بخش از دور و سامانه اطلاعات جغرافیایی در منابع طبیعی (سال ششم / شماره سوم) پاییز ۱۳۹۴
نمایه شده در سایت: پایگاه استنادی علوم جهان اسلام، جهاد دانشگاهی، مگ ایران، نورمگز
آدرس وب سایت : http://girs.iaubushehr.ac.ir

بررسی تأثیر عوامل مختلف فیزیوگرافی و فاصله از جاده بر نشانه‌گذاری درختان با استفاده از الگوی رگرسیون خطی چندگانه

حمید جلیلوند[۱]، مریم نیک‌نژاد[۲*]، محمد حجازیان[۳]

۱. دانشیار دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۲. دانشجوی دکتری جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
۳. دانشجوی دکتری مهندسی جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

یکی از ابزارهای اعمال مدیریت در جنگل که تأثیر مستقیم بر خصوصیات کمی و کیفی آن دارد، نشانه‌گذاری است. به منظور ارزیابی تأثیر عوامل فیزیوگرافی شکل زمین و جاده بر نشانه‌گذاری درختان برای بهره‌برداری، در طرح جنگل‌داری سری دو از بخش هفت طرح‌های جنگل‌داری شرکت نکاچوب استان مازندران از الگوی رگرسیون خطی چندگانه استفاده شد. بدین منظور در قطعه نمونه‌ای به مساحت ۲۱۵ هکتار با استفاده از سیستم موقعیت‌یاب جهانی، اقدام به برداشت موقعیت درختان نشانه‌گذاری شد سپس با استفاده از این نقاط و مدل رقومی ارتفاع منطقه مورد مطالعه نقشه های درختان نشانه‌گذاری شده، ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب و درصد شیب، خاک منطقه و نقشه فاصله از جاده در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی تهیه شد. جهت درک ارتباط هر یک از عوامل با نشانه‌گذاری درختان از الگوی چندگانه خطی استفاده شد، به‌طوری‌که نقشه‌های عوامل ذکرشده به عنوان متغیر مستقل و نقشه موقعیت درختان نشانه‌گذاری شده به عنوان متغیر وابسته وارد مدل رگرسیونی گردید. نتایج حاصل از مدل نشان داد که نشانه‌گذاری درختان منطقه در مناطق با ارتفاع کم و مناطق با شیب ملایم و پایین با خاک‌های عمیق و در جهات شمالی و شرقی و در نزدیکی جاده‌های جنگلی بیشتر از مناطق دیگر می‌باشد. نشانه‌گذاری درختان تحت تاثیر برخی عوامل فیزیوگرافی انجام می‌شود و عواملی مانند شیب یا نزدیکی به جاده باعث شود تا نشانه‌گذار تمایل به دخالت در این مناطق داشته باشد و از دخالت در مناطق با شیب بیشتر یا دور از جاده پرهیز نماید که این موضوع باعث دور شدن از هدف دخالت در تمام سطح جنگل و عدم اصلاح متوازن ساختارجنگل می‌شود.

مشخصات مقاله

پیشینه مقاله:
دریافت: ۲۹ آبان ۱۳۹۳
پذیرش: ۸ مرداد ۱۳۹۴
دسترسی اینترنتی: ۲۵ آذر ۱۳۹۴

واژه‌های کلیدی:
نشانه‌گذاری
رگرسیون چندگانه خطی
عوامل فیزیوگرافی
استان مازندران

* پست الکترونیکی مسئول مکاتبات: maryam612niknejad@yahoo.com

مقدمه

جنگل‌های خزری یکی از بهترین ذخایر ژنتیکی بیوسفر زمین، از سرمایه‌های با ارزشی هستند که تأثیر مهمی بر اقتصاد کشور دارند و با بیش از یک میلیون سال قدمت جز جنگل‌های طبیعی و کهن به شمار می‌روند (۷). با وجود این همواره در معرض تخریب قرار داشته‌اند، به طوری که امروزه کمتر جنگلی را می‌توان یافت که دست نخورده و بکر باشد. از عوامل تخریب جنگل‌های خزری می‌توان به وابستگی اقتصادی ساکنان مناطق شمالی کشور به آنها، مدیریت نامناسب و به عبارتی استفاده نادرست از ابزارهای اعمال مدیریت در این عرصه‌ها اشاره کرد. یکی از ابزارهای اعمال مدیریت در جنگل که تأثیر مستقیم بر خصوصیات کمی و کیفی آن دارد، نشانه‌گذاری است. نشانه‌گذار عملیاتی است که در آن جنگل‌شناس با جنگل گردشی و بررسی شرایط توده و با توجه به اهداف بلند مدت مشخص شده اقدام به انتخاب درختان مورد نظر نموده تا در مرحله بعد این درختان مورد بهره‌برداری قرار گیرند. نشانه‌گذاری دقیق، مناسب و مطابق با برنامه از عوامل تأثیرگذار در موفقیت طرح‌های جنگلداری و برنامه‌های جنگل‌شناسی است؛ اما امروزه عوامل فیزیوگرافی منطقه و عوامل اقتصادی اجتماعی، تأثیر انکارناپذیری بر استفاده از این ابزار در جنگل‌های تحت مدیریت دارد (۴ و ۷). یک نشانه‌گذار همواره سعی می‌کند بر اساس برنامه‌های مشخص شده و سوق دادن جنگل به سمت جنگل ایده‌آل اقدام به نشانه‌گذاری و بهره‌برداری از درختان نماید، اما برخی عوامل فیزیوگرافیک با ایجاد برخی محدودیت‌ها بر نحوه نشانه‌گذاری تأثیر گذاشته و ممکن است باعث دور شدن از اهداف مورد نظر می‌شود.

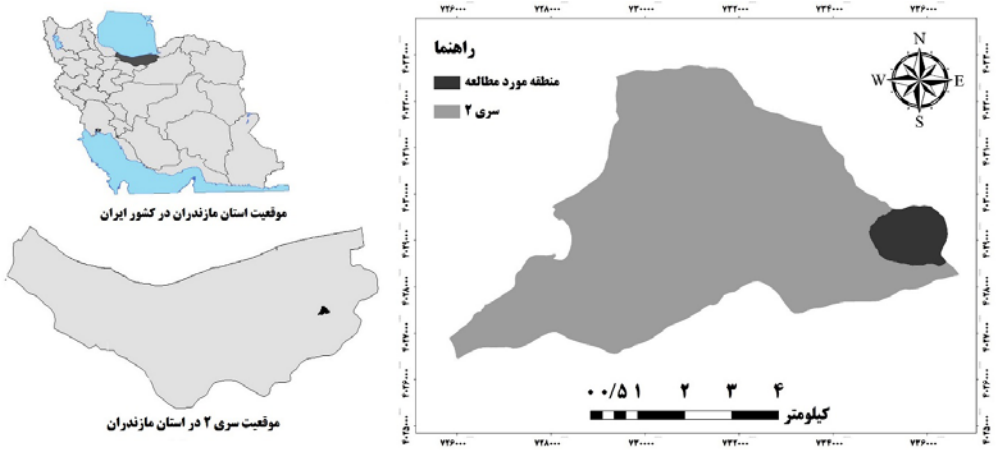
پراکنش مکانی گیاهان، یکی از جنبه‌های مهم اکولوژی گیاهی است که آگاهی از آن، از مقدمات و ضروریات بررسی پوشش گیاهی در هر منطقه به حساب می‌آید و تأثیر مهمی در نشانه‌گذاری درختان دارد (۱۲). عوامل فیزیوگرافی شکل زمین جهت دامنه‌ها و شیب با پوشش تاجی و تراکم و پراکنش پوشش درختی رابطه قوی دارد (۲۳ و ۲۷). پستی و بلندی به طور مستقیم از طریق تأثیر بر روی عوامل محیطی و به طور غیر مستقیم از طریق تأثیر بر تشکیل خاک، اثر عمده‌ای بر جوامع نباتی دارد. فیزیوگرافی سطح تابش خورشیدی، مقدار بارندگی، رطوبت خاک و همچنین عامل‌های آشفتگی مانند وزش باد را کنترل می‌کند (۲۱). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک نقش عمده‌ای در ایجاد تغییر و تنوع در جنگل ایفا می‌کند و از طرف دیگر جنگل‌ها نقش مهمی در تغییر و توسعه خصوصیات خاک‌ها به عهده دارند. راه اصولی در ارزیابی توان و طبقه‌بندی رویشگاه، بررسی پوشش گیاهی یا خصوصیات خاک و فیزیوگرافی به طور مجزا نیست، بلکه مطالعه هم زمان عوامل رویشی و محیطی می‌تواند نتایج مطلوبتری را در برداشته باشد (۲۰). همان طور که می‌دانیم مدیریت بهینهٔ منطقه‌های جنگلی و اجرای عملی طرح‌های جنگلداری ارتباط مستقیمی با کیفیت و کمیت طراحی و ساخت شبکه جاده‌های جنگلی به منظور دسترسی به همه سطوح جنگل دارد. طراحی مناسب مسیرها و برنامه‌ریزی بهینه جاده‌های جنگلی از عوامل مؤثر در توسعه پایدار جنگل‌ها به شمار می‌رود که باعث افزایش کارایی شبکه جاده‌ها، کاهش هزینه‌ها و جلوگیری از تخریب جنگل می‌گردند. بنابراین ارزیابی گزینه‌های مختلف شبکه جاده‌های جنگلی و تعیین مناسب‌ترین گزینه می‌تواند کمک مؤثری در کاهش هزینه‌های جاده‌سازی باشد (۱۰). لذا آگاهی از تأثیر عوامل مختلف بر نشانه‌گذاری درختان و بکار بردن آن در طراحی شبکه‌های جاده‌های جنگلی می‌تواند نقش مهمی در بهبود عملیات بهره‌برداری و بهینه کردن آن داشته باشد (۱۹). لطفعلیان و همکاران (۲۴) در مطالعه‌ای در شمال ایران فاکتور شیب را مهم‌ترین فاکتور مؤثر در چوبکشی معرفی نمودند. بنابراین فاکتور شیب تأثیر مهمی بر طراحی مسیرهای چوبکشی دارد و نشانه‌گذاران که در پاره‌ای اوقات خود این مسیرها را طراحی می‌کنند، در انتخاب درختان آن را مد نظر قرار می‌دهند. جهات جغرافیایی تأثیر متفاوتی بر رشد درختان دارند. العمری (۱۱) در مطالعهٔ خود اشاره می‌کند که میزان رویش ارتفاعی (*Pinus halepensis*) در جهت غربی منطقه مورد مطالعه به

طور معنی‌داری بیشتر از جهات دیگر جغرافیایی است و به طور کلی جهت جغرافیایی را بر میزان رویش درختان مؤثر دانسته است. حسن زادناورودی و همکاران (۲) و رضوی (۵) در تحقیقات جداگانه‌ای عامل ارتفاع از سطح دریا را در کیفیت توده جنگل مؤثر دانستند. بنابراین می‌توان انتظار داشت که چون نشانه‌گذار در ارتفاعات مختلف با توده‌های متفاوتی مواجه است می‌توان این فاکتور را در نحوه انتخاب درختان مؤثر دانست. استفاده از مدل‌های آماری چندمتغیره به منظور بررسی پراکنش گونه‌ها در سال‌های اخیر افزایش یافته و به عنوان ابزاری ضروری برای مدیریت اکوسیستم‌ها و حفاظت محیط زیست تلقی شده است (۱۸). یکی از این ابزارهای مورد استفاده روابط رگرسیونی هستند. با توجه به اینکه علوم محیطی، با پدیده‌های مختلفی سر و کار دارند، بنابراین در مباحث بوم‌شناسی رگرسیون چندگانه از اهمیت زیادی برخوردار است (۱). رگرسیون چندگانه خطی فنی برای تحلیل ارتباط بین چند متغیر هست. در رگرسیون چندگانه خطی، فرض بر وجود ارتباط خطی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل است (۶). استفاده از نقشه‌های فیزیوگرافی منطقه و معادله رگرسیون چندگانه خطی در محیط GIS شناخت مناسبی از چگونگی نشانه‌گذاری درختان جنگلی و تعیین عوامل مؤثر بر آن را فراهم می‌آورد. میرزایی زاده و نیک‌نژاد (۸) با استفاده از الگوی رگرسیون خطی چندگانه اقدام به شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش پوشش جنگلی در شهرستان ملکشاهی نمودند نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون بیان می‌کند که ترکیب خطی متغیرهای ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و جهت شیب با ضریب تعیین ۰/۳۸۸۹ به عنوان متغیرهای مستقل در مقایسه با دیگر متغیرها بهتر توانسته‌اند میزان کاهش پوشش جنگلی را برآورد نمایند. همچنین نتایج این تحقیق نشان داد که رگرسیون چندگانه قادر است ارتباط بین کاهش پوشش جنگلی (متغیر وابسته) و عوامل مؤثر بر آن (متغیرهای مستقل) را به خوبی تبیین کند. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی (ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت شیب، تیپ پوشش جنگلی و فاصله از جاده) بر نشانه‌گذاری در توده‌های آمیخته راش با استفاده از رگرسیون چندگانه خطی در منطقه انجام شد.

مواد و روش‌ها

منطقهٔ مورد مطالعه

این پژوهش در طرح جنگلداری سری ۲ از بخش ۷ طرح‌های جنگلداری شرکت نکاچوب انجام شده است. این طرح در حوزه آبخیز ۷۲ و طول جغرافیایی″۵۵ ′۲۹ °۵۳ تا ″۵۶ ′۳۷ °۵۳ و عرض جغرافیایی″۱۵ ′۲۶ °۳۶ تا″۲۱ ′۲۶ °۳۶ قرار دارد. حداقل ارتفاع از سطح دریا ۸۴۰ و حداکثر ۲۰۷۰ متر، جهت عمومی آن شمالی و تیپ جنگل عمدتاً راش- ممرز است.



شکل ۱. موقعیت منطقه مورد مطالعه در کشور و استان مازندران

داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش از نقشه توپوگرافی با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ برای ایجاد مدل رقومی ارتفاع (DEM) و همچنین تهیه داده‌های رقومی ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب و درصد شیب منطقه استفاده گردید و همچنین از نقشه‌های تیپ پوشش جنگلی و نقشه اجزا واحد اراضی خاک بخش ۷ سری ۲ با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده گردید.

تهیهٔ نقشه‌های مشخصه‌های اصلی فیزیوگرافی

ابتدا نقشه توپوگرافی مربوط به منطقه مورد مطالعه در محیط نرم‌افزار ArcGIS®10.2 زمین مرجع شده و منحنی‌های میزان را از نقشه‌های توپوگرافی رقومی کرده و نقشه DEM منطقه با ساختار رستری از نقشه توپوگرافی برداری رقومی شده به وجود آمد. نقشه‌های شیب، جهت شیب و ارتفاع از سطح دریا، از روی مدل رقومی ارتفاع منطقه به دست آمد. با کلاسه‌بندی مجدد مدل رقومی ارتفاع به طبقات ۱۰۰ متری، نقشه طبقات ارتفاعی در ۵ طبقه تهیه شد. برای تعیین دقیق ارتباط احتمالی عامل شیب با پدیده نشانه‌گذاری درختان، نقشه شیب به ۵ طبقه، ٪۱۰-۰، ٪۲۰-۱۰، ٪۳۰-۲۰، ٪۴۰-۳۰ و بیشتر از ۴۰٪ طبقه‌بندی شد. همچنین نقشه جهت شیب در ۴ جهت اصلی جغرافیایی (شمال، جنوب، شرق و غرب) تهیه گردید.

تهیهٔ نقشه موقعیت درختان نشانه‌گذاری شده

به منظور تهیه نقشه موقعیت مکانی درختان نشانه‌گذاری شده منطقه پس از تعیین محدوده منطقه با استفاده از GPS اقدام به جنگل گردشی و آماربرداری صد در صد و برداشت موقعیت مکانی درختان نشانه‌گذاری شده موجود در محدوده ۲۱۵ هکتاری مورد نظر گردید سپس این نقاط ثبت شده در سیستم موقعیت‌یاب جهانی به رایانه انتقال داده شد و در محیط نرم‌افزار ArcGIS®10.2 نقشه موقعیت درختان نشانه‌گذاری شده به صورت نقاط تهیه شد، سپس نقشه مورد نظر به ساختار رستری تبدیل گردید.

تهیهٔ نقشه اجزا واحد اراضی خاک

با توجه به استانداردها و دستورالعمل‌های موجود در کشور (مؤسسه تحقیقات خاک و آب) کلیه منابع اراضی از نظر شکل ظاهری و فیزیوگرافی به ۹ تیپ اصلی و ۳ تیپ فرعی تقسیم‌بندی می‌شوند که هر یک از تیپ‌ها بر اساس تقسیمات ژئومورفولوژی (رخساره و لیتولوژی)، توپوگرافی (شیب و پستی و بلندی) به چند واحد اراضی تقسیم می‌نمایند و هر واحد اراضی بر اساس سنگ‌شناسی و محدودیت‌های خاک و اقلیم به اجزا کوچک‌تر به نام زیر واحد اراضی تقسیم می‌شوند. در منطقه مورد مطالعه سه زیر واحد اراضی زیر مشاهده شدند که مشخصات آن‌ها در جدول ۱ آورده شده است.

نقشه فاصله از جاده

با توجه به هدف تحقیق جهت مطالعه تأثیر فاصله از جاده بر نشانه‌گذاری درختان، از تابع فاصله (Distance) که متداول‌ترین کاربرد آن در محاسبه و رسم نوار حاشیه در اطراف پدیده‌ها می‌باشد، در محیط نرم‌افزار ایدریسی استفاده گردید. این تابع کوتاه‌ترین فاصله هر یک از سلول‌ها تا پدیده‌ای معین را محاسبه و به عنوان ارزش سلول ثبت می‌کند (۳).

نقشه تیپ جنگل

جهت تهیهٔ نقشه تیپ منطقه مورد مطالعه از نقشه تیپ پوشش جنگلی طرح جنگلداری نکا- ظالم رود بخش ۷ سری ۲ با مقیاس ۱:۲۵۰۰۰ استفاده گردید.

جدول۱. ویژگی‌های اجزا واحد اراضی منطقه مورد مطالعه

علائم	زیر واحد اراضی	خاک	نفوذپذیری و محدودیت‌ها
۱۰۱	تپه‌های بلند تا کوه‌های بلند، مواد مادری آهکی- آهک مارنی، شیب کمی زیاد تا زیاد و بیرون زدگی سنگی زیاد	خاکی تکامل نیافته، سنگریزه‌دار، حداکثر عمق ۵۰- ۴۵ سانتی‌متر، بافت L تا Si-C-L، pH خاک ۷/۷- ۷/۳، تیپ خاک تکامل نیافته راندزین تا راندزین تیپیک	نفوذپذیری آب خوب تا متوسط محدودیت‌ها: شیب زیاد، عمق کم خاک، وجود سنگ، تحت‌الارض با ناپایداری متوسط
۱۰۲	تپه‌های بلند تا کوه‌های نسبتاً بلند، مواد مادری آهکی، مارنی و مارن سیلتی، شیب متوسط تا کمی زیاد، بیرون‌زدگی سنگی کم	خاکی تکامل یافته نسبتاً عمیق ۸۵- ۸۰ سانتی‌متر، سنگریزه‌دار، بافت C-L تا Si-C، pH خاک ۷/۶- ۷/۱، تیپ خاک قهوه‌ای جنگلی با pH قلیایی	نفوذپذیری متوسط تا ضعیف محدودیت‌ها: در نقاطی شیب کمی زیاد، عمق کم خاک، تحت‌الارض با پایداری متوسط
۱۰۳	تپه‌های نسبتاً بلند تا کوه‌های بلند، مواد مادری آهک مارنی، مارن، شیل آهکی، آهک ماسه‌ای، شیب کم، بدون بیرون‌زدگی سنگی	خاکی عمیق و تکامل یافته حدود ۱۱۰ سانتی‌متر، بدون سنگریزه، بافت C-L تا Si-C، pH خاک ۷/۵- ۶/۷، تیپ خاک قهوه‌ای شسته شده با افق کلسیک تا قهوه‌ای پسدوگلی	نفوذپذیری متوسط تا ضعیف محدودیت‌ها: زهکشی ضعیف، حساسیت به هیدرومورف، تحت‌الارض با پایداری ضعیف

رگرسیون خطی چندگانه

در رگرسیون چندگانه خطی، فرض بر وجود ارتباط خطی بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل است. با داشتن تعداد n متغیر مستقل، معادله رگرسیون چندگانه خطی از رابطهٔ ۱ تعیین می‌گردد.

$$Y = a + b_1x_1 + b_2x_2 + \cdots + b_nx_n \qquad [۱]$$

که در رابطه؛ Y متغیر وابسته، x_1، x_2 و ...x_n متغیرهای مستقل و b_1، b_2 و ...b_n ضرایب متغیرهای مستقل هستند. ضریب ثابت a نشان‌دهنده ارزش Y در زمان صفر بودن تمام متغیرهای مستقل است و ضرایب پارامترها نیز تغییر در Y را برای یک واحد افزایش در متغیر مستقل مرتبط با آن بیان می‌کند (۱۷).

در این مطالعه نقشه درختان نشانه‌گذاری شده به عنوان متغیر وابسته و داده‌های رقومی ارتفاع از سطح دریا، درصد شیب، جهت شیب، تیپ پوشش جنگلی و فاصله از جاده به عنوان پارامترهای مؤثر در نشانه‌گذاری درختان به عنوان متغیرهای مستقل در برقراری رابطه رگرسیون چندگانه خطی بکار گرفته شد. جهت ارزیابی مدل رگرسیون چندگانه خطی از معیارهای ضریب تعیین یا R^2 و جذر میانگین مربعات خطا (RMSe) استفاده شد.

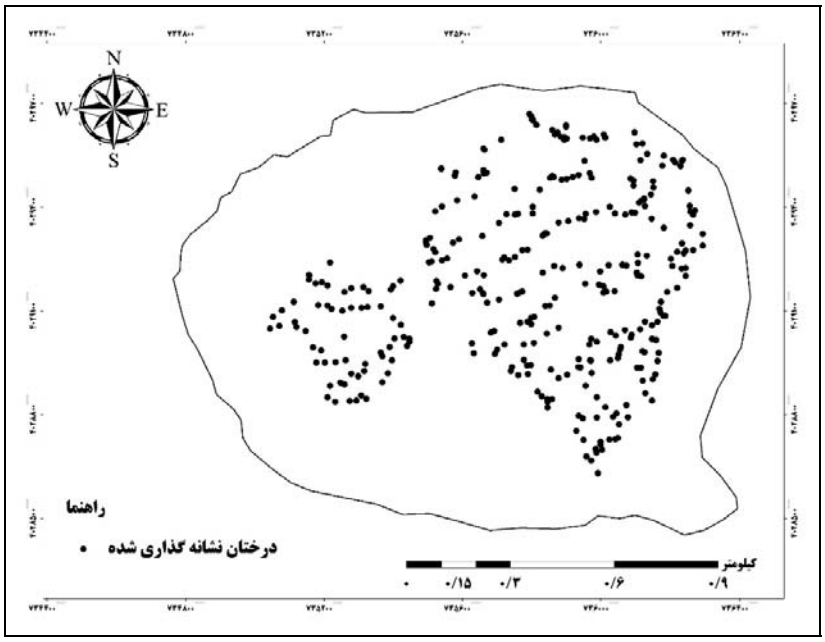
با استفاده از ضریب تعیین مشخص می‌شود که چه اندازه از تغییرات متغیر وابسته به متغیر مستقل مرتبط است. جذر میانگین مربعات خطا تفاوت میان مقدار پیش‌بینی شده توسط مدل یا برآوردگر آماری و مقدار واقعی می‌باشد که مقدار RMSe از رابطهٔ ۲ تعیین گردید.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(y_{obs} - y_{model})^2}{(n)}} \qquad [۲]$$

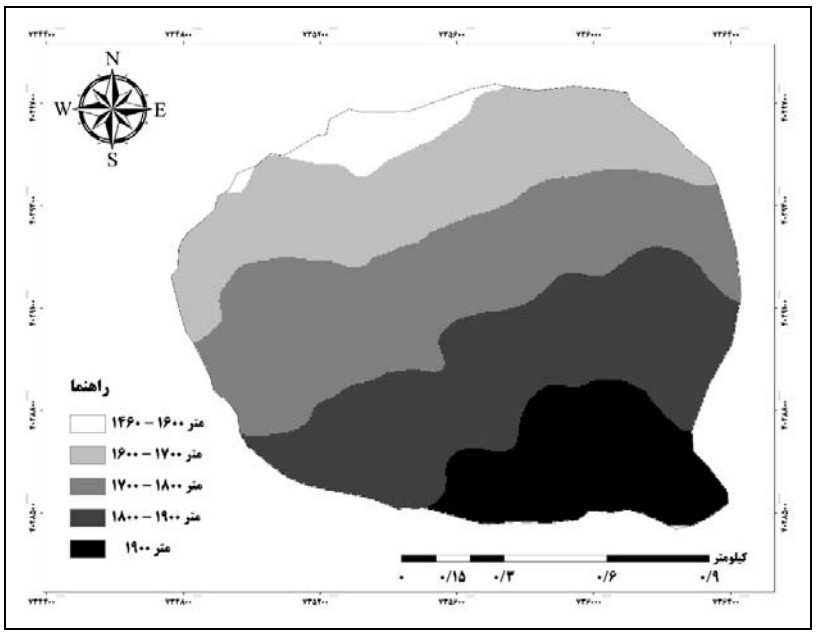
در این رابطه؛ y_{obs} و y_{model} به ترتیب مقدار مشاهده‌ای و برآورد شده توسط مدل و n تعداد داده‌ها می‌باشد (۱۵).

نتایج

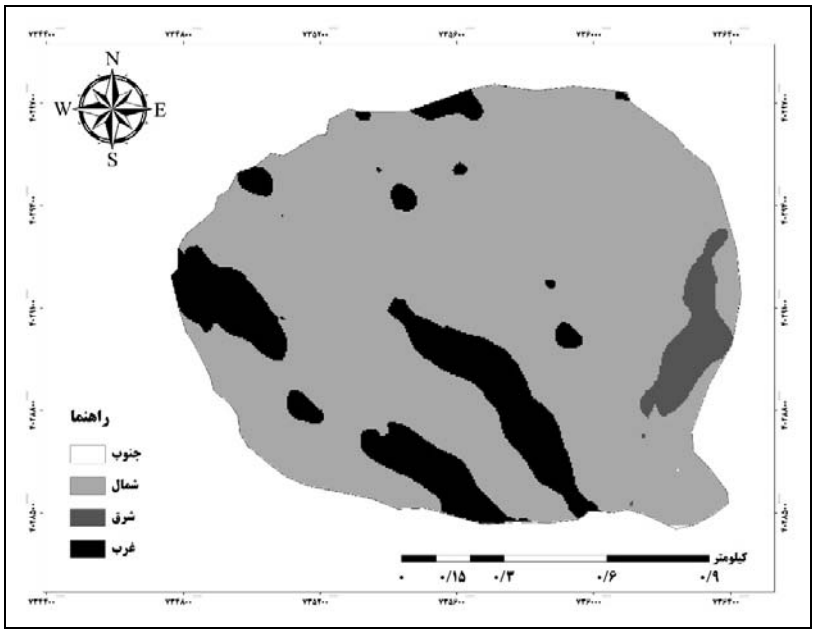
با استفاده از GPS موقعیت درختان نشانه‌گذاری شده برداشت گردید و سپس در محیط سیستم اطلاعات جغرافیایی نقشه درختان نشانه‌گذاری شده تهیه گردید (شکل ۲). با استفاده از مدل رقومی ارتفاع منطقه نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا (شکل ۳)، جهت شیب (۴) و شیب (شکل ۵) تهیه گردید.



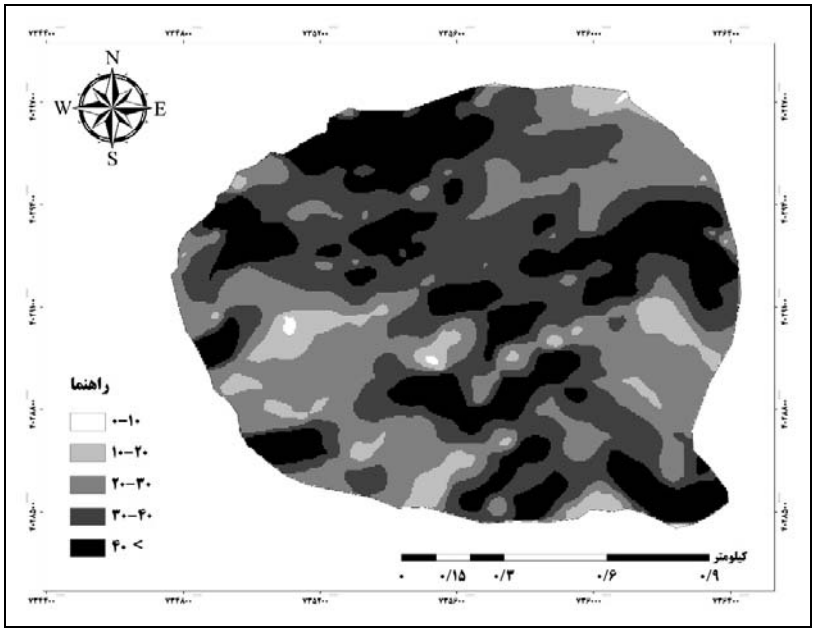
شکل۲. نقشه موقعیت درختان نشانه‌گذاری شده منطقه مورد مطالعه



شکل۳. نقشه ارتفاع از سطح دریا (متر) منطقه مورد مطالعه

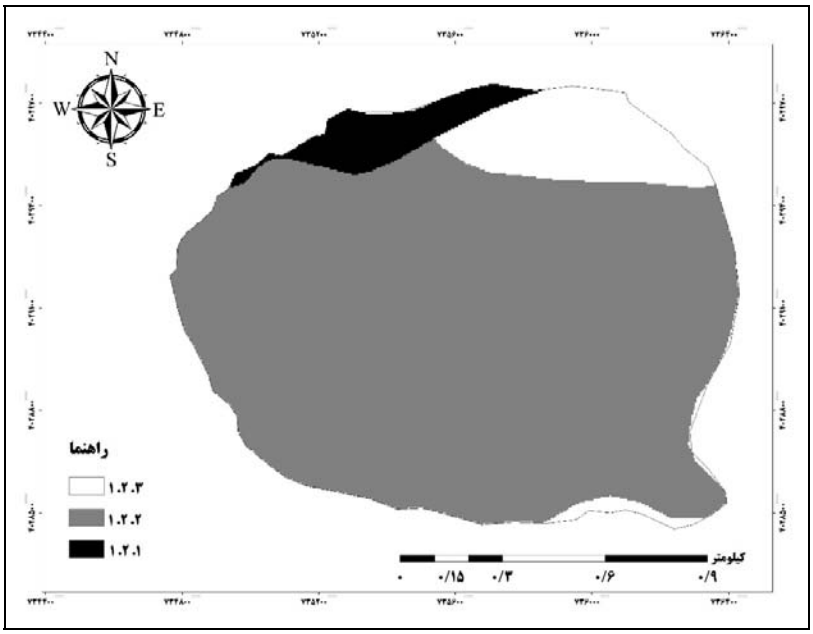


شکل۴. نقشه جهت شیب منطقه مورد مطالعه



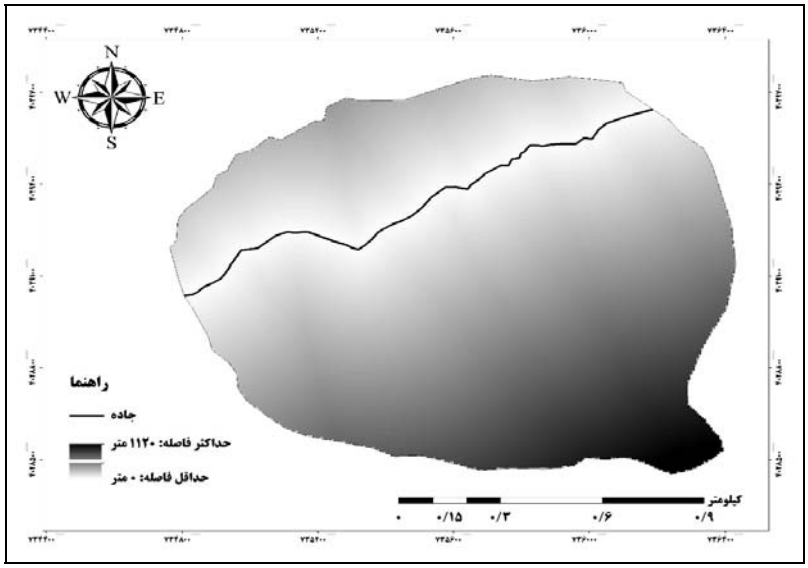
شکل۵. نقشه درصد شیب منطقه مورد مطالعه

نقشه اجزا واحد اراضی منطقه مورد مطالعه در شکل ۶ نشان داده شده است. این نقشه ویژگی‌هایی از خاک منطقه عمق، بافت و وضعیت فرسایش واحد اراضی منطقه را نشان می‌دهند. هر یک از این اجزا در گروه‌های هیدرولوژیکی خاصی قرار می‌گیرند که وضعیت نفوذپذیری آب و ایجاد رواناب سطحی خاک را نشان می‌دهند.



شکل۶. نقشه اجزا واحد اراضی منطقه مورد مطالعه

نقشه فاصله از جاده به عنوان متغیر دیگر که می‌تواند بر نشانه‌گذاری درختان جنگلی مؤثر باشد (شکل ۷) نشان می‌دهد که حداکثر فاصله از جاده در محدوده مورد مطالعه ۱۱۲۰ متر می‌باشد.

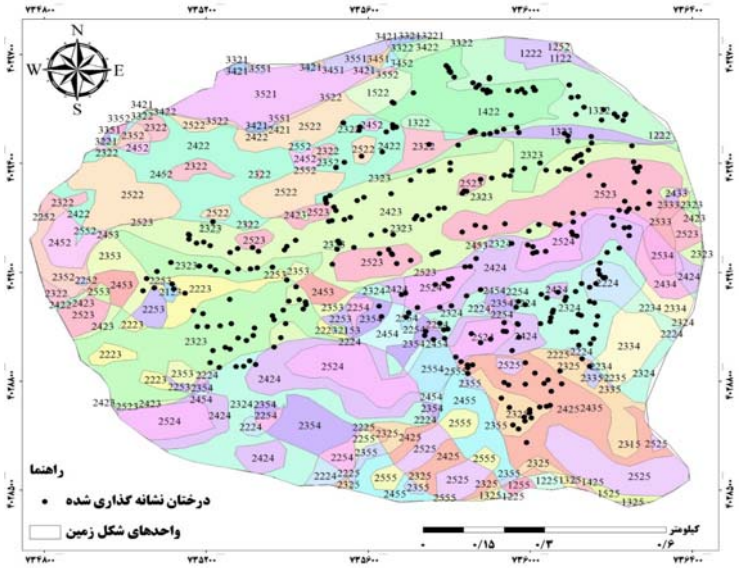


شکل۷. نقشه فاصله از جاده منطقه مورد مطالعه

نقشه واحدهای شکل زمین

به منظور تهیه نقشه واحدهای شکل زمین از توابع رویهم‌گذاری (Overlay) در محیط ArcGIS®10.2 استفاده شد. بدین منظور نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا، شیب، جهت شیب و عمق خاک منطقه رویهم‌گذاری شدند و در نتیجه آن یک نقشه که در آن ویژگی‌های فیزیوگرافی شکل زمین در هر واحد

آن نشان داده شده است، تهیه گردید (شکل ۸). شکل واحدهای شکل زمین نشان می‌دهد هر پلی‌گون دارای ویژگی‌های خاص به خود است که به صورت یک عدد چهار رقمی نشان داده شده است که این اعداد به ترتیب از چپ به راست نشان دهنده طبقه عمق خاک، طبقه درصد شیب منطقه، طبقه جهت شیب و طبقه ارتفاع از سطح دریا در آن واحد شکل زمین می‌باشد (مثلاً واحد شکل زمین ۲۴۲۳ که بیشترین درختان نشانه‌گذاری شده در آن قرار گرفته است دارای خاک نسبتاً عمیق (طبقه ۲ نقشه خاک)، شیب ۳۰ تا ۴۰ درصد (طبقه ۴ نقشه درصد شیب)، جهت شمال (طبقه ۲ نقشه جهت شیب) و در محدوده ارتفاعی ۱۷۰۰ تا ۱۸۰۰ متر از سطح دریا (طبقه ۳ نقشه ارتفاع از سطح دریا) قرار دارد. بیشترین درختان نشانه‌گذاری شده در واحدهای شکل زمین ۲۴۲۳، ۲۳۲۲ و ۲۳۲۴ قرار گرفته‌اند که نشان می‌دهد در خاک‌های عمیق‌تر و درصدهای متوسط شیب و در جهت‌های شمالی و ارتفاعات میانی میزان نشانه‌گذاری بیشتر بوده است.



شکل۸. نقشه واحدهای شکل زمین

با توجه به اینکه مقدار F محاسبه شده (۱۱۸۳۲/۰۷۵) از F جدول با درجه‌های آزادی ۱ و ۷۹۹۹۳ در سطح معنی‌دار ۵ درصد (۳/۸۴) بزرگ‌تر است، که بیانگر رابطه خطی معنی‌دار بین متغیرهای وابسته و مستقل است.

جدول۲. تجزیه واریانس رگرسیون خطی چندگانه

منابع تغییر	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آماره F	سطح معنی‌داری
رگرسیون	۵	۲۴۷۷۷۵۶۵۳/۵۰	۴۱۲۹۵۹۴۴/۰	۱۱۸۳۲/۰۷۵	٪۵
باقیمانده‌ها	۷۹۹۹۳	۲۷۹۱۸۹۱۱۰/۳۱	۳۴۹۰/۱۷		
کل	۷۹۹۹۸	۵۲۶۹۶۴۷۶۳/۸۱			

ارزش‌های آماره t از جدول T-Statistics برای درجه آزادی ۷۹۹۹۳ استخراج شده که جهت معنی‌داری متغیرهای مستقل مورد استفاده قرار می‌گیرد. با توجه به اینکه مقدار t استخراج شده از جدول برای سطح معنی‌داری ۹۹٪ درجه

آزادی ۷۹۹۹۳ برابر با ۲/۵۷ است که می‌توان نتیجه گرفت که متغیرهای مستقل مورد استفاده چون مقدار t بالاتر از ۲/۵۷ هست بسیار معنی‌دار هستند.

جدول۳. مقایسه سطوح معنی‌داری متغیرهای مستقل

متغیر مستقل	t استخراج شده از جدول T-Statistics	t حاصله از معادله رگرسیون چندگانه خطی	سطح معنی‌داری
ارتفاع از سطح دریا	۲/۵۷	۵۲/۰۱	٪۹۹
درصد شیب	۲/۵۷	۳۹/۳۸	٪۹۹
خاک	۲/۵۷	۱۸/۴۰	٪۹۹
جهت شیب	۲/۵۷	۸/۲۲	٪۹۹
فاصله تا جاده	۲/۵۷	۷/۵۴	٪۹۹

نقشه هر کدام از مشخصات فیزیوگرافی منطقه یعنی ارتفاع از سطح دریا، جهت شیب و درصد شیب و نقشه‌های اجزا واحد اراضی و فاصله از جاده به عنوان متغیر مستقل و نقشه درختان نشانه‌گذاری شده منطقه به عنوان متغیر وابسته وارد الگوی رگرسیون چندگانه خطی شدند که تأثیر هر کدام عوامل ذکر شده بر نشانه‌گذاری درختان منطقه مورد مطالعه به صورت ضریب در خروجی مدل رگرسیون چندگانه خطی ارائه می‌گردد هرچه میزان آن ضریب بیشتر باشد نشان می‌دهد آن طبقه تأثیرش بر نشانه‌گذاری درختان بیشتر است. نتایج مدل چندگانه خطی در جدول ۴ نشان داده شده است.

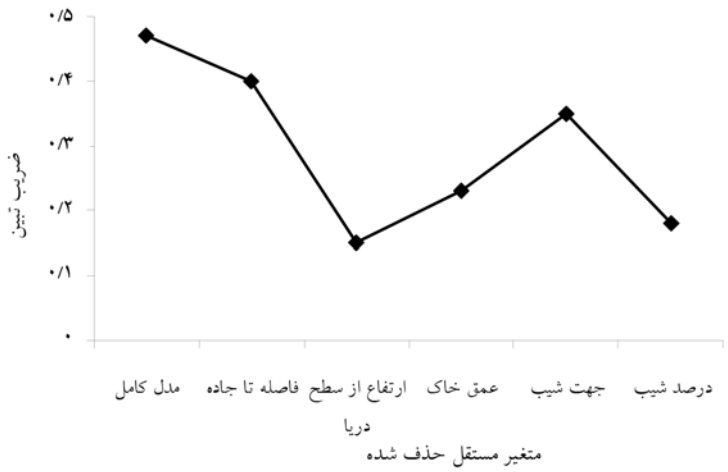
جدول۴. نتایج مدل رگرسیون چندگانه خطی

			پارامترهای مدل $Y= (a + b_1x_1 + b_2x_2 +... b_nx_n)$					
	RMSe	R^2	b_5x_5	b_4x_4	b_3x_3	b_2x_2	b_1x_1	A
نشانه‌گذاری درختان	۰/۶۸۵۷	۰/۴۷۰۱	۱/۸۰۶۷(X_5)	۴/۱۲۰۳(X_4) –	۸/۹۶۵۳(X_3) –	−۱۰/۲۲۴۰(X_2)	(X_1) −۳۶/۴۷۱۰	۱۱۳/۷۲۹۸

متغیر مستقل ارتفاع از سطح دریا (X_1)؛ متغیر مستقل درصد شیب (X_2)؛ متغیر مستقل خاک (X_3)؛ متغیر مستقل جهت شیب (X_4)؛ متغیر مستقل فاصله تا جاده (X_5)

با استفاده از ضریب تعیین مشخص می‌شود که چه اندازه از تغییرات متغیر وابسته به متغیر مستقل مرتبط است. با توجه به مقدار ضریب تبین (R^2) که مساوی با ۰/۴۷۰۱ است، می‌توان گفت ۴۷/۰۱٪ نشانه‌گذاری درختان جنگلی در هکتار توسط متغیرهای مستقل ایجاد شده است و میزان RMSe نشان می‌دهد که احتمال خطای مدل ۰/۶۸۵۷ هکتار است. به منظور تعیین اهمیت متغیرهای مستقل اقدام به حساسیت‌سنجی مدل شد. حساسیت‌سنجی مدل رگرسیون چندگانه خطی به این صورت انجام می‌شود که پس از اجرای مدل با سری داده‌های کامل، مدل به تعداد متغیرهای مستقل دوباره اجرا می‌شود. با این تفاوت که این بار در هر مرحله اجرای مدل یکی از متغیرهای مستقل حذف می‌گردد و مدل با متغیرهای مستقل باقیمانده اجرا می‌گردد. مزیت این کار در حساسیت سنجی متغیرها و کشف میزان اثر متغیرها در مدل نهایی است. پس از هر بار اجرا میزان ضریب تبین مدل استخراج گردیده و بر اساس میزان تفاوت حاصل شده با سری داده‌های کامل اثر متغیر

مستقل محاسبه می‌گردد (شکل ۹). متغیرهای مستقل ارتفاع از سطح دریا، خاک و درصد شیب اثر تعیین‌کننده‌ای بر میزان کارایی مدل دارند زیرا با حذف این متغیرها مقدار شاخص ضریب تبین کاهش قابل‌توجهی می‌یابد.



شکل ۹. حساسیت‌سنجی مدل رگرسیون چندگانه خطی با حذف متغیرهای مستقل

بحث و نتیجه‌گیری

نشانه‌گذاری، ابزاری برای پرورش توده‌های جنگلی است و یکی از مهمترین دخالت‌های مدیریتی در جنگل به شمار می‌رود که نحوه اجرای آن، اثر مستقیمی بر تغییرات کمی و کیفی جنگل دارد. آنچه باید در نشانه‌گذاری‌ها و اعمال مدیریت در جنگل بیشتر مورد توجه قرار گیرد، دو منظوره بودن این عملیات است که در کنار استحصال چوب عملیات اصلاح جنگل نیز انجام می‌شود، ضمن اینکه نباید از نقش اطلاعات درست، مناسب و منطبق بر شرایط رویشگاه، در اعمال مدیریت صحیح چشم‌پوشی کرد.

بر اساس نتایج به دست آمده می‌توان گفت که فاکتورهای فیزیوگرافی رویشگاه از عواملی هستند که در نشانه‌گذاری درختان و پراکنش آن مؤثر هستند و نشانه‌گذاران در حین انتخاب درخت ناخواسته تحت تأثیر عوامل مختلفی قرار می‌گیرند که ممکن است آنها را از اهداف نشانه‌گذاری دور کند. با توجه به نتایج به دست آمده متغیر ارتفاع از سطح دریا با حجم نشانه‌گذاری درختان جنگلی رابطهٔ معکوس دارد. یعنی اینکه در دامنه‌های ارتفاعی پایین میزان نشانه‌گذاری درختان بیشتر است تا در ارتفاعات بالا دست؛ که این موضوع می‌تواند به تیپ غالب توده مربوط شود که تیپ آن راش می‌باشد. عامل ارتفاع از سطح دریا اهمیت زیادی در جوامع جنگلی و رویش درختان دارد. درخت راش به عنوان یک گونه کلیماکس، در ارتفاعات بین ۷۰۰ تا ۲۰۰۰ متر از سطح دریا ظاهر شده و راشستان‌های آمیخته در حد ارتفاعی میان بند جنگل‌های هیرکانی غالب‌ترین جامعه درختی را تشکیل می‌دهند. در راشستان‌های آمیخته، راش غالب‌ترین درخت از لحاظ تراکم می‌باشد و در اشکوب برین بر سایر درختان غلبه دارد (۱۴، ۲۴ و ۲۸).

و همچنین با توجه به اینکه راش یکی از گونه‌های اقتصادی است که حجم برداشت آن در شمال قابل توجه است. بر اساس آمارهای منتشره این گونه ۱۷/۵ درصد سطح و ۳۰ درصد حجم جنگل‌های تجاری ایران را در بر می‌گیرد. لذا تمایل به نشانه‌گذاری درختان راش در این محدوده ارتفاعی بیشتر است و همچنین با توجه به اینکه در این ارتفاعات دسترسی به گونه درختی راش برای گروه نشانه‌گذاری راحتر می‌باشد می‌تواند عامل دیگر افزایش نشانه‌گذاری در ارتفاعات

پایین دست نسبت به ارتفاعات بالادست گردد. ضمن اینکه نباید نادیده گرفت که با افزایش ارتفاع امکان تعیین مسیرهای چوبکشی و خروج مکانیزه هم کاهش می‌یابد و نشانه‌گذاران با در نظر گرفتن این موضوع سعی می‌کنند نقاط دسترس و در محدوده ارتفاعی پایین‌تر را برای نشانه‌گذاری انتخاب کنند.

درصد شیب منطقه عامل دیگری است که در نشانه‌گذاری درختان مؤثر است، با توجه به ضریب منفی آن در معادله رگرسیونی می‌توان درک کرد که با افزایش درصد شیب منطقه تعداد درختان نشانه‌گذاری شده کاهش پیدا می‌کنند و یا به عبارتی دیگر این رابطه کاملا معکوس می‌باشد. شیب زمین بر روی میزان نفوذ و رواناب و شاخص‌های شکل زمین و کارکرد زمین اثر معنی‌داری دارد و از این رو برای میزان رطوبت قابل دسترس گیاهان نیز عامل مهمی محسوب می‌شود. داویس و همکاران (۱۶) بیان کردند که شیب تنها عامل غیر خاکی است که دست کم همبستگی میانگینی با ترکیب گونه‌ها دارد. لذا با توجه به این موضوع می‌توان بیان داشت که در مناطق با شیب کم پراکنش درختانی که مناسب برای نشانه‌گذاری بهتر است و گروه نشانه‌گذاری با تعداد بیشتری درخت مناسب روبرو خواهد بود و بنابراین تعداد در هکتار درختان در این مناطق افزایش چشمگیری می‌یابد. همچنین در مناطق با شیب ملایم عملیات بهره‌برداری راحت‌تر انجام می‌گیرد. شیب، نقش اساسی در طراحی و ساخت جاده دارد لذا طراحان سعی‌شان بر این است که جاده را از نقاط کم شیب عبور دهند که موجب کاهش تخریب جنگل و هزینه گردد. شیب از مهمترین عوامل مسیرهای چوبکشی است. انتخاب حداکثر شیب در مسیر به عواملی مثل ماشین چوبکشی، جهت چوبکشی، اندازه و نوع قطر درختان، خاک و ... دارد. در شیب‌های بیش از ۵۵ درصد طراحی شبکه مسیر چوبکشی منطقی نیست (۲۴) علاوه بر این دپو با شیب ۵ درصد و سطح حدود ۰/۱ هکتار مناسب و پیشنهاد می‌شود (۱۳)؛ که با توجه به این موضوع می‌توان بیان داشت که افزایش دسترسی از طریق جاده نیز می‌تواند دلیل دیگری بر نشانه‌گذاری درختان در ارتفاعات پایین و میانی می‌باشد.

خاک به عنوان متغیر سوم نقش مهمی در نشانه‌گذاری درختان در منطقه مورد مطالعه داشته است به طوری که در مناطق با عمق خاک بیشتر، به دلیل تراکم بالاتر درختان قطور، نشانه‌گذاری بیشتری انجام می‌شود. همان‌طور که می‌دانیم بین درختان و خاک تأثیر متقابل وجود دارد و همان‌طور که رشد و تولید درختان به حاصلخیزی خاک ارتباط دارد، میزان و نوع برگشت مواد آلی به خاک در خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مؤثر است. مسلماً عاملی که جذب مواد غذایی مورد نیاز گیاه از خاک را تسهیل می‌کند و منجر به رشد آن می‌گردد، رطوبت مناسب خاک است و بافت خاک یکی از عوامل مؤثر بر پوشش گیاهی می‌باشد. نتایج تحقیقات عبادی و الشیخ (۹) و داویس و همکاران (۱۶) نیز نشان دادند که بافت خاک از جمله عوامل مهم در استقرار گروه‌های اکولوژیک محسوب می‌شود. بافت خاک بر روی نفوذ و نگه‌داشت آب و قابلیت دسترسی آب و مواد غذایی در گیاهان اثر می‌گذارد (۲۹).

جهت شیب منطقه عامل دیگری است که بر نشانه‌گذاری درختان مؤثر است بطوریکه در جهت‌های شمالی و شرقی نشانه‌گذاری درختان بیشتر از جهت‌های دیگر می‌باشد. جهت جغرافیایی بر مقدار آب در دسترس گیاه، درجه حرارت خاک و میزان نور دریافتی توسط گیاه تأثیر می‌گذارد (۲۵) بنابراین در این مطالعه به دلیل تراکم درختان راش در جهت های شمالی و شرقی، نشانه‌گذاری بیشتری انجام شده است. فو همکاران (۲۲) و باندانو و همکاران (۱۳) و العمری (۱۱) در خصوص تأثیر جهت دامنه در استقرار و پراکنش گونه‌های گیاهی در شرایط مطالعه خود به نتایج مشابهی دست یافتند.

توسعهٔ پایدار جنگل با اجرای برنامه‌های حفاظتی در ارتباط مستقیم با توسعه جاده‌های جنگلی و سهولت دسترسی به اعماق جنگل به ویژه در مناطق کوهستانی قرار دارد. فاصله از جاده به عنوان آخرین عامل مؤثر بر نشانه‌گذاری درختان در منطقه مورد مطالعه شناسایی شد، به طوری که در مناطق نزدیک به جاده میزان نشانه‌گذاری درختان بیشتر از مناطق با فاصله بیشتر از جاده هستند. با توجه به اینکه جاده‌های جنگلی برای فعالیت‌های مختلف از جمله مدیریت منابع چوبی، حفظ

حیات وحش، تفریح و تفرج، مبارزه با آفات و بیماری‌ها و مقابله با آتش‌سوزی ضروری می‌باشد (۱۲ و ۲۶). در مورد نشانه‌گذاری درختان نیز مصداق دارد. جاده با نشانه‌گذاری درختان رابطه مستقیم دارد که این موضوع دلایل مختلفی چون تمایل گروه نشانه‌گذار در این مناطق برای انتخاب درختان و همچنین تسهیل در عملیات بهره‌برداری در این مناطق و دسترسی راحت‌تر به درختان می‌تواند داشته باشد.

با توجه به نتایج این تحقیق می‌توان بیان داشت که نشانه‌گذاری درختان راش منطقه در مناطق با ارتفاع کم و مناطق با شیب ملایم و پایین با خاک‌های عمیق و در جهات شمالی و شرقی و در نزدیکی جاده‌های جنگلی بیشتر از مناطق دیگر می‌باشد و با عنایت به اینکه جهت طراحی و تعیین موقعیت مکانی جاده و مسیرهای چوبکشی در جنگل، می‌بایست یک سری پارامترهای مهم و مؤثر که در تعیین اولویت این مسیرها نقش دارند بررسی شوند تا بتوان این ملاحظات فنی را در محیط سامانه اطلاعات جغرافیایی بکار برد. لذا بر اساس این نتایج می‌توان بیان داشت که نشانه‌گذاری درختان تحت تأثیر برخی عوامل فیزیوگرافی انجام می‌شود و ممکن است برخی از این عوامل مانند شیب یا نزدیکی به جاده باعث شود تا نشانه‌گذار تمایل به دخالت در این مناطق داشته باشد و از دخالت در مناطق با شیب بیشتر یا دور از جاده پرهیز نماید که این موضوع باعث دور شدن از هدف دخالت در تمام سطح جنگل و عدم اصلاح متوازن ساختار جنگل می‌شود.

سپاسگزاری

از زحمات آقای مهندس وحید میرزایی‌زاده و کلیه کارکنان بهره برداری شرکت نکاچوب قدردانی می شود.

منابع مورد استفاده

۱. بی‌همتا، م. و م. زارع چاهوکی. ۱۳۹۰. اصول آمار در علوم منابع طبیعی. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۰۰ صفحه.

۲. حسن زادناورودی، ا.، م. نمیرانیان و ق، زاهدی امیری. ۱۳۸۳. بررسی رابطه بین خصوصیّات کمّی و کیفی توده‌های جنگلی طبیعی راش با عوامل رویشگاه (منطقه اسالم گیلان). مجله منابع طبیعی ایران. ۵۷(۲): ۲۳۵-۲۴۸.

۳. درویش صفت، ع. ع. و م. پیرباوقار. ۱۳۹۱. سامانه اطلاعات جغرافیایی کاربردی. جهاد دانشگاهی. تهران. ۲۳۶ صفحه.

۴. رافت‌نیا، ن.، ش. شتایی و ا. عبدی. ۱۳۸۵. تعیین روش مناسب پیش‌بینی مقدماتی مسیر جاده‌های جنگلی و کوهستانی با استفاده از GIS. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۴(۳): ۲۴۴-۲۵۷.

۵. رضوی، س. ع. ۱۳۸۸. نقش عوامل فیزیوگرافیک روی مشخصات کمی تیپ‌های جنگلی (جنگل تحقیقاتی واز). پژوهش‌های علوم و فن‌آوری چوب و کاغذ، ۱۶(۳): ۱۲۱-۱۳۳

۶. سلمان ماهینی، ع. و ح. کامیاب. ۱۳۹۰. سنجش از دور و سامانه‌های اطلاعات جغرافیایی کاربردی با نرم‌افزار ایدریسی. انتشارات مهرمهدیس، تهران. ۵۹۶ صفحه.

۷. مروی مهاجر، م. ر. ۱۳۹۰. جنگل‌شناسی و پرورش جنگل. انتشارات دانشگاه تهران. ۳۸۶ صفحه.

۸. میرزایی زاده، و. و م. نیک‌نژاد. ۱۳۹۳. شناسایی عوامل مؤثر بر کاهش پوشش جنگلی با استفاده از تصاویر ماهواره لندست (مطالعه موردی: منطقه جنگلی بیوره- شهرستان ملکشاهی). نشریه حفاظت و بهره‌برداری از منابع طبیعی، ۱(۲): ۹۱-۱۱۰.

9. Abbadi GA, El-Sheikh MA. 2002. Vegetation analysis of Failaka island (Kuwait). Journal of Arid Environments, 50(1): 153-165.

10. Abdi E, Majnounian B, Darvishsefat A. 2008. Evaluating Forest Road Net Using Multi Criteria Evaluation in GIS Environment (Case study: Namkhane District). JWSS-Isfahan University of Technology, 12(44): 279-28.

11. Al Omary A. 2011. Effects of aspect and slope position on growth and nutritional status of planted Aleppo pine (Pinus halepensis Mill.) in a degraded land semi-arid areas of Jordan. New Forests, 42(3): 285-300.

12. Avon C, Bergès L, Dumas Y, Dupouey J-L. 2010. Does the effect of forest roads extend a few meters or more into the adjacent forest? A study on understory plant diversity in managed oak stands. Forest Ecology and Management, 259(8): 1546-1555.

13. Badano EI, Cavieres LA, Molina-Montenegro MA, Quiroz C. 2005. Slope aspect influences plant association patterns in the

Mediterranean matorral of central Chile. Journal of Arid Environments, 62(1): 93-108.

14. Barna M, Bosela M. 2015. Tree species diversity change in natural regeneration of a beech forest under different management. Forest Ecology and Management, 342: 93-102.
15. Chang F-J, Chang L-C, Chiang Y-M. 2005. Reply to "Comment on 'Comparison of static-feedforward and dynamic feedback neural networks for rainfall-runoff. Journal of Hydrology, 314(1): 204-206.
16. Davies KW, Bates JD, Miller RF. 2006. Vegetation characteristics across part of the Wyoming big sagebrush alliance. Rangeland Ecology & Management, 59(6): 567-575.
17. Eastman JR. 2012. IDRISI Selva Tutorial. ClarkLabs, Clark University, Worcester, Ma, pp. 354.
18. Edenius L, Mikusiński G. 2006. Utility of habitat suitability models as biodiversity assessment tools in forest management. Scandinavian Journal of Forest Research, 21(S7): 62-72.
19. Egan A, Jenkins A, Rowe J. 1996. Forest roads in West Virginia, USA: Identifying issues and challenges. Journal of Forest Engineering, 7(3): 33-40.
20. Fisher MA, Fulé PZ. 2004. Changes in forest vegetation and arbuscular mycorrhizae along a steep elevation gradient in Arizona. Forest Ecology and Management, 200(1): 293-311.
21. Franklin J, Michaelsen J, Strahler AH. 1985. Spatial analysis of density dependent pattern in coniferous forest stands. Vegetatio, 64(1): 29-36.
22. Fu B, Liu S, Ma K, Zhu Y. 2004. Relationships between soil characteristics, topography and plant diversity in a heterogeneous deciduous broad-leaved forest near Beijing, China. Plant and soil, 261(1-2): 47-54.
23. Jin X, Zhang Y, Schaepman M, Clevers J, Su Z. 2008. Impact of elevation and aspect on the spatial distribution of vegetation in the Qilian mountain area with remote sensing data. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 37: 1385-1390.
24. Lotfalian M, Daliri HS, Hosseini SA, Kooch Y, Zadeh G. 2012. Determination of most allowable slope of strip road for skidder Timberjack 450C. International Journal of Science and Nature, 3(3): 502-506.
25. Nadal-Romero E, Petrlic K, Verachtert E, Bochet E, Poesen J. 2014. Effects of slope angle and aspect on plant cover and species richness in a humid Mediterranean badland. Earth Surface Processes and Landforms, 39(13): 1705-1716.
26. Negishi J, Noguchi S, Sidle R, Abdul Rahim N. 2004. Some observations on logging road recovery: implications to road rehabilitations. In: Proceedings of the international workshop on the landscape level rehabilitation of degraded tropical forests. Forestry and Forest Product Research Institute, Tsukuba. pp 29-36.
27. Salman-Mahiny SA, Turner BJ. 2003. Networks and logistic regression methods. Proceeding of Geocomputation Conference, Southampton, UK, pp. 24
28. Saniga M, Schütz JP. 2001. Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. J For Sci, 47(12): 557-565.
29. Sperry J, Hacke U. 2002. Desert shrub water relations with respect to soil characteristics and plant functional type. Functional Ecology, 16(3): 367-378.

RS & GIS Techniques in Natural Resources
(Vol. 6/ Issue 3) autumn 2015
Indexed by ISC, SID, Magiran and Noormags
http://girs.iaubushehr.ac.ir

Evaluating effects of various physiographic factors and distance from road on timber marking using multiple linear regression model

H. Jalilvand [1], M. Niknejad [2*], M. Hejazian [3]

1. Assoc. Prof. College of Natural Resources, Sari University of Agricultural Sciences & Natural Resources
2. PhD. Student of Forestry, Sari University of Agricultural Sciences & Natural Resources
3. PhD. Student of Forest Engineering, Sari University of Agricultural Sciences & Natural Resources

ARTICLE INFO

Article history:
Received 20 November 2014
Accepted 30 July 2015
Available online 16 December 2015

Keywords:
Marking
Multiple linear regression
Physiographic factors
Mazandaran province

ABSTRACT

One of the forest management tools which has a direct impact on the qualitative and quantitative characteristics is timber marking. In order to evaluate the effects of physiographic factors of land and road forms on timber marking for the logging, the multiple linear regression model was used in the Forestry Plan Series 2 in the seventh zone of forestry plans of Nekachoub Company, Mazandaran province. For this purpose, the location of marked trees was determined using GPS in a plot with an area of 215 hectares. Then, maps of marked trees, altitude, aspect and slope percent, soil and distance from the road were prepared in GIS environment using these points and digital elevation model of study area. To understand the relationship between factors and marked trees, the multiple linear model was used. So, maps of mentioned factors and marked tree's location were entered into the regression model as independent and dependent variables, respectively. The model results showed that the timber marking activity was done more in the areas with low altitude, gentle slope and deep soils on northern and eastern directions near the forest road as compared to the other areas. Timber marking is affected by some physiographic factors, and such elements as slope or adjacency to the road may make the timber marker to interfere in these areas and avoid working in the areas with higher slope or away from the road; it leads to an uneven interventions throughout the forest as well as an unbalanced reclamation of forest structure.

* Corresponding author e-mail address: maryam612niknejad@yahoo.com