

ارزیابی تاثیر حمل و نقل بار درون شهری بر شاخص های حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی: شهر اهواز)

محسن ابوطالبی اصفهانی (مسئول مکاتبات)، استادیار دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

حسین حق شناس، استادیار، دانشکده حمل و نقل، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

مژده محمد حسینی، کارشناس ارشد برنامه ریزی و حمل، دانشکده مهندسی عمران و حمل و نقل، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران

E-mail: m.aboutalebi.e@eng.ui.ac.ir

دریافت: ۱۳۹۶/۰۵/۱۶ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۵/۲۰

چکیده

امروزه ایجاد زیر ساخت های توسعه پایدار در همه ابعاد مدیریت شهری از اهمیت ویژه ای برخوردار است. حمل و نقل کالا به صورت مستقیم با زندگی شهروندان در ارتباط است، بنابراین سیاست گذاری و برنامه ریزی در این حوزه می باید بر پایه توسعه پایدار صورت گیرد. بار درون شهری از منظر توسعه پایدار دربردارنده ابعاد مختلفی از تأثیرات بر زندگی شهروندان است که سه شاخص اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی از جنبه های اصلی آن است. در این پژوهش، ابتدا زیر شاخص های تشکیل دهنده فرمول توسعه پایدار از طریق توزیع پرسشنامه میان کارشناسان و وزندهی و استراتژی اثرگذار، انتخاب گردید. سپس این استراتژی ها از طریق پرسشنامه از رانندگان مورد سوال قرار گرفت و رفتار رانندگان پس از اجرای هر سیاست پیش بینی شد. به منظور بررسی اثربخشی همزمان سیاست ها، از ترکیب استراتژی پیشنهادی، ۱۶ سناریو در شبکه اعمال و تغییرات شاخص توسعه پایدار نسبت به وضع موجود مقایسه گردید. همچنین ضرایب مدل توسعه پایدار با در نظرگیری همزمان منافع بخش خصوصی، دولتی و شهروندان کالیبره گردید تا به عنوان ملاک تصمیم گیری جهت پیاده سازی سیاست های مدیریتی حمل کالا، قرار گیرد. نتایج نشان می دهد اجرای استراتژی ساخت بارانداز در ۴ گوشه هسته مرکزی شهر بهترین استراتژی تکی محسوب می شود. همچنین با تحلیل نتایج پرسشنامه به روش AHP، وزن هر یک از شاخص ها و زیر شاخص ها مشخص و مقادیر ضرایب مدل کالیبره گردید. نتایج تحلیل پرسشنامه حاکی از آن است که در بین سه شاخص مطرح شده، شاخص زیست محیطی دارای بیشترین اهمیت است و همچنین در بخش زیست محیطی زیر شاخص تولید گازهای گلخانه ای، در بخش اقتصادی زیر شاخص زمان سفر اضافه شده و در بخش اجتماعی تصادفات دارای بیشترین اهمیت بوده اند.

واژه های کلیدی: بار درون شهری، توسعه پایدار، روش AHP، حمل و نقل کالا

۱. مقدمه

را در معرض تهدید قرارداد. بروز این مشکلات باعث رویکرد جدید جوامع به توسعه شد و مفهوم توسعه پایدار شکل گرفت [Haghshenas, 2012].

هم‌اکنون نگرانی ناشی از حمل‌ونقل بار سیاست‌گذاران را به این فکر انداخته که باهدف حفاظت از محیط‌زیست به‌عنوان اثرات جانبی منفی رشد حمل بار، سیاست‌های عمومی را اجرا کنند [Tavasszy, Jong, 2013]. برای بهبود سیستم حمل بار شهری می‌توان به راهکارهای متنوعی ازجمله اخذ عوارض، اعمال محدودیت ابعاد و وزن، کنترل زمان - مکان، نحوه تخلیه و بارگیری و ایجاد پایانه‌های باری در شهر اشاره کرد. با بررسی تحقیقاتی موجود در کشور ایران می‌توان دید که در هیچ‌یک از مطالعات، به مدیریت و توسعه حمل بار به صورتی پایدار نگریسته نشده است که از ضروریات انجام این تحقیق به شمار می‌رود.

در این پژوهش مسئله این است که در صورت قرارگیری توسعه پایدار به‌عنوان محور اصلی سیاست‌گذاری‌های مدیریت حمل و نقل بار، این سیاست‌گذاری‌ها چگونه باید شکل گیرد و تغییر کند. در واقع هدف این پژوهش، وزن‌دهی زیرشاخص‌های تشکیل‌دهنده فرمول توسعه پایدار از طریق توزیع پرسشنامه میان کارشناسان و انتخاب ۴ استراتژی اثرگذار و در نهایت کالبره کردن ضرایب مدل توسعه پایدار حمل‌ونقل کالا برای هسته مرکزی کلان‌شهر اهواز است. همچنین بررسی سناریوهای مختلف برای توسعه پایدار و ترکیب و اثر سنجی آنها از اهداف دیگر پژوهش است. بنابراین نیاز به کنکاش مقوله حمل‌ونقل بار و آگاهی از اجزا و ابعاد مختلف آن است تا بتوان تأثیرات آن‌ها را بر توسعه پایدار بررسی کرد که باید شاخص‌های توسعه پایدار تعریف شوند. در این راستا با مطالعه پژوهش‌های پیشین، شاخص‌های لازم به‌گونه‌ای که قابل‌برداشت و محاسبه در دوره‌های زمانی مشخص باشند تعریف شد. سپس پرسشنامه‌ای به‌منظور وزن دهی شاخص‌های اصلی و زیرشاخص‌های هر یک از آن‌ها طراحی و تقریباً در میان تمام کارشناسان محلی توزیع گردید. بدین‌صورت با تحلیل پاسخ‌های مناسب دریافت شده به روش AHP، ضرایب هر یک

در برنامه‌ریزی برای سازمان‌دهی حمل‌ونقل بار، اتخاذ سیاست‌های مشخص توسط برنامه‌ریزان ضروری است [Holguín-Veras, Amaya, Jaller, Wang, 2014]. [Wojtowicz, Gonzalez-Calderon, 2014] یک سیستم حمل‌ونقل بار شهری باید در خدمت اقتصاد شهری و محیط‌زیست باشد. این کار آسان نیست و حتی در کشورهایی با نهادهای سیاسی قوی محلی، اهرم سیاست در مورد این موضوع ضعیف است اما جای پیشرفت با هزینه‌های کم و مزیت‌های عالی وجود دارد [Dablanc, 2009]. امروزه شهرداری‌ها، حمل‌ونقل بار را باهدف حمل‌ونقل نقلی کارآمد و پایدار در اولویت قرار داده‌اند. [C. Systematic, C. N. C. H. R. Program, A. A. O. S. Highway, and T. Officials, 2008] سیاست‌های طراحی‌شده باید به‌گونه‌ای باشند که هم از نظر اقتصادی لطمه‌ای به صنعت حمل‌ونقل وارد نکنند و هم مسائل زیست‌محیطی و اجتماعی را در برگیرند [Holguín-Veras, Amaya, Jaller, Wang, Wojtowicz, Gonzalez-Calderon, 2014].

حقیقت شاخص‌های توسعه پایدار به‌منظور تحلیل کمی توسعه پایدار به کار می‌روند تا به سیاست‌گذاران امکان بررسی عددی و انجام برنامه‌ریزی‌های لازم را بدهند. این شاخص‌ها دربرگیرنده جنبه‌های مختلف توسعه پایدار هستند. در زمینه حمل‌ونقل کالای شهری، جنبه‌های اقتصادی، زیست‌محیطی و اجتماعی توسعه پایدار مهم‌ترین موضوعاتی است که موردسنجش قرار می‌گیرند.

در دهه‌های گذشته، در جهان و به‌طور ویژه در ایران عمده توجه به حمل‌ونقل مسافر بوده است و مطالعات محدودی در زمینه حمل‌ونقل بار درون‌شهری صورت گرفته است. بعد از دوران انقلاب صنعتی، رشد سریع و توسعه اقتصادی به‌عنوان هدف اصلی شناخته شد و به‌مرورزمان با رشد یک‌جانبه اقتصادی کشورهای پیشرفته که با غفلت از سایر ابعاد صورت می‌گرفت، مشکلات فراوانی بروز کرد. پیامدهای زیست‌محیطی مانند مصرف منابع طبیعی تجدید ناپذیر، از بین بردن طبیعت و غیره، حیات سالم بشر

۱۹ سناریو معرفی گردید و نتایج تولید گاز گلخانه ای در قالب دو شیوه (مشارکت اجباری - مشارکت داوطلبانه) صورت گرفت [Triantafyllou, Cherrett, Browne, 2004].

دنیلز نتایج مطالعه حاصل از رجحان بیان شده را منتشر کرد. این مطالعه با هدف بررسی چگونگی تصمیم حمل و نقلی تحویل گیرندگان در مورد پتانسیل استفاده از مرکز تثبیت در شهر فانو ایتالیا انجام شد. آزمایش با دو موضوع خودروی خصوصی با قوانین ترافیکی گوناگون و استفاده از یک مرکز تثبیت حمل بار درون شهری با هزینه و سطح بهره برداری متفاوت صورت گرفت. در این پژوهش مدل لجستیک چندگانه برای ۱۳۷۶ مشاهده مربوط به انتخاب فرضی ساخته شد. بر اساس مدل ساخته شده، ۴ سیاست مطرح گردید که هر کدام از آنها جداگانه و ترکیبی بررسی شدند. در پایان به این نتیجه رسیدند که این سناریوها به صورت متفاوت عمل می کنند [Marcucci and Danielis, 2008].

