بررسی عوامل موثر در طراحی جاده‌های جنگلی با استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS)

احمد سیبی[1*] و نصرت‌الله رافت‌نیا[2]

۱) دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان، چالوس، ایران. *رایانامه نویسنده مسئول: cb.ahmad@yahoo.com
۲) گروه جنگلداری، دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۰/۰۵/۲۸ تاریخ پذیرش: ۹۰/۱۲/۲۱

چکیده

رشد و توسعه منابع طبیعی همراه با اجرای برنامه‌های حفاظتی در ارتباط مستقیم با توسعه جاده‌های جنگلی و سهولت دسترسی به اعماق جنگل‌ها به ویژه در مناطق کوهستانی قرار دارد. امروزه می‌توان حجم زیادی از اطلاعات را با استفاده از قابلیت GIS در طراحی و ارزیابی مسیرها طی زمان کوتاهی مدیریت نمود. بنابراین در این تحقیق با هدف ایجاد نقشه قابلیت عبور مناسب جاده‌های جنگلی، کوهستانی و توده‌های جنگلی در سری ۸ اسپی رود با توجه به اصول فنی جاده‌های جنگلی پس از جمع آوری داده‌ها و نقشه‌های مورد نیاز اقدام به شناسایی عوامل موثر در عبور جاده‌ها در منطقه مورد مطالعه گردید. سپس برای تهیه نقشه‌های پایه جهت بررسی در محیط GIS اقدام به تولید مدل رقومی‌زمین با استفاده ازنقشه 3D گردید. در مرحله بعد در محیط Arc map نقشه‌های عوامل موثر در طراحی جاده شامل شیب، جهت، خاکشناسی، زمین‌شناسی، تیپ بندی، موجودی در هکتار و ارتفاع با فرمت رستری تهیه گردید. سپس طبقات نقشه‌های تهیه شده با توجه به اهمیت طبقات در دامنه نسبی ۱ تا ۹ رتبه بندی شدند. با توجه به تأثیر عوامل فوق با استفاده از تجزیه و تحلیل سلسله مراتبی (AHP) اقدام به ارزش‌گذاری نقشه‌ها شد تا وزن نسبی هر نقشه بدست آید. با تلفیق نقشه‌های وزن داده شده عوامل مؤثر در محیط GIS، نقشه قابلیت عبور جاده حاصل گردید. نتایج بدست آمده در این تحقیق نشان داد که با استفاده از این روش می‌توان مناطق دارای پتانسیل مناسب جهت عبور جاده‌ها با توجه به و یژگی جاده‌های جنگلی و کوهستانی شمال کشور را شناسایی کرد.

واژه‌های کلیدی: نقشه قابلیت عبور، اسپی رود، شبکه جاده، AHP.

مقدمه

طراحی مناسب مسیرها و برنامه ریزی بهینه جاده‌های جنگلی از عوامل موثر در توسعه پایدار جنگل‌ها به شمار می‌رود که باعث افزایش کارایی شبکه جاده‌ها، کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از تخریب جنگل می‌گردند (رافت‌نیا، ۱۳۶۷). احداث جاده یک طرح لازم و ضروری برای انجام عملیات بهره‌برداری در فعالیت‌های جنگل‌شناسی، جنگل‌کاری و سایر اقدامات لازم در جنگل‌ها است (Egan et al., 1998). البته احداث جاده علاوه بر جنبه‌های مثبت دارای اثرات منفی زیست‌محیطی همچون کاهش سطح جنگل، تخریب زه‌کشی طبیعی و افزایش بار رسوبی رودخانه‌ای را در پی دارد. شبکه‌بندی مناسب

جاده‌های جنگلی علاوه بر حمل و انتقال فرآورده‌های جنگلی می‌تواند در امور خدماتی، نگهداری، حمایتی، دسترسی به اعماق جنگل، ارتباط روستاهای مناطق جنگلی و جنبه‌های گردشگری نیز استفاده شوند (جمشیدی کوهساری و همکاران، ۱۳۸۷). در مناطق جنگلی با طراحی مناسب جاده‌ها می‌توان کمترین خسارت را به جنگل وارد کرده و در عین حال فضا را برای مدیریت بهینه آن فراهم نمود (رافت‌نیا و همکاران، ۱۳۸۵). بنابراین احداث این قبیل جاده‌های اصلی و انشعابات راه‌های فرعی آن بایستی حتی‌المکان بدون خاک‌برداری زیاد صورت گیرد (رافت‌نیا، ۱۳٦۷). ردیابی مسیر با نقشه توپوگرافی و پیاده‌سازی در عرصه به عنوان زیربنای اصلی تهیه پروژه راه‌های جنگلی است که مهمترین و دشوارترین بخش آن محسوب گردیده و از نظر کارشناسی، نیاز به تخصصی گسترده در سطحی بالا دارد، زیرا جبران اشتباهات احتمالی در این بخش بسیار نامتحمل و حتی غیرممکن خواهد بود (سلیمانپور، ۱۳۸۹).

تلاش‌ها و مطالعات بسیاری برای استفاده از سیستم اطلاعات جغرافیایی (GIS) در فرآیند طراحی مسیرهای جنگلی انجام شده است که نقش متفاوتی را در هر یک از این طرح‌ها و مطالعات داشته است. در بسیاری از این مطالعات از GIS برای ورود عوامل مختلف در تعیین تاثیرات زیست‌محیطی ناشی از ساخت هر یک مسیرها استفاده شده است (قدسی پور، ۱۳۸۱). احمدی و همکاران (۱۳۸٤) در بررسی مسیریابی جاده بر اساس اصول زیست‌محیطی با استفاده از GIS برای احداث جاده کمربندی در شرق تهران با در نظر گرفتن عوامل تأثیرگذار شامل زمین‌شناسی، فرسایش پذیری خاک، شیب، کاربری اراضی، جریان‌های آبی، گسل و ارتفاع اقدام به ارزش‌گذاری عوامل فوق نموده و نشان دادند که میتوان مسیر بهینه را با شناسایی عوامل تاثیرگذار فوق شناسایی و با کمک GIS رسم نمود. برخی محققان نیز از تحلیل مکانی GIS برای مکان یابی مسیری که کمترین اثرات محیطی را روی محیط اطراف خود داشته باشد استفاده نمودند (Zura & Lipra. 1995).

ایجاد شبکه جاده‌های جنگلی با هدف‌های مختلف در مناطق جنگلی و کوهستانی از ارکان اجرایی مدیریت علمی و بهینه در عرصه‌های جنگلی و راهی به سوی توسعه پایدار توده‌های جنگلی می‌باشد. جاده‌های جنگلی علاوه بر هزینه بر بودن در طراحی، احداث و نگهداری و نیز اثرات منفی بر محیط زیست و حیات وحش، دارای حساسیت ویژه‌ای از نظر اقتصادی، زیست‌محیطی و افکار عمومی می‌باشند. بنابراین طراحی مناسب و همچنین رعایت استانداردهای لازم در این امر ضروری خواهد بود، چرا که شبکه جاده‌های جنگلی با اختصاص حجم زیادی از سرمایه، یکی از مهمترین عوامل هزینه بر در مدیریت جنگل‌ها می‌باشند (سیبی، ۱۳۹۰). با طراحی مناسب و منطبق بر اصول فنی شبکه جاده می‌توان کارایی شبکه‌های جاده‌ای را افزایش داد. برای رسیدن به این هدف، بررسی عوامل موثر در طراحی شبکه جاده‌های جنگلی یک منطقه ضروری است تا مناسب‌ترین مسیر انتخاب شود.

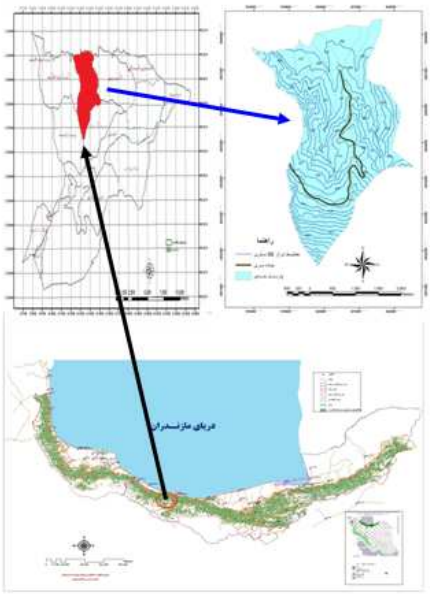
جاده‌های جنگلی نقشی اساسی در مدیریت، حفاظت و احیاء جنگل ها دارند. طراحی و ساخت شبکه جاده‌های جنگلی با اختصاص حجم بالایی از سرمایه گذاری به عنوان یکی از فاکتورهای مهم هزینه در مدیریت جنگل مطرح می‌باشد. بنابراین ارزیابی گزینه‌های مختلف شبکه جاده‌های جنگلی و تعیین مناسب‌ترین گزینه می‌تواند کمک موثری در کاهش هزینه‌های جاده سازی باشد (عبدی و همکاران، ۱۳۸۷). امروزه مدیریت اطلاعات موجود در کلیه نقشه‌ها و لحاظ نمودن عوامل موجود در طراحی مسیر از طریق GIS مقدور شده است. استفاده از روش‌های

نـوین همـراه بـا بکـارگیری امکانـات و قابلیـت‌هـای کامپیوتری و استفاده از محیط GIS جهت کاهش زمان و هزینه طراحی ضروری و اجتنـاب ناپـذیر مـی‌باشـد (عبدی، ۱۳۸٤). Pentek (۲۰۰۵) بـرای مثـال عـواملی نظیر تراکم طولی، تراکم فاصله‌ای و درصد شبکه‌بندی با استفاده از GIS محاسبه و مشخصات مـورد مطالعـه در جنگل مورد مطالعه را مناسب اعلام نمود. همچنین Pentek و همکاران (۲۰۰۷) در پژوهشی با اسـتفاده از GIS به بررسی طول جاده اصلی درصـد شـبکه‌بنـدی، مسیر چوب‌کشی و طول جاده عمومی منطقه پرداختـه و استانداردهایی را تعیین نمود که برای منـاطق مشـابه قابـل تعمـیم بـود. Akay و همکـاران (۲۰۰٤) نیـز در پژوهشی برای تعیـین مسـیر نهـایی بـا تلفیـق اهـداف زیست‌محیطی و کاربردی به منظور طراحی مسیر جاده بـا کمتـرین هزینـه در جنگـل‌هـای ترکیـه توانسـتند جاده‌هایی بـا کمتـرین هزینـه در طراحـی، سـاخت و نگهداری برای حمل و نقل پیشنهاد کنند.

پژوهش حاضر با هدف تهیه نقشـه قابلیـت عبـور مناسب جاده‌های جنگلی در سری مطالعاتی با استفاده از قابلیت GIS به صـورت تلفیقـی بـا رعایـت اصـول زیست‌محیطی و ویژگی‌های فنـی جـاده‌هـای جنگلـی انجام گرفـت تـا بـه روش مناسـبی بـرای پـیش‌بینـی مقدماتی عبور جاده‌های کوهستانی دست یابد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال ۹۰ در طرح جنگل‌داری اسپی رود سری ۸ حوزه ۳۸ سردآبرود به اجرا در آمد که از نظر موقعیت جغرافیایی بین عـرض جغرافیـایی °۳٦ و ′۳۷ تا °۳٦ و ′٤۰ و طـول جغرافیـایی °۵۱ و ′۱۲ تـا °۵۱ و ′۱۵ قرار داشت (شکل ۱).



شکل ۱. نقشه منطقه مورد مطالعه

تهیه نقشه‌های عوامل تاثیرگذار

پس از شناسایی عوامـل مـوثر در طراحـی شـبکه جاده در سری مورد مطالعه، اقدام به تهیه نقشه هر یک از عوامل فوق با توجه به هدف مورد مطالعـه گردیـد. نقشه‌های تهیه شده شامل نقشه شیب سری متناسب با طبقات شیب مورد نیاز در جاده‌سـازی شـمال کشـور، نقشه جهت، نقشه زمین‌شناسی، نقشـه خـاک‌شناسـی، نقشـه تیـپ‌بنـدی، نقشـه ارتفـاع و نقشـه ظرفیـت (موجودی در هکتـار) بودنـد بـرای تجزیـه و تحلیـل مکانی به ساختار رستری تبدیل گردیدند.

طبقه‌بندی طبقات نقشه‌های عوامل تاثیرگذار

برای هریک از عوامل تاثیرگذار در ایجاد نقشه قابلیت عبور یک نقشه با فرمت رستری تهیه گردید هرکدام از نقشه‌ها دارای چند طبقه می‌باشند. که با توجه به تأثیر و نقش آنها در طبقه‌هایی از ۱ تا ۵ مرتب شدند (سلیمانپور، ۱۳۸۹). طبقاتی که توان بالاتری برای عبور جاده‌ها داشتند رتبه بالاتر به آنها نسبت داده شد و به ترتیب بقیه طبقات رتبه‌های بعدی را در محدوده فوق به خود اختصاص دادند.

ارزش‌گذاری عوامل تاثیرگذار در تهیه نقشه

همانطور که گفته شد برای هریک از عوامل تاثیرگذار در ایجاد نقشه قابلیت عبور، یک نقشه طبقه‌بندی شده تهیه گردید. البته نقش این عوامل در ایجاد نقشه قابلیت عبور یکسان نبوده و بنابراین عوامل فوق ارزش‌گذاری و وزن‌دهی شدند. روش مقایسه دو به دو (Malczewski, 1999) به دلیل داشتن دقت بالا و کاربرد ساده برای وزن‌دهی مورد استفاده قرار گرفت که جامع‌ترین سیستم طراحی شده برای تصمیم‌گیری با معیارهای چندگانه بوده و امکان فرموله کردن مساله را با در نظر گرفتن معیارهای مختلف کمی و کیفی به صورت سلسله مراتبی فراهم می‌کند. این فرآیند گزینه‌های مختلف را در تصمیم‌گیری دخالت داده و امکان تحلیل حساسیت روی معیارها و زیرمعیارها را فراهم می‌سازد (قدسی‌پور، ۱۳۸۱). یک ماتریس مقایسه در این روش تشکیل شده و عوامل به صورت زوجی مقایسه و وزن آنها محاسبه گردید. این مقایسه به صورت نظری بوده و دامنه تغییرات وزن نسبی بین ۱ تا ۹ بود. نقطه نظرات ۹ کارشناس صاحب نظر برای به حداقل رساندن تاثیر نظرات شخصی در وزن‌دهی در رابطه با اهمیت نسبی عوامل تاثیرگذار استفاده گردید و مقایسه زوجی عوامل با استفاده از نرم افزار Expert Choice انجام شد. ضریب ناسازگاری هر پرسش نامه نیز محاسبه گردید که در تمامی پرسش نامه‌های دریافتی این تحقیق کمتر از ۰/۱ بود.

تهیه نقشه قابلیت عبور مناطق

وزن‌های نسبی تعیین شده در این مرحله برای عوامل مختلف به نقشه‌های رستری مربوطه نسبت داده شدند. نقشه‌های وزن داده شده عوامل مختلف در محیط GIS با هم تلفیق شده و نقشه قابلیت عبور تهیه گردید. ارزش هر سلول این نقشه بیانگر میزان توان نسبی آن برای عبور جاده از آن سلول می‌باشد. ارزش بالاتر بیانگر توان نسبی بالاتر آن سلول برای عبور بود. نقشه مذکور در ۵ طبقه (مناطق با قابلیت عبور خیلی ضعیف، ضعیف، خوب، خیلی خوب، عالی) دوباره طبقه‌بندی گردید.

نتایج

عوامل موثر در تهیه نقشه قابلیت عبور با توجه به نقشه‌های تهیه شده (شکل ۲ و جدول‌های ۱ تا ۷) پس از طبقه بندی مجدد در نقشه شیب طبقه‌های بالاتر به طبقات با درصد شیب پایین به صورتی اختصاص داده شد که طبقه شیب (۱۰ – ۰ درصد) در بالاترین طبقه (۹) و طبقه شیب بالای ۸۰ درصد در پایین‌ترین طبقه (۱) اختصاص یابد (جدول ۱). همچنین بالاترین طبقه در نقشه جهت به جهت‌های جغرافیایی جنوب و شرق و پایین‌ترین طبقه مربوط به جهت‌های جغرافیایی غرب، شمال و شمال غربی بود (جدول ۲). بالاترین طبقه در نقشه خاک‌شناسی متعلق به خاک‌های تکامل یافته با عمق بیش از یک متر و پایین‌ترین طبقه متعلق به خاک‌های تکامل نیافته کم‌عمق بود (جدول ۳). بالاترین طبقه در نقشه زمین‌شناسی مربوط به طبقه با ساختار سنگ‌های آهکی، آهک مارنی و مارنی و پایین‌ترین طبقه مربوط به طبقه با ساختار سنگ‌های آهکی ضخیم و مختصر

مارن بود (جدول ٤). بالاترین طبقه در نقشه تیپ‌بندی مربوط به تیپ خالص راش و پایین‌ترین طبقه متعلق به تیپ‌های آمیخته با سایر گونه‌ها بود (جدول ۵).

سایر عوامل موثر در تهیه نقشه قابلیت عبور نیز ارزش‌گذاری گردیدند (جدول۸).

جدول ۱. طبقات شیب سری چهار اسپی رود

طبقات شیب (درصد)	مساحت طبقه شیب (هکتار)	مساحت طبقه شیب نسبت به مساحت سری مورد مطالعه (درصد)
۰–۱۰	۷۲۳/۸۸۱٦	٤۹/۱٤
۱۰–۲۵	٦۳۱/۹۱۲۱	٤۲/۸۹
۲۵–٦۰	۸٦/۲۷۰۷	۵/۸۵
٦۰–۸۰	۱۸/ ٤۵۲۲	۱/۲۵
>۸۰	۱۲/٤۸۳۲	۰/۸٤

جدول ۲. جهت‌های جغرافیایی سری چهار اسپی رود

جهت جغرافیایی	مساحت تشکیل دهنده (هکتار)	مساحت جهت جغرافیایی نسبت به مساحت سری مورد مطالعه (درصد)
N (شمال)	۳٤۳/۷۵۸٤	۲۳/۳۳
NW (شمال غربی)	۲۹٦/۳۹۳٦	۲۰/۱۲
W (غرب)	۱٦۳/۰۹۱	۱۱/۰۷
SW (جنوب غربی)	۳۹/٤۸۸۳	۲/٦۸
S (جنوب)	۳۰/۱۷٤٤	۲/۰٤
SE (جنوب شرقی)	۵۰/۲۰۹۰	۳/٤
E (شرق)	۱۵۰/۷۰۳۸	۱۰/۲۳
NE (شمال شرقی)	۱۵۳/۱۲۸۸	۱۰/۳۹
Flat (بدون جهت)	۲٤٦/۰۵۲۵	۱٦/۷

جدول ۳. مساحت و مساحت نسبی خاک‌شناسی سری چهار اسپی رود.

مناطق تفکیک شده	مساحت منطقه (هکتار)	مساحت هر منطقه نسبت به مساحت سری مورد مطالعه (درصد)
۲.۲.۳*	۲۰۲/۸۲٤۱	۱۳/۷٦
۲.۲.۲	۳۱۸/۸۹۹۸	۲۱/٦٤
۲.۲.۱	٦۷/۵۲۰٤	٤/۵۸
۲.۱.۳	۱٤۷/۱۸۷۳	۹/۹۹
۲.۱.۲	۳٦۷/۰۲٦۲	۲٤/۹۱
۱.۱.۱	۳٦۹/٤۹۲۲	۲۵/۰۸

* ۲.۲.۳: خاک‌های تکامل یافته با عمق بیش از یک متر ، ۲.۲.۲: تپه‌کوتاه با مواد مارنی، ۲.۲.۱: خاک تکامل نیافته‌کم عمق، ۲.۱.۳: تپه‌کم ارتفاع با مواد آهکی مارنی ، ۲.۱.۲: خاک قهوه‌ای پسدوگلی، ۱.۱.۱: خاک بابیرون زدگی سنگی همراه قهوه‌ای شسته شده.

جدول ۴. مساحت و مساحت نسبی ساختار زمین‌شناسی سری چهار اسپی رود

مناطق تفکیکی زمین‌شناسی	مساحت هر یک از مناطق (هکتار)	مساحت هر منطقه نسبت به مساحت سری مورد مطالعه (درصد)
L-AL	۳۳۶/۶۷۵۳	۲۲/۸۵
$L\text{-}K_1L_2$	۱۲۰/۸۳۴۹	۸/۲
$L\text{-}G_1L_2$	۳۰۱/۹۳۵۱	۲۰/۴۹
$L\text{-}G_1L_1$	۷۱۳/۵۴۴۷	۴۸/۴۴

* L-AL: سنگ آهکی با لایه ضخیم، $L\text{-}K_1L_2$: ساختار سنگ‌های آهکی ضخیم و مختصر مارن با رسوبات واریزه‌ای، $L\text{-}G_1L_2$: رسوبات کوه رفتی و سست مارنی، $L\text{-}G_1L_1$: ساختار سنگ‌های آهکی، آهک مارنی و مارنی.

جدول ۵. مساحت و مساحت نسبی تیپ جنگلی سری چهار اسپی رود

تیپ جنگلی	مساحت (هکتار)	مساحت هر تیپ نسبت به مساحت سری مورد مطالعه (درصد)
ممرز- افرا- توسکا	۱۷۱/۱۲۹۱	۱۱/۶۱
راش-ممرز- افرا	۱۴۷/۱۷۷۷	۹/۹۹
تیپ جنگلکاری	۱۳۶/۶۵۷۲	۹/۲۷
توسکا-لرگ-توسکا	۱۲۱/۰۶۲۴	۸/۲۱
ممرز- انجیلی- خرمندی	۸۷/۰۳۸۱	۵/۹
ممرز – انجیلی	۳۷۰/۲۹۳۰	۲۵/۱۳
ممرز – توسکا-افرا	۱۵۴/۰۱۰۸	۱۰/۴۵
ممرز – خرمندی	۱۸۰/۲۵۲۲	۱۲/۲۳
ممرز – خرمندی- توسکا	۱۰۵/۳۶۹۵	۷/۱۵

جدول ۶. مساحت و مساحت نسبی نقشه ارتفاع سری چهار اسپی رود

طبقات ارتفاعی	مساحت هریک از طبقات (هکتار)	درصد نسبت هریک از طبقات به کل سری
۰-۱۰۰	۴۷۵/۲۷۴۱	۳۲/۲۷
۱۰۰-۲۰۰	۴۶۶/۰۹۹۸	۳۱/۶۴
۲۰۰-۴۰۰	۲۲۶/۹۹۳۵	۱۵/۴
۴۰۰-۶۰۰	۱۳۲/۷۵۶۶	۹
۶۰۰-۱۲۰۰	۷۴/۲۹۱۲	۵
۱۲۰۰-۱۸۰۰	۵۰/۸۶۴۴	۳/۵۳
۱۸۰۰-۲۲۰۰	۳۵/۳۸۹۰	۲/۴۰
۲۲۰۰<	۱۱/۳۲۱۳	۰/۷۵

جدول ۷. مساحت و مساحت نسبی ظرفیت سری چهار اسپی رود

مناطق تفکیکی ظرفیت	مساحت هر یک از مناطق (هکتار)	مساحت هر منطقه نسبت به مساحت سری مورد مطالعه (درصد)
۱۰۰-۲۰۰	۲۹۷/۸۴۰۴	۲۰/۲۲
۲۰۰-۳۵۰	۱۰۷۲/۶۶۴۸	۷۲/۸۲
> ۳۵۰	۱۰۲/۴۸۴۶	۶/۹۵

جدول ۸. ارزش‌گذاری داخلی هریک از عوامل تاثیرگذار در تهیه نقشه قابلیت عبور (سلیمانپور، ۱۳۸۹)

ردیف	عوامل موثر	ارزش‌گذاری داخلی عامل
۱	شیب ۱۰-۰ درصد، مقدار موجودی در هکتار بیش از ۵۰۰ مترمکعب، جهت جغرافیایی جنوب و شرق، ارتفاع ۴۰۰-۰ متر، تیپ جنگلی راش، خاک‌شناسی (۲. ۲. ۳) و زمین‌شناسی (L-AL)	۵
۲	شیب ۲۵-۱۰ درصد، مقدار موجودی در هکتار بیش از ۳۵۰ مترمکعب، جهت جغرافیایی جنوب شرقی ارتفاع ۸۰۰-۴۰۰ متر، تیپ جنگلی راش-ممرز، خاک‌شناسی (۲. ۲. ۲) و زمین‌شناسی (L-K1L)	٤
۳	شیب ۶۰-۲۵ درصد، مقدار موجودی در هکتار ۳۵۰- ۲۰۰ مترمکعب، جهت جغرافیایی جنوب غربی، ارتفاع ۱۲۰۰-۸۰۰، تیپ جنگلی ممرز-انجیلی-بلوط، خاک‌شناسی (۲. ۲. ۱) و زمین‌شناسی (L-GL)	۳
٤	شیب ۸۰-۶۰ درصد، مقدار موجودی در هکتار ۲۰۰- ۱۰۰ مترمکعب، جهت جغرافیایی شمال شرقی، ارتفاع ۲۰۰۰-۱۲۰۰، تیپ جنگلی حفاظتی و حمایتی، خاک‌شناسی (۲. ۱. ۳) و زمین‌شناسی (L-G1L)	۲
۵	شیب بیش از ۸۰ درصد، مقدار موجودی در هکتار ۱۰۰-۰ متر مکعب، جهت جغرافیایی غرب و جنوب غربی، ارتفاع بیش از ۲۰۰۰، تیپ جنگلی ممرز-بلوط، خاک‌شناسی (۲. ۱. ۱) و زمین‌شناسی (مناطق گسلی)	۱

نتایج حاصل از ارزش‌گذاری عوامل مؤثر در تهیه نقشه قابلیت عبور نشان داد که عامل شیب با وزن نسبی ۰/۲۸ بیشترین ارزش و عوامل دیگر به ترتیب شامل طبقات ظرفیت (موجودی در هکتار) با وزن نسبی ۰/۲۱، طبقات خاک‌شناسی با وزن نسبی ۰/۱۶، طبقات زمین‌شناسی با وزن نسبی ۰/۱۳، تیپ جنگل با وزن نسبی ۰/۱۰، طبقات جهت‌های جغرافیایی منطقه با وزن نسبی ۰/۰۷ و طبقات ارتفاعی منطقه با وزن نسبی ۰/۰۵ ارزش‌های بعدی را داشتند (جدول۹). جدول مربوط به طبقه‌بندی مناطق مناسب برای عبور جاده‌ها نشان می‌دهد که مناطق با قابلیت عبور عالی ۵۸/۲۳ درصد، مناطق با قابلیت عبور خیلی خوب ۱۲/۷۵ درصد، مناطق با قابلیت عبور خوب ۹/۵۳ درصد، مناطق با قابلیت عبور خیلی ضعیف ۳/۷٤ درصد و مناطق با قابلیت عبور ضعیف ۱۵/۷٤ درصد مساحت سری را به خود اختصاص داده‌اند (شکل ۳ و جدول ۱۰).

بحث و نتیجه‌گیری

بررسی‌های لازم توسط کارشناسان برای تعیین میزان تاثیر هر یک از ۷ عامل مورد بررسی در این تحقیق در تهیه نقشه قابلیت عبور صورت پذیرفت تا میزان تاثیر هر یک از این عوامل در ایجاد نقشه قابلیت عبور مشخص گردید. شیب منطقه با توجه به کوهستانی بودن منطقه، عاملی معرفی گردید که بیشترین دخالت را در طراحی جاده داشت. در نتیجه نقشه قابلیت عبور منطقه با توجه به سایر موارد تهیه شد. همانطور که گفته شد این نقشه بر پایه ۷ نقشه تهیه شده است. به عبارت دیگر با استفاده از توانایی نرم افزار GIS و روی‌هم‌گذاری این نقشه‌ها یک نقشه به نام نقشه قابلیت عبور به دست آمد که سطح منطقه را با توجه به استعدادهای عبور مسیر جاده، تقسیم‌بندی نموده که این نتیجه با نتایج حاصل از تحقیقات عبدی (۱۳۸٤)، سلیمانپور (۱۳۸۹) و سیبی (۱۳۹۰) هم خوانی کامل دارد. از طرفی دیگر رافت‌نیا و همکاران (۱۳۹۱) با مطالعه عبور مناسب جاده‌های جنگلی در سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود، استفاده از مدل تعیین نقشه قابلیت عبور را روشی مناسب برای

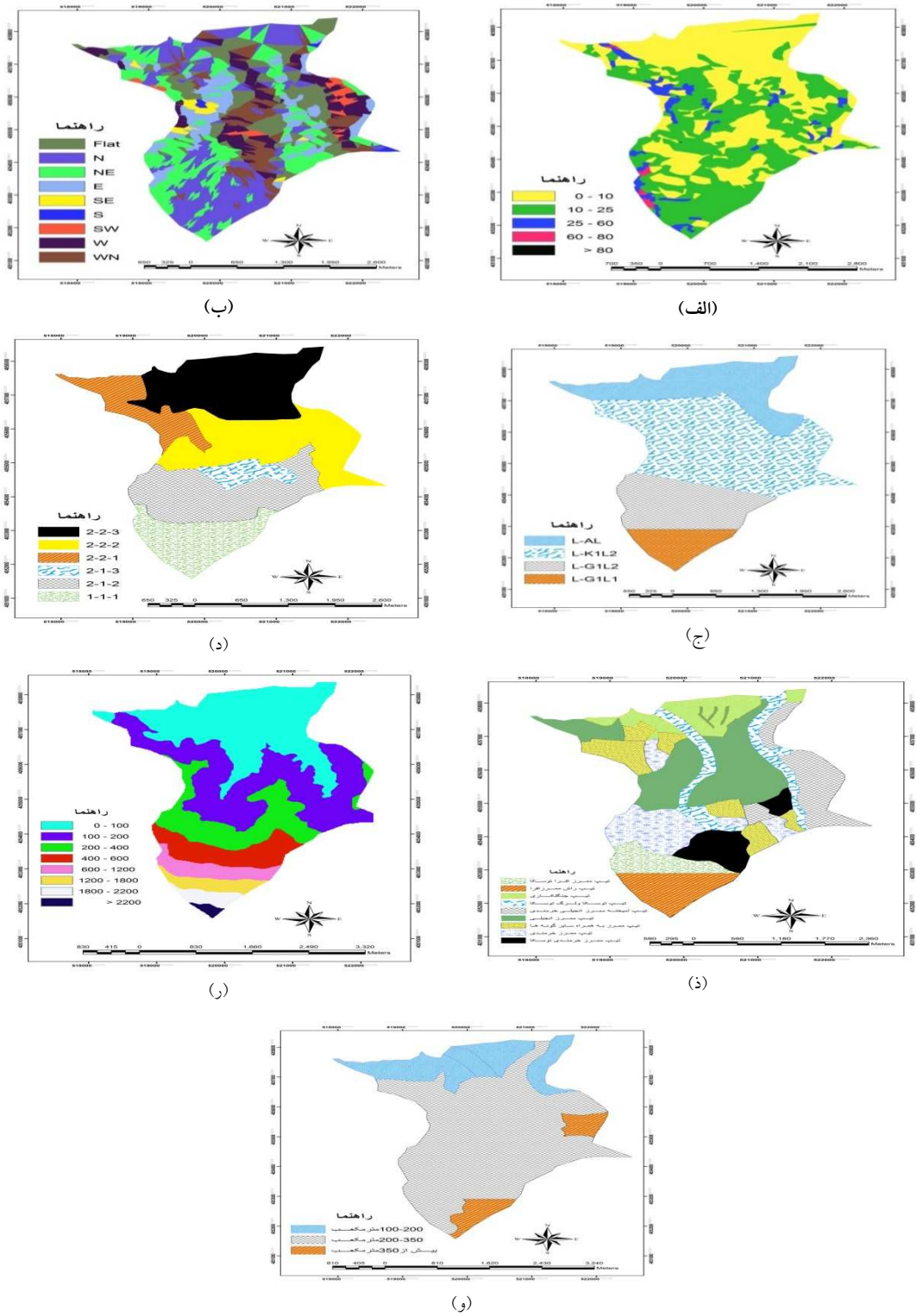
شناسایی مناطق دارای پتانسیل مناسب جهت عبور جاده‌ها با توجه به اهداف توسعه پایدار در پیش بینی مقدماتی عبور جاده‌های جنگلی گزارش کردند. در نتیجه استفاده از روش تهیه نقشه قابلیت عبور جاده‌ها در محیط GIS برای پیش‌بینی مقدماتی عبور جاده‌های جنگلی و کوهستانی نتایج قابل قبولی را ارائه دادند. در این روش با بهره‌گیری از نقشه‌های شیب، موجودی در هکتار (ظرفیت)، خاک‌شناسی، زمین‌شناسی، تیپ جنگل، جهت جغرافیایی و ارتفاع می‌توان منطقه عبور مناسبی را برای عبور جاده‌ها براساس اصول زیست‌محیطی و ویژگی‌های فنی جاده‌های جنگلی و کوهستانی انتخاب نمود.

جدول ۹. ترتیب وزن نسبی عوامل تاثیرگذار در تهیه نقشه قابلیت عبور با ضریب تاثیرگذاری ۰/۰۱

ردیف	عامل	وزن نسبی عوامل تاثیرگذار	درصد تاثیر عوامل در تولید نقشه قابلیت عبور
۱	طبقات شیب	۰/۲۸	۲۸
۲	طبقات جهت	۰/۰۷	۷
۳	طبقات ظرفیت	۰/۲۱	۲۱
٤	طبقات زمین‌شناسی	۰/۱۳	۱۳
٥	طبقات خاکشناسی	۰/۱٦	۱٦
٦	طبقات ارتفاعی منطقه	۰/۰٥	٥
۷	تیپ جنگل	۰/۱۰	۱۰

جدول ۱۰. مساحت و مساحت نسبی نقشه قابلیت عبور سری چهار اسپی رود

ردیف	پتانسیل قابلیت عبور	مساحت منطقه (هکتار)	درصد مساحت منطقه به کل سری
۱	عبور خیلی ضعیف	٥٥/۱٦۳۸	۳/۷٤
۲	عبور ضعیف	۲۳۱/ ۸۲٤٤	۱٥/۷٤
۳	عبور خوب	۱٤۰/٤۹۱٤	۹/٥۳
٤	عبور خیلی خوب	۱۸۷/۸۲۱۳	۱۲/۷٥
٥	عبور عالی	۸٥۷/٦۸٦۸	٥۸/۲۳



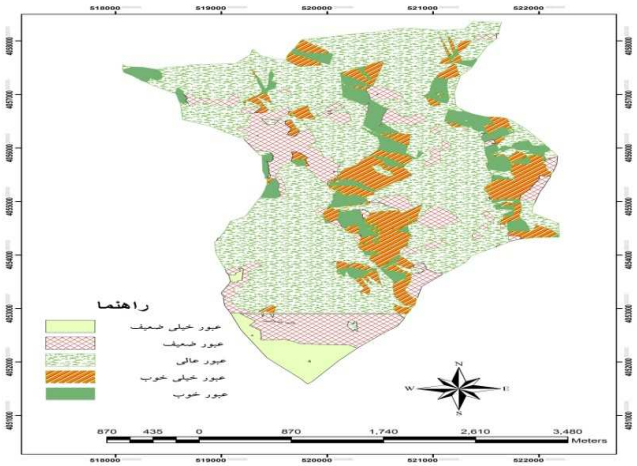
(ب) (الف)

(د) (ج)

(ر) (ذ)

(و)

شکل۲. الف) نقشه شیب، **ب)** نقشه جهت، **ج)** نقشه زمین‌شناسی، **د)** نقشه خاک‌شناسی، **ذ)** نقشه تیپ جنگل، **ر)** نقشه ارتفاع، **و)** نقشه ظرفیت منطقه مطالعاتی.



شکل ۳. نقشه مناطق با قابلیت عبور جاده در سری چهار اسپی رود

منابع

احمدی، ه.، درویش‌صفت، ع.ا.، مخدوم، م. و ابوالقاسمی، ش. (۱۳۸٤) مسیریابی جاده بر اساس اصول زیست‌محیطی با استفاده از GIS. همایش ملی ژئوماتیک سازمان نقشه برداری کشور، تهران. آذر ماه: ۲۷٦-۲٦۸.

جمشیدی کوهساری، ا.، مجنونیان، ب.، زاهدی امیری، ق.ا. و حسینی، س.ع.ا. (۱۳۸۷) طبقه‌بندی خاک جنگل به منظور کاهش هزینه‌ی بررسی قابلیت‌های مکانیکی آن برای جاده سازی و ترابری (مطالعه موردی: جنگل آق مشهد). نشریه دانشکده منابع طبیعی، ٦۱(٤): ۸۸۸-۸۷۷.

رافت‌نیا، ن.ا. ۱۳٦۷. طرح و پروژه طرح‌های جنگلی و کوهستانی. انتشارات‌دانشگاه مازندران. ساری، صفحات ۲۲۷- ۱.

رافت‌نیا، ن.ا.، عبدی، ا. و شتایی، ش. (۱۳۸۵) تعیین روش مناسب پیش بینی مقدماتی مسیر جاده ای جنگلی و کوهستانی با استفاده از GIS. فصلنامه علمی-پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران. ۱٤(۳):۲٤٤-۲۵۷.

رافت‌نیا، ن.ا.، سیبی، ا.، آذرنوش، م.ر. (۱۳۹۱) تعیین نقشه قابلیت عبور مناسب جاده‌های جنگلی بر اساس عوامل تاثیر گذار در طراحی جاده با استفاده از GIS. فصلنامه تخصصی علوم و فنون منابع طبیعی. ۷(۳): ۱۳-۲۵.

سلیمانپور، م. (۱۳۸۹) بررسی شبکه‌بندی موجود و طراحی مناسب‌ترین شبکه جاده‌های جنگلی با استفاده از GIS در طرح جنگلداری سری یک کلاردشت. پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۰۹ صفحه.

سیبی، ا. (۱۳۹۰) بررسی شبکه‌بندی موجود و طراحی مناسب‌ترین شبکه جاده‌های جنگلی با استفاده از GIS مطالعه موردی سری ۷ حوزه ۳۸ سردآبرود. پایان نامه کارشناسی ارشد رشته جنگلداری، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس، ۱۰۵صفحه.

عبدی ا. (۱۳۸٤) بررسی شبکه جاده‌ای مناسب با توجه به اهداف مدیریت جنگل‌های زاگرس با استفاده از GIS و RS (منطقه مورد مطالعه حوزه سرخ آب خرم آباد لرستان). پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده جنگلداری و فناوری چوب، دانشگاه کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۲۰ صفحه.

عبدی، ا. مجنونیان، ب. و درویش صفت، ع.ا. (۱۳۸۷) ارزیابی گزینه‌های شبکه جاده جنگلی از نظر هزینه ساخت به روش چند معیاری در محیط GIS (مطالعه موردی بخش نم خانه جنگل خیرود کنار). مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۱۲(٤):۲۷۹-۲۸۹.

قدسی‌پور، ح. (۱۳۸۱) فرآیند تحلیل سلسله مراتبی (AHP). انتشارات دانشگاه صنعتی امیرکبیر. تهران، ۱۴۳ صفحه.

Akay, A.E. Karas, I.R. Session, J., Yuksel, A., Bozali, N. and Gundogan, R. (2004) Using high-resolution digital elevation model for computer-aided forest road design. Turkish Journal of Agriculture and Forest. 32:180-188.

Egan, A., Jenkins, A., and Rowe, J. (1998) Forest Road in West Virginia, USA: Identifying Issues and challenges. Journal of Forest Engineering, 23(1):33-40.

Malczewski, J. (1999) GIS and Multi-criteria decision analysis. John Wiley & Sons Incorporation. New York, 392 p.

Pentek, T. (2005) Analysis of an existing forest road network. Croatian Journal of Forest Engineering. 26(1):39-50.

Pentek, T.N., Picman, D. and Porosinsky, T. (2007) Forest road network in the republic of Croatia-Status and perspectives. Croatian Journal of Forest Engineering. 28(1): 93-106.

Zura, M. and Lipra, P. (1995) The road and traffic environmental impact assessment and optimal road layout selection. 15th Annual ESRI International User Conference Proceedings. San Diego. USA, February: 1-23.

Consideration of effective factors in design of forest roads using Geographic Information System (GIS)

Ahmmad Sibi[1]* and Nosrat allah Raafatnia[2]

1) Young Researchers and Elite Club, Chaloos Branch, Islamic Azad University, Chaloos, Iran. *Corresponding Author Email Address: cb.ahmad@yahoo.com

2) Department of Forestry, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

Abstract

Natural Resources develop and implement action plans designed for direct contact with the forest road network development and ease of access to the deep forests and mountain areas in particular Contract. Today, GIS can be used Azqablyt large volumes of data paths in the design and evaluation, be managed in a short time. The main objective of this study was prepared the map capabilities through appropriate road forest, mountain and forest stands in Series 8 Spiroud regard to technical road forest after harvesting, and also the maps needed to identify factors that influence the cross road in the study area. To prepare the base map in GIS for assessing DEM used to produce the 3D map. These factors includes dip in the Arc map maps, directions, soil, geology, type size, commercial volume and the altitude of the region were provided with a raster format. Then, the floor plans prepared by the relative importance of classes in the range of 1 to 9 were rated. Then according to hierarchical analysis (AHP) the weight value of maps was obtained. Map data combined with weight factors in environment, GIS, maps were capable for crossing the road. The results showed that using this method, which can be potential areas for the road through the forest road in the mountainous north and identify.

Keywords: Pass map feature, spiroud, road network, AHP.