دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
بوم‌شناسی جنگل‌های ایران

"مقاله پژوهشی"

تعیین سطح صنوبرکاری‌های بالغ استان مازندران با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای سنتینل۲

فرهاد اسدی[۱]، خسرو میرآخورلو[۲] و محسن مصطفی[۳]

۱- دانشیار بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران، (نویسنده مسوول: farhadasadi14@yahoo.com)
۲- مربی پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
۳- استادیار بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۱۰/۱۷
صفحه: ۵۴ تا ۶۲

چکیده مبسوط

مقدمه و هدف: تخمین مقدار چوب تولیدی در عرصه‌های صنوبرکاری شده بدون تعیین مساحت صنوبرکاری‌ها امکان‌پذیر نیست. برآورد میزان چوب تولیدی برای مدیریت تولید واحدهای صنایع چوبی بسیار مهم است. صاحبان صنایع باید بدانند در سالهای آتی تا چه میزان چوب صنوبر قابل استحصال خواهد بود. از این رو شناسایی عرصه‌های صنوبرکاری در استان مازندران از اهداف اصلی تحقیق حاضر است.

مواد و روش‌ها: دراین تحقیق به منظور برآورد سطح صنوبرکاری‌های بالغ استان مازندران از تصاویر سنتینل۲ استفاده شد. لذا ابتدا یک بررسی کلی روی پراکنش و سطح صنوبرکاری‌های با تاج پوشش کامل در استان مازندران انجام شد. سپس به صورت تصادفی در کل منطقه مورد مطالعه سطح ۲۰۲ محل صنوبرکاری شده به عنوان نمونه‌های تعلیمی با استفاده از سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) برداشت شد. در گام بعدی، تصاویر مربوطه از لحاظ زمانی مشخص و بارگیری شدند. سپس تصحیحات رادیومتری، اتمسفری، و هندسی روی آنها انجام شد و همچنین آشکارسازی باندی، ترکیبات رنگی، موزاییک تصاویر و محاسبات باندی انجام گرفت. در این مطالعه از الگوریتم ماشین بردار پشتیبان SVM، به منظور استخراج سطوح صنوبرکاری در دوره رویش سال ۱۳۹۸ (نیمه دوم اسفند تا آذر) استفاده شد. ارزیابی صحت نتایج طبقه‌بندی نقشه‌های تولید شده، با استفاده از ۱۸۳نقطه واقعیت زمینی از طریق سیستم موقعیت یاب جهانی (GPS) انجام شد.

یافته‌ها: نتایج به دست آمده نشان داد که در سال ۱۳۹۸، ۷۰۵ هکتار از مساحت مازندران زیر کشت صنوبر می‌باشد که شهرستان‌های محمودآباد و نکا با مساحت ۱۶۷ هکتار و ۳۳ هکتار به ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین سطح صنوبرکاری را به خود اختصاص دادند. مقدار مساحت برآورده شده در این تحقیق بدون احتساب توده‌های صنوبرکاری جوان بوده است. همچنین نتایج حاصل از ارزیابی صحت نشان داد که صحت کلی ۹۵/۳۵ درصد می‌باشد. مساحت متوسط توده‌های صنوبرکاری ۸۰۰ متر مربع بود. اما تعداد توده‌های کمتر از ۵۰۰ متر مربع (۷۱۲۱ توده) بیش از ۸۰ درصد توده‌ها را شامل می‌شد. تنها ۰/۲ درصد از کل توده‌ها (۵۷ توده)، مساحت بیش از یک هکتار را داشتند. همین ۵۷ توده حدود نیمی از سطح صنوبرکاری‌های استان را به خود اختصاص دادند.

نتیجه‌گیری: با وجود شرایط مساعد اقلیمی استان مازندران سطح صنوبر کاری‌ها، کم‌تر از حد انتظار برآورد گردید. بنابراین پیشنهاد می‌شود در آینده برای تأمین نیازهای چوبی استان مازندران از طریق زراعت چوب، برنامه‌ریزی و اقدامات لازم صورت بگیرد.

واژه‌های کلیدی: بردار پشتیبان، زراعت چوب، ماشین، نمونه تعلیمی، واقعیت زمینی

مقدمه

درختان صنوبر امروزه جایگاه ویژه‌ای در کشاورزی، جنگل‌داری و زراعت چوب جهان دارند. این درختان در تأمین مواد اولیه چوبی صنایع کاغذسازی، تخته‌خرده چوب، روکش، کبریت، میز و صندلی، مبلمان، جعبه‌سازی و به‌تازگی به‌طور فزاینده‌ای در بیوماس و بیوانرژی مطرح هستند. همچنین برای گیاه‌پالایی، ترمیم رویشگاه‌های تخریب‌شده، احیاء اکوسیستم‌های شکننده، مبارزه با گسترش بیابان‌ها و بازسازی چشم‌اندازهای جنگلی نیز اهمیت روزافزون یافته‌اند. صنوبرها در توسعه اقتصادی-اجتماعی و معیشت پایدار جوامع روستایی نیز نقش تعیین‌کننده‌ای دارند (۴). بر اساس آمار ارائه شده توسط کمیسیون بین‌المللی صنوبر در سال ۲۰۱۶ جمع کل سطح توده‌های طبیعی و خالص صنوبر در جهان ۵۴ میلیون هکتار گزارش شده است که ۹۹ درصد از این مقدار در کشورهای روسیه، کانادا، آمریکا و چین واقع شده است. ۸۳ درصد این سطح با اهداف چندمنظوره مدیریت می‌شود و ۱۷ درصد باقیمانده دارای اهداف حفاظتی است؛ اما سطح کل صنوبرکاری‌های جهان ۳۱/۴ میلیون هکتار گزارش شده است که ۱۸/۳ میلیون هکتار (۵۸ درصد) آن با مقاصد چندگانه، ۹/۴ میلیون هکتار (۳۰ درصد) آن برای تولید چوب، ۲/۹ میلیون هکتار (۹ درصد) آن برای حفاظت محیط زیست، ۰/۹ میلیون هکتار (۳ درصد) برای تولید سوخت استفاده می‌شود. دو کشور کانادا و چین ۹۶ درصد صنوبرکاری‌های جهان را به خود اختصاص داده‌اند. برای ایران ۲۵۰ هزار هکتار صنوبرکاری گزارش شده است (۳). سطح صنوبرکاری‌ها در استان مازندران در سال ۱۳۸۶ معادل ۷۰۰۰ هکتار برآورد شده است (۱).

اطلاع از میزان تولید چوب در کشور برای برنامه‌ریزی صنایع چوب اهمیت بالایی دارد. هر چه که این اطلاعات دقیق‌تر باشد برنامه‌ریزی برای استقرار و ادامه فعالیت صنایع چوب با دقت بیشتری صورت می‌گیرد. از طرف دیگر به دلیل توقف بهره‌برداری از جنگل‌های تجارتی در قالب طرح تنفس جنگل، انتظار تولید چوب بیشتر در صنوبرکاری‌های کشور را افزایش داده است. مقادیر تولید چوب در عرصه صنوبرکاری‌ها از یک طرف به میزان تولید در هکتار و از طرف دیگر به سطح صنوبرکاری‌ها وابسته است.

کمبود چوب در کشور موجب تعطیلی کارخانه‌ها و کاهش سطح اشتغال خواهد شد. لذا ضرورت دارد قبل از هر چیز از میزان واقعی صنوبرکاری‌های کشور اطلاعات کافی و صحیح

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

به دست آید. گستردگی سطح منابع طبیعی، تنوع اقلیمی و شرایط محیطی همواره از عوامل محدودکننده در ارزیابی این عرصه‌ها بر پایه پیمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمینی به شمار می‌آید (۱۳). برآورد سطح صنوبرکاری‌ها با پیمایش زمینی و حتی عکس‌های هوایی دارای دقت کافی هستند اما به دلیل گستردگی و پراکندگی سطوح کوچک و بزرگ صنوبرکاری هزینه تحقیق افزایش خواهد یافت و در مدت زمان کوتاه نیز قابل حصول نخواهد بود. اما اطلاعات ماهواره‌ای قادرند با هزینه کمتر و سرعت بیشتر در تلفیق با کنترل زمینی بهترین نتایج را ارائه دهند.

استفاده از داده‌های مناسب برای تهیه نقشه به‌هنگام و تفکیک اراضی تحت کشت صنوبر بر اساس اطلاعات ماهواره‌ای یک ضرورت است و در این زمینه تحقیقات معدودی صورت گرفته است (۹). امکان تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها با داده‌های لندست هشت در استان گیلان مورد ارزیابی قرار گرفت و قابلیت آن در تشخیص عرصه‌های صنوبرکاری شده متوسط اعلام شد (۸). درویش صفت و همکاران (۸)، قابلیت تصاویر سنجنده‌های LISSIII&IV – IRS -PL و TM در تفکیک صنوبرکاری‌های شهرستان صومعه‌سرا در استان گیلان را بررسی کردند و نشان دادند که در منطقه تحقیق و با رویکرد مورد استفاده، امکان تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها وجود ندارد. اما در تحقیقی اسلامی و صبح‌زاهدی (۱۲) با استفاده از تصاویر سنجنده LISSIII، در کل استان گیلان با روش نظارت شده و نظارت نشده، قابلیت بسیار زیاد این داده‌ها را برای تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها ذکر کردند. محمدپور و همکاران (۱۶) روند توسعه سطح صنوبرکاری‌های منطقه شرق گیلان را در یک دهه (۱۳۷۹–۱۳۸۹) با استفاده از داده‌های سنجنده Land sat و IRS در سامانه اطلاعات جغرافیایی بررسی نمودند. نتایج این بررسی نشان داد اگرچه سطح صنوبرکاری در این دهه افزایش یافته است ولی به‌علت مسائل اقتصادی اجتماعی و مهاجرت روستائیان، افزایش سطح کشت باعث افزایش تولید چوب نشده است. به‌عبارت دیگر کشت صنوبر باید در روستاهایی انجام می‌شد که در این دهه کاهش جمعیت داشتند. ناصری و همکاران (۱۸) قابلیت تصاویر ماهواره‌ای Rapid Eye را در تهیه نقشه پراکنش تاج‌پوشش درختان جنگلی در استان فارس مورد بررسی قرار داد و به این نتیجه رسیدند که این تصاویر دارای قابلیت مناسب می‌باشند. پوراحمد و همکاران (۲۱) گونه‌های درختی در توده‌های پهن‌برگ آمیخته جنگل‌های خزری را با استفاده از تصاویر پهپاد مورد شناسایی قرار دادند و به نتیجه رسیدند که این تصاویر از قابلیت نسبتاً خوبی برای تشخیص و تهیه نقشه گونه‌هاجنگلی برخوردارند و می‌توان با بررسی روش‌های نوین و پردازش‌های مناسب‌تر این مقادیر را بهبود بخشید. گرینتی و همکاران (۱۴) در تحقیقی استفاده از تصاویر ایکونوس و کویک‌برد را در طبقه بندی عرصه‌های صنوبرکاری شده در ایتالیا را مناسب تشخیص دادند.

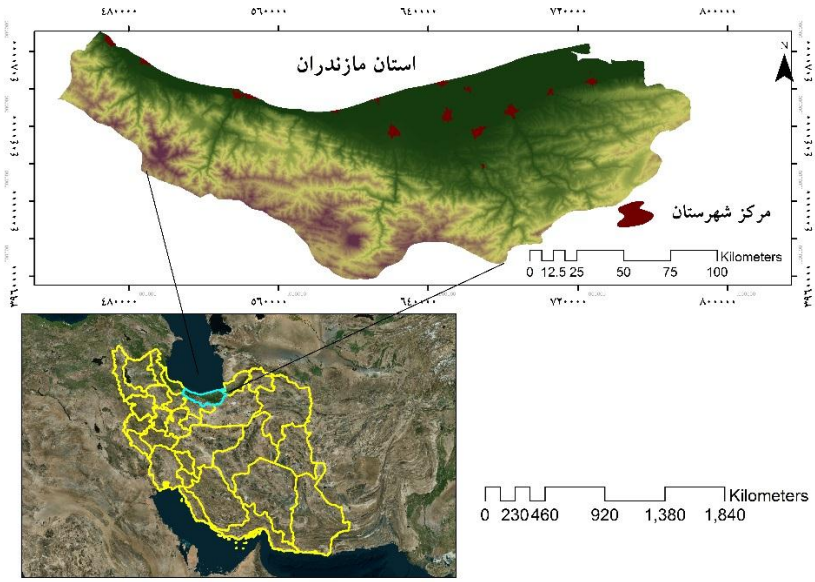
به علت فقدان یک سیستم هماهنگ برای برآورد دقیق سطح صنوبرکاری‌های کشور گاهی آمار متناقضی از سوی سازمان‌های متولی ارائه می‌شود که با واقعیت تفاوت دارد، لذا استفاده از تکنیک‌های سنجش از دور و تصاویر ماهواره‌ای می‌تواند با صرف هزینه و زمان کمتر برآوردهای نزدیک به واقعیت را در اختیار مدیران و محققان بگذارد. به کار بردن این تکنیک‌ها در بخش اجرا مستلزم پذیرفته شدن آنها پس از انجام تحقیقات است، بنابراین تحقیق حاضر به منظور استفاده از تصاویر سنتینل ۲ برای برآورد سطح صنوبرکاری‌های استان مازندران انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

