

کاربرد انتخاب مسیر بهینه در کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری و بهره برداری با استفاده از GIS

روح الله نادری، ro_naderi@yahoo.com رئیس گروه خط و ابنیه مرکز تحقیقات راه آهن ۰۹۱۳۲۰۰۲۵۴۵ Tel: ۸۹۶۱۴۶۲ Fax:
پرستو صاحب الزمانی، pr_saheb@yahoo.com کارشناس گروه خط و ابنیه مرکز تحقیقات راه آهن ۲-۵۱۲۴۰۰۱ Tel: ۸۹۶۱۴۶۲ Fax:
محمود رضا دلاور، mdelavar@chamran.ut.ac.ir استادیار دانشکده فنی گروه نقشه برداری دانشگاه تهران ۰۹۱۳۲۴۰۶۱۰۴ Tel:

واژه های کلیدی :

تعمیر و نگهداری - حمل و نقل - انتخاب مسیر بهینه - شبیه سازی حرکت قطار - مقاومت قوس - آرایش قطار - سیستم های اطلاعات مکانی

چکیده :

احداث راه آهن بعنوان یک پروژه عمرانی و زیربنایی در کشور، از جمله طرحهایی است که اگر در مراحل طراحی و برنامه ریزی های اولیه آن مطالعات فنی و زیست محیطی به صورت گسترده و جامع در نظر گرفته شود شاهد فواید بسیاری از جمله تعمیر و نگهداری بهینه با سرمایه کمتر و بازگشت سرمایه کمتر و سود بیشتر خواهیم بود. انتخاب مسیر راه آهن کاری پیچیده و دارای فرآیند تکراری است. برای ساخت خط راه آهن گزینه های مختلف با حجم عظیمی از اطلاعات باید مورد توجه قرار گیرند و یک مسیر اقتصادی با توجه به توپوگرافی، شرایط زمین و محدودیت های زیست محیطی و ... انتخاب شود. مسیر طراحی شده همچنین باید بتواند پاسخگوی حجم بار و تعداد مسافر با سطح سرویس دهی مناسب باشد. از آنجا که برای انتخاب مسیر بهینه به چندین گزینه نیاز است لذا با توجه به اطلاعات موجود، بخشی از مسیر میانه - تبریز که در دست مطالعه جهت بهینه سازی این مسیر می باشد بصورت متمرکز مد نظر قرار گرفت. جهت پیاده سازی برنامه، از نقشه های ۱:۲۰۰۰ توپوگرافی موجود از منطقه برای استخراج و طراحی واریانتهای و نقاط ارتفاعی (طراحی ۳ واریانت) بکار گرفته شد. برای انتخاب برخی عوامل دخیل در انتخاب مسیر نظیر شیب و فراز، پروفیلهای طولی مسیرها نیز مورد استفاده قرار گرفت. بدلیل اینکه در فعالیت انتخاب مسیر بهینه همواره با اطلاعات زمین مرجع مواجه می باشیم، لذا الگوریتمی جهت محاسبه هزینه واریانتهای طراحی شده به کمک سیستم های اطلاعات مکانی GIS و با توجه به پارامترهای هندسی مسیر از جمله شیب و فراز، شعاع قوس، طول مسیر، هزینه های تعمیر و نگهداری با توجه به (اثر مسافت، اثر مقاومت قوس، اثر شیب و فراز) با توجه به استانداردهای AREA و UIC و پارامترهای بهره برداری از جمله حجم بار، تعداد مسافر، آرایش قطارباری و مسافری، تناژبار ناخالص قطار باری و همچنین شبیه سازی حداکثر زمان سیر قطار باری و مسافری در هر بلاک و استخراج پروفیل سرعت و زمان طی مسیر به عنوان خروجی طراحی گردید. بدین منظور برنامه ای در محیط ویژوال بیسیک با بهره گیری از نرم افزار ArcView تهیه شد. در برنامه تهیه شده ابتدا با استفاده از المانهای فوق الذکر مقدار بار تئوری ترافیک (TF)، هزینه تعمیر و نگهداری و درآمد سالیانه محاسبه گردید. سپس با استفاده از روابط موجود، بهترین واریانت بر اساس ملاکی که زمان بازگشت سرمایه را تضمین کند انتخاب می شود.

