



ارزیابی پایداری شبکه حمل و نقل شهری با استفاده از تکنیک فرایند تحلیل شبکه‌ای (ANP) نمونه موردی منطقه ۲۱ تهران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۵/۹/۴ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۱۱/۲۰

هانیه توکلی

دانشجوی دکتری جغرافیا و برنامه ریزی شهری دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد اصفهان
tavakoli.h67@gmail.com (مسئول مکاتبات)

حمید صابری

استادیار، دانشکده ادبیات و علوم انسانی، دانشگاه آزاد واحد نجف آباد، اصفهان
hamidsaberi2000@gmail.com

چکیده

مقدمه و هدف پژوهش: حمل و نقل پایدار مجموعه ای از سیاست‌ها و دستورالعمل‌های یکپارچه، پویا، پیوسته و دربردارنده اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است که توزیع عادلانه و استفاده موثر از منابع جهت رفع نیازهای حمل و نقل جامعه و نسل‌های آتی را به همراه دارد. اثرات این بخش‌ها، چگونگی جهت گیری و سوق به سمت این هدف را مشخص می‌کنند. هر چند تاکنون تعریف مشترکی از پایداری ارائه نشده است ولی توسعه پایدار به طور عام و حمل‌ونقل پایدار به طور خاص در جست‌وجوی یافتن توازی میان کیفیت‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی در عرضی تسهیلات حمل‌ونقل است. بر همین اساس رویکرد حمل‌ونقل پایدار به رویکردی گفته می‌شود که «بازتاب‌ها هزینه های محیطی-اجتماعی را انعکاس می‌دهد»

روش پژوهش: روش تحقیق در این پژوهش توصیفی-تحلیلی و مبتنی بر مطالعات اسنادی-کتابخانه ای است برای تحلیل داده ها در این مقاله سعی شده است تا با استفاده از شیوه فرایند تحلیل شبکه ای تمامی جوانب و رابط درونی و بیرونی عناصر تشکیل دهنده شبکه تصمیم، شامل معیارها و زیر معیارها و گزینه‌ها در نظر گرفته پس از طبقه بندی داده‌ها نسبت به تهیه مدل مفهومی ANP اقدام گردید،

یافته‌ها: مدل ANP شامل خوشه‌ها و گزینه های متعدد با استفاده از نرم افزار Super Decisions تولید و نتیجه بررسی‌های صورت گرفته در نرم افزار مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و در نهایت به دلیل حجم وسیع خروجی‌ها به تعدادی از آنان در این مقاله اشاره گردیده است.

نتیجه گیری: نتایج نشان می‌دهد که ارزیابی پایداری شبکه حمل‌ونقل شهری مطالعه موردی منطقه ۲۱ شهر تهران، / ناحیه دو ۲۵۱۳۷۱/۰ اهمیت در اولویت اول، ناحیه یک/۱۶۰۶۴ درصد رتبه دوم ناحیه سه ۱۳۲۵۶۵/۰ رتبه سوم قرار می‌گیرند.»

واژگان کلیدی: حمل‌ونقل، پایداری، تحلیل شبکه ای، اولویت بندی، Super Decisions

مقدمه

اقتصادی نقشی کلیدی دارد. با جود این حمل و نقل برخوردار از عوارض متعددی است که از آن جمله می‌توان به تراکم ترافیکی، آلودگی، مصرف انرژی تجدید ناپذیر و کاهش ایمنی اشاره کرد. مفهوم حمل و نقل پایدار را می‌توان از مفهوم کلی پایداری استخراج کرد که همه جنبه‌های زندگی انسان را در بر می‌گیرد (Rassafi and Vaziri, 2005, p1).

بیان مسئله

در قرن بیستم با افزایش شهرنشینی در جهان و رشد و توسعه شهرها خاصه در شهرهای ارگانیک و سنتی تضاد آشکار عملکردی شبکه شهری با میزان سفرهای شهری و تعداد وسایل نقلیه عبوری در آن نمایان گردید. این مسائل باعث گردید تا برنامه‌ریزی شهری حمل و نقل روزبه روز اهمیت بیشتری برخوردار گردد. این اهمیت فزاینده بطور کلی از رشد جمعیت، محدود بودن منابع مانند زمین، انرژی و شناخت اثرات منفی حمل و نقل شهری در محیط ناشی می‌شود. سیستم حمل و نقل هر شهر یک بخش اساسی از ساختار اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و کالبدی آن شهر را تشکیل می‌دهد. حمل و نقل پایدار مجموعه‌ای از سیاست‌ها و دستورالعمل‌های یکپارچه، پویا، پیوسته و دربردارنده اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی است که توزیع عادلانه و استفاده موثر از منابع جهت رفع نیازهای حمل و نقل جامعه و نسل‌های آتی را به همراه دارد همچنین در گزارش بانک جهانی در سال ۱۳۳۱، حمل و نقل پایدار و ارکان آن این چنین تعریف کرده: ۱- رکن اقتصادی و مالی که شامل مناسب بودن ساختار سازمانی، اقدامات و سرمایه داری زیر ساخت‌های حمل و نقل است. ۲- رکن زیست محیطی و اکولوژیکی که شامل بررسی چگونگی سرمایه داری برای حمل و نقل و انتخاب اشکال مختلف حمل و نقل که روی کاهش مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها اثر می‌گذارد است ۳- رکن اجتماعی که بر کافی بودن دسترسی به خدمات حمل و نقل برای همه اقشار جامعه تاکید دارد (تندیس و رضایی، ۱۳۹۲) امروزه در شهرهایی که سیستم‌های ناپایدار حمل و نقل در حال شکل‌گیری است توسعه حمل و نقل اغلب به غلط به فعالیت‌هایی نظیر ساخت و ساز پل‌ها، عریض نمودن جاده‌ها و ایجاد سیستم‌های حمل و نقل سریع تعبیر می‌شود اگرچه حمل و نقل پایدار شامل هم‌ه این تکنیک‌ها می‌شود، ولی فقط زمانی سیستم حمل و نقل پایدار تلقی می‌گردد که بطور همه جانبه کلیه جنبه‌های اجتماعی و

پایداری شهری^۱، مفهومی است که در پی طرح «توسعه پایدار»، به عنوان الگوی جدید در جهان مطرح گردید. این الگو واژه تازه، با عنوان «توسعه پایدار»، به مقابله با الگوهای تولید، توزیع و مصرف ناسازگار با طبیعتی می‌پردازد که به اتمام منابع و تخریب محیط زیست می‌انجامند، و تنها فرآیند توسعه‌ای را تأیید می‌کند، که به بهبود کیفیت زندگی انسان‌ها در حد ظرفیت پذیرش نظام‌های پشتیبان حیات منجر شود. هر چند تاکنون تعریف مشترکی از پایداری ارائه نشده است ولی توسعه پایدار به طور عام و حمل و نقل پایدار به طور خاص در جست‌وجوی یافتن توازی میان کیفیت‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی در عرضه‌ی تسهیلات حمل و نقل است. بر همین اساس رویکرد حمل و نقل پایدار به رویکردی گفته می‌شود که «بازتاب‌ها هزینه‌های محیطی-اجتماعی را انعکاس می‌دهد به ظرفیت قابل تحمل احترام می‌گذارد و بین نیازهای جابه‌جایی و ایمنی و نیازهای دسترسی، کیفیت محیطی و سرزندگی توازن برقرار می‌کند.» (Jabareen, 2006, p40). برای تعریف حمل و نقل پایدار شاید بهتر باشد که در ابتدا مفهوم توسعه پایدار تعریف گردد. در ادبیات روزمره پایداری را می‌توان شامل موارد مطلوبی همانند اشتغال، تولید، درآمد، سرمایه، اطلاعات و دانش دانست که بایستی در آینده رشد کنند و جلوگیری از موارد سوئی همانند آلودگی، ضایعات، فقر، مصرف انرژی گسست اجتماعی تلقی کرد که باید از وقوع آن‌ها جلوگیری نمود. با این حال اصطلاح توسعه پایدار پس از آن بر سر زبان‌ها افتاد که موضوع حفاظت از منافع نسل‌های آتی در نشست سران در ریودوژانیرو (۱۹۹۲) مورد توافق قرار گرفت. حمل و نقل بخش پویای شهر است که وظیفه دسترسی مطلوب بین کاربری‌ها و عبور و مرور را بر عهده دارد (Metz, 2005:353) غالباً در انتخاب سیستم‌های حمل و نقل شهری عامل زمان مهم‌تر از فواصل مکانی و جغرافیایی است (Grava, 2004:4). از طرفی توسعه مناسب شبکه‌های حمل و نقل، پایه اولیه موجودیت شهر و تبیین روابط متقابل فضایی را ممکن می‌سازد. (Rodrigue et al, 2006:1). سیستم‌های حمل و نقل با فراهم کردن دسترسی به منابع و بازار مصرف در خدمت توسعه اقتصادی قرار دارند. همچنین از طریق ایجاد ارتباط با تسهیلات و خدمات کاری، تحصیلی، بهداشتی و رفاهی بر کیفیت زندگی انسان‌ها تأثیر می‌گذارند. بنابراین حمل و نقل در توسعه اجتماعی و

اهداف حمل‌ونقل پایدار

هدف از برنامه‌ریزی حمل‌ونقل، ارائه فرآیند و راه‌حلی است که در افق برنامه‌ریزی هماهنگ با سایر اجزای تشکیل دهنده یک شهر به صورت بهینه عمل نماید این بهینه‌سازی در جهت انجام حرکت وسایل نقلیه، کاهش آلودگی‌های هوا و صدا، بهسازی سیمای شهر، کاهش هزینه‌ها گام بردارد. هدف کلی پاسخگویی به نیاز گروه‌های مختلف جمعیت در زمینه عبور و مرور ضمن حفظ سلامت اجتماعی و اقتصادی و زیست محیطی در حال و آمادگی و هماهنگی شبکه حمل‌ونقل با کالبد و ساختار شهری برای پذیرش جمعیت و فعالیت‌های آتی می‌باشد. این تحقیق دارای یک هدف کلان و چند هدف خرد می‌باشد. هدف کلی ارزیابی پایداری شبکه حمل‌ونقل شهری در منطقه ۲۱ تهران است. می‌توان اهداف را به صورت زیر طبقه بندی کرد.

