

Using of modern land surveying and remote sensing methods with the help of field data in estimating the level of afforestation in the west of Guilan province

Mahmoud Bayat¹; Sahar Heidari Masteali^{2*}; Mohammad Hosein Sadeghzadeh Hallaj³

1. Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran,
 - *2. PhD. in Environment, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Iran,
 3. Researcher expert Research Institute of Forests and Rangelands, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran
- *Email Address: saharheidari@ut.ac.ir

Article Info	ABSTRACT
<p>Article Type:</p> <p>Research Paper</p> <p>Article history: Received Date: 2024/05/15 Revised Date: 2024/07/03 Accepted Date: 2024/07/07 Published Date: 2024/11/02</p> <p>Keywords: forestry, forest park, geographic information system, landscape, West Guilan</p>	<p>The aim of this research is to estimate the level of annual afforested in the west of Guilan province, in order to prepare afforestation map with two approaches of ground and remote sensing and landscape approach. For this purpose, first, by using the capabilities of Google Earth software, the range of each forestry area was determined and prepared in the form of a shape file. Multi-temporal data of Sentinel-2 satellite was used at intervals of 30-40 days. After processing, interpreting, and analyzing the data and preparing the model based on the time series of the data, the model was tested in the pilot areas with information related to the field observations. These images were used to estimate landscape features. In the landscape metrics method, with the help of Sentinel 2 satellite images and two measures of tree cover percentage and NDVI index, the surface and distribution of afforestation were checked and calculated at the level of each county and then according to that, the afforested area was calculated. According to the findings, the total annual afforestation done in the west of Guilan province is 14044 hectares, the county of Soumesara and Rezvanshahr have the most with 4611 and 3315 hectares, respectively, and Foman with 200 hectares, the least per capita. According to the results of this research, 21326 hectares are the total of annual forestry and urban and forest parks in the mentioned cities in the west of Guilan. In determining the level with the landscape approach, the area of afforestation in all the study areas was more than the previous method, and the biggest difference between the two methods was in the cities of Razvanshahr and Soumesara. The results of the comparison of two land surveying and remote sensing approaches showed that although the area of afforestation was obtained with the landscape approach more than the land harvesting and remote sensing methods, but the time, cost and ease of this method are more than other methods. Therefore, the integration of these two methods to determine the area of afforestation is suggested according to the purpose and time and cost of each research.</p>

Cite this article: Mahmoud Bayat , Sahar Heidari Masteali, Mohammad Hosein Sadeghzadeh Hallaj (2024). Using of modern land surveying and remote sensing methods with the help of field data in estimating the level of afforestation in the west of Guilan province, Journal of Environmental Sciences Studies, 10 (1), Pages 9812-9822.

EXTENDED ABSTRACT

Introduction

Forests have a great role in the long-term plans of a country in terms of landscape, history, culture and economy (Cavalli et al., 2022). They contribute significantly to human well-being and provide many ecosystem services, including wood production, carbon storage, food production, soil conservation, climate control, biodiversity conservation, environmental pollution, and hydrological cycle regulation (Spadoni et al., 2020). Although there have been scattered studies related to the monitoring and evaluation of afforestation in the country, but the majority of these studies have been in the field of forests and afforestation has been addressed much less; Because the study of forestry is very important for monitoring land changes and represents a central issue in sustainable development approaches, in terms of climate change, monitoring ecosystem services, and planning activities and policies. On the other hand, it is difficult to evaluate growing forests (Cavalli et al., 2022), so the existence of written information about the process of quantitative and qualitative changes in these afforestations is very necessary. In Guilan province, no study has been done in the field of evaluation and monitoring of afforestation, so the most important goal of this research is to evaluate and investigate the areas of afforestation and their distribution in the west of Guilan province using a combination of land data and information system. Geographical and landscape approach is to determine the level and capacity of existing forestry areas.

Materials and methods

The study area in this research in the west of Guilan province includes 8 cities of Shaft, Foman, Soumesara, Bandar Anzali, Masal, Rezvanshahr, Talesh and Astara. This range is located at latitude $37^{\circ}12'N$ and longitude $49^{\circ}39'E$ from the Greenwich meridian. By using the capabilities of Google Earth software, the area of each forestry area was determined and prepared in the Arc map software environment in the form of a shape file. In the next step, annual forestry monitoring in the west of Guilan province, including the cities of Shaft, Foman, Soumesara, Bandar Anzali, Masal, Rezvanshahr, Talesh and Astara, was investigated in order to prepare afforestation maps and identify the reasons for the success and failure of the implemented plans. Multi-temporal data of Sentinel-2 satellite was used from the first half of March to December of 2016 for at least 6 periods with an interval of 30-40 days. After processing, interpreting and analyzing the data, these images were used to estimate the features of the land. Each city is a landscape unit, based on which two land surface parameters, i.e. tree cover index and NDVI index, were estimated.

