فصلنامه علمی-پژوهشی
جغرافیا و برنامه‌ریزی منطقه‌ای
سال دوازدهم، شماره ۲، بهار ۱۴۰۱
صص: ۳۱۲-۲۸۴

ارائه الگوی بهینه‌ی حمل و نقل شهری تهران با تاکید بر انرژهای پاک بومی سازی شده[۱]

غلامحسین عزیزیان

گروه جغرافیا، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

علی اصغر رضوانی[۲]

گروه جغرافیا، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

آزیتا رجبی

دانشیار جغرافیا و برنامه‌ریزی شهری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

تاریخ دریافت:۱۳۹۹/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش:۱۴۰۰/۰۷/۱۲

چکیده

امروزه حمل و نقل با کلیه جنبه‌های زندگی در شهرها در ارتباط است. اوقات فراغت، آموزش، تجارت، صنعت و دیگر جنبه‌ها از جمله حوضه‌هایی هستند که جهت پیوند و ارتباط سازنده با یکدیگر و تداوم بخشیدن به چرخه زندگی در شهرها، نیازمند یک شبکه پایدار برای حمل و نقل در شهرها است. داشتن رویکرد پایدار در این حوضه مستلزم داشتن تطابق و هماهنگی میان فعالیت‌های انسانی با یک محیط با نشاط و مبری از آلاینده‌ها در کنار حمایت از پویایی و عدالت اقتصادی به همراه سرزندگی و عدالت اجتماعی است که به‌عنوان ابعاد اصلی توسعه پایدار مطرح است. هدف این مقاله ارائه الگوی بهینه‌ی حمل و نقل شهری تهران با تاکید بر انرژهای پاک بومی سازی شده است. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات در آزمون فرضیات از نرم افزارهای *SPSS* و *GIS* استفاده خواهد شد. یا بعبارتی چون تحقیق کیفی است برای تحلیل آن ابتدا تبدیل کیفیت به کمیت با استفاده از پرسشنامه و تحلیل آمار ناپارامتریک در محیط *SPSS* و بیان تصویری آن در محیط *GIS* اقدام خواهد شد. در این پژوهش جهت یافتن سوخت پاک و بومی‌سازی آن با توجه به وضعیت کلان‌شهر تهران و کشور در ابتدا ۵ سوخت مصرفی خودرو در ایران شامل: بنزین؛ گازوییل، گاز فشرده، گاز مایع و برق از ۵ جهت مختلف: میزان آلودگی برای محیط‌زیستی؛ قیمت مناسب نوع سوخت؛ تطبیق وسایل حمل‌ونقل در ایران به این نوع سوخت‌ها (مثلاً برقی کردن خودروها یا گازسوز کردن خودروها)؛ ایجاد جایگاه¬های تأمین سوخت موردنیاز؛ توانایی ملی (کشور) در جهت تأمین این سوخت‌ها از نظر ۴۰ کارشناس و با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی *AHP* و در نرم‌افزار *Expert Choice* مورد تحلیل قرار گرفتند؛ که از نظر ایجاد کمترین آلودگی: سوختی برقی؛ از نظر قیمت مناسب: سوخت گاز فشرده (*CNG*)؛ از نظر تطبیق وسایل حمل‌ونقل با نوع سوخت: سوخت بنزین؛ از نظر جایگاه‌های تأمین سوخت: سوخت بنزین و درنهایت از نظر توان کشوری برای تأمین سوخت: سوخت بنزین در رتبه اول و اهمیت نخست قرار گرفته‌اند.همچنین در نهایت با توجه به ۵ عامل مطرح شده از کارشناسان خواسته شده است که سوخت نهایی با کمترین میزان آلودگی و بیشترین میزان تولید در کشور را معرفی کنند؛ که نتایج در قالب طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت و با استفاده از آزمون t مورد آزمون قرار گرفت که سوخت گاز فشرده (*CNG*) به عنوان مناسبترین سوخت که دارای قابلیت بالای بومی سازی در تهران و کشور است معرفی گردد.

کلیدواژگان: حمل و نقل شهری، سوخت، انرژی پاک، تهران.

مقدمه

۱- این مقاله مستخرج از رساله دکتری آقای غلامحسین عزیزیان است.

۲- (نویسنده مسئول) rezvani.aliasghar@yahoo.com

استفاده زیاد از سوخت‌های فسیلی زندگی ما را نابود خواهد کرد. آلودگی محیط زیست، وابستگی به منابع غیر پایدار، افزایش بدهی و هزینه ها مارا وادار می‌سازد تا وابستگی شدید به استفاده از سوخت‌های فسیلی را متوقف نمائیم. باید به دنبال منابع انرژی پاک باشیم. احداث یک نیروگاه بادی، خورشیدی و یا زمین گرمایی ممکن است در حال حاضر از احداث یک نیروگاه حرارتی با سوخت فسیلی گران‌تر باشد اما هزینه سوخت در آن‌ها صفر است. هزینه سوخت در نیروگاه‌های با سوخت فسیلی در ۳۰ سال آینده نجومی خواهد شد. همان طور که جمعیت جهان افزایش می‌یابد اثرات آلودگی که این جمعیت ایجاد می-کنند نیز بیشتر و بیشتر مخرب خواهد شد. هزینه مهار و کنترل این آلودگی‌ها هر روز در حال افزایش است. در حال حاضر، بیش از ۸۱ درصد کل انرژی مصرفی جهان و بیش از ۹۵ درصد انرژی مصرفی در ایران راسوخت‌های فسیلی تامین می‌کند. مصرف این نوع از سوخت‌ها باعث تولید گازهای سمی و آلوده کننده هوا، بارش باران‌های اسیدی و در نتیجه آلودگی رودخانه‌ها، دریاچه‌ها و آب‌های زیرزمینی و بالاخره بالا رفتن میزان گاز کربنیک موجود در اتمسفر زمین شده است. از طرف دیگر به دلیل رشد مصرف انرژی و استفاده بی‌رویه از منابع انرژی فسیلی و همچنین پایان‌پذیر بودن منابع نفتی و گازی کشور می‌بایست از هم اکنون به فکر انرژی‌های جایگزین بود. با توجه به رشد گسترده شهرها و استفاده‌ی بی رویه از منابع انرژی به ویژه انرژی سوخت‌های فسیلی و تخریب آلاینده هایی که به تبع آن به وجود آمدن، از همه مهم‌تر نقش مهمی که این سوخت‌های فسیلی در تردد یا حمل و نقل شهری و آلودگی شهرها دارند. به ویژه در شهرهایی مثل تهران که بیش از یک دهه است جزء آلوده ترین شهرهای دنیا تلقی می شود و یکی از مهم‌ترین آلاینده های آن مربوط به حمل و نقل شهری آن بوده است، تغییر رویکرد حمل و نقل شهری از سوخت‌های فسیلی به سمت منابع انرژی پاک از ضرورت های غیر قابل کتمان است. مشکل اصلی ما در ایران در خصوص سوخت وسایل حمل و نقل شهری این است که تمام شهرهای بزرگ ما وسائط نقلیه عمومی و شخصیشان وابسته به سوخت فسیلی (بنزین و گازوئیل) هستند که این خودش عامل مهم آلایندگی بیشتر شهرهای ما می شود. برای پیشگیری از آن به رویکرد های نوین حمل و نقل شهری در دنیا توجه کنیم، به ویژه در حمل و نقل عمومی از وسائط نقلیه عمومی که با کمترین آلاینده بیشترین مصرف، مثلاً انرژی های تجدید پذیر را دارند کار می‌کنند. مثل کشورهای اروپایی که شهرها به مرحله‌ای رسیده‌اند که به کربن صفر معروف اند که به هیچ عنوان تولید منواکسید کربن نمی‌کنند. با در نظر گرفتن اینکه کشور ما جزء کشورهایی است که بیشترین طول تابش خورشید را در طول روز داره و ساعات آفتابی طولانی را دارا است. شرایط و داده های محیطی لازم جهت استفاده از انرژی خورشیدی را دارد، انرژی باد، انرژی درونی زمین و همچنین انرژی تولید شده آبی نیز میتواند ما را در استفاده از انرژی پاک پس از بومی سازی کردن آن در حمل و نقل شهری در شهرهای ایران بخصوص کلان شهر تهران تشویق کند. همچنین با توجه به وجود امکانات زیست محیطی در شهرهای مختلف بویژه شهر تهران سبب می شود که ما بتوانیم از سیستم های حمل و نقلی استفاده کنیم که مبتنی بر انرژی پاک یا تجدید شونده، مثلاً تولید برق از انرژی های تجدید شونده یا غیر فسیلی باشد.

مقاله حاضر مسئله اش این است که چگونه می توانیم سیستم های جایگزینی مناسبی را با انرژی های پاک تجدید پذیر در شهرهایی مثل تهران بوجود بیاوریم که با آلایندگی شدید روبرو هستند تا بتوانیم جلوی بحران زیست محیطی بیشتر را بگیریم. صرفاً نباید فراموش کنیم که در شرایط خاص زمانی مثل زمان های پاییز و زمستان که تهران دچار شرایط اقلیمی اینورژن یا وارونگی دمامی شود این آلاینده ها بیشتر در سطح پایین موجبات آسیب و مرگ و میر شهروندان را فراهم می کند. لذا یکی از مهمترین راهکارهای ما برای اجرای طرح های طرافیکی مناسب پیدا کردن سیستم های حمل و نقل بویژه حمل و نقل عمومی کاراتر با سرعت بیشتر هزینه کمتر و مصرف سوخت کمترفسیلی است؛ بنابراین پایان نامه حاضر سعی می کند راهکار مناسب برای ارائه یک الگوی مناسب در حمل و نقل شهر تهران را با توجه به ساختار محیط بومی اش بویژه نورخورشیدی اش یا

شرایط اقلیمی اش فراهم کند. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل اطلاعات در آزمون فرضیات از نرم افزارهای SPSS و GIS استفاده خواهد شد. یا بعبارتی چون تحقیق کیفی است برای تحلیل آن ابتدا تبدیل کیفیت به کمیت با استفاده از پرسشنامه و تحلیل آمار ناپارامتریک در محیط SPSS و بیان تصویری آن در محیط GIS اقدام خواهد شد.

رویکرد نظری

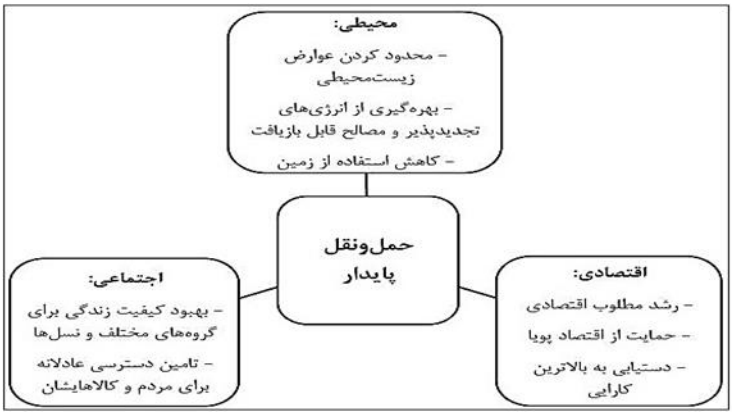
حمل و نقل پایدار

مفهوم پایداری از زمان انتشار آینده مشترک ما در کمیسیون جهانی محیط‌زیست و توسعه در سال ۱۹۸۷ توجه جهانیان را به خود جلب کرد (Harding, 2006: 230)؛ که انتشار آن نقطه عطفی در تفکرات زیست‌محیطی، توسعه و حکومت است . (Sneddon et al, 2006)ازنظر جنکز و دمپسی شهرهای پایدار از لحاظ اقتصادی خودکفا و کارآمد و از لحاظ اجتماعی عدالت محور بوده و به حفاظت زیست محیطی از تمام گونه‌های طبیعی کمک می‌کنند(Gould, 2006). مطابق با بررسی‌های انجام شده، تعاریف متعددی در خصوص حمل و نقل پایدار وجود دارد که طی آن تمامی یا بخشی از ابعاد پایداری (اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی) موردتوجه قرار گرفته است (جعفری و رصافی، ۱۳۹۱: ۱۲). حمل و نقل پایدار بیانگر سیستمی است که در مصرف سوخت، آلاینده‌های وسایل نقلیه، ایمنی، تراکم ترافیک و دست‌یابی به اهداف اقتصادی و اجتماعی به‌صورت چند سطحی عمل می‌نماید و در تمامی این موارد تأمین‌کننده اهداف پایداری در آینده بوده بدون اینکه آیندگان را در تأمین مایحتاجشان به خطر بیندازد. مرکز حمل و نقل پایدار کانادا جامع‌ترین تعریف از حمل و نقل پایدار را ارائه داده است که به‌وسیله بسیاری از منابع معتبر شناخته شده است (Zhou,2012; Litman,2009; Haghshenas,2012: 117). این مرکز در تعریف حمل‌ونقل پایدار از تعریف توسعه پایدار استفاده کرد؛ یعنی سیستم و فعالیت حمل‌ونقل به‌طورکلی باید دارای سه بعد اقتصادی، محیطی و اجتماعی باشد (پور اشکاء و همکاران،۱۳۹۳: ۲۰). حمل‌ونقل پایدار به رویکردی گفته می‌شود که بازتاب‌ها و هزینه‌های محیطی – اجتماعی را نشان می‌دهد، برای ظرفیت قابل‌تحمل احترام قائل است و بین نیازهای جابه‌جایی و ایمنی و نیازهای دسترسی، کیفیت محیطی و سرزندگی توازن برقرار می‌کند (Jabareen, 2006: 43).

بانک جهانی حمل و نقل پایدار را در قالب مفهومی سه‌گانه بیان می‌کند (Zhou,2012):

۱. پایداری اقتصادی و مالی: منابع به‌گونه‌ای مؤثر مورد استفاده قرار گیرند و سرمایه‌ها به‌درستی حفظ شوند.
۲. پایداری زیست‌محیطی و اکولوژیکی: اثرات خارجی حمل‌ونقل در مرحله تصمیم‌گیری برای توسعه آینده، کاملاً موردتوجه قرار گیرند.
۳. پایداری اجتماعی: مزایای حمل‌ونقل مناسب در دسترس تمامی اقشار جامعه قرار گیرد.

