

## برآورد میزان تخریب جنگل‌های بالابند مازندران با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای

به‌نوش جعفری گرزین\*

<sup>۱</sup> مربی پژوهشی، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آب‌خیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران

\* رایانامه نویسنده مسئول: b.jafari@areeo.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۵/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۲/۷

### چکیده

تخریب و تغییر کاربری جنگل در بخش‌های وسیعی از جنگل‌های شمال کشور قابل مشاهده است. این تخریب در حاشیه ارتفاعات بالادست توسط دامداران و کشاورزان از طریق تبدیل جنگل به مرتع و سپس اراضی دیم صورت می‌گیرد. در این تحقیق مرز فوقانی جنگل‌های تخریب شده کوهستانی بالادست و مراتع با استفاده از تصاویر سنجنده‌های TM و ETM<sup>+</sup> ماهواره لندست در دو مقطع زمانی متفاوت طی یک دوره حدوداً ۱۵ ساله و با استفاده از روش طبقه‌بندی نظارت نشده با الگوریتم ISODATA و نیز روش طبقه‌بندی نظارت شده و استفاده از الگوریتم بیشترین احتمال (Maximum Likelihood) بررسی شد. با مقایسه حد جنگل‌های موجود در مقاطع زمانی مختلف، محدوده‌های تخریب شده مشخص گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که بیش از ۶۰ هزار هکتار از بخش فوقانی اراضی جنگلی استان مازندران، طی دوره زمانی از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۳ تغییر کاربری داده شد و تخریب گردید. به عبارتی سالانه در حدود ۴ هزار هکتار از اراضی جنگلی در بخش فوقانی دچار تغییر کاربری گردیده و شدت تخریب سالانه ۰/۳۹ درصد محاسبه شده است.

**واژه‌های کلیدی:** جنگل، تغییر کاربری، ماهواره لندست، مازندران.

## مقدمه

مرحله‌ای را با استراتژی حداقل فاصله<sup>۱</sup>، متوازی-السطوح (PPD)، حداکثر احتمال و برش تراکمی<sup>۲</sup> جهت تهیه نقشه جنگل و تیپ‌بندی با استفاده از داده‌های TM انجام داده است. دقت نقشه‌های تولید شده در تحقیق مذکور ۹۶ درصد بوده است. ناصری (۱۳۸۲) قابلیت داده‌های سنجنده ETM ماهواره لندست را در طبقه‌بندی تیپ‌های جنگلی و برآورد مشخصه‌های کمی آن در جنگل‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک مورد بررسی قرار داد. نتایج این تحقیق نشان داد بالاترین صحت کلی برای طبقه‌بندی جنگل در دو کلاس تراکمی (تنک و نیمه انبوه) معادل ۶۶ درصد بوده است. امینی و همکاران (۱۳۸۷) پس از بررسی قابلیت تصاویر ماهواره‌ای سنجنده ETM<sup>+</sup> و IRS-1C در تهیه نقشه جنگل‌های زاگرس، اقدام به تعیین میزان و موقعیت تغییرات گسترده جنگل از سال ۱۳۳۴ تا ۱۳۸۱ به صورت مطالعه موردی در جنگل‌های آرموده شهرستان بانه کردند. نتایج پژوهش آنها نشان داد که در طی دوره مورد مطالعه ۴۸۵۳ هکتار از سطح جنگل کاسته و در قسمتی ۹۵۳ هکتار به سطح جنگل افزوده شده است. از دیگر مطالعاتی که در ایران انجام گرفته می‌توان به

جنگل‌های شمال ایران بیش از یک میلیون سال قدمت داشته و علاوه بر تأمین بخشی از صنایع چوب کشور از نظر ویژگی‌های اکولوژیک، یکی از زیست‌بوم‌های منحصر به فرد کره زمین نیز محسوب می‌گردد. در سالیان اخیر افزایش جمعیت ساکن در حاشیه جنگل‌ها، بهره‌برداری بیش از حد، نیاز به زمین کشاورزی و چراگاه‌های جدید برای تعلیف دام، احداث راه‌های دسترسی و جاده‌های جنگلی جدید و همچنین برخی عوامل طبیعی نظیر تغییرات اقلیمی، سبب تخریب روزافزون اراضی جنگلی شده است. تخریب جنگل‌ها مقوله‌ای است که معمولاً به‌وسیله تکنیک‌های مختلفی مانند بررسی تغییرات طیفی پدیده‌های زمینی، قابل اندازه‌گیری است. این تغییرات ممکن است به صورت کیفی یا کمی باشد. تغییر کمی شامل تغییرات حاشیه‌ای، قسمت‌های داخلی و همچنین مرز فوقانی جنگل‌ها می‌باشد. تاکنون فعالیت‌های پژوهشی مختلفی جهت پایش و ارزیابی تغییرات و تخریب جنگل‌ها در ایران و سایر کشورها انجام پذیرفته است. رامتین‌نیا (۱۳۷۶) طی مطالعه‌ای، طبقه‌بندی نظارت شده یک مرحله‌ای و چند

<sup>1</sup> Minimum Distance

<sup>2</sup> Density Slicing

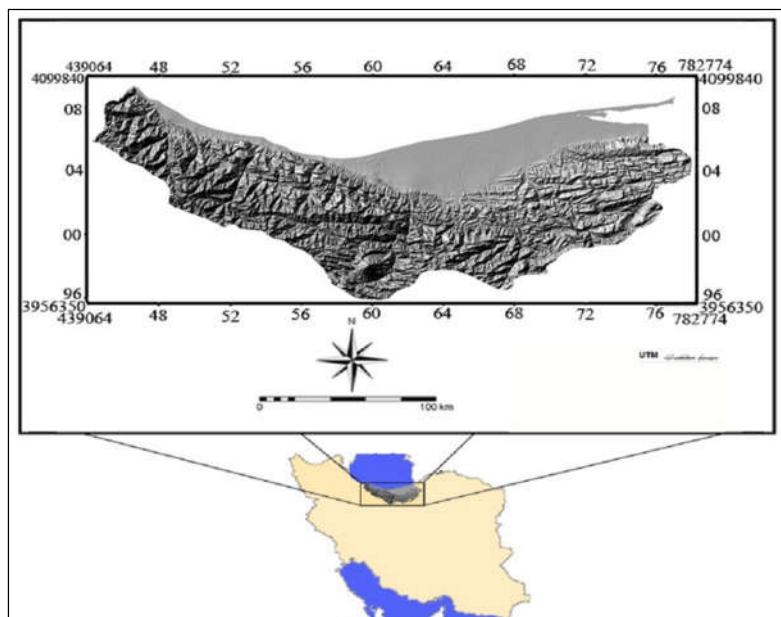
(۱۹۸۷) و  $ETM^+$  (۲۰۰۰) مطالعاتی برای بررسی تغییرات پوشش جنگلی انجام دادند. نتایج این بررسی نشان داد که از مجموع مساحت جنگل، مساحت جنگل تخریب شده افزایش یافته در حالی که از مساحت جنگل پهن‌برگ کم شده است. بررسی حاضر با هدف مشخص نمودن مناطق تخریب یافته (دچار تغییر کاربری از جنگل به غیرجنگل) در بخش فوقانی و مرزهای جنوبی جنگل‌های استان مازندران می‌تواند اطلاعات بسیار ارزشمندی را جهت ارزیابی وضعیت موجود و پیش‌بینی روند تغییرات آن در آینده ارائه نماید.

#### مواد و روش‌ها

##### منطقه مورد مطالعه

استان مازندران دارای مساحت ۲۴۶۲۳/۵۳ کیلومتر مربع می‌باشد که بین طول شرقی ۲۰° ۲۳' ۵۰" تا ۳۹° ۴۳' ۵۴" و عرض شمالی ۳۲° ۴۴' ۳۵" تا ۳۶° ۵۵' ۵۴" قرار گرفته است (شکل ۱). جنگل‌های طبیعی استان در دامنه‌های شمالی البرز واقع شده و با وسعت حدود ۹۵۱۲۴۶ هکتار عمدتاً در ارتفاعات بین ۲۰۰ تا ۲۴۰۰ متر پراکنش دارند.

مطالعه رفیعیان (۱۳۸۲)، شتایی و همکاران (۱۳۸۶)، دریکوندی و همکاران (۱۳۸۸) و ... اشاره کرد. در تحقیقی توسط Rawat و همکاران (۲۰۰۳) تلفیقی از تفسیر بصری، تفسیر رقومی و پردازش‌های مختلف برای دوره‌های زمانی به منظور پایش منابع جنگل و بررسی تغییرات دینامیک آن بر حسب کیفیت و کمیت طی یک دوره زمانی معین از داده‌های ماهواره‌های لندست و IRS استفاده گردید. نتایج این تحقیق نشان داد که سنجش از دور بر پایه نقشه پوشش جنگل، می‌تواند ارزیابی سنتی منابع جنگل را بهبود ببخشد. Agendra و همکاران (۲۰۰۹) با کمک تصاویر ماهواره‌ای لندست  $ETM^+$  و TM در منطقه حفاظت شده مهاناندا در ایالت بنگال غربی هندوستان نسبت به بررسی تغییرات سطح جنگل و زوال یکپارچگی آن بین سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۰ اقدام کردند. نتیجه بررسی آنها نشان داد تفاوت‌هایی در الگوی مکانی و وسعت پوشش جنگلی منطقه در دو زمان وجود دارد. Cakir و همکاران (۲۰۰۸) در ایالت ماکا در ترکیه با کمک تصاویر ماهواره‌ای لندست MSS (۱۹۷۵)، TM



شکل ۱- موقعیت منطقه مورد مطالعه

#### روش تحقیق

گردیدند تا قابل انطباق با مبنای استاندارد (نقشه‌های توپوگرافی) باشند. به منظور ارتفاعی کیفی و واضح‌تر شدن تصاویر و نیز افزایش امکان تفکیک پوشش گیاهی، بارسازی تصاویر با افزایش تباین، ترکیب رنگی تصاویر (ترکیب رنگ حقیقی و رنگ کاذب)، عملیات نسبت‌گیری، تجزیه مؤلفه‌های اصلی و ... انجام پذیرفت. همچنین طبقه‌بندی نظارت نشده با الگوریتم ISODATA برای این تصاویر ماهواره‌ای انجام شد و نقشه آن نیز تهیه گردید. به منظور بررسی صحت و دقت نقشه تهیه شده، مشاهدات زمینی بر اساس نقاط کنترل زمینی یا قطعات نمونه با توزیع و پراکنش مناسب صورت پذیرفت. موقعیت قطعات نمونه به‌وسیله GPS ثبت گردید. با مقایسه نمودن

تصاویر ماهواره‌ای مورد استفاده در این تحقیق مربوط به دو مقطع زمانی سال ۱۳۶۹ (۱۹۹۰م) و ۱۳۸۳ (۲۰۰۴م) و شامل چهار فریم بوده که نیاز به تصحیحات متفاوتی داشته است. بدین جهت تصحیحات به‌طور مجزا روی همه فریم‌ها انجام گرفته و فریم‌های تصحیح شده موزائیک گردید. تصاویر موزائیک شده به صورت یک تصویر یکپارچه مربوط به دو مقطع زمانی مختلف در تحقیق مورد استفاده قرار گرفت. سپس با تلفیق دو روش پارامتری و غیر پارامتری با استفاده از اطلاعات مداری ماهواره‌ای و نقاط کنترل زمینی تصحیح هندسی تصاویر داده‌های ماهواره انجام شد. در مرحله‌ی بعد این تصاویر دارای مختصات زمینی

سال ۱۹۹۰ تا سال ۲۰۰۴ کاربری آنها از جنگل به غیرجنگل تغییر یافته است به عنوان مناطق تخریب یافته در نقشه تفکیک گردید.

### نتایج

پس از انتخاب بهترین ترکیب باندها جهت طبقه‌بندی عوارض و پدیده‌های زمینی، الگوریتم‌های مختلفی برای طبقه‌بندی استفاده شده است. در شکل ۲ و ۳ نقشه‌های نهایی حاصل از اجرای الگوریتم، بیشترین احتمال را برای دو مقطع زمانی نشان می‌دهد. برداشت‌های صحرائی و اطلاعات حاصل از تصاویر ماهواره‌ای، تغییرات به وجود آمده در منطقه مورد مطالعه را طی دوره ۱۵ ساله نشان می‌دهد. در این تحقیق صحت تفکیک مرز جنگل با اراضی غیرجنگلی برای سال ۱۹۹۰ و سال ۲۰۰۴ بررسی شد (جداول ۱ و ۲).

پیکسل‌های نقشه طبقه‌بندی شده با پیکسل‌های متناظر در نقشه واقعیت زمینی، پیکسل‌های صحیح و نادرست طبقه‌بندی شده در طبقات مختلف مشخص و نتیجه این ارزیابی به صورت جداول خطا ارائه گردید. در ارزیابی صحت، معیارهایی نظیر: صحت کلی<sup>۱</sup>، صحت کاربر<sup>۲</sup> و صحت تولیدکننده<sup>۳</sup> مورد استفاده قرار گرفت. با توجه به هدف طرح و براساس اطلاعات مربوط به منطقه‌ی مطالعه، ۲ کلاس یا طبقه مشخص برای کاربری جنگل و غیرجنگل در نظر گرفته شد.

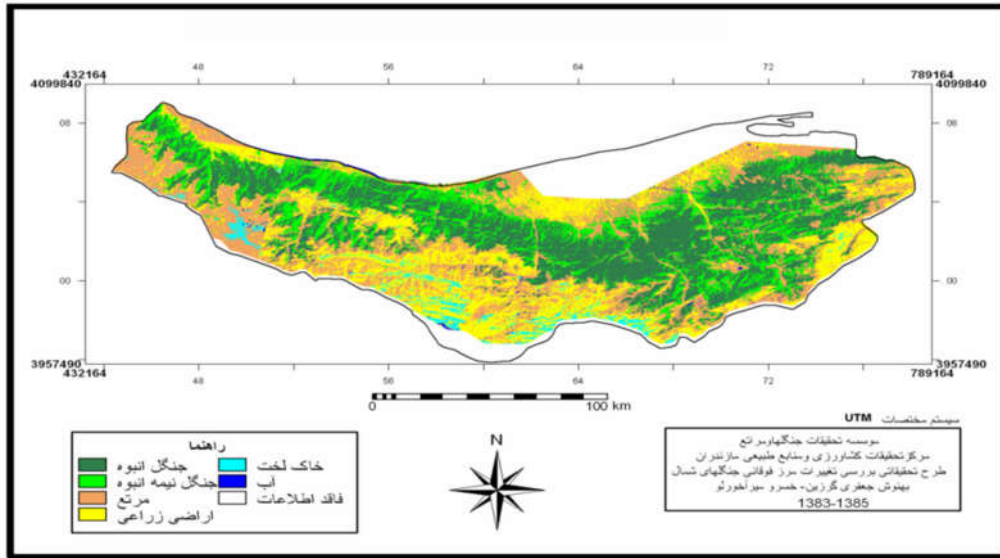
نقشه‌های نهایی نیز براساس اطلاعات زمینی با روش طبقه‌بندی نظارت شده و استفاده از الگوریتم بیشترین احتمال<sup>۴</sup> برای منطقه تهیه گردید. پس از بررسی دقت و صحت نقشه‌های تولید شده از داده‌های ماهواره‌ای مربوط به سال‌های ۱۹۹۰ و ۲۰۰۴ و انجام اصلاحات مورد نیاز براساس اطلاعات موجود و مطالعات میدانی، این نقشه‌های رستری با یکدیگر تلاقی داده شده و ماتریس تلاقی و نقشه مربوط به آن به‌منظور تعیین مناطق تخریب یافته استخراج گردید. با بررسی این ماتریس فقط پیکسل‌ها یا به عبارتی مناطقی که از

<sup>1</sup> Overall Accuracy

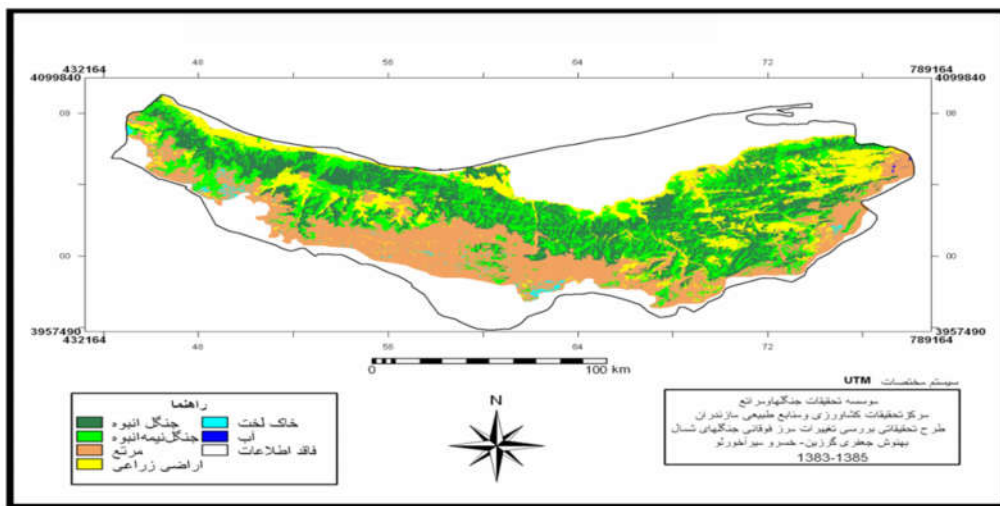
<sup>2</sup> User Accuracy

<sup>3</sup> Producer Accuracy

<sup>4</sup> Maximum Likelihood



شکل ۲- نقشه پوشش سطح زمین سال ۱۳۶۹ (۱۹۹۰م)



شکل ۳- نقشه پوشش سطح زمین سال ۱۳۸۳ (۲۰۰۴م)

جدول ۱- ماتریس خطا یا درهمی مربوط به نقشه تولید شده از تصویر ماهواره‌ای سال ۱۹۹۰

واقعیت زمینی				
طبقات	جنگل	غیر جنگل	جمع	صحت کاربر
جنگل	۳۳۵۴	۸۵۸	۴۱۱۲	۷۹/۱
غیر جنگل	۵۱۱	۲۹۰۴	۳۴۱۵	۸۵
جمع	۳۷۶۵	۳۷۶۲	۷۵۲۷	
صحت تولیدکننده	۸۶/۴	۷۷/۱		

طبقه بندی

میانگین صحت کاربر = ۸۲/۰ میانگین صحت تولیدکننده = ۸۱/۷ صحت کلی = ۸۱/۸

جدول ۲- ماتریس خطا یا درهمی مربوط به نقشه تولید شده از تصویر ماهواره‌ای سال ۲۰۰۴

واقعیت زمینی				
طبقات	جنگل	غیر جنگل	جمع	صحت کاربر
جنگل	۳۳۶۴	۲۹۳	۳۶۵۷	۹۱/۹
غیر جنگل	۲۹۱	۳۹۵۷	۴۲۴۸	۹۳/۱
جمع	۳۶۵۵	۴۲۵۰	۷۹۰۵	
صحت تولیدکننده	۹۲	۹۳/۱		

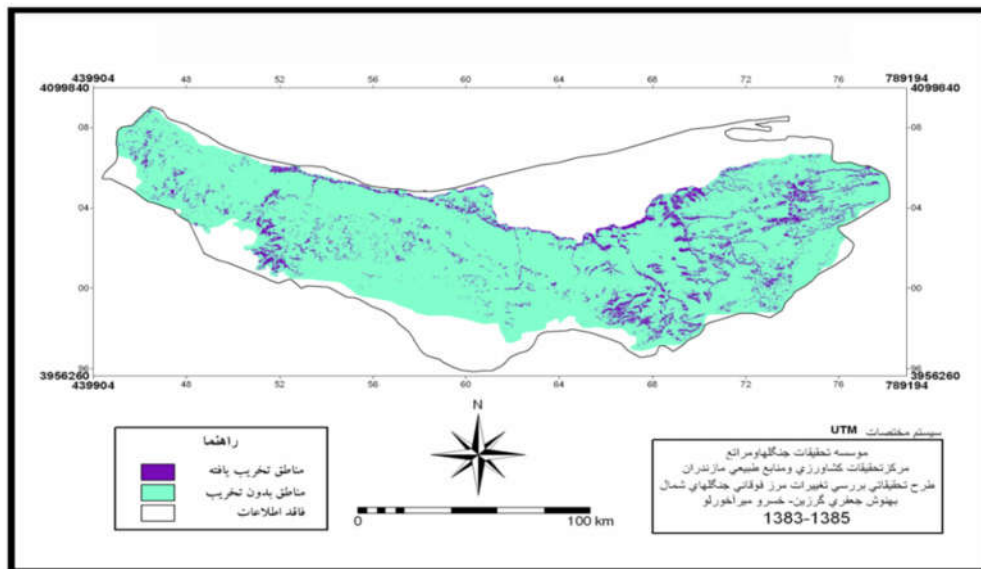
طبقه‌بندی

میانگین صحت کاربر = ۹۲/۵ میانگین صحت تولیدکننده = ۹۲/۵ صحت کلی = ۹۲/۶

### بحث و نتیجه‌گیری

جنگل بیان می‌گردد، تهیه و مورد تفسیر قرار گرفت (شکل ۴). همچنین جداول مربوط به تلاقی دو لایه اطلاعاتی یا همان نقشه‌های کاربری دو مقطع زمانی جهت تعیین میزان تغییرات ایجاد شد و مورد استفاده قرار گرفت (جدول ۳).

نقشه نهایی حاصل از تلفیق نقشه طبقه‌بندی شده مربوط به سال ۱۳۶۹ و ۱۳۸۳ جهت مشخص نمودن مناطق تغییر کاربری داده شده (کاربری جنگل به کاربری غیر جنگل) که به‌عنوان تخریب



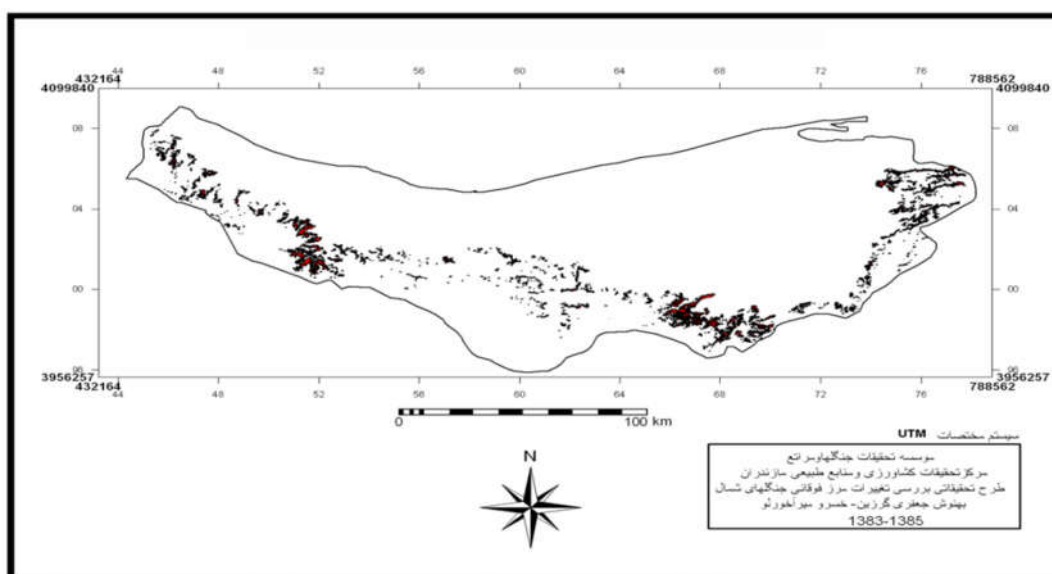
شکل ۴- نقشه مناطق تخریب شده اراضی جنگلی (تغییر کاربری از جنگل به غیر جنگل) مازندران (۱۳۶۹-۱۳۸۳)

جدول ۳- داده‌های مربوط به تغییر کاربری و تخریب در مناطق مورد مطالعه استان مازندران

مساحت (هکتار)	تخریب از سال ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۳	کاربری اراضی ۱۳۸۳ (۲۰۰۴)	کاربری اراضی ۱۳۶۹ (۱۹۹۰)
۸۴۱۳۸۹/۶	بدون تخریب	جنگل	جنگل
۱۰۳۱۸۱/۲	بدون تخریب	جنگل	غیر جنگل
۶۶۵۰۴۴/۷	بدون تخریب	غیر جنگل	غیر جنگل
۱۶۶۷۹۰/۹	تخریب یافته	غیر جنگل	جنگل
۶۲۹۶۹۹/۴		فاقد اطلاعات	
۲۴۰۶۱۰۵/۹			جمع

نقشه نهایی مناطق تخریب یافته تفکیک شد و مورد بررسی قرار گرفت (شکل ۵).

اراضی تخریب یافته جنگلی در مناطق بالادست یا بخش فوقانی جنگل به صورت مجزا از



شکل ۵- نقشه مناطق تخریب شده در بخش فوقانی جنگلی استان مازندران (۱۳۶۹-۱۳۸۳)

اطلاعات نقشه‌های حاصله مشخص می‌کند که از مجموع مناطق دارای اطلاعات استان یعنی سطحی برابر با ۱۷۷۶۹۰۰ هکتار، در حدود ۱۶۶۸۰۰ هکتار از اراضی جنگلی طی سال‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۸۳ تغییر کاربری داده شده و تخریب گردیده است که از این مقدار در حدود ۶۰ هزار هکتار آن در بخش فوقانی بوده است.

اطلاعات نقشه‌های حاصله مشخص می‌کند که از مجموع مناطق دارای اطلاعات استان یعنی سطحی برابر با ۱۷۷۶۹۰۰ هکتار، در حدود ۱۶۶۸۰۰ هکتار از اراضی جنگلی طی سال‌های



به بخش فوقانی اراضی جنگلی طی این دوره زمانی می‌باشد. براساس این برآورد تخریب سالانه اراضی جنگلی در بخش فوقانی در حدود ۴ هزار هکتار بوده و شدت تخریب سالانه ۰/۳۹ درصد محاسبه شده است. در بخش فوقانی جنگل، تغییر کاربری از جنگل به اراضی مرتعی، از دلایل عمده تخریب این اراضی است. به نظر می‌رسد در مناطق بالادست، نظام‌های بهره‌برداری سنتی مراتع، عدم تعادل دام و مرتع، بهره‌برداری غیرمجاز از منابع جنگلی و ... از دلایل عمده تخریب اراضی جنگلی در بخش فوقانی می‌باشد.

#### توصیه ترویجی

نتایج به‌دست آمده نشان داده است که به صورت طبیعی قسمت‌های زیادی از جنگل‌های کشور در حال تخریب می‌باشد، به‌ویژه که عوامل انسانی بر سرعت تخریب منابع طبیعی افزوده است. لذا با علم به منشأ طبیعی تخریب‌ها، جلوگیری از اثرات انسانی آن و همچنین کاربرد فنون و عملیات جنگل‌کاری در ارتفاعات بالادست جنگل‌های شمال و در کنار آنها ارتقای فرهنگ حفظ منابع طبیعی در حاشیه جنگل و آموزش جنگل‌نشینان می‌تواند راهگشا باشد.

نتایج حاصل از صحت طبقه‌بندی تصاویر ماهواره‌ای برای تفکیک اراضی جنگلی از اراضی غیرجنگلی نتایج مطلوبی را نشان می‌دهد. در این راستا صحت کلی نقشه‌های تولید شده برای سال‌های ۱۳۶۹ و ۱۳۸۳ به ترتیب ۸۱/۸ و ۹۲/۶ بوده است که بیانگر طبقه‌بندی و تفکیک مناسب جنگل/ غیرجنگل و قابلیت مطلوب جهت استفاده در بررسی تغییرات طی این دوره زمانی می‌باشد. در این رابطه درویش صفت (۱۳۷۶) با استفاده از داده‌های TM لندست و SPOT برای طبقه‌بندی جنگل/غیرجنگل صحت کلی یکسانی در حدود ۹۳/۷ درصد به‌دست آورده است. نتایج تحقیق کچمار و همکاران (۲۰۰۵) صحت طبقه‌بندی تصاویر TM لندست ۵ را برای تفکیک پوشش جنگلی از سایر کاربری‌ها را در مناطق مختلف جزیره هانشو ژاپن، بین ۷۷ تا ۸۹ درصد نشان می‌دهد.

نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که در استان مازندران (مناطق دارای اطلاعات) بیش از ۱۶۰ هزار هکتار از اراضی جنگلی طی دوره زمانی ۱۳۶۹-۱۳۸۳ تغییر کاربری داده شده و تخریب گردیده است. همچنین ۳۶٪ از کل اراضی جنگلی تخریب یافته یعنی بیش از ۶۰ هزار هکتار مربوط

## منابع

- امینی، م.، شتایی جویباری، ش.، غضنفری، ه. و معیری، م. ۱۳۸۷. بررسی تغییرات گستره جنگل‌های زاگرس با استفاده از عکس‌های هوایی و تصاویر ماهواره‌ای (مطالعه موردی: جنگل‌های آرمرده بانه). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی، ۱۵ (۲): ۱۰-۲۰.
- درویش صفت، ع. ۱۳۷۶. مقایسه قابلیت استفاده داده‌های SPOT و Landsat جهت تهیه نقشه تیپ‌های جنگلی. مجله تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی، ۵۰ (۱): ۶۸-۶۱.
- دریکوندی، آ.، بابایی، س.، سوسنی، ج. و عادل، ا. ۱۳۸۸. تغییرات سطح و تراکم جنگل‌های زاگرس میانی با استفاده از تفسیر عکس‌های هوایی و GIS (مطالعه موردی: ناحیه کاکا رضا، لرستان). سومین همایش ملی جنگل، دانشکده منابع طبیعی کرج، ۹ ص.
- رامتین‌نیا، ک. ۱۳۷۶. تهیه نقشه جنگل و تیپ‌بندی آن با استفاده از اطلاعات ماهواره‌ای به روش رقومی در جنگل خیرودکنار نوشهر. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران.
- رفیعیان، ا. ۱۳۸۲. بررسی تغییرات سطح جنگل‌های شمال کشور بین سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۸۰ با استفاده از تصاویر سنجنده ETM<sup>+</sup>. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران، ۱۲۶ ص.
- شتایی، ش. و عبدی، ا. ۱۳۸۶. تهیه نقشه کاربری اراضی نواحی کوهستانی زاگرس با استفاده از تصاویر ETM<sup>+</sup> (مطالعه موردی: حوزه آبخیز سرخاب، خرم‌آباد لرستان). مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گرگان، ۱۴ ص.
- Agendra, H., Paul, S., Pareeth, S. and Dutt, S. 2009. Landscapes of protection: Forest change and fragmentation in Northern west Bengal, India. Environmental management, DOI 10.1007/s00267-009-9374-9.
- Cakir, G., Sivrikaya, F. and Keles, S. 2008. Forest cover change and fragmentation using Landsat data in Macka state forest enterprise in Turkey. Environ Monit Assess, 137: 51-66.
- Rawat, J.K., Saxena, A. and Gupta, S. 2003. Remote sensing satellite based forest cover mapping: Some recent developments. Indian cartographer, 195-198.