتی حمل و نقل پای دار کلان شهر تهران انتخاب شد.

جدول 5 عوامل اثرگذار بر حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهری

وضعیت انتخاب	عوامل	ردیف	وضعیت انتخاب	عوامل	ردیف
*	سوخت پاک	13	*	زیرساخت حمل‌ونقل	1
*	انواع انرژی	14	*	مدت زمان سفر و جابه‌جایی	2
---	منابع انرژی جدید	15	*	هزینه سوخت	3
---	شبکه توزیع انرژی	16	*	هزینه سفر	4
*	فرهنگ‌سازی	17	---	هزینه تأمین خودروی شخصی	5
---	سطح آگاهی مردم	18	*	شبکه راه‌ها	6
*	مشارکت اجتماعی	19	---	اختلاط کاربری‌ها	7
*	حمل‌ونقل همگانی	20	*	شبکه فضایی فعالیت‌ها	8
*	حمل‌ونقل هوشمند	21	*	شبکه الکترونیک حمل‌ونقل	9
*	حمل‌ونقل غیرموتوری	22	*	دست‌رسی	10
*	فناوری‌های جدید حمل‌ونقل	23	---	استفاده از زمین	11
*	مدیریت حمل‌ونقل	24	*	ساخت فشرده	12

(منبع: یافته‌های تحقیق)

شناسایی عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل‌ونقل پای‌دار: هجده عامل به‌عنوان عوامل مؤثر بر توسعه آتی حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران افق 1404 ش‌شناسایی و با نرم‌افزار میک‌مک برای استخراج عوامل اصلی اثرگذار بر توسعه حمل‌ونقل پای‌دار تحلیل شدند. ابعاد ماتریس 18×18 در پنج بخش مختلف (اقتصادی، اجتماعی، کالبدی، زیست‌محیطی و کلان) تنظیم شده است. عوامل ماتریس تأثیرات متقابل طی یک دلفی به‌همراه پرسش‌نامه بین متخصصان توزیع و تکمیل شد.

با توجه به ابعاد ماتریس 18×18 ، در مجموع 324 گزینه برای ماتریس وجود دارد که از این مجموع کلی، 225 خانه ماتریس صفر و 99 خانه ماتریس داده‌های 1، 2 و 3 را به خود اختصاص داده‌اند. درجه پرشدگی ماتریس 30/5 درصد است که نشان می‌دهد عوامل انتخاب‌شده بر همدیگر تأثیر کمی گذاشته‌اند و در واقع، سیستم از وضعیت پای‌داری برخوردار بوده است. از مجموع 324 عدد در ماتریس، 99 رابطه قابل ارزیابی در این ماتریس است و 225 رابطه نیز عددشان صفر بوده که به این معناست که عوامل در همدیگر تأثیر گذاشته یا از همدیگر تأثیر پذیرفته‌اند.

مقدار	شاخص
18	ابعاد ماتریس
2	تعداد تکرار
225	تعداد صفرها
37	تعداد یک
40	تعداد دو
22	تعداد سه
99	جمع
30/55%	درجه پُرشدگی

(منبع: یافته‌های تحقیق)

8- تحلیل یافته‌ها

با توجه به عوامل و متغیرهای به‌دست آمده از پرسش‌نامه اول، پرسش‌نامه‌ای به‌صورت ماتریس آثار متقاطع، برای دلفی متخصصان و تعیین آثار متقاطع عوامل طراحی شد و به ده متخصص داده شد تا میزان اثرگذاری عوامل بر هم را امتیازدهی کنند؛¹ سپس میانگین امتیازها به‌عنوان امتیاز نهایی انتخاب و اعداد وارد نرم‌افزار میک‌مک شد. جدول زیر خروجی امتیازها به‌صورت جمع اعداد ستون‌ها و سطرهاست. مقدار کمی تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم یک عامل بر عامل دیگر با تأثیر آن از صفر تا سه متناسب است و براساس نظر متخصصان به‌دست می‌آید. مقدار تأثیری که یک عامل از عوامل دیگر می‌پذیرد با‌عنوان «اثرپذیری» و مقدار تأثیری که یک عامل بر عوامل دیگر می‌گذارد، با‌عنوان «اثرگذاری» ثبت شده است. مقدار تأثیر تک‌تک عوامل در یکدیگر به‌وسیله نرم‌افزار میک‌مک به توان‌های مختلف رسانده می‌شود که مجموع آن‌ها مقدار کمی اثرپذیری غیرمستقیم را تشکیل می‌دهد.