استان مازندران با مختصات جغرافیایی '۴۶ °۳۵ تا '۵۸ °۳۶ عرض شمالی و'۲۱ °۵۰ تا '۰۸ °۵۴ طول شرقی، در شمال کشور ایران و با وسعتی معادل۲۳۷۵۶/۴ کیلومتر مربع حدود ۱/۴۶ درصد از مساحت کشور را به خود اختصاص داده است (شکل ۱). این استان دارای ۱۶ شهرستان به نام‌های آمل، بابل، بابلسر، بهشهر، تنکابن، جویبار، چالوس، رامسر، سوادکوه، قائمشهر، گلوگاه، محمودآباد، نکا، نور و نوشهر است و دارای ۵۱ شهر، ۴۴ بخش، ۱۱۳ دهستان و ۳۶۹۷ آبادی می‌باشد. اقلیم استان مازندران تحت تأثیر عرض جغرافیایی، ارتفاعات البرز، ارتفاع از سطح دریا، دوری و نزدیکی به دریا، وزش بادهای محلی و ناحیه‌ای، جابه‌جایی توده‌های هوای شمالی و غربی قرار دارد (۲).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]



شکل ۱- نقشه تقسیمات کشوری استان مازندران و محدوده مطالعه
Figure 1. Map of the study area and Mazandaran province divisions

روش تحقیق

تهیه نقشه واقعیت زمینی (جمع‌آوری نمونه‌های تعلیمی)

به منظور تهیه نقشه واقعیت زمینی و نمونه‌های تعلیمی ابتدا یک برآورد کلی با توجه به آمار و داده‌های موجود از پراکنش صنوبرکاری‌ها در سطح استان به عمل آمد. سپس با مراجعه به محل‌های صنوبر کاری شده، ۲۰۲ محل صنوبرکاری شده به طور تصادفی انتخاب و با استفاده از GPS نقشه آن به صورت پلی‌گون برداشت گردید (شکل ۲).

تصاویر ماهواره‌ای

برای انجام این تحقیق تصاویر ماهواره سنتینل ۲ از ابتدا تا انتهای دوره رویش صنوبر (نیمه اول اسفند تا آذر) سال ۲۰۱۸ میلادی، حداقل ۶ مقطع زمانی به فاصله ۳۰ الی ۴۰ روز سازمان فضایی اروپا (http://www.scihub.copernicus.eu) با مبنای WGS 1984 دریافت شد. این تصاویر دارای چهار باند طیفی در محدوده مرئی و مادن قرمز نزدیک (قدرت تفکیک مکانی ۱۰متر)، شش باند طیفی در محدوده مادون قرمز کوتاه و لبه قرمز (قدرت تفکیک مکانی، ۲۰ متر) و سه باند طیفی با اندازه تفکیک ۶۰ متر، می‌باشند

پردازش تصاویر

تصحیحات اتمسفری تصاویر با استفاده از برنامه Sen2Cor انجام گرفت و تصحیح هندسی تصویر با استفاده از باندهای مورد نظر (باندهای ۱۰متری) این ماهواره در نرم افزار SNAP انجام شد (۱۶). سپس، موزائیک کردن فریم‌های تصحیح شده استان با سری زمانی آنها صورت گرفته و بعد از آن، محدوده استان از فریم‌های موزائیک شده، استخراج شد. برای بازیابی ارزش تصاویر، ارزش‌های آن بر ۱۰۰۰۰ تقسیم شد تا بازه اعداد بین ۰ و ۱ قرار گیرد. مقایسه رفتارهای طیفی پدیده‌ها با الگوهای مورد نظر نشان داد که تصاویر تا حدود زیادی تصحیح اتمسفری شده‌اند. در مرحله بعد در محیط نرم‌افزار ERDAS Imagine 2014 اندازه تفکیک باندهای ۲۰ متری (b5, b6, b7, b8a) داده‌های سنتینل ۲ از تمام سری‌های زمانی به ۱۰ متر تبدیل شد. پس از آن، تصاویر با ترکیب باندی ۸۵۳ برای طبقات پوشش درختی به دو طبقه درختان خزان‌کننده و همیشه سبز، مجددا طبقه‌بندی و اراضی با پوشش درختان همیشه سبز نیز حذف شد.

ماشین‌های بردار پشتیبان Support Vector Machine (SVM)

ماشین‌بردار پشتیبان، جزء شاخه روش‌های هسته‌ای در یادگیری ماشین محسوب می‌شوند. ماشین‌بردار پشتیبان از دقت تعمیم‌دهی بالایی برخوردار است. ایده اصلی در ماشین‌بردار پشتیبان این است که با فرض جداپذیری خطی طبقه‌ها از هم، ابرصفحاتی که قادر به جدا نمودن طبقه‌ها از هم باشند را به‌دست می‌آورد. در مسایلی که داده‌ها به صورت خطی جداپذیر نباشند با استفاده از هسته‌های غیرخطی، داده‌ها را به فضای با ابعاد بیشتر سوق می‌دهد تا بتوان آنها را در این فضای جدید به صورت خطی جدا نمود (۲۴). از ماشین‌های بردار پشتیبان در برنامه R به‌منظور تفکیک عرصه‌های صنوبرکاری از سایر گونه‌های خزان‌کننده استفاده شد. به این صورت که داده‌های سری زمانی سنتینل ۲ و نمونه تعلیمی حاصل از برداشت میدانی به تعداد ۲۰۲ محدوده (پلی‌گون) به مساحت ۳۲/۶ هکتار معادل ۳۲۶۰ پیکسل در مدل ماشین‌های بردار پشتیبان به زبان برنامه‌نویسی نرم‌افزار R به این نرم‌افزار معرفی گردید و در نهایت نقشه محدوده‌های صنوبرکاری استخراج شد. سپس، ویرایش‌های لازم بر روی نقشه حاصله صورت گرفت و نقشه‌های نهایی استخراج شدند.

صحت سنجی نقشه‌ها

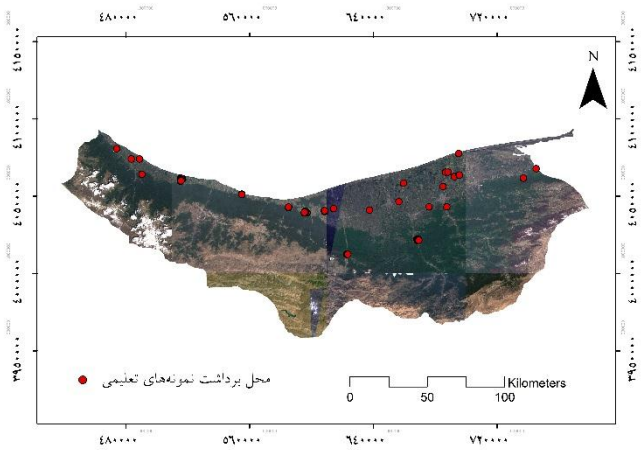
بعد از انجام طبقه‌بندی، تعیین دقت تصاویر امری کاملاً ضروری است، زیرا دقت بیانگر آن است که نقشه حاصل از عمل طبقه‌بندی چه میزان با واقعیت زمینی مطابقت دارد. هر

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

مقدار دقت طبقه‌بندی بالاتر باشد به این معنی است که نقشه طبقه‌بندی شده تفاوت کمتری با واقعیت زمینی دارد (۱۹). به منظور ارزیابی صحت نقشه‌های تولید شده ۲/۰۵ درصد از عرصه‌ها با تعداد ۱۸۳ پلی‌گون به صورت تصادفی با استفاده از تابع استفاده از دستور Geostatistical Analyst در نرم‌افزار ArcMap10.4 انتخاب شدند. پس از مراجعه به محل‌های انتخاب شده، تطابق این عرصه‌ها صورت گرفت و با استفاده از رابطه ۱ صحت کلی نقشه عرصه‌های صنوبرکاری شده تعیین گردید (۷).

$$OA=\frac{1}{N}\sum p_{ii} \quad \text{(رابطه ۱)}$$

OA: صحت کلی N: تعداد کل پلیگون‌های مورد مقایسه و pii: تعداد پلیگون‌های درست طبقه‌بندی شده.



شکل ۲- محل برداشت نمونه‌های تعلمی روی تصاویر سنتینل ۲ در استان مازندران
Figure 2. Location of Training Samples on the Santinel 2 satellite images in Mazandaran province

نتایج و بحث

سطح صنوبرکاری استان مازندران

استان مازندران ۲۳۷۵۶/۴ کیلومترمربع (۲۳۷۵۶۰۰هکتار) وسعت دارد که سطح بسیار ناچیزی (۷۰۵/۲ هکتار) از آن به صنوبرکاری بالغ اختصاص دارد.

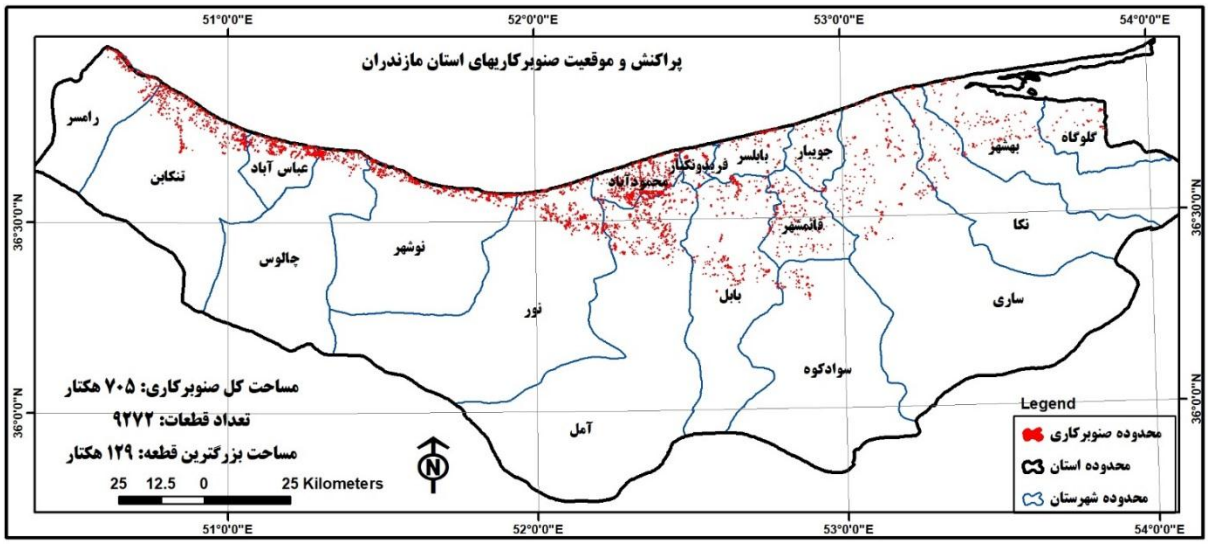
براساس جدول ۱، در بین ۸۹۰۱ عرصه صنوبرکاری در استان مازندران بیشترین فراوانی به میزان ۸۰ درصد به قطعات زیر ۵۰۰ متر اختصاص دارد و از طرف دیگر بیشترین درصد سطح زیر کشت صنوبرکاری در استان مربوط به قطعات بزرگتر از ۱۰۰۰۰ متر مربع (یک هکتار) با متوسط ۴۸/۹ درصد است. هر چند کل این مساحت در ۵۷ قطعه صنوبرکاری بزرگ واقع شده‌اند. قطعات بین ۵۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر مربع کمترین فراوانی را داشتند (۶۰ عرصه که برابر با ۶/۳ درصد از کل مساحت قطعات بود) بنابراین می‌توان بیان داشت که قطعات صنوبرکاری با مساحت کمتر از ۵۰۰ متر مربع بیش‌ترین فراوانی را دارند. به عبارتی نتایج مذکور نمایانگر فراوانی بیشتر صنوبرکاری در قطعات کوچک به‌صورت نواری یا خطی در فضای سبز شهری و یا حاشیه باغ‌ها و نهرهای انتقال آب به مزارع می‌باشد. در جدول ۲ تعداد قطعات و سطح زیر کشت به تفکیک شهرستان‌های استان ارائه شده است.

این استان فقط با داشتن ۲/۲ درصد معادل ۷۰۵ هکتار از کل صنوبرکاری‌های بالغ کشور، رتبه دهم سطح صنوبرکاری را در کشور دارد. براساس جدول ۲ طبقات مساحت قطعه (کمتر از ۵۰۰ متر، ۱۰۰۰-۵۰۰، ۵۰۰۰-۱۰۰۰، ۱۰۰۰۰-۵۰۰۰ و بزرگتر از ۱۰۰۰۰ مترمربع) به ترتیب ۸۰، ۳/۷، ۲/۱، ۰/۲ و ۰/۲ درصد تعداد قطعات و از نظر مساحت نیز به ترتیب ۱۸/۴، ۱۰/۵، ۱۵/۸، ۶/۳ و ۴۸/۹ درصد از سطح صنوبرکاری کل استان را در بر می‌گیرد. با اینکه ۸۰ درصد تعداد قطعات (۷۱۲۱ قطعه) در طبقه کمتر از ۵۰۰ مترمربع قرار دارند ولی این طبقه فقط ۱۸/۴ درصد معادل ۱۲۹/۷ هکتار از سطح صنوبرکاری استان را شامل می‌شود. همچنین تعداد قطعات طبقه بیشتر از یک هکتار با ۰/۲ درصد تعداد کل قطعات، بالغ بر ۴۸/۹ درصد از سطح کل صنوبرکاری استان را در برمی‌گیرد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که از نظر مساحت، صنوبرکاری در استان مازندران در قطعات بزرگتر رواج بیشتری دارد (به طور عمده در قالب صنوبرکاری‌های سنواتی سازمان جنگلها، مراتع و آبخیزداری کشور). هر چند از نظر تعداد قطعات، مساحت‌های کوچک فراوانی بیشتری نشان دادند. شکل ۳ پراکنش قطعات صنوبرکاری استان را نشان می‌دهد. مطابق شکل ۳ تمرکز صنوبرکاری‌ها عمدتاً در نواحی جلگه‌ای است.

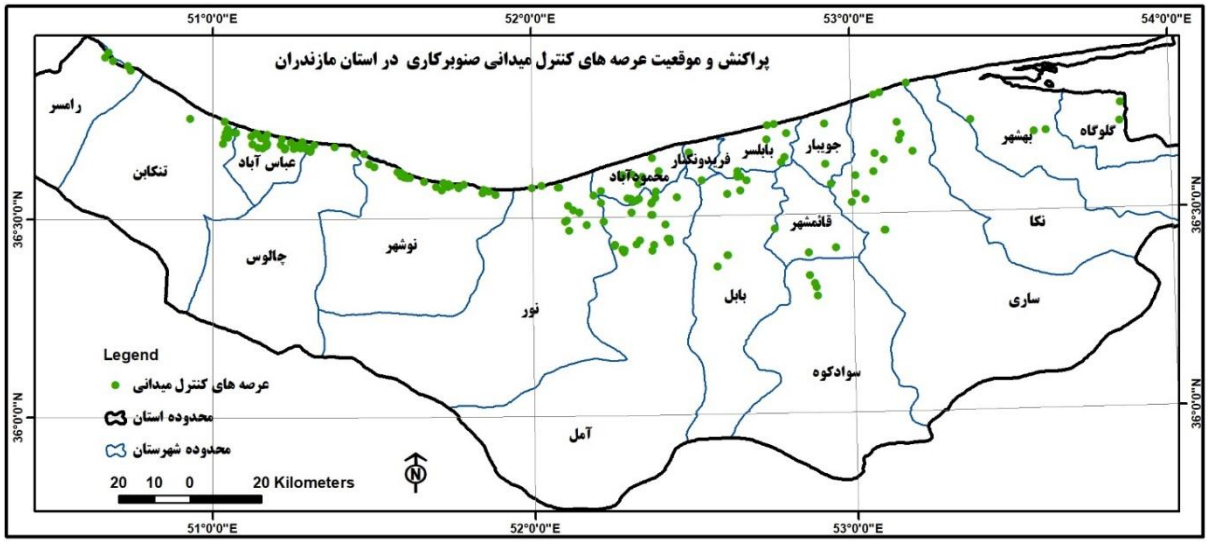
[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

جدول ۱- توزیع طبقه مساحت قطعات صنوبرکاری در استان مازندران
Table 1. Distribution patch of poplar plantation area in Mazandaran province

طبقه قطعات (m2)	تعداد	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
کمتر از۵۰۰	۷۱۲۱	۸۰	۱۲۹/۸	۱۸/۴
۵۰۰ -۱۰۰۰	۱۰۵۹	۳/۷	۷۴/۱	۱۰/۵
۱۰۰۰-۵۰۰۰	۶۰۴	۲/۱	۱۱۱/۷	۱۵/۸
۵۰۰۰-۱۰۰۰۰	۶۰	۰/۲	۴۴/۵	۶/۳
بیشتر از ۱۰۰۰۰	۵۷	۰/۲	۳۴۵/۱	۴۸/۹
جمع	۸۹۰۱	۱۰۰	۷۰۵/۲	۱۰۰



شکل ۳- نقشه پراکنش و موقعیت صنوبرکاری‌های شهرستان‌های استان مازندران
Figure 3. Distribution map and location of poplar plantation area in Mazandaran province' countries



شکل ۴- نقشه پراکنش نقاط کنترل زمینی عرصه‌های صنوبرکاری شده در استان مازندران
Figure 4. Distribution poplar plantation area' ground thrust in Mazandaran province

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

جدول ۲- مساحت و درصد قطعات صنوبرکاری شده در شهرستان‌های استان مازندران
Table 2. Area and percent of poplar plantation area in Mazandaran province' countries

نام شهرستان	تعداد(قطعه)	درصد	مساحت (هکتار)	درصد
رامسر	۳۸۴	۴/۳۱	۹/۸۰	۱/۳۹
تنکابن	۷۵۹	۸/۵۳	۹۴/۲۸	۱۳/۳۷
عباس‌آباد	۱۰۷۵	۱۲/۰۸	۸۹/۰۶	۱۲/۶۳
چالوس	۳۹۱	۴/۳۹	۳۳/۱۹	۴/۷۰
نوشهر	۹۳۴	۱۰/۴۹	۶۸/۹۷	۹/۷۸
نور	۹۲۷	۱۰/۴۱	۶۰/۰۹	۸/۵۲
محمودآباد	۱۰۸۶	۱۲/۲۰	۱۷۰/۳۰	۲۴/۱۵
آمل	۱۰۹۲	۱۲/۲۷	۷۳/۳۴	۱۰/۴۰
بابل	۴۷۰	۵/۲۸	۲۰/۸۲	۲/۹۵
فریدونکنار	۳۷۷	۴/۲۴	۸/۶۵	۱/۲۲
بابلسر	۱۵۳	۱/۷۲	۱۱/۹۳	۱/۶۹
سوادکوه	۸۶	۰/۹۷	۴/۶۶	۰/۶۶
قائمشهر	۲۹۷	۳/۳۴	۱۳/۴۰	۱/۹۰
جویبار	۹۴	۱/۰۶	۳/۶۶	۰/۵۲
ساری	۳۹۴	۴/۴۳	۲۹/۷۹	۴/۲۲
نکا	۱۳۸	۱/۵۵	۳/۱۹	۰/۴۵
بهشهر	۱۹۳	۲/۱۷	۵/۰۸	۰/۷۲
گلوگاه	۵۱	۰/۵۷	۴/۹۹	۰/۷۱
جمع	۸۹۰۱	۱۰۰	۷۰۵/۲۰	۱۰۰

صحت نقشه‌های استخراج شده

نقشه‌های استخراج شده از داده‌های ماهواره سنتینل ۲ (شکل ۴) با ۸۹۰۱ عرصه محدوده‌های صنوبرکاری (جدول ۳) مورد ارزیابی صحت قرار گرفت. برای این منظور، با استفاده از دستور Geostatistical Analyst در نرم‌افزار ArcGIS، ۲/۰۵ درصد از محدوده صنوبرکاری‌ها (۱۸۳ عرصه) جهت کنترل میدانی به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد. پس از بازدید میدانی قطعات، تعداد ۸ عرصه در تعیین عرصه صنوبرکاری خطا مشاهده شد.

طبق نتایج ارزیابی صحت انجام شده، صحت کلی عرصه‌های صنوبرکاری (تعداد قطعات نمونه درست طبقه‌بندی شده به کل تعداد قطعات نمونه مورد مقایسه، ضربدر ۱۰۰) معادل ۹۵/۳۵ درصد برآورد شده است خطای کلی نقشه تهیه شده ۴/۵ درصد می‌باشد که بیانگر صحت مناسب نقشه‌های استخراج شده است.

آگاهی از مساحت صنوبرکاری‌ها برای برنامه‌ریزی توسعه و مکان‌گزینی واحدهای صنایع چوبی یک ضرورت است لذا در این تحقیق استفاده از تصاویر ماهواره‌ای برداشت زمینی نمونه‌های تعلیمی و کنترل نقشه‌های تهیه شده طبق واقعیت زمینی این اصل را تائید نمود که استفاده صرف از تصاویر ماهواره‌ای بدون انجام عملیات میدانی نمی‌تواند نتایج مطلوبی را داشته باشد. بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق سطح صنوبرکاری‌های استان مازندران را بدون احتساب درختان و توده‌های جوان که هنوز تاج پوشش کوچکی دارند، ۷۰۵ هکتار نشان می‌دهد. البته به دلیل پراکندگی سطوح صنوبرکاری، تاکنون گزارشی مستندی در خصوص سطح دقیق کلیه صنوبرکاری‌های کشور و استان منتشر نشده است. این ۷۰۵ هکتار از صنوبرکاری در ۸۹۰۱ قطعه مجزا پراکنده شده است. بدون در نظر گرفتن توزیع واقعی توده‌ها، به طور متوسط هر قطعه صنوبرکاری حدود ۰/۰۸ هکتار یا ۸۰۰ متر مربع است. چنین مساحتی نمی‌تواند به عنوان یک واحد زراعت چوب تلقی شود (۴). اما بر اساس توزیع واقعی توده‌ها (جدول ۲)، بیش از ۸۰ درصد توده‌ها (۷۱۲۱ توده)، دارای مساحت کمتر از ۵۰۰ متر مربع هستند. این توده‌ها به دلیل کوچک بودن، کمتر از ۲۰ درصد مساحت صنوبرکاری‌های استان را شامل می‌شوند. در مقابل، تنها ۵۷ توده با مساحت بیش از یک هکتار در استان وجود دارد که علیرغم اختصاص ۰/۲ درصد از کل تعداد صنوبرکاری‌های استان، نزدیک به نیمی از مساحت کل صنوبرکاری‌های استان (۴۸/۹ درصد) معادل ۴۷۵/۱ هکتار را شامل می‌شود. به این دلیل که این قطعات صنوبرکاری عمدتاً متعلق به صنوبرکاری‌های سنواتی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری کشور در دهه ۶۰ شمسی است که بیشتر با هدف حفظ مالکیت منابع طبیعی بر این عرصه‌ها به صنوبرکاری اختصاص داده شد. هر چند این توده‌ها به دلیل سن بالای ۳۰ سال اغلب فاقد توجیه اقتصادی برای استمرار رویش هستند و عملاً چوبی برای کشور تولید نمی‌کنند. لذا مدیریت آنها برای افزایش بهره‌وری ضرورت دارد (۶). در میان شهرستان‌های استان، محمود آباد با ۱۰۸۶ قطعه صنوبرکاری، بیش از ۱۷۰ هکتار یعنی ۲۴ درصد از صنوبرکاری‌های استان را به خود اختصاص داده است. یکی از دلایل این امر کوچک شدن اراضی کشاورزی در منطقه و فروش آنها به ویلاسازان و احداث بادشکن در اطراف این اراضی است. وضعیتی که در شهرهای توریستی دیگر مانند نوشهر و نور هم مشاهده می‌شود. اما در شهرهایی مانند تنکابن و عباس‌آباد به دلیل گسترش صنوبرکاری‌های سنواتی، مساحت توده‌ها صنوبرکاری کمی بالاست.

در مجموع با توجه به شرایط اقلیمی مناسب استان مازندران وضعیت مساحت صنوبرکاری در استان راضی کننده نیست. دلیل این کاهش سطح را می‌توان در عدم رعایت اصول فنی زراعت چوب و در نتیجه کم بازده بودن این فعالیت (۶) و گران شدن نسبی چوب در دو سال اخیر و قطع درختان برای فروش عنوان کرد. به این ترتیب اگر بتوان رشد ارزش

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

اقتصادی چوب را همراه با سایر محصولات کشاورزی استمرار بخشید، آنگاه با رعایت اصول فنی صنوبرکاری می‌توان به توسعه این فعالیت امیدوار بود.

در این بررسی صحت نقشه‌های استخراج شده از داده‌های ماهواره سنتینل ۲ با ۱۸۳ نقطه کنترل زمینی در استان مقدار ۹۵/۵ درصد، صحت قابل قبولی را نشان داد. این موضوع تا حدودی مشابه نتایج تحقیق اسلامی و صبحزاهدی (۱۲) که از تصاویر لندست هشت برای مکان‌یابی صنوبرکاری‌ها و دشتی مرویلی و همکاران (۱۰) می‌باشد که برای تفکیک اراضی زیر کشت محصولات کشاورزی از تصاویر سنتینل ۲ استفاده نموده بودند، اما با نتایج درویش صفت و همکاران (۹) که از تصاویر لندست ۸ برای تهیه نقشه صنوبر کاری‌ها استفاده شده بود تفاوت داشت و این تفاوت را می‌توان به ویژگی‌های تصاویر نسبت داد. همچنین میزان صحت به دست آمده در این تحقیق، نتایج تحقیق دلفان و همکاران (۱۱) را تائید نمود که بیان نموده بودند که تصاویر سنتینل ۲ عملکرد مناسبی را در تهیهٔ نقشهٔ کاربری اراضی و پوشش زمین دارند.

از طرف دیگر نتایج به دست آمده از استفاده از تصاویر سنتینل ۲ توسط ساعد موچشی و همکاران (۲۲) کامپورتی وهمکاران (۱۵)، حاکی از توانایی متوسط این تصاویر در برآورد تنوع گونه‌ای اکوسیستم‌های جنگلی می‌باشد در حالی که در اکوسیستم‌های زراعی و زراعت چوب این توانایی بالا اعلام شده است لذا دلیل این تفاوت را می‌توان ناهمگنی اکوسیستم‌های جنگلی دانست که باعث ناهمگنی طیفی می‌شود که به دنبال امکان تشخیص طیفی پدیده‌ها کاهش می‌یابد (۲۰). بنابراین این بخش از نتایج نشان داد که استفاده از تصاویر سنتینل ۲ برای تهیه نقشه مناطق صنوبرکاری شده مناسب هستند.

بر اساس نتایج این تحقیق توصیه می‌شود در مرحله اول در استفاده از سری زمانی داده‌ها، باید انتخاب مقاطع زمانی داده‌ها در طول ۸ ماه (دوره رویش) متناسب با فنولوژی صنوبر در استان یا منطقه مورد مطالعه باشد. در غیر این صورت صحت نقشه‌های استخراج شده، به‌شدت کاسته خواهد شد. درصورتی که منطقه مطالعه وسیع باشد و دوره رویش و فنولوژی منطقه تفاوت چشمگیری داشته باشد، بهتر است محدوده مطالعه به دو یا چند منطقه مجزا تقسیم شود و مقاطع سری زمانی داده‌ها برای هر منطقه طبق تقویم زمانی و فنولوژی صنوبر آن منطقه استفاده شود. در مرحله دوم زمان برداشت داده‌های میدانی جهت استفاده به عنوان نمونه‌های تعلیمی و کاربرد آن در مدل، در صورت امکان و نداشتن محدودیت کار میدانی زمان رویش و البته مرحله خزان برگ‌ها که به رنگ زرد خاصی درمی‌آیند انتخاب شود. اما به نتایج صفری و همکاران (۲۳) زمان برداشت داده‌های میدانی در استان کرمانشاه در مرحله اوج شادابی و رویش صنوبر (نیمه دوم خرداد و نیمه اول تیرماه) انتخاب شود. دلیل تفاوت این دو استان را می‌توان به تفاوت پوشش درختی سایر گونه‌ها در دو استان مرتبط دانست. طوری که در استان مازندران به دلیل حضور گونه‌های متعدد درختی گاهی تفکیک گونه‌ها از هم در فصل خزان به دلیل تفاوت رنگ برگ‌ها میسرتر است. همچنین توصیه می‌شود در صورت دسترسی به قطعات صنوبرکاری با سنین متفاوت از ۲ الی ۱۰ سال به تعداد تقریباً مساوی از هر طبقه سنی نمونه ثبت گردد، تا امکان برآورد دقیق‌تر و جامع‌تر کلیه سطوح صنوبرکاری فراهم شود. در صورت وجود راه‌های دسترسی مناسب در منطقه مورد مطالعه، برای ثبت نمونه با توزیع مکانی و تعداد مناسب باید نمونه‌برداری‌ها طوری باشد که بتوان در هر ۱۰۰۰ الی ۲۰۰۰ هکتار از منطقه یک نمونه برداشت شود.

با توجه به فقدان اطلاعات مستند با دقت مناسب و به‌هنگام در زمینه مقدار و پراکنش اراضی صنوبرکاری‌ها در استان، یافته‌های این پژوهش می‌تواند اطلاعات پایه و مبنایی باارزش برای استفاده در پایش سطح صنوبرکاری‌ها، برنامه‌ریزی‌ها و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در راستای زراعت چوب در استان باشد. نتایج این تحقیق که سطح صنوبرکاری‌های بالغ را معادل ۷۰۵ هکتار برآورد کرده است، بدون احتساب توده‌ها و درختان صنوبر جوان و البته بدون احتساب سایر گونه‌های متداول در زراعت چوب مانند اوکالیپتوس، پالونیا و غیره بوده است. از طرف دیگر توده‌ها و درختان بالغی که به دلیل گران شدن چوب در چند سال اخیر قطع شده‌اند نیز از گردونه محاسبه این تحقیق خارج بوده‌اند.

تشکر و قدردانی

این مطالعه در قالب طرح تحقیقاتی مصوب مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور (کد مصوب ۹۷۰۴۱۶-۰۴۰-۰۹-۰۹-۰) و با حمایت مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران انجام شد که نویسندگان از حمایت‌ها و همکاری آنان تشکر می‌نمایند.

منابع

1. Anonymous, 2007. Strategic plan for wood cultivation. Research Institute of Forests and Rangelands press, 89 pp (In Persian).
2. Anonymous. 2016. Mazandaran province planning program. Plan and budget organization, 95 pp.
3. Anonymous. 2016. Poplars and Other Fast-Growing Trees - Renewable Resources for Future Green Economies. Synthesis of Country Progress Reports. 25th Session of the International Poplar Commission, Berlin, Federal Republic of Germany, 13-16 September 2016. Working Paper IPC/15. Forestry Policy and Resources Division, FAO, Rome. http://www.fao.org/forestry/ipc2016/en./
4. Asadi, F. 2019. Fundamentals of Poplar Wood Farming. Research Institute of Forests and Rangelands press, 245 pp (In Persian).

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

5. Asadi, F., F. Noori and B. Yousefi. 2015. Growth variations in poplar (*Populus nigra L.*) plantations in riverbanks of Kermanshah Province. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 23(2): 209-221 (In Persian).
6. Asadi, F., K. Espahbodi and S.E. Sadati. 2019. Evaluation of technical defects of poplar farmings in Mazandaran province. Iranian Journal of Forest, 11(3): 401-414 (In Persian).
7. Congalton, R., K. Gand and K. Green. 2009 .Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices. 2nd Ed, CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton Florida. 179 p.
8. Darvishsefat, A., F. Ghaffari and A. Bonyad. 2014. Evaluation of Satellite Imaging Capabilities in Population Separation (Case Study: Somaye Sara City, Gilan Province, Iran). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 22(3): 401-392 (In Persian).
9. Darvishsefat, A.A., R. Arjhangi Choobar, A.E. Bonyad and G. Ronoud. 2016. Mapping the poplar plantations using Landsat-8 data (Case Study: Talesh and Sumehsara region, Guilan province). Iranian Journal of Forest, 8(3): 301-312 (In Persian).
10. Dashti Marvili, M., B. Kamkar and H. Kazemi. 2019. Detection of rice and soybean grown fields and their related cultivation area using Sentinel-2 satellite images in summer cropping patterns to analyze temporal changes in their cultivation area (Case study: four watershed basins of Golestan Province). Journal of Water and Soil Conservation, 26(1): 151-167 (In Persian).
11. Delfan, E., H. Naghavi, R. Maleknia and A. Nouredini. 2019. Comparing the capability of sentinel 2 and landsat 8 satellite imagery in land use and land cover mapping using pixel-based and object-based classification methods, Desert Ecosystem Engineering Journal, 7(25): 1-12 (In Persian).
12. Eslami, A. and Sh. Sobheh Zahedi. 2011. Providing poplar plantation map by Indian remote sensing (IRS) satellite imagery in Northern Iran, African Journal of Agricultural Research, 6(20): 4769-4774.
13. Farzadmehr, J., H. Arzani, A.A. Darvishsefat and M. Jafari. 2004. Investigation in Estimating vegetation cover and phytomass production, using enhanced Landsat data in a semi-arid region. Iranian Journal of Natural Resources, 57(2): 339-3651 (In Persian).
14. Grignetti, A., D. Domenico and G. Niccolini. 2009. Classification of poplar stands areas by high-resolution satellite images. Forest - Rivista di Selvicoltura ed Ecologia Forestale, 6(1): 1-15.
15. Kampouri, M., P. Kolokoussis, D. Argialas and V. Karathanassi. 2018. Mapping of forest tree distribution and estimation of forest biodiversity using Sentinel-2 imagery in the University Research Forest Taxiarchis in Chalkidiki, Greece. Geocarto International, 33: 1-13.
16. Magdalena, M.K., P. Bringfried, L. Jerome, D. Vincent, M.W. Uwe and G. Ferran. 2017. Sen2Cor for Sentinel-2. Conference Paper October 2017, DOI: 10.1117/12.2278218.
17. Mohammadpour, P., P. Kardavani and M.A. Ebadattalab. 2011. Investigating the process of wood development farming in the eastern region of Giulan. Quarterly Geographical Journal of Territory, 8(32): 25-32 (In Persian).
18. Naseri, M.H., Sh, Shataee Jouibari, J. Mohammadi and S. Ahmadi. 2020. Capability of rapid eye satellite imagery to map the distribution of canopy trees in Dashtebarm forest area of Fars Province. Ecology of Iranian Forests, 7(14): 58-69 (In Persian).
19. Rahimzadegan, M. and M. Pourgholam. 2014. Identification of the area under cultivation of Saffron using Landsat-8 temporal satellite images (Case study: Torbat Heydarieh). Journal of RS and GIS for Natural Resources, 4(7): 97-115 (In Persian).
20. Rocchini, D., S. Luque, N. Pettorelli, L. Bastin, D. Doktor, N. Faedi and S. Godinho. 2018. Measuring β-diversity by remote sensing: A challenge for biodiversity monitoring. Methods in Ecology and Evolution, 9(8): 1787-1798.
21. Pourahmad, P., J. Oladi and A. Fallah. 2018. Detection of tree species in mixed broad-leaved stands of caspian forests using UAV images (Case study: Darabkola Forest). Ecology of Iranian Forests, 6(11): 61-75 (In Persian).
22. Saed Mocheshei, A., M. Pir Bavaghar, N. Shabanian and P. Fatehi. 2019. Possibility of estimating the woody species diversity using Sentinel optical imagery (Case study: Marivan forests). Forest and Wood Products, 72(2): 101-110 (In Persian).
23. Safari, H., Y. Khodakarami, M. Khanhasani, F. Bolandbakht and H. Rahimi. 2019. Investigation and distribution of the country's poplar plantation area using Sentinel-2 satellite data (first phase) - Kermanshah province. Research Institute of Forests and Rangelands, 28 pp (In Persian).
24. Sahu, M. 2015. Integrating artificial neural network with machine learning in forecasting problem domain, International. Journal of Recent Research Aspects, 2(2): 8-11.

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

Determination of Adult Poplar Plantation Area in Mazandaran Province using Santinel 2 Satellite Images

Farhad Asadi[1], Khosro Mirakhorlou[2] and Mohsen Mostafa[3]

1- Corresponding author, Associate Professor, Natural Resources Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran, (Corresponding author: farhadasadi14@yahoo.com)
2- Senior Research Expert, Forest Research Division, Research Institute of Forests & Rangelands, AREEO, Tehran, Iran
3-Corresponding author, Assistant Professor, Natural Resources Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sari, Iran
Received: April 18, 2020 Accepted: January 6, 2021

[Downloaded from ifej.sanru.ac.ir on 2025-08-18]
[DOR: 20.1001.1.24237140.1400.9.18.7.3]
[DOI: 10.52547/ifej.9.18.54]

Extended Abstract

Introduction and Objective: Estimating the amount of wood produced in poplar plantations is not possible without determining the area of poplar plants. Estimating the amount of wood produced is very important for the production management of wood industry units. Industry owners need to know how much poplar wood can be extracted in the coming years. Therefore, identifying areas of poplar cultivation in Mazandaran province is one of the main objectives of the present study.

Materials and Methods: This study was conducted to estimate adult poplar cultivations area using Sentinel2 satellite in Mazandaran Province. Firstly, the general survey carried out on poplar cultivation with full canopy distribution and its cultivation area at the regarding area. Then, in the whole area, the numbers of 202 cultivated areas have randomly been mapped using Global Positioning System (GPS) as Training Samples. In the next step, the relevant images have been identified in term of time and downloaded, and also radiometric, atmospheric, and geometric corrections have been done on them. Also, banding appearance, color compositions, images mosaicking and bands calculations have been performed. The Support Vector Machine (SVM) algorithm has been used in order to extract poplar cultivation in the growth period of 2018 (March to December). Evaluation of the accuracy of the classification results of the generated maps was performed using 183 ground trust points via GPS.

Results: The results showed that in 2018, 705 hectares of Mazandaran area are under poplar plantations, which Mahmoudabad and Neka cities with an area of 167 hectares and 33 hectares, respectively, had the highest and lowest area of poplar cultivation. Poplar cultivation area estimated in this study was excluding young poplar stands. Furthermore, the results of the accuracy assessment demonstrated that the overall accuracy is 95.35. The average area of poplar stands was 800 square meters. But the number of stands less than 500 square meters (7121 plots) includes more than 80% of the stands. Only 0.2% of the total stands (57 stands) make up more than one hectare. These 57 stands occupied about half of the province's poplar plantations.

Conclusion: Despite the favorable climatic conditions in Mazandaran province, the area of poplar cultivations was lower than expected. Therefore, it is suggested that in the future, the necessary measures should be taken to meet the wooden needs of Mazandaran province through wood farming.

Keywords: Ground trust, Support Vector Machine (SVM), Training Samples, Woof Farming