Archive of SID

تعیین روش مناسب پیش بینی مقدّماتی مسیر جادّه های جنگلی و کوهستانی با استفاده از GIS

امید عبدی، دانشجوی کارشناسی ارشد دانشکدهٔ جنگلداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
abdi.ef@gmail.com
نصرت الله رأفت نیا، استادیار دانشکدهٔ جنگلداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
شعبان شتایی، استادیار دانشکدهٔ جنگلداری دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
shataee@gau.ac.ir
دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده جنگلداری گرگان خ شهید بهشتی تلفن: ۲۲۴۵۸۸۲- ۰۱۷۱، دورنگار ۲۲۴۵۹۶۴

چکیده:

جادّه های جنگلی نقش اساسی در مدیریّت، حفاظت و احیاء جنگل ها در مناطق کوهستانی دارند. مسیریابی اینگونه جادّه ها با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار از نظر زیست محیطی، رعایت نکات فنی و شبکه بندی جادّه های جنگلی و کوهستانی با استفاده از روشهای دستی (گام پرگار) دشوار است و باعث کاستن از اعتبار طرّاحی می شود. امروزه با استفاده از قابلیّت GIS مدیریّت توأم اطّلاعات با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار در مسیریابی، پیش بینی و ارزیابی سریع مسیرها مقدور شده است.

در این تحقیق با هدف تعیین روش مناسب پیش بینی مسیر جادّه های جنگلی، کوهستانی، مناطق روستایی، مناطق تفرجی و توده های جنگلی در حوزهٔ سُرخآب خرّم آباد با توجّه به اصول زیست محیطی و شبکه بندی جادّه های جنگلی، پس از جمع آوری داده ها و نقشه های مورد نیاز اقدام به شناسائی عوامل تأثیر گذار در مسیریابی جادّه ها در منطقه مورد مطالعه گردید. سپس در محیط GIS نقشه های عوامل فوق شامل؛ شیب، خطر پهنه بندی زمین لغزش، کاربری آتی، فاصله از مناطق روستایی، تفرجی و زیارتی با فرمت رستری تهیّه گردید. در مرحلهٔ بعد، طبقات نقشه های تهیّه شده با توجّه به اهمّیّت طبقات در دامنهٔ نسبی ۱ تا ۹ رتبه بندی شدند. با توجّه به تاثیر عوامل فوق با استفاده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی اقدام به ارزش گذاری نقشه ها شد تا وزن آنها بدست آید. با تلفیق نقشه های وزن داده شده عوامل تأثیرگذار در مسیریابی در محیط GIS، نقشهٔ مناطق مناسب عبور مسیرها حاصل گردید. پیش بینی مسیر جادّه ها با استفاده از برنامهٔ جانبی PEGGER در محیط GIS بصورت خودکار صورت گرفت. بدین ترتیب که با استفاده از نقشه های رقومی(3D) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ مدل رقومی ارتفاعی بصورت ساختار شبکه ای(TIN) تهیّه و سپس منحنی میزانهای به اختلاف ارتفاع ثابت ۲۰ متری از مدل رقومی مذکور مجدداً تهیّه و استخراج گردید. با نمایان ساختن لایه های مورد نیاز برای پیش بینی مسیر جادّه ها در محیط GIS از قبیل؛ نقشهٔ مناطق مناسب عبور مسیرها، رودخانه ها، مناطق روستایی، تفرّجی و کاربری آتی با وارد کردن شیب طولی مناسب با توجّه به نوع جادّه در برنامهٔ PEGGER، اقدام به پیش بینی و ارزیابی سریع مسیرهای مختلف جادّه بین دو نقطه و در نهایت انتخاب مسیر مناسب گردید. نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد که با این روش ضمن عبور مسیر جادّه ها از مناطق با هزینهٔ جادّه سازی پائین، با توجّه به ویژگی جادّه های جنگلی و کوهستانی مسیرهای طرّاحی شده پوشش شبکه بندی قابل قبولی را در کل منطقه و برای کاربری های مهم منطقه از جمله کاربری جنگلداری و کاربری توریسم فراهم نموده است. از سوی دیگر با توجّه به اطّلاعات و داده های در دسترس در وضعیت فعلی از قبیل نقشه های رقومی مورد استفاده در این تحقیق، روش معرفی شده می تواند به عنوان یک روش مناسب در پیش بینی مقدّماتی مسیر جادّه های جنگلی و کوهستانی در سطح وسیع، بعنوان جایگزین روشهای سنتی متداول در کشور، بکار گرفته شود.

واژگان کلیدی: اصول زیست محیطی، اصول فنّی، حوزهٔ سُرخآب، جادّه های جنگلی و کوهستانی، کاربری اراضی، طرّاحی مسیر مناسب، GIS

مقدّمه و هدف:

جادّه های جنگلی نقش اساسی در مدیریّت، حفاظت واحیاء جنگلها در مناطق کوهستانی دارند. با طرّاحی مناسب جادّه ها می بایست کمترین خسارات به جنگل وارد گردد و در عین حال فضا را برای مدیریّت بهینهٔ آن فراهم نمود. طرّاحی مسیر مناسب به منظور برقراری ارتباط در مناطق جنگلی و کوهستانی ازطریق روشهای متداول و سنّتی وبا تکیّه بر خطوط منحنی میزان به روش "گام پرگار" بسیار وقت گیر خواهد بود. از سویی دیگردر این روش، تنها تعدادی از عوامل موثّر بر طرّاحی مسیر از قبیل شیب و هیدروگرافی که اهمّیّت بیشتری دارند مدّنظر قرار می گیرند که باعث کاستن از اعتبار طرّاحی می شود. بعلاوه، عواملی از قبیل وضعیّت توپوگرافی، خطر زمین لغزش، کاربری اراضی، فاصله از مناطق

www.SID.ir

Archive of SID

روستایی و تفرّجی و غیره نیز در طرّاحی مسیر موثّرند که ارزش آنها بر طرّاحی مسیر یکسان نمی باشد. امروزه مدیریّت توأم اطّلاعات موجود در کلیّهٔ این نقشه ها ولحاظ نمودن این عوامل در طرّاحی مسیر از طریق سیستم اطّلاعات جغرافیایی(GIS) مقدور شده است.

به منظور کمک به طرّاحان در ردیابی مسیرهای جادّه های جنگلی، روشهای متعددی با کمک کامپیوتر با استفاده از DEM پایه ریزی شده اند. از سال ۱۹۷۴ تاکنون نرم افزارهای کامپیوتری زیادی برای طرّاحی جادّه شامل؛ بسته های نرم افزاری,Road Eng, Auto CAD, F.L.R.D.S, TRACER, PEGGER, ROUTES و...طرّاحی شده اند. امروزه با استفاده از قابلیّت های GIS و مدل رقومی ارتفاعی(DEM) مسیریابی جادّه های جنگلی بصورت خودکار امکانپذیر شده است با استفاده از ابزارهای موجود طرّاحان جادّه های جنگلی و کوهستانی می توانند بسیاری از واریانت های جادّه را سریع مورد آنالیز قرار دهند و با کمک قابلیّت های GIS شرایط اقتصادی و زیست محیطی را نیز ارزیابی نمایند[۴]. تلاشها و مطالعات بسیاری برای استفاده ازGIS در فرآیند طرّاحی مسیر انجام شده است که در هریک از این پروژه ها و مطالعات، GIS نقش متفاوتی داشته است. در بسیاری از این مطالعات ازGIS برای وارد نمودن عوامل مختلف در تعیین تأثیرات زیست محیطی ناشی از ساخت هریک از واریانت های طرح استفاده شده است[۱۳]. درمطالعات دیگر که اخیراً در زمینهٔ طرّاحی جادّه های جنگلی و کوهستانی متداول شده است مسائل فنّی ورعایت اصول هندسی راه در طرّاحی مسیرها مورد نظر قرار گرفته است[۵]. روته باخ(۱۹۸۸)، برنامه کامپیوتری ROUTES را برای تخمین درصد شیب طولی جادّه، طول جادّه و مسیریابی واریانت های ممکن با استفاده از داده های DEM ارائه داد. در این برنامه طراح باید خطوط میزان منحنی را رقومی نماید و با کمک دیجیتایزر جادّه را بر روی نقشه خطوط میزان منحنی بزرگ مقیاس ترسیم نماید. این برنامه امکان جستجوی سریع مسیرهای مختلف جادّه را در مقیاس های گوناگون را برای طرّاحان فراهم می نماید ولی قادر به در نظر گرفتن عوامل زیست محیطی تاثیرگذار در مسیریابی نیست. آکای وهمکاران (۲۰۰۵)، مدل سه بعدی(3D) مسیریابی جادّه های جنگلی تحت عنوان "TRACER " را برای ارزیابی سریع مسیرهای مختلف جادّه با هدف کمک به طرّاحان جادّه های جنگلی در طرّاحی مسیرهای اولیه جادّه هادی توسعه دادند. هدف مدل، طرّاحی یک مسیر با کمترین مجموع هزینه های ساخت، نگهداری و حمل و نقل و منطبق با مشخصات مهندسی طرّاحی، اصول زیست محیطی و نیز امنیت راننده می باشد. مدل مذکور توانائی طراح را از طریق طرّاحی خودکار مسیرهایی با قوس های قائم و افقی مناسب، ایجاد مقطع عرضی و هزینه های معمول برای ساخت، نگهداری و استفاده وسیله نقلیه افزایش می دهد. همچنین از طریق مدل مذکور متوسط انباشت رسوب از مقطع جادّه به داخل رودخانه با استفاده از مدل فرسایش یا انباشت جادّه در محیط GIS تخمین زده می شود.TRACER یک ابزار تصمیم گیری است که طراح را برای ارزیابی سریع مسیرهای مختلف جادّه آماده می کند. روگرز (۲۰۰۵)، برنامهٔ کامپیوتری PEGGER را برای ردیابی خودکار طرّاحی جادّه های جنگلی با استفاده از سیستم های اطلاعات جغرافیایی (GIS) توسعه داد. عملکرد این برنامه متکی به داده های DEM است که باید دقیقاً نمایانگر واقعی شرایط زمین باشد. PEGGER یک ابزار قوی برای آنالیز سریع واریانت های مختلف جادّه است و بر اساس ویژگی درصد شیب طولی جادّه که توسط طرّاح تعیین می شود عمل می نماید. این ابزار قادر به بکارگیری ولحاظ نمودن شرایط اقتصادی،مشخصه های ویژهٔ محیطی نظیر تیپهای خاک، هیدروگرافی، مرزهای عرفی و کلاسه های شیب در طرّاحی مسیر جادّه نیست. به هر حال طرّاحی جادّه های جنگلی با استفاده از این ابزار با داده DEM دقیق، امیدواری کافی جهت بکارگیری روشهای طرّاحی جادّه های جنگلی با صرف زمان کمتر و قابل قبول تر نسبت به روشهای سنتی را فراهم نموده است.

احمدی و همکاران(۱۳۸۴)، در تحقیقی تحت عنوان مسیریابی جادّه بر اساس اصول زیست محیطی با استفاده از GIS برای احداث جادّه کمربندی در شرق تهران با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار شامل زمین شناسی، فرسایش پذیری، خاک، شیب، کاربری اراضی، جریان های آبی، گسل و ارتفاع و نقشه کاربری اراضی اقدام به ارزش گذاری عوامل فوق براساس پرسشنامه و بطور نسبی نمودند و با استفاده از نقشه های یاد شده و GIS مسیرهای مختلفی طرّاحی نمودند. سپس با استفاده از تحلیل سلسله مراتبی مسیر بهینه را از بین مسیرهای طرّاحی شده مشخص نمودند. نتایج بدست آمده نشان داد که مسیر بهینه دارای همخوانی بسیار خوبی با اولویت ها و محدودیت های تعیین شده بود. همچنین نتایج حاصله نشان داد

www.SID.ir

Archive of SID

که با شناسائی عوامل تأثیرگذار و با استفاده از GIS به خوبی می توان مسیر مناسب برای احداث راه ها را ضمن رعایت اصول زیست محیطی تعیین نمود. زورا و لیپرا(۱۹۹۵)، از تحلیل مکانی GIS برای مکانیابی مسیری که کمترین تأثیرات زیست محیطی را بر روی محیط اطراف خود داشته باشد استفاده نمودند. ایچی هارا و همکاران(۱۹۹۶) و جا(۲۰۰۰)، با بهره گیری از الگوریتم ژنتیک و پیاده سازی آن در محیط GIS توانست بهینه ترین مسیر را که کمترین هزینهٔ ساخت را در پی داشته است انتخاب نمود. در روش به کار گرفته شده توسّط محقّق نیازی به معرّفی واریانت های مختلف نیست بلکه استفاده از این روش موجب بدست آمدن واریانت منحصر به فردی می شود که با توجّه به داده های ورودی کمترین هزینهٔ ساخت را در پی دارد. موسی و محامد(۲۰۰۰)، فرآیند مسیریابی شبکهٔ جادّه های جنگلی را با استفاده از GIS انجام دادند. این محقّقین فرآیند طرّاحی مسیر به کمک GIS را با روشهای دیگر مانند طرّاحی میدانی، طرّاحی دفتری و تحلیل بهترین مسیر برای یک شبکهٔ جادّه های جنگلی فرضی مقایسه نمودند.

با توجّه به تحقیقات و امکانات فراهم شده و ضرورت اجرای طرّاحی جادّه های جنگلی با استفاده از قابلیّت های GIS در این تحقیق هدف بر این است طرّاحی مسیر مناسب جادّه های جنگلی، کوهستانی، مناطق روستایی، مناطق تفرّجی و توده های جنگلی با استفاده از قابلیّت GIS بصورت تلفیقی با رعایت اصول زیست محیطی و ویژگی شیب طولی جادّه صورت گیرد و به روش مناسبی برای پیش بینی مقدّماتی مسیر جادّه های جنگلی و کوهستانی دست پیدا کرد. کاربرد و اجرای برنامه های طرّاحی مسیر در محیط GIS به منظور عملیّاتی نمودن آنها و شناسایی نقاط ضعف و قدرت آنها یکی از اهداف مهم این تحقیق می باشد. طرّاحی جادّه در مناطق جنگلی زاگرس با توجّه به نحوهٔ مدیریّت آنها و لحاظ نمودن مشخصّه های زیست محیطی و گردشگری در کنار ملاحظات فنّی شرایطی را فراهم می نماید که در مقایسه با طرّاحی مسیر در نقاط جنگلی شمال با اهداف مدیریتی متفاوت امکانات، برنامه ها و مدلهای مذکور مدّنظر قرار گیرد.

مواد و روشها:

منطقهٔ مورد مطالعه:

حوزهٔ سُرخآب به مساحت ۳۴۴/۸۸ کیلومترمربع در جنوب شرقی خرّم آباد و بین طول های ´۲۳ °۴۸ تا ´۴۰ °۴۸ شرقی و عرض های جغرافیایی ´۰۶ °۳۳ تا ´۱۷ °۳۳ شمالی قرار دارد. حداکثر و حداقل ارتفاع از سطح دریای آزاد۳۰۱۲ متر و ۷۷۰ متر بوده و اقلیم منطقه از نوع نیمه مرطوب سرد با زمستانی بسیار سرد می باشد. اراضی جنگلی منطقه پوشیده از جنگل های بلوط-بنه و بلوط ایرانی با تراکم های مختلف، اراضی مرتعی با گراسهای یک ساله و چند ساله با وضعیت و گرایش های مختلف، زمین های زراعی بصورت دیم و آبی با کشت محصولاتی نظیر گندم ، جو و نخود می باشد. منطقهٔ مذکور از منابع تفرّجی طبیعی مانند آبشارها، توده های جنگلی و چشم اندازهای جالبی برخوردار می باشد. علاوه بر این در منطقه حدود ۴۰ روستای کوچک و بزرگ قرار دارد که تنها تعدادی از آنها، در مسیر جادهٔ شوسه، که خرّم آباد را به ایستگاه راه آهن در جنوب شرقی حوزه ارتباط میدهد از جادّه دسترسی برخوردار می باشند. شبکهٔ جادّه منطقه از نظم خاصّی پیروی نمی کند و نقاط تفرّجی و زیارتی به همراه برخی توده های جنگلی فاقد مسیر دسترسی می باشند. ویژگی های تشریح شدهٔ منطقه باعث انتخاب منطقهٔ فوق برای این تحقیق گردید.

روش تحقیق:

به منظور طرّاحی مسیر جادّه ها با توجه به ویژگی های زیست محیطی و رعایت اصول آن در کنار نکات فنی و اقتصادی مربوط به طرّاحی مسیر، پس از جمع آوری داده ها و نقشه های مورد نیاز مراحل زیر جهت طرّاحی مسیر بهینه و مناسب جادّه های جنگلی در منطقهٔ مورد مطالعه بکار گرفته شدند. در شکل(۱)مراحل طرّاحی و انتخاب مسیر مناسب جادّه های جنگلی و کوهستانی با استفاده از GIS آورده شده است که در ادامه به اختصار توضیح داده می شوند:

- شناسائی عوامل موثّر در مسیریابی جادّه در منطقهٔ مورد مطالعه و جمع آوری آنها از منابع مختلف:

www.SID.ir

Archive of SID

بر اساس بازدیدهای میدانی و با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS)، تصاویر سنجنده ETM^+ ماهواره لندست ۷ و همچنین نقشه های رقومی (2D و 3D) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ و همچنین بررسی منابع مختلف اقدام به شناسائی عوامل موثر در مسیریابی جادّه ها ازجمله؛ شیب توپوگرافی، خطر زمین لغزش و فرسایش، کاربری آتی، مناطق روستائی، تفرجی و زیارتی، رودخانه ها و گسلها در منطقهٔ مورد مطالعه گردید.

- تهیّهٔ نقشه های عوامل تأثیرگذار در مسیریابی جادّه ها:

پس از شناسائی عوامل تأثیرگذار در مسیریابی در منطقه مورد مطالعه، اقدام به تهیّهٔ نقشه هر یک از این عوامل فوق با توجّه به هدف مورد مطالعه گردید. نقشه های تهیه شده شامل؛ نقشه شیب حوزه متناسب با طبقات شیب مورد نیاز در جادّه سازی، نقشه پهنه بندی خطر زمین لغزش حوزه به روش تراکم سطح در شش طبقه، نقشه کاربری آتی(آمایش سرزمین) حوزه در شش طبقه کاربری، نقشه فاصله از مناطق روستائی، مناطق تفرجی و زیارتی در ۹ طبقه می باشند. لازم به ذکر است که به منظور بهره گیری از اطّلاعات و نقشه های بدست آمده و انجام آنالیزهای مکانی نقشه های فوق به فرمت رستری تبدیل گردیدند.

- کلاسه بندی طبقات نقشه های عوامل تأثیرگذار در مسیریابی جادّه ها:

چنانچه بیان شد برای هریک از عوامل تأثیرگذار در مسیریابی یک نقشه تهیه گردید که هرکدام از نقشه ها دارای چند طبقه می باشند. با توجه به تأثیر و نقش طبقات، اقدام به کلاسه بندی طبقات نقشه درکلاسه هایی از ۱ تا ۹ گردید. با توجه به تأثیر طبقات برای مکانیابی مسیرها، در هرنقشه، طبقاتی که دارای توان بالاتری برای مکانیابی مسیرها داشتند رتبه بالاتر به آنها نسبت داده شد و به ترتیب بقیه طبقات رتبه های بعدی را در دامنه فوق به خود اختصاص دادند.

- ارزش گذاری عوامل تأثیرگذار در مسیریابی جادّه ها:

چنانکه بیان شد برای هریک از عوامل تأثیرگذار در مسیریابی یک نقشه در دامنهٔ ۱ تا ۹ با چند طبقه تهیه شد. طبیعی است که تأثیر و نقش این عوامل در تعیین مسیر یکسان نمی باشد. به عبارت دیگر، میزان توانی که این عوامل در تعیین مسیر ایجاد می کنند با هم برابر نمی باشند، لذا باید این عوامل ارزش گذاری و وزن دهی شوند. از بین روشهای وزن دهی، روش مقایسه دو به دو [۱۰] بدلیل داشتن مبنای تئوری قوی، دقّت بالا و سهولت کاربرد مورد استفاده قرار گرفت. در این روش یک ماتریس مقایسه تشکیل می شود و عوامل به صورت زوجی مقایسه شده و وزن آنها محاسبه می گردد. این مقایسه بصورت نظری بوده و دامنه تغییرات وزن نسبی بین ۱ تا ۹ می باشد (ساتی،۱۹۸۰). به منظور به حداقل رساندن تأثیر نظرات شخصی در وزن دهی، نقطه نظرات متخصّصان در رابطه با اهمیت نسبی عوامل تأثیرگذار استفاده گردید و مقایسه زوجی عوامل با استفاده از نرم افزار Expert choice انجام گردید.

- تهیّهٔ نقشهٔ مناطق مناسب عبورمسیر جادّه ها:

دراین مرحله وزن های نسبی تعیین شده برای عوامل مختلف، به نقشه های رستری مربوطه نسبت داده شدند. نقشه های وزن داده شده عوامل مختلف در محیط GIS با هم تلفیق شده و نقشه مسیریابی تهیه گردید. ارزش هر سلول این نقشه نمایانگر میزان توان نسبی آن برای عبور مسیر از آن سلول می باشد. ارزش بالاتر نشان دهنده توان نسبی بالاتر آن سلول برای مسیریابی می باشد نقشهٔمذکور در شش کلاسه(مناطق با قابلیت عبور مرجح، خیلی قوی، قوی، متوسط، کم و خیلی کم) دوباره طبقه بندی شد.(شکل۲).

- پیش بینی مسیر جادّه ها:

برای طرّاحی مسیر جادّه ها ، از سیستم های اطلاعات جغرافیایی در محیط نرم افزار Arc View® 3 کمک گرفته شد. برنامه PEGGER یک برنامه جانبی[1] نرم افزار مذکور است که مسیر جادّه ها را به صورت خودکار پیش بینی می کند. از ویژگی های بارز این برنامه، امکان به کارگیری عملی آن توسط افراد می باشد. اساس کار این برنامه بر مبنای خطوط میزان منحنی پایه است که در فرمت های مختلفی می تواند وارد محیط نرم افزار گردد. برای این منظور ابتدا با استفاده از آنالیز پرسش و پاسخ[2] در محیط GIS لایه های خطوط میزان منحنی اصلی و فرعی از نقشه های رقومی (3D) ۱:۲۵۰۰۰

[1] Extention

[2] Query Builder

www.SID.ir

Archive of SID

سازمان نقشه برداری کشور استخراج گردیدند و مدل رقومی ارتفاعی بصورت ساختار شبکه ای(TIN) تهیّه و سپس منحنی میزانهای ثابت ۲۰ متری از مدل رقومی مذکور مجدداً تهیّه و استخراج گردیدند. بعد از استخراج خطوط منحنی میزان های با اختلاف ارتفاع ۲۰ متری، اقدام به اضافه نمودن لایه های مورد نیاز برای طرّاحی جادّه ها گردید. لایه های مذکور به ترتیب در محیط GIS وارد و نمایان گردیدند. این لایه ها شامل لایه رودخانه ها، مناطق تفرجی و زیارتی، مناطق روستائی، نقشه کاربری آتی و نقشه مناطق مناسب برای عبور مسیر جادّه ها بودند. مرحله بعدی کار تعیین نقطه شروع یا انتهای مناسب مسیرجادّه جدید براساس پارامترهای قابل استفاده است. با استفاده از ابزارهای استاندارد موجود در GIS (مانند ruler, Identify) اقدام به تخمین درصد شیب طولی مناسب برای مسیریابی جادّه ها گردید. با مشخص شدن نقطه شروع مسیر، شیب طولی مطلوب متناسب با نوع جادّه (جدول۱)در برنامهٔ طرّاحی مسیرPEGGER در نظر گرفته شد. پیش بینی مسیر با استفاده از این برنامه صورت گرفت اساس کار بدین ترتیب می باشد که برای پیش بینی مسیر جادّه با وارد کردن درصد شیب طولی مناسب برنامهٔ PEGGER نقطه مناسب بر روی خطوط میزان منحنی مجاور را شناسائی می کند که فاصله آن از فرمول زیر محاسبه می شود: رابطه (۱) $d = \frac{ci}{(g/100)}$

در رابطه فوق d= فاصله، ci= فاصله خطوط میزان منحنی (۲۰متر)وg= درصد شیب طولی می باشد.

- ارزیابی مسیرهای طرّاحی شده و انتخاب مسیرِ مناسب:

انتخاب مسیر بهینه به دو صورت کلّی انجام می شود که این دو روش عبارتند از:

۱- استفاده از الگوریتم های بهینه سازی مانند الگوریتم ژنتیک[۳] یا بکارگیری هزینه های وزن داده شده [۷و۸و۹] می باشد. در این روش که در سالهای اخیر گسترش زیادی یافته است نیازی به معرّفی واریانت های مختلف نیست بلکه استفاده از این روش موجب بدست آمدن واریانت منحصر به فردی می شود که با توجّه به داده های ورودی کمترین هزینهٔ ساخت را در پی دارد.

۲- در نظر گرفتن واریانت های مختلف و مقایسهٔ کمّی هریک از آنها با یکدیگر و انتخاب واریانتی که دارای کمترین هزینهٔ ساخت یا تأثیرات نامطلوب باشد[۱۵و۱۶]. در این روش واریانت های مختلف پس از طرّاحی با تکیه بر لایه های اطّلاعاتی با یکدیگر مقایسه می شوند و برای هریک از واریانت ها گزارشی تهیّه می شود. سپس با مقایسهٔ کمّی هزینهٔ هر یک از واریانت ها، واریانت مناسب انتخاب می شود. همچنین در این روش می توان تأثیرات ساخت مسیر جدید(تأثیرات زیست محیطی، کاربری زمین و غیره) را مورد ارزیابی قرار داد و بر اساس این تأثیرات نسبت به محلّ احداث مسیر جدید تصمیم گیری نمود.

در این تحقیق به منظور انتخاب مسیر مناسبِ جادّه ها، در هر مرحله پس از انتخاب درصد شیب طولی برای طرّاحی جادّه با روی هم گذاری نقشه مناطق مناسب عبورِ جادّه ها و نیز لایه های رودخانه ها، روستاها و مناطق تفرجی و زیارتی و ... مسیری که هم از لحاظ زیست محیطی و هم از لحاظ ویژگی شبکه بندی جادّه های جنگلی و کوهستانی مناسب باشد مورد تأئید قرارگرفت و به عنوان مسیر بهینه انتخاب گردید. در نحوهٔ عمل فوق طوری عمل گردید که چنانچه اصول فوق رعایت نشده باشد مسیر طرّاحی شده مورد تأئید قرار نگرفته و می بایست دوباره اقدام به پیش بینی مسیر جدید گردد تا نهایتاً مسیر مناسب بدست آید. به عبارت دیگر سعی گردید تا با طرّاحی مسیرهای مختلف، مسیری که توانسته باشد با درصد شیب طولی مناسب، متناسب با نوع جادّه مورد نیاز برای ارتباط روستاها، مناطق تفرجی و یا توده های جنگلی از مناطق با قابلیت مدّ نظر عبور جادّه ها (هزینهٔ جادّه سازی کم) و درصد پوشش مناسب ایجاد کرده باشد به عنوان مسیربهینه انتخاب گردد.

جدول۱: درصد شیب طولی مجاز راه اعمال شده برای مناطق کوهستانی و جنگلی زاگرس مطابق با عملکرد و نوع جادّه ها

نوع جادّه	عملکرد جادّه	خودروی طرح	حداقل شیب طولی مجاز	حداکثر شیب طولی مجاز
جادّه درجه ۱	ارتباط مناطق روستایی پرجمعیت و مناطق	اتوبوس	±٪۳	±٪۱۰

[3] genetic algorithm

www.SID.ir

Archive of SID

	توریستی پربازدید کننده			
جادّه درجه۲	ارتباط مناطق روستایی کوچکتر ، چشم اندازها و منظره ها	سواری	±٪۳	±٪۱۲
جادّه درجه ۳	ارتباط مکانهای فعالیت کشاورزی و توده های جنگلی واحد بهره برداری محصولات فرعی	تراکتور استاندارد کشاورزی	±٪۳	±٪۱۴

شکل۱- فلوچارت کلی طرّاحی و انتخاب مسیر جادّه های جنگلی و کوهستانی را در محیط GIS نشان می دهد.

نتایج:

نتایج حاصل از ارزش گذاری عوامل موثّر بر مسیریابی نشان داد که عامل شیب بیشترین وزن نسبی (تأثیر) رادارد و عوامل دیگر به ترتیب شامل خطر زمین لغزش، کاربری آتی، فاصله از مناطق روستایی، فاصله از مناطق تفرّجی و زیارتی وزنهای بعدی را به خود اختصاص داده اند. جدول اطّلاعات توصیفی کلاسه بندی مناطق مناسب برای عبور مسیرجادّه ها نشان می دهد که مناطق با قابلیّت عبور متوسّط ۳۴/۴۰ درصد، مناطق با قابلیّت عبور قوی ۲۸/۶۸ درصد، مناطق با قابلیّت عبور خیلی قوی ۱۸/۶۱ درصد، مناطق با قابلیّت عبور کم ۸/۱۷ درصد، مناطق با قابلیّت عبور مرجّح ۶/۷ درصد و مناطق با قابلیّت عبور خیلی کم ۳/۴۸ درصد مساحت حوزه، به ترتیب بیشترین تا کمترین مساحت حوزه را به خود اختصاص داده اند(شکل۲).

نتایج حاصل از پیش بینی مسیر جادّه ها وانتخاب مسیرهای مناسب و ارزیابی مسیرهای مختلف با شیب طولی مناسب نشان داد که ضمن رعایت شیب طولی متناسب با نوع جادّه در مسیرهای طرّاحی شده ، در طرّاحی با جادّه های

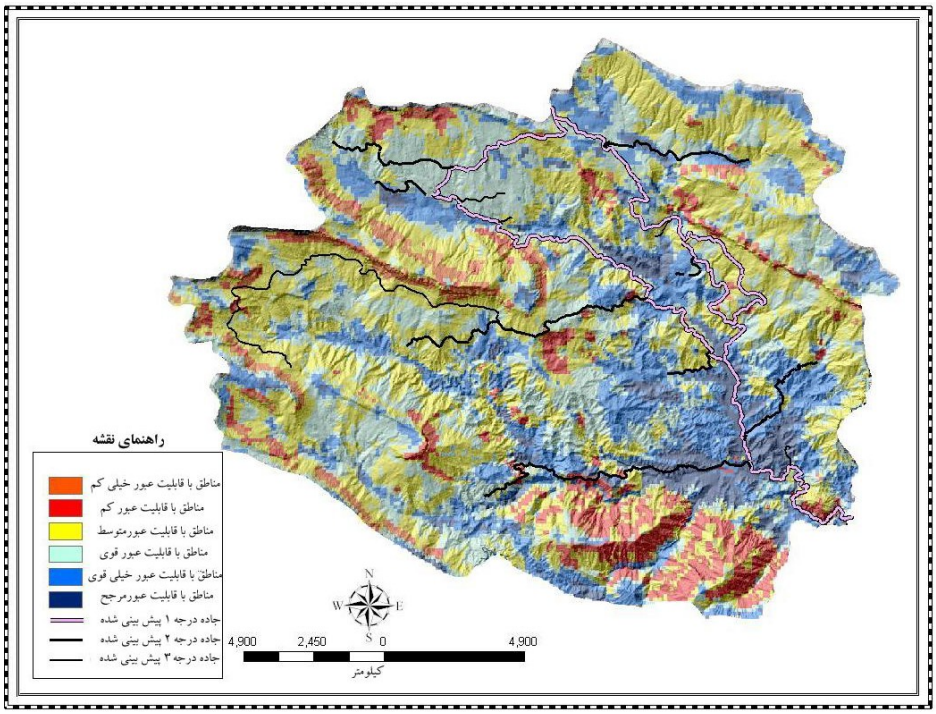
www.SID.ir

Archive of SID

درجه ۱، درجه ۲ و درجه ۳ به ترتیب ۹۷/۸۰ درصد، ۹۸/۸۰ درصد و ۹۶/۴۰ درصد از طول مسیرهای طرّاحی شده از مناطق با قابلیّت عبور قابل قبول (هزینهٔ جادّه سازی کم) عبور کرده است (جدول۲).

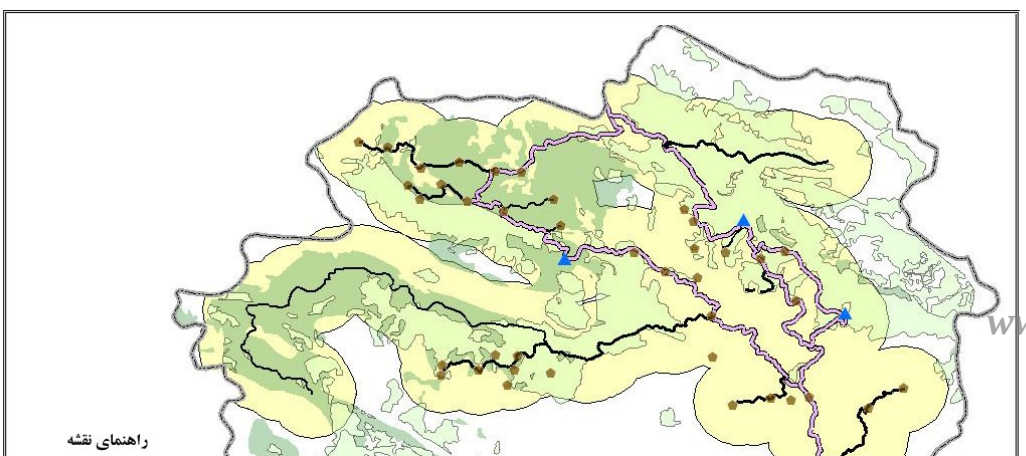
جدول۲- درصد طول مسیرهای طرّاحی شده بر روی مناطق با قابلیّت عبور مسیرها به تفکیک نوع جادّه

قابلیّت عبور مناطق / نوع جادّه	قابلیّت عبور مرجّح	قابلیّت عبور خیلی قوی	قابلیّت عبور قوی	قابلیّت عبور متوسّط	قابلیّت عبور کم	قابلیّت عبور خیلی کم
جادّه درجه ۱	۹/۶۰٪	۱۶/۶۰٪	۳۸/۲۰٪	۳۳/۴۰٪	۲/۲۰٪	-
جادّه درجه ۲	۸/۸۰٪	۲۷/۸۰٪	۳۶/۲۰٪	۲۶٪	۱/۲٪	-
جادّه درجه ۳	-	۴/۲۰٪	۲۲/۸۰٪	۶۹/۴۰٪	۳/۶۰٪	-



شکل۲- مسیر جادّه های طرّاحی شده بر روی مناطق با قابلیّت عبور مناسب

از سویی پس از طرّاحی مسیرهای پیش بینی شده با توجّه به ویژگی شبکه بندی جادّه های جنگلی و کوهستانی، طول کلّ جادّه های مورد نیاز طرّاحی شده در منطقهٔ مورد مطالعه ۱۲۸/۲۰ کیلومتر بوده که قابلیّت پوشش ۶۶ درصد از منطقه را دارند. میزان تراکم جادّه در محدودهٔ توان کاربری جنگلداری ۶/۹۰ متر در هکتار با پوشش شبکه بندی ۷۸/۷۰ درصد و برای مناطق با توان کاربری توریسم پوشش شبکه بندی ۷۵ درصد بدست آمد. با توجّه به شاخص باکموند[۲] در مورد شبکه بندی جادّه های جنگلی پوشش شبکه بندی در کلّ حوزه و کاربری های ذکر شده مورد تأیید است(شکل۳).



www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۳- پوشش شبکه بندی جادّه های پیش بینی شده بین کاربری ها و مناطق مختلف حوزه

بحث و نتیجه گیری:

استفاده از این روش بصورت تهیّهٔ نقشهٔ مناطق مناسب عبور مسیر جادّه ها و پیش بینی مسیر جادّه ها با استفاده از برنامهٔ PEGGER در محیط GIS، برای پیش بینی مقدّماتی مسیر جادّه های جنگلی و کوهستانی نتایج قابل قبولی را ارائه داد. در این روش با بهره گیری از نقشهٔ خطوط میزان منحنی و بر اساس ویژگی درصد شیب طولی در طرّاحی مسیر بین دو نقطه، می توان مسیرهای مختلفی را بصورت سریع پیشنهاد داد و با توجّه به نقشهٔ مناطق مناسب عبور مسیرها براساس اصول زیست محیطی و ویژگی شبکه بندی جادّه های جنگلی و کوهستانی، مسیرها را مورد ارزیابی قرار داده و مسیر مناسب را با سرعت و دقّت بالا انتخاب نمود ضمن آنکه در این روش در مجموع نیازی به پیشنهاد واریانت های مختلف نمی باشد و می توان با پیشنهاد سریع مسیرهای مختلف و آنالیز آنها در محیط GIS مسیر مناسب منحصر به فرد را انتخاب نمود.

با توجّه به نتایج بدست آمده از طرّاحی مسیرها بر روی مناطق با قابلیّت عبور مناسب، طبق جدول ۲ بیشتر طول مسیر جادّه ها از مناطق با قابلیّت عبور متوسّط، قابلیّت عبور قوی و قابلیّت عبور خیلی قوی عبور کرده است. اینگونه مناطق با توجّه به نوع جادّه طرّاحی و پروفیل استاندارد طرّاحی شده مخصوص جادّه های کوهستانی و جنگلی با ترافیک معقول و کم در نظر گرفته شدند، بطوریکه برای جادّه های ارتباطی روستاهای پرجمعیّت و مناطق تفرّجی پربازدیدکننده (جادّه درجه ۱) مناطق با قابلیّت عبور خیلی قوی و قوی در نظر گرفته شده همچنین برای روستاهای کوچکتر، مناطق تفرّجگاهی کم ترافیک، توده های جنگلی واحدهای بهره برداری محصولات فرعی و محل های فعالیّت کشاورزی (جادّه های درجه ۲ و درجه ۳) مناطق با قابلیّت عبور قوی و قابلیّت عبور متوسّط در اولویّت قرار داده شدند. مناطق با قابلیّت عبور کم و خیلی کم، به علّت آنکه دوام جادّه در اینگونه مناطق پائین است و هزینه های ساخت جادّه بالا خواهد بود در نتیجه مطابق با اصول زیست محیطی نبوده و سعی شد تا جایی که امکان داشت از عبور مسیر از اینگونه مناطق حتی المقدور خوداری گردد بطوریکه هیچ مسیری بر روی مناطق با قابلیّت عبور خیلی کم طرّاحی نشده و مناطق با قابلیّت عبورکم در مناطقی که گزینهٔ بهتری امکانپذیر نبود مسیر بر روی آنها طرّاحی شده که درصد بسیار کمی را در بر می گیرد. مناطق با قابلیّت عبور مرجح بیشتر مخصوص جادّه های با حجم ترافیک بالا مانند اتوبانها و جادّه های بین استانی خواهد بود بنابراین با توجّه به جادّه های مورد نیاز(کوهستانی و جنگلی) در اولویت نخواهند بود و مسیر کمتری نیز از آنها عبور داده شده است.

برنامهٔ PEGGER، چنانچه روگرز(۲۰۰۵) نیز به آن اشاره نموده یک ابزار قوی برای آنالیز سریع مسیرهای مختلف جادّه است که بر اساس ویژگی درصد شیب طولی جادّه که توسط طرّاح تعیین می شود بر روی خطوط میزان

www.SID.ir

Archive of SID

منحنی مسیر را پیش بینی می کند امّا نمی تواند اصول زیست محیطی که لازم است توسّط متخصصان در طرّاحی جادّه های جنگلی و کوهستانی لحاظ شوند را در نظرگیرد و خارج از محدودهٔ عمل برنامهٔ فوق است ولی به دلیل اجرای نرم افزار در محیط GIS، این محیط امکاناتی را فراهم می کند که این آنالیزها بتوانند همانند چیزی که در این تحقیق حاصل گردید تحقق بخشیده شوند. با اجرای این برنامه در این تحقیق این نتیجه حاصل شد که برنامهٔ PEGGER در شیب های تند برای پیش بینی مسیر های کوتاه بسیار خوب عمل می کند با توجّه به طرز عمل این برنامه، چنانچه درصد شیب طولی مدّنظر کاهش یابد این برنامه بایستی مسیر طولانی و طولانی تری را پیش بینی نماید بطوریکه در شیب طولی۱ درصد با خطوط میزان منحنی ۲۰ متری، طول مسیر حدود ۲۰۰۰ متر می شود در چنین مسیر طولانی، توپوگرافی نمی تواند به دقّت نشان داده شود. بنابراین در شیب های پایین برای مهندسان جنگل ضروری است که قابلیّت های استاندارد GIS را برای موقعیت یابی جادّه ها به طریقهٔ دستی و تنها متکی بر مسیرهای پیش بینی شده بعنوان یک راهنما برای تعیین مسیر با دست برای پیش بینی مسیر اولیّه بکار بگیرند. مدل سه بعدی مسیریابی جادّه های جنگلی "TRACER" چنانچه آکای و همکاران(۲۰۰۵) به آن اشاره نموده اند امکان طرّاحی مسیر جادّه را منطبق با مشخصات مهندسی و فنی طرّاحی، اصول زیست محیطی و امنیت راننده فراهم می کند وتوانائی طراح را از طریق طرّاحی خودکار مسیرهایی با قوس های قائم و افقی مناسب، ایجاد مقطع عرضی و هزینه های معمول برای ساختن، نگهداری و استفاده وسیله نقلیه افزایش می دهد ولی این مدل نیازمند داده های DEM با دقت بالا در حدود ۱ تا ۳ متر(LIDAR) می باشد که با توجه به عدم وجود داده های فوق در حال حاضر برای مناطق جنگلی و کوهستانی کشور، مدل معرفی شده در این تحقیق با استفاده از نقشه های رقومی(3D) در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ به عنوان یک روش مناسب در پیش بینی مقدّماتی مسیرهای جادّه های جنگلی و کوهستانی معرفی می شود.

منابع مورد استفاده:

۱-احمدی، هما، درویش صفت علی اصغر، مخدوم مجید و شیرین ابوالقاسمی ۱۳۸۴. مسیریابی جادّه بر اساس اصول زیست محیطی با استفاده از GIS، همایش ژئوماتیک ۸۴، تهران، ۸ صفحه.

۲- رأفت نیا، نصرت الله، ۱۳۶۷، طرح و پروژهٔ جادّه ها جنگلی و کوهستانی، دانشگاه گرگان.

۳- قدسی پور، سید حسین، ۱۳۸۱. فرآیند تحلیل سلسله مراتبی(AHP)، دانشگاه صنعتی امیر کبیر، ۱۴۳صفحه.

۴- غنی زاده، علیرضا و منصور فخری،۱۳۸۴. فرآیند طرّاحی کرویدور بهینه مسیر با استفاده از GIS، مجله جادّه شماره ۵۳، ص ۵۸-۴۹.

5- Akay, A. E., I. R. Karas, et al. (2004). Using High-Resolution Digital Elevation Model for Computer-Aided Forest Road Design. Geo-Imagery Bridging Continents,Istanbul, Turkey, The International Society for Photogrammetry and RemoteSensing.

6- Akay, A. E.,Session,J. (2005). Apply The Decision support System, TRACER, to Forest Road Design. Society of American Forestry, journal of Applied Forestry. 20: 18-191.

7- Jha, M.K., (2000).”A Geographic Information System Based Model for Highway Design Optimization”. University of Maryland. College Park, Ph.D. dissertation.

8- Jong, J. C., (1998).”Optimizing Highway Alignments With Genetic Algorithm”. University of Maryland. College Park, Ph.D. dissertation.

9- Ichihara, K., T. Tanaka, I. Sawaguchi, S. Umeda, and K. Toyokawa.(1996). The method for designing the profile of forest roads supported by genetic algorithm. The Japanese Forestry Society, Journal of Forestry Research. 1:45-49.

10- Malczewski, J.,(1999). GIS and Multicriteria decision analysis, John Wiley & Sons, Inc, New York,392pp.

11- Musa, M.K. A., Mohamed, A.N., (2000), Alignment Locating Forest Road Network by Best-Path Modelin Method. The Malaysian Center of Remote Sensing(NACRES). 6P.

12- Reutebuch, S. (1988). ROUTES: A Computer Program for Preliminary Route Location.U. D. o. A. Pacific Northwest Research Station, Forest Service. PNW-GTR-216:18P.

13- Rogres, W.L.,(2005). Automating Contour Based Route Projection for Preliminary Forestry Road Designs Using GIS. M.S. thesis, Washington State University, Callage of Forest Resources, 59 p.

www.SID.ir

Archive of SID

14- Rogers, L.R., and Schiess, P., 2001. Pegger & Roadview – A new GIS tool to assist Engineers in operations planning. Proceedings, International Mountain Logging and eleventh Pacific Northwest Skyline Symposium, Dec. 2001. University
of Washington, Seattle, WA. Pp. 177-183.
15- Sadek, S., Bedran, M.,(1998). “An integrated Arcview framework for roadway design, analysis and evaluation”in the 18th Annal ESRI International User Conference Proceding. Environmental System Research Instiute”.
16- Zura. M. abd lipra., (1995), “The road and traffic environmental impact assessment and optimal road layout selection” in the 15th Annal ESRI International User Conference Proceding. Environmental System Research Instiute.

www.SID.ir