

بررسی توسعه پایدار حمل و نقل در ایران با استفاده از تحلیل چندهدفی

امیرعباس رصافی^۱ (مسئول مکاتبات)

شیما زرآبادی پور^۲

تاریخ پذیرش: ۸۶/۱۱/۲۳

تاریخ دریافت: ۸۶/۲/۲۰

چکیده

در تمامی جوامع، رشد و توسعه‌ای که بدون محدودیت و لجام گسیخته باشد، تبعات منفی به دنبال خواهد داشت. توسعه پایدار در حقیقت پاسخی برای مقابله با این اثرات منفی است. توسعه پایدار ابعاد گسترده‌ای دارد و بسیاری از جوانب زندگی بشر را در بر می‌گیرد. توجه به حمل و نقل به عنوان یک جزء لاینفک از زندگی انسان و به دلیل اندرکنش همه جانبه‌ای که با ابعاد کلیدی جامعه دارد، در بسیاری از پژوهش‌هایی که در زمینه پایداری انجام گرفته، ظاهر شده است. توسعه پایدار حمل و نقل را می‌توان دارای سه بعد اصلی دانست که شامل ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی است. یک دیدگاه شرط رسیدن به توسعه پایدار حمل و نقل را برقراری تعادل و هماهنگی بین این ابعاد می‌داند. هر کدام از این ابعاد در تاثیر متقابل با حمل و نقل هستند که در این مقاله به نحوه این ارتباط اشاره شده است. به دلیل این که توسعه پایدار پدیده‌ای کیفی است، تلاش‌های مختلفی در جهت کمی کردن این مفهوم صورت پذیرفته است. اما در میان این پژوهش‌ها، بررسی و تحقیق در مورد توسعه پایدار حمل و نقل در سطح ملی کم‌رنگ‌تر از بقیه به چشم می‌خورد و یا صرفاً به صورت جزئی به آن پرداخته شده است. به همین علت در این مقاله سعی شده است که توسعه پایدار حمل و نقل به صورت کلی و در سطح ملی مورد بررسی قرار گیرد. در راستای نیل به این هدف، شاخص‌هایی تدوین شده و مدلی توسط روش تحلیل چندهدفی ارائه شده که در آن رتبه‌بندی شاخص‌ها و گزینه‌ها بر اساس تحلیل حساسیت مشخص شده است.

واژه‌های کلیدی: توسعه پایدار، حمل و نقل، تحلیل چندهدفی

۱- دکترای مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین
۲- کارشناس ارشد مهندسی و برنامه‌ریزی حمل و نقل، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه بین‌المللی امام خمینی (ره)، قزوین

مقدمه

از توسعه پایدار تعاریف و برداشت‌های متفاوتی شده است. اما به طور رسمی در سال ۱۹۸۷ کمیسیون براندلند یک تعریف کلی از توسعه پایدار ارائه کرد (۱). البته نخستین تعاریف در زمینه توسعه پایدار قبل از آن آغاز شده بود. اساس پایداری، مربوط به ارضای نیازهای مردم با توجه به ابعاد اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی آن است. نقش بخش حمل‌ونقل در رسیدن به توسعه پایدار مهم و مؤثر است و در واقع ارتباط این ابعاد، فرآیند توسعه پایدار را شکل می‌دهد.

این مقاله به این شکل سازمان دهی شده است که ابتدا تعریف کلی توسعه پایدار و ارتباط آن با حمل‌ونقل مطرح شده، سپس اثرات حمل‌ونقل با ابعاد پایداری مورد بررسی قرار گرفته، و ماهیت روش تحلیل چندهدفی بررسی شده است. در ادامه مطالعه موردی ایران و نتایج حاصل عرضه شده است.

مفهوم توسعه پایدار

توسعه پایدار مفهومی است که پس از بروز نگرانی‌های فزاینده در مورد تبعات منفی توسعه لجام گسیخته ظاهر شد (۲). تعاریف متعددی از توسعه پایدار ارائه شده است، اما مهم ترین تعریف توسعه پایدار را توسعه‌ای می‌داند که نیازهای فعلی نسل حاضر را بدون خدشه دار کردن توانایی نسل‌های آینده برای رفع نیازشان برآورده کند (۱). در واقع، این توسعه عدالت میان نسل‌ها است و تلاش انسان را برای پیشرفت و توسعه به موازات حفظ محیط زیست و منابع موجود نشان می‌دهد. در تعریف توسعه پایدار باید به همگرایی دیدگاه سه گروه توجه شود:

- نخست اقتصاددانان که روش‌هایی را مبتنی بر به حداکثر رساندن رفاه انسانی با توجه به محدودیت‌های سرمایه و فن‌آوری موجود در نظر می‌گیرند.
- دومین دیدگاه مربوط به اکولوژیست‌ها است که بر حفاظت از تمام زیر مجموعه‌های سیستم اکولوژیکی تاکید دارند.

- نقطه نظرات جامعه‌شناسان نیز سومین دیدگاه را تشکیل می‌دهد. بر اساس این نگرش، انسان‌ها نقش اصلی را در توسعه پایدار دارند و الگوهای اجتماعی آنان برای تعیین راه حل‌ها و تدابیر مناسب به منظور دستیابی به توسعه پایدار نقش مهمی را ایفا می‌کند. در یک نگاه کلی، توسعه پایدار را می‌توان توازن و تعادل ابعاد پایداری در طول زمان دانست.

حمل‌ونقل و توسعه پایدار

دسترسی به پایداری در حمل‌ونقل مستلزم شناخت اثرات متقابل حمل‌ونقل با بخش‌های زیست محیطی، اجتماعی و اقتصادی است. زیرا در نهایت اثرات این بخش‌ها، چگونگی جهت‌گیری و سوق به سمت این هدف را مشخص می‌کنند. در ادامه این بخش به نحوه تعامل حمل‌ونقل با بخش‌های اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی و چگونگی اندرکنش آن‌ها با هم پرداخته می‌شود.

تأثیر متقابل حمل‌ونقل و اقتصاد

از نظر اقتصادی، اهمیت حمل‌ونقل آن قدر زیاد و گسترده است که می‌توان آن را بستر توسعه اقتصادی خواند. برنامه‌ریزی مناسب و دقیق در این زمینه و بهبود و ساماندهی زیرساخت‌های حمل‌ونقل باعث کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و تولید می‌گردد و اثرات مطلوبی را بر اقتصاد یک جامعه می‌گذارد. حمل‌ونقل و عوامل اقتصادی به راحتی از یکدیگر تاثیر می‌پذیرند. رشد بازرگانی و تجارت، بهبود وضعیت کشاورزی، گستردگی خدمات و تولیدات موجب افزایش تقاضای حمل‌ونقل در جامعه می‌گردد. کارایی بخش حمل‌ونقل هم در افزایش بهره‌وری نظام اقتصادی جامعه تاثیرگذار است. این دو به طور پیوسته یکدیگر را تقویت می‌کنند. در بررسی اقتصاد کلان کشورها، سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل در افزایش تولید ناخالص ملی و ارزش افزوده، نقش به‌سزایی دارد.

می‌شود و آسایش انسان را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بعد دیگر، تحت تاثیر قراردادن ارزش‌ها و مسایل زیبایی شناسی و تاثیر بر تنوع زیستی است. اما مسأله مهم دیگر در این بخش، مصرف منابع تجدیدناپذیر است. همانند استفاده از سوخت‌های فسیلی و از بین رفتن جنگل‌ها و دیگر منابع طبیعی به علت گسترش مکانی زیرساخت‌های حمل‌ونقل و اثرات آن بر کاربری زمین.

روش تحلیل چندهدفی

با توجه به این که سه بعد معرفی شده برای توسعه پایدار در تاثیر متقابل هستند، استفاده از روش تحلیل چند هدفی برای چنین مسأله‌ای مناسب به نظر می‌رسد، زیرا این تکنیک، فرآیند مدل کردن یک مساله با اهداف متفاوت و گاه متضاد را در قالبی سلسله مراتبی فراهم می‌کند. همچنین به ما این امکان را می‌دهد تا بتوانیم معیارهای کمی و کیفی مساله مورد نظر را بررسی نماییم. این فرآیند تحلیلی، گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخیل می‌کند و امکان تحلیل حساسیت را بر روی معیارها و زیر معیارها به وجود می‌آورد. این روش اولین بار توسط توماس ال ساعتی در سال ۱۹۸۰ مطرح شد. این فرآیند، مجموعه‌ای از قضاوت‌ها و تصمیم‌گیری‌ها به یک شیوه منطقی است (۳-۶).

بررسی نظری مسأله تحلیل چندهدفی

روش تحلیل چندهدفی که در این جا مورد استفاده قرار گرفته است، بر اساس تجزیه سلسله مراتبی معیارها و ویژگی‌هایی است که در تصمیم‌گیری وارد شده‌اند. به جای بررسی همه ویژگی‌ها با هم، آن‌ها در یک ساختار سلسله مراتبی مرتب می‌شوند. در قسمت بالای ساختار سلسله مراتبی، هدف اصلی یعنی توسعه پایدار حمل‌ونقل وجود دارد و در پایین نیز گزینه‌های انتخابی هستند که ارزیابی می‌شوند. با حرکت در بین این ترازها، از بالا به پایین می‌توان معیارها و زیرمعیارهایی را یافت که ما را در رسیدن به توسعه پایدار حمل‌ونقل یاری می‌دهند. در شکل ۱ یک مثال از این ساختار نشان داده شده است.

تاثیر متقابل حمل‌ونقل و اجتماع

از آن جا که سیستم حمل‌ونقل برای بر طرف کردن نیازهای بشر به وجود آمده است، باید با عملکرد دقیق در جهت پاسخگویی به این نیازها حرکت کرد. به همین دلیل، در توسعه حمل‌ونقل نباید تبعیضی بین انسان‌ها و نسل‌ها قائل شد و باید در برقراری عدالت اجتماعی کوشش بسیاری کرد. با در نظر گرفتن تسهیلاتی همچون سیاست گذاری‌هایی در زمینه دریافت هزینه‌ها، سطح خدمات، شرایط زیرساخت‌ها و غیره در بخش حمل‌ونقل می‌توان افراد کم‌درآمد جامعه را در ارضاء نیازهای حمل‌ونقلی آنان یاری رساند. گسترش زیر ساخت‌ها در این بخش می‌تواند موفقیت‌های شغلی جدید و بیشتری را به وجود آورد و در نتیجه باعث کاهش سطح بیکاری در جامعه شود. تغییر در فرهنگ و الگوی مصرف جامعه و عادات و ساختارهای اجتماعی کشور، همگی به راحتی بر حمل‌ونقل تاثیر می‌گذارد. رشد فرهنگی جامعه باعث تغییر در خواسته‌ها و اهداف اجتماعی شده و ظرفیت‌های جدیدی در تقاضای حمل‌ونقل پدید می‌آورد. ارتقای کارآیی، مدیریت و تصمیم‌گیری مناسب و صحیح در بخش حمل‌ونقل، اثرات نامطلوب ناشی از رشد حمل‌ونقل بر اقشار کم‌درآمد را کاهش می‌دهد و عدالت را میان قشرهای مختلف جامعه برقرار کرده و سطح رضایتمندی مردم و مشارکت‌های اجتماعی را نیز در هر زیربخش افزایش می‌دهد.

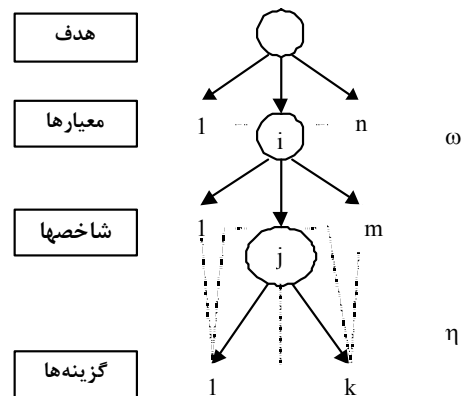
تاثیر متقابل حمل‌ونقل و محیط زیست

یکی از مهم ترین تاثیرات حمل‌ونقل، تاثیر بر محیط زیست است. با توجه به روند رو به رشد حمل‌ونقل و رشد بی‌رویه وسایل نقلیه موتوری، باید سیاست‌هایی در باره اثر منفی حمل‌ونقل بر محیط زیست اتخاذ کرد. تاثیر حمل‌ونقل بر محیط را می‌توان از چند جنبه مورد بررسی قرار داد. یک جنبه آن افزایش گازهای آلاینده است که باعث تغییر در کیفیت آب و هوا، افزایش میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای و گرم شدن جو زمین می‌شود. جنبه دیگر آلودگی‌های صوتی است که علاوه بر ایجاد مشکلات جسمی باعث بروز مشکلات روحی و روانی نیز

سازگاری: اگر برتری عضو A بر عضو B برابر n باشد، باید برتری B نسبت به A برابر 1/n باشد در غیر این صورت ناسازگاری پیش می‌آید که نباید بیش از ۰/۱ باشد.

وابستگی: هر عضوی در ساختار سلسله مراتبی می‌تواند به اعضای سطوح بالاتر خود به طور خطی حتی تا بالاترین سطح وابسته باشد

همگنی: اعضای ساختار سلسله مراتبی باید همگن و یا به عبارت دیگر قابل مقایسه با یکدیگر باشند.



شکل ۱-مثالی از طراحی ساختار سلسله مراتبی (۲)

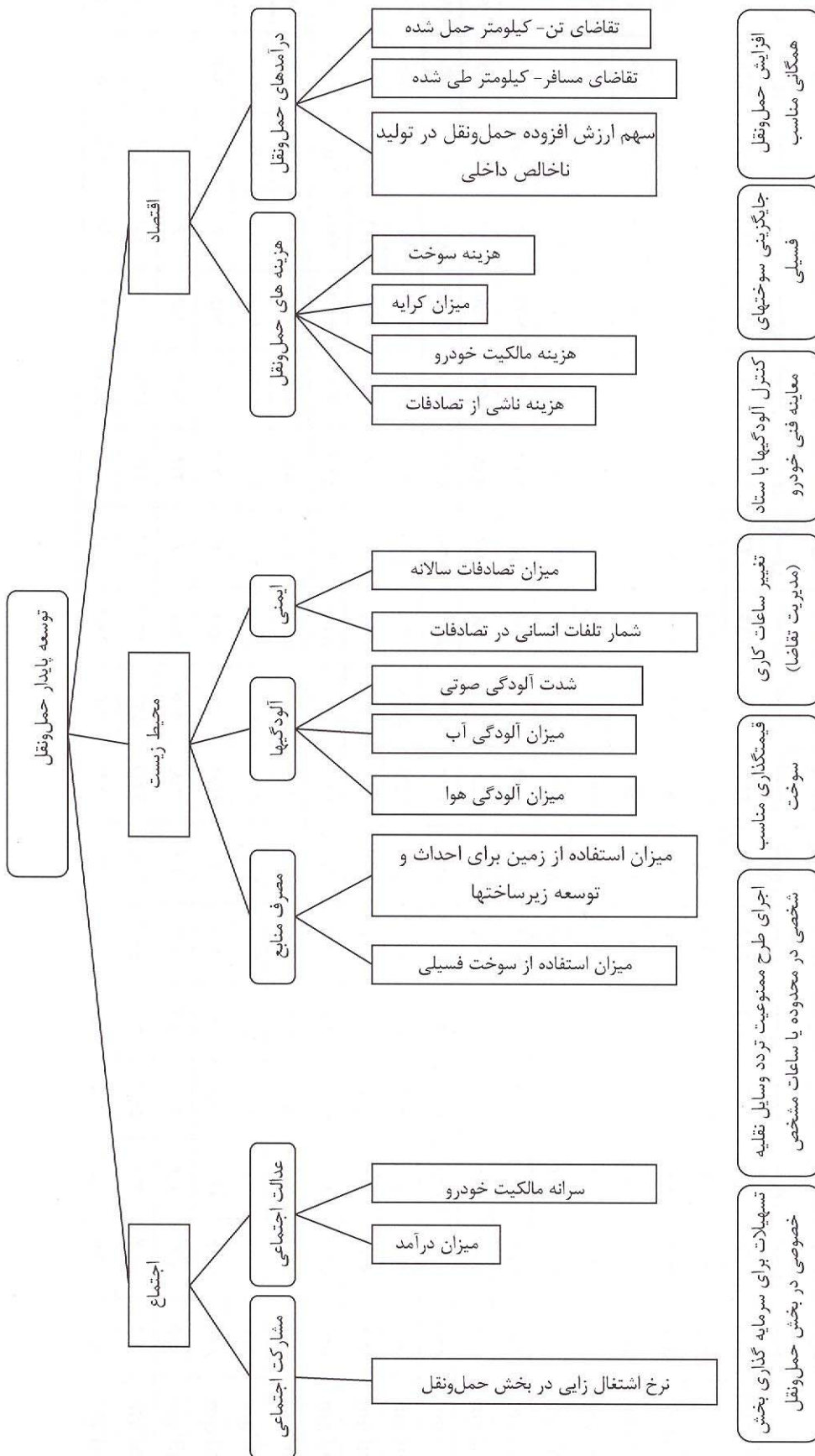
در این شکل، n معیار و m مشخصه برای i امین معیار و k گزینه برای j امین مشخصه i امین معیار نشان داده شده است. هر کدام از این معیارها می‌توانند دارای این شرایط باشند و ω و η به ترتیب وزنه‌های معیارها و گزینه‌ها هستند که در نهایت باعث تعیین اولویت برتر در آنها خواهند شد. خروجی این روش شامل رتبه‌بندی گزینه‌های انتخابی بر اساس رسیدن به شاخص و هدف اصلی است.

در این جا تعریف چند اصطلاح از این روش ضروری است:

نظام نمره دهی: در فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، جهت ارزیابی پارامترها یک نظام نمره دهی مطرح می‌گردد تا هر فرد بر پایه دیدگاه و قضاوت شخصی خود نمره‌هایی برای معیارهای مطرح شده انتخاب کند. برای این قضاوت‌ها مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ در نظر گرفته شده است.

ساختار پیشنهادی برای مدل تحلیل چندهدفی

در مقاله حاضر، ساختار کلی که در شکل ۲ نشان داده شده، برای بررسی توسعه پایدار حمل‌ونقل ملی در نظر گرفته شده است. در این ساختار کلی، توسعه پایدار حمل‌ونقل در صدر قرار داشته و ابعاد مهمی که در رابطه با توسعه پایدار حمل‌ونقل هستند، به عنوان معیار در تراز بعدی و زیرمعیارها و شاخص‌ها در سطوح پایین‌تر و در نهایت سیاست‌های توسعه پایدار حمل‌ونقل قرار گرفته‌اند. در ادامه، هر یک از عناصر مدل به صورت جزئی توضیح داده می‌شوند. ارتباط سیاست‌ها با سطوح بالاتر به این شکل است که هر یک از گزینه‌های تعریف شده در سطر نهایی با تمامی زیر معیارهای سطر فوقانی خود در ارتباط هستند. این ارتباط‌ها به دلیل پرهیز از شلوغی شکل حذف شده‌اند.



شکل ۲ - ساختار مدل پیشنهادی تحلیل سلسله مراتبی

هدف اصلی، توسعه پایدار حمل و نقل

در بالاترین قسمت ساختار سلسله مراتبی، هدف اصلی قرار می‌گیرد که هدف اصلی در این مقاله رسیدن به توسعه پایدار حمل و نقل است. در توسعه پایدار حمل و نقل هدف سامان دهی و بهبود اثرات نامطلوبی است که حمل و نقل برجای می‌گذارد و همچنین در نظر گرفتن روندی مناسب برای توسعه آینده بخش حمل و نقل است.

معیارهای سه‌گانه

دسترسی به حمل و نقل پایدار، مستلزم شناخت اثرات متقابل حمل و نقل با ابعاد مختلف جامعه است که مهم ترین این ابعاد، ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی می‌باشند. زیرا اثرات این بخش‌ها هستند که در نهایت چگونگی جهت‌گیری و سوق به سمت این هدف را مشخص می‌کنند و توسعه پایدار حمل و نقل تعادلی بین این ابعاد برقرار می‌کند.

الف - اقتصاد

حمل و نقل و عوامل اقتصادی کاملا بر یکدیگر اثرگذار هستند. حمل و نقل از یک سو به طور مستقیم درآمد ملی را افزایش می‌دهد، و از سوی دیگر با برقراری ارتباط بین مراکز تولید و نقاط تقاضا در تولید، در درآمد دیگر بخش‌ها نیز نقش دارد.

ب - اجتماع

مدیریت صحیح و کارایی سیستم حمل و نقل می‌تواند اثرات نامطلوب و فشار ناشی از رشد بی‌رویه حمل و نقل را بر افراد جامعه، مخصوصا اقشار کم درآمد کاهش دهد و یک عامل مهم در تحقق عدالت اجتماعی است. باید به این نکته نیز توجه داشت که بخش حمل و نقل به دلیل تصادفات و صدماتی که تولید می‌کند تأثیرات ناخواسته‌ای را بر جامعه دارد. بنابراین همکاری و یاری مردم در این زمینه می‌تواند ارتقا دهنده بخش حمل و نقل باشد.

پ - محیط زیست

حمل و نقل از جهات مختلفی محیط زیست را تهدید می‌کند. از جمله این موارد می‌توان به مصرف منابع طبیعی، نشر

آلودگی‌ها و کاهش ایمنی و تلفات انسان‌ها و مجروح شدن آن‌ها در تصادفات اشاره کرد که حیات انسان را به خطر می‌اندازند.

زیرمعیارها در تراز سوم مدل

در تراز سوم مدل نشان داده شده در شکل ۲، مهم ترین ویژگی‌ها و مشخصه‌ها برای هر معیار آورده شده است که در زیر به بررسی هر یک از آن‌ها پرداخته می‌شود.

الف - آلودگی‌ها

یکی از اثرات ناشی از افزایش بدون کنترل حمل و نقل آلودگی‌ها است. می‌توان آلودگی‌ها را به سه بخش آلودگی صوتی، آلودگی آب و آلودگی هوا تقسیم نمود. گازهای ناشی از وسایل نقلیه عمدتاً شامل هیدرو کربن‌های نسوخته، مونواکسید کربن، دی اکسید کربن و اکسیدهای نیتروژن، دی‌اکسید گوگرد و ذرات معلق و سرب می‌باشد که باعث اثر گلخانه‌ای و در نتیجه افزایش دمای کره زمین می‌شود. علاوه بر این، آلودگی‌ها سبب بروز بیماری‌هایی همچون سرطان‌های مجاری تنفسی، نارسایی‌های کبدی، کلیوی، سوءهاضمه و بیماری‌های روانی می‌گردند. نقص موتور و فرسودگی وسایل نقلیه و یا خرابی سطح رویه خیابان‌ها از جمله عوامل آلودگی‌ها است که با اعمال سیاست‌های مناسب می‌توان در کنترل و کاهش این آلودگی‌ها نیز اقدام نمود.

ب - مصرف منابع

مصرف منابع می‌تواند شامل تخریب جنگل‌ها به علل مختلفی از جمله احداث زیرساخت‌های حمل و نقل و مصرف سوخت‌های فسیلی و... باشد که علاوه بر این که مشکلاتی از جمله افزایش آلودگی را برای نسل حاضر ایجاد می‌کند ظلمی است به نسل‌های آینده و این تبعیض و بی‌عدالتی بین نسل‌ها است.

پ - ایمنی

یکی از مشکلات زیست محیطی که ناشی از عدم رعایت مسایل ایمنی در حمل و نقل است، افزایش تصادفات مرگبار به سطحی وحشتناک و نگران‌کننده است که علاوه بر خسارت

جهت رفع نیازهای خود استفاده کنند و همچنین باید عدالت بین نسل‌ها نیز برقرار شود. زیرا اصلاح نا برابری‌ها و اختلاف طبقاتی در یک جامعه باعث افزایش سطح رضایتمندی مردم از دولت می‌شود.

چ - مشارکت اجتماعی

برای تضمین و اجرای بسیاری از سیاست‌ها در زمینه توسعه پایدار حمل‌ونقل باید مردم را در انجام امور شرکت داد که این تضمینی برای اجرای آن سیاست خواهد بود. علاوه بر این مورد، استفاده از پتانسیل و نیروی انسانی در مناطق دور افتاده و بی‌امکانات در انجام طرح‌های حمل‌ونقلی آن مناطق باعث جلوگیری از مهاجرت افراد به شهرهای بزرگ و اطراف و همچنین افزایش میزان اشتغال‌زایی می‌گردد.

شاخص‌ها در تراز چهارم مدل

در تراز چهارم مدل نشان داده شده در شکل ۲، مهم‌ترین شاخص‌ها برای هر معیار آورده شده است. این شاخص‌ها در جدول ۱ شرح و بسط داده شده است.

اقتصادی، سالیانه افراد زیادی نیز در اثر تصادفات جان خود را از دست می‌دهند و عواقب اجتماعی به دنبال خواهد داشت.