اهداف اقتصادی حمل‌ونقل پایدار:

- رشد مطلوب اقتصادی
- حمایت از اقتصاد پویا
- دستیابی به بالاترین کارایی
- اهداف اجتماعی حمل‌ونقل پایدار:
 - بهبود کیفیت زندگی برای گروه‌های مختلف و نسل‌ها
 - تأمین دسترسی عادلانه برای مردم و کالاهایشان
- اهداف محیطی حمل‌ونقل پایدار:
 - محدود کردن عوارض زیست محیطی
 - بهره‌گیری از انرژی‌های تجدیدپذیر^۲ و مصالح قابل بازیافت
 - کاهش استفاده از زمین (Litman, 2010)
- مبانی نظری

سازمان توسعه و همکاری‌های اقتصادی دو رویکرد متفاوت را نسبت به حمل‌ونقل پایدار تشریح می‌کند رویکرد فن‌سالار که عمدتاً حول محوری به نام هاپیر خودرو مانور می‌دهد. ادعا می‌شود که این نسل خودرو از نظر مصرف سوخت در حدود ۱۵ تا ۲۱ برابر کارآمدتر از نسلی فعلی است و دارای مزایای دیگری نظیر ایمنی، ارزانی قیمت، راحتی، طول عمر بالاتر و زیبایی ظاهری نیز می‌باشد. رویکرد دوم بر مبنای کاهش فعالیت و در نتیجه کاهش وابستگی به خودرو است. این هدف می‌تواند از طریق بهبود زیرساخت‌های مربوطه، ارتقای روش‌های دیگر سفر، اصلاح الگوهای کاربری زمین و تأکید بر اصلاح عادت‌ها و سبک زندگی شهروندان حاصل شود (Winsters, 2004:39) این دو رویکرد را به

اقتصادی و زیست محیطی را مورد توجه قرار دهد. حداقل نیاز به سفر، تناسب با نیازهای کلیه اقشار جامعه، استفاده از روشهای حمل‌ونقل با کمترین اثرات سوء زیست محیطی و حداقل استفاده از منابع مالی و انسانی به عنوان جنبه‌های متفاوت یک سیستم حمل‌ونقل شهری پایدار مطرح گردیده‌اند (یزدان پناهی، و ملکی، ۱۳۹۰). اگر چه تاکنون مطالعات متعددی در سایر کشورهای دنیا در خصوص ابعاد مختلف حمل‌ونقل پایدار انجام گردیده است. لیکن بررسی این موضوع در کشور ما به تازگی مورد توجه قرار گرفته است. سوالاتی که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته‌اند عبارتند از:

- ۱- سیستم حمل و نقل شهری با اصول پایداری در منطقه ۲۱ تهران مطابقت دارد؟
- ۲- پایداری شبکه حمل و نقل شهری در بهبود سطح کیفیت زندگی شهروندان منطقه ۲۱ تهران نقش دارد؟ در این مطالعه از تکنیک فرآیند تحلیل شبکه‌ای برای پاسخگویی به سوالات استفاده شده است.

ضرورت پژوهش

مسائل و مشکلاتی که در نبود برنامه‌ریزی‌ها و سیاست‌های شهری به وجود آمده و وسعت و گستردگی فعالیتها و هزینه‌های مرتبط با امور حمل‌ونقل و ترافیکی بر هیچ برنامه‌ریزی پوشیده نیست. عموماً برنامه ریزان و مدیران این امر در اثبات این موضوع آمار کلی مربوط به هزینه‌های شهرداری در سال‌های مختلف را بیان می‌کنند که حاکی از اختصاص دادن بیشترین بودجه عمرانی شهر به بخش حمل‌ونقل می‌باشد و همچنین حجم ترافیک شهرها و آلودگی‌های محیطی ناشی از مصرف بی رویه سوخت‌های فسیلی و ... از معضلات شهری نیز به طور واضح در شهرها دیده می‌شود با تلفیق سیاست‌های برنامه‌ریزی شهری و برنامه‌ریزی حمل‌ونقل می‌توان ضمن حفظ کیفیت محیط شهری، سطح مناسبی از دسترسی را برای شهروندان فراهم نمود. بنابراین مولفه‌ی حمل‌ونقل می‌تواند و باید به عنوان ابزاری برای دستیابی به توسعه پایدار مطرح گردد. اهمیت شبکه حمل و نقل در ساختار اجتماعی، اقتصادی و حتی سیاسی و نظامی جوامع امروز به اندازه‌ای است که کارشناسان آن را زیر بنای توسعه پایدار هر جامعه می‌دانند.

ترتیب میتوان رویکرد تقلیل‌گرا و جامع نام نهاد. توجه صرف به یکی از این رویکردها کافی نیست. به طور مثال، حتی استفاده گسترده از هایپر خودروها نمی‌تواند مشکلات ناشی از کمبود دسترسی به خدمات شهری را حل کند، حتی بیم آن می‌رود که به دلیل ارزانی استفاده از این نوع خودروها و مزایای دیگر آن‌ها، میزان وابستگی شهروندان به خودرو افزایش یابد (Litman and Burwell, 2006:331). سه سناریو برای دستیابی به حمل‌ونقل پایدار قابل پیگیری است:

سناریوی فن آوری (تغییر در فناوری حمل‌ونقل مانند سوخت‌ها خودروهای با موتور احتراق بهتر)

سناریوی انسانی (تغییر در الگوهای رفتاری استفاده کنندگان)

سناریوی ترکیبی (تغییر در فناوری و رفتار همراه با هم). (Geurs and Wee, 2000:52)

بنیوسر معتقد است شهرهای جهان سوم به دلیل برخورداری از شکل فشرده، تراکم بالای جمعیت و فعالیت داشتن محله‌های مسکونی خودکفا دارای پتانسیل لازم برای دستیابی به توسعه پایدار شهری هستند. اما در بسیاری از کشورهای در حال توسعه نگرانی از رشد اقتصادی فراتر از نگرانی‌های اجتماعی و محیطی مطرح است و به همین لحاظ (Banister, 2005: 205) پیامدهای مخرب رشد اقتصادی کمتر مورد توجه قرار می‌گیرد. علاوه بر آن سیستم‌های اداری از کارآمدی لازم و ضمانت کافی برای اجرای سیاست‌های توسعه پایدار برخوردار نیستند.

حمل‌ونقل پایدار^۳: سیستم حمل‌ونقل یکی از بحث‌های مهم در خصوص محیط و فرم شهری است. فرم شهری به طور وسیعی وضع موجود تکنولوژی حمل‌ونقل را انعکاس داده که در سطوح مختلف و در طی توسعه شهر حاکم بوده است. (Barrett, 2002, 171).

برای کلرک و برتولینی پایداری با تقلیل تحرک و ترافیک کفنی تعریف می‌شود (Clercq and Bertolini, 2003, 36). الکین و همکارانش استدلال می‌کنند که پایداری فرم شهری را باید در فرم و اندازه مناسب برای راه رفتن گردش و سیستم حمل‌ونقل عمومی کارآمد جستجو کرده و این سیستم باید از یک فشرده‌گی که تأثیر متقابل اجتماعی را تشویق می‌کند برخوردار باشد. سیستم حمل‌ونقل باید امکان دسترسی به تأسیسات و خدمات عمومی شهر را با حداقل هزینه‌ها فراهم نماید. (Elkin et al, 46, 2001). همچنین این سیستم‌ها باید

به شکلی طراحی و برنامه‌ریزی شوند که هزینه‌های محیطی و اجتماعی را کاهش دهد. مانند: رعایت ظرفیت‌های حما و تعادل بین نیازها برای حرکت، امنیت و ضروریات برای دسترسی و کیفیت محیطی و قابلیت زندگی در واحد همسایگی (Jordan and Horan, 1997, 72). به نظر دانکن و هارتمن یک سیستم حمل‌ونقل پایدار توزیع بیش از حد و اسراف در بهره برداری را در داخل مناطق کاهش داده و این مسئله باعث استفاده بهینه از منابع انرژی تجدیدپذیر، بازیافت مجدد، حداقل استفاده از زمین. تعادل و برابری در دسترسی مردم و تجهیزات و اثاثیه آن‌ها و نیز دستیابی شهروندان به حداکثر رفاه و آسایش و ارتقاء کیفیت زندگی برای نسل‌های آینده می‌شود. همچنین از نظر مالی این عمل به حداکثر کارایی و حمایت از اقتصاد پویا کمک می‌کند. (Duncan, and Hartman, 1996).

توسعه پایدار و ارتباط با حمل‌ونقل شهری:

توسعه پایدار^۴ توسعه‌ای است که در آن تأمین مستمر نیازها و رضایت‌مندی افراد همراه با افزایش کیفیت زندگی انسان مدنظر است. (روبرت آلن، ۱۹۸۱، ۱۹۹۶). با مطالعه مبحث توسعه پایدار حمل‌ونقل شهری این چنین حاصل می‌شود که توسعه پایدار در آینده مستلزم کنش‌های برای ایجاد دگرگونی در کلیه‌ی سطوح بود خصوصاً هدایت جنبه‌های انسانی و محیطی از طریق مداخله در فرآیندهای فیزیکی، سیاسی اقتصادی و اجتماعی، جامعه لازم و ضروری است (جنیفر. آلبرت، ۱۳۷۸، مقدمه).

به طور مرسوم رای انطباق دادن حمل‌ونقل با اصول و مبانی توسعه پایدار به ۷ مقوله اصلی به طور جدی پرداخته شود.

۱- مدت زمان و شدت ازدحام در حال در حال افزایش بوده است. به طور میانگین، سرعت در شهرها تا ۵ درصد به ازای مردم کاهش داشته است. شدت ازدحام نیز به موازات اندازه شهر افزایش می‌یابد. ۲- آلودگی هوا مطابق استانداردهای ملی ترافیک و استانداردهای بهداشت جهانی در بسیاری از شهرها از آستانه‌ها فراتر رفته است و آلودگی هوا بر بهداشت و سلامتی میزان دید تأثیر می‌گذارد و به بناهای موجود و ساختمان و اکولوژی محل آسیب می‌رساند و به عبارت دیگر از کیفیت زندگی شهری می‌کاهد. ۳- سرو صدای ناشی از ترافیک کل حیات شهری را متأثر می‌سازد برآوردهای انجام شده حاکی از آن است که حدود ۱۵ درصد از مردم کشورهای

و روش‌های مختلف و انتخاب یک روش مناسب می‌باشد. در بخش دوم با استفاده از مطالعات پیشین معیارها وزیر معیارها شناسایی شده و پس از ساده‌سازی و خلاصه کردن و شناسایی روابط بین آن‌ها ساختار شبکه‌ای مشخص می‌گردد و پس از آن عملیات وزن‌دهی صورت می‌گیرد و در مرحله سوم سیاست‌های مورد نظر برای دستیابی به حمل‌ونقل پایدار معرفی گردیده و سپس اولویت‌بندی می‌گردند.