براون و همکاران در مطالعه خود به بررسی برخی از شهرهای بزرگ جهان پرداخته اند از جمله: در شهر لندن برای کاهش اثرات زیست محیطی، اجتماعی، اقتصادی حمل بار شهری سیاست های مختلفی به کار گرفته شده است که عبارت اند از: (۱) طرح تشخیص گردانندگان بار در جهت کاهش مصرف سوخت و اعمال جریمه؛ (۲) برنامه های تحویل و ساخت لجستیک به منظور کاهش دی اکسید کربن، ازدحام و شلوغی و هزینه های عمومی باری. در کشور ژاپن یک سیاست جدی در زمینه کیفیت تولید آلاینده های خودروها صورت گرفت. از خودروها با انتشار پایین برای حمل بین مراکز تلفیق و از نیروی انسانی برای دریافت کالاها استفاده می شود. کشور هلند در سیاست های کاهش آلودگی هوا از کشورهای پیشگام است. در این کشور برای بهبود کیفیت هوا در نواحی با انتشار پایین تنها وسیله هایی اجازه ورود دارند که دارای استاندارد یورو ۴ باشند. همچنین استفاده از مراکز تثبیت و لجستیک شهری در این کشور سابقه طولانی دارد. آن ها تحویل ها را از طریق مراکز تثبیت و خدمات را در شهرهای زیادی انجام می دهند. علاوه بر این در محیط های شهری از خودروهای جدید که از نظر سوخت

از زیرشاخص ها مشخص گردید. در نهایت، مدل توسعه پایدار پیشنهاد شد که ملاک ارزیابی سیاست های کنترل ترافیک باری در سطح شهر اهواز می باشد. علاوه بر این در این پژوهش به سؤالات زیر پاسخ داده شد:

- در حال حاضر جایگاه توسعه زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی در سیاست های توسعه حمل و نقل بار درون شهری چیست؟

- کدام یک از شاخص های تعریف شده در هر سه بخش توسعه پایدار درجه اهمیت بیشتری دارند؟

- با وجود تضاد و منافات بین منافع بخش دولتی، خصوصی و شهروندان آیا امکان در نظرگیری و انتخاب شاخص ها به طوری که هم زمان منافع هر سه بخش ذکر شده را به خطر نیندازد، وجود دارد؟

۲. پیشینه تحقیق

ژاکوس و همکاران به ارزیابی قبل و بعد از یک آزمایش لجستیکی با مدهای حمل بار درون شهری در شهر لندن، پرداختند. این تحقیق به نقش بالقوه وسایل نقلیه پاک و مراکز تلفیق بار^۱ در کاهش ترافیک باری و اثرات زیست محیطی آن در شهرها اشاره می کند. در این مطالعه آزمایشی یک فروشنده لوازم اداری، ون های دیزلی خود را با سه چرخه های الکتریکی و ون های الکتریکی تعویض کردند. طی آنالیزی که قبل و بعد از این آزمایش انجام شد، مشخص شد که کل مسافت پیموده شده و CO₂ منتشر شده در هر کالای تحویل داده شده به ترتیب ۱۴ درصد و ۵۵ درصد کاهش داشته است [Allen and Browne, 2008].

مطالعه تریانتافیلو و تام باهدف شناسایی نقاط قوت، ضعف و خطراتی که از بهره برداری مرکز تلفیق بار ناشی می شود، صورت گرفت. سناریوهای مختلف بهره برداری با ترکیب خودروهای تحویل و نرخ پر بودن ظرفیت به منظور روشن کردن اثرات مرکز تلفیق روی محیط زیست و حمل و نقل، بوده است. در این مطالعه

از مطالعات شاخصی که در زمینه حمل بار در شهر تهران انجام گرفته است می توان به مواردی چون مطالعات جامع حمل و نقل ترافیک تهران (۱۳۷۳)، مطالعات تردد وسایل نقلیه سنگین در سطح شهر تهران، حمل و نقل بار و کالای درون شهری از مطالعات جامع حمل و نقل تهران (۱۳۸۳)، تدوین ضوابط و انجام مسیریابی تردد خودروهای حامل مواد خطرناک در معابر شهر تهران و همچنین طرح جامع حمل و نقل بار و کالای درون شهری (۱۳۹۱) اشاره کرد [Institute for Transportation Studies and Research, 2014].

شهر اهواز در طی مطالعه ای تحت عنوان "مطالعات سازمان دهی حمل و نقل بار درون شهری اهواز" با بررسی وضعیت موجود و تحلیل اطلاعات به دست آمده از کاربری ها و مراکز جذب و تولید بار و انجام آمارگیری مبدأ - مقصد کالا در مرکز شهر و تدوین الگوریتم توزیع بار درون شهری، مکان هایی را به عنوان مراکز ارتباط بار درون شهری و برون شهری تعیین کردند. همچنین با پیشنهاد تاکسی بارها و شرکت های حمل و نقل بار درون شهری سعی شده تا حد امکان از ناوگان باری درون شهری استفاده بهینه و از تردد وسایل باری خالی در معابر شهری جلوگیری شود. لازم به ذکر است در این مطالعه هیچ مدلی ارائه نشده و صرفاً به ذکر یک سری پیشنهاد پرداخته شده است [Renovation and Reconstruction Organization Ahwaz City, 2012].

همان طور که ملاحظه شد در کشور ایران تقریباً در هیچ یک از مطالعات انجام شده تاکنون، توسعه پایدار مبنای تصمیمات مدیریتی قرار نگرفته است و همچنین مبنایی برای سنجش تبعات اجرای سیاست های مدیریتی و اولویت بندی آن ها از نظر توسعه پایدار تعیین نگردیده است. در واقع در این پژوهش با ارائه فرمولی، مسئولین می توانند قبل از اجرای هر سیاستی، تأثیرات آن را از نظر تمام جوانب بر زندگی شهری و صاحبان ذی نفع حمل بار درون شهری ارزیابی کنند.

۳. محدوده طرح پژوهش

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال دوازدهم / شماره سوم (۴۸) / بهار ۱۴۰۰

مصرفی سبز به حساب می آیند استفاده می کنند. در هلند برنامه پیک^۲ از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۹ به کار گرفته شد که برای تشویق به تحویل کالا در صبح، عصر و شب بود. در فرانسه نقش دولت در مطالعات لجستیک شهری، خاص است. مدل فروترب^۳ که برای شبیه سازی حمل بار شهری و فعالیت های خدماتی به کار می رود در ۳۰ شهر فرانسه به کار گرفته شده است که امکان درک جریان حمل بار، زمان بارگذاری، اثرات زیست محیطی حمل بار را می دهد [Allen and Browne, 2008].

چراغی و همکاران در سال ۱۳۹۵ در مطالعه ای تحت عنوان مکان یاب هاب چند محصول در شبکه حمل و نقل کالای ایران با در نظر گرفتن روش های تأمین مالی و رویکرد زیست محیطی، به مسئله مکان یابی هاب میانه چند هدف چند محصولی، پرداختند. در این مطالعه برای حل مسئله از دو الگوریتم فرا ابتکاری استفاده شده است و با توجه به اهمیت مسائل زیست محیطی و آلاینده گی شبکه های حمل و نقل کالا، یکی از توابع هدف، کمینه سازی انتشار گازهای گلخانه ای در نظر گرفته شد. نتایج این بررسی نشان داد که طراحی شبکه حمل و نقل کالایی کشور با استفاده از هاب های ترکیبی (جاده ای-ریلی) با تعداد ۱۲ هاب (استان کشور) دارای کمترین هزینه برای کل شبکه حمل و نقل کالا در کشور می باشد [Cheraghi, Heydari, Rahimi, Razmi, 2016].

جوانفر و همکاران در مطالعه ای تحت عنوان مسئله مکان یابی - مسیریابی انبارهای عبوری چند محصولی با در نظر گرفتن وسایل نقلیه ناهمگن ظرفیت دار و قابلیت برداشت و تحویل در چند بار در یک شبکه زنجیره تأمین چند سطحی به بررسی استراتژی انبار عبوری پرداختند. برای مسئله مورد نظر، یک مدل غیرخطی عدد صحیح مختلط و یک الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات ارائه شد. به منظور نشان دادن عملکرد الگوریتم، مسائلی در اندازه های کوچک، متوسط و بزرگ به صورت تصادفی تهیه گردید و توسط رویکردهای ارائه شده مورد حل قرار گرفت. نتایج محاسباتی نشان از کارایی بالا الگوریتم پیشنهادی می دهد [Javanfar et al. 2016].

محدود بودن تعداد کارشناسان، سعی بر این است که نظرات کلیه کارشناسان جمع آوری شده تا اطلاعات مناسبی حاصل شود. بدین منظور جمعاً ۷۳ پرسشنامه بین کارشناسان در حوزه های مختلف توزیع گردید که از بین آن ها ۵۱ پاسخ دریافتی، مناسب شناخته شد. پاسخگویی به پرسشنامه شاخص ها در دو بخش انجام شده است. بخش اول مربوط به اولویت سنجی و تعیین ضریب اهمیت سه شاخص اساسی در توسعه می باشد. به عبارت دیگر چنانچه شاخص توسعه پایدار در شرایط فعلی عدد ۱۰۰ باشد، سهم هر کدام از این سه بخش در تشکیل این عدد چند درصد است؟ در بخش دوم اهمیت نسبی میان زیر شاخص های هریک از گروه های نام برده شده، تعیین می گردد.

برخلاف پرسشنامه اول که کاملاً کارشناسی بوده، پرسشنامه دوم در میان رانندگان توزیع و عکس العمل آن ها پس از اجرای هر سناریو پرسیده شده است. در این بخش نمونه می تواند به اندازه کافی بزرگ انتخاب شود، زیرا تعداد رانندگانی که در مرکز شهر اهواز فعالیت می کنند بسیار زیاد می باشند.

بخش سوم اطلاعات مربوط به شبکه حمل و نقل است. این اطلاعات به دو بخش عرضه شبکه که شامل کمان ها، گره ها، تقاطع ها، خیابان های یک طرفه و شبکه حمل و نقل همگانی و همچنین تقاضای شبکه که شامل داده های ماتریس مبدأ - مقصد مسافر و بار، نتایج شمارش حجم در دروازه ها و خطوط برش می باشد.

۵. شناسایی شاخص های توسعه پایدار متأثر از

حمل و نقل بار درون شهری

مهم ترین ابزار سنجش حمل و نقل پایدار، شاخص ها می باشند. اصل ۴۰ دستورالعمل قرن ۲۱ بر لزوم تعریف شاخص های توسعه پایدار در سطوح مختلف به عنوان پایه ای برای تصمیم گیری ها تأکید می کند. شاخص های توسعه پایدار که برای کمی کردن مفاهیم

شهر اهواز یکی از هشت کلان شهر کشور است که در سال ۱۳۹۰ با جمعیت نزدیک به ۱/۲ میلیون نفر هفتمین شهر پرجمعیت ایران بوده و در جنوب غربی کشور واقع شده است. عبور رودخانه کارون از مرکز شهر، محدوده جغرافیایی این شهر پهناور با وسعتی بیش از ۲۲۰ کیلومتر مربع را به دو نیمه شرقی و غربی تقسیم می کند. قدمت نیمه شرقی بیشتر بوده و بسیاری از محلات قدیمی اهواز از جمله هسته مرکزی شهر در این نیمه واقع شده اند. افزایش جمعیت و ورود کارخانجات صنعتی سبب توسعه این شهر شده ولی همچنان رونق کسب و کار صرفاً در هسته مرکزی شهر وجود دارد و به عبارت دیگر دارای ساختاری تک هسته ای است. بررسی های نتایج طرح جامع حمل و نقل و ترافیک شهر اهواز (مصوب سال ۱۳۸۶) نشان می دهد بیش از ۳۰ درصد از کل سفرهای شهروندان به هسته مرکزی شهر انجام می شود در حالی که کمتر از ۳ درصد از کل مساحت شهر را دارا می باشد [Andishkar Consulting Engineers, 2006]. شکل (۱) سفرهای جذب شده به نواحی مختلف را در این شهر نشان می دهد.