ت - درآمدهای ناشی از حمل‌ونقل

درآمد ناشی از حمل‌ونقل به سرمایه‌گذاری و میزان توجه به این بخش برمی‌گردد. درآمدهای ناشی از حمل‌ونقل را می‌توان به دو بخش درآمدهای مستقیم و غیرمستقیم تقسیم نمود. به این صورت که از یک سو مستقیماً باعث افزایش درآمد ملی شده و از سوی دیگر با برقراری رابطه بین مراکز عرضه و تقاضا، در افزایش درآمد بخش‌های دیگر نیز نقش مهمی ایفا می‌کند.

ث - هزینه‌های ناشی از حمل‌ونقل

هزینه‌هایی که بخش حمل‌ونقل به دنبال خواهد داشت بستگی به فعالیت‌های اجتماعی و اقتصادی و همچنین تقاضای حمل‌ونقل دارد که شامل ارزش زمان صرف شده در مراحل نقل و انتقالات، کرایه، هزینه میزان مصرف سوخت، هزینه‌های ناشی از عدم ایمنی کافی همانند خسارات مالی و جانی ناشی از تصادفات و غیره است.

ج - عدالت اجتماعی

خدمات بخش حمل‌ونقل باید به گونه‌ای باشد که همه اقشار جامعه در همه سطوح اقتصادی بتوانند از آن در

جدول ۱-عنوان و شرح شاخص‌های انتخاب شده در تراز سوم

ردیف	عنوان	شرح
۱	تقاضای تن-کیلومتر حمل شده	میزان تناژ حمل شده با توجه به مسافت
۲	تقاضای مسافر-کیلومتر طی شده	تعداد مسافران جابه جا شده با توجه به مسافت طی شده در تمامی زیر بخش‌های حمل‌ونقل
۳	هزینه میزان مصرف سوخت	میزان مصرف سوخت به لیتر در سال
۴	میزان کرایه	هزینه نفر-کیلومتر
۵	هزینه مالکیت خودرو	هزینه‌های مالکیت خودرو می‌تواند شامل هزینه اولیه خودرو، هزینه سوخت، روغن موتور، تایرها و هزینه تعمیر و نگه داری آن و استهلاک باشد.
۶	هزینه ناشی از تصادفات	هزینه‌های ناشی از تصادفات، شامل هزینه‌های جرحی و فوتی و بخش خسارتی وسایل نقلیه است. علاوه بر این مسایل، تصادفات هزینه‌های غیرمستقیم مهمی را شامل بیمه،

		اتلاف وقت، مسایل و مشکلات روحی و روانی و عاطفی به دنبال خواهد داشت.
۷	میزان تصادفات سالانه	تعداد تصادفات شهری و برون شهری در کل کشور
۸	شمار تلفات انسانی	مجموع شمار انسان‌هایی که در حوادث رانندگی و تصادفات و یا بر اثر آلودگی‌های زیست محیطی ناشی از حمل‌ونقل جان خود را از دست می‌دهند.
۹	شدت آلودگی صوتی	واحد در نظر گرفته شده برای آن دسی‌بل است.
۱۰	میزان آلودگی آب	عواملی چون توقف‌های مکرر وسایل نقلیه که باعث سایش آسفالت، فرسایش لاستیک و لنت ترمز خودروها می‌گردد و روغن موتورهای سوخته، آلودگی هوا که باران‌های اسیدی را به دنبال دارد و... باعث آلودگی آب می‌شود، که واحد در نظر گرفته شده برای این شاخص، میزان اسیدی بودن آب (PH) است.
۱۱	آلودگی هوا	یکی از منابع مهم آلودگی هوا، گازهای خروجی از اگزوز است که این آلودگی‌ها ممکن است ناشی از نقص فنی موتور، فرسوده بودن و یا نوع سوخت وسایل نقلیه باشد. که میزان این آلودگی را می‌توان با گرم در کیلومتر بیان نمود.
۱۲	میزان استفاده از زمین برای احداث و توسعه زیرساخت‌ها	یکی از منابع طبیعی بسیار مهم و با ارزش زمین است و نقش آن در طرح‌های احداث و توسعه زیر ساخت‌های بخش حمل‌ونقل از لحاظ اجتماعی، اقتصادی و زیست محیطی بسیار چشمگیر است. مساحت زمینی که سالانه برای احداث و توسعه زیر ساخت‌ها در کشور مورد استفاده قرار می‌گیرد از شاخص‌های مهم در این زمینه است.
۱۳	میزان استفاده از سوخت‌های فسیلی	سوخت‌های فسیلی از منابع طبیعی موجود در کشور هستند که علاوه بر این که تجدیدناپذیر هستند، مصرف آن‌ها آلودگی زیست محیطی زیادی به همراه دارند و میزان آن با لیتر در سال توصیف می‌شود.
۱۴	نرخ اشتغال‌زایی در بخش حمل‌ونقل	نرخ اشتغال‌زایی در بخش حمل‌ونقل از شاخص‌های مهمی است که میزان مشارکت اجتماعی را در این بخش مشخص می‌کند. میزان آن با نرخ تغییرات افراد مشغول به کار در بخش‌های حمل‌ونقل به طور سالیانه مشخص می‌شود.
۱۵	میزان درآمد	عدالت اجتماعی در بخش حمل‌ونقل زمانی به اجرا در می‌آید که تمام افراد جامعه با هر میزان درآمدی که دارند بتوانند از خدمات حمل‌ونقل برای رفع نیازهای اساسی خود در این بخش استفاده نمایند. میزان درآمد افراد در جامعه می‌تواند نشان‌دهنده میزان توانایی بهره‌گیری آن‌ها از خدمات حمل‌ونقل باشد. میزان پایین‌ترین درآمد روزانه در کشور نسبت به هزینه حمل‌ونقل همگانی برای هر نفر در روز.
۱۶	سرانه مالکیت اتومبیل	سرانه مالکیت اتومبیل از جمله شاخص‌هایی است که با آن می‌توان میزان عدالت اجتماعی را در بخش حمل‌ونقل در جامعه سنجید و نسبت به میزان رشد و یا کاهش آن تمهیداتی را در نظر گرفت.

گزینه‌ها (سیاست‌ها)

رسد. که از میان این سیاست‌ها، مواردی از آن‌ها که نسبت به بقیه از لحاظ کارایی ارجح بوده، انتخاب و در جدول ۲ ارائه شده است.

با توجه به شرایط ایران، از لحاظ مشکلات و موانعی که بر سر راه رسیدن به توسعه پایدار حمل‌ونقل دارد، اعمال سیاست‌هایی برای رفع این مشکلات لازم و ضروری به نظر می‌-

جدول ۲- سیاست گذاری‌های پیشنهادی در راستای نیل به توسعه پایدار حمل‌ونقل

ردیف	سیاست گذاری‌های پیشنهادی در راستای نیل به توسعه پایدار حمل‌ونقل
۱	افزایش حمل‌ونقل همگانی مناسب
۲	جایگزینی سوخت‌های فسیلی
۳	تشکیل ستاد معاینه فنی خودرو
۴	تغییر ساعات کاری (مدیریت تقاضا)
۵	قیمت‌گذاری مناسب سوخت
۶	اجرای طرح ممنوعیت تردد وسایل نقلیه شخصی در محدوده یا ساعات مشخص
۷	ارایه تسهیلات به بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در بخش حمل‌ونقل

نحوه گردآوری اطلاعات برای تحلیل مدل پیشنهادی

نهایی مدل بر اساس پرسشنامه‌ها در دو دسته افراد متخصص و افراد عادی پرداخته شد.

نرم افزار مورد استفاده Expert Choice بود که ابزاری است جهت تحلیل ساختار سلسله مراتبی و قابلیت اولویت‌بندی، محاسبه وزن نهایی گزینه‌ها و تحلیل حساسیت را نیز دارا است. این نرم افزار برای ارائه نتایج و عملکردها از گرافها و نمودارها استفاده می‌کند.

نتایج

نتایج تحلیل‌های مطرح شده در بخش‌های قبل در شکل‌های ۳ و ۴ آورده شده است. به طور نمونه در شکل ۳ عدد ۰/۲۶۶ برای عمومی (افزایش حمل‌ونقل همگانی) که از نظر مقدار در صدر سیاست‌های در نظر گرفته شده است، به معنای این است که این سیاست موثرتر از سیاست‌های دیگر در راستای توسعه پایدار حمل‌ونقل همگانی دانسته شده است.

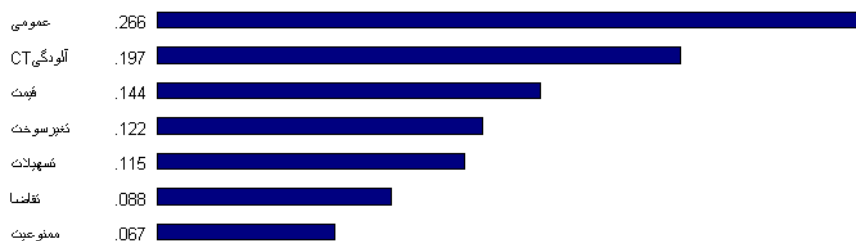
در این مقاله نوعی سیستم سلسله‌مراتبی با هدف توسعه پایدار حمل‌ونقل و با معیارها و زیرمعیارها و همچنین گزینه‌های مختلفی همانند شکل ۲ در نظر گرفته شده است. از آن جا که ارزیابی مدل سلسله‌مراتبی بر اساس قضاوت‌های کارشناسی است، در این مقاله با استفاده از قضاوت‌های کارشناسی تعدادی از افراد متخصص و غیرمتخصص، ارزیابی کلی از هدف که توسعه پایدار حمل‌ونقل است انجام شد. برای سهولت در امر قضاوت در مورد معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها پرسشنامه‌ای طراحی شد و از افراد خواسته شد تا نظر خود را در فرم ارائه شده، ثبت نمایند. این پرسشنامه در بین افراد عادی تحصیلکرده و همچنین متخصصان در امر ترافیک، محیط زیست، اقتصاد و اجتماع توزیع شد. افراد، هریک بر پایه دیدگاه-ها و قضاوت‌های شخصی و همچنین بر اساس اطلاعات ارائه شده از سوی محقق و تجربه و اطلاعات خود به سوالات فرم طراحی شده پاسخ دادند. با جمع‌آوری پرسشنامه‌ها به تحلیل

توسعه پایدار حمل و نقل

Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL

Distributive Mode

OVERALL INCONSISTENCY INDEX = 0.09



Abbreviation	Definition
عمومی	افزایش حمل و نقل همگانی مناسب
آلودگی CT	کنترل آلودگی با سیاست سداد معاینه فنی خودرو
قیمت	قیمت گذاری مناسب سوخت
تعمیر سوخت	جایگزینی برای سوختهای غیر فسیلی
تسهیلات	تسهیلات برای سرمایه گذاری بخش خصوصی در حمل و نقل
نقلیة	مدیریت نقلیة
ممنوعیت	ممنوعیت تردد وسایل نظایه شخصی در محدوده یا ساعاتی مشخص

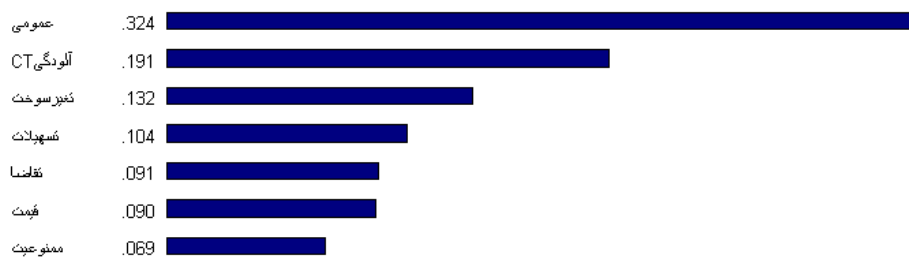
شکل ۳- نتایج تحلیل پرسشنامه‌های افراد متخصص

توسعه پایدار حمل و نقل

Synthesis of Leaf Nodes with respect to GOAL

Distributive Mode

OVERALL INCONSISTENCY INDEX = 0.07



Abbreviation	Definition
عمومی	افزایش حمل و نقل همگانی مناسب
آلودگی CT	کنترل آلودگی با سیاست سداد معاینه فنی خودرو
تعمیر سوخت	جایگزینی برای سوختهای غیر فسیلی
تسهیلات	تسهیلات برای سرمایه گذاری بخش خصوصی در حمل و نقل
نقلیة	مدیریت نقلیة
قیمت	قیمت گذاری مناسب سوخت
ممنوعیت	ممنوعیت تردد وسایل نظایه شخصی در محدوده یا ساعاتی مشخص

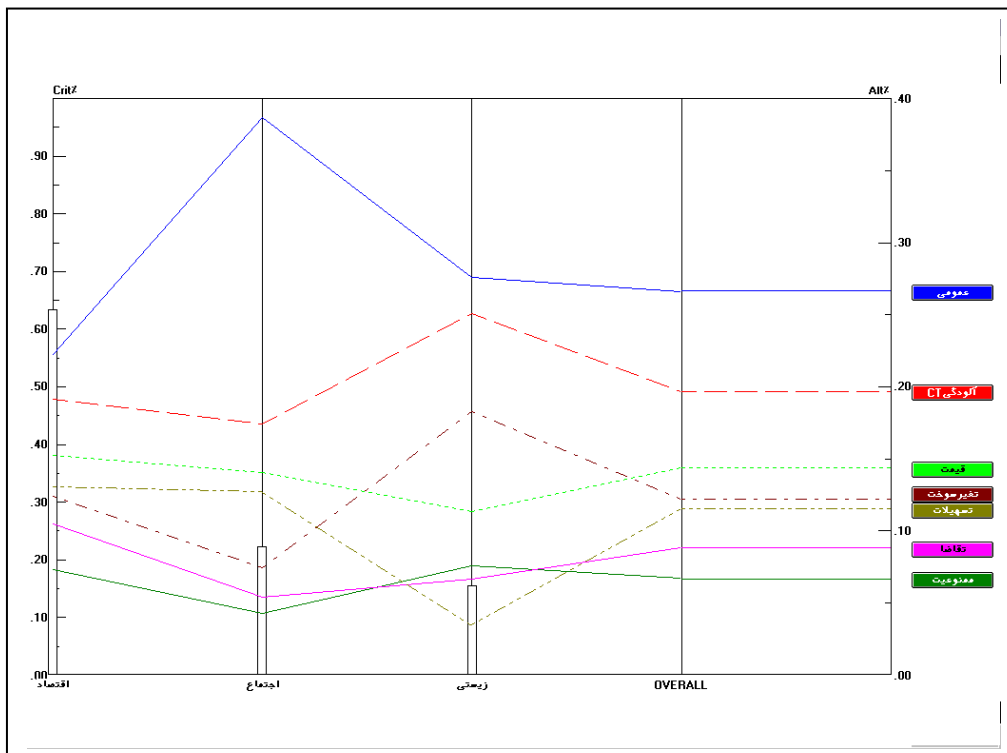
شکل ۴- نتایج تحلیل پرسشنامه‌های افراد عادی

بندی کرده و در نهایت همانند شکل ۳ طرح ممنوعیت تردد وسایل نقلیه شخصی در محدوده و یا ساعاتی مشخص را نسبت به بقیه سیاست‌ها در راستای رسیدن به توسعه پایدار حمل و نقل دارای اولویت کمتر دانسته‌اند.

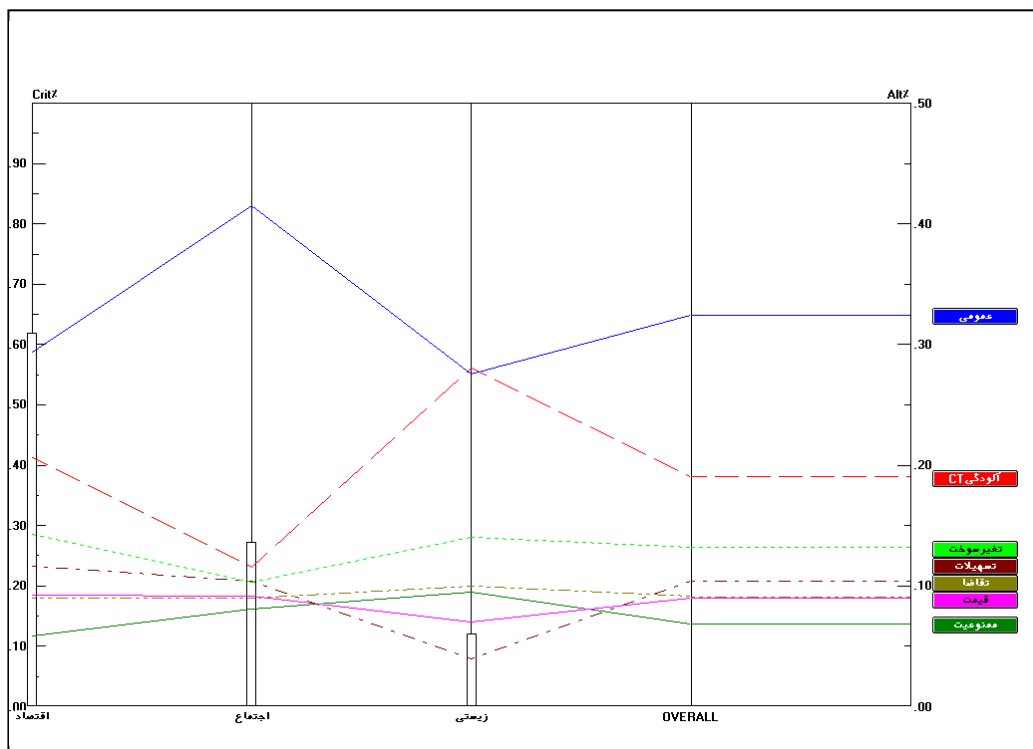
در شکل‌های ۵ و ۶ به ترتیب نتایج تحلیل حساسیت بر اساس کارآیی، برای مدل تحلیل شده بر اساس اطلاعات به دست آمده از پرسشنامه افراد متخصص و عادی آورده شده است. در این نمودارها، معیارها بر روی محور افقی و بر روی محور عمودی گزینه‌ها قرار دارند. تقاطع خطوط گزینه‌ها با خطوط عمودی معیارها، وزن آن گزینه را در رابطه با آن معیار مورد نظر، خواهد داد. وزن کلی هر گزینه را می‌توان بر روی محور عمودی واقع در سمت راست نمودار مشاهده نمود. به طور نمونه در شکل ۵ از نظر شاخص عمومی در معیار اقتصادی عدد ۰/۵۶ به دست آمده که به معنای میزان تاثیر آن سیاست بر معیار اقتصاد است. ضمناً در همین شکل مقدار حدود ۰/۶۳ برای اقتصاد حاکی از آن است که معیار اقتصاد نسبت به دو معیار اجتماع و محیط زیست از اهمیت بیشتری در راستای نیل به هدف اصلی برخوردار است.

همان طور که در شکل‌های ۳ و ۴ دیده می‌شود، نرخ ناسازگاری در هر دو گروه کمتر از ۰/۱ است که قابل قبول است. همان طور که پیشتر گفته شد، این نرخ شاخصی است که میزان همگنی پاسخ‌های ارایه شده را بین پاسخگویان ارایه می‌دهد. نتایج تحلیل مدل در شکل ۳ حاکی از آن است که افراد متخصص سیاست‌های ارایه شده را به صورت نشان داده شده در شکل اولویت‌دهی کرده‌اند. به صورتی که افزایش حمل‌ونقل همگانی در اولویت قرار داشته و بعد از آن به ترتیب تشکیل ستاد معاینه فنی خودرو و قیمت‌گذاری مناسب سوخت، جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی، ارایه تسهیلات برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در حمل‌ونقل و تغییر ساعات کاری (مدیریت تقاضا) و همچنین طرح ممنوعیت تردد وسایل نقلیه شخصی در محدوده و یا ساعاتی مشخص، در رده‌های پایین‌تر قرار گرفته‌اند.

نتایج مشخص شده در شکل ۴ که مربوط به پرسش‌گری از افراد عادی است، نشان می‌دهد که این افراد هم سیاست افزایش حمل‌ونقل همگانی مناسب و بعد از آن تشکیل ستاد معاینه فنی خودرو را بسیار موثرتر از سایر سیاست‌ها دانسته و پس از این دو سیاست به ترتیب سیاست‌های جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی، ارایه تسهیلات برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی در حمل‌ونقل، تغییر ساعات کاری و قیمت‌گذاری مناسب سوخت را در رده‌های بعدی طبقه



شکل ۵- نمودار تحلیل حساسیت بر اساس کارآیی مربوط به اطلاعات جمع آوری شده از افراد متخصص



شکل ۶- نمودار تحلیل حساسیت بر اساس کارآیی مربوط به اطلاعات جمع آوری شده از افراد عادی

مورد نیاز و قابل اجرا در این زمینه، ساختاری برای بررسی توسعه پایدار حمل و نقل در ایران در نظر گرفته شد. در ادامه، با بررسی‌های کارشناسی و گردآوری اطلاعات مورد نیاز برای تحلیل مدل از طریق طراحی پرسشنامه به بررسی بیشتر و اولویت‌بندی معیارها، زیرمعیارها و گزینه‌ها پرداخته شد.

نتایج نشان داد که در تحلیل هر دو گروه افراد متخصص و عادی معیار اقتصاد به عنوان اصلی‌ترین معیار و گزینه‌های افزایش حمل و نقل همگانی و کنترل آلودگی هوا با تشکیل ستادهای معاینه فنی خودرو به عنوان موثرترین سیاست‌ها در راستای توسعه پایدار حمل و نقل انتخاب شده است و این نشان‌دهنده این نکته است که با برنامه ریزی مناسب و همچنین سرمایه‌گذاری به تناسب سیاست‌های تعریف و اولویت بندی شده در این مقاله می‌توان در آینده نزدیک شاهد دستیابی به توسعه پایدار حمل و نقل بود.

منابع

1. World Commission on Environment and Development (WCED), Our Common Future. 1987, Oxford: Oxford University Press.
2. Tudela, A.M., Development of a multi-criteria framework to analyse inter-urban transport investments : an improved analytic hierarchy process in Institute for Transport Studies. 1999, University of Leeds: Leeds.
3. Richardson, B., Sustainable transport: analysis frameworks. Journal of Transport Geography, 2005. 1(13): p. 29-39.
4. Tao, C.-C. and C.-C. Hung, A Comparative Approach of the Quantitative Models for Sustainable Transportation. Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, 2003. 5: p. 3329-3344.
5. Yedla, S. and R.M. Shrestha, Multi-criteria approach for the selection of alternative options for environmentally sustainable transport system in Delhi Transportation

همان طور که در شکل ۵ قابل مشاهده است، معیار اقتصاد نسبت به معیارهای اجتماع و محیط زیست در اولویت بالاتری قرار دارد. در این شکل می‌توان برتری گزینه‌ها را در هر معیار بررسی کرد. به طور مثال در معیار اجتماع، اولویت‌دهی و برتری گزینه‌ها بر اساس دستیابی به هدف اصلی که توسعه پایدار است، بدین صورت است که افزایش حمل و نقل همگانی مناسب در صدر قرار داشته و پس از آن به ترتیب گزینه‌های کنترل آلودگی با تشکیل ستاد معاینه فنی خودرو، قیمت‌گذاری مناسب سوخت، ارایه تسهیلات به بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل، جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی، مدیریت تقاضا (تغییر ساعات کاری) و طرح ممنوعیت تردد خودروهای شخصی در محدوده یا ساعات مشخص در رده‌های بعدی قرار دارند.

در شکل ۶ که تحلیل حساسیت بر اساس کارآیی اطلاعات به دست آمده از افراد عادی است، اولویت معیارها به صورتی است که معیار اقتصاد در بالاترین تراز نسبت به بقیه معیارها قرار گرفته است و همان طور که در قسمت فوق توضیح داده شد، می‌توان وزن هر گزینه را در معیار مورد نظر مشاهده نمود. به طور نمونه معیار اجتماع در نمودار ۷ دارای اولویت بندی و رتبه‌بندی گزینه‌ها به صورتی است که افزایش حمل و نقل همگانی مناسب در بالاترین تراز نسبت به بقیه گزینه‌ها قرار داشته و پس از آن به ترتیب گزینه‌های کنترل آلودگی با تشکیل ستاد معاینه فنی خودرو، جایگزینی برای سوخت‌های فسیلی، ارایه تسهیلات به بخش خصوصی جهت سرمایه‌گذاری در بخش حمل و نقل، قیمت‌گذاری مناسب سوخت، مدیریت تقاضا (تغییر ساعات کاری) و طرح ممنوعیت تردد وسایل نقلیه شخصی در محدوده یا ساعات مشخص در رده‌های بعدی قرار گرفته‌اند.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله، به روش تحلیل چندهدفی که یکی از روش‌های ارزیابی توسعه پایدار حمل و نقل است پرداخته شد و این روش از لحاظ ساختار مورد بررسی قرار گرفت. سپس با توجه به ابعاد توسعه پایدار حمل و نقل و معیارها و سیاست‌های

Research Part A: Policy and Practice, 2003.
37(8): p. 717-729.

۶. قدسی پور، س.ح، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP).
۱۳۸۱: مرکز نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر