پانزدهمین کنفرانس بین المللی مهندسی حمل و نقل و ترافیک
The 15th International Conference on Traffic and Transportation Engineering

ارائه مدل ترکیبی مکانی–سلسله مراتبی به منظور اولویت بندی پروژه های راهسازی در حال ساخت (مطالعه موردی جنوب استان کرمان)

رضا شهنی دزفولیان[۱]، محمدعلی آقاجانی[۲]، عبدالرضا رضایی ارجرودی[۳] ، محسن صادقی[۴]

۱- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی حمل و نقل، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، بخش برنامه‌ریزی حمل و نقل

۲- کارشناس ارشد برنامه‌ریزی شهری، مرکز آمار ایران، دفتر نقشه و اطلاعات مکانی.

۳- کارشناس ارشد راه و ترابری، مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی، بخش برنامه‌ریزی حمل و نقل

۴- کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل و نقل، وزارت راه و شهرسازی، معاونت برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل و نقل

چکیده

امروزه برنامه‌ریزی به منظور ساخت شبکه راه‌های مورد نیاز بر اساس برآورد تقاضا و همچنین مدیریت بهینه سرمایه جهت اولویت‌بندی انجام هریک از پروژه‌ها، از اهداف مهم مسوولان حوزه حمل و نقل و از ضروریات فعالیت‌های یک سازمان یا اداره راه می‌باشد.در این میان با توجه به محدودیت بودجه، برنامه‌ریزی مناسب و ارائه یک روش منطقی می‌تواند نقش موثری در مدیریت بهینه بودجه برای راه‌های در حال ساخت داشته باشد. در این مقاله تلاش می‌گردد در ابتدا با شناخت وضعیت کنونی اولویت‌بندی اتمام و تکمیل پروژه‌های راهسازی (ساخت، تعریض و بهسازی) و نیازهای موجود، روش اولویت‌بندی پروژه‌ها ارائه گردد. به همین منظور پس از شناسایی شاخص‌های موثر در اولویت بندی و مشخص ساختن اهمیت وزنی هریک از آنها، مدل ترکیبی مکانی- سلسله مراتبی اولویت‌بندی پروژه های راهسازی درحال ساخت واقع در جنوب استان کرمان با استفاده از نظرات خبرگان و قابلیت‌های نرم افزار GIS در محیط نرم افزاری پویا(دینامیکی) طراحی وارائه شده است. در این مقاله با توجه به بررسی تعداد ۱۱ پروژه در حال ساخت، استفاده از نظرات خبرگان و تحلیل مکانی و مدلسازی، به ترتیب احداث محور جیرفت- بم، تعریض جیرفت-کهنوج و بهسازی جیرفت-کهنوج -رودان در اولویت تکمیل و اتمام قرار گرفته‌اند.

کلید واژه: *مدلسازی، روش مکانی- سلسله مراتبی، اولویت بندی، پروژه های راهسازی، استان کرمان*

[۱] سرپرست بخش برنامه‌ریزی و توسعه حمل و نقل، ۰۹۱۲۱۹۸۹۲۳۹، reza.dezfoulian@bhrc.ac.ir

[۲] کارشناس بخش GIS، ۰۹۱۲۱۱۸۶۰۷۶، m_a.aghajani@yahoo.com

[۳] کارشناس بخش برنامه‌ریزی و توسعه حمل و نقل، ۰۹۱۲۳۸۴۶۹۳۵، rezaeear@yahoo.com

[۴] معاون مدیرکل بخش برنامه‌ریزی و اقتصاد حمل و نقل، ۰۹۱۲۱۸۷۷۴۲۴، و m_sadeghi@mrud.ir

۱- مقدمه

یکی از چالش‌هایی که هم اکنون ادارات راه و شهرسازی و همچنین سازمانهای تابعه با آن مواجه می‌باشند کمبود اعتبارات جهت تکمیل و اتمام پروژه‌های عمرانی است.به عبارت دیگر محدودیت بودجه از مسائلی مهمی است که می‌تواند در عدم اتمام پروژه‌های راهسازی طبق برنامه زمانبندی از پیش تعیین شده نقش موثری داشته باشد.با بررسی پروژه‌های در حال ساخت حوزه راه در کشور به راحتی تعداد و کثرت آنها قابل ملاحظه می‌باشد. گستردگی این موضوع و عدم وجود اعتبار کافی جهت اتمام پروژه‌های مذکور از مسائل مهمی است که خود ضرورت اولویت-بندی در این زمینه را بیان می‌نماید.

۲- بیان مسأله و اهداف تحقیق

وجود یک روش مناسب جهت اولویت‌بندی تکمیل و اتمام پروژه‌ها می‌تواند به عنوان یک عامل مهم، نقش موثری در برنامه‌ریزی و مدیریت موثر پروژه‌های راهسازی داشته باشد.به بیان دیگر هدف از ارائه این مقاله ارائه یک روش و راهکار مدیریتی به منظور اولویت‌بندی پروژه‌های موجود راهسازی از نوع ساخت، تعریض و یا بهسازی می‌باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که مطالعات قابل توجهی درخصوص روش‌های ارزیابی و اولویت‌بندی پروژه‌ها انجام پذیرفته است که از جمله آنها می‌توان به روش تلفیقی پیرامیتی و تحلیل سلسله مراتبی، تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل منفعت به هزینه، فرآیند تحلیل سلسله مراتبیAHP و فرآیند تحلیل شبکه‌ای ANP، روش‌های برنامه‌ریزی خطی و برنامه‌ریزی اعداد صحیح (بهینه سازی) اشاره نمود [۱،۲،۳،۴،۵،۶،۷،۸]. از مهمترین مطالعاتی که در این خصوص در کشور انجام پذیرفته است می‌توان به سند اولویت‌بندی راه‌های استانی که برای تعدادی از استانها در سال ۱۳۸۶ انجام شده است اشاره نمود. در این مقاله با الگو گرفتن از ساختار کلی مطالعه قبلی انجام شده، تکمیل روش و متغیرهای ورودی و همچنین ارائه نرم افزار جدید شبه دینامیکی مد نظر قرار گرفته است [۹].

۳- روش انجام کار و ساختار مدل

۳-۱- جمع آوری داده

در این مقاله به منظور مدلسازی، مشخصات پروژه‌های در دست ساخت مربوط به جنوب استان کرمان در سال ۱۳۹۳مورد بررسی قرار گرفته است. داده‌های مربوط به ۱۱ پروژه معرفی شده توسط اداره کل راه و شهرسازی جنوب استان کرمان به صورت خلاصه در جدول شماره ۱ ارائه شده است. از دیگر داده‌های مورد استفاده در این مقاله می‌توان به داده‌های جمعیتی و مکانی نقاط اجتماعی (آبادی‌ها، مراکز آموزشی و ...)، نقاط اقتصادی (معادن،

کارخانجات، موسسات، شرکتها، مزارع، دامداری‌ها و ...) و نقاط خدماتی (ایستگاه‌ها، فرودگاه‌ها، راهدارخانه‌ها و...) بر اساس آخرین سرشماری ۱۳۹۰ مرکز آمار ایران اشاره نمود [۱۰].

جدول ۱: *پروژه های سال ۱۳۹۳ کرمان جنوب*

نام پروژه	طول	پیشرفت فیزیکی	اعتبار مورد نیاز تا اتمام (میلیارد ریال)
احداث محور جیرفت- بم	10	85	18
تعریض محور جیرفت -کهنوج	13.2	88	30
تکمیل کنار گذر شهر کهنوج	3.5	15	18
احداث راه کهنوج-قلعه گنج- فنوج	6	35	25
تکمیل باند دوم عنبرآباد-علی آباد جیرفت	3.5	55	20
احداث باند دوم محور جیرفت - بافت- سیرجان (قطعه۱)	24	30	300
تعریض محور جیرفت -بلوک	10	25	30
بهسازی محور جیرفت - کهنوج –رودان	25	65	200
احداث باند دوم جیرفت-میانچیل	22	27	150
احداث باند دوم محور سه راهی بهادر آباد-اسلام آباد	15	35	165
احداث راه ارزوئیه فاریاب	42	30	210

۴- عوامل تاثیرگذار در اولویت بندی

در این مقاله در ابتدا شاخص‌های موثر در اولویت‌بندی یک پروژه مورد بررسی قرار گرفته‌اند و در قالب یک پرسشنامه وزن و اهمیت هریک از شاخص‌ها بر اساس نظرات خبرگان و کارشناسان اداره راه و شهرسازی کرمان جنوب استخراج شده است. به منظور اطلاع و مقایسه اهمیت اجتماعی، اقتصادی و خدماتی یک راه از تحلیل عرض بافر استفاده شده است. روش پیشنهاد شده در این مقاله روش ترکیبی مکانی-سلسله مراتبی بوده و خروجی نهایی، حاصل از تاثیر وزن‌های استخراج شده در یک معادله خطی برای هر پروژه می‌باشد.از انجا که وزن‌های حاصل ازهر پرسشنامه با توجه به شرایط هر استان و نظرات تجمیع یافته کارشناسی ممکن است تغییر یابد جهت در نظر گرفتن این موضوع، در این مقاله نرم افزار شبه دینامیکی اولویت‌بندی پروژه‌های راهسازی به زبان VB.NET در

محیط Visual Studioبا کلاس‌ها و کامپونت‌های مکانی (GIS-Based) نوشته شده است.در اولویت‌بندی راه-های در حال ساخت استان،عوامل متعددی قابل بررسی می‌باشند که تعدادی از آنها که در این مقاله مد نظر قرار گرفته‌اند.

۴-۱-سطح خدمات رسانی راه

در این قسمت کلیه نقاط مکانی که احتمال دارد از خدمات راه استفاده نمایند (محدوده عرض بافر) مورد بررسی قرار می‌گیرد. نقاط مورد بررسی به سه دسته نواحی اقتصادی، اجتماعی و خدماتی به شرح زیر تقسیم شده‌اند. مختصات مکانی نقاط از مرکز آمار تهیه شده است.

نقاط اجتماعی: آبادی ها، مراکز آموزشی و...

نقاط اقتصادی: معادن، کارخانجات، شرکت‌ها، موسسات، مزارع، دامداری‌ها و گاوداریها، کشتارگاه‌ها و ..

نقاط خدماتی: ایستگاه‌ها، فرودگاه‌ها، پاسگاه‌ها، راهدارخانه‌ها و ....

به منظور مشخص نمودن عرض بافر در ابتدا فاصله هر ناحیه از نزدیک‌ترین محور مورد مطالعه در محیط GIS بدست آمده و بر اساس یک وزن دهی اولیه، متوسط فاصله مورد نظر به عنوان عرض بافر تعیین شده است. لازم به ذکر است در این بخش از مطالعات (تعیین عرض بافر)، از روش پیشنهادی در مطالعات سند اولویت‌بندی راه‌های استانی در سال ۱۳۸۶ استفاده شده است. با پیاده‌سازی حدود فاصله و وزن‌های پیشنهادی و تغییر هریک از مقادیر آنها مشخص می‌گردد که تعیین عرض بافر با درنظر گرفتن وزن‌های ۱۰، ۵، ۲ و۰ به ترتیب برای فواصل کمتر از ۱۰۰۰، بین ۱۰۰۰ و ۵۰۰۰، بین ۵۰۰۰ و ۲۰۰۰۰ و بزرگتر از ۲۰۰۰۰ پوشش مناسبی برای محورهای اصلی ارائه خواهد داد. در این مقاله پس از تعیین عرض بافر و مشخص ساختن تعداد و جمعیت نقاط اقتصادی، اجتماعی و خدماتی که احتمال سرویس دهی محور مورد نظر به آنها وجود دارد، عرض بافر بر اساس نظر کارشناسی و استعلام از افراد بومی استان به صورت دستی اصلاح شده است.علاوه بر موضوع فوق، ترکیب تعداد و جمعیت نقاط از مواردی می باشند که نسبت به مطالعات قبلی سند اولویت‌بندی استانی در این مقاله اضافه شده‌اند.

$$IF\ Distance_{ij} \leq 1000 \rightarrow W_{ij} = 10 \quad (۱)$$

$$IF\ 1000 < Distance_{ij} \ll 5000 \rightarrow W_{ij} = 5 \quad (۲)$$

$$IF\ 5000 < Distance_{ij} \ll 20000 \rightarrow W_{ij} = 2 \quad (۳)$$

$$IF\ Distance_{ij} > 20000 \rightarrow W_{ij} = 0 \quad (۴)$$

$$Buffer_j = \frac{\sum_i W_{ij} \times Distance_{ij}}{\sum_i W_{ij}} \quad (۵)$$

در روابط بالا منظور از Distance فاصله هریک از نقاط(i) اجتماعی، خدماتی و اقتصادی از راه مورد نظر(j) می-باشد. همچنین $Buffer_j$عرض بافر راه(j) می‌باشد.

۴-۲- کاهش مسیر موجود (زمان سفر)

در این مرحله از کارشناسان راه و شهرسازی جنوب استان کرمان در خصوص نقش هریک از راه‌های مورد مطالعه در کاهش زمان سفر/مسیرموجود استعلام گردید و جهت مقایسه اهمیت نسبی آنها، از ۱ تا ۵ امتیازدهی انجام شد. با ارتقاء یک راه از اصلی به بزرگراه افزایش سرعت می‌تواند موجب کاهش زمان سفر گردد. این موضوع در خصوص راه‌های در حال احداث که موجب کاهش مسیر موجود خواهند شد با در نظر گرفتن گزینه‌های موجود جایگزین قابل بررسی می‌باشد. با تغییر راه به بزرگراه، اصلی و فرعی به ترتیب امتیاز ۵، ۳ و ۱ در امتیاز دهی مد نظر قرار گرفته است. به عبارت دیگر راه دارای سطح سرویس بالاتر (بزرگراه) دارای امتیاز بالاتریخواهد بود.

۴-۳-اعتبار مورد نیاز باقی مانده

از آنجایی که محدودیت مالی یکی از مشکلات پیش‌رو پروژه‌های عمرانی است اعتبار مورد نیاز جهت اتمام هریک از پروژه‌ها یکی از مهمترین شاخص‌های تاثیرگذار در اولویت‌بندی می‌باشد که در این مقاله به آن پرداخته شده است.

۴-۴- پیشرفت فیزیکی

در این مقاله پیشرفت پروژه پیش از اولویت‌بندی به عنوان یک عامل مهم در مدل وارد شده است. نکته بسیار مهم در تحلیل وارد نمودن پیشرفت فیزیکی هریک از پروژه‌ها در کنار اعتبار مورد نیاز آنها می باشد. در این تحقیق پیشرفت فیزیکی و اعتبار مورد نیاز به صورت دو عامل مجزا در اولویت‌بندی وارد شده‌اند. در مطالعات قبل عامل بودجه به تنهایی در نظر گرفته شده است. در واقع در مطالعات قبلی فرض بر این بوده که اعتبار کمتر برای اتمام یک پروژه به منزله پیشرفت فیزیکی بیشتر برای آن می‌باشد، این موضوع لزوماً چنین نخواهد بود. با مراجعه به جدول (۱) تکمیل شده توسط استان این موضوع قابل ملاحظه می‌باشد.

۴-۵- درجه و نقش ترافیکی راه:

راه‌های در نظر گرفته شده اداره کل راه و شهرسازی جنوب استان کرمان عبارتند از بزرگراه، راه اصلی و راه فرعی. در این مقاله به منظور مقایسه اهمیت هریک از انواع راه‌ها با یکدیگر (سطح سرویس، ایمنی، راحتی کاربر و ...) از ضرایب پیشنهادی مربوط به پروژه راه همسنگ و نظرات کارشناسی استفاده شده است [۱۱]. همچنین عامل ترافیک بر اساس محاسبات حاصل از آمارگیری مبدا-مقصد در استان کرمان بدست آمده است. از آنجایی که اطلاعات مربوط به ترافیک(AADT) در جنوب استان کرمان بسیار ناقص و محدود به دو تردد شمار جدید جبالباز-جیرفت و جیرفت-راین (حسین‌آباد) بوده است، در این پروژه از ماتریس تبدیل شده حاصل از گزارش آمارگیری طرح جامع حمل و نقل استان کرمان (معادل حجم وسایل نقلیه بر حسب PCU) جهت تحلیل و

استخراج عامل ترافیک نسبی استفاده شده است [۱۲]. به منظور محاسبه عامل ترافیک، حجم معادل سواری با در نظر گرفتن عواملی چون جمعیت (به عنوان یکی از عوامل جذب و تولید سفر)، کوتاهترین مسیر موجود (احتمال انتخاب مسیر) و نظرات افراد بومی استان بر روی محورهای مورد مطالعه تخصیص داده شده است. در صورت وجود اطلاعات عواملی چون درآمد و مالکیت وسیله نقلیه نیز می‌تواند در مدل وارد شوند. لازم به ذکر است در این مقاله عامل ترافیک به صورت تقریبی و به منظور مقایسه نسبی تردد محورهای مورد نظر و تنها جهت تدقیق یکی از شاخص‌های ورودی مدل، بر اساس تحلیل داده‌های موجود، مد نظر قرار گرفته و انجام آمارگیری مبدا-مقصد و محاسبه دقیق متغیرهایی ترافیکی به عنوان هدف مطرح نبوده است. در صورت وجود تردد شمار در محورهای مورد مطالعه می‌توان با دقت بالا، متوسط ترافیک روزانه در سال AADT را محاسبه و در مدل وارد نمود. نتایج تحلیل انجام شده برای جنوب استان کرمان جنوب در جدول انتهایی(۲) نشان داده شده است.ضرایب در نظر گرفته شده عبارتند از:

- بزرگراه:۲ - راه اصلی:۱/۰۷ - راه فرعی: ۰.۸۴

(راه اصلی عریض و راه فرعی درجه ۱ فرض شده است).

عامل ترافیک و نقش ترافیکی راه به صورت ترکیبی با ضرایب مساوی با یکدیگر ترکیب و به عنوان عامل "درجه و نقش ترافیکی راه" در مدل وارد شده‌اند.

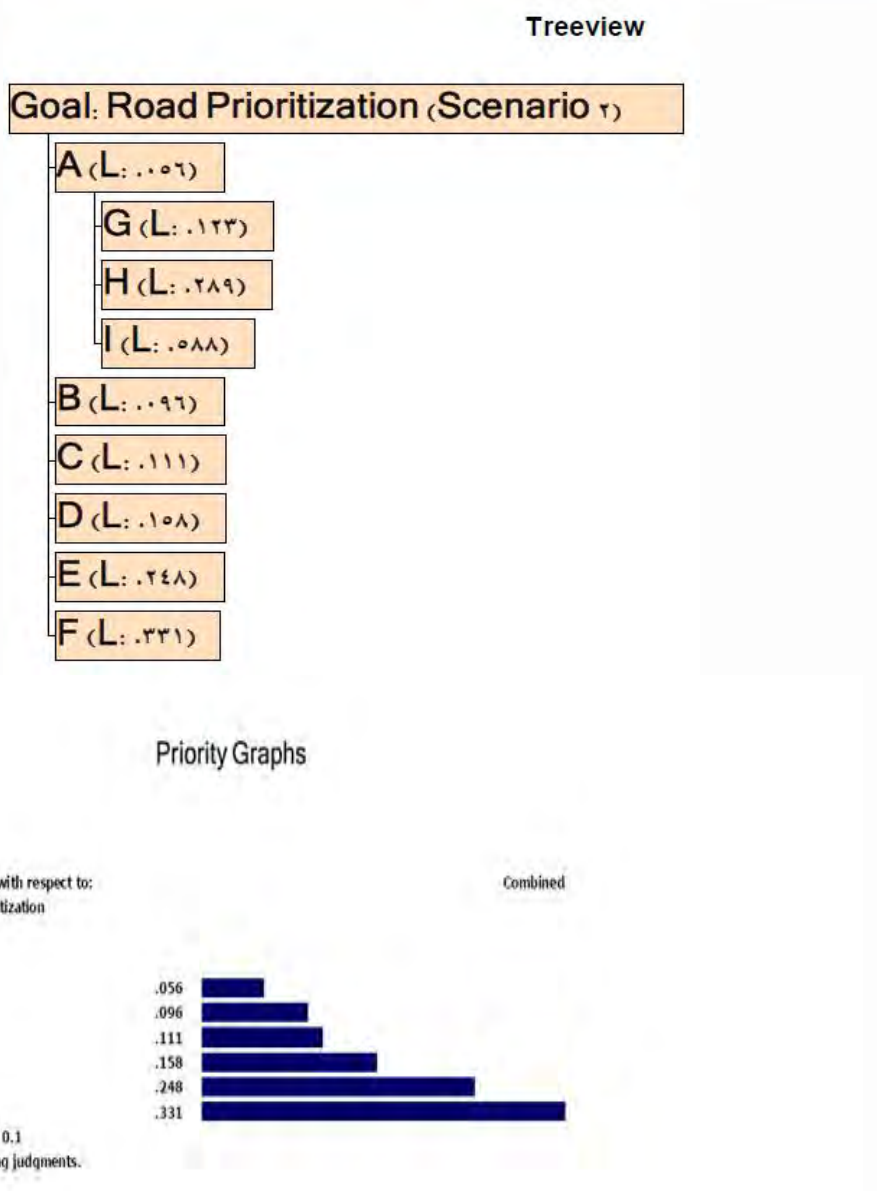
۴-۶- نقش ارتباطی راه با استان مجاور

در این قسمت با توجه به نقشه راه‌های مورد مطالعه در محیط GIS، نقش شریانی و ارتباطی هریک از راه‌های مورد بحث با استان‌های مجاور مورد بررسی قرار گرفته است. به منظور امکان مقایسه محورهای مورد نظر از دیدگاه نقش ارتباطی، برای راه‌های شریانی دارای نقش ارتباطی استانی وزن ۰.۴، راه غیر شریانی دارای نقش ارتباطی وزن ۰.۲، راه غیر شریانی و بدون نقش ارتباطی وزن ۰.۱ منظور شده است. وزن‌های در نظر گرفته شده به صورت نسبی بوده و بر اساس بررسی نظرات تعدادی از کارشناسان حوزه راه و میانگین نهایی بدست آمده است [۱۳،۱۴،۱۵،۱۶].

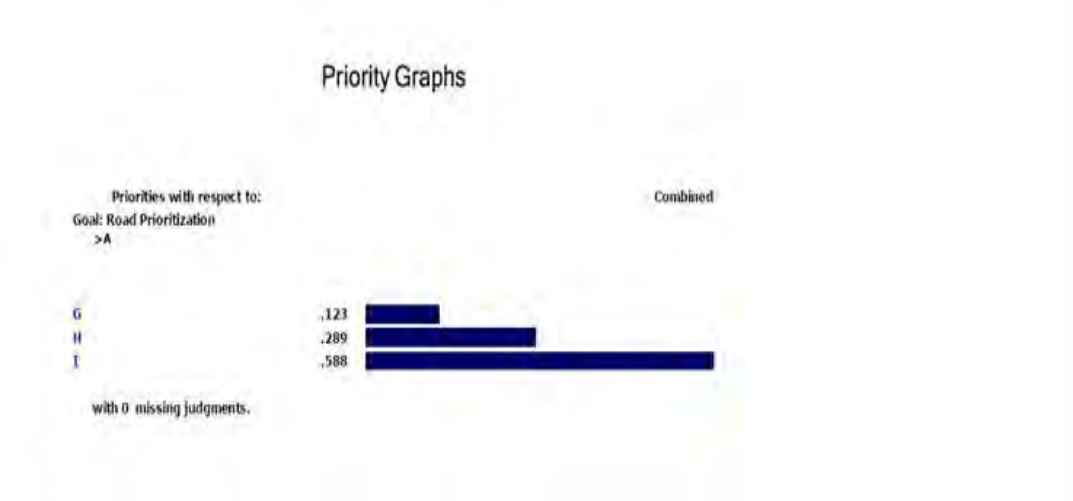
۵- خروجی مدل و ارائه نتایج

همانطور که اشاره گردید در این مقاله از روش ترکیبی مکانی-سلسله مراتبی استفاده شده است. به منظور استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی و استخراج وزن های مربوطه، پرسشنامه طراحی شده توسط ۲۰ نفر از کارشناسان اداره راه و شهرسازی جنوب استان کرمان تکمیل گردید. در نهایت پس از بررسی پرسشنامه‌های تکمیل شده مذکور تعداد ۱۵ پرسشنامه در مدل وارد شده است. در ادامه تحلیل نتایج حاصل از پرسشنامه بر اساس نرم

افزار EXPERT CHOICE در شکل ۱ و ۲ ارائه شده است. وزن‌های استخراج شده بیانگر اهمیت هریک از عوامل در اولویت‌بندی یک راه می‌باشند.



شکل ۱: *وزن هریک از عوامل موثر در اولویت بندی-خروجی EXPERT CHOICE*



شکل ۲: وزن عوامل اجتماعی، تقتصادی و خدماتی موثر در اولویت بندی-خروجی *EXPERT CHOICE*

در اشکال فوق:

A: عامل خدمات رسانی راه. B: عامل نقش راه در کاهش مسیر موجود. C:عامل اعتبار مورد نیاز تا اتمام.

D:عامل درجه و نقش ترافیکی راه. E:عامل نقش ارتباطی راه با استان‌های مجاور.

F:عامل پیشرفت فیزیکی. G: نقاط اجتماعی. H: نقاط اقتصادی. I: نقاط خدماتی.

همانطور که ملاحظه می‌شود در پرسشنامه تکمیل شده توسط استان بیشترین وزن و به عبارت دیگر مهمترین عامل در اولویت‌بندی مربوط به پیشرفت فیزیکی با وزن ۰.۳۳۱، و به ترتیب نقش ارتباطی راه 0.248، عملکرد و نقش ترافیکی راه ۰.۱۵۸، اعتبار باقی مانده ۰.۱۱۱، نقش کاهندگی مسیر ۰.۰۹۶ و سطح خدماتی راه ۰.۰۵۶ می‌باشد. همچنین نقش نقاط اجتماعی ۰.۱۲۳، نقاط اقتصادی ۰.۲۸۹ و نقاط خدماتی ۰.۵۸۸ می‌باشد. بر اساس ترکیب وزن‌های حاصله و ورود داده‌های مربوط به مشخصه‌های هریک از راه‌ها در معادله خطی زیر وزن نهایی هر پروژه به عنوان معیار اولویت‌بندی بدست خواهد آمد. در ادامه جدول نهایی(۲) و خروجی مدل ارائه شده است:

جدول ۲: *جدول نهایی- اولویت بندی پروژه های راهسازی کرمان جنوب*

اولویت	NI	NH	NG	_NC	NB	NF	NE	NTD	I	H	Gp	G	B	E	D	عامل ترافیک	اعتبار مورد نیاز تا اتمام	پیشرفت فیزیکی	طول	نوع راه (آتی)	نام محور
۱	۰.۰۱	۰.۱۵	۰.۰۱	۰.۱۹	۰.۱۴	۰.۱۷	۰.۱۵	۰.۳۶	۳	۸۹	۴۶۷۲	۵۰	۵	۰.۴	۲	۳۲۲۱	۱۸	۸۵	۱۰	بزرگراه	احداث محور جیرفت- بم
۲	۰.۱۴	۰.۰۸	۰.۲۴	۰.۱۱	۰.۰۸	۰.۱۸	۰.۱۵	۰.۰۸	۳۲	۵۰	۵۵۹۳۱	۱۱۳	۳	۰.۴	۱.۰۷	۱۴۰۰	۳۰	۸۸	۱۳.۲	اصلی	تعریض محور جیرفت -کهنوج
۳	۰.۰۲	۰.۰۷	۰.۰۳	۰.۰۲	۰.۱۴	۰.۱۳	۰.۱۵	۰.۱۲	۵	۴۰	۱۵۹۷۴	۴۵	۵	۰.۴	۲	۱۰۸۱	۲۰۰	۶۵	۲۵	بزرگراه	بهسازی محور جیرفت - کهنوج –رودان
۴	۰.۰۳	۰.۰۵	۰.۰۲	۰.۱۹	۰.۰۸	۰.۰۳	۰.۱۵	۰.۰۸	۷	۳۱	۱۵۲۲۴	۴۲	۳	۰.۴	۱.۰۷	۱۲۶۰	۱۸	۱۵	۳.۵	اصلی	تکمیل کنار گذر شهر کهنوج
۵	۰.۱۴	۰.۰۸	۰.۰۵	۰.۰۲	۰.۱۴	۰.۰۷	۰.۰۸	۰.۰۸	۳۱	۴۹	۲۲۳۳۰	۵۵	۵	۰.۲	۲	۶۸۵	۱۶۵	۳۵	۱۵	بزرگراه	احداث باند دوم محور سه راهی بهادر آباد-اسلام آباد
۶	۰.۲	۰.۱۴	۰.۱	۰.۱۴	۰.۰۳	۰.۰۷	۰.۰۴	۰.۰۱	۴۵	۸۸	۳۰۲۸۲	۸۶	۱	۰.۱	۰.۸۴	۲۲۶	۲۵	۳۵	۶	فرعی	احداث راه کهنوج-قلعه گنج- فنوج
۷	۰.۰۷	۰.۲۱	۰.۱۳	۰.۰۱	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۱۵	۱۵	۱۲۷	۱۹۵۰۷	۱۷۲	۳	۰.۲	۱.۰۷	۲۴۴۸	۳۰۰	۳۰	۲۴	اصلی	احداث باند دوم محور جیرفت - بافت- سیرجان (قطعه ۱)
۸	۰.۱۷	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۱۱	۰.۰۸	۰.۰۵	۰.۰۴	۰.۰۴	۳۹	۳۲	۱۸۵۹۶	۵۳	۳	۰.۱	۱.۰۷	۷۴۸	۳۰	۲۵	۱۰	اصلی	تعریض محور جیرفت -بلوک
۹	۰.۰۱	۰.۰۲	۰.۰۱	۰.۱۷	۰.۰۸	۰.۱۱	۰.۰۴	۰.۰۳	۲	۱۲	۱۷۱۰۶	۲۰	۳	۰.۱	۱.۰۷	۴۲۱	۲۰	۵۵	۳.۵	اصلی	تکمیل باند دوم عنبرآباد-علی آباد جیرفت
۱۰	۰.۱	۰.۰۵	۰.۳۳	۰.۰۲	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۴	۰.۰۵	۲۳	۳۳	۶۴۱۵۸	۱۳۶	۳	۰.۱	۱.۰۷	۸۵۲	۱۵۰	۲۷	۲۲	اصلی	احداث باند دوم جیرفت- میانچیل
۱۱	۰.۱	۰.۰۹	۰.۰۵	۰.۰۲	۰.۰۸	۰.۰۶	۰.۰۸	۰.۰۱	۲۳	۵۷	۱۶۸۵۶	۷۶	۳	۰.۲	۱.۰۷	۱۳۴	۲۱۰	۳۰	۴۲	اصلی	احداث راه ارزوئیه فاریاب

$$W_T = w_A * (w_G * N_G + w_H * N_H + w_I * N_I) + w_B * N_B + w_C * N_C + w_D * N_{TD} + w_E * N_E + w_F * N_F \quad (۶)$$

در رابطه ۶ و جدول فوق متغیرها عبارتند از:

W_T: وزن و معیار اولویت بندی هر محور.

W_A: وزن عامل خدمات رسانی راه. W_G: وزن نقاط اجتماعی. W_H: وزن نقاط اقتصادی.

W_I: وزن نقاط خدماتی. N_G: نرمال شده تعداد*جمعیت نقاط اجتماعی.

N_H: نرمال شده تعداد نقاط اقتصادی. N_I: نرمال شده تعداد نقاط خدماتی.

W_B: وزن عامل کاهش مسیر موجود. N_B: نرمال شده عامل نقش راه در کاهش مسیر.

W_C: وزن عامل اعتبار مورد نیاز تا اتمام. N_C: معکوس نرمال اعتبار مورد نیاز تا اتمام پروژه.

W_D: وزن عامل درجه و نقش ترافیکی راه. N_{TD}: نرمال شده (عامل ترافیک * عملکرد و نقش ترافیکی راه).

W_E: وزن عامل نقش ارتباطی راه با استان‌های مجاور. N_E: نرمال شده عامل نقش ارتباطی راه با استان‌های مجاور.

G_P: جمعیت نقاط خدماتی.

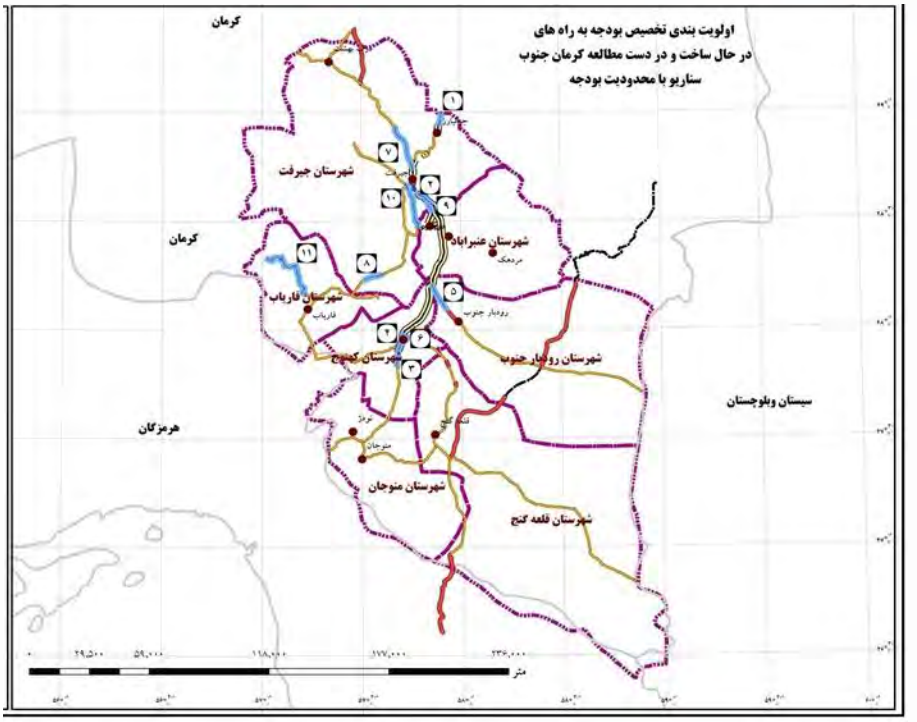
W_F: وزن عامل کاهش پیشرفت قیزیکی. N_F: نرمال شده عامل پیشرفت فیزیکی.

با توجه به مدل خطی ارائه شده و بر اساس مقادیر بدست آمده حاصل از تحلیل مکانی-سلسله مراتبی اولویت‌بندی پروژه‌های در حال ساخت اداره راه و شهرسازی کرمان جنوب در جدول فوق در ستون آخر بیان شده است.

۶- طراحی نرم افزار شبه دینامیکی

با توجه به اهمیت دقت عامل انسانی در تکمیل پرسشنامه‌ها و به تبع آن متغیر بودن وزن‌های مورد نظر با توجه به شرایط هر استان، در این مقاله نرم افزار شبه دینامیکی مدل ارائه شده توسط محقق طراحی شده است. در نرم افزار مذکور ماهیت تعدادی از متغیرها به صورت استاتیک و تعدادی به صورت دینامیک (قابل تغییر) در نظر گرفته شده است. به عنوان مثال پیشرفت فیزیکی و اعتبار مورد نیاز تا اتمام هر پروژه به عنوان عوامل متغیر در مدل نظر گرفته شده‌اند. در ادامه محیط نرم افزار طراحی شده و تعدادی از قابلیت‌ها و خروجی‌ها ارائه شده است.

شکل ۳: وزن دهی عوامل موثر در اولویت بندی در محیط گرافیکی نرم افزار



شکل۴ : *نمایش اولویت بندی پروژه ها در محیط نرم افزار*

۷- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

در این مقاله تلاش شده است با ارائه یک مدل تحلیلی مکانی- سلسله مراتبی، روش مناسب جهت اولویت‌بندی تکمیل و اتمام پروژه‌های راهسازی اداره کل راه و شهرسازی جنوب استان کرمان به عنوان یک روش و راهکار مدیریتی ارائه گردد. با توجه به تعداد قابل توجه پروژه‌های راهسازی ادارات راه و شهرسازی، محدودیت بودجه و همچنین وجود مشکل چون عدم وجود برنامه‌ریزی دقیق به منظور اولویت‌بندی آنها، استفاده از مدل ارائه شده در جهت رفع مشکل موجود موثر خواهد بود.

۸- تقدیر و تشکر

مقاله ارائه شده، حاصل تحقیق انجام شده در مرکز تحقیقات راه، مسکن و شهرسازی می‌باشد که توسط نویسندگان این مقاله و به سفارش اداره کل راه و شهرسازی جنوب استان کرمان انجام پذیرفته است. از حمایت‌های اداره مذکور و مرکز تحقیقات تقدیر و تشکر می‌گردد.

۹- منابع و مراجع

۱- نامجو، محمدرضا. قجری، علیرضا. امیری، علیرضا. اولویت بندی پروژه ها برای انتخاب سبد پروژه با روش تحلیل پوششی داده ها "، سومین همایش ملی تحلیل پوششی داده ها. ۱۳۹۰

۲- رضایی ارجرودی، عبدالرضا. نجفی، مهدی. منتظری، مسعود. ، "مدل اولویت بندی پروژه های راهسازی در کشور"، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، مشهد. ۱۳۸۹

۳- اولویت‌بندی تخصیص بودجه به راه های در حال ساخت و در دست مطالعه استان و بررسی فنی اقتصادی روسازی های قابل اجرا برای راه های تحت مطالعه استان کرمانشاه، مرکز تحقیقات راه مسکن و شهرسازی ۱۳۹۳.

۴- طرح تحقیقاتی "ارائه مدل تخصیص بودجه تعمیر و نگهداری راه‌های کشور"، وزارت راه وترابری-معاونت آموزش تحقیقات و فناوری – دفتر مطالعات فناوری و ایمنی، مجری: مرکز تحقیقات مدیریت تعمیر و نگهداری روسازی راه- دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۸۷.

5-Decision-Making using the Analytic Hierarchy Process (AHP) and SAS/IML, Melvin Alexander, .Social Security Administration, 2012.

6- Mathematical theory for prioritizing projects and optimally allocating capital, Lee Menkhofer, 2002.

7- Analysis of benefits, opportunities, costs and risks (BOCR) with the AHP-ANP: A critical validation, Diederich J.D Wijnmalen, 2007, Science direct.

8- Project Prioritization, A Structural approach to working on what matters Most, office of Quality Improvement, University of Wisconsin-MaDison, 2012.

۹- وزارت راه و ترابری معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری. "سند اولویت بندی راههای استانی". شهریورماه ۱۳۸۶.

۱۰- مرکز آمار ایران(سرشماری نفوس و مسکن ۱۳۹۰).

۱۱- ضوابط خدمات راهداری براساس طرح راه همسنگ، دانشگاه تربیت مدرس ۱۳۸۲.

۱۲- گزارش مربوط به مطالعات طرح جامع حمل و نقل استان کرمان، آمارگیری مبدا-مقصد ۱۳۹۴-۱۳۹۳.

۱۳- اطلاعات شبکه راههای جنوب استان کرمان، سازمان راهداری و حمل و نقل جاده ای ۱۳۹۳.

۱۴- اطلاعات شبکه راههای استان کرمان، اداره کل راه و شهرسازی جنوب استان کرمان ۱۳۹۳.

۱۵- لوح فشرده اطلس جاده های ایران ۱۳۹۴.

۱۶- تصاویر ماهواره ای Google Earth(۲۰۱۵).

A Spatial-Hierarchical Combinatorial Model for Prioritizing Under-Construction Road Projects (Case Study: Projects in the South of Kerman Province)

Reza Shahni Dezfoulian[1], Mohammadali Aghajani[2], Abdolreza Rezaee Arjroody[3], Mohsen Sadeghi[4]
1-M.Sc in Transportation Planning. Road, Housing & Urban Development Research Center, Department of Transportation Planning and Development, Tehran, IRAN.
2- M.Sc in Urban planning. Statistical Center, Department of Maps & Spatial Information, Tehran, IRAN.
3- M.Sc in Road and Transportation , Road, Housing & Urban Development Research Center, Department of Transportation Planning and Development, Tehran, IRAN.
4- M.Sc in Transportation Planning. Ministry of Roads and Urban Development, Bureau of Transport Planning & Economy, Tehran, IRAN.

Abstract

Nowadays, planning for constructing the required roads network based on the demand estimation, optimum capital management, and prioritization of every project is an important objective and a necessary activity of the authorities of the organizations or departments of the transportation sector. Meanwhile, considering budget limitations, an appropriate planning and a rational method can play effective roles in the optimal management of allocating budget to roads under construction. In this paper, effort has been made to propose a prioritization method through a proper knowledge of the present needs and situation of the completion of road projects (construction, widening, and improvement). For this purpose, a spatial-hierarchical combinatorial model of prioritizing under-construction road projects (in the south of Kerman Province) has been designed and presented using the experts' recommendations and view points, and the capabilities of the GIS Software in the dynamic software environment after identifying the indices that are effective in prioritization and determining their weight importance. In this research, 11 under-construction road projects in Kerman were investigated and Jiroft-Bam (construction project), Jiroft-Kahnooj (widening project), and Jiroft-Kahnooj-Roodan (improvement project) were given the respective priorities using the experts' view points, spatial analyses, and modeling.

Keywords: ***spatial-hierarchical method, prioritization, road construction projects, Kerman Province***