8-1- تحلیل سیستم و روابط متقابل عوامل

در ماتریس متقاطع، جمع اعداد سطرها هر متغیر میزان اثرگذاری و جمع ستونی هر متغیر نیز میزان اثرپذیری آن متغیر را از متغیرهای دیگر نشان می‌دهد. براساس نتایج تحلیلی این ماتریس، اثرگذاری زیرساخت‌های حمل و نقل، شبکه راه‌ها و ساخت فشرده، فرهنگ‌سازی و مدیریت حمل و نقل بسیار


1. مقدار کمی آثار مستقیم و غیرمستقیم یک عامل بر عامل دیگر متناسب باشد، تأثیر آن از صفر تا سه و براساس نظر متخصصان به‌دست می‌آید.

بیشتر از اثرپذیری آن‌هاست و در سیستم تأثیر زیادی می‌گذارند. به‌منظور تحلیل نتایج در نخستین قدم با یک روش ساده می‌توان دریافت که تأثیر متغیرها با درنظر گرفتن تعداد گروه‌های ارتباطی در ماتریس تشکیل شده، قابل سنجش است. متغیری که بر تعداد محدودی از متغیرها اثر مستقیم دارد، تأثیرگذاری اندکی نیز در کل سیستم دارد. به این ترتیب، اثرپذیری مستقیم یک متغیر را نیز می‌توان با درنظر گرفتن ستون مربوط در ماتریس بررسی کرد. بنابراین، مجموع عددهای هر سطر نشان‌دهنده اثرگذاری متغیر مربوط و مجموع عددهای هر ستون نمودار اثرپذیری آن متغیر است؛ پس تمام متغیرها و محیط دربرگیرنده آن‌ها را می‌توان با نمایش آن‌ها در یک نمودار مفهومی یا محور مختصات (اثرگذاری - تأثیرپذیری) نمایش داد (زالی، 1388).

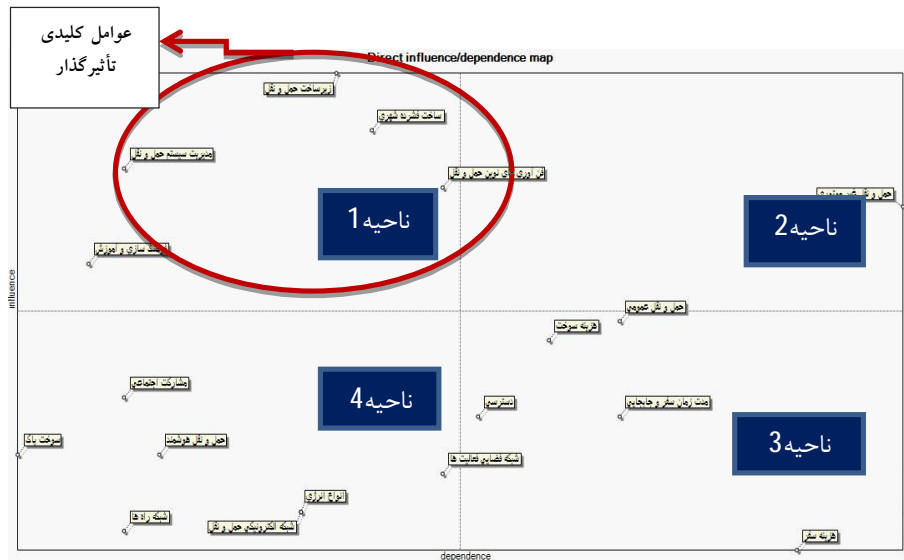
جدول 7 تأثیرات مستقیم و غیرمستقیم عوامل حمل‌ونقل پای‌دار بر همدیگر

طبقه بندی	نام متغیر	آثار مستقیم		آثار غیرمستقیم	
		میزان اثرگذاری	میزان اثرپذیری	میزان اثرگذاری	میزان اثرپذیری
اقتصادی	مدت زمان سفر و جابه‌جایی	7	17	105	2080
	هزینه ساخت	11	15	834	1693
	هزینه سفر	0	22	0	2870
کالبدی	زیرساخت‌های حمل‌ونقل	25	9	2692	993
	شبکه راه‌ها	1	3	210	560
	دسترسی	7	13	863	1636
	شبکه فضایی فعالیت‌ها	4	12	374	1515
	شبکه الکترونیک حمل‌ونقل	2	8	227	564
	ساخت فشرده شهری	22	10	274	1476
زیست‌محیطی	انواع انرژی	2	8	72	1096
	سوخت پاک	5	0	242	0
اجتماعی	فرهنگ‌سازی و آموزش	15	2	1612	23
	مشارکت اجتماعی	8	3	1370	140
کلان	حمل‌ونقل غیرموتوری	18	25	2032	2198
	حمل‌ونقل همگانی	12	17	1306	1277
	حمل‌ونقل هوشمند	5	4	510	63
	فناوری‌های جدید حمل‌ونقل	19	12	1901	1224
	مدیریت شبکه حمل‌ونقل	20	3	2612	294
	مجموع	139	117	13395	11506

(منبع: یافته‌های تحقیق)

نادر زالی و همکار _____ تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل و نقل... 