Results and discussion

According to the findings, the total annual afforestation done in the west of Guilan province is 14044 hectares, the county of Soumesara and Rezvanshahr have the most with 4611 and 3315 hectares, respectively, and Foman with 200 hectares, the least per capita. According to the results of this research, 21326 hectares are the total of annual forestry and urban and forest parks in the mentioned cities in the west of Guilan. In determining the level with the landscape approach, the area of afforestation in all the study areas was more than the previous method, and the biggest difference between the two methods was in the cities of Razvanshahr and Soumesara.

Conclusion

The extent of afforestation was obtained by using satellite images and land surface criteria from the ground data collection method, the main reason of which is the lack of accurate separation of forest cover from afforested cover, even despite the corrections before analysis; Each of the two methods used in this research has its advantages and disadvantages. In the land surface measurement method, despite the great ease, the cost and manpower and the time required are low, but if it is not combined with the ground data, it has a lot of error. In the method of land data and geographic information system, although the level of afforestation is determined with higher reliability and accuracy, it requires manpower, days and even months, time and cost are high. Therefore, the combination of these two methods to determine the area of afforestation is suggested according to the purpose and time and cost of each research.



استفاده از روشهای نوین سیمای سرزمین و سنجش از دور به کمک داده‌های میدانی در برآورد سطح جنگلکاری های غرب استان گیلان

محمود بیات^۱، سحر حیدری مستعلی^{۲*}، محمدحسین صادق زاده حلاج^۳

۱- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

*۲- دکتری محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ایران

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

* ایمیل نویسنده مسئول: saharheidari@ut.ac.ir

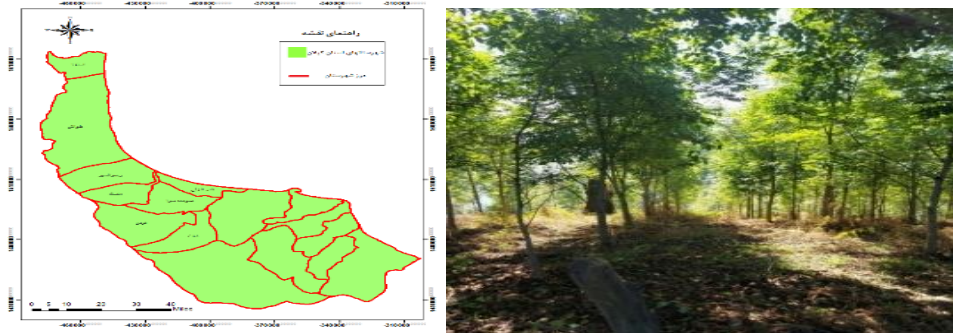
چکیده	اطلاعات مقاله
هدف این پژوهش برآورد سطح جنگل کاری‌های سنواتی غرب استان گیلان با دو رویکرد برداشت زمینی و سنجش از دور و رویکرد سیمای سرزمین است. برای این منظور، نخست، با به کارگیری توانایی‌های نرم‌افزار گوگل ارث، محدوده هر عرصه جنگلکاری تعیین و در قالب یک شیپ فایل تهیه شد. داده‌های چند زمانه ماهواره Sentinel-2 به فاصله ۳۰ الی ۴۰ روز مورد استفاده قرار می‌گرفت. بعد از انجام مراحل پردازش، تفسیر، تجزیه و تحلیل داده‌ها تهیه مدل براساس سری زمانی داده‌ها، تست مدل در مناطق پایلوت با اطلاعات مربوط به برداشت‌های میدانی انجام شد. از این تصاویر به منظور برآورد سنجه‌های سیمای سرزمین استفاده شد. در روش سیمای سرزمین نیز با کمک تصاویر ماهواره ای سنتینل ۲ و دو سنجه درصد پوشش درختی و شاخص NDVI سطح و پراکنش جنگلکاری‌ها بررسی و در سطح هر شهرستان محاسبه و سپس مطابق آن مساحت جنگلکاری شده محاسبه شد. مطابق یافته‌ها، مجموع ۱۴۰۴۴ هکتار کل جنگلکاری سنواتی انجام شده در غرب استان گیلان است که شهرستان‌های صومعه‌سرا و رضوانشهر به ترتیب با ۴۶۱۱ و ۳۳۱۵ هکتار بیشترین و شهرستان فومن با ۲۰۰ هکتار، کمترین سرانه سطح جنگلکاری انجام شده را دارا می‌باشند. ۲۱۳۲۶ هکتار، مجموع جنگلکاری های سنواتی و پارکهای جنگلی و شهری در شهرستان های ذکر شده در غرب گیلان است. در تعیین سطح با رویکرد سیمای سرزمین مساحت جنگلکاری‌ها هم منطقه مورد مطالعه نسبت به روش قبل بیشتر بوده است که بیشترین تفاوت این دو روش را شهرستان رضوانشهر و صومعه سرا داشته است. نتایج مقایسه دو رویکرد سیمای سرزمین و سنجش از دور به دست آمد اما زمان، هزینه و سهولت این روش بیش از سایر روشهاست. بنابراین تلفیق این دو روش برای تعیین مساحت جنگلکاری‌ها، پیشنهاد می‌شود.	<p>نوع مقاله: مقاله علمی پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۶</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۴/۱۳</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۴/۱۷</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۰۸/۱۲</p> <p>کلید واژه‌ها: جنگلکاری، پارک جنگلی، سیستم اطلاعات جغرافیایی، سیمای سرزمین، غرب گیلان</p>

جنگل‌ها از نظر چشم‌انداز، تاریخ، فرهنگ و اقتصاد نقش استراتژیک در برنامه‌های بلندمدت یک کشور دارند (Cavalli et al., 2022). آن‌ها به طور قابل توجهی به رفاه انسان کمک می‌کنند و خدمات اکوسیستمی زیادی را ارائه می‌دهند که از جمله آنها می‌توان به تولید چوب، ذخیره کربن، تولید مواد غذایی، حفاظت از خاک، کنترل آب و هوا، حفاظت از تنوع زیستی، آلودگی محیطی، و تنظیم چرخه هیدرولوژیکی اشاره کرد (Spadoni et al., 2020). علیرغم حجم بالای طرح‌های انجام شده در غرب استان گیلان، اطلاعات، آمار و موقعیت توده‌های دست‌کاشت به صورت منظم ثبت نشده است. همچنان که از وضعیت بسیاری از عرصه‌های جنگل‌کاری شده در سال‌های بعد اطلاعات مشخصی در دسترس قرار ندارد. از آن جا که جنگل‌کاری به عنوان یکی از شاخص‌های توسعه یافتگی کشورها به حساب می‌آید، قطعاً برای استفاده حداکثری از پتانسیل جنگل‌کاری و هدایت صحیح توسعه آن در راستای اصول مدیریت پایدار جنگل، پایش اراضی جنگل‌کاری از اهمیت بالایی برخوردار است. اگرچه جنگل‌کاری تمام مزایای مرتبط با خدمات اکوسیستم جنگلی را در خود جای داده است، لیکن سوء مدیریت این اراضی، می‌تواند باعث تکه تکه شدن زمین و بروز چالش‌هایی نظیر تغییر کاربری گردد (Czimeczik et al., 2005). بیشتر مسائل و چالش‌های مرتبط با جنگل‌کاری به موقعیت اراضی جنگل‌کاری شده بستگی دارد. چراکه با توجه به شرایط محیطی اراضی جنگل‌کاری شده و دوری یا نزدیکی از مناطق جمعیتی انسانی شدت تغییرات متفاوت بود. تغییرات جنگل عمدتاً به دلیل زمینه‌های مختلف اجتماعی-اقتصادی به طور ناهمگن در سراسر جهان رخ می‌دهد. در حالی که در آفریقا و آمریکای جنوبی و اروپای شرقی روند جنگل‌زدایی رو به افزایش است، در نواحی مدیترانه‌ای اروپا، جنگل‌کاری، که عموماً ناشی از تغییرات کاربری اراضی کشاورزی به جنگل است، به طور کلی فرآیندی غالب است (Palmero-Iniesta et al., 2020). در مورد کشورمان ایران، داده‌های نقشه‌برداری و موجودی تاریخی این فرض را تأیید می‌کند، و نشان می‌دهد که سطح اراضی جنگل‌کاری شده در چهار دهه اخیر در حال افزایش بوده است پیشرفت‌های اخیر علم اکولوژی سیمای سرزمین سبب شده است تا برنامه‌ریزان کاربری سرزمین از این دانش به عنوان نگرشی کاربردی استفاده کنند. افزایش جمعیت و دخالت انسان در طبیعت باعث شده تا محققان توجه بیشتری به نقش چیدمان‌های فضایی و ساختار سیمای سرزمین داشته باشند (O'Neill, et al., 1988) مطالعه ساختار سیمای سرزمین براساس اصول اکولوژی و سنجش‌های سیمای سرزمین به عنوان اجزای تشکیل دهنده آن ابزاری بسیار مهم و کاربردی در جهت نقشه‌سازی و کمی کردن خصوصیات مکانی هر کاربری محسوب می‌شود (Makhzoumi, 2000). با توجه به آنچه گفته شد، هرچند تا کنون مطالعات پراکنده‌ای در رابطه با پایش و ارزیابی جنگل‌کاری‌ها در کشور انجام شده اما غالب این پژوهش‌ها در زمینه جنگل‌ها بوده و به جنگل‌کاری‌ها بسیار کمتر پرداخته شده؛ از آنجا که مطالعه جنگل‌کاری برای نظارت بر تحولات زمین بسیار مهم است و یک موضوع اصلی در رویکرد‌های توسعه پایدار، از نظر تغییرات آب و هوا، نظارت بر خدمات اکوسیستم، و فعالیت‌ها و سیاست‌های برنامه‌ریزی را نشان می‌دهد و از طرفی ارزیابی جنگل‌های در حال رشد دشوار است (Cavalli et al., 2022) بنابراین وجود اطلاعات مدونی در خصوص روند تغییرات کمی و کیفی این جنگل‌کاری‌ها بسیار ضروری است. در استان گیلان تا کنون مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی و پایش جنگل‌کاری‌های انجام شده صورت نگرفته و لذا مهمترین هدف این تحقیق، ارزیابی و بررسی محدوده‌های جنگل‌کاری‌ها و پراکنش آنها در محدوده غرب استان گیلان با استفاده از ترکیبی از داده‌های زمینی و سیستم اطلاعات جغرافیایی و رویکرد سیمای سرزمین به منظور تعیین سطح و ظرفیت عرصه‌های موجود جنگل‌کاری‌ها است.

