irmgn.ir

تحلیل راهبردی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند در کلان‌شهر تهران با ایجاد یک چارچوب ارزیابی عوامل راهبردی کمی شده

ابراهیم زرگری مرندی[*1]، **اردشیر بذرکار**[2]

[1] دانشجوی دوره دکتری شهرسازی، دانشکده هنرهای زیبا، دانشگاه تهران. پست الکترونیکی: ezargarimarandi@ut.ac.ir
شماره تماس: ۰۹۱۲۵۱۲۳۵۲۷

[2] دانشجوی دوره دکتری مدیریت صنعتی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات آذربایجان شرقی ، گروه مدیریت صنعتی، تبریز، ایران . پست الکترونیکی: Ardeshir.bazrkar@iauasrb.ac.ir

چکیده

در سال‌های اخیر، توسعه سامانه‌های حمل و نقلی هوشمند، به‌دلیل اثرات مثبت آن‌ها بر افزایش پایداری شهری و کیفیت زندگی شهروندان، به‌طور گسترده از طرف پژوهش‌گران و مدیران و برنامه‌ریزان شهری مورد توجه واقع شده است. در این پژوهش با تبیین یک سامانه پشتیبان برنامه‌ریزی(با تلفیق تحلیل سوات و فرآیند تحلیل سلسله مراتبی) و استفاده از اطلاعات موجود و نظرسنجی از تعدادی از کارشناسان و دست‌اندرکاران حمل و نقل شهری، گزینه‌های راهبردی توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند در کلان‌شهر تهران، مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان می‌دهد مناسب‌ترین گزینه توسعه، با توجه به مختصات راهبردی به‌دست آمده، ارتقای حمل و نقل عمومی هوشمند است. گزینه توسعه سامانه اطلاعات مسافرین، به‌دلیل ضعف‌ها و تهدیدهای راهبردی گزینه چندان مناسبی برای انتخاب و ارتقا نیست. با توجه به نزدیکی سه گزینه از میان دیگر گزینه‌ها به‌لحاظ شرایط راهبردی، می‌توان از سیاست‌های تلفیقی در این خوشه استفاده کرد.

واژه‌های کلیدی: سامانه حمل و نقل هوشمند، حمل و نقل شهری پایدار، ارزیابی گزینه ، عوامل راهبردی درونی، عوامل راهبردی بیرونی(خارجی)، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی، کلان‌شهر تهران.

irmgn.ir

۱- مقدمه

با وجود اینکه هنوز تعریفی جهانی که از طرف تمامی متخصصین برای پایداری[1] و توسعه پایدار مورد پذیرش قرار گیرد، وجود ندارد (Beatley 1995). با این‌حال، در راستای نیل به این آرمان و شفاف نمودن این انگاره و اشاعه آن در فرآیندهای مدیریت و برنامه-ریزی تلاش‌های بسیاری صورت گرفته است. برای تبین توسعه پایدار تعاریف مختلفی وجود دارد که با وجود تفاوت های جزئی، به لحاظ ماهوی با یکدیگر مشابه‌اند. می‌توان توسعه‌ی پایدار را توسعه‌ای در نظر گرفت که در عین بر طرف نمودن نیازهای کنونی، توانایی نسل‌های بعدی برای رفع نیازهایشان را دچار مخاطره نمی‌نماید(WCED ۱۹۸۷)، یا توسعه‌ای که موجب دستیابی مستمر به پیشرفت اقتصادی و اجتماعی می شود، بدون اینکه باعث خسارات بلند مدت محیطی و طبیعی شود(Themes: sustainable development 2004). نکته حائز اهمیت این است که پایداری تنها در مورد تحلیل تهدیدها نبوده است و به‌طور عمده، با نگاه تحلیل یکپارچه سیستم‌ها است. به‌خصوص این‌که چگونه سامانه‌های محیطی، اقتصادی و اجتماعی در سطوح مختلف عملیاتی و فضایی، بر روی هم تاثیر می گذارند(TRB 1997) و پایداری در امور مختلف (از جمله حمل و نقل) به این معنا است که عوامل محیطی، اجتماعی و اقتصادی در فرآیندهای تصمیم‌گیری در زمینه مورد بحث، لحاظ می شوند(MOST 1999).

مدیریت و برنامه‌ریزی حمل و نقل شهری نیز به‌عنوان یک سیستم شهری، برای رسیدن به پایداری بایستی در راستای اهداف ذکر شده حرکت نماید. در سیستم های حمل و نقل سنتی، عمده هدف متخصصان و دست اندرکاران، ارتقای سطح سرویس شبکه، ارتقای سرعت جابجایی، مناسب بودن قیمت و کیفیت پارکینگ‌ها و کاهش تصادفات بوده است (Litman &Burwell 2006: 335)، اما در برنامه‌ریزی حمل و نقل پایدار، ارتقای ابعاد دیگر نیز اهمیت می یابد(فلاح‌منشادی و سعیدی‌زند ۱۳۹۱). ابعاد اقتصادی همچون تنوع راهکارهای حمل و نقلی، استطاعت در استفاده از سیستم حمل و نقل[2]، هزینه‌های مدیریت و نگهداری و... ، ابعاد اجتماعی چون ایمنی ، سلامت ، مساوات و عدالت[3] در بهره‌برداری از خدمات، مشارکت شهروندان و....، ابعاد زیست محیطی چون کاهش آلودگی و مزاحمت‌ها، افزایش راندمان، کارایی استفاده از منابع و ابعاد مدیریت و برنامه‌ریزی به‌خصوص در جنبه ایجاد یکپارچگی در اداره سیستم حمل و نقلی بعنوان مسائل مهم در حمل و نقل پایدار مدنظر قرار می گیرند(Litman 2003; Joen et al. 2006, 2010; Jeon & Amekudzi, 2005) و یکی از کارآمدترین و درعین حال خلاقانه‌ترین روش‌های و راهکارهای ارتقای پایداری سیستم حمل و نقلی، افزایش قابلیت‌های مدیریت کلان‌شهری(فلاح‌منشادی و مصطفوی‌مقدم ۱۳۸۶) و استفاده از فن-آوری‌های نوین در قالب سامانه‌های حمل و نقل هوشمند است(Dudson 1998; Godman & Gorham 2006). در این تحقیق با تبیین گزینه‌های مختلف سامانه حمل و نقل هوشمند به‌عنوان یک امکان فن‌آورانه در جهت توسعه پایدار و تبیین راهبردهای پیشِ رو در این زمینه در کلان‌شهر تهران، با استفاده از ابزار تحلیل سوات کمی‌شده[4] به بررسی گزینه‌های مورد نظر در جهت بهبود و توسعه این سامانه پرداخته می شود.