متغیرهای بسیار اثرگذار بر سیستم یا عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل و نقل پای‌دار کلان‌شهر تهران شامل این موارد است: زیرساخت حمل و نقل، ساخت فشرده شهری، مدیریت شبکه حمل و نقل، فناوری‌های جدید حمل و نقل، فرهنگ‌سازی و آموزش.



شکل 3 نقشه پراکنده‌گی عوامل و جایگاه آن‌ها در محور اثرگذاری - اثرپذیری (منبع: یافته‌های تحقیق)

8-2- تأثیر مستقیم متغیرها بر همدیگر

در مجموع، عوامل دارای دو نوع تأثیرند: مستقیم و غیرمستقیم. در تحلیل صفحه پراکنده‌گی عوامل می‌توان این دسته از عوامل را در سیستم شناسایی کرد. نتایج تحلیل عوامل کلیدی توسعه حمل و نقل پای‌دار کلان‌شهر تهران براساس تحلیل ساختاری به این شرح است:

- متغیرهای تعیین‌کننده یا اثرگذار: با توجه به شناسایی سیستم به‌عنوان سیستم پای‌دار، وجود عوامل ناحیه یک در شکل شماره سه، در محل شمال غربی نشان‌دهنده توان تأثیرگذاری کلان آن‌ها بر کل سیستم است. این متغیرها عبارت‌اند از: «زیرساخت‌های حمل و نقل، ساخت فشرده، مدیریت حمل و نقل، فناوری‌های جدید حمل و نقل و فرهنگ‌سازی». این متغیرها مهم‌ترین عوامل اثرگذار بر توسعه آینده حمل و نقل پای‌دار کلان‌شهر تهران هستند.

- متغیرهای دوجبهی: این متغیرها دارای دو ویژگی مشترک اثرگذاری زیاد و اثرپذیری زیاد هستند و هر عملی روی آنها، در متغیرهای دیگر نیز تغییر ایجاد خواهد کرد. در ناحیه دو در شکل شماره سه، عامل حمل و نقل غیرموتوری از جمله این متغیرهای دوجبهی است. این عامل بر عوامل دیگر هم تأثیر زیادی می‌گذارد و هم از آنها بسیار تأثیر می‌پذیرد.

- متغیرهای تأثیرپذیر یا نتیجه سیستم: این متغیرها در ناحیه سه، در قسمت جنوب شرقی شکل شماره سه قرار گرفته‌اند و می‌توان آنها را متغیرهای نتیجه نیز نامید. این متغیرها از اثرپذیری بسیار زیاد از سیستم و اثرگذاری بسیار کم در سیستم برخوردارند. «حمل و نقل عمومی، هزینه سوخت، هزینه سفر، مدت زمان سفر و جابه‌جایی» از جمله این متغیرهایند. این عوامل بی‌آنکه بر سایر عوامل حوزه تأثیر زیادی داشته باشند، از آنها متأثر می‌شوند.

- متغیرهای مستقل: این متغیرها دارای اثرگذاری و اثرپذیری کمی هستند و در ناحیه چهار در قسمت جنوب غربی شکل سه قرار گرفته‌اند. «دسترسی، شبکه فضایی فعالیت‌ها، مشارکت اجتماعی، سوخت پاک، انواع انرژی، شبکه راه‌ها، حمل و نقل هوشمند، شبکه الکترونیک» در این دسته از متغیرها جای دارند. در واقع، عوامل مستقل نه بر سایر عوامل تأثیر زیاد می‌گذارند و نه از آنها تأثیر زیاد می‌پذیرند.

8-3- پای‌داری و ناپای‌داری سیستم

نحوه پراکنش متغیرها در نمودار بیانگر میزان پای‌داری یا ناپای‌داری سیستم است. این تحلیل و فهم نخستین از وضعیت سیستم بر چگونگی تحلیل متغیرها اثرگذار است (Godet, 2006: 189). شکل شماره چهار نشان می‌دهد سیستم در چه وضعیتی است. چنانچه متغیرها در نمودار قرار گرفته باشند، سیستم پای‌دار است و این حالت از سیستم نشان‌دهنده ثبات در L به صورت شکل متغیرهای اثرگذار و تداوم تأثیر آنها بر سایر متغیرهاست. چنانچه متغیرها از سمت محور مختصات به سمت انتهای نمودار و در حوالی آن پخش شده باشند، سیستم ناپای‌دار است و کمبود متغیرهای تأثیرگذار سیستم را تهدید می‌کند.