مقدمه

در هنگام طراحی و ساخت خطوط راه آهن، عواملی چون هزینه سرمایه گذاری اولیه، هزینه تعمیر و نگهداری دوران بهره برداری و قابلیت خط راه آهن دخالت مستقیم خواهند داشت و نقش مهمی ایفا می کنند. یکی از اهداف مهم از ساختن خط راه آهن افزایش ایمنی مسافر و کالا و کاهش هزینه های تعمیر و نگهداری می باشد. لازمه این امر آنست که خط بعنوان پایه و اساس راه آهن وظیفه خود را بصورت دقیق انجام دهد. برای دستیابی به این نقش می بایست پارامترهای مهم تاثیر گذار در انتخاب بهینه مسیر شناسایی گردد. بنابراین مدلی که بتواند به خوبی هزینه ها را برآورد کند، از اهمیت به سزایی برخوردار می باشد. یکی از مهمترین مسائل انتخاب مسیر بهینه راه آهن، یافتن یک مسیر اقتصادی برای اتصال دو شهر (یا به طور کلی دو نقطه روی نقشه) می باشد. مسیر اقتصادی، مسیری است که در آن تمام عوامل تاثیرگذار در هزینه شامل طراحی، ساخت و بهره برداری در نظر گرفته شوند و این هزینه ها در حداقل زمان ممکن بازگردند و پس از این مرحله، سود بیشتری را به راه آهن برسانند. بر همین اساس مسیر میانه - تبریز با مقایسه مسیر موجود راه آهن میانه - مراغه - تبریز مورد بررسی قرار گرفت. مسیر راه آهن میانه - مراغه - تبریز قسمتی از مسیر راه آهن تهران - قزوین - زنجان - میانه - مراغه - تبریز است که به سمت جلفا و مرز جمهوری آذربایجان و نیز به سمت شرفخانه - سلماس - پل قطور و رازی در مرز ترکیه و در ادامه به مسیر اروپا متصل گردیده است.

مسیر راه آهن از مبدا تهران تا میانه بطول ۴۳۹+۱۷۲ کیلومتر میباشد که ادامه مسیر از میانه به سمت مراغه و تبریز ۲۹۷ کیلومتر است.

مسیر راه آهن از تهران تا قزوین و زنجان و میانه به لحاظ مساعد بودن عوارض طبیعی منطقه و گذر از مسیر دشتهای وسیع و نسبتاً کم عارضه بهسازی شده و با بهبود مشخصات هندسی مسیر، امکان تردد قطارها را با سرعت مناسب فراهم نموده است. بر اساس گزارش شرکت قطارهای مسافری رجا در سال ۱۳۷۶، سرعت غالب قطارها در این مسیر ۹۰ کیلومتر در ساعت است.

قطارهای مسافری، حد فاصل تهران تا میانه و بالعکس را در مدت زمان کمتر از شش ساعت طی می کنند، ولی ادامه مسیر از طریق مراغه به تبریز به لحاظ کوهستانی بودن منطقه و مشخصات هندسی پائین از قبیل تونل ها و قوسهای زیاد، با شعاع های ۲۵۰ متر و ۳۰۰ متر باعث شده فاصله ۲۹۷ کیلومتری در مدت ۷/۵ ساعت طی شود و هزینه نگهداری آن نیز افزایش یابد. مطالعات مسیر جدید قبل از انقلاب اسلامی، در حد مرحله اول توسط یک شرکت انگلیسی انجام شده بود که بعد از انقلاب در سالهای اخیر مطالعات مرحله دوم از طرف معاونت ساخت و توسعه راه آهن به شرکت مهندسی مشاور راه آهن مترا و گذار گردید. مطالعات مرحله دوم توسط شرکت مترا آغاز شد. طول مسیر جمعاً ۲۱۲ کیلومتر میباشد که ساخت بعضی از قطعات آن در حال انجام است. طول مسیر جدید حدود ۹۰ کیلومتر کوتاهتر می باشد.