به طور کلی پارامترهای حمل‌ونقل پایدار را می‌توان در قالب شکل یک بیان نمود:



شکل ۱: پارامترهای حمل‌ونقل پایدار

منبع: (سلطانی، ۱۳۹۰: ۷۸)

متأسفانه تعاریف موجود در مورد حمل و نقل پایدار از نظر مفهومی متفاوت بوده و در بیشتر موارد توصیفی و خروجی محور هستند تا تحلیلی و فرآیند گرا؛ برای دستیابی به عمل‌گرایی بیشتر در تعریف حمل‌ونقل پایدار، بایستی بررسی‌های بیشتری روی کمی کردن عناصر مختلف سیستم حمل و نقل پایدار صورت گیرد. به‌عبارتی‌دیگر نیازهای حمل‌ونقلی مردم و تمایلات روزانه شهروندان، شناسایی شود. از سویی دیگر آمار وضع فعلی و آتی منابعی که مورد مصرف سیستم‌های حمل‌ونقل قرار می‌گیرند به‌درستی جمع‌آوری گردد. در جدول شمار یک تفاوت‌های میان حمل‌ونقل سنتی (معمول) و حمل‌ونقل پایدار نشان داده شده است:

جدول ۱. مقایسه تفاوت میان حمل و نقل سنتی (معمول) و حمل و نقل پایدار

رویکرد سنتی (معمول)	رویکرد حمل و نقل پایدار
اولویت‌بخشی به جابجایی	رویکرد بخشی به جابجایی
سفر به‌عنوان تقاضای مشتق شده	سفر هم به‌عنوان تقاضای مشتق شده و هم فعالیت دلخواه ارزشمند
اولویت‌بخشی به ابعاد فیزیکی دسترسی و تأکید بر دسترسی فیزیکی	اولویت‌بخشی به ابعاد اجتماعی و تأکید بر دسترسی فیزیکی، اجتماعی و الکترونیکی
منطقه بندی و تفکیک فعالیت‌ها	اختلاط کاربری و فعالیت
روان‌سازی و تخلیه ترافیک موتوری	تسهیل تمام گزینه‌های انجام سفر با رعایت سلسله‌مراتب شبکه و مدیریت تقاضای ترافیک
جداسازی انسان و ترافیک	تلفیق انسان و ترافیک و آرام‌سازی ترافیکی
افزایش سرعت سفر	افزایش ایمنی سفر
سفر در کوتاه‌ترین زمان	سفر در زمان موجه و منطقی
توسعه معابر و زیرساخت‌های جاده‌ای	توسعه زیرساخت‌های سیستم‌های حمل‌ونقل عمومی
توسعه فناوری برای کاهش عوارض خودرو	توسعه فناوری، تصحیح الگوهای رفتاری و تشدید مقررات برای کاهش عوارض خودرو

منبع: (مصطفوی ثابت، ۱۳۹۶: ٤٠)

اهداف حمل و نقل پایدار

توسعه پایدار و حمل و نقل پایدار دارای پیوند مشترک بوده و ازنظر اهداف مورد نظر، به هم نزدیک‌اند. در جدول زیر اهداف مربوط به توسعه پایدار و حمل و نقل پایدار شرح داده شده است:

جدول ۲. اهداف کلی توسعه پایدار و حمل‌ونقل پایدار

اهداف کلی	هدف توسعه پایدار	هدف حمل‌ونقل پایدار
سازگاری محیطی	کاهش آلودگی	کاهش آلودگی ناشی از وسایل نقلیه و زیرساخت‌ها
	کاستن تغییرات اقلیمی	
	حفاظت حیات‌وحش	کاهش سطوح مورد استفاده‌ی حمل‌ونقل
بهداشت و سلامت انسانی	کاهش صدمات جسمی	کاهش تصادف
	کاهش آلودگی هوا	کاهش میزان آلودگی
	افزایش تحرکات فیزیکی	افزایش حمل‌ونقل انسان‌محور
رفاه اقتصادی	جابجایی مصرف‌کننده	تأمین سرویس حمل‌ونقل مورد انتظار
		فراهم کردن دامنه انتخاب

		کاهش تراکم ترافیکی و موانع
	بازدهی	تسهیل جابجایی کالا و مواد اولیه
	عدالت در سطح افقی	پرداخت عوارض توسط استفاده‌کنندگان
عدالت	عدالت عمودی	قیمت‌گذاری پلکانی

منبع: (احدی و همکاران، ۱۳۹۳: ۷-۸)

شاخص‌های حمل و نقل پایدار

به طور کلی تعیین پایداری مربوط به مواردی از قبیل محدودیت و پایان‌پذیری منابع و امکانات، میزان بهره‌برداری و استفاده از منابع، تداخل انسان با صنعت و رفع نیازهای زندگی، اقتصاد، اجتماع، محیط‌زیست و تغییرات و تحولات در یک دوره زمانی طولانی است. نکته قابل توجهی که در این امر هست نحوه به‌کارگیری برنامه پایداری در زمان و مکان مناسب است. بدین منظور جهت شناخت و میزان دست‌یابی برنامه‌ها در امر حمل‌ونقل پایدار، استفاده از شاخص‌های استاندارد، جامع و کاربردی می‌تواند بسیار راهگشا باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد از سوی سازمان‌های مختلف، تاکنون شاخص‌های متعددی ارائه شده است(TRB, 1997). مهم‌ترین ابزار سنجش حمل‌ونقل پایدار، شاخص‌ها هستند. شاخص‌های حمل و نقل پایدار، شاخص‌هایی هستند که پایداری حمل‌ونقل را در سه بخش محیط‌زیستی، اقتصادی و اجتماعی نشان می‌دهند. فصل ٤٠ دستورالعمل قرن ۲۱ بر لزوم تعریف شاخص‌های توسعه پایدار در سطوح مختلف به‌عنوان پایه‌ای برای تصمیم‌گیری‌ها تأکید می‌کند (United Nation,1992). شاخص‌های توسعه پایدار که برای کمی کردن مفاهیم توسعه پایدار به کار می‌روند باید بر پایه معیارهای مناسب انتخاب شوند. شاخص‌ها باید دارای ویژگی‌های زیر باشند(Litman, 2009).

الف) نیازهای سیاست‌گذار یا برنامه‌ریز را پاسخگو باشند.

ب) مشخص، پربازده و غیرقابل اشتباه شدن باشند.

پ) امکان اندازه‌گیری داشته باشند.

ت) جامع و شامل همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و محیط‌زیستی باشد،

ث) واقع‌گرا و نشان‌دهنده حقیقی وضع موجود باشد.

ج) شاخص‌ها باید از یکدیگر مستقل باشد.

چ) اطلاعات آن‌ها در دسترس باشد.

ح) پویا و حساس به تغییرات باشند.

خ) اهمیت آن‌ها در طولانی‌مدت پایدار باشد(تقوایی و سجادی،۱۳۹۵: ٦).

بنابراین با توجه به مطالب بیان شده برای برنامه‌ریزی پایدار و جامع سیستم حمل‌ونقل بهتر است که مجموعه‌ای متوازن از شاخص‌ها که ترکیبی از اهداف اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی باشد را در نظر بگیریم. به‌طور کلی شاخص‌های پیشنهادی در سه دسته‌بندی اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی قابل‌تقسیم هستند(پیران، ۱۳۹۱: ۳۱-۳۲):

شاخص‌های اجتماعی حمل‌ونقل پایدار

اثرات اجتماعی حمل و نقل شامل عدالت اجتماعی، سلامت انسانی (می‌تواند به‌عنوان یک اثر اقتصادی نیز در نظر گرفته شود چنانچه بیماری‌ها موجب تحمیل هزینه‌های مالی و یا کاهش بهره‌وری گردد) قابلیت زندگی در جامعه، اثرات بر روی آثار تاریخی و فرهنگی و ... باشد که در حال حاضر روش‌های گوناگونی برای اندازه‌گیری این اثرات به کار می‌رود. عدالت اجتماعی مقوله‌ای است که از جنبه‌های مختلف قابل بررسی است و نیازمند مقایسه اشکال مختلف حمل و نقل، کیفیت

خدمات و اثرات آن‌ها در گروه‌های مختلف اجتماعی بخصوص اقشار آسیب‌پذیر از لحاظ اقتصادی، اجتماعی و سلامت فیزیکی است.

شاخص‌های زیست‌محیطی حمل‌ونقل پایدار

اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل شامل انواع گوناگون آلودگی هوا، آلودگی صوتی، آلودگی آب، تخلیه منابع تجدید ناپذیر، خرابی چشم‌انداز مانند آسیب‌های اکولوژیکی، جداسازی زیستگاه‌ها، اثرات جزایر گرمایی، نابودی حیات‌وحش و ... می‌باشد.

شاخص‌های اقتصادی حمل‌ونقل پایدار

شاخص‌های اقتصادی حمل‌ونقل پایدار می‌بایست نمایش‌دهنده هزینه‌ها و منفعت‌های استفاده از وسایل نقلیه موتوری باشد و این‌که استفاده بیشتر از وسایل نقلیه موتوری به جای افزایش رفاه اجتماعی موجب کاهش در دسترسی کلی افراد و تنوع اشکال حمل‌ونقل خواهد شد (شمس و برگی، ۱۳۹۳: ۱٤۸). در جدول زیر شاخص‌های مربوط به حمل و نقل پایدار بر اساس مطالعات مختلف و نوع دسترسی به داده‌ها آمده است:

جدول ۳. شاخص‌های مربوط به حمل و نقل پایدار

اهداف	شاخص	جهت	داده‌ها[1]
	شاخص های اقتصادی		
دسترسی – سفر درون‌شهری	میانگین زمان سفر درون‌شهری	کمتر بهتر است	۳
دسترسی – اختلاط کاربری زمین	تعداد فرصت‌های شغلی و خدمات تجاری در فاصله‌ی ۳۰ دقیقه از شهروندان	بیشتر بهتر است	۱
دسترسی – رشد هوشمند	اجرای سیاست و برنامه‌ریزی شیوه‌هایی که منجر به توسعه‌ی دسترسی‌پذیرتر، خوشه‌ای، مختلط و چندحالتی می‌شود	بیشتر بهتر است	۱
تنوع حمل و نقل	تقسیم روش‌ها: بخشی از سفر که به صورت پیاده روی، دوچرخه‌سواری، سوار شدن اشتراکی به خودرو، حمل و نقل عمومی و دورکاری انجام می‌شود	بیشتر بهتر است	۲
ارزانی	سهم هزینه‌های خانوار که در خانواده‌های ۲۰ درصد پایین درآمد به حمل و نقل اختصاص داده می‌شود	کمتر بهتر است	۲
هزینه‌های تسهیلات	هزینه‌ی سرانه‌ی اختصاص داده شده به جاده‌ها، حمل و نقل و امکانات پارکینگ	کمتر بهتر است	۳
کارآیی باربری	سرعت و قیمت باربری و حمل و نقل تجاری	بیشتر بهتر است	۱
برنامه‌ریزی	اینکه مؤسسات حمل و نقل تا چه حد منعکس کننده‌ی برنامه‌ریزی و شیوه‌های سرمایه‌گذاری با حداقل هزینه هستند	بیشتر بهتر است	۱
	شاخص‌های اجتماعی		
ایمنی	سرانه‌ی معلولیت‌ها و تلفات ناشی از تصادفات	کمتر بهتر است	۳
سلامت و تناسب اندام	درصدی از جمعیت که به طور منظم پیاده‌روی و دوچرخه‌سواری می‌کنند	بیشتر بهتر است	۱
زیست‌پذیری جامعه	اینکه فعالیت‌های حمل و نقل تا چه حد زیست‌پذیری جامعه را افزایش می‌دهند (کیفیت زیست‌محیطی محلی)	بیشتر بهتر است	۱
عدالت – انصاف	اینکه قیمت‌ها تا چه حد منعکس کننده‌ی هزینه‌های کامل هستند، جز در مواردی که به طور خاص دادن یارانه قابل توجیه باشد	بیشتر بهتر است	۱
عدالت – افراد غیر راننده	کیفیت دسترسی و خدمات حمل و نقل برای افراد غیرراننده	بیشتر بهتر است	۱
عدالت – معلولیت‌ها	کیفیت تجهیزات و خدمات حمل و نقل برای افراد معلول (به عنوان مثال، استفاده کنندگان صندلی چرخدار، افراد دچار اختلالات بینایی)	بیشتر بهتر است	۲

[1] - دسترسی داده‌ها: ۱: محدود، ممکن است نیاز به جمع‌آوری داده‌های ویژه داشته باشد؛ ۲: غالباً در دسترس است، ولی استاندارد شده نیست؛ ۳: معمولاً به شکل استاندارد شده در دسترس است.

برنامه‌ریزی حمل و نقل غیرموتوری	اینکه اثرات حمل و نقل غیرموتوری تا چه حد در مدل‌سازی و برنامه‌ریزی حمل و نقل در نظر گرفته شده است	بیشتر بهتر است	۱
مشارکت شهروندان	مشارکت عمومی در فرآیند برنامه‌ریزی حمل و نقل	بیشتر بهتر	۱
	شاخص‌های زیست محیطی		
انتشار آلاینده‌های تغییر آب و هوا	مصرف سرانه‌ی سوخت‌های فسیلی و انتشار CO_2 و دیگر آلاینده‌ی مؤثر در تغییر آب و هوا	کمتر بهتر است	۳
آلاینده‌های دیگر هوا	انتشار سرانه‌ی آلاینده‌های «متعارف» هوا (CO، VOC، NOx ذرات و غیره)	کمتر بهتر است	۳
آلودگی صوتی	درصدی از جمعیت که در معرض سطوح بالای سر و صدای ناشی از ترافیک قرار دارد	کمتر بهتر است	۲
آلودگی آب	سرانه‌ی اتلاف آب به دلیل وسایل نقلیه	کمتر بهتر است	۱
اثرات کاربری زمین	سرانه‌ی زمین اختصاص داده شده به امکانات حمل و نقل	کمتر بهتر است	۱
حفاظت از زیستگاه	حفاظت از زیستگاه‌های حیات وحش (تالاب‌ها، جنگل‌ها و غیره)	بیشتر بهتر ا	۱
کارآیی منابع	مصرف منابع تجدیدناپذیر در تولید و استفاده از وسایل نقلیه و امکانات حمل و نقل	کمتر بهتر	۲

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

رویکردهای متفاوت در حمل و نقل پایدار

سازمان توسعه و همکاری اقتصادی[1]، دو رویکرد متفاوت را نسبت به حمل‌ونقل پایدار تشریح می‌کند. رویکرد فن‌سالار که عمدتاً حول محوری به نام هایپر خودرو مانور می‌دهد. ادعا می‌شود که این نسل خودرو ازنظر مصرف سوخت در حدود ۱۵ تا ۲۰ برابر کارآمدتر از نسل فعلی است و دارای مزایای دیگری همچون ایمنی، ارزانی قیمت، راحتی، طول عمر بالاتر و زیبایی ظاهری نیز است. رویکرد دوم بر مبنای کاهش فعالیت و در نتیجه کاهش وابستگی به خودرو است. این نگرش به دنبال کاهش تمایل استفاده از خودرو نسبت به گزینه‌های دیگر و یا کاهش ضرورت استفاده از خودرو است. این هدف می‌تواند از طریق بهبود زیرساخت‌های مربوطه، ارتقای روش‌های دیگر سفر، اصلاح الگوی کاربری زمین و تأکید بر اصلاح عادت‌ها و سبک زندگی شهروندان حاصل شود. این دو رویکرد را به ترتیب می‌توان رویکرد تقلیل‌گرا و جامع نام نهاد(Litman & Burwell, 2006: 334)؛ بنابراین این رویکرد بر بعد کالبدی به‌عنوان یکی از عوامل بسیار مهم در فرایند تصمیم‌گیری مکانی تأکید می‌کند(زالی و بیرجندی، ۱۳۹٤: ۷). توجه صرف به یکی از رویکردها، کافی نیست. به طور مثال، حتی استفاده گسترده از هایپر خودروها نمی تواند مشکلات ناشی از کمبود دسترسی به خدمات شهری را حل کند؛ حتی بیم آن می رود که به دلیل ارزانی استفاده از این خودروها و مزایای دیگر آن‌ها، میزان وابستگی شهروندان به خودرو افزایش یابد؛ بنابراین سه سناریو برای دست یابی به حمل و نقل پایدار قابل پیگیری است.