شکل ۱. سفرهای جذب شده به نواحی مختلف

۴. جمع آوری داده های مورد نیاز پژوهش

در راستای جمع آوری داده ها، یک پرسشنامه برای شناسایی شاخص های توسعه پایدار که می بایست در میان کارشناسان توزیع شود طراحی گردید. در این پرسشنامه، وزن دهی شاخص های توسعه پایدار توسط کارشناسان محلی انجام گرفت. با توجه به

به گونه ای که هم برای پاسخ دهنده قابل تشخیص بوده، هم تکرار قابل ملاحظه ای در منابع داشته باشد و هم منافع هر سه بخش (دولتی، خصوصی و شهروندان) را پوشش دهد، انتخاب گردید. این شاخص ها عبارت اند از:

جدول ۱. خلاصه اطلاعات تعداد تکرارهای شاخص ها		
بخش	تعداد شاخص	فراوانی در منابع
اثرات محیط زیستی	۷	۵۹
حمل و نقل بار درون شهری	۴	۳۸
آلودگی هوا	۱	۸
آلودگی صوتی	۲	۱۳
مصرف انرژی	۸	۲۶
اثرات اقتصادی حمل و نقل بار درون شهری	۴	۱۶
هزینه های غیر مستقیم استفاده کننده	۴	۸
هزینه ها و درآمدهای گرداننده سیستم	۷	۲۲
اثرات اجتماعی حمل و نقل بار درون شهری	۴	۹
ایمنی و تصادفات	۱	۱۱
ترافیک شهری	۱	۱
قابلیت اعتماد در شبکه	۱	۱
حقوق شهروندی	۱	۱
مجموع	۴۴	۱۰۵

جدول ۲. زیر شاخص های آثار زیست محیطی حمل بار درون شهری و تکرار در منابع مطالعه شده

اثرات محیط زیستی حمل و نقل بار درون شهری	تکرار در منابع
تولید گازهای گلخانه ای	۱۹
تولید آلاینده های محلی	۱۷
آلودگی هوا	۱
کیفیت هوا	۱
تولید گاز اوزون	۱
سروصدای ناشی از حمل و نقل کالا	۸
آلودگی صوتی	۱۲
کل مصرف انرژی ناشی از حمل و نقل بار	۱
مصرف انرژی متوسط مصرف انرژی برای جابجایی یک تن - کیلومتر	۱

توسعه پایدار به کار می روند، باید بر پایه معیارهای مناسب انتخاب شوند. شاخص ها باید دارای خصوصیات زیر باشند: نیازهای سیاست گذار یا برنامه ریز را پاسخ گو باشد، مشخص، پربازده و غیر قابل اشتباه شدن باشند، امکان اندازه گیری داشته باشند، جامع و شامل همه ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی باشند، واقع گرا و نشان دهنده حقیقی وضع موجود باشد، شاخص ها باید از یکدیگر مستقل باشند، اطلاعات آن ها در دسترس باشد، پویا و حساس به تغییرات باشند و اهمیت آن ها در طولانی مدت پایدار باشد.

اگر تعداد شاخص ها کم باشد، نمی تواند به خوبی بیان گر وضعیت توسعه پایدار باشد و اگر زیاد باشند جمع آوری اطلاعات آنها مشکل خواهد بود. در حقیقت تعداد شاخص از یک طرف به نوع مطالعه و دقت لازم و از طرف دیگر به جمع آوری اطلاعات مورد نیاز برای آن ها بستگی دارد. شاخص ها لزوماً به صورت عددی نمی باشند بلکه می توانند به صورت منطقی، علامتی، کیفی و مقایسه ای باشند. انگوی و همکاران مروری جامع بر ۲۳ منبع مرتبط با شاخص های توسعه پایدار شهری انجام داده اند. بررسی آن ها از مطالعات مختلف نشان می دهد که برای تعداد شاخص های مورد نیاز استاندارد خاصی وجود ندارد [Haghsheenas, 2012].

در این پژوهش، به منظور شناسایی شاخص هایی که می توانند مورد ارزیابی واقع شوند، تقریباً کلیه شاخص های توسعه پایدار که در منابع وجود داشته بررسی و جمع آوری شده و بر اساس تقسیم بندی بیان شده ارائه گردید جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ بخش های هر شاخص و تعداد تکرار آن ها را نشان می دهد [Dablan, 2009; Figliozzi, 2011; Leonardi, Browne, Allen, 2012; Schoemaker, Allen, Huschek, monigl, 2006; Hesami, 2014; Browne, Allen, Steele, Cherrett, Mcleod, 2010; Browne, Piotrowska, Woodburn, Allen, 2007; Browne, Allen, Nemoto, Patier, Visser, 2012; Browne, Sweet, Woodburn, Allen, 2005].

با توجه به شاخص های مطرح شده و شناسایی زیر بخش های آن ها، می بایست شاخص های مناسب برای این مطالعات مشخص شود. به همین منظور، از هر سه بخش توسعه پایدار شاخص ها

- تولید گازهای گلخانه ای (CO_2) ناشی از حمل و نقل بار (G)
 - کل مصرف انرژی ناشی از حمل و نقل بار (E)
 - مجموع زمان سفر اضافه شده به شبکه ناشی از حمل و نقل بار (T)
 - زمان تحویل کالا در شبکه (D)
 - هزینه های تحویل کالا در شبکه (C)
 - کل تصادفات ناشی از حمل و نقل بار درون شهری (A)
 - ازدحام و شلوغی در شبکه (N)
 - تحویل مکرر و قابل اعتماد در شبکه (R)
- سیس با طراحی یک پرسشنامه، از کارشناسان خبره به صورت حضوری سؤالات لازم پرسیده که نتایج تحلیل ها به روش AHP در کالیبره کردن ضرایب مدل استفاده گردید.
- با توجه به شاخص های مطرح شده، ضرایب فرمول پیشنهادی برای شاخص توسعه پایدار که دارای ساختار معرفی شده در رابطه (۱) است، قابل محاسبه می شود.

$$SD = a_1.G + a_2.E + a_3.T + a_4.D + a_5.C + a_6.A + a_7.N + a_8.R \quad (1)$$

برای دستیابی به ضرایب معرفی شده در رابطه (۱) که از a_1 تا a_8 هستند، پرسشنامه ای طراحی گردید. این پرسشنامه در میان کارشناسان توزیع و نتایج نظرات آن ها به عنوان شاخص توسعه پایدار قابل استفاده می شود. در این پرسشنامه از مصاحبه کننده خواسته می شود که هر یک از شاخص های زیست محیطی، اقتصادی و اجتماعی چه میزان اهمیت دارند. در ادامه درجه اهمیت هر یک از زیر شاخص ها (به عنوان مثال زیر شاخص های G, E, ... T) پرسیده می شود.

با افزایش شناخت اثرات زیست محیطی برای کاهش اثرات جانبی منفی ناشی از فعالیت های حمل و نقل بار، نگرانی هایی در استراتژی های بخش دولتی که می تواند به کاهش اثرات منفی و به حداکثر رساندن اثرات مستقیم اقتصادی به عنوان یک راه برای تولید منافع خالص اجتماعی است، ایجاد کرد. دستیابی به این هدف، به علت فقدان دانش لازم برای هدایت سیاست گذاران پیچیده است

جدول ۳. زیر شاخص های آثار اقتصادی حمل بار درون شهری و تکرار در منابع مطالعه شده

تکرار	اثرات اقتصادی حمل و نقل بار درون شهری
در منابع	
۵	مجموع زمان سفر در شبکه معابر شهری
۶	زمان تحویل کالا
۴	زمان تخلیه و بارگیری و پارک
۱	زمان تلف شده در صف
۲	هزینه آسیب به زیرساخت های حمل و نقل شهری
۴	مجموع هزینه های گرداننده سیستم
۱	درآمد و هزینه های گرداننده سیستم
۱	هزینه های تحویل کالا در شبکه

جدول ۴. زیر شاخص های آثار اجتماعی حمل بار درون شهری و تکرار در منابع مطالعه شده

تکرار	اثرات اجتماعی حمل و نقل بار درون شهری
در منابع	
۴	کل تصادفات ناشی از حمل و نقل بار درون شهری
۳	سهم وسایل باری در تصادفات
۱	ایمنی و تصادفات (فوتی - جرحی - خسارتی)
۱	میزان جابجایی سالیانه مواد خطرناک (تن-کیلومتر)
۱	نشت مواد خطرناک
۱۱	ترافیک شهری ازدحام و شلوغی در شبکه
۱	قابلیت اعتماد در تحویل مکرر و قابل اعتماد
۱	شبکه در شبکه
۱	حقوق شهروندی انسداد بصری

با توجه به امتیازدهی صورت گرفته استراتژی‌های زیر قابل بررسی هستند:

- مدیریت زیرساخت‌ها: زیرساخت‌های جدید.
- مدیریت مناطق بارگیری و پارکینگ: محل‌های بارگیری.
- مدیریت ترافیک: مسیرهای کامیون، محدوده کم آلودگی، خطوط چندکاره محدود شده.
- مدیریت حمل کالا: مراکز تلفیق بار شهری، تحویل و دریافت کالا به مکان‌های جایگزین.
- مدیریت تقاضای کالا و کاربری زمین: تغییر مکان مراکز تولیدکننده بار ترافیک وسایل نقلیه سنگین.
- هرچند برخی از این تعاریف در ظاهر مشابه همدیگر هستند، ولی در عمل تفاوت‌هایی نیز با یکدیگر دارند. به منظور طراحی استراتژی‌های قابل پیاده‌سازی در مدل، ۴ استراتژی انتخاب شده که از ترکیب آن‌ها ۱۶ حالت به دست می‌آید. این ۴ استراتژی عبارت‌اند از:
- تعریض معابر کم‌عرض مطابق با طرح تفصیلی
- راه‌اندازی چند محل بارگیری و تخلیه کمی بافاصله از خیابان‌های شلوغ و کم‌عرض مرکز شهر
- اجرای خط ویژه وسایل باری و عمومی
- اجرای ناحیه کم انتشار آلودگی و پیشنهاد نوسازی ناوگان فرسوده و پرمصرف

که این مستقیماً ناشی از کسری بودجه پژوهش‌های حمل‌ونقل بار است [Holguín-Veras, Amaya, Jaller, Wang, Wojtowicz, Gonzalez-Calderon, 2014]. با توجه به مشکلات برداشت داده، کمبود اطلاعات برای مدل‌سازی، عدم هم‌خوانی برخی سیاست‌گذاری‌های کلان با محدوده اثرگذاری این پژوهش، زمان محدود مطالعه و سایر فاکتورها، نمی‌توان کلیه استراتژی‌های پیشنهادی را در این پژوهش مورد ارزیابی قرارداد؛ بنابراین چهار عامل در شناسایی استراتژی‌های مناسب برای این پژوهش، لحاظ شده است. این چهار عامل شامل موارد زیر می‌باشند:

- قابلیت بررسی استراتژی موردنظر با شاخص توسعه پایدار این پژوهش
 - قابلیت پیاده‌سازی در نرم‌افزار
 - اثرگذاری استراتژی پیشنهادی در مقیاس پژوهش
 - در دسترس بودن اطلاعات.
- برای درک صحیح‌تر، ابتدا ۴ ستون به جدول استراتژی‌ها اضافه شده و بر اساس اطلاعات و توانمندی موجود، چنانچه هرکدام از ۴ آیتم بالا برای یک استراتژی موجود باشد، عدد ۱ در جلو آن نمایش داده شده و مجموع آن برابر با ۴ می‌شود؛ بنابراین استراتژی‌هایی که به نمره ۴ نمی‌رسند عملاً در این پژوهش امکان بررسی آن‌ها وجود ندارد (جدول ۵).