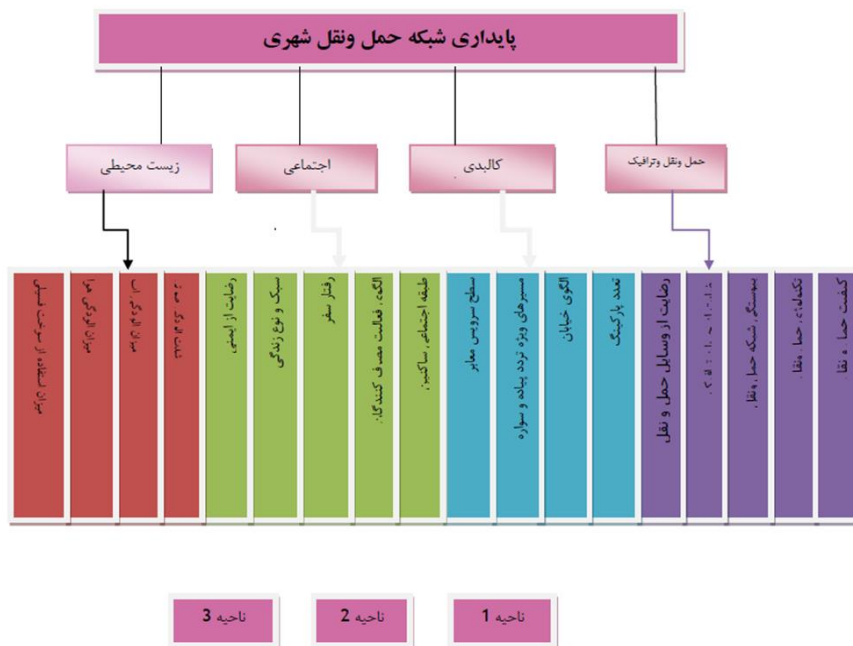
فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP)

روش‌های ارزیابی چند معیاره کاربرد وسیعی در همه علوم از جمله در شهرسازی پیدا کرده‌اند. از بین این روش‌ها، فرآیند تحلیل سلسله‌مراتبی (AHP) یکی از روش‌هایی است که بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. یکی از محدودیت‌های جدی AHP این است که وابستگی‌های متقابل بین عناصر تصمیم، یعنی معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها را در نظر نمی‌گیرد و ارتباط بین عناصر تصمیم را سلسله‌مراتبی و یک طرفه فرض می‌کند. روش فرآیند تحلیل شبکه‌ای (ANP) ارتباطات پیچیده بین و میان عناصر تصمیم را از طریق جایگزینی ساختار سلسله‌مراتبی با ساختار شبکه‌ای در نظر می‌گیرد. به همین دلیل در سال‌های اخیر استفاده از ANP به جای AHP در اغلب زمینه‌ها افزایش پیدا کرده است (زبر دست، ۱۳۸۹، ۷۹).

توسعه یافته در معرض بالایی از آلودگی قرار دارند که بیشتر ناشی از ترافیک است. ۴- ایمنی راه‌ها حوزه موضوعی در خور توجهی در شهرها و دیگر سکونتگاه‌هاست تصادف ناشی از ترافیک در سطح دنیا سالانه حدود ۲۵۰۰۰۰ کشته و ۱۰۰۰۰۰۰۰ مجروح برجای می‌گذارد. ۵- با ساخت راه‌ها و تسهیلات جدید حمل‌ونقل و به تبع آن تخریب بناهای تاریخی و کاهش میزان فضای باز، کیفیت چشم‌اندازهای شهری تنزیل می‌یابد یعنی حمل‌ونقل نابودی ساختار را سرعت می‌بخشد. ۶- استفاده از فضا کاربری ترافیک، جابه‌جایی وسایل موتوری را تسهیل می‌بخشد اما دسترسی دیگران را زمانی که مسیرهای حمل‌ونقل با مانعی روبه رو می‌شوند یا وقتی بر وسایل پارک شده به صورت مانعی بر عابران پیاده، دوچرخه سواران و معلولان عمل می‌کنند کاهش می‌دهد ترافیک در نواحی شهری نتیجه وابستگی به اتومبیل است. ۷- فرآیند گرم شدن جهانی پیامد استفاده از سوخت‌های فسیلی است امروزه ۲۵ درصد CO₂ انتشار یافته در جو ناشی از حمل‌ونقل است که میزان آن هم از لحاظ نسبیتهی مطلق در حال افزایش است و حمل‌ونقل تقریباً به طور کلی به سوخت‌های فسیلی وابسته است. (تقوایی-مبارکی، ۱۳۸۵، ص ۱۱۹).

فرآیند انجام تحقیق

به طور کلی روش انجام مطالعه حاضر شامل ۳ بخش می‌باشد. بخش اول شامل بررسی مطالعات گذشته



نمودار ۱ معیارهای کیفی حمل‌ونقل پایدار شهری

منبع: نگارنده

مقایسات زوجی در ANP

مقایسات شامل دو قسمت اصلی است که به ترتیب عبارتند از: مقایسات خوشه‌ها و مقایسات عناصر خوشه‌ها. مقایسه خوشه‌ها برای به دست آوردن اثرات متقابل خوشه‌ها یا اولویت آن‌ها نسبت به هم انجام می‌پذیرد. مقایسه خوشه‌ها زمانی انجام می‌شود که تعداد آن‌ها حداقل سه باشد. چنانچه نخواهیم مقایسه‌ای بین دسته‌ها انجام دهیم بایستی وزنی مساوی به هر یک از آن‌ها اختصاص دهیم.

جدول ۱: ساعتی برای اولویت‌بندی در AHP

میزان اهمیت	امتیاز
اهمیت معادل	۱
اهمیت متوسط	۳
اهمیت قوی	۵
اهمیت بسیار قوی	۷
اهمیت قطعی	۹
مقادیر میانه	۲ و ۴ و ۶ و ۸

Guneri, et al, 2009

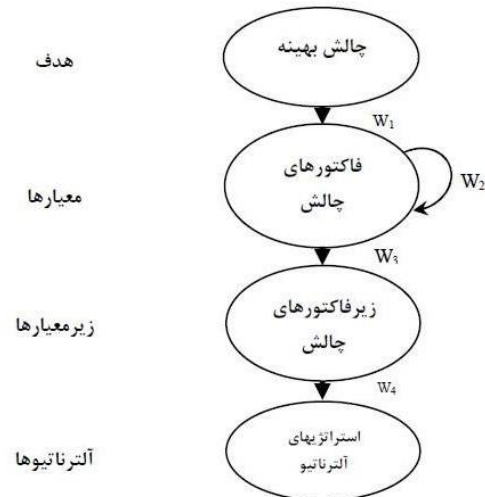
روش‌های تعیین وزن

روش حداقل مربعات معمولی
روش حداقل مربعات لگاریتمی
روش بردار ویژه
روش‌های تقریبی

مهم‌ترین روش برای تعیین وزن در ANP بر اساس بردار ویژه است که توسط نرم افزار Super Decisions محاسبه می‌شود. ماتریس وابستگی می‌تواند بر اساس ارتباطات بین عناصر و حتی یک عنصر با یک خوشه باشد. وابستگی‌ها ممکن است دو طرفه یا یک طرفه باشد. در این حالت ملاک کنترلی یا هدف می‌تواند یکی از خوشه‌ها در نظر گرفته شود. در مدل تحلیل شبکه‌ای نتیجه نهایی وزن‌ها به دو صورت محاسبه می‌شود: روش اول شبیه AHP می‌باشد و در آن وزن نهایی خوشه‌ها در وزن عناصر و گزینه‌ها طبق فرمول ضرب شده و وزن نهایی به دست می‌آید.

روش دوم که روش اصلی ANP می‌باشد استفاده از ابر ماتریس می‌باشد به این ترتیب که ماتریس وابستگی و بدون وابستگی خوشه‌ها و عناصر و گزینه‌ها در جای مناسب هم قرار می‌گیرند و با استفاده از عملیات ریاضی وزن نهایی محاسبه می‌شود. (مؤمنی، ۱۳۹۰:۳۵).

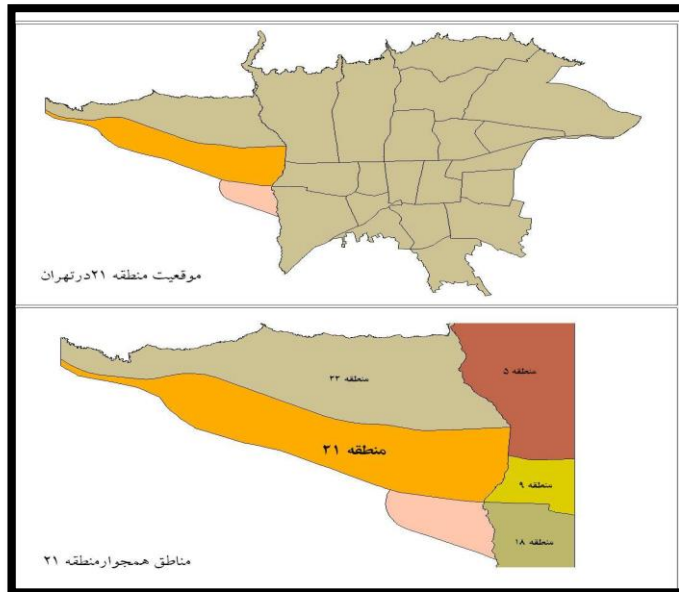
توماس ساعتی در سال ۱۹۹۶ این روش ارزیابی را فرآیند تحلیل شبکه‌ای نامیده شد. طی سال‌های متمادی، روش ANP تبدیل به یک روش فراگیر و چند منظوره تصمیم‌گیری گردید که به صورت گسترده‌ای در حل مسائل پیچیده تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد.



نمودار ۲ فرآیند تحلیل شبکه‌ای

ANP از چهار مرحله اصلی تشکیل شده است:

مرحله اول، ساختن مدل: سازماندهی مسئله، مسئله باید به صورت شفاف بیان و به صورت یک سیستم منطقی یک شبکه تجزیه شود. مرحله دوم، ماتریس‌های مقایسه زوجی و بردارهای اولویت: مشابه مقایساتی که در AHP صورت می‌گیرد. عناصر زوجهای تصمیم‌گیری در هر دسته با توجه به اهمیت آن‌ها در جهت معیارهای کنترل آن‌ها با هم مقایسه می‌شوند. گروه‌ها خودشان نیز به صورت زوجی با توجه به تأثیر گذاری آن‌ها در هدف با هم مقایسه می‌شوند. مرحله سوم، تشکیل ابر ماتریس (ماتریس تصمیم): برای به دست آوردن اولویت‌بندی کلی در یک سیستم با تأثیرات وابسته، بردارهای اولویت محلی وارد ستون‌های مناسب یک ماتریس می‌گردند. در حقیقت یک ماتریس تصمیم یک ماتریس تقسیم شده به اجزای کوچک‌تر است. گام چهارم، محاسبه بردار وزن نهایی: اگر ابر ماتریس به دست آمده در گام سوم کل شبکه را پوشش دهد وزن گزینه‌ها و عناصر خوشه‌های مختلف را می‌توان در ستون‌های مربوطه در ابر ماتریس حدی یافت و اگر ابر ماتریس کل شبکه را پوشش نداده و فقط ارتباطات داخلی بین خوشه‌ها را شامل شود، مشابه این محاسبات می‌بایست ادامه یابد تا بردار اولویت نهایی گزینه‌ها استخراج گردد.



نقشه ۱ موقعیت منطقه ۲۱ تهران
منبع: مهندسین مشاور هفت شهری

شناخت منطقه مورد مطالعه

منطقه ۲۱ به صورت مثلثی کشیده در منتهی‌الیه غرب تهران در امتداد جاده‌های ارتباطی تهران- کرج تا بعد از دو راهی کاروانسرا سنگی گسترده شده است. این منطقه از شمال به اتوبان تهران- کرج، از جنوب به جاده قدیم تهران- کرج، از شرق به مسیر کن و از غرب به امتداد شمالی- جنوبی طول جغرافیایی ۵۱ درجه حد فاصل اتوبان و جاده قدیم کرج محدود است. همچنین این محدوده از شمال با منطقه ۲۲، از شرق با مناطق ۵، ۹ و ۱۸، از غرب با شهرستان کرج و از جنوب با کمربند سبز جنوب تهران و شهرستان شهریار هم‌جوار است. مساحت محدوده منطقه ۲۱ بالغ بر ۵۱۵۶ هکتار است که ۸/۷ درصد مساحت کل مناطق شهر تهران بوده و در قیاس با مساحت سایر مناطق در زمره بزرگ‌ترین مناطق شهرداری تهران قرار دارد.

امتداد جاده مخصوص کرج در جهت شرق به غرب و نیز امتداد بزرگراه آزادگان در جهت شمال به جنوب، به صورت لبه‌های مشخص، محدوده منطقه را به چهار پهنه تقسیم کرده است که لبه‌های آن‌ها خوانائی و شفافیت قابل ملاحظه ای دارند. این پهنه‌ها در شمال شرقی (پهنه شماره ۱)، در جنوب شرقی (پهنه شماره ۲)، شمال غربی (پهنه شماره ۳)، و جنوب غربی (پهنه شماره ۴) قرار گرفته است و مساحت پهنه شمال شرقی ۴۲۷/۷ هکتار، جنوب شرقی ۱۱۴۷/۲ هکتار، شمال

غربی ۱۳۷۱/۵ هکتار و جنوب غربی ۲۲۳۵/۲ هکتار است.

۱-۲- محدوده کنونی منطقه ۲۱ تا سال ۱۳۸۳ به عنوان جزئی از منطقه ۹ شهرداری تهران، نواحی ۳، ۴ و ۵ شهرداری این منطقه را تشکیل می‌داد. در این سال، این سه ناحیه از شهرداری منطقه ۹ منفک شده و منطقه ۲۱ را تشکیل دادند، در همین سال، شهرداری منطقه ۲۱ تأسیس شده که محدوده خدماتی آن به سه ناحیه ۱، ۲ و ۳ تقسیم شده است که محدوده آن‌ها به ترتیب متناظر با محدوده نواحی ۳ و ۴ و ۵ پیشین منطقه ۹ می‌باشد. در این تقسیمات شهری، بزرگراه آزادگان مرز نواحی ۲ و ۱ و خیابان ایران خودرو مرز نواحی ۳ و ۲ می‌باشد و حد شمالی و جنوبی هر سه ناحیه مرز شمالی و جنوبی منطقه یعنی اتوبان و جاده قدیم کرج است. مساحت نواحی سه‌گانه شهرداری منطقه به ترتیب ۱۵۷۴/۹ هکتار (۳۰/۴ درصد)، ۱۷۴۵/۸ هکتار (۳۳/۷ درصد) و ۰/۱۸۶۱ هکتار (۳۵/۹ درصد) است که تقریباً به سه قسمت مساوی تقسیم شده است.

وضع موجود شبکه معابر

سه شبکه اصلی شرقی - غربی شامل اتوبان، جاده مخصوص کرج و جاده قدیم کرج (فتح) از تمام طول منطقه عبور می‌کنند و آن‌را به دو قسمت مجزا تقسیم می‌کند. کمربندی آزادگان نیز به صورت شمالی جنوبی منطقه را قطع می‌کند که از سمت شمال تا اتوبان

عرض ۴۵ و ۳۵ متر و به فواصل حدود ۵۰۰ متر در منطقه بسیار بیش از نیاز وجود دارد. در حال حاضر سطح کلیه شبکه معابر منطقه (با احتساب شبکه‌های دسترسی) حدود ۸۲۴ هکتار (فریب به ۱۶ درصد سطح منطقه) است که متشکل از ۲۳/۳ کیلومتر طول شبکه آزاد راهی و بزرگراهی و ۳۸/۷ کیلومتر شریانی درجه ۱ و ۵/۵ کیلومتر شریانی ۸ درجه ۲ و ۳۳/۴ کیلومتر شبکه جمع و پخش کننده اصلی است. در مجموع شبکه‌های فوق ۱۰۱ کیلومتر طول دارند. مهندسین مشاور هفت شهری، ۱۳۹۱. چنانچه ملاحظه می‌شود در توزیع سهم هر یک از معابر در سیستم عملکرد شهری سهم شبکه معابر اصلی و شریانی در منطقه بالغ بر ۲۳/۳ درصد و خیابان جمع کننده ۱۱/۶ درصد می‌باشد و حدوداً متناسب با اعداد پیشنهادی آیین‌نامه راه‌های شهری است. اما آنچه قابل ذکر است، توزیع نامتوازن سهم این معابر در بین معابر آزادراهی- بزرگراهی و شریانی درجه ۱ و ۲ و همچنین توزیع نامتناسب مکانی معابر و اختلاط نوع استفاده (بخش صنعت و مسکن) از آن ... در منطقه است.

جدول ۲: اطلاعات معابر منطقه ۲۱

نوع معبر	طول (کیلومتر)	درصد
بزرگراه و آزاد راه	۲۳/۳	۸
شریانی درجه ۱	۳۸/۷	۱۳/۴
شریانی درجه ۲	۵/۵	۱/۹
جمع و پخش کننده اصلی	۳۳/۴	۱۱/۶
سایر معابر	-	۶۵
جمع	۱۰۰/۹	۱۰۰

منبع: مهندسین مشاور هفت شهری

وضعیت شبکه‌های مهم منطقه به ترتیب سلسله مراتب در وضع موجود به شرح زیر است:

- شبکه آزاد راه‌ها و بزرگراه‌ها:
 - آزاد راه تهران- کرج: این محور در ادامه بزرگراه شیخ فضل‌الله نوری از تقاطع اشرافی اصفهانی به طرف غرب تا کرج وجود دارد که در ادامه به آزادراه قزوین متصل می‌شود و دارای نقش عبوری فرانشهری و ملی است. عرض آن ۱۲۰ متر و کلیه تقاطع‌های آن غیر هم سطح است. طول بخشی از این محور که در منطقه ۲۱ واقع می‌شود ۱۹/۴ کیلومتر است دسترسی به هیچ کاربری از این محور صورت نمی‌پذیرد. تردد کامیون در آن ممنوع است و به حمل‌ونقل مسافر اختصاص دارد.
 - کمربندی آزادگان: نزدیک به ۳/۹ کیلومتر از این محور در محدوده منطقه ۲۱ واقع شده است. در حال

موجود است و در آینده به بزرگراه تهران شمال متصل می‌گردد. چند شبکه شمالی جنوبی اصلی نیز از منطقه عبور می‌نماید که تعدادی از آن‌ها تا داخل منطقه ۲۲ و برخی در اراضی جنوبی منطقه به طرف حومه امتداد می‌یابد. محورهای ارتباطی منطقه موسوم به ۲۱ با مناطق ۴ و محدوده‌های اطراف آن به این شرح است: از طریق آزاد راه تهران- کرج، جاده مخصوص کرج با منطقه ۵، جاده قدیم و مخصوص کرج با منطقه ۹، جاده قدیم کرج و کمربندی آزادگان با منطقه ۱۸، دو محور شمالی- جنوبی شیشه مینا و چوگان (شرق و غرب استادیوم) خیابان کوهک، امتداد خیابان ایران خودرو، ادامه دارد پخش با منطقه ۲۲ و از طریق جاده سعید آباد- شهریار، امتداد ایران خودرو، کمربندی شهریار با حومه‌های جنوبی و محور منشعب از جاده قدیم (خیابان اصلی شهر قدس) با شهر قدس و از طریق آزادراه تهران- کرج و امتداد جاده مخصوص با کرج و غرب کشور. شبکه‌های اصلی معابر منطقه ۲۱ به علت واقع شدن در مسیر سفرهای غرب و جنوب غرب کشور، دارای نقش ملی و فرا شهری است. همچنین به دلیل فرا گرفتن در مسیر سفرهای روزانه دو مرکز مهم شهری تهران و کرج، همچنین تهران و حومه جنوب غربی عمدتاً جوابگوی ترافیک عبوری می‌باشد. استقرار صنایع با کارکرد مقیاس ملی در مجاورت برخی شبکه‌های منطقه موجب ایجاد نقش ملی برای آن‌ها شده است. منطقه ۲۱ به دلیل آنکه از طرفی در طرح جامع جزء محدوده قانونی شهر بوده و از طرف دیگر به آن محدوده آزاد نشده اطلاق می‌شده و فاقد طرح تفصیلی بوده است. علاوه بر داشتن مشکلاتی که در مورد سایر معابر شهر تهران صادق است، دارای مسائل و مشکلات مضاعفی نیز هست که اهم آن عدم انسجام و هماهنگی بین طرح‌های تهیه شده در محدوده غرب مسیر کن و وجود دستگاه‌های مختلف متولی احداث و یا تهیه کننده طرح می‌باشد. اطلاق محدوده آزاد نشده به این محدوده موجب گشته تا به دلیل برخی الزامات و نیازها برای برخی از معابر و حتی تقاطع‌های کم عرض، بدون وجود طرح مقیاس میان یعنی تفصیلی به یک باره طرح اجرایی تهیه شده و ملاک عمل قرار گیرد. وجود همین طرح‌ها یا مقیاس اجرایی و بعضاً اجرای آن‌ها موجب گسسته‌تر شدن سلسله مراتب شبکه می‌باشد. همچنین حومه‌ای بودن منطقه و وارد نشدن آن در محدوده شهر و به تبع آن قیمت نسبتاً کمتر اراضی و وجود صنایع، منجر به ایجاد شبکه‌های عریض به فاصله نسبتاً کم از یکدیگر شده است. بطوری که شبکه‌های با

فرودگاه اراضی بی‌سیم، پادگان‌های نظامی، اراضی جنوبی شهرک دانشگاه (تحت استفاده پارکینگ ایران خودرو)، کارخانه ایران خودرو می‌توان اشاره کرد. طول آن در منطقه ۱۵/۶ کیلومتر استیکی از نقش‌های این محور در حال حاضر بیشتر به عنوان مکمل کمربندی آزادگان در حمل‌ونقل کالا می‌باشد.

انشعاب دو محور حومه ای سعید آباد- شهریار و کمربندی اندیشه و همچنین خیابان اصلی شهر قدس (قلعه حسن خان) از جاده قدیم موجب افزایش فشار ناشی از حجم تردد وسایل نقلیه به این نقاط بر جاده قدیم کرج شده است و مضافاً اینکه تقاطع‌های آن یا سه محور فوق به صورت همسطح بوده و در ساعاتی از روز موجب راه‌بندان (تقاطع جاده سعید آباد- شهریار) در جاده قدیم و پس زدن ترافیک تا شرق کمربندی آزادگان نیز می‌شود.

- خیابان شیشه مینا: این خیابان از جاده مخصوص کرج به سمت شمال و در داخل منطقه ۲۲ کشیده شده است و در واقع امتداد ورودی شرقی استادیوم آزادی است. در محل تقاطع با آزاد راه تهران- کرج به صورت پل روگذر و با تأمین گردش شمال به شرق می‌باشد. در حال حاضر عرض آن ۴۵ متر است، طول آن در منطقه ۱/۶۰۰ کیلومتر است. کاربری‌های مجاور آن قطعات بزرگ است و جز چند مورد محدود دسترسی از آن انجام نمی‌گیرد. این معبر جزو معابر شریانی درجه یک طبقه بندی شده است.

- خیابان چوگان: این محور نیز از جاده مخصوص کرج به سمت شمال امتداد می‌یابد و پس از عبور از غرب استادیوم آزادی در محدوده منطقه ۲۲ و عبور از شمال استادیوم به خیابان شرقی آن متصل می‌شود. عرض آن ۴۵ متر، طول آن در منطقه حدود ۰/۱ کیلومتر است و در محل تقاطع با آزادراه تهران- کرج به صورت روگذر و دارای لوپ‌های جنوبی است که گردش‌های شمال به شرق و غرب به شمال را تأمین می‌نماید. در حال حاضر به علت وجود لوپ جنوب شرقی و تأمین حرکت از غرب به شمال نقش مؤثری ایفا می‌نماید بخش عمده‌ای از سفرهای غرب به شمال و شرق تهران از طریق این محور و با استفاده از بزرگراه‌های همت و رسالت انجام می‌پذیرد. کاربری‌های مجاور آن پلاک‌های بزرگ و دسترسی از آن بسیار محدود است. دارای رفوژ میانی است.

- جاده کمربندی شهریار (دوگاز): این محور در حال حاضر از جاده مخصوص کرج تا جاده قدیم و در امتداد

حاضر از اتوبان، آغاز و منتهی‌الیه بخش شرقی آن به میدان بسیج متصل می‌شود. این محور قرار است که در آینده به بزرگراه تهران- شمال متصل شود و در واقع بخشی از اولین حلقه دور تهران است. نسبت حجم تردد و سائل نقلیه سنگین، اتوبوس، کامیون و تریلی در آن زیاد است. عرض موجود آن ۱۲۰ متر با رفوژ میانی عریض به منظور تأمین گردش‌های لازم در آن است. تقاطع آن با جاده مخصوص به صورت غیر هم سطح و زیرگذر است که در حال حاضر کلیه گردش‌های آن به غیر از شمال به شرق از طریق ایجاد لوپ تأمین شده است. تقاطع این محور با جاده قدیم نیز به صورت زیر گذر غیر همسطح است که کلیه گردش‌ها از طریق لوپ تأمین می‌باشد. در محدوده طرح هیچ‌گونه دسترسی به کاربری از آن وجود ندارد. در محدوده‌ی تهرانسر از ضلع شرقی دارای سه ورودی و خروجی به خیابان‌های پاس، بهشتی و نیلوفر است و از ضلع غربی نیز یک خروجی و ورودی به شهرک استقلال دارد.

• شبکه خیابان‌های شریانی درجه یک

- جاده مخصوص: این محور از قدیمی‌ترین شبکه‌های منطقه بعد از جاده قدیم و امتداد طولانی‌ترین محور شرقی- غربی تهران است که از جاده دماوند آغاز و پس از عبور از میدانی مهم شهر (امام حسین، فردوسی، انقلاب) به میدان آزادی منتهی و در ادامه تحت عنوان جاده مخصوص تا دو راه کاروانسرا سنگی (تقاطع با جاده قدیم) و سپس تا کرج ادامه می‌یابد. طول آن در منطقه ۱۵/۲ کیلومتر تا ۲ راه کاروانسرا سنگی ۳/۸ کیلومتر از دو راه تا انتهای غربی محدوده است.

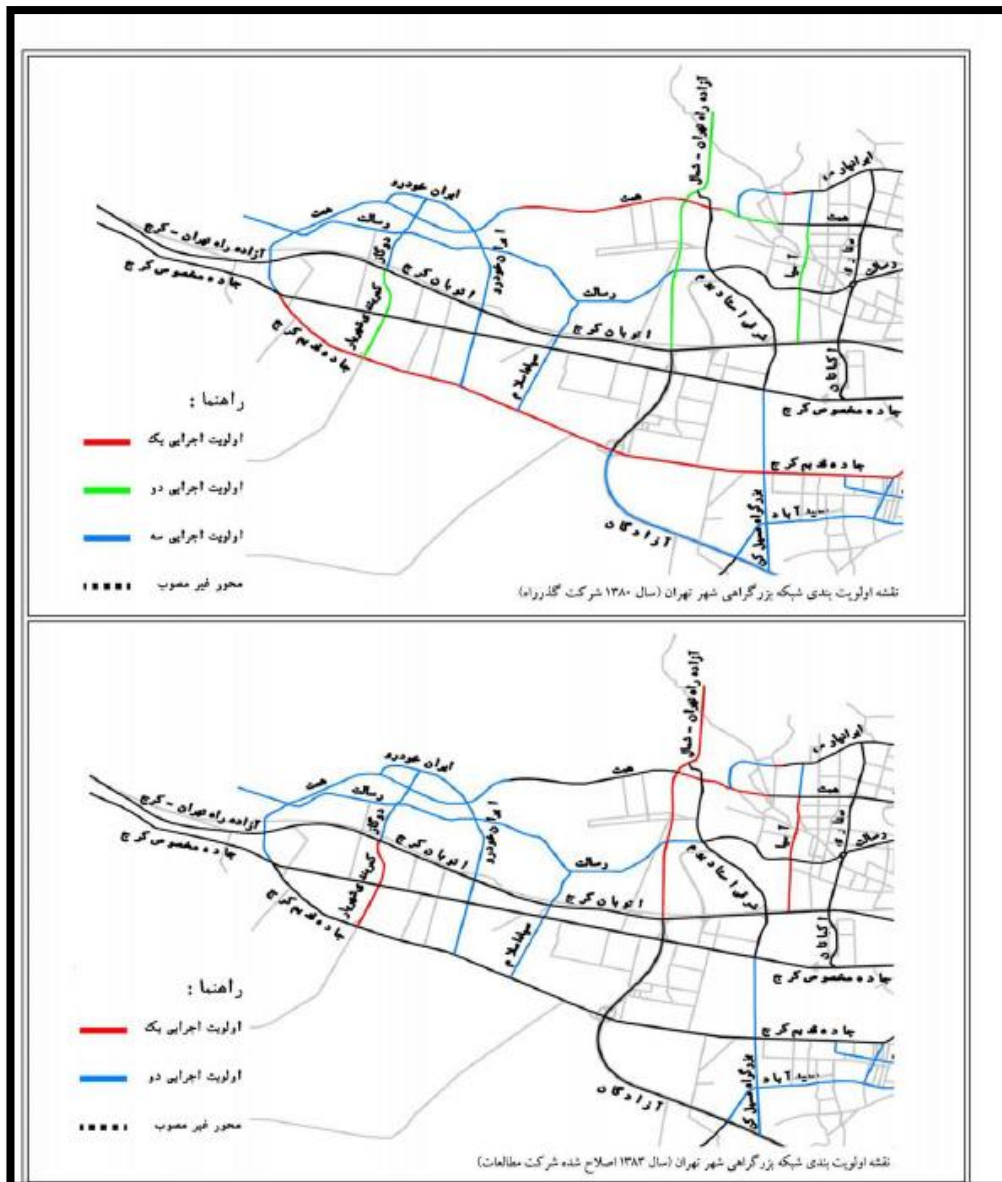
- در چند سال گذشته به دنبال تعریض انجام شده این محور دارای ۷۶ متر عرض و دو باند کندرو در طرفین و جزیره میانی است. واحدهای صنعتی و انبار متعددی در بر آن از کندروهای کناری دسترسی می‌گیرند. در واقع نقش عبوری و دسترسی در آن، هر دو وجود دارد. ولی نقش عبوری آن همچنان غالب است. نوع ترافیک آن بارو مسافر توأم است.

- جاده قدیم کرج: این جاده راه اصلی و قدیمی تهران به کرج است که در حال حاضر با تعریض صورت گرفته دارای ۶۵ متر عرض و به بزرگراه فتح موسوم است. این جاده دارای دو باند کناری کندرو و جزیره میانی است. به غیر از کمربندی سایر تقاطع‌های آن هم سطح است.

کاربری‌های مستقر در کناره شمالی آن بیشتر پلاک‌های بزرگ است، که از جمله به ادامه اراضی

• شبکه خیابان‌های شریانی درجه دو - بلوار گل‌ها (ارج): حد فاصل جاده مخصوص و جاده قدیم و در شرق تهرانسرس واقع شده است. دارای ۴۵ متر عرض، نزدیک به ۳ کیلومتر طول و تقاطع هم سطح با دو محور مذکور می‌باشد. دسترسی به پلاک‌ها از آن میسر نیست. ترددهای داخل منطقه ای و بخشی از ترددهای مناطق شمال به خلیج و سینا واقع در جنوب جاده قدیم از طریق این محور انجام می‌شود.

کمربندی شهریار وجود دارد و قرار است در آینده به صورت غیر همسطح با عبور از جاده مخصوص و اتوبان در کنار مسیر چیتگر به سمت شمال تا ادامه رسالت و همت امتداد یابد. عرض آن ۴۵ متر و طول آن در منطقه در حال حاضر ۱/۵ کیلومتر است. در حال حاضر به صورت روگذر از جاده قدیم عبور کرده و پس از گذشتن از خط آهن-تهران-تبریز در ادامه از طریق کمربندی اندیشه به شهریار وصل می‌شود. گردش شرق به جنوب در این تقاطع به شکل غیر همسطح است.



تصویر ۱ وضعیت شبکه‌های مهم منطقه به ترتیب سلسله مراتب در وضع موجود
منبع: مهندسين مشاور هفت شهري

مخصوص و قدیم کرج به عنوان جمع و پخش کننده واحدهای صنعتی واقع در این محدوده عمل می‌نمایند. خیابان دارو پخش حد فاصل جاده مخصوص تا آزادراه تهران- کرج که از قدیمی‌ترین محورهای منطقه است به صورت زیر گذر از آزادراه عبور کرده و در ادامه در داخل منطقه ۲۲ شهرک دانشگاه صنعتی شریف را تغذیه می‌نماید. در محدوده وردآورد نیز خیابان اصلی وردآورد (بخش‌هایی از آن ۴۵ متر تعریض شده است) تا اتوبان ادامه دارد. دو خیابان آزادی (شمالی جنوبی) و امام حسین (شرقی غربی) که از خیابان وردآورد منشعب می‌شوند به جاده مخصوص متصل می‌شود. در انتهای غربی محدوده نیز خیابان سرخه حصارک در جنوب جاده نیز ادامه دارد، نقش جمع و پخش کننده را در این محدوده دارد. در جنوب وردآورد نیز یک محور ۲۴ متری در نزدیک دو راه کاروانسرا سنگی از جاده مخصوص منشعب و به جاده قدیم متصل می‌شود و یک محور دیگر شرقی- غربی (خیابان کفش بلا) از آن منشعب که در انتهای شرقی به ادامه خیابان ملک در جنوب جاده مخصوص متصل می‌شود.

اجرای مدل فرایند تحلیل شبکه‌ای ANP

به منظور اجرای مدل تحلیل شبکه‌ای ابتدا لازم است یک مدل شبکه‌ای مناسب در برگیرنده هدف پژوهش (پایداری شبکه حمل‌ونقل شهری) و به دنبال آن مؤلفه‌های اصلی، معیارها و زیرمعیارهای تعیین شده برای پوشش هدف پژوهش تشکیل گردد. نمودار یک مدل شبکه‌ای تشکیل شده به منظور ارزیابی شاخص‌های پایداری حمل‌ونقل شهری را نشان می‌دهد. پس از تشکیل درخت وابستگی بین متغیرها که از هدف آغاز می‌شود، شروع و به طرف شاخص‌ها حرکت می‌کنیم. لازم است در ابتدا ساختار کلی سوپر ماتریس ناموزون یا همان سوپر ماتریس اولیه نیز مشخص شود. این ماتریس نحوه حرکت را در درخت وابستگی نشان می‌دهد. هر خوشه نتایج خاص خود را ارائه می‌کند از آنجا که ارائه این نتایج حجم عملیات گسترده‌ای داراست، بنابراین در اینجا به برخی از وضعیت‌های برجسته و عمده حاصل از اجرای مدل اشاره می‌شود. به عبارتی، برخی از نتایج مؤثر در قالب فرمت خروجی مدل از نرم افزار تشریح می‌شود.

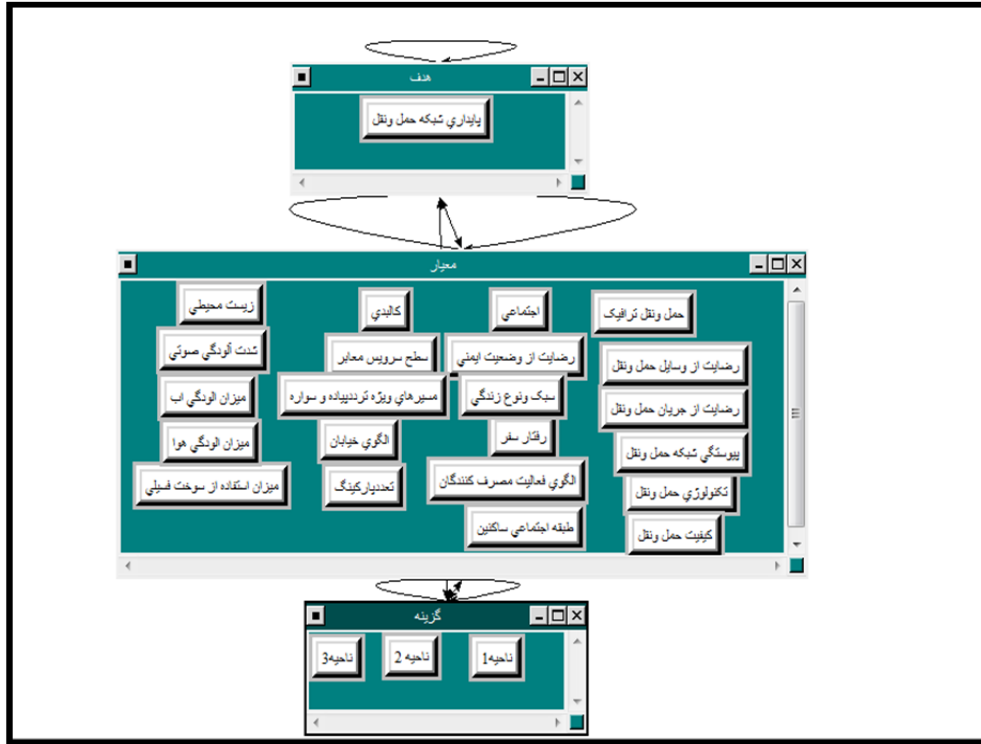
- خیابان ایران خودرو: خیابان غربی کارخانجات ایران خودرو که از جاده قدیم تا آزادراه تهران- کرج و در شمال به داخل منطقه ۲۲ از طریق زیرگذر متصل می‌شود. در کنار این محور و در تقاطع با آزادراه تهران- کرج امکان تأمین گردش‌ها با توجه به مسیر مترو موجود نیست و باید تمهیدات دیگری از قبیل استفاده از دو میدان در شمال و جنوب آن اندیشیده شود. این محور در محدوده منطقه ۲/۵ کیلومتر طول و ۴۵ متر عرض دارد و در ادامه در جنوب بعد از جاده قدیم تا کنار شهرک دانش و با عرض کمتر ادامه می‌یابد.

• شبکه خیابان‌های جمع و پخش کننده

- جمع و پخش کننده‌های اصلی: در محدوده شهرک‌های آزادی و فرهنگیان خیابان ولیعصر حد فاصل دو محور شیشه مینا و چوگان با عرض ۳۵ متر این نقش را ایفا می‌نماید.

در محدوده تهرانسر سه خیابان شرقی- غربی به عرض ۳۵ متر به ترتیب از شمال به جنوب، بلوار لاله از خیابان ارج (بلوار گل‌ها) تا بلوار تهرانسر، بلوار نیلوفر و بلوار یاس از بلوار گل‌ها تا کمربندی با اتصال به آن نقش جمع و پخش کننده دارند. خیابان شهرک دریا نیز به موازات و در شرق کمربندی، بلوار یاس را به جاده قدیم متصل می‌سازد.

در شمال جاده مخصوص و غرب کمربندی خیابان کوهک به صورت پل روگذر به داخل منطقه ۲۲ امتداد می‌یابد. محور دیگری که از میان پارک جنگلی (منطقه ۲۲) عبور می‌نماید و تا جاده مخصوص ادامه دارد و از طریق یک میدان گردش شمال به شرق را در تقاطع با اتوبان تأمین می‌نماید. در جنوب جاده مخصوص نیز در حوزه‌های صنعتی خیابان دکتر عبیدی، با عرض ۴۰ متر، نخ زرین با عرض ۴۵ متر و جهاد با عرض ۲۰ متر و محور شرقی- غربی شفیعی با عرض‌های متفاوت تردهای داخل حوزه صنعتی را تأمین می‌نمایند. خیابان سپاه اسلام با عرض ۴۵ متر اتصال بین جاده مخصوص و قدیم کرج را تأمین می‌نماید. در غرب محور ایران خودرو و شمال جاده مخصوص نیز خیابان‌های چیتگر و دلفان و محوری شرقی غربی که به موازات آزادراه در حد فاصل این دو (که عرض آن از حریم اتوبان گرفته شده است) وجود دارد و تردهای داخلی این محدوده را به عنوان جمع و پخش کننده تأمین می‌کنند. دو محور طیف جنوبی و جامگان (چیتگر جنوبی) نیز حد فاصل جاده



نمودار ۳ سلسله مراتبی
منبع: نگارندگان

- مقایسه زوجی ماتریسی: در این روش هنگامی که رنگ قرمز بوده و جهت فلش رو به بالاست گزینه برتری دارد و زمانی که رنگ آبی بوده و جهت فلش به سمت چپ است گزینه سمت چپ برتری دارد. رای ۰/۱ یعنی گزینه‌ها معادلند، رای ۰/۳ یعنی به طور ملایم و ۰/۹ یعنی ۹ مرتبه بهتر است.

File	Computations	Misc	Help																		
Graphic	Verbal	Matrix	Questionnaire																		
Comparisons wrt "پایداری شبکه حمل و نقل" node in "معیارها" cluster																					
اجتماعی is moderately more important than حاصل و نقل ترافیک																					
222. میزان آلودگی آب	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	میزان آلودگی هوا
223. میزان آلودگی آب	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	پیوستگی شبکه حمل و نقل
224. میزان آلودگی آب	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کالبدی
225. میزان آلودگی آب	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کیفیت حمل و نقل
226. میزان آلودگی هوا	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	پیوستگی شبکه حمل و نقل
227. میزان آلودگی هوا	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کالبدی
228. میزان آلودگی هوا	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کیفیت حمل و نقل
229. پیوستگی شبکه حمل و نقل	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کالبدی
230. پیوستگی شبکه حمل و نقل	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کیفیت حمل و نقل
231. کالبدی	>=9.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	>=9.5	No comp.	کیفیت حمل و نقل

تصویر ۲ مقایسه زوجی شاخص‌ها
منبع: نگارندگان

File Computations Misc Help

Graphic Verbal Matrix Questionnaire

Comparisons with "node in cluster" comparison is 3.0 times more important than

Inconsistency	الگوی خیابان	الگوی فعالیت مصرف کنندگان	تعداد پارکینگ	تکنولوژی حمل و نقل	حمل و نقل ترافیک
اجتماعی	6.0	5.0	6.0	5.0	3.0
الگوی خیابان		4.0	2.0	4.0	1.0
الگوی فعالیت مصرف کنندگان			3.0	5.0	2.0
تعداد پارکینگ				4.0	4.0
تکنولوژی حمل و نقل					5.0

Priorities

The inconsistency index is 0.0516. It is desirable to have a value of less than 0.1

ناحیه 2	0.584170
ناحیه 1	0.231828
ناحیه 3	0.184002

Okay

تصویر ۳ ماتریس مقایسه زوجی
منبع: نگارندگان

ناسازگاری نباید از ۰/۱ بیشتر باشد این میزان از خطا با در نظرگیری تعداد زیاد قضاوت‌ها و خطای ناشی از نظرسنجی قابل قبول است. برای تهیه رتبه‌های کلی، نیاز به ایجاد ارتباط بین خوشه‌ها است چگونگی ساختار برقراری این ارتباط درونی، بیرونی و متقابل سبب تشکیل ابر ماتریس اولیه می‌گردد.

- ابتدا ارتباط متقابل بین مؤلفه‌ها را مشخص می‌کنیم. البته این امکان نیز وجود دارد که بین مؤلفه‌ها هیچ نوع ارتباطی وجود نداشته باشد. با این حال در صورت وجود این ارتباط می‌تواند به صورت یک طرفه و یا دو طرفه باشد. نرخ ناسازگاری انجام شده برابر با ۰/۵۱۱۶ بوده و کمتر از ۰/۱ است. در این روش مقدار

Cluster Node Labels	معیارها								
	اجتماع ی	الگوی خیابان	الگوی فعالیت مصرف کنندگان	تعداد پارکین گ	تکنولوژی حمل و نقل	حمل و نقل ترافیک	رضایت از جریان حمل و نقل	رضایت از وسایل حمل و نقل	
معیار ۱	اجتماع ی	0.059726	0.063270	0.066889	0.061030	0.069814	0.063947	0.070984	0.070919
	الگوی خیابان	0.039456	0.059694	0.059389	0.071081	0.047878	0.049313	0.045677	0.057102
	الگوی فعالیت مصرف کنندگان	0.050499	0.048175	0.047927	0.054023	0.064676	0.045919	0.057882	0.057698
	تعداد پارکین گ	0.056629	0.032688	0.030617	0.040035	0.047284	0.030216	0.056866	0.044678
	تکنولوژی حمل و نقل	0.043649	0.046185	0.055044	0.046962	0.053606	0.050943	0.054043	0.048635
	حمل و نقل ترافیک	0.038000	0.038984	0.039129	0.040361	0.046406	0.043641	0.042361	0.035881
	رضایت از جریان حمل و نقل	0.033408	0.038540	0.033549	0.042596	0.040077	0.039408	0.031360	0.036907
	رضایت از وسایل حمل و نقل	0.040064	0.039467	0.044192	0.032300	0.031060	0.033839	0.031842	0.032996

تصویر ۴ ابرماتریس اولیه

منبع: نگارندگان

محاسبه ابر ماتریس محدود

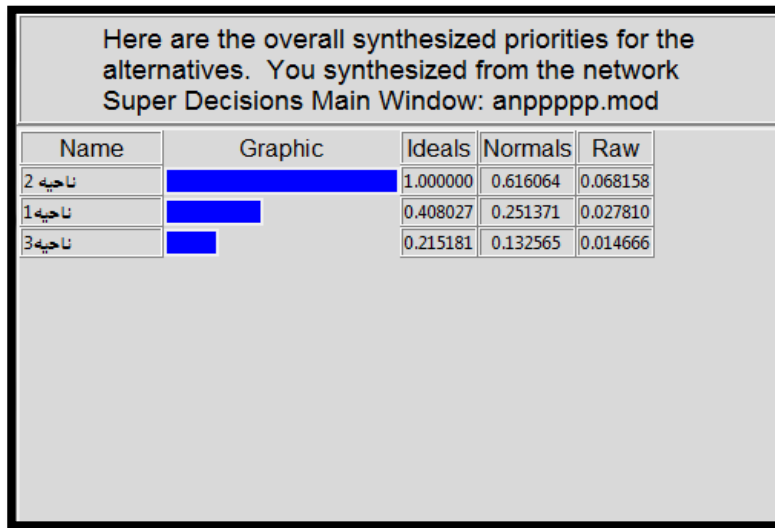
ابر ماتریس وزن دهی نشده از حاصل جمع بردار اولویت‌های داخلی ضرایب اهمیت عناصر و خوشه‌ها در ابر ماتریس اولیه ایجاد می‌شود. سپس ابر ماتریس وزن دهی شده از ضرب مقادیر ابر ماتریس وزن دهی نشده در ماتریس خوشه‌ای محاسبه می‌گردد. با نرمالیزه کردن ابر ماتریس وزن دهی شده، ابر ماتریس به لحاظ ستونی به حالت تصادفی تبدیل می‌شود. در انتها ابر ماتریس محدود با به توان رساندن همه عناصر ابر ماتریس موزون محاسبه می‌گردد اولویت‌بندی به صورت ANP خوشه‌ها را در مدل شبکه‌ای نرمالیزه، حد و گرافیکی نشان می‌دهد. سوپر ماتریس‌ها در سه حالت محاسبه می‌شوند اولین حالت بدون وزن^۵ شامل اولویت‌های نسبی است که از مقایسات زوجی در میان شبکه به دست آمده است. سوپر ماتریس دوم وزن دار^۶ با ضرب همه‌ی اجزای سوپر ماتریس unweighted در عناصر متناظر وزن گروه‌ها به دست می‌آید. ماتریس سوم حد^۷ با به توان رساندن متوالی سوپر ماتریس weighted به دست می‌آید. زمانی که ستون اعداد یکسان شدند سوپر ماتریس محدود به دست آمده و فرآیند ضرب متوقف می‌شود.

انتخاب بهترین استراتژی

همان طور که در مدل شبکه‌ای پژوهش مشخص شده است که چهار معیار اصلی حمل‌ونقل ترافیک- محیط زیست، اجتماعی و کالبدی که هر کدام دارای زیر معیارهایی هستند برای اهداف این مطالعه انتخاب شده‌اند. در این مرحله ضریب اهمیت هر یک از معیارهای مربوط به مؤلفه‌های سه‌گانه از طریق مقایسه دودویی آن‌ها (بر اساس مقیاس ۹ کمیتی ساعتی) به دست آمده. همان‌گونه که در شکل ۳ مشاهده می‌گردد اولین ستون به صورت گرافیکی بوده، ستون نرمال^۸ اولویت هر یک از گزینه‌ها را بر اساس فرم مقایسه‌های زوجی نمایش می‌دهد و معمولی‌ترین روش برای مشاهده نتایج است، مقادیر ستون آرمانی^۹ از تقسیم مقادیر هر یک از اعداد ستون Normals بر بزرگ‌ترین عدد این ستون به دست می‌آید بنابراین مقدار عدد گزینه منتخب همواره ۱ است. مقادیر ستون خام^{۱۰} به صورت مستقیم از ابر ماتریس محدود اخذ می‌گردد (محمدی لرد، ۱۳۸۸، ۱۲۰).

بر اساس برآورد حاصل از شکل ۳ ارزیابی پایداری شبکه حمل‌ونقل شهری مطالعه موردی منطقه ۲۱ شهر تهران، درصد از ناحیه یک ۰/۲۵۱۳۷۱ اهمیت در اولویت اول، ناحیه ۰/۶۱۶۰۶۴ درصد رتبه دوم ناحیه سه ۰/۱۳۲۵۶۵ رتبه سوم قرار می‌گیرند.

تصویر ۵ انتخاب بهترین استراتژی



منبع: نگارندگان

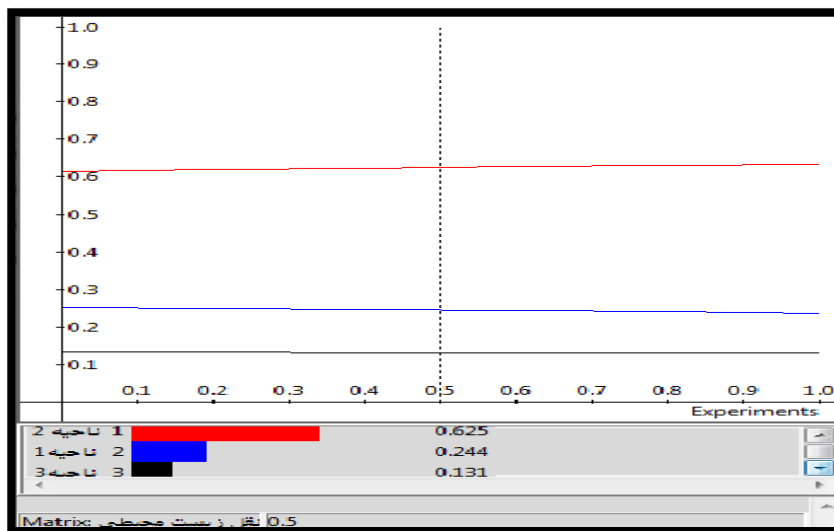
تحلیل حساسیت

در اینجا نشان خواهیم داد زمانی که اهمیت مزایا تغییر می‌کند، چگونه نتایج نیز تغییر می‌یابد. وضعیت حساسیت در سه ناحیه در نمودارهای زیر به شرح زیر است.

نتایج:

حمل‌ونقل یکی از مهم‌ترین ارکان توسعه شهری است که برای جابه‌جایی مردم و کالاها ضروری بوده و دستیابی به بهره‌وری سازنده در مناطق شهری فقط با

تأمین نیازهای جابه‌جایی برآورده خواهد شد. حمل‌ونقل پایدار شهری در واقع حرکت روان وسایل نقلیه، مردم و کالاهاست که مستلزم آسایش مردم و پایداری محیط با مطلوبیت، هزینه و تلاش است. یک شهر مدرن باید دارای سیستم حمل‌ونقل کارآمد و گسترده برای ایجاد ارتباطات، دسترسی و ارتباط ما بین مناطق مختلف آن باشد. یک سیستم حمل‌ونقل جامع مشکلات متعددی نظیر آلودگی هوا، آلودگی صدا، جداسازی زیستگاه‌های گونه‌های وحشی، ترافیک و ... را رفع می‌نماید. در این



تصویر ۶: نمودار حساسیت در نواحی

منبع: نگارندگان

- درک آسان شبکه اتوبوس رانی هوشمند برای شهروندان.
- مصرف عوارض شهری در بخش حمل و نقل عمومی
- وجود سیستم تشویقی برای استفاده کنندگان از اتوبوس.

منابع و مأخذ

- آلبر لیوت، جنیفر، ترجمه عبدالرضا رکی الدین افتخاری و حسین رحیمی (۱۳۸۷)، مقدمه‌ای توسعه پایدار در کشورهای در حال توسعه، چاپ موسسه توسعه روستایی ایران، چاپ ۱
- آلن، روبرت (۱۹۸۰)، چگونگی نجات جهان، چاپ لندن تقوایی، محمود، مبارکی امید (۱۳۸۵)، کاربردی اراضی و مدیریت حمل و نقل شهری، مجموعه مقالات، نشر دانشگاه اصفهان، چاپ اول.
- تندیسه، محسن، ومحمدرضا رضایی، (۱۳۹۲)، برنامه ریزی راهبردی حمل و نقل پایدار شهری در کلانشهرهای ایران، مهندسی حمل و نقل، ۱۱-۱۸
- زبردست، اسفندیار (۱۳۸۹)، درسنامه روش‌های برنامه‌ریزی شهری ۲، دانشکده شهرسازی، پردیس هنرهای زیبا، دانشگاه تهران
- مهندسین مشاور هفت شهری، (۱۳۹۰)، طرح ساماندهی محلات مسکونی وردآورد، منطقه بیست و یک تهران
- گزارشات ستاد بحران منطقه بیست و یک ناحیه ۳، (۱۳۹۰).
- مؤمنی، منصور، سلیم شریفی، (۱۳۹۰) و مدل‌ها و نرم‌افزارهای تصمیم‌گیری چند شاخصه، ناشر مؤلف، نشر تهران
- یزدان پناهی، ملیسا، وکیما ملکی، (۱۳۹۰)، بررسی جایگاه حمل و نقل در توسعه اقتصادی پایدار شهری، اولین کنفرانس اقتصاد شهری ایران، مشهد
- Grava, Sigard, (2004), "Urban Transportation System" <http://www.digitalengineering library.com>.
- Barrett, J., Vallack, H., Jones, A., and Haq, G. 2002. A Material Flow Analysis and Ecological Footprint of York. Stockholm Environmental Institute, York.
- Duncan, B., & John, H. (1996). Sustainable urban transportation initiatives in Canada. Paper submitted to the APEC Forum on Urban Transportation. Seoul, Korea.
- Elkin, I. Et al. (2001). NIMH treatment of depression collaborative research program: General effectiveness of treatments.

مقاله به بررسی پایداری در شبکه‌های حمل و نقل شهری در منطقه ۲۱ تهران پرداخته شد و وضعیت شبکه حمل و نقل بر اساس شاخص‌ها و گزینه‌ها در سه ناحیه منطقه ۲۱ اولویت بندی گردیدند در این پژوهش شاخص‌های ارائه شده در مطالعات پیشین مورد ارزیابی مجدد قرار گرفتند و در سه دسته اقتصادی، زیست‌محیطی، و اجتماعی دسته بندی شدند. پس از آن شاخص وزن دهی شدند و بر اساس اوزان بدست آمده پنج استراتژی Super Decisionsها توسط نرم افزار معرفی شده توسط کارشناسان مورد ارزیابی قرار گرفتند. در این مقاله بر خلاف روش‌های پیشین تصمیم‌گیری که ارتباطات عناصر شبکه تصمیم را فقط به صورت یک سوبه و سلسله مراتبی در نظر می‌گرفتند، عناصر شبکه تصمیم به صورت شبکه ای از خوشه‌ها که عناصر هر خوشه می‌تواند با دیگر عناصر همان خوشه یا خوشه‌های دیگر ارتباط داشته باشد در نظر گرفته شده است و در سدد پاسخگویی به سوالات تحقیق اعم از سیستم حمل و نقل شهری با اصول پایداری در منطقه ۲۱ تهران مطابقت دارد؟ و پایداری شبکه حمل و نقل شهری در بهبود سطح کیفیت زندگی شهروندان منطقه ۲۱ تهران نقش دارد؟ بوده است. در ارزیابی پایداری شبکه حمل و نقل شهری مطالعه موردی منطقه ۲۱ شهر تهران طبق شاخص‌ها میزان پایداری شبکه حمل و نقل، در ناحیه یک ۰/۲۵۱۳۷۱ اهمیت در اولویت اول، ناحیه ۰/۶۱۶۰۶۴ درصد رتبه ۲ ناحیه سه ۰/۱۳۲۵۶۵ رتبه سوم قرار می‌گیرند و با برنامه‌ریزی کارآمد مدیران شهری در این نواحی می‌توانند سطح کیفیت زندگی شهروندان را در این منطقه بالا ببرند.

ارائه راهکارها و پیشنهادات

با توجه به اقدامات انجام شده و در حال اجرا مواردی نیز پیشنهاد می‌گردد:

- ارزیابی آمادگی شهرداری تهران به ویژه منطقه ۲۱ برای تغییر از وضعیت موجود به وضعیت مطلوب و ایده آل
- تدوین برنامه آموزش و انتقال دانش فنی در حمل و نقل هوشمند
- اقدامات موثر برای ایجاد هماهنگی و یکپارچگی در حوزه‌های حمل و نقل شهر تهران
- گسترش مشارکت بین بخش دولتی و بخش خصوصی برای پیشرفت منطقه ۲۱ تهران
- مطلوبیت فاصله پیاده روی تا ایستگاه‌های اتوبوس

- Archives of General Psychiatry, 46, 971-982
- Jordan, Daniel, and Thomas Horan. 1997. Intelligent transportation systems and sustainable communities findings of a national study. Paper presented at the Transportation Research Board 76th annual meeting, Washington, DC, January 12-16.
- Jabareen, Y. (2006). Sustainable urban forms: Their typologies, models, and concepts. Journal of Planning Education and Research, 26, 38-52.
- Rodrigue, J(2006), The geography of transport systems, Routledge, New York.
- Rassafi, A., and Vaziri, M(2005) , Sustainable transport indicators: Definition and integration, International journal of Environmental Sciences, Vol.2, no.1, pp83-96.
- Litman, T.(2010), "Developing Indicators for Sustainable and Livable Transport Planning". Victoria Transport Policy Institute.
- Guneri, B., Yurt, O., Kaplan, M. D., and Delen, M. (2009). The Influence of Children on Family Purchasing Decisions in Turkey. Asian Journal of Marketing, 2(1) , 20-32
- Winsters, P. (2004). Transportation demand management committee on Transportation Demand Management, TRB, and Florida.
- Litman, T. and Burwell, D. (2006) Issues in sustainable transportation international journal of environmental issues, vol.6, no.4
- Geurs, K., and Wee, Bee, B. (2000). Back casting as a tool to develop a sustainable transport scenario, assuming emission reductions of 80 -90% Innovation: The European Journal of Social Science Research.
- Banister, D. (2005). Unsustainable Transport: City Transport in the New Century, London Rutledge.

یادداشت‌ها

- ¹ Urban Sustainability
- ² Renewable Energy
- ³ Sustainable Development
- ⁴ Sustainable Transport
- ⁵ Unweighted
- ⁶ Weighted
- ⁷ Limit
- ⁸ Normals
- ⁹ Ideals
- ¹⁰ Raw

