Geospatialeng.ir

تحلیل فضائی و مسیریابی راه آهن(مطالعه موردی: بافق – یزد)

علی حسن آبادی[1]، سید علی المدرسی[2]، مریم داداشی 3

1- کارشناس ارشد گروه سنجش از دور و GIS ، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی ، یزد، ایران
ali.h.surveing@gmail.com
2- دکتری ژئومورفولوژی، دانشیار گروه سنجش ازدور و GIS ، واحد یزد ، دانشگاه آزاد اسلامی ، یزد، ایران
almodaresi@gmail.com
3- کارشناس ارشد گروه سنجش از دور و GIS ، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی ، یزد، ایران
dadashimaryam@gmail.com

چکیده:

راه آهن ها که همواره بخش استراتژیک سیستم حمل و نقل هر کشور را تشکیل می دهند، نقش قابل ملاحظه ای در پشتیبانی اقتصاد سالم هر کشوری را ایفا می کنند، لذا سالیانه در جهان سرمایه گذاری هنگفتی به جهت ساخت و نگهداری این سیستم هزینه می شود. در این راستا به کارگیری صحیح سیستمهای اطلاعات مکانی می تواند صرفه جویی زیادی را از لحاظ اقتصادی برای سازمان ها از جمله راه آهن به همراه داشته باشد. بنابراین ایجاد این سیستم در راه آهن می تواند تصمیم گیری را بهبود بخشد و منابع موجود را به شکل موثرتری در جهت انجام اهداف راه آهن هدایت نماید .منطقه مورد مطالعه در این تحقیق در جنوب شرقی استان یزد واقع شده است که خط دوم راه آهن بافق یزد می باشد مورد بررسی قرارگرفته است که ابتدا اطلاعات مورد استفاده جهت طراحی مسیر پیشنهادی در این محدوده مورد بررسی قرار گرفت سپس با توجه به این اطلاعات و سایر عوامل تأثیرگذار دیگر بر مسیریابی راه آهن و تعیین اهمیت و اولویت آنها در مسیر راه آهن با استفاده از مدل AHP ، با استفاده از نرمافزارهای GIS روش هایی جهت تعیین مکانیابی مسیر راه آهن طراحی گردید. بدین منظور، تعدادی از عوامل تأثیرگذار بر مسیر راه آهن مورد مطالعه و بررسی قرار گرفت و لایه های رقومی آنها تهیه و تولید گردید. سپس با استفاده از نرم افزارهای ILWIS و نرم افزار Arc Map مدلهایی طراحی گردید و در نتیجه این مدلها، خروجی های مختلفی به عنوان مسیرهای پیشنهادی مختلف تولید گردید که میتوان در اختیار طراحان جهت بررسی و انتخاب قرارداد تا یکی از آنها به عنوان مناسب ترین و کوتاهترین مسیر بین دو نقطه در منطقه مطالعاتی مشخص و ارائه گردد.

کلمات کلیدی: ارزیابی چندمعیاره، بهینه سازی، راه آهن بافق یزد، ILWIS

1- مقدمه

گسترش شبکهٔ حمل و نقل به عنوان یکی از کلیدهای اصلی برای توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی در هر کشور، بخصوص کشورهای در حال توسعه است و در این میان راه آهن با توجه به داشتن مزیت های نسبی از جمله ایمنی بالا و مصرف انرژی کمتر، جایگاه ویژه ای در بین سامانه های حمل و نقل دارد. با توجه به وسعت و موقعیت کشور در منطقهٔ خاورمیانه، پراکندگی مراکز جمعیتی و فواصل زیاد بین قطب های تولید و مصرف درکشور، توسعهٔ شبکهٔ راه آهن به عنوان ضرورتی حیاتی مطرح است. در راهسازی یکی از مهم ترین و اساسی ترین مراحل مطالعاتی و طراحی، موضوع طراحی مسیر اولیه، یا مطالعات فاز صفر است. یکی از جامع ترین روش های طراحی شده برای تصمیم گیری با معیارهای چندگانه است. انتخاب مسیر بهینه از بین مسیرهای طراحی شده، در واقع نوعی تصمیم گیری چند معیاره بشمار می رود که در آن هدف تصمیم گیری، انتخاب مسیر بهینه است. از آنجایی که تصمیم گیری در مورد انتخاب مسیر بهینه موضوع بسیار مهمی است و بروز خطا ممکن است باعث ضررهای جبران ناپذیری شود، نیاز به اتخاذ روش هایی منطقی و مناسب برای انتخاب گزینهٔ بهینه و تصمیم گیری صحیح است، بنابراین سیستم اطلاعات جغرافیایی و ابزار های آن بهترین ابزار برای انجام این امر می باشد. در این زمینه تحقیقاتی نیز در ایران و جهان کار شده است. از جمله: [۱] در تحقیقی در خصوص طراحی مسیر بهینه امدادرسانی حمل و نقل جاده ای در محیط GIS بر مبنای نقاط حادثه خیز برای مسیر بندر امام خمینی اهواز از قابلیت GIS بهره می گیرند و با استفاده از وزن زمان سفر حجم در الگوریتم دیکسترا سریعترین مسیر از پایگاه امداد تا محل تصادف را تعیین نموده و نتیجه می گیرند که کوتاهترین مسیر از نظر فاصله و سریعترین مسیر از نظر زمان سفر حجم با یکدیگر تفاوت های فاحشی دارند [۲] بیان می دارند که در طراحی شبکه راه مناسب، باید عوامل مختلفی در نظر گرفته شود که از جمله عوامل ناپایداری دامنه ها در امتداد مسیر جاده ها به خصوص در مناطق جنگلی می باشند. [۳] تعیین مسیر بهینه قطار بین شهری یزد اردکان را با استفاده از منطق فازی انجام دادند. در روش مورد استفاده با استفاده از عملگرهای Gama و Sum نسبت به مسیریابی بهینه قطار بین شهری یزد اردکان اقدام گردید و از بین دو مسیر استخراجی مسیر شماره یک که با استفاده از عملگر Sum ترسیم شده بود با توجه به دسترسی جمعیتی معادل ۷۷۹۵۸۹ نفر و طول ۵۸۵٤۷ متر از اولویت بیشتری نسبت به مسیر شماره دو برخوردار شد. [٤] مسیریابی بهینه راه آهن با استفاده از مدلسازی در GIS(مطالعه موردی: قسمتی ازخط تندرو راه آهن قم–اصفهان) را مورد پژوهش قرار دادند. نتایج این پژوهش تولید چندین مسیر پیشنهادی و بهینه با توجه به معیارهای مورد نظر طراحان می باشد، چرا که بخشی از مسیرطراحی شده شرکت مشاور با طولی بالغ بر ۳۱٤۹۲ متر از مناطق ممنوعه عبور کرده و در بعضی مناطق معیار های مورد نظر طراحان را درنظر نگرفته است، در حالی که مسیر های طراحی شده با این مدل ها همگی از مناطق مجاز و با طول هایی تقریباً نزدیک به طول این مسیر که کوتاهترین آنها ۳۱۹۷٦ متر است با عبور از مناطق مجاز تولید گردیده اند. [9] در پژوهشی استفاده از ابزارهای بهینه سازی هوشمند و روش های مبتنی بر آنالیز داده های مکانی را در پیدا کردن یک روش بهتر و مناسب تر، در ایالت مریلند با استفاده از آنالیزهای حساس به پارامترهای کلیدی و پارامترهای متفاوت طبیعی و فرهنگی و کاربری اراضی انجام دادند و در نتیجه گیری خود تفاوت فراوان در کاهش زمان لازم برای طراحی مسیر و طراحی راه حل های کم هزینه به عنوان مزایای این روش عنوان کردند. [10] در پژوهشی تعیین خطوط حمل و نقل ریلی را با توجه به تعداد زیاد گزینه های تأثیر گذار یک مشکل بزرگ دانستند. آن ها مدل ارائه شده در این روش را یک مدل برای طراحی مسیر مناسب بر اساس معیارهای در نظر گرفته شده دانسته اند. و در نتایج خود استفاده از الگوریتم ژنتیک را با توجه به پردازش های زیادی که بر روی داده ها انجام می دهد برای طراحی مسیر بهینه پیشنهاد دادند. [11] پژوهشی انجام دادند که هدف خود را در پژوهش