در نمودار بالا، تأثیرات مستقیم عوامل کلیدی در دیگر عوامل سیستم مشخص شده است. چگونگی اثرگذاری عوامل به صورت ضعیف‌ترین تأثیرات، تأثیرات ضعیف، تأثیرات میانه، تأثیرات زیاد و تأثیرات بسیار زیاد بیان شده است.

9- نتیجه

برای شناسایی عوامل مؤثر بر وضعیت توسعه حمل‌ونقل پای‌دار آتی سیستم حمل‌ونقل کلان‌شهر تهران، داده‌های شناسایی متغیرهای استراتژیک با استفاده از پرسش‌نامه از طریق دلفی - که بین کارشناسان و مدیران بخش‌های مرتبط با خدمات حمل‌ونقل توزیع شد - به دست آمده است که با تحلیل ساختاری مورد سنجش قرار گرفتند. روش تحلیل ساختاری روشی است که برای تحلیل روابط بین متغیرها به‌ویژه در سیستم‌های گسترده و دارای ابعاد متعدد به‌کار می‌رود. پتانسیل این روش در استفاده از داده‌های کیفی در کنار داده‌های کمی سبب شده که به یکی از روش‌های شناسایی توسعه آینده تبدیل شود.

با توجه به یافته‌های تحقیق، دامنه عوامل در پنج حوزه (اقتصادی، اجتماعی، زیست‌محیطی، کالبدی، کلان) و هجده عامل شناسایی شده است. بر مبنای منطق سیستمی و از طریق تحلیل تأثیر آثار متقابل عوامل با استفاده از نرم‌افزار میک‌مک، نتایج حاکی از آن است که عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران شامل این موارد است: زیرساخت حمل‌ونقل، ساخت فشرده شهری، فرهنگ‌سازی، مدیریت شبکه حمل‌ونقل و فناوری‌های جدید.

نتایج نشان می‌دهد گسترش زیرساخت‌های حمل‌ونقل کلان‌شهر تهران، ضمن کاهش ترافیک به بهبود کیفیت هوای این کلان‌شهر در آینده نیز کمک خواهد کرد. توسعه زیرساخت‌های حمل‌ونقل در کلان‌شهر تهران، ITS محور است. در کلان‌شهرهای در حال توسعه، در حوزه زیرساخت و مدیریت آن مشکل بی‌برنامگی وجود دارد و همین مورد هزینه‌های هنگفتی برای نگه‌داری آن‌ها بر کلان‌شهر تهران تحمیل می‌کند. زیرساخت و مدیریت بر زیرساخت (ITS) دو اصل مهم در حمل‌ونقل کلان‌شهر تهران است.

فناوری‌های جدید و کاربرد سیستم‌های الکترونیک در زندگی روزمره مدت‌هاست که در کاهش ترافیک شهرهای بزرگ دنیا تأثیر گذاشته است. وجود فناوری‌های تازه در شبکه حمل‌ونقل در کلان‌شهر تهران، هماهنگی و ارتباط پای‌داری بین تصمیم‌گیرندگان، مراکز مدیریت ترافیک و



وضعیت ترافیکی سیستم از طریق سنسورها و دستگاه‌های الکترونیک فراهم آورده و مدیریتی هوشمندانه، هدفمند و هماهنگ را محقق کرده است.

فشرده‌سازی شهر با تأکید بر ایجاد اختلاط در کاربری‌ها و متراکم‌سازی همراه است. تغییر ساختار کلان‌شهر تهران و کاربری اراضی با هدف افزایش تراکم، استفاده از فضاهای خالی موجود در بافت کلان‌شهر تهران و ایجاد کاربری‌های مختلط، در پی کاهش وابستگی به وسایل نقلیه شخصی با ایجاد مسافت‌های سفری کوتاه‌تر و سوق دادن مدل‌های حمل و نقل به سوی پیاده‌روی، دوچرخه‌سواری و حمل و نقل عمومی انجام می‌شود که می‌تواند در هر دو مقیاس کلان (همه مناطق کلان‌شهر تهران) و مقیاس خرد (واحدهای همسایگی و محلات یک ناحیه کلان‌شهر تهران) به کار گرفته شود. هدف از ساخت فشرده شهری کاهش تقاضای سفر و بهبود گزینه‌های آن است.

