ارزیابی فنی و اقتصادی کاربرد سامانه اطلاعات مکانی *GIS* درمسیر یابی بهینه راه در مهندسی راه و ترابری

مهدی آخوندی [i]; مسعود باباخانی [ii]

چکیده

اولین قدم برای طراحی مسیر بدست آوردن اطّلاعات لازم از شرایط منطقه ای است که قرار است راه درون آن احداث گردد. به صورت سنّتی بیشتر این اطّلاعات از طریق نقشه های مختلف از جمله نقشه های کاربری و توپوگرافی،که بر پایه عکسهای هوایی اصلاح شده در مقیاس ۱:۲۰۰۰ توسط برداشتهای زمینی تهیه شده و در دسترس طراحان قرار میگیرد، حاصل می شود[۶] . بعد از بدست آوردن اطّلاعات با در نظر گرفتن چند مسیر پیشنهادی محدود و بررسی آنها یک مسیر به عنوان گزینهٔ نهایی انتخاب می شود. بدلیل عدم امکان در نظرگرفتن تمامی شرایط، محدودیتها و همه عوامل هزینه و منافع، مسیر حاصل از این طریق لزوماً یک مسیر بهینه و یا حتّی نزدیک به بهینه نیست.در این مقاله سعی شده با استفاده از نقشه های توپوگرافی موجود در سازمان نقشه برداری روشهایی برای اصلاح آنها به منظور استخراج اطّلاعات مورد نیاز برای طراحی مسیر ارائه شود.

در قدم بعد منطقهٔ مورد مطالعه برای مسیریابی به نواحی غیر منتظم مطابق با تقسیم بندی های موجود در محیط GIS تقسیم می شوند.بر اساس این تقسیم بندیها الگوریتمی ارائه شدکه نرم افزار مبتنی بر آن بتواند مسیر بهینه ای در سیستم بین هردو نقطهٔ دلخواه بدست دهد.

کلمات کلیدی: **طراحی راه، زینه های راه، بهینه سازی، سیستم اطّلاعات جغرافیایی**

تاریخ دریافت مقاله: ۸۸/۱۰/۲۰ تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۱/۱۶

[i] دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی عمران(راه و ترابری) دانشگاه آزاد واحد علوم و تحقیقات : Meydoo@gmail.com

[ii] دکتری اقتصاد، استاد دانشگاه علم و صنعت : M.babakhani@isut.ac.ir.

۱- مقدمه

همانند هر پروژه صنعتی، مسیر یابی و ساخت راه باید بر پایه یک روش منطقی و جامع باشد. ساخت راه همانند ساخت یک سدیک پروژه ملّی و کشوری است و می تواند بسیار پراهمیت تر از طراحی یک ساختمان باشد. هر چه پروژه راه یا آزادراه بزرگ بوده و از شهرهای زیادی بگذرد، نگرش و بینش برخورد با طراحی نیز گسترده تر می گردد. به زبانی دیگر در طراحی یک راه دو پارامتر هزینهٔ ساخت و کلاس طرح جایگاه طرح را بیان می کند. این دو پارامتر باید برای مهندسین طراح راه در آغاز کار روشن باشد. برای پی بردن به چگونگی این دو پارامتر باید نگاهی به آینده داشت که برای نمونه پس از سپری شدن ۲۰ تا ۳۰ سال، طرح پاسخگوی نیاز آن روز نیز خواهد بود یا نه و گرنه پس از مدت زمانی کاربرد و بهره برداری از آزادراه بادشواری روبرو خواهد گشت[٦] .

دست اندرکاران برنامه ریزی کشور(بویژه وزارت راه و ترابری) باید با سیاست گذاری های خود آیین نامه هایی ارائه نمایند تا راه هایی را که مهندسین طراحی و احداث می نمایند، اهداف بالارا پوشش

Archive of SID
www.SID.ir

دهد. دیدگاه نوینی که در آنالیز اقتصادی ساخت راه امروزه هواداران زیادی یافته است، بررسی مخارج بهره بردار (راننده و دیگر سر نشین ها) هنگام پیمودن راه یا آزادراه است. این هزینه ها شامل سوخت مصرفی، تصادفات، هزینهٔ تعمیر ونگهداری خودرو، تلفات جانی ناشی از تصادفات، راحتی و زمان سفر است.

۲- اهداف تحقیق

هدف اصلی این تحقیق مدل کردن مسأله طراحی مسیر به صورت یک مسأله بهینه سازی و طراحی یک الگوریتم برای حلّ مدل پیشنهادی در یک محیط GISاست .برای دست یافتن به این اهداف مراحل زیر در نظر گرفته شده اند:

۱- تدوین مدلی برای بهینه سازی مسیر افقی در محیط GIS ؛
۲- تدوین مدلی برای بهینه سازی مسیر در فضای سه بعدی در محیط GIS ؛
۳- طراحی یک الگوریتم جستجو برای حلّ مدل پیشنهادی ؛ و
٤- نوشتن برنامهٔ رایانه ای برای حلّ الگوریتم جستجوی پیشنهادی در محیط GIS .

ذکر این نکته لازم است که در مسأله ی طراحی مسیر تعداد بی شماری مورد هزینه و تعداد زیادی محدودیتها و الزامات طراحی می توان در نظر گرفت .طبیعی است که در نظر گرفتن تمام موارد هزینه و فرموله کردن تمام عوامل طراحی به راحتی امکان پذیر نیست .

بنابراین سعی می شود که موارد هزینه عمده و محدودیتهای اساسی شناسایی شده و در حلّ مسأله در نظر گرفته شوند .پس از شناسایی موارد هزینه عمده و محدودیتهای مهم، گام اصلی تحقیق، مدل کردن مسأله و طراحی یک الگوریتم جستجوی کارا برای حلّ مدل در محیط GIS است .

پس از بدست آوردن یک مدل مناسب و توسعهٔ یک الگوریتم حلّ قابل اتکا، سعی می شود مسأله به گونه ای طراحی شود که بتوان فاکتورهای هزینه متنوع تر و محدودیتهای پیچیده تری را نیز به مسأله اضافه کرد.

۳- شرح مسئله

در یک مسألهٔ طراحی مسیر، هدف اصلی یافتن مسیری اقتصادی برای اتّصال دو شهر یا دو نقطه روی نقشه با رعایت مسائل سیاسی، اجتماعی و استراتژیک است .حتّی در طراحی یک شبکه حمل و نقل با بیش از یک مسیر، می توان مسأله طراحی شبکه را به حلّ چند مسیر یگانه بین دو زوج نقاط تجزیه کرد و پس از یافتن مسیرهای بهینهٔ ممکن بین زوج نقاط به حلّ مسأله پرداخت[۱].

مسیر اقتصادی مسیری است که در آن تمام عوامل تاثیرگذار در هزینه مسیر در تمام مراحل عمر مسیر شامل مراحل طراحی، ساخت و بهره برداری در نظر گرفته شوند .با توجه به این تعریف می توان صورت مسأله ای به صورت زیر مطرح کرد:

۱- دو نقطهٔ انتهایی در یک فضای سه بعدی داده شده است.
۲- هدف یافتن مسیری است که این دو نقطه را به هم وصل کند.

به طوری که هزینه کلّ مسیر در طول عمر پروژه کمینه شده و محدودیتهای طراحی و عملیاتی مسیر را ارضا نماید .

٤- روش اجرای بهینه یابی مسیر در GIS

در این نوشته سعی شده با استفاده از نقشه های توپوگرافی موجود در سازمان نقشه برداری روشهایی برای اصلاح آنها به منظور استخراج اطّلاعات مورد نیاز برای طراحی مسیر ارائه شود. در قدم بعد منطقهٔ مورد مطالعه برای مسیریابی به نواحی غیر منتظم مطابق با تقسیم بندی های موجود در محیط GISتقسیم می شوند.

بر اساس این تقسیم بندیها الگوریتمی ارائه شدکه نرم افزار مبتنی بر آن بتواند مسیر بهینه ای در سیستم بین هردو نقطه دلخواه بدست دهد . الگوریتم روش فوق در شکل (۱) نشان داده شده است.

Archive of SID
www.SID.ir

گام ۱. تهیه نقشه های توپوگرافی و اصلاح آنها

گام ۲. بدست آوردن مناطق با ارتفاع یکسان

گام ۳. تهیه نقشه های کاربری زمین و اصلاح آنها

گام۴. بدست آوردن مناطق دارای ارتفاع و کاربری یکسان در مناطق بالا استفاده

گام ۵. مشخص کردن محل رودخانه ها و سیلاب ها

گام ۶. مشخص کردن مسیر های اولیه طی یک فرآیند ابتکاری

گام ۷. مشخص کردن کاربری زمین و ارتفاع نقاط اصلی در طول مسیر

گام ۸. مشخص کردن محل و طول پلها

گام ۹. محاسبه هزینه کل برای تمام نقاط اصلی در طول مسیر

گام ۱۰. بدست آوردن ارتفاع بهینه با سعی و خطا در دامنه بین حداقل و حداکثر مجاز

گام ۱۱. آیا ارتفاع نقاط در گام ۱۰ بعد از اصلاح هزینه تغییر می کند ؟

بلی : گام ۱۰ تکرار شود | خیر : رفتن به گام بعدی

گام ۱۲. هر نقطه اصلی خارج از منطقه دارای ارتفاع و کاربری یکسان

اگر نقاط تغییر کرد : تکرار گام ۱۰ | اگر تغییر نکرد:رفتن به گام بعدی

با ترکیب مسیرها، مسیر بهینه معرفی میشود

شکل (۱):الگوریتم روش اجرای بهینه یابی مسیر با GIS

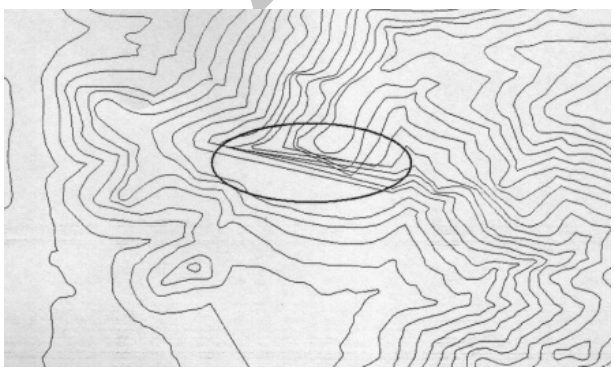
٤-۱- تهیه نقشه های توپوگرافی و اصلاح آنها

اولین قدم در فراهم نمودن یک محیط GIS برای طراحی مسیر تهیه نقشه‌ی توپوگرافی از منطقه مورد مطالعه یا منطقه‌ای که قرار است مسیر در آن قرار گیرد است. در این مرحله نقشه ی توپوگرافی منطقه با مقیاس ۱ :۲۵۰۰۰ و منحنی ترازهای ۲۰ متر به صورت فایل های رایانه‌ای (shape file) در سازمان نقشه برداری کشور موجود است و می‌تواند تهیه شود این نقشه‌ها چون با دقت کافی تهیه نشده‌اند دارای معایب بسیاری است که باید برطرف گردد برای رفع این معایب و به صورت زیر عمل می شود.

٤-۱-۱- اتصال خطوط منحنی تراز منفصل

در نقشه توپوگرافی سازمان نقشه برداری کشور برای مشخص کردن ارتفاع خطوط منحنی تراز قسمتی از این خطوط پاک شده و عدد مربوط به آن در محل پاک شده درج شده است هم چنین بعضی از قسمتها از این خطوط به دلیل نبود اطلاعات رسم نشده است برای محاسبات ماشینی این قسمتها باید به هم متصل گردند بدین منظور برنامه‌ای نوشته شده که بر اساس ارتفاع خطوط منحنی تراز در نزدیکی هم را با یک خط مستقیم به هم متصل می کند این روش در بعضی قسمتها دچار مشکل می گردد که ناگزیر به اصلاح آنها به صورت دستی هستیم.

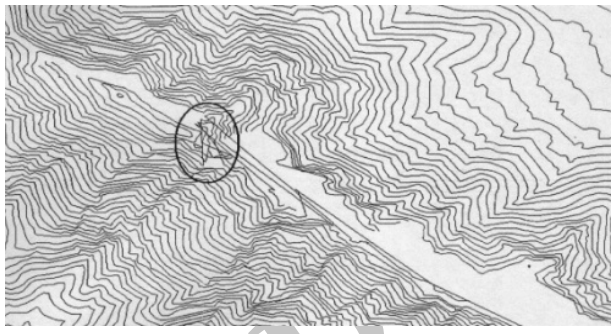
در بعضی قسمتهای نقشه، خطوط مستقیم تازه رسم شده با خطوط منحنی تراز موجود در نقش تقاطع دارند به عنوان یک مثال شکل (۲) تلاقی خطوط اصلاحی تازه رسم شده با خطوط منحنی تراز را نشان می‌دهد.



شکل(۲): مثالی از تلاقی خطوط اصلاحی تازه رسم شده با خطوط منحنی تراز در هنگام رفع نقص نقشه های توپوگرافی

Archive
www.SID.ir

در بعضی قسمتهای نقشه بعضی از خطوط منحنی تراز در نقشه اصلی به طور کامل موجود نمی باشد، در نتیجه برنامه ممکن است در یافتن نزدیکترین خط مرتبط با خط منحنی تراز مربوطه دچار اشتباه شود. این مساله در شکل (۳) نشان داده شده است.



شکل(۳): مثالی از اشتباه در یافتن خط توپوگرافی مربوطه در هنگام رفع نقص نقشه های توپوگرافی

در تصحیح خطوط تراز می توان از نقشه‌ها کاربری زمین نیز می توان استفاده کرد زیرا در اکثر مواقع مرز بین نواحی مختلف در نقشه‌های کاربری زمین و خطوط تراز یکسان است. بعد از تصحیح و معایب بالا به صورت دستی و به کمک برنامه ای که نوشته شد عدم وجود تقاطع در بین خطوط تراز کنترل می گردد.

٤-۱-۲- بستن منحنی های تراز

در مرحله بعد انتهای منحنی ترازهایی که در نزدیکی حاشیه نقشه رها شده اند تا حاشیه نقشه امتداد یافت و دو انتهای هر خط تراز به هم بسته می شوند تا هر خط تراز بیانگر منطقه‌ای از نقشه باشد که آن منطقه بسته به خطوط تراز در اطراف آن دارای ارتفاع بیشتر مساوی و یا کمتر از ارتفاع خط تراز مربوط باشد.

٤-۲- ایجاد مناطق با ارتفاع یکسان

بعد از تبدیل خطوط توپوگرافی به سطوح توپوگرافی برنامه ای نوشته شد تا این مناطق دارای اشتراک را که ارتفاع مشخصی ندارند را به مناطق بدون اشتراک و دارای ارتفاع مشخص تبدیل کند.عیب این برنامه این بود که بعضی از مناطق ممکن بود در بین هیچ منحنی ترازی قرار نگیرند و بنابراین نتوان مستقیما ارتفاعی را به این مناطق نسبت داد .

برای حل این مساله برنامه ای نوشته شد تا تمام قسمتهای موجود را از کل محیط نقشه کم کند. تا مناطق ایجاد نشده بدست آید. ارتفاع قسمتهای جدید فعلاً به صورت دستی مشخص می گردد.

٤-۳- اشتراک گیری بین مناطق ارتفاعی و مناطق کاربری زمین

در این مرحله اشتراک بین هر منطقه‌ی ارتفاعی در قسمت (۱) و هر منطقه ی کاربری زمین در قسمت (۲) یک منطقه با ارتفاع و کاربری یکسان ایجاد می کند در این مرحله اشتراک با مناطقی از زمین که ساخت مسیر در آنها غیر ممکن است (همانند دریاچه‌ها یا مناطق باستانی) در نظر گرفته نمی‌شود تا خود به خود این مناطق از تحلیل‌های بعدی حذف گردد.

٤-٤- اصلاح مرزها و حذف مناطق با وسعت بسیار کم

چون در دو قسمت (۱) و (۲) ممکن است بعضی از خطوط مرزی به صورت دستی وارد شده باشند یا از دقت کافی برخوردار نباشد ممکن است مناطقی با وسعت بسیارکم به وجود آید به منظور سهولت در مراحل بعد و ایجاد سرعت بیشتر در محاسبات مناطق با وسعت بسیارکم به مناطق اطراف ضمیمه و بدین سان مرزها اصلاح می‌گردد .

٤-٥- مشخص کردن محل و طول پلها

در این مرحله چون در نقشه های سازمان نقشه برداری رودخانه ها به صورت خط ترسیم شده و فاقد عرض مشخص هستند، بایستی عرضی برای آنها در نظر گرفته شود تا این خطوط تبدیل به منطقه دارای مساحت شود.در مرحله بعد مناطق سیل خیز و حاشیه رودخانه ها می تواند از نقشه سازمان نقشه برداری استخراج شود. این مناطق به مناطق بدست آمده از رودخانه ها استفاده می شود. برای عبور مسیر از این مناطق نیاز به پل می باشد.

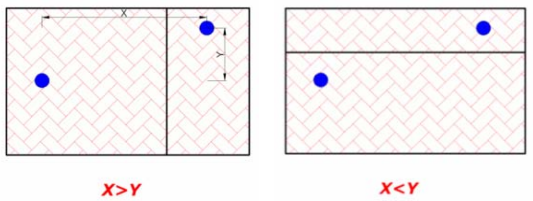
٤-٦- ایجاد مسیرهای اولیه

برای یافتن مسیر بهینه نیاز به تعداد مسیر اولیه می باشد اگر چه این مسیرهای اولیه در مراحل مسیریابی ممکن

Archive of SID
www.SID.ir

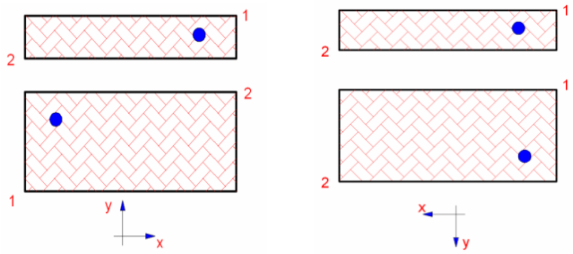
است کاملا تغییر کنند ولی انتخاب مناسب مسیرهای اولیه می تواند در فرایند بهینه‌یابی کمک موثری نماید دو خصوصیت مهم از مسیرهای اولیه اینست که اولاً بهتر است این مسیرها کل فضا را بپوشانند و دوماً اینکه با هم تقاطع نداشته باشند برای بدست‌آوردن این مسیرهای اولیه برنامه‌ای نوشته شد که به طریقه ی زیر عمل می‌کند:
دو نقطه یکی به عنوان نقطه شروع و دیگری به عنوان نقطه پایان به برنامه داده می شود ، برنامه در صورتی که این دو نقطه در فضای کل نقشه قرار گرفته باشد به مرحله بعدی می رود و در غیر این صورت پیغامی مبنی بر تصحیح نقاط داده می شود برای اینکه برای هر قسمت مجبور به نوشتن کد مجزا نباشیم نقشه را به چهار قسمت مشابه تقسیم کردیم ، برای شبیه ساختن این چهار قسمت به طریقه ی زیر عمل شد.

۱) در صورتی که فاصله‌ی طولی بین دو نقطه از فاصله عرضی آنها بیشتر باشد نقشه با خطی عمودی و در غیر این صورت با خطی افقی که از نقطه‌ای در وسط دو نقطه شروع و پایان می‌گذرد به دو قسمت تقسیم می شود شکل (٤) نمونه‌ای از این تقسیم بندی را نشان می‌دهد.



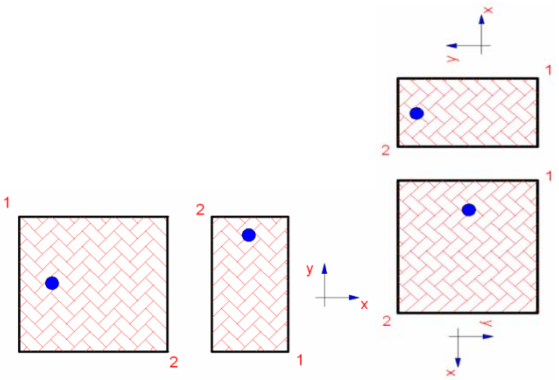
شکل (۴): طریقه تقسیم دو نقشه فرضی به دو ناحیه

۲) در صورتی که نقشه با خطی افقی به دو قسمت تقسیم شده باشد نیمه بالایی را به عنوان نیمه اصلی فرض کرده و نیمه پایینی را ۱۸۰° می چرخانیم شکل (٥) چگونگی این چرخش را نشان می‌دهد.

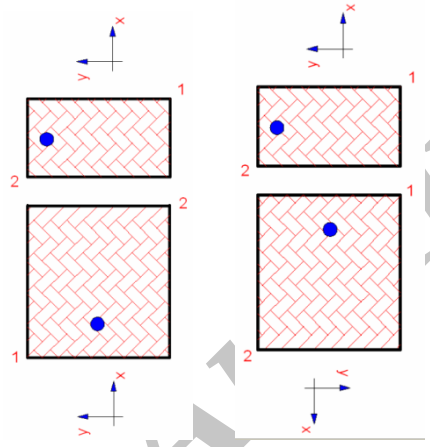


شکل (۵): چرخش نیمه پایینی در صورتی که نقشه با خطی افقی تقسیم شده باشد.

۳)در صورتی که نقشه با خطی عمودی به دو قسمت تقسیم شده باشد نخست کل نقشه را ۹۰ درجه در خلاف جهت عقربه‌های ساعت می چرخانیم سپس نیمه بالایی را به عنوان نیمه اصلی فرض کرده و نیمه پایینی را ۱۸۰ درجه می‌چرخانیم شکل (٦) چگونگی چرخش نقشه و شکل (٧) چگونگی چرخش نیمه پایینی را نشان می‌دهد.



شکل (۶): چرخش نقشه در صورتی که نقشه با خطی عمودی تقسیم شده باشد.



شکل (۷): چرخش نیمه پایینی در صورتی که نقشه با خطی عمودی تقسیم شده باشد.

٤) سپس خط پایینی را به تعداد مسیرهای اولیه به قسمتهای مساوی تقسیم می کنیم بدین ترتیب هر سه مسیر از وسط هر یک از قسمت می گذرد.

٥) بسته به فاصله‌ی افقی بین نقطه و حاشیه‌ی نقشه تعداد خطوط در سمت راست و چپ نقطه بدست می‌آید؛

Archive of SID

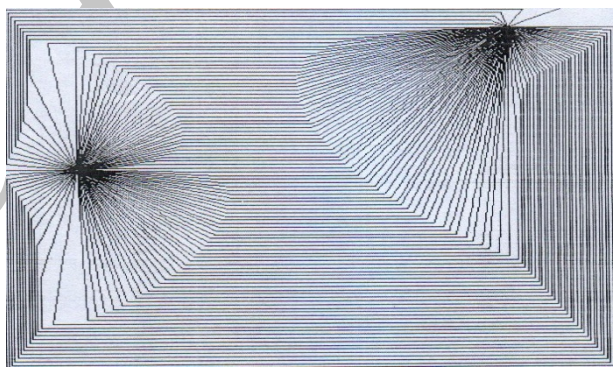
www.SID.ir

٦) زاویه‌ی شروع مسیرهای از تقسیم زاویه 180° به تعداد خطوط در سمت راست و چپ بدست می‌آید.

٧) مسیرها با زاویه‌ای بدست آمده شروع شده و به گونه‌ای که با خطوط دیگر تقاطع نداشته باشد به خط افقی پایینی در محل تعیین شده در مرحله ٥ متصل می گردد.

٨) سپس باید دوران های ایجاد شده به حالت قبل باز گردد هم چنین در هنگام اتصال مسیرهای قسمت بالایی و پایینی باید توجه کرد که در قسمت پایینی مسیرهای سمت چپ نقطه به سمت راست و مسیرهای سمت راست نقطه به سمت چپ قسمت بالایی اتصال یابد شکل (٨) نمونه‌ای از مسیرهای اولیه‌ی ساخته شده در محیط GIS را نشان می‌دهد.

٩)در مرحله آخر هر مسیر به تعداد مشخصی قسمت مساوی تقسیم می شود .



شکل (٨): نمونه‌ای از مسیرهای اولیه‌ی ساخته شده در محیط GIS

٤-٧- تعیین محل دپو و قرضه

مناطقی از نقشه که می تواند به عنوان محل دپو و یا قرضه استفاده شود به برنامه و به صورت رستی توسط کاربر معرفی می‌شود.

٤-٨- تعیین مسیر بهینه

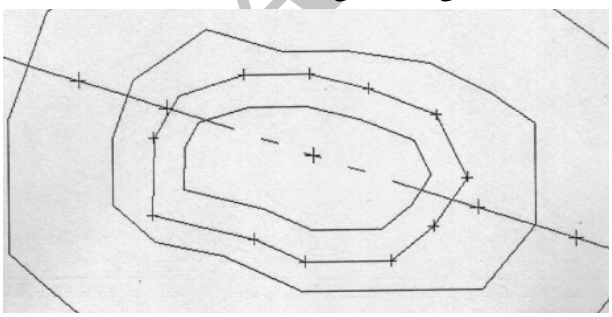
با داشتن مسیر اولیه شاید مهمترین گام یافتن مسیر بهینه و یا به عبارت بهتر فرآیند اصلاحات ممکن روی مسیر در جهت بهبود مسیر است . در این بخش پتانسیل استفاده از روش های متنوع بهینه سازی وجود دارد. به عنوان یک قدم ابتدایی در این جهت ، این مطالعه به معرفی یک روش ابتکاری اولیه برای این فرآیند می پردازد .

در حقیقت این روش به نوعی شبیه سازی رفتاری است که یک طراح حرفه ای معمولا برای یافتن مسیر به کار می برد . برای این منظور قدم های زیر بایستی برداشته شود. برای هر یک از نقاط اصلی هزینه ی کل برای حالتی که خط پروژه کمی بالاتر یا پایین‌تر از حالت فعلی واقع شود محاسبه می شود در صورتی که هزینهٔ کلی فعلی از هر هزینه ی دیگر کمتر باشد به مرحله‌ی بعد رفته در غیر این صورت خط پروژه به سمتی که هزینه ی کمتری دارد سوق پیدا می‌کند بدین معنا که دارای ارتفاعی معادل میانگین ارتفاع فعلی و حداقل یا حداکثر ارتفاع مجاز گردد در این مرحله هزینه وابسته به حجم سعی در ایجاد تبعیت از زمین طبیعی و هزینه ی وابسته به زمان سعی در مستقیم با فرو رفته کردن پروفیل طولی دارد این مرحله تاآنجا ادامه پیدا می‌کند که دیگر در خط پروژه تغییری ایجاد نشود .

٤-٩- تغییر محل نقاط اصلی برای بهینه سازی مسیرها (بهینه سازی مسیر افقی)

پس از اینکه برای مسیرها بهینه عمودی پیدا شد برای یافتن مسیر بهینه افقی اقدام می‌شود در این قسمت برای تمامی نقاط اصلی مراحل زیر به ترتیب انجام می گیرد.

١) به موازات حاشیه هر منطقه و با کمی فاصله از آن یک منحنی بسته رسم می گردد این منحنی توسط مسیر اولیه به دو قسمت تقسیم می شود که هر قسمت می تواند قسمتی از یک مسیر جدید گردد شکل (٩) این عمل را برای یک مسیر فرضی نشان می‌دهد.

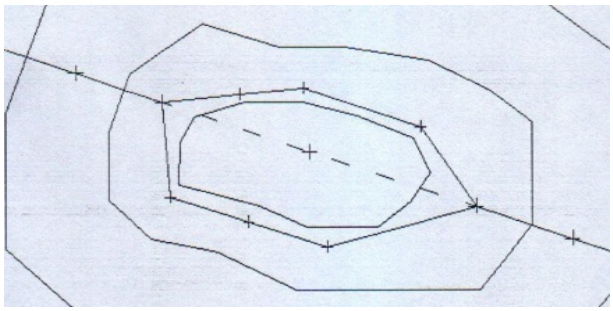


شکل (٩) ایجاد مسیر های جدید با دانستن یک مسیر اولیه

٢) نقاط به گونه‌ای مرتب می شوند تا طول دو مسیر جدید کوتاه گردد برای انجام این عمل نقاط غیر متوالی به هم متصل می گردد در صورتی که خط عبوری از آنها در

Archive of SID
www.SID.ir

منطقه جدید واقع گردد نقاط بین این نقاط حذف می گردد شکل(۱۰)این عمل را برای یک مسیر فرضی نشان می‌دهد.



شکل (۱۰) کاهش طول دو مسیر ایجاد شده در شکل (۴-۱۵)

۳) هزینه ی کل برای دو مسیر جدید بدست می‌آید.

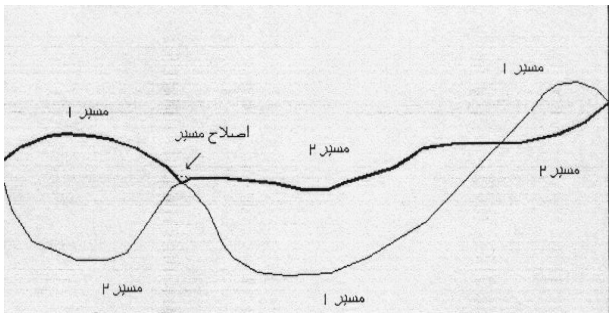
٤) در صورتی که یکی از این هزینه‌ها از هزینه‌ی مسیر در منطقه‌ی مورد نظر کمتر باشد مسیر جدید جای مسیر قبلی جایگزین می شود.

٤-۱۰- بررسی بهینه بودن مسیر اولیه

برای کنترل اینکه آیا مسیرهای اولیه تولید شده به اندازه کافی– این فاصله به اندازه چهار برابر عرض مناطق دارای ارتفاع و کاربری یکسان فرض می شود – به هم نزدیک بوده‌اند مرحله ی قبل را برای هر جفت نقطه ی اصلی متوالی انجام می‌دهیم بدین معنا که به جای خروج از یک منطقه از دو منطقه‌ی متوالی خارج می شویم. در صورتی که جواب مسیر بهینه با مسیرهای حاصل از مرحله‌ی قبل یکسان نبود باید تعداد مسیرهای اولیه را بیشتر کرده و مجددا برنامه را اجرا نمود زیرا در صورتی که فاصله میسرهای اولیه تولیدی از چهار برابر عرض نقاط دارای ارتفاع و کاربری یکسان بیشتر باشد ممکن است برنامه دریافتن منطقه‌ای با هزینه ی کم بین دو منطقه با هزینه ی زیاد دچار اشکال گردد.

٤-۱۱- یافتن مسیر بهینه از ترکیب مسیرها

بعد از انجام مراحل فوق هر دو مسیر که به هم تقاطع دارند در نظر گرفته در بین دو قسمت از مسیر دارای ابتدا و انتهای مشترک قسمتی که دارای هزینه‌ی بیشتر است حذف می‌شود و مسیر برای داشتن قوس مناسب اصلاح می شود سپس هزینه کل برای مسیرهای باقی مانده در نظر گرفته می شود از این بین آنکه دارای هزینه‌ی کمتری است مسیر بهینه است، شکل (۱۱) این عمل را برای دو مسیر فرضی نشان می‌دهد.



شکل (۱۱) تعیین مسیر بهینه از میان دو مسیر فرضی

۵- نتیجه

برخی از مزایای الگوریتم ارائه شده در این مطالعات نسبت به روش های پیشین به این صورت می باشد که ، برنامه نوشته شده در این مطالعات نخست نقشه های توپوگرافی ، کاربری زمین، مکان رودخانه ها و محل گذر سیلابها را برای استفاده در محیط GIS اصلاح می کند، سپس الگوریتم ارائه شده نقشه ها را به مناطق غیر منتظم و مطابق با عوارض موجود افراز میشوند.آنگاه تعداد مناسبی مسیر اولیه تولید می شوند .از روی تقسیم بندی های بدست آمده و با استفاده از مناطق غیر منتظم مطابق با عوارض موجود در این برنامه و نوشته شدن در محیط GIS دارای مزایایی نسبت به روشهای پیشین است که می توان آن را به صورت زیر بر شمرد:

۱- سریع تر بودن محاسبات
۲- دوری گزیدن از مناطق غیر ممکن
۳- داشتن متغیر مکانی در کل صفحه
٤- داشتن تعداد نا مشخص نقاط اصلی
۵- محاسبه دقیق هزینه ها

۶- تقدیر و تشکر

در این قسمت برخود لازم می دانیم، اساتید و پرسنل کتابخانه مرکزی دانشگاه علوم تحقیقات،کتابخانه دانشگاه صنعتی شریف،سازمان نقشه برداری ،کتابخانه دانشگاه علم و صنعت که در تهیه نوشته فوق کمال همیاری و همفکری را نموده اند،تشکر بعمل آید.

Archive of SID
www.SID.ir

۷- مراجع

[۱] شفاهئی، یوسف ، **" بهینه یابی مسیر با GIS"**، پایان نامه کارشناسی ارشد، گرایش راه و ترابری، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف،۱۳۸۵

[۲] **سیستم اطلاعات جغرافیایی GIS** ، گزارش ۱٦٤۳ ، مرکز تحقیقات GIS، ۱۳۸۵

[۳] شهبازی، محمد جواد ،" **طراحی مسیر بهینه برای خطوط راه آهن با استفاده از الگوریتم ژنتیک**"، پایان نامه کارشناسی ارشد، گرایش مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف، ۱۳۸۰

[٤] غفّاری ایزد موسی، کوروش ،"**مسیریابی راه با روش برنامه ریزی پویا**"، پایان نامه کارشناسی ارشد، گرایش راه و ترابری، دانشکده مهندس عمران، دانشگاه صنعتی شریف ، ص۲٦-۳۱، ۱۳۸۰.

[٥] محصل افشار، عباس ،" **طراحی مسیر بهینه راه با استفاده از روش گرادیان**"، پایان نامه کارشناسی ارشد، گرایش مهندسی و برنامه ریزی حمل و نقل، دانشکده مهندسی عمران، دانشگاه صنعتی شریف.ص۱۰-٤۱،۱۳۸۳

[٦] منجم ، محمد سعید ، **راهسازی** ، انتشارات نشر انگیزه ،ص٥-۲٥. ۱۳۷۹

[۷] AASHTO (1994), "A policy on geometric design of highways and streets", American Association of State Highway and Transportation Officials,

[۸] Athanassoulis, G & Calgero V. (1993), "Optimal Location of a New Highway from A to B – A Computer Technique for Route Planning", PTRC Seminar Proceeding on Cost Methods & Optimization in Highway (Session L9), London

[۹] Chew, Goh & Fwa (1989), "Simultaneous Optimization of Horizontal & Vertical Alignment for Highway", Transportation Research, Part B, Vol. 23B, No. 5, PP. 315-329

[۱۰] Easa, Said M. (1988), "Selection of Roadway Grades that Minimize Earth Work Cost Using Linear Programming", Transportation Research, Part A, Vol. 22A, No. 2, PP. 121-136

[۱۰] Howard, B.E., Bromnick, Z, Shaw, J.F.B. (1968), "Optimum Curvature Principles in Highway Routing (OCPHR)", Journal of Highway Division, ASCE, Vol. 94, No. HW, PP. 61-82

[۱۱] Jong, J.C., Schonfeld P. (2003), "An evolutionary model for simultaneously optimizing three-dimensional highway alignment", Transportation Research, Part B, Vol. 37, PP. 107-128

Archive of SID

www.SID.ir