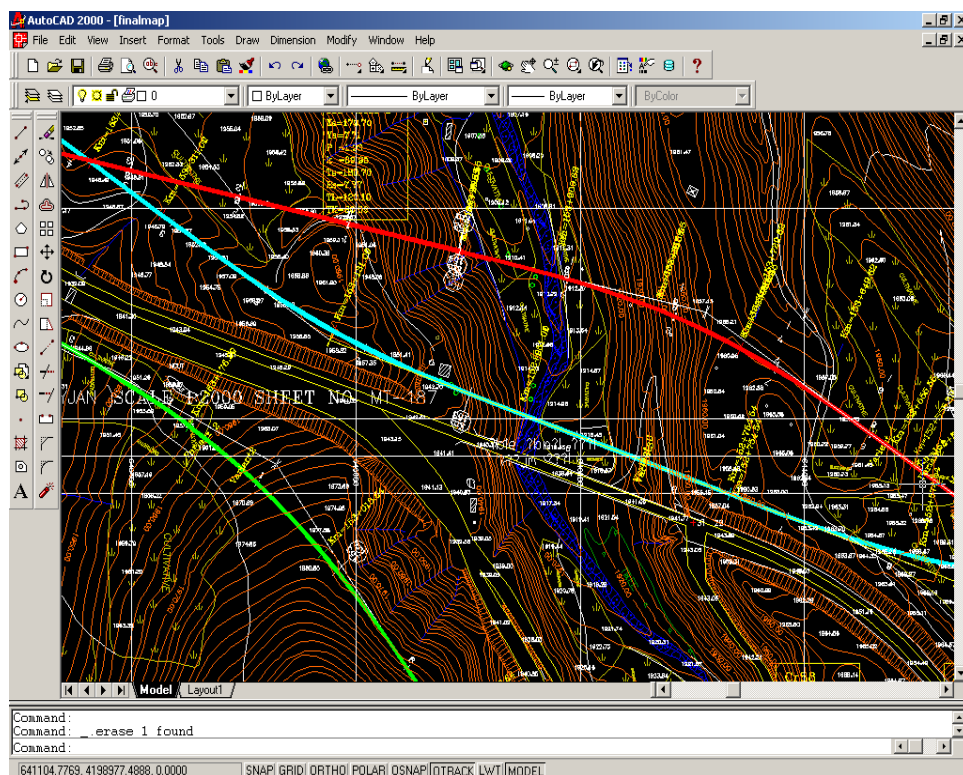
مهمترین اهداف طرح راه آهن میانه - بستان آباد - تبریز به شرح زیر قابل بررسی است :

- ۱- استفاده مطلوبتر از راه آهن تهران - تبریز
- ۲- تقلیل زمان سیر محور از ۶/۵ ساعت به ۳ ساعت
- ۳- جذب مسافری بیشتر در این مسیر و تقلیل آلودگیهای زیست محیطی مسافرتهای جاده ای
- ۴- صرفه جویی در مصرف سوخت و ایجاد طرحهای جدید برای گسترش مراکز در بخشهای دیگر
- ۵- در اختیار گذاشتن فرصتهای جدید جهت گسترش مرکز صنعتی در بخشهای دیگر استان
- ۶- ایجاد ترانزیت برای کشورهای شمال و غرب کشور

علاوه بر بهره‌گیری بهینه و افزایش استفاده از مسیر راه آهن جهت حمل و نقل در این استان، به لحاظ ارتباط خط آهن ایران در دو ناحیه مرزی آذربایجان با کشورهای اروپایی و آسیای میانه، سهولت و کاهش زمان سفر به این کشورها نیز می‌تواند یکی از اهداف دیگر باشد. در راستای مباحث مطرح شده در فصول پیشین، جهت پیاده‌سازی و ارزیابی روشهای مذکور، تست عملی انجام گرفت. در این فصل شرح کامل گزارش کار عملی و نتایج حاصل بطور مفصل توضیح داده می‌شود.

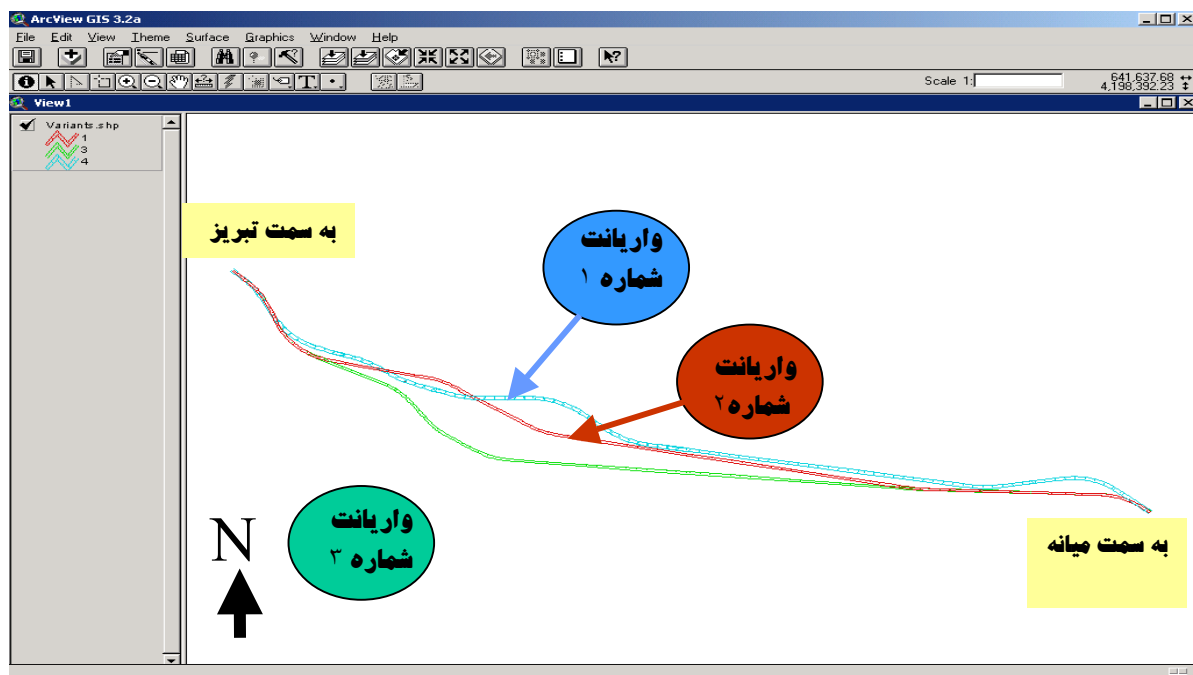
انتخاب مسیر و داده‌های مورد استفاده

از آنجائیکه برای انتخاب مسیر بهینه به چندین گزینه نیاز است، لذا با توجه به اطلاعات موجود، بخشی از مسیر میان-تبریز (بستان آباد - باسمنج) که در دست مطالعه جهت بهینه‌سازی این مسیر می‌باشد انتخاب گردید. بخشی از مسیر میان-تبریز (بستان آباد - باسمنج) از کیلومتر ۲۹+۸۰۰ تا کیلومتر ۵۵+۳۰۰ که از سه واریانت تشکیل می‌شود، جهت مطالعه به صورت متمرکز مد نظر قرار گرفت که در شکل (۱) شرایط توپوگرافی مسیر و سه واریانت طراحی شده نشان داده شده است.



شکل شماره ۱- نمایی از توپوگرافی مسیر در مقیاس ۱:۲۰۰۰ همراه با واریانتهای طراحی شده

جهت پیاده‌سازی، نقشه‌های ۱:۲۰۰۰ توپوگرافی موجود از منطقه برای استخراج واریانتهای و نقاط ارتفاعی به کار گرفته شد. برای محاسبه برخی عوامل دخیل در انتخاب مسیر نظیر شیب و فراز، پروفیل‌های طولی مسیرها نیز مورد استفاده قرار گرفت که در شکل (۲) دید کلی از واریانتهای موجود در مسیر مورد نظر را نشان می‌دهد.



در محیط GIS، نرم افزار ArcView (نرم افزار مورد نظر این تحقیق) مورد استفاده قرار گرفت. لذا ابتدا نقشه ها به نرم افزار ArcView وارد شده و لایه های مورد نیاز از نقشه ها که عبارت بودند از لایه های منحنی میزان ها، نقاط ارتفاعی، مسیرهای مستقیم و قوسهای مسیر، پس از جداسازی از کل نقشه به صورت Shapefile درآمدند.

چون نقشه های توپوگرافی به صورت شیت های جداگانه بودند، لذا ابتدا در محیط اتوکد این نقشه ها به هم متصل گردیده و به صورت یکپارچه (Seamless) درآمدند تا هم پیوستگی مسیرهای موجود برقرار گردد و هم بتوان در کل منطقه در مراحل بعدی، نتایج محاسبات مربوط به هر واریانت نظیر در آمد، هزینه کلی، سوددهی مسیر، مدت زمان بازدهی هزینه و معیار انتخاب به هر واریانت منتسب گردد. لذا در جدول AAT متصل به واریانتها، ستونهایی به همین نام جهت ذخیره مقدار آنها ایجاد گردید.

در این مرحله از کار، همچنین مدل رقومی ارتفاعی زمین (DEM) ایجاد گردید. از آنجا که یکی از عوامل بسیار مهم در انتخاب مسیر بهینه، مدل رقومی زمین و بطور غیر مستقیم شیب و فرازی است که مسیر از آن عبور می کند، لذا ضرورت تولید و ایجاد این مدل احساس گردید.

جهت تولید این مدل، با توجه به نقاط ارتفاعی موجود، همچنین ارتفاعی که به منحنی میزانها منتسب شده بود، استفاده گردیده و در محیط ArcView پس از ایجاد شبکه مثلثاتی غیر منظم (TIN)، این مدل تولید گردید.

صفحه ورود اطلاعات مربوط به هر واریانت

در بین روشهای مختلف حمل و نقل، سیستم ریلی بدلیل برخورداری از مزایای مختلفی همچون مصرف سوخت و انرژی کم، ایمنی بالا، عدم آلودگی محیط زیست و قابلیت انتقال انبوه کالا و مسافر از امتیاز ویژه ای برخوردار می باشد. کارشناسان اقتصادی معتقدند که صنعت حمل و نقل ریلی، صنعتی بالقوه توانمند می باشد که با برنامه ریزی و تخصیص بودجه مناسب و مدیریت صحیح می تواند بعنوان یکی از منابع درآمدزا در اقتصاد کشور ایفای نقش نماید.

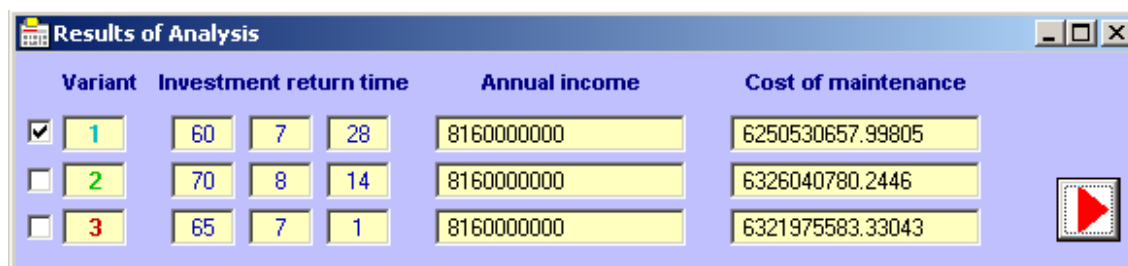
در حقیقت یک طرح خوب زمانی کاربرد مناسب خویش را می یابد که از فرایند پژوهش و شناخت و تحلیل مناسب عبور کرده باشد. طراحی خوب مستلزم منضم بودن به برنامه ریزی مناسب و برنامه ریزی مناسب محتاج ابزار قوی است. از همین روست که ضرورت و اهمیت انتخاب مسیر بهینه برای خطوط راه آهن مشخص می شود چرا که با داشتن الگوی تحلیلی قوی و کارآمد، مراحل طراحی تعیین می شود. در این تحقیق تحلیل و جمع بندی ضوابط و استانداردها، بکارگیری الگوهای مختلف برای انتخابی طرح مسیر بهینه با استفاده از GIS ارائه گردید. در این قسمت پس از مقدار دهی به تعداد واریانتهای معرفی شده، برنامه شروع به پردازش اطلاعات می نماید. در شکل ۳ صفحه ورود اطلاعات جهت مقایسه مسیرههای طراحی شده نمایش داده شده است.

شکل ۳- صفحه ورود اطلاعات مربوط به هر واریانت

گزارش گیری از هر واریانت

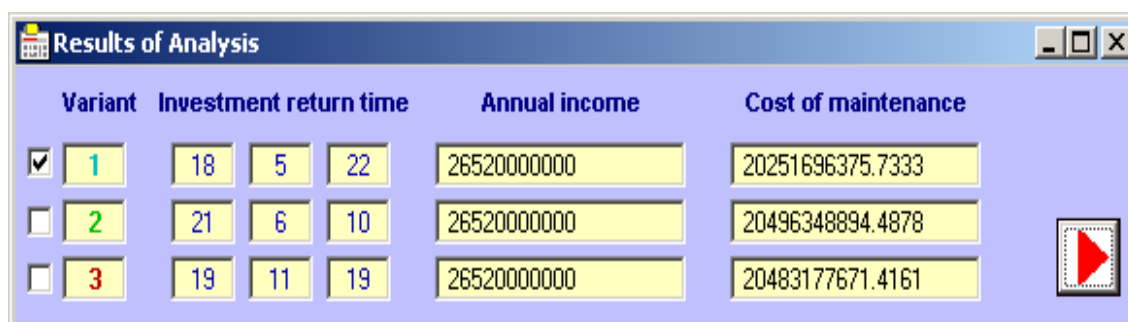
در این تحقیق نتایج عملی برای هر واریانت به صورت گزارش، ارائه می شود. نمونه ای از این صفحه در شکل ۴ الف و ب مشاهده می گردد. در این بخش رتبه هر یک از واریانتهای جهت انتخاب نیز مشخص می گردد. همانطور که در شکل ملاحظه می شود خروجیهای برای سه واریانت ۱، ۲، ۳ به ترتیب ذیل می باشد. برای حالت اول مقدار بار و تعداد مسافر سالانه طبق آمار موجود ۲۰۰۰۰۰۰ تن بار خالص و ۲۰۰۰۰۰۰ نفر مسافر با توجه به ظرفیت پیش بینی شده و آمار موجود، در نظر گرفته شد. شکل شماره ۴ الف خروجی این گزارش می باشد این برنامه با در نظر گرفتن کلیه پارامترهای اشاره شده خروجی را ارسال میکند...

برای حالت دوم مقدار بار و تعداد مسافر سالانه طبق نسبت دو به یک ۸۰۰۰۰۰۰ تن با خالص و ۴۰۰۰۰۰۰ نفر مسافر در نظر گرفته شد. با توجه به اینکه راه آهن ایران سوددهی بیشتری از نظر حمل بار دارد تا مسافر این نسبت در نظر گرفته شد. شکل شماره ۴ ب خروجی این گزارش می باشد



Variant	Investment return time			Annual income	Cost of maintenance
<input checked="" type="checkbox"/> 1	60	7	28	8160000000	6250530657.99805
<input type="checkbox"/> 2	70	8	14	8160000000	6326040780.2446
<input type="checkbox"/> 3	65	7	1	8160000000	6321975583.33043

شکل ۴ الف - گزارش عددی



Variant	Investment return time			Annual income	Cost of maintenance
<input checked="" type="checkbox"/> 1	18	5	22	26520000000	20251696375.7333
<input type="checkbox"/> 2	21	6	10	26520000000	20496348894.4878
<input type="checkbox"/> 3	19	11	19	26520000000	20483177671.4161

شکل ۴ ب - گزارش عددی

همانطور که در صفحه خروجی گزارش عددی مشاهده می شود، مسیر یک (رنگ آبی) در حالت اول با زمان بازگشت سرمایه ۶۰ سال، (به ترتیب از چپ به راست سال و ماه و روز می باشد نشان داده شده است) در حالت دوم با زمان بازگشت سرمایه ۱۸ سال در رتبه اول قرار دارد

در ستون دوم این ستون مربوط به در آمد سالانه هر مسیر می باشد که بدلیل اینکه هر سه مسی دارای یک طول مشخص در یک منطقه و در آمد بار و مسافر سالیانه برابر می باشند خروجی این قسمت برای هر سه مسیر بدلیل شرایط برابر بار و مسافر و مسافت یک عدد گردید.

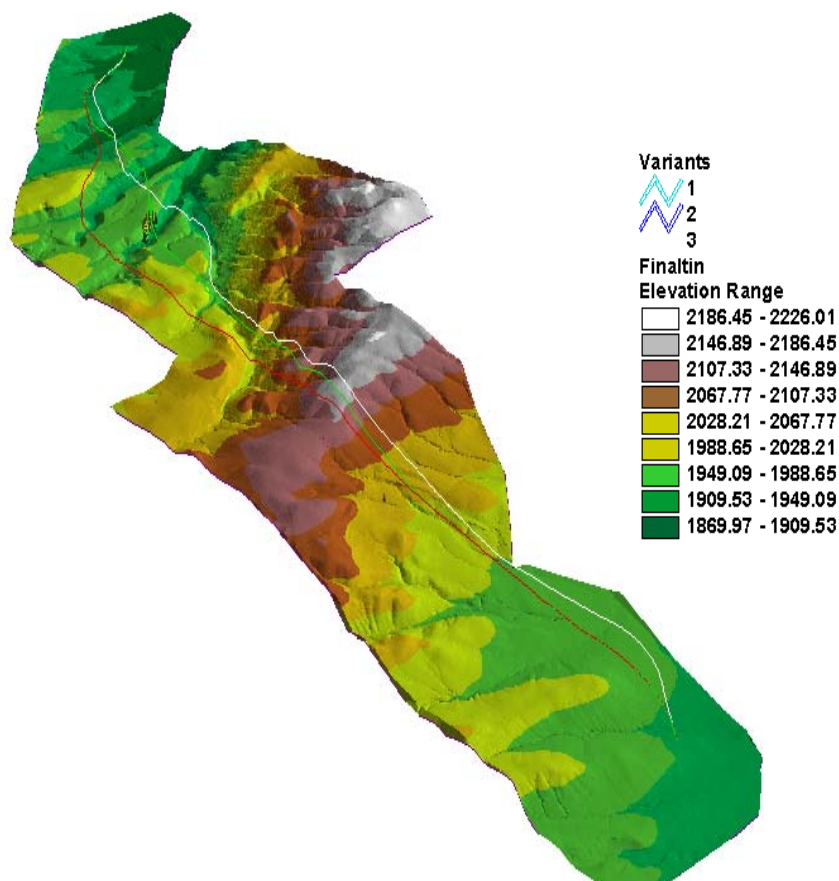
در ستون سوم مقایسه ای بین هزینه های تعمیر و نگهداری مسیرهای طراحی شده را خواهیم داشت. همانطور که ملاحظه می شود پس از پردازش اطلاعات، مسیر یک (رنگ آبی) نسبت هزینه کمتری را با دو مسیر دیگر یعنی مسیر (قرمز، سبز) دارد.

نمایش اطلاعات مربوط به DEM منطقه

در این بخش با فشردن دکمه بر روی هر یک از واریانتها اطلاعات توصیفی مربوط به آن نمایش داده می شود. در شکل ۵ شمای دو بعدی عبور واریانتها از منطقه به همراه اطلاعات توصیفی مسیر به نمایش گذاشته شده است.

همانطور که در شکل فوق مشاهده می شود، پروژه مورد استفاده به همراه اطلاعات توصیفی محاسبه شده از طریق برنامه ذخیره گردیده است. در لایه دوم اطلاعات مربوط به DEM منطقه قرار دارد. این امکان در نرم افزار فراهم است تا بتوان به صورت سه بعدی نیز دیدی از منطقه و نواحی عبور راه داشت. شکل ۵ شمایی سه بعدی از منطقه را نشان می دهد.

نقشه های موجود یا تولید شده بر مبنای دستورالعمل های تولید اطلاعات، اغلب دارای ساختار مناسب جهت استفاده در محیط یک سیستم اطلاعات مکانی نمی باشند. لذا با اعمال ویرایشهای هندسی لازم و کدگذاری مناسب، اطلاعات مکانی به منظور ورود به GIS آماده سازی گردید. در شکل ۵ قسمت شمالی سه بعدی عبور واریانتهای از منطقه به همراه DEM منطقه مشاهده می گردد.



شکل ۵ شمالی سه بعدی عبور واریانتهای از منطقه به همراه DEM منطقه

نتیجه گیری

مطالعه حاضر به عنوان نخستین گام در جهت ایجاد تحول اطلاعاتی و تکنولوژیکی در راه آهن با تاکید بر سیستم اطلاعات مکانی انجام گرفت.

نتایج حاصل از این تحقیق به صورت کاملاً بارز تفاوت بین بکارگیری GIS و روشهای سنتی در انتخاب مسیر بهینه را کاملاً نشان داد. اگرچه در روش سنتی کمتر به مبحث اقتصاد مهندسی توجه می شود ولی با اینحال، با در نظر گرفتن این بحث، مدت زمان زیادی لازم است تا محاسبات مربوط به هزینه و درآمد انجام گیرد که بنوبه خود تاثیر مستقیم در پیاده سازی و اجرای پروژه خواهد داشت. با برنامه تهیه شده این امکان فراهم می آید که با تغییر پارامترهای موجود و ورودی به برنامه، نحوه رفتار خروجی ها را مورد مطالعه قرار داد. به بیان دیگر تاثیر هر یک از فاکتورهای مورد استفاده در انتخاب واریانت بهینه، توسط برنامه قابل ردیابی بوده و می توان تحلیل های متفاوتی در این زمینه انجام داد.

برنامه شبیه سازی حرکت قطار به گونه ای آماده شده است که به هر تعداد واریانت را می توان به آن معرفی کرد و قابلیت استفاده در موارد مشابه را دارا می باشد. برنامه فوق امکان گزارش دهی صورت های متعارف عددی، جدولی و گرافیکی را برای کاربر فراهم می آورد که از جمله مزایای این سیستم می باشد. همچنین یکی از ویژگی های این برنامه اینست که اثر طول قطار را در محاسبه مقاومت خط در نظر می گیرد. بدین معنا که مقاومت واگنها و دیزلها را بصورت جداگانه مورد محاسبه قرار می دهد. برنامه شبیه سازی این امکان را می دهد تا با محاسبه زمان سفر بین دو ایستگاه، ظرفیت آن بلاک را محاسبه نمود. با محاسبه ظرفیت آن بلاک می توانیم آرایش قطار، تعداد لکوموتیو و واگن مسافری و باری مورد نیاز را محاسبه و خریداری کرد. همچنین می توان با اصلاح واریانت ظرفیت این بلاک را هم تعریف کرد.

همچنین در این تحقیق با ارائه یک الگوی محاسباتی به کمک استاندارد های UIC و AREA جهت رفع مشکل هزینه های تعمیر و نگهداری خطوط، گام مهمی در این راستا جهت راه آهن کشور برداشته شد. چراکه عمدتاً روش محاسبه تعمیر و نگهداری در ایران تجربی و دستی می باشد. با تمام تلاشی که در این زمینه انجام گرفت ولی با اینحال می توان برنامه حاضر را به راحتی طوری تغییر داد تا سایر پارامترهای موثر نظیر عوامل زیست محیطی در آن لحاظ گردد. نتایج حاصل از برنامه کاملاً با نتایج حاصل از عملیات مرسوم در سیستم راه آهن مطابقت دارد و از این حیث از جنبه های مختلف نظیر زمان اجرا و توانایی ردیابی تاثیر پارامترها بر آن ارجحیت دارد.

با الگوریتم ارائه شده در برنامه فوق مسیر یک با زمان بازگشت سرمایه ۱۸ سال بعنوان مسیر بهینه انتخاب گردید. همچنین از نظر هزینه تعمیر و نگهداری طبق گزارش عددی خروجی شکل نیز بعنوان مسیر بهینه انتخاب گردید.

منابع و ماخذ :

- [1] Jacobs and Voung, 2001, Routing a high Speed Railway: A GIS Approach <http://www.uoguelupl.ca/geography/filetran/geog4480-w2001/group11/index.htm>.
- [2] A GIS-Assisted Rail Construction Econometric Model that Incorporates LIDAR Data, David Cowen, John Jensen, Chad Hendrix, Mike Hodgson, Steven Schill, and Frank Macchiaverna, 2000 Photogrammetric engineering & Remote Sensing, Volume: 66, Issue: 11, Pages: 1323-1328
- [3] The Use of Innovative Data Collection Techniques in Support of Enterprise Wide GIS Development, Arthur Lembo, Christopher Powers, Evan Gorin, 1998, Photogrammetric Engineering & Remote Sensing, Volume: 64, Issue: 9, Pages: 861-865
- [4] Using Desktop GIS for the Investigation of Accessibility by Public Transport: An Isochrone Approach, authored by David O'Sullivan, Alastair Morrison, John Shearer, 2000, International Journal of Geographical Information Science, Volume: 14, Issue: 1, Pages: 85-104
- [5] Clarke, C., 1997, "Getting Started With Geographic Information Systems," Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- [6] Hogon, J.D. (1973), "Experience With optloc – optimum location of highway by computer," PTRC Seminar Proceeding on Cost Models and Optimization in Highway (session L 10), London.
- [7] Landis, Jphn. in 1993. GIS capabilities, Uses . and organizational Issues, profiting from a Geographic Information system. Gillbert. H. and costte (eds) GIS world Inc.
- [8] Martin, David , 1996, Geographic Informaitn systems socioeconomic Applications, second edition, Routledge.
- [9] Athanassoulis, G. and Calgero. V. (1993), " Optimal locatoin of a new Highway from A to B- A computer tacnigue for route planning", PTPC semniar proceeding on cost Models and optimization in Highways (session L9), London.
- [10] Nicolson, A. J., Elms, D.G. and Williman, A. (1976). " A Variational approach to optimal Route Location ", Highway Engineers, Vol. 23. PP. 22 – 25.
- [11] Parker, No. A. " Rural Highway Route corridor sellection", Transportation planning and Tecnology, Vol. E, pp. 247- 256.
- [12] Show, J.F.B. and Howard B.E. (1981) , " Comparison of two Intergration Methodes in Transportation Routing", Transportation Reserch Record 806. TRB, PP. 8- 13.

- [13] William W.Hay (1982), " Railroad Engineering ", second edition, John Wiley, Newyork.
- [14] J.O.Akinyede, Highway Route production Line: A GIS – Based Approach for Enconomic Road planning, MC Graw- Hill, 1992.
- [15] Guo, Man, Large imagery handling in relationa database for geospatial information system, Calgary university, 1999.
- [16] Burrough, P.A, and R.A.Mcdonald, 1998, " priciples of Geographical Information systems. " Oxford university press.
- [17] Noto, M., Sato, H., A, 2000, Method for shortest path searched by Extended Dijkstra Algorithm, IEEE Transaction.
- [18] Kainz, W. & Shahriari, No. (1993): Object – Oriented tools for designning topographic, Database proceedings of GIS / LIS ' 93, Vol. 1, PP. 341- 350. Minneapolis, Minnesota, USA.
- [19] Chew,Goh(1989), "Simultaneous Optimization of horizontal and Vertical alignment for highway".Transportation Research, Part B. Vol. 23 B. No.5,pp.315-136
- [20] Eastman,G.R., (1990) . Idrisi: A Grid – Based Geograghic Analysis system. (Clark University) .
- [21] Shahriari, N.& Roshannejad, A.(1996): Perception of geogrsphical obgets :beyond traditional description . Proceeding of the first Annual Computer Cofreence of Computer Society of Iran , pp. 268-274