فرهنگ‌سازی و موضوع فرهنگ و اجتماع و همچنین حرکت شبکه حمل و نقل پای‌دار کلان‌شهر تهران، به سمت ارتقای نقش شهروندان در رسیدن به کلان‌شهری آرمانی است که در کنار تمام فعالیت‌های توسعه حمل و نقل پای‌دار چشم‌گیر بوده است. با کمترین بهبود در رفتارهای شهروندی، میلیاردها تومان صرفه‌جویی می‌شود و بدون تردید، تکامل و تغییر اخلاق و رفتار شهروندی مهم‌تر از اجرا و تکمیل برنامه‌های عمران شهری و حمل و نقلی است. هدف‌گذاری و تصمیم‌سازی در حوزه فرهنگ‌سازی ترافیک از اهمیتی ویژه برخوردار است و باید با ایجاد پل‌های ارتباطی بین بخش‌های مختلف، فعالیت‌های فرهنگی در حوزه ترافیک را انسجام بخشیم و در انجام فعالیت‌های حوزه فرهنگ، به مهندسی فرهنگی به‌طور ویژه توجه کنیم.

یکی از مشکلات اساسی حمل و نقل کلان‌شهرها این است که کار ملی و محلی تفکیک نشده و دولت می‌خواهد حتی به‌جای مردم و برای مردم درباره همه موضوعات تصمیم بگیرد. فرهنگ‌سازی در بین مسئولان امر در جهت مشارکت مردم در سیاست‌ها و برنامه‌های حمل و نقل پای‌دار می‌تواند راه‌گشای برنامه‌ریزی برای سیستم حمل و نقلی کلان‌شهر تهران باشد.

مدیریت شبکه حمل و نقل فرایندی برای برنامه‌ریزی و اجرای شبکه یک‌پارچه حمل و نقل شهری است و هدف اصلی آن، حداکثر کارایی و افزایش درآمدها در شبکه است. به‌طور کلی به‌نظر می‌رسد رویکرد حاکم بر عرصه مدیریت باید آینده‌اندیشانه و همسو با معماری آینده باشد و با افزایش نوآوری، موجب کمترین غافل‌گیری در رویارویی با مشکلات مختلف شود.

10- پیش نهادها

راه‌بردهای و سیاست‌های اجرایی زیر با در نظر گرفتن عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل‌ونقل پای‌دار کلان‌شهر تهران، پاسخ‌گویی به رشد آینده و تأمین توسعه پای‌دار کلان‌شهر تهران در محور حمل‌ونقل پیش نهاد می‌شود:

جدول 8 راه‌بردهای سیستم حمل‌ونقل جهت دست‌یابی به حمل‌ونقل پای‌دار

عوامل کلیدی	راه‌بردهای شبکه حمل‌ونقل	سیاست اجرایی
1	اصلاح زیرساخت‌ها و خدمات حمل‌ونقل تهران	<ul style="list-style-type: none"> - بهبود زیرساخت‌ها برای شیوه‌های حمل‌ونقل با انرژی کارا تر - تأمین زیرساخت‌های حمل‌ونقل در کریدورهای متراکم شهری - توسعه و بهبود زیرساخت‌های پیاده و دوچرخه در سطح محلی - توجه به زیرساخت‌های موجود و برقراری ارتباط مناسب با آن‌ها با در نظر گرفتن توسعه‌های آتی و چشم‌اندازهای بصری
2	ساخت فشرده شهری	<ul style="list-style-type: none"> - برنامه‌ریزی مدیریت شهری کلان‌شهر تهران از توسعه و ساخت‌وساز در داخل بافت موجود - برنامه‌ریزی مسیر خطوط ویژه حمل‌ونقل برای مکان‌یابی کاربری‌ها
3	فرهنگ‌سازی	<ul style="list-style-type: none"> - توسعه آموزش عالی و تربیت نیروی انسانی متخصص در حوزه‌های مختلف فنی و اجرایی حمل‌ونقل - تدوین سیاست‌هایی برای کاهش استفاده از خودروهای تک‌سرنشین - سیاست‌های تشویقی در جهت اعطای پارانه به بخش حمل‌ونقل عمومی - به‌کارگیری ظرفیت سازمان‌های مردم‌نهاد (NGO) در آموزش و فرهنگ‌سازی و مشارکت همگانی
4	مدیریت شبکه حمل‌ونقل	<ul style="list-style-type: none"> - بهبود پیوند بین شیوه‌های مختلف حمل‌ونقل و بین خطوط مختلف - مدیریت ترافیک هوشمند - گسترش الگوی سفرهای ترکیبی در شبکه حمل‌ونقلی
5	فناوری‌های جدید حمل‌ونقل	<ul style="list-style-type: none"> - تلاش در جهت افزایش توان اطلاعات علمی و کاربردی کلان‌شهر تهران در زمینه راه‌ها، حمایت از ایجاد و توسعه فناوری در زمینه حمل‌ونقل شهری - راه‌اندازی مرکز تحقیقات فناوری‌های جدید حمل‌ونقل - تقویت خلاقیت و ابتکار و دست‌یابی به فناوری‌های جدید و ارتقای سطح آموزش

11- منابع

- احمدی، فضل‌الله، خدیجه نصیریانی و پروانه اباذری، «تکنیک دلفی ابزاری در تحقیق»، مجله آموزش در علوم پزشکی، س 8، ش 1، صص 175-185، 1387.
- استادی جعفری، مهدی و امیرعباس رصافی، «ارزیابی سیاست‌های توسعه پایدار در بخش حمل و نقل شهری با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی؛ مطالعه موردی: شهر مشهد»، دوفصلنامه مدیریت شهری، ش 31، صص 281-294، 1392.
- استادی جعفری، مهدی، محمود کرمرودی و حامد امینی شیرازی، «ارائه مدل ارزیابی شاخص مبنا جهت اندازه‌گیری سطح پای‌داری حمل و نقل در برنامه‌ریزی و مدیریت یک پارچه شهری» در اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت شهری با رویکرد توسعه پایدار، مرکز مطالعات تکنولوژی دانشگاه صنعتی شریف، تهران، 1389.
- اسلاتر، ریچارد، نواندیشی برای هزاره نوین، مفاهیم، روش‌ها و ایده‌های آینده‌پژوهی، ترجمه عقیل ملکی فر و وحید وحیدی مطلق، تهران: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی استراتژیک، نشر مؤسسه آموزشی و تحقیقاتی صنایع دفاعی، 1386.
- اندیشکده صنعت و فناوری، سند چشم‌انداز و جهت‌گیری‌های راه‌بردی تهران 1404، 1385.
- بانیستر، دیوید، «حمل و نقل و توسعه پایدار»، ترجمه ایرج اسدی و احد ستوده، فصلنامه مدیریت شهری، ش 11 و 12، 1381.
- بختیاری، پیمان و همکاران، «جایگاه انرژی‌های تجدیدپذیر در نظریه حمل و نقل پای‌دار مسافر»، فصلنامه مطالعات مدیریت ترافیک، س 4، ش 12، صص 96-77، 1388.
- بهزادفر، مصطفی و فاطمه گلریزان، «حمل و نقل پای‌دار»، ماهنامه بین‌المللی راه و ساختمان، ش 55، 1386.
- حاجیانی، ابراهیم، مبانی، اصول و روش‌های آینده‌پژوهی، تهران: دانشگاه امام صادق (ع)، 1391.
- خاکپور، براتعلی و جواد ارفعی، «آینده‌شهری و شهرهای آینده» در نخستین همایش ملی آینده‌پژوهی، تهران، 1391.
- ربانی، طاهما، کاربرد رویکرد آینده‌پژوهی و تفکر راه‌بردی در برنامه‌ریزی توسعه شهری (نمونه)

- موردی، شهر بانه)، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، تهران، 1391.
- رصافی، امیرعباس و شیما زرابادی پور، «بررسی توسعه پای‌دار حمل‌ونقل در ایران با استفاده از تحلیل چندهدفی»، نشریه علوم و تکنولوژی محیط زیست، د 11، ش 2، 1388.
- زالی، نادر، آینده‌نگاری راه‌بردی در برنامه‌ریزی و توسعه منطقه‌ای، تهران: پژوهشکده مطالعات راهبردی، 1392.
- _____ آینده‌نگاری توسعه منطقه‌ای با تکنیک سناریوسازی (نمونه موردی، استان آذربایجان شرقی)، رساله دکتری، دانشگاه تبریز، 1388.
- زاهدی، شمس‌السادات، توسعه پای‌دار، تهران: سازمان مطالعه و تدوین کتب علوم انسانی دانشگاه‌ها (سمت)، 1386.
- زندی آتشبار، امیرحسین و علی خاکساری، «حمل‌ونقل پای‌دار و سیاست‌هایی برای رسیدن به آن» در یازدهمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل ترافیک ایران، اسفند، تهران، 1390.
- سلطانی، علی، مباحثی در حمل‌ونقل شهری با تأکید بر رویکرد پای‌داری، شیراز: مرکز نشر دانشگاه شیراز، 1390.
- سند مصوب طرح جامع شهر تهران، گزارش مدیریتی، شهرداری تهران، 1386.
- سیدمیرزایی، سیدمحمد، «نگاهی به آینده شهر»، مجله پژوهش‌نامه دانشکده ادبیات و علوم انسانی شهیدبهبشتی، ش 41 و 42، 1380.
- صرافی، مظفر، «شهر پای‌دار چیست»، فصلنامه مدیریت شهری، ش 4 و 10، 1379.
- فرتوک‌زاده، حمیدرضا و میثم رجبی نهوجی، «مدل‌سازی پویای ترافیک کلان‌شهرها به‌منظور ارائه سیاست‌های بهبود حمل‌ونقل (نمونه موردی کلان‌شهر تهران)»، پژوهشنامه حمل‌ونقل، ش 9، صص 63-81، 1390.
- فلاح منشادی، الهام، امیر روحی و پدرام سعیدی زند، «بررسی و ارائه سیاست‌های دست‌یابی به حمل‌ونقل پای‌دار»، دانش شهر ش 128، تهران: مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران، 1391.
- کیانزاد، سیدقاسم، «الگوی بهینه سیستم‌های حمل‌ونقل پای‌دار در کشورهای در حال توسعه» در هشتمین کنفرانس مهندسی حمل‌ونقل و ترافیک ایران، 1387.
- نوبخت، محمدباقر، «حمل‌ونقل ریلی؛ بررسی عمل‌کرد و نگاهی به آینده»، گزارش راه‌بردی،

نادر زالی و همکار  _____ تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل و نقل ...

معاونت پژوهش‌های اقتصادی مرکز تحقیقات استراتژیک گروه پژوهشی امور زیربنایی،
ش 157، 1391.

– موجشی، ساعد و طاها ربانی، «تحلیلی بر جایگاه آینده پژوهی در برنامه‌ریزی راه‌بردی توسعه
شهری ایران» در اولین همایش ملی مدیریت شهری در افق چشم‌انداز، 1391.

– ویلیامز، کتی، دست‌یابی به شکل پای‌دار شهری، مترجم مرادی مسیحی و آراز، تهران: شرکت
پردازش و برنامه‌ریزی شهری، 1383.

– هوک، والتر، 10 اصل حمل و نقل در زندگی شهری، مترجم مزگان عقیلی، تهران: هزاره
ققنوس، 1390.

- Ahmadi, F., Kh. Nasiriyani & P. Abazari, "The Delphi Technique as a Tool in Research", *Journal of Medical Education*, Yr. 8, No. 1, Pp. 175-185, 2008. [in Persian]
- Bakhtiyari, P. Et al., "The role of Renewable energy in the Theory of Sustainable Passenger Transport", *Journal of Traffic Management Studies*, Yr. 4, No. 12, Pp. 77-96, 2009. [in Persian]
- Banister, D., "City futures And Transport", *Keynote Paper for Transport Planning-A Design Challenge Conference*, Amstrdam, 14-16 June, 2006.
- Banister, D., "Transportation and Sustainable Development", A. Assadi & A. Sotoudeh (Trans.), *Journal of Urban Management*, No. 11 & 12, 2002. [in Persian]
- Behzadfar, M., & F. Golrizan, "Sustainable Transport", *International Journal of Civil*, No. 55, 2007. [in Persian]
- Bella, S. & J. Brezet, "Changing Definition of Sustainable Transportation", *Paper Presented at ENHR Conference*, Rotterdam, 2007.
- Brondtland, H.G., "Sustainable Development: An Oreview", *Development (Journal of SID)*, Vol. 2, No. 3, 1993.
- Eslater, R., *Innovation for the new millennium, concepts, methods and ideas for futurology*, A. Malekifar & Vahidi Motlagh (Trans.), Tehran: Centre for Studies

- and Strategic Planning, Publications of Training and Research Institute for Defense Industry, 2007. [in Persian]
- Fallah Menshadi, E., A. Rouhi & P. Saeidi Zand, "Reviewing and Providing Access to Sustainable Transport Policy", *Knowledge City, No. 128*, Tehran: Study and Planning Center of Tehran, 2012. [in Persian]
 - Geurs, K. & B. Wee, "Backcasing as a tool to develop a sustainable transport scenario", assuming emission reductions of 80-90%. *Innovation: the European Journal of Social Science Research, No. 13 (1)*, Pp. 47-62, 2000.
 - GIZ, *Urban Transportation and Energy Efficiency; Sustainable Transportation: A Sourcebook for Policy-maker in Developing Cities*, Federal Ministry for Economic Cooperation and Development, BMZ, 2011.
 - Godet, M., *Creating Future Scenario Planning as a Strategic Management Tool*, France, Economica Publish, 2006 a.
 - _____ *Strategic Foresight, la Prospective, Problems and Methods, Cahiers du LIPSOR Working Paper, The Entrepreneurs Circle of the Future*, 2006 b.
 - Hajiyani, E., *Basic Principles and Methods of Futurology Studies*, Tehran: University of Imam Sadeq (AS), 2012. [in Persian]
 - Hook, W., *10 Principles of Transportation in Urban Life*, M. Aghili (Trans.), Tehran: Phoenix Millennium, 2011. [in Persian]
 - Hutchison, R., *Encyclopedia of Urban Studies*, SAGE Publications, 2010.
 - Industry and Technology Think Tank, *Vision and Strategic Orientation of Tehran in 1404*, 2007. [in Persian]
 - Jabareen, Y.R., "Sustainable Urban Forms Their Typologies, Models, and Concepts", Department of Urban Studies, Massachusetts Institute of Technology, 2006.
 - Kennedy, H.P., "Enhancing Delphi Research: Methods and Results", *J Adv Nurs Mar, No. 45(5)*, Pp. 504-511, 2004.
 - Khakpour, B. & J. Arfaei, "Urban future and the future cities" in *First National Futurology Conference*, Tehran, 2012. [in Persian]

- Kiyanezhad, Gh., "Optimum model for Sustainable Transport Systems in Developing Countries" in *Conference of Traffic and Transportation Engineering*, 2008. [in Persian]
- Litman, T. & D. Burwell, "Issues in Sustainable Transportation", *International Journal of Environmental Issues*, Vol. 6, No. 4, Pp. 331-335, 2006.
- Lyons, G. & S. Kenyon, "Social Participation, Personal Travel and Internet Use" in *10th International Conference on Travel Behaviour Research*, Conference at Lucerne, Switzerland, 2003, <http://www.ivt.baum.ethz.ch/allgemein/pdf/lyons.pdf>, Accessed on 21/ 01/2004.
- Mocheshi, S. & T. Rabbani, "Analysis of the Futures Position in Strategic Planning and urban development" in *First National Conference on managing urban landscape horizon*, 2012. [in Persian]
- Nobakht, M.B., "Rail Transportation, Performance review and Looking into the future", *Strategic Report*, Economic Research Department of the Center for Strategic Research Department of the Infrastructure, No. 157, 2012. [in Persian]
- Ostadi Jafari, M. & A.A. Rasafi, "Evaluation of Policies for Sustainable development in Urban Transport Using Dynamic System Models, Case Study: city of Mashhad", *Journal of Urban Management*, No. 31, Pp. 281-294, 2013. [in Persian]
- Ostadi Jafari, M., M. Karamrody & H. Amini Shirazi, "Representing an Indicator-Based Evaluation Model to Measure the Sustainability of Transport in integrated Urban Planning and Management" in *First International Conference on Urban Management and Sustainable Development Approach*, Sharif University of Technology, Tehran 2010. [in Persian]
- Pripco, C., "Sustainable Development", 2005, Availableat: www.ingham.org/ce/CED/article.
- Rabbani, T., *Futurology Approach and Strategic Thought in Planning Urban Development (Case Study: Baneh)*, Master's thesis, Tehran University, 2012. [in Persian]
- Rasafi, A.A. & Sh. Zar Abadipour, "Evaluating Sustainable Development of Transport in Iran using multi Objective Analysis", *Journal of Environmental*

Science and Technology, Vol. 11, No. 2, 2009. [in Persian]

- Rowe, G. & G. Wright, "The Delphi Technique as a Forecasting Tool: Issues and Analysis", *International Journal of Forecasting* 1999, No. 15, Pp. 353-75, 1999.
- Sarrafi, M., "What Is a Sustainable city", *Journal of Urban Management*, No. 4 & 10, 2000. [in Persian]
- Seyedmirzayi, S.M., "Looking to the Future of the city", *Journal of the Faculty of Literature and Humanities Martyr Beheshti*, No. 41 & 42, 2001. [in Persian]
- Soltani, A., *Discussions on Urban Transport with a Focus on Sustainability Approach*, Shiraz: Shiraz University Publication Center, 2011. [in Persian]
- The Approved Document of Tehran Comprehensive Plan, *Management Reports, Tehran Municipality*, 2007. [in Persian]
- VTPI, "Sustainable transportation", Retrieved from http://www.vtpi.org/en/sustainable_transport Accessed on 28/10/2009.
- Williams, K., *Achieving Sustainable Urban form*, Varaz Moradi Masihi (Trans.), Urban Processing and Planning, 2004. [in Persian]
- World Commission on Environment and Development, *Our common Future*, New York: Oxford University Press, 1989.
- Zahedi, Sh., *Sustainable Development*, Tehran: The organization of Study and compilation of Human Sciences' Books for Universities (Samt Publications), 2007. [in Persian]
- Zali, N., *Foresight Scenarios of Regional Development Technique (Case Study: East Azarbaijan province)*, Ph.D thesis, Tabriz University, 2009. [in Persian]
- _____ *Strategic foresight in planning and regional development*, Tehran: Research Institute of Strategic Studies, 2013. [in Persian]
- Zandi Atashbar, A.H. & A. Khaksari, "Sustainable transport and policies to achieve it" in *Eleventh Conference of Traffic Transportation Engineering*, March, Tehran, 2011. [in Persian]
- Zuidgeest, M., M. Witbreuk & M. Maarseveen, *sustainable transport: a reviw from a pragmatic perspective*, South African Transport Conference (SATC), South Africa, 17-20 July, 2000.