محیط شناسی ،سال سی و سوم،شماره ٤٤ زمستان ۸۶،صفحه۷۲-۶۵

استفاده ازاصول محیط زیستی در مسیریابی راه‌آهن با استفاده از GISمطالعهٔ موردی:راه‌آهن رشت-انزلی

احد ستوده [۱*]،علی‌اصغر درویش صفت [۲]،مجید مخدوم[۳]

۱- دانشجوی دکتری برنامه ریزی محیط زیست، دانشگاه تهران

۲-دانشیار دانشکدهٔمنابع طبیعی دانشگاه تهران

۳-استاد دانشکدهٔمنابع طبیعی دانشگاه تهران

تاریخ پذیرش: ۸٤/۳/۲۲ تاریخ تصویب:۸۶/۳/۱

چکیده

در پروژه‌های راهسازی به منظور کاهش آسیب رسانی به منابع محیط زیستی و نیل به اهداف توسعهٔ پایدار، ناگزیر باید مشخصه‌های‌محیط زیستی در فرایند مسیریابی دخالت داده شوند.برای رسیدن به این هدف از مسیریابی به شیوهٔ خودکار، با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS) استفاده ومسیر راه‌آهن رشت به انزلی به عنوان نمونه موردی انتخاب شد.در همین رابطه ابتدا مشخصه‌های تأثیرگذار بر مسیریابی راه‌آهن شناسایی شدند.این مشخصه‌ها شامل شیب، خصوصیات زمین شناسی، خصوصیات خاک، پوشش اراضی، رودخانه‌ها، راهها و میراث فرهنگی‌هستند.داده‌های مشخصه‌های یاد شده جمع‌آوری، یا تهیه شدند.نقشه‌های شیب، رودخانه‌ها و راه‌ها از نقشه‌های توپوگرافی رقومی مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استخراج شدند و نقشه پوشش اراضی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست ۷ مربوط به سال ۲۰۰۰ میلادی تهیه شد. به این منظور ابتدا تصاویر مورد تصحیح هندسی قرار گرفته وزمین مرجع شدند.بر اساس تصاویر رنگی ترکیبی، طبقه بندی به روش تلفیقی صورت گرفت و نقشه پوشش اراضی تهیه شد.همچنین نقشه‌های معتبر و موجود زمین شناسی، خاک و میراث فرهنگی با استفاده از میز رقومی‌گر، رقومی و مورد استفاده قرار گرفتند.در مرحلهٔ بعد با استفاده از روش مقایسه دو به دو بر مبنای نظرات متخصصان محیط زیست وراهسازی، لایه‌های موجود وزن‌دهی شده و سپس روی‌هم گذاری شدند.در نهایت بر اساس الگوریتم مسیریابی در نرم‌افزارIdrisi مسیرهایی به صورت خودکار طراحی شدند. با استفاده از فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)مسیر بهینه از بین این مسیرها و مسیرهای تهیه شده به روش دستی(توسط دیگر گروههای کاری تهیه شده‌اند) انتخاب شد.نتایج نشان می‌دهد که مسیرهای طراحی شده به شیوهٔ خودکار از لحاظ محیط زیستی بمراتب از مسیرهای طراحی شده با روش دستی بهتر می‌باشند.در نتیجه پیشنهاد می‌شود در پروژه‌های جدید راهسازی از فناوری نو GIS و نظرات متخصصان محیط زیست به منظور کاستن از خسارات محیط زیستی وبالا بردن دقت و سرعت بهره گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: آثار محیط زیستی راه‌آهن-سنجش از دور-GIS- مسیریابی خودکار-فرایند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)-مقایسهٔ دو به دو-وزن‌دهی.

سرآغاز

گسترش شبکهٔ حمل و نقل به‌عنوان یکی از کلیدهای اصلی برای توسعهٔ اقتصادی و اجتماعی در هر کشور، بخصوص کشورهای در حال توسعه است ودر این میان راه‌آهن با توجه به داشتن مزیت‌های نسبی ازجمله ایمنی بالا و مصرف انرژی کمتر، جایگاه ویژه‌ای در بین سامانه‌های حمل‌ونقل دارد.

با توجه به وسعت و موقعیت کشور در منطقهٔ خاورمیانه، پراکندگی مراکز جمعیتی و فواصل زیاد بین قطب‌های تولید و مصرف درکشور، توسعهٔ شبکهٔراه‌آهن‌به عنوان ضرورتی حیاتی مطرح است. در راهسازی یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراحل مطالعاتی و طراحی، موضوع طراحی مسیر اولیه،یا مطالعات فاز صفر است اما امروزه بیقین مشخص شده است که عدم توجه به پیامدهای محیط زیستی طرح‌های توسعه باعث به هدر رفتن منابع سرزمین و ایجاد فاجعه‌های محیط زیستی می‌شود که این کاملاً مغایر با نگرش جدیدی‌است‌که از دهه ۱۹۷۰ با عنوان توسعهٔ پایدار، در بین مجامع مرتبط مطرح و الگوی عمل بوده است.اولین پیش شرط برای توسعه پایدار پذیرش این حقیقت است که محیط‌زیست و حساسیت در برابر آن موضوع تجملی نبوده بلکه اکنون شرطی حیاتی برای بقای حیات در کره زمین و به تبع ساکنان آن است.مقدمهٔ ورود به بحث پایداری در مسیریابی، دخالت‌دادن مشخصه‌های محیط زیستی درکلیهٔ مراحل طراحی اجرا و بهره‌برداری

نویسندهٔ مسئول: تلفن: ۰۹۱۲۲۱۴۶۷۷۱ E-mail: ahadsetoodeh@yahoo.com

است.درطرح‌های توسعه راه‌آهن یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین مراحل مطالعاتی و طراحی موضوع طراحی مسیر اولیهٔ یا مطالعات فاز صفراست.