ارزیابی تاثیر حمل و نقل بار درون شهری بر شاخص های حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی: شهر اهواز)

جدول ۵. بررسی کارایی استراتژی های پیشنهادی در این پژوهش

	استراتژی	محدوده جغرافیایی	سرمایه گذاری	زمان لازم برای اجرا	اثرات اصلی	هدف	احتمال بروز عوارض	قابلیت بررسی با شاخص ها	قابلیت پیاده سازی در نرم افزار	در مقیاس پروژه بگنجد	موجود بودن اطلاعات	مجموع امتیاز
مدیریت زیرساخت ها												
بهبودهای کلی												
۲	مسیرهای حلقوی	کریدور	خیلی زیاد	طولانی	ترافیک مستقیم	ازدحام	زیاد	۱	۱	۰	۰	۲
۴	زیرساخت های جدید و به روز	کریدور	خیلی زیاد	طولانی	تمام ترافیک	زیرساخت ناکافی و ایمنی	متوسط	۱	۱	۱	۱	۴
۲	دسته بندی بار	شهر	خیلی زیاد	طولانی	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین	ازدحام و کاربری زمین	متوسط تا کم	۱	۱	۰	۰	۲
بهبودهای جزئی												
۲	خطوط افزایش و کاهش سرعت	کریدور	کم تا زیاد	متوسط	تمام ترافیک	زیرساخت ناکافی	کم	۱	۱	۰	۰	۲
۰	رفع محدودیت های هندسی تقاطعها	نقطه	کم تا زیاد	کوتاه	تمام ترافیک	زیرساخت ناکافی و ایمنی	کم تا صفر	۰	۰	۰	۰	۰
۰	سطح شیبدار برای چرخهای دستی و لیفتراکها	نقطه	کم	کوتاه	تحويل کالای شهری	زیرساخت ناکافی	کم تا صفر	۰	۰	۰	۰	۰
مدیریت مناطق بارگیری و بارکینگ												
پارکینگ و بارگیری در حاشیه خیابان												
۴	محل های پارکینگ و مناطق بارگیری	کریدور	کم	کوتاه	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین ، تحويل کالای شهری و تمام ترافیک	زیرساخت ناکافی	کم	۱	۱	۱	۱	۴
۳	محدودیت زمانی بارگیری	نقطه	کم	کوتاه	تمام ترافیک	ازدحام	زیاد	۱	۱	۱	۰	۳
۲	تخلیه خیابان در ساعت اوج	کریدور	کم	کوتاه	تمام ترافیک	ازدحام	متوسط	۰	۱	۰	۱	۲
۱	سیستم رزرو پارکینگ	نقطه	متوسط	کوتاه	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین	زیرساخت ناکافی	کم	۰	۱	۰	۰	۱
پارکینگ و بارگیری خارج از خیابان												
۱	کدهای ساختمانی بهبودیافته	شهر یا منطقه	کم	متوسط	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین ، تحويل کالای شهری و ایمنی	زیرساخت ناکافی	کم	۰	۰	۱	۰	۱
۱	زمان اشتراک فضاهای پارکینگ	نقطه	کم	کوتاه	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین ، تحويل کالای شهری و	زیرساخت ناکافی	کم	۰	۱	۰	۰	۱
۱	بهبود مناطق پارکینگ و بارگیری	نقطه	زیاد	کوتاه	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین ، تحويل کالای شهری	زیرساخت ناکافی	کم	۰	۰	۱	۰	۱
استراتژی های وابسته به خودرو												
۲	استانداردهای آلودگی	کشوری	کم	متوسط	تمام ترافیک	آلودگی	کم	۱	۱	۰	۰	۲
۰	برنامه های آلودگی صوتی	شهری	زیاد تا کم	متوسط	تمام ترافیک	آلودگی و صدا	کم	۰	۰	۰	۰	۰

ادامه جدول ۵. بررسی کارایی استراتژی‌های پیشنهادی در این پژوهش (ادامه)

استراتژی	محدوده جغرافیایی	سرمایه گذاری	زمان لازم برای اجرا	اثرات اصلی	هدف	احتمال بروز عوارض	قابلیت بررسی با شاخص‌ها	قابلیت پیاده سازی در نرم افزار	در مقیاس پروژه بگنجد	موجود بودن اطلاعات	مجموع امتیاز
مدیریت ترافیک											
محدودیت های دسترسی											
محدودیت وزن و اندازه وسایل نقلیه	شهر یا منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک	ازدحام	زیاد	۱	۱	۱	۰	۳
مسیرهای کامیون	شهر یا منطقه	کم	کوتاه	کامیون بزرگ	ازدحام	زیاد	۱	۱	۱	۱	۴
محدوده های کم آلودگی	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک و کامیون بزرگ	آلودگی	زیاد	۱	۱	۱	۱	۴
محدودیت های موتور خودرو	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک	آلودگی	زیاد	۱	۱	۰	۰	۲
محدودیت های فاکتور بار	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک	ازدحام	زیاد	۱	۱	۰	۰	۲
محدودیت های زمان دسترسی											
محدودیت‌های تحویل در روز	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک و کامیون بزرگ	ازدحام	زیاد	۱	۱	۱	۰	۳
ممنوعیت تحویل در روز	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک و کامیون بزرگ	ازدحام	زیاد	۱	۱	۰	۰	۲
ممنوعیت تحویل در شب	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک	آلودگی صوتی	زیاد	۱	۱	۰	۰	۲
کنترل ترافیک و مدیریت لاین											
خطوط چندکاره محدود شده	منطقه	کم	کوتاه	تمام ترافیک و کامیون بزرگ	زیرساخت ناکافی	کم تا صفر	۱	۱	۱	۱	۴
لاین مخصوص کامیون	کریدور	کم	کوتاه	کامیون بزرگ	ازدحام	کم تا صفر	۱	۱	۰	۱	۳
کنترل ترافیک	کریدور	کم	کوتاه	تمام ترافیک	ازدحام	کم تا صفر	۱	۱	۱	۰	۳
عوارض، مشوق ها و مالیات											
عوارض راه	شهر یا منطقه	متوسط	متوسط	تمام ترافیک و کامیون-های بزرگ	ازدحام	کم	۱	۱	۰	۱	۳
عوارض پارکینگ	شهر یا منطقه	کم تا صفر	متوسط تا کوتاه	تمام ترافیک و کامیون-های بزرگ	ازدحام	کم تا صفر	۰	۱	۱	۰	۲
مشوق ها											
برنامه های شناسایی	شهر یا منطقه	کم تا صفر	متوسط تا کوتاه	تمام ترافیک و کامیون-های بزرگ	آلودگی	کم تا صفر	۰	۰	۰	۰	۰
برنامه های صدور گواهینامه	شهر، منطقه یا کشوری	کم تا صفر	متوسط تا طولانی	تمام ترافیک و کامیون-های بزرگ	آلودگی	کم تا صفر	۰	۰	۰	۰	۰
مشوق های عملیاتی برای برق و وسایل کم آلودگی	شهری یا کشوری	بسیار زیاد تا زیاد	متوسط	تمام ترافیک و کامیون-های بزرگ	آلودگی و آلودگی صوتی	کم تا صفر	۱	۱	۰	۰	۲
مالیات											
مشوق های برق و وسایل کم آلودگی	شهری یا کشوری	بسیار زیاد تا زیاد	متوسط	تمام ترافیک و کامیونهای بزرگ	آلودگی	کم تا صفر	۱	۱	۰	۰	۲
برنامه های نوسازی وسایل نقلیه	شهری یا کشوری	بسیار زیاد تا زیاد	متوسط	تمام ترافیک و کامیون-های بزرگ	آلودگی و آلودگی صوتی	کم تا فر	۱	۱	۰	۰	۲

ارزیابی تاثیر حمل و نقل بار درون شهری بر شاخص های حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی: شهر اهواز)

ادامه جدول ۵. بررسی کارایی استراتژی های پیشنهادی در این پژوهش (ادامه)

استراتژی	محدوده جغرافیایی	سرمایه گذاری	زمان لازم برای اجرا	اثرات اصلی	هدف	احتمال بروز عوارض	قابلیت بررسی با شاخص ها	قابلیت پیاده سازی در نرم افزار	در مقیاس پروژه بگنجد	موجود بودن اطلاعات	مجموع امتیاز
مدیریت حمل کالا											
مراکز تلفیق بار شهری	منطقه ای	زیاد	متوسط	تحويل کالای شهری	ازدحام	کم تا صفر	۱	۱	۱	۱	۴
سیستم حمل و نقل هوشمند	شهری یا منطقه ای	بسیار زیاد تا زیاد	متوسط	تمام ترافیک	ازدحام	کم تا صفر	۰	۰	۱	۰	۱
تمرین های آخرین مایل تحويل کالا											
شکاف زمانی تحويل و دریافت کالا	شهری یا منطقه ای	کم	متوسط تا کوتاه	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین و تحويل کالای شهری	ازدحام	کم تا صفر	۰	۱	۱	۰	۲
برنامه های آموزش راننده	کشوری یا شهری	متوسط	متوسط	تمام ترافیک	آلودگی	کم تا صفر	۰	۰	۰	۰	۰
برنامه ضد اتلاف وقت	شهری یا منطقه ای	متوسط	متوسط تا کوتاه	کامیونهای سنگین	آلودگی	کم تا صفر	۱	۱	۰	۰	۲
تحويل و دریافت کالا به مکانهای جایگزین	منطقه ای	کم	متوسط تا کوتاه	تمام ترافیک و کامیونهای سنگین	ازدحام	کم تا صفر	۱	۱	۱	۱	۴
مدیریت تقاضای کالا و کاربری زمین											
برنامه داوطلبانه تحويل در ساعات غیر کاری	شهری یا منطقه ای	زیاد تا متوسط	متوسط	تحويل کالای شهری و مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین	ازدحام	کم تا صفر	۱	۱	۰	۰	۲
برنامه ساعات کاری متناوب	شهری یا منطقه ای	زیاد تا کم	متوسط	تحويل کالای شهری و مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین	ازدحام	کم تا صفر	۰	۰	۱	۰	۱
مراکز تحويل کالای مشتری محور	منطقه ای	زیاد تا کم	متوسط	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین	ازدحام	کم تا صفر	۰	۰	۰	۰	۰
برنامه تغییر وسیله	شهری یا منطقه ای	زیاد تا کم	متوسط	تحويل کالای شهری	ازدحام	کم تا صفر	۱	۱	۱	۰	۳
سیاست کاربری زمین	شهری یا منطقه ای	کم	متوسط تا طولانی	تحويل کالای شهری و تمام ترافیک	کاربری زمین	کم	۰	۰	۰	۰	۰
تغییر مکان مراکز تولید کننده ترافیک وسایل نقلیه سنگین	شهری یا منطقه ای	بسیار زیاد تا زیاد	طولانی تا متوسط	مراکز تولید ترافیک وسایل سنگین	کاربری زمین	بسیار زیاد تا زیاد	۱	۱	۱	۱	۴

۷. جمع‌آوری داده‌های میدانی پرسشنامه‌ها و

تعیین فرمول توسعه پایدار حمل‌ونقل کالا

پس از تعیین شبکه معابر و ناحیه بندی، برداشت اطلاعات ماتریس جابجایی بار و مسافر از نتایج مطالعات انجام‌شده در گذشته و برداشت پرسشنامه، ضرایب شاخص‌ها از طریق پاسخگویی کارشناسان (۵۱ پرسشنامه) انجام می‌شود. همان‌گونه که بیان شد باید نقطه نظرات کارشناسان تعیین شود و ضرایب رابطه $(1)^0$ مشخص شود.

در بخش اول پاسخ به پرسشنامه شاخص‌ها که در آن اولویت-سنجی و تعیین ضریب اهمیت سه شاخص اساسی در توسعه پایدار (اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی) تعیین شدند با واردکردن نتایج پرسشنامه‌ها و با توجه به ضریب اهمیت تفاوت هر دو مورد با یکدیگر توسط کارشناسان شهر اهواز، ضریب اهمیت شاخص‌های کلان توسعه پایدار در حمل‌ونقل کالا به شرح جدول ۶ ابه دست آمد.

جدول ۶. ضرایب شاخص‌های کلان فرمول شاخص توسعه پایدار

شاخص	مقدار ضریب در فرمول توسعه پایدار
محیط زیست	۰/۴۰۲۱
اقتصادی	۰/۲۳۸۶
اجتماعی	۰/۳۵۹۳

همچنین در پاسخ به سؤالات مقایسه ضرایب زیرشاخص‌های فرمول توسعه پایدار، میانگین پاسخ کارشناسان در جدول ۷ نشان داده است.

پرسشنامه طراحی‌شده برای این بخش توسط رانندگان تکمیل شده است. درواقع این پرسشنامه نوع تغییر رفتار راننده‌ها بعد از اجرای این سناریوها را مدنظر قرار خواهد داد. پس از تعیین نوع رفتار راننده‌ها، ماتریس حمل‌ونقل کالا دچار تغییر شده و نتایج شاخص‌های توسعه پایدار نیز عوض خواهد شد.

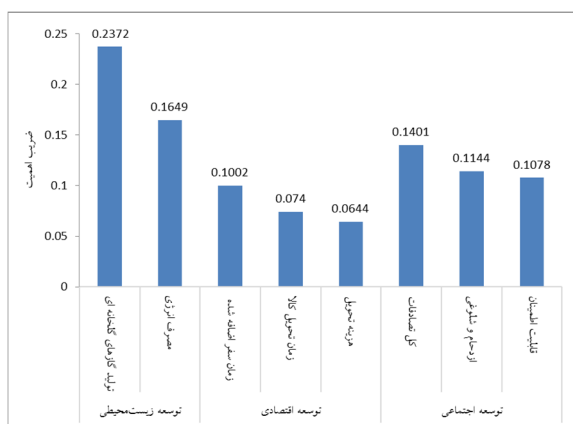
۶. نرم‌افزار GAMS

نسخه اولیه نرم‌افزار GAMS در سال‌های ۱۹۷۸ و ۱۹۷۹ وارد بازار شد و به دلیل ویژگی‌های منحصر به فردی که برای حل مدل‌های ریاضی و مسائل بهینه‌سازی داشت به سرعت توسط متخصصین برای حل مدل‌های ریاضی از جمله مسئله تخصیص ترافیک به کار گرفته شد. وجود تعداد زیاد حل‌کننده‌ها در این نرم‌افزار کمک بزرگی به حل انواع مختلف برنامه‌های ریاضی می‌کند. این امکان به متخصصین اجازه می‌دهد که با توجه به نوع و ابعاد مدلی که می‌خواهند حل کنند نوع حل‌کننده مناسب را بین گزینه‌های موجود انتخاب کنند. نرم‌افزار GAMS در حقیقت یک محیط برنامه‌نویسی است که به شکل تخصصی برای حل مدل‌های ریاضی و بهینه‌سازی توسعه یافته است که کاربرد متنوعی در مسائل حمل‌ونقل دارند. با توجه به این‌که در سایر نرم‌افزارهایی که برای تخصیص ترافیک استفاده می‌شوند قسمتی از دستورهای استفاده‌شده در فرآیند تخصیص ترافیک به شکل تابع در این نرم‌افزارها تعریف شده‌اند، لذا نمی‌توان با اعمال تغییرات ساده در آن‌ها، جزئیات روش تخصیص را تغییر داد و یا عواملی مانند قیمت را به آن‌ها اضافه نمود. در نرم‌افزار GAMS به دلیل این‌که کل فرآیند تخصیص با تمام جزئیات به شکل دستورهای ساده کد نویسی می‌شود می‌توان به سادگی تمام بخش‌های آن را به شکل دلخواه تغییر داد. دسترسی کامل به جزئیات فرآیند حل و سادگی اعمال تغییرات در تمام قسمت‌ها ویژگی اصلی نرم‌افزار GAMS است. به دلیل پیچیدگی این پژوهش و نیاز به اعمال تغییرات در پارامترهای مسئله برای تحلیل حساسیت، در این پژوهش از نرم‌افزار GAMS استفاده شده است.

ارزیابی تاثیر حمل و نقل بار درون شهری بر شاخص های حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی: شهر اهواز)

جدول ۷. ضرب اهمیت زیر شاخص‌های توسعه پایدار به پیشنهاد کارشناسان

توسعه زیست محیطی		توسعه اقتصادی		توسعه اجتماعی		
(۰/۴۰۲۱)		(۰/۲۳۸۶)		(۰/۳۵۹۳)		
تولید گازهای	زمان سفر	زمان تحویل	هزینه	کل	ازدحام و	قابلیت
گلخانه‌ای	مصرف انرژی	کالا	تحویل	تصادفات	شلوغی	اطمینان
۵۹٪	۴۱٪	۳۱٪	۲۷٪	۳۹٪	۳۱٪	۳۰٪
۰/۲۳۷۲	۰/۱۶۴۹	۰/۰۷۴	۰/۰۶۴۴	۰/۱۴۰۱	۰/۱۱۱۴	۰/۱۰۷۸
کل						



شکل ۲. مقایسه ضریب زیرشاخص‌های فرمول توسعه پایدار

درنهایت با ضرب ضریب اهمیت هر شاخص کلان، در سهم زیرشاخص، ضریب هر زیرشاخص در فرمول مشخص می‌شود؛ بنابراین فرمول توسعه پایدار استفاده‌شده در این پژوهش به‌صورت رابطه (۲) است:

$$\text{SD} = 0.2372 \text{ G} + 0.1649 \text{ E} + 0.1002 \text{ T} + 0.074 \text{ D} + 0.0644 \text{ C} + 0.1401 \text{ A} + 0.1114 \text{ N} + 0.1078 \text{ R} \quad (2)$$

این شاخص برای وضع موجود مطالعه موردی محاسبه می‌گردد. سپس پیش از اجرای هر یک از سیاست‌های کنترل ترافیک باری، شاخص موردنظر برای استراتژی‌های موردنظر تعیین می‌گردد و با مقایسه عدد شاخص به‌دست‌آمده برای استراتژی موردنظر و وضع موجود، در صورت بهبود این شاخص، سیاست موردنظر تأیید می‌گردد. لازم به ذکر است که همچنین می‌توان با مقایسه مقدار به‌دست‌آمده برای هریک از استراتژی‌ها، به‌راحتی استراتژی‌ها را اولویت‌بندی کرد. مقایسه ضرایب رابطه ۲ به صورت نمودار در شکار ۲ ارائه شده است.

۸. استراتژی‌های پیشنهادی و نتایج نظرات

رانندگان

پس از شناخت وضع موجود، پیاده‌سازی شبکه، بارگذاری و محاسبه شاخص توسعه پایدار، نوبت به بررسی استراتژی‌های بهبود در وضع موجود بر اساس توسعه پایدار می‌رسد. برای این منظور می‌بایست نحوه تغییر رفتار کاربران (رانندگان) تعیین شود. به همین دلیل ابتدا تعداد قابل توجهی پرسشنامه در میان رانندگان توزیع شود. با توجه به جمعیت شهر اهواز و با استفاده از فرمول کوکران که در رابطه ۳ نشان داده شده، می‌توان حداقل تعداد نمونه مورد نیاز جهت این پژوهش را بدست آورد:

(۳)

$$n = \frac{\frac{z^2 pq}{d^2}}{1 + \frac{1}{N}(\frac{z^2 pq}{d^2} - 1)}$$

در این رابطه:

n = حداقل حجم نمونه؛ N = جمعیت؛ z = انحراف معیار استاندارد متناظر با سطح اطمینان قابل قبول؛ p = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (مثلاً جمعیت مردان)؛ $q = (1-p)$ = نسبتی از جمعیت فاقد صفت معین (مثلاً جمعیت زنان) و d = حد خطای قابل قبول. معمولاً p و q ، ۰/۵ و مقدار z و d با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، ۱/۹۶ و ۰/۰۵ خواهد بود. بنابراین حداقل تعداد پرسشنامه لازم براساس محاسبه زیر ۳۸۴ خواهد بود که با توجه به امکان عدم بازگشت تعداد زیادی از پرسشنامه‌ها ۱۰۰۰ نمونه در نظر گرفته شد:

$$n = \frac{\frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2}}{1 + \frac{1}{1200000}(\frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)}{(0.05)^2} - 1)} = 384$$

جامعه آماری حدود ۱۰ هزار وسیله‌ای حوزه حمل و نقل کالای اهواز و تردد حدود ۳۰٪ از این وسایل در هسته مرکزی شهر، نمونه ۱۰۰۰ نفری از آن می‌تواند بیان‌کننده مناسبی از رفتار جامعه رانندگان وسایل باری در هسته مرکزی شهر اهواز باشد؛ که از میان پرسشنامه‌های توزیع شده تعداد ۸۰۶ پرسشنامه بازگردانده شد. برخی از اطلاعات برداشت‌شده از پرسشنامه به شرح زیر است:

- ۷۶٪ از راننده‌ها بین ۳۰ تا ۶۰ سال سن دارند. بدین معنی که بخش قابل توجهی از پاسخ‌دهندگان به احتمال زیاد نان‌آور خانواده بوده و هرگونه تصمیم غیراصولی می‌تواند معیشت یک خانواده را تحت تأثیر قرار دهد.
- بیش از ۷۰٪ از راننده‌ها سطح سواد دیپلم و بالاتر داشته‌اند.

- ۸۷٪ از راننده‌ها محل اصلی فعالیتشان مرکز شهر اهواز است؛ بنابراین نحوه زون بندی و انتخاب راننده‌ها برای پاسخگویی کاملاً درست به نظر می‌رسد.
- ۷۵٪ از راننده‌ها روزانه بیش از ۶ ساعت به فعالیت جابجایی کالا مشغول هستند که نشان می‌دهد شغل اصلی آن‌ها جابجایی کالا است.
- بیش از ۷۰٪ از وسایل وانت‌بار و بیش از ۹۰٪ آن‌ها وانت و کامیونت بوده‌اند؛ بنابراین سیاست‌گذاری بر روی تغییر نوع وسیله مجاز به تردد، اثرگذاری چشمگیری بر کاهش آلودگی و تصادفات نخواهد داشت.
- بیش از ۴۵٪ از وسایل در حال تردد فرسوده (عمری بیش از ۱۰ سال) بوده است. این مسئله موجب افزایش مصرف سوخت، استهلاک وسیله و هزینه‌های نگهداری برای راننده‌ها خواهد شد.
- نزدیک به ۶۰٪ از راننده‌ها بیش از یک ساعت در صف انتظار برای پیدا شدن یک محموله قرار دارند. بدین ترتیب فضاهای پارک بسیار ارزشمند در مرکز شهر توسط صاحبان وسایل باری اشغال می‌شود.
- حدود ۵۰٪ از وسایل، مدت‌زمان بارگیری تا رساندن آن به مشتری را بیش از ۲ ساعت ذکر نموده‌اند. بخشی از این مسئله به سیستم سستی بارگیری برمی‌گردد که چنانچه باراندازهای تخصصی احداث شود این مسئله در کمترین زمان ممکن محقق شود.
- ۸۹٪ از رانندگان باری کمتر از ۱۰۰۰ کیلوگرم را حمل می‌نمودند. این مسئله به دو دلیل می‌تواند رخ دهد. یکی وزن پایین کالاهای جابجا شده نسبت به حجم آن‌ها. دیگری عدم استفاده مناسب از ظرفیت جابجایی یک وسیله باری.
- درنهایت بیش از ۸۰٪ از راننده‌ها تمام یا بخشی از فعالیتشان به صورت شخصی (و نه زیر نظر یک شرکت یا تولیدی) انجام می‌شود؛ بنابراین جامعه رانندگان تحت تأثیر استراتژی‌های انتخاب‌شده بخش قابل توجهی از رانندگان را شامل می‌شود و استراتژی‌های پیاده‌سازی شده می‌تواند بر نتایج شاخص توسعه پایدار اثرگذار باشند.

پس از جمع بندی و تهیه نتایج بخش اول پرسشنامه استراتژی ها که به شناخت کلی از راننده، خودرو و شرایط کارکرد دارد، در بخش دوم سؤالات مرتبط با استراتژی های قابل طرح در مرکز شهر پرسیده شده است. لازم به توضیح است که استراتژی اول در نظر گرفته شده، تعریض خیابان های کم عرض بوده که با توجه به عدم تأثیرگذاری راننده ها در این تصمیم، از مجموعه سؤالات حذف شده است؛ زیرا بدون شک کلیه رانندگان با جواب "بله" به این سؤال پاسخ خواهند داد.

در قسمت ابتدایی سؤالات این بخش، قضاوت راننده نسبت به میزان اثرگذاری هر یک از مشکلات مطرح شده در میزان درآمد آن ها پرسیده شده است. پاسخ های این بخش در ۷ سطح طبقه بندی شده اند. ۵ سطح آن از خیلی زیاد تا خیلی کم بوده و دو سطح دیگر، نمی دانم و اثری ندارد، می باشد. مهم ترین نکات به دست آمده از پاسخ های رانندگان به شرح زیر است:

- نزدیک به ۷۰٪ از رانندگان شلوغی های ناشی از بی نظمی ساختمان ها و عدم مدیریت ترافیک در هسته مرکزی و بخصوص مدیریت پارکینگ و اعمال جرائم به رانندگان متخلف در زمینه پارک دوبل را یک عامل مهم در کاهش درآمد خود می دانند.
 - نزدیک به ۹۰٪ از رانندگان از شرایط کوچه های باریک و کم عرض هسته مرکزی و اجبار به بارگیری در این محل ها ناراضی هستند.
 - ترافیک سنگین شبکه معابر هسته مرکزی شهر عاملی است که حدود ۷۰٪ از راننده ها به عنوان یک عامل کاهنده درآمد خود بدان نگاه می کنند.
 - بیش از ۵۰٪ از رانندگان هزینه نگهداری از خودروی خود را بالا دانسته و آن را عاملی در جهت کاهش درآمد خود می دانند.
- پس از مشخص شدن مهم ترین عوامل نارضایتی رانندگان در شرایط فعلی، چند سناریوی پیشنهادی که از نتایج بررسی استراتژی های رایج پیاده سازی شده در شهرهای مختلف جهان به دست آمده، از رانندگان پرسیده شده است. مهم ترین نتایج

به دست آمده از عکس العمل رانندگان به استراتژی های پیشنهادی بدین شرح است:

- بیش از ۶۰٪ از رانندگان موافق راه اندازی باراندازها بوده این در شرایطی است که یقیناً تعداد این افراد پس از راه اندازی بارانداز و آشنا شدن با مزایای کارکرد این شیوه، افزایش خواهد یافت.
- ۶۵٪ از رانندگان حاضرند به ازای استفاده از خط ویژه خودروهای عمومی و باری تا مبلغ ۳۰۰۰ تومان و ۲۶٪ از آن ها تا مبلغ ۵۰۰۰ تومان به ازای هر سرویس پرداخت نمایند که نشان از استقبال مناسب رانندگان از این شیوه مدیریت عرضه دارد.
- نزدیک به ۵۰٪ از راننده ها در صورت پیاده سازی ناحیه کم انتشار آلودگی نسبت به تغییر خودروی خود و تهیه ناوگان نو اقدام خواهند نمود.

۹. تحلیل استراتژی ها در شبکه و تعیین مقدار

شاخص توسعه در هر استراتژی پیشنهادی

۴ استراتژی (تعریض معابر، نوسازی ناوگان، اجرای خط ویژه وسایل باری و راه اندازی بارانداز) که از ترکیب آنها به ۱۶ سناریو تعریف شده است بر اساس طرح تفصیلی شهر، طرح جامع حمل و نقل و مطالعات ساماندهی حمل و نقل بار کلانشهر اهواز تعیین شده است. در پرسشنامه ارائه شده به رانندگان ۳ استراتژی (نوسازی ناوگان، اجرای خط ویژه وسایل باری و راه اندازی بارانداز) مورد سوال واقع شده است. علاوه بر آن، تعریض خیابانهای آزادگان، شریعتی و طالقانی به مقدار امکان پذیر یک خط عبور و بر اساس نقشه های طرح تفصیلی شهر اهواز به عنوان یک استراتژی دیگر نیز لحاظ شده است. همچنین باراندازهای پیشنهادی در ۴ نقطه مختلف از هسته مرکزی شهر پیشنهاد شده اند. این ۴ بارانداز در شمالی غربی محدوده (ضلع جنوبی پل علی ابن مهزیار جنب جاده ساحلی شرقی)، ضلع جنوب غربی محدوده (جنب فروشگاه رفاه در ساحلی شرقی)، ضلع شرقی محدوده (جنب پارک ۱۷ شهریور در ضلع شمالی خیابان شهید رستگاری)

۷	تعریض، اجرای خط ویژه
۸	تعریض، نوسازی ناوگان
۹	راه اندازی، اجرای خط ویژه
۱۰	راه اندازی، نوسازی ناوگان
۱۱	اجرای خط ویژه، نوسازی ناوگان
۱۲	تعریض، راه اندازی، اجرای خط ویژه
۱۳	تعریض، راه اندازی، نوسازی ناوگان
۱۴	تعریض، اجرای خط ویژه، نوسازی ناوگان
۱۵	راه اندازی، اجرای خط ویژه، نوسازی ناوگان
۱۶	تعریض، راه اندازی، اجرای خط ویژه، نوسازی ناوگان

پس از اعمال تغییرات هر سناریو و بارگذاری شبکه، مقدار تغییر مقادیر هر یک از زیرشاخص ها نسبت به گزینه عدم انجام کار (سناریوی شماره ۱) به صورت درصد کاهش یا افزایش نسبت به حالت پایه محاسبه شده است (جدول ۹). لازم به ذکر است برای هر سناریو متناسب با پاسخ رانندگان به استراتژی مربوطه، تغییرات در شبکه پیاده شده در محیط نرم افزاری و ماتریس ها اعمال شده است. نتایج پیاده سازی شبکه پس از اجرای هر سناریو نشان می- دهد با اجرای سناریوها به صورت تکی، گزینه راه اندازی بارانداز اثرگذاری بسیار چشمگیری در بهبود شاخص ایجاد می کند. هرچند به نظر می رسد اجرای خطوط ویژه وسایل باری نیز بهبود قابل ملاحظه ایجاد کند، ولی با توجه به افزایش چشمگیر زمان سفر کل وسایل نقلیه به دلیل حذف بخشی از ظرفیت شبکه مسافری و اختصاص آن به وسایل باری، اثرگذاری این گزینه مطلوب نیست.

و ضلع جنوب شرقی محدوده (در حاشیه بزرگراه بهبهانی پایین تر از خیابان زند) قرار دارند. جدول ۸، ۱۶ سناریو و شکل ۳، ۴ استراتژی را نشان می دهد.

پس از اعمال تغییرات هر سناریو و بارگذاری شبکه، مقدار تغییر مقادیر هر یک از زیرشاخص ها نسبت به گزینه عدم انجام کار (سناریوی شماره ۱) به صورت درصد کاهش یا افزایش نسبت به حالت پایه محاسبه شده است. لازم به ذکر است برای هر سناریو متناسب با پاسخ رانندگان به استراتژی مربوطه، تغییرات در شبکه پیاده شده در محیط نرم افزاری و ماتریس ها اعمال شده است. نتایج پیاده سازی شبکه پس از اجرای هر سناریو نشان می دهد با اجرای سناریوها به صورت تکی، گزینه راه اندازی بارانداز اثرگذاری بسیار چشمگیری در بهبود شاخص ایجاد می کند. هرچند به نظر می رسد اجرای خطوط ویژه وسایل باری نیز بهبود قابل ملاحظه ایجاد کند، ولی با توجه به افزایش چشمگیر زمان سفر کل وسایل نقلیه به دلیل حذف بخشی از ظرفیت شبکه مسافری و اختصاص آن به وسایل باری، اثرگذاری این گزینه مطلوب نمی باشد.

