

## ارایه مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه‌ها

مقاله علمی - پژوهشی

پریسا بازدار اردبیلی\*، مربی، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، تهران، ایران

سمیه صحرایی، مربی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران

\*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: parisabazdar@bhrc.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۰/۰۸/۲۷ - پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۰۷

صفحه ۱۴۴-۱۲۹

### چکیده

بخش زیادی از بودجه‌های عمرانی در بسیاری از کشورهای جهان، صرف پروژه‌های حمل‌ونقل می‌شود. غالباً اینگونه پروژه‌ها در تمام بخش‌های حمل‌ونقل بسیار سرمایه‌بر هستند و به همین دلیل، هرگونه صرفه‌جویی در این پروژه‌ها، می‌تواند منجر به منافع اقتصادی قابل توجهی گردد. از طرفی اجرای همزمان پروژه‌های متعدد در بخش حمل‌ونقل، در بسیاری از مواقع، به دلیل بودجه‌های محدود، امکانپذیر نیست و لازم است پروژه‌های مصوب و آماده اجرا، بر اساس معیارهای مشخصی اولویت‌بندی شوند. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، مقاله حاضر ارایه مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه‌ها می‌باشد. در این مقاله، پس از بررسی مطالعات انجام گرفته در داخل و خارج کشور، شاخص‌های مؤثر در اولویت‌بندی و تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه بررسی شده و مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه ارایه گردیده است. برای انتخاب بهترین مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه، مدل‌های جبرانی امتیازدهی در پروژه‌های احداث راه انتخاب کرده و مزایا و معایب هر کدام از این مدل‌ها را بررسی نموده و در نهایت بر اساس نتایج بدست آمده، از بین روش‌های اولویت‌بندی امتیازدهی، روش تحلیل شبکه‌ای و از بین روش‌های محاسبه اوزان شاخص‌ها، روش آنتروپی شانون انتخاب و پیشنهاد گردید و در نهایت نتیجه گیری و پیشنهادات ارایه شده است.

واژه‌های کلیدی: مدل اقتصادی، تخصیص بهینه منابع، پروژه‌های احداث راه‌ها، اولویت‌بندی

### ۱- مقدمه

اولویت‌بندی پروژه‌ها مبنای اجرای موفقیت‌آمیز آن‌هاست و راهکاری است که به کمک آن می‌توان پروژه‌های خود را با اهداف استراتژیک سازمان هماهنگ کرد. به کمک اولویت‌بندی پروژه‌ها:

\* پروژه‌ها با استراتژی سازمان هماهنگ می‌شود.

\* تعیین می‌شود کدام پروژه‌ها برای سازمان ارزش‌آفرین است و کدام نه.

\* حجم پروژه‌هایی را که بر عهده‌دارند با توانایی ارایه آن پروژه‌ها متعادل می‌شود.

\* تیم تحویل پروژه خود را بر منافع تجاری سازمان متمرکز می‌کند (بهتایم، ۱۳۹۹).

تخصیص بهینه منابع مالی راهکاری در سمت‌وسوی تأمین منابع مالی برای نیل به اهداف انسانی است. این هدف کاربردی در اقتصاد شامل علم اداره منابع کمیاب بوده و در مدیریت به استفاده مؤثر و کارآمد از منابع مادی و مالی اشاره دارد. در هر یک از این موارد استفاده بهینه از منابع موجود، مهم و قابل توجه است صرف‌نظر از موقعیت مالی کشور، هیچ دولتی از مقایسه اهداف و انتخابی بهینه از بین آن‌ها گریزی ندارد. برنامه‌ریزی و تخصیص منابع چه در حال و چه در آینده ضرورت عام واحدهای اقتصادی است. یکی از موانع بزرگ در سر راه اجرای موفقیت‌آمیز استراتژی سازمان، عدم موفقیت در پیوند بین برنامه‌های اجرایی و تعیین اولویت در تخصیص منابع به برنامه‌های راهبردی بلندمدت است. بنابراین

مرور ادبیات موضوع، یازده معیار متناسب با معیارهای مهندسی ارزش انتخاب شده و با استفاده از این معیارها، پنج پروژه احداث خطوط ریلی جدید که از نظر فنی و اقتصادی بررسی و تأیید شده‌اند، ولی هنوز عملیات اجرایی آن‌ها شروع نشده، با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای، اولویت‌بندی شده است (پویانی و احد و ۱۳۹۶).

ارجردی و همکاران به ارایه مدل اولویت‌بندی پروژه‌های راه‌سازی در کشور پرداخته‌اند. در این مقاله از روش‌های تصمیم‌گیری چندمعیاره برای اولویت‌بندی پروژه‌های احداث راه‌های اصلی استفاده شده که پس از بررسی، روش تلفیقی پرامتی و تحلیل سلسله‌مراتبی برای این کار انتخاب گردید (ارجردی و همکاران و ۱۳۸۹).

آبتی و بهنود به ارتقای الگوریتم تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های R<sup>3</sup> پرداخته‌اند. در سال ۲۰۰۳، در گزارش NCHRP 486 مرکز تحقیقات TRB روندی برای تخصیص منابع در پروژه‌های روکشی، بازسازی و بازیابی (3R) ارایه داده که نرم افزار RSRAP به منظور اجرای این روند طراحی شده بود. در تحقیق حاضر ضمن معرفی روند مزبور، آثار دیگری از پروژه‌های 3R که می‌توان به دنبال اجرای این گونه طرح‌ها مشاهده کرد، مورد بررسی قرار گرفته است. این آثار شامل کاهش هزینه های کارکرد وسایل نقلیه، توسعه اقتصادی کاربری‌های اطراف راه و آثار زیست‌محیطی می‌شود. علاوه بر آن در این تحقیق، کلیه مراحل موجود در فرآیند گذشته مورد بازنگری قرار گرفته است و از مهم ترین آنها می‌توان به محاسبه افزایش سرعت وسایل نقلیه ناشی از اجرای پروژه‌های 3R اشاره کرد که در اینجا افزایش سرعت ناشی از اصلاح مشخصات هندسی نیز در کنار اثر ناشی از بهبود سطح رویه مورد بررسی قرار گرفته است. این امر منجر به ارایه محاسبه جدیدی از زمان کاهش یافته شده است. علاوه بر این موارد، تأثیر اصلاح قوس‌های قائم و پل‌های کم عرض و نصب بازتاب‌های میانی در قوس‌های افقی بر میزان تصادفات، که در مطالعات TRB به آن توجهی نشده بود، در کنار سایر مشخصه‌های هندسی پیشین مورد بررسی قرار گرفته است. در نهایت روند ده مرحله‌ای ارایه شده در گزارش NCHRP 486 به فرآیندی چهارده مرحله‌ای جهت بهینه‌سازی فعالیت‌های بهسازی و ایمن‌سازی در پروژه‌های

به‌طورکلی اولویت‌بندی فرایندی است که به کمک آن می‌توان فهمید که کدام پروژه‌ها مهم‌تر هستند و بنابراین منابع خود را به تحویل موفقیت‌آمیز این پروژه‌هایی که برای سازمان ارزش‌آفرین هستند، تخصیص داد. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، گزارش حاضر ارایه مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه‌ها می‌باشد. برای این منظور این گزارش در پنج بخش تنظیم گردیده است. پس از ارایه مقدمه در بخش اول، در بخش دوم مقاله مطالعات انجام‌گرفته در داخل و خارج کشور را مورد بررسی قرار گرفته است. در بخش سوم شاخص‌های مؤثر در اولویت‌بندی و تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه بررسی شده و در بخش چهارم مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه ارایه شده و در نهایت در بخش پنجم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارایه گردیده است.

## ۲- پیشینه تحقیق

مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی مطالعه‌ای تحت عنوان "ارایه‌ی الگویی برای اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه و زیرساخت‌های حمل‌ونقل جاده‌ای استان بوشهر با رویکرد توسعه‌ی پایدار" در سال ۱۳۹۳ انجام داده است. هدف این پژوهش انتخاب یک حالت از بین این تعداد بی‌شمار حالات اولویت‌بندی است که شرایط بهینه را برای استان فراهم نماید. در این پژوهش از مدل تصمیم‌گیری چندمعیاره و چندهدفه برای اولویت‌بندی پروژه‌های راه‌سازی استان بوشهر استفاده شده است. در مرحله بعدی پژوهش، با استفاده از مدل AHP اولویت‌بندی پروژه‌های راه‌سازی استان صورت گرفته است. روش کلی کار به این شکل است که از میان شاخص‌های پیشنهادی (پس از جمع‌آوری نظر نخبگان و تعیین وزن هر شاخص) مهم‌ترین این شاخص‌ها (حداکثر ۷ شاخص) انتخاب می‌شود، سپس در ارتباط با هر یک از پروژه‌ها، شاخص‌های مربوطه اندازه‌گیری شده و در نهایت بر مبنای اوزان و امتیازات، نمره نهایی هر گزینه (پروژه) مشخص شده و اولویت آن (نسبت به سایر پروژه‌ها) مشخص می‌شود (مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی و ۱۳۹۳).

پویانی و احدی به ارایه مدلی برای ارزیابی و اولویت‌بندی احداث خطوط ریلی جدید با استفاده از روش ترکیبی تحلیل شبکه‌ای و مهندسی ارزش پرداخته‌اند. در این پژوهش، پس از

وانگ (۲۰۱۳)، در مقاله‌ای به کاربرد و نقش مهندسی ارزش در تصمیم‌گیری در مورد پروژه‌های عمرانی پرداخته است. در این مقاله، ابتدا به شرح مفاهیم و اصول مهندسی ارزش و سپس به تحلیل چگونگی استفاده از فرآیند مهندسی ارزش جهت اتخاذ تصمیمات علمی و درست، برای دستیابی به سود بیشتر در پروژه‌های عمرانی پرداخته شده است (Wang, 2013).

ژانگ، هان و سانگ (۲۰۱۳)، به انتخاب پروژه‌های عمرانی ارزش بر اساس فرآیند تحلیل شبکه‌ای پرداخته‌اند. در پژوهشی که آن‌ها انجام داده‌اند، با تحلیل ارتباط بین کارایی و هزینه پروژه، مدل ارزیابی پروژه مهندسی ارزش بر اساس روش تحلیل شبکه‌ای ارائه می‌شود. در واقع با توجه به شاخص ارزش و با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای، پروژه‌های مختلف امتیازدهی و اولویت‌بندی می‌شوند (Zhang, Han, and Song, 2013).

ایالات متحده آمریکا

سیاست‌های تصمیم‌گیری در زمینه‌ی اولویت‌بندی پروژه‌های مربوط به حمل‌ونقل و تخصیص منابع برای انجام پروژه‌های فوق در ایالات مختلف آمریکا متفاوت بوده و هر ایالت سیاست مخصوص به خود دارد. در این زیر بخش، سیاست‌ها و رویکردهای مربوطه در چند ایالت از جمله ویرجینیا، اوهایو، ایلینویز، ماساچوست در کشور فوق تشریح شده است. علاوه بر سیاست‌های اعمالی در ایالات فوق، برنامه‌ی مشترک تحقیقات ملی راه‌ها و تحقیقات مؤسسه‌ی مرکز حمل‌ونقل دانشگاه میدوست که به سفارش اداره‌ی حمل‌ونقل ایالات متحده آمریکا انجام گرفته است در این زیر بخش ارائه خواهد شد (JAMES H, Niles, 2006).

اداره‌ی حمل‌ونقل ویرجینیا<sup>۱</sup>

اداره‌ی حمل‌ونقل ویرجینیا از متدولوژی مربوط به تحلیل منافع - هزینه برای ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌ها در اداره‌ی حمل‌ونقل برای بودجه‌بندی در سطوح مختلف استفاده می‌کند. این روش که توسعه‌ی اهداف، تدابیر اجرایی و متدولوژی استاندارد منافع - هزینه را در نظر می‌گیرد، طبق تصویب‌نامه‌ی بهینه‌سازی و بهبود ویرجینیا در سال ۲۰۰۶، مورد نیاز ادارات حمل‌ونقلی است. اداره‌ی حمل‌ونقل ویرجینیا یک روش کمی را اجرا کرده است که به‌عنوان یک ابزار کمی برای اولویت‌بندی پروژه‌های احداث راه‌ها در چهار بخش مختلف: بین ایالتی<sup>۲</sup> اصلی<sup>۳</sup>، شهری و روستایی به کار می‌رود. این

3R و تخصیص منابع در این گونه پروژه‌ها تبدیل می‌شود (آیتی و بهنود و ۱۳۸۷).

دبیری و همکاران به اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی پرداخته‌اند. این پژوهش مجموعه‌های فازی شهودی را پیشنهاد داده و ضمن معرفی چنین مجموعه‌های و روابط موجود در آن‌ها، روش تلفیق تحلیل سلسله‌مراتبی AHP و مجموعه‌های فازی شهودی (IFSs) را برای استفاده در تصمیم‌گیری‌های چند معیارها بررسی نموده، و در پایان با بیان مثالی در خصوص اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی، و انجام مراحل مختلف فرآیند مربوطه، کاربرد روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی در برنامه‌ریزی پروژه‌های عمرانی را ارائه داده است (دبیری و همکاران و ۱۳۹۶).

کلینی و همکاران به شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مهم در تعیین زمان پروژه‌های ساختمانی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیارها پرداخته‌اند. در این پژوهش عوامل مؤثر بر برآورد زمان پروژه‌های ساختمانی شناسایی شده و با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیارها اولویت‌بندی شده است. به این منظور ابتدا ادبیات پژوهش مورد مطالعه قرار گرفت و با استفاده از نظر خبرگان، از بین مجموعه عوامل مؤثر بر زمان پروژه‌های ساختمانی، ۲۷ عامل شناسایی شده و با تنظیم پرسشنامه، توسط خبرگان ارزیابی شد. داده‌های مزبور، از چهار شرکت ساختمانی، دسته‌بندی، وزن دهی و با استفاده از روش‌های تاپسیس وزن‌دهی ساده و یکور اولویت‌بندی شد و در نهایت با روش تلفیقی کپ لند رتبه‌بندی نهایی ارائه شد (کلینی و همکاران و ۱۳۹۵).

افرازه و همکاران به اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه راه‌آهن بر مبنای یک الگوریتم تصمیم‌گیر پرداخته‌اند. در این مقاله ضمن بررسی اجمالی سوابق موضوع، یک الگوریتم مناسب تصمیم‌چندمعیاره برای سنجش گزینه‌ها در معیارهای کمی و کیفی شده با ترکیبی از سه روش (۱- وزن دهی ساده، ۲- تاپسیس و ۳- تحلیل سلسله‌مراتبی) پیشنهاد شده و در نهایت این مدل برای چهارده پروژه به‌صورت آزمایشی با بهره‌گیری از نرم‌افزارهای Microsoft Excel و Expert Choice اجرا و اولویت‌بندی بین آن‌ها معین شده است (افرازه و همکاران و ۱۳۸۴).

متدولوژی از پانزده کمیت قابل اندازه‌گیری استفاده می‌کند که شامل سطح سرویس (Los)، ضریب حجم به ظرفیت، جریان ترافیک، دسترسی بین مدهای مختلف، نرخ تصادفات، دسترسی به راه‌های اضطراری، استفاده‌ی وسایل نقلیه سنگین، نرخ بیکاری، مسائل زیست‌محیطی، حق تقدم در عبور، استفاده از وسایل جایگزین، نرخ کفایت و قابلیت پل‌ها<sup>۴</sup> و به‌صرفه بودن از لحاظ اقتصادی می‌باشند. نتایج این متدولوژی برای ارزیابی و انتخاب و تفسیر تصمیم‌گیری‌ها در خصوص ۱/۸ میلیارد دلار سرمایه‌گذاری بکار رفته است. این روش تلاش می‌کند تا روش‌های اولویت‌بندی جاری را از طریق مدل کردن و آنالیز عدم قطعیت کاهش ریسک، سود و هزینه‌ها را بر روی پروژه‌های نامزد اجرا گسترش دهد و به یک مدل بهتر دست پیدا کند (JAMES H, Nilesh, 2006).

اداره‌ی حمل‌ونقل اوهایو<sup>۵</sup>

اداره‌ی حمل‌ونقل اوهایو پروژه‌ها را بر اساس پیچیدگی و تعداد مراحل انجام آن‌ها به سه دسته‌ی جداگانه‌ی حداقل اقدامات<sup>۶</sup>، ریز<sup>۷</sup> و بزرگ<sup>۸</sup> تقسیم می‌کنند و پروژه‌ها در هر کدام از این دسته‌ها به‌صورت جداگانه تحلیل و آنالیز می‌شوند.

اداره‌ی حمل‌ونقل ایلینویز<sup>۹</sup>

اداره‌ی حمل‌ونقل ایلینویز پروژه‌ها را در ۶ گروه دسته‌بندی می‌کند و درصد مشخصی از بودجه‌های عمرانی خود را به هر یک از این دسته‌ها اختصاص می‌دهد. این دسته‌ها عبارت‌اند از: نگهداری و محافظت، بازسازی راه‌های بین ایالتی، مدرن‌سازی پل‌های اصلی، پیشرفت‌های ترافیکی و ایمنی، احداث راه‌های جدید به‌منظور رشد اقتصادی منطقه و احداث پل‌های جدید به‌منظور کاهش تراکم ترافیکی و روان‌سازی ترافیک. برای مثال این اداره تخمین می‌زند که برای دستیابی به پیشرفت‌های قابل‌ملاحظه در هر ۶ دسته در خلال سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۹ به سرمایه‌گذاری در محدوده‌ی ۱۲/۱ تا ۲۰/۳ میلیارد دلار نیاز است.

اداره‌ی حمل‌ونقل ماساچوست<sup>۱۰</sup>

اداره‌ی حمل‌ونقل ماساچوست اولویت‌بندی پروژه‌های خود را با در نظر گرفتن معیارهای زیر انجام می‌دهد: مطابقت با آیین‌نامه‌های زیست‌محیطی، تطابق و تبعیت از کد سازه‌ای، بهره‌برداری و ملاحظات مربوط به حق تقدم و محدودیت‌های بودجه‌ای.

برنامه‌ی مشترک تحقیقات ملی راه‌ها<sup>۱۱</sup>

برنامه‌ی مشترک تحقیقات ملی راه‌ها در سال ۱۹۹۶ یک روش اولویت‌بندی بر پایه‌ی هزینه‌ها را به نام Stratbencost معرفی کرده است. این روش تحلیل‌هایی را در هر بخش برای مزایای احداث راه‌های جدید ذکر می‌کند که مواردی نظیر مسائل زیست‌محیطی، ایمنی و زمان سفر را در برمی‌گیرد. متدولوژی ارزیابی تأثیر اجتماعی و اقتصادی پروژه‌ها در ویرایش‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۴ این برنامه ذکر شده است. این دو متد اخیر زمانی قابلیت اجرایی دارند که داده‌های پروژه‌ها به‌صورت کلی و یکنواخت در اختیار باشند که ممکن است این اطلاعات در مورد پروژه‌هایی که در مراحل اولیه‌ی تحقیقات و برنامه‌ریزی قرار دارند در دسترس نباشد.

تحقیقات انجام‌شده توسط موسسه‌ی MRUTC<sup>۱۲</sup>

تحقیقاتی که توسط موسسه‌ی فوق و به سفارش اداره‌ی حمل‌ونقل ایالات‌متحده آمریکا انجام‌گرفته است نیز به‌صورت جامع چارچوب نحوه‌ی سرمایه‌گذاری در زمینه‌ی حمل‌ونقل را با کمک تصمیم‌گیری‌های چندمعیاره بیان می‌کند. این تحقیق، سه شیوه‌ی چندمعیاره را برای اولویت‌بندی سرمایه‌گذاری و تخصیص بودجه را در برمی‌گیرد که عبارت‌اند از:

-روش چند شاخصه مطلوبیت<sup>۱۳</sup>

-روش تبادل و جانشینی<sup>۱۴</sup> (SWT)

-روش حداقل قابل‌پذیرش<sup>۱۵</sup>

تایلند

در کشور تایلند بر اساس مطالعات انجام‌شده توسط دکتر پیانتاناکولچی<sup>۱۶</sup>، روش ANP برای انتخاب و اولویت‌بندی گزینه‌های طراحی راه مورد استفاده قرار گرفته است و از نتایج به‌دست‌آمده برای طراحی کریدور در جنوب تایلند استفاده‌شده است. روش ANP به‌عنوان تکمیل‌شده‌ی روش AHP در بخش مبانی نظری اولویت‌بندی به‌طور مشروح مورد بررسی قرار خواهد گرفت (Piantanakulchai, 2003).

ترکیه

از جمله مطالعات انجام‌گرفته در این کشور، کاربرد روش AHP در انتخاب طرح پشتیبانی بهینه برای انتخاب راه‌های اصلی حمل‌ونقل در معادن است. اهداف مدل، فاکتور ایمنی، هزینه، نیروی انسانی و قابلیت اجرایی در نظر گرفته‌شده‌اند (Yavuz, Iphar, Once, 2008).

تانزانیا

۴- فراهم کردن زمینه‌ی جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی و جلب مشارکت مردم و گسترش پوشش بیمه در همه‌ی فعالیت‌های این بخش.

۵- دستیابی به سهم بیشتر از بازار حمل‌ونقل بین‌المللی. همان‌گونه که ملاحظه می‌شود در میان مستندات قانونی اصلی کشور، سیاست‌های کلی نظام به‌صورت واضح‌تر و مشخص‌تری به مقوله‌ی اولویت‌بندی پرداخته است و شاخص‌های کلان آن را نیز بیان داشته است. بر این اساس میزان خطرپذیری و تصادفات (مبحث ایمنی)، تأثیر راه بر افزایش هم‌بندی شبکه، کاهش زمان سفر (کاهش ترافیک مسیر و افزایش سرعت مجاز سفر (و کاهش طول مسیر) کاهش شدت مصرف انرژی) و... بایستی در اولویت‌بندی پروژه‌های راه مدنظر قرار گیرد.

### ۳-۱-۲- اولویت‌های توسعه‌ی فنی در امور زیرساخت‌های

#### جاده‌ای

به‌منظور ایجاد وحدت رویه، انسجام فکری و عملی و همچنین تسهیل و سرعت بخشیدن به امور دارای اولویت و جهت‌گیری مناسب در انجام پژوهش‌های کاربردی و دستیابی به فناوری‌های موردنیاز، "اولویت‌های توسعه‌ی فنی در امور زیرساخت‌های جاده‌ای" توسط شورای عالی فنی امور زیربنایی جهت اجرا ابلاغ شده است. در این ابلاغیه در موضوع ۶: بهبود نظام مدیریت و برنامه‌ریزی در ساخت و توسعه‌ی شبکه‌ی راه‌ها، در بند ۱ و ۳ به طراحی نظام اولویت‌بندی، بهسازی، ساخت و توسعه شبکه راه‌های ملی و ترانزیتی و شبکه‌ی راه‌های استانی کشور اشاره شده است. (دبیرخانه‌ی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل، ۱۳۸۹).

### ۳-۱-۳- برنامه ششم توسعه

ماده ۳۸ - دولت موظف است اقدامات زیر را جهت حفاظت از محیط‌زیست به عمل آورد:

الف- نظارت بر ارزیابی راهبردی محیط‌زیست (SEA) در سیاست‌ها و برنامه‌های توسعه‌ای و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA) طرح‌های بزرگ کلیه دستگاه‌های اجرائی و بخش‌های خصوصی و تعاونی، نهادهای عمومی غیردولتی در پهنه سرزمینی از جمله مناطق آزاد تجاری و صنعتی بر اساس شاخص‌ها، ضوابط و معیارهای پایداری محیط‌زیست.

نقشه‌برداری از وضعیت زمین جهت انتخاب مسیر و احداث جاده از جمله مطالعاتی است که در این کشور انجام شده است. در این مطالعه، دسترس‌پذیری جاده در بلندمدت و حفظ منابع طبیعی به‌عنوان شرایط اولیه برای احداث جاده در نظر گرفته شده‌اند (Ernest, Didas, 2005).

### ۳- بررسی شاخص‌های مؤثر در اولویت‌بندی و تخصیص

#### بهبود منابع در پروژه‌های احداث راه

#### ۳-۱- اولویت‌بندی و شاخص‌های آن

از نگاه قوانین کشوری جدا از منطق اقتصادی، گاهی در خود قوانین کشوری نکاتی و دستوراتی قید شده است که عملاً به‌عنوان یک شاخص جهت اولویت‌بندی پروژه‌ها می‌تواند (و باید) از آن‌ها استفاده نمود؛ در این بخش با مرور مهم‌ترین قوانین بالادستی موجود، سعی شده است مواردی که به‌صورت صریح و ضمنی بحث اولویت‌بندی و یا شاخصه‌های آن بیان شده است، احصا گردد.

#### ۳-۱-۱- سیاست‌های کلی نظام در زمینه‌ی حمل‌ونقل

سیاست‌های کلی نظام جمهوری اسلامی ایران در مورد "حمل‌ونقل" مصوب مورخ ۱۳۷۷/۱۰/۲۳ در تاریخ ۱۳۷۹/۱۱/۳ توسط مقام رهبری تأیید و طی نامه شماره ۷۶۲۳۰/۱ مورخ ۱۳۷۹/۱۱/۳ ابلاغ گردیده است.

۱- ایجاد نظام جامع حمل‌ونقل و تنظیم سهم هر یک از زیر بخش‌های آن با اولویت دادن به حمل‌ونقل ریلی و با توجه به جهات ملاحظات اقتصادی و دفاعی و امنیتی، کاهش شدت مصرف انرژی، کاهش آلودگی زیست‌محیطی، افزایش ایمنی، برقراری تعادل و تناسب بین زیرساخت‌ها و ناوگان و تجهیزات ناوبری و تقاضا

۲- افزایش بهره‌وری تا رسیدن به سطح عالی از طریق پیشرفت و بهبود روش‌های حمل‌ونقل و مدیریت و منابع انسانی و اطلاعات.

۳- توسعه و اصلاح شبکه‌ی حمل‌ونقل با توجه به نگرش شبکه‌ای به توسعه‌ی محورها، آمایش سرزمین، ملاحظات دفاعی - امنیتی، سودآوری ملی، موقعیت ترانزیتی کشور، تقاضا

اسکان جمعیت با ساختار فضایی فعالیت‌های اقتصادی-اجتماعی با در نظر گرفتن ملاحظات و معیارهای اجتماعی-فرهنگی بر اساس نظریه‌ی پایه‌ی توسعه‌ی ملی است. بنابراین، بر مبنای مباحث و معیارهای مطرح در حوزه‌ی آمایش سرزمین و توسعه‌ی پایدار موارد ذیل بایستی در اولویت‌بندی مدنظر قرار گیرد:

- کاهش آسیب‌های زیست‌محیطی
- افزایش عدالت اجتماعی (لزوم توجه به توسعه صنعت حمل‌ونقل در مناطق با نرخ بیکاری بالا و یا سرانه درآمد پایین)
- برقراری ارتباط بین جمعیت و میزان زیرساخت‌ها (اولویت‌دهی در توسعه‌ی زیرساخت‌های مناطق پرجمعیت‌تر)
- توجه به توسعه زیرساخت‌ها در مناطق مرزی (توسعه مسیرهای حمل‌ونقلی متصل به نقاط مرزی)
- حمایت از سایر ابعاد توسعه‌ی ملی از طریق الف) وجود ارتباط بین طرح‌های حمل‌ونقل جاده‌ای با سایر انواع حمل‌ونقل (به‌عنوان تاروپود پشتیبان و مکمل سایر شیوه‌ها و زیرساخت‌ها) ب) برقراری ارتباط تنگاتنگ بین طرح‌های توسعه اقتصادی (صنعتی و کشاورزی و توریستی و...) بالقوه و بالفعل، به‌ویژه طرح‌های پیشنهادی بر مبنای آمایش سرزمین.

### ۳-۲- بررسی شاخص‌های اولویت‌بندی و تخصیص بهینه

#### منابع در پروژه‌های احداث راه

بر اساس مطالعات صورت‌گرفته داخلی و خارجی، رجوع به قوانین و سیاست‌های کلان و راهبردی کشور، فهرست متنوع و گسترده‌ای از انواع شاخص‌ها شناسایی و پیشنهاد می‌گردد.

ماده ۵۶ - وزارت صنعت، معدن و تجارت و سازمان ملی استاندارد موظف‌اند بر طراحی و ساخت خودروهای داخلی به نحوی نظارت کنند که ایمنی خودروهای مذکور متناسب با حداکثر سرعت ارتقاء‌یافته تا در تصادفات جاده‌ای، تلفات به حداقل میانگین جهانی برسد.

بر مبنای مواد قانونی فوق از قانون برنامه ششم می‌توان شاخص‌های ذیل را استخراج نمود:

کاهش اثرات زیست‌محیطی و کاهش میزان و شدت تصادفات رانندگی.

### ۳-۱-۴- پیش‌نویس اصلاح‌شده‌ی آئین‌نامه‌ی اجرایی قانون

احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری از طریق مشارکت بانک‌ها و سایر منابع پولی و مالی کشور

در ماده‌ی ۲ و ماده‌ی ۱۷ این آیین‌نامه نیز به‌صورت غیرمستقیم به مباحث اولویت‌بندی پرداخته، آمده است که برای هرکدام از طرح‌ها و پروژه‌ها، مطالعات توجیه اقتصادی و زیست‌محیطی الزاماً باید انجام‌شده و اسناد و مدارک فنی به تصویب وزارت راه و شهرسازی یا نماینده‌ی وی برسد. هدف این است که طرح‌های دارای خسارات زیست‌محیطی پایین و نرخ بازگشت سرمایه (مستقیم و غیرمستقیم) بالا در اولویت اجرا و تزریق منابع مالی قرار گیرند.

به‌این ترتیب دو شاخص پایین بودن خسارات زیست‌محیطی و نرخ بازگشت سرمایه‌ی بالا (وجود منابع درآمدزایی شامل عوارض و همچنین منابع فرعی دیگر) از این قانون قابل استخراج است.

### ۳-۱-۵- طرح آمایش سرزمین

به‌طور عام آمایش سرزمین تنظیم رابطه‌ی بین انسان، فضا و فعالیت تعریف‌شده است، آمایش سرزمین تلفیقی از نظام

جدول ۱. شاخص‌های اصلی پیشنهادی

عنوان شاخص	معرفی شاخص و نحوه اندازه‌گیری
افزایش دسترسی و ارتباطات در شبکه (افزایش هم‌بندی راه‌ها)	حاصل جمع تعداد بزرگراه‌ها و راه‌های اصلی منشعب شده از شهرهای قرارگرفته در مسیر جاده (به سمت منطقه ثالث)، هم‌بندی در راه‌های اصلی، هم‌بندی در شبکه‌ی بزرگراهی و هم‌بندی در شبکه‌ی آزادراهی باید جداگانه بررسی شود.
کارایی هزینه‌ای (هزینه‌ی ساخت تقسیم بر حجم وسایل نقلیه‌ی عبوری)	برآورد حجم بالقوه یا بالفعل ترافیک مسیر (برخی پروژه‌ها مربوط به ساخت مسیر موازی و جایگزین بوده و لذا اطلاعات مربوط به حجم دقیق ترافیک از قبل وجود دارد) و تقسیم آن بر هزینه لازم جهت سرمایه‌گذاری در ساخت هر کیلومتر راه.

<p>شاخص کیفی بوده و باید خبرگان به صورت رتبه‌ای امتیاز دهند (بین یک کاملاً بی‌ارتباط یا بی‌اثر) تا پنج (کاملاً مرتبط و اثرگذار))</p>	<p>تناسب با طرح‌های جامع توسعه‌ی آتی اراضی اطراف</p>
<p>ایجاد بزرگراه‌ها و آزادراه‌ها از طریق کوتاه نمودن مسیرها و یا ایجاد امکان طی مسیر با سرعت‌های بالاتر (نسبت به قبل) و حتی رفع برخی نقاط ترافیک‌خیز باعث کاهش زمان سفر می‌گردد، در ساده‌ترین شکل ممکن استانداردها و مقررات مبنای اندازه‌گیری می‌تواند باشد (سرعت مجاز در مسیرهای بزرگراهی/آزادراهی در مقایسه با مسیرهای غیر بزرگراهی و تقسیم طول مسیر بر تفاضل سرعت مجاز مسیر قبلی و مسیر جدید). این معیار، جایگزین معیار کاهش مصرف سوخت و کاهش آلودگی هوا نیز هست</p>	<p>کاهش کلی در زمان سفر</p>
<p>مقیاس اسمی مورد استفاده بوده و بر مبنای نظر خبرگان بر اساس ایجاد دسترسی به ایستگاه‌های راه‌آهن، فرودگاه و بندرگاه (و سطح اهمیت هر یک) این شاخص امتیاز خواهد گرفت، (در صورت ایجاد دسترسی به بیش از یک بندرگاه و... امتیازات باهم جمع می‌گردند).</p>	<p>بهبود در توسعه‌ی حمل‌ونقل ترکیبی (دسترسی به راه‌آهن، بندرگاه و فرودگاه)</p>
<p>پاسخ این سؤال به صورت صفر و یک است و امتیاز این شاخص نیز یا صفر است یا یک</p>	<p>قرار داشتن در مسیر طرح‌های توسعه‌ی صنعتی و اقتصادی و شهرهای جدید</p>
<p>منظور سرمایه‌گذاری مورد نیاز جهت ساخت راه است.</p>	<p>مقدار سرمایه‌گذاری جهت احداث پروژه (بار مالی پروژه برای دولت)</p>
<p>کاهش بالقوه در تعداد کشته‌های جاده‌ای (به صورت مطلق و نه نسبی) مدنظر این شاخص است، در مواقعی که اندازه‌گیری یا پیش‌بینی دقیق امکان‌پذیر نیست می‌توان از برآوردهای کشوری و جهانی موجود (درصد کاهش در تلفات جاده‌ای آزادراه‌ها نسبت به بزرگراه‌ها، بزرگراه‌ها نسبت به راه‌های اصلی) استفاده نمود.</p>	<p>کاهش مصدومین و فوت‌شدگان</p>
<p>راه‌ها بر مبنای تعداد مسیرهای رفت و برگشت و... دارای یک ظرفیت استاندارد هستند، میزان ترافیک عبوری از راه‌ها نیز در صورت مشخص بودن کمک می‌کند تا این شاخص برای پروژه‌های مختلف اندازه‌گیری شده و هر چه این نسبت بالاتر باشد، اولویت طرح توسعه یا ایجاد راه جایگزین و مکمل بالاتر می‌رود.</p>	<p>نسبت حجم به ظرفیت</p>
<p>حاصل جمع جمعیت شهرها و شهرستان‌ها و... مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر چه جمعیت بالاتر باشد به معنی نیاز بیشتر به حمل‌ونقل و وجود ظرفیت‌های بالقوه یا بالفعل بیشتر در حوزه اقتصاد است.</p>	<p>میزان جمعیت شهرهایی که در مسیر جاده بوده و از طریق راه مورد نظر به یکدیگر متصل می‌شوند.</p>
<p>در مسیر پروژه راه‌سازی نقطه حادثه‌خیز (نقاط حادثه‌خیز کشوری و استانی از قبل مشخص و معین شده‌اند) وجود دارد، اگر وجود دارد به چه تعداد است و آیا پروژه راه‌سازی باعث حذف آن‌ها می‌شود. مقیاس این شاخص کمی گسسته است و هر چه بالاتر باشد اولویت پروژه بیشتر است.</p>	<p>تعداد نقاط حادثه‌خیز قابل حذف در شرایط اجرای طرح</p>

<p>با توجه به اثر طرح‌های حمل‌ونقل در رشد اقتصادی و همچنین کاهش ضریب جینی، راه‌هایی که متعلق به مناطق دارای نرخ بیکاری بالاتر است در اولویت قرار می‌گیرند.</p>	<p>نرخ بیکاری شهرهایی که در مسیر جاده بوده و از طریق راه موردنظر به یکدیگر متصل می‌شوند</p>
<p>مسیرهایی که موازی خط راه‌آهن و یا موازی نوار ساحلی تعریف شده‌اند (جایگزین و متصل‌کننده نقاط همسان) در اولویت پایینی جهت اجرا قرار خواهند گرفت به‌ویژه با توجه به مزایای راه‌آهن و حمل‌ونقل دریایی در حوزه کاهش شدت مصرف انرژی و کاهش تلفات انسانی در حوزه حمل‌ونقل</p>	<p>وجود مسیر موازی (جایگزین)</p>
<p>یک شاخص دوحالته و صفر و یکی است، طرحی که از مناطق حفاظت‌شده عبور کرده و آسیب‌رسان به محیط‌زیست است اولویت پایین‌تری خواهد داشت.</p>	<p>عبور/عدم عبور از مناطق حفاظت‌شده</p>
<p>با توجه به متفاوت بودن اندازه مراکز صنعتی و توریستی باید بر مبنای حجم و ارزش مادی این مراکز نوعی همگن‌سازی صورت گیرد تا بتوان امتیاز راه‌های مختلف را مشخص نمود.</p>	<p>تعداد مراکز صنعتی، توریستی (تاریخی، تفریحی و...)، کشاورزی و کارخانه‌هایی که در ارتباط جاده‌ی موردنظر قرار دارند و از امکانات آن استفاده می‌کنند.</p>
<p>در صورت وجود مناطق آزاد و ویژه در مسیر پروژه (زیرساخت جاده‌ای باعث ایجاد ارتباط منطقه آزاد/ ویژه اقتصادی به سایر نقاط و یا سایر مناطق آزاد و ویژه می‌شود)، و بسته به تعداد این مناطق آزاد و ویژه امتیازی عددی برای این شاخص در نظر گرفته می‌شود.</p>	<p>وجود منطقه‌ی آزاد یا ویژه‌ی اقتصادی در مسیر راه</p>
<p>وجود زیرساخت‌های توسعه‌ای از جمله خطوط انتقال آب، گاز، برق، تلفن و... در مسیر راه (زیرساخت‌هایی که منجر به توسعه‌ی سریع‌تر اراضی اطراف راه می‌گردد)، نوع زمین و... عواملی هستند که نشان می‌دهد چند درصد زمین‌های اطراف جاده‌های در شرف ساخت امکانات و شرایط پیاده‌سازی طرح‌های توسعه‌ای (کشاورزی، صنعتی و شهرسازی) را در حال حاضر دارند.</p>	<p>درصد زمین‌های قابل توسعه در مسیر و حاشیه زیرساخت جاده‌ای</p>
<p>امکان جمع‌آوری عوارض، ایجاد تأسیسات بین‌راهی و درآمدزایی از محل آن (وابسته به حجم ترافیک عبوری)، افزایش بالقوه در ارزش اراضی اطراف جاده (به شرط امکان‌پذیر بودن تصاحب این اضافه ارزش توسط دولت و بخش خصوصی توسعه‌دهنده‌ی راه‌ها) و... مواردی هستند که در صورت وجود، به‌واسطه افزایش درآمد دولت، باعث افزایش اولویت اجرای یک طرح می‌گردند. این شاخص می‌تواند عملاً بار مالی اجرای یک طرح برای دولت را تعیین نموده و طرح‌های با بار مالی پایین مشخص‌شده و در اولویت بالاتر قرار گیرند.</p>	<p>میزان درآمدزایی مستقیم از طریق ایجاد راه</p>



#### ۴-ارایه مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در

#### پروژه‌های احداث راه

#### ۴-۱- روش

روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره (MCDM) به دودسته تصمیم‌گیری چندهدفه (MODM) و تصمیم‌گیری شاخصه (MADM) تقسیم می‌شوند. هدف از تصمیم‌گیری انتخاب بهترین گزینه یا وزن دهی به عوامل تصمیم‌گیری است. هر روش تصمیم‌گیری وظیفه خاصی دارد یکی هدف وزن دهی به معیارها، یکی هدفش رتبه‌بندی گزینه‌ها و دیگری هدف ارزیابی معیارها می‌باشد. اگر بخواهیم طبقه‌بندی از مدل‌های تصمیم‌گیری چند معیاره داشته باشیم به شکل زیر اشاره می‌شود.



شکل ۱. حالت‌های مختلف تصمیم‌گیری



شکل ۲. روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه

مدل‌های غیر جبرانی نیز خود به چند دسته تقسیم می‌شوند از جمله روش‌های عام، لکسیکوگرافی، رضایت‌بخش و روش پرموتاسیون (جایگشت) تقسیم می‌شود. روش‌های عام به دو دسته روش خوش‌بینانه و بدبینانه تقسیم می‌شود. روش لکسیکوگرافی به روش نیمه رتبه‌ای تقسیم می‌شود. روش‌های رضایت‌بخش به شمول و خاص تقسیم می‌شوند. این روش‌ها در مقالات و پروژه‌های تصمیم‌گیری چند معیاره چندان مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و بیشتر جنبه تمرینی دارند. زیرا یکی از ویژگی‌های مهم از جمله تبادل بین شاخص‌ها در آن‌ها وجود ندارد.



شکل ۳. روش‌های تصمیم‌گیری مدل غیر جبرانی

روش‌های جبرانی نیز به سه دسته روش‌های امتیازدهی، روش‌های سازشی و روش‌های غیر رتبه‌ای تقسیم می‌شوند. روش‌های امتیازدهی: گزینه ارجح بیشترین امتیاز را دارد. در این روش‌ها با استفاده از الگوریتم‌های مختلف گزینه‌ای برتر است که بیشترین امتیاز را کسب کند.

روش‌های سازشی: گزینه ارجح بیشترین نزدیکی و شباهت را با گزینه ایده‌ال دارد (سایت صنایع، ۱۴۰۰). روش‌های غیر

نکنند و نرخ ناسازگاری افزایش یابد. بنابراین تعداد معیارها و گزینه‌ها باید به حدی باشد که تعداد مقایسات زوجی داخل پرسشنامه در حد معقول و منطقی به دست آید.

نکته بعدی این است که روش AHP، روشی منطبق بر نظر خبرگان است یعنی اینکه پرسشنامه مقایسه زوجی را باید در اختیار خبرگان و کارشناسانی قرار دهید که بر همه معیارها و گزینه‌های مسئله اشراف و تسلط داشته باشند. در برخی مواقع ممکن است در جامعه آماری موردنظر بیشتر از ۳ یا ۵ نفر خبره وجود نداشته باشد که از این بابت نیز هیچ مشکلی وجود ندارد و نتایج به دست آمده نیز کاملاً علمی و قابل اکتفا است چون پرسشنامه‌ها را خبرگان تکمیل کرده‌اند و نیاز به داشتن حجم بالای نمونه نیست. بنابراین شرایط مناسب استفاده از روش AHP در زیر ذکر شده است:

- تعداد معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها در حد معقول باشد (زیاد نباشد).

- موضوع مسئله تخصصی باشد و نیازمند نظر خبرگان باشید.

- می‌خواهید وزن و رتبه معیارها را به دست آورید.

- می‌خواهید وزن و رتبه گزینه‌ها را به دست آورید.

- در حالت خاص ممکن است مسئله شما معیار نداشته باشد و شما می‌خواهید وزن و رتبه تعدادی گزینه یا سؤال را به دست آورید (پویانی و احدی و ۱۳۹۵).

- روش بهبود یافته AHP

یکی از محدودیت‌های بزرگ روش AHP این است که هنگامی عوامل زیاد باشد مقایسات زوجی بسیار زیاد شده و باعث دشواری در تکمیل مقایسات و نرخ ناسازگاری بالا می‌شود در سال ۲۰۱۳ آقای لی و همکاران روشی را ارائه کردند که برای تشکیل مقایسه زوجی راه‌حلی جدید ارائه کردند که آن را AHP بهبود یافته یا Improve AHP نامیدند (جوانی و عنابستانی و ۱۳۹۴).

- روش تحلیل شبکه‌ای یا ANP

ANP یک تکنیک جامع است که امکان درج همه معیارهای مربوطه را فراهم می‌آورد. ملموس و غیرمستقیم، که تأثیری در روند تصمیم‌گیری دارد. روش ANP امکان بررسی وابستگی‌های متقابل بین سطح معیارها را فراهم می‌کند و بنابراین ابزاری جذاب برای تصمیم‌گیری چند معیاره است. روش ANP با توجه به خصوصیات کمی و کیفی که باید در نظر گرفته شود، مفید است و همچنین رابطه متقابل غیرخطی

رتبه‌ای: گزینه ارجح از منظر یک شاخص هماهنگ تعریف شده بهترین وضعیت را دارد.



شکل ۴: روش‌های تصمیم‌گیری مدل‌های جبرانی

#### ۴-۲- بررسی پرکاربردترین روش‌های اولویت‌بندی امتیازدهی

- روش ساده وزن‌ها یا SAW

این روش در زمانی که تصمیم‌گیری بر اساس روش چندین معیار کمی و کیفی انجام می‌شود، بسیار مهم است. از مزایای این روش در مقایسه با سایر روش‌های متداول، آن است که در شرایطی که بعضی از معیارهای تصمیم‌گیری از نوع هزینه (منفی) باشند و هدف کاهش آن‌ها باشد و بعضی از معیارها از نوع سود (مثبت) بوده و هدف افزایش آن‌ها باشد، این روش به‌آسانی جواب ایده آلی را که ترکیبی از بهترین مقادیر دستیابی به همه معیارها باشد، پیدا می‌کند (حائریان و همکاران و ۱۳۹۵).

- روش تحلیل سلسله مراتبی یا AHP

برای انجام روش AHP لازم است ابتدا معیارها و گزینه‌های خود را به صورت ساختاری سلسله مراتبی مشخص کنید یعنی مشخص کنید برای رتبه‌بندی گزینه‌های خود چه معیارها و زیر معیارهایی را در نظر گرفته‌اید. سپس پرسشنامه مقایسه زوجی شامل کلیه معیارها، زیر معیارها و گزینه‌ها را طراحی کنید. در پرسشنامه مقایسه زوجی ترکیب دو تایی همه معیارها و گزینه‌ها می‌بایست در نظر گرفته شود (البته با توجه به ساختار سلسله مراتبی مسئله!) بنابراین، اگر تعداد معیارها و گزینه‌ها زیاد باشد باعث می‌شود که تعداد مقایسات زوجی نیز افزایش پیدا کند که این امر باعث طولانی شدن پرسشنامه می‌شود و پاسخ‌دهندگان ممکن است در مقایسات دچار اشتباه شوند و یا اینکه به علت کم‌حوصلگی مقایسات را با دقت پر

وزنی معیارها، که گزینه جایگزین موردنظر را توصیف می‌کند، به مجموع مقادیر معیارهای نرمال و وزن دهی شده، که گزینه جایگزین بهینه را توصیف می‌کند، درجه بهینه است، که با رسیدن به گزینه جایگزین مطابق روش ARAS، یک مقدار تابع مطلوبیت برای تعیین کارایی نسبی پیچیده یک جایگزین مناسب، مستقیماً با تأثیر نسبی مقادیر و وزن معیارهای اصلی در نظر گرفته شده در یک پروژه متناسب است (علیزاده و همکاران و ۱۴۰۰).

#### روش مورا (MOORA)

روش مورا، روشی بهینه‌سازی چندهدفه است که با موفقیت می‌تواند برای حل انواع مختلفی از مسائل تصمیم‌گیری پیچیده در محیط تولید استفاده شود. روش مورا، با یک ماتریس تصمیم‌گیری شروع می‌کند که عملکرد گزینه‌های مختلف را با توجه به شاخص‌های مختلف (اهداف) نشان می‌دهد. روش مورا از تکنیک‌های نسبتاً جدید تصمیم‌گیری چند معیاره است که به معنی بهینه‌سازی چندهدفه بر اساس تجزیه و تحلیل نسبت گرفته شده است. برای روش مورا دو رویکرد ارائه شده است یکی رویکرد سیستم نسبت و دیگری رویکرد نقطه مرجع. برای رتبه‌بندی گزینه‌ها از وزن معیارها استفاده نشده ولی برای دقت بیشتر روش می‌توان وزن معیارها را نیز در نظر گرفت. به‌رحال در مواردی که دسترسی به وزن معیارها ممکن نباشد نیز می‌توان گزینه‌ها را رتبه‌بندی نمود. برای نرمال کردن داده نیز از روش جذر مجموع مربعات استفاده می‌شود (علی احمدی و همکاران و ۱۳۹۴).

بنابراین با توجه به بررسی روش‌های اولویت‌بندی امتیازدهی، پیشنهاد می‌گردد که برای اولویت‌بندی پروژه‌های احداث راه‌ها از روش تحلیل شبکه‌ای یا روش ANP استفاده شود.

#### ۴-۲- بررسی پرکاربردترین روش‌های محاسبه اوزان

##### شاخص‌ها

روش‌های مختلفی برای وزن دهی به معیارها، وجود دارد که به صورت سه روش ذیل قابل انجام است:

##### ۱- استفاده از دانش کارشناسی

در این روش با استفاده از تجربه و دانش کارشناسان متخصص در زمینه موردنظر و با در نظر گرفتن خصوصیات محدوده مطالعاتی، فاکتورهای مناسب تعیین و وزن دهی می‌شوند. از مزایای این روش ساده و مستند بودن آن است. اما این روش

در بین معیارها موردتوجه قرار می‌گیرد. ANP از این نظر بی‌نظیر است که امتیازهای ترکیبی را ارائه می‌دهد، که این خود نشانگر رتبه‌بندی نسبی گزینه‌های مختلف در دسترس تصمیم‌گیرنده است.

این روش همانند روش AHP می‌باشد با این تفاوت که بین معیارهای تصمیم و گزینه‌های تصمیم روابط و همبستگی‌های متقابل وجود دارد. درواقع روش AHP یک حالت خاص از روش ANP می‌باشد. روش تحلیل شبکه به تصمیم‌گیرنده اجازه ساخت یک شبکه به‌جای سلسله‌مراتب را می‌دهد این امر امکان بررسی ارتباط داخلی بین عناصر را نیز ممکن می‌سازد گره‌های موجود در این شبکه، معادل با معیارها و گزینه‌ها می‌باشند و شاخه‌هایی که این گره‌ها را به هم متصل می‌کنند نیز معادل با درجه وابستگی آن‌ها به همدیگر می‌باشند. تعیین روابط موجود در ساختار شبکه‌ای یا تعیین درجه وابستگی متقابل بین معیارها باهم و گزینه‌ها، مهم‌ترین کار در تحلیل شبکه است. روش تحلیل شبکه (ANP) یکی از بهترین و کامل‌ترین روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است در صورت وجود ارتباط داخلی بین عناصر تشکیل‌دهنده ساختار شبکه، این روش پاسخی به‌مراتب بهتر و دقیق‌تر از سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره عرضه می‌کند (سایت صنایع و ۱۴۰۰).

#### روش آراس یا ARAS

روش آراس مقدار یک تابع مطلوبیت مجموعه بازده نسبی (کارایی نسبی) یک گزینه ممکن، به‌طور مستقیم متناسب با اثر نسبی ارزش‌ها و وزن معیارهای اصلی که در یک پروژه مطرح شده است را تعیین می‌کند. روش آراس یکی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که به معنی ارزیابی نسبت جمعی می‌باشد. روش ARAS همانند روش‌های تاپسیس یا ویکور یا الکتراه می‌باشد یعنی ماتریس تصمیم آن به‌صورت معیار-گزینه است. این روش برای انجام نیازمند وزن معیارها است پس باید ابتدا توسط روش‌هایی نظیر آنتروپی شانون و یا روش AHP وزن معیارها را محاسبه کرد سپس توسط این روش گزینه‌ها را رتبه‌بندی نمود. پرسشنامه روش ARAS همانند پرسشنامه روش تاپسیس می‌باشد. روش ARAS مبتنی بر این استدلال است که با استفاده از مقایسه‌های ساده نسبی می‌توان پدیده‌های دنیای پیچیده را درک کرد. استدلال می‌شود که نسبت مجموع مقادیر نرمال

از جمله ویژگی‌های برجسته این روش نسبت به سایر روش‌های تصمیم‌گیری چند شاخصه عبارت است از:  
- داده‌های مقایسه‌ای کمتر نیاز دارد؛  
- این روش به مقایسه‌های استوارتر منجر می‌شود؛ بدین معنا که جواب‌های قابل اطمینان‌تری می‌دهد.

این روش ابتدا با مقایسات زوجی بااهمیت‌ترین معیار و دیگر معیارها با کم‌اهمیت‌ترین معیار، مدل بهینه‌سازی غیرخطی را ایجاد می‌کند و سپس با حل آن مدل در نرم‌افزارهایی مثل لینگو، اوزان معیارها محاسبه می‌شود (جوان و کریمی ۱۳۹۷).

#### - روش سوارا (SWARA)

این روش از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره است که هدف این روش نیز محاسبه وزن معیارها می‌باشد. این روش مبتنی بر نظرات خبرگان است. در این روش هر معیار با معیار مهم‌تر از خود به صورت زوجی مقایسه می‌شود (مسعودیان و همکاران و ۱۴۰۰).

#### - روش آنتروپی شانون

یکی از روش‌های کارا و برتر در وزن دهی شاخص‌ها، روش آنتروپی شانون می‌باشد که بدون دخالت نظر تصمیم‌گیرندگان و فقط بر مبنای میزان تغییرات در اطلاعات مربوط به یک شاخص برای گزینه‌های مختلف، وزن شاخص‌ها را تعیین می‌نماید. بدیهی است هرچه قدر میزان اثر نظر تصمیم‌گیرنده بر وزن دهی کمتر باشد، احتمال بروز خطای انسانی نیز کاهش یافته و وزن دهی از اعتبارسنجی بالاتری برخوردار خواهد بود. از جمله مزایای روش وزن دهی آنتروپی شانون، توجه به میزان پراکندگی و نوسانات داده است که این روش را از سایر روش‌ها متمایز کرده و از درجه‌ی تطبیق بالایی برخوردار است (بختیاری و ۱۳۹۵).

#### - روش لین مپ

در لین مپ، گزینه‌ها همانند  $m$  نقطه در فضای  $n$  بعدی هستند لذا موقعیت مختصاتی گزینه‌ها از دید  $DM$  مهم هستند ولی اگر تعداد گزینه‌ها زیاد باشند خطای ناشی از قضاوت زوجی  $DM$  نیز افزایش می‌یابد لذا مدل درصد است اوزانی را معلوم کند که مجموع خطای  $DM$  حداقل گردد. تصور کنید در یک منطقه بزرگ شهری  $m$  فروشگاه زنجیره‌ای با موقعیت‌های متفاوت فعال هستند، با روش لین مپ به طور مناسب می‌شود فروشگاه‌ها را رتبه‌بندی نمود، لذا در چنین

دارای معیایی مانند، احتمال اشتباه کردن کارشناس در تعیین وزن و مشکل استانداردسازی واحدهای اندازه‌گیری ذهنی آن‌ها، می‌باشد. در این روش اصولاً افراد متخصص می‌توانند بر اساس یک طیف و یا بر اساس درصد اهمیت عوامل را مشخص کنند.

#### ۲- استفاده از دانش داده‌ای

دانش داده‌ای متکی بر اطلاعات موجود در مورد جواب مسئله می‌باشد. در این روش با استفاده از جواب‌های موجود در مسئله و محاسبه میزان وابستگی هر یک از فاکتورها به جواب، می‌توان وزن مربوط به هر فاکتور را تعیین کرد. در روش دانش داده‌ای، احتمال به وجود آمدن اشتباه کمتر است ولی درستی عملکرد آن بستگی به میزان صحت و دقت جواب‌های اولیه موجود دارد.

#### ۳- استفاده از دانش کارشناسی و داده‌ای به صورت توأم

در این روش با توجه به نتایج حاصل از دانش و تجربیات کارشناسان و استفاده از اطلاعات موجود، به هر یک از فاکتورها وزن تعلق می‌گیرد. بدین نحو که ابتدا وزن‌ها از طریق دانش کارشناسی و داده‌ای به صورت مجزا محاسبه می‌شوند، سپس وزن مطلوب با مقایسه مقادیر به دست آمده تعیین می‌شود.

در نتیجه احتمال وقوع اشتباه کاهش یافته و وزن‌ها به واقعیت نزدیک‌تر خواهند شد. با توجه به موارد ذکر شده برخی روش‌های معروف محاسبه اوزان به شرح ذیل می‌باشد:

#### - روش کریتیک (CRITIC)

در این روش برای تعیین وزن معیارها از دیدگاه خبرگان استفاده نمی‌شود. اگرچه خبرگان از دانش و تجربه خود برای تعیین وزن معیارها استفاده می‌کنند اما با بیشتر شدن تعداد معیارها، احتمال خطاهای انسانی و ایجاد شک و تردید در مورد قابلیت اطمینان نتایج نیز افزایش پیدا می‌کند. در روش کریتیک CRITIC با استفاده از انحراف معیار و همبستگی درونی معیارها وزن هر معیار تعیین می‌شود.

مزیت دیگر روش CRITIC آن است که نیازی به گردآوری داده‌های جدیدی برای تعیین وزن معیارها نیست. زمانی که ماتریس تصمیم تشکیل شد با اعداد همین ماتریس وزن هر معیار نیز تعیین می‌شود (شیخی و سلطان پناه و ۱۴۰۰).

#### - روش بهترین-بدترین (BWM)

که در پروژه‌های احداث راه استفاده شده بودند را انتخاب کرده و در نهایت از بین روش‌های اولویت‌بندی امتیازدهی، روش تحلیل شبکه‌ای و از بین روش‌های محاسبه اوزان شاخص‌ها، روش آنتروپی شانون انتخاب و پیشنهاد گردید.

#### ۶- پی‌نوشت‌ها

- 1-Virginia Department of Transportation (VDOT)
- 2-Interstate
- 3-primary
- 4-Bridge Sufficiency Rate
- 5-Ohio Department of Transportation (ODOT)
- 6- Minimal Works
- 7- Minor works
- 8-Major works
- 9- Illinois Department of Transportation (IDOT)
- 10- Massachusetts Highway Department (MHD)
- 11- Massachusetts Highway Department (MHD)
- 12-Midwest Regional University Transportation Center
- 13-Multiattribute Utility Method
- 14-Surrogate worth Tradeoff
- 15-Minimum Tolerance Method
- 16- Mongkut Piantanakulachai, Ph.D.

#### ۷- مراجع

- آیتی، ا.، بهنود، ح.ر.، (۱۳۸۷)، "ارتقای الگوریتم تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های R<sup>3</sup>"، پژوهشنامه حمل‌ونقل، سال پنجم، شماره دوم، ص ۱۱۴-۱۰۱.
- "آئین‌نامه‌ی اجرایی قانون احداث پروژه‌های عمرانی بخش راه و ترابری از طریق مشارکت بانک‌ها و سایر منابع پولی و مالی کشور"، (۱۳۶۷).
- افزاره، ع. ناصریان، س.م.، (۱۳۸۴)، "اولویت‌بندی پروژه‌های توسعه راه‌آهن بر مبنای یک الگوریتم تصمیم‌گیری چند معیاره"، دومین کنفرانس بین‌المللی مدیریت پروژه، ۱۴ و ۱۵ اسفندماه.
- بختیاری، ا.، (۱۳۹۵)، "اولویت‌بندی شاخص‌های مورد استفاده در رتبه‌بندی بانک‌ها با استفاده از تکنیک آنتروپی شانون".
- پویانی، ع.، احدی، ح.ر.، (۱۳۹۶)، "ارایه مدلی برای ارزیابی و اولویت‌بندی احداث خطوط ریلی جدید با استفاده از روش

شرایطی هیچ دلیلی ندارد که مثلاً که فروشگاه دوم بهتر از فروشگاه پنجم باشد هرچند از دید هر دو شاخص یا به عبارت بهتر دو محور مختصات موقعیت بالاتری دارد. به همین دلیل برای مسائلی که شاخص‌ها اولویت‌افزایشی یا کاهش‌ی همانند سود و هزینه دارند، این روش توصیه نمی‌شود، به‌خصوص که شاخص‌ها زیاد هم باشند (سایت صنایع و ۱۴۰۰).

بنابراین با توجه بررسی پرکاربردترین روش‌های محاسبه اوزان شاخص‌ها، روش آنتروپی شانون برای محاسبه وزن دهی شاخص‌ها پیشنهاد می‌گردد.

#### ۵- نتیجه‌گیری

تخصیص بهینه منابع مالی راهکاری در سمت‌وسوی تأمین منابع مالی برای نیل به اهداف انسانی است. منابع مالی محدودیتی عمده در هر بخشی است. صرف‌نظر از موقعیت مالی کشور، هیچ دولتی از مقایسه اهداف و انتخابی بهینه از بین آن‌ها گریزی ندارد. بنابراین اولویت‌بندی پروژه‌ها مبنای اجرای موفقیت‌آمیز آن‌هاست و راهکاری است که به کمک آن می‌توان پروژه‌های خود را با اهداف استراتژیک سازمان هماهنگ کرد.

بنابراین، با توجه به اهمیت موضوع، گزارش حاضر ارایه مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه‌ها می‌باشد. بنابراین، هدف از انجام این پروژه به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱- بررسی شاخص‌های مؤثر در اولویت‌بندی و تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه‌ها
  - ۲-ارایه مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه‌ها
- بر اساس مطالعات صورت گرفته‌ی داخلی و خارجی، رجوع به قوانین و سیاست‌های کلان و راهبردی کشور، فهرست متنوع و گسترده‌ای از انواع شاخص‌ها شناسایی و پیشنهاد می‌گردد که با جمع‌بندی شاخص‌های فوق و حذف و تجمیع شاخص‌های تکراری و یا شاخص‌های پیچیده (که امکان اندازه‌گیری آن‌ها اندک است) فهرستی از شاخص‌های پیشنهادی همراه با توضیحات تکمیلی ارایه گردیده است.
- در ادامه برای انتخاب بهترین مدل اقتصادی تخصیص بهینه منابع در پروژه‌های احداث راه، مدل‌های جبرانی امتیازدهی را

- کلینی، م.ر. برجیس، ن. نعمت الهی، ا.ر.، (۱۳۹۵)، "شناسایی و اولویت‌بندی عوامل مهم در تعیین زمان پروژه‌های ساختمانی با استفاده از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیارها؛ یک مطالعه موردی، نشریه تصمیم‌گیری و تحقیق در عملیات"، دوره ۱، شماره ۱، بهار.

-مسعودیان، س.م.ر. احدی سرکانی، س.ی. محمودی، م. قوبدل، ص.، (۱۴۰۰)، "اثرات افشای اطلاعات آینده نگر بر واکنش قیمت سهام در شرایط عدم اطمینان محیط بیرونی"، فصلنامه علمی-پژوهشی دانش سرمایه گذاری، دوره ۱۱، شماره ۴۱ بهار ۱۴۰۰، ص. ۳۳۳-۳۵۶.

-Ernest M. M. Marwa, Didas N. Kimaro, (2005), "Geomorphological apping for route selection and road construction at lower Kihansi in Tanzania".

- <https://behtime.ir/main>

- <https://sanaye20.ir>

-James H.Lambert, Nilesh N.Joshi, (2006), "benefits estimates of highway capital improvements with uncertain parameters", final contract report VTRC 07- CR4.

- Piantanakulchai, M. "Analytic Network Process Model for highway corridor.

planning", ISAHP (2005), Honolulu, Hawaii, July 8-61, 2003.

-Wang, H., (2013), "The application of value engineering in project decision-making", Advances in Information Sciences and Service Sciences, Vol. 5, No. 5, pp. 621.

-Yavuz, M. Iphar, M. Once G., (2008), "The optimum support design selection by using AHP method for the main haulage road in WLC Tuncbilek colliery", Journal ISSN., 0886-7798.

-Zhang, P. J., Han, Y. J. and Song, G. F., (2013), "The VE project selection of real estate program based on ANP", In Proceedings of 20<sup>th</sup> International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Jan, Springer Berlin Heidelberg. pp. 433-441.

ترکیبی تحلیل شبکه‌ای و مهندسی ارزش"، فصلنامه مهندسی حمل‌ونقل، سال نهم، شماره ۲، ص. ۲۴۲-۲۳۱.

- جوانی، خ. عنابستانی، ع.ا.، (۱۳۹۴)، "تحلیل مقایسه‌ای روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره AHP و ANP در مکان‌یابی فضاهای سبز روستایی"، فصلنامه برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره نوزدهم، شماره ۴، زمستان.

-جوان، م. کریمی، ح.، (۱۳۹۷)، "ارایه روش بهترین-بدترین معیار تصمیم‌گیری در محیط فازی"، اولین همایش ملی مدیریت و اقتصاد با رویکرد اقتصاد مقاومتی.

- حائریان اردکانی، ع. کوشا، ح.ر. میرسعیدی، ف.، (۱۳۹۵)، "به‌کارگیری و مقایسه روش‌های وزن‌دهی ساده، تحلیل سلسله مراتبی فازی و ماشین بردار پشتیبان در شناسایی عوامل داخلی و خارجی تحلیل سوات"، پژوهش‌های مدیریت راهبردی، سال بیست‌ودو، شماره ۶۰.

- "سیاست‌های کلی نظام در زمینه حمل‌ونقل"، (۱۳۷۹).

-شیخی، ح. سلطان پناه، ه.، (۱۴۰۰)، "سنجش میزان رضایت ارباب رجوع به روش تصمیم‌گیری چند معیاره کریتیک"، حکمرانی و توسعه، دوره ۲، شماره ۱.

- "شورای عالی اداری، طرح آمایش سرزمین"، (۱۳۷۱).

-رضایی ارجودی، ع.ا. نجفی، م. منتظری، م.، (۱۳۸۹)، "مدل اولویت‌بندی پروژه‌های راه‌سازی در کشور، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، ۱۴ تا ۱۶ اردیبهشت.

- "دبیرخانه‌ی شورای عالی فنی امور زیربنایی حمل‌ونقل"، (۱۳۸۹)، "اولویت‌های توسعه فنی در امور زیرساخت‌های جاده‌ای"، معاونت آموزش تحقیقات و فناوری، وزارت راه و شهرسازی.

-دبیری، م.، فاطمی، ع. صادقی، ج. دبیری ا. (۱۳۹۶)، "اولویت‌بندی پروژه‌های عمرانی با استفاده از روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی شهودی"، چهارمین کنفرانس ملی دستاوردهای اخیر در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی.

-علیزاده، ر. ایزدی، ح. آراسته، م.، (۱۴۰۰)، "رتبه‌بندی ظرفیت گردشگری طبیعت مینا در مناطق کوهستانی"، نمونه موردی: منطقه شرقی استان لرستان، برنامه‌ریزی و آمایش فضا، دوره ۲۵، شماره ۱، بهار.

-علی احمدی، م.ه. رضوی، س.م. صفری، ح.، (۱۳۹۴)، "الگوی ترسیم نقشه راهبرد و هدایت راهبردها"، مطالعات مدیریت راهبرد، شماره ۲۳، ص. ۱۳۶-۱۱۳.

-قانون برنامه پنج ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، (۱۴۰۰-۱۳۹۶).

# **Economic Model of Optimal Allocation of Resources in Road Construction Projects**

*Parisa Bazdar Ardebil, Instructor, Housing & Urban Development Research Center,  
Tehran, Iran.*

*Somayeh Sahraei, Instructor, Faculty of Economics and Social Science,  
Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.*

*E-mail: parisabazdar@bhrc.ac.ir*

Received: October 2021- Accepted: May 2022

## **ABSTRACT**

A large portion of construction budgets in many countries around the world are spent on transportation projects. Often such projects are very capital-intensive in all sectors of transportation, and therefore any savings in these projects can lead to significant economic benefits. On the other hand, the simultaneous implementation of multiple projects in the transportation sector is often not possible due to limited budgets, and it is necessary to prioritize approved and ready-to-implement projects based on certain criteria. Therefore, considering the importance of the issue, the present article presents the economic model of optimal resource allocation in road construction projects. In this paper, after reviewing the studies conducted inside and outside the country, effective indicators in prioritization and optimal allocation of resources in road construction projects are investigated and the economic model of optimal resource allocation in road construction projects is presented. To select the best economic model of optimal allocation of resources in road construction projects, select compensation compensation models in road construction projects and examine the advantages and disadvantages of each of these models and finally, based on the results obtained, among the scoring prioritization methods And from the methods of calculating the weights of the indicators, Shannon's entropy method was selected and proposed, and finally conclusions and suggestions are presented.

**Keywords:** Economic Model, Optimal Resource Allocation, Road Construction Projects, Prioritization