

مدلسازی کاهش گستره جنگل با استفاده از رگرسیون لجستیک (مطالعه موردی: حوضه آبخیز چهل چای استان گلستان)

رضا باقری*^۱ و شعبان شتایی^۲

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
^۲ دانشیار گروه جنگلداری دانشکده جنگلداری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان
(تاریخ دریافت: ۱۰/۱۲/۸۸، تاریخ پذیرش: ۱۰/۶/۸۹)

چکیده

به منظور برنامه ریزی برای آینده جنگل‌ها، اطلاع از وضعیت گستره آنها طی دهه‌های گذشته ضروری است. با توجه به تأیید قابلیت تصاویر ماهواره‌ای در تهیه نقشه گستره جنگل، به کارگیری آنها در بررسی تغییرات گستره جنگل و مدلسازی پراکنش مکانی آنها مفید خواهد بود. این پژوهش با هدف تعیین پراکنش و مقدار کاهش سطح جنگل، طی سال‌های ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۵ و امکان مدلسازی کاهش گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و برخی عوامل انسانی با رگرسیون لجستیک انجام گرفت. بعد از انجام دادن تصحیحات هندسی تصاویر TM و طبقه‌بندی آن با استفاده از الگوریتم حداکثر احتمال، نقشه گستره جنگل مربوط به سال ۱۳۶۶ تهیه شد. همچنین نقشه گستره جنگل سال ۱۳۸۵ با استفاده از تصاویر ادغام‌شده LissIII ماهواره IRS با باند پانکروماتیک سنجنده HRG ماهواره Spot به روش مشابه تهیه شد. نقشه تغییرات گستره جنگل از تقاطع دو نقشه حاصل به دست آمد. برای بررسی ارتباط مکانی کاهش گستره جنگل با عوامل فیزیوگرافی و انسانی از رگرسیون لجستیک با متغیرهای توپوگرافی شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا و متغیرهای انسانی فاصله از جاده و روستا و مقدار جمعیت استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که در طول ۱۹ سال حدود ۲۴۰۰ هکتار از سطح جنگل‌های منطقه کاهش یافته است. نتایج مدلسازی کاهش گستره جنگل با رگرسیون لجستیک با $Pseudo R^2$ برابر با ۰/۱۱۴ و ضریب ROC برابر با ۰/۷۲، نشان‌دهنده توافق نسبی مدل به دست آمده با نقشه کاهش گستره جنگل است. بر اساس نتایج، متغیرهای شیب، فاصله از روستا و جاده با مقدار تخریب رابطه عکس دارند. با افزایش ارتفاع از سطح دریا در این منطقه مقدار تخریب افزایش می‌یابد و تخریب در اطراف روستاهای پرجمعیت بیشتر است.

واژه‌های کلیدی: مدلسازی، کاهش گستره جنگل، TM، LissIII، رگرسیون لجستیک.

مقدمه و هدف

لازمه برنامه‌ریزی اصولی و مدیریت صحیح منابع طبیعی، به‌ویژه جنگل‌ها، در اختیار داشتن اطلاعات دقیق و به‌هنگام در قالب نقشه است. با توجه به تغییرات وسیع کاربری‌ها و تخریب جنگل در سال‌های اخیر، تولید نقشه گستره جنگل و بررسی روند تغییرات آن در دوره‌های زمانی منظم ضروری است. داده‌های ماهواره‌ای به‌دلیل برخورداری از مزایایی چون سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار، به‌هنگام بودن، سهولت پردازش و استفاده همزمان با داده‌های میدانی می‌توانند در این زمینه نقش مؤثری ایفا کنند (ریاحی بختیاری، ۱۳۷۹).

تحقیقات بسیاری در مورد تهیه نقشه جنگل با استفاده از تصاویر ماهواره‌های مختلف همچون لندست، اسپات و IRS صورت گرفته است و نتایج آنها بر توانایی این تصاویر در تهیه نقشه گستره جنگل تأکید دارد. شتایی (۱۳۷۵) طی تحقیقی در جنگل‌های جلگه‌ای شمال به این نتیجه رسید که تصاویر ماهواره‌ای لندست قابلیت مناسبی برای تهیه نقشه گستره جنگل دارد. در این تحقیق، بیش‌ترین صحت کلی، ۹۵/۱۴ درصد، با استفاده از مجموعه باندهای TM3 و TM4 و روش حداکثر احتمال به‌دست آمد. نجارلو (۱۳۸۴) به بررسی روند تغییرات گستره جنگل با استفاده از عکس‌های هوایی، نقشه‌های توپوگرافی و تصاویر ماهواره‌ای ETM+ و IRS-IC در جنگل‌های جنوب کردکوی در استان مازندران پرداخت و پس از تهیه نقشه مربوط به هر دوره و مقایسه آنها، مقدار و موقعیت تغییرات را به‌دست آورد. نتایج این تحقیق نشان داد که داده‌های ماهواره‌ای، قابلیت خوبی برای تهیه نقشه گستره جنگل در جنگل‌های شمال دارند و می‌توان از آنها برای بررسی روند تغییرات این جنگل‌ها استفاده کرد. امینی (۱۳۸۵) به بررسی روند تغییرات گستره جنگل در غرب کشور با استفاده از تصاویر سنجنده‌های ETM+ و IRS-IC پرداخت. بیشترین صحت کلی، ۸۱/۳ درصد و ضریب کاپا، ۰/۶۴ با استفاده از روش طبقه‌بندی حداکثر احتمال به‌دست آمد.

بررسی عوامل مؤثر بر فرایند گسترش تغییرات گستره جنگل به‌منظور شناسایی مؤثرترین عوامل بر گسترش تخریب جنگل و به‌کارگیری آنها در مدلسازی تغییرات و پیش‌بینی مکانی

آنها ضروری است. در سال‌های اخیر، به‌دلیل دسترسی آسان به تصاویر ماهواره‌ای و قابلیت‌های GIS، مدلسازی تغییرات پوشش‌های گیاهی و پیش‌بینی آن در آینده بسیار رایج شده است. به این منظور، روش‌های متفاوتی چون تجزیه و تحلیل زنجیره مارکف، شبکه‌های خودکار و روش‌های آماری مثل رگرسیون لجستیک^۱ گسترش یافته است که در اکولوژی سیمای سرزمین کاربرد گسترده‌ای دارد.

Hsu & Cheng (2000) با استفاده از سه مجموعه عوامل محیطی، مکانی و ویژگی‌های لکه‌ها^۲، تغییرات کاربری اراضی در شهر موالین تایوان را از راه رگرسیون لجستیک مدلسازی کردند. Mahiny & Turner (2003) به مدل‌سازی کاهش پوشش گیاهی طی ۲۷ سال با مقایسه دو روش رگرسیون لجستیک و شبکه عصبی در حوضه آبخیز رودخانه بور و استرالیا پرداختند. در این بررسی از ۱۹ متغیر مستقل استفاده شد و مقدار ضریب ROC برای روش رگرسیون لجستیک ۰/۸۲۲ و برای شبکه عصبی ۰/۸۴۹ به‌دست آمد. نتایج نشان داد که هر دو روش توانایی مدلسازی تغییرات را دارند و شبکه عصبی، اندکی برتر است. رنجبر (۱۳۸۱) با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای و GIS، مقدار تخریب در جنگل‌های ارسباران را برآورد کرد. بررسی مشخصه‌های مؤثر بر تخریب جنگل‌ها با استفاده از مدل رگرسیون لجستیک، نشان داد که ارتفاع، فاصله از مراکز جمعیتی و جهت دامنه، عوامل مؤثر بر گسترش تخریب یا عدم تخریب جنگل هستند. با افزایش ارتفاع و فاصله از مناطق مسکونی، مقدار تخریب کمتر و در جهت جنوبی تخریب بیشتری مشاهده شد، اما شیب نتوانست سبب بهبود صحت مدل شود. Pirbavaghar et al. (2003) به بررسی توزیع مکانی تغییرات پوشش جنگل از سال ۱۳۴۶ تا ۱۳۷۳ در چهار حوضه آبخیز شرق گیلان پرداختند و تأثیر شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و فاصله از مراکز سکونتگاهی را بر روند گسترش تغییرات این جنگل‌ها، تأیید کردند. همچنین بر اساس این تحقیق مشخص شد که با افزایش شیب و نیز با افزایش فاصله از جاده‌ها و مراکز مسکونی، تخریب جنگل

1- Logistic regression

2- Patches

از این بررسی، تهیه نقشه مناطق تخریب‌شده جنگل به شیوه مقایسه بعد از طبقه‌بندی^۱، با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای در دوره‌ای ۱۹ ساله و همچنین بررسی امکان مدل‌سازی گسترش تخریب جنگل در این منطقه با استفاده از رگرسیون لجستیک است.

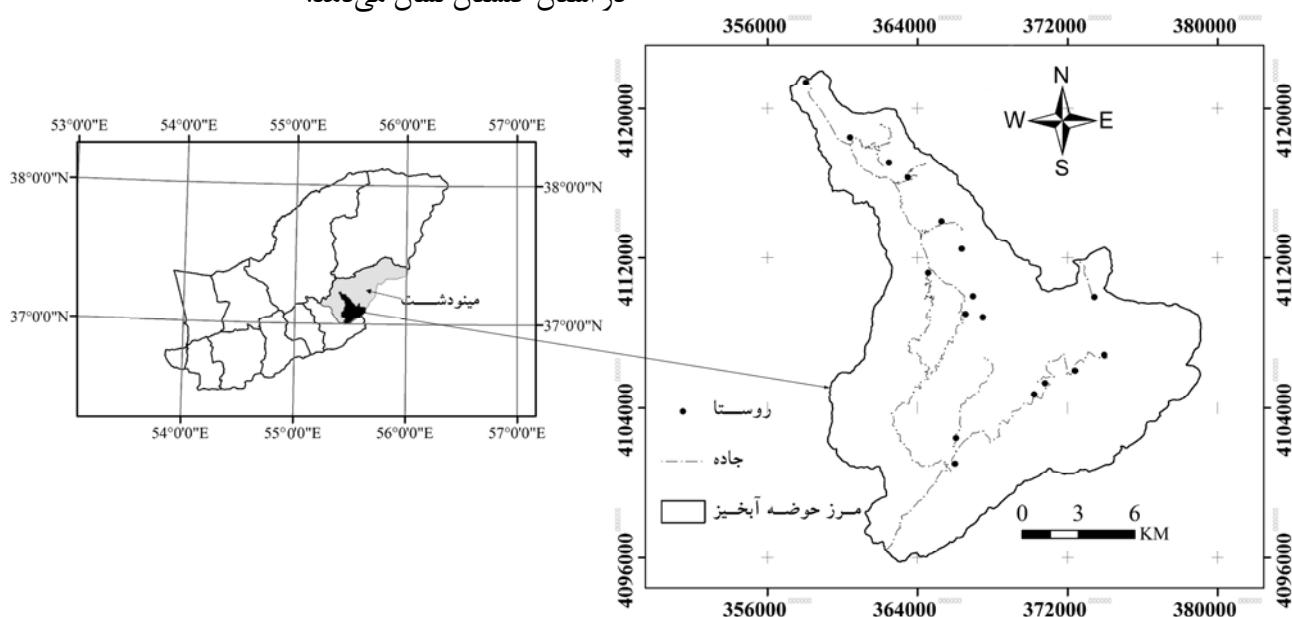
مواد و روش‌ها

- منطقه مورد بررسی

حوضه آبخیز چهل‌چای با مساحتی در حدود ۲۵۶۸۴ هکتار، در دامنه‌های شمالی البرز شرقی قرار دارد. حدود جغرافیایی آن ۲۲' ۵۵° تا ۳۷' ۵۵° طول شرقی و ۳۶' ۱۵° تا ۳۷' ۳۷° عرض شمالی است. شمال حوضه دارای اکوسیستم جنگلی و جنوب آن مرتعی است. مقدار بارندگی در محدوده منطقه، از ۷۰۷/۵ میلی‌متر تا ۷۹۸/۵ میلی‌متر متغیر بوده است. این حوضه در برگرنده ۳۰ روستای کوچک و بزرگ در حوزه شهرستان مینودشت و بخش مرکزی دهستان چهل‌چای و قلعه‌قافه و کوهسارات بوده و بر اساس سرشماری سال ۱۳۸۵، ۶ روستا در این حوضه خالی از سکنه شده است. از نظر جمعیتی، ۱۴۰۶۸ نفر در حوضه مورد بررسی زندگی می‌کنند (بی‌نام، ۱۳۸۱). شکل ۱ موقعیت حوضه چهل‌چای را در استان گلستان نشان می‌دهد.

به صورت مشخصی کم می‌شود، در حالی که تغییرات جنگل‌ها در جهات مختلف شیب به صورت یکنواخت است و بیشترین مقدار کاهش سطح جنگل در ارتفاعات پایین دست رخ داده است. امینی (۱۳۸۵) به بررسی روند تغییرات گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و انسانی در جنگل‌های غرب کشور پرداخت. به این منظور از روش همبستگی اسپیرمن و مدل رگرسیون لجستیک استفاده شد. نتایج روش همبستگی اسپیرمن نشان داد فاصله از جاده رابطه عکس با پدیده تخریب داشته است. نتایج بررسی با مدل رگرسیون لجستیک با ضریب تبیین ظاهری و تطبیق شده برابر با ۰/۳۷ نشان داد که فاصله از جاده، مؤثرترین عامل تخریب در منطقه است. به دلیل پراکندگی زیاد تخریب در منطقه و دخالت دیگر عوامل بررسی نشده، مدل قابلیت پیش‌بینی تغییرات را نداشت.

حوضه چهل‌چای از حوضه‌های مهم و در عین حال بحرانی از نظر تخریب جنگل و کاهش سطح عرصه‌های جنگلی در استان گلستان به شمار می‌رود و به همین دلیل برای بررسی بیشتر، مورد توجه مسئولان و بخش‌های تحقیقاتی قرار گرفته است. با توجه به اهمیت شناسایی مناطق تخریب‌شده جنگل برای مدیران و آگاهی از عوامل مؤثر بر تخریب، هدف



شکل ۱- حوضه آبخیز مورد بررسی و موقعیت آن در استان گلستان

و فاصله باتاچاریا انجام گرفت. تصویر ادغام شده به روش حداکثر احتمال طبقه بندی شد.

- ارزیابی صحت نتایج طبقه بندی
نقشه واقعیت زمینی به روش نمونه برداری سیستماتیک تصادفی با ابعاد شبکه ۱۰۰۰×۱۰۰۰ متر تهیه شد. در مجموع ۲۵۸ قطعه نمونه نقطه ای از طریق تفسیر بصری تصویر پانکروماتیک سنجنده HRG بررسی و با نقشه گستره جنگل سال ۱۳۸۵ مقایسه شد. همچنین برای ارزیابی نقشه سال ۱۳۶۶، از نقشه های رقومی ۱:۲۵۰۰۰ سال ۱۳۷۳ به عنوان نقشه واقعیت زمینی استفاده شد.

- تهیه نقشه تخریب گستره جنگل
پس از اطمینان از مقدار صحت کلی مناسب نقشه های تولیدی گستره جنگل، نقشه های دو دوره با هم تقاطع داده شد و نقشه تخریب دوره مورد بررسی، تهیه شد.

- رگرسیون لجستیک و امکان مدلسازی تغییرات
رگرسیون لجستیک روشی آماری است که ارتباط بین مجموعه ای از متغیرهای مستقل و پیوسته و یک متغیر وابسته باینری^۳ را ارزیابی کرده و آن را به صورت مدل بیان می کند. رگرسیون لجستیک از روش برآورد حداکثر احتمال^۴ (MLE) برای پیدا کردن بهترین مجموعه پارامترهایی که مدل را بهتر برازش می کنند، استفاده می کند. خروجی مدل، ضریب هایی بین ۰ و ۱ خواهد داشت که از طریق تئوری فازی به احتمالات بالاتر از ۰/۵ ارزش ۱ (تخریب) و کمتر از ۰/۵ ارزش صفر (بدون تخریب) می دهد و نقشه بولین تخریب را تولید می کند. رگرسیون لجستیک با این فرض به کار می رود که احتمال یک بودن متغیر وابسته از منحنی لگاریتمی پیروی می کند و مقدار آن توسط رابطه ۱ تخمین زده می شود (Eastman, 2002):

$$P(y = 1 | X) = \exp(\Sigma BX) / 1 + \exp(\Sigma BX) \quad (1)$$

P احتمال یک بودن متغیر وابسته، X متغیر مستقل، B پارامتر برآورد شده و Y همان متغیر وابسته است که در اینجا تخریب جنگل مورد نظر است. به منظور خطی سازی

- داده های مورد استفاده
در این بررسی از تصاویر چندطیفی سنجنده TM مربوط به ۲ تیر ۱۳۶۶، تصاویر چندطیفی سنجنده LissIII مربوط به ۲۷ خرداد ۱۳۸۵، باند پانکروماتیک سنجنده HRG ماهواره اسپات مربوط به ۶ تیر ماه ۱۳۸۶ و نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ رقومی منطقه استفاده شد. همچنین برای جمعیت روستاهای واقع شده در حوضه مورد بررسی از آمارنامه های سال های ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و ۱۳۸۵ استفاده شد.

- تهیه نقشه گستره جنگل سال ۱۳۶۶
تصویر TM مورد استفاده، قبلا توسط مرکز جهانی ارائه داده های پوشش زمین^۱، مورد تصحیح هندسی از نوع ارتو قرار گرفته بود. به منظور اطمینان از صحت هندسی از لایه برداری جاده استخراج شده از نقشه های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ استفاده شد. پس از اطمینان از دقت مناسب هندسی، طبقه بندی با استفاده از روش حداکثر احتمال بر روی باندهای اصلی این سنجنده انجام گرفت. به این منظور، نمونه های تعلیمی مربوط به دو طبقه جنگل و غیر جنگل بر روی تصاویر تهیه و نشانه های طیفی هر طبقه ساخته شد. برای ارزیابی تفکیک پذیری طبقات از شاخص واگرایی تبدیل شده و فاصله باتاچاریا^۲ استفاده شد.

- تهیه نقشه گستره جنگل سال ۱۳۸۵
برای تهیه نقشه گستره جنگل در سال ۱۳۸۵ از تصاویر چندطیفی سنجنده LissIII استفاده شد. تصحیح هندسی به روش تصویر به تصویر از روی تصویر پانکروماتیک ماهواره اسپات که دقت هندسی زیادی داشت با ۱۸ نقطه کنترل زمینی و با RMSE حدود ۰/۳۲ پیکسل و معادله درجه دوم انجام گرفت. پس از بررسی رادیومتری تصویر، خطایی مشاهده نشد. همچنین به منظور تهیه نقشه های دقیق تر، داده های ۴ باند طیفی این سنجنده با باند پانکروماتیک سنجنده HRG ماهواره اسپات با اندازه تفکیک مکانی ۲/۵ متر به روش نیمه خودکار (Pansharpen) ادغام شد (درویش صفت، ۱۳۸۱). نمونه های تعلیمی از طبقات جنگل و غیر جنگل تهیه و نشانه های طیفی مربوط به دو طبقه ساخته شد. ارزیابی مقدار تفکیک پذیری طبقات با شاخص های واگرایی تبدیل شده

3- Binary

4- Maximum Likelihood Estimation (MLE)

1- Global Land Cover Facility (GLCF)

2- Bhattacharyya Distance

۱۳۸۵ استخراج شد. هر یک از روستاها بر اساس میانگین جمعیت دوره مورد بررسی، بین یک تا ده وزن دهی شد. نقشه تأثیر جمعیت با استفاده از میانگین جمعیت و روش درون‌یابی فاصله وزنی معکوس^۴ تهیه شد. به‌منظور مدلسازی کاهش گستره جنگل و در نهایت تهیه نقشه گسترش احتمال تخریب، عوامل شیب، جهت‌شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و فاصله از روستاها و ضریب تأثیر جمعیت به‌عنوان متغیرهای مستقل پیوسته و مرتبط با تخریب (رضایی بنفشه و همکاران، ۱۳۸۶؛ رنجبر، ۱۳۸۱) و مناطق تخریب‌یافته به‌عنوان متغیر وابسته وارد مدل شدند. بر اساس مدلسازی، مدل پیش‌بینی احتمال تخریب به‌همراه نقشه مقادیر احتمال گسترش تخریب در منطقه (در دامنه ۰ تا ۱) تولید شد و با در نظر گرفتن سهم نمونه‌برداری^۵ ۱۰ درصدی از منطقه به‌عنوان نقاط ارزیابی مدل به‌صورت نمونه‌برداری تصادفی مونه‌بندی شده^۶ و همچنین آماره‌های ارزیابی مدل شامل Pseudo R² و ضریب ROC به‌دست آمدند.

نتایج

طبقه‌بندی تصاویر و ارزیابی صحت طبقه‌بندی مقادیر به‌دست‌آمده از شاخص‌های واگرایی تبدیل‌شده و فاصله باتاچاریا که در جدول ۱ آمده است، نشان از تفکیک‌پذیری زیاد دو طبقه (جنگل و غیرجنگل) دارد.

جدول ۱- مقادیر شاخص‌های تفکیک‌پذیری برای هر دو تصویر

LissIII ادغام‌شده		TM		شاخص تفکیک‌پذیری
بندبندی شده	واگرایی	فاصله	بندبندی شده	
۲	مقدار تفکیک‌پذیری	۱/۹۸۸	۲	مقدار تفکیک‌پذیری

نتایج ارزیابی صحت نقشه‌های طبقه‌بندی در جدول ۲ ارائه شده است. با توجه به مقادیر بالای ۸۵ درصد صحت کلی، می‌توان از این نقشه‌ها برای تهیه نقشه تخریب استفاده کرد.

رابطه بالا تغییر لگاریتمی روی آن صورت می‌گیرد و به‌صورت رابطه ۲ حاصل می‌شود.

$$\log_e (P/(1+P)) = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + \dots + b_kx_k + \text{error term} \quad (2)$$

این تغییر لگاریتمی سبب می‌شود احتمال پیش‌بینی‌شده در دامنه ۰ تا ۱ پیوسته باشد و خروجی مدل به‌صورت یک نقشه پیش‌بینی مکانی احتمال تخریب ارائه شود (Clark & Hosking, 1986). مدل به‌دست‌آمده با استفاده از درصدی از نقاط برگرفته‌شده از نقشه اولیه تخریب به روش‌های نمونه‌برداری سیستماتیک یا تصادفی مونه‌بندی‌شده به‌صورت ارائه آماره‌های Pseudo R² و ROC^۱ (مشخصه نسبی اجرایی) ارزیابی می‌شود. Pseudo R² برابر ۰/۲ به‌عنوان برآزش خوب در نظر گرفته می‌شود (Clark & Hosking, 1986). ROC آماره مناسبی برای ارزیابی اعتبار مدل است و می‌توان از آن برای مقایسه تصویر مدلسازی‌شده با تصویر واقعی تخریب استفاده کرد. ارزش ۱ نشان‌دهنده توافقی مکانی کامل و ارزش ۰/۵ نشان‌دهنده توافقی کم مدل با واقعیت است (Pontius & Schneider, 2001).

مدل رقومی زمین^۲، از راه درون‌یابی نقشه‌های توپوگرافی ۱:۲۵۰۰۰ با خطوط ارتفاعی ۱۰ متر تهیه شد و در تولید نقشه‌های ارتفاع از سطح دریا، شیب و جهت شیب مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور پیوسته‌سازی جهت‌شیب از فرمول Beers که در رابطه ۳ آمده، استفاده شد (Henry & Mcnab, 2009).

$$A' = C \cos(45-A) + 1 \quad (3)$$

A، زاویه جهت (آزیموت) و A'، مقدار جهت بین دو دامنه صفر و دو است. جهت شمال شرقی دارای بیشترین مقدار و جهت جنوب غربی دارای کمترین مقدار است. نقشه‌های فواصل از جاده و روستا با تبدیل ساختار لایه برداری جاده و روستا نقشه توپوگرافی به رستری و با استفاده از تابع فاصله^۳ تهیه شدند. به‌منظور وارد کردن متغیر جمعیت روستا و تبدیل آن به یک متغیر پیوسته و اعمال اثر جمعیت روستا در گسترش تخریب جنگل، جمعیت هر روستا از اطلاعات سرشماری سال‌های ۱۳۶۵، ۱۳۷۵ و

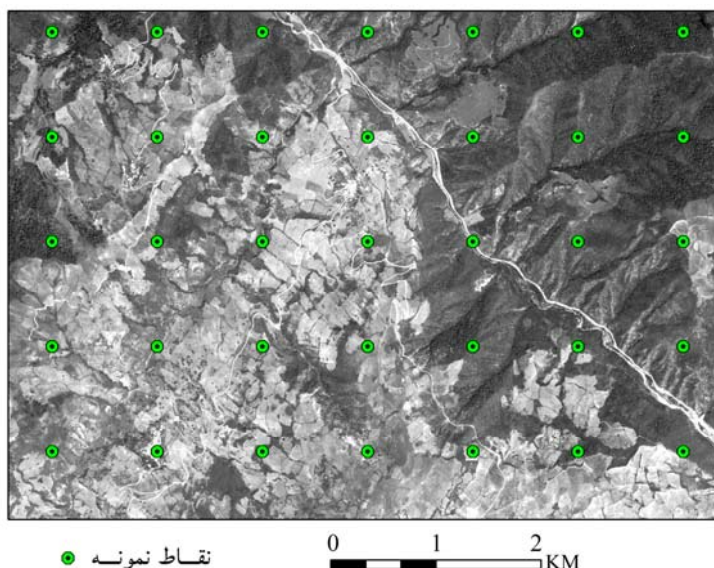
4- Inverse Distance Weighted
5- Sampling Proportion
6- Stratified Random Sampling

1- Relative Operating Characteristic
2- Digital Elevation Model
3- Distance Function

در شکل ۲، موقعیت تعدادی از نقاط نمونه به کار رفته برای ارزیابی صحت، بر روی باند پانکروماتیک سنجنده HRG ماهواره اسپات نشان داده شده است.

جدول ۲- نتایج ارزیابی صحت طبقه‌بندی تصاویر

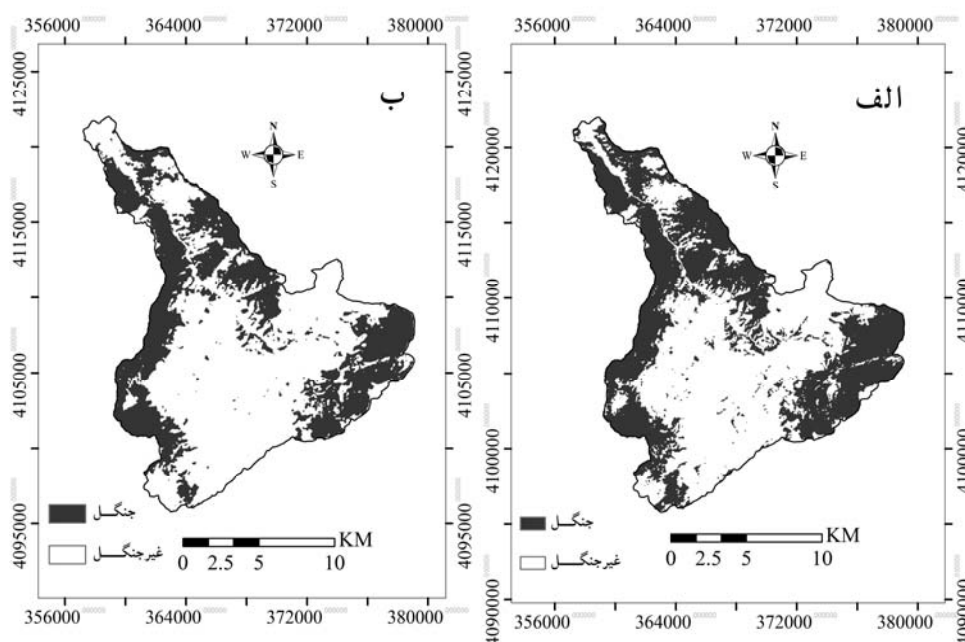
تصویر LissIII ادغام شده		تصویر TM	
ضریب کاپا	صحت کلی	ضریب کاپا	صحت کلی
۰/۷۱	٪۸۵	۰/۷۱	٪۸۵



شکل ۲- موقعیت قطعات نمونه ارزیابی صحت، باند پانکروماتیک سنجنده HRG ماهواره اسپات

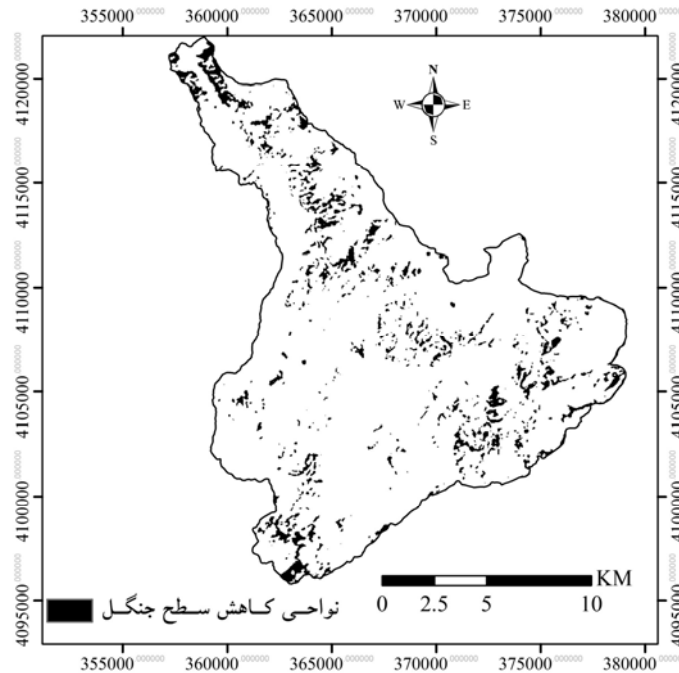
هکتار از سطح جنگل‌های حوضه آبخیز چهل‌چای تخریب شده و حدود ۷۹۰ هکتار به سطح جنگل‌های حوضه اضافه شده است. شکل ۴ نقشه مناطق تخریب و پراکنش آن در سطح حوضه چهل‌چای را نشان می‌دهد.

شکل ۳ نقشه حاصل از طبقه‌بندی باندهای اصلی تصویر TM و تصویر ادغام شده LissIII را نشان می‌دهد. با اعمال تقابل نقشه‌های یادشده نقشه مناطق تخریب جنگل به دست آمد. بررسی نقشه تخریب نشان می‌دهد که در طول دوره ۱۹ ساله مورد بررسی (از ۱۳۶۶ تا ۱۳۸۵) حدود ۲۴۰۰



شکل ۳- (الف) نقشه گستره جنگل به دست آمده از طبقه‌بندی باندهای اصلی تصویر TM، (ب) نقشه گستره جنگل به دست آمده از

طبقه‌بندی تصویر ادغام شده LissIII



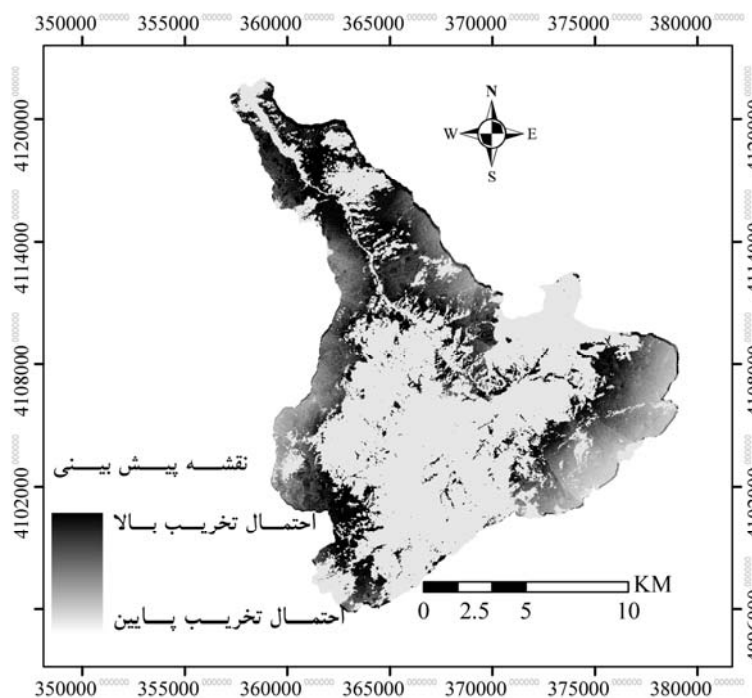
شکل ۴- نقشه مناطق تخریب شده جنگل در طول دوره ۱۹ ساله (۱۳۶۶-۱۳۸۵)

رابطه ۴، مدل آماری پیش‌بینی احتمال تخریب به‌دست

آمده از مدل‌سازی رگرسیون لجستیک با شش متغیر شیب، جهت شیب، ارتفاع از سطح دریا، فاصله از جاده و روستا و جمعیت را نشان می‌دهد.

پseudo R² برای این مدل برابر ۰/۱۱۴ و مقدار ضریب ROC رابطه رگرسیونی حاصل برابر با ۰/۷۲ به‌دست آمد. شکل ۵ نقشه پیش‌بینی حاصل از این مدل را نشان می‌دهد.

$$\begin{aligned} & \text{(جهت‌شیب)} \quad ۰/۰۰۲۷۶۱ + ۲/۰۲۹۶ - \text{احتمال تخریب جنگل} \\ & \text{(ارتفاع از سطح دریا)} \quad ۰/۰۰۱۲۸۷ + \text{(فاصله از روستاها)} \quad ۰/۰۰۰۱۹۸ - \\ & \text{(فاصله از جاده)} \quad ۰/۰۰۰۶۹۴ - \text{(شیب)} \quad ۰/۰۰۵۰۳۳ - \\ & \text{(ضریب جمعیت)} \quad ۰/۱۰۶۴۷۵ + \end{aligned}$$



شکل ۵- نقشه پیش‌بینی تخریب حاصل از مدل رگرسیون

بحث

از سطح دریا بیشتر است که نشان‌دهنده سهم بیشتر آن در تبیین مدل است. احتمال می‌رود با توجه به مثبت بودن ضریب جهت شیب، جهت‌های شمال‌شرقی و شرقی که بر اساس فرمول Beers بیشترین ارزش را دارند، سهم بیشتری در تخریب داشته باشند، هرچند باید براساس سهم نسبی هر طبقه از جهت شیب در این زمینه تصمیم‌گیری کرد. حضور عامل جمعیت روستا در مدل سبب بهبود آن می‌شود و نشان می‌دهد که روستاهای پرجمعیت با ضریب بالا و مثبت در مدل، تأثیر زیادی در تخریب جنگل دارد و عاملی مهم در تخریب جنگل تلقی می‌شود. به‌طور کلی می‌توان گفت این مدل در این منطقه به‌دلیل پراکندگی سطوح تخریب توانایی تبیین تغییرات را با دقت بسیار زیاد ندارد و از آنجا که الگوی تخریب در هر منطقه، وابسته به شرایط خاص آن منطقه است (امینی، ۱۳۸۵)، باید دیگر عوامل مؤثر بر تخریب، همچون وضعیت سوخت و وضعیت حفاظت عرصه‌های طبیعی را نیز بررسی کرد و به‌عنوان متغیرهای مستقل در مدلسازی تخریب در نظر گرفت که ممکن است اعتبار و دقت مدل قبلی را افزایش دهد.

منابع

امینی، محمدرشید، ۱۳۸۵. بررسی روند تغییرات گستره جنگل و ارتباط آن با عوامل فیزیوگرافی و انسانی با استفاده از تصاویر ماهواره ای و GIS، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۴۴ ص.

بی‌نام، ۱۳۸۱. معاونت آمار و انفورماتیک سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی استان، سالنامه آماری استان گلستان سال ۱۳۸۱.

درویش‌صفت، علی‌اصغر، ۱۳۸۱. ادغام داده‌های ماهواره‌ای، همایش ژئوماتیک، سازمان نقشه‌برداری کشور.

رضایی بنفشه، مجید، هاشم رستم‌زاده، بختیار فیضی‌زاده، ۱۳۸۶. بررسی و ارزیابی روند تغییر سطوح جنگل با استفاده از سنجش از دور و GIS (مطالعه موردی جنگل‌های ارسباران ۱۹۸۷-۲۰۰۵). مجله پژوهش‌های جغرافیایی، ۶۲: ۱۵۹-۱۴۳.

رفعیان، امید، علی‌اصغر درویش‌صفت و منوچهر نمیرانیان، ۱۳۸۵. بررسی قابلیت تصویر ماهواره لندست ۷ برای تهیه

نتایج طبقه‌بندی تصاویر در این بررسی همانند دیگر تحقیقات صورت‌گرفته، بیانگر قابلیت تصاویر سنجنده TM و LissIII در تهیه نقشه گستره جنگل است (شتایی، ۱۳۷۵؛ نجارلو، ۱۳۸۴). استفاده از تصاویر چندزمانه با بازه‌های زمانی معین، می‌تواند به مدیران، در پایش منابع طبیعی و تصمیم‌گیری درباره آینده کمک کند. نقشه تخریب تهیه‌شده از منطقه مورد بررسی نشان می‌دهد که حدود ۲۴۰۰ هکتار از سطح جنگل‌های حوضه کاسته شده است. بر اساس آمارهای موجود ۶۹۷/۶ هکتار جنگلکاری طی سه دهه اخیر در منطقه صورت گرفته که بیشترشان با گونه‌های سوزنی‌برگ است (شرکت مهندسی روان‌آب، ۱۳۸۴). سطح جنگل اضافه‌شده در دوره ۱۹ ساله حاصل از مقایسه تصاویر حدود ۷۹۰ هکتار است.

نتایج رگرسیون لجستیک با $Pseudo R^2$ حدود ۰/۱۱۴ و ROC، ۰/۷۲ نشان‌دهنده توافقی نسبی مدل به‌دست‌آمده با تخریب واقعی و توانایی به‌نسبت مناسب مدل در برآورد تغییرات جنگل در این حوضه آبخیز است، هرچند که از نتیجه تحقیق (Mahiny & Turner (2005) که شدت تغییرات ۹/۶ درصدی منطقه‌ای در استرالیا را طی دوره ۲۷ ساله با این روش و با استفاده از ۱۹ پارامتر فیزیوگرافی، معیارهای سیمای سرزمین و یک رشته شاخص‌های گیاهی مدل کردند، پایین‌تر است. کسب چنین نتیجه‌ای ممکن است به دلایل پراکندگی سطوح تخریب در منطقه مورد بررسی و عدم ارتباط کامل بین تخریب با عوامل مورد بررسی باشد. ضریب منفی شیب در مدل نشان‌دهنده تخریب و تغییر کاربری در شیب‌های کم است؛ همچنین فاصله از جاده و فاصله از روستا دارای ضریب منفی هستند که تخریب زیاد در اطراف روستا و جاده را نشان می‌دهند. این موارد با نتایج تحقیقات (Pirbavaghar et al. (2003 و رنجبر (۱۳۸۱) مطابقت دارد. در مورد ارتفاع از سطح دریا، سطح گسترش تخریب در ارتفاعات بالاتر، بیشتر است که از تجمع بیشتر روستاها و گسترش جاده در ارتفاعات بالاتر ناشی می‌شود. (Pirbavaghar et al. (2003) نیز گزارش کردند که بالابند پس از پایین‌بند بیشترین تخریب را دارد و کمترین تخریب مربوط به میان‌بند است. ضریب جهت شیب نیز مثبت بوده و مقدار آن از دو متغیر شیب و ارتفاع

Pirbavaghar, M., A. Darvishsefat & M. Namiranian, 2003. The study of spatial distribution of changes in the northern forests of Iran, Proceeding of Map Asia 2003.

Pontius, R.G. & L. Schneider, 2001. Land-use change model validation by a ROC method for the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 85(1-3): 239-248.

نقشه گستره جنگل (پژوهش موردی در جنگل های بابل)، مجله منابع طبیعی ایران، ۵۹ (۴): ۸۵۲-۸۴۳.

رنجبر، ابوالفضل، ۱۳۸۱. بررسی و برآورد روند تخریب جنگل ها با استفاده از GIS و داده های سنجش از دور، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه صنعتی خواجه نصیرالدین طوسی، ۶۳ ص.

ریاحی بختیاری، حمیدرضا، ۱۳۷۹. تعیین مناسب ترین روش تهیه نقشه های پوشش منابع طبیعی در مقیاس ۱:۲۵۰۰۰۰ با استفاده از داده های ماهواره ای در ناحیه دشت ارژن، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۱۱ ص.

شتایی جویباری، شعبان، ۱۳۷۵. تهیه نقشه جنگل به کمک تصاویر ماهواره ای به روش رقومی، پایان نامه کارشناسی ارشد جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، ۱۰۲ ص.

شرکت مهندسی مشاور روان آب، ۱۳۸۴. طرح جامع جنگلداری چندمنظوره حوزه آبخیز ۹۲ (چهل چای)، جلد هشتم جنگلکاری، پارک ها و ذخایر جنگلی، ۴۳ ص.

نجلولو، سحر، ۱۳۸۴. بررسی روند تغییرات گستره جنگل با استفاده از عکس های هوایی، نقشه های توپوگرافی و تصاویر ماهواره ای ETM+ و IRS-1D، پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۵۱ ص.

Clark, W.A. & P.L. Hosking, 1986. *Statistical Methods for Geographers* (Chapter 13), New York: John Wiley & Sons, 528 PP.

Eastman, J.R., 2002. Idrisi for windows user's guide ver.32, Clark labs for cartography technology and geographic analysis, (Clark University), 327.

Henry McNab, W., 2009. Effects of landform on site index for two mesophytic tree species in the appalachian mountains of north carolina, USA, *International Journal of Forestry Research*, Volume 2010, Article ID 298647, 7 pp.

Hsu, L.T. & C.C. Cheng, 2000. Modeling landscape changes using logic model, URL:

[//www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts6/fore0005.shtml](http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/2000/ts6/fore0005.shtml)

Mahiny, A.S. & B.J. Turner, 2003. Modeling past change in vegetation through remote sensing and GIS: A comparison of neural networks and logistic regression methods, Proceeding of Geocomputation conference, Southampton, UK, 24 pp.

Modeling forest areas decreases, using logistic regression (case study: Chehl-Chay catchment, Golestan province)

R. Bagheri^{*1} and Sh. Shataee²

¹M.Sc. Student, Faculty of Forestry, Gorgan University of Agriculture Science and Natural Resources, I. R. Iran

²Associate Prof., Faculty of Forestry, Gorgan University of Agriculture Science and Natural Resources, I. R. Iran

(Received: 29 February 2010, Accepted: 1 September 2010)

Abstract

Knowledge of forest extent during past decades is necessary for future planning. This research was done in order to determinate the distribution and rate of deforestation from 1987 to 2006 and possibility of modelling the changes extent and its relation to physiographic and some human factors by using logistic regression in the Chehl-Chay catchment, Golestan province. After geometric correction on TM image, the forest extent map of 1987 was generated using maximum likelihood classification. In addition, forest extent map in 2006 was generated using merged LissIII images with panchromatic image of SPOT-HRG and maximum likelihood classification. Deforestation map was produced through crossing the two maps. Spatial relation of deforestation was investigated by logistic regression using slope, aspect and elevation physiographic factors along with distance from road and village's population. The results showed that about 2400 ha from forest areas were deforested in the 19 years. The results of deforestation modeling by logistic regression showed a relative agreement of the predicted model and occurred forest extent changes map with a Pseudo R^2 of 0.114 and ROC coefficient equal to 0.72 in the region. According to results slope and distance from road and village variables were in contrary of deforestation expanding. This factor was increased with increasing in elevation and around populated villages.

Key words: Modeling, Forest extent decreasing, TM, LissIII, Logistic regression.