

# ارزیابی مکانی ایستگاههای راه آهن استان خراسان رضوی

## با روش GIS در TOPSIS

روزبه شاد<sup>\*</sup>، استادیار، دانشکده مهندسی، گروه عمران، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

سید میلاد هدایت مفیدی، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

محمد امین صالح مقدم، دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی، واحد بین الملل دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

پست الکترونیکی نویسنده مسئول: rouzbeh\_shad@yahoo.com

دریافت: ۱۳۹۴/۰۳/۱۵ - پذیرش: ۱۳۹۴/۰۸/۱۷

### چکیده

حمل و نقل ریلی به عنوان یکی از انواع سیستم‌های حمل و نقل، با توجه به مزایایی مانند: قابلیت حمل انبوه مسافر و بار، حفظ محیط زیست، مصرف پایین انرژی و جذابیت‌های توریستی از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است. در این مقوله وجود ایستگاه‌های مناسب و در دسترس از ملزوماتی است که منجر به عملکرد بهتر شده و نقش قابل توجهی را در پیشرفت‌های اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و فرهنگی آن منطقه ایفا می‌کند. لذا در این مقاله با هدف بررسی وضعیت موجود ایستگاه‌های راه آهن در سطح استان خراسان رضوی، سعی بر آن است که وضعیت هر یک از نظر مکانی ارزیابی شده و راهکارهای عملیاتی به منظور بهبود وضعیت موجود ارایه گردد. برای تحقق این مقصود، سیستم اطلاعات مکانی در چارچوبی هدفمند و انعطاف‌پذیر جهت برنامه‌ریزی و مدیریت بهینه مورد استفاده قرار گرفته و به کمک آن گزینه‌های کارآمد مشخص می‌گردد. در نتیجه، داده‌های مکانی مرتبط شامل زیرساخت‌های جمعیتی، صنعتی و تجاری موجود، در یک پایگاه مکان‌مند آماده‌سازی شده و در فرآیند مدلسازی تصمیم‌گیری چند معیاره (TOPSIS-AHP) ارزیابی می‌گردد. در نهایت، ارزیابی ایستگاه‌های موجود نشان می‌دهد که ایستگاه مرزداران با رتبه ۲۲ بدترین ایستگاه از نظر عملکرد بوده و بهترین ایستگاه‌ها در نزدیکی شهرهای بزرگ واقع شده‌اند. علاوه بر این مقایسه‌ی نتایج ارزش‌دهی معیارها در AHP و TOPSIS می‌بین آن است که ایستگاه نقاط بیشترین تغییر رتبه را در بین گزینه‌های موجود داشته است.

واژه‌های کلیدی: ایستگاه راه آهن، سیستم اطلاعات مکانی، حمل و نقل ریلی، جانمایی، GIS، TOPSIS

### ۱- مقدمه

از خطوط ریلی، سکوها، سوزن‌ها و ساختمانهای اداری و مسکونی تشکیل شده است. تعیین مکان مناسب ایستگاه‌های راه‌آهن از مهمترین مراحل طراحی خطوط حمل و نقل ریلی است که عوامل مختلفی در آن تاثیر گذارند. این عوامل شامل: معیارهای زیست محیطی، کاربری‌ها، مراکز جمعیتی، مراکز تجاری - صنعتی و محدوده‌های نظامی که همگی دارای مولفه‌های مکان‌مندند، می‌باشند. به عنوان مثال، نزدیکی ایستگاه‌های قطار به مراکز صنعتی پیامدهایی مانند: ایجاد فرصت‌های شغلی، رشد صنعتی و توسعه‌ی فرهنگی منطقه را به دنبال خواهد داشت. لذا ارزیابی مکان‌های ایستگاه‌های

حمل و نقل ریلی به عنوان یکی از امن‌ترین و کارآمدترین روش‌های گسترش ارتباطات در جوامع مختلف قادر است که قطب‌های اجتماعی، اقتصادی، نظامی، کشاورزی و فرهنگی را به یکدیگر متصل نموده و بیشترین حجم کالا را با ضربه اطمینان بالا جابه‌جا نماید. این صنعت به دلایلی مانند: نرخ پایین کرایه، ارایه یک سیستم خدماتی یکپارچه، حداقل آلودگی، ظرفیت فوق العاده‌ی حمل و مصرف انرژی پایین، مورد توجه سیاستمداران و مسولان قرار گرفته است. در این میان نقاطی به نام ایستگاه، به منظور ارایه‌ی خدمات به مسافران و اینبارهای کالا به کار گرفته می‌شوند. به طور کلی ایستگاه، محوطه‌ای است که

مکانیابی و طراحی ایستگاه‌های حمل بار و مسافر ابداع گردید. در حال حاضر با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژیک، در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه ایستگاه‌های مدرن راه آهن برای اهداف شبکه‌های سریع السیر طراحی می‌گردد. از عوامل موثر در پیشرفت‌های امروزی صنعت حمل و نقل ریلی، مکانیابی صحیح و اصولی ایستگاه‌ها بر اساس عوامل موثر و قابل دسترس می‌باشد. در برخی کشورها (از جمله ایران) قدیمی بودن خطوط ریلی و مکانیابی غیرمنطبق با شرایط باعث شده است که عملکرد خطوط ریلی، مطابق با انتظار نباشد. مطمئناً با توجه به تغییر پدیده‌ها و شرایط در جهان واقعی، لازم است که نتایج تصمیم‌گیری‌ها در رابطه با مکان‌های ایستگاه، مطابق با زمان و مکان تغییر یابند. لذا فعالیت‌ها و پژوهش‌های مختلفی در رابطه با نحوه توسعه خطوط ریلی و ارزیابی عملکرد ایستگاه‌ها انجام شده‌اند. در این راستا در پژوهشی در کشور ایران، مساله یافتن بهترین محل برای ایستگاه راه آهن در شهر مشهد، با استفاده از دو روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) و تحلیل بوشی داده‌ها (DEA) انجام شده است. در مقاله‌ی مذکور چهار سطح کلی برای معیارهای تاثیرگذار مشخص شده‌اند که این سطوح شامل: مشخصات فنی راه آهن، کیفیت خدمات مسافری، طرح معماری و شهرسازی و تاثیر پارامترهای اقتصادی می‌باشند. به طور کلی عوامل مشخص شده بر اساس ویژگی‌های محدوده‌ی مطالعاتی و اهداف طراحی، به ۲۶ زیرمعیار تقسیم شده‌اند. برای بهبود وضعیت ایستگاه، ۵ گزینه‌ی بالقوه که شامل: الف- انتقال ایستگاه فعلی با ایستگاه سلام، ب- نوسازی ایستگاه کنونی، پ- توسعه‌ی مجدد ایستگاه فعلی و ایجاد ایستگاهی دیگر، ت- انتقال ایستگاه به رستای پاژ و ث- ایجاد ایستگاه دیگری به صورت زیرزمینی، می‌باشند، در نظر گرفته شده است. سپس ماتریس مقایسه برای ارزیابی برتری گزینه‌ها نسبت به هم به کار گرفته شده است که در نتیجه‌ی تحلیل آن با دو روش مذکور، نتیجه‌ی مشابهی حاصل گردیده است. مشکل اصلی اعمال مدل‌های مذکور، ناکارآمدی نتایج حاصل در طراحی و اجرای واقعی می‌باشد. همچنین در مقاله‌ی دیگری، که توسط بلانی و پریستون منتشر شده است، چارچوب‌هایی برای ارزیابی ایستگاه‌های راه آهن محلی، تعیین گردیده‌اند. در چارچوب‌های مذکور با توجه به پارامترهایی نظری: زمان سفر، فاصله از ایستگاه‌های مجاور، منافع و هزینه‌های طراحی و ساخت و اثرات اقتصادی، بهترین مکان برای

موجود با توجه به عوامل مکانی تاثیرگذار، ابزار قدرتمندی را با هدف ارتقاء سطح خدمات ایستگاهی، در اختیار مسولان قرار می‌دهد. سیستم اطلاعات مکانی با داشتن قابلیت‌هایی مانند تحلیل توام عوامل و فاکتورهای دخیل در مکان یک ایستگاه، راه حلی در خور و مطلوب در تصمیم‌گیری مکانی می‌باشد. در نتیجه، تلفیق قابلیت‌های این سیستم با مدل‌های کارآمد تصمیم‌گیری چند معیاره مانند AHP و TOPSIS گامی موثر در ارایه‌ی راهکارهای هرچه بهتر خواهد بود. لذا در این مقاله با توجه به لزوم توسعه‌ی خدمات ایستگاه‌های مربوط به حمل و نقل ریلی در کشور ایران، بخشی از شبکه‌ی ریلی شمال خراسان به عنوان محدوده‌ی مطالعاتی در نظر گرفته می‌شود. در ادامه عوامل و پارامترهای موثر مانند: مراکز شهری، روستاهای، مراکز صنعتی، معادن و مناطق کشاورزی-صنعتی مشخص شده و فرایند آماده‌سازی آن‌ها در یک پایگاه داده‌ی مکان‌مند انجام می‌گیرد. سپس درخت سلسله مراتب معیارها و اهداف ترسیم شده و با تشکیل ماتریس مقایسه‌ی زوجی معیارها، وزن هر عامل با کمک AHP معین می‌گردد. وزن‌های حاصل، به منظور اجرای فرایند تلفیق وزنی معیارها در محیط GIS به کار گرفته شده و محصولی شامل رتبه‌بندی خطوط ریلی (از نظر استقرار ایستگاه) به دست می‌آید. در پایان هر ایستگاه مجدد از نظر مقدار مطلوبیت در هر معیار، بررسی شده و ماتریس تصمیم TOPSIS جهت رتبه‌بندی تشکیل می‌گردد. نتایج نهایی نشانگر آرایش ایستگاه‌ها از نظر عملکرد و میان رتبه‌ی معیارها در مدل‌های AHP و TOPSIS است.

## ۲- پیشینه تحقیق

یکی از عوامل مهم در پیشرفت و توسعه‌ی حمل و نقل ریلی، مکانیابی صحیح و اصولی ایستگاه‌های راه آهن، به کمک ارزیابی عوامل موثر در زمینه‌ی دسترسی به ایستگاه‌ها می‌باشد. در بسیاری کشورها از جمله ایران، با توجه به قدیمی بودن خطوط ریلی و ایستگاه‌های راه آهن و عدم استفاده از مدل‌های تصمیم‌گیری در طراحی مکان ایستگاه‌ها، فعالیت‌های رو به رشدی در این زمینه انجام پذیرفته است. اولین ایستگاه راه آهن در سال ۱۸۰۷ در خط آهن سوانسی- مامبلز (Swansea-Mumbles)، به منظور حمل مسافر ساخته شد. سپس مبحث توسعه ایستگاه‌ها و خطوط ریلی در مسیر لیورپول- منچستر، در سال ۱۸۳۰ مدنظر قرار گرفته و روش‌های مختلفی به منظور

آن)، تاثیر گذارند. به عنوان مثال در استاندارد کامپسaks (Kampsax) که راه آهن ایران براساس آن طراحی شده است، عوامل فنی تاثیرگذار مانند: شبیب طولی کمتر از ۱/۵ در هزار و شعاع قوس بیشتر از ۵۰۰ متر، نمونه ای از پارامترهای در نظر گرفته شده می باشند. علاوه بر مسائل فنی، پارامترهایی همچون: تاثیرات زیست محیطی، تملک اراضی، محل مراکز جمعیتی- صنعتی و مانند آن، نیز بر طراحی ایستگاه های راه آهن تاثیر گذارند. این عوامل که غالباً عملکرد ایستگاهها پس از ساخت تاکید دارند (فکتورهای کیفی)، در چارچوب تعاملاتی پیچیده بر یکدیگر اثر گذاری نموده و نحوه عملکرد یک ایستگاه موجود را معین می کنند. لذا، با تعریف و مدلسازی روابط موجود بین عوامل دخیل، در قالب فرایند تصمیم گیری چند معیاره، تخمینی مطمئن از عملکرد هر ایستگاه فراهم می گردد. با در نظر گرفتن این موضوع، در ادامه مبانی و مفاهیم مرتبط با مدل های تصمیم گیری: سلسله مراتبی و تحلیل شبکه ای تشریح خواهند شد.

### ۱-۳- تحلیل سلسله مراتبی AHP

فرایند تحلیل سلسله مراتبی AHP، از جمله مهم ترین روش های ساختار یافته تصمیم گیری چند معیاره به صورت گسترش می باشد (MADM) که در طی مراحلی مانند: تشکیل درخت سلسله مراتب، ایجاد ماتریس مقایسه ای زوجی، محاسبه ناسازگاری و ارزیابی گزینه ها بر اساس وزن معیارها، قادر است که جوابه ای بهینه برای یک مساله پیچیده را تعیین نماید. این روش با داشتن خصوصیاتی مانند: سادگی، انعطاف پذیری و سازگاری با تفکرات انسانی، از جمله روش های مرسوم در رتبه بندی گزینه ها با معیارهای جبرانی است که امکان تصحیح قضاوت ها برای تصمیم گیرندگان را با توجه به شرایط فراهم می نماید. در اولین گام، درختی شامل: اهداف، معیارها، زیر معیارها و گزینه ها، با توجه به شرایط مساله و در نظر گرفتن نیازها و انتظارات، تعریف شده و روابط بین آنها به صورت سلسله مراتبی از بالا به پائین تعریف می گردد. این سلسله مراتب مین آن است که ارتباط شاخه های پایین بر مبنای مفهوم عنصر بالاتر تعریف شده و مشخصات از برگ های بالا به برگ های پایین تر ارت بری می گردد. به منظور تحلیل روابط بین شاخه های درخت لازم است که جدولی برای تبدیل مفاهیم ذهنی به کمیت های قابل قبول، طراحی شده و در اختیار کارشناسان قرار گیرد.

ایستگاه های جدید قابل تعیین می باشد. بدین منظور در این مقاله تنها بر ارزش اقتصادی و هزینه های ساخت ایستگاه جدید تاکید شده که با توجه به آن در سیستم اطلاعات مکانی، پارامترهایی مانند ارزش اقتصادی و نسبت سود به هزینه ی گزینه ها (با روش AHP) مورد ارزیابی قرار گرفته اند. علاوه بر موارد فوق فعالیت ها و پژوهش های گسترده ای در زمینه های مربوط به مدیریت و طبقه بندی ایستگاه های راه آهن اجرا شده اند. به عنوان مثال، ۱۷۰۰ ایستگاه راه آهن موجود در کشور سوئیس، بر اساس عواملی مانند: نوع و کاربری ایستگاه، میزان رفت و آمد، درآمد جاذبه های گردشگری، تاثیر جاذبه ها در تعدد سفرها، خدمات قابل ارایه توسط هر ایستگاه و الگوهای جغرافیایی مشترک، در قالب کار گروهی طبقه بندی شدند. همان گروه با هدف برنامه ریزی برای جذب بیشتر مسافر و بهبود شرایط ایستگاه ها، عوامل تاثیرگذار و توابع کلی مکان ایستگاه های راه آهن را شناسایی و ارزیابی نمودند. این عوامل شامل: ارتباط حوضه های آبریز با شبکه های حمل و نقل ریلی، نحوه ارتباط با سایر سیستم های حمل و نقل، سهولت استفاده هی تجاری از املاک و مستغلات اطراف ایستگاه، توانایی ارایه فضاهای عمومی و پتانسیل های طبیعی، به همراه هویت مناطق اطراف ایستگاه می باشند. با بررسی کلی تحقیقات انجام شده در زمینه بهبود وضعیت ایستگاه های راه آهن، مشخص می گردد که به طور کلی عملکرد مکانی هر ایستگاه مورد توجه قرار نگرفته و مدل های مورد استفاده نتایج مقبولی را از نظر صرف جویی در هزینه های اقتصادی ارایه ننموده اند. لذا در این مقاله با توجه به مشخصات روش تصمیم گیری چند معیاره (TOPSIS) و تلفیق آن با روش سلسله مراتبی (AHP)، طرحی کارآمد به منظور بهبود عملکرد مکانی ایستگاه های راه آهن ارایه می گردد. در این حالت با توجه به نتایج اولویت بندی ارایه شده، تخمینی موثر از راه حل ها و ایده های بهبود شرایط موجود، معین خواهد شد که در نهایت منجر به افزایش کارآمدی حمل و نقل ریلی می گردد.

### ۳- تئوری کار

از مهم ترین مراحل طراحی در خطوط ریلی مکان گزینی و ارزیابی ایستگاه های راه آهن است که در آن عوامل فنی (مانند شبیب زمین، شعاع قوس افقی و نظیر آن)، پارامترهایی بهره برداری (همچون هزینه، سرعت حمل و نقل و غیره) و فاکتورهای کیفی (از قبیل نحوه سرویس دهی، دسترسی و مانند

جدول ۱. جدول ترجیحات ذهنی و نحوه تبدیل آن به اعداد منطقی

ارزش	وضعیت مقایسه i نسبت به j	توضیع
۱	ترجیح یکسان (Equally Preferred)	شاخص i نسبت به j اهمیت برابر داشته و یا ارجحیتی نسبت به هم ندارند.
۳	کمی مرجع (Moderately Preferred)	گزینه‌ی i نسبت به j کمی مهمتر است.
۵	خیلی مرجع (Strongly Preferred)	گزینه‌ی i یا شاخص i نسبت به j مهمتر است.
۷	خیلی زیاد مرجع (Very strongly Preferred)	گزینه‌ی i دارای ارجحیت خیلی بیشتری نسبت به j است.
۹	کاملاً مرجع (Extremely Preferred)	گزینه‌ی i از j مطلقاً مهمتر بوده و قابل مقایسه با j نیست.
۲-۶	بینابین	از شهای بینابین را نشان می‌دهد (مثلاً ۸ بینگر اهمیتی بیشتر از ۷ و کمتر از ۹ برای i است).

سپس به منظور استانداردسازی جدول ۲، مجموع عناصر هر ستون محاسبه شده و هر درایه به طور مجزا بر آن تقسیم می‌شود تا در نهایت، میانگین هندسی هر سطر یا همان بردار ویژه (وازن نهائی) بدست آید. در این مرحله لازم است که قبل از محاسبه اوزان، حداکثر مقادیر ویژه ماتریس زوجی ( $\lambda_{max}$ ) که از ضرب بردار وزن در ماتریس مقایسه حاصل می‌گردد، محاسبه شده و شاخص ناسازگاری (I.I.) طبق رابطه ۱ معین گردد.

$$I.I. = \frac{\lambda_{max}-n}{n-1} \quad (1)$$

با محاسبه شاخص ناسازگاری، نرخ ناسازگاری (I.R.) از رابطه ۲ معین شده که در آن شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.) به عنوان مبنای برای ناسازگاری ماتریس مقایسه زوجی منتج می‌گردد (جدول ۳). در نهایت نرخ ناسازگاری محاسبه شده با شرط کوچکتر از ۰/۱۰ قابل قبول است، در غیر این صورت قضاوت‌ها بایستی مجدداً گردآوری گرددند.

$$I.R. = (I.I.)/(I.I.R.) \quad (2)$$

هر کارشناس دارای مفاهیم ذهنی و تعاریف مختلفی از رتبه‌ی فاکتورهای موثر در مساله‌ی تصمیم‌گیری است که با دیگر کارشناسان متفاوت است. لذا لازم است، در جدول ترجیحات مطلوب، مفاهیم ذهنی یکسان شده و به منظور ادامه محاسبات با مقادیر عددی جایگزین گرددند (جدول ۱). پس از تعریف جدول ترجیحات، ماتریس مقایسه زوجی معیارها از طریق مصاحبه‌ی کارشناسی و فرمهای طراحی شده برای هر معیار، قابل تعیین است. عناصر این ماتریس حاصل تقسیم ترجیحات ذهنی کارشناسان برای معیار آم و آزم می‌باشند که قبل از طریق جدول ۱ کمی‌سازی شده‌اند. همانطور که در جدول ۲ ملاحظه می‌گردد، عناصر بالای قطر اصلی و پایین آن معکوس یکدیگر بوده و درایه‌های تشکیل دهنده‌ی قطر اصلی دارای مقدار واحد هستند.

جدول ۲. ماتریس مقایسه زوجی معیارها

بردار ویژه	معیار ۱	معیار ۲	معیار ۳	معیار ۴	معیار ۵	معیار ۶	معیار ۷	معیار ۸	معیار ۹	معیار ۱۰
معیار ۱	1	a	b	c	A					
معیار ۲	1/a	1	1/d	1/e	B					
معیار ۳	1/b	d	1	f	C					
معیار ۴	1/c	e	1/f	1	D					

جدول ۳. شاخص ناسازگاری ماتریس تصادفی (I.I.R.)

N	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰
I.I.R.	۰	۰	۰/۹	۰/۵۸	۱/۱۲	۱/۲۴	۱/۳۲	۱/۴۱	۱/۴۵	۱/۴۵

استاندارد گردد. برای این کار هر یک از مقادیر  $X_{ij}$  به ازای هر  $j$  بر اندازه‌ی بردار شاخص مربوطه تقسیم می‌شود.

$$r_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}} \quad (4)$$

پس از محاسبه‌ی مقادیر نرمال شده‌ی  $r_{ij}$  و تشکیل ماتریس نرمال تصمیم، فرایند وزن دهی اعمال شده تا اولویت هر معیار در ماتریس تصمیم منظور گردد. بدین مقصود مقدار هر  $r_{ij}$  در وزن معیار مربوطه ضرب می‌شود تا ارزشهای وزن دار ( $v_{ij}$ ) حاصل گردند. در این حالت مجموع وزن‌های اختصاص داده شده به معیارها برابر با عدد یک می‌باشد(رابطه ۵).

(5)

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n) \sum_{j=1}^n w_j = 1$$

در ادامه، پس از وزن دار نمودن ماتریس تصمیم نرمال، لازم است که به ازای هر معیار یک گزینه‌ی ایده‌آل مثبت و یک گزینه‌ی ایده‌آل منفی (ضد ایده‌آل) تعیین گردد. برای تعیین ایده‌آل مثبت (مطابق با رابطه ۶)، در معیارهای سود گزینه‌ای که بالاترین رقم را داراست و در معیارهای هزینه، گزینه‌ای که کمترین عدد را به خود اختصاص داده است، انتخاب می‌شود (A\*). به همین ترتیب به منظور مشخص نمودن ایده‌آل منفی، برای هر معیار سود جوابی با کمترین ارزش و بالعکس در شاخصهای هزینه آلترا ناتیوی با مطلوبیت بالا معین شده که با A- نشان داده می‌شود (رابطه ۷).

(6)

$$\begin{aligned} A^* &= \left\{ \left( (\max v_{ij}) \mid j \in J \right), \left( \min v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \\ &= \{v_1^*, v_2^*, \dots, v_j^*, \dots, v_n^*\} \end{aligned} \quad (7)$$

$$\begin{aligned} A^- &= \left\{ \left( (\min v_{ij}) \mid j \in J \right), \left( \max v_{ij} \mid j \in J' \right) \mid i = 1, 2, \dots, m \right\} \\ &= \{v_1^-, v_2^-, \dots, v_j^-, \dots, v_n^-\} \end{aligned}$$

در روابط ۶ و ۷  $J = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$  ، اندیس شاخصهای سود و  $J' = \{j = 1, 2, 3, \dots, n\}$  اندیس مربوط به پارامترهای هزینه می‌باشند. در مرحله‌ی بعد، با اعمال

پس از تعیین وزن هر یک از معیارها، در گام بعد باستی گزینه‌ها به صورت زوجی و براساس رتبه هر معیار مقایسه شوند. لذا امتیاز هر گزینه با در نظر گرفتن مجموع حاصلضرب وزنی هر معیار در مقدار استاندارد شده آن گزینه، بهدست آمده و به عنوان امتیاز نهایی منظور می‌گردد. در این راستا، برای استانداردسازی لازم است ماتریس تصمیم که ستونهای آن مشتمل از معیارها و سطرهای آن شامل گزینه‌ها می‌باشند، تشکیل شده و مقدار مطلوبیت ماکریم گزینه‌های مختلف در آن معیار، معین شود. سپس هر آرایه ستونی بر عدد حاصل تقسیم شده و ماتریس استاندارد نهایی بهدست می‌آید. در نهایت، امتیازات نهایی هر گزینه ارزیابی شده و فرایند اولویت بندی به منظور تعیین بهترین گزینه انجام می‌شود.

## ۲-۳- تصمیم گیری چند معیاره بر اساس راه حل ایده‌آل TOPSIS

در روش تاپسیس لازم است که هر گزینه‌ی انتخابی، کمترین فاصله را با جواب ایده‌آل و بیشترین فاصله را با راه حل ضد ایده‌آل داشته باشد. اگر به عنوان مثال،  $m$  گزینه موجود توسط  $n$  شاخص یا معیار مورد ارزیابی قرار گیرند، ماتریسی به نام ماتریس تصمیم مطابق رابطه ۳ تشکیل خواهد شد که بر اساس آن فرایند مذکور طراحی و اجرا می‌گردد.

(3)

$$D = \begin{bmatrix} X_1 & X_2 & & X_j & & X_n \\ A_1 & X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1j} & \dots & X_{1n} \\ A_2 & X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2j} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ A_i & X_{i1} & X_{i2} & \dots & X_{ij} & \dots & X_{in} \\ \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & & \vdots \\ A_m & X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mj} & \dots & X_{mm} \end{bmatrix}$$

در ماتریس فوق  $A_i$  نشان دهنده‌ی گزینه‌ی  $i$  ام و  $X_{ij}$  بیانگر مقدار عددی به دست آمده از مطلوبیت گزینه  $i$  با توجه به معیار  $j$  است. در این ماتریس، افزایش مقدار  $X_{ij}$  در معیارهای سود نشانگر مطلوبیت بالا بوده و ارزش کمتر آن می‌باشد. این موضوع مناسبت کمتر گزینه‌ی  $i$  به ازای معیار  $j$  ام می‌باشد. در معیارهای هزینه با توجه به اینکه هزینه‌ی کمتر مطلوب‌تر است، بالعکس می‌گردد. پس از تشکیل ماتریس تصمیم، در اولین گام لازم است که ماتریس مورد نظر نرمالسازی و

تلقیق می‌شوند. حاصل تلقیق مذکور نقشه‌ی مطلوبیت نهایی بوده که در هر ایستگاه (با توجه به محدوده‌ی تاثیر هر یک)، عملکرد آن را تعیین می‌نماید. لذا به ازای هر موقعیت ایستگاهی میزان مطلوبیت استخراج شده و جدول اولویت حاصل از اعمال AHP، به دست می‌آید. در روش TOPSIS میزان تاثیر هر یک از معیارها به طور مجزا در هر ایستگاه معین شده و در چارچوب ماتریس تصمیم، به منظور تعیین اولویت‌های نهایی تحلیل می‌گردد. در انتهای فلوچارت نتایج اولویت بندی حاصل از اعمال مدل‌های تصمیم‌گیری TOPSIS و AHP مقایسه شده و میزان تغییر در نتایج مشخص می‌شود.

#### ۴-۱- محدوده‌ی مطالعاتی

محدوده‌ی مطالعاتی مورد نظر، در شمال خراسان بزرگ و در شعاع ۱۰۰ کیلومتری از خطوط ریلی موجود در نظر گرفته شده است. همانطور که در شکل ۲ نشان داده می‌شود، این منطقه با توجه به جمعیت، موقعیت صنعتی و شرایط اقتصادی، دارای حجم وسیعی از فعالیتها می‌باشد. ایستگاه‌های راه‌آهن موجود در محدوده‌ی مطالعاتی (۲۲ ایستگاه)، از نظر کارکرد به انواع: گار، درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳ تقسیم می‌شوند (جدول ۶). خطوط ریلی متصل کننده‌ی ایستگاه‌های مذکور شامل خطوط نقاب-مشهد و مشهد-سرخس به ترتیب دوخطه و تک خطه طراحی شده‌اند. در بین ایستگاه‌های موجود، مشهد و سرخس که از نوع گار می‌باشند، از نظر تجاری و بین‌المللی حائز اهمیت بوده و برنامه‌ریزی و ساماندهی حرکت قطارها را انجام می‌دهند. ایستگاه‌های درجه ۱ مانند ایستگاه شهید مطهری در مجاورت شهرها و مراکز تجاری و صنعتی قرار گرفته و شامل تاسیسات فنی و اداری از قبیل دپو، تعمیر و نظایر آن می‌باشند. ایستگاه‌های درجه ۲ مانند سبزوار، بنابر مقتضیات و نیازهای منطقه احداث گردیده و عملیاتی مانند حمل مسافر و بار در آنها انجام می‌گیرد. در نهایت ایستگاه‌های درجه ۳ نظیر خیام فقط در شرایط اضطراری و در صورت ضرورت، جهت بالا بردن ظرفیت ترافیکی و تلاقي زمانی قطارها به کار گرفته می‌شوند. بررسی وضعیت ایستگاه‌ها در این محدوده که با توجه به عوامل قدیمی انجام شده است، نشان می‌دهد که مسائل مرتبط با توسعه‌ی صنعتی، شرایط اقلیمی و تغییر وضعیت اجتماعی- اقتصادی، در موقعیت ایستگاه‌ها لحاظ نشده‌اند. این در حالی است که شرایط و عوامل، در محدوده‌ی مذکور تغییر

روابط ۸ و ۹ اندازه‌ی اختلاف هر راه حل از گزینه‌های ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه شده و به ترتیب با  $S_j^*$  و  $\bar{S}_j$  نشان داده می‌شوند. در این روابط  $v_j$  درایه‌ی مربوط به گزینه‌ی آم از معیار آم در ماتریس نرمال وزنی است و  $v_j^*$  و  $\bar{v}_j$  به ترتیب ایده‌آل‌های مثبت و منفی مربوط به معیار آم هستند.

(۸)

$$S_j^* = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^*)^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (9)$$

$$S_j^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (v_{ij} - v_j^-)^2} \quad i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (10)$$

در ادامه در رابطه‌ی ۱۰ با داشتن فاصله‌ی گزینه‌ها از ایده‌آل مثبت و ایده‌آل منفی، نزدیکی نسبی به راه حل ایده‌آل محاسبه می‌گردد ( $C_i^*$ ). این پارامتر نشان دهنده‌ی امتیاز نهایی هر گزینه بوده که بر اساس آن رتبه‌بندی جوابها می‌سازد. بدین صورت که گزینه‌ی  $i$  با  $C_i^*$  بیشتر در اولویت بالاتر قرار گرفته و سایر موارد در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند.

(10)

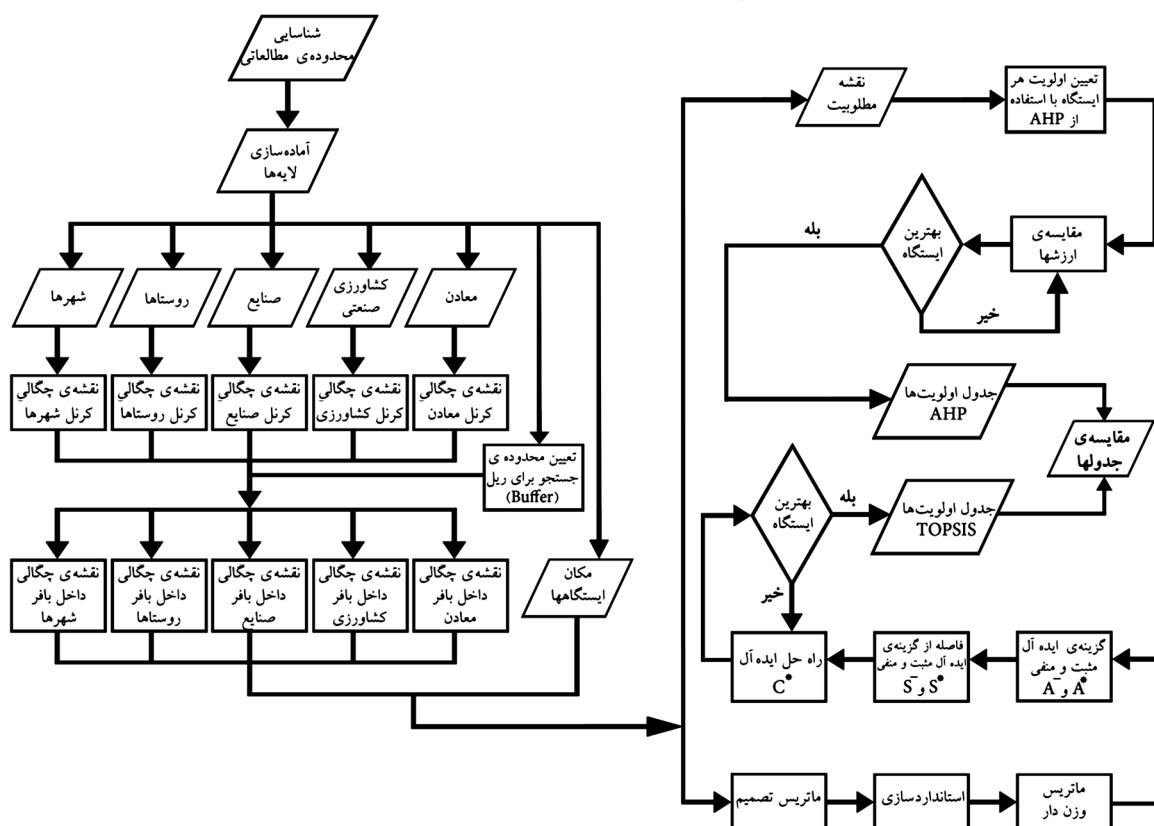
$$C_i^* = \frac{S_i^-}{S_i^* + S_i^-} \quad 0 < C_i^* < 1$$

#### ۴-پیاده سازی

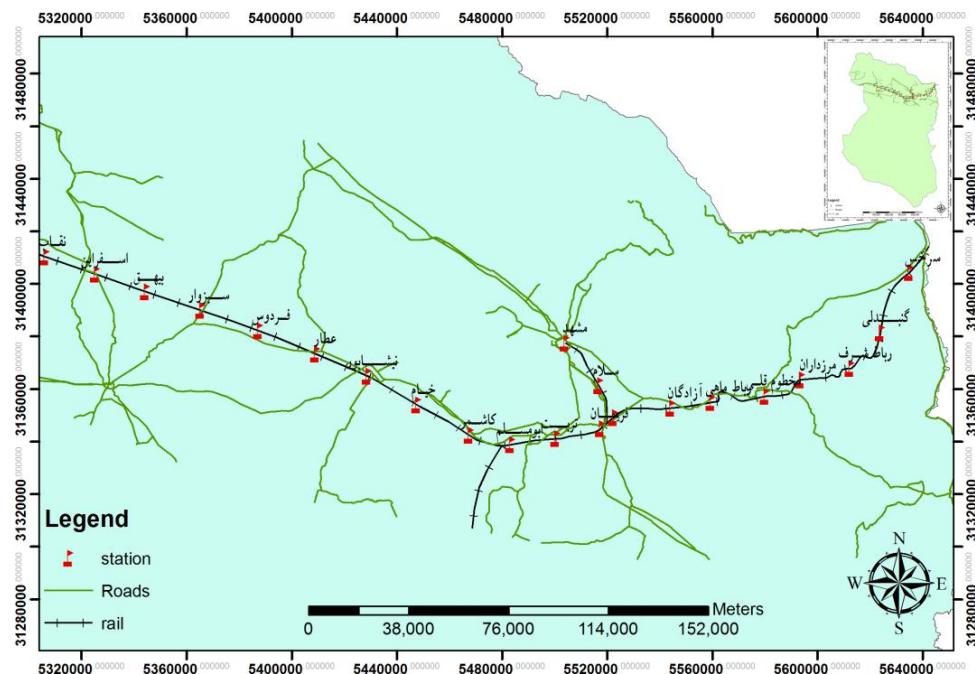
به منظور پیاده‌سازی روش‌های TOPSIS و AHP و مقایسه‌ی آنها در اولویت‌بندی ایستگاه‌های راه‌آهن، مراحلی شامل: شناسایی محدوده‌ی مطالعاتی، آمده‌سازی معیارها، تلفیق وزنی، اعمال مدل‌ها و ارزیابی نتایج، طراحی شده است (شکل ۱). در این راستا ابتدا لایه‌های معادن، کشاورزی صنعتی، صنایع، روستاهای و شهرها به همراه ایستگاه‌های راه‌آهن موجود، در محدوده‌ی مطالعاتی جمع‌آوری شدند. هر یک از لایه‌های مکانی مذکور، بر اساس جستجوهای میدانی و بررسی آماری سازمانی به همراه نظرات کارشناسی در مساله تعیین عملکرد هر ایستگاه مورد استفاده قرار می‌گیرد. هر لایه به طور مجزا و به کمک فرایند پردازشی تهیه‌ی نقشه‌ی چگالی، منجر به تولید نقشه‌ی معیار می‌گردد. نقشه‌های معیار با استفاده از تحلیل GIS سلسله مراتبی وزن‌دهی شده و در قالب توابع تحلیلی

کمک قابل ملاحظه‌ای به رشد اقتصادی و فرهنگی منطقه خواهد نمود.

نموده و در نتیجه، ساماندهی و ارزیابی عملکرد ایستگاه‌های موجود ضرورت دارد. لذا ارائه‌ی فرایندی جامع به منظور اولویت‌بندی کارکرد هر ایستگاه و مقایسه‌ی کارایی هر یک،



### شکل ۱. فلوچارت مراحل اجرا و پیاده سازی



شکل ۲. نقشه‌ی محدوده مطالعاتی راه آهن استان خراسان رضوی

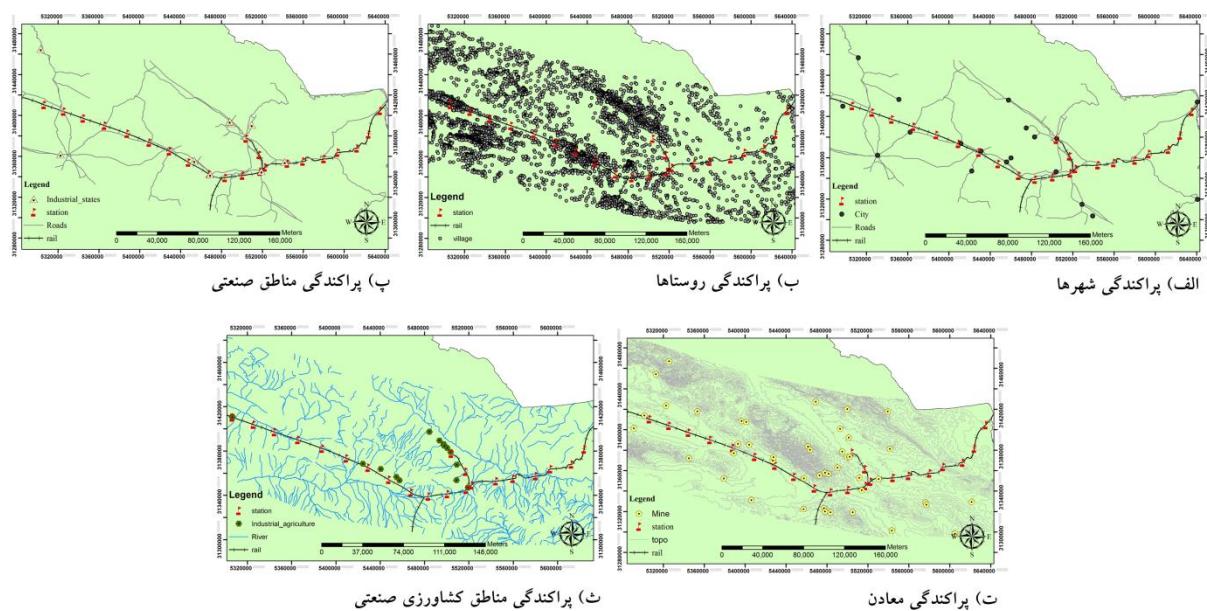
#### جدول ۴. نام ایستگاه‌ها به همراه طول و عرض جغرافیایی هر یک

ایستگاه	X	Y	ایستگاه	X	Y
مشهد	۷۳۵۶۰۴	۴۰۲۰۹۵۹	بیفق	۵۷۵۷۲۶	۴۰۴۲۳۹۸
سلام	۷۴۶۲۶۸	۴۰۰۲۸۹۴	اسفراین	۵۵۶۶۴۵	۴۰۴۹۰۵۴
فریمان	۷۴۹۱۴۱	۳۹۸۷۶۱۷	نقاب	۵۳۷۴۵۰	۴۰۵۶۷۴۰
تربت	۷۳۲۲۹۹	۳۹۸۲۳۰۸	شهیدمطهری	۷۵۴۱۵۰	۳۹۹۰۹۶۳
ابو مسلم	۷۱۰۰۵۹	۳۹۸۰۶۱۲	آزادگان	۷۷۶۳۶۹	۳۹۹۱۹۵۲
کاشمر	۶۹۹۳۹۷	۳۹۸۲۸۰۷	رباط ماهی	۷۹۱۴۳۱	۳۹۹۶۵۰۲
خیام	۶۷۹۳۲۴	۳۹۹۵۲۶۹	مختوم قلی	۸۱۲۱۸۲	۳۹۹۶۹۱۱
نیشابور	۶۶۰۴۸۸	۴۰۰۷۰۳۰	مرزداران	۸۲۵۶۸۳	۴۰۰۱۳۸۴
عطار	۶۴۰۶۳۰	۴۰۱۶۵۷۴	رباط شرف	۸۴۴۵۱۷	۴۰۰۶۸۲۰
فردوس	۶۱۸۹۶۶	۴۰۲۶۱۸۱	گندلی	۸۵۴۱۷۸	۴۰۲۱۷۸۴
سیزووار	۵۹۶۸۳۱	۴۰۳۴۴۸۸	سرخس	۸۷۱۴۰۹	۴۰۳۸۵۴۳

جمع آوری شدند. با مشاهده شکل ۳ مشخص می‌گردد که پراکندگی مکانی عوامل مذکور به نحوی با گسترش خطوط ریلی و محل ایستگاه‌ها، مرتبط می‌باشند. این داده‌ها بر اساس نقشه‌های توپوگرافی ۱:۱۰۰۰۰ سازمان نقشه‌برداری کشور و با سیستم تصویر لبرت (Lambert) در پایگاه داده‌ی مکانی ذخیره سازی شده‌اند.

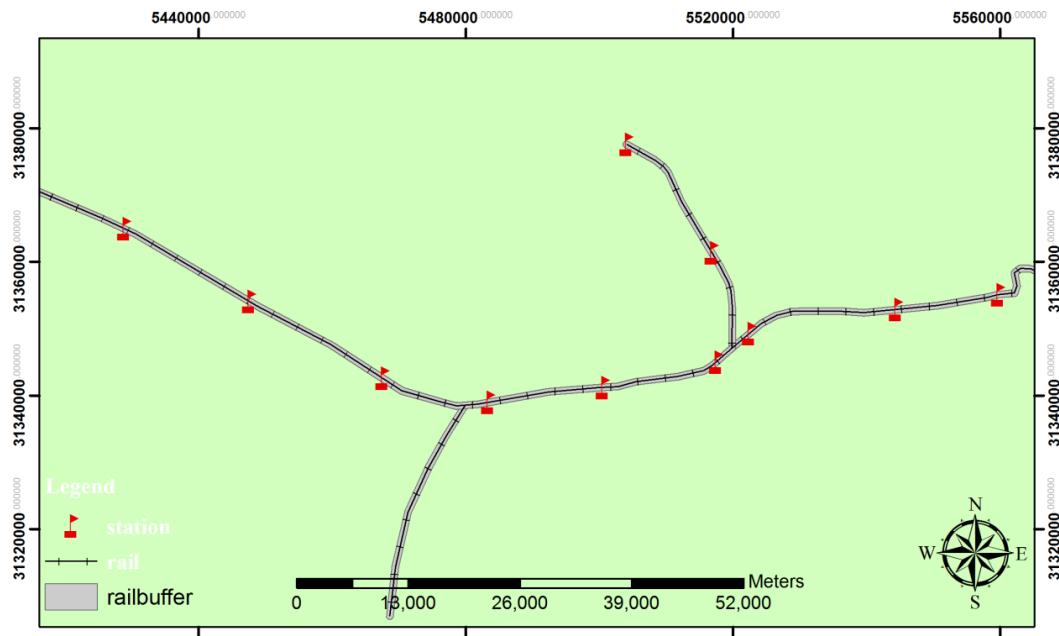
#### ۴-۲- پردازش اطلاعات و مستندات

پس از شناسایی خصوصیات محدوده‌ی مطالعاتی و لزوم بررسی وضعیت ایستگاه‌های موجود در آن، به کمک نظرات کارشناسی و مستندات سازمانی در دسترس، داده‌های مرتبط با پراکندگی و توزیع شهرها، روستاهای اطراف، مراکز صنعتی موجود، معادن فعال و محدوده‌های کشاورزی صنعتی،



است. سپس به ازای هر عامل، نقشه های چگالی مکانی به روش کرنل تهیه شده و در حوزه های تاثیر ریلی برش داده می شوند. شکل ۵ نقشه های توزیع مکانی روستاها، مناطق صنعتی، معادن و مناطق کشاورزی صنعتی را نشان می دهد که در هر یک محدوده های سفید رنگ دارای چگالی بیشتری بوده و محدوده های سیاه رنگ از چگالی کمتری برخوردارند.

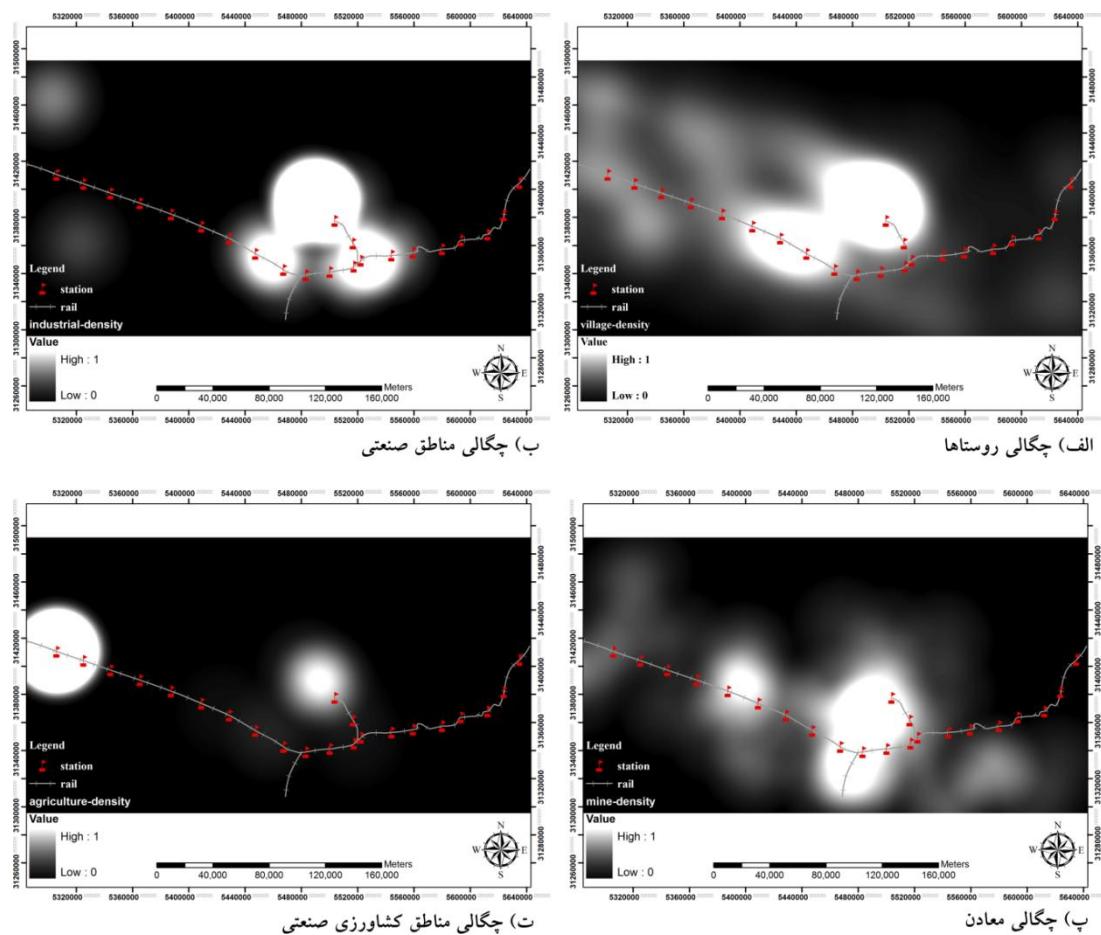
پس از ذخیره سازی داده ها، لایه های حریم خطوط ریلی، بر اساس محدوده های تاثیر مکانی ایستگاه ها مشخص می گردد. این حریم بر مبنای فرایند ایجاد بافر، در محدوده ای به پهنه ای ۵۰۰ متر، از دو طرف خطوط ریلی در نظر گرفته می شود (شکل ۴). عدد ۵۰۰ متر بر اساس نظرات کارشناسی و تجربیات موجود در زمینه ای احداث ایستگاه های راه آهن و حریم آنها معین شده



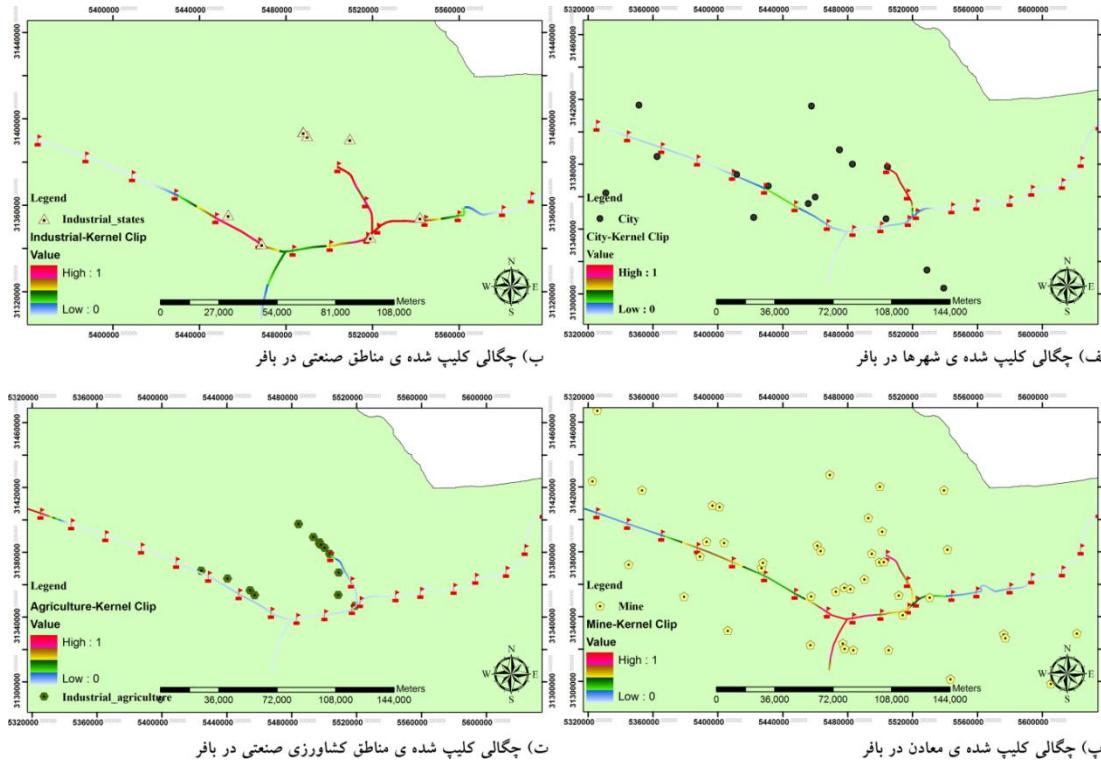
شکل ۴. حوزه های تاثیر ریلی حاصل از آنالیز بافر به شعاع ۵۰۰ متر

در جدول ۷، وضعیت هر ایستگاه به ازای توزیع مکانی عوامل مذکور مشخص شده است که با بررسی آن، وضعیت تقریبی هر ایستگاه معین می گردد. سپس هر یک از عوامل بر اساس فرایند تحلیل سلسله مراتبی و تشکیل ماتریس مقایسه هی زوجی وزن دهی شده و در نتیجه اهمیت هر یک حاصل می گردد (جدول ۸ و ۹). ماتریس مقایسه هی زوجی از طریق تلفیق نظرات کارشناسی معین شده و مقدار ناسازگاری آن در حد مجاز می باشد. مقایسه هی مقادیر جدول ۹ نشان می دهد که بیشترین وزن مربوط به تراکم مرکز شهری و کمترین وزن متعلق به عامل توزیع مکانی کشاورزی صنعتی می باشد. این موضوع حاکی از آنست که در طراحی خطوط ریلی مذکور ایجاد ارتباط بین مراکز شهری و جابه جایی مسافر، نسبت به عامل پیشرفت و توسعه هی کشاورزی و صنعتی منطقه، اهمیت بیشتری داشته است.

نقشه های چگالی، مقادیر توزیع مکانی را در هر پیکسل، بر اساس تعداد وقوع آن پدیده بر هر کیلومتر مربع محاسبه می کنند. برای ایجاد یک فضای استاندارد محاسباتی و همسان سازی تخمین ها، مقادیر چگالی باقیستی در بازه هی صفر تا یک تصویر شوند. لذا برای تحقق این هدف از روش استانداردسازی بر مبنای تقسیم بر ماکرژیم مقدار استفاده شده است. در مرحله هی بعد، لایه های بافر با هر عامل ترکیب شده و نقشه های چگالی به ازای هر عامل، در محدوده های تاثیر، استخراج می گردند. این عمل به کمک تابع برش (Clip) و اعمال آن بر روی ساختار رستری مرتبط با هر پارامتر، قابل انجام است. در شکل ۶، به ترتیب نقشه های چگالی برش یافته هی شهرها، مناطق صنعتی، معادن و مناطق کشاورزی صنعتی، به عنوان نمونه آورده شده اند. همانطور که مشاهده می شود، هر چه مقدار پیکسل ها از عدد صفر به سمت عدد یک تغییر نماید، احتمال وقوع مکانی تاثیر آن عامل بیشتر می شود.



شکل ۵. نمونه نقشه‌های توزیع مکانی عوامل موثر



شکل ۶. نمونه نقشه‌های توزیع مکانی هر یک از معیارها در حوزه‌ی تاثیر خطوط ریلی

جدول ۵. وزن ایستگاهها در در هر معیار

ایستگاه	شهر	روستا	کشاورزی صنعتی	معدن	صنعتی
مشهد	.۰/۵۲۱۲	.۰/۴۰۶۸	.۰/۰۳۵۸	.۰/۶۴۴۳	.۰/۴۷۰۷
سلام	.۰/۰۳۹۶	.۰/۲۰۲۷	.۰/۰۱۹۲	.۰/۰۵۰۶	.۰/۵۶۳۱
فریمان	.۰/۰۱۰۱	.۰/۲۳۲۶	.۰/۰۰۸۱	.۰/۹	.۰/۲۱۴۵
تریت	.۰/۰۴۴۶	.۰/۳۴۳۵	.۰/۰۲۸۶	.۰/۸۵۴۸	.۰/۴۵۰۷
ابومسلم	.۰/۰۱۴۴	.۰/۰۵۹۵۸	.۰/۰۳۷۲	.۰/۴۱۲۲	.۰/۴۵۶۸
کاشمر	.۰/۰۹۲۲	.۰/۶۳۶۲	.۰/۰۱۶۴	.۰/۳۴۷۴	.۰/۱۲۴۴
خیام	.۰/۰۰۹۸	.۰/۲۸۰۵	.۰/۰۰۰۱	.۰/۶۷۵۱	.
نیشابور	.۰/۰۲۳۸	.۰/۰۲۶۵	.	.۰/۲۲۱۲	.
عطار	.۰/۰۱۳۵	.۰/۰۲۰۴۵	.	.۰/۱۴۲۷	.
فردوس	.۰/۰۰۱۱	.۰/۰۲۶۲۸	.۰/۰۰۰۵	.۰/۱۷۸۹	.
سبزوار	.۰/۰۰۴۹	.۰/۰۲۹۵۱	.۰/۹۹۹۹	.۰/۳۴۱۸	.
بیهق	.۰/۰۷۱۱	.۰/۰۲۱۲۸	.۰/۰۱۹۹	.۰/۴۷۲۵	.۰/۶۱۴۷
اسفراین	.	.۰/۰۱۴	.	.۰/۱۲۲۶	.۰/۱۸۷۱
نقاب	.۰/۹۹۹۲	.۰/۰۹۸۹۴	.۰/۰۱۵۸۳	.۰/۸۲۰۷	.۰/۹۷۶۱
شهید مطهری	.۰/۰۱۵۲	.۰/۰۲۱۷۳	.۰/۰۱۱۸	.۰/۰۷۹۳۷	.۰/۳۱۴۵
آزادگان	.۰/۰۳۹۷	.۰/۰۴۵۰۷	.۰/۰۰۷۳	.۰/۰۰۱	.
رباط ماهی	.	.۰/۰۱۳۸۶	.۰/۰۰۴۶۴	.۰/۰۹۵۵	.۰/۴۳۴۹
مخنثوم قلی	.	.۰/۰۴۷۴	.	.۰/۱۰۲۵	.۰/۰۰۱۵
مرزداران	.	.۰/۰۴۴۷	.	.۰/۰۰۱۱	.
رباط شرف	.	.۰/۰۰۵۲۱	.	.۰/۰۰۰۲	.
گندلی	.۰/۰۰۰۵	.۰/۰۶۲۲	.	.	.
سرخس	.۰/۰۱۳	.۰/۰۱۰۸۳	.	.	.

جدول ۶. ماتریس وزن نسبی معیارها

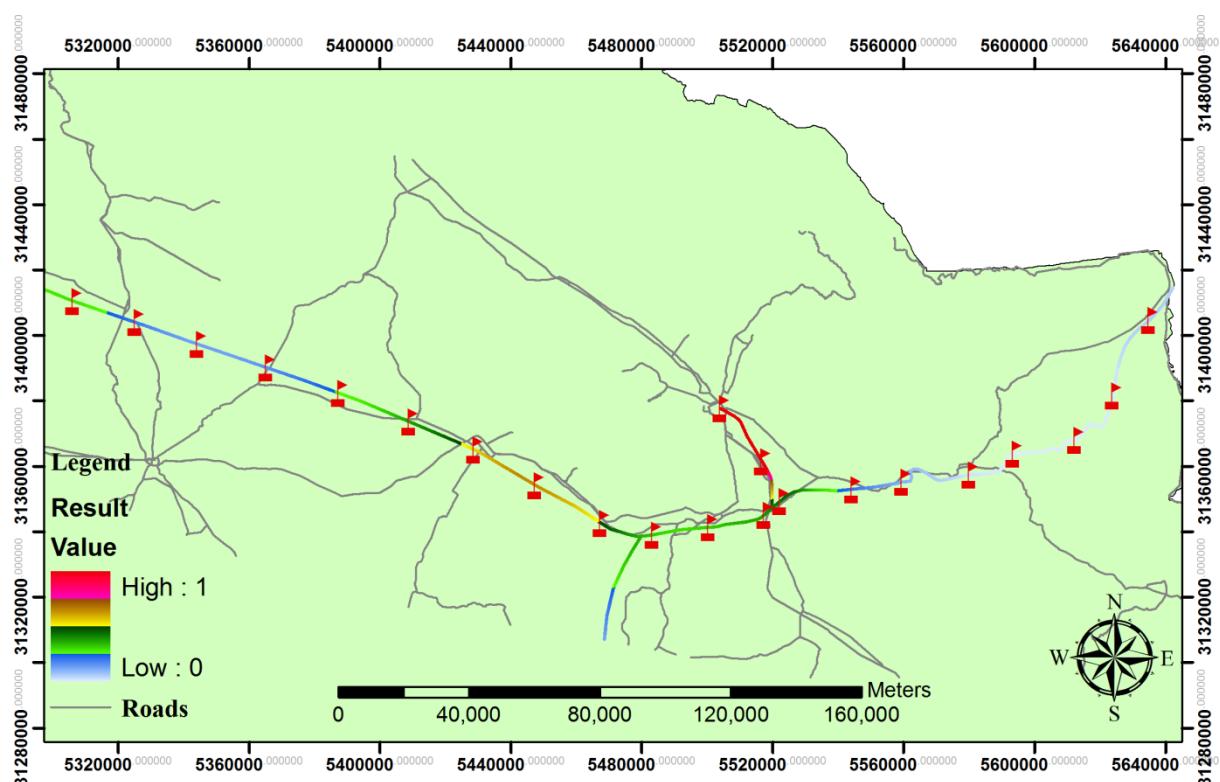
شهر	شهر	کشاورزی صنعتی	روستا	معدن	صنعتی
شهر	۱	۹	۶	۷	۵
کشاورزی صنعتی	۱/۹	۱	۱/۶	۱/۳	۱/۴
روستا	۱/۶	۶	۱	۵	۴
معدن	۱/۷	۳	۱/۵	۱	۱/۳
صنعتی	۱/۵	۴	۱/۴	۳	۱

### جدول ۷. تعیین وزن معیارها به روش AHP

	شهر	کشاورزی صنعتی	روستا	معدان	صنعتی	بردار ویژه
شهر	۰/۶۱۷۰	۰/۳۹۱۳	۰/۷۸۷۷	۰/۴۲۸۶	۰/۴۷۲۴	۰/۵۳۹۴
کشاورزی صنعتی	۰/۰۶۸۶	۰/۰۴۳۵	۰/۰۲۱۹	۰/۰۲۰۴	۰/۰۲۳۷	۰/۰۳۵۶
روستا	۰/۱۰۲۸	۰/۲۶۰۹	۰/۱۳۱۳	۰/۳۰۶۱	۰/۳۷۷۹	۰/۲۳۵۸
معدان	۰/۰۸۸۲	۰/۱۳۰۴	۰/۰۲۶۳	۰/۰۶۱۲	۰/۰۳۱۵	۰/۰۷۷۵
صنعتی	۰/۱۲۳۴	۰/۱۷۳۹	۰/۰۳۲۸	۰/۱۸۳۷	۰/۰۹۴۵	۰/۱۲۱۷

عمل، نشان دهندهٔ وضعیت نهایی کل مسیر و ایستگاه‌های موجود می‌باشد که در شکل ۸ نمایش داده شده است. پس از انجام فرایند تلفیق، به کمک مقادیر مطلوبیت به دست آمده در هر ایستگاه، وزنی به دست آمده برای هر ایستگاه در جدول ۱۰ نشان دهندهٔ آنست که ایستگاه مشهد بالاترین مطلوبیت، و ایستگاه مرزداران پایین‌ترین مطلوبیت در بین ایستگاه‌های منطقه را دارند.

پس از وزن‌دهی معیارها، در مرحلهٔ بعد لازم است که ارزیابی عملکرد ایستگاه‌ها به دو روش TOPSIS و AHP انجام گیرد. در روش تحلیل سلسلهٔ مراتبی AHP، با استفاده از نقشه‌های چگالی کلیپ شده و اعمال وزن محاسبه شده از جدول ۹ بر روی هر یک، عمل تلفیق (Overlay) به کمک روش مجموع وزنی پیکسل‌ها انجام می‌گیرد. در این روش ابتدا مقدار وزن در درجهٔ خاکستری استاندارد ضرب شده و سپس مجموع وزنی پیکسل‌های متناظر در هر معیار، به صورت یک رستر خروجی محاسبه می‌گردد. نقشهٔ خروجی حاصل از این



شکل ۷. نتیجهٔ نهایی چگالی ایستگاه‌ها با اعمال شدن وزن هر عامل

جدول ۸ نتیجه امتیاز دهی ایستگاه ها به روش AHP

شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن	شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن
۱	سلام	۰/۴۷۹۱۱۴	۱۲	شهید مطهری	۰/۱۹۵۹۶۱
۲	فریمان	۰/۱۷۲۵۳۴	۱۳	رباط ماهی	۰/۰۵۴۹۵۲
۳	ابومسلم	۰/۱۴۷۴۶۶	۱۴	مشهد	۰/۹۵۲۱۲۲
۴	کاشمر	۰/۲۱۹۴۱۳	۱۵	تربت	۰/۰۴۴۹۵۲
۵	خیام	۰/۲۸۱۵۷	۱۶	عطار	۰/۱۶۸۴۷۳
۶	نیشابور	۰/۲۴۱۶۲۱	۱۷	آزادگان	۰/۰۹۸۹۷۵
۷	فردوس	۰/۱۱۸۱۸۱	۱۸	مختوم قلی	۰/۰۱۸۲۹۳
۸	سیزوار	۰/۰۷۶۵	۱۹	مرزداران	۰/۰۱۰۶۰۳
۹	بیهق	۰/۰۶۵۱۰۱	۲۰	رباط شرف	۰/۰۱۲۲۹۶
۱۰	اسفراین	۰/۰۹۴۲۴۸	۲۱	گندلی	۰/۰۱۴۹۰۶
۱۱	نقاب	۰/۱۳۰۹۰۸	۲۲	سرخس	۰/۰۲۲۵۲۶

جدول ۹. اولویت بندی ایستگاه ها بر اساس روش AHP

شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن	اولویت	شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن	اولویت
۱۴	مشهد	۰/۹۵۲۱۲۲	۱	۷	فردوس	۰/۱۱۸۱۸۱	۱۲
۱	سلام	۰/۴۷۹۱۱۴	۲	۱۷	آزادگان	۰/۰۹۸۹۷۵	۱۳
۵	خیام	۰/۲۸۱۵۷	۳	۱۰	اسفراین	۰/۰۹۴۲۴۸	۱۴
۶	نیشابور	۰/۲۴۱۶۲۱	۴	۸	سیزوار	۰/۰۷۶۵	۱۵
۴	کاشمر	۰/۲۱۹۴۱۳	۵	۹	بیهق	۰/۰۶۵۱۰۱	۱۶
۱۲	شهید مطهری	۰/۱۹۵۹۶۱	۶	۱۳	رباط ماهی	۰/۰۵۴۹۵۲	۱۷
۲	فریمان	۰/۱۷۲۵۳۴	۷	۲۲	سرخس	۰/۰۲۲۵۲۶	۱۸
۱۶	عطار	۰/۱۶۸۴۷۳	۸	۱۸	مختوم قلی	۰/۰۱۸۲۹۳	۱۹
۳	ابومسلم	۰/۱۴۷۴۶۶	۹	۲۱	گندلی	۰/۰۱۴۹۰۶	۲۰
۱۵	تربت	۰/۰۴۴۹۵۲	۱۰	۲۰	رباط شرف	۰/۰۱۲۲۹۶	۲۱
۱۱	نقاب	۰/۱۳۰۹۰۸	۱۱	۱۹	مرزداران	۰/۰۱۰۶۰۳	۲۲

$$\begin{aligned}
 r_{11} &= \frac{X_{11}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{i1}}} \\
 &= \frac{0.5212}{\sqrt{0.5212^2 + 0.0396^2 + 0.0101^2 + \dots + 0.0130^2}} \\
 &= 0.456945
 \end{aligned} \tag{11}$$

پس از تعیین وزن ایستگاه ها، هر یک بر اساس امتیاز به دست آمده مرتب شده و ترتیب اولویت آنها به همراه بهترین و بدترین جوابها مشخص می گردد (جدول ۱۱). در ادامه با هدف ارزیابی نزدیکی به راه حل ایده‌آل (TOPSIS)، ابتدا ماتریس تصمیم مطابق با جدول ۷ تشکیل شده و سپس عناصر آن نرمال می گردند.

## جدول ۱۰. ماتریس نرمال شده

ایستگاه	شهر	روستا	کشاورزی صنعتی	معدان	صنعتی
سلام	۰/۴۵۶۹۴۵	۰/۲۴۳۶۷۱	۰/۰۳۱۰۱۱	۰/۲۸۸۷۸۰۹۲۹	۰/۲۸۷۹۹۲
فریمان	۰/۰۳۴۷۱۸	۰/۱۲۱۴۱۶	۰/۰۱۶۶۱۳۲	۰/۲۲۶۶۱۴۳۶۹	۰/۳۴۴۵۲۶
ابو مسلم	۰/۰۰۸۸۵۵	۰/۱۳۹۳۲۶	۰/۰۰۷۰۱۶	۰/۴۰۳۳۸۷۹۱۹	۰/۱۳۱۲۳۹
کاشمر	۰/۰۳۹۱۰۲	۰/۲۰۵۷۰۵	۰/۰۲۴۷۷۴	۰/۳۸۳۱۲۸۸۲	۰/۲۷۹۶۱
خیام	۰/۰۹۱۵۲۹	۰/۳۵۶۸۸۱	۰/۰۳۲۲۲۴	۰/۱۸۴۷۵۱۶۶۷	۰/۲۷۹۴۸۸
نیشابور	۰/۰۸۰۸۳۳	۰/۳۸۱۰۸	۰/۰۱۴۲۰۶	۰/۱۵۵۷۰۷۷۳۷	۰/۰۷۶۱۱۳
فردوس	۰/۰۰۸۵۹۲	۰/۱۷۱۰۱۳	۸/۶۶E-۰۵	۰/۳۰۲۵۸۰۵۷۶	۰
سبزوار	۰/۰۲۰۸۶۶	۰/۱۲۳۶۹۲	۰	۰/۰۹۹۱۴۳۷۸۶	۰
بیهق	۰/۰۱۱۸۳۶	۰/۱۲۲۴۹۴	۰	۰/۰۶۳۹۵۹۳۹۶	۰
اسفراین	۰/۰۰۰۹۶۴	۰/۱۵۷۴۱۶	۰/۴۷۶۸۶	۰/۰۸۰۱۸۴۵۵۴	۰
نقاب	۰/۰۰۴۲۹۶	۰/۱۷۶۷۶۳	۰/۸۶۶۱۴۳	۰/۱۵۳۱۹۷۷۸	۰
شهید مطهری	۰/۰۶۲۳۳۵	۰/۱۲۷۴۶۶	۰/۰۱۷۲۳۸	۰/۲۱۱۷۷۸۶۵۸	۰/۳۷۶۰۹۷
رباط ماهی	۰	۰/۰۶۰۷۳۸	۰	۰/۰۵۴۹۵۰۳۹۹	۰/۱۱۴۴۷۵
مشهد	۰/۸۷۶۰۱۶	۰/۰۵۹۲۶۴۵	۰/۱۳۷۱۲۴	۰/۳۶۷۸۴۴۹۶۲	۰/۵۹۷۲۱۵
تربت	۰/۰۱۳۳۲۶	۰/۱۳۰۱۶۱	۰/۰۱۰۲۲۲	۰/۳۱۰۹۲۴۴۴	۰/۱۹۲۴۲۳
عطار	۰/۰۳۴۸۰۶	۰/۲۶۹۹۶۷	۰/۰۰۶۳۲۳	۰/۲۶۸۹۷۰۱	۰
آزادگان	۰	۰/۰۸۳۰۲۱	۰/۰۰۳۸۱۱	۰/۰۸۷۶۲۴۸۲	۰/۲۶۶۰۸۸
مخطم قلی	۰	۰/۰۲۸۳۹۲	۰	۰/۰۴۵۹۴۱۴۰۲	۰/۰۰۰۹۱۸
مرزداران	۰	۰/۰۲۶۷۷۵	۰	۰/۰۰۰۴۹۳۰۳	۰
رباط شرف	۰	۰/۰۳۱۲۰۸	۰	۸/۹۶۴۱۸E-۰۵	۰
گندلی	۰/۰۰۰۴۳۸	۰/۰۳۷۲۵۷	۰	۰	۰
سرخس	۰/۰۱۱۳۹۷	۰/۰۶۴۸۷۱	۰	۰	۰

(۱۲)

$$W = (0.5394, 0.2358, 0.0356, 0.0675, 0.1217)$$

(۱۳)

$$\sum W_i = 0.5394 + 0.2358 + 0.0356 + 0.0675 + 0.1217 = 1$$

در مرحله‌ی بعد ماتریس نرمال با ضرب کردن مقدار وزن هر معیار (جدول ۹) در ستون مربوط به آن، وزن دار می‌گردد. روابط ۱۲ و ۱۳ نشان دهنده‌ی سازگاری اوزان و ارتباط مؤثر موجود بین پارامترها می‌باشند. در جدول ۱۳ ماتریس وزنی مربوط به ایستگاه‌های راه‌آهن استان خراسان رضوی به همراه معیارهای مرتبط ارایه شده است.

جدول ۱۱. ماتریس وزن دهی شده

صنعتی	معدن	کشاورزی صنعتی	روستا	شهر	ایستگاه
۰/۰۳۵۰۴۹	۰/۰۱۹۴۹۲۷۱۳	۰/۰۱۱۰۴	۰/۰۵۷۴۵۸	۰/۲۴۶۴۷۶	سلام
۰/۰۴۱۹۲۹	۰/۰۱۵۲۹۶۴۷	۰/۰۰۰۵۹۲	۰/۰۲۸۶۳	۰/۰۱۸۷۲۷	فریمان
۰/۰۱۰۹۷۲	۰/۰۲۷۲۲۸۶۸۵	۰/۰۰۰۲۵	۰/۰۳۲۸۵۳	۰/۰۰۰۴۷۷۶	ابومسلم
۰/۰۳۴۰۲۹	۰/۰۲۵۸۶۱۲	۰/۰۰۰۸۸۲	۰/۰۴۸۵۱۷	۰/۰۲۱۰۹۱	کاشمر
۰/۰۳۴۰۱۴	۰/۰۱۲۴۷۰۷۳۸	۰/۰۰۱۱۴۷	۰/۰۸۴۱۵۳	۰/۰۴۹۳۷۱	خیام
۰/۰۰۹۲۶۳	۰/۰۱۰۵۱۰۲۷۲	۰/۰۰۰۵۰۶	۰/۰۸۹۸۵۹	۰/۰۴۳۶۰۱	نیشابور
۰	۰/۰۲۰۴۲۴۵۳۹	۳/۰۸E-۰۶	۰/۰۴۰۳۲۵	۰/۰۰۰۴۶۳۴	فردوس
۰	۰/۰۰۶۶۹۲۲۰۶	۰	۰/۰۲۹۱۶۷	۰/۰۱۱۲۵۵	سبزوار
۰	۰/۰۰۴۳۱۷۲۵۹	۰	۰/۰۲۸۸۸۴	۰/۰۰۰۶۳۸۴	بیهق
۰	۰/۰۰۵۴۱۲۴۵۷	۰/۰۱۶۹۷۶	۰/۰۳۷۱۱۹	۰/۰۰۰۵۲	اسفراین
۰	۰/۰۱۰۳۴۰۸۴۹	۰/۰۳۰۸۲۵	۰/۰۴۱۶۸۱	۰/۰۰۰۲۳۱۷	نقاب
۰/۰۴۵۷۷۱	۰/۰۱۴۲۹۰۰۵۹	۰/۰۰۰۶۱۴	۰/۰۳۰۰۵۶	۰/۰۳۳۶۲۳	شهید مطهری
۰/۰۱۳۹۳۲	۰/۰۰۳۷۰۹۱۰۲	۰	۰/۰۱۴۳۲۲	۰	رباط ماهی
۰/۰۷۲۶۸۱	۰/۰۲۴۸۲۹۵۰۵۰	۰/۰۰۴۸۸۲	۰/۱۳۹۷۶۴۶	۰/۴۷۲۵۲۳	مشهد
۰/۰۲۳۴۱۸	۰/۰۲۰۹۸۷۲۶۵	۰/۰۰۰۳۶۴	۰/۰۳۰۶۹۲	۰/۰۰۰۷۱۸۸	تربت
۰	۰/۰۱۸۱۰۵۴۸۲	۰/۰۰۰۲۲۵	۰/۰۶۳۶۵۸	۰/۰۱۸۷۷۴	عطار
۰/۰۳۲۲۸۳	۰/۰۰۵۹۱۴۶۷۵	۰/۰۰۰۱۳۶	۰/۰۱۹۰۵۷۶	۰	آزادگان
۰/۰۰۰۱۱۲	۰/۰۰۳۱۰۱۰۴۵	۰	۰/۰۰۶۶۹۵	۰	مخوطم قلی
۰	۳/۳۲۷۹۵E-۰۵	۰/۰۰۰۶۳۱۴	۰/۰۰۰۶۳۱۴	۰/۰۰۰۶۳۱۴	مرزداران
۰	۶/۰۵۰۸۲E-۰۶	۰/۰۰۰۷۳۵۹	۰/۰۰۰۷۳۵۹	۰	رباط شرف
۰	۰	۰/۰۰۰۸۷۸۵	۰/۰۰۰۲۳۶	۰/۰۰۰۰۲۳۶	گنبد لی
۰	۰	۰/۰۱۵۲۹۷	۰/۰۰۶۱۴۸	۰/۰۰۶۱۴۸	سرخس

جدول ۱۲. راه حل های ایده آل و ضد ایده آل

صنعتی	معدن	کشاورزی صنعتی	روستا	شهر	
۰/۰۷۲۶۸۱	۰/۰۲۷۲۲۸۶۸۵	۰/۰۳۰۸۳۵	۰/۱۳۹۷۴۶	۰/۴۷۲۵۲۳	A*
۰	۰	۰	۰/۰۰۰۶۳۱۴	۰	A-

که در ماتریس وزنی بیشترین مقدار را داشته باشد و راه حل ضد ایده آل گزینه ای است که شامل کمترین مقدار در ماتریس باشد. در نتیجه با محاسبه راه حل ایده آل و ضد ایده آل، فاصله ای

پس از تعیین ماتریس وزن دار، در ادامه راه حل های ایده آل و ضد ایده آل با توجه به شرایط موجود، محاسبه می شوند. مطابق جدول ۱۴، راه حل ایده آل برای هر معیار گزینه ای است

شده است.

جدول ۱۵ فاصله‌ی کلیه گزینه‌های در نظر گرفته شده را از راه حل‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل نشان می‌دهد.

ر گزینه از جواب ایده‌آل و ضد ایده‌آل (طبق روابط ۸ و ۹) قابل محاسبه خواهد بود. به عنوان نمونه فاصله‌ی ایستگاه سلام از گزینه‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل، در روابط ۱۴ و ۱۵ محاسبه

$$S_1^* = \sqrt{(0.246476 - 0.472523)^2 + (0.057458 - 0.139746)^2 + (0.001104 - 0.030835)^2 + (0.019492 - 0.027228)^2 + (0.035049 - 0.072681)^2} \quad (14)$$

$$S_1^- = \sqrt{(0.246476 - 0)^2 + (0.057458 - 0.006314)^2 + (0.001104 - 0)^2 + (0.019492 - 0)^2 + (0.035049 - 0)^2} \quad (15)$$

$$S_1^- = 0.254903$$

جدول ۱۳. فاصله از گزینه‌های ایده‌آل و ضد ایده‌آل

ایستگاه	ایده‌آل مثبت		ایده‌آل منفی
سلام	S*۱	۰/۲۴۵۴۱۵	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
فریمان	S*۲	۰/۴۶۹۳۴	۰/۰۵۳۳۰۱۷۴۷
ابومسلم	S*۳	۰/۴۸۴۱۱۲	۰/۰۴۱۵۱۷۷۴۳
کاشمر	S*۴	۰/۴۶۳۱۴۸	۰/۰۶۳۶۶۷۰۴۹
خیام	S*۵	۰/۴۲۹۸۱۷	۰/۰۹۹۰۴۶۲۰۸
نیشابور	S*۶	۰/۴۳۷۸۱۷	۰/۰۹۵۲۷۵۶۳۳
فردوس	S*۷	۰/۴۸۴۸۵۴	۰/۰۳۹۹۴۲۵۵۱
سبزوار	S*۸	۰/۴۸۱۳۰۱	۰/۰۲۶۳۳۸۶۷۶
بیهق	S*۹	۰/۴۸۶۱۴۲	۰/۰۲۳۸۵۰۱۳۴
اسفراین	S*۱۰	۰/۴۸۹۱۵۲	۰/۰۳۵۰۹۰۸۵۹
نقاب	S*۱۱	۰/۴۸۶۰۸۴	۰/۰۴۸۱۰۳۲۴
شهید مطهری	S*۱۲	۰/۴۵۴۳۸۹	۰/۰۶۳۱۹۷۷۹۵
رباط ماهی	S*۱۳	۰/۴۹۳۹۲۸	۰/۰۱۶۴۹۱۹۰۴
مشهد	S*۱۴	۰/۰۲۶۰۶۴	۰/۴۹۶۹۹۵۸۸۲
تربت	S*۱۵	۰/۴۸۱۴۸	۰/۰۴۰۴۳۴۸۴۴
عطار	S*۱۶	۰/۴۶۶۸۸۲	۰/۰۶۳۰۱۲۲۷۲
آزادگان	S*۱۷	۰/۴۹۰۶۵۲	۰/۰۳۵۴۹۰۲۴۷
مخطم قلی	S*۱۸	۰/۴۹۷۷۷۵	۰/۰۰۳۱۲۶۴۰۱
مرزداران	S*۱۹	۰/۴۹۸۰۵۱	۰/۳۲۷۹۵E-۰۵
رباط شرف	S*۲۰	۰/۴۹۷۷۷۴	۰/۰۰۱۰۴۵۲۱۵
گندلی	S*۲۱	۰/۴۹۷۱۷۲	۰/۰۰۲۴۸۳۰۳۴
سرخس	S*۲۲	۰/۴۸۹۸۶۵	۰/۰۱۰۸۸۵۲۹۱

شامل بدترین وضعیت خواهد بود. در جدول ۱۷ هر یک از ایستگاه‌ها بر اساس ارزش  $C_i^*$  اولویت بندی شده‌اند. نمونه‌ای از محاسبه‌ی پارامتر  $C_i^*$  برای ایستگاه سلام در رابطه‌ی ۱۶ آورده شده است.

در گام آخر (طبق رابطه ۱۰)، برای هر ایستگاه، نزدیکی نسبی به راه حل‌های ایده‌آل مثبت و منفی محاسبه می‌گردد. بدین نحو که اگر گزینه‌ای بیشترین عدد  $C_i^*$  را داشته باشد، حائز بهترین شرایط بوده و ایستگاهی که کمترین ارزش را کسب کند،

$$C_i^* = \frac{0.254903476}{0.245415 + 0.254903476} = 0.509483 \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (16)$$

جدول ۱۴. نزدیکی نسبی به گزینه‌ی ایده‌آل

وزن هر ایستگاه	شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن هر ایستگاه	شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن هر ایستگاه
۰/۱۲۲۱۰۱	C*۱۲	شهید مطهری	۰/۵۰۹۴۸۳	C*۱	سلام	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۳۲۳۱	C*۱۳	رباط ماهی	۰/۱۰۱۹۸۵	C*۲	فریمان	۰/۲۴۵۴۱۵
۰/۹۵۰۱۷۱	C*۱۴	مشهد	۰/۰۷۸۹۸۷	C*۳	ابومسلم	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۷۷۴۷۴	C*۱۵	تربت	۰/۱۲۰۸۵۳	C*۴	کاشمر	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۱۱۸۹۱۵	C*۱۶	عطار	۰/۱۸۷۲۸۱	C*۵	خیام	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۶۷۴۵۴	C*۱۷	آزادگان	۰/۱۷۸۷۲۲	C*۶	نیشابور	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۰۶۲۴۲	C*۱۸	مخظوم قلی	۰/۰۷۶۱۱۱	C*۷	فردوس	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۰۶۸۵-۰۵	C*۱۹	مرزداران	۰/۰۵۱۸۸۵	C*۸	سیزوار	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۰۲۰۹۵	C*۲۰	رباط شرف	۰/۰۴۶۷۶۶	C*۹	بیهق	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۰۴۹۶۹	C*۲۱	گنبد لی	۰/۰۶۷۸۲۵	C*۱۰	اسفراین	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶
۰/۰۲۱۷۳۸	C*۲۲	سرخس	۰/۰۹۰۰۴۹	C*۱۱	نقاب	۰/۲۵۴۹۰۳۴۷۶

جدول ۱۵. اولویت‌بندی ایستگاه‌ها (TOPSIS)

وزن هر ایستگاه	شماره ایستگاه	ایستگاه	وزن هر ایستگاه	شماره ایستگاه	ایستگاه	اولویت
۰/۰۷۶۱۱۱	C*۷	فردوس	۰/۹۵۰۱۷۱	C*۱۴	مشهد	۱
۰/۰۶۷۸۲۵	C*۱۰	اسفراین	۰/۵۰۹۴۸۳	C*۱	سلام	۲
۰/۰۶۷۴۵۴	C*۱۷	آزادگان	۰/۱۸۷۲۸۱	C*۵	خیام	۳
۰/۰۵۱۸۸۵	C*۸	سیزوار	۰/۱۷۸۷۲۲	C*۶	نیشابور	۴
۰/۰۴۶۷۶۶	C*۹	بیهق	۰/۱۲۲۱۰۱	C*۱۲	شهید مطهری	۵
۰/۰۳۲۳۱	C*۱۳	رباط ماهی	۰/۱۲۰۸۵۳	C*۴	کاشمر	۶
۰/۰۲۱۷۳۸	C*۲۲	سرخس	۰/۱۱۸۹۱۵	C*۱۶	عطار	۷
۰/۰۰۶۲۴۲	C*۱۸	مخظوم قلی	۰/۱۰۱۹۸۵	C*۲	فریمان	۸
۰/۰۰۴۹۶۹	C*۲۱	گنبد لی	۰/۰۹۰۰۴۹	C*۱۱	نقاب	۹
۰/۰۰۲۰۹۵	C*۲۰	رباط شرف	۰/۰۷۸۹۸۷	C*۳	ابومسلم	۱۰
۰/۰۲۱۷۳۸	C*۱۹	مرزداران	۰/۰۷۷۴۷۴	C*۱۵	تربت	۱۱

ارایه‌ی خدمات و پذیرش بار و مسافر حائز اهمیت می‌باشد.

در این راستا پنج عامل شامل: نزدیکی ایستگاه به مناطق: شهری، روستایی، صنعتی، کشاورزی صنعتی و معدنی مورد بررسی قرار گرفتند. با توجه به نظرات کارشناسی و ارزیابی‌های انجام شده با روش تحلیل سلسله مراتبی (AHP) بر روی عوامل مذکور، میزان اهمیت این پنج عامل نسبت به هم مشخص گردید که به

## ۵- نتیجه‌گیری

با پیشرفت تکنولوژی و گسترش روز افزون صنایع مختلف، مساله‌ی ارتباطات و انتقال کالا و مسافر اهمیت بیشتری پیدا کرده است. در نتیجه، با توجه به حجم بالای کالا و مسافر قابل حمل، سیستم حمل و نقل ریلی مهمترین راه ارتباطی محسوب شده و مساله‌ی دسترسی به ایستگاه‌ها، به عنوان محلی برای

- "Railway station site selection using analytical hierarchy Process and data envelopment analysis", Journal of Computers & Industrial Engineering, No 59, pp. 107-114.
- Blainy, Simon P. Preston, John M (2013) "A GIS-based appraisal framework for new local railway stations and services", Journal of Transport Policy, No 25, pp. 41-51.
  - Zamp, Stefan. Stauffacher, Michael. Lang, Daniel J. Scholz, Roland w (2011) "Classifying railway stations for strategic transport and land use planning: Context matter", Journal of Transport Geography, No 19, pp. 670-679.
  - Zamp, Stefan. Stauffacher, Michael. Lang, Daniel J. Scholz, Roland w (2011) "Generic Function of railway stations – A conceptual basis for the development of common system understanding and assessment criteria", Journal of Transport Policy, No 18, pp. 446-455.
  - Conticelli, Elisa (2011) "Assessing the potential of railway station redevelopment in urban regeneration policies", Journal of Procedia Engineering, No 21, pp. 1096-1103.
  - De Luca, Mario. Dell'Aqua, Gianluca. Lamberti, Renato (2012) "High-Speed rail track design using GIS and Multi-Criteria Analisys", Journal of Procedia Social and Behavioral Sciences, No 54, pp. 608-617.
  - Dr.A.Kazemi, (2008) "TOPSIS technique for order-preference by similarity to ideal solution", Source: ParsModir.
  - خ. آذری ، (۱۳۸۷). "مقدمه‌ای بر طراحی ایستگاه‌های راه آهن"، چاپ اول، انتشارات بیشه، تهران.
  - حسینقلیان، م. و قهرمانی، ح. (۱۳۹۰). "مهندسی راه آهن تنوری و کاربرد". چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران.
  - افندی‌زاده، ش. و عراقی، م. (۱۳۸۵). "طراحی مدل مکان یابی ایستگاه‌های راه آهن بر اساس افزایش ظرفیت خط"، هشتادمین همایش حمل و نقل ریلی، ۱۳۸۵، تهران.
  - صاحب‌الزمانی، پ. و نادری، ر. (۱۳۸۳). "انتخاب مسیر بهینه خطوط را آهن با استفاده از GIS"، هفتادمین همایش حمل و نقل ریلی، ۱۳۸۳، تهران.
  - معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، (۱۳۸۳). "آینه‌نامه‌ی طرح هندسی راه آهن نشریه شماره ۲۸۸". چاپ اول، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، معاونت امور اداری و مالی، دفتر انتشارات علمی و مدارک تخصصی، تهران.
  - حبیبی، آ. (۱۳۸۹). "فرآیند تحلیلی سلسله مراتبی AHP"

ترتیب اولویت، بیشترین اهمیت مربوط به نزدیکی ایستگاه به مناطق شهری (۰/۵۳۹۴) و در مرتبه‌ی بعد مجاورت با روستاهای (۰/۲۳۵۸) می‌باشد. پس از این دو عامل پارامترهای نزدیکی به مناطق صنعتی (۰/۱۲۱۷)، معادن (۰/۰۶۷۵) و کشاورزی صنعتی (۰/۰۳۵۶) در رتبه‌های بعدی اهمیت قرار می‌گیرند. علاوه بر موارد مذکور وضعیت هر ایستگاه به ازای توزیع مکانی عوامل نیز معین شده، که در نتیجه‌ی آن در معیار نزدیکی ایستگاه به روستاهای، ایستگاه کاشمر (۰/۰۶۳۶۲) بیشترین و مرزداران (۰/۰۴۴۷) کمترین مطلوبیت را دارند. پس از تلفیق اطلاعات موجود و ارزیابی‌های انجام شده با روش AHP مقدار مطلوبیت هر ایستگاه به دست آمده و بر این اساس ۲۲ ایستگاه موجود اولویت‌بندی می‌گردند که در نتیجه ایستگاه مشهد بالاترین ارزش (۰/۹۵۲۱) و ایستگاه مرزداران کمترین مطلوبیت (۰/۰۱۰۶) را به خود اختصاص داده‌اند. همچنین علاوه بر پیاده‌سازی و مقایسه‌ی نتایج AHP، مطلوبیت ایستگاه‌ها با روش TOPSIS، با توجه به دقیق عملکرد بالای آن، نیز مورد ارزیابی قرار می‌گیرند. در این روش کمترین و بیشترین فاصله به گزینه‌ی ایده‌آل مثبت به ترتیب متعلق به ایستگاه مشهد (۰/۰۲۶۰) و مرزداران (۰/۰۴۹۸۰) می‌باشد و بر عکس آن بیشترین و کمترین فاصله از گزینه‌ی ایده‌آل منفی را نیز ایستگاه‌های مشهد (۰/۰۴۹۷۰) و مرزداران (۰/۰۰۰۳) به خود اختصاص داده‌اند. همانطور که مشخص است در روش TOPSIS نیز بیشترین مطلوبیت مربوط به ایستگاه مشهد و کمترین آن متعلق به ایستگاه مرزداران می‌باشد. تنها تفاوتی که در نتایج دو روش مذکور قابل مشاهده است، اختلاف بین جایگاه برخی ایستگاه‌ها در میانه‌ی جداول رتبه‌بندی می‌باشد. به طور مثال ایستگاه کاشمر در روش AHP در رتبه‌ی پنجم و در TOPSIS در جایگاه ششم قرار دارد و یا ایستگاه شهید مطهری در AHP حائز رتبه‌ی ششم بوده و در TOPSIS پنجمین ایستگاه می‌باشد. در مجموع با توجه به ارزیابی‌های انجام شده، نتایج در دو روش تقریباً یکدیگر را تایید نموده ولی نسبت اهمیت‌ها تا حدی متفاوت است.

## مراجع

- The inception of English Railway Stations, (1961) Architectural History. SAHGB Publications Limited, Volume 4, P.P.63-76 (doi:10.2307/1568245).
- Mohajeri, Nahid. Amin, Gholam R (2010)

Source: — نصرآزادانی، س.م. (۱۳۸۹). "ایستگاه راه آهن"، ۲۰۱۱، StuDL

Website: ۲۰۱۱ · Source: ParsModir  
[www.parsmodir.com](http://www.parsmodir.com)