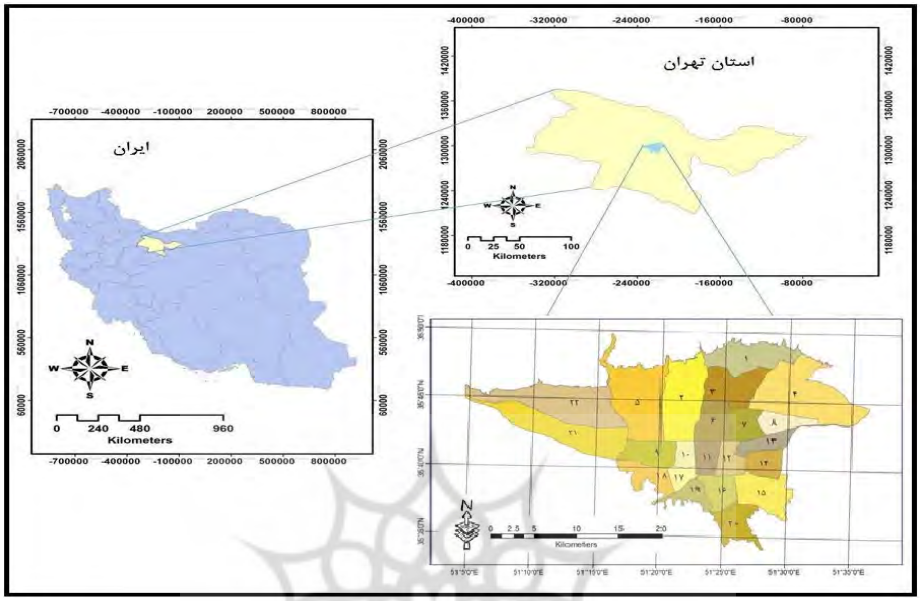
۱. سناریوی فن آوری (تغییر در فن‌آوری حمل و نقل مانند ساخت خودروهایی با موتور احتراق بهتر)؛
۲. سناریوی انسانی(تغییر در الگوهای رفتاری استفاده کنندگان)؛
۳. سناریوی ترکیبی (تغییر در فن آوری و رفتار همراه با هم).

منطقه مورد مطالعه

تهران پرجمعیت‌ترین شهر و پایتخت ایران، مرکز استان تهران و شهرستان تهران است. این شهر با ۸/٦۷۹/۹۳٦ نفر جمعیت،(مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵) بیست و چهارمین شهر پرجمعیت جهان و پرجمعیت‌ترین شهر باختر آسیا به شمار می‌رود. کلان‌شهر تهران نیز سومین کلان‌شهر پرجمعیت خاورمیانه است که وسعتی بیش از ۷۰۰ کیلومتر مربع مساحت دارد و از نظر مختصات جغرافیایی در محدوده ۵۱ درجه و ۱۷ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۳۳ دقیقه طول خاوری و ۳۵ درجه و ۳٦ دقیقه تا ۳۵ درجه و ٤۹ دقیقه عرض جغرافیایی شمالی قرار گرفته است. این شهر از شمال به سلسله جبال البرز، از شرق به لواسانات و از غرب به کرج و از جنوب به ورامین محدود است. از نظر تقسیمات اداری، تهران به ۲۲ منطقه؛ ۱۲۳ ناحیه شهری و ۳٥٤ محله

[1]. OECD

تقسیم می‌شود(سالنامه آماری کلان‌شهر تهران، ۱۳۹۸). مقر اصلی تهران در پای کوه‌های البرز و در میان دو رودخانه بزرگ ناحیه یعنی کرج و جاجرود در محلی که این دو به دشت راه می‌گشایند جای گرفته است. ارتفاع نقاط مختلف شهر تهران بسیار متفاوت است و از شمال به جنوب کاهش می‌یابد. چنان که ارتفاع شهر در میدان تجریش ۱۳۰۰ متر و در میدان راه‌آهن ۱۱۰ متر است، یعنی به ازای هر کیلومتر مساحت، ۱۳/۵ متر اختلاف ارتفاع وجود دارد (ساسان پور، ۱۳۹۰).



شکل ۱. موقعیت کلان‌شهر تهران

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۹)

زمین‌شناسی شهر تهران

تهران از دو بخش کوهستانی در شمال و دشت در قلمرو جنوبی آن، تشکیل شده است. کوه‌های البرز در شمال دشت تهران متشکل از سلسله چین‌ها و راندگی‌های شرقی- غربی است. زون البرز مرتفع شمالی‌ترین حد این قسمت را تشکیل می‌دهد و متشکل از رسوبات پالئوزوئیک، مزوزئیک و ترشیری است که توسط گسل مشأ- فشم به سمت جنوب و به روی چین‌ها حاشیه‌ای رانده شده است. محدوده چین‌های حاشیه‌ای تقریباً به طور کامل از سنگ‌های پیروکلاستیک و آتشفشانی زیر دریایی سازند کرج (ائوسن) تشکیل شده و بین گسل مشأ- فشم در شمال و گسل شمال تهران در جنوب واقع شده است. زون آنتی البرز نیز ناحیه مرتفع جنوب شرقی تهران را در بر می‌گیرد(اطلس کلان‌شهر تهران، ۱۳۸۹). این کلان‌شهر روی نهشته‌های آبرفتی اوایل دوره چهارم زمین‌شناسی (دوره کواترنری) است و از کوهپایه‌های البرز مرکزی تا کناره کویر در جنوب تهران گسترش دارد. سازند آبرفتی تهران شامل آبرفت‌های جوان مخروط افکنه‌ای از دوره کواترنری است که از دامنه جنوبی البرز مرکزی به سمت جنوب، کم و بیش تا کناره کویر ادامه و گسترش می‌یابد و بخشی از دشت را در بر می‌گیرد که بخش گسترده‌ای از شهر روی آن بنا شده است(اسدی، ۱۳۹۵).

۱. ژئومورفولوژی شهر تهران

شهر تهران در حاشیه شمالی واحد زمین ساختی ایران مرکزی و در مرز پایکوه‌های جنوبی واحد مورفوتکتونیکی البرز مرکزی واقع شده است. قرار گرفتن این شهر در مرز این دو واحد ساختمانی موجب شده که از هر دو به طور مستقیم و غیرمستقیم تأثیر پذیرد. زیربنای شهر تهران را مخروط افکنه‌های پایکوهی البرز تشکیل می‌دهند. این مخروط افکنه‌ها بر روی سنگ پایه آتشفشانی- رسوبی دوران سوم زمین شناسی استقرار یافته‌اند و طی دوران چهارم زمین‌شناسی همواره تحت تأثیر فعالیت‌های

تکتونیکی اخیر، متحول شده و در نهایت مورفولوژی کنونی منطقه تهران تکوین یافته است. از دیدگاه ژئومورفولوژی، ناحیه تهران را می‌توان به ٤ واحد کلی به شرح زیر و تعدادی زیر واحد کوچک‌تر تقسیم بندی نمود:

۱)بخش کوهستانی البرز: واحد کوهستانی البرز در شمال تهران را عمدتاً ارتفاعات پیرامون قله توچال و دامنه‌های جنوبی آن تشکیل می‌دهند که مشرف به شهر تهران می‌باشند. قله توچال با ارتفاع بالای ۳۹۰۰ متر و خط الرأس اصلی آن با یک راستای تقریباً شرقی – غربی مسلط به دامنه‌های جنوبی و دشت تهران بوده و حوضه‌های آبریز کوچکی را در دامنه خود تشکیل داده است. رودخانه‌های جاری در این حوضه‌ها شریان‌های حیاتی شهر تهران را تشکیل می‌دهند. جریان آب آن‌ها تقریباً دائمی بوده و شاید علت اصلی شکل‌گیری شهر تهران در این موقعیت جغرافیایی وابسته به شرایط هیدرو ژئومورفولوژیکی موجود و وابسته به ارتفاعات شمالی آن بوده است. عمده‌ترین زیر حوضه‌های کوچکی که دامنه‌های جنوبی ارتفاعات شمالی تهران را تحت پوشش دارند به ترتیب از مغرب به مشرق شامل حوضه‌های کن، فرحزاد، درکه، دربند و تعدادی زیر حوضه کوچک‌تر می‌باشد(اطلس کلان‌شهر تهران، ۱۳۸۹).

۲)مخروط افکنه‌های پایکوهی تهران: به طور کلی تقریباً تمامی شهر تهران بر روی مخروط افکنه‌های تشکیل شده از رسوبات آبرفتی حوضه‌های رودخانه‌ای موجود در دامنه‌های جنوبی توچال استقراریافته است. بافت رسوب، قابلیت نفوذپذیری، توپوگرافی و شیب مناسب برای زهکشی شهری از مهم‌ترین شرایطی است که مورفولوژی مخروط افکنه‌ای برای توسعه شهری تهران فراهم نموده است. از دیدگاه ژئومورفولوژی ساختمان مخروط افکنه‌ای تهران را از شمال به جنوب می‌توان به ٤ بخش متمایز به شرح زیر تقسیم بندی نمود. این ٤ بخش عمدتاً بر اساس توپوگرافی، تأثیرات تکتونیکی و کاربری‌ها تفکیک‌پذیر می‌باشند: الف) لندفرم هزار دره در شمال تهران (آبرفت‌های مرحله اول). ب) تپه‌های کنگلومرایی نیمه شمالی تهران (آبرفت‌های مرحله دوم) ج) مخروط‌های جدید (مرحله سوم) د)آبرفت‌های جدید و بستر سیلابی رودها (مرحله چهارم).

۳) دشت‌های آبرفتی بخش جنوبی تهران: دشت‌های آبرفتی جنوب تهران در قاعده مخروط افکنه‌های جدید واقع شده‌اند. بافت سطحی آن‌ها با رسوبات ریزدانه در حد رس، سیلت و ماسه پوشانده شده است. توپوگرافی سطحی این بخش بسیار هموار بوده و عموماً کمتر از ۱ درجه شیب دارد. ٤)کوه‌های سرخه حصار: کوه‌های سرخه حصار در شرق شهر تهران به عنوان پیش کوه‌های البرز در جنوب یا آنتی البرز قلمداد می‌شوند. بلندترین نقطه آن کوه سه پایه با ارتفاع حدود ۲۰۰۰ متر است. از نظر ژئومورفولوژی نظم خاصی در این توده کوهستانی دیده نمی‌شود. پیش‌آمدگی توده سرخه حصار با تحدب غربی، بی‌نظمی خاصی را در مورفولوژی شهر تهران به وجود آورده و توسعه این کلان‌شهر را به سمت مشرق محدود ساخته است (اطلس کلان‌شهر تهران، ۱۳۸۹).

گسل‌ها و تکتونیک‌های شهر تهران

از نظر زمین‌شناسی، قدیمی‌ترین تا جدیدترین سازندها در منطقه تهران مشاهده می‌گردد. منطقه تهران از نظر تکتونیکی از نواحی زلزله‌خیز محسوب می‌شود و گسل‌های فعال البرز مرکزی در آن قرار دارند (سعید نیا، ١٣٦٨). به طور کلی، زمینی که تهران بر آن گسترش یافته، یکپارچه و مستحکم نیست، بلکه گسل‌های کوچک و بزرگی آن را شکسته و قطعه قطعه کرده‌اند که بیشتر جهت شمال غربی ـ جنوب شرقی یا غربی – شرقی دارند. شواهد نشان می‌دهد که این قطعات اغلب نسبت به هم حرکت‌هایی داشته‌اند. نیمه شمالی تهران از نظر حرکت گسل آسیب‌پذیرتر از نیمه جنوبی آن است. مهم‌ترین گسل سراسری داخل تهران به طول صدها کیلومتر، درست از پای توچال یعنی از شمال فرحزاد، سعادت‌آباد، ولنجک و نیاوران می‌گذرد. در شمال کهریزک نیز، گسل مهم دیگری قرار دارد که به سمت گرمسار ادامه می‌یابد و در فاصله این دو گسل اصلی، ده‌ها گسل

قائم یا مایل کوچک و محلی هست که بیشتر زیربنای زمین‌های شمال تهران را در بر گرفته و احتمالاً از گسل‌های اصلی خطر کمتری دارند.

هیدرولوژی شهر تهران

شبکه هیدرولوژی تهران متشکل از رودخانه‌ها و مسیل‌هایی است که روی نقشه‌های مادر تهران کاملاً مشخص است. به طور کلی، حوزه آبریز تهران با وسعتی حدود ۲۰٦,٤۸٤ هکتار و ارتفاع متوسط ۱٤۰۳ متر از سطح دریا واقع شده است. این حوزه از شمال به حوزه آبخیز جاجرود و کرج، از مشرق به حوزه جاجرود و از جنوب و مغرب به حوزه آبخیز کرج محدود است- (صفوی،۱۳۸۱). همچنین شبکه آب تهران به غیر از موارد مذکور از سدها و منابع زیرزمینی (شامل قنوات و چاه‌ها) تأمین می‌شود. امروزه در محدوده تهران و حومه آن، حدود پانصد رشته قنات وجود دارد. در حال حاضر، شبکه رودخانه‌ای شمال تهران از مشرق به مغرب عبارت است از: دارآباد، گلاب دره، دربند، درکه، فرحزاد و حصارک. در اینجا لازم است، ذکر شود که این حوضه‌ها شدیداً دست‌خوش تغییرات و ساخت‌وساز قرار گرفته‌اند و به حریم طبیعی آن‌ها دست‌اندازی شده است که با در نظر گرفتن دوره برگشت سیل، تغییرات مذکور می‌توانند خسارات جبران‌ناپذیری به بار آورند. سیل شمیران در محدوده تجریش در ۱۳٦٦ را به یاد آورید(ساسان پور، ۱۳۹۰).

توپوگرافی شهر تهران

منطقه کلان‌شهر تهران از سه بخش کوهستانی، کوهپایه و دشت تشکیل می‌شود. مناطق کوهستانی، ارتفاعات بالای ۱۸۰۰ متر را در بر می‌گیرد. به دلیل ارتفاع زیاد و محدودیت‌های قانونی، ساخت‌وساز و سکونت در این محدوده وجود ندارد. از این‌رو توسعه فیزیکی تهران عمدتاً در منطقه کوهپایه و دشت در دامنه‌های جنوبی البرز صورت گرفته است. بخش‌های جنوبی شهر در دشت وسیع و همواری رشد کرده است. ارتفاعات شمالی و شرقی، توسعه شهر را در این سمت با محدودیت مواجه نموده و شرایط جغرافیایی خاص بیابانی جنوب و بالا بودن سطح آب‌های زیرزمینی نیز توسعه را در این منطقه محدود کرده است. به همین دلیل بخش غربی شهر به واسطه برخورداری از شرایط نسبتاً مساعد جغرافیایی، مناسب‌ترین محدوده برای توسعه تلقی می‌شود. شهرک‌ها و شهرهای جدید نیز عمدتاً این‌سوی شکل گرفته و توسعه‌یافته‌اند. شرایط توپوگرافی شهر بر بافت کالبدی و فضایی شهر به‌ویژه در قسمت‌های شمالی شهر تأثیر مستقیم دارد. اختلاف ارتفاع در برخی قسمت‌های شهر، سیمای خاصی به شهر تهران داده به گونه‌ای که نمای تهران از شمال شهر و چشم‌انداز کوهستانی از جنوب شهر در مورفولوژی شهری مؤثر بوده است. چشم‌گیرترین موضوع در تهران با توجه به جهت ناهمواری جهت شمالی و جنوبی ناهمواری‌ها می‌باشد. از سمت جنوب به شمال، ارتفاع زمین افزایش می‌یابد به طوری که اختلاف ارتفاع بین قسمت‌های پست حدود ۹۰۰ متر و قسمت‌های مرتفع تا ۱۸۰۰ متر دیده می‌شود. اختلاف ارتفاع ۹۰۰ متری باعث تعدیل آب و هوا، پوشش گیاهی مناسب‌تر و ایجاد مناطق ییلاقی زیبای شمال تهران شده است. از منظر شمال به جنوب تقریباً تمام تهران در افق دید قرار دارد. با حرکت از جنوب به شمال، تغییرات بسیار چشمگیر هم در شرایط محیط طبیعی و هم شرایط اجتماعی، ارزش مکانی، دسترسی به خدمات و سرویس‌های خاص قابل مشاهده است به نحوی که می‌توان گفت شیب جغرافیایی و شیب اجتماعی تهران بر یکدیگر منطبق است. یا به عبارتی توپوگرافی شهر به نوعی انعکاسی از توپوگرافی اقتصادی- اجتماعی آن است- (اطلس کلان‌شهر تهران، ۱۳۸۹).

اقلیم و آلودگی کلان‌شهر تهران

با توجه به اینکه شهر تهران دارای موقعیت خاص جغرافیایی است(ارتفاع زیاد از سطح دریا و اختلاف ارتفاع در شمال و جنوب آن) و از شرایط نامناسب بافت شهری برخوردار است و وسائل نقلیه بسیار زیادی در طول شبانه‌روز در آن فعالیت

مشغول‌اند و بادهای غربی در تمام طول سال دود کارخانه‌ها و سایر عوامل آلوده‌کننده را به سطح شهر تهران وارد می‌سازد، در مجموع دارای شرایط بسیار بد و نامساعد زیست‌محیطی بوده و آلودگی هوای آن در سال‌های اخیر با محتوای گازهای سمی به‌صورت بسیار خطرناک عمل می‌نماید که تغییرات بسیار چشمگیر محیطی و اقلیمی را در آن موجب گردیده است. شهر تهران در دره جنوبی البرز واقع شده است و پس از غروب آفتاب، نواحی کوهستانی شهر به علت سنگی بودن، سرد شده و هوای سرد به تدریج و به آرامی به پایین حرکت می‌کند و کلیه خاک و دود موجود روی شهر تهران را با خود به‌طرف جنوب شهر برده و به صورت ابر غلیظی انباشته می‌سازد. این ابر غلیظ به هنگام صبح به‌خوبی در آسمان جنوب شهر قابل رؤیت است در طول روز از آغاز طلوع خورشید، نواحی کوهستانی شهر به زودی حرارت آفتاب را جذب نموده و در نتیجه هوای کوهستان به آرامی صعود می‌نماید و در این هنگام هوای فلات تهران به تدریج جایگزین آن می‌گردد و به‌طرف شمال تهران حرکت می‌نماید و این حرکت و انتقال معمولاً تا نیمه شب ادامه می‌یابد. به این سبب به هنگام صبح دید افقی در جنوب شهر بسیار کم و بالعکس در شمال شهر و ارتفاعات البرز به خوبی و وضوح قابل رؤیت می‌باشد و به هنگام عصر تا نیمه‌شب دید افقی به علت انتقال هوای آلوده به شمال شهر در این ناحیه بد و در جنوب شهر بهتر است. در ماه‌های سرد سال به علت وجود پدیده اینورژن و یا وارونگی دما بر شدت آلودگی هوا در سطح شهر تهران افزوده شده و در صورت فقدان جریانات جوی سیستمی، ممکن است به علت ساکن بودن هوا هر روز بر شدت آلودگی هوا افزوده گردد(سالنامه آماری کلان‌شهر تهران، ۱۳۹۸).

به طور کلی تهران در فصل سرد سال متأثر از سیستم‌های شمالی و شمال غربی و غربی و جنوب غربی است که طی نفوذ خود به فلات ایران، شهر تهران را نیز تحتت تأثیر خود قرار می‌دهند. اصولاً زمستان‌ها در سطح این شهر سرد و خشک می‌باشد. همجوار بودن با کویر نیز موجب می‌شود تا در تابستان‌ها بادهای گرم و خشک شرقی و جنوب شرقی بر آن تأثیر بگذارد. تابستان‌های این شهر در مجموع گرم و خشک و غبار آلود است(اسدی، ۱۳۹۵).

در زیر چهار پارامتر دما، بارش، رطوبت و آلودگی در کلان‌شهر تهران مختصر توضیح داده شده است:

دما

در محدوده کلان‌شهر تهران، دمای سالانه بین ۱۵ تا ۱۸ درجه متغیر بوده و با توجه به ناهموار بودن محدوده شهر، میانگین سالانه در مناطق مختلف آن حدود ۳ درجه سانتی‌گراد اختلاف دما دارند. این اختلاف در مورد میانگین دماهای حداقل دوره سرد سال و حداکثر دوره گرم سال نیز کم و بیش حفظ می‌شود(اطلس کلان‌شهر تهران، ۱۳۸۹).

بـارش

بارش سالانه در محدوده تهران عمدتاً متأثر از تغییرات ارتفاعی محدوده شهر بوده و بین حداکثر ٤٢٢ میلی‌متر در شمال تهران تا ١٤٥ میلی‌متر در جنوب شرق تهران متغیر است. تعداد روزهای همراه با بارش نیز از همین الگو تبعیت کرده و بین حدود ۸۹ روز در شمال تهران تا ۳۳ روز در جنوب شهر تهران تفاوت می‌کند. همچنین در محدوده تهران بین ۲۰۵ تا ۲۱۳ روز هوای صاف تا کمی ابری وجود دارد(همان، ۵۱).

رطوبت

میانگین تغییرات ماهانه رطوبت نسبی کمینه و بیشینه در ایستگاه مهرآباد تهران نشان می‌دهد رطوبت نسبی در ایام صبحگاهی بین حداقل ۳۸ درصد تا حداکثر ۷۹ درصد به ترتیب در ماه‌های تیر و دی نوسان دارد. این تغییرات در مورد رطوبت نسبی نیمروزی بین ۱۵ درصد در خردادماه تا ٤٧ درصد دردی ماه متغیر است(همان، ۵۱).

آلودگی

آلودگی هوای تهران یکی از معضلات اساسی این کلان‌شهر است. تهران بزرگ‌ترین قطب صنعتی و تجاری کشور محسوب می‌شود و با جمعیتی حدود ۷/۷ میلیون نفر، یکی از کلان‌شهرهای بزرگ دنیا است. عوامل طبیعی، فرم ساخت شهری وجود بیش از ۲ میلیون خودرو فعال و ۵۰۰ هزار موتورسیکلت، ۵ هزار واحد صنعتی (معادل ۲۵٪ صنایع کل کشور) با مصرف حدود ۲۰ درصد کل انرژی کشور، تمرکز ۷۰ درصد خدمات و ۸۰ درصد متخصصین، این شهر را به یکی از آلوده‌ترین شهرهای جهان تبدیل کرده است (سازمان حفاظت محیط‌زیست، ۱۳۷٦). به طوری که در برهه‌ای از زمان به عنوان آلوده‌ترین شهر بعد از دهلی‌نو شناخته شد(همان، ۵۱).

۲. ویژگی‌های جمعیت شناختی شهر تهران

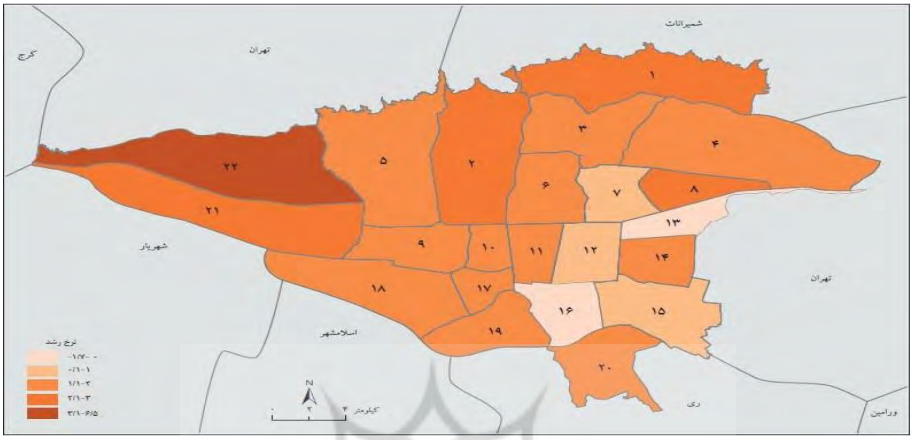
جمعیت شهر تهران در سرشماری ۱۳۹۵ برابر با ۸/٦۷۹/۹۳٦ نفر بوده است که از ۲۲ منطقه شهری تهران منطق ٤ با جمعیت معادل ۹۱۷/۲٦۱ نفر پرجمعیت‌ترین و منطقه ۹ با جمعیت معادل ۱۷٤/۱۱۵ نفر کم‌جمعیت‌ترین منطقه بوده است. در سال ۱۳۹۵ منطقه ۲۲ با نرخ رشد جمعیت ٦/۵ دارای بالاترین نرخ رشد و منطقه ۱۳ با نرخ رشد ۱/۷- دارای کمترین نرخ رشد بوده‌اند. تراکم جمعیت به عنوان یک معیار بررسی پراکندگی جمعیت در سطح شهر که بازتاب دهنده بسیاری از شاخص های دیگر جمعیتی است در این قسمت در سطح کلانشهر تهران و مناطق ۲۲ گانه در جدول زیر بررسی شد. بررسی ها در زمینه تراکم جمعیت بیانگر آن است که؛ تهران همواره در مسیر افزایش تراکم جمعیت قرار داشته است به طوری که از ۷٤/۸ نفر در هکتار در سال ۱۳٦۵ به ۱۰۰ نفر در هکتار در سال و ۱٤۵ نفر در هتکتار در سال ۱۳۹۵ ۱۳۹۰ افزایش یافته است. بیشترین تراکم جمعیت در منطقه ۱۰ برابر با ٤۱۲ نفر در هکتار است در مقابل کمترین تراکم به منطقه ۲۲ اختصاص یافته است که برای سال ۱۳۹۵ برابر با ۳٤ نفر در هکتار است.

جدول ۳. جمعیت و خانوار شهر تهران به تفکیک مناطق

منطقه	جمعیت	نسبت جنسی	بعد خانوار	مساحت	نرخ رشد ۹۰ تا ۹۵	تراکم جمعیت
۱	٤۳۹۳۸۸۹	۹٦	۲.۹	٤٦٦۱	۲.۹	۱۱۲
۲	٦۹۲۵۷۹	۹۵	۲.۹	٤۷۰۱	۲.۱	۱۵٤
۳	۳۳۰۰۰٤	۹۲	۲.۸	۲۹۲۲	۱.۱	۱۱۵
٤	۹۱۷۲٦۱	۹۹	۳	٦۱۵۵	۱.٦	۱۵٤
۵	۸۵٦۵٦۵	۹٦	۲.۹	۵۳۱٦	۱.٦	۱٦٦
٦	۲۵۰۷۵۳	۹٦	۳	۲۱۳۷	۱.۸	۱۲۲
۷	۳۱۲۰۰۲	۹۵	۲.۷	۱۵۳٤	۰.۲	۲۰٤
۸	٤۲۵۰٤٤	۹٦	۲.۹	۱۳۱٦	۲.٤	۳۳۹
۹	۱۷٤۱۱۵	۱۰۲	۳	۱۹۷۵	۱.۹	۹۲
۱۰	۳۲٦۸۸۵	۹۸	۲.۸	۸۱۹	۱.۵	٤۱۲
۱۱	۳۰۸۱۷٦	۱۰۱	۲.۹	۱۲۰۳	۱.۳	۲٦۳
۱۲	۲٤۰۹۰۹	۱۰۳	۳	۱٦۰۱	۰.۱	۱۵۱
۱۳	۲۵۳۰۵٤	۹۹	۳	۱۲۸٦	-۱.۷	۱۹۰
۱٤	٤۸۹۱۰۱	۱۰۰	۳	۱٤۵۵	۱.۹	۳٤۹
۱۵	٦۵۹٤٦۸	۱۰۳	۳.۲	۲۷۷٤	۰.۸	۲٤۲
۱٦	۲٦۷٦۷۸	۱۰۱	۳.۱	۱٦۵۲	-۱.٤	۱۵۸
۱۷	۲۷۸۳۵٤	۱۰۱	۳.۱	۸۲۵	۱.۹	۳۵۱
۱۸	٤۱۹۲٤۹	۱۰٤	۳.۲	۳۷۸۷	۱.٤	۱۱٤

۱۹	۲۵۵۵۳۳	۱۰٤	۳.۳	۲۰۳٤	۱.۳	۱۲۹
۲۰	۳٦۷٦۰۰	۱۰۰	۳.۲	۲۳۵۸	۱.۵	۱٦۱
۲۱	۱۸٦۳۱۹	۱۰۱	۳.۱	۵۱۵۳	۲.۸	۳۸
۲۲	۱۷۵۳۹۸	۱۰۳	۳.۲	۵۹۰۰	٦.۵	۳٤
مجموع	۸٦۷۹۹۳٦	۹۸.۹	۳	٦۱۵٦۲	۱.۵	۱٤۵

منبع: سالنامه آماری کلان‌شهر تهران، ۱۳۹۸



شکل ۲. نرخ رشد جمعیت شهر تهران طی سال‌های ۱۳۹۰ تا ۱۳۹۵

منبع: سالنامه آماری کلان‌شهر تهران، ۱۳۹۸

در طی یک دوره ٦۰ ساله، جمعیت تهران طی دوره مذکور به طور متوسط ۳/۱۱ درصد رشد داشته است. بیشترین تغییرات جمعیت تهران در دوره‌های ۳۵-٤۵ و ٤۵-۵۵ رخ داده است که مربوط به دورهای تاریخی بعد از اصلاحات ارضی است. نرخ رشد این دوره‌ها به ترتیب حدود ٦/۰٤ و ۵/۲٤ درصد و بیشترین میزان افزایش جمعیت در دوره ۵۵ - ٤۵ رخ داده است که برابر با ۱۸۱۱۱۰۳ نفر است. جدول زیر تحولات جمعیتی تهران را از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵ نشان می‌دهد.