۲- سیستم های حمل و نقل هوشمند[5]

به‌طور کلی سیستم‌های حمل و نقل هوشمند با استفاده از حس‌گر[6]های مختلف و تکنولوژی‌های اطلاعاتی و ارتباطی[7]، خدمات نوآورانه‌ای در بخش های مختلف سیستم حمل و نقل در جهت بهبود اطلاع رسانی، افزایش هماهنگی و یکپارچگی، ارتقای ایمنی و امنیت و در کل استفاده هوشمندتر[8] از شبکه و سیستم حمل و نقلی ارائه می دهند (Perks 2010; Ezell 2010). در حقیقت سامانه

[1] Sustainability and Sustainable Development
[2] Affordability
[3] Justice and Equity
[4] Quantified SWOT Analysis
[5] Intelligent Transportation System [ITS]
[6] Sensor
[7] Information and Communication Technology [ICT]
[8] Smarter

irmgn.ir

حمل و نقل هوشمند به‌خودی‌خود موجب ارتقای پایداری سیستم حمل و نقل نمی‌شوند، بلکه سیاست‌ها و مدیریت حمل و نقلی که از چنین سامانه های هوشمندی بهره‌مند می شوند در نهایت منجر به افزایش سطح پایداری حمل و نقلی می-شوند(Chakroborty 2011:1388). برای فهم بهتر، می توان در دو بخش به بررسی سامانه حمل و نقل هوشمند پرداخت، یکی زیرساخت‌های لازم برای امکان‌پذیری و اجزای فنی و تکنیکی و دیگری گزینه‌های موجود برای توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند.

۲-۱- زیر ساخت های فنی سامانه حمل و نقل هوشمند

زیرساخت های عمده سامانه حمل و نقل هوشمند شامل سه بخش عمده است:

الف) حس‌گرها: که شامل سامانه‌های سخت‌افزاری، دوربین‌ها و دیگر حسگرهای شناسایی و فن‌آوری های کسب داده[۱] هستند .

ب) فن‌آوری‌های ارتباطی و اطلاع‌رسانی[۲]: فن‌آوری‌های انتقال اطلاعات از سنسورها به مرکز مدیریت ترافیکی و انتقال پیام ها و فرامین از مرکز کنترل و پایگاه‌های داده به کاربران سیستم.

ج) فن‌آوریی‌های اطلاعاتی و محاسباتی[۳]: این فن‌آوری‌ها هم در مراکز کنترل جهت هدایت کل شبکه و هم توسط کاربران انفرادی برای استفاده مناسب تر از امکانات سیستم حمل و نقلی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

د) قابلیت یکپارچه‌شدن با سامانه‌های پشتیبان برنامه‌ریزی[۴]: استفاده از اطلاعات دوره‌ای در جهت تحلیل سیاست‌ها با هدف هدف حمل و نقل شهری پایدار.

۲-۲- گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند

به طور عمده می توان گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند در کلان‌شهر تهران را در موارد زیر خلاصه کرد[۵](غنـدالی و ملک‌نیا ۱۳۹۱):

الف) توسعه سامانه پیشرفته اطلاعات مسافرین[۶]

ب) توسعه سامانه پیشرفته مدیریت حمل و نقلی[۷]

ج) توسعه سامانه‌ها و فن‌آوری‌های پرداخت الکترونیکی[۸]

د) ایجاد/توسعه سامانه خدمات مدیریت فوریتی(اورژانسی)[۹]

ه) توسعه ابزارهای نظارت و اعمال قانون[۱۰]

و) سامانه حمل و نقل عمومی هوشمند[۱۱]

ایجاد یک سامانه حمل و نقل هوشمند موثر و کارا نیازمند توسعه همزمان زیر ساخت‌های سخت‌افزاری درکنار سیاست‌گذاری‌های مناسب برای تامین و بکارگیری قابلیت‌های فنی موجود در جهت افزایش خدمات حمل و نقلی یکپارچه و هوشمند است. در ارزیابی راهبردی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند در کلان‌شهر تهران، تحلیل بایستی براساس عوامل با ماهیت درونی و بیرونی صورت گیرد. بنابراین اولین گام در راستای تبیین چارچوب ارزیابی، تعریف ابعاد و معیارهای بررسی گزینه‌های توسعه

---

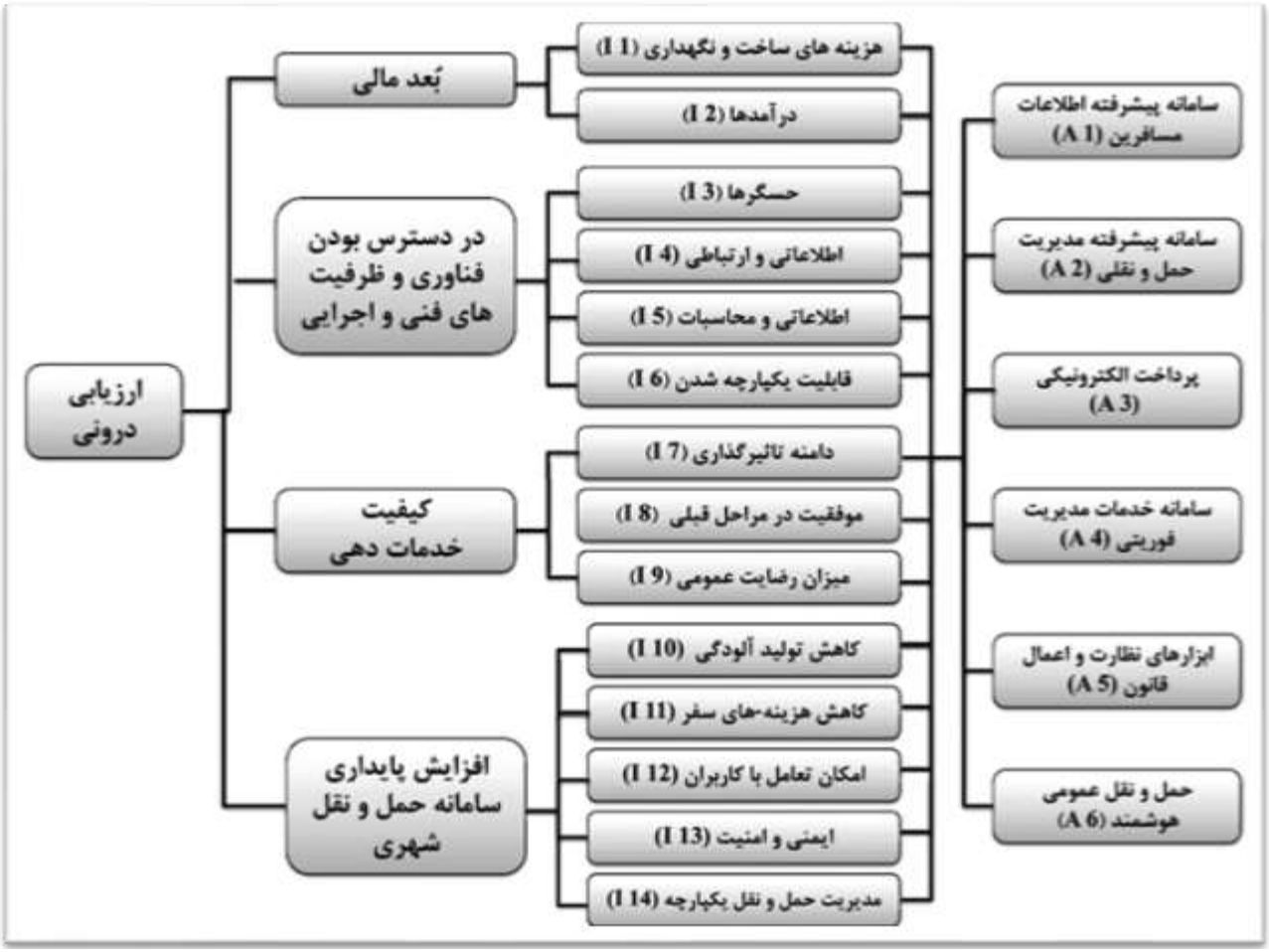
[1] Data Aquisition Technologies
[2] Information and Communication Technologies
[3] Information and Computational Technologies
[4] Ability of Integration with Planning Support Systems[PSS]
[۵] این گزینه‌ها با موارد مطرح شده در پژوهش ازل(Ezell 2010: 8) مطابقت دارد.
[6] Advanced Traveler Information System (ATIS)
[7] Advanced Transportation Management System (ATMS)
[8] Electronic Payment Technologies (EPT)
[9] Emergency Management Services (EMS)
[10] Monitoring and Law Enforcement (LE)
[11] (Advanced) Intelligent Public Transportation System[IPTS]