جدول ۸. مجموعه استراتژی های بررسی شده در هر سناریو

شماره سناریو	عنوان استراتژی
۱	عدم انجام کار
۲	تعریض معابر
۳	راه اندازی بارانداز
۴	اجرای خط ویژه وسایل باری
۵	نوسازی ناوگان با عمر بالای ۱۰ سال
۶	تعریض، راه اندازی

ارزیابی تاثیر حمل و نقل بار درون شهری بر شاخص های حمل و نقل پایدار (مطالعه موردی: شهر اهواز)

جدول ۹. نتایج تغییر در زیرشاخص‌ها به‌ازای اجرای هریک از سناریوهای پیشنهادی نسبت به گزینه عدم‌انجام کار

شماره سناریو	عنوان سناریو	تولید گازهای گلخانه‌ای	تولید آلاینده های محلی	مصرف انرژی شده	زمان سفر اضافه شده	زمان تحویل کالا	هزینه تحویل	کل تصادفات	آزدهام و شلوغی	توسعه پایدار	تغییر شاخص
۲	تعریض	۱/۹ %	۱/۹ %	۲/۳ %	۴/۱ %	۱/۱ %	۰/۸ %	۳/۹ %	۱/۶ %	۱/۰ %	
۳	بارانداز	۴/۲ %	۴/۲ %	۶/۹ %	۱۴/۸ %	۱۶/۶ %	۲۱/۳ %	۲۸/۸ %	۲/۹ %	۱۰/۴ %	
۴	خط ویژه	-۱۶/۴ %	-۱۶/۴ %	-۲۰/۹ %	۳۷/۲ %	۱۴/۰ %	-۸/۷ %	۳۴/۰ %	-۱۳/۸ %	-۰/۳۸ %	
۵	نوسازی ناوگان	۸/۱ %	۸/۱ %	۱۱/۷ %	۰/۰ %	۰/۰ %	۳/۷ %	۰/۰ %	۰/۰ %	۳/۷۸ %	
۶	تعریض، بارانداز	۴/۷ %	۴/۷ %	۷/۳ %	۱۵/۹ %	۱۹/۲ %	۲۳/۸ %	۲۵/۹ %	۴/۹ %	۱۰/۸۸ %	
۷	تعریض، خط ویژه	-۷/۰ %	-۷/۰ %	-۹/۱ %	۲۰/۹ %	۷/۶ %	-۳/۹ %	۱۴/۶ %	-۵/۹ %	۰/۷۷ %	
۸	تعریض، نوسازی ناوگان	۴/۶ %	۴/۶ %	۶/۴ %	۲/۱ %	۰/۶ %	۲/۱ %	-۲/۰ %	۰/۸ %	۲/۲۳ %	
۹	بارانداز، خط ویژه	-۸/۶ %	-۸/۶ %	-۱۰/۱ %	۳۱/۹ %	۱۶/۰ %	۸/۱ %	۳۲/۳ %	-۷/۰ %	۵/۰۴ %	
۱۰	بارانداز، نوسازی ناوگان	۷/۵ %	۷/۵ %	۱۱/۵ %	۱۴/۸ %	۱۶/۶ %	۱۷/۲ %	۲۸/۸ %	۲/۹ %	۱۱/۶ %	
۱۱	خط ویژه، نوسازی ناوگان	-۳/۹ %	-۳/۹ %	-۴/۲ %	۳۷/۲ %	۱۴/۰ %	-۲/۴ %	۳۴/۰ %	-۱۳/۸ %	۲/۴ %	
۱۲	تعریض، بارانداز، خط ویژه	-۲/۸ %	-۲/۸ %	-۳/۲ %	۱۷/۷ %	۱۰/۱ %	۴/۶ %	۱۸/۰ %	-۲/۶ %	۳/۸۸ %	
۱۳	تعریض، بارانداز، نوسازی ناوگان	۷/۴ %	۷/۴ %	۱۰/۴ %	۱۶/۸ %	۱۵/۶ %	۲۷/۲ %	۲۵/۵ %	۴/۸ %	۱۱/۹۹ %	
۱۴	تعریض، خط ویژه، نوسازی ناوگان	-۱/۳ %	-۱/۳ %	-۱/۱ %	۲۰/۵ %	۷/۵ %	-۱/۰ %	۱۴/۹ %	-۶/۰ %	۳/۴۵ %	
۱۵	بارانداز، اجرای نوسازی ناوگان خط ویژه وسایل باری،	-۱/۵ %	-۱/۵ %	-۰/۹ %	۲۶/۴ %	۱۵/۶ %	۵/۷ %	۳۲/۰ %	-۵/۵ %	۷/۴۹ %	
۱۶	تعریض، بارانداز، خط ویژه، نوسازی ناوگان	-۰/۴ %	-۰/۴ %	۰/۲ %	۱۹/۲ %	۱۱/۰ %	۴/۶ %	۱۹/۹ %	-۲/۸ %	۵/۴ %	



شکل ۳: موقعیت استراتژی‌های پیشنهادی

(خطوط زرد مربوط به خط ویژه باری، خطوط قرمز مربوط به تعریض شبکه معابر، نقاط دایره‌ای مربوط به موقعیت باراندازها)

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال دوازدهم / شماره سوم (۴۸) / بهار ۱۴۰۰

ادبیات موضوع در زمینه شاخص توسعه پایدار، شناسایی شاخص -هایی از حمل و نقل کالا که در توسعه پایدار نقش دارند، انجام شده است. شاخص های شناسایی شده در ادبیات موضوع، در سه دسته کلی اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی طبقه بندی شده اند. سپس با توجه به فراوانی شاخص ها و همچنین مطابقت شاخص های مورد نظر با مطالعه موردی، تعدادی از شاخص ها گزینش و در طراحی پرسشنامه مورد استفاده و تحلیل قرار گرفتند. نتایج و دستاوردهای این پژوهش در دو بخش شرح داده شده است.

بخش اول- تحلیل نتایج حاصل از پرسشنامه کارشناسان،

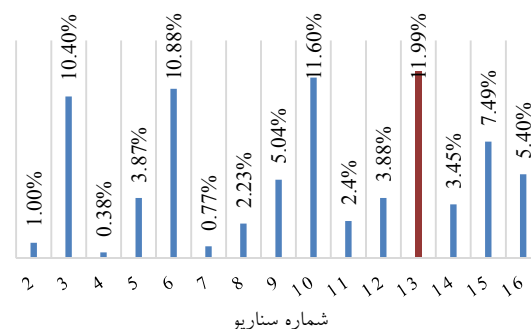
رانندگان و خروجی نرم افزار

الف) از دیدگاه کارشناسان، مسائل مرتبط با آلودگی محیط زیست با ۴۰ درصد در بین سه زیرشاخه توسعه پایدار (اجتماعی- اقتصادی- زیست محیطی) دارای بالاترین میزان اهمیت در توسعه پایدار است. به عبارت دیگر آثار مقطعی یک تصمیم مانند افزایش یا کاهش هزینه و یا زمان سفر، از نگاه کارشناسان نسبت به مسائل زیست محیطی که آثار درازمدتی در پی دارند، از اهمیت کمتری برخوردار است. همچنین در این بخش زیر شاخص تولید گازهای گلخانه ای با تقریباً ۲۳ درصد، بالاترین درجه اهمیت را دارد. با مرور مطالعاتی که در سطح جهان صورت گرفته است، متوجه شده که تولید گازهای گلخانه ای دغدغه تمام مسئولین و جوامع بشری است که در سالهای اخیر توجه بسیاری به این مقوله شده است.

ب) در بخش اجتماعی زیر شاخص کل تصادفات با ۱۴ درصد بیشترین ضریب اهمیت را دارد چرا که از دید شهروندان عبور و مرور در خیابان هایی که وسایل نقلیه باری تردد دارند، دل نگرانی بیشتری جهت امنیت در آنها وجود دارد زیرا شدت جراحات در این تصادفات به مراتب بیشتر است.

ج) در بخش اقتصادی زیر شاخص زمان سفر اضافه شده با ۱۰ درصد بیشترین ضریب اهمیت را داشتند. علت این امر این است که با کاهش زمان سفر، به تبع تواتر سرویس دهی و درآمد حاملان بار افزایش می یابد. از این رو مورد توجه است.

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال دوازدهم / شماره سوم (۴۸) / بهار ۱۴۰۰



شکل ۴. میزان بهبود ایجاد شده در شاخص توسعه پایدار نسبت به وضع موجود در اثر اجرای هر سناریو

در میان گزینه های دوتایی، اجرای بارانداز به همراه تعریض معابر هسته مرکزی شهر بهبودی بیش از ۱۰٪ را در شاخص توسعه پایدار نشان می دهد. هرچند که تغییر آن نسبت به حالت اجرای بارانداز به تنهایی، خیلی چشمگیر نمی باشد. علاوه بر آن، اجرای بارانداز به همراه نوسازی ناوگان فرسوده، به دلیل کاهش قابل توجه در میزان انتشار آلاینده ها و سوخت مصرفی، به عنوان یک سناریو اثرگذار با بیش از ۱۰٪ قابل مشاهده است.

گزینه های ۳ تایی نیز به طور چشمگیر تحت تأثیر اجرای خط ویژه ناوگان باری قرار گرفته و بهبود قابل ملاحظه ای ندارند و تنها سناریو ۱۳ که کلیه استراتژی ها به غیر از اجرای خطوط ویژه ناوگان باری است بهترین اثرگذاری را هم در میان گزینه های ۳ تایی و هم در میان کل سناریوها به خود اختصاص داده است. در نهایت گزینه ترکیبی کلیه استراتژی ها نیز به عنوان یک راهکار کاملاً کارا شناخته نشده است. مقایسه نتایج نهایی کلیه سناریوها در شکل (۴) آمده است.

۱۰. بحث و نتیجه گیری

در این پژوهش، اقدامات گسترده ای در زمینه معرفی شاخص توسعه پایدار در حمل و نقل کالا صورت گرفته است. پس از مطالعه

د) تحلیل نتایج پرسشنامه رانندگان نشان می دهد، آمادگی تغییرات جدی در زمینه مدیریت جابجایی کالا در هسته مرکزی شهر در میان آن ها کاملاً مشهود است. همچنین بیش از ۷۰٪ از خودروهای باری این محدوده وانت بار بوده که نشان از یکدست بودن نوع ناوگان در این محدوده دارد. ضمن اینکه بیش از ۴۵٪ از وسایل باری عمر بالای ۱۰ سال داشته اند. این مسئله سبب شده نزدیک به ۷۰٪ از وسایل در طول روز بیش از ۲۰ لیتر مصرف سوخت داشته باشند. ضمناً با توجه به شرایط ترافیکی هسته مرکزی شهر، حدود ۶۰٪ از راننده ها زمان انتظار بالای یک ساعت برای پیدا کردن بار جدید صرف نموده اند. این در شرایطی است که نزدیک به ۶۵٪ از راننده ها کاملاً به صورت شخصی فعالیت می کنند.

ه) تحلیل نتایج پرسشنامه نشان می دهد بیش از ۶۰٪ رانندگان موافق اجرای راه اندازی باراندازها در حاشیه هسته مرکزی شهر به منظور بارگیری و تخلیه کالا در محل هایی خارج از کوچه های شلوغ هسته مرکزی شهر هستند. خروجی نرم افزار و تحلیل های صورت گرفته نشان می دهد که سناریو راه اندازی بارانداز با ۱۰/۴ درصد در بین سناریوهای تکی کارایی بسیار بالایی داشته است. و) تعریض و توسعه شبکه معابر برخلاف هزینه های هنگفت اجرایی، با ۱ درصد بهبود، آثار ترافیکی و توسعه ی چندان قابل توجهی نخواهد داشت ولی به وضوح آشکار است که عاملان بار (رانندگان و...) به خاطر افزایش تعداد سرویس دهی و به تبع افزایش سطح درآمدی موافق این موضوع هستند.

ز) تحلیل پرسشنامه رانندگان نشان می دهد که ۶۵٪ از رانندگان حاضر به استفاده از خط ویژه خودروهای عمومی و باری تا مبلغ ۳۰۰۰ تومان و ۲۶٪ از آن ها تا مبلغ ۵۰۰۰ تومان به ازای هر سرویس پرداخت نمایند.

ح) تحلیل خروجی نرم افزار نشان می دهد که سناریو نوسازی ناوگان می تواند ۳/۸۷ درصد باعث بهبود گردد که مهم ترین دستاورد آن بهبود ۱۱/۷ درصدی در مصرف سوخت و ۸/۱ درصدی در بخش زیست محیطی است.

فصلنامه مهندسی حمل و نقل / سال دوازدهم / شماره سوم (۴۸) / بهار ۱۴۰۰

ط) در میان سناریوهای دوتایی، اجرای بارانداز به همراه تعریض معابر هسته مرکزی شهر بهبودی بیش از ۱۰٪ را در شاخص توسعه پایدار نشان می دهد. علاوه بر آن، اجرای بارانداز به همراه نوسازی ناوگان فرسوده، به عنوان یک سناریو اثرگذار با بیش از ۱۰٪ قابل مشاهده است.

ی) گزینه های ۳ تایی نیز به طور چشمگیر تحت تاثیر اجرای خط ویژه ناوگان باری قرار گرفته و بهبود قابل ملاحظه ای ندارند و تنها سناریو ۱۳ که کلیه استراتژی ها به غیر از اجرای خطوط ویژه ناوگان باری است، با ۱۱/۹۹ درصد بهبود بهترین اثرگذاری را هم در میان گزینه های ۳ تایی و هم در میان کل سناریوها به خود اختصاص داده است.

بخش دوم- نتایج کیفی

یکی دیگر از مسائل موجود در زمینه حمل و نقل کالا، تضاد بین منافع بخش دولتی، خصوصی و اقشار جامعه است. باید شاخص ها و استراتژی ها به صورتی باشد که برای هر سه بخش دولتی، خصوصی و شهروندان منافی در پی داشته باشد یا حداقل منافع آن ها را به خطر نیندازد که در این پژوهش این موضوع قابل شهود است و برخلاف دیگر مطالعات فقط منافع بخش دولتی در نظر گرفته نشده است. به عنوان مثال شاخص زمان تحویل کالا در راستای منافع رانندگان و به طور کلی عاملان بار، شاخص آلاینده محلی و تصادفات در راستای منافع مردم و شاخص هایی از قبیل ازدحام و شلوغی در راستای بخش دولتی است. البته لازم به ذکر است که برخی شاخص ها در بین هر سه بخش (دولتی- خصوصی- اقشار جامعه) مشترک است. با بررسی نتایج حاصله از تحلیل پرسشنامه مشخص می گردد که کارشناسان منافع هر سه بخش را ملاک پاسخگویی قرار داده اند.

۱۱. سپاسگزاری

از معاونت حمل و نقل و ترافیک و مدیر مطالعات کلان شهر اهواز کمال تشکر و قدردانی را داشته که بی شک بدون همکاری و همراهی آن ها، امکان پژوهش فوق وجود نداشت.

environmental impacts of urban freight transport: A review of some major cities," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 39, PP. 19-33.

-Browne, M., Allen, J., Steele, S., Cherrett, T. and McLeod, F. (2010) "Analysing the results of UK urban freight studies", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 2, PP. 5956-5966.

-Browne, M., Piotrowska, M. Woodburn, A.G. and Allen, J. (2007). "Literature Review WM9: Part I-urban freight transport, carried out as part of Work Module 1, Green Logistics Project.

-Browne, M., Sweet, M., Woodburn, A. and Allen, J. (2005). "Urban freight consolidation centres final report," *Transport Studies Group, University of Westminster*.

-C. Systematics, C. N. C. H. R. Program, A. A. O. S. Highway, and T., Officials, (2008). "Forecasting statewide freight toolkit", *Transportation Research Board, Report 606*.

-Dablanc, L. (2009). "Freight transport for development toolkit: Urban Freight", *Transport Research Support. World Bank. 50P*.

-Figliozi, M. A. (2011) "The impacts of congestion on time-definitive urban freight distribution networks CO2 emission levels: Results from a case study in Portland, Oregon", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Vol. 19, pp. 766-778.

-Holguín-Veras, J., Amaya, J., Jaller, M., Wang, C., Wojtowicz, J., Gonzalez-Calderon, C. (2014) "Public Sector Freight Interventions in Metropolitan Areas II: Pricing, Logistics, and Demand Management," in *Transportation Research Board 93rd Annual Meeting*.

-Leonardi, J., Browne, M. and Allen, J. (2012) "Before-after assessment of a logistics trial with clean urban freight vehicles: A case study in London," *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, Vol. 39, PP. 146-157.

-Marcucci, E., and Danielis, R. (2008) "The potential demand for a urban freight consolidation centre", *Transportation*, Vol. 35 , Issue 2, PP. 269-284.

۱۲. پی‌نوشت‌ها

1. Urban Consolidation Centres (UCC)
2. PIEK
3. Freturb

۱۳. مراجع

-پژوه‌شکده حمل‌ونقل. دانشگاه صنعتی شریف، (۱۳۹۳)، "ساماندهی حمل‌ونقل بار و کالا در سطح شهر تهران، تخمین ماتریس‌های مبدأ و مقصد".

-جوانفر، الف. رضائیان، ج. شکوفی، ک. و مهدوی، ا. (۱۳۹۵). "مسئله مکان‌یابی-مسیریابی انبارهای عبوری چند محصولی با در نظر گرفتن و سایل نقلیه ناهمگن ظرفیت دار و قابلیت برداشت و تحویل در چند بار در یک شبکه زنجیره تامین چندسطحی". فصلنامه علمی-پژوهشی مهندسی حمل و نقل، دوره ۸، شماره ۴، ص. ۶۰۳-۶۲۷

-چراغی، الف. ج.، حیدری، ی.، رحیمی، ج. رزمی. (۱۳۹۵). "مکان‌یابی هاب چند محصوله در شبکه حمل و نقل کالای ایران با در نظر گرفتن روش‌های تامین مالی و رویکرد زیست محیطی. فصلنامه علمی-پژوهشی مهندسی حمل و نقل". دوره ۸، شماره ۲، صفحه ۱۹۵-۲۱۳.

-حسامی، س. (۱۳۹۳). "برآورد هزینه‌های حمل‌ونقل بار در معابر شهری؛ مطالعه موردی مشهد مقدس" چهاردهمین کنفرانس حمل‌ونقل و ترافیک تهران.

-حق‌شناس، ح. (۱۳۹۱) "ارزیابی سیاستهای حمل و نقل پایدار با استفاده از تجربیات شهرهای جهان"، پایان‌نامه دکتری، دانشگاه صنعتی شریف.

- سازمان بهسازی و نو سازی شهر اهواز (۱۳۹۱)، "مطالعات ساماندهی حمل‌ونقل کالای درون‌شهری".

-مهندسین مشاور اندیشکار (۱۳۸۵) "گزارش مبدأ - مقصد سفرها"، مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک شهر اهواز.

-Allen, J. and Browne, M. (2008). "Review of survey techniques used in urban freight studies", *Project Report of the Green Logistics: Work Module 9*.

-Browne, M., Allen, J., Nemoto, T., Patier, D. and Visser, J. (2012). "Reducing social and

-Triantafyllou, M., Cherrett, T. and Browne, M. (2014) "Urban Freight Consolidation Centers: Case Study in the UK Retail Sector", Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, PP. 34-44. Doi: 10.3141/2411-05.

-Schoemaker, J., Allen, J., Huschebek, M. and Monigl, J. (2006) "Quantification of urban freight transport effects I", BESTUFS consortium.

-Tavasszy, L. and Jong, G. D. (2013)"Modelling freight transport", Elsevier.

محسن ابوطالبی اصفهانی، درجه کارشناسی در رشته عمران- عمران را در سال ۱۳۷۴ از دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجف آباد و درجه کارشناسی ارشد در رشته عمران- راه و ترابری در سال ۱۳۷۶ را از دانشگاه علم و صنعت ایران اخذ نمود. در سال ۱۳۸۶ موفق به کسب درجه دکتری در رشته عمران- راه و ترابری از دانشگاه دانشگاه علم و صنعت ایران گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان مهندسی ترافیک و حمل و نقل، طرح هندسی و رو سازی راه بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیاری در دانشگاه اصفهان است.



مژده محمدحسینی، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران- عمران را در سال ۱۳۹۳ با رتبه دوم (معدل ۱۷/۱۴) از دانشگاه شهیدچمران اهواز و درجه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی عمران- برنامه ریزی حمل و نقل در سال ۱۳۹۶ را با رتبه دوم (معدل ۱۸/۶۶) از دانشگاه اصفهان اخذ نمود. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان توسعه پایدار در حمل و نقل شهری بوده و در حال حاضر مدرس دانشگاه امین - فولادشهر اصفهان است.



حسین حق شناس، درجه کارشناسی در رشته مهندسی عمران را در سال ۱۳۸۳ از دانشگاه صنعتی شریف و درجه کارشناسی ارشد در رشته برنامه ریزی حمل و نقل در سال ۱۳۸۵ را از دانشگاه صنعتی شریف اخذ نمود. در سال ۱۳۹۱ موفق به کسب درجه دکتری در رشته برنامه ریزی حمل و نقل از دانشگاه صنعتی شریف گردید. زمینه های پژوهشی مورد علاقه ایشان حمل و نقل پایدار، تقاضا در حمل و نقل و ایمنی بوده و در حال حاضر عضو هیات علمی با مرتبه استادیار در دانشگاه صنعتی اصفهان است.