جدول ٤. تحولات جمعیتی کلان‌شهر تهران از سال ۱۳۳۵ تا ۱۳۹۵

سال سرشماری	۱۳۳۵	۱۳٤۵	۱۳۵۵	۱۳٦۵	۱۳۷۵	۱۳۸۵	۱۳۹۰	۱۳۹۵
جمعیت	۱۵۱۲۰۸۲	۲۷۱۹۱۳۰	٤۵۳۰۳۳۳	٦۰۹٤۸۷٦	٦۸۵۳۸٦٤	۷۷۹۷۵۲۰	۸۱۵۱۸۹۸	۸/٦۷۹/۹۳٦
نرخ رشد	-	٦/۰٤	۵/۲٤	۳/۰۱	۱/۱۸	۱/۳	۰/۸	۱/۵

منبع: مرکز آمار ایران، ۱۳۹۵

یافته‌ها

وزن دهی به معیارها یکی از مراحل مهم و اساسی در به‌کارگیری روش تحلیل سلسله مراتبی است. هدف از وزن دادن به معیارها بیان نمودن اهمیت هر معیار نسبت به معیار دیگر است. در انتخاب وزن‌ها باید نهایت دقت به عمل آید تا بتوانیم به نتایج قابل قبولی دست یابیم (مهدی زاده ابیضی، ۱۳۹٦: ۱۰۱). در این مرحله از پژوهش با توجه به وضعیت ایران ۵ نوع سوخت مورد استفاده بنزین (A1)، گازوییل (A2)، گاز مایع (LPG) (A3)، گاز فشرده (CNG) (A4) و برق (A5) در انواع مختلف وسایل حمل‌ونقل در ایران شناسایی شده است؛ لذا با توجه به اینکه هر کدام از این ۵ نوع سوخت دارای تفاوت‌های فراوانی با هم دیگر هستند با توجه به نظر کارشناسان (نظر ٤۰ کارشناس و متخصص این ۵ نوع سوخت از ۵ جهت به شرح زیر با هم مقایسه شده‌اند:

۱. میزان آلودگی برای محیط‌زیست

۲. قیمت مناسب نوع سوخت
۳. تطبیق وسایل حمل‌ونقل در ایران به این نوع سوخت‌ها(مثلاً برقی کردن خودروها یا گاز سوز کردن خودروها)
٤. ایجاد جایگاه‌های تأمین سوخت مورد نیاز
٥. در توانایی ملی در جهت تأمین این سوخت‌ها

جدول ٥. مشخصات کارشناسان مربوط جهت پاسخگویی به پرسشنامه AHP

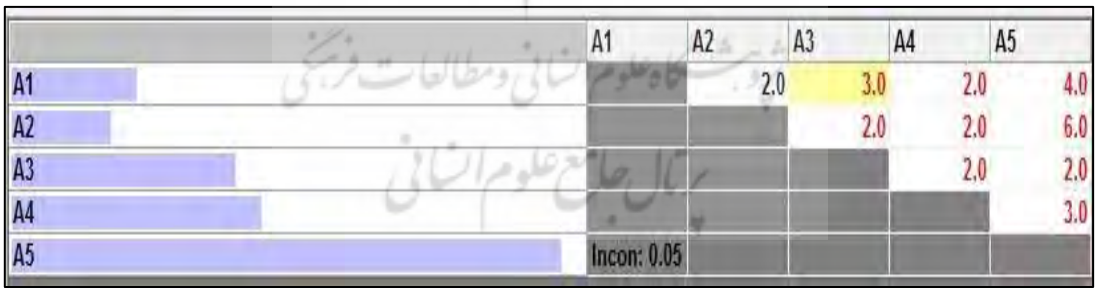
تعداد	تخصص	تحصیلات
٢٤	واحد حمل و نقل شهرداری	کارشناسی و کارشناسی ارشد
١٠	اساتید دانشگاه (رشته برنامه‌ریزی شهری و حمل‌ونقل)	دکترا
٦	دانشجویان دکتری و کارشناسی ارشد که دارای پژوهش در زمینه حمل‌ونقل بوده‌اند	کارشناسی ارشد و دکترا
مجموع ٤٠ نفر		

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

در زمینه مشخص کردن میزان اهمیت هر کدام از انواع سوخت‌ها (مقایسه دو به دو) از جهت ۵ عامل مطرح‌شده از روش AHP استفاده شده است که در ابتدا پرسشنامه‌ای در این زمینه که مشخص کننده درجه اهمیت هر نوع سوخت نسبت به هم دیگر بوده طراحی‌شده (در پیوست ارائه خواهد شد) سپس در اختیار کارشناسان قرار داده شده و در نهایت از نظر کارشناسان میانگین‌گیری شده و با استفاده از نرم‌افزار Expert Choice درجه اهمیت هر نوع سوخت به لحاظ ۵ عامل مطرح شده مشخص شده است.

مقایسه انواع سوخت از جهت ایجاد میزان آلودگی

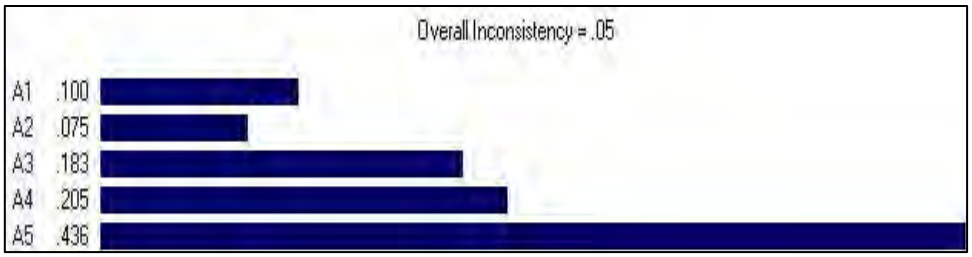
در این زمینه در قالب پرسشنامه طراحی شده از ٤٠ کارشناس منتخب در زمینه اینکه از ۵ سوخت انتخابی کدام نوع سوخت دارای اثرات نامطلوب کمتری بر محیط‌زیست است(کدام نوع سوخت ایجاد کننده آلودگی کمتری است) سؤال شده است و از متخصصان خواسته شده است که ۵ نوع سوخت مختلف را در این زمینه دو به دو با هم مقایسه نمایند؛ که نتایج در شکل زیر آمده است:



نمودار ۱. ماتریس مقایسه دو به دویی برای معیارها (انواع سوخت)

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

چنانچه شاخص سازگاری معادل ۰/۱ یا کمتر از آن باشد یعنی CR < 0/1 وزن دهی صحیح است؛ در غیر این صورت وزن نسبی داده شده به معیارها بایستی تغییر یابند و وزن‌دهی مجدداً انجام پذیرد (جعفری، ١٣٩٤: ٩١)، همان‌طور که مشاهده می‌شود مقدار نرخ ناسازگاری (۰/۰۵) از میزان مجاز آن کمتر بوده و این صحت سازگاری را نشان می‌دهد.



نمودار ۲. نمودار مقایسه زوجی اهمیت معیارها (نوع سوخت) نسبت به هم

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

بنابراین چنانچه مشاهده می‌شود سوخت برقی (A5) با وزن ۰/٤۳٦ دارای کمترین میزان آلودگی برای محیط‌زیست می‌باشد همچنین سوخت گازوییل (A2) با وزن و درجه اهمیت ۰/۰۷۵ دارای بیشترین میزان آلودگی برای محیط‌زیست می‌باشد.

مقایسه انواع سوخت از جهت قیمت مناسب

یکی از موارد بسیار مهمی که نقش اساسی در زمینه تمایل افراد به استفاده از یک نوع سوخت خاص برای خودرو می‌شود می‌تواند قیمت آن باشد. طبیعتاً بسیاری از افراد حاضرند با پرداخت هزینه کمتر سوخت مورد نیاز خودرو خود را تأمین نمایند طوری که حتی ایجاد میزان آلودگی هم برای افراد بسیار مهم نباشد. یکی از رویکردهایی که می‌توان بیشتر بر روی آن سرمایه‌گذاری کرد، مصرف داخلی این منبع انرژی ارزان به جای سوخت‌های مایع و گران قیمت است؛ از جمله این موارد استفاده از سوخت CNG در خودروهای شخصی و عمومی است. نتایج مقایسه دو به دو انواع سوخت در این زمینه که کدام نوع سوخت در ایران دارای قیمت مناسب و به صرفه برای مصرف کننده است.

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1.0	1.0	2.0	2.0
A2			1.0	2.0	1.0
A3				2.0	2.0
A4					3.0
A5	Incon: 0.04				

نمودار ۳. ماتریس مقایسه دو به دویی برای معیارها (انواع سوخت)

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

با توجه به اینکه شاخص سازگاری برابر با ۰/۰٤ و کمتر از ۰/۱ است، وزن دهی صحیح می‌باشد

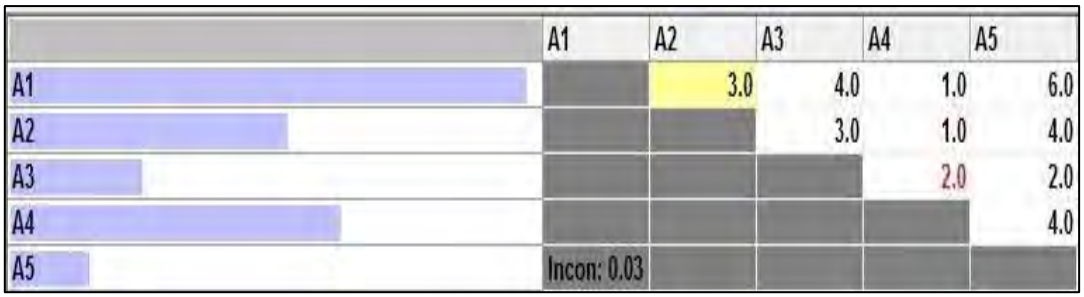
گاز فشرده (A4) (CNG) با وزن ۰/۳٤۹ بر اساس نظر کارشناسان دارای قیمت مناسب‌تری نسبت به سایر سوخت‌ها می‌باشد؛ درجه اهمیت سایر سوخت‌ها در شکل زیر آمده است.

نمودار ٤. نمودار مقایسه زوجی اهمیت معیارها (نوع سوخت) نسبت به هم

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

۳. مقایسه انواع سوخت از جهت تطبیق وسایل حمل‌ونقل در ایران به این نوع سوخت‌ها (مثلاً برقی کردن خودروها یا گاز سوز کردن خودروها)

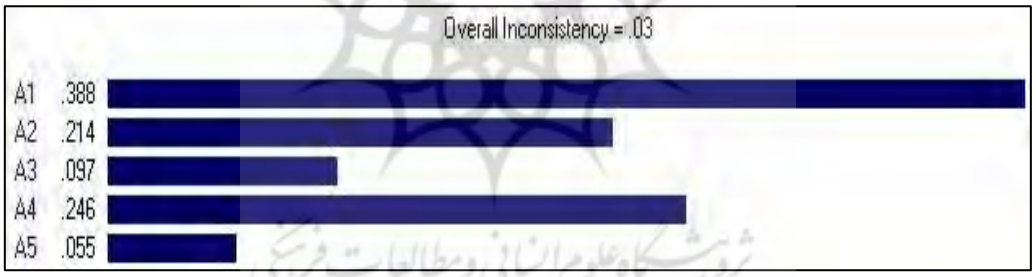
در این زمینه از متخصصان و کارشناسان خواسته شده ست که ۵ نوع سوخت مختلف را از لحاظ تطبیق وسایل حمل‌ونقل به این نوع سوخت‌ها با هم مقایسه نمایند. نتایج مربوط به این مورد در شکل ٤-۱۵ نشان داده شده است. همچنین با توجه به این نکته که شاخص سازگاری کمتر از ۰/۱ است؛ می‌توان نتیجه گرفت که وزن دهی کاملاً صحیح می‌باشد.



نمودار ۵. ماتریس مقایسه دو به دویی برای معیارها (انواع سوخت)

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

تحلیل مربوط به شکل بالا گویای این نکته است که با توجه به اینکه اکثریت وسایل حمل‌ونقل در ایران بنزینی سوز هستند قابلیت در این زمینه بسیار بالا است و اکثریت خودروها در ایران و تهران تطبیق کاملی با بنزین دارند. در رده دوم و سوم سوخت گاز فشرده و گازوییل با اوزان ۰/۲٤٦ و ۰/۲۱٤ قرار می‌گیرد؛ بنابراین اکثریت خودروها در ایران قابلیت گاز سوز شدن را دارند.

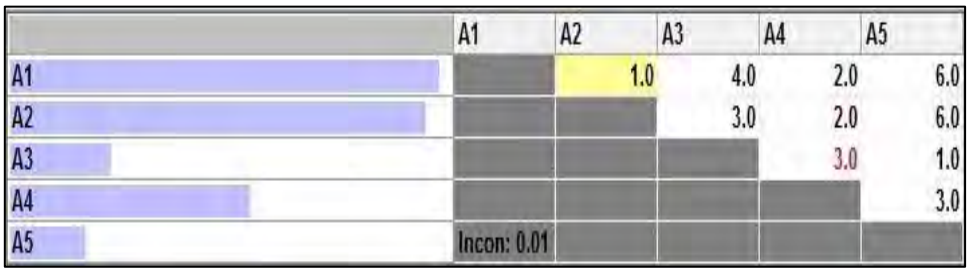


نمودار ٦. نمودار مقایسه زوجی اهمیت معیارها (نوع سوخت) نسبت به هم

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

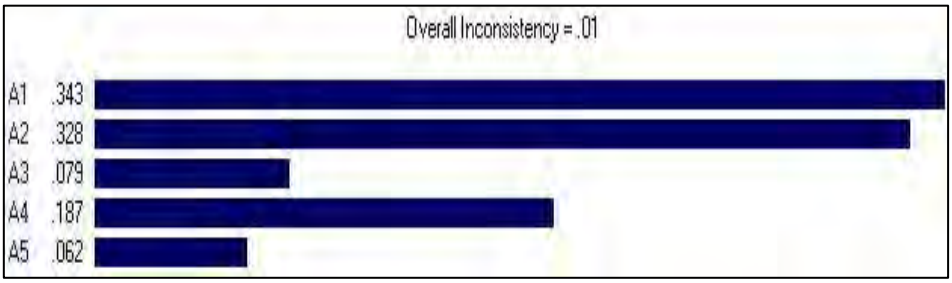
ایجاد جایگاه‌های تأمین سوخت مورد نیاز

نتایج تحلیل مربوط به ایجاد جایگاه‌های تأمین سوخت خودرو در شکل‌های زیر آمده است. بر این اساس چون اکثریت خودروها در ایران بنزین سوز هستند، ایجاد جایگاه سوخت بنزین و گازوئیل و دسترسی به این جایگاهِ چندان مشکل نمی-باشد. بعد از این دو سوخت ایجاد جایگاه‌های مربوط به سوخت گاز فشرده در اولویت قرار می گیرد.



نمودار ۷. ماتریس مقایسه دو به دویی برای معیارها (انواع سوخت)

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)



نمودار ۸. نمودار مقایسه زوجی اهمیت معیارها (نوع سوخت) نسبت به هم

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

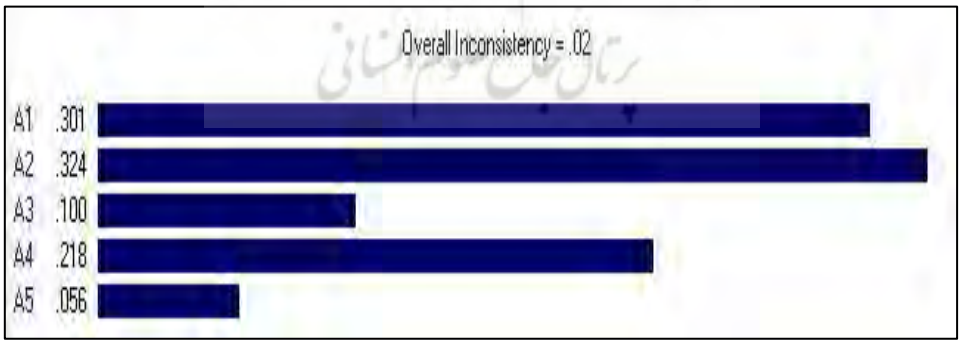
توانایی کشور در جهت تأمین این سوخت‌ها

یکی از موارد بسیار مهم که در مصرف سوخت باید مورد توجه قرار گیرد علاوه بر کاهش اثرات زیست‌محیطی آن؛ توانایی کشور در جهت تأمین سوخت و جلوگیری از خروج ارز می‌باشد؛ که با توجه به وضعیت ایران و جایگاه مناسب در زمینه تولید گاز در جهان می‌توان ایران را کشوری دانست که توانایی تأمین این سوخت را برای اکثریت خودروها با هزینه کم دارد. در این زمینه نظر ٤٠ کارشناس در قالب شکل آورده شده است. بر این اساس سوخت‌های گازوییل، بنزین و گاز فشرده در رتبه‌های اول تا سوم قرار می‌گیرند؛ و با توجه به اینکه مقدار شاخص ناسازگاری کمتر از ۰/۱ است می‌توان چنین نتیجه گرفت که وزن دهی به درستی انجام گرفته است.

	A1	A2	A3	A4	A5
A1		1.0	4.0	1.0	5.0
A2			3.0	2.0	5.0
A3				2.0	2.0
A4					4.0
A5	Incon: 0.02				

نمودار ۹. ماتریس مقایسه دو به دویی برای معیارها (انواع سوخت)

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)



نمودار ۱۰. نمودار مقایسه زوجی اهمیت معیارها (نوع سوخت) نسبت به هم

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

انتخاب بهترین نوع سوخت (پاک‌ترین) با توجه به ۵ عامل مطرح شده با قابلیت بومی‌سازی از دیدگاه کارشناسان

در این بخش از پژوهش از کارشناسان خواسته شده است تا بر اساس ۵ عامل مطرح شده به معرفی بهترین نوع سوخت که علاوه بر آنکه می‌تواند به کاهش وضعیت آلایندگی هوا و تخریب محیطزیست در کلان‌شهر تهران بی‌انجامد دارای قابلیت

بومی‌سازی مناسبی با توجه به وضعیت کشور باشد و شرایط برای استفاده از این نوع سوخت در تهران فراهم گردد، بپردازند. در این راستا در ابتدا پرسشنامه‌ای متشکل از سؤالات ۵ گزینه‌ای از طیف کاملاً نامناسب تا کاملاً مناسب (طیف لیکرت) استفاده شده است. برای آزمون اینکه کدام نوع سوخت مناسب و قابلیت بومی‌سازی دارد از آزمون T تک نمونه‌ای استفاده شده است. این آزمون برای مقایسه میانگین‌ها استفاده می‌شود. در پرسشنامه طراحی شده از طیف لیکرت که طیفی ۵ ارزشی است استفاده شده، در تحلیل آماری نیز ۵ ارزش داده شده است، عدد ۱ اصلاً مناسب نمی‌باشد و قابلیت بومی‌سازی ندارد، عدد ۲ مناسب نمی‌باشد و قابلیت بومی‌سازی ندارد، عدد ۳ در حد متوسط است، عدد ٤ مناسب است و دارای قابلیت بومی‌سازی است و در نهایت عدد ۵ نشان دهنده کاملاً مناسب بودن سوخت و قابلیت بالای بومی‌سازی است؛ بنابراین میانگین امتیازات عددی بین ۱ تا ۵ است و عدد ۳ به‌عنوان امتیاز حد متوسط و Test Valu است. اگر پاسخ کارشناسان طوری باشد که میانگین امتیازات آن‌ها بالاتر از امتیاز حد متوسط باشد و سطح معناداری هم کمتر از ۰/۰۵ باشد در آن صورت گفته می‌شود که سطح آن متغیر به طور معناداری بالاست و بالعکس اگر در سطح معنی‌داری کمتر از ۰/۰۵ پایین‌تر از حد متوسط باشد گفته می‌شود که به طور معناداری سطح متغیر بالاتر از حد متوسط است.

جدول ٦. وضعیت میزان قابلیت بومی‌سازی سوخت‌های مختلف بر اساس آزمون T

به درصد

نوع سوخت	اصلاً قابلیت بومی‌سازی ندارد	قابلیت بومی‌سازی ندارد	متوسط	قابلیت بومی‌سازی دارد	دارای قابلیت بومی‌سازی بالا است	میانگین	Test Value	T	Sig
بنزین	۳۷/۵	٤۵	۱۲/۵	۵	۰	۱/۸۵	۳	-۸/۷۲	۰/۰۰۰
گازوییل	٦۷/۵	۲۰	۱۲/۵	۰	۰	۱/٤۵	۳	-۱۳/۷۲	۰/۰۰۰
گاز مایع	۲/۵	۳۲/۵	۳۷/۵	۱۵	۱۲/۵	۳/۰۳	۳	۰/۱۵	۰/۰۰۱
گاز فشرده	۰	۱۲/۵	۵	۲۷/۵	۵۵	٤/۲۵	۳	۷/٦٦	۰/۰۰۰
برق	۱۵	۲۷/۵	٤۵	۱۰	۲/۵	۲/۵۸	۳	-۲/۸۰	/۰۰۸

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

تحلیل یافته‌ای مربوطه در زمینه میزان قابلیت بومی‌سازی سوخت‌های مختلف با توجه به کاهش میزان آلایندگی هوا و اثرات نامناسب محیطی زیستی کم و قابلیت کشور و کلان‌شهر تهران برای تطبیق وسایل حمل‌ونقل با این نوع سوخت بر اساس نظرات ٤۰ کارشناس به این صورت می‌باشد که استفاده از گاز فشرده (CNG) با توجه به میانگین ٤/۲۵ چون بالاتر از حد وسط که ۳ است داری بیشترین قابلیت جهت معرفی شدن به‌عنوان مناسب‌ترین و پاک‌ترین سوخت جهت استفاده در حمل‌ونقل تهران را دارد. با توجه به اینکه اکثریت خودروها در ایران داری قابلیت تبدیل شدن به خودروی گاز سوز هستند (دارای هزینه پایینی است) و با توجه به اینکه ایران در رتبه دوم تولید گاز در جهان است و دارای بیشترین ذخیره گازی در سطح جهان بعد از کشور روسیه می‌باشد می‌توان با برنامه‌ریزی‌های مناسب میزان استفاده از بنزین و گازوییل که دارای درجه آلودگی بالاتری نسبت به گاز فشرده هستند و به مراتب قیمت بالاتری نسبت به آن هستند را کاهش داد و گاز فشرده را جایگزین آن نمود. از جمله مزیت‌های اصلی گاز سوز کردن خودروها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. مشکلی که این روزها گریبان بسیاری از شهرهای بزرگ ایران را گرفته و باعث تعطیلی کلان‌شهری‌های کشور شده است، موضوع آلودگی هواست که در بسیاری از شهرها به حد هشدار رسیده است. گازسوز کردن خودروها شاید بتواند مرهم کوچکی بر زخم‌های آلودگی هوای کلان‌شهرها باشد. به طور کلی سوخت سی ان جی در مقایسه با دیگر سوخت‌های کربنی دارای پایین‌ترین نسبت کربن به هیدروژن یعنی یک اتم کربن به چهار اتم هیدروژن است و در نتیجه می‌توان گفت سوخت

گاز سی ان جی کربن کمتری را منتشر می‌کند؛ بنابراین اولین مزیت گازسوز کردن خودروها این است که سوخت گاز آلودگی بسیار کمتری نسبت به سوخت بنزین دارد.

۲. دومین مزیت گازسوز کردن خودروها کاهش مصرف بنزین و درآمدی است که از این کاهش نصیب دولت خواهد شد.

۳. سومین مزیت گازسوز کردن خودروها به گفته کارشناسان صرفه‌جویی در هزینه‌های خانوارهاست. با گاز سوز کردن خودرو ماهانه حدوداً ٤٠٠ هزار تومان در هزینه خانوارها صرفه‌جویی می‌شود که سالانه ۵ تا ٦ میلیون تومان برای هر خانوار صرفه‌جویی به همراه خواهد داشت.

٤. فعال‌سازی کارخانه‌های مخزن سازی را می‌توان چهارمین مزیت گازسوز کردن خودروها دانست.

در رابطه با قابلیت مطرح شدن گاز فشرده به‌عنوان یک انرژی بومی پاک و جایگزین مناسب برای سوخت‌های آلوده در حمل‌ونقل از ٤٠ کارشناس مربوطه بیشترین تعداد یعنی ۲۲ نفر (۵۵ درصد) معتقد هستند که گاز فشرده دارای قابلیت بسیار بالا برای استفاده در کشور به‌عنوان یک سوخت بومی است.

بعد از گاز فشرده، سوخت گاز مایع LPG با میانگین ۳/۰۳ و با توجه به بالا بودن از حد متوسط (۳) در رتبه دوم قابلیت معرفی شدن به‌عنوان یک انرژی پاک و بومی را دارد. همچنین بدترین نوع سوخت در این زمینه گازوییل و بنزین هستند که در حال حاضر برای حمل‌ونقل بسیار مورد استفاده قرار می‌گیرند و رتبه یک آلودگی را به خود اختصاص دارند. در ادامه و در فصل ۵ با استفاده از تکنیک SWOT سوخت گاز فشرده با توجه به اینکه نسبت به سایر سوخت‌ها قابلیت بومی‌سازی بهتری دارد مورد تحلیل قرار گرفته و راه‌حل‌های مناسبی جهت استفاده از آن ارائه شده است.

نتیجه گیری و دستاورد علمی پژوهشی

امروزه آلودگی هوا و زیست‌محیطی به یک معضل جهانی برای اکثریت کشورها خصوصاً کشورهای جهان سوم تبدیل شده است. در این بین کلان‌شهرها با توجه به میزان جمعیت؛ مرکز فعالیت تجاری و اداری و وجود وسایل حمل‌ونقل بسیار به کانون آلودگی تبدیل شده‌اند. با توجه به این نکته که بسیاری از مشکلات زیست‌محیطی و آلودگی ریشه در نوع سوخت خودرو دارد همواره کشورهای مختلف در پی یافتن چاره‌ای برای حل مشکلات زیست محیطی و آلودگی بوده‌اند. در این بین یکی از راه‌حل‌های اساسی یافت سوخت جایگزین با میزان آلودگی کمتر و با توجه به وضعیت خاص آن کشور در زمینه تأمین آن سوخت خاص بوده است. در این پژوهش هم جهت یافتن سوخت پاک و بومی‌سازی آن با توجه به وضعیت کلان‌شهر تهران و کشور در ابتدا ۵ سوخت مصرفی خودرو در ایران شامل: بنزین؛ گازوییل، گاز فشرده، گاز مایع و برق از ۵ جهت مختلف: میزان آلودگی برای محیط‌زیستی؛ قیمت مناسب نوع سوخت؛ تطبیق وسایل حمل‌ونقل در ایران به این نوع سوخت‌ها (مثلاً برقی کردن خودروها یا گازسوز کردن خودروها)؛ ایجاد جایگاه‌های تأمین سوخت موردنیاز؛ توانایی ملی (کشور) در جهت تأمین این سوخت‌ها از نظر ٤٠ کارشناس و با استفاده از روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP و در نرم‌افزار Expert Choice مورد تحلیل قرار گرفتند؛ که از نظر ایجاد کمترین آلودگی: سوختی برقی؛ از نظر قیمت مناسب: سوخت گاز فشرده (CNG)؛ از نظر تطبیق وسایل حمل‌ونقل با نوع سوخت: سوخت بنزین؛ از نظر جایگاه‌های تأمین سوخت: سوخت بنزین و درنهایت از نظر توان کشوری برای تأمین سوخت: سوخت بنزین در رتبه اول و اهمیت نخست قرار گرفته‌اند.

همچنین در نهایت با توجه به ۵ عامل مطرح شده از کارشناسان خواسته شده است که سوخت نهایی با کمترین میزان آلودگی و بیشترین میزان تولید در کشور را معرفی کنند؛ که نتایج در قالب طیف ۵ گزینه‌ای لیکرت و با استفاده از آزمون t مورد آزمون قرار گرفت که سوخت گاز فشرده (CNG) به عنوان مناسب‌ترین سوخت که دارای قابلیت بالای بومی سازی در تهران و کشور است معرفی گردد.

با توجه به اینکه بر اساس نظر کارشناسان و متخصصان حوزه حمل و نقل کلان‌شهر تهران سوخت گاز فشرده CNG به عنوان سوخت برتر و پاک و مناسب وضعیت ایران و تهران (بومی) شناسایی شد در این فصل از پژوهش نیست به بررسی نقاط ضعف، قوت، تهدیدها و فرصت‌های مربوط به سوخت گاز فشرده بر اساس تکنیک SWOT پرداخته شده و استراتژی‌های اساسی در این رابطه ارائه شده است؛ که در نهایت استراتژی‌های معرفی شده بر اساس تکنیک ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی QSPM اولویت‌بندی شده‌اند و استراتژی‌های برتر معرفی شده‌اند.

در مرحله اول برای شناسایی نقاط ضعف، قوت، تهدیدها و فرصت‌های مربوط به سوخت گاز فشرده به عنوان انرژی پاک و بومی با تعدادی از اساتید دانشگاه و کارشناسان حوزه حمل و نقل مصاحبه صورت گرفته است. در مرحله بعد با توجه به دیدگاه‌ها و نظرات هر کدام از کارشناسان به هر یک از عوامل وزن‌های داده شده است. در نهایت با تنظیم عوامل استراتژیک داخلی و خارجی که مبنا و پایه در تدوین استراتژی‌ها می‌باشند ماتریس سوات استخراج و بر اساس آن، ماتریس‌های برنامه‌ریزی استراتژیک کمی، استراتژی‌ها و اولویت‌های مناسب به‌کارگیری سوخت گاز فشرده CNG به عنوان انرژی پاک و بومی در سیستم حمل‌ونقل تهران مشخص و رهیافت‌های حاصل از این تجزیه‌وتحلیل‌ها به عنوان استراتژی‌های رهگشا ارائه شده‌اند.

ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE[1]) ماتریس شامل چهار ستون است، در ستون اول عوامل داخلی (نقاط قوت و ضعف) فهرست می‌شوند. سپس در ستون دوم با توجه به میزان اهمیت و حساسیت هر عامل، ضریب اهمیتی بین صفر الی یک (۰–۱) به آن عامل تعلق می‌گیرد. در ستون سوم با توجه به کلیدی یا عادی بودن قوت‌ها و ضعف‌ها به ترتیب رتبه ٤ یا ۳ (به قوت‌ها) و رتبه ۲ یا ۱ (به ضعف‌ها) اختصاص پیدا می‌کند.در ستون چهارم، ضرایب ستون دوم و رتبه‌های ستون سوم برای هر عامل در هم ضرب می‌شوند تا امتیاز نهایی آن عامل (قوت یا ضعف) مشخص شود. چنانچه جمع کل امتیازات نهایی در این ماتریس بیش از ۲/۵ باشد، بدین معنی است که طبق پیش‌بینی‌های به عمل آمده، قوت‌های پیش رو بر ضعف‌ها غلبه خواهد داشت و اگر این امتیاز کمتر از ۲/۵ باشد نشان دهنده غلبه ضعف‌ها بر قوت‌ها است (صداقت و همکاران، ۱۳۹۵).

جدول ۷. ماتریس ارزیابی عوامل داخلی (IFE) معرفی سوخت CNG به عنوان سوخت بومی و پاک

عوامل داخلی (IFE) نقاط قوت (S) نقاط ضعف (W)	وزن	رتبه	امتیاز وزنی
S1: ایجاد میزان آلودگی کمتر نسبت به سایر سوخت‌های معمول (همانند بنزین و گازوییل)[1]	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦
S2: تمایل عمومی در جهت استفاده از سوخت CNG به جای سایر سوخت‌ها با توجه به مزیت‌های اقتصادی آن	۰/۰۸۱	٤	۰/۳۲٤
S3: توانایی کشور در جهت افزایش تعداد خودروهای گازسوز و دوگانه (سادگی طراحی وسایل مصرف‌کننده)	۰/۰۷٤	۳	۰/۲۲۲
S4: توانایی کشور جهت تولید میزان گاز فشرده مورد نیاز با توجه به مزیت نسبی کشور در این زمینه	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۳۱
S5: مقرون به صرفه بودن (قیمت مناسب سوخت CNG نسبت به سایر سوخت‌ها)	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦
S6: توانایی در ایجاد جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG متناسب با تعداد ماشین‌های گازسوز در سطح مناطق	۰/۰۸۱	۳	۰/۲٤۳
W1: خودرو CNG نیاز به دفعات سوخت‌گیری بیشتری دارد	۰/۰۷۷	۲	۰/۱٥٤
W2: اثرات منفی بر خودرو (کاهش پیمایش و شتاب خودرو، افزایش استهلاک خودرو، نیاز به	۰/۰۷٤	۲	۰/۱٤۸

[1]. Internal Factor Evaluation

[1]. مزایای عمده خودروهای گاز سوز نسبت به خودروهای با سوخت‌های فسیلی عبارت‌اند از:

تقویت شاسی و سیستم خنک کاری خودرو)			
W3: گاز CNG نسبت به بنزین فضای بیشتری اشغال می‌کند و علاوه بر این موجب سنگین شدن خودرو نیز می‌شود.	۰/۰۷	۱	۰/۰۷
W4: هزینه احداث جایگاه CNG به نسبت جایگاه بنزین و گازوئیل بالاتر	۰/۰۷	۲	۰/۱٤
W5: مشکل در زمینه حمل‌ونقل و انتقال گاز فشرده CNG جهت انتقال به جایگاه‌های خصوصاً جایگاه‌های دور	۰/۰٦۷	۱	۰/۰٦۷
W6: کمبود و عدم گستردگی مناسب جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG	۰/۰۸۱	۲	۰/۱۳٤
W7: عدم توجه مسئولین به مزایای زیست‌محیطی استفاده از گاز بجای سوخت‌های مایع (بنزین و گازوییل)	۰/۰۸۱	۲	۰/۱٦۲
جمع	۱		۲/٥٦۷

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

همان‌طور که در جدول بالا نشان داده شده است، تعداد ٦ نقطه قوت داخلی و ۷ نقطه ضعف داخلی، به عنوان عوامل داخلی مؤثر بر معرفی سوخت CNG در کلان‌شهر تهران به عنوان سوخت بومی و پاک شناسایی گردید. اضافه بر این در این قسمت به وسیله نظرخواهی از کارشناسان حمل‌ونقل استان، در قالب پرسشنامه با مقیاس (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) وزن عوامل تعیین و نتایج در جدول بالا منعکس گردید. بر طبق جدول بالا جمع امتیاز وزنی عوامل داخلی (۲/٥٦۷) بیشتر از ۲/۵ بوده که نشان دهنده غلبه نقاط قوت بر نقاط ضعف در معرفی سوخت CNG در کلان‌شهر تهران به عنوان سوخت بومی و پاک است. ماتریس ارزیابی عوامل خارجی (EFE[1]) نیز شامل چهار ستون می‌باشد، در ستون اول عوامل خارجی که بر معرفی سوخت CNG در کلان‌شهر تهران به عنوان سوخت بومی و پاک تأثیر می‌گذارند در قالب فرصت‌ها و تهدیدها فهرست شده‌اند. سپس در ستون دوم با توجه به میزان اهمیت و حساسیت هر عامل، با مقایسه این عوامل با یکدیگر، ضریب اهمیتی بین صفر الی یک (۰-۱) به آن عامل‌ها تعلق می‌گیرد. در ستون سوم با توجه به کلیدی یا عادی بودن فرصت‌ها و تهدیدها به ترتیب رتبه ٤ یا ۳ (به فرصت‌ها) و رتبه ۲ یا ۱ (به تهدیدها) اختصاص پیدا می‌کند. در ستون چهارم، ضرایب ستون دوم و رتبه‌های ستون سوم برای هر عامل در هم ضرب می‌شوند تا امتیاز نهایی آن عامل (فرصت یا تهدید مشخص شود. چنانچه جمع کل امتیاز نهایی در این ماتریس بیش از ۲/۵ باشد، بدین معنی است که طبق پیش‌بینی فرصت‌های پیش روی بر تهدیدها غلبه خواهد کرد و اگر این امتیاز کمتر از ۲/۵ باشد نشان‌دهنده‌ی غلبه تهدیدها بر فرصت‌ها خواهد بود (رهنما و حسینی، ۱۳۹۵).

جدول ۸. ماتریس ارزیابی عوامل خارجی EFE معرفی سوخت CNG به عنوان سوخت بومی و پاک

عوامل خارجی EFE: فرصت‌ها (O) و تهدیدها (T)	وزن	رتبه	امتیاز وزنی
O1: پیوستن به معاهده‌های بین‌المللی کاهش آلودگی حمل‌ونقلی در جهان	۰/۰۸	٤	۰/۳۲
O2: امکان جذب سرمایه گذارهای خارجی برای همکاری در زمینه استخراج و توزیع گاز مورد استفاده	۰/۰۷۷	٤	۰/۳۰۸
O3: معرفی شدن کلان‌شهر تهران در سطح جهانی به عنوان کلان‌شهر با سیستم حمل‌ونقل گازی و پاک و آلودگی کم	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦
O4: فراهم شدن شرایط مناسب برای بستن پیمان همکاری با خودروسازهای خارجی در زمینه تولید خودروهای گازسوز با کیفیت	۰/۰۷۳	۳	۰/۲۱۹
O5: ترانزیت منابع گازی در دریای خزر	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۱۹

[1]. External factor evaluating matrix

O6: تأمین تقاضای گاز مصرفی برای حمل‌ونقل کشورهای همسایه خلیج فارس	۰/۰۸٤	۳	۰/۲۵۲
O7: کاهش وابستگی به بنزین و واردات آن از طریق جایگزین کردن سوخت CNG و ارز آوری آن	۰/۰۷	۳	۰/۲۱
T1: توجه ویژه کشورهای همسایه به استخراج گاز و صادرات آن به جای ایران	۰/۰۸	۲	۰/۱٦
T2: وابستگی شدید به درآمد حاصل از صادرات گاز و تک‌محصولی شدن	۰/۰۷۳	۱	۰/۰۷۳
T3: تولید خودروهای با تکنولوژی قدیمی و پرمصرف وجود انحصار در بازار خودرو	۰/۰۸٤	۲	۰/۱٦۸
T4: مشکلات سیاسی در برقراری ارتباط مؤثر با همسایگان (اعمال تحریم و فشارهای بین‌المللی توسط قدرت‌های غربی)	۰/۰۷	۱	۰/۰۷
T5: وجود تلفات در شبکه گاز طبیعی و مصرف بالای سوخت توسط پالایشگاه‌ها	۰/۰۷۷	۲	۰/۱۵٤
T6: صادرات ناچیز گاز طبیعی و داشتن رتبه نامناسب صادرات گاز جهان	۰/۰۷	۲	۰/۱٤
جمع	۱		۲/٦۲۳

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

همان طور که در جدول بالا نشان داده شده است، تعداد ۷ فرصت خارجی و ٦ تهدید خارجی، به عنوان عوامل خارجی مؤثر بر معرفی سوخت CNG به عنوان سوخت بومی و پاک شناسایی گردید. اضافه بر این در این قسمت به وسیله نظرخواهی از کارشناسان حمل و نقل استان در قالب پرسشنامه با مقیاس (خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد) وزن عوامل تعیین و نتایج در جدول بالا منعکس گردید. بر طبق جدول بالا جمع امتیاز وزنی عوامل خارجی ۲/٦۲۳ بیشتر از ۲/۵ بوده که نشان دهنده غلبه فرصت‌ها بر تهدیدها در معرفی سوخت CNG به عنوان سوخت بومی و پاک است.

ماتریس SWOT متشکل از یک جدول مختصات دوبعدی است که هر یک از چهار نواحی آن نشانگر یک دسته استراتژی می‌باشد. این استراتژی‌ها عبارت‌اند از:

۱. استراتژی‌های تهاجمی (SO): راهبردهایی برای حداکثر استفاده از فرصت‌های محیطی با به کارگیری نقاط قوت.

۲. استراتژی‌های محافظه‌کارانه (WO): راهبردهایی برای استفاده از مزیت‌های بالقوه‌ای که در فرصت‌های محیطی نهفته است، برای جبران نقاط ضعف.

۳. استراتژی‌های متنوع سازی (ST): راهبردهای استفاده از نقاط قوت برای جلوگیری از مواجهه با تهدیدات.

٤. استراتژی‌های تدافعی (WT): راهبردهایی برای به حداقل رساندن زیان‌های ناشی از تهدیدها و نقاط ضعف.

جدول ۹. ماتریس سوات SWOT معرفی سوخت CNG به عنوان سوخت پاک و بومی

عوامل داخلی	قوت‌ها	ضعف‌ها
عوامل خارجی	۱- ایجاد میزان آلودگی کمتر نسبت به سایر سوخت‌های معمول ۲- تمایل عمومی در جهت استفاده از سوخت CNG ۳- توانایی کشور در جهت افزایش تعداد خودروهای گازسوز ٤- توانایی کشور جهت تولید میزان گاز فشرده مورد نیاز ۵- مقرون به صرفه بودن ٦- توانایی در ایجاد جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG	۱- دفعات سوخت‌گیری بیشتر ۲- اثرات منفی بر خودرو ۳- اشتغال فضا بیشتر ٤- بالا بودن هزینه احداث جایگاهCNG ۵- مشکلات حمل‌ونقلی و انتقال گاز فشرده CNG ٦- عدم گستردگی مناسب جایگاه‌های سوخت‌رسانی CNG ۷- عدم توجه مسئولین به مزایای زیست‌محیطی CNG
فرصت‌ها	استراتژی‌های تهاجمی (SO):	استراتژی‌های محافظه‌کارانه (WO):

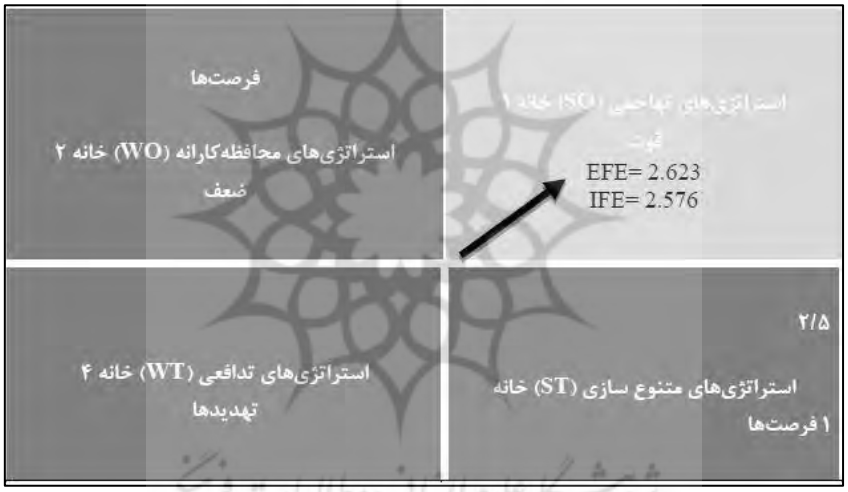
۱- پیوستن به معاهده‌های بین‌المللی ۲- امکان جذب سرمایه گذارهای خارجی ۳- معرفی شدن کلان‌شهر تهران با سیستم حمل‌ونقل گازی و پاک و آلودگی کم ٤- فراهم شدن شرایط مناسب برای بستن پیمان همکاری با خودروسازهای خارجی ٥- ترانزیت منابع گازی در دریای خزر ٦- تأمین تقاضای گاز مصرفی برای حمل‌ونقل کشورهای همسایه خلیج فارس ۷- کاهش وابستگی به بنزین آوری آن	SO1: گازسوز کردن کلیه خودروهای حمل‌ونقل عمومی و کاهش قیمت استفاده از حمل‌ونقل عمومی SO2: تولید خودروهای گازسوز یا دوگانه بیشتر نسبت به سایر خودروهای تک سوز با تعرفه‌های کمتر نسبت به سایر خودروها SO3: ایجاد جایگاه‌های مناسب سوخت‌گیری خودروهای گازی با رعایت دسترسی مناسب SO4: تشویق مردم به استفاده از خودروهای گازسوز از طریق تبلیغات در رسانه‌ها و ... SO5: ارائه طرح‌های مناسب برای جایگزینی و تعویض خودروهای فرسوده و بنزینی با خودروهای گازسوز با انرژی پاک SO6: جلوگیری از تردد خودروهای بنزینی در مناطق آلوده شهر و اجازه به ورود خودروهای گازسوز	WO1: ایجاد جایگاه‌های مخزنی بزرگ و با ظرفیت برای ذخیره‌سازی گاز و انتقال ان WO2: برگزاری کنفرانس‌ها و همایش‌های مختلف از طریق مسئولین کشور در جهت اهمیت آلودگی هوا و استفاده از خودروهای گازسوز WO3: ایجاد مخزن‌های مناسب خودروهای گازسوز با ظرفیت بالا و اشغال کمتر در فضا WO4: استفاده از نیروهای متخصص بومی جهت طراحی و ساخت ماشین‌های متناسب با وضعیت کشور ایران
تهدیدها	استراتژی‌های متنوع سازی (ST):	استراتژی‌های تدافعی (WT):
T1: توجه ویژه کشورهای همسایه به استخراج گاز و صادرات آن به جای ایران T2: وابستگی شدید به درآمد حاصل از صادرات گاز و تک محصولی شدن T3: تولید خودروهای با تکنولوژی قدیمی T4: مشکلات سیاسی در برقراری ارتباط مؤثر با همسایگان T5: وجود تلفات در شبکه گاز طبیعی T6: صادرات ناچیز گاز طبیعی	ST1: تلاش و برنامه ریزی مدام و در نظر گرفتن امتیازات مالی برای سرمایه گذاران خارجی در حوزه استخراج میادین گازی ST2: تلاش در جهت بهره گیری بهتر از خودروهای گاز سوز و کاستن میزان آلودگی طوری که سایر کشورها از تجربه تهران در این زمینه استفاده کنند. ST3: صادرات بیشتر بنزین و استفاده از درامد ارزی آن جهت سرمایه گذاری در حمل و نقل پاک ST4: مشخص کردن بازارهای هدف فروش گاز در کشورهای همسایه با توجه به نزدیک بودن این کشورها به لحاظ فاصله جغرافیایی و هم مرز بودن با ایران ST5: تلاش در جهت برگاری کنفرانس های بین اللمللی در زمینه کاهش الودگی حمل و نقلی در تهران و بازدید از این کلان شهر در زمینه گردشگری و جذب گردشگر	WT1: استفاده از نیروهای متخصص و بومی و تلاش جهت پرورش انها در زمینه تکنولوژی کشف و استخراج گاز و پیشی گرفت از سایر کشورها در این زمینه ST2: استفاده از تجربیات سایر کشورهای موفق در زمینه ساخت خودروهای گاز سوز و بومی کردن این دانش در کشور ST3: توجه ویژه به کشف و صادرات گاز و به دست اوردن جایگاه برتر در این زمینه و کسب درامد های ارزی حاصل ST4: همزمان با صادرات خودرو باید با برنامه ریزی در زمینه تولید خودروهای گاز سوز زمینه مناسب جهت صادرات ان فراهم شود و علاوه بر درامد از صادرات گاز، درامد حاصل از صادرات خودرو نیز به ان اضافه شود

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

در جدول بالا نقاط قوت داخلی در مقابل فرصت‌ها و تهدیدهای خارجی و نقاط ضعف داخلی در مقابل فرصت‌ها و تهدیدهای خارجی قرار داده شد؛ و استراتژی‌های مناسب جهت استفاده از سوخت CNG به عنوان انرژی جایگزین و پاک در سیستم حمل‌ونقلی تهران در چهار دسته؛ استراتژی‌های SO (تهاجمی)، استراتژی‌های ST (متنوع سازی)، WO (محافظه‌کارانه) و استراتژی‌های WT (تدافعی) ارائه شد.

ماتریس داخلی و خارجی (IE[1]) از این ماتریس برای تعیین موقعیت استفاده از سوخت CNG به عنوان انرژی پاک و بومی در کلان‌شهر تهران استفاده می‌کنیم. برای تشکیل این ماتریس، بایستی نمرات حاصل از ماتریس‌های ارزیابی عوامل داخلی و خارجی را در ابعاد افقی و عمودی این ماتریس قرار داد تا جایگاه آن مشخص گردد و بتوان استراتژی‌های مناسبی را اتخاذ نمود (Kurdnaeij et al, 2017) با توجه به ماتریس داخلی و خارجی جایگاه وضعیت جایگزینی سوخت CNG به عنوان انرژی پاک و بومی در کلان‌شهر تهران در خانه شماره ۱ قرار گرفته است. این خانه حاکی از آن است که وضعیت جایگزینی سوخت CNG از نظر محیط داخلی و خارجی از متوسط بالاتر می‌باشد؛ بنابراین باید از استراتژی‌های تهاجمی جهت توسعه استفاده از سوخت جایگزین CNG به عنوان انرژی پاک در سیستم حمل و نقل کلان‌شهر تهران استفاده شود.

نمودار ۱۱. ماتریس داخلی و خارجی معرفی سوخت CNG به عنوان سوخت بومی و پاک در تهران



منبع: (یافته‌های پژوهش، ۱۳۹۸)

با توجه به ماتریس داخلی و خارجی، برای استفاده از سوخت گاز فشرده به عنوان انرژی پاک و بومی در کلان‌شهر تهران، استراتژی‌های تهاجمی انتخاب می‌شود؛ که عبارت‌اند از:SO1 ، SO2، SO3، SO4، SO5 و SO6؛ در مرحله بعد این استراتژی‌ها مورد ارزیابی قرار گرفته و اولویت آن‌ها مشخص می‌گردد.

٤. ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی(QSPM[1])

یکی از تکنیک‌های بسیار شایع در ارزیابی گزینه‌های استراتژیک و مشخص نمودن جذابیت نسبی استراتژی‌ها که در مرحله تصمیم‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرد، ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی (QSPM) می‌باشد. این ماتریس مشخص می‌نماید که کدام یک از گزینه‌های انتخاب شده، مناسب‌تر می‌باشد و در واقع این استراتژی‌ها را اولویت‌بندی می‌نماید. برای تهیه این ماتریس مراحل زیر طی شده است:

[1]. Internal & External
[1]. Quantitative Strategic Planning Matrix

۱- ابتدا عوامل داخلی و خارجی و امتیاز وزنی هر یک از آن‌ها به جدول برنامه‌ریزی استراتژیک منتقل شده، سپس کلیه‌ی استراتژی‌های قابل‌قبول پیشنهاد شده، در ردیف بالای ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک فهرست می‌شوند.

۲- برای تعیین جذابیت هر استراتژی در یک مجموعه از استراتژی‌ها، بنا به اهمیت آن‌ها در تدوین هر استراتژی امتیازی از ۱ تا ٤ داده می‌شود.

۳- برای به دست آوردن جمع امتیاز جذابیت وزن‌های مرحله اول در امتیاز جذابیت مرحله دوم ضرب شده است، بدین ترتیب مجموع امتیاز جذابیت هر یک از عوامل هر استراتژی به دست می‌آید.

٤- از جمع امتیازهای جذابیت هر ستون جدول برنامه‌ریزی استراتژیک، امتیاز جذابیت نهایی هر یک از استراتژی‌ها به دست می‌آید که نشان دهنده استراتژی‌هایی است که از جذابیت بیشتری برخوردار هستند (عمرانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ موحدی و همکاران، ۱۳۹۱).

٥- در جدول‌های آتی با توجه به عوامل داخلی و خارجی به استراتژی‌ها، نمره داده شد و جذابیت این استراتژی‌ها مشخص گردید. نتایج این ماتریس در جدول زیر آورده شده است.

جدول ۱۰. ماتریس QSPM معرفی CNG به عنوان انرژی پاک و بومی برای حمل‌ونقل تهران (عوامل داخلی)

استراتژی‌ها / عوامل داخلی	ضریب	SO1		SO2		SO3		SO4		SO5		SO6	
قوت‌ها		جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره
S1: ایجاد میزان آلودگی کمتر ...	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦	۱	۰/۰۸٤	۳	۰/۲٥۲	٤	۰/۳۳٦	۲	۰/۱٦۸	۱	۰/۰۸٤
S2: تمایل عمومی در جهت ...	۰/۰۸۱	۱	۰/۰۸۱	۳	۰/۲٤۳	٤	۰/۳۲٤	٤	۰/۳۲٤	۲	۰/۱٦۲	۱	۰/۰۸۱
S3: توانایی کشور در افزایش ...	۰/۰۷٤	۱	۰/۰۷٤	٤	۰/۲۹٦	۳	۰/۲۲۲	۳	۰/۲۲	۳	۰/۲۲۲	۱	۰/۰۷٤
S4: توانایی کشور جهت تولید ...	۰/۰۷۷	۱	۰/۰۷۷	۲	۰/۱٥٤	۳	۰/۲۳۱	۲	۰/۱٥٤	۱	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۳۱
S5: مقرون به صرفه بودن ...	۰/۰۸٤	۳	۰/۲٥٤	۱	۰/۰۸٤	۱	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦	۱	۰/۰۸٤	۳	۰/۲٥۲
S6: توانایی در ایجاد جایگاه‌های ...	۰/۰۸۱	۲	۰/۱٦۲	۱	۰/۰۸۱	۱	۰/۰۸۱	۲	۰/۱٦۲	۳	۰/۲٤۳	٤	۰/۳۲٤
ضعف‌ها													
W1: دفعات سوخت‌گیری بیشتر ...	۰/۰۷۷	۲	۰/۱٥٤	۱	۰/۰۷۷	۱	۰/۰۷۷	۳	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۳۱	۳	۰/۲۳۱
W2: اثرات منفی بر خودرو ...	۰/۰۷٤	۳	۰/۲۲۲	۱	۰/۰۷٤	۱	۰/۰۷٤	۲	۰/۰۷٤	۲	۰/۱٤۸	۲	۰/۱٤۸
W3: اشغال فضا بیشتر ...	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۲	۰/۰۷	۲	۰/۱٤	۲	۰/۱٤
W4: بالا بودن هزینه احداث ...	۰/۰۷	٤	۰/۲۸	۱	۰/۰۷	۱	۰/۲۱	۱	۰/۲۱	۱	۰/۰۷	۲	۰/۱٤

W5: مشکلات حمل‌ونقلی ...	۰/۰۶۷	۳	۰/۲۰۱	۱	۰/۰۶۷	۱	۰/۰۶۷	۱	۰/۰۶۷	۱	۰/۰۶۷	۰/۰۶۷
W6: عدم گستردگی مناسب ...	۰/۰۸۱	۳	۰/۲۴۳	۳	۰/۲۴۳	۲	۰/۱۶۲	۱	۰/۱۶۲	۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱
W7: عدم توجه مسئولین به ...	۰/۰۸۱	۳	۰/۲۴۳	۱	۰/۰۸۱	۳	۰/۳۲۴	۱	۰/۳۲۴	۱	۰/۰۸۱	۰/۰۸۱
جمع			۲/۵۳۵		۱/۶۲۴		۱/۷۹۵		۲/۵۱۸		۱/۷۷۴	۱/۹۳۴

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

جدول ۱۱. ماتریس QSPM معرفی CNG به عنوان انرژی پاک و بومی برای حمل‌ونقل تهران (عوامل خارجی)

استراتژی‌ها / عوامل خارجی	ضریب	SO1		SO2		SO3		SO4		SO5		SO6	
فرصت‌ها		جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره	جذابیت	جمع نمره
O1: پیوستن به معاهده‌های...	۰/۰۸	۱	۰/۰۸	۱	۰/۰۸	۱	۰/۰۸	٤	۰/۳۲	۳	۰/۲٤	٤	۰/۳۲
O2: امکان جذب سرمایه ...	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۳	۲	۰/۱٥٤	۱	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۳۱	٤	۰/۳۰۸	٤	۰/۳۰۸
O3: معرفی شدن کلان‌شهر تهران ...	۰/۰۸٤	۳	۰/۲٥۲	۱	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦	۳	۰/۲٥۲	٤	۰/۳۳٦	٤	۰/۳۰۸
Q4: فراهم شدن شرایط مناسب...	۰/۰۷۳	۲	۰/۱٤٦	۳	۰/۲۱۹	۲	۰/۱٤٦	٤	۰/۲۹۲	٤	۰/۲۹۲	٤	۰/۲۹۲
O5: ترانزیت منابع گازی ...	۰/۰۷۷	۱	۰/۰۷۷	۳	۰/۲۳۱	۲	۰/۱٥٤	۲	۰/۱٥٤	۲	۰/۱٥٤	۲	۰/۱٥٤
O6: تأمین تقاضای گاز مصرفی ...	۰/۰۸٤	۲	۰/۱٦۸	٤	۰/۳۳٦	۲	۰/۱٦۸	۲	۰/۱٦۸	۲	۰/۱٦۸	۳	۰/۲٥۲
O7: کاهش وابستگی به ...	۰/۰۷	٤	۰/۲۸	۲	۰/۱٤	۳	۰/۲۱	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۲	۰/۱٤
تهدیدها													
T1: توجه ویژه کشورهای ...	۰/۰۸	٤	۰/۳۲	۲	۰/۱٦	٤	۰/۳۲	٤	۰/۳۲	٤	۰/۳۲	٤	۰/۳۲
T2: وابستگی شدید به درآمد...	۰/۰۷۳	۱	۰/۰۷۳	۱	۰/۰۷۳	۱	۰/۰۷۳	۲	۰/۱٤٦	۲	۰/۱٤٦	۲	۰/۱٤٦
T3: تولید خودروهای با ...	۰/۰۸٤	٤	۰/۳۳٦	۲	۰/۱٦۸	۳	۰/۲٥۲	۳	۰/۲٥۲	۳	۰/۲٥۲	۳	۰/۲٥۲
T4: مشکلات سیاسی در ...	۰/۰۷	٤	۰/۲۸	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷	۲	۰/۱٤	۱	۰/۰۷	۱	۰/۰۷
T5: وجود تلفات در شبکه ...	۰/۰۷۷	۲	۰/۱٥٤	۱	۰/۰۷۷	۱	۰/۰۷۷	۲	۰/۱٥٤	۳	۰/۲۳۱	٤	۰/۳۰۸
T6: صادرات ناچیز	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	۲	۰/۱٤	۳	۰/۲۱	۱	۰/۰۷	۳	۰/۲۱	۳	۰/۲۱

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

گاز ...						
جمع	۲/٦۰۷	۱/۹۳۲	۲/۱۷۳	۲/٥٦۹	۲/۷۹۷	۲/۸۸

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

جدول ۱۲. اولویت‌بندی استراتژی‌ها منتج از ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک QSPM معرفی CNG به عنوان انرژی پاک و بومی برای حمل‌ونقل تهران

استراتژی‌ها	نمره جذابیت داخلی	نمره جذابیت خارجی	میانگین نمرات	رتبه
SO1	۲/٥۳٥	۲/٦۰۷	۲/٥۷۱	۱
SO2	۱/٦۲٤	۱/۹۳۲	۱/۷۷۸	٦
SO3	۱/۷۹٥	۲/۱۷۳	۱/۹۸٤	٥
SO4	۲/٥۱۸	۲/٥٦۹	۲/٥٤٤	۲
SO5	۱/۷۷٤	۲/۷۹۷	۲/۲۹	٤
SO6	۱/۹۳٤	۲/۸۸	۲/٤۰۷	۳

منبع: (یافته های پژوهش، ۱۳۹۸)

مطابق با جدول بالا بر اساس ارزیابی میانگین نمرات استراتژی‌های تهاجمی در ماتریس برنامه‌ریزی استراتژیک کمی، استراتژی SO1 (گازسوز کردن کلیه خودروهای حمل‌ونقل عمومی و کاهش قیمت استفاده از حمل‌ونقل عمومی) به عنوان بهترین استراتژی انتخاب می‌شود.

منابع

۱. احدی، محمدرضا؛ ضرغامی، سعید و آقا محمدی، آرزو، ۱۳۹۳، بررسی شاخص‌های توسعه پایدار در برنامه‌ریزی حمل و نقل، ششمین کنفرانس ملی برنامه‌ریزی و مدیریت شهری با تأکید بر مؤلفه‌های شهر اسلامی، مشهد: شورای اسلامی شهر مشهد.

۲. پوراشکاء، اسماعیل، رمضانیان، محمدرحیم؛ و ساره نبی زاده، ۱۳۹۳، ارزیابی پایداری سیستم‌های حمل‌ونقل شهری (مطالعه موردی: شهر رشت، فصلنامه اقتصاد و مدیریت شهری ۲ (۸).

۳. پیران، محمد. ۱۳۹۲. اماکن سنجی ایجاد قطار شهری و تأثیر آن بر توسعه پایدار شهر تهران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات. دانشگاه اراک.

٤. تقوایی، مسعود و سجادی، مسعود. ۱۳۹٥. ارزیابی و تحلیل شاخص‌های حمل‌ونقل پایدار شهری (مطالعه موردی: شهر اصفهان)، معماری و شهر پایدار، سال چهارم، شماره اول.

٥. جعفری، مهدی استادی و رصافی، امیر عباس. ۱۳۹۱. الگوی زیست‌محیطی برنامه‌ریزی حمل‌ونقل شهری با استفاده از مدل‌های سیستم پویایی، علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، دوره چهاردهم، شماره سه.

٦. حسینی، علی و سلطانی، حسین. ۱۳۸۸. شهرها، راه‌حل هستند نه مسئله، نگاهی به موفقیت کوریتیبا، شهر نگار، ۲۹-۳۰.

۷. زالی، نادر، منصوری بیرجندی، سارا، ۱۳۹٤. تحلیل عوامل کلیدی مؤثر بر توسعه حمل‌ونقل پایدار در افق ۱٤۰٤ کلان‌شهر تهران (روش تحلیل ساختاری)، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره نوزدهم. شماره ۲.

۸. سعید نیا، احمد. ۱۳۸۱. کتاب سبز راهنمای شهرداری‌ها جلد سوم (حمل‌ونقل شهری). انتشارات سازمان شهرداری‌ها و دهیاری‌های کشور.

۹. سلطانی، علی. ۱۳۹۰. مباحثی در حمل‌ونقل شهری با تأکید بر رویکرد پایدار، مرکز نشر دانشگاه شیراز.

۱۰. شمس، مجید و برگی، فاطمه. ۱۳۹۳. ارزیابی اثرات زیست محیط حمل‌ونقل شهری با رویکرد توسعه پایدار (بخش مرکزی شهر ملایر)، نگرش‌های نو در جغرافیای انسانی، سال ششم. شماره ٤.

۱۱. مصطفوی ثابت، سیده مهنوش، ۱۳۹۶. بررسی اثرات زیست‌محیطی حمل‌ونقل ریلی و جاده‌ای در فاز بهره‌برداری با رویکرد حمل‌ونقل پایدار. مطالعه موردی: آزادراه قزوین – رشت و خط راه‌آهن قزوین – رشت، پایان‌نامه کارشناسی ارشد شهرسازی، دانشگاه گیلان.

12. Gould,k.(2006) Future forms and design for sustainable cities,Architectural Record. Vol.194
13. Haghshenas,H.Vaziri,M.)2012 (Urban sustainability Transportation Indicator,for Global comparison,Ecological indicators 15,115-121.
14. Harding,R.(2006).Ecologically sustainable development: origions, implementation and challenges. Desalination.(187).
15. Jabareen, Y.R. "Sustainable Urban Forms Their Typologies, Models, and Concepts", Department of Urban Studies, Massachusetts Institute of Technology, 2006.
16. Litman T.(2009).Well Measured Developing Indicators for Comprehensive and Sustainable Transport Planning,Victoria Transport Policy Institute,Canada.http:// www.vtpi. org/.
17. Litman,T; Burwell,D. (2006), "Issues in Sustainable Transportation," International Journal of Global Environmental Issues, Vol. 6, No. 4, pp. 331-347; at www.vtpi.org/sus_iss. pdf.
18. Sneddon,C.Howarth,R.B.Norgaard,R.B.(2006).sustainable deveiopment in a post- Brundtland world. Ecological Economics.(57).
19. TRB (1997), Toward A Sustainable Future; Addressing the Long - Term Effects of Motor Vehicle Transportation on Climate and Ecology, Committee for a Study on Transportation and a Sustainable Environment, Na tional Academy Press (www.trb.org).
20. United Nation.(1992).Agenda 21:The United Nations Programmer of Action from Rio. United Nations,New York

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی