

## تعیین مسیر بهینه قطار بین شهری یزد- اردکان با استفاده از منطق فازی

سید کمال میرعبداللهی: دانشجوی کارشناسی ارشد سنجش از دور و GIS، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران

منیره السادات میرعبداللهی: دانشجوی دکتری، دانشگاه خوارزمی، تهران ایران \*

وصول: ۱۳۹۱/۷/۲۶ پذیرش: ۱۳۹۲/۶/۲۲، صص ۲۰۲-۱۹۱

### چکیده

امروزه با توجه به افزایش بسیار زیاد هزینه‌های توسعه شبکه جاده ای و خیابانی برای استفاده وسایل نقلیه شخصی و پیامدهای منفی وسیع آن، توسعه سیستم‌های حمل و نقل همگانی به عنوان یک راه حل اصولی برای شهرهای بزرگ محسوب می‌شود. مسیر یزد- اردکان به عنوان یکی از پرتردد ترین مسیر های بین شهری استان یزد می‌باشد که بیش از ۷۰ درصد از جمعیت استان در حاشیه این مسیر استقرار یافته اند. و بنا به بررسی های انجام شده توسط نگارنده روزانه بیش از ۵۰۰۰ نفر در این مسیر بین شهری تردد دارند بنابراین، جهت جلوگیری از خطرات و مشکلات احتمالی، قطار بین شهری راهکار مناسبی جهت کاهش هزینه ها، آلودگی، افزایش امنیت و سرعت خواهد بود. مسیریابی از جمله اقدامات اولیه عملیات طراحی یک مسیر بشمار می‌رود و به علت نقش بسزائی که در چگونگی قرارگیری مسیر در ارتباط با سایر تأسیسات، محیط و عوارض مجاور خود از یک طرف و تأثیر قابل توجهی که در هزینه های اجرایی مسیر از طرف دیگر دارد باید مورد بررسی دقیق قرار گیرد. هدف از این تحقیق ارزیابی استفاده از روش منطق فازی برای تعیین مسیر بهینه خط راه آهن بین شهری یزد- اردکان با در نظر گرفتن جنبه های زیست محیطی و عوامل تأثیر گذار بر تعیین مسیر بهینه می‌باشد. در این روش با استفاده از عملگرهای Sum و Gama نسبت به مسیریابی بهینه قطار بین شهری یزد- اردکان اقدام گردید از بین دو مسیر استخراجی مسیر شماره یک که با استفاده از عملگر Sum ترسیم شده با توجه به دسترسی جمعیتی معادل ۷۷۹۵۸۹ نفر و طول ۵۸۵۴۷ متر از اولویت بیشتری نسبت به مسیر شماره دو برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: قطار بین شهری، مسیریابی، استنتاج فازی، سیستم اطلاعات جغرافیایی

### مقدمه

آلات و فونداسیون از یک طرف و هزینه عملیات

اجرایی مانند شکل برداری، زمین شناسی و مکانیک خاک و هزینه های نصب خط از طرف دیگر کاهش چشمگیری خواهد یافت، لیکن وجود عوارض متعدد در طول مسیر عبور خط ریل و همچنین لزوم رعایت

در مسیریابی اساسی ترین پارامتر یافتن کوتاه ترین راه و در حالت ایده آل ارتباط پست های مبدا و مقصد با یک خط مستقیم می‌باشد. زیرا با کوتاه شدن مسیر خط مقدار یا تعداد تجهیزات لازم از قبیل، برج، یراق

اصول فنی و ایمنی ما را ملزم به انتخاب مسیرهای طولانی‌تر نموده و در نتیجه مقداری بطول مسیر افزوده می‌شود. بنابراین، همواره خود را به یافتن یک مسیر بهینه که از هر حیث با موارد فنی و اقتصادی هماهنگ بوده و حداقل آسیب و تغییر شکل را در محیط بوجود آورده و حتی الامکان کوتاه‌ترین مسیر باشد قانع می‌سازیم. سیستم اطلاعات جغرافیایی به عنوان یک تکنولوژی با یک نگرش سیستمی و همه جانبه به این موضوع می‌تواند به عنوان ابزاری قدرتمند در خدمت مسیریابی قرار گیرد. تا کنون چندین روش به منظور طراحی و مسیریابی شبکه خطوط حمل و نقل سریع توسط پژوهشگران مختلف ارائه شده است. یکی از اولین تحقیقات انجام شده در زمینه مسیریابی خطوط حمل و نقل سریع، رساله دکتری دیسزار در سال ۱۹۷۰ است. دیسزار مسئله را به صورت یافتن مسیری با کمترین هزینه بین مبدأ و مقصد مطرح نموده و آن را مدل کرد.

روش دیسزار با ارائه یک روش جدید توسط کورنت و همکارانش در سال ۱۹۸۵ بهبود بخشیده شد [۷]. کورنت مسیری را با حداکثر پوشش و حداقل طول مورد مطالعه قرار داد و دو مدل کوتاه‌ترین مسیر با حداکثر پوشش و مدل کوتاه‌ترین مسیر با حداکثر جمعیت را ارائه نمود. هر دو مدل گزینه‌ها را با توجه به هزینه‌های ساخت و میزان منافع اجتماعی ارزیابی می‌کنند و به صورت برنامه ریزی عدد صحیح مدل سازی شده اند.

دافورد و همکارانش در سال ۱۹۹۶ مکان یابی یک خط حمل و نقل سریع را توسط الگوریتم جستجوی ممنوع مورد توجه قرار دادند [۸]. تابع هدف در این الگوریتم، ماکزیم نمودن پوشش جمعیتی مسیر می‌باشد. برونو و همکارانش در سال ۱۹۹۸ مدلی ارائه کرده اند که در آن مدل وسیله نقلیه شخصی را رقیب سیستم حمل و نقل سریع همگانی فرض می‌نمود. در این مطالعه فرض بر آن است که کاربران، سیستم‌های مختلف حمل و نقل را به گونه‌ای انتخاب می‌کنند که هزینه‌های آنها کمینه شود.

لاپورته و همکارانش در سال ۲۰۰۵ مفهوم پوشش سفر برای ایستگاه را مطرح نموده و با استفاده از یک روش ابتکاری و محدودیت حداکثر طول امتداد، به حل مسئله مسیریابی پرداخته‌اند [۱۰]. افندی زاده و هاشمی نیز در سال ۱۳۸۹ مسئله طراحی شبکه مترو را با استفاده از یک روش ابتکاری بر مبنای الگوریتم ژنتیک حل نموده‌اند [۱].

در سال ۱۳۸۳ پرستو صاحب الزمانی به انتخاب مسیر بهینه خطوط راه آهن با استفاده از GIS از طریق تعریف واریانتهای گوناگون و مقایسه آنها از منظر هزینه‌های تعمیر و نگهداری و میزان بازگشت سرمایه، بهترین واریانت مورد نظر را بدست آورد [۴]. احد ستوده در سال ۱۳۸۶ استفاده از اصول زیست محیطی در مسیریابی راه آهن با استفاده از GIS را مورد بررسی قرار داد و در تحقیق خود ضمن در نظر گرفتن پارامترهایی نظیر شیب، خصوصیات زمین شناسی، رودخانه‌ها و عواملی از این دست به انتخاب بهترین

را با استفاده از GIS و تحلیل چند معیاره بررسی نمودند و سه مدل محافظه کارانه، در معرض خطر و ابتکاری را تحلیل نمودند.

### مواد و روش‌های تحقیق

#### منطقه مورد مطالعه

استان یزد در محدوده جغرافیایی ۲۹ درجه و ۳۵ دقیقه تا ۳۵ درجه و ۷ دقیقه عرض شمالی و ۵۲ درجه و ۵۰ دقیقه تا ۵۸ درجه و ۱۶ دقیقه طول شرقی واقع شده است. دشت یزد- اردکان دشتی است پهناور با وسعت ۱۱۴۱۵۰۰۴۵ کیلو متر مربع که شهرهای مهریز، یزد، اشکذر، میبد و اردکان در آن قرار دارند. این دشت از سمت غرب و جنوب غربی به ارتفاعات شیرکوه و از سمت شرق به ارتفاعات خرانق محدود می‌شود. در شمال این دشت، باتلاق نمک اردکان- نایین (چاله عقدا) قرار دارد و جنوب آن به کفه بهادران می‌پیوندد. تقریباً ۸۰ درصد از فعالیت‌های اقتصادی و ۵۰ درصد از فعالیت‌های کشاورزی و دامپروری استان در این دشت انجام می‌پذیرد. ارتفاع متوسط منطقه ۱۵۶۵ متر است. منطقه مورد مطالعه شکل شماره (۱) فاصله بین شهر یزد و شهر اردکان می‌باشد. این منطقه بخشی از دشت یزد- اردکان است. این دو شهر بیش از ۶۰ کیلومتر از یکدیگر فاصله دارند. و اکثر مراکز جمعیتی، آموزشی و تاسیسات صنعتی در حاشیه این مسیر قرار دارند.

با توجه به روند رشد جمعیت در منطقه مورد مطالعه و استقرار بیش از ۷۰ درصد از جمعیت استان یزد در بین مسیر یزد - اردکان و وجود چهار شهر پرجمعیت

مسیر پرداخت و در نهایت استفاده از سیستم اطلاعات مکانی در مسیریابی راه آهن را در مقایسه با روشهای سنتی اثرگذار دانست [۲]. مروری بر ضوابط خاص در طراحی راه آهن های سریع السیر عنوان تحقیقی است که اسماعیل قهرمانی در سال ۱۳۸۳ به انجام رسانید و در تحقیق خود تفاوت‌های عمده راه آهن سریع السیر و راه آهن معمولی را مورد بحث قرار داد [۵]. در سال ۱۳۸۹ ماشاا... سعیدیان در خصوص تعیین مسیر بهینه بزرگراه‌ها به کمک سیستم اطلاعات مکانی در یک سیستم حمل و نقلی، ضمن در نظر گرفتن ویژگیهای فیزیکی زمین از قبیل کاربری زمین، پوشش زمین، نوع خاک و شیب، تعیین راه با حداقل هزینه را براساس وزن پارامترها و حداکثر ایمنی طبق الگوریتم ژنتیک مورد بررسی قرار داد [۳]. جانگ و همکاران (۲۰۰۰) در طی تحقیق با هدف طراحی بزرگراه با استفاده از الگوریتم ژنتیک و سیستم اطلاعات مکانی، ضمن بررسی مشکلات طراحی به روش سنتی، به ایجاد مدلی جدید جهت انتخاب بهینه با در نظر گرفتن استانداردهای طراحی بزرگراه و لحاظ نمودن عملکردهای پیچیده هزینه، با کمک ایجاد پایگاه داده گسترده در محیط GIS پرداختند [۹]. در سال ۲۰۰۳ یانگ و همکاران ایجاد یک روش جدید برای مکانیابی بهینه بزرگراهها، که ترکیبی از مهندسی راه و مدل تقاضای ترافیک، GIS و اتوکد است را به عنوان یک ابزار کارآمد برای پردازش داده ها، محاسبات فضایی و طراحی دقیق مورد بررسی قرار دادند [۱۱]. ماریو و همکاران (۲۰۱۲) طراحی راه آهن سریع السیر

محیطی منطقه است که باید توسط مسئولین استان مد نظر قرار گیرد.

#### داده‌ها

انتخاب مسیر مناسب جهت دسترسی شهری یا بین شهری به خدمات یکی از تصمیمات عمده در توسعه پایدار و ثبات و آرامش شهر می‌باشد برای انجام یک طرح گسترده نیاز به تحقیق از دیدگاه‌های مختلف می‌باشد از آنجا که در مسیریابی اطلاعات، اهمیت زیادی دارد، حجم بزرگی از اطلاعات جزئی برای معرفی مسیرهای مختلف باید جمع‌آوری، ترکیب و تجزیه و تحلیل شوند تا ارزیابی صحیحی از عواملی که ممکن است در انتخاب تأثیر داشته باشند، صورت پذیرد. بنابراین در مقیاس شهر مسیر یابی فعالیتی است که قابلیت‌ها و توانایی‌های یک منطقه را از لحاظ وجود زمین مناسب و کافی و ارتباط آن با سایر کاربری‌های شهر برای انتخاب مسیری مناسب برای انتقال نیرو، جمعیت و ... مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد (کریمی، ۱۳۸۲).

لایه‌های رقومی مربوط به مسیر انتقال نیرو از دستگاه‌های اجرایی متصدی تولید شکل‌های خطوط انتقال اخذ گردید. همچنین شکل پوشش اراضی توسط تصاویر ماهواره‌ای به روز تولید گردید. آمار جمعیتی استفاده شده مربوط به مراکز جمعیتی (شهر و روستا) موجود در مسیر یزد- اردکان از سالنامه آماری سال ۱۳۹۰ استخراج شد. با توجه به شیب ملایم منطقه مورد مطالعه و عدم وجود ارتفاعات و مناطق

استان مانند یزد- میبد - اردکان و اشکذر در این مسیر و همچنین استقرار بیش از ۷۵۰.۰۰۰ نفر در شهرها و آبادی موجود در منطقه، این مسیر به عنوان پرتددترین مسیر حرکت جمعیت بین شهری استان معرفی می‌گردد.



شکل (۱) موقعیت منطقه مورد مطالعه بر روی تصویر ماهواره‌ای از روی نقشه ایران

طول این مسیر بیش از ۶۰ کیلومتر است و اگر به این نکته توجه داشته باشیم که هر لیتر بنزین ۱۷ لیتر هوا را آلوده می‌سازد وضعیت آلودگی مسیر مورد مطالعه چه خواهد شد. لازم به ذکر است مصرف سوخت سیستم ریلی ۳۳ درصد از میزان مصرف سیستم جاده‌ای کمتر است (البته برخی منابع این میزان را ۷ برابر اعلام کرده‌اند) و استفاده از سیستم ریلی علاوه بر مزایای اقتصادی، صرفه جویی در وقت و زمان و امنیت بالایی که داراست فقط به اندازه ۷ برابر در پاکی هوای منطقه که منطقه‌ای صنعتی است نقش ایفا می‌کند. بنابراین، استفاده از قطار بین شهری در این مسیر یکی از راه‌های اصلی کاهش آلودگی‌های زیست

صعب العبور از پارامترهای شیب، جهت شیب و ارتفاع صرف نظر گردید. با توجه به اینکه تکنولوژی سنسجش از دور و تصاویر ماهواره ای حاصل از این تکنولوژی با سرعت بخشیدن به روند انجام عملیات های میدانی و کاهش هزینه ها به عنوان فناوری برتر در خدمت پژوهش گران و مجریان طرح های پژوهشی و عمرانی قرار گرفته است در اینجا نیز با توجه به اینکه شکل های موجود بروز نبودند از تصاویر بروز آیکنوس با دقت یک متر جهت بروز رسانی لایه های رقومی مورد نیاز استفاده گردید. همچنین برای تولید شکل پوشش اراضی منطقه نیز از این تصاویر بهره گرفته شد و در نهایت نیز برای بررسی و داشتن یک دید کلی از مسیرهای تولیدی استخراج شده از اعمال الگوریتم ها و روش ها، از این تصاویر ماهواره ای منطقه استفاده گردید.

### روش منطق فازی ۱

تئوری مجموعه های فازی و منطق فازی را اولین بار پرفسور لطفی زاده در رساله ای به نام مجموعه های فازی - اطلاعات و کنترل در سال ۱۹۶۵ معرفی نمود. هدف اولیه او در آن زمان، توسعه مدلی کارآمدتر برای توصیف فرآیند پردازش زبان های طبیعی بود. او مفاهیم و اصلاحاتی همچون مجموعه های فازی، رویدادهای فازی، اعداد فازی و فازی سازی را وارد علوم ریاضیات و مهندسی نمود.

منطق کلاسیک هر چیزی را بر اساس یک سیستم دوتائی نشان می دهد (درست یا غلط، ۰ یا ۱، سیاه یا سفید) ولی منطق فازی درستی هر چیزی را با یک عدد که مقدار آن بین صفر و یک است نشان می دهد. مثلاً اگر رنگ سیاه را عدد صفر و رنگ سفید را عدد ۱ نشان دهیم، آن گاه رنگ خاکستری عددی نزدیک به صفر خواهد بود. در سال ۱۹۶۵، دکتر لطفی زاده نظریه سیستم های فازی را معرفی کرد. در فضایی که دانشمندان علوم مهندسی به دنبال روش های ریاضی برای شکست دادن مسایل دشوارتر بودند، نظریه فازی به گونه ای دیگر از مدل سازی، اقدام کرد.

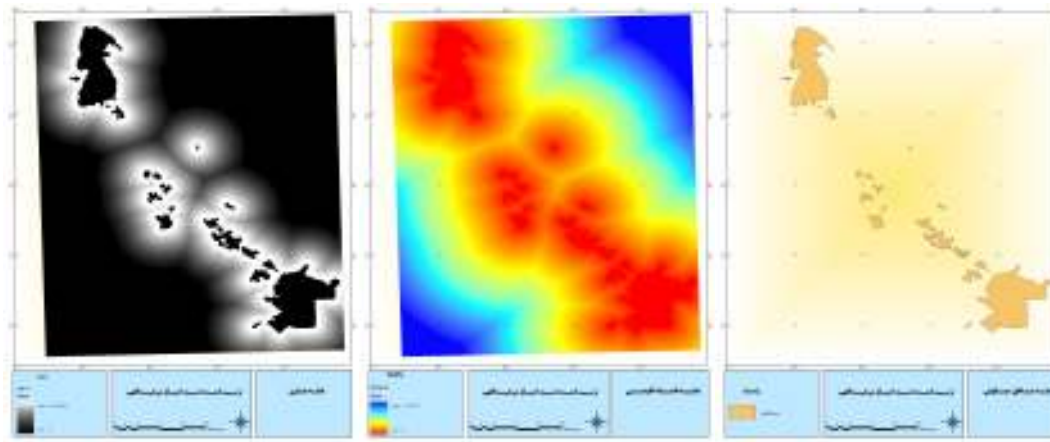
بنیاد منطق فازی بر شالوده نظریه مجموعه های فازی استوار است. این نظریه تعمیمی از نظریه کلاسیک مجموعه ها در علم ریاضیات است. در تئوری کلاسیک مجموعه ها، یک عنصر، یا عضو مجموعه است یا نیست. در حقیقت عضویت عناصر از یک الگوی صفر و یک و باینری تبعیت می کند. اما تئوری مجموعه های فازی این مفهوم را بسط می دهد و عضویت درجه بندی شده را مطرح می کند. منطق فازی اجازه می دهد درجه عضویت هر عنصر عددی بین صفر و یک در بازه [۰,۱] باشد.

### لایه مسکونی

لایه های مناطق مسکونی شکل شماره (۲) که یکی از کانون های اصلی تمرکز جمعیت بوده و سهم عمده جابه جایی ها و عبور مرور موجود در مسیر متعلق به این گروه است این لایه رقومی پس از تولید نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۳) این نقشه با استفاده از

فرمولهای مربوطه فازی سازی شد شکل (۴) قابل مشاهده است. و در این فازی سازی هر چه فاصله از

این لایه بیشتر باشد ارزش کمتری را دارا خواهد بود.

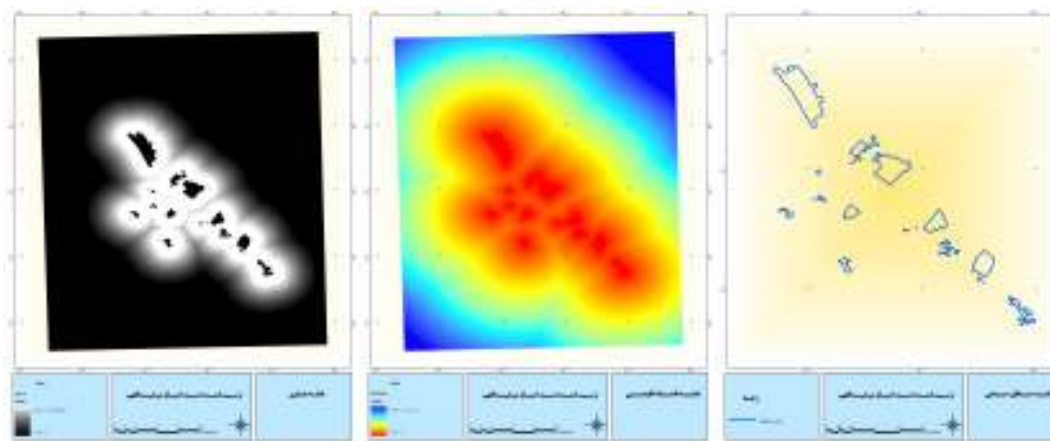


شکل (۲) لایه مناطق مسکونی شکل (۳) نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۴) نقشه فازی شده

متعلق به این گروه است این لایه رقومی پس از تولید نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۶) این نقشه با استفاده از فرمولهای مربوطه فازی سازی شد شکل (۷) قابل مشاهده است. و در این فازی سازی هر چه فاصله از این لایه بیشتر باشد ارزش کمتری را دارا خواهد بود.

#### لایه صنعتی

لایه های مناطق صنعتی شکل شماره (۵) نیز همانند مناطق مسکونی یکی از کانون‌های اصلی تمرکز جمعیت بوده و بخش عظیمی از تردد های این مسیر



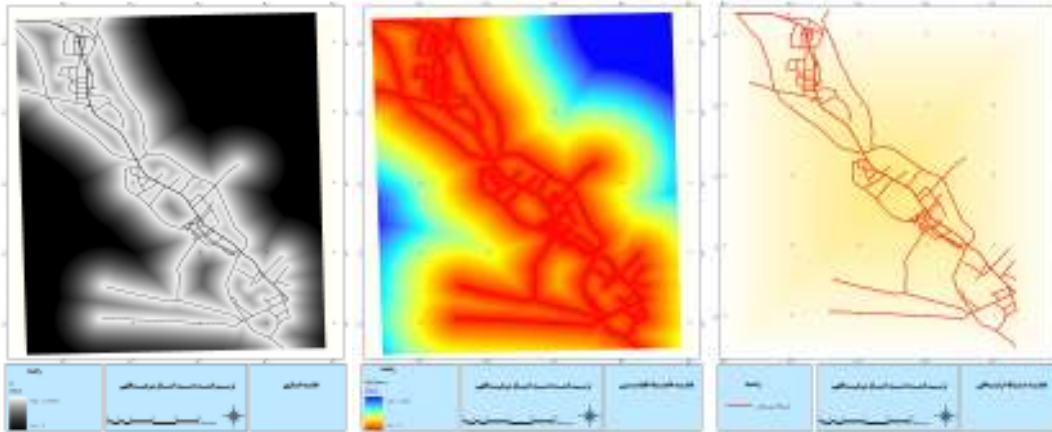
شکل شماره (۵) لایه مناطق صنعتی شکل شماره (۶) نقشه فاصله اقلیدسی شکل شماره (۷) نقشه فازی شده

نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۹) این نقشه با استفاده از فرمولهای مربوطه فازی سازی شد شکل (۱۰) قابل مشاهده است. در مورد فازی سازی لایه راهها لازم به ذکر است در طبقه بندی این لایه نیز به جز حریم

#### شبکه ارتباطی

مسیرهای شبکه ارتباطی شکل (۸) نیز یکی از اساسی ترین لایه های ما می باشد این لایه رقومی پس از تولید

جاده هر چه از راهها فاصله بیشتری داشته باشیم از ارزش کلاس کاسته خواهد شد.

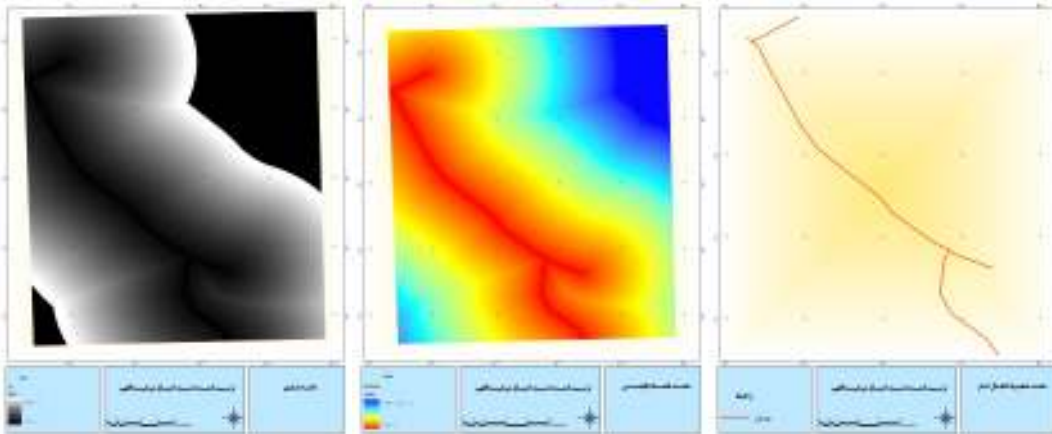


شکل (۸) لایه شبکه ارتباطی شکل (۹) نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۱۰) نقشه فازی شده

شد شکل (۱۳) قابل مشاهده است. در مورد ارزش گذاری کلاس های این لایه تفاوت در این است که هر چه از این خط فاصله بگیریم طبقه دارای ارزش بالاتری خواهد بود.

#### مسیر انتقال لوله گاز

لایه مسیر انتقال گاز شکل (۱۱) یکی دیگر از لایه هایی است که در این مسیر یابی از آن استفاده شده این لایه رقمی پس از تولید شکل فاصله اقلیدسی شکل (۱۲) این نقشه با استفاده از فرمولهای مربوطه فازی سازی



شکل (۱۱) لایه خط انتقال گاز شکل (۱۲) نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۱۳) نقشه فازی شده

شد. این لایه رقمی پس از تولید شکل فاصله اقلیدسی شکل شماره (۱۵) این شکل با استفاده از فرمولهای مربوطه فازی سازی شد شکل شماره (۱۶) قابل مشاهده است. مناطق بایر بهترین گزینه برای

#### پوشش اراضی

در مرحله بعدی سه لایه مناطق بایر و بوته زار و مزروعی را نیز به رستر تبدیل نموده شکل شماره (۱۴) و سپس فازی سازی را بر روی این لایه انجام

نماد عملگر جمع لایه نهایی تولید گردید تا در تصمیم‌گیری از آن استفاده گردد. وزن‌های داده شده بر اساس میزان نقشی است که در مسیر یابی داشته و اهمیت آن لایه در عملیات نهایی مسیر یابی را نشان می‌دهد. در نهایت نسبت به تولید نقشه COST محدوده برای گسترش توابع مجاورت اقدام و مسیر بهینه استخراج گردید شکل شماره (۱۷).

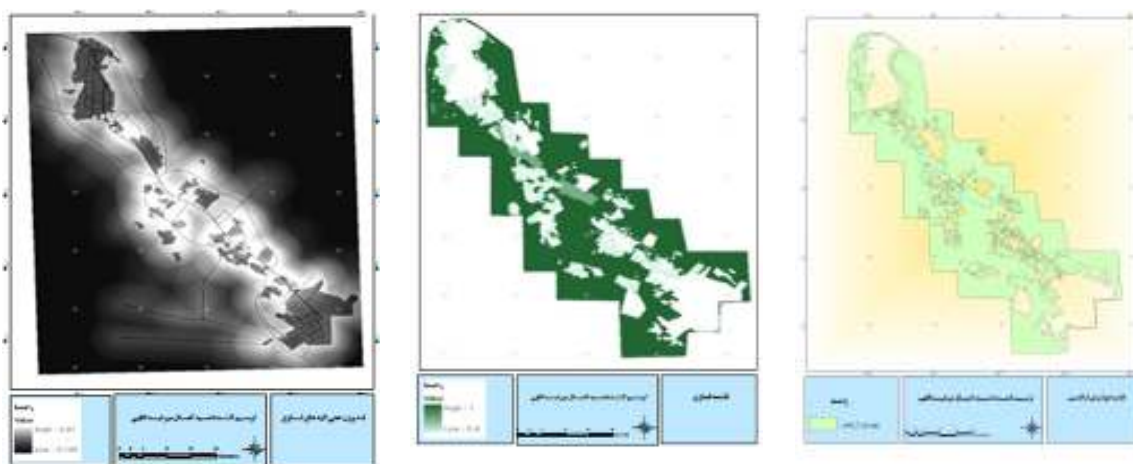
#### جدول (۱) ارزش‌گذاری لایه‌های مورد مطالعه

وزن داده شده	فاکتور مسیر یابی	ردیف
۰/۳	مسکونی	۱
۰/۲۵	صنعتی	۲
۰/۲۵	راهها	۳
۰/۱۵	پوشش اراضی	۴
۰/۰۵	خط انتقال گاز	۵

عبور خط ریل بوده و در مرحله بعدی بوته زارها از اولویت گذر خط و سپس مناطق مزروعی دارای ارزش کمتری در عبور خط ریل خواهند بود.

#### وزن دهی لایه‌ها

پس از فازی‌سازی لایه‌ها این عملیات بر روی لایه‌ها کافی نبوده و لایه‌های مذکور دارای تاثیر و اهمیت جداگانه در فرایند مسیر یابی می‌باشند. جهت مشخص کردن اهمیت نسبی فاکتورهای مختلف در مسیر یابی برای هر یک از آنها وزنی در نظر گرفته می‌شود. در مسیر یابی خط ریل بین شهری یزد - اردکان وزن هر یک از فاکتورها با روش امتیاز دهی طبق نظر کارشناسان و با استفاده از روش AHP تعیین گردید جدول شماره (۱). و لایه‌ها با استفاده از نماد عملگر ضرب در وزن تعیین شده ضرب گردیده و سپس با



شکل (۱۶) نقشه فازی شده شکل (۱۵) نقشه فاصله اقلیدسی شکل (۱۴) لایه پوشش اراضی



بر مسئله انتخاب مقیاس جهت تهیه شکل‌های فازی می‌بایست نوع تابع فازی را نیز مورد بررسی قرار داده و تابع مناسب‌تر را برای معیار مورد نظر انتخاب نمود (استمان، ۱۹۹۷).

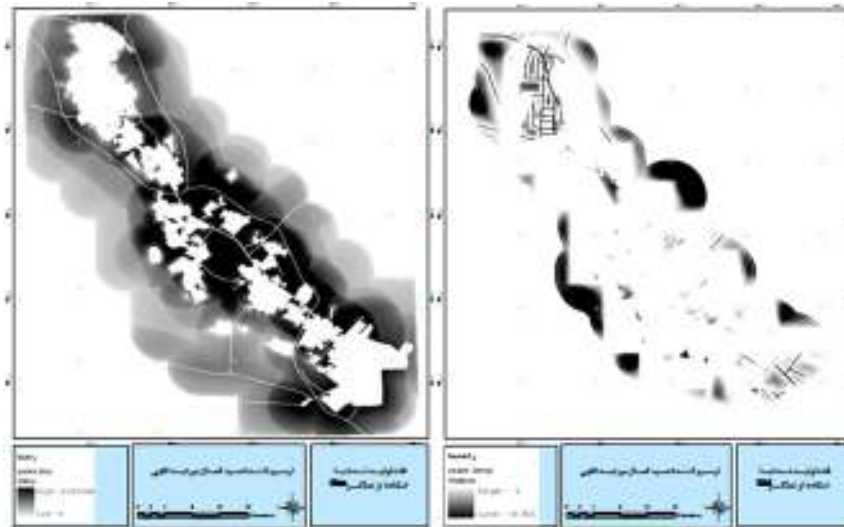
از عملگرهای فازی در مسیریابی به دلیل اثرا افزایشی فاکتورهای دسترسی، مدل جمع فازی به عنوان مدل منتخب جهت ارزیابی و تعیین مدل‌های تلفیقی مناسب، انتخاب شده است شکل شماره (۱۸). البته عملگر گاما نیز در مسیریابی‌ها به دلیل حالت کلی عملگر ضربی و جمعی فازی که داراست زمانی که تاثیرات کاهش و افزایشی در تعامل معیارها وجود داشته باشد به کار می‌رود شکل شماره (۱۹). بنابراین در این پژوهش از دو عملگر فوق جهت مسیریابی خط ریل قطار بین شهری یزد- اردکان استفاده شد.

شکل شماره (۱۷) نقشه وزن دهی لایه‌های فازی

مسیریابی به روش Fuzzy

استاندارد سازی شکل‌ها در منطق فازی

با توجه به اینکه در منطق فازی، هر منطقه با توجه به مقداری که معیار مورد نظر را رعایت می‌کند، مقدار عضویتی می‌گیرد که بیان‌کننده میزان مطلوبیت آن ناحیه می‌باشد. بدین معنی که هر ناحیه با مقدار عضویت بالاتر، از مطلوبیت بالاتری برخوردار است. در منطق فازی قطعیت موجود در منطق بولین وجود ندارد و هر لایه در مقیاسی بین صفر و یک درجه بندی می‌شود. در این مقیاس‌ها اعداد بزرگتر مطلوبیت بیشتری خواهند داشت یعنی عدد یک از بالاترین مطلوبیت و عدد صفر فاقد مطلوبیت می‌باشد و طیفی از مقادیر بین این دو عدد قرار می‌گیرند که هر چه به یک نزدیکتر می‌شود، مطلوبیت افزایش می‌یابد. علاوه



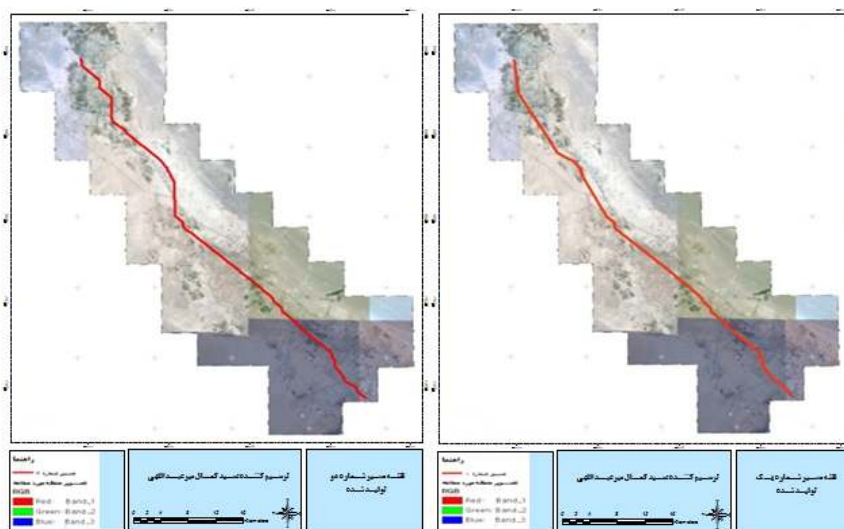
شکل شماره (۱۹) نقشه تولید شده با استفاده از عملگر Gama شکل شماره (۱۸) نقشه تولید شده با استفاده از عملگر Sum

همپوشانی لایه‌ها اقدام شد. سپس نقشه cost برای گسترش توابع مجاورت و استخراج تفاوت‌ها تولید

با استفاده از روش Fuzzy overlay و استفاده از عملگرهای Sum و Gama نسبت به تولید نقشه فازی

همچنین مسیر شماره دو، شکل شماره (۲۱) در درجه دوم پیشنهاد می‌گردد نتایج حاصل از دو مسیر استخراج شده در جدول شماره (۲) مشاهده می‌کنید.

شد و در نهایت با استفاده از روش Shortest path نسبت به استخراج مسیر بهینه اقدام گردید شکل شماره (۲۰) که بهترین مسیر پیش نهادی و مسیر شماره یک در این تحقیق می‌باشد ارائه گردید و



شکل شماره (۲۱) نقشه مسیر شماره دو تولید شده شکل شماره (۲۰) نقشه مسیر شماره یک تولید شده

جدول شماره (۲) مشخصات مسیرهای استخراج شده

شماره مسیر	طول مسیر (m)	مسافت عبور از منطقه مسکونی (m)	مسافت عبور از منطقه صنعتی (m)	مسافت عبور از منطقه بایر (m)	مسافت عبور از منطقه بوته زار (m)	مسافت عبور از منطقه مزروعی (m)	مسافت عبور از مسیر انتقال گاز (m)
شماره یک	۵۸۵۴۷	۲۴۲۲۸	۰	۱۱۱۰۰	۳۰۲۰	۲۰۱۹۹	۰
شماره دو	۶۲۰۸۰	۲۸۵۵۲	۵۵۵	۱۱۶۶۵	۲۱۰۰	۱۹۲۰۸	۰

شماره ۲ که با استفاده از روش Gama استخراج گردیده است امتیازات بیشتری دارد. طول مسیر یک ۵۸۵۴۷ متر می‌باشد در این مسیر از مسافت ۲۴۲۲۸ متری خط ریل پیشنهادی که از منطقه مسکونی عبور خواهد کرد ۶۵۸۴ متر از منطقه مسکونی مربوط به شهر یزد و شاهدهیه می‌باشد. و بیشترین طول مسیر به ترتیب از مناطق مسکونی، مزروعی، بایر و بوته زار عبور می‌کند.

### نتیجه گیری

نتایج نشان داد میتوان با استفاده از روش Overlay Fuzzy و وزن دهی لایه‌ها جهت مسیر یابی استفاده نمود. همچنین از بین عملگرهای فازی استفاده از عملگر Sum مسیر بهتری را نسبت به عملگر Gama استخراج نموده است. در نهایت با استفاده از این روش ۲ مسیر استخراج شد. مسیر شماره یک که نتیجه استفاده از روش عملگر Sum نسبت به مسیر

سعیدیان، ماشاا..، ۱۳۸۹، طراحی و قرارگیری بهینه مسیر بزرگراهها با استفاده از GIS، پنجمین کنگره ملی مهندسی عمران، دانشگاه فردوسی مشهد. صاحب الزمانی، پرستو، ۱۳۸۳، انتخاب مسیر بهینه خطوط راه آهن با استفاده از GIS، هفتمین همایش حمل و نقل ریلی ایران. قهرمانی، اسماعیل، ۱۳۸۳، مروری بر ضوابط خاص در طراحی راه آهن های سریع السیر، هفتمین همایش حمل و نقل ریلی ایران.

Bruno .G, Ghiani .G, Improta.(1998) .A multi-modal approach to the location of a rapid transit line , European Journal of Operational Research, Volume 104, Issue 2, pp321-332.

Current .J.R, C.S. Revelle, J.L. Cohon.(1985). The maximum covering/shortestproblem: A multiobjective network design and routing formulation, European Journal of Operational research, Volume 21, Issue 2, pp 189-199.

Dufourd, H. M. Gendreau, G. Laporte . (1996) .6 Locating a transit line using tabu search, Location Science, Volume 4, Issue 1-2, pp 1-19.

Jong .Ch, Jha .M, Schonfeld, P.(2000) Preliminary Highway Design with Genetic Algorithms and Geographic Information Systems; 15:PP. 261-271

Laporte, G. J.A. Mesa, F. A. Ortec.(2005) . I. Sevilano, Maximizing trip coverage

مسیر دوم دارای طولی معادل ۶۲۰۸۰ متر است همچنین از ۲۸۵۵۲ متر مسافت عبوری از منطقه مسکونی در مسیر شماره دو، حدود ۸۶۷۷ متر آن مربوط به محدوده داخلی شهر یزد و شاهدیه است. و بیشترین طول عبور از کاربری ها به ترتیب به کاربری مسکونی، مزروعی، بایر و بوته زار می باشد حدود ۵۵۵ متر از این مسیر نیز از مناطق صنعتی می گذرد. بنابراین مسیر شماره یک از اولویت بالاتری برای احداث خط ریل قطار بین شهری یزد- اردکان برخوردار است چون با توجه به هزینه احداث خط ریل که به ازای هر کیلومتر ۴ میلیارد تومان برآورد گردیده هزینه احداث خط شماره یک، مبلغی معادل ۲۳۴۱۸۸ میلیارد تومان خواهد بود و در مقایسه با مسیر شماره دو که مبلغی معادل ۲۴۸۳۲۰ میلیارد تومان هزینه در بر خواهد داشت مبلغ ۱۴۱۳۲ میلیارد تومان صرفه جویی خواهد شد البته صرفه جویی در زمان احداث خط نیز قابل توجه خواهد بود.

#### منابع

افندی زاده. مسعود، هاشمی. نادر، آذر ۱۳۸۹، مدل ابتکاری مسیریابی خطوط شبکه مترو با استفاده از الگوریتم ژنتیک، دهمین کنفرانس حمل و نقل و ترافیک، تهران. ستوده، احد، ۱۳۸۶، استفاده از اصول زیست محیطی در مسیریابی راه آهن با استفاده از GIS، مجله محیط شناسی.

Yang .Zh.(2003).Optimizing Highway  
Alignment In Road Network:  
Proceedings of the Eastern Asia Society  
for Transportation Studies, Vol.4 .

in the location of a single rapid transit  
alignment, Annals of Operations  
Research, Volume136, pp 49-63.