

۱۲۵۹۱۲



دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی کراچی

دانشکده مهندسی و فناوری چوب

پایان نامه کارشناسی ارشد M.Sc در رشته مهندسی مهندسی چوب

ارزیابی شبکه جاده چکنلی از نظر استانداردهای طراحی، ساخت و زهکشی

مطالعه موردی: حوزه شماره دو

تحقیق و نگارش

مهدی علی دخت

استاد راهنما

دکتر نصرت الله رافت نیا

آب و خاک و اقلیمات مدرک عمومی بزرگ
گنجینه مدرکات

استاد مشاور

دکتر شتایی - دکتر حیدری - دکتر تقدی

۱۳۸۸ / ۱۶ / ۱۱

تابستان ۱۳۸۸

۱۲۵۹۸۲



(معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی)

مدیر محترم گروه آموزشی

فرم شماره ۴ آئین نامه کارشناسی ارشد



بدینوسیله اعلام می دارد جلسه دفاعیه پایان نامه کارشناسی ارشد آقای مهدی علی دخت اشکجانی



به شماره دانشجویی ۸۵۱۸۰۱۳۱۰۵ رشته جنگلداری با عنوان "ارزیابی شبکه جاده جنگلی از نظر استانداردهای طراحی، ساخت و زهکشی مطالعه موردی حوزه شفارود" با حضور اعضای هیأت داوران در تاریخ ۱۳۸۸/۴/۲۸ ساعت ۱۰ الی ۱۲ در محل تالار مهندس خاوری به شرح ذیل با نمره ۱۸/۶ با حروف **حجیره و شرف - صدم** پذیرفته شد.



اعضای هیأت داوران:

نام و نام خانوادگی:

۱- استاد راهنما

دکتر نصرت ا... رافت نیا



۲- استاد مشاور

دکتر شعبان شتابی



۳- استاد مشاور

دکتر حشمت ا... حیدری



۴- استاد مشاور

دکتر رامین نقدی



۵- عضو هیأت داوران

دکتر محمد هادی معیری

گرگان : خیابان شهید بهشتی

صندوق پستی : ۳۸۶

تلفن : ۲۲۲۹۹۰۱

نمابر: ۲۲۵۱۷۰۳

E.mail

Guasnr@gau.ac.ir

مرکز تلفن : ۲۲۲۴۸۲۷

۲۲۲۰۳۲۰-۱

۶- عضو هیأت داوران

دکتر داوود آزادفر

۷- نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر علی رفیعی لطفی

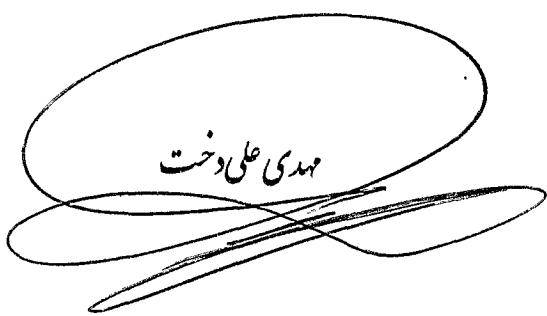
نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات دانشگاه انجام می شود، بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع و کسب اجازه نمایند.

۲) در انتشار نتایج پایان نامه (رساله) در قالب مقاله، همایش، اختراع و اکتشاف و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان الزامی است.

۳) انتشار نتایج پایان نامه (رساله) باید با اطلاع و کسب اجازه از استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب مهدی علی دخت دانشجوی رشته جنگلداری مقطع کارشناسی ارشد تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آنرا قبول کرده و به آن ملتزم می شوم.



مهدی علی دخت

چکیده

شبکه جاده‌های جنگلی به عنوان یکی از پارامترهای اصلی برای برنامه توسعه اقتصادی، حفاظتی و حمایتی طرح‌های جنگلداری به حساب آمده و نقش زیر بنایی در ساماندهی منطقه دارد. هدف این تحقیق مقایسه شبکه جاده جنگلی سری ۱۵ شفارود با استانداردهای موجود از لحاظ طراحی، ساخت و زهکشی از طریق برداشت متغیرهای فنی جاده به روش سیستماتیک تصادفی و تعیین میزان رعایت استانداردهای جاده‌سازی بود. مقایسه داده‌های تجربی با استانداردهای موجود با استفاده از آزمون t-student در سطح احتمال $P < 0.01$ انجام گرفت. به منظور طراحی شبکه جاده، پس از رتبه بندی تک تک لایه‌ها براساس درجه مطلوبیت برای جاده سازی و وزن دهی لایه‌ها براساس روش تحلیل سلسله مراتبی، طبقه بندی قابلیت عبور مناطق برای جاده‌سازی در پنج طبقه بسیار بالا، بالا، متوسط، پایین و غیر قابل عبور و وضعیت زهکشی در سه طبقه بالا، متوسط و ضعیف با استفاده از داده‌های سامانه اطلاعات جغرافیایی انجام گرفت. با استفاده از ضمیمه Pegger چهار گزینه طراحی شد. در تمامی گزینه‌های پیشنهادی سعی بر این بود که مسیر از مناطق با ارزش بالاتر عبور نماید. در نهایت با استفاده از معیارهای درصد عبور گزینه‌ها، با کموند و تلفیق آنها گزینه بهینه تعیین گردید. نتایج نشان داد که استانداردهای طراحی، ساخت و زهکشی رعایت نشده و عبور جاده موجود از مناطق ناپایدار و غیر قابل عبور موجب تخریب مسیر جاده شده است. در بین گزینه‌های طراحی شده، گزینه دوم به دلیل عدم عبور از مناطق با توان غیر قابل عبور و با حداقل طول و پوشش مشترک و درصد شبکه‌بندی مناسب به عنوان گزینه بهینه انتخاب شد. با توجه به حجم بالای داده‌ها، سامانه اطلاعات جغرافیایی در مقایسه با روش‌های سنتی از نظر دقت، کیفیت، سرعت و هزینه برای طراحی شبکه جاده‌های جنگلی مناسب‌تر بود.

کلمات کلیدی: جاده جنگلی، طراحی، ساخت، زهکشی، تحلیل سلسله مراتبی

پاس و حمد ذات پاک و مقدس معبودی را سزود که به قلم قسم خورده و به آن قداست و به انسان کرامت بخشید و انسان را به زیور علم و معرفت بیاراست.

اکنون که در سایه الطاف این دوستان موفق به نگارش این پایان نامه شده‌ام بر خود لازم می‌دانم از بزرگوارانی که در طی این مسیر مریاری و مساعدت نمودند مشکر و قدردانی کنم.

از استاد راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر رافت نیانیت مشکر و امتنان را دارم. از اساتید مشاوران جناب آقایان دکتر شتابی و دکتر تقدی صمیمانه مشکر و قدردانی می‌نمایم. از هیئت محترم داوران جناب دکتر معیری و جناب دکتر آزاد فرو، همچنین نماینده محترم تحصیلات تکلیفی جناب دکتر رفیعی که با ارائه نکات ارزشمند موجب پربارتر شدن این تحقیق شده‌اند بسیار سپاسگذارم. از آقایان دکتر نیکویی، دکتر غفاریان و مهندس زمانی پور به خاطر نظرات سازنده مشکر می‌نمایم.

از مساعدت‌های مسئول آزمایشگاه خاکشناسی آقای نبوی و آزمایشگاه مکانیک خاک دانشکده فنی دانشگاه کیلان خانم مهندس جعفری مشکر می‌کنم.

از بهرامی و کمک دوستان عزیزم آقایان رضوان محمد پور، کاظم پویا، احمد رضا نورالدینی، محمد علی یوسفی، صدبدک و همه کسانی که مراد انجام مراحل این تحقیق یاری کردند نیز کمال مشکر را دارم.

بدین وسیله پاس ویژه و بی‌پایان خویش را از مجموعه صمیمی خانواده‌ام که همواره حامی و پشتیبان من بوده‌اند و موجب دلگرمی و آرامش خاطر من در تمام مراحل زندگی می‌باشند، صمیمانه قدردانی می‌نمایم.

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

فهرست مطالب

۱	فصل اول: مقدمه.....	
۲	۱-۱- مقدمه و کلیات.....	
۸	۲-۱- سامانه اطلاعات جغرافیایی.....	
۸	۱-۲-۱- طراحی شبکه جاده با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی.....	
۱۱	فصل دوم: بررسی منابع.....	
۲۵	فصل سوم: مواد و روشها.....	
۲۶	۱-۳- منطقه مورد مطالعه.....	
۲۶	۱-۱-۳- موقعیت جغرافیایی.....	
۲۶	۲-۱-۳- فیزیوگرافی رویشگاه.....	
۲۷	۳-۱-۳- هواشناسی.....	
۲۹	۴-۱-۳- زمین شناسی.....	
۲۹	۴-۱-۳- وضعیت توده های جنگلی.....	
۳۰	۲-۳- روش تحقیق.....	
۳۰	۱-۲-۳- برداشت متغیرهای فنی جاده موجود.....	
۳۷	۲-۲-۳- تهیه لایه ها.....	
۳۸	۳-۲-۳- فرآیند تحلیل سلسله مراتبی.....	
۳۹	۱-۲-۲-۳- نقشه شیب.....	
۴۰	۲-۲-۲-۳- نقشه جهات جغرافیایی.....	
۴۰	۳-۲-۲-۳- نقشه ارتفاع از سطح دریا.....	
۴۰	۴-۲-۲-۳- نقشه موجودی در هکتار.....	
۴۱	۵-۲-۲-۳- نقشه بافت خاک.....	
۴۱	۶-۲-۲-۳- نقشه زهکشی.....	
۴۱	۷-۲-۲-۳- نقشه تیپ جنگل.....	
۴۲	۸-۲-۲-۳- نقشه زمین شناسی.....	
۴۲	۹-۲-۲-۳- نقشه طبقه بندی توان برای جاده سازی (قابلیت عبور).....	
۴۴	۳-۳- طراحی جاده با استفاده از ضمیمه Pegger.....	
۴۶	۴-۳- مقایسه جاده موجود و طراحی شده.....	

۴۷.....	فصل چهارم: نتایج.....
۴۸.....	۱-۴- نتایج حاصل از مقایسه مشخصه های فنی جاده های موجود با استانداردها.....
۵۲.....	۲-۴- نتایج بررسی منطقه از لحاظ شیب.....
۵۳.....	۳-۴- نتایج بررسی منطقه از لحاظ جهات جغرافیایی.....
۵۴.....	۴-۴- نتایج بررسی بافت خاک.....
۵۵.....	۵-۴- نتایج حاصل از بررسی تیپ رویشگاه.....
۵۶.....	۶-۴- نتایج بررسی موجودی در هکتار.....
۵۷.....	۷-۴- نتایج حاصل از ارزش گذاری لایه ها.....
۵۸.....	۸-۴- نتایج حاصل از قابلیت عبور برای مسیریابی.....
۵۹.....	۹-۴- نتایج حاصل از طبقات زهکشی.....
۶۰.....	۱۰-۴- مقایسه جاده موجود و طراحی شده.....
۶۰.....	۱-۱۰-۴- مقایسه زیست محیطی جاده موجود و طراحی شده.....
۶۰.....	۱-۱۰-۴- قابلیت عبور.....
۶۱.....	۲-۱۰-۴- زهکشی.....
۶۱.....	۲-۱۰-۴- معیار باکموند.....
۶۶.....	فصل پنجم: بحث و نتیجه گیری.....
۶۷.....	۱-۵- بحث و نتیجه گیری.....
۷۱.....	۲-۵- پیشنهادات.....
۷۲.....	فهرست منابع و مأخذ.....
	ضمائم
	فهرست جداول
۲۸.....	جدول شماره ۱-۳- میزان متوسط بارندگی ایستگاه پونل- حوزه سفارود.....
۲۸.....	جدول شماره ۲-۳- طبقه بندی دوماتن.....
۲۹.....	جدول شماره ۳-۳- تعیین ضریب بارندگی و ماه های خشک و مرطوب منطقه.....
۳۵.....	جدول شماره ۴-۳- استاندارد و مشخصات فنی و مهندسی جاده های جنگلی (سازمان مدیریت و.....)
۳۶.....	جدول شماره ۵-۳- استانداردهای مربوط به جاده های روستایی (وزارت راه و ترابری).....
۳۹.....	جدول شماره ۶-۳- مقادیر ترجیحات برای مقایسه های دو به دو.....
۴۳.....	جدول شماره ۷-۳- درجه بندی مطلوبیت طبقات موجودی در هکتار.....
۴۳.....	جدول شماره ۸-۳- درجه بندی مطلوبیت طبقات شیب.....
۴۳.....	جدول شماره ۹-۳- درجه بندی مطلوبیت جهات جغرافیایی.....

- جدول شماره ۳-۱۰- درجه بندی مطلوبیت بافت خاک..... ۴۴
- جدول شماره ۳-۱۱- درجه بندی مطلوبیت طبقات تیپ جنگل..... ۴۴
- جدول ۴-۱- مقایسه اجزاء پروفیل عرضی جاده‌های موجود با استانداردهای سازمان جنگلها، سازمان مدیریت و برنامه ریزی، راه و ترابری و منتخب..... ۴۹
- جدول شماره ۴-۲- وضعیت موجود لوله گذاری و زهکشی در دو شاخه جاده..... ۵۰
- جدول شماره ۴-۳- درصد مساحت هر طبقه شیب در طبقات مختلف..... ۵۲
- جدول شماره ۴-۴- درصد مساحت هر طبقه جهت در طبقات مختلف..... ۵۳
- جدول شماره ۴-۵- درصد مساحت هر طبقه بافت خاک..... ۵۴
- جدول شماره ۴-۶- درصد مساحت هر تیپ جنگلی..... ۵۵
- جدول شماره ۴-۷- درصد مساحت هر یک از طبقات موجودی در هکتار..... ۵۶
- جدول شماره ۴-۸- نتایج حاصل از ارزش گذاری لایه‌ها..... ۵۸
- جدول شماره ۴-۹- درصد مساحت هر یک از طبقات قابلیت عبور..... ۵۸
- جدول شماره ۴-۱۰- درصد مساحت هر یک از طبقات زهکشی..... ۵۹
- جدول شماره ۴-۱۱- مقایسه درصد عبور گزینه ها از قابلیت های عبور متفاوت..... ۶۱
- جدول شماره ۴-۱۲- مقایسه درصد عبور گزینه ها از طبقات زهکشی..... ۶۱
- جدول شماره ۴-۱۳- مقایسه تراکم و پوشش جاده موجود و طراحی شده..... ۶۲
- جدول شماره ۴-۱۴- نتایج حاصل از مکانیک خاک..... ۶۲

فهرست اشکال

- شکل ۳-۱- موقعیت جغرافیایی منطقه مورد مطالعه..... ۲۷
- شکل ۳-۲- نمایی از محیط ArcView..... ۴۶

فهرست نقشه ها

- نقشه ۴-۱- نقشه طبقات شیب..... ۵۳
- نقشه ۴-۲- نقشه جهات جغرافیایی..... ۵۴
- نقشه ۴-۳- نقشه طبقات بافت خاک..... ۵۵
- نقشه ۴-۴- نقشه وضعیت تیپ جنگلی..... ۵۶
- نقشه ۴-۵- نقشه موجودی در هکتار..... ۵۷
- نقشه ۴-۶- نقشه قابلیت عبور برای مسیریابی..... ۵۹
- نقشه ۴-۷- نقشه طبقات زهکشی..... ۶۰

- نقشه ۴-۸- جاده موجود در سری..... ۶۳
- نقشه ۴-۹- گزینه اول طراحی شده..... ۶۳
- نقشه ۴-۱۰- گزینه دوم طراحی شده..... ۶۴
- نقشه ۴-۱۱- گزینه سوم طراحی شده..... ۶۴
- نقشه ۴-۱۲- گزینه چهارم طراحی شده..... ۶۵

فصل اول

محمد

۱-۱- مقدمه و کلیات

جنگل مجموعه‌ای است که تحت تأثیر عوامل متعدد درونی و بیرونی در مدت زمان طولانی شکل گرفته و عناصر تشکیل دهنده آن به تعادل و توازن رسیده است، در حفظ چنین شرایط و تعادلی که تمام موجودات در آن می‌توانند سالیان درازی را بگذرانند هر گونه دخالت باید با درک صحیح از آن مجموعه و شناخت کامل نسبت به آن انجام پذیرد. مدیریت چنین مجموعه‌ای بدون وجود شبکه جاده مناسب، مدیریت علمی و اقتصادی محسوب نمی‌شود و در حقیقت اساس مدیریت جنگل و بهره برداری اصولی شدیداً وابسته به برنامه‌ریزی شبکه جاده جنگلی است. سابقاً معیارهای طراحی شبکه جاده بر مبنای تولید چوب و صرفه اقتصادی استوار بود. ولی امروزه به استفاده چند منظوره از شبکه جاده و مسایل زیست محیطی بیشتر توجه می‌شود. با توجه به داشتن یک مدیریت علمی برای رسیدن به توسعه پایدار ضرورت طراحی دقیق یک شبکه جاده جنگلی مناسب با در نظر گرفتن مسایل زیست محیطی اجتناب ناپذیر است.

در این راستا شبکه جاده‌های جنگلی به عنوان یکی از کلیدهای اصلی برای برنامه توسعه اقتصادی، حفاظتی و حمایتی طرح‌های جنگلداری به حساب آمده و نقش زیر بنایی در ساماندهی منطقه دارد. یک جانبه نگاه کردن و تمرکز بر روی اهداف اقتصادی باعث شده در طراحی شبکه جاده‌های جنگلی به مسایل زیست محیطی کمتر توجه شده و بسیاری از مناطق از پایداری لازم برای ساخت جاده برخوردار نباشد (۱۴).

جاده‌های جنگلی به عنوان شاه‌رگ حیاتی جنگل معروفند. همان طور که در تعریف کلی، جاده چنین تعریف شده است. مشخصات شبکه‌بندی جاده‌های جنگلی با توجه به طراحی انفرادی راه‌های مورد نظر در عرصه جنگلی، هدف بالاتر و کامل تری مورد نظر است که این هدف، رسیدن به شبکه مناسب از جاده‌های جنگلی است. برای تعریف بسیاری از مسایل مربوط به مدیریت جنگل مانند

جنگل‌شناسی، جنگلداری، جنگل‌کاری، حفاظت و حمایت جنگل، تفریح و تفرج و بهره‌برداری اصولی باید تمام ابعاد مربوط به تعیین شبکه مناسب جاده‌های جنگلی را در نظر داشت (۲۱).
به یقین مشخص شده است که عدم توجه به پیامدهای زیست محیطی طرح‌های توسعه موجب به هدر رفتن منابع سرزمین و ایجاد فاجعه زیست محیطی می‌گردد که این کاملاً مغایر با نگرش جدیدی است که از دهه ۱۹۷۰ با عنوان توسعه پایدار در مجامع مرتبط مطرح و الگوی عمل بوده است. توجه به بحث پایداری در طراحی شبکه جاده جنگلی لزوم دخالت یکسری از متغیرها که به نوعی با مسایل زیست محیطی در ارتباط است را می‌طلبد (۱۴).

یکی از مهمترین و اساسی‌ترین مراحل مطالعه در طراحی شبکه جاده جنگلی، طراحی مسیر اولیه (هادی) یا مطالعه فاز صفر می‌باشد. در طراحی با شیوه‌های مرسوم عمدتاً متغیرهای اقتصادی در نظر گرفته می‌شوند. و معمولاً هزینه یا خسارت‌های زیست محیطی که ممکن است در حین ساخت و بعد ساخت بر اکوسیستم حساس اطراف مسیر وارد آید لحاظ نمی‌شود. برای کاستن از این خسارت بهترین کار هم از نظر اقتصادی و هم اکولوژیکی در نظر گرفتن عوامل مؤثر در مسایل زیست محیطی و اجتناب عبور از مناطق حساس اکولوژیکی در طراحی اولیه می‌باشد. تا از وارد آمدن خسارت‌های زیست محیطی و تبعات بعدی پیشگیری شود. در نظر گرفتن توأم مسایل مختلف موجب افزایش حجم داده‌ها و همچنین پیچیدگی فرآیند تصمیم‌گیری خواهد شد. به این منظور در این تحقیق از ابزار توانمند سیستم اطلاعات جغرافیایی جهت افزایش لایه‌های اطلاعاتی و تلفیق آنها و انجام تجزیه و تحلیل به روی داده‌ها استفاده شده است تا بتوان این داده‌ها را با دقت بیشتر پردازش نمود و نتیجه مطلوب‌تری بدست آید (۳).

جنگل‌ها فراهم‌کننده محصولات متنوعی اعم از چوبی و غیر چوبی هستند که برای استفاده از آن نیاز به راه‌های دسترسی به جنگل می‌باشیم. جاده‌سازی یکی از پر هزینه‌ترین طرح‌ها را در مدیریت طرح‌های جنگلداری تشکیل می‌دهد و بر روی بخش‌های مختلف مدیریتی جنگل تأثیر بسزایی دارند در نتیجه لازم است قبل از ساخت شبکه جاده جنگلی ارزیابی فنی و اقتصادی دقیقی روی گزینه‌های مختلف طراحی شده جهت انتخاب بهترین گزینه شبکه جاده صورت گیرد، البته باید گفت که جاده‌ها نقش مهم و ویژه دیگری نیز در جنگل ایفا می‌کنند که مهمترین آنها عبارتند از:

۱- حفاظت موثر و مدیریت جنگل

- ۲- استفاده از آن برای تفریح و اکوتوریسم
 - ۳- توسعه جنگل و جنگلکاری
 - ۴- ارتباط با جوامع روستایی داخل جنگل
 - ۵- دسترسی سریع به جنگل هنگام بروز حوادث
 - ۶- امکان دخالت‌های علمی مدیریتی در امر پرورش و جوان‌سازی جنگلی
 - ۷- به حداکثر رساندن ارزش افزوده تولیدات و جلوگیری از ضایعات محصولات جنگلی (۷).
- جاده‌های جنگلی نقش اساسی در مدیریت، حفاظت و احیا جنگلها در مناطق کوهستانی دارند. وظیفه اصلی جاده‌های جنگلی شبکه‌بندی منطقه و نیز به جریان انداختن امور بهره‌برداری و حفاظت و بازسازی واحیاء است. احداث جاده به منظور بهره‌برداری بایستی به نحوی صورت گیرد که بتوان به راحتی به تمام نقاط منطقه دسترسی پیدا کرد و محصولات آن را سریع و سالم جهت تبدیل و مصرف به جاده‌های عام‌المنفعه رساند.
- احداث جاده‌های جنگلی باید حتی الامکان بدون خاکبرداری و خاکریزی زیاد صورت گیرد. از این رو سعی می‌شود با تغییر مسیر (ایجاد پیچ) و تغییر شیب درحد مجاز، از خاکبرداری و خاکریزی های زیاد و بی مورد خودداری نمود و بدین وسیله بستر جاده کاملاً با پستی و بلندی منطقه انطباق داشته باشد. جاده‌های جنگلی باید با حداقل هزینه و بیشتر به منظور بهره‌برداری از نقاط مختلف منطقه طرح‌ریزی و احداث گردند (۹).
- جاده‌های جنگلی به دو دسته تقسیم می‌شوند: الف- جاده‌های اصلی جنگلی ب- راه‌های فرعی جنگلی
- الف: جاده‌های اصلی جنگلی که خود به سه دسته تقسیم می‌شود.
- ۱- جاده درجه یک جنگلی: جاده‌های درجه یک جنگلی یا جاده‌های ارتباطی، اتصال حوزه آبخیز به جاده‌های اصلی و فرعی عام‌المنفعه را فراهم نموده و در داخل حوزه ایجاد ارتباط می‌نماید و سری‌های مختلف را به یکدیگر متصل می‌کند. این نوع جاده پرتراфик‌ترین نوع جاده‌های جنگلی است که می‌تواند به راحتی تا میزان ۲۰۰۰۰ ترافیک در سال را تحمل نمایند و در تمام طول سال قابل عبور و مرور می‌باشند و تناژ قابل تحمل بر روی این نوع جاده ۴۰ تن است.

۲- جاده درجه دو جنگلی: جاده‌های جنگلی درجه دو یا جاده‌های جمع آوری کننده، یک طرفه بوده و در داخل سری ایجاد ارتباط نموده و گاهی هم سری‌های مختلف را به یکدیگر مرتبط می‌نماید. میزان حجم ترافیک قابل تحمل این جاده‌ها بیش از ۱۰۰۰۰ و کمتر از ۲۰۰۰۰ در سال می‌باشد. این نوع جاده‌ها در تمام فصول سال قابل استفاده می‌باشد مگر در شرایط نامناسب و تناژ قابل تحمل بر روی آن ۳۰ تن است.

۳- جاده درجه سه جنگلی: جاده‌های جنگلی درجه سه یا جاده‌های نفوذی که به جاده‌های شبکه بندی نیز معروف هستند. یک طرفه بوده و در داخل سری ایجاد ارتباط نموده و پارسل‌های مختلف را به یکدیگر متصل می‌نماید. میزان حجم ترافیک قابل تحمل در این جاده حدوداً تا ۱۰۰۰۰ ترافیک در سال می‌باشد. این نوع جاده در شرایط مناسب در تمام فصول سال باز است و تناژ قابل تحمل بر روی این گونه جاده ۲۵ تن است.

ب: راه‌های فرعی جنگلی به هفت دسته تقسیم می‌شود. موقتی بوده و پس از چوبکشی به حالت اول جنگل بر می‌گردد. البته در شیوه تک‌گزینی ترجیح دارد که ثابت باشد ولی پس از پیرو برداشت بایستی به حالت اول برگردد.

۱- راه‌های مالرو ۲- مسیر چوبکشی ۳- مسیر اسکیدر رو ۴- تله فریک با برد کوتاه (گاهی با برد متوسط) ۵- راه‌های آبی ۶- راه‌های هوایی ۷- سر دادن

روش‌های سنتی طراحی شبکه جاده‌های جنگلی بر مبنای بازدید مقدماتی و استفاده از نقشه‌های توپوگرافی است. روی این نقشه‌ها به وسیله تکنیک گام‌پرگار از نقطه ابتدا تا انتها، مسیر جاده طراحی می‌شود در روش سنتی برای تلفیق اطلاعات از فن هم‌گذاری لایه‌های اطلاعاتی به روش دستی استفاده می‌شود و در عین حال در تکنیک روی هم‌گذاری لایه‌ها به روش سنتی در انتخاب تعداد فاکتورها محدودیت وجود دارد و تعداد زیادی از داده‌ها را نمی‌توان به کمک این فن تلفیق و مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. با توجه روی هم‌گذاری و تلفیق لایه‌های مختلف اطلاعاتی مستلزم صرف وقت و دقت زیاد است و این روش قابلیت به کارگیری اطلاعات و داده‌های مکانی زیادی را ندارد به همین دلیل در این روش امکان مقایسه گزینه‌های مختلف به راحتی وجود ندارد. در نتیجه در طراحی سنتی الزاماً از تعداد گزینه‌ها می‌کاهند تا طراحی و ارزیابی عملی شود (۱۴).

در ایران که مساحت آن برابر ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومتر مربع می باشد، ۱۲ میلیون هکتار جنگل در اقلیم مختلف وجود دارد که حدود ۱/۹ میلیون هکتار آن در دامنه‌های شمالی سلسله جبال البرز با عرض متوسط ۳۰ کیلومتر در طول جغرافیایی $۴۸^{\circ}۳۰'$ تا $۵۶^{\circ}۷۰'$ درجه شرقی و عرض جغرافیایی ۳۶° تا $۳۸^{\circ}۳۰'$ درجه شمالی گسترده شده است (۳).

عدم دسترسی به سطح جنگل در اثر کمبود و یا فقدان یک شبکه کافی از جاده‌های جنگلی از دلایل اصلی عدم گسترش طرح‌های جنگلداری به تمام سطح جنگل‌های شمال است. همچنین انجام بهینه هر گونه عملیات جنگل‌شناسی، جنگلداری، حفاظت و بهره‌برداری مستلزم داشتن شبکه مناسب جاده‌های جنگلی است. در تمامی فعالیت‌های مربوط به طرح‌های جنگلداری مانند عملیات جنگل‌کاری و احیاء و توسعه، حمایت، حفاظت، جنگل‌شناسی و بهره‌برداری وجود جاده‌های جنگلی امری اجتناب‌ناپذیر است و این مطلب در سراسر دنیا و در علوم جنگل به اثبات رسیده است (۱۴).

علاوه بر آن کمبود جاده در جنگل‌های شمال باعث شده است تا از چوب برداشت شده در طرح‌های جنگلداری فعال کشور، قسمت اعظم آن به صورت چوب‌های تبدیل شده به الوار از جنگل خارج شود که کاهش ارزش افزوده، افزایش هزینه حمل و بالا رفتن ضایعات چوب‌های با ارزش را در پی دارد (۱۸).

جاده‌سازی در جنگل‌های شمال تا به حال تابع ضوابط دقیقی نبوده و به صورت سستی با تکیه بر مسیربایی‌های بسیار بوده است و در اکثر موارد طبق اعمال سلیقه‌های شخصی و در مواردی بر اساس ضرورت‌های فوری و بسته به توان مالی مجری، جاده‌هایی با استانداردهای متفاوت و بدون در نظر گرفتن نیازهای جنگل و اهداف دراز مدت جنگلداری و در بهترین حالت با استفاده از تجربیات و معیارهای موجود در راهسازی عمومی ساخته شده‌اند و به همین دلیل در بیشتر موارد با نیازهای طرح‌های جنگلداری و اهداف دراز مدت آن منطبق نیستند. ضمن اینکه در این روش تنها تعدادی از عوامل مؤثر بر طراحی مسیر از قبیل شیب و هیدروگرافی که دارای اهمیت بیشتری می‌باشند، مدنظر قرار می‌گیرند که این خود باعث کاستن اعتبار طراحی می‌شود (۵).

با طراحی مناسب و منطبق بر اصول فنی شبکه جاده می‌توان کارایی شبکه را افزایش داد. برای نیل به این هدف بررسی گزینه‌های متعدد شبکه جاده در یک منطقه ضروری است تا مناسبترین گزینه بر مبنای کارایی انتخاب شود. بدیهی است هر چه تعداد گزینه‌های طراحی شده بیشتر باشد، نتایج

مطلوب‌تر خواهد بود. طراحی شبکه جاده با استفاده از روشهای رایج کند و هزینه بر است، به همین دلیل به منظور کاهش هزینه و زمان طراحی، تعداد گزینه‌های کمتری طراحی می‌شوند که همین موضوع به کیفیت طراحی لطمه وارد می‌سازد. از طرفی در مورد شبکه جاده جنگلی نه تنها طراحی بلکه ارزیابی گزینه‌ها هم با استفاده از روشی مناسب اهمیت زیادی دارد (۱۲).

حتی در بعضی موارد بدون رعایت ضوابط از نظر ویژگی‌های شبکه بندی مناسب در جنگل‌های شمال کشور، جاده تهیه و احداث شده است که بسیاری از آنها برای طرح‌های جنگلداری تنها باعث افزایش هزینه‌ها شده است. در بیشتر موارد تهیه و اجرای شبکه راهها و پروژه جاده‌های جنگلی نیز مانند معیارهای فنی راههای جنگلی ناقص و بدون در نظر گرفتن اصول و فنون خاص این راهها و بی توجه به اهداف جنگلداری بوده است (۱۴).

با توجه به وسعت کم جنگل‌های ایران ما به اهمیت طرح‌های جنگلداری پی می‌بریم. در این طرح‌ها، شبکه جاده‌های جنگلی به عنوان تأسیسات زیربنایی نقش اساسی در مدیریت، حفاظت و احیای جنگل‌ها در مناطق کوهستانی دارند. نقش جاده‌های جنگلی در مدیریت شامل: خروج چوب احیاء جنگل، کنترل آتش و دسترسی به جنگل می‌باشد (گروزوسکی، ۲۰۰۲)^۱. شبکه بندی جاده را می‌توان یکی از ارکان مهم در اجرای اهداف مدیریت جنگل دانست چرا که بدون دسترسی به عرصه انجام هرگونه عملیات صحیح جنگل‌شناسی، جنگلداری و بهره‌برداری و دیگر فعالیت‌ها امکان پذیر نمی‌باشد. از ابتدای تهیه طرح‌های جنگلداری تاکنون، فقدان شبکه جاده کافی همواره مدیریت جنگل‌های شمال کشور را تحت‌الشعاع قرار داده و به عنوان مشکلی مطرح بوده است. و با توجه به هزینه بالای جاده‌سازی در جنگل و پیامدهای ناشی از ساخت جاده مثل فرسایش و تخریب و ریزش کوه کنار جاده، ایجاد شبکه بندی اصولی که بتواند با کمترین طول و حداقل تخریب بیشترین پوشش را ایجاد کند، لازم می‌باشد (استوارت، ۲۰۰۲)^۲. شبکه جاده‌های جنگلی مهم‌ترین عامل تقسیم بندی جنگل به واحدهای برنامه ریزی و حمل و نقل می‌باشد. همچنین دارای ابعاد بسیار گسترده‌ای از دیدگاه هزینه‌ها، اثرات زیست محیطی، دسترسی و پوشش در جنگل می‌باشد. یکی از موارد مهم در طراحی و تهیه پروژه جاده‌های جنگلی توجه به هزینه‌های ساخت و نگهداری جاده و تأکید ویژه روی این عامل در موقعیت‌یابی مسیرهای جاده در واحد مدیریتی جنگل می‌باشد. از آنجایی که رابطه

^۱ - Gorsevski

^۲ - Stewart

نزدیک و تنگاتنگی بین هزینه‌های ساخت و نگهداری جاده و مشخصه‌های پایداری (پایداری خاک و سنگ بستر) وجود دارد، بنابراین توجه به عامل ذکر شده در طراحی شبکه جاده موجبات عبور بیشتر مسیر از مناطق با هزینه جاده‌سازی پایین و در نتیجه طراحی شبکه قابل قبول را در منطقه جهت کاربری‌های جنگلداری و توریسم فراهم می‌نماید.

۱-۲- سامانه اطلاعات جغرافیایی^۱

حجم زیاد داده و کاربردهای روزافزون آن در نظام‌های مختلف مرتبط با زمین نظیر منابع طبیعی، محیط زیست، بوم، خاک و زمین شناسی و... از یک سو و ماهیت پویایی و تغییرپذیری آنها در بعضی از نظام‌ها از جمله منابع طبیعی و محیط زیست از سویی دیگر، ضرورت استفاده از ابزارهای کمکی الکترونیکی و روش‌های نوین را مطرح ساخته‌اند.

توسعه و تکامل بسیار سریع فن آوری رایانه‌ای در بخش‌های سخت افزار و نرم افزاری آن در دهه های اخیر، ابتدا امکانات و تسهیلات فنی بسیار زیادی در رابطه با پردازش هندسی و گرافیکی داده های مرتبط با زمین و همچنین سازماندهی، مدیریت و به کارگیری اطلاعات موضوعی را به طور مجزا از هم فراهم ساخت. ضرورت در اختیار داشتن و به کار گیری تسهیلات فوق به طور یکپارچه و توأمان در رابطه با داده‌های زمینی، منجر به طراحی و ایجاد سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی گردید. یک سامانه اطلاعات جغرافیایی قادر است که تا داده‌های مربوط به موقعیت مکانی پدیده‌ها را به همراه اطلاعات توصیفی آنها به طور یکپارچه نگهداری و به طور همزمان جهت طراحی، برنامه ریزی و حل مشکلات مورد استفاده قرار دهد (۱۴).

لازمه استفاده از GIS داشتن دانش کافی از مبانی، اصول و سازماندهی آن است. همچنین استفاده بهینه از آن منوط به آگاهی کاربر از قابلیت‌ها و محدودیت‌های آن می باشد. سامانه اطلاعات جغرافیایی در ارتباط با داده‌های مکان‌دار می‌باشد. در نگاهی وسیع و عمومی این چنین سامانه‌ها ابزارهایی جهت پردازش داده‌های مکان‌دار و تبدیل آنها به اطلاعات جهت استفاده در تصمیم گیری‌ها است (۱۴).

^۱ - Geographic Information system

سامانه اطلاعات جغرافیایی یک سامانه رایانه‌ای متشکل از سخت افزار، نرم افزار، داده و کاربر است که قادر می باشد داده‌های مکان دار را به طور رقومی کسب، نگهداری، بازیابی، مدل‌سازی و تجزیه و تحلیل نموده و به طور متنی و گرافیکی ارائه نماید (۲۷).

۱-۲-۱- طراحی شبکه جاده با استفاده از سامانه اطلاعات جغرافیایی

طراحی مسیر مناسب به منظور برقراری ارتباط در مناطق جنگلی و کوهستانی از طریق روش‌های متداول و سنتی و با تکیه بر خطوط منحنی میزان به روش گام پرگار بسیار وقت گیر خواهد بود. از سوی دیگر در این روش، تنها تعدادی عوامل موثر بر طراحی مسیر از قبیل شیب و هیدروگرافی که اهمیت بیشتری دارند، مدنظر قرار می‌گیرند که باعث کاستن از اعتبار طراحی می‌گردد. به علاوه عواملی از قبیل وضعیت توپوگرافی، کاربری اراضی، فاصله از مناطق روستایی و تفریحی، موجودی در هکتار و ... نیز در طراحی مسیر موثرند که ارزش آنها بر طراحی مسیر یکسان نمی‌باشد. امروزه مدیریت توأم مدیریت اطلاعات موجود در کلیه این نقشه‌ها و لحاظ نمودن این عوامل در طراحی مسیر از طریق سیستم اطلاعات جغرافیایی مقدور شده است و طراحان جاده‌های جنگلی می‌توانند بسیاری از واریانت‌های جاده را به طور سریع مورد تجزیه و تحلیل قرار دهند و به کمک قابلیت‌های GIS، شرایط اقتصادی و زیست محیطی را نیز ارزیابی کنند. تغییر در اهداف مدیریتی جنگل و مطرح شدن معیارهای زیست محیطی و اقتصادی با توجه به نواقص و مشکلات موجود در روش‌های سنتی و در عین حال توانایی و قابلیت بالای سامانه اطلاعات جغرافیایی در روی هم‌گذاری و ذخیره و تجزیه و تحلیل حجم بسیاری از داده‌ها باعث ایجاد تفکر به کارگیری این سامانه در طراحی شبکه جاده شد. سامانه اطلاعات جغرافیایی در دهه ۱۹۷۰ برای فراهم آوردن قدرت تجزیه و تحلیل مقادیر زیادی از داده‌های جغرافیایی توسعه یافتند (۲).

به منظور کمک به طراحان در مسیریابی جاده‌های جنگلی، روش‌های متعددی به کمک کامپیوتر با استفاده از DEM^۱ پایه ریزی شده‌اند. امروزه با استفاده از قابلیت‌های GIS و DEM مسیریابی جاده‌های جنگلی به صورت خودکار امکان پذیر شده است. با استفاده از ابزارهای موجود طراحان جاده

^۱ -Digital Elevation Model