irmgn.ir

مطرح شده در بالا است. ابعاد مورد ارزیابی در این پژوهش با استفاده از ادبیات موضوعی (و مطالعات صورت گرفته توسط مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهرداری تهران) و انتخاب مهم‌ترین ابعاد و عوامل با استفاده از نظر متخصص تعیین شده‌اند.

۲-۳- ابعاد و معیارهای ارزیابی راهبردی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند

همانطور که در زیربخش قبل ذکر شد، عوامل ارزیابی به دو دسته کلی عوامل درونی و بیرونی افراز می‌شوند.



شکل(۱) سلسله مراتب ارزیابی ابعاد درونی گزینه‌های راهبردی

۲-۳-۱- عوامل درونی[1]

عوامل درونی مورد بررسی در ارزیابی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند، به چهار بعد اصلی تقسیم‌بندی می‌شوند(شکل ۱):

۲-۳-۱-۱- بُعد مالی

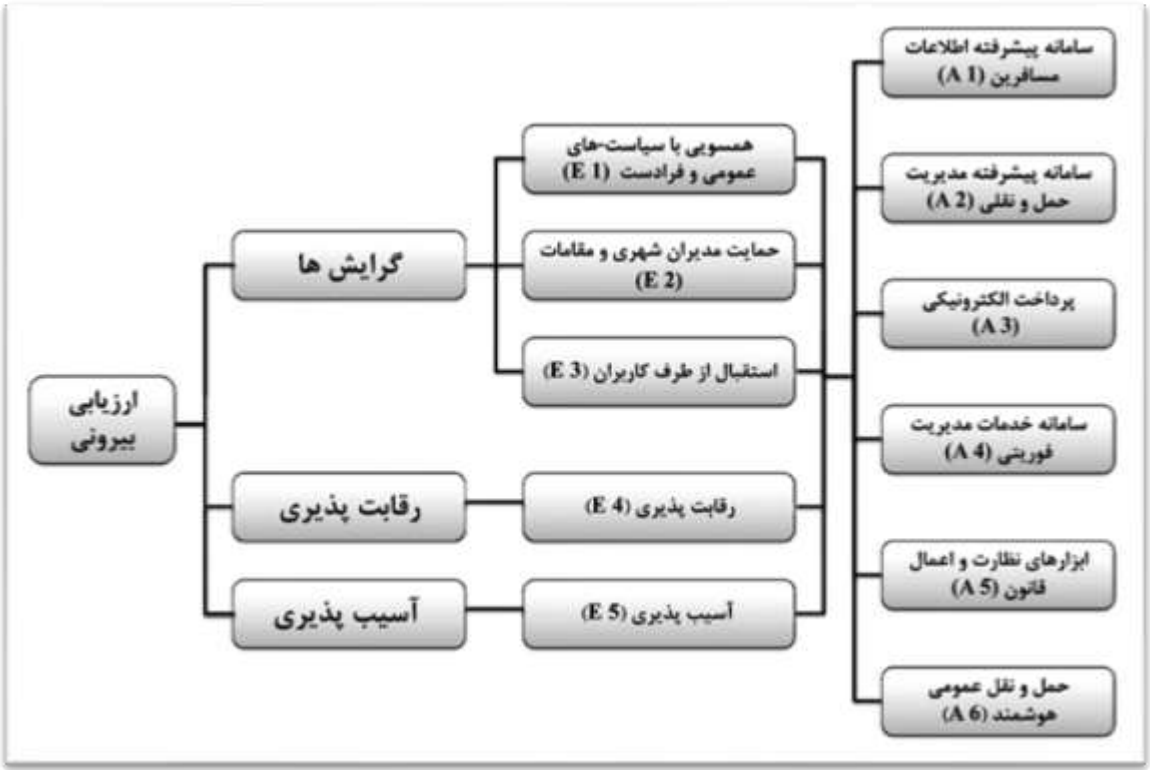
بعد مالی شامل هزینه‌های لازم برای ایجاد و یا توسعه و نگهداری سامانه در صورت وجود و میزان کمک سامانه به تامین درآمدهای شهری است.

[1] Internal Key Factors

irmgn.ir

۲-۳-۱-۲- در دسترس بودن فن‌آوری و ظرفیت‌های فنی و اجرایی

این بعد به وضعیت گزینه‌های مورد نظر به لحاظ دسترسی به فن‌آوری‌ها و توان فنی در زمینه استفاده از حس‌گرها، فـن‌آوری‌هـای اطلاعاتی و لرتباطی، فن‌آوریی‌های اطلاعاتی و محاسباتی و قابلیت یکپارچه‌شدن با سامانه‌های پشتیبان برنامه‌ریزی مرتبط است.



شکل(۲) سلسله مراتب ارزیابی ابعاد بیرونی گزینه‌های راهبردی

۲-۳-۱-۳- کیفیت خدمات‌دهی

این بعد با سه معیار موفقیت در مراحل قبلی(در صورت راه‌اندازی اولیه گزینه موردنظر)، دامنه تاثیرگذاری و میزان رضایت عمـومی از کیفیت خدمات هوشمند ارائه شده مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

۲-۳-۱-۴- افزایش پایداری سامانه حمل و نقل شهری

در این پژوهش، پایداری گزینه‌های مورد نظر با معیارهای زیر مورد بررسی قرار می‌گیرد:

- کاهش تولید آلودگی (مستقیم و غیرمستقیم)
- کاهش هزینه‌های سفر (مالی و زمانی)
- ایجاد امکان تعامل با کاربران

irmgn.ir

- افزایش ایمنی و امنیت حمل و نقل شهری
- ارتقای مدیریت حمل و نقل یکپارچه

۲-۳-۲- عوامل بیرونی(خارجی)[1]

بسیاری از ابعاد موثر بر گزینه‌های مورد نظر این پژوهش، بر تمامی آن‌ها تاثیر یکسانی می‌گذارد و بایستی در مقایسه سامانه حمل و نقل هوشمند با دیگر راهبردهای افزایش پایداری سامانه حمل و نقل شهری مورد استفاده واقع شوند[۲]. عوامل بیرونی مورد بررسی در ارزیابی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند، به ابعاد زیر تقسیم‌بندی می‌شوند (شکل ۲):

۲-۳-۲-۱- گرایش‌ها

این بعد، نوع و میزان اثر ضابطه و سیاست‌های موجود و حمایت مدیران و کاربران از گزینه‌ها را مشخص می‌کند.

- همسویی با سیاست‌های عمومی و فرادست حمل و نقلی
- حمایت از طرف مدیران شهری و مقامات
- استقبال از طرف کاربران

۲-۳-۲-۲- وضعیت رقابت‌پذیری نسبت به گزینه‌های دیگر با هدف مشابه

۲-۳-۲-۳- آسیب‌پذیری گزینه در مقابل تغییرات سیاسی، اقتصادی و دیگر ابعاد خارجی موثر بر توسعه سامانه.

شکل (۳) روش شناسی تحقیق

۳- روش شناسی

در پژوهش حاضر با توجه به بررسی صورت گرفته با هدف ارزیابی راهبردی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند در کلان‌شهر تهران به تفکیک عوامل داخلی و خارجی موثر بر این گزینه‌ها(Christensen et al. 1976; David 1998) و استفاده از فرآیند کمی‌سازی این تحلیل با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی[3] (Saaty 1980)، وضعیت هریک از گزینه‌های راهبردی

[1] External Key Factors

[۲] از جمله می‌توان به گرایشات در بودجه‌گذاری‌ها، وضعیت اقتصادی کشور و ... اشاره کرد.

[3] Analytic Hierarchy Process [AHP]

irmgn.ir

مورد نظر در مدلی ترکیبی ارزیابی شده(Chang & Huang 2006; Oreski 2012) و بر اساس مختصات راهبردی(Chang & Huang 2006; Lee & Liu 2011) آن‌ها ، پیشنهادات مقتضی مورد بحث قرار خواهند گرفت (شکل ۳).

۴- تحلیل

همان‌طور که ذکر شد، اولین مراحل پژوهش، تعیین گزینه‌های راهبردی توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند کلان‌شهر تهران و معیارهای ارزیابی درونی(در ارتباط با قوت‌ها و ضعف‌ها) و بیرونی(در ارتباط با فرصت‌ها و تهدیدها) براساس مرور ادبیات و اسناد و در عین‌حال نظرسنجی از تعدادی از کارشناسان ذی‌ربط بوده است. در گام بعدی، بایستی معیارهای ارزیابی راهبردی با استفاده از نظر متخصصین[1] و استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP) وزن‌دهی شوند. در گام بعدی وضعیت هر گزینه نسبت به هر معیار با تکنیک جلسه بحث گروه اسمی[2](Delbecq et al. 1975) و استفاده از طیف پنج مقیاسی (صفر به‌عنوان پایین‌ترین میزان و ۴ به‌عنوان بالاترین مقدار طیف) توسط کارشناسان مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در گام بعدی با اعمال وزن‌های به‌دست آمده برای معیارها در جداول ارزیابی، جداول وزن‌دار به‌دست می‌آیند.

۴-۱- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی

در این پژوهش، فرآیند تحلیل سلسله مراتبی یک‌بار برای تعیین وزن معیارهای عوامل درونی و یک‌بار برای تعیین وزن عوامل بیرونی و خارجی مورد استفاده قرار می‌گیرد. وزن معیارهای مورد استفاده در این پژوهش، در جداول ۲ و ۳ در ستون وزن نهایی درج شده است. مراحل کار به شرح زیر است:

۴-۱-۱- تعیین ماتریس‌های مقایسه زوجی[3]

وزن‌دهی و تدوین ماتریس‌های مقایسه زوجی، توسط متخصصین و با استفاده از مقیاس نه‌تایی ساعتی انجام شده است (ماتریس‌ها در پیوست آورده شده است).

$$A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} 1 & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & 1 \end{bmatrix} \quad (۱)$$

۴-۱-۲- تعیین وزن معیارها

بردار وزن معیارهای ماتریس مقایسه زوجی($\boldsymbol{W}$) به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$w_i = \frac{1}{\lambda_{max}} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} w_j \quad (۲)$$

$$\sum_{i=1}^{n} w_i = 1 \quad (۳)$$

که در این‌جا $\boldsymbol{\lambda_{max}}$ ، مقدار ویژه ماکزیمم ماتریس[4] $\boldsymbol{A}$ است و بردار $\boldsymbol{W}$ از حل معادله (۴) به‌دست می‌آید.

$$(A - \lambda_{max} I)W = 0 \quad (۴)$$

[1] Expert Opinion
[2] Nominal Group Discussion
[3] Pair-Wise Matrix
[4] Maximum Eigen Value of Matrix A

irmgn.ir

۴-۱-۳- آزمون سازگاری[1]

برای آزمودن سازگاری مقایسات در ماتریس مقایسه زوجی، از ضریب سازگاری(***CR***) استفاده می‌شود که بایستی مقدار آن کمتر از ۰.۱ باشد.

$$\mathrm{CR} = \frac{\mathrm{CI}}{\mathrm{RI}} = \frac{(\lambda_{max} - n)/(n-1)}{RI} \qquad (۵)$$

که در این رابطه، $\boldsymbol{\lambda_{max}}$ ، مقدار ویژه ماکزیمم ماتریس ***A*** و ***RI*** یا ضریب تصادفی است که از جدول (۱) قابل محاسبه است.

جدول (۱) تعیین مقدار ضریب تصادفی *RI* براساس ابعاد ماتریس مقایسه زوجی

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
RI	۰	۰	۰.۵۲	۰.۸۹	۱.۱۱	۱.۲۵	۱.۳۵	۱.۴	۱.۴۵	۱.۴۹

۴-۲- ایجاد جداول تصمیم و ارزیابی گزینه‌های راهبردی

برای تعیین وضعیت راهبردی گزینه‌ها بایستی هر گزینه نسبت به تمامی معیارهای درونی و بیرونی(خارجی) مورد ارزیابی قرار گیرند.

۴-۲-۱- ارزیابی توسط متخصصین و تدوین جداول اولیه ارزیابی

با استفاده از نظر متخصصین، گزینه‌های راهبردی نسبت به عوامل درونی در قالب طیف پنج‌تایی(۰ تا ۴) مورد ارزیابی قرار می-گیرند (جدول ۲):

جدول (۲) ماتریس اولیه ارزیابی گزینه‌های راهبردی براساس عوامل درونی (قبل از اعمال وزن معیارها)

معیارهای ارزیابی درونی	کد	وزن نهایی	جهت تاثیر	گزینه ها					
				A1	*A2*	*A3*	*A4*	*A5*	*A6*
هزینه	*I1*	۰.۰۷۷	(-)	-۳	-۴	-۳	-۲	-۴	-۳
درآمد	*I2*	۰.۰۷۷	(+)	۲	۳	۳	۰	۴	۳
حسگرها	*I3*	۰.۰۲۶	(+)	۳	۲	۳	۳	۴	۴
اطلاعاتی و ارتباطی	*I4*	۰.۰۵۱	(+)	۲	۲	۳	۳	۱	۴
اطلاعاتی و محاسباتی	*I5*	۰.۰۲۶	(+)	۲	۲	۳	۲	۴	۴
قابلیت یکپارچه شدن	*I6*	۰.۰۵۱	(+)	۴	۴	۴	۴	۳	۳
دامنه تاثیر گذاری	*I7*	۰.۰۹۲	(+)	۴	۴	۳	۲	۳	۴
موفقیت در مراحل قبلی	*I8*	۰.۰۴۶	(+)	۲	۱	۳	۲	۴	۴
میزان رضایت عمومی	*I9*	۰.۰۹۲	(+)	۱	۲	۳	۲	۳	۴
کاهش تولید آلودگی	*I10*	۰.۱۳۹	(+)	۳	۳	۲	۱	۲	۴
کاهش هزینه های سفر	*I11*	۰.۱۳۹	(+)	۳	۳	۳	۱	۱	۴
امکان تعامل با کاربران	*I12*	۰.۰۴۶	(+)	۳	۲	۴	۳	۲	۴
ایمنی و امنیت	*I13*	۰.۰۶۹	(+)	۲	۳	۰	۴	۴	۳
مدیریت حمل و نقل یکپارچه	*I14*	۰.۰۶۹	(+)	۳	۴	۳	۲	۴	۴

سپس گزینه‌ها توسط کارشناسان، نسبت به عوامل بیرونی(خارجی) مورد ارزیابی قرار می‌گیرند (جدول ۳).

[1] Consistency Test

irmgn.ir

جدول (۳) ماتریس اولیه ارزیابی گزینه‌های راهبردی براساس عوامل بیرونی (قبل از اعمال وزن معیارها)

معیارهای ارزیابی بیرونی	کد	وزن	جهت تاثیر	گزینه ها					
				A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
همسویی با سیاست های فرادست	E 1	۰.۱۰۹	(+)	۲	۳	۳	۳	۴	۴
حمایت مدیران و مقامات	E 2	۰.۲۱۸	(+)	۱	۳	۳	۳	۴	۴
استقبال از طرف کاربران	E 3	۰.۲۱۸	(+)	۳	۱	۴	۴	۳	۴
رقابت پذیری	E 4	۰.۱۸۲	(+)	۳	۴	۴	۲	۴	۴
آسیب پذیری	E5	۰.۲۷۳	(-)	-۴	-۲	-۱	-۱	۰	-۱

۴-۲-۲- اعمال وزن معیارها و تعیین مختصات راهبردی گزینه‌ها

پس از ضرب وزن معیارها در هر سطر در ماتریس‌های ارزیابی اولیه، جمع هر ستون نشان‌دهنده وزن نرمال نشده هر گزینه است. در قدم بعدی این وزن‌ها را نرمال می‌کنیم.

$$W_{Normalized} = \frac{W_j}{\sum_{j=1}^{6} W_j} \quad (۶)$$

سپس مختصات راهبردی[1] هر گزینه از رابطه زیر به‌دست می‌آید.

$$\text{Coordinate Value} = W_{\text{Normalized}} - \text{Benchmark Value} \quad (۷)$$

$$\text{Benchmark Value} = W_{i_{\text{Normalized}}} / n \quad (۸)$$

در صورتی که گزینه‌ها براساس مختصات به‌دست آورده شده تصویر شوند، به طوری که در یک سیستم مختصات دکارتی، مختصات طولی آن‌ها برابر مختصات راهبردی درونی و عرض مختصاتی آن‌ها مساوی با مختصات راهبردی بیرونی(خارجی) قرار داده شود، براساس این نمایش می‌توان وضعیت راهبردی گزینه‌ها را نسبت به‌هم مقایسه کرد.

براساس نتایج به‌دست آمده، گزینه توسعه سامانه حمل و نقل عمومی هوشمند (A6)، دارای بهترین شرایط راهبردی نسبت به دیگر گزینه‌ها است. بنابراین سرمایه‌گذاری بر روی این گزینه و توسعه آن می‌تواند اولین اولویت نهادهای متولی باشد. ارتقای کیفیت وسائل نقلیه، اطلاع‌رسانی خطوط و ایستگاه‌ها از طریق ابزارهای ارتباطی و نمایشی، ارتقای هماهنگی و یکپارچگی مدهای حمل و نقل عمومی و در عین حال هماهنگی با دیگر بخش‌های حمل و نقلی، از جمله تامین پارکینگ برای امکان‌پذیر کردن پهنه‌های «پارک کردن و سوار شدن[2]» (پارک نمودن وسیله نقلیه شخصی در پارکینگ عمومی و ادامه مسیر با وسایل حمل و نقل عمومی)، ایجاد امکان نظرسنجی از مسافرین با ابزارهای نظرسنجی الکترونیکی در وسایل یا ایستگاه‌ها و ... راهبردهایی در راستای توسعه این گزینه هستند.

[1] Coordinate Value
[2] Park and Ride

irmgn.ir

جدول (۴) ماتریس نهایی ارزیابی گزینه‌های راهبردی براساس عوامل درونی

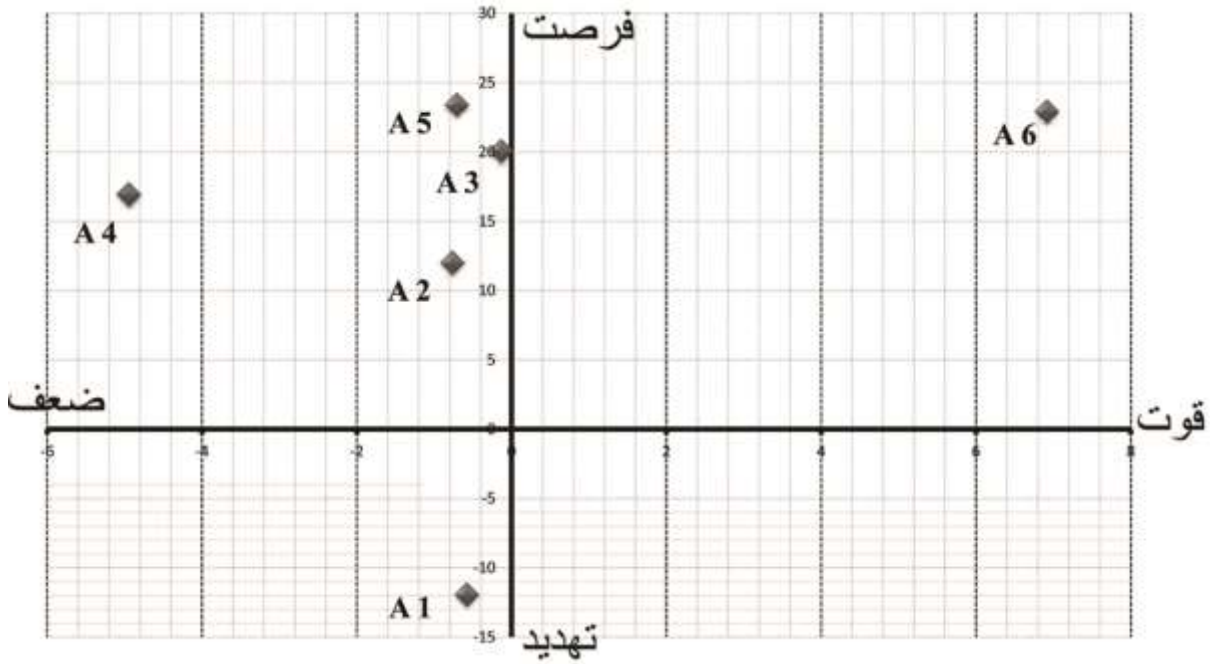
		گزینه ها					
معیارهای ارزیابی درونی	کد	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
هزینه	I 1	-۰.۲۳۱	-۰.۳۰۸	-۰.۲۳۱	-۰.۱۵۴	-۰.۳۰۸	-۰.۲۳۱
درآمد	I 2	۰.۱۵۴	۰.۲۳۱	۰.۲۳۱	۰.۰۰۰	۰.۳۰۸	۰.۲۳۱
حسگرها	I 3	۰.۰۷۷	۰.۰۵۱	۰.۰۷۷	۰.۰۷۷	۰.۱۰۳	۰.۱۰۳
اطلاعاتی و ارتباطی	I 4	۰.۱۰۲	۰.۱۰۲	۰.۱۵۴	۰.۱۵۴	۰.۰۵۱	۰.۲۰۵
اطلاعاتی و محاسباتی	I 5	۰.۰۵۱	۰.۰۵۱	۰.۰۷۷	۰.۰۵۱	۰.۱۰۳	۰.۱۰۳
قابلیت یکپارچه شدن	I 6	۰.۲۰۵	۰.۲۰۵	۰.۲۰۵	۰.۲۰۵	۰.۱۵۴	۰.۱۵۴
دامنه تاثیر گذاری	I 7	۰.۳۷۰	۰.۳۷۰	۰.۲۷۷	۰.۱۸۵	۰.۲۷۷	۰.۳۷۰
موفقیت در مراحل قبلی	I 8	۰.۰۹۲	۰.۰۴۶	۰.۱۳۹	۰.۰۹۲	۰.۱۸۵	۰.۱۸۵
میزان رضایت عمومی	I 9	۰.۰۹۲	۰.۱۸۵	۰.۲۷۷	۰.۱۸۵	۰.۲۷۷	۰.۳۷۰
کاهش تولید آلودگی	I 10	۰.۴۱۶	۰.۴۱۶	۰.۲۷۷	۰.۱۳۹	۰.۲۷۷	۰.۵۵۴
کاهش هزینه های سفر	I 11	۰.۴۱۶	۰.۲۷۷	۰.۴۱۶	۰.۱۳۹	۰.۱۳۹	۰.۵۵۴
امکان تعامل با کاربران	I 12	۰.۱۳۹	۰.۰۹۲	۰.۱۸۵	۰.۱۳۹	۰.۰۹۲	۰.۱۸۵
ایمنی و امنیت	I 13	۰.۱۳۹	۰.۲۰۸	۰.۰۰۰	۰.۲۷۷	۰.۲۷۷	۰.۲۰۸
مدیریت حمل و نقل یکپارچه	I 14	۰.۲۰۸	۰.۲۷۷	۰.۲۰۸	۰.۱۳۹	۰.۲۷۷	۰.۲۷۷
جمع امتیازات گزینه ها		۲.۲۳۰	۲.۲۰۴	۲.۲۹۱	۱.۶۲۷	۲.۲۱۲	۳.۲۶۷
امتیازات نرمالیزه شده گزینه ها		۰.۱۶۱	۰.۱۵۹	۰.۱۶۶	۰.۱۱۸	۰.۱۶۰	۰.۲۳۶
مختصات راهبردی گزینه ها		-۰.۵۷۸	-۰.۷۶۴	-۰.۱۳۴	-۴.۹۳۹	-۰.۷۰۶	۶.۹۱۸

جدول (۵) ماتریس نهایی ارزیابی گزینه‌های راهبردی براساس عوامل بیرونی

		گزینه ها					
معیارهای ارزیابی بیرونی	کد	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6
همسویی با سیاست های فرادست	E 1	۰.۲۱۸	۰.۳۲۷	۰.۳۲۷	۰.۳۲۷	۰.۴۳۶	۰.۴۳۶
حمایت مدیران و مقامات	E 2	۰.۲۱۸	۰.۶۵۴	۰.۶۵۴	۰.۶۵۴	۰.۸۷۲	۰.۸۷۲
استقبال از طرف کاربران	E 3	۰.۶۵۴	۰.۲۱۸	۰.۸۷۲	۰.۸۷۲	۰.۶۵۴	۰.۸۷۲
رقابت پذیری	E 4	۰.۵۴۶	۰.۷۲۸	۰.۷۲۸	۰.۳۶۴	۰.۷۲۸	۰.۷۲۸
آسیب پذیری	E5	-۱.۰۹۲	-۰.۵۴۶	-۰.۲۷۳	-۰.۲۷۳	۰.۰۰۰	-۰.۲۷۳
جمع امتیازات گزینه ها		۰.۵۴۴	۱.۳۸۱	۲.۳۰۸	۱.۹۴۴	۲.۶۹	۲.۶۳۵
امتیازات نرمالیزه شده گزینه ها		۰.۰۴۷	۰.۱۲۰	۰.۲۰۱	۰.۱۶۹	۰.۲۳۴	۰.۲۲۹
مختصات راهبردی گزینه ها		-۱۱.۹۳۷	۱۲.۰۰۷	۲۰.۰۶۶	۱۶.۹۰۱	۲۳.۳۸۷	۲۲.۹۰۹

irmgn.ir

توسعه سامانه پیشرفته مدیریت حمل و نقلی (A2)، سیستم‌های پرداخت الکترونیکی (A3) و ابزارهای نظارت و اعمال قانون(A5) همگی در عین برخی ضعف‌های درونی که اغلب با برخی تمهیدات مدیریتی قابل بهبود هستند، از فرصت بسیار خوبی برای حفظ و توسعه برخوردارند. نکته بسیار مهم در مورد این سه گزینه، امکان خوشه شدن این سه گزینه به علت نزدیکی تقریبی شرایط راهبردی آن‌ها و ایجاد هماهنگی میان این سه گزینه است. به‌خصوص در حوزه‌های مکانی که محدودیت‌های ترافیکی اعمال شده(محدوده‌های طرح ترافیک) و ساعات اوج ترافیک، برای حل بسیاری از مشکلات نهادهای متولی و همچنین کاربران، می‌توان از سیاست‌های تلفیق‌کننده این سه گزینه استفاده کرد.



شکل (۴) سیستم مختصات راهبردی گزینه‌های شش‌گانه توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند کلان‌شهر تهران

گزینه سامانه خدمات مدیریت فوریت‌ها(A4)، با وجود ضعف بالا نسبت به دیگر گزینه‌ها، به‌دلیل اهمیت بسیار برای مدیریت حمل و نقلی و داشتن فرصت مناسب، امکانات ویژه‌ای برای توسعه دارد. این گزینه، بنا به نظر متخصصین عمدتا نیاز به رسیدگی در ابعاد سخت‌افزاری و منابع دارد. گزینه سامانه پیشرفته اطلاعات مسافرین(A1)، متاسفانه با وجودی که در افزایش هوشمندی محیط شهری و به‌ویژه سامانه حمل و نقل اهمیت بسزایی دارد، چندان مورد توجه واقع نشده است. این گزینه که به‌طور عمده در راستای اطلاع‌رسانی و راهنمایی و هدایت مسافران و رانندگان به‌کار گرفته می‌شود، اخیرا توسط بخش خصوصی مورد توجه واقع شده و به‌نظر می‌رسد که در آینده نزدیک به عنوان خدمات شهری از طرف بنگاه‌ها و شرکت‌های خصوصی و با هزینه‌ای قابل استطاعت به شهروندان ارائه شود[۱].

۵- نتیجه‌گیری

در این پژوهش، گزینه‌های راهبردی پیش‌روی مدیریت حمل و نقل کلان‌شهر تهران با ایجاد یک چارچوب ارزیابی راهبردی، مورد بررسی و مقایسه قرار گرفتند. نتایج نشان از وجود شرایط مناسب برای توسعه حمل و نقل عمومی هوشمند و وضعیت نامناسب

[۱] به‌عنوان مثال خدمات مسیریابی با توجه به وضعیت ازدحام ترافیکی و یا اطلاع‌رسانی محل پارکینگ‌ها و ظرفیتشان از طریق آنتن‌های مخابراتی یا کانال-های بلوتوث و ...

irmgn.ir

برای گزینه سامانه اطلاعات مسافرین داشت و براساس نتایج حاصل از سیستم مختصات راهبردی، و نظر متخصصین، برای هر یک از گزینه‌ها پیشنهاداتی ارائه شد.

در راستای بهبود ابعاد رویه‌ای این پژوهش موارد زیر قابل اشاره هستند:

- بهبود روش‌های نظرسنجی از متخصصین و کاربران.
- استفاده از روش‌های امتیازدهی چون فرآیند تحلیل شبکه‌ای[1] و نیز استفاده از اعداد فازی[2] برای در نظر گرفتن روابط داخلی[3] و لحاظ نمودن عدم قطعیت[4] در اظهار نظرها.

و در ابعاد محتوایی پژوهش می‌نوان از این موارد نام برد:

- پژوهش‌هایی در راستای کسب اطلاعات دقیق از وضعیت سامانه‌های حمل و نقلی هوشمند در کلان‌شهر تهران.
- تحقیقات بر روی امکان توسعه هر یک از گزینه‌های راهبردی در ابعاد اجرائی.
- تحلیل دوره‌ای[5] تغییر شرایط راهبردی گزینه‌ها در راستای روشن شدن روند پیشرفت‌ها.

علاوه بر نتایج محتوایی پژوهش حاضر در زمینه تحلیل راهبردی گزینه‌های توسعه سامانه حمل و نقل هوشمند در کلان‌شهر تهران، چارچوب مورد استفاده در این تحقیق می‌تواند به‌عنوان رویه‌ای برای ارزیابی گزینه‌های راهبردی افزایش پایداری شهری، در مطالعات آینده مورد استفاده قرار گیرد.

[1] Analytic Network Process [ANP]
[2] Fuzzy Numbers [FN]
[3] Inter-relations
[4] Ambiguity and Uncertainty
[5] Longitudinal Analysis

irmgn.ir

۶- مراجع

۱. فلاح‌منشادی، الهام و مصطفوی‌مقدم، امیرعلی، (۱۳۸۹)؛ «کلان‌شهرها و چالش‌های حمل و نقل»، دانش شهر، ۲۶، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

۲. فلاح‌منشادی، الهام، روحی، امیر، سعیدی‌زند، پدرام، (۱۳۹۱)؛ «بررسی و ارائه سیاست‌های دستیابی به حمل و نقل پایدار در تهران»، دانش شهر، ۱۲۸، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

۳. غندالی، شهاب‌الدین و ملک‌نیا، محبوبه، (۱۳۹۱)؛ «ضرورت استفاده از سیستم‌های حمل و نقل هوشمند در شهر الکترونیک»، مرکز مطالعات و برنامه‌ریزی شهر تهران.

