

وزارت راه و ترابری
معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

سند اولویت‌بندی راه‌های استانی استان زنجان

کدگزارش: TECO-RE-P۱۹

شهریور ماه ۱۳۸۶

سرشناسه	: ایران وزارت راه و ترابری. معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
عنوان و نام پدیدآور	: سند اولویت‌بندی راه‌های استانی- استان زنجان/ تهیه‌کننده وزارت راه و ترابری- معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
مشخصات نشر	: تهران کانون تفکر، ۱۳۸۶.
مشخصات ظاهری	: ۳۶ ص.: جدول، نقشه، مصور.
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴۲-۲۹۳۶-۱۳-۷
وضعیت فهرست‌نویسی	: فیپا
موضوع	: راه‌ها- ایران- - زنجان (استان)- - آمار.
رده‌بندی کنگره	: HE ۳۶۵/الف/۹۴۹
رده‌بندی دیوی	: ۳۸۸/۱۱۰۹۵۵۳۴
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۱۰۰۳۱۰

عنوان	: سند اولویت‌بندی راه‌های استانی- استان زنجان
تهیه کننده	: وزارت راه و ترابری- معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری
ناشر	: کانون تفکر
طرح جلد	: لیلا سلوکی
کد انتشار	: ۸۶/RRCM/۲۴۲
شابک	: ۹۷۸-۹۶۴۲-۲۹۳۶-۱۳-۷
کد گزارش	: TECO- RE- P ۱۹
نوبت چاپ	: اول
تاریخ انتشار	: ۱۳۸۶
لیتوگرافی	: باران
چاپ و صحافی	: پژمان
نشانی	: میدان آرژانتین- ابتدای بزرگراه آفریقا- اراضی عباس‌آباد- ساختمان شهیددادمان- وزارت راه و ترابری- طبقه سیزدهم شمالی- معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری

کلیه حقوق متعلق به وزارت راه و ترابری می‌باشد



وزارت راه و ترابری

وزیر

بسمه تعالی

شماره: ۱۱۳۸۴/۱۱
تاریخ: ۱۳۸۶/۷/۱۸
پوست:

اداره کل راه و ترابری استان زنجان

سلام علیکم

به استناد بند الف ماده ۲۸ قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی کشور در چارچوب برنامه توسعه حمل و نقل کشور و باتوجه به اعتبارات محدود برای ساخت و توسعه راه ها در سطح استان ها و لزوم اولویت بندی راه های در حال ساخت و مطالعه هر استان به جهت تخصیص بهینه و دستیابی به حداکثر بازدهی اعتبارات در دوره های کوتاه مدت سند اولویت بندی راه های استانی که براساس صفات اقتصادی، اجتماعی و مشخصات حمل و نقل راه ها در قالب مدل های ریاضی و استفاده از نظرات مدیران و متخصصین آن استان تهیه و تدوین شده است؛ به عنوان راهنمایی کاربردی جهت بهره برداری لازم ابلاغ می گردد.

امید است با تلاش مستمر درجهت به روز نمودن سند مذکور، گزارش پیشرفت آن را به صورت مرحله ای به معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری ارسال نمایید.

فهرست مطالب

همکاران اصلی پروژه:	.....	ث
مقدمه	.....	۱
فصل ۱- شناخت استان زنجان	.....	۴
۱-۱- معرفی استان زنجان از دیدگاه حمل‌ونقل	.....	۴
۱-۲- جمع‌آوری داده و اطلاعات	.....	۵
۱-۲-۱- اطلاعات اداره کل راه و ترابری استان زنجان	.....	۵
۱-۲-۲- اطلاعات شرکت مترا (مشاور طرح جامع حمل‌ونقل کشور)	.....	۶
۱-۲-۳- اطلاعات دفتر اطلاعات و آمار حمل‌ونقل وزارت راه و ترابری	.....	۶
۱-۲-۴- اطلاعات مرکز آمار ایران	.....	۶
۱-۳- یکپارچه‌سازی اطلاعات	.....	۷
الف- استخراج اطلاعات استان زنجان از اطلاعات کشوری	.....	۷
ب- هم‌گون‌سازی سیستم‌های مختصات	.....	۷
فصل ۲- تحلیل اطلاعات و اولویت‌بندی راه‌ها	.....	۹
۲-۱- تحلیل اطلاعات توصیفی مرکز آمار ایران	.....	۹
۲-۲- تحلیل مکانی نواحی نسبت به راه‌ها	.....	۱۰
گام ۱- محاسبه عرض بافر هر راه	.....	۱۲
گام ۲- محاسبه تعداد نواحی در هر بافر	.....	۱۳
گام ۳- تعیین و ارزش‌یابی شاخص‌های موثر بر اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان	.....	۱۳
گام ۴- بی‌بُعد‌سازی شاخص‌ها	.....	۱۴
گام ۵- وزن‌دهی شاخص‌ها	.....	۱۵
فصل ۳- اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان	.....	۲۰
۳-۱- روش اول: محاسبه اندیس منفعت به هزینه برای هر راه	.....	۲۰
۳-۲- روش دوم: استفاده از مساله کوله‌پشتی	.....	۲۲
۳-۳- مقایسه دو روش و محاسبه اولویت نهایی	.....	۲۵
منابع و مراجع	.....	۲۸
پیوست ۱: جداول تکمیل شده AHP توسط صاحب‌نظران استان	.....	۲۹
پیوست ۲: نمونه محاسبات مساله کوله‌پشتی در محیط نرم افزاری QSB	.....	۳۱

فهرست جدول شماره‌ها

- جدول شماره (۱). مقدار بار وارده و خارج شده از استان در سال ۱۳۸۴ ۴
- جدول شماره (۲). طول راه‌های استان زنجان به تفکیک نوع ۵
- جدول شماره (۳). طبقه‌بندی انواع نواحی در بانک اطلاعات مکانی مرکز آمار ۹
- جدول شماره (۴). مشخصات راه‌های مورد مطالعه ۱۱
- جدول شماره (۵). تعیین عرض بافر لازم برای هر راه ۱۲
- جدول شماره (۶). محاسبه تعداد نواحی در هر بافر ۱۳
- جدول شماره (۷). تعیین ارزش شاخص‌های حمل‌ونقلی در اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان ۱۴
- جدول شماره (۸). بی‌بُعد سازی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان ۱۵
- جدول شماره (۹). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم (صاحب‌نظر (۱) ۱۶
- جدول شماره (۱۰). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم (صاحب‌نظر (۲) ۱۶
- جدول شماره (۱۱). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم (صاحب‌نظر (۳) ۱۷
- جدول شماره (۱۲). وزن دهی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم (صاحب‌نظر (۱) ۱۸
- جدول شماره (۱۳). وزن دهی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم (صاحب‌نظر (۲) ۱۸
- جدول شماره (۱۴). وزن دهی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم (صاحب‌نظر (۳) ۱۹
- جدول شماره (۱۵). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان ۱۹
- جدول شماره (۱۶). محاسبه امتیاز راه‌های مورد مطالعه ۲۱
- جدول شماره (۱۷). رتبه‌بندی راه‌ها به روش اندیس منفعت به هزینه ۲۱
- جدول شماره (۱۸). نتیجه اجرای روش کوله‌پشتی برای اولویت‌بندی راه‌ها ۲۴
- جدول شماره (۱۹). رتبه‌بندی راه‌ها به روش مساله کوله‌پشتی ۲۵
- جدول شماره (۲۰). مقایسه دو روش در حل مساله اولویت‌بندی ۲۵

فهرست شکل‌ها

- شکل (۱). متدولوژی انجام مطالعه اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان. ۳
- شکل (۲). تصویرنامه دریافت اطلاعات راه‌های استان زنجان. ۵
- شکل (۳). لایه‌های مختلف اطلاعاتی استان زنجان. ۸
- شکل (۴). پراکندگی انواع نواحی در استان زنجان. ۱۰
- شکل (۵). پراکندگی راه‌های مورد مطالعه در استان زنجان. ۱۱
- شکل (۶). نمودار مقایسه‌ای دو روش استفاده شده در اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان. ۲۶
- شکل (۷). اولویت احداث راه‌های استان زنجان. ۲۷

همکاران اصلی پروژه:

مدیر پروژه:	مهندس محسن صادقی	کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل‌ونقل
کارشناس مسئول پروژه:	مهندس مهدی سورگی	کارشناس ارشد برنامه ریزی شهری و منطقه‌ای
کارشناس و ناظر پروژه:	مهندس محمدرضا فرشیدنژاد	کارشناس ارشد مدیریت پروژه و ساخت
کارشناس پروژه:	مهندس رضا شهینی دزفولیان	کارشناس ارشد برنامه ریزی حمل‌ونقل
همکاران استانی:	مهندس سید مسعود فاطمی	مدیر کل اداره کل راه و ترابری زنجان
	مهندس حسین ملکی	معاون راه‌سازی اداره کل راه و ترابری زنجان
	مهندس کریم الله وثوق	معاون راه‌داری اداره کل راه و ترابری زنجان

همچنین از آقایان دکتر حسین پورزاهدی؛ عضو هیات علمی دانشگاه صنعتی شریف که در حین انجام پروژه از راهنمایی‌های ایشان استفاده شد و مهندس محمد رضا فرشیدنژاد که نظارت این پروژه را به عهده داشتند، تشکر و قدردانی می‌گردد.

مقدمه

تسهیلات رفت و آمد یکی از بزرگترین سرمایه‌های کشور و از ارکان توسعه اقتصادی آن محسوب می‌شود. هرچه سیستم‌های حمل‌ونقل مناسب‌تر و مطلوب‌تر باشد، امکانات برای توسعه، پیشرفت و تامین آسایش و رفاه عمومی افزون‌تر است.

هر ساله مبالغ بسیاری صرف سرمایه‌گذاری در ساخت و توسعه راه‌های برون شهری در درون استان‌ها می‌گردد. با توجه به اینکه این مبالغ به نحو محسوسی نسبت به اعتبارات مورد نیاز و تعداد پروژه‌های موجود کم‌تر است، توزیع بهینه اعتبارات و انتخاب پروژه‌های اولویت‌دار به عنوان یک مساله جدی و مهم مطرح بوده و چنانچه با یک اولویت‌بندی منطقی پروژه‌های موردنظر در نوبت اجرا قرار گیرند، می‌توان حداکثر بازدهی را از اعتبارات و اجرای طرح‌های سالیانه بدست آورد.

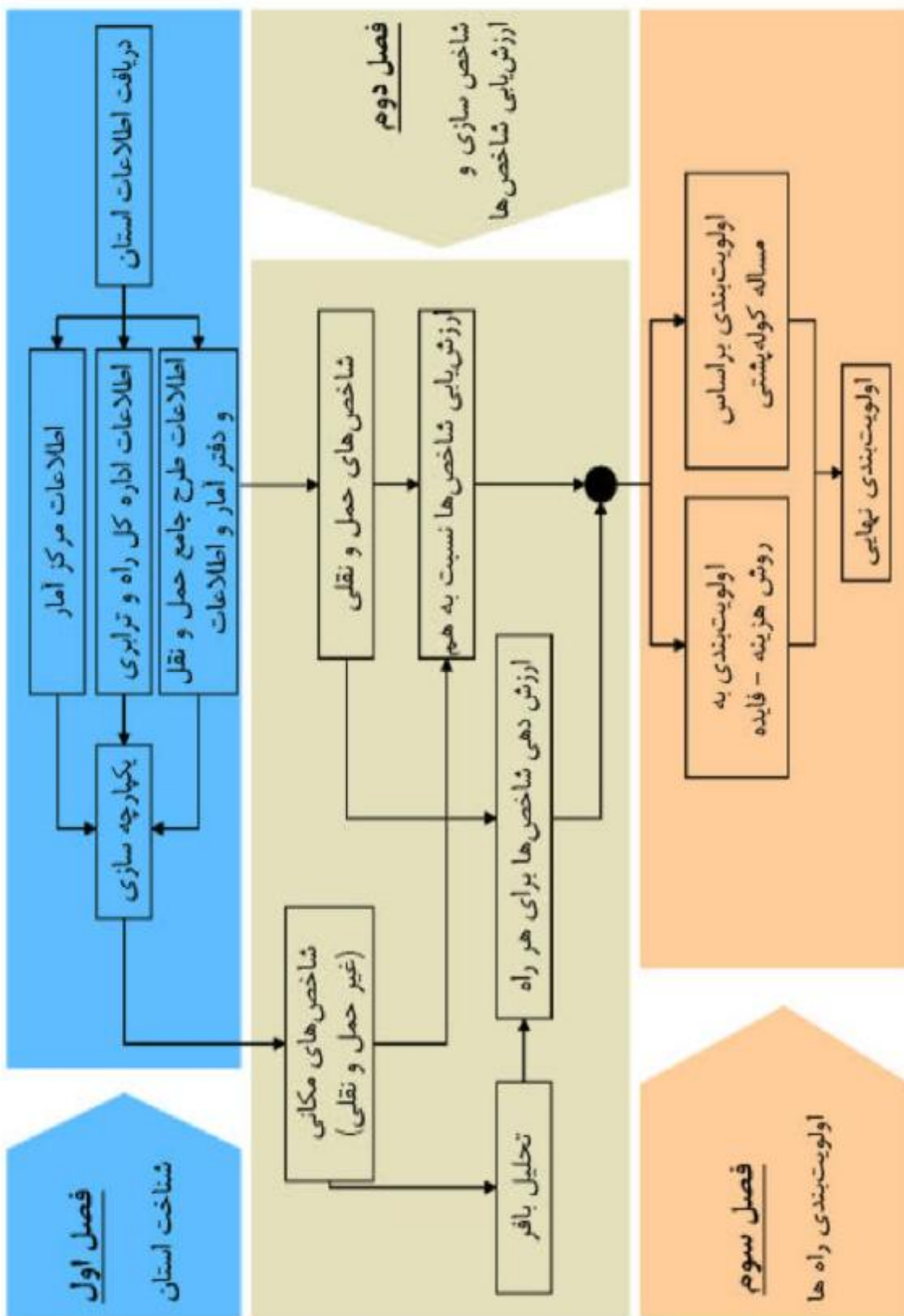
بدیهی است وقتی تعداد گزینه‌های موجود از چند گزینه تجاوز می‌کند نمی‌توان به مساله به صورت صرفاً کیفی نگریست و باید همه مولفه‌ها به صورت یک پارامتر کمی قابل سنجش درآیند تا امکان ارزیابی و مقایسه آن‌ها با یکدیگر فراهم آید. از این رو ضرورت ارایه روشی که بتواند با توجه به شاخص‌ها و پارامترهای تاثیرگذار و با اهمیت اولویت اجرای پروژه‌ها را تعیین نماید کاملاً مشهود است. در تهیه این سند که به دستور مقام عالی وزارت راه و ترابری و با رهنمودهای ایشان در دفتر هماهنگی و ارزیابی نظام‌های حمل‌ونقل در حوزه معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری وزارت راه و ترابری به انجام رسیده، ضمن بررسی ویژگی‌ها و مشخصات راه‌های در حال ساخت، در حال مطالعه و پیشنهادی هر استان که شامل ویژگی‌ها اقتصادی، اجتماعی، خدماتی و مشخصات حمل‌ونقلی و هزینه‌ای است، مدلی برای اولویت‌بندی ارایه شده است و به دو روش مورد تحلیل قرار گرفته است. ضمن اینکه از نظرات مدیران هر استان نیز حداکثر استفاده شده است. در پایان براساس نتایج حاصل از اجرای روش‌های فوق راه‌های استانی اولویت‌بندی شده‌اند.

با توجه به اتمام طرح جامع حمل‌ونقل طی یک سال و نیم آینده که منجر به تولید سندی برای اولویت‌بندی راه‌های شریانی و ملی می‌شود، در تهیه این سند بیش‌تر به راه‌های استانی توجه شده و نقش مکمل را برای طرح جامع حمل‌ونقل دارد و باید در بازه زمانی حداکثر دو ساله مورد بازنگری قرار گیرد.

فصل اول این مطالعه به شناخت استان و جمع‌آوری داده‌های لازم در دسترس پرداخته است سپس در فصل دوم با توجه به اطلاعات دریافتی و شناخت نسبی که از استان به‌وجود آمده شاخص‌هایی در

دو دسته حمل‌ونقلی و غیر حمل‌ونقلی تدوین، ارزش‌یابی و برای هر راه ارزش‌دهی می‌شود. سپس در فصل آخر با استفاده از دو روش علمی مطرح کاملاً مجزا (روش کوله‌پشتی و روش هزینه فایده) اولویت‌بندی احداث راه‌های استانی مشخص می‌شود. شکل (۱) متدولوژی انجام مطالعات را نشان می‌دهد.

در خاتمه معاونت آموزش، تحقیقات و فناوری آماده دریافت نظرات مدیران، متخصصین، کارشناسان و صاحب‌نظران برای بهبود نتایج می‌باشد.



شکل (۱). متدولوژی انجام مطالعه اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان.

فصل ۱- شناخت استان زنجان

۱-۱- معرفی استان زنجان از دیدگاه حمل‌ونقل

استان زنجان در شمال غرب فلات مرکزی ایران قرار گرفته است. وسعت استان برابر ۲۲۱۶۴ کیلومتر مربع و ۱/۳۴ درصد کل کشور را شامل می‌شود. جمعیت استان بر اساس آخرین آمار ۹۲۷۴۶۱ نفر و معادل ۵/۱ درصد کل کشور است. رودهای مهم در این استان قزل‌اوزن، زنجان‌رود، ابر رود (رود کبیر) است.

این استان از شرق با استان قزوین از شمال با استانهای گیلان، اردبیل، آذربایجان شرقی، از غرب با استانهای آذربایجان غربی و کردستان و از جنوب با استان همدان همسایه است. استان زنجان دارای ۷ شهرستان، ۱۶ بخش، ۴۶ دهستان و ۱۶ شهر است. شهرستان‌های تابعه آن ابهر، ایجرود، خدابنده، خرمدره، زنجان، طارم و ماه‌نشان می‌باشند. شهر زنجان مرکز استان زنجان می‌باشد. عمده کالاهای خارج شده از این استان خاک معدنی، انواع شمش و سیلیس می‌باشد و عمده کالاهای وارده سیمان، انواع آجر و گچ است. براساس آمار سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای در سال ۱۳۸۴، ۲۳۶۸ هزار تن کالا وارد و ۱۷۷۹ هزار تن کالا از این استان خارج شده است. همچنین جابجایی درون استانی کالا، ۱۵۷۹ هزار تن بوده است.

به لحاظ جابجایی مسافر، تعداد مسافران ورودی به این استان ۸۹۳ هزار نفر، و مسافران خروجی ۱۰۸۲ هزار نفر بوده‌اند و همچنین ۸۰۱ هزار نفر مسافر در درون استان سفر داشته‌اند.

جدول شماره (۱). مقدار بار وارده و خارج شده از استان در سال ۱۳۸۴

درون استانی	خارج شده	وارده	
۱۵۷۹ هزار تن	۱۷۷۹ هزار تن	۲۳۶۸ هزار تن	بار
۸۰۱ هزار نفر	۱۰۸۲ هزار نفر	۸۹۳ هزار نفر	مسافر

ماخذ: سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای - سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای - ۱۳۸۴

۱-۲-۲- اطلاعات شرکت مترا (مشاور طرح جامع حمل‌ونقل کشور)

این اطلاعات که در چارچوب مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل کشور جمع‌آوری گشته، دارای مقیاس ملی بوده و می‌تواند در این مقیاس مورد استفاده قرار گیرد، به شرح زیر است:

- مرزبندی استان‌های کشور^۱
- مرزبندی شهرستان‌ها^۲
- شبکه راه‌های شریانی کشور در طرح جامع حمل‌ونقل^۳
- شبکه ریلی کشور در طرح جامع حمل‌ونقل^۴
- فرودگاه‌ها^۵
- و

۱-۲-۳- اطلاعات دفتر اطلاعات و آمار حمل‌ونقل وزارت راه و ترابری

این اطلاعات، زیر نظر دفتر آمار و اسناد وزارت راه و ترابری تهیه و برای اهداف مدیریتی مورد استفاده قرار می‌گیرد.

- اطلاعات مرزبندی تقسیمات کشوری تا دقت دهستان
- توپوگرافی کشور با دقت ۱:۵۰۰۰۰۰
- موقعیت مکانی تسهیلات حمل‌ونقل جاده‌ای نظیر: پاسگاه پلیس‌راه، استراحت‌گاه، بیمارستان، پمپ بنزین و
- موقعیت مکانی تاسیسات حمل‌ونقل جاده‌ای نظیر: آب‌نما، آبرو، پل، کانال، تونل و
- موقعیت مکانی روستاها همراه با اطلاعات جمعیت و امکانات رفاهی.

۱-۲-۴- اطلاعات مرکز آمار ایران

این اطلاعات که از بخش نقشه و یا پایگاه اینترنتی مرکز آمار ایران برای استان زنجان تهیه (خریداری) شده، عبارت‌است از:

- اطلاعات مرزبندی تقسیمات کشوری تا دقت بخش
- اطلاعات مکانی راه‌های آسفالتی، شوسه، خاکی و مال‌رو در آمارگیری سال ۱۳۸۵
- اطلاعات مکانی نواحی در آمارگیری سال ۱۳۸۵^۶
- جمعیت ساکن در آبادی‌ها و شهرهای استان به تفکیک زن، مرد و خانوار در سال ۱۳۸۵

^۱ - با نام Ostan_Border و شامل اطلاعات هندسی و مکانی هر استان.

^۲ - با نام Shahrestan new و شامل اطلاعات مکانی، هندسی، اقتصادی و اجتماعی شهرستان در سال ۱۳۸۱.

^۳ - با نام Arterial و شامل اطلاعات مکانی، هندسی و حمل و نقلی جاده‌ای.

^۴ - با نام Rail شامل اطلاعات مکانی، هندسی و حمل و نقلی ریلی. که دقت ترسیم هندسی آن بسیار کم است.

^۵ - با نام Airport-final شامل اطلاعات مکانی فرودگاه‌های کشور.

^۶ - شامل: آبادی‌ها، مزارع، معادن و که شرح کامل آن در فصل تحلیل آمده است.

۱-۳ - یکپارچه سازی اطلاعات

همان‌گونه که در بخش قبل ملاحظه شد اطلاعات اخذ شده از منابع تقریباً غیر مرتبط بوده، که به علت ناهمگونی سیستم‌های مختصات مبنا، لایه‌بندی‌ها روی یکدیگر قرار نداشتند. لذا یکی از مهم‌ترین اقدامات یکپارچه‌سازی این اطلاعات در یک سیستم مختصات جهانی بود، که به زیر صورت انجام شد:

الف - استخراج اطلاعات استان زنجان از اطلاعات کشوری

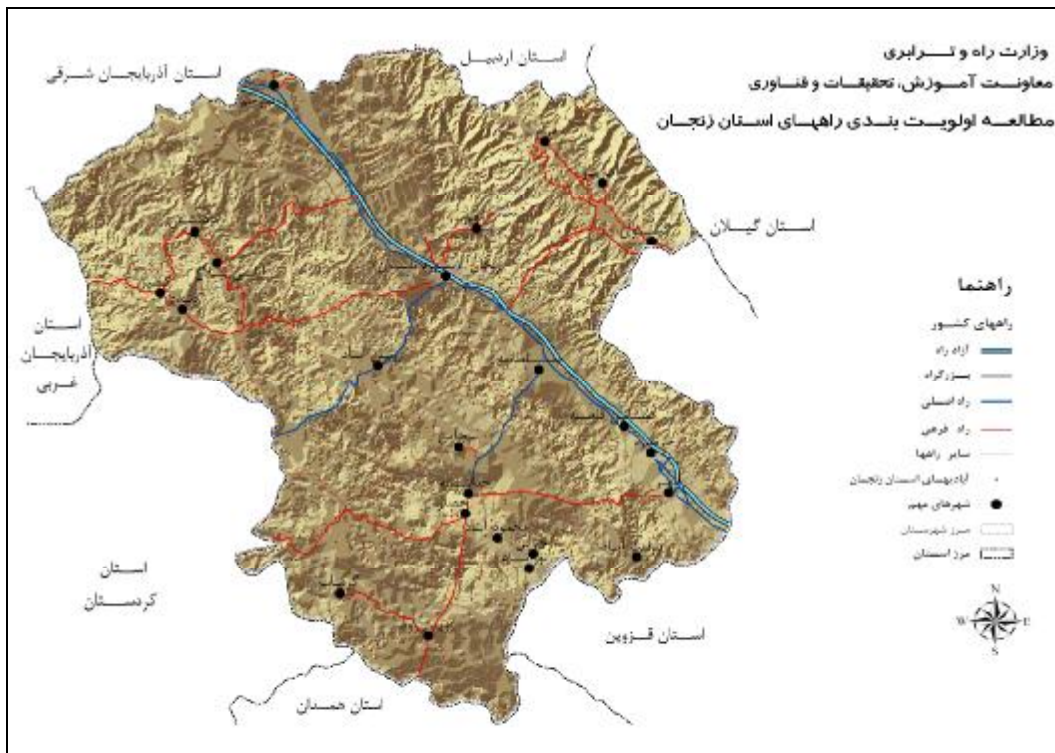
با توجه به مقیاس ملی اطلاعات شرکت مترا و دفتر آمار و اسناد وزارت راه و ترابری براساس لایه اطلاعاتی مرزبندی استان زنجان تمامی اطلاعات در سطح این استان استخراج گردید. که عبارتند از:

- اطلاعات تقسیمات کشوری (استان، شهرستان، بخش و دهستان) [۱]
- اطلاعات توپوگرافی استان [۱]
- شهرهای مهم استان [۱]
- راه‌های مهم کشوری [۱]
- راه‌های استانی [۳]
- آبادی‌های استان [۳]
- راه‌های مورد مطالعه [۴]

ب - هم‌گون سازی سیستم‌های مختصات^۱

لایه‌های اطلاعاتی جمع آوری شده در سیستم‌های مختصات مختلفی قرار داشتند که این سیستم‌های مختصات عبارت بودند از: Lambert Conformal Conic، WGS_1984_UTM_Zone_38N و WGS_1984_UTM_Zone_39N که با استفاده از ابزار Projection در محیط ArcGIS به WGS_1984_UTM_Zone_38N تبدیل شدند. شکل (۳) این لایه‌ها را پس از هم‌گون سازی نشان می‌دهد.

^۱ Georeferencing



شکل (۳). لایه‌های مختلف اطلاعاتی استان زنجان.

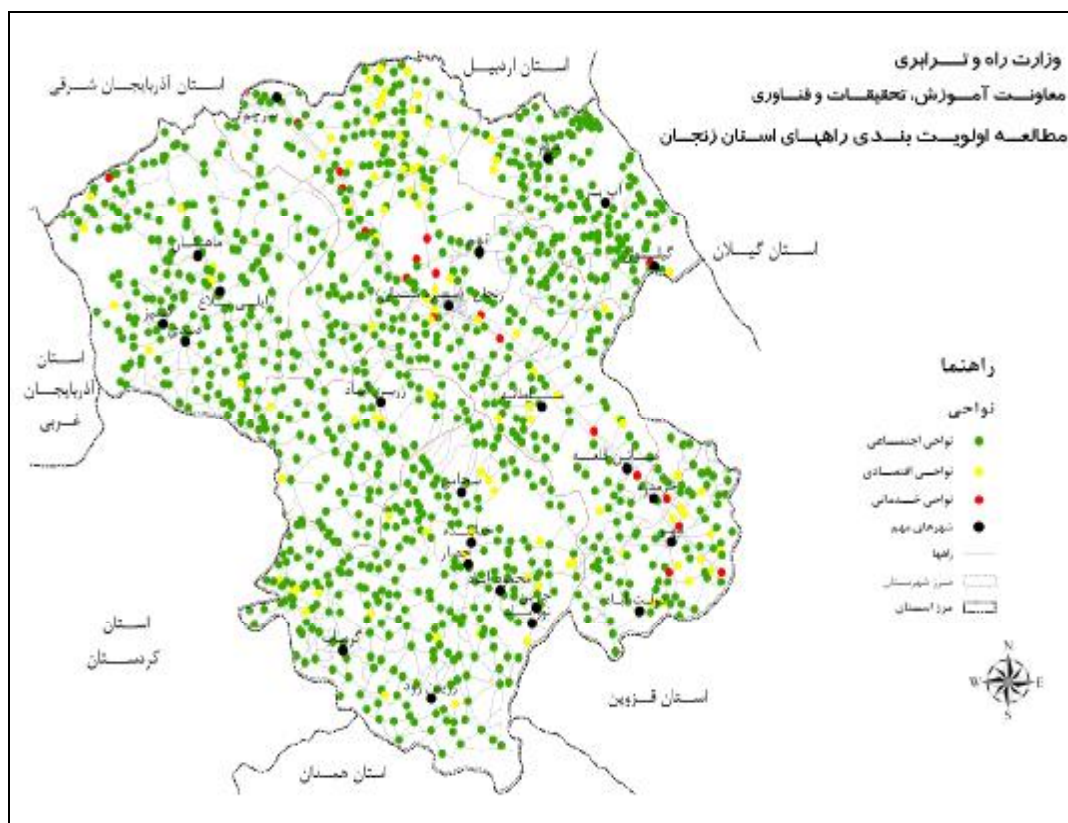
فصل ۲- تحلیل اطلاعات و اولویت‌بندی راه‌ها

۲-۱- تحلیل اطلاعات توصیفی مرکز آمار ایران

تعداد ۱۲۴۹ رکورد اطلاعاتی در فایل نواحی مکانی مرکز آمار با ذکر نام موجود بوده که این نواحی با توجه به نام مطابق جدول شماره (۳) طبقه‌بندی شده و پراکندگی این نواحی در سطح استان مطابق شکل (۳) می‌باشد.

جدول شماره (۳). طبقه‌بندی انواع نواحی در بانک اطلاعات مکانی مرکز آمار

نوع ناحیه	طبقه‌بندی ناحیه
اجتماعی	آبادی‌ها، مراکز نظامی، مراکز آموزشی و ...
اقتصادی	معادن، کارخانجات، شرکت‌ها، موسسات، مزارع، دامداری‌ها و گاوداری‌ها، کشتارگاه‌ها و ...
خدماتی	ایستگاه‌ها، فرودگاه‌ها، پاسگاه‌ها، راهدارخانه‌ها و ...



شکل (۴). پراکندگی انواع نواحی در استان زنجان

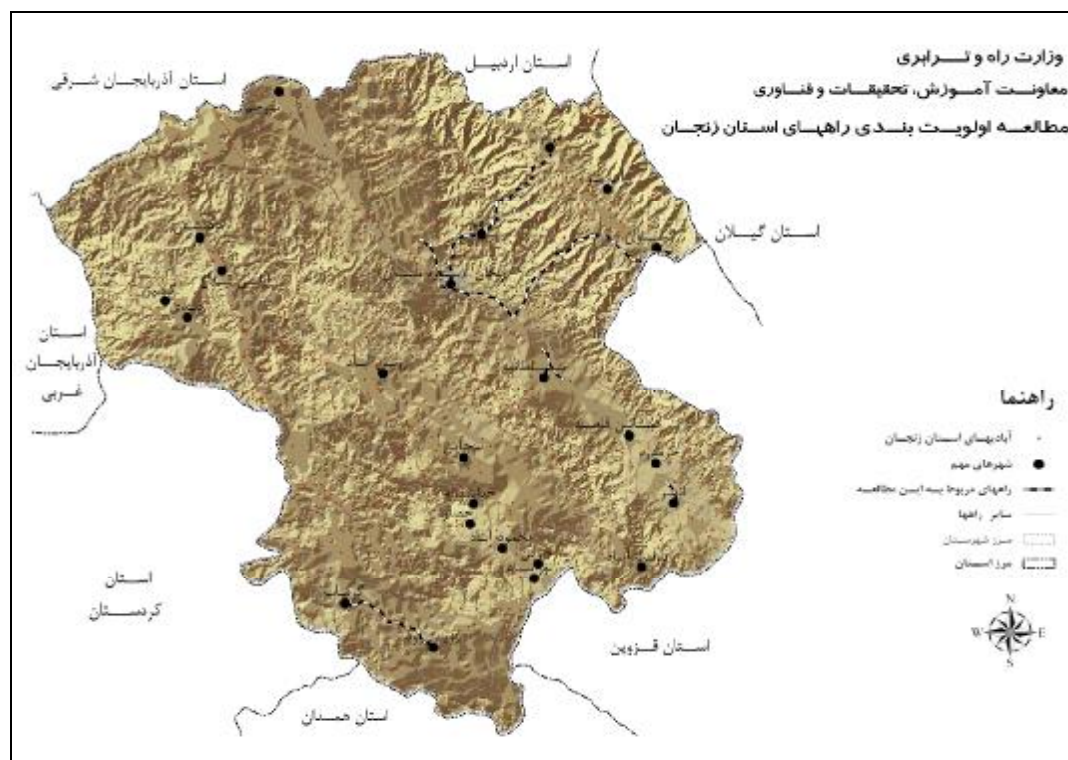
۲-۲- تحلیل مکانی نواحی نسبت به راه‌ها.

راه‌های مورد مطالعه در این قسمت ۱۸ راهی هستند که اداره کل راه و ترابری استان به عنوان موارد لازم برای اولویت‌بندی معرفی کرده است. مشخصات این راه‌ها در جدول شماره (۴) و موقعیت آن‌ها در شکل (۲) آورده شده است.

جدول شماره (۴). مشخصات راه‌های مورد مطالعه

کد راه	نوع راه	مبدأ	مقصد	نقاط میانی	طول (کیلومتر)	عرض (متر)	اعتبار باقیمانده (میلیون ریال)	درصد پیشرفت فیزیکی
۱۹۰۱	فرعی	خدابنده	گرماب	کله خور	۸	۷	۳۵۰۰	٪۹۵
۱۹۰۲	اصلی	ابه‌ر	سلطانیه	سلطانیه	۵	۱۱	۱۱۰۰۰	٪۳۰
۱۹۰۳	فرعی	طارم	چورزق	چورزق	۳۰	۹	۱۰۰۰۰۰	٪۴۸
۱۹۰۴	فرعی	زنجان	چورزق	صدتیم	۲۸	۹	۴۰۰۰	٪۵۸
۱۹۰۵	اصلی	زنجان	زنجان	زنجان	۵	۱۷	۶۰۰۰	٪۵۵
۱۹۰۶	بزرگراه	زنجان	زنجان	زنجان	۲	۲۳	۳۶۰۰	٪۱۵
۱۹۰۷	بزرگراه	زنجان	زنجان	زنجان	۴	۲۴		٪۱۰۰
۱۹۰۸	اصلی	زنجان	ابه‌ر	خرمدره	۲	۲۷		٪۶۰
۱۹۰۹	اصلی	زنجان	رشت	طارم	۱۰۰	۱۱	۴۰۰۰۰	٪۱
۱۹۱۰	اصلی	زنجان	ابه‌ر	سلطانیه	۲۵	۱۱		٪۰
۱۹۱۱	-	طارم	زنجان	درام	۳	۹	۱۵۰۰۰	٪۰

ماخذ: نامه شماره ۲۱/۱۷۰۹ مورخ ۱۳۸۶/۲/۱۲ اداره کل راه و ترابری استان زنجان



شکل (۵). پراکنده‌گی راه‌های مورد مطالعه در استان زنجان

این راه‌ها در صورت احداث به تعدادی از آبادی‌ها، نقاط اقتصادی، خدماتی سرویس خواهند داد. یکی از روش‌های برآورد سطح خدمت‌رسانی این راه‌ها استفاده از تحلیل مکانی^۱ Buffer در محیط GIS می‌باشد.^۲ در ادامه به تشریح این روش پرداخته می‌شود:

گام ۱- محاسبه عرض بافر هر راه

برای محاسبه عرض بافر ابتدا فاصله هر ناحیه تا نزدیک‌ترین راه مورد مطالعه بدست آمد.^۳ سپس براساس فاصله، درجه اهمیت ناحیه برای آن راه خاص براساس رابطه (۱) بدست آمد.

$$\begin{aligned} \text{if } Dist_{ik} \leq 1000 &\Rightarrow g_{ik} = 10 \\ \text{if } 1000 < Dist_{ik} \leq 5000 &\Rightarrow g_{ik} = 5 \\ \text{if } 5000 < Dist_{ik} \leq 20000 &\Rightarrow g_{ik} = 2 \\ \text{if } Dist_{ik} > 20000 &\Rightarrow g_{ik} = 0 \end{aligned} \quad (1)$$

که در آن $Dist_{ik}$ فاصله ناحیه i از راه k بر حسب متر و g_i درجه اهمیت ناحیه i برای راه k می‌باشد. برای محاسبه عرض بافر از رابطه (۲) استفاده شد:

$$Buf_k = \frac{\sum_i g_{ik} \times Dist_{ik}}{\sum_i g_{ik}} \quad (2)$$

نتیجه این محاسبات برای هر راه در جدول شماره (۵) آمده است.

جدول شماره (۵). تعیین عرض بافر لازم برای هر راه

کد راه	مبدأ	مقصد	تعداد ناحیه	$\sum_i g_{ik}$	$\sum_i g_{ik} \times Dist_{ik}$	Buf_k
۱۹۰۱	خدابنده	گرماب	۲۳۳	۲۶۴	۲۲۲۱۷۳۹	۸۴۱۶
۱۹۰۲	ابهر	سلطانیه	۷۵	۸۴	۸۰۹۶۵۳	۹۶۳۹
۱۹۰۳	طارم	چورزق	۶۴	۱۴۳	۶۸۸۷۷۷	۴۸۱۷
۱۹۰۴	زنجان	چورزق	۱۰	۶۲	۱۱۱۷۶۰	۱۸۰۳
۱۹۰۵	زنجان	زنجان	۳۴۶	۱۰۷	۹۷۴۶۲۹	۹۱۰۹
۱۹۰۷	زنجان	زنجان	۱۴۱	۱۱۰	۹۰۳۱۰۶	۸۲۱۰
۱۹۰۸	زنجان	ابهر	۱۲۲	۱۹۴	۲۲۷۹۳۴۷	۱۱۷۴۹
۱۹۰۹	زنجان	رشت	۱۲۰	۴۵۸	۱۹۷۷۱۱۷	۴۳۱۷
۱۹۱۰	زنجان	ابهر	۳۱	۹۰	۶۲۶۸۹۷	۶۹۶۶
۱۹۱۱	طارم	زنجان	۴۵	۱۱۲	۹۴۳۹۲۴	۸۴۲۸

^۱ - بافر (Buffer): سطحی بسته است که با فاصله‌ای معین از مرز راه قرار دارد.

^۲ - لازم به ذکر است این روش تحلیل به دلیل عدم نیاز به داده و اطلاعات زیاد از مقبولیت بیش‌تری در اولویت‌بندی و ارزش‌یابی‌ها برخوردار بوده و لذا دقت آن در حد تعیین اولویت‌ها است. از دیگر روش‌های دقیق‌تر تحلیل شبکه و دسترسی است که نیاز به زمان و اطلاعات بیشتری دارد.

^۳ - محاسبه. افزودن فیلد اطلاعاتی Distance در بانک اطلاعاتی عوارض مرکز آمار ایران.

گام ۲- محاسبه تعداد نواحی در هر بافر

با توجه به موقعیت مکانی هر بافر و نواحی حول آن (شکل‌های ۱ و ۳) تعداد نواحی واقع در هر بافر در محیط GIS مطابق جدول شماره (۶) محاسبه شد.

جدول شماره (۶). محاسبه تعداد نواحی در هر بافر

کد راه	مبدأ	مقصد	اقتصادی	اجتماعی	خدماتی
۱۹۰۱	خدابنده	گرماب	۲	۲۹	
۱۹۰۲	ابهر	سلطانیه	۴	۱۵	
۱۹۰۳	طارم	چورزق		۲۰	
۱۹۰۴	زنجان	چورزق	۱	۱	
۱۹۰۵	زنجان	زنجان		۸	۳
۱۹۰۷	زنجان	زنجان	۶	۲۰	۳
۱۹۰۸	زنجان	ابهر	۹	۲۴	۳
۱۹۰۹	زنجان	رشت	۲	۳۴	۲
۱۹۱۰	زنجان	ابهر	۴	۱۵	
۱۹۱۱	طارم	زنجان		۱۳	

گام ۳- تعیین و ارزش‌یابی شاخص‌های موثر بر اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان

شاخص‌های موثر بر اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان را می‌توان به ۴ دسته: اقتصادی، خدماتی، اجتماعی و حمل‌ونقلی تقسیم کرد. که تاکنون به ۳ دسته اول پرداخته شد. لیکن عوامل دیگری نیز بر این اولویت‌بندی‌ها موثر می‌باشند که در ادامه به شرح این عوامل که در جدول شماره (۷) ارزش‌یابی شده‌اند پرداخته می‌شود:

الف- ارتباط با راه‌های شریانی و ارتباط با استان‌های مجاور

راه‌های شریانی نقش مهمی در سلسله مراتب ارتباطات حمل‌ونقلی به عهده دارند. به طوری که وجود نقص فنی در نحوه ارتباط این راه‌ها موجب کاهش سطح سرویس کل شبکه راه‌ها می‌گردد. همچنین در بیش‌تر استان‌ها راه‌هایی که آن استان را به استان‌های مجاور مرتبط می‌کنند از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردارند. از این رو برای راه‌هایی که جزء راه‌های شریانی هستند یا به نحوی به راه‌های شریانی مرتبط می‌شوند عددی بین ۵۰ و ۱۰۰ منظور میشود و برای راه‌هایی که جزء راه‌های شریانی نیستند ولی ارتباط استان به استان‌های مجاور را برقرار میکنند عددی بین ۰ تا ۵۰ در نظر گرفته شده است. مرجع در نظر گرفتن راه به عنوان راه شریانی نیز سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده ای بوده است.

ب- کاهش مسیر موجود

برخی از راه‌های مورد مطالعه پس از احداث یا تغییرات (تعریض یا روکش) موجب کاهش مسیر موجود یا کاهش زمان سفر بین مبادی و مقاصدی که این راه در مسیرهای آنها قرار گرفته است می‌شوند و دسترسی را تسهیل می‌کنند. ارزش کمی این شاخص متناسب با میزان کاهش مسیر یا کاهش زمان سفر در نظر گرفته شده است. به این مفهوم که هرچه این کاهش بیشتر باشد این عدد بیش‌تر است.

ج- اعتبار باقی‌مانده

مقدار ریالی اعتبار باقی‌مانده جهت اتمام راه یکی از مهم‌ترین شاخص‌های اولویت‌بندی می‌باشد، به طوری که هرچه این اعتبار کم‌تر باشد به معنی درصد پیشرفت فیزیکی بالاتر آن است و قطعاً راه‌هایی که برای اتمام، نیاز به بودجه کمتری داشته باشند به نسبت در اولویت قرار می‌گیرند.

جدول شماره (۷). تعیین ارزش شاخص‌های حمل‌ونقلی در اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان

ردیف	مبدأ	مقصد	ارتباط با راه شریانی	کاهش مسیر موجود	اعتبار باقیمانده (میلیون ریال)
۱۹۰۱	خداپنده	گرماب	۰	۲۰	۳۵۰۰
۱۹۰۲	ابهر	سلطانیه	۳۰	۲۰	۱۱۰۰۰
۱۹۰۳	طارم	چورزق	۱۰	۲۰	۱۰۰۰۰۰
۱۹۰۴	زنجان	چورزق	۳۰	۲۰	۴۰۰۰
۱۹۰۵	زنجان	زنجان	۳۰	۲۰	۶۰۰۰
۱۹۰۷	زنجان	زنجان	۵۰	۳۰	۴۰۰۰۰
۱۹۰۸	زنجان	ابهر	۵۰	۳۰	۵۶۰۰
۱۹۰۹	زنجان	رشت	۶۰	۳۰	۴۰۰۰۰
۱۹۱۰	زنجان	ابهر	۵۰	۳۰	۱۲۵۰۰۰
۱۹۱۱	طارم	زنجان	۰	۳۰	۱۵۰۰۰

گام ۴- بی‌بُعد سازی شاخص‌ها

همان‌گونه که مشاهده شد ۶ شاخص با اهداف مختلف در نظر گرفته شد. برای ارزش‌یابی هر راه باید این شاخص‌ها ابتدا بی‌بُعد شده سپس با استفاده از ضرایب اهمیت شاخص روی هم گذاری شوند. برای بی‌بُعد سازی شاخص‌ها از رابطه (۳) و (۴) استفاده شد:

$$x_k = \frac{r_k}{r_{\max}} \times 100 \quad (3)$$

$$X_k = 100 - \frac{r_k}{r_{\max}} \times 100 \quad (۴)$$

که در آن:

X_k = مقدار ارزش بی‌بُعد شده شاخص برای راه k .

r_k = مقدار ارزش واقعی شاخص برای راه k .

r_{\max} = مقدار بیشینه ارزش واقعی شاخص برای همه راه‌های مورد مطالعه.

وقتی ارزش ذاتی شاخص مثبت باشد (یعنی میزان r_k بیشتر مطلوب‌تر باشد) از رابطه (۳) و وقتی

ارزش ذاتی شاخص منفی باشد (یعنی میزان r_k کم‌تر مطلوب‌تر باشد) از رابطه (۴) برای بی‌بُعد سازی

استفاده می‌شود. جدول شماره (۸) نتایج محاسبات فوق را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۸). بی‌بُعد سازی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان

کد راه	مبداء	مقصد	اقتصادی	اجتماعی	خدماتی	ارتباط با راه شریانی	کاهش مسیر موجود	اعتبار باقیمانده
۱۹۰۱	خدابنده	گرماب	٪۲۲	٪۸۵	٪۰	٪۰	٪۶۷	٪۳
۱۹۰۲	ابه‌ر	سلطانیه	٪۴۴	٪۴۴	٪۰	٪۵۰	٪۶۷	٪۹
۱۹۰۳	طارم	چورزق	٪۰	٪۵۹	٪۰	٪۱۷	٪۶۷	٪۸۰
۱۹۰۴	زنجان	چورزق	٪۱۱	٪۳	٪۰	٪۵۰	٪۶۷	٪۳
۱۹۰۵	زنجان	زنجان	٪۰	٪۲۴	٪۱۰۰	٪۵۰	٪۶۷	٪۵
۱۹۰۷	زنجان	زنجان	٪۶۷	٪۵۹	٪۱۰۰	٪۸۳	٪۱۰۰	٪۳۲
۱۹۰۸	زنجان	ابه‌ر	٪۱۰۰	٪۷۱	٪۱۰۰	٪۸۳	٪۱۰۰	٪۴
۱۹۰۹	زنجان	رشت	٪۲۲	٪۱۰۰	٪۶۷	٪۱۰۰	٪۱۰۰	٪۳۲
۱۹۱۰	زنجان	ابه‌ر	٪۴۴	٪۴۴	٪۰	٪۸۳	٪۱۰۰	٪۱۰۰
۱۹۱۱	طارم	زنجان	٪۰	٪۳۸	٪۰	٪۰	٪۱۰۰	٪۱۲

گام ۵- وزن‌دهی شاخص‌ها

وزن هر شاخص میزان اهمیت آن شاخص را برای اولویت‌بندی راه‌ها مشخص می‌سازد. از آن‌جا که این مرحله یکی از مهم‌ترین مراحل است که باید براساس آمارگیری و مصاحبه با کارشناسان صورت پذیرد به همین دلیل طی نامه‌ای از مدیر کل و معاونین راه‌سازی و راه‌داری استان به عنوان صاحب‌نظران محلی، وزن‌دهی به معیارها مطابق روش AHP درخواست شد. تا براساس شناخت محلی هر یک از شاخص‌ها را نسبت به سایر شاخص‌ها سنجیده و در جدول شماره مربوطه تکمیل نمایند. جداول (۹) تا (۱۱) امتیازات داده شده را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۹). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم
(صاحب‌نظر ۱)

تکمیل کننده فرم: مهندس سید مسعود فاطمی							
سمت: مدیرکل							
نام شماره: ۴۲/۳۷۷۶							
تاریخ: ۱۳۸۶/۳/۰۶							
اقتصادی	اجتماعی	خدماتی	استانی و شریانی	کاهش مسیر	مرزی	اعتبار باقیمانده	اعتبار
اقتصادی	۱/۱	۳/۲	۲/۳	۷/۳	۱/۱	۷/۳	۷/۳
اجتماعی	۲/۳	۱/۱	۲/۳	۷/۳	۱/۱	۳/۷	۳/۷
خدماتی	۳/۲	۳/۲	۱/۱	۴/۲	۲/۳	۲/۳	۲/۳
استانی و شریانی	۳/۷	۳/۷	۲/۳	۱/۱	۳/۷	۳/۷	۳/۷
کاهش مسیر	۳/۷	۳/۲	۱/۱	۷/۳	۲/۳	۱/۱	۲/۳
مرزی	۱/۱	۱/۱	۳/۲	۷/۳	۱/۱	۳/۷	۳/۷
اعتبار باقیمانده	۳/۷	۷/۳	۳/۲	۷/۳	۷/۳	۱/۱	۱/۱

جدول شماره (۱۰). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم
(صاحب‌نظر ۲)

تکمیل کننده فرم: مهندس حسین ملکی							
سمت: معاون راه‌سازی							
نام شماره: ۴۲/۳۷۷۶							
تاریخ: ۱۳۸۶/۳/۰۶							
اقتصادی	اجتماعی	خدماتی	استانی و شریانی	کاهش مسیر	مرزی	اعتبار باقیمانده	اعتبار
اقتصادی	۱/۱	۳/۷	۱/۱	۴/۷	۲/۳	۱/۴	۱/۴
اجتماعی	۷/۳	۱/۱	۳/۷	۱/۱	۲/۳	۱/۴	۱/۴
خدماتی	۱/۱	۷/۳	۱/۱	۷/۳	۱/۱	۴/۲	۴/۲
استانی و شریانی	۱/۱	۷/۳	۱/۱	۳/۲	۳/۲	۳/۲	۳/۲
کاهش مسیر	۷/۳	۱/۱	۳/۷	۲/۳	۱/۱	۴/۷	۴/۷
مرزی	۳/۲	۳/۲	۱/۱	۲/۳	۱/۱	۱/۱	۱/۱
اعتبار باقیمانده	۴/۱	۴/۱	۲/۳	۲/۳	۱/۱	۷/۳	۱/۱

جدول شماره (۱۱). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم
(صاحب نظر ۳)

تکمیل کننده فرم: مهندس کریم الله وثوق		سمت: معاون راهداری		نام شماره: ۴۲/۳۷۷۶		تاریخ: ۱۳۸۶/۳/۰۶	
اقتصادی	اجتماعی	خدماتی	استانی و شریانی	کاهش مسیر	مرزی	اعتبار باقیمانده	
۱/۱	۲/۳	۲/۳	۷/۳	۱/۱	۳/۷	۲/۳	اقتصادی
۳/۲	۱/۱	۲/۳	۷/۳	۱/۱	۲/۳	۲/۳	اجتماعی
۳/۲	۳/۲	۱/۱	۳/۲	۳/۲	۲/۳	۲/۳	خدماتی
۳/۷	۳/۷	۲/۳	۱/۱	۳/۷	۱/۴	۳/۷	استانی و شریانی
۱/۱	۱/۱	۲/۳	۷/۳	۱/۱	۲/۳	۲/۳	کاهش مسیر
۷/۳	۳/۲	۳/۲	۴/۱	۳/۲	۱/۱	۲/۳	مرزی
۳/۲	۳/۲	۳/۲	۷/۳	۳/۲	۳/۲	۱/۱	اعتبار باقیمانده

همان‌گونه که مشاهده می‌شود، جداول (۹) تا (۱۱) ماتریسهایی هستند که درایه‌های آن از رابطه (۵) بدست می‌آید.

$$a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}} \quad (5)$$

که در آن i نمایه سطر و j نمایه ستون است. به عنوان نمونه مقدار ارزش شاخص ۱ (اقتصادی) به ارزش شاخص ۲ (اجتماعی) بوده و a_{21} مقدار ارزش شاخص ۲ (اجتماعی) به ارزش شاخص ۱ (اقتصادی) می‌باشد.

براساس روش AHP امتیاز نهایی هر شاخص از روابط زیر بدست می‌آید:

$$b_{ijk} = \frac{a_{ijk}}{\sum_i a_{ijk}} \quad (6)$$

$$\sigma_{ik} = \frac{\sum_j b_{ijk}}{n_j} \quad (7)$$

$$w_{ik} = \frac{\sigma_{ik}}{\text{Max}\{\sigma_{ik} | i=1, \dots, n_i\}} \quad (8)$$

که در آن w_{ik} : وزن شاخص i از نظر کارشناس k می‌باشد. جداول (۱۲) تا (۱۴) نتایج این محاسبات را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱۲). وزن دهی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم
(صاحب‌نظر ۱)

تکمیل کننده فرم: مهندس سید مسعود فاطمی									
سمت: مدیرکل									
امتیاز	میانگین	اعتبار باقیمانده	مرزی	کاهش مسیر	استانی و شریانی	خدماتی	اجتماعی	اقتصادی	
٪۳۹	٪۱۰	٪۴	٪۱۱	٪۶	٪۱۱	٪۱۹	٪۱۰	٪۹	اقتصادی
٪۶۲	٪۱۶	٪۲۰	٪۱۱	٪۲۰	٪۱۱	٪۱۹	٪۱۵	٪۱۳	اجتماعی
٪۵۰	٪۱۳	٪۱۳	٪۱۷	٪۱۳	٪۱۸	٪۱۳	٪۱۰	٪۶	خدماتی
٪۱۰۰	٪۲۶	٪۲۰	٪۲۷	٪۳۱	٪۲۶	٪۱۹	٪۳۵	٪۲۱	استانی و شریانی
٪۵۵	٪۱۴	٪۱۳	٪۱۷	٪۱۳	٪۱۱	٪۱۳	٪۱۰	٪۲۱	کاهش مسیر
٪۴۷	٪۱۲	٪۲۰	٪۱۱	٪۹	٪۱۱	٪۹	٪۱۵	٪۹	مرزی
٪۳۹	٪۱۰	٪۹	٪۵	٪۹	٪۱۱	٪۹	٪۶	٪۲۱	اعتبار باقیمانده
٪۱۰۰	٪۲۶	٪۲۰	٪۲۷	٪۳۱	٪۲۶	٪۱۹	٪۳۵	٪۲۱	بیشینه

جدول شماره (۱۳). وزن دهی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم
(صاحب‌نظر ۲)

تکمیل کننده فرم: مهندس حسین ملکی									
سمت: معاون راه‌سازی									
امتیاز	میانگین	اعتبار باقیمانده	مرزی	کاهش مسیر	استانی و شریانی	خدماتی	اجتماعی	اقتصادی	
٪۱۰۰	٪۲۳	٪۲۹	٪۲۰	٪۳۴	٪۱۰	٪۱۰	٪۳۸	٪۲۱	اقتصادی
٪۸۴	٪۱۹	٪۲۹	٪۲۰	٪۱۵	٪۲۴	٪۲۳	٪۱۶	٪۹	اجتماعی
٪۴۵	٪۱۰	٪۵	٪۱۳	٪۶	٪۱۰	٪۱۰	٪۷	٪۲۱	خدماتی
٪۴۴	٪۱۰	٪۵	٪۹	٪۱۰	٪۱۰	٪۱۰	٪۷	٪۲۱	استانی و شریانی
٪۶۷	٪۱۵	٪۱۷	٪۱۳	٪۱۵	٪۱۵	٪۲۳	٪۱۶	٪۹	کاهش مسیر
٪۵۲	٪۱۲	٪۷	٪۱۳	٪۱۵	٪۱۵	٪۱۰	٪۱۱	٪۱۴	مرزی
٪۴۱	٪۹	٪۷	٪۱۳	٪۶	٪۱۵	٪۱۵	٪۴	٪۵	اعتبار باقیمانده
٪۱۰۰	٪۲۳	٪۲۹	٪۲۰	٪۳۴	٪۲۴	٪۲۳	٪۳۸	٪۲۱	بیشینه

جدول شماره (۱۴). وزن دهی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان نسبت به هم
(صاحب نظر ۳)

تکمیل کننده فرم: مهندس کریم الله وثوق									
سمت: معاون راهداری									
امتیاز	میانگین	اعتبار باقیمانده	مرزی	کاهش مسیر	استانی و شریانی	خدماتی	اجتماعی	اقتصادی	
٪۵۶	٪۱۶	٪۱۴	٪۱۹	٪۱۴	٪۱۲	٪۱۸	٪۱۹	٪۱۵	اقتصادی
٪۴۷	٪۱۳	٪۱۴	٪۱۲	٪۱۴	٪۱۲	٪۱۸	٪۱۳	٪۱۰	اجتماعی
٪۴۳	٪۱۲	٪۱۴	٪۱۲	٪۹	٪۱۸	٪۱۲	٪۹	٪۱۰	خدماتی
٪۱۰۰	٪۲۸	٪۲۲	٪۳۲	٪۳۲	٪۲۸	٪۱۸	٪۳۰	٪۳۵	استانی و شریانی
٪۵۰	٪۱۴	٪۱۴	٪۱۲	٪۱۴	٪۱۲	٪۱۸	٪۱۳	٪۱۵	کاهش مسیر
٪۳۱	٪۹	٪۱۴	٪۸	٪۹	٪۷	٪۸	٪۹	٪۶	مرزی
٪۳۲	٪۹	٪۹	٪۵	٪۹	٪۱۲	٪۸	٪۹	٪۱۰	اعتبار باقیمانده
٪۱۰۰	٪۲۸	٪۲۲	٪۳۲	٪۳۲	٪۲۸	٪۱۸	٪۳۰	٪۳۵	بیشینه

وزن نهایی هر یک از معیارها با توجه به جداول فوق و از رابطه (۹) مطابق جدول شماره (۱۵) محاسبه شده است.

$$w_i = \frac{\sum_k w_{ik}}{k} \quad (9)$$

جدول شماره (۱۵). ارزش‌یابی شاخص‌های اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان

ردیف	شاخص	وزن از ۱۰۰ (w_i)	نوع شاخص
۱	اقتصادی	٪۶۵	فایده (B)
۲	اجتماعی	٪۶۴	فایده (B)
۳	خدماتی	٪۴۶	فایده (B)
۴	استانی و شریانی	٪۸۱	فایده (B)
۵	کاهش مسیر	٪۵۷	فایده (B)
۶	اعتبار باقیمانده	٪۴۴	هزینه (C)

فصل ۳- اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان

برای انجام اولویت‌بندی از دو روش استفاده شده است که یکی از روش‌ها مشابه روش تحلیل منفعت به هزینه و روش دیگر استفاده از مساله کوله‌پشتی است که در ادامه به هر دو روش اشاره میشود :

۳-۱- روش اول: محاسبه اندیس منفعت به هزینه برای هر راه

در این روش با توجه به مقدار بی‌بُعد شده هر شاخص برای هر راه و وزن‌های بدست آمده به صورت یک معادله خطی، مقدار منفعت حاصل شده از آن راه بدست می‌آید و این مقدار بر هزینه بی‌بُعد شده و وزن داده شده تقسیم میگردد و اندیس نهایی منفعت به هزینه هر راه از رابطه (۱۰) در جدول شماره (۱۶) محاسبه شده است:

$$G_k = \frac{\sum_i b_i x_{ik}}{\sum_i b_i} \times \frac{\sum_i c_i}{\sum_i c_i x_{ik}} \quad (10)$$

که در آن:

G_k = امتیاز نهایی راه k از ۱۰۰.

x_{ik} = مقدار ارزش بی‌بُعد شده شاخص i برای راه k. از جدول شماره (۹)

b_i = وزن شاخص‌های سودآور i از ۱۰۰، از جدول شماره (۱۶)

c_i = وزن شاخص‌های هزینه بر i از ۱۰۰، از جدول شماره (۱۶)

جدول شماره (۱۶). محاسبه امتیاز راه‌های مورد مطالعه.

کد راه	مبدأ	مقصد	فایده	هزینه	خالص امتیاز	امتیاز نهایی از ۱۰۰
۱۹۰۱	خدابنده	گرماب	۱/۰۷	۰/۰۱	۱۰۳/۳۱	۶۱٪
۱۹۰۲	ابهر	سلطانیه	۱/۳۶	۰/۰۳	۴۱/۶۸	۲۵٪
۱۹۰۳	طارم	چورزق	۰/۸۹	۰/۳۰	۳/۰۱	۲٪
۱۹۰۴	زنجان	چورزق	۰/۸۸	۰/۰۱	۷۴/۰۶	۴۴٪
۱۹۰۵	زنجان	زنجان	۱/۴۰	۰/۰۲	۷۸/۴۷	۴۶٪
۱۹۰۷	زنجان	زنجان	۲/۵۲	۰/۱۲	۲۱/۲۳	۱۳٪
۱۹۰۸	زنجان	ابهر	۲/۸۱	۰/۰۲	۱۶۹/۲۵	۱۰۰٪
۱۹۰۹	زنجان	رشت	۲/۴۸	۰/۱۲	۲۰/۸۷	۱۲٪
۱۹۱۰	زنجان	ابهر	۱/۸۲	۰/۳۷	۴/۹۱	۳٪
۱۹۱۱	طارم	زنجان	۰/۸۲	۰/۰۴	۱۸/۳۵	۱۱٪

پس از محاسبه این اندیس برای هر راه راه‌ها براساس مقدار این اندیس از بزرگ به کوچک مرتب شده و اولویت‌بندی نهایی حاصل می‌شود. این رتبه‌بندی در جدول شماره (۱۷) مشخص شده است.

جدول شماره (۱۷). رتبه‌بندی راه‌ها به روش اندیس منفعت به هزینه.

رتبه	امتیاز نهایی از ۱۰۰	مقصد	مبدأ	کد راه
۱	٪۱۰۰	ابهر	زنجان	۱۹۰۸
۲	٪۶۱	گرماب	خدابنده	۱۹۰۱
۳	٪۴۶	زنجان	زنجان	۱۹۰۵
۴	٪۴۴	چورزق	زنجان	۱۹۰۴
۵	٪۲۵	سلطانیه	ابهر	۱۹۰۲
۶	٪۱۳	زنجان	زنجان	۱۹۰۷
۷	٪۱۲	رشت	زنجان	۱۹۰۹
۸	٪۱۱	زنجان	طارم	۱۹۱۱
۹	٪۳	ابهر	زنجان	۱۹۱۰
۱۰	٪۲	چورزق	طارم	۱۹۰۳

۳-۲- روش دوم: استفاده از مساله کوله‌پشتی

مساله کوله‌پشتی^۱ از دسته مساله‌های برنامه‌ریزی اعداد صحیح^۲ می‌باشد در این مساله سؤال اینجاست که یک کوله‌پشتی با حجم معین v که قرار است I شیئی داخل آن قرار گیرد با شرط اینکه تمام اشیا نتوانند داخل کوله‌پشتی جای داده شوند، درضمن حجم اشیا معین و برابر v_i هستند و ارزش آن‌ها مشخص و برابر α_i می‌باشد قطعاً در این حالت گزینه‌های مختلفی به ذهن می‌رسد ولی اینکه کدام انتخاب صحیح‌ترین است بخصوص زمانیکه تعداد اشیا افزایش می‌یابد کار آسانی نیست یعنی همزمان باید به ارزش و حجم اشیا توجه کرد تا بتوان بهترین گزینه را انتخاب نمود، ولی با حل مساله کوله‌پشتی به راحتی می‌توان به انتخاب‌های ایده آل دست یافت این مساله در رابطه (۱۱) نشان داده شده است.

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i \alpha_i \times x_i \\ & \text{s.t.} \quad \sum_i v_i \times x_i \leq v \\ & \quad \quad x_i = 0 \text{ or } 1 \end{aligned} \quad (11)$$

حال در ادارات راه و ترابری نیز همین مساله متصور است به شکلی که بودجه کل هر اداره و اعتبار لازم برای ساخت هرراه نیز مشخص می‌باشند، همچنین ارزش یا منفعت هرراه نیز به وسیله پارامترهای معینی قابل محاسبه است لذا می‌توان این مساله را به مساله کوله‌پشتی تشبیه نمود که در آن حجم اشیا متناظر با اعتبار راه و حجم کوله‌پشتی متناظر با بودجه کل اداره می‌باشد، همچنین ارزش اشیا متناظر با منفعت یا ارزش یک راه است. در ذیل شبیه‌سازی این مساله به مساله کوله‌پشتی آورده شده است:

ابتدا با استفاده از مقدار بی‌بُعد شده هر یک از پارامترهای دارای منفعت برای هر راه مطابق جدول شماره (۸) وزن هر یک از آن‌ها براساس جدول شماره (۱۵) مشخص شده اند مقدار B_i که ارزش یا منفعت یک راه نامیده می‌شود مطابق رابطه (۱۲) محاسبه می‌گردد.

$$B_i = \sum_j b_{ij} \times w_j \quad (12)$$

که در آن b_{ij} مقدار بی‌بُعد شده پارامتر منفعت دهنده j ام برای راه i و w_j وزن همان پارامتر می‌باشد. به این ترتیب پس از محاسبه مقدار B_i برای تمام راه‌ها با استفاده از حل مساله خطی اعداد صحیح کوله‌پشتی که در رابطه (۱۳) نشان داده شده است به ازای سطوح بودجه مختلف رتبه‌بندی صورت می‌گیرد.

^۱ - Knapsack problem
^۲ - Integer programming

$$\begin{aligned} & \text{Max} \sum_i B_i \times x_i \\ & \text{s.t.} \quad \sum_i c_i \times x_i \leq C \\ & \quad x_i = 0 \text{ or } 1 \end{aligned} \tag{۱۳}$$

در این رابطه c_i هزینه بی‌بُعد شده راه i و C کل هزینه بی‌بُعد شده می‌باشد. این مساله برای سطوح مختلف C حل شده و نتایج به صورت جدول شماره (۱۸) استخراج شده است.^۱ سپس در جدول شماره (۱۹) رتبه هریک از راه‌ها با توجه به تعداد انتخابها بدست آمده است.

^۱ - کلیه محاسبات بهینه‌سازی به روش برنامه‌ریزی اعداد صحیح در محیط نرم‌افزاری WinQSB انجام شده و نتایج در پیوست ۲ آورده شده است.

جدول شماره (۱۸). نتیجه اجرای روش کوله‌پشتی برای اولویت‌بندی راه‌ها.

تعداد انتخاب	تایید یا رد پروژه با سطح بودجه												هزینه (C)	فایده (B)	مقصد	میداء	کد راه	
	%۱۰۰	%۹۰	%۸۰	%۷۰	%۶۰	%۵۰	%۴۰	%۳۰	%۲۰	%۱۰	%۵	%۲						%۱
۱۳	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱۰۴	۱۰۷۲۸	گرماب	خدابنده	۱۹۰۱
۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۳۲۶	۱۳۶۰۱	سلطانیه	ابهر	۱۹۰۲
۲	۱	۰	۰	۰	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۲۹۶۷	۸۹۳۷	چورزق	طارم	۱۹۰۳
۱۰	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۱۱۹	۸۷۸۸	چورزق	زنجان	۱۹۰۴
۱۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۱۷۸	۱۳۹۶۸	زنجان	زنجان	۱۹۰۵
۹	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۱۱۸۷	۲۵۱۹۲	زنجان	زنجان	۱۹۰۷
۱۲	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۱۶۶	۲۸۱۱۹	ابهر	زنجان	۱۹۰۸
۸	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۱۱۸۷	۲۴۷۶۴	رشت	زنجان	۱۹۰۹
۴	۱	۱	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۳۷۰۸	۱۸۲۱۷	ابهر	زنجان	۱۹۱۰
۵	۱	۱	۱	۰	۰	۱	۱	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۴۴۵	۸۱۶۶	زنجان	طارم	۱۹۱۱

جدول شماره (۱۹). رتبه‌بندی راه‌ها به روش مساله کوله‌پشتی.

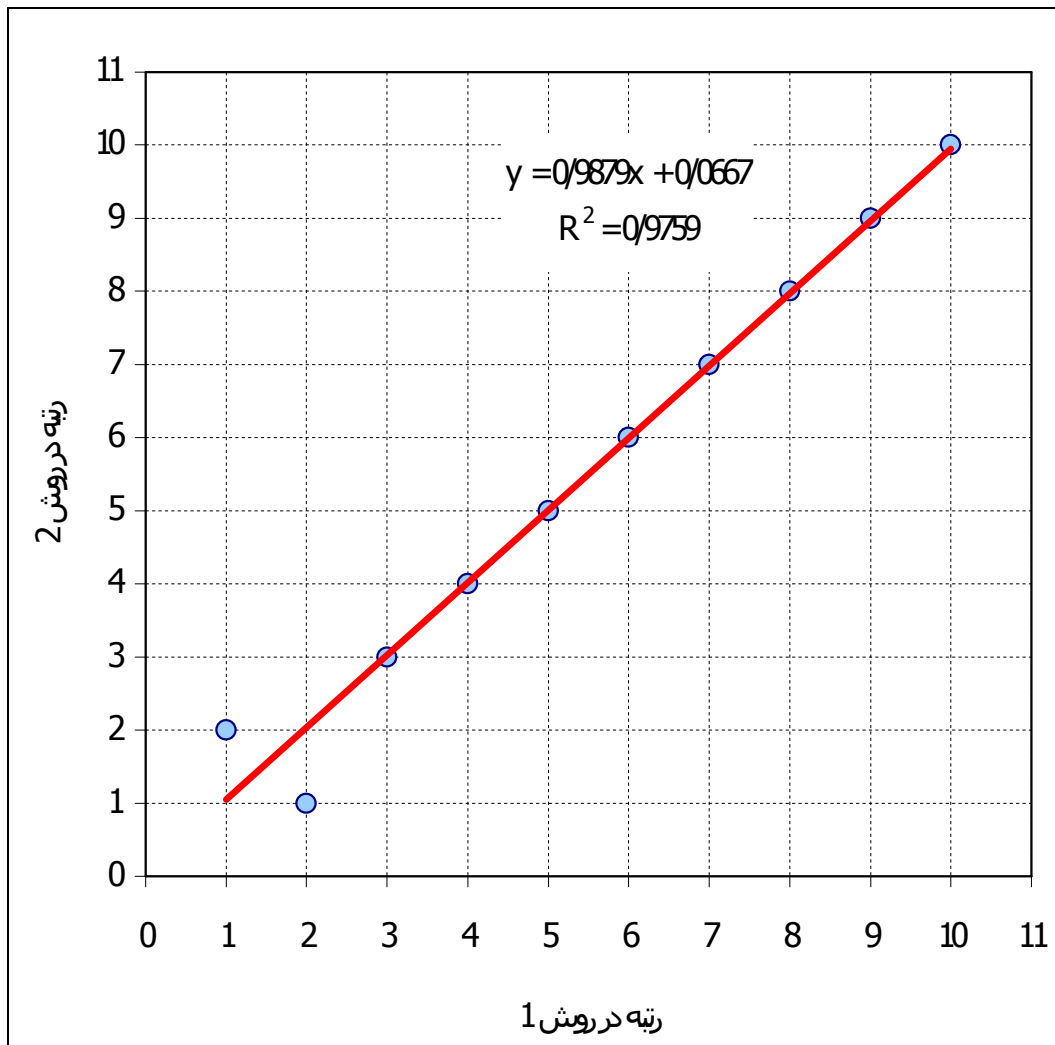
رتبه	تعداد انتخابها در سطوح مختلف بودجه	مقصد	مبدا	کد راه
۱	۱۳	گرماب	خدابنده	۱۹۰۱
۲	۱۲	ابهر	زنجان	۱۹۰۸
۳	۱۱	زنجان	زنجان	۱۹۰۵
۴	۱۰	چورزق	زنجان	۱۹۰۴
۵	۹	سلطانیه	ابهر	۱۹۰۲
۶	۹	زنجان	زنجان	۱۹۰۷
۷	۸	رشت	زنجان	۱۹۰۹
۸	۵	زنجان	طارم	۱۹۱۱
۹	۴	ابهر	زنجان	۱۹۱۰
۱۰	۲	چورزق	طارم	۱۹۰۳

۳-۳ - مقایسه دو روش و محاسبه اولویت نهایی

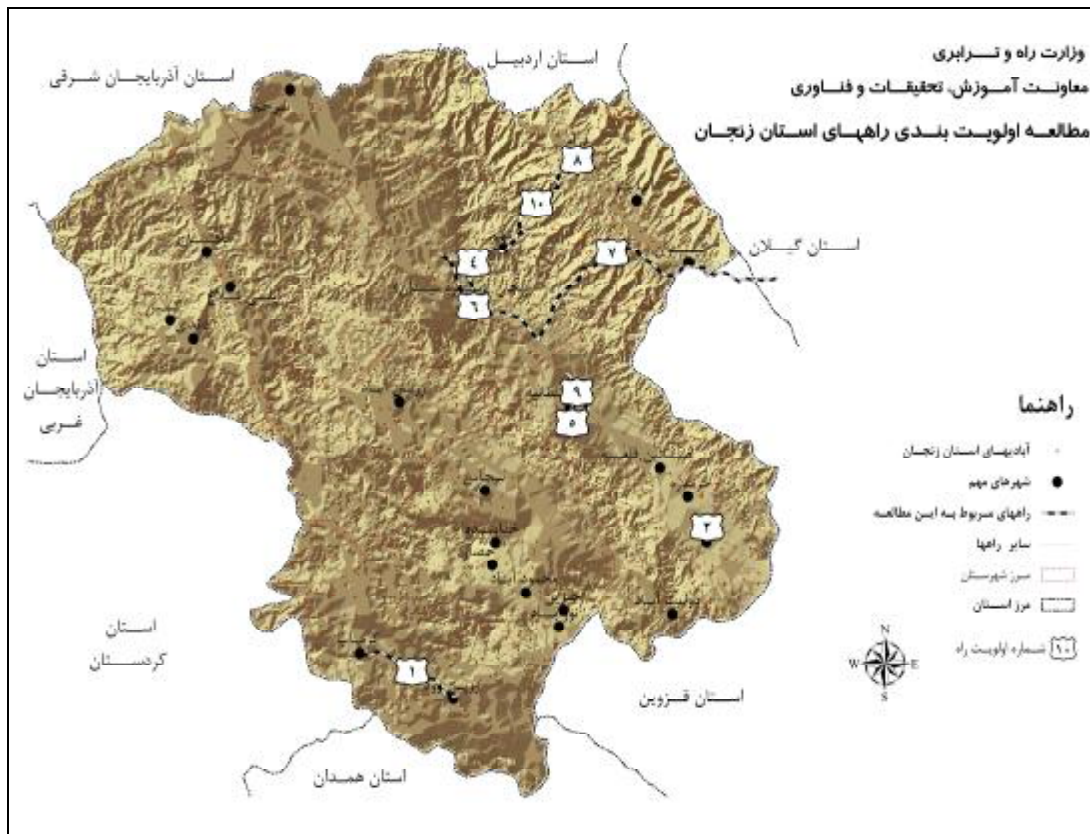
در جدول شماره (۲۰) جداول (۱۵) و (۱۹) با یکدیگر مقایسه شده‌اند، رتبه‌بندی در دو روش با یکدیگر همبستگی داشته به گونه‌ای که می‌توان از نتایج هر یک از روش‌ها به طور مستقل استفاده کرد. لذا اولویت احداث راه‌های تحت مطالعه به عنوان رتبه نهایی در جدول شماره زیر توصیه شده است.

جدول شماره (۲۰). مقایسه دو روش در حل مساله اولویت‌بندی.

رتبه نهایی	میانگین رتبه	رتبه روش ۲	رتبه روش ۱	مقصد	مبدا	کد راه
۱	۱/۵	۱	۲	گرماب	خدابنده	۱۹۰۱
۵	۵	۵	۵	سلطانیه	ابهر	۱۹۰۲
۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	چورزق	طارم	۱۹۰۳
۴	۴	۴	۴	چورزق	زنجان	۱۹۰۴
۳	۳	۳	۳	زنجان	زنجان	۱۹۰۵
۶	۶	۶	۶	زنجان	زنجان	۱۹۰۷
۲	۱/۵	۲	۱	ابهر	زنجان	۱۹۰۸
۷	۷	۷	۷	رشت	زنجان	۱۹۰۹
۹	۹	۹	۹	ابهر	زنجان	۱۹۱۰
۸	۸	۸	۸	زنجان	طارم	۱۹۱۱



شکل (۶). نمودار مقایسه‌ای دو روش استفاده شده در اولویت‌بندی راه‌های استان زنجان.



شکل (۷). اولویت احداث راه های استان زنجان.

منابع و مراجع

- [۱] دفتر اطلاعات و آمار حمل‌ونقل وزارت راه و ترابری، طرح سامانه یکپارچه اطلاعات جغرافیایی راه‌های کشور
- [۲] مهندسین مشاور مترا، مطالعات طرح جامع حمل‌ونقل و ترافیک کشور
- [۳] مرکز آمار ایران، نتایج سرشماری نفوس و مسکن سال ۱۳۸۵.
- [۴] اداره کل راه و ترابری استان زنجان، اطلاعات راه‌های استانی.
- [۵] سالنامه آماری حمل‌ونقل جاده‌ای - ۱۳۸۴ - سازمان راهداری و حمل‌ونقل جاده‌ای کشور.

پیوست ۱:

جداول تکمیل شده AHP توسط صاحب نظران استان

شماره: ۴۴۳۷۷۲
تاریخ: ۳۳۰
پیوست: ۱

بسته ای
جمهوری اسلامی ایران
وزارت راه و ترابری
اداره کل راه و ترابری استان زنجان

معاون مجتهد آموزش، تحقیقات و فن آوری
سلام علیکم

احتراماً بازگشت به نامه شماره ۲۶/۱۶۶۲۵-۸۶/۲۲۷ چنانچه تکمیل شده به
پیوست اول درج می گردد. التماس می نماید.

سید سعید لاطمی

~~مدیر کل راه و ترابری استان زنجان~~

A:4 B:6	A:6 C:4	A:3 D:7	A:3 E:7	A:5 F:5	A:3 G:7
	B:6 C:4	B:3 D:7	B:6 E:4	B:5 F:5	B:7 G:3
		C:3 D:4	C:4 E:4	C:6 F:4	C:6 G:4
			D:7 E:3	D:7 F:3	D:7 G:3
				E:6 F:4	E:6 G:4
					F:7 G:3
A:7 B:3	A:5 C:5	A:5 D:5	A:7 E:3	A:6 F:4	A:8 G:2
	B:7 C:3	B:7 D:3	B:5 E:5	B:6 F:4	B:8 G:2
		C:5 D:5	C:3 E:7	C:5 F:5	C:4 G:6
			D:4 E:6	D:4 F:6	D:4 G:6
				E:3 F:3	E:7 G:3
					F:5 G:5
A:6 B:4	A:6 C:4	A:3 D:7	A:5 E:5	A:7 F:3	A:6 G:4
	B:6 C:4	B:3 D:7	B:5 E:5	B:6 F:4	B:6 G:4
		C:4 D:6	C:4 E:6	C:6 F:4	C:6 G:4
			D:7 E:3	D:8 F:2	D:7 G:3
				E:6 F:4	E:6 G:4
					F:6 G:4

مدیرکل استان زنجان

معاونت راهسازی

معاونت راهسازی

پیوست ۲:

نمونه محاسبات مساله کوله پشتی در محیط نرم افزاری QSB

نتیجه اجرا با ۱٪ کل بودجه:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۰	۱۳۶	۰	-۱۹۹	at bound
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	-۲۹۶۴	at bound
۴	X _۴	۰	۸۸	۰	-۳۴	at bound
۵	X _۵	۰	۱۴۰	۰	-۴۳	at bound
۶	X _۶	۰	۲۵۲	۰	-۹۶۹	at bound
۷	X _۷	۰	۲۸۱	۰	۲۸۱	at bound
۸	X _۸	۰	۲۴۸	۰	-۹۷۳	at bound
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	-۳۶۳۳	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	-۳۷۶	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۱۰۷		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۱۰۴	<=	۱۰۴	۰	۱

نتیجه اجرا با ۲٪ کل بودجه:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
۱	X _۱	۱	۱	۱	۰	basic
۲	X _۲	۰	۱	۰	-۲	at bound
۳	X _۳	۰	۰	۰	-۲۹	at bound
۴	X _۴	۰	۰	۰	-۱	at bound
۵	X _۵	۰	۱	۰	۰	at bound
۶	X _۶	۰	۲	۰	-۹	at bound
۷	X _۷	۱	۲	۲	۰	basic
۸	X _۸	۰	۲	۰	-۹	at bound
۹	X _۹	۰	۱	۰	-۳۶	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۰	۰	-۴	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۳		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۲	<=	۲	۰	۱

نتیجه اجرا با ۵٪ کل بودجه:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۰	۱۳۶	۰	۱۳۶	at bound
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۰	۸۸	۰	۸۸	at bound
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۰	۲۵۲	۰	۲۵۲	at bound
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۰	۲۴۸	۰	۲۴۸	at bound
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	۸۲	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۵۲۸		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۴۴۸	<=	۵۲۰	۷۲	۰

نتیجه اجرا با ۱۰٪ کل بودجه:

	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۰	۲۵۲	۰	۲۵۲	at bound
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۰	۲۴۸	۰	۲۴۸	at bound
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	۸۲	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۷۵۲		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۸۹۳	<=	۱۰۴۰	۱۴۷	۰

نتیجه اجرا با ۲۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	-۵۴۱	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۰	basic
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۰	۲۴۸	۰	-۴	at bound
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	-۶۰۵	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	-۱۲	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۱۰۰۴		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۲۰۸۰	<=	۲۰۸۰	۰	۰

نتیجه اجرا با ۳۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۰	۱۳۶	۰	۱۳۶	at bound
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۲۵۲	at bound
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۱	۲۴۸	۲۴۸	۲۴۸	at bound
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	۸۲	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۱۱۱۶		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۲۹۴۱	<=	۳۱۲۰	۱۷۹	۰

نتیجه اجرا با ۴۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۰	basic
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۱	۲۴۸	۲۴۸	۰	basic
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۱	۸۲	۸۲	۰	basic
	Objective	Function	(Max.) =	۱۳۳۴		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۳۷۱۲	<=	۴۱۵۴	۴۴۲	۰

نتیجه اجرا با ۵۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۰	basic
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۱	۲۴۸	۲۴۸	۰	basic
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۱	۸۲	۸۲	۰	basic
	Objective	Function	(Max.) =	۱۳۳۴		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۳۷۱۲	<=	۵۱۹۴	۱۴۸۲	۰

نتیجه اجرا با ۶۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۱	۸۹	۸۹	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۰	basic
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۱	۲۴۸	۲۴۸	۰	basic
۹	X _۹	۰	۱۸۲	۰	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	۸۲	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۱۳۴۱		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۶۲۳۴	<=	۶۲۴۰	۶	۰

نتیجه اجرا با ۷۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۰	basic
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۱	۲۴۸	۲۴۸	۰	basic
۹	X _۹	۱	۱۸۲	۱۸۲	۱۸۲	at bound
۱۰	X _{۱۰}	۰	۸۲	۰	۸۲	at bound
	Objective	Function	(Max.) =	۱۴۳۴		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۶۹۷۵	<=	۷۲۷۰	۲۹۵	۰

نتیجه اجرا با ۹۰٪ کل بودجه:

	Decision	Solution	Unit Cost or	Total	Reduced	Basis
	Variable	Value	Profit c(j)	Contribution	Cost	Status
۱	X _۱	۱	۱۰۷	۱۰۷	۰	basic
۲	X _۲	۱	۱۳۶	۱۳۶	۰	basic
۳	X _۳	۰	۸۹	۰	۸۹	at bound
۴	X _۴	۱	۸۸	۸۸	۰	basic
۵	X _۵	۱	۱۴۰	۱۴۰	۰	basic
۶	X _۶	۱	۲۵۲	۲۵۲	۰	basic
۷	X _۷	۱	۲۸۱	۲۸۱	۰	basic
۸	X _۸	۱	۲۴۸	۲۴۸	۰	basic
۹	X _۹	۱	۱۸۲	۱۸۲	۰	basic
۱۰	X _{۱۰}	۱	۸۲	۸۲	۰	basic
	Objective	Function	(Max.) =	۱۵۱۶		
		Left Hand		Right Hand	Slack	Shadow
	Constraint	Side	Direction	Side	or Surplus	Price
۱	C _۱	۷۴۲۰	<=	۹۳۴۸	۱۹۲۸	۰

Ministry of Roads and Transportation
Deputy of Education Research and Technology

Provincial Roads Prioritization Document

Zanjan