تعیین مناسب ترین مکان برای زیر ساخت های جدید حمل و نقل به وسیله سیستم های پشتیبان تصمیم گیری مکانی (SDSS) و بهره گیری از ساختار ترکیبی برای دست یافتن به تحرک و پویایی مکانی دانسته اند. آن ها از داده های مکانی و آماری برای طراحی مسیر بهینه در منطقه مورد نظر استفاده کردند و در نتایج خود استفاده از داده های آماری را از مزایای روش خود دانسته اند. امید است نتایج حاصل از پژوهش حاضر جهت پیشبرد بهتراهداف در این زمینه مفید واقع گردد.

2- مواد و روش تحقیق

2-1- معرفی محدوده مطالعاتی

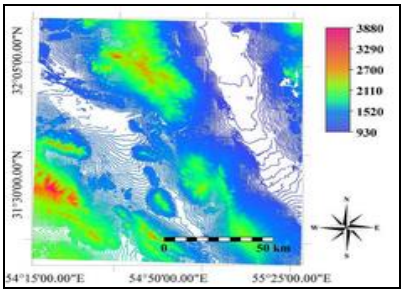
استان یزد با وسعت حدود ۱۵۶۷۲ کیلومتر مربع در مرکز ایران بین عرض جغرافیایی ۲۹ درجه و ٤٨ دقیقه تا ۳۳درجه و ۳۱ دقیقه شمالی و طول جغرافیایی ۵۲ درجه و ٤٥ دقیقه تا ٥٦ درجه و ۳۱ دقیقه شرقی از نصف النهار گرینویچ و در حاشیه دشت های کویر و لوت واقع شده است. در این پژوهش با استفاده و راهنمایی های اساتید محترم، منطقه ای با وسعت۱۵۰۷۰۰۰ هکتار واقع در زون ٤٠ سیستم تصویر UTM به عنوان منطقه مطالعاتی انتخاب شده است. شهرستان بافق با مرکزیت شهر بافق، در فاصله یکصد و بیست کیلومتری جنوب شرقی یزد و در ارتفاع ۹۲۷ متر از سطح دریا قرار دارد. که در مختصات جغرافیایی ۵۵ درجه و ۳ دقیقه طول شرقی و ۳۲ درجه و ۱ دقیقه عرض شمالی قرار دارد. در شکل شماره (۱)شهرستان بافق در استان یزد و محدوده مطالعاتی نشان داده شده است.

شکل(1)- محدوده مورد مطالعه در استان یزد

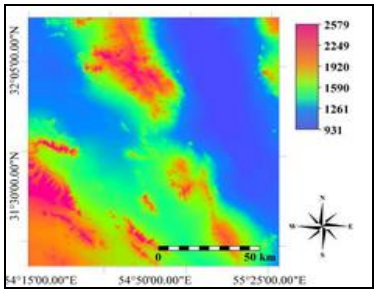
2-2- لایه های مورد استفاده در تحقیق

در راستای نیل به اهداف تحقیق، ابتدا مشخصه‌های تأثیرگذار در مسیریابی راه‌آهن شناسایی شدند. این کار با مطالعه عوارض طبیعی و مصنوعی منطقه و لایه‌های اطلاعاتی موجود در سازمان نقشه‌برداری و زمین‌شناسی کشور و آثار محیط زیستی راه‌آهن و با توجه به روش‌های مسیریابی با شیوه‌های مرسوم صورت گرفت. پس از شناسایی اولیه، داده‌های مربوط به مشخصه‌های یادشده جمع‌آوری، یا تهیه و یک پایگاه داده مناسب در GIS تهیه شد. لایه های

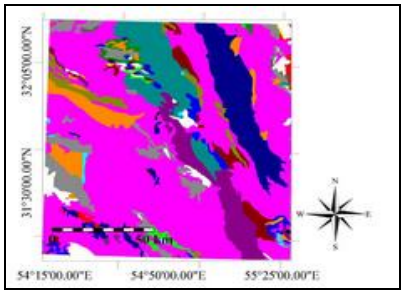
مورد استفاده در تحقیق عبارت بودند از: ۱- نقشه مدل رقومی ارتفاع زمینDEM منطقه، ۲- نقشه توپوگرافی منطقه ۳- نقشه شیب منطقه ٤- نقشه جهت شیب منطقه ٥- نقشه زمین شناسی منطقه ٦- نقشه کاربری اراضی ۷- نقشه مربوط به نقاط اصلی(ایستگاههای قطار) ۸- نقشه مناطق مسکونی ۹- نقشه آبراهه ها ۱۰- نقشه راه های منطقه مطالعاتی ۱۱- نقشه مناطق زیست محیطی ۱۲- نقشه گسل های منطقه ۱۳- مسیر – طراحی شده توسط شرکت مشاور توسار در منطقه مطالعاتی به همراه کلیه اطلاعات مورد استفاده جهت طراحی مسیر



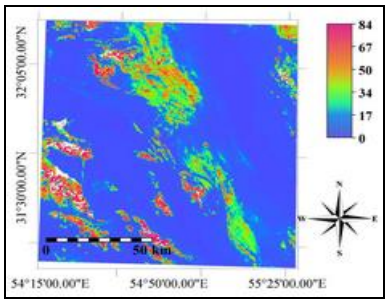
شکل (۲)- نقشه توپوگرافی منطقه مطالعاتی



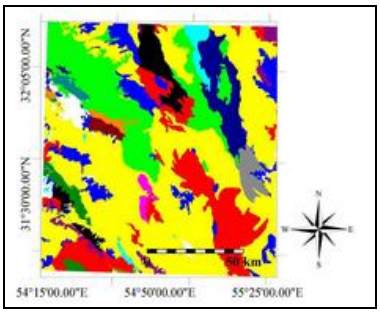
شکل (۳)- مدل رقومی منطقه مطالعاتی



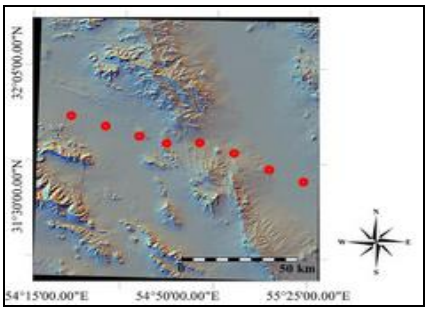
شکل (٤)- لایه زمین شناسی منطقه مطالعاتی



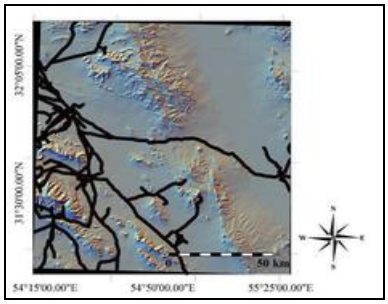
شکل (٥)- نقشه شیب منطقه مطالعاتی



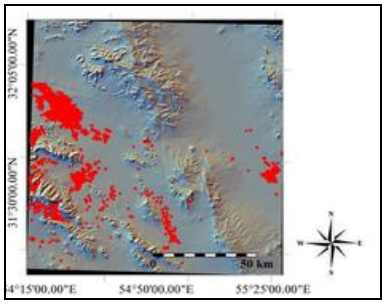
شکل(٦)-نقشه کاربری اراضی منطقه مطالعاتی



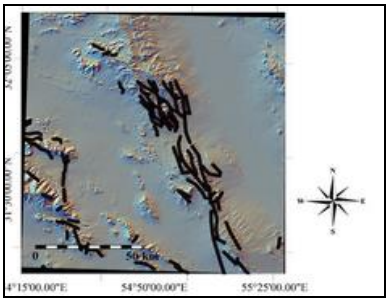
شکل (۷)- ایستگاههای قطار منطقه مطالعاتی



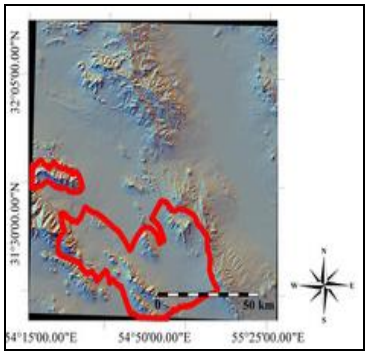
شکل (8)-راه های موجود منطقه مطالعاتی

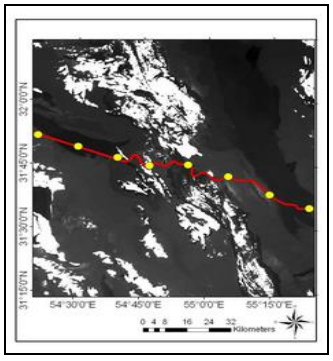


شکل(9)- نقشه مناطق مسکونی منطقه مطالعاتی



شکل (۱۰)-گسل های منطقه مطالعاتی





شکل(۱۱)- نقشه زیست محیطی منطقه مطالعاتی شکل (۱۲)- مسیر طراحی شده توسط مشاور

3-2- روش تحقیق

در این تحقیق ۲روش کلی ارزیابی چند معیاره مکانی انجام شد.

- ارزیابی چند معیاره با استفاده از مدل سازی درختی در محیط ILWIS
- مدل سازی چند معیاره مکانی در محیط ARC MAP

مراحل کلی تولید لایه ها و در نهایت انتخاب مسیر بهینه با استفاده از مدل سازی چند معیاره مکانی به روش ساخت مدل درختی به شرح زیر است.

۱- تهیه اطلاعات و نقشه های اولیه در فرمت های مختلف از ادارات، سازمان ها و شرکت های مشاور

۲- استخراج لایه های اطلاعاتی از فایل های دریافت شده.

۳- وارد کردن لایه ها در نرم افزار ARC MAP جهت انجام پردازش های اولیه بریدن و آماده کردن سیستم تصویر.

٤- انتقال لایه های آماده شده به نرم افزار ILWIS.

٥- تعیین و اعمال مجدد سیستم تصویر مناسب.

٦- تبدیل لایه های عامل و محدودیت ها به رستر.

۷- ساخت درخت معیار[1].

۸- استاندارد سازی عوامل و محدودیت ها.

۹- وزن دهی عوامل و گروهها.

۱۰- همپوشانی لایه ها و تولید لایه مناطق مناسب عبور مسیر ریلی.

۱۱- انتقال نقشه به ARC MAP و انتخاب مسیر بهینه.

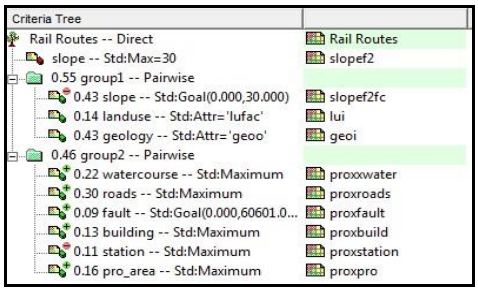
شکل(۱۳)- مدل مفهومی تحقیق

پس از جمع آوری داده ها با فرمت های مختلف باید تبدیل به نقشه های رقومی از نوع رستر یا وکتور با فرمت های قابل استفاده در سیستم های اطلاعات جغرافیایی شوند. سپس لایه هایی که فاقد سیستم مختصات هستند و ژئورفرنس نشده اند برای آنها سیستم مختصات تعریف می شود. و کلیه لایه ها به نرم افزار ILWIS وارد می شود. این لایه ها دارای ماهیت نقطه ای و خطی و پلی گون هستند و پس از ورود به نرم افزار ILWIS باید دارای سیستم مختصات یکسانی باشند. بنابراین باید در نرم افزار ILWIS نیز هر سه مشخصه، شامل سیستم تصویر، بیضوی مرجع و دیتوم مربوط در لایه های اطلاعاتی یکسان باشد.

در مرحله بعد نقشه های رستری فاصله از عوارض مکانی و تولید نقشه های شیب به درصد و تهیه نقشه های کاربری اراضی و ژئولوژی و... می توان نسبت به ساخت مدل چند معیاره مکانی اقدام نمود. پس از نام گذاری گروه ها

[1] - CRITERIA TREE

و محدودیت ها و عوامل، اقدام به معرفی لایه های رستری و نقشه های ساخته شده در مرحله قبل، به مدل کرده و مدل آماده برای استاندار سازی کلیه محدودیت ها و عوامل به شرح شکل (١٤) می باشد.



شکل (14)- مدل درختی ارزیابی چند معیاره در نرم افزار ILWIS

سپس استانداردسازی صورت پذیرفت که فرآیندی است، برای دستیابی به مقیاس های قابل مقایسه. از آنجایی که هر لایه اطلاعاتی بعد از پردازش های مختلف ازارزش های مختلفی برخوردار می شود و یا به عبارتی مقادیر Pixel Value ها در یک لایه بعد از پردازش باهم متفاوت می باشند لذا باید به یک مقیاس قابل مقایسه تبدیل شوند، که به این فرآیند که در طی آن ارزش پیکسل های (Pixel Value) نقشه های مختلف ارزش گذاری شده و به مقیاس های قابل مقایسه ای تبدیل می شوند استاندارد سازی می گویند که برای هر یک از دسته های عوامل و محدودیت ها این فرآیند متفاوت می باشد(آقاهادی،١٣٩٢). استاندارد سازی محدودیت ها در مدل SMCE بر اساس قانون بولین که مبتنی بر ٠ و ١ است زیرا فاقد مقادیر میانی هستند. پیکسل هایی که مقدار٠ به آنها اختصاص داده می شوند نشان دهنده مکان های نامناسب بوده و پیکسل هایی که مقدار ١ به آنها اختصاص داده می شوند نشان دهنده مکان های مناسب می باشند. استاندارد سازی عوامل مبتنی بر روش فازی بوده که با استفاده از یک تابع به نام تابع عضویت، درجه عضویت هر عنصر که در این پژوهش این عناصر Pixel Value هستند مشخص می شوند. عمل استاندارد سازی عوامل در مدل SMCE به ٣ روش صورت می گیرد:

١- تابع خطی مستقیم (سود) (Benefit): برای معیارهایی که ارتباطشان با مدل به صورت خطی بوده و با افزایش مقادیرشان مقادیر استاندار آنها هم افزایش می یابد استفاده می شود و برعکس تابع خطی معکوس (هزینه) (Cost) که مقادیر پیکسل های آن ها با افزایش مقادیر استاندارد، کاهش می یابد.

٢- تابع مرکب ذوزنقه ای که مقادیر پیکسل های آن ها در بازه هایی افزایش و سپس ثابت و بعد از آن کاهش می یابند.

٣- توابع ترکیبی با شکل غیر خطی که مقادیر پیکسل های آن ها به صورت غیر خطی استاندارد می شوند.

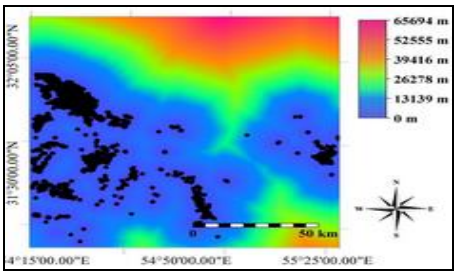
در ادامه وزن دهی لایه ها انجام شد. دررابطه وزن دهی همواره تأکید می شود که وزن دهی ناصحیح، خطای عمومی خاصی درکاربرد روش های تصمیم گیری چند معیاره در مسائل تصمیم مکانی ایجاد می کند. در مدل SMCE ، ٣ روش جهت وزن دهی معیارها وجود دارد که یکی از آنها مقایسه زوجی AHP می باشد. از روش مقایسه زوجی AHP گروه عوامل طبیعی دو به دو در مقابل هم قرار می گیرند و با انتخاب یکی از عبارات ارجحیت برای هر زوج عوامل، وزن دهی آنها انجام می پذیرد. در این مرحله لازم است وزن ها به طور منطقی نسبت به هم انتخاب شوند که نسبت ناسازگاری در حد مجاز یعنی کمتر از ٠/١ باشد.

پس از اختصاص وزن ها به مدل درختی تهیه شده و با توجه به آماده سازی های مختلف برای عوامل و محدودیت ها و استاندارسازی آن ها که در حقیقت آنها را از یک نوع و قابل همپوشانی می کند می توان نقشه پهنه بندی مناطق مناسب عبور خط ریلی را مشاهده کرد. در حقیقت این نقشه فراوانی مناطق مناسب عبور خط ریلی را

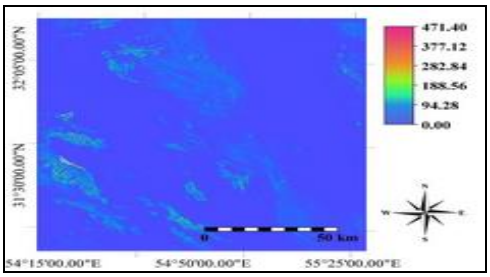
پس از تجزیه و تحلیل های متفاوت و پس از همپوشانی کردن لایه های عوامل و محدودیت ها با مقادیر صفر تا یک نشان می دهد. مقدار صفر برای مناطق نامناسب عبور خط ریلی و مقدار یک برای مناسب ترین مکان ها در نظر گرفته می شود. سایر مکان ها با مقادیر میانی بین صفر تا یک مشخص می شوند. و در نهایت تولید مسیر نهایی در نرم افزار ARC MAP با در اختیار داشتن لایه های تولید شده شامل Cost Distance ، Cost back link و داشتن shape file نقطه انتهایی انجام شد.

3- بیان نتایج:

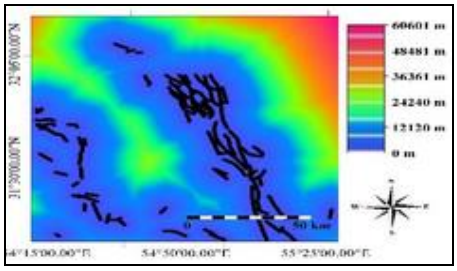
3-1- نتایج رستر سازی لایه های اطلاعاتی



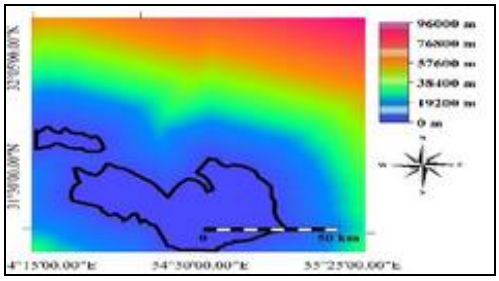
شکل (15)- نقشه رستری شیب منطقه مورد مطالعه



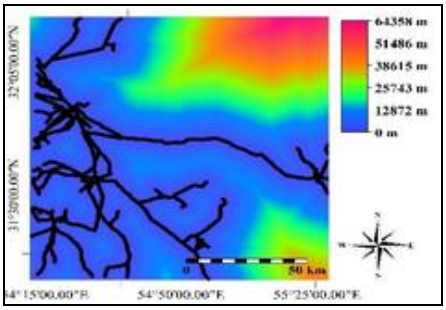
شکل (16)- نقشه حریم مناطق مسکونی



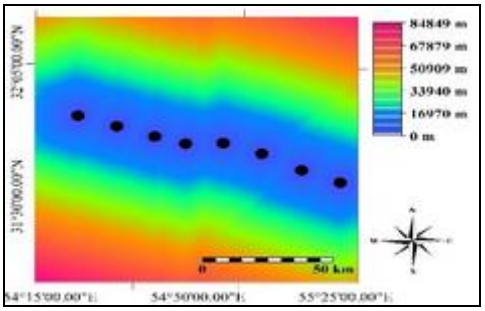
شکل (17)-نقشه حریم گسل ها



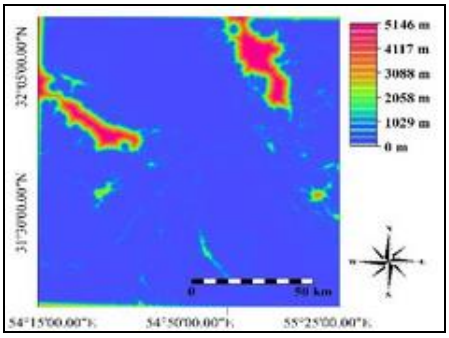
شکل (18)- نقشه حریم مناطق زیست محیطی



شکل (19)- نقشه حریم جاده ها



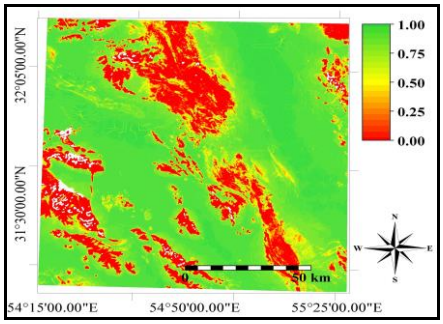
شکل (20)- نقشه حریم نقاط اصلی(ایستگاهها)



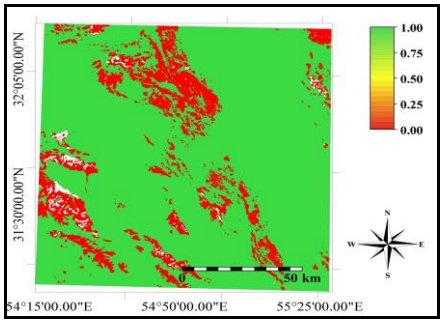
شکل (21)- نقشه حریم آبراهه ها

3-2- نتایج استاندار سازی محدودیت ها و عوامل تحقیق

در استاندارد سازی شیب به عنوان عامل تأثیر گذار، بیشترین ارزش به شیب های ۳۰ درصد با مقدار یک و کمترین ارزش برای شیب های صفر درصد در نظر گرفته شده و مابقی شیب ها دارای ارزش بین صفر تا یک می باشند که در شکل (۲۲) نشان داده شده. در استاندارد سازی شیب به عنوان محدودیت، شیب های بیشتر از ۳۰ درصد کلا حذف شده مقدار صفر به آن تعلق می گیرد و شیب های کمتر از ۳۰ درصد نیز با مقدار یک ارزش گذاری شده است. شکل (۲۳) ارزش گذاری شیب را به روش بولین نشان می دهد.

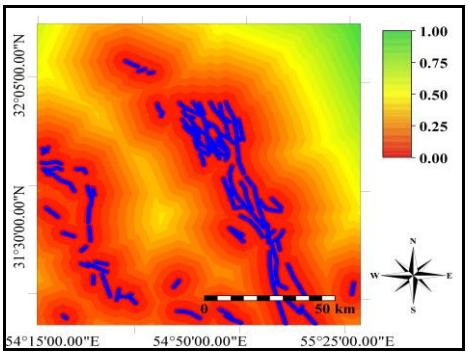


شکل(22)- استاندارد سازی شیب به عنوان عامل

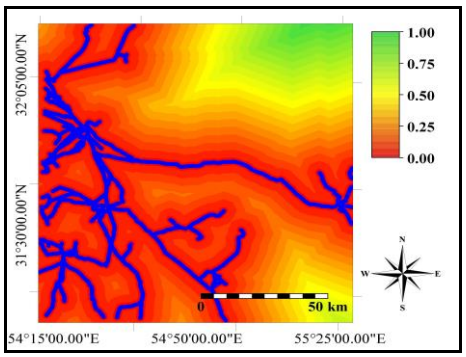


شکل (23)- استاندارد سازی شیب به عنوان محدودیت

برای استاندارد سازی لایه گسل، هر چه فاصله از گسل بیشتر باشد دارای ارزش بیشتری است و مناسب ترین حالت است و نزدیکی به این گسل های فعال می تواند خطرات زیادی برای پروژه و امنیت آن در آینده باشد. در استاندارد سازی راه ها، باید نزدیکی یا دور بودن مسیر ریلی از این راه ها بررسی شود. لذا در این تحقیق با توجه به حریم راه ها فاصله بهینه ۱۰۰۰ متر برای نزدیکی به راه های آسفالته در نظر گرفته شده و به کمتر از آن ارزش صفر داده و برای بیشتر از آن هر چه نزدیک تر، بهتر استاندارد سازی شده است که در شکل (۲۵) نشان داده شده است.



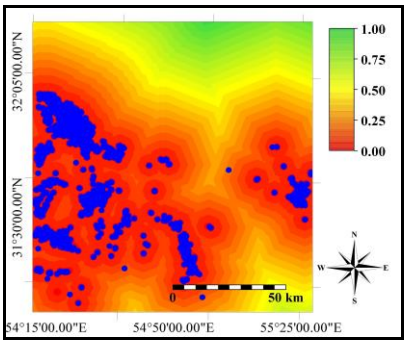
شکل (24)- استاندارد سازی گسل



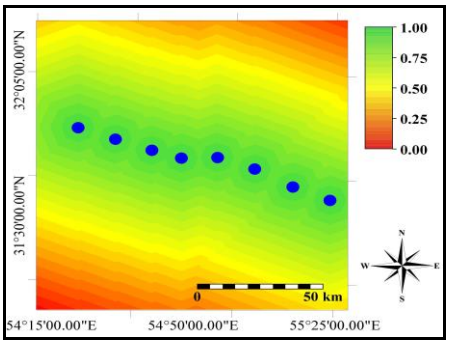
شکل (25)- استاندارد سازی راه های آسفالته

برای لایه مناطق مسکونی ارزش کمتر به فاصله کمتر و ارزش بیشتر به فاصله دورتر داده شد. اینجا که در شکل (۲۶) نشان داده شده است.یکی دیگر از معیارهای مهم و تاثیرگذار بر مدلسازی و بهینه سازی مسیریابی راه آهن نقاط اصلی در مسیر عبور خطوط راه آهن بوده که معمولاً این نقاط از سوی کارفرما مشخص می گردد. از جمله این مناطق: مناطق صنعتی وتجاری می باشد که جهت انتقال کارکنان و همچنین پیشرفت و توسعه صنعت نیاز است راه های مختلف ارتباطی از مراکز شهرها و مناطق مسکونی به این مناطق احداث گردد. در این پژوهش ٦ نقطه درمسیر راه آهن بافق - یزد در نظر گرفته شده است. این معیار در دسته عوامل و به صورت فازی و تابع مستقیم (سود) در نظر گرفته شد. بنابراین نزدیکی به این نقاط دارای مزیت و ارزش بالا و دوری از این نقاط کمترین ارزش را دارد و

مقادیر ارزشی صفر به آن تعلق می گیرد. سایر مقادیر میانی مقادیری بین یک تا صفر را به خود با توجه به فاصله به خود اختصاص دادند.

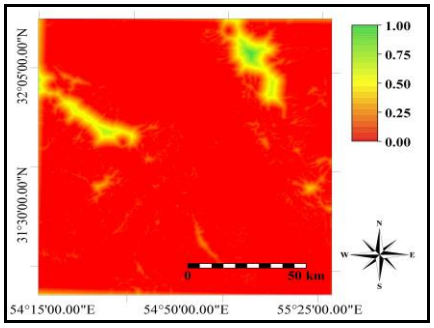


شکل (26)- استاندارد سازی مناطق مسکونی

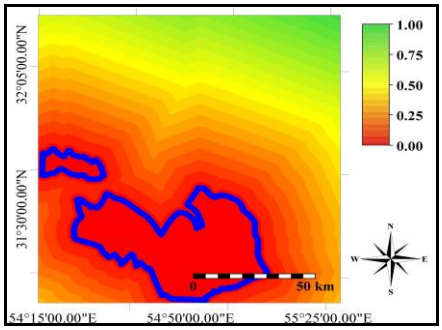


شکل(27)- استاندارد سازی نقاط اصلی

معیار تاثیرگذاردیگر بر بهینه سازی مسیر راه آهن، فاصله از آبراهه ها و مسیر عبور سیلاب ها می باشد. لذا شناخت دقیق مکان این آبراهه ها و محل های مستعد طغیان سیلاب ها امری ضروری می باشد. رعایت فاصله مناسب از این عوارض جهت جلوگیری از ایجاد صدمات به سازه ها ضروری است. لذا در این پژوهش از تابع سود یا Benefit جهت استاندارد سازی استفاده شد. در طرح هندسی راه آهن باید عوامل زیست محیطی به طور کامل رعایت شود. و این گزینه فقط در مرحله ساخت نبوده و بایستی مرحله بهره برداری را نیز شامل شود(آیین نامه طرح هندسی راه آهن، 1383). در این پژوهش، برای استاندارد سازی، این مناطق به عنوان عامل در نظر گرفته شده و به صورت فازی و با تابع هزینه (cost) استاندارد سازی شد.

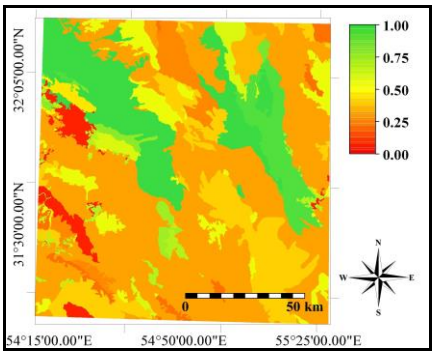


شکل (28)- استاندارد سازی آبراهه ها

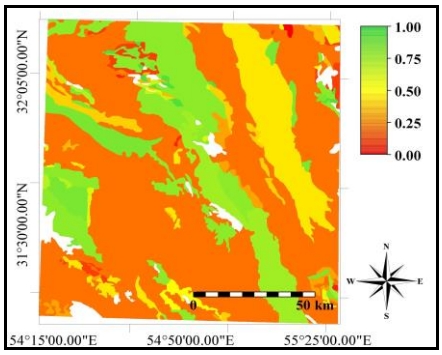


شکل (29)- استاندارد سازی مناطق زیست محیطی

در استاندارد سازی معیار کاربری اراضی، تعیین ارزش هر کدام از کاربری های منطقه مطالعاتی با نظر کارشناسان خبره انجام شد. کاربری اراضی از جمله معیار های تاثیر گذار بوده و به صورت غیر خطی استاندارد سازی می شود. یکی دیگر از معیارهای مهم و تاثیرگذار در مدل بهینه سازی جنس زمین منطقه است. تشخیص و شناسایی جنس سنگ و خاک منطقه امری مهم و حساس بوده و نیاز به تجربه و علم و تخصص می باشد که از سوی مهندسان متخصص سازمان زمین شناسی کشور صورت می گیرد. این لایه مطالعاتی نیز با نظر کارشناسان خبره وزن دهی شد که مقدار صفر نامناسب ترین پیکسل ها و یک مناسب ترین و سایر مناطق با مقادیر میانی پر شده اند



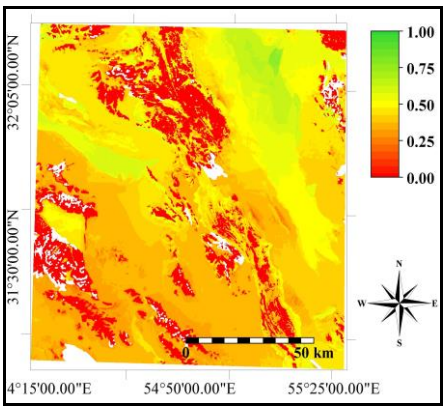
شکل (30)- نقشه استاندارد شده کاربری اراضی



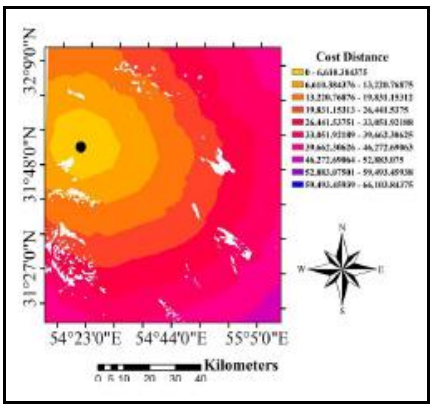
شکل (31)- نقشه استاندارد شده زمین شناسی

3-3- نتایج حاصل از پهنه بندی لایه ها

در نهایت پس از اعمال وزن ها، نقشه پهنه بندی نهایی منطقه بدست آمد. این نقشه فراوانی مناطق مناسب عبور خط ریلی را پس از تجزیه و تحلیل های متفاوت و پس از همپوشانی لایه های عوامل و محدودیت ها با مقادیر صفر تا یک نشان می دهد. مقدار صفر برای مناطق نامناسب عبور خط ریلی و مقدار یک برای مناسب ترین مکان ها در نظر گرفته شده است. سایر مکان ها با مقادیر میانی بین صفر تا یک مشخص شدند. لایه پهنه بندی شده تولید شده در نرم افزار ILWIS که نشان دهنده مکان های مناسب برای عبور خط ریلی است رستر بوده و به نرم افزار ARC MAP وارد شد و در نتیجه برای تولید لایه های COST و Cost Distance استفاده شد.



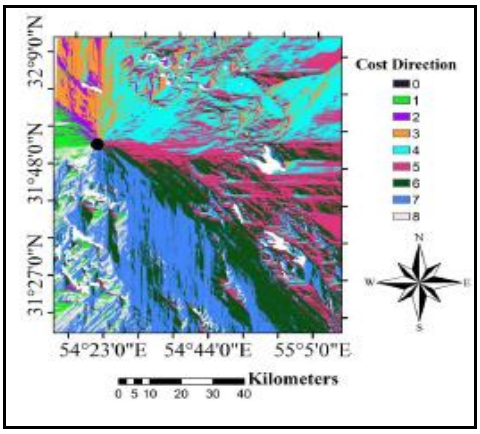
شکل (43)- تولید لایه مانع cost



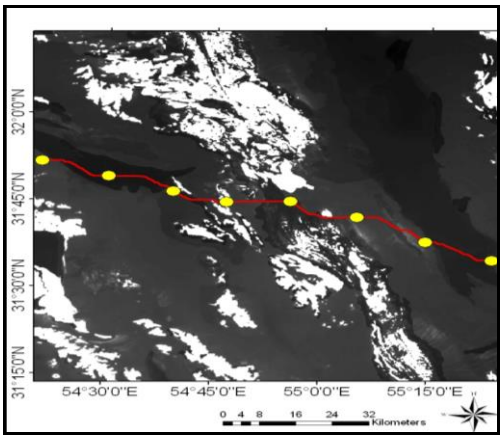
شکل (44)- تولید لایه Cost Distance

یکی دیگر از لایه های مورد نیاز برای وارد کردن در تابع Short Path جهت تعیین کوتاهترین و بهینه ترین مسیر، لایه رستری Cost Direction می باشد. این لایه رستری نشان دهنده جهت موانع در هشت جهت جغرافیایی می باشند، لذا نسبت به تولید لایه رستری Cost Direction برای نقطه ابتدا اقدام شد که در شکل (45) نشان داده شده است.

مرحله نهایی بعد از تولید تمامی لایه های مورد نیاز Cost Direction و Cost Distance نقطه شروع ونقطه انتها تعیین کوتاهترین و بهترین مسیر بین نقاط شروع و انتها با عبور از نقاط اجباری می باشد. لذا می توان با معرفی نقطه انتهایی و دو لایه Cost Distance تولید شده برای نقطه اول و Direction Cost تولید شده برای نقطه اول و با استفاده ازمتد جستجو for each cell که محاسبات را روی تک تک پیکسل ها انجام می دهد کوتاه ترین و بهترین مسیر را تولید نمود که در شکل (46) مشاهده می شود.



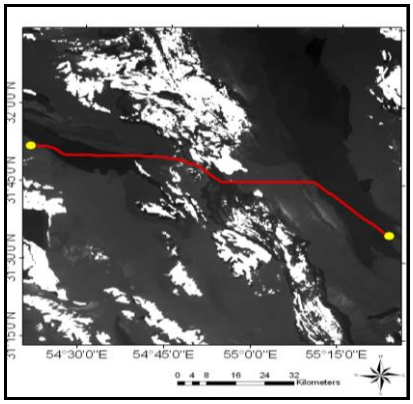
شکل (45)- تولید لایه Cost Direction



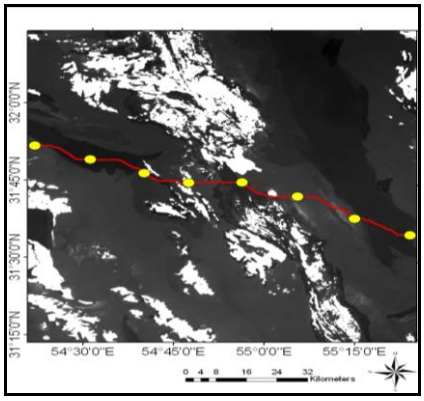
شکل (46)- مسیر تولید شده به روش SMCE مدلینگ

4- بحث و نتیجه گیری

در این مقاله، هدف اصلی مسیریابی خط دوم راه آهن بافق_یزد با استفاده از متد ها و سیستم های جدید اطلاعات جغرافیایی بوده که با استفاده از روش SMCE کوتاهترین و بهترین مسیر با توجه به عوامل تاثیر گذار بر مکان یابی مسیر بهینه راه آهن و با توجه به استاندارد های معرفی شده از سوی متخصصین تولید گردید که در در تولید مسیر ابتدا بین ایستگاه یزد و بافق یک مسیر را با استفاده از روش cost path طراحی کرده و یک مسیر را هم با توجه به ایستگاه های موجود بین ایستگاه یزد و بافق، به صورت ایستگاه به ایستگاه با استفاده از روش cost path طراحی کرده و با هم مقایسه شد که در طراحی ایستگاه به ایستگاه، مسیری بهینه تر می باشد.



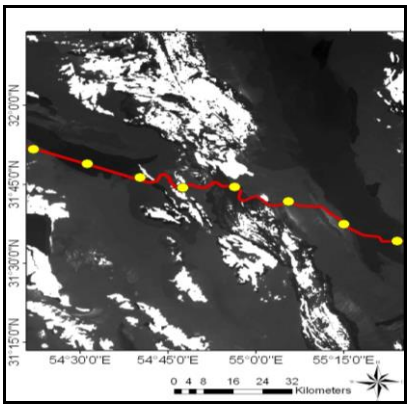
شکل(47)- مسیر تولید شده بین ایستگاه یزد بافق
با استفاده از روش cost path



شکل(48)- مسیر تولید شده ایستگاه به ایستگاه
با استفاده از روش cost path

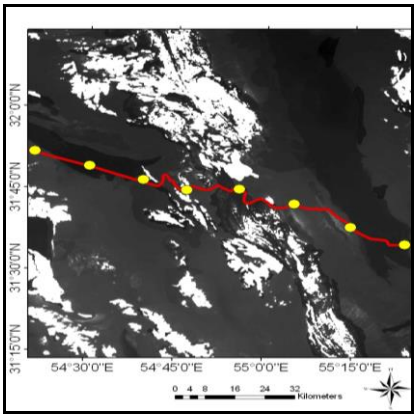
تعیین مسیرهای پیشنهادی و یا اولیه و یافتن بهترین گزینه از بین آنها عاملی تعیین کننده در هزینه های احداث و بهره برداری از یک پروژه خواهد بود. عوامل بسیاری در طراحی مسیر در نظرگرفته می شوند که از فاز صفر مطالعاتی با نیازسنجی طرح مسیر آغاز می شوند و بعد از آن با تعریف دقیق خواسته های برنامه ریزان کلان کشور از مسیر جدید الاحداث و اولویت بندی این خواسته ها، طرح مسیر وارد مرحله بعد می شود. در روش اول، مدل SMCE الگوی عمومی مکان های مستعد تولید کریدورهای پیشنهادی جهت عبورمسیررا معین می کنند که شاید یکی از مهمترین مراحل طرح مسیر از همین مرحله آغاز می گردد. در صورت هرگونه اشتباه در این مرحله، شاید هزینه هایی به پروژه تحمیل گردد که بعد از آن هرچه فرآیند مسیریابی دقیق هم باشد، این هزینه ها قابل جبران نیست. نکته بسیارمهمی که در این مرحله باید به آن توجه شود تعیین حدود آستانه برای هر کدام از عوامل می باشد

که اگر در طراحی دیده نشوند می توانند هزینه های بسیاری را به شبکه راههای کشور تحمیل کنند. لذا در این مرحله باید مسیریابی ودسترسی به نقاط مختلف با یک نگاه جامع و طرح بلندمدت انجام شود و سپس تمام مسیرهای اتصالی بین شهری در قالب همان مسیر کلی طرح و احداث شوند تا بتوان به صرفه ترین شبکه راه را بوجود آورد. با توجه به مطالبی که بیان شد با استفاده از دو مدل مورد نظر مسیرهایی طراحی گردید که به مقایسه هر کدام از آنها با مسیر طراحی شده از سوی شرکت مشاور مترا که به صورت کلاسیک طراحی گردیده می پردازیم.
مسیر طراحی شده از سوی شرکت مشاور توسار از ایستگاه یزد تا ایستگاه بافق به صورت ایستگاه به ایستگاه طولی برابر با 118/099232 کیلومتر را دارا می باشد. این مسیر طراحی شده در مناطقی، معیارهای اصلی را رعایت نکرده و از مناطق ممنوعه عبور نموده است از جمله این مناطق می توان به محدوده هایی که دارای پستی و بلندی های زیاد و شیبی زیاد و کاربری های اراضی و مناطقی که لایه زمین شناسی آنها برای خط راه اهن مناسب نمی باشد را نام برد.



شکل(49)- مسیر تولید شده ایستگاه به ایستگاه توسط شرکت مشاور توسار

همچنین مسیر طراحی شده در سال 1341 توسط مهندسان آن زمان از ایستگاه یزد تا ایستگاه بافق به صورت ایستگاه به ایستگاه طولی برابر با 120/682668 کیلومتر را دارا می باشد. این مسیر طراحی شده در حال حاضر در مناطقی، معیارهای اصلی را رعایت نکرده و از مناطق ممنوعه عبور نموده است از جمله این مناطق می توان به محدوده هایی که دارای پستی وبلندی های زیاد وشیبی زیاد و کاربری های اراضی و مناطقی که لایه زمین شناسی آنها برای خط راه اهن مناسب نمی باشدرا نام برد و این را باید متذکر شد که در سال 1341 که این مسیر طراحی شده کاربری اراضی شهر یزد و بافق به این گونه نبوده است.



شکل(50)- مسیر تولید شده ایستگاه به ایستگاه توسط مهندسان در سال 1341

در این تحقیق با توجه به شرایط و عواملی که در منطقه وجود داشت به وزن دهی و استاندارد سازی عوامل به دو صورت بین ایستگاه یزد تا ایستگاه بافق، مسیری را طراحی نمودیم که یک روش به صورت مستقیم و یک روش به صورت ایستگاه به ایستگاه می باشد که در روش ایستگاه به ایستگاه مجبور بودیم از نقاط اجباری(ایستگاه ها) عبور کنیم طول مسیر برابر با 122/232938 کیلومتر می باشد و در روش مستقیم طول مسیر برابر با 681132/ 111 کیلومتر می باشد.

این مسیر با در نظرگرفتن تمامی عوامل تاثیرگذار به صورت یکجا بر مدل طراحی گردید. مسیری که مدنظر ما می باشد مسیری است که مجبور بودیم از نقاط اجباری (ایستگاه ها)عبور کنیم و این مسیر طولی بزرگتر و بیشتر از مسیر طراحی شده توسط شرکت توسار را دارد ولی با این وجود به لحاظ اینکه این مسیر بنا به نظر، علم و نیاز متخصصان استانداردسازی شده (در قالب پرسشنامه) و نیز از تجمیع تمامی عوامل و معیارها با توجه به اهمیت و اولویت شان که با اختصاص وزن به هر معیار نسبت داده شده است به طور کامل در نظر گرفته شده به همین خاطر این مسیر به هیچ عنوان از مناطق ممنوعه عبور ننموده است این مسیرشاید از لحاظ طولی بهینه نباشد ولی از لحاظ مکانی از مناطقی عبور نموده است که آموزش دیده است و این آموزش بنا به استانداردهای در نظر گرفته شده از سوی متخصصان تعیین و تعریف شده است. پس می توان گفت این مسیر بهینه ترین مکانهای موجود در سطح منطقه را بنا به معیارهای متخصصان تولید و نمایش می دهد و می توان آن را به عنوان یک مسیر پیشنهادی جدید در نظر گرفت. با توجه به نتایج تحقیق، تحقیقات دیگری نیز انجام شده که در راستای پژوهش حاضر بوده است و نتایج مشابه داشته است. از جمله تحقیقات [5] در پژوهشی هدف از تحقیق خود را ارائه روشی برای تعیین مسیر بهینه به صورت خودکار در (GIS) با در نظر گرفتن جنبه های زیست محیطی و نکات تآثیر گذار در تعیین مسیر بهینه برای احداث جاده کمربندی در شرق تهران (جاده پارچین) دانسته اند. ابتدا عوامل زیست محیطی موثر بر مسیریابی در منطقه شناسایی شدند. با تعیین دو سناریوی مختلف و تعدادی نقطه پیشنهادی برای شروع مسیر جاده، کریدورهای مختلفی بطور خودکار در GIS طراحی شدند. این مسیرها با یکدیگر و با نقشه های عوامل تاثیرگذار مورد مقایسه قرار گرفتند و مسیر بهینه با استفاده از فرآیند تحلیل سلسله مراتبی مشخص گردید. این مسیر دارای همخوانی بسیار خوبی با اولویت و محدودیت های تعیین شده بود. نتایج بررسی آنان نشان داد که با شناسایی عوامل تاثیرگذار و با استفاده از GIS بخوبی می توان مسیر مناسب برای احداث راهها را ضمن رعایت اصول زیست محیطی تعیین نمود. و در پژوهش صورت گرفته توسط[6] توسط نرم افزار GIS و با توجه به چندی از عوامل تاثیرگذار در مدل مانند شیب و مناطق زیست محیطی مسیرهایی در محدوده رشت_انزلی طراحی گردید که به گفته آنها مسیرهای طراحی شده به شیوه خودکار از لحاظ زیست محیطی به مراتب از مسیرهای طراحی شده با روش دستی بهتر می باشند.[7] از نرم افزارهای GIS برای تولید کوتاهترین مسیر استفاده نموده اند چرا که این نرم افزارها قابلیت تجزیه و تحلیل شبکه ها را دارند. این گروه بیان می دارند که تا به حال برای تعیین کوتاهترین مسیر عوامل مختلفی در نظر گرفته شده است ولی در پژوهشی که آنها انجام داده اند تنها عامل زمان سفر در نظر گرفته شده است. این گروه بیان می دارند که کوتاهی مسیر وابسته به زمان سفر بوده که خود وابسته به ترافیک بوده که خود ترافیک دارای تغییرات پیوسته و تصادفی می باشند .به همین منظور مدلی که این گروه در نظر گرفتند تنها عامل کوتاهی مسیر و زمان را در نظر گرفته و با اختصاص یه ضریب به عنوان ضریب ریسک که محتمل تر بودن یالها یا مسیر ها را نسبت به هم نشان می دهند تکمیل شده است. در پژوهش [8] نیز که به مسیریابی بهینه قسمتی از خط آهن یزد_اقلید با توجه به مدل سازی چند معیاره مکانی در محیط GIS پرداختند بر قدرت رقابت و قابلیت جایگزینی روش های مبتنی بر GIS در مقایسه با طراحی مسیر به روش دستی تاکید شد.

منابع

[1] حجازی، سید جعفر و همکاران، ۱۳۸۵، ، طراحی مسیر بهینه امدادرسانی حمل و نقل جاده ای در محیط GIS (بر مبنای نقاط حادثه خیز)، مجموعه مقالات همایش سیستم های اطلاعات مکانی۸۵،(۸۵ GIS).

[۲] فتاحی، م.، غفوری،م.، لشکری ، غ.، حافظی ، ن. و مقدس، ن. (۱۳۹۱)، مکانیابی مسیر راه بندبن_لایی در جنوب نکا با استفاده ازGIS ، فصلنامه زمین شناسی کاربردی، تابستان ۱۳۹۱، ص ۱۰۹-۱۲۱.

[۳]میرعبدالهی، سید کمال.، سرکارگر اردکانی، علی و کرمی، جلال(۱۳۹۳)، تعیین مسیر بهینه قطار بین شهری یزد اردکان با استفاده از منطق فازی، نخستین همایش کاربرد مدل های پیشرفته تحلیل فضایی(سنجش از دور و GIS) در آمایش سرزمین، ۵و ۶ اسفندماه ۱۳۹۳، دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد.

[۴] آقاهادی، محمد حسین. (۱۳۹۲)، مسیریابی بهینه راه آهن با استفاده از مدلسازی در GIS ، (مطالعه موردی: قسمتی ازخط تندرو راه آهن قم – اصفهان)،پایان نامه کارشناسی ارشد،دانشگاه آزاد اسلامی واحد یزد، استاد راهنما: دکتر علی اکبر جمالی، استاد مشاور: دکترسید علی المدرسی

[۵] درویش صفت، علی اصغر.، احمدی، هما و ابوالقاسمی، شیرین، (۱۳۸۶)، مسیریابی بر اساس اصول پارامترهای زیست محیطی به کمک ابزار سنجش از دور و سیستم اطلاعات جغرافیایی، سومین اجلاس بین المللی پیشرفت های اخیر در مهندسی راه آهن.

[۶] ستوده، احمد.، درویش صفت، علی اصغر.، مخدوم، مجید. (۱۳۸۶)، استفاده از اصول زیست محیطی در مسیریابی راه آهن با استفاده از GIS، مطالعه موردی راه آهن رشت انزلی، فصلنامه محیط شناسی، زمستان ۱۳۸۶(۴۴)، صفحه ۶۵-۷۲.

[۷] صابریان ، ج.، مسگری . م .س. (۱۳۸۹)، مسیریابی بهینه بر اساس معیار زمان با توجه به شرایط متغیر ترافیکی، مجله مهندسی حمل و نقل، ص۳-۵.

[۸] اسماعیلیان، علی (۱۳۹۳)، مسیریابی بهینه قسمتی از خط آهن یزد_اقلید با مدل سازی چند معیاره مکانی در محیط GIS، پایان نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی یزد، استاد راهنما دکتر علی اکبر جمالی

[9] Min-wook k, Manoj k. j, Schonfeld p. (2012). Applicability of Highway Alignment Optimization Research Article, Transportation Research Part C. **Emerging Technologies,21(1),257-286.**

[10] Manoj .K. J, Schonfeld .P, and Jha .M. K ,(2012), "Transit Rail Line Optimization with Genetic Algorithms and GIS," **Journal of Transportation Engineering ,vol. 8, pp. 25–32.**

[11] Yong Kim H, Wunneburger D, Neuman M, Sang Young An. (2014). Optimizing High-Speed Routes Using a Spatial Decision Support System(SDSS). **Journal Of Transport Geography,34(20),194-210.**