4. Beatley T. (1995). *The many meanings of Sustainability*. Journal of Planning Literature, 9(4), 339-342.
5. Chakroborty P. (2011). *Sustainable transportation for Indian cities: Role of Intelligent Transportation System*. Current Science, 100(9): 1386-1390.
6. Chang H. H. & Huang W. (2006). *Application of a quantification SWOT analytical method*. Mathematical and Computer Modelling, 43: 158-169.
7. Christensen R., Berg N., Salter, M. (1976). *Policy Formulation and Administration*. Homewood, IL: Irwin.
8. Delbecq A. L., VandeVen A. H., Gustafson D. H. (1975). *Group techniques for program planning : A guide to nominal group and Delphi processes*. Glenview, Illinois: Scott Foresman and Company.
9. David F. R. (1998). *Strategic Management: Concepts and Cases*. New Jersey: Prentice-Hall.
10. Dudson B. (1998). *When cars are clean and clear: A forward-looking view of sustainable and intelligent automobile technologies*. Transportation Quarterly, 52(3): 103-120.
11. Ezell S. (2010). *Explaining International IT Application Leadership: Intelligent Transportation System*. The Information , Technology and Innovation Foundation[ITIF].
12. Goldman T. & Gorham R. (2006). Sustainable *Urban Transport: Four innovative directions*. Technology in Society, 28: 261-273.
13. Jeon C. M. & Amekudzi A. A. (2005), *Addressing sustainability in Transportation Systems: Definitions, Indicators and Metrics*. Journal of Infrastructure Systems[ASCE], 11(1): 31-50.
14. Jeon C. M., Amekudzi A. A., Vanegas J. (2006). *Transportation System Sustainability Issues in High-, Middle-, and Low-Income Economies: Case studies from Georgia(U.S.), South Korea, Colombia and Ghana*. Journal of Urban Planning and Development[ASCE], 132(3): 172-186.
15. Jeon C. M., Amekudzi A. A., Guensler R. L. (2010). *Evaluating Plan Alternatives for Transportation System Sustainability: Atlanta Metropolitan Region*. International Journal of Sustainable Transportation, 4(4): 227-247.
16. Lee T. H. & Liu R. T. (2011) Strategy formulation for the recreational areas of central Taiwan: An Application of SWOT analysis. Journal of Hospitality Management and Tourism, 2(3): 38-47.
17. Litman T. (2003). *Issues in Sustainable Transportation*. Victoria Transport Policy Institute[VTPI].
18. Litman T. & Burwell D. (2006). *Issues in Sustainable Transportation*. International Journal of Global Environmental Issues, 6(4): 331-347.
19. MOST (1999). *Moving on Sustainable Transport*. Transport Canada, Retrieved from: [http://www.tc.gc.ca/envaffairs/most].
20. Oreski D. (2012). *Strategy Development by using SWOT-AHP*. TEM Journal, 1(4): 283-291.
21. Perks N. (2010). *Role of Intelligent Transportation Systems(ITS) in providing Sustanable Transport and Environmental Solutions*. Proceeding in: Public Transport Conference, Kuching.
22. Saaty T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. New York: McGraw-Hall.
23. Themes: Sustainable Development (2004). *Sustainable Development*. European Foundation for the Improvement of Living and Working Condition.
24. TRB (1997). *Toward a Sustainable Future*. Transportation Research Board, Special Report 251, Washington DC.
25. WCED (1987). *Our Common Future and Sustainable Development*.

irmgn.ir

پیوست ۱: نتایج مدل *AHP* در رابطه با ابعاد و معیارهای درونی و بیرونی(خارجی)

جدول (۶) ماتریس مقایسه زوجی عوامل درونی کلیدی و نتایج آن

	مالی	فناوری	کیفیت	پایداری	وزن نرمال
بعد مالی	1.0	1.0	0.667	0.333	0.154
دسترسی به فناوری	1.0	1.0	0.667	0.333	0.154
کیفیت خدمات	1.5	1.5	1.0	0.5	0.231
افزایش پایداری	3.0	3.0	2.0	1.0	0.462

CR = 0.000 < 0.1

جدول (۷) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای بعد مالی و نتایج آن

	I 1	***I 2***	**وزن**
هزینه	1	1	0.5
درآمد	1	1	0.5

جدول (۸) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای دسترسی به فن‌آوری و نتایج آن

	I 3	***I4***	***I5***	***I6***	**وزن**
حسگرها	1.0	0.5	1.0	0.5	0.167
اطلاعاتی و ارتباطی	2.0	1.0	2.0	1.0	0.333
اطلاعاتی و محاسباتی	1.0	0.5	1.0	0.5	0.167
قابلیت یکپارچه شدن	2.0	1.0	2.0	1.0	0.333

CR = 0.000 < 0.1

جدول (۸) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای کیفیت خدمات‌دهی و نتایج آن

	I 7	***I 8***	***I 9***	**وزن**
دامنه تاثیر گذاری	1	2	1	0.400
موفقیت در مراحل قبلی	0.5	1	0.5	0.200
میزان رضایت عمومی	1	2	1	0.400

CR = 0.000 < 0.1

irmgn.ir

جدول (۸) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای بعد پایداری حمل و نقلی و نتایج آن

	I 10	I 11	I 12	I 13	I 14	وزن
کاهش تولید آلودگی	1	1	3	2	2	0.300
کاهش هزینه های سفر	1	1	3	2	2	0.300
امکان تعامل با کاربران	0.333	0.333	1	0.667	0.667	0.100
ایمنی و امنیت	0.5	0.5	1.5	1	1	0.150
مدیریت حمل و نقل یکپارچه	0.5	0.5	1.5	1	1	0.150

CR = 0.000 < 0.1

جدول (۹) ماتریس مقایسه زوجی عوامل بیرونی کلیدی و نتایج آن

	گرایش	رقابت پذیری	آسیب پذیری	وزن
گرایش ها	1	3	2	0.545
رقابت پذیری	0.333	1	0.667	0.182
آسیب پذیری	0.5	1.5	1	0.273

CR = 0.000 < 0.1

جدول (۱۰) ماتریس مقایسه زوجی معیارهای بعد گرایش‌ها و نتایج آن

	E 1	*E 2*	*E 3*	*وزن*
همسویی با سیاست های فرادست	*1*	*0.5*	*0.5*	*0.2*
حمایت مدیران و مقامات	*2*	*1*	*1*	*0.4*
استقبال از طرف کاربران	*2*	*1*	*1*	*0.4*

CR = 0.000 < 0.1