در مسیریابی راه‌آهن با شیوه‌های مرسوم بیشتر مشخصه‌های اقتصادی و فنی در نظر گرفته می‌شوند و معمولاً هزینه‌ها یا خسارات محیط زیستی که ممکن است در حین ساخت و بعد از ساخت بر اکوسیستم‌های حساس اطراف مسیر وارد آید لحاظ نمی‌شوند.

بهترین شیوه برای کاستن از خسارات از نظر اقتصادی و اکولوژیکی در نظرگرفتن معیارهای محیط زیستی در فاز صفر مطالعات یا مسیریابی اولیه و اجتناب از عبور مسیر از مناطق حساس اکولوژیکی است.

البته دخالت‌دادن مشخصه‌های محیط‌زیستی علاوه بر مشخصه‌های اقتصادی و فنی در فرایند مسیریابی راه‌آهن با شیوه‌های مرسوم، روند کار را بسیار پیچیده و مشکل می‌سازد.

این مشخصه باعث افزایش تعداد داده‌ها و همچنین پیچیدگی فرایند تصمیم‌گیری خواهد شد. به این منظور و برای پردازش داده‌های متنوعی که در این طرح فراهم می‌آید از ابزار توانمند GIS برای انجام تجزیه وتحلیل‌ها استفاده خواهد شد تا بتوان این داده‌ها را با سرعت و دقت بیشتری پردازش کرد و نتیجه مطلوب را به‌دست آورد.

این موضوع در تحقیقات دیگری نیز مورد مطالعه و تأیید قرار گرفته است. به‌طور مثال Jacobs and Voung در سال ۲۰۰۱ در طراحی مسیر مطمئن برای ترن‌های سریع‌السیر در ایالت مینه‌سوتای امریکا به خوبی توانسته‌اند با استفاده‌ازGIS مشخصه‌های محیط زیستی را لحاظ نمایند. همچنین این روش در مسیریابی سایر پروژه‌های‌خطی، نظیر خطوط لوله نفت و گاز، آب، انتقال نیرو و جاده‌ها کاربرد دارد.به‌طور مثال Feldman و همکاران در سال ۱۹۹۴ با در نظرگرفتن مجموعه‌ای از مشخصه‌های فنی و محیط زیستی و بهره‌گیری ازداده‌های سنجش از دور، مسیرخط لوله نفت میدان‌نفتی تنگیز درقزاقستان به سواحل دریای سیاه را با این روش طراحی کردند.

در این تحقیق هدف اصلی، طراحی دادن‌مسیر راه آهن به صورت خودکار با استفاده از GIS ضمن رعایت اصول محیط زیستی به منظور کاهش آثار منفی محیط زیستی ناشی از احداث مسیر است.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

منطقهٔ مورد مطالعه در این تحقیق بخشی از استان گیلان است.استان گیلان با داشتن ویژگی‌هایی از جمله وجود مهم‌ترین کانون‌های کشاورزی کشور، وجود جنگل‌ها، تالاب‌ها و رودخانه‌ها و سواحل دریایی که از اهم‌ترین زیستگاه‌های جانوری و رویشگاه‌های گیاهی در مقیاس منطقه‌ای و جهانی به شمار می‌روند دارای طبیعت بسیار شکننده و آسیب‌پذیر در برابر توسعه فعالیت‌های انسان است.

راه‌آهن قزوین_ رشت ـ انزلی با توجه به پتانسیل‌ها و استعدادهای موجود در منطقه به عنوان یکی از طرح‌های مهم ملی به شمار می‌آید شهر رشت به عنوان یکی از قطب‌های مهم صنعتی و کشاورزی و بندر انزلی به عنوان یکی از مهم‌ترین بنادر کشور از لحاظ واردات‌و صادرات و نیز عبور کالا از اهمیت زیادی برخوردارند.

همچنین موقعیت‌طبیعی استان گیلان سبب جذب فراوان گردشگران، بخصوص در تابستان‌ها می‌شود که‌در مجموع با توجه به این عوامل‌یاد شده ایجاد یک سامانهٔ حمل و نقل ایمن ضروری‌است.

مشخصه‌های تأثیرگذار در مسیریابی راه آهن

درراستای نیل به اهداف تحقیق، ابتدا مشخصه‌های تأثیرگذار در مسیریابی راه‌آهن‌شناسایی شدند.این کار با مطالعهٔ آثار محیط زیستی راه‌آهن و باتوجه به روش‌های مسیریابی با شیوه‌های مرسوم صورت گرفت.پس از شناسایی اولیه، داده‌های مربوط به مشخصه‌های یاد شده جمع‌آوری، یا تهیه و یک پایگاه دادهٔ مناسب در GIS تهیه شد. این داده‌ها عبارتند از:

پوشش اراضی

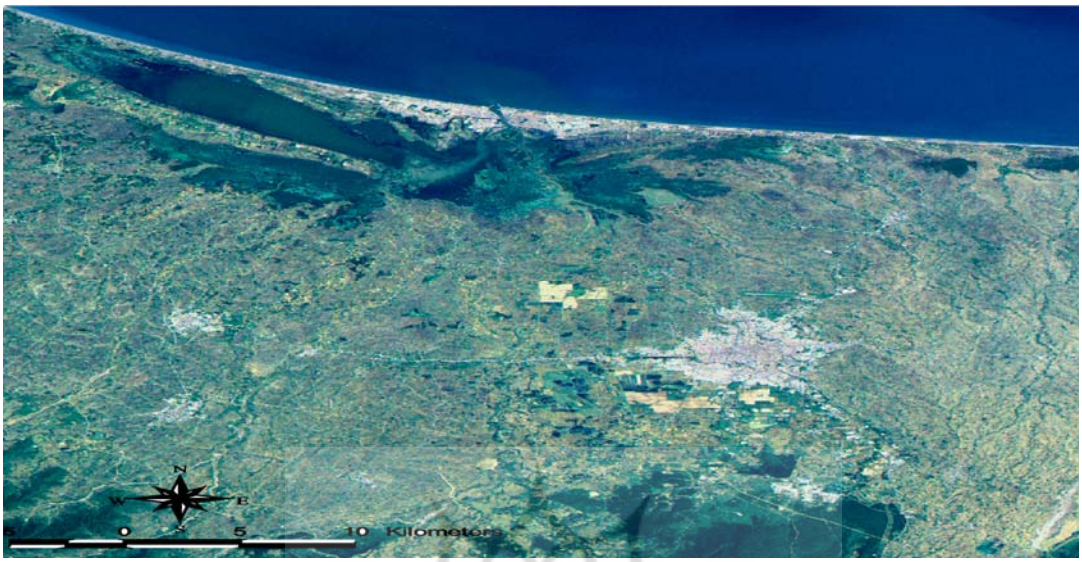
نقشه‌های کاربری و پوششی اراضی بخش عمده‌ای از اطلاعات مورد نیاز برنامه‌ریزان در اتخاذ تدابیر صحیح و تصمیم گیری‌های اصولی‌را تأمین می‌نمایند.

در مسیریابی راه‌آهن باید به عوارض پوشاننده سطح زمین توجه خاص مبذول شود.مسیر باید از جایی عبور داده شود که از لحاظ هزینه پایین‌ترین و از لحاظ آسیب‌های محیط زیستی نیز نیز کمترین خسارات را وارد کند.با استفاده از نقشه پوشش اراضی می‌توان این عوارض را شناسایی کرد و به این مهم دست یافت.

در تهیهٔ نقشهٔ کاربری و پوشش اراضی منطقه مورد مطالعه از داده‌های ماهواره‌ای استفاده شده است. این داده‌ها مربوط استبه ماهواره لندست هفت، سنجنده ETM+[1] که در ۱۳ می سال ۲۰۰۰ میلادی برداشت شده است (شکل شمارهٔ ۱).

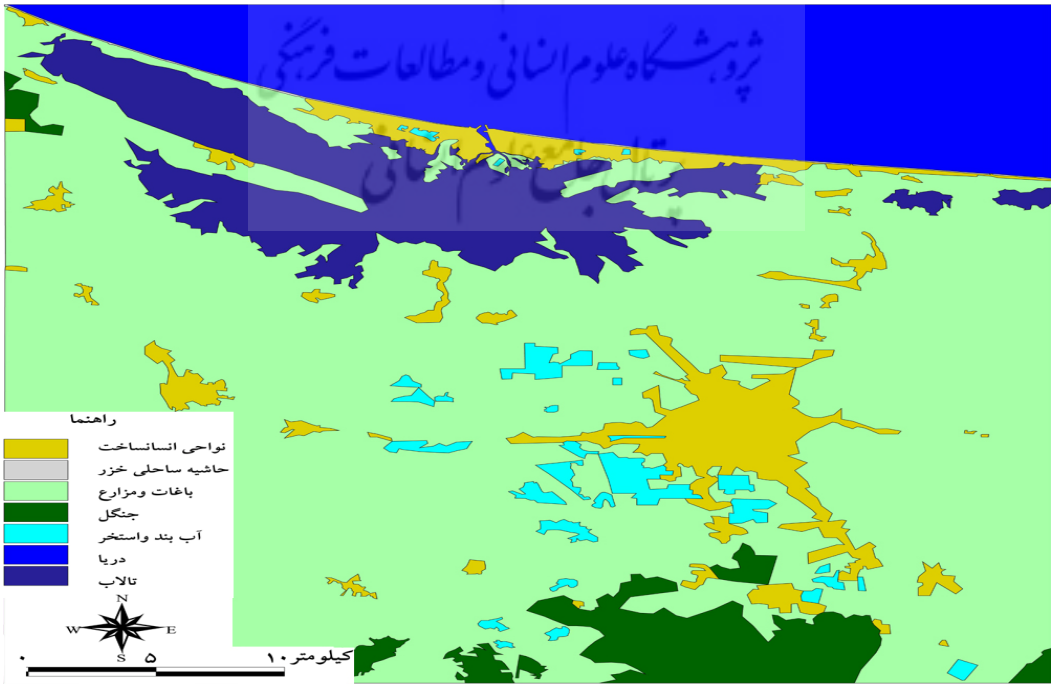
به‌منظور آماده‌سازی داده‌ها برای پردازش و استخراج اطلاعات مفید، ابتدا تطابق هندسی و مختصات‌دارکردن تصویر با کمک نقاط کنترل زمینی[2] (GCP) انجام گرفت. عمل تطابق هندسی با ۱۷ نقطه و دقتی[3] (RMS) معادل ۰/۸۳۵ پیکسل و با یک معادله درجهٔ اوّل

انجام گرفت. سپس دو تصویر رنگی ترکیبی ۳۲۱ و ۴۳۲ به منظور به حداقل رساندن داده‌های کم ارزش و استفاده حداکثر از داده‌های مفید با استفاده از تصاویر تهیه شد.



شکل شمارهٔ (۱): تصویر ماهواره‌ای منطقه رشت – انزلی

در یکی از این تصاویر رنگی مرکب از باندهای ۱، ۲ و ۳، RGB[۴] با رنگهای واقعی و در تصویر دیگر به منظور شناسایی بهتر پوشش گیاهی و آب از ترکیب باندهای ۲، ۳ و۴ تصویر رنگی کاذب(FCC)[۵] تهیه شد. سپس این تصاویر به نحوهٔ مناسب بهبود کنتراست داده شد.تجزیه و تحلیل تصاویر به صورت تلفیقی انجام شد.به این ترتیب که تصاویر بر روی صفحهٔ نمایش رایانه و با بهره‌گیری از کلیدهای تفسیر که از طریق کار میدانی تهیه شده بودند، مورد تفسیر چشمی قرار گرفتند. با توجه به هدف تحقیق و نوع پوشش‌های موجود در منطقه، هفت طبقه شامل نواحی انسان‌ساخت، باغها و مزارع، جنگل، تالاب، آب‌بند و استخر، نوار حاشیهٔ ساحلی خزر و دریا مورد شناسایی قرار گرفت (شکل شمارهٔ ۲).



شکل شمارهٔ (۲):نقشهٔ پوشش اراضی منطقه رشت – انزلی

شیب

یکی از مشخصه‌های‌مهم در تعیین‌مسیر راه‌آهن ،شیب زمین است. حد مجاز شیب‌های طولی در راه‌آهن بسیار کمتر از راه است و در مناطق با شیب زیاد نیاز به انجام عملیات خاکبرداری و خاکریزی و ایجاد تونل به منظور کاهش شیب است.بنابراین باید تا حد امکان از پهنه‌های با شیب زیاد برای عبور مسیر اجتناب شود.به این منظور نقشه شیب منطقه بر اساس مدل رقومی ارتفاع با استفاده از نقشه توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ رقومی تهیه شد.

رودخانه‌ها

برای کاستن از هزینه‌های ساخت راه‌آهن حتی‌المقدور باید میزان تقاطع با رودخانه‌ها را کم کرد.عبور از رودخانه‌ها علاوه بر اینکه می‌تواند منجر به تغییر رژیم آبهای سطحی و اثر بر بستر و کناره‌های رودخانه و نهایتاً تغییر شرایط اکولوژیک رودخانه شود مستلزم هزینه‌های زیاد برای‌ساختن پل‌ها و ابنیه است،ضمن اینکه هزینه‌های نگهداری این ابنیه درطول دوره بهره‌برداری بالا خواهد بود.

از آنجایی‌که در نواحی دشتی بستر و کناره رودخانه‌ها از رسوبات منفصل تشکیل شده‌اند، آثار آبهای جاری می‌تواند مکان‌های مساعدی را از نظرزمین‌لغزه و ریزش کناره‌ها فراهم کند که باید از این نواحی برای عبور راه‌آهن اجتناب شود.به این منظور نقشه رودخانه‌های منطقه با استفاده از نقشه‌های توپوگرافی رقومی ۱:۲۵۰۰۰ تهیه شد.

راهها

کم کردن تعداد تقاطع‌ها با جاده‌ها و راههای موجود علاوه بر اینکه هزینه‌های ساخت را کاهش می‌دهد باعث بالا رفتن امنیت عبور و مرور می‌شود. به منظور شناخت راهها، نقشهٔ راههای منطقه بر اساس نقشه‌های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سازمان نقشه برداری تهیه شد.

میراث فرهنگی

میراث فرهنگی شناسنامه، یا هویت یک قوم، یا سرزمین است و همگان باید در حفظ و نگهداری آن کوشا باشند.بدین منظور بر اساس گزارشهای‌سازمان ایرانگردی و سازمان میراث فرهنگی کشور و نقشه‌های موجود این نقاط در منطقهٔ مورد مطالعه شناسایی شدند وسپس برای استفاده در GIS به شکل رقومی ذخیره شدند.

زمین شناسی

بستر راه هن اهمیت ویژه‌ای در تأمین کیفیت خط برای رسیدن به استاندارد مورد نیاز مربوط به حرکت ایمن و راحت قطار داردو باید وظایف زیر را برآورده‌کند:

ـ قادر باشد قطارهای باری و مسافری را در سرعت‌های طرح با ایمنی عبور دهد.

ـ بارهای محوری سنگین را که توسط قطارهای باری وارد می‌شود، تحمل کند.

ـ هزینه‌های تعمیرات و نگهداری آتی خط را به حداقل برساند.

به این منظور مطالعه زمین شناسی برای شناخت پایداری و مقاومت سنگ‌های زیر بستر خط آهن از درجهٔ اهمیت بالایی برخوردار است. برای شناخت وضعیت زمین‌شناسی منطقه، نقشه‌های سازمان زمین‌شناسی کشور مربوط به این منطقه به شکل رقومی درآمده و مورد استفاده قرار گرفت

خاک

خاک به عنوان ماده ساختمانی در پروژه‌های مختلف و نیز به عنوان تکیه‌گاهی برای پی سازه‌ها از اهمیت زیادی در مطالعات مسیریابی برخوردارست.به این منظور لازم است تا خاک‌های به منظور بیان درجهٔ تناسب آن برای راهسازی طبقه بندی شوند.در طبقه‌بندی خاک برای بستر راه آهن، شناسایی محل‌هایی که سطح آب زیر زمینی در آن بالاست و باعث هزینه‌های تعمیرات شده و نگهداری آتی خط را به حداقل رسانده و مشکلات ایجاد می کند،اهمیت بسیار دارد.

زمین‌های سست و ضعیف که نیاز به تقویت برای زیرسازی دارند از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردارند.از لحاظ محیط زیستی خاک‌های حساس به فرسایش به‌شدت تحت تأثیر عملیات احداث خطوط راه‌آهن قرار می‌گیرند و باید از آنها اجتناب شود.

همچنین عبور مسیر از نواحی باتلاقی، یا مجاور تالاب نیاز به زهکشی و تخلیه آبهای زیرزمینی دارد که این کار آثار نامطلوبی بر وضعیت نواحی تالابی خواهد داشت.بنابراین از این گونه خاکها هم باید اجتناب شود تا از هزینه‌های سنگین اصلاح مسیر و همچنین آثار نامطلوب محیط زیستی جلوگیری شود. به این منظور تیپ‌های خاک موجود درمنطقه بر اساس مطالعات مؤسسهٔ تحقیقات خاک وآب کشور شناسایی شد و به شکل رقومی برای استفاده در GIS آماده شد.

ارزشگذاری مشخصه های تأثیرگذار در مسیریابی راه‌آهن

یک جنبه از کار که فقدان آن در ارزیابی‌های سنتی پروژه‌های زیر ساختاری حمل و نقل باعث می‌شود پایداری مورد نظر قرار نگیرد، نوع و نحوه ارزشگذاری و نیز استفاده از منابع سرزمینی است.

برای زمین‌های توسعه نیافته (ساخت و ساز نشده) ارزش تجاری بسیار اندکی در نظر گرفته می‌شود حتی اگر این زمین‌ها شامل نواحی باشند که از لحاظ اکولوژیکی‌بسیارحساس بوده و شامل گونه‌های

گیاهی و جانوری در حال انقراض باشد. اما زمین‌هایی که ساخته شده‌اند ارزش معادل بسیار بالایی می‌یابند در نتیجه راه حل اقتصادی برای جاده، یا راه‌آهن مسیری است که ارزش پائینی دارد، به عبارت دیگر منابع غیر قابل جایگزین انتخاب می‌شوند و در عوض نواحی ساخت و ساز شده که انتخاب آنها می‌توانست خسارات بسیار اندکی را در بلند مدت برای نسل آینده در بر داشته باشد مورد توجه قرار نمی‌گیرد.

تدوین هر گونه راهبرد بهینه برای‌رفع، یا دوری از این موانع و مشکلات و یا برای تغییر در کاربری زمین بدون تعیین شاخص‌هایی برای ارزشگذاری صحیح منابع بسیار مشکل است.ایرادی‌که به ارزشگذاری پولی وارد است اینست‌که در این گونه موارد ممکن است منابعی‌که در طول مسیر بسیار منحصر به فرد، نادر و غیر قابل جایگزینی هستند مورد حفاظت قرار نگیرد.به عبارت دیگر این گونه ارزشگذاری برای تضمین حفاظت از این گونه منابع کافی نیست (Carpenter,1994).

بنابراین باید با استفاده از روش‌هایی، هزینه‌های عبور از نواحی حساس محیط زیستی به‌صورت نقشه به سامانهٔ اطلاعات جغرافیایی معرفی شوند تا بتوان بر مبنای آن به طراحی مسیر پرداخت.

البته ارزشگذاری مشخصه‌های محیط زیستی به صورت‌کمی کار ساده‌ای نیست و چه بسا منجر به خطا شود زیرا که این ارزش‌ها در واقع به صورت کیفی هستند.

بنابراین باید با استفاده از روش‌هایی، ارزش‌های کیفی (محیط زیستی) را تبدیل به ارزش های کمی نمود تا بتوان در قیاس با مشخصه‌های اقتصادی وزن نسبی آنها را بیان کرد و بر اساس آن در مراحل بعد نقشه هزینه‌ها را تهیه کرد.

روشهای متعددی برای وزن‌دهی نسبی و بیان اهمیت مشخصه‌ها نسبت به یکدیگر وجود دارد.این روش‌ها در سهولت استفاده، دقت، میزان درک توسط تصمیم‌گیرندگان و داشتن مبنای نظری‌با هم تفاوت دارند. تصمیم گیرنده می‌تواند بر اساس موارد بالا و همچنین در دسترس بودن نرم افزارهای مربوط و چگونگی تلفیق داده‌های آن با GIS روشی مناسب را انتخاب‌کند.

روش مقایسه دو به دو[۶] به دلیل داشتن مبنای نظری قوی، دقت بالا، سهولت استفاده، دارا بودن ارزش و اعتبار و درستی و دقت نتیجه، یکی از معتبرترین و پرکاربردترین روش‌هاست (Malczewski1999) در این روش ابتدا ماتریس مقایسه‌ای تشکیل شده و مشخصه ها به صورت زوجی مقایسه و وزن (ارزش) نسبی آنهابه طور نظری تعیین‌می‌گردد.نسبت‌های یاد شده با مقادیر کمی بین ۱ تا ۹ بیان می‌شود(Saaty 1980) .در این روش به منظور اجتناب از خطاهای شخصی، یا سلیقه‌ای در تصمیم‌گیری می‌توان از نظرات گروهی از متخصصین استفاده نمود.

بنابراین در این تحقیق پس از شناسایی مشخصه‌های تاثیرگذار در مسیریابی به منظور تعیین وزن نسبی آنها و به منظور بالا بردن صحت و اجتناب از خطاهای شخصی، پرسشنامه‌ای برای استفاده از نظرات متخصصان مرتبط با موضوع طراحی شد.نتایج این پرسشنامه‌ها با استفاده از نرم‌افزار Expert choice برای انجام مقایسه‌های زوجی استفاده شدند.براساس نتایج حاصل از پرسشنامه‌ها، مشخصه‌های تأثیرگذار بر مسیریابی به‌ترتیب زیر اولویت‌بندی شدند:

میراث فرهنگی، پوشش اراضی، شیب، خاک، زمین‌شناسی، رودها و راه‌های اصلی.

مسیریابی به شیوهٔ خودکار در GIS

پس از تعیین وزن نسبی مشخصه‌ها، وزن‌های نسبی به‌دست آمده به نقشه‌های مربوط نسبت داده شد. سپس به منظور تهیهٔ نقشهٔ اصطکاک[۷] تمامی لایه‌های وزن‌دهی شده در نرم‌افزار Idrisi روی‌هم‌گذاری شدند.

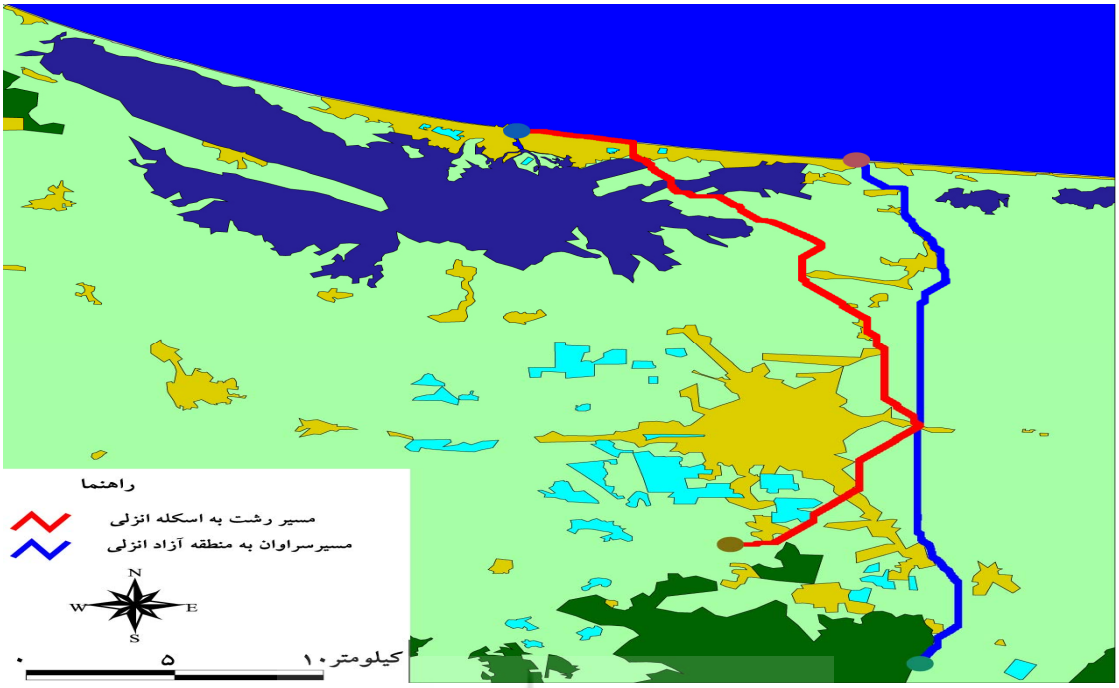
نقشهٔ اصطکاک نقشه‌ای با فرمت رستری است‌که در آن هر سلول با توجه به ارزشی که دارد می‌تواند به عنوان مانعی‌نسبی،یا مطلق در برابر عبور مسیر به شماررود سپس به منظور مسیریابی خودکار، ایستگاه‌های مبدأومقصد مشخص شدند.

در این تحقیق دو ایستگاه مبدأ ودو ایستگاه مقصد در نظر گرفته شد. ایستگاه‌های مبدا شامل ایستگاه رشت و ایستگاه دیگری در نزدیکی روستای سراوان قبل از شهر رشت بود.ایستگاه‌های مقصد شامل اسکلهٔ بندر انزلی و منطقهٔ آزاد انزلی بودند.

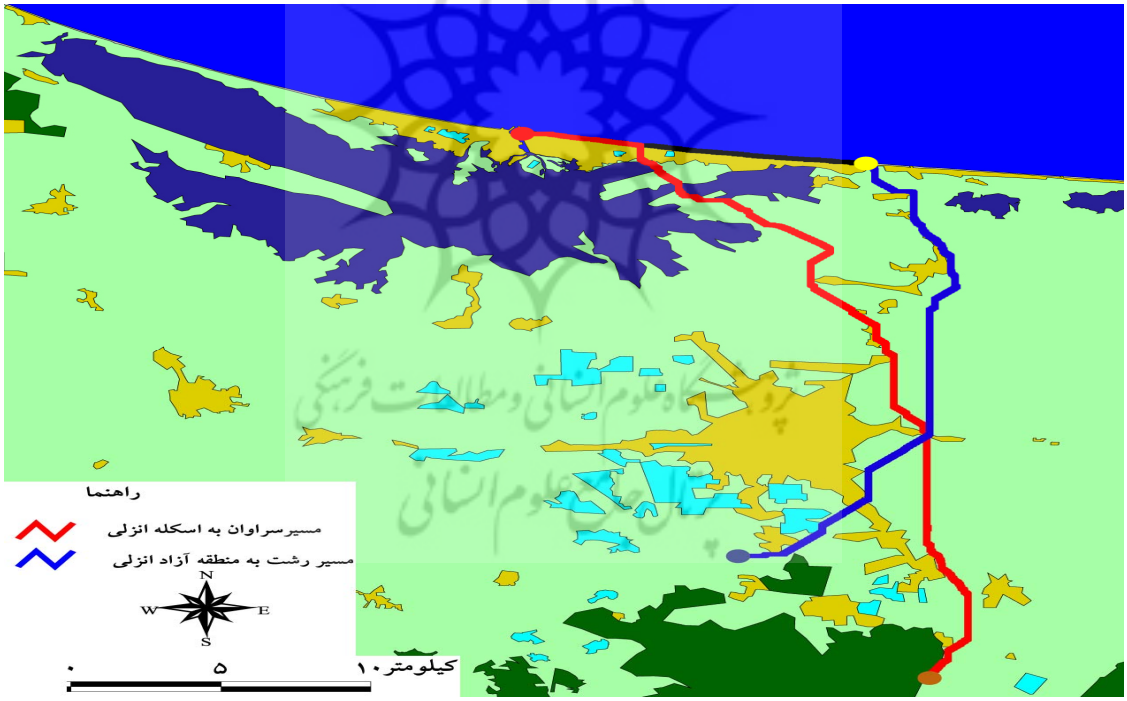
در مرحلهٔ بعد با استفاده از نقاط مبدأ و نقشهٔ اصطکاک، دو نقشهٔ هزینه[۸] به صورت مجزا تهیه شد و با استفاده از الگوریتم طراحی مسیر در نرم‌افزار Idrisi ، ۴ مسیر به صورت خودکار طراحی شدند (شکل‌های شمارهٔ ۳ و ۴).

مقایسهٔ مسیرها و انتخاب مسیر بهینه

پس از طراحی مسیرها به شیوهٔ خودکار در GIS هر مسیر باید از نظر میزان رعایت مشخصه‌های محیط زیستی نسبت به سایر مسیرها ارزیابی شود تا بتوان مسیری راکه آسیب محیط زیستی کمتری‌وارد می‌کند به عنوان مسیر بهینه انتخاب کرد . انتخاب مسیر بهینه از بین مسیرهای طراحی شده، در واقع نوعی تصمیم‌گیری چند معیاره[۹] بشمار



شکل شمارهٔ(۳):نقشهٔ مسیرهای پیشنهادی شماره ۱



شکل شمارهٔ(۴): نقشهٔمسیرهای پیشنهادی شماره ۲

می‌رود که در آن هدف تصمیم گیری، انتخاب مسیر بهینه است و معیارهای انتخاب مسیر بهینه شامل مقدار شیب مسیر، جنس زمین محل عبور مسیر، نوع خاک محل عبور مسیر، تعداد تقاطع مسیر با راه‌های موجود، تعداد تقاطع مسیر با رودخانه‌ها، نوع پوشش اراضی محل عبور مسیر و میزان تقاطع با میراث فرهنگی موجود در منطقه‌اند.از آنجایی که تصمیم‌گیری در مورد انتخاب مسیر بهینه موضوع بسیار مهمی است و بروز خطا ممکن است باعث ضررهای جبران‌ناپذیری شود،نیاز به اتخاذ روش‌هایی منطقی و مناسب برای انتخاب گزینهٔ بهینه و تصمیم‌گیری صحیح‌است. در این تحقیق از فرایند تحلیل سلسله مراتبی (AHP)[۱۰] که توسط Saaty در سال ۱۹۸۰ مطرح شد، استفاده شده است.این فرایند یکی از جامع‌ترین روش‌های طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه است.

در این روش ابتدا باید مسئله به صورت سلسله مراتبی به اجزای کوچکتر تقسیم شود.این اجزاء شامل تعیین هدف، معیارها و گزینه‌ها هستند؛ سپس با استفاده از روش مقایسه زوجی وزن هر گزینه به‌دست می‌آید و گزینه برتر انتخاب می‌شود(قدسی‌پور، ۱۳۷۹).

هدف این تحقیق انتخاب مسیر بهینه راه‌آهن از لحاظ محیط زیستی می‌باشد و براین مبنا ۹ مسیربا همدیگر مقایسه شدند.علاوه بر ۴ مسیر طراحی شده به صورت خودکار، دو مسیرکه ترکیبی از مسیرهای فوق می‌باشد و۳ مسیرکه توسط مهندسان مشاور راه‌آهن به معاونت ساخت و توسعه راه‌آهن ارائه شده‌اند به عنوان گزینه‌ها مطرح می‌شوند تا بتوان نتایج حاصل را با هم مقایسه کرد.

برای انجام محاسبات و انتخاب گزینهٔ برتر از نرم‌افزار Expert choiceاستفاده شد و در نهایت مسیر سراوان به منطقهٔ آزاد انزلی از بین سایر مسیرها از لحاظ محیط زیستی به عنوان گزینهٔ برتر انتخاب شد(ستوده، ۱۳۸۱).

بحث و نتیجه‌گیری

با توجه به متنوع بودن و تعداد زیاد مشخصه‌های تأثیرگذار در مسیریابی، استفاده از GIS شرایط مناسبی را برای تجزیه و تحلیل این داده‌ها فراهم می‌کند در حالی که انجام این کار با روش‌های دستی بسیار مشکل و زمان‌بر خواهد بود .این موضوع در تحقیقات دیگری هم مورد بررسی و تایید قرار گرفته است(Feldman ,1995 ،Jacobs&Voung2001).علاوه بر این دراین تحقیق پس از طراحی مسیرها به شیوهٔ خودکار، این مسیرها با استفاده از AHP با مسیرهای طراحی شده به روش دستی مقایسه شدند.نتایج نشان می‌دهد که این مسیرها از لحاظ محیط زیستی به مراتب ازمسیرهای طراحی شده با روش‌های دستی بهتر بودند.این نکته مؤید تحقیقات (Dey, 2002) نیز است.

همچنین‌براساس‌نتایج و تجارب‌حاصل از این تحقیق مشخص شد:

۱-احداث مسیراز ایستگاه رشت به اسکلهٔ بندر انزلی به‌دلیل وجود موانع فراوان نظیر شهر انزلی و تالاب انزلی، بدون عبور از تالاب، یا بخشی از شهر انزلی میسر نیست.درمورد عبور از تالاب، با توجه به اهمیت بالای اکولوژیکی تالاب انزلی و وجود محدودیت‌های قانونی عملاً امکان پذیر نیست و درمورد عبور مسیر از مجاورت شهر انزلی در کناره ساحل دریای خزر نیاز به مطالعات دقیق و تفصیلی‌تر دارد.

۲-.مسیرهایی که مبدأ آنها از سراوان در نظر گرفته شده‌اند علاوه براینکه به لحاظ طولی مسیر کوتاهتر از سایر مسیرها هستند، به میزان کمتری از موانع نسبی نظیر رودخانه‌ها، راه‌ها، نواحی شهری و تالاب عبور می‌کنند.

بنابراین لازم است تا در مورد تعیین محل ایستگاه رشت مطالعات بیشتری‌صورت‌گیردودر صورت امکان اگر هدف‌صرفاً رسیدن به انزلی باشد، ایستگاه مزبور در شرق، یا شمال شرقی شهر رشت قرار گیرد.

۳-فرایندتحلیل سلسله مراتبی (AHP) شیوه‌ای منطقی برای مقایسهٔ گزینه‌ها و انتخاب گزینهٔ بهینه با در نظر گرفتن تمامی مشخصه‌های تأثیرگذار می‌باشد و چارچوب مناسبی برای مشارکت گروهی در تصمیم گیری ایجاد می‌کند.

۴-باتوجه‌به‌ضرورت لحاظ‌کردن مسائل فنی و جنبه‌های اقتصادی، ساخت مسیر راه آهن توصیه می‌شود که در مطالعات تکمیلی چگونگی مد نظرقراردادن این موارد به همراه مسایل محیط زیستی مورد بررسی قرار گیرد.

۵-پرداختن به هزینه‌های اقتصادی مسیر موردی اجتناب‌ناپذیر است و توصیه می‌شود در مطالعات تکمیلی به این موضوع رسیدگی شود.

یادداشت ها

1. Enhanced Thematic Mapper
2. Ground Control Point
3. Root Mean Square Error
4. Red-Green-Blue
5. False color composite image
6. Pair wise comparison
7. Friction map
8. Cost map
9. Multi Criteria Decision Making
10. Analytical Hierarchy Process

منابع مورد استفاده

ستوده،.ا.۱۳۸۱.رعایت اصول محیط زیستی در مسیریابی راه‌آهن با استفاده ازGIS. پایان‌نامهٔ کارشناسی ارشد برنامه‌ریزی و مدیریت محیط‌زیست، دانشکدهٔ محیط‌زیست، دانشگاه تهران.

قدسی پور،س.ح.۱۳۷۹.مباحثی در تصمیم گیری چند معیاره، فرایند تحلیل سلسله مراتبی انتشارات دانشگاه امیر کبیر.

مخدوم، م.، درویش‌صفت، ع.ا.، جعفرزاده، ه ، مخدوم،ع.ر.۱۳۸۰. ارزیابی و برنامه‌ریزی محیط زیست با سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی (GIS).انتشارات دانشگاه تهران، شماره ۲۵۴۳.

Carpenter, T.G. 1994.The Environmental Impacts of railway" John Wiley & sons, Inc London.385pp.

Dey, p.k. 2002.An integrated assessment model for cross_country. piplines Environmental Impact Assessment Review. 22(2002)703-721.

Feldman, S .1995. A prototype for Pipeline Routing Using Remotely Sensed Data and GIS Analysis. Remote Sensing of Environment. 53: 123-131.

Jacobs,E. and Voung,G.2001. Routing a high speed Railway: A GIS Approach. http://www.uoguelph.ca/geography/filetran/geog4480_w2001/group11/index.htm.

Malczwzki, J.1999. GIS and Multicriteria Decision Analysis. John willy & sons, Inc, Newyork.270pp.

Saaty, T.L.1980. The Analytical Hierarchy process, planning, priority, Resource Allocation" Rws pub, USA.235pp.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی