



DOI: 10.22092/irm.2022.356224



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۴۰۰/۰۷/۱۵  
تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۱۲/۳۰

## ارزیابی وضعیت پراکنش صنوبرکاری‌های استان اردبیل

یونس رستمی کیا<sup>۱\*</sup>، خسرو میرآخورلو<sup>۲</sup>، محسن کلاگری<sup>۳</sup>، رضا طلایی<sup>۴</sup> و بایرامعلی بیرامی<sup>۵</sup>  
چکیده

کمبود منابع چوبی و بحران تخریب و نابودی جنگل‌های باقی مانده در کشور از یک طرف و عدم توان واردات چوب و فرآورده‌های آن به کشور از طرف دیگر، اهمیت تأمین چوب را برای کشور دو چندان نموده است. نبود اطلاعات بهنگام از وضعیت موجود (سطح و پراکنش) صنوبرکاری‌های استان اردبیل یکی از مشکلات اصلی مدیران بخش تولید چوب برای برنامه‌ریزی و مدیریت تأمین چوب است. در این زمینه تهیه نقشه پراکنش و تعیین سطح زراعت چوب صنوبر می‌تواند در ارزیابی وضعیت صنوبرکاری‌ها و نیز مسائل مربوط به کشت و توسعه زراعت چوب در سطح منطقه، به برنامه‌ریزان استان کمک کند. برای این منظور، از داده‌های چندزمانه ماهواره سنتینل ۲ (Sentinel-2) در دوره رویش صنوبر استفاده شد. بعد از انجام مراحل پردازش، تفسیر، تجزیه و تحلیل داده‌ها، تهیه مدل براساس سری زمانی داده‌ها و تست آن در مناطق پایلوت با اطلاعات مربوط به برداشت‌های میدانی، نقشه محدوده‌های صنوبرکاری موجود در استان استخراج شد. نتایج نشان داد صنوبرکاری‌های استان معادل ۱۰۷۴ هکتار است که براساس نقشه پراکنش، بیشتر قطعات صنوبرکاری در شهرستان‌های مشگین‌شهر، اردبیل و خلخال قرار دارد. بیشتر قطعات صنوبرکاری کمتر از ۰/۵ هکتار به صورت نواری یا خطی در حاشیه باغ‌ها و نهرهای انتقال آب به مزارع کشت شده‌اند که علاوه بر تولید چوب، بادشکن و حصار باغ نیز هستند. یافته‌های این پژوهش می‌تواند اطلاعات پایه و مبنایی با ارزش برای استفاده در پایش سطح صنوبرکاری‌ها، برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری‌های مدیریتی در رابطه با توسعه زراعت چوب در استان باشد. واژه‌های کلیدی: استان اردبیل، داده‌های ماهواره‌ای، صنوبر، نقشه پراکنش.

### Assessing the distribution of poplar plantations in Ardabil province

Y. Rostamikia<sup>1\*</sup>, kh. Mirakhorlo<sup>2</sup>, M. Calagari<sup>3</sup>, R. Talaei<sup>4</sup> and B.A. Beyrami<sup>5</sup>

#### Abstract

Lack of wood resources and forest degradation in the country, on the one hand, and the inability to import wood and its products to the country, on the other hand, have doubled the importance of wood supply for the country. Lack of information on the current situation (area and distribution) of poplar planting in Ardabil province is one of the main problems of wood production managers in planning and managing wood supply. In this regard, preparing the distribution map and determining the area of poplar wood cultivation can help the planners of the province in assessing the situation of poplar planting as well as issues related to the cultivation and development of wood cultivation in the region. For this purpose, Multi-temporal Sentinel-2 satellite data were used from the beginning to the end of the poplar growth period (first half of March to December 2018), at least six time periods between 30 and 40 days. After processing, interpretation, data analysis, including atmospheric correction, geometric correction, selection of appropriate bandwidth and temporal composition of images, modeling based on time series data, and model testing in pilot areas with fieldwork information (training examples) for use in the model a map of poplar areas in Ardabil provinces was extracted. The results showed that the province's poplar plantations were equivalent to 1074 hectares in 1397. According to the distribution map, most poplar parts are located in Meshgin Shahr, Ardabil, and Khalkhal. Most of the poplar planting plots of less than 0.5 hectares are strip or linearly planted in the margins of gardens and streams to transfer water to farms, which in addition to producing wood, act as windbreaks and garden fences. Evaluation of the accuracy of maps extracted from Sentinel-2 satellite data using 140 samples was randomly selected. The overall accuracy of the prepared map was 93.2%, which indicates the acceptable accuracy in distinguishing poplar crops from other forest species and fruitful in the extracted maps. The findings of this study can be valuable basic information for use in monitoring the area of poplar planning and management decisions in wood farming in the province.

**Keywords:** Ardebil province, distribution map, poplar, satellite data.

۱- نویسنده مسئول، استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران. پست الکترونیک: younesrostamikia@gmail.com

۲- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۳- دانشیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.

۴- استادیار پژوهش، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.

۵- پژوهشگر، بخش تحقیقات حفاظت خاک و آبخیزداری، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اردبیل، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اردبیل، ایران.

\*1- Corresponding author, Assistant Prof., Forests and Rangelands Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Ardabil, Iran. E-mail: younesrostamikia@gmail.com.

2. Senior Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

3- Associate Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran

4. Assistant Prof., Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Ardabil, Iran

5. Researcher, Soil Conservation and Watershed Management Research Department, Ardabil Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, AREEO, Ardabil, Iran



## ● مقدمه

با توجه به مصرف رو به رشد چوب و فرآورده‌های آن و کمبود منابع جنگلی و ممنوعیت بهره‌برداری از جنگل‌ها، نیاز به ارزیابی و مطالعه در زمینه جنگلکاری‌ها به‌ویژه با هدف زراعت چوب به‌شدت احساس می‌شود. در توسعه زراعت چوب، درختان صنوبر دارای بیشترین کاربرد و اهمیت هستند و نه تنها در ایران، بلکه در دنیا نیز بیشترین سهم را در زراعت چوب به خود اختصاص می‌دهند، دلیل این امر نیز ویژگی‌های منحصر به فردی از جمله سرعت رشد بالای این درختان، تولید چوب در زمان بسیار کوتاه و سهولت تکثیر غیر جنسی از طریق قلمه است که در مقایسه با دیگر درختان دارند (مدیر رحمتی، ۱۳۹۵).

کشت صنوبر در استان اردبیل از زمان‌های قدیم متداول بوده است، دره‌ها، دشت‌ها و اراضی حاشیه رودخانه‌های استان به‌واسطه برخورداری از آب کافی، یکی از نقاط شاخص توسعه و صنوبر به‌شمار می‌رود و معمولاً به‌عنوان یک محل درآمد همراه با کشت محصولات زراعی، یا فعالیت‌های اقتصادی دیگر مورد توجه است. صنوبرکاری‌های استان اردبیل بیشتر به‌صورت سنتی در پیرامون زمین‌های کشاورزی توسط کشاورزان منطقه انجام می‌شود و اصولاً کشاورزان منطقه از آن به‌عنوان بادشکن، یا حصار در اطراف زمین‌های خود استفاده می‌کنند و به‌دلیل ارزش بالای اراضی کشاورزی در تولید انواع محصولات متنوع، چندان رغبتی به زیرکشت بردن تمام زمین به‌عنوان زراعت چوب با گونه صنوبر ندارند.

بر اساس گزارش سازمان منابع طبیعی و آبخیزداری کشور در سال ۱۳۸۶، سطح کل صنوبرکاری استان حدود ۵۵۰۰ هکتار با توان تولید ۱۰۲۸۸۰ متر مکعب برآورد شده که بیشتر از گونه *Populus nigra* و کلن‌های تبریزی و شالک به دو صورت حاشیه‌کاری (بادشکن) و صنعتی بوده است. در استان اردبیل اغلب، دو گونه *P. nigra* و *P. alba* کشت می‌شود. گونه *P. nigra* در نواحی مرکزی و شمالی و گونه *P. alba* نیز در نواحی جنوب و جنوب شرقی

روی اراضی شور و قلیایی مشاهده می‌شوند. به‌عبارت‌دیگر، صنوبر سیاه (تبریزی و شالک) در مقایسه با صنوبر کبوده پراکنش بیشتری دارد. از دلایل عمده آن می‌توان به خصوصیات خاص گونه تبریزی از قبیل تحمل و سازگاری با شرایط اکولوژیکی استان، رشد عمودی و تنه صاف، تجمع چوب در تنه اصلی به‌جای سرشاخه‌های جانبی، اشغال فضای کمتر نسبت به گونه‌های تاج باز مانند شالک و کبوده شیرازی اشاره کرد (رستمی‌کیا و همکاران، ۱۳۹۹).

در حال حاضر توسعه تولید چوب از طریق زراعت چوب به‌واسطه افزایش تقاضای چوب، محدودیت شدید منابع جنگلی قابل بهره‌برداری کشور، ناتوانی در تأمین داخلی آن، خروج رقم چشمگیر ارز برای واردات آن، همچنین توسعه تکنولوژی چوب و محصولات آن و احیای صنایع و اشتغال‌زایی و درآمدزایی حاصل از چوب امری اجتناب‌ناپذیر برای استان است. بنابراین، آگاهی دقیق از وضعیت موجود صنوبرکاری‌ها و داشتن اطلاعات کمی و کیفی از آن، از جمله پراکنش و سطح موجود صنوبرکاری‌ها، برای برنامه‌ریزی و مدیریت صحیح و نیل به اهداف در این زمینه ضروری است (باقری و همکاران، ۱۳۸۰). گستردگی سطح منابع طبیعی، تنوع اقلیمی و شرایط محیطی همواره از عوامل محدود کننده در ارزیابی این عرصه‌ها بر پایه پیمایش‌ها و اندازه‌گیری‌های زمینی به‌شمار می‌آید (فرزاد مهر و همکاران، ۱۳۸۴). جمع‌آوری این اطلاعات از طریق کار میدانی اگرچه بسیار دقیق است، ولی نیازمند صرف وقت و هزینه زیادی است. در مقابل، داده‌های سنجش از دور با توجه به ویژگی‌های ارزشمندشان قادر هستند، اطلاعات با ارزشی را در زمینه‌های مختلف تحقیقاتی و اجرایی برای ارتقاء مدیریت منابع طبیعی در اختیار قرار دهند (Mirakhorlou & Akhavan, 2017). به‌منظور استفاده صحیح و کاربردی از تصاویر ماهواره‌ای و اطلاعات حاصل از آنها، ابتدا باید صحت این اطلاعات تأیید شود، این امر نیازمند بررسی قابلیت این داده‌ها در تأمین اطلاعات موردنیاز است (درویش‌صفت و همکاران، ۱۳۹۵).

در دهه‌های اخیر، بررسی‌های متعددی در زمینه تهیه نقشه، تفکیک و طبقه‌بندی منابع جنگلی و غیرجنگلی براساس داده‌های سنجش

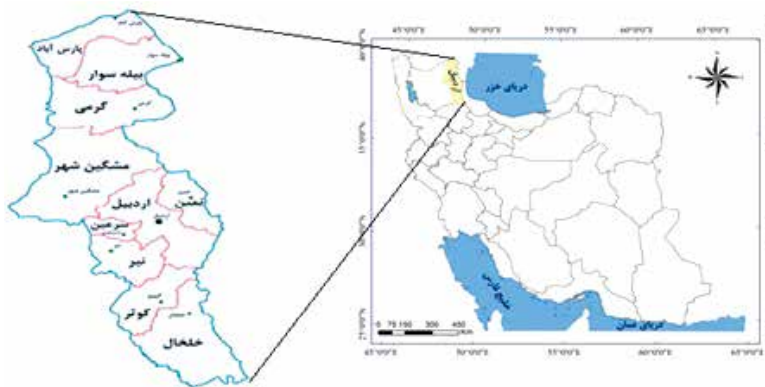
از دور در ایران انجام شده است (املشی و میرآخورلو، ۱۳۹۸)، اما در زمینه تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها در کشور تحقیقات اندکی موجود است.

درویش‌صفت و همکاران (۱۳۹۵) با ارزیابی امکان تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها با داده‌های لندست ۸ در سه منطقه صنوبرکاری در شهرهای تالش و صومعه‌سرا در استان گیلان نشان دادند، این داده‌ها به‌دلیل پایین بودن صحت کلی، دارای قابلیت متوسطی در تهیه نقشه صنوبرکاری هستند. Zahedi و Eslami (۲۰۱۱) با تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها با استفاده از تصاویر سنجنده LISS در کل استان گیلان نشان دادند، اگرچه انعکاس طیفی صنوبرها با سایر پوشش گیاهی متفاوت است، اما تداخل بسیار نزدیکی با سوزنی‌برگان دارد، آنها در نهایت به این نتیجه رسیدند که، داده‌های این سنجنده با دقت کلی ۹۱/۴۸ درصد، قابلیت زیادی در برآورد سطوح و تهیه نقشه صنوبرکاری دارند.

Karasiak و همکاران (۲۰۱۷) از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel 2 (S2) (زمستان ۲۰۱۵ تا پاییز ۲۰۱۶) برای شناسایی گونه‌های درختی جنگل‌های معتدله استفاده کردند. طبق نتایج آنها، گونه‌های درختی کاج سیاه (*Black pine*) و دوگلاس (*Douglas fir*) به‌ترتیب با ضریب ۰/۸۱ و ۰/۷۴ درصد و گونه‌های درختی کاشته‌شده در جنگلکاری صنوبر لرزان (*Aspen*) و بلوط قرمز (*Red Oak*) با ضریب ۹۹ درصد شناسایی و تفکیک شدند، این نتایج، نشان‌دهنده قابلیت زیاد این تصاویر در شناسایی پراکنش گونه‌های درختی در اکوسیستم‌های جنگلی است.

Szostak و همکاران (۲۰۱۷) امکان تهیه تصاویر ماهواره Sentinel 2A را برای اراضی جنگلی منطقه Milicz، در جنوب شرقی لهستان در سطح ۶۸/۵۷ هکتار بررسی کردند. تفاوت در طبقه‌بندی تصاویر ماهواره Sentinel 2 با واقعیت زمینی برای پوشش جنگل ۱/۷۴ هکتار (۳/۸۵ درصد سطح پارسل‌های موردبررسی)، برای اراضی زراعی ۰/۸۶ هکتار (۱/۹۰ درصد) و برای اراضی مرتعی ۰/۷۵ هکتار (۱/۶۷ درصد) به دست آمد.

Magnus و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از داده‌های Sentinel 2 در قسمتی از جنگل‌های



شکل ۱- موقعیت استان اردبیل

زمانی به فاصله ۳۰ الی ۴۰ روز استفاده شد. سامانه این ماهواره براساس عملکرد هم‌زمان دو سنجنده مشابه (به نام‌های 2A و 2B) است. هر یک از این ماهواره‌ها دارای یک سنجنده چندطیفی (MSI) است و بازتاب پدیده‌های روی زمین را در ۱۳ باند طیفی از مرئی تا مادون قرمز نزدیک (VNIR) و مادون قرمز با طول موج کوتاه (SWIR) اندازه‌گیری می‌کنند. ۴ باند طیفی با قدرت تفکیک مکانی ۱۰ متر در طول موج‌های آبی، سبز، قرمز و مادون قرمز نزدیک و ۶ باند طیفی با تفکیک مکانی ۲۰ متر است که ۴ باند آن برای ارزیابی ویژگی‌های پوشش گیاهی و ۲ باند SWIR دیگر برای تشخیص برف، یخ و ابر، همچنین ارزیابی تنش رطوبتی گیاه استفاده می‌شود. همچنین ۳ باند طیفی در اندازه تفکیک ۶۰ متر برای مطالعات اتمسفری طراحی شده است. جدول ۱ مشخصات کلی، طیفی و کاربرد باندهای ماهواره Sentinel 2 را نشان می‌دهد. بعد از دانلود داده‌های سری زمانی Sentinel 2 و استخراج محدوده استان از فریم‌های موزائیک‌شده، تصحیحات اتمسفری و هندسی انجام شد. سپس، پردازش‌های ثانویه شامل تجزیه و تحلیل آماری باندهای مورد استفاده، تجزیه به مؤلفه اصلی، استخراج تعداد ترکیب باندی مختلف از باندهای اصلی و مصنوعی،

شمال غرب ایران بین  $37^{\circ} 45'$  تا  $39^{\circ} 42'$  عرض شمالی و  $47^{\circ} 30'$  تا  $48^{\circ} 55'$  طول شرقی واقع شده است. پست‌ترین نقطه آن با ارتفاع ۱۰۰ متر در پارس‌آباد و بلندترین نقطه آن، قله سلان با ارتفاع ۴۸۱۱ متر است. تعداد ۹ شهرستان که صنوبر در آنها کشت شده است به‌عنوان شهرستان‌های مورد بررسی، برای ثبت نقاط صنوبرکاری با پیمایش‌های زمینی انتخاب شدند (شکل ۱).

سوئد نقشه تفکیک گونه‌های جنگلی مانند بلوط، کاج نقره‌ای، صنوبر و نوئل را براساس فنولوژی گونه‌های یادشده تهیه کردند و به صحت کلی ۸۷/۶ درصد دست یافتند. هدف از این پژوهش، تعیین موقعیت مکانی محدوده و پراکنش سطوح صنوبرکاری‌های استان اردبیل و تهیه نقشه بهنگام صنوبرکاری‌ها به‌عنوان اطلاعات مینا برای پایش و ارزیابی تغییرات سطح در دوره‌های کوتاه‌مدت ۳ تا ۵ ساله است.

### ● روش پژوهش

در این تحقیق از تصاویر ماهواره‌ای Sentinel 2 از ابتدا تا انتهای دوره رویش صنوبر (نیمه اول اسفند ۱۳۹۷ تا آذر ۱۳۹۸) حداقل ۶ مقطع

### ● مواد و روش‌ها منطقه مورد بررسی

استان اردبیل با وسعتی معادل ۱/۸ میلیون هکتار (۱/۱ درصد از مساحت کشور) در

جدول ۱- مشخصات کلی و کاربرد باندهای ماهواره Sentinel 2

| باند | مرکز باند (نانومتر) | عرض باند (نانومتر) | تفکیک مکانی (متر) | هدف                                   |
|------|---------------------|--------------------|-------------------|---------------------------------------|
| B1   | ۴۴۳                 | ۲۰                 | ۶۰                | تصحیح آتروسول                         |
| B2   | ۴۹۰                 | ۶۵                 | ۱۰                | تصحیح آتروسول، باند اندازه‌گیری زمینی |
| B3   | ۵۶۰                 | ۳۵                 | ۱۰                | باند اندازه‌گیری زمینی                |
| B4   | ۶۶۵                 | ۳۰                 | ۱۰                | باند اندازه‌گیری زمینی                |
| B5   | ۷۰۵                 | ۱۵                 | ۲۰                | باند اندازه‌گیری زمینی                |
| B6   | ۷۴۰                 | ۱۵                 | ۲۰                | باند اندازه‌گیری زمینی                |
| B7   | ۷۸۳                 | ۲۰                 | ۲۰                | باند اندازه‌گیری زمینی                |
| B8   | ۸۴۲                 | ۱۱۵                | ۱۰                | تصحیح بخار آب، باند اندازه‌گیری زمینی |
| B8a  | ۸۶۵                 | ۲۰                 | ۲۰                | تصحیح بخار آب، باند اندازه‌گیری زمینی |
| B9   | ۹۴۵                 | ۲۰                 | ۶۰                | تصحیح بخار آب                         |
| B10  | ۱۳۸۰                | ۲۰                 | ۶۰                | آشکارسازی سیروس                       |
| B11  | ۱۶۱۰                | ۹۰                 | ۲۰                | باند اندازه‌گیری زمینی                |
| B12  | ۲۱۹۰                | ۱۸۰                | ۲۰                | تصحیح آتروسول، باند اندازه‌گیری زمینی |



انتخاب تعداد و ترکیب باندی مناسب با بهترین تفکیک پذیری طبقات انجام شد. در ادامه، نمونه‌های تعلیمی در تمام طبقات پوشش مورد نظر روی تصاویر براساس اطلاعات میدانی تهیه شد و تصاویر با ترکیب باندی ۸۴۳ در دو طبقه با پوشش درختی و غیردرختی (سایر پوشش‌ها) طبقه‌بندی شدند. در مرحله بعد، اراضی بدون پوشش درختی حذف شدند و دوباره محدوده‌ها، با پوشش درختی در دو گروه درختان خزان‌کننده و همیشه‌سبز طبقه‌بندی شدند. سپس با حذف طبقه پوشش همیشه‌سبز، مدل برای تفکیک صنوبر از گونه‌های خزان‌کننده تعیین شد. با استفاده از نمونه‌های میدانی برداشت شده از توده‌های صنوبر، مدل تعیین شده، آزمون و کالیبره شد. با حذف محدوده‌های غیر صنوبر، نقشه محدوده‌های صنوبرکاری شده استان استخراج شد. ویرایش نهایی روی نقشه اصلاح شده محدوده‌های صنوبرکاری با تبدیل فرمت نقشه صنوبرکاری به منظور کنترل و انجام اصلاحات لازم روی

نقشه با استفاده از تصاویر، با وضوح مناسب در Google Earth انجام شد.

### ● ارزیابی صحت نقشه نهایی

صحت نقشه با استخراج ۵ درصد از پلی‌گون‌های محدوده صنوبرکاری استان به صورت کاملاً تصادفی و با استفاده از دستور Geostatistical Analyst در نرم‌افزار ArcMap10.4 و ثبت مختصات جغرافیایی جهت بازدید میدانی ارزیابی شد.

### ● نتایج و یافته‌ها

اطلاعات به دست آمده از نقشه‌های استخراج شده داده‌های ماهواره مربوط به دوره رویش سال ۱۳۹۷ در استان اردبیل در جدول ۲ ارائه شده است. مساحت کل سطح صنوبرکاری‌های استان ۱۰۷۴ هکتار برآورد شد، نزدیک به ۶۸/۳ درصد قطعات صنوبرکاری استان مساحت کمتر از ۵۰۰ مترمربع دارد و شامل ۳۹/۷ درصد از سطح صنوبرکاری استان می‌شود و طبقات ۱۰۰۰-

۵۰۰ و ۵۰۰۰-۱۰۰۰ مترمربع به ترتیب ۲/۲۴ و ۵/۷ درصد از کل صنوبرکاری‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. شکل ۲ نقشه پراکنش صنوبرکاری به تفکیک شهرستان‌های استان اردبیل را در تابستان ۱۳۹۷ نشان می‌دهد. براساس این نقشه بیشترین گسترش صنوبر کاری‌ها در مناطق مرکزی و جنوب و کمترین مقدار در قسمت‌های شمالی استان مشاهده می‌شود (شکل ۲).

### ● مقایسه سطح صنوبرکاری‌های شهرستان‌های استان اردبیل

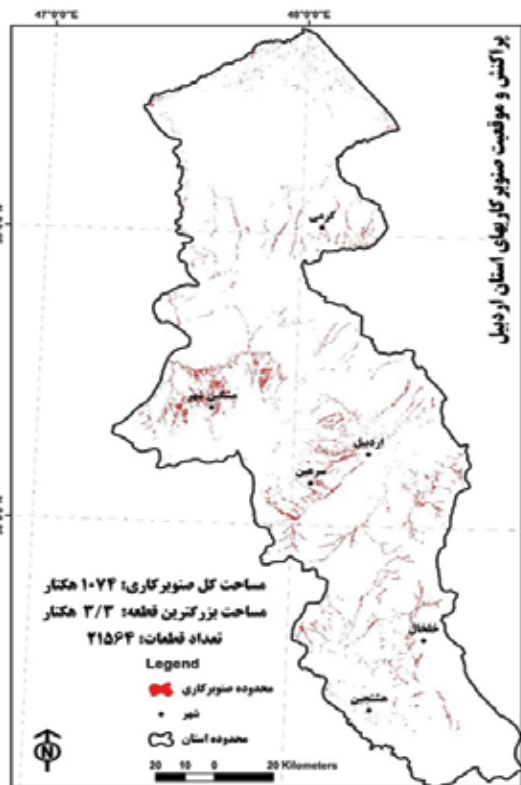
سطح صنوبرکاری‌ها به ترتیب در شهرستان‌های مشگین‌شهر ۴۰۰/۶، اردبیل ۱۹۴/۹، خلخال با ۱۰۸/۳، گرمی ۱۰۴/۷، نیر ۹۵/۳، کوثر ۷۵/۵، نمین ۵۶/۷، پارس‌آباد ۲۶/۶ و بیله‌سوار ۱۰/۳ هکتار از بیشترین به کمترین است (شکل ۳). شکل‌های ۴ تا ۹ توده‌های شاخص صنوبرکاری‌ها در شهرستان‌های خلخال، کوثر و مشگین‌شهر نشان می‌دهد.

جدول ۲- توزیع قطعات صنوبرکاری سال ۱۳۹۷ در استان اردبیل

| طبقه قطعات (مترمربع) | تعداد قطعات | درصد قطعات | مساحت (هکتار) | مساحت (درصد) |
|----------------------|-------------|------------|---------------|--------------|
| کمتر از ۵۰۰          | ۱۴۷۲۵       | ۶۸/۳       | ۴۲۶           | ۳۹/۷         |
| ۵۰۰-۱۰۰۰             | ۵۲۰۹        | ۲۴/۲       | ۲۵۲           | ۳۲/۸         |
| ۱۰۰۰-۱۰۰۱            | ۱۶۳۰        | ۷/۵        | ۲۹۶           | ۲۷/۵         |
| ۱۰۰۰۰-۵۰۰۱           | ۰           | ۰          | ۰             | ۰            |
| بیشتر از ۱۰۰۰۰       | ۰           | ۰          | ۰             | ۰            |
| جمع                  | ۲۱۵۶۴       | ۱۰۰        | ۱۰۷۴          | ۱۰۰          |



شکل ۳- مساحت صنوبرکاری‌های استان به تفکیک شهرستان‌های استان اردبیل



شکل ۲- نقشه پراکنش صنوبرکاری با استفاده از داده‌های Sentinel 2 به تفکیک شهرستان‌های استان اردبیل (تابستان ۱۳۹۷)



شکل ۵- کشت متراکم صنوبر (*P. nigra*) در منطقه قره‌قشلاق شهرستان کوثر (تیرماه ۱۳۹۷)



شکل ۴- کشت متراکم صنوبر (*Populus nigra*) در منطقه خوجین شهرستان خلخال (تیرماه ۱۳۹۷)



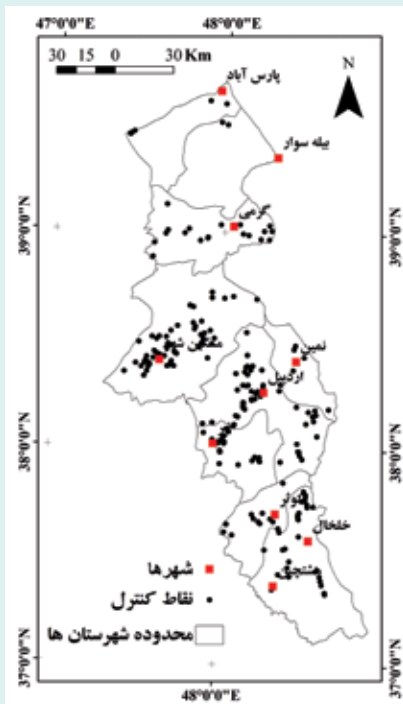
شکل ۶- کشت متراکم صنوبر (*P. nigra*) در حاشیه رودخانه کیوی‌چای شهرستان کوثر (تیرماه ۱۳۹۷)



شکل ۷- کشت متراکم صنوبر (*P. nigra*) در حاشیه رودخانه کیوی چای شهرستان کوثر (آبان ماه ۱۳۹۷)



شکل ۸- کشت متراکم صنوبر (*P. nigra*) در شهرستان اردبیل (خرداد ماه ۱۳۹۷)



شکل ۱۰- نقشه پراکنش نمونه‌های تصادفی جهت کنترل میدانی در سطح استان اردبیل



شکل ۹- کشت ردیفی صنوبر در حاشیه مزرعه به‌عنوان بادشکن در شهرستان نیر (خرداد ماه ۱۳۹۷)

کشور، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (درویش صفت و همکاران، ۱۳۹۵). داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان یکی از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها در تهیه نقشه کاربری اراضی (Pal & Mather, 2005) و به‌دلیل برخورداری از مزایایی از قبیل سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار و سهولت پردازش همراه

سنتینل 2 Sentinel از ابتدا تا انتهای دوره رویش صنوبر (نیمه اول اسفند ۱۳۹۷ تا آذر ۱۳۹۸)، حداقل در ۶ مقطع زمانی به فاصله ۳۰ الی ۴۰ روز استفاده شد. براساس نتایج به‌دست آمده، کل سطح صنوبرکاری‌های مردمی در استان اردبیل ۱۰۷۴ هکتار برآورد شد که نزدیک به ۶۸/۳ درصد قطعات صنوبرکاری استان مساحت کمتر از ۵۰۰ مترمربع داشتند و قطعات ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ و ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ مترمربع به ترتیب ۲۴/۲ و ۷/۵ درصد از کل صنوبرکاری‌های استان را به خود اختصاص دادند. نتایج یادشده نشان‌دهنده صنوبرکاری قطعات کوچک به‌صورت نواری یا خطی در فضای سبز شهری، حاشیه مزارع و باغ‌ها (به‌عنوان بادشکن) و نهرهای انتقال آب به مزارع است که چوب حاصل از برداشت آن به مصرف کارگاه‌های محلی و روستایی می‌رسد. علاوه بر ویژگی‌های انحصاری این گونه، ویژگی‌های اکولوژیکی استان اردبیل نیز در کشت و افزایش سطوح صنوبرکاری در استان نقش بسزایی دارد، به‌طوری‌که بیشترین قطعات صنوبرکاری در اطراف سرشاخه‌های رودخانه‌های ارس، قزل‌اوزن، آریاچایی، بالقولوی و کیوی‌چای مشاهده می‌شود.

کشور، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است (درویش صفت و همکاران، ۱۳۹۵). داده‌های ماهواره‌ای به‌عنوان یکی از سریع‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌ها در تهیه نقشه کاربری اراضی (Pal & Mather, 2005) و به‌دلیل برخورداری از مزایایی از قبیل سطح پوشش وسیع، قابلیت تکرار و سهولت پردازش همراه

**نتایج**  
**یادشده نشان‌دهنده**  
**صنوبرکاری قطعات کوچک**  
**به‌صورت نواری یا خطی در**  
**فضای سبز شهری، حاشیه مزارع و**  
**باغ‌ها (به‌عنوان بادشکن) و نهرهای**  
**انتقال آب به مزارع است که چوب**  
**حاصل از برداشت آن به مصرف**  
**کارگاه‌های محلی و روستایی**  
**می‌رسد.**

با داده‌های میدانی می‌توانند یکی از گزینه‌های اصلی در جمع‌آوری اطلاعات محسوب شوند (Guisan & Theurillat, 2000). در این پژوهش داده‌های چندزمانه ماهواره

### ● صحت نقشه استخراج‌شده

صحت نقشه پراکنش صنوبرکاری استخراج‌شده از داده‌های ماهواره‌ای با استفاده از تعداد ۱۴۰ نمونه به‌صورت کاملاً تصادفی ارزیابی (شکل ۱۰) و صحت کلی آن، ۹۳/۲ درصد برآورد شد. پس از کنترل میدانی نمونه‌ها، تعداد ۱۵ نمونه در عرصه صنوبرکاری‌ها واقع نشده بود یا به اشتباه در نقشه صنوبرکاری طبقه بندی شده بود. بیشترین خطا در عدم تفکیک درختان صنوبر با چنار و سایر درختان شمر بود و یک مورد خطا نیز در تفکیک عرصه جنگلی با عرصه صنوبرکاری مشاهده شد. خطای کلی نقشه تهیه شده ۶/۸ درصد بود.

### ● بحث

یکی از راهکارهای اصلی تأمین چوب مورد نیاز برای آینده، تولید چوب در عرصه‌های غیرجنگلی یا توسعه زراعت چوب با گونه صنوبر است. با توجه به روند رو به رشد مصرف چوب در کشور و کاهش سطح جنگل‌ها، داشتن آمار دقیق از سطح زیر کشت صنوبرکاری‌ها، به‌عنوان یک مشخصه مهم در برنامه‌ریزی و مدیریت مصارف چوبی



صحت کلی نقشه استخراج شده از داده‌های ماهواره سنتینل 2 Sentinel 2 با ۱۴۰ نقطه کنترل زمینی مقدار ۹۳/۲ درصد برآورد شد که نشان‌دهنده کارایی مطلوب داده‌های این ماهواره در تفکیک عرصه‌های صنوبرکاری از سایر گونه‌های جنگلی است. در این رابطه Magnus و همکاران (۲۰۱۸) با استفاده از داده‌های Sentinel 2 در قسمتی از جنگل‌های سوئد، نقشه تفکیک گونه‌های جنگلی صنوبر، بلوط، کاج نقره‌ای و نوئل را تهیه کردند. بعد از تجزیه و تحلیل آماری نقشه‌های استخراج شده، صحت کلی آنها ۸۷/۶ درصد محاسبه شد که ۵/۴ درصد کمتر از نتایج این پژوهش بود. Bergen و Dronova (۲۰۰۷) قابلیت سنجنده ETM+ را در تفکیک توده‌های صنوبر در بیش از ۴۲۰۰ هکتار در شمال میشیگان آمریکا بررسی کردند، از نظر آنها، صحت کلی نقشه صنوبرکاری ۸۹/۹ درصد بود که در مقایسه با نتایج این تحقیق صحت پایین‌تری را در نقشه تفکیک صنوبر در مناطق مورد بررسی خود به دست آورده‌اند. همان‌گونه که در بخش نتایج مشاهده می‌شود، بیشترین میزان سطح صنوبرکاری‌ها در استان اردبیل، شهرستان مشگین‌شهر با ۳۷/۳ درصد و شهرستان‌های اردبیل و خلخال به ترتیب با ۱۸/۱۲ و ۱۰/۰۸ درصد در رتبه‌های بعدی قرار دارند. کوهستانی بودن، وجود رودخانه‌های دائمی و فصلی و اقلیم مناسب در این مناطق، سبب گسترش باغ‌ها و به دنبال آن صنوبرکاری در حاشیه آنها شده است. شهرستان‌های پارس‌آباد و بیله‌سوار در مقایسه با سایر شهرستان‌ها، کمترین سطح صنوبرکاری را به خود اختصاص داده‌اند. وجود اراضی کشاورزی یکپارچه و نبود دسترسی به آب رودخانه در کنار عواملی مانند درآمد بیشتر کشت‌های زراعی در دشت مغان (پارس‌آباد و بیله‌سوار)، اقتصادی نبودن و رقابتی نبودن کشت صنوبر در مقایسه با سایر زراعت‌ها، حمایت ناچیز از توسعه زراعت چوب از قبیل تأمین نقدینگی، تأمین نهاده و تضمین خرید و نبود صنایع چوب و کاغذ از دلایل عمده کم بودن سطوح صنوبرکاری است. در این رابطه، معرفی ارقام پربازده و سازگار با شرایط اقلیمی استان و ترویج روش‌های علمی کاشت، داشت

و برداشت صنوبر می‌تواند ضمن حفظ و توسعه سطح صنوبرکاری‌ها در حاشیه رودخانه‌ها، با در اراضی پایین‌دست تصفیه‌خانه‌های فاضلاب شهری با استفاده از پساب فاضلاب در استان، نقش مهمی را در تأمین نیاز کارخانجات صنایع چوب استان داشته باشد. با توجه به مصرف رو به رشد فراورده‌های چوبی و کمبود منابع جنگلی، مطالعات گسترده در زمینه جنگل‌کاری با هدف توسعه زراعت چوب و به‌طور خاص گونه صنوبر و گسترش آن ضروری و اجتناب‌ناپذیر است در این زمینه در اختیار داشتن آمار دقیق صنوبرکاری‌ها برای برنامه‌ریزی‌های آتی ضروری است.

### ● منابع

- امین‌املشی، م. و میرآخوخلو، خ.، ۱۳۹۸. ارزیابی سطح و تراکم تاج پوشش جنگل‌های استان گیلان با استفاده از داده‌های ماهواره‌ای. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۰(۱): ۱۰۰-۱۱۱.
- باقری، ر.، نمیرانین، م.، زبیری، م.، و مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۸۰. بررسی کمی و کیفی صنوبرکاری‌های منطقه زنجان‌رود. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱(۱۷): ۳۵-۶۴.
- مدیررحمتی، ع.ر.، ۱۳۹۵. توسعه زراعت چوب، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر. مجله طبیعت ایران، ۱(۱): ۱۴-۲۱.
- فرزاد مهر، ج.، ارزانی، ح. و نظری سامانی، ع.ا.، ۱۳۸۴. بررسی قابلیت داده‌های چندزمانه ماهواره لندست ۷ در برآورد تاج‌پوشش و تولید گیاهی (مطالعه موردی: منطقه استپی بخشعلی نعمتی- ساوه). منابع طبیعی ایران، ۵۸(۳): ۷۱۹-۷۲۹.
- درویش‌صفت، ع.ا.، ارژنگی جوهر، ر.، بنیاد، ا.ا. و رونود، ق.، ۱۳۹۵. ارزیابی امکان تهیه نقشه صنوبرکاری‌ها با داده‌های لندست ۸ (مطالعه موردی: شهرستان تالش و صومعه‌سرا). مجله جنگل ایران، ۸(۳): ۳۰۱-۳۱۲.
- رستمی‌کیا، ی.، کلاگری، م. و صمدزاده، ع.، ۱۳۹۹. گزارش‌هایی زیرپروژه بررسی وضعیت صنوبرکاری‌های استان اردبیل. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۵ صفحه.
- Bergen, K.M. and Dronova, I., 2007. Observing succession on aspen-dominated landscapes using a remote sensing-ecosystem approach. *Landscape Ecology*, 22: 1395-1410.
- Eslami, A. and Zahedi, S., 2011. Providing poplar plantation map by Indian remote sensing (IRS) satellite imagery in northern Iran. *African Journal of Agricultural Research*,