۲- روش انجام تحقیق

• محدوده مورد مطالعه

منطقه مورد مطالعه در این پژوهش غرب استان گیلان شامل ۸ شهرستان شفت، فومن، صومعه سرا، بندرانزلی، ماسال، رضوانشهر، تالش و آستارا می‌باشد. این محدوده در عرض جغرافیایی ۳۷ درجه و ۱۲ دقیقه شمالی و در طول جغرافیایی ۴۹ درجه و ۳۹ دقیقه طول شرقی از نصف النهار گرینویچ واقع شده است (شکل ۱). اقلیم غرب گیلان به آب و هوای معتدل خزری معروف است. کوهستان تالش با جهت شمالی، جنوبی و کوهستان البرز با امتداد غربی - شرقی، مانند سدی از عبور بخار آب دریای مازندران و بادهای مرطوب شمال غربی به داخل ایران جلوگیری می‌کند و به علت ارتفاع زیاد، موجب بارندگی‌های فراوان در استان گیلان می‌شود. تبخیر فراوان دریای مازندران ضمن افزایش رطوبت هوا (به ویژه در ماه‌های گرم سال تا ۹۳ درصد)، به تعدیل دمای هوا در تابستان و کاهش آن در زمستان، به ویژه در نواحی جلگه‌ای نزدیک به دریا می‌انجامد (باباخانی و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۱- موقعیت شهرستانهای مورد مطالعه در استان گیلان و تصویری از جنگلکاری انجام شده با گونه های پهن برگ

با به کارگیری توانایی های نرم افزار گوگل ارث محدوده هر عرصه جنگلکاری تعیین و در محیط نرم افزار Arc map در قالب یک شیپ فایل تهیه شد. در گام بعدی، پایش جنگل کاری های سنواتی غرب استان گیلان شامل شهرستان های شفت، فومن، صومعه سرا، بندرانزلی، ماسال، رضوانشهر، تالش و آستارا به منظور تهیه نقشه جنگل کاری و شناسایی دلایل موفقیت و عدم موفقیت طرح های اجرا شده، بررسی شد.

• رویکرد سیمای سرزمین

داده های چند زمانه ماهواره Sentinel-2 از نیمه اول اسفند تا آذر سال ۱۳۹۶ حداقل ۶ مقطع زمانی به فاصله ۳۰ الی ۴۰ روز مورد استفاده قرار می گرفت. بعد از انجام مراحل پردازش، تفسیر، تجزیه و تحلیل داده ها شامل تصحیح اتمسفری، هندسی، انتخاب ترکیب باندی و زمانی مناسب تصاویر، تهیه مدل براساس سری زمانی داده ها، تست مدل در مناطق پایلوت با اطلاعات مربوط به برداشتهای میدانی (نمونه های تعلیمی برای استفاده در مدل)، انجام شد. از این تصاویر به منظور برآورد سنجه های سیمای سرزمین استفاده شد. در پژوهش حاضر سعی شده است با بررسی منابع مهمترین عوامل تعیین ساختار و میزان پوشش سبز بررسی و تعیین گردد (جدول ۱). بنابراین، هر شهرستان یک واحد سیمای سرزمین است که بر اساس آن دو معیار سیمای سرزمین برآورد شد.

جدول ۱- معیارهای سیمای سرزمین (متغیرها) که به عنوان شاخص های تعیین ساختار و میزان جنگلکاری ها (Heidari Mastali et al., 2023)

منبع	تعریف	متغیر
تصاویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه	درصد پوشش درخت	درصد پوشش درختی
تصاویر ماهواره ای از منطقه مورد مطالعه	شاخص تفاوت نرمال شده گیاهی به عنوان شاخصی از پوشش گیاهی سبز (Bourque et al., 2019)	شاخص NDVI

به منظور برآورد معیارهای سیمای سرزمین، از تصاویر ماهواره ای که پیش تر بدان اشاره شد و نقشه کاربری سرزمین استان گیلان استفاده شد؛ نخست لایه پوشش سبز انتخاب و سپس قسمتهایی از این لایه که از نوع جنگلکاری نبودند، یعنی جنگلها و درختزارهای طبیعی و یا فضای سبز شهری بودند جدا و کنار گذاشته شدند. این اطلاعات طی بررسی های میدانی در مراحل قبلی پژوهش، مشخص شده بود که در این مرحله از آن کمک گرفت شد. در نهایت هر شهرستان یک واحد کاری در نظر گرفته شد و با کمک نرم افزار Fragstats سنجه درصد پوشش درختی و شاخص NDVI نیز با کمک تصاویر ماهواره ای، هر شهرستان تعیین شد.

۳- نتایج

نتایج این تحقیق نشان داد که طی سالیان گذشته از گونه های متعدد پهن برگ و سوزنی برگ جهت توسعه جنگل کاری در شهرستان های مورد بررسی در استان گیلان استفاده شده است. لیکن بیشتر جنگل کاری های انجام شده در استان گیلان با سه گونه سوزنی برگ کاج بروسیا، سرو زربین و سرو نقره ای بوده است که در این میان تنها گونه سرو زربین بومی کشور می باشد. در ادامه محدوده و وضعیت جنگل کاری هر شهرستان به تفکیک مورد بررسی قرار گرفته است.

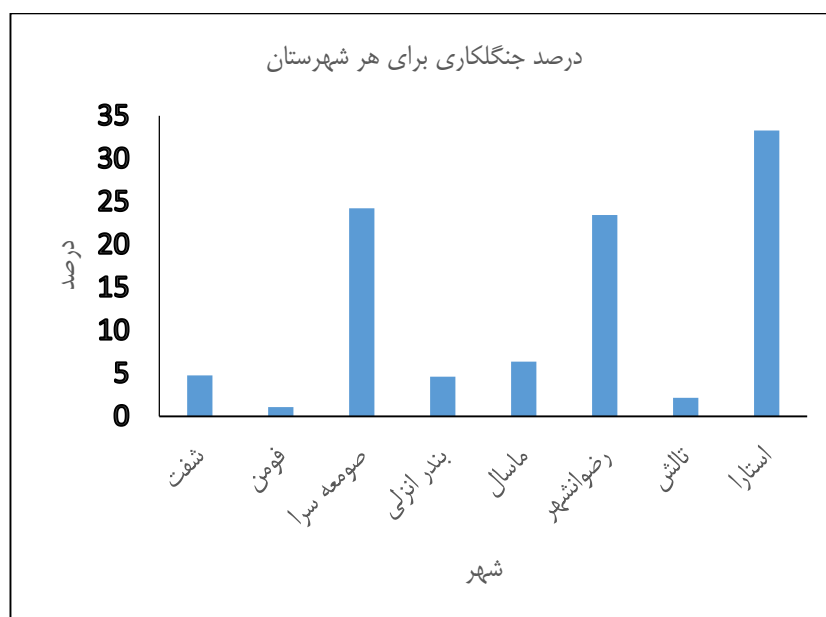
جدول ۲- مساحت جنگلکاری های انجام شده و پارکهای شهری و جنگلی به تفکیک هر شهرستان

ردیف	شهرستان	مساحت جنگلکاری شده (هکتار)	مساحت پارک های شهری و جنگلی (هکتار)	مجموع مساحت جنگلکاری شده و پارکها
۱	شفث	۹۰۵/۵	۶/۲	۹۱۱/۷
۲	فومن	۲۰۰/۵	۴/۶	۲۰۵/۱
۳	صومعه سرا	۴۶۱۱/۱	۷/۴	۴۶۱۸/۵
۴	بندرانزلی	۸۵۰/۱۱	۳۵/۱۹	۸۸۵/۳
۵	ماسال	۹۸۸/۶	۲۲۶	۱۲۱۴/۶
۶	رضوانشهر	۳۳۱۵/۸	۱۱۵۸	۴۴۷۳/۸
۷	تالش	۲۵۱۰/۴	۱۶۴	۲۶۷۴/۴
۸	آستارا	۶۶۴/۴	۵۶۸۱	۶۳۴۵/۴

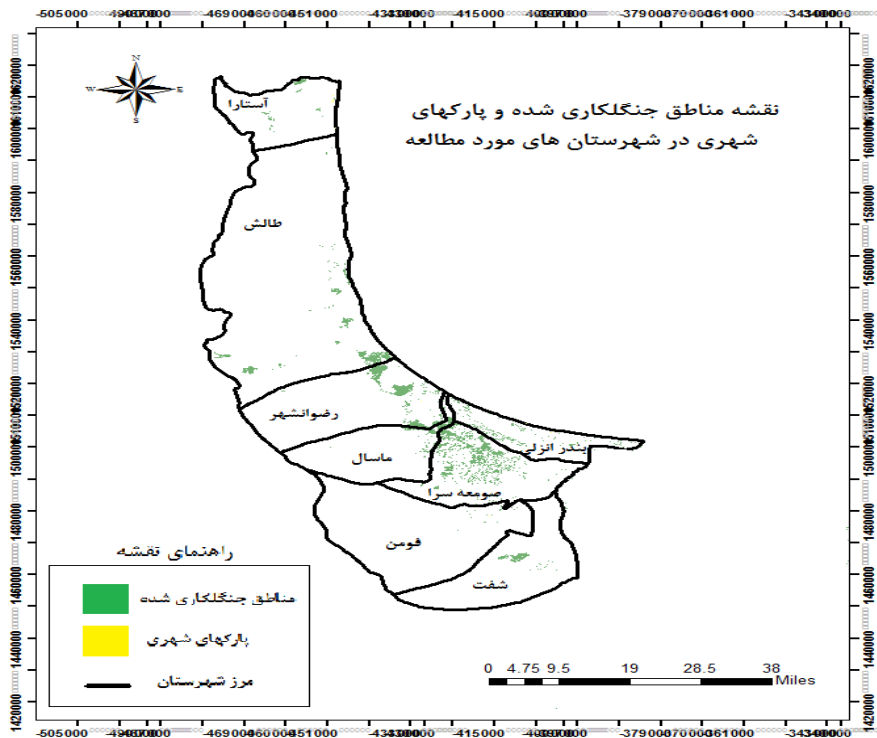
جدول ۳- میزان جنگلکاری های انجام شده و پارکهای شهری و جنگلی به تفکیک هر شهرستان به درصد

ردیف	شهرستان	مجموع مساحت جنگلکاری شده و پارکها (هکتار)	مجموع مساحت جنگلکاری شده و پارکها (درصد)
۱	شفث	۹۱۱/۷	۴/۷۸
۲	فومن	۲۰۵/۱	۱
۳	صومعه سرا	۴۶۱۸/۵	۲۴/۲۲
۴	بندرانزلی	۸۸۵/۳	۴/۶
۵	ماسال	۱۲۱۴/۶	۶/۳۶
۶	رضوانشهر	۴۴۷۳/۸	۲۳/۴۵
۷	تالش	۲۶۷۴/۴	۲/۱۷
۸	آستارا	۶۳۴۵/۴	۱۳/۲

همان گونه که شکل ۲ نشان می دهد بیشترین درصد جنگلکاریها مربوط به شهرستان آستارا و بعد صومعه سرا و کمترین درصد مربوط به فومن است.

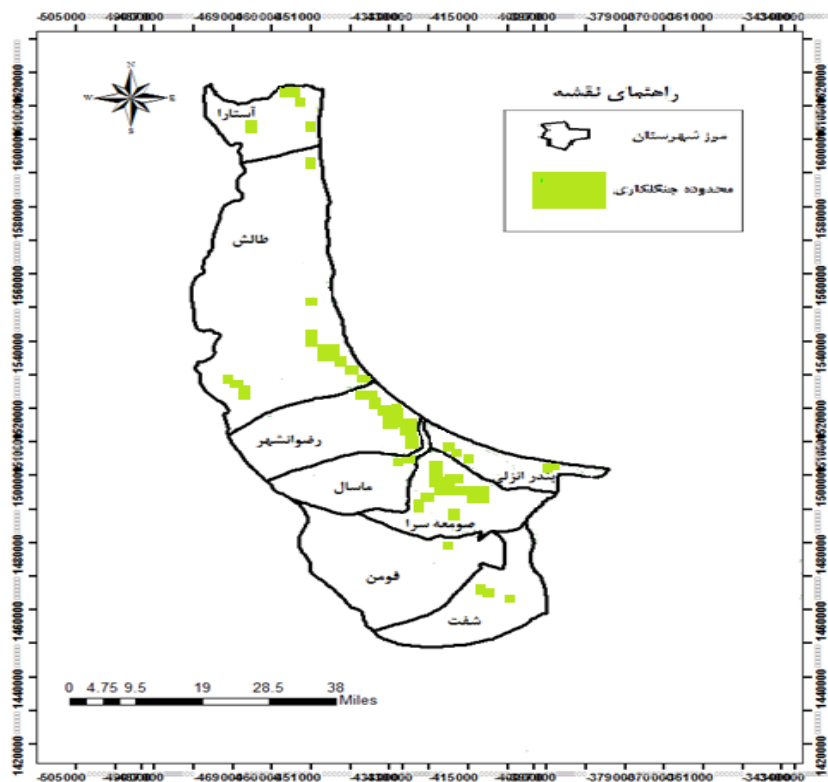


شکل ۲- نمودار درصد جنگلکاری و پارکهای جنگلی به تفکیک شهرستان



شکل ۳- نقشه جنگلکاری های انجام شده و پارکهای جنگلی به تفکیک هر شهرستان

در شکل ۳ نتایج نهایی سطح و پراکنش جنگلکاری های شهرستانهای غرب استان گیلان با استفاده از سنجه های سیمای سرزمین نشان داده شده است.



شکل ۴- تعیین محدوده های جنگلکاری های منطقه مورد مطالعه با رویکرد سیمای سرزمین

همان گونه که نتایج شکل ۴ نشان می دهد در تعیین سطح با رویکرد سیمای سرزمین مساحت جنگلکاری های همه منطقه مورد مطالعه نسبت به روش قبل بیشتر بوده است که بیشترین تفاوت این دو روش را شهرستان رضوانشهر و صومعه سرا داشته است.

۴- نتیجه گیری

همان طور که از نتایج بر می آید، مطابق یافته‌ها، مجموع ۱۴۰۴۴ هکتار کل جنگلکاری سنواتی انجام شده در غرب استان گیلان است که شهرستان های صومعه سرا و رضوانشهر به ترتیب با ۴۶۱۱ و ۳۳۱۵ هکتار بیشترین و شهرستان فومن با ۲۰۰ هکتار، کمترین سرانه سطح جنگلکاری انجام شده را دارا هستند. بر اساس نتایج این تحقیق، ۲۱۳۲۶ هکتار، مجموع جنگلکاریهای سنواتی و پارکهای جنگلی و شهری در شهرستانهای ذکر شده در غرب گیلان استدلال متعددی برای موفقیت یا عدم موفقیت جنگل کاری در بخش‌های مختلف می‌توان عنوان نمود. اقلیم به عنوان اولین و مهمترین عامل اساسی در توسعه جنگل‌های دست کاشت شناخته می‌شود (Cvjetković and Mataruga, 2020). وجود رطوبت نسبی و میانگین بارش و دمای سالانه مطلوب در غرب گیلان تاثیرگذار در موفقیت جنگل کاری داشته است. این مسئله سبب شده است که نفوذ گونه‌های بومی نظیر بلندمازو، داغداغان، آزاد، آلوچه جنگلی، ازگیل جنگلی و ولیک به زیراشکوب عرصه‌های دست کاشت نیز با سرعت بالاتری اتفاق بیفتد. کاهش تنش محیطی، کمک به آماده‌سازی بستر جهت رشد گونه‌های بومی و در مجموع ایفای نقش به عنوان گونه‌های پیشگام، یکی از دلایل اصلی جنگل کاری با گونه‌های سوزنی‌برگ شناخته می‌شود. تحقق این هدف در مناطق ذکر شده با گذشت دو تا سه دهه از زمان جنگل کاری به خوبی نشان داده شده است. خاک به عنوان عاملی موثر بر توسعه جنگل‌های دست کاشت، خود تحت تاثیر اقلیم و شرایط توپوگرافیک قرار دارد (Xie et al., 2021). مشاهدات میدانی نشان داده است که اکثر مناطق در غرب گیلان از شرایط خاکی و اقلیمی نسبتاً مناسبی جهت توسعه جنگلکاری و درخت کاری برخوردار است. انتخاب گونه مناسب یکی دیگر از مؤلفه‌های موثر بر موفقیت طرح‌های جنگل کاری شده می‌باشد (Sabir et al., 2022). اگرچه تاکنون از گونه‌های متعددی جهت توسعه جنگل کاری در غرب استان گیلان استفاده شده است، لیکن گونه‌های زربین، کاج تهران، کاج تدا و سرو نقره‌ای بیشترین عرصه‌های دست کاشت را به خود اختصاص داده‌اند و سایر گونه‌ها نظیر کاج بادامی، سدروس و ... به صورت موردی و به طور کلی در مساحت‌های کوچک کشت شده‌اند. در همین راستا صادق زاده و همکاران (۱۳۹۰) اشاره کرده‌اند که استفاده از گونه‌های متنوع جهت جنگل کاری، با ایجاد شرایطی پیچیده، اعمال مدیریتی یکپارچه و همسان بر توده‌ها را غیرممکن می‌سازد. اگرچه اجرای طرح‌های سازگاری برای انواع گونه‌ها و در شرایط محیطی متنوع امری ضروری به نظر می‌رسد، لیکن موفقیت طرح‌های جنگل کاری در استان گلستان بیش از آن که به انتخاب نوع گونه دست‌کاشت وابسته باشد، به مراقبت‌های اولیه و شرایط نگهداری بستگی دارد. قطع درختان و قاچاق چوب به همراه حضور دام از جمله عوامل بسیار موثر بر وضعیت جنگل کاری در غرب گیلان به خصوص شهرستان تالش و توابع آن محسوب می‌شوند. شهرستان تالش یکی از شهرستان‌های غربی استان گیلان است که جنگلکاری مختلفی در غالب طرح‌های صیانت از جنگلهای شمال، در غالب کمربند سبز و یا جنگلکاری های انجام شده توسط شرکت سفارود انجام شده است. آنچه مشخص است جنگلکاری‌های انجام شده توسط شرکت سفارود بسیار موفق و از کیفیت بسیار خوبی و در سطح های وسیع صورت گرفته است. با این وجود مشکلات زیادی نیز در این شهرستان و بخصوص شهر جوکندان از توابع این شهر وجود دارد. یکی از عوامل مخرب اراضی جنگل کاری در غرب استان گیلان به ویژه شهرستان‌های تالش و فومن نزدیکی به زمین‌های کشاورزی است. آتش زدن بقایای محصولات کشاورزی در بسیاری از موارد منجر به توسعه آتش به اراضی جنگل کاری شده است. ایجاد آتش بر با فواصل مناسب توانسته تا حد زیادی بر کاهش صدمات ناشی از آتش تاثیر بگذارد. نتایج ایجاد آتش بر در منطقه عرب داغ و اریک شهرستان مراوه تپه و همچنین منطقه کشانک شهرستان گالیکش به خوبی نمایان است. کنترل عرصه‌ها توسط قرقبانات یکی از راه‌های کاهش صدمات به اراضی جنگلی می‌باشد. همچنین در کنار استفاده از موانع طبیعی - انسانی و همچنین مبانی قانونی می‌بایست به برگزاری دوره‌های آموزشی - ترویجی و توسعه فرهنگ منابع طبیعی در کاهش تجاوز و تعرض به اراضی ملی اشاره نمود. همچنان که در بسیاری از مناطق نظیر شهرستان ماسواه و استارا، برگزاری دوره‌های توجیهی و فرهنگ‌سازی سبب شده است تا علیرغم نزدیکی روستائیان و زمین‌های کشاورزی به اراضی ملی، اراضی جنگل کاری شده از موفقیت بسیار بالایی برخوردار باشند. یکی از مهمترین عواملی که سبب تعرض و تخریب اراضی جنگل کاری شده به ویژه در شهرستان‌های بندر انزلی و شهرستان استارا حضور گردشگران متعدد است. به طور معمول برای هر منطقه اکولوژیک بر اساس شرایط حاکم، ظرفیت زیست محیطی تعریف می‌شود تا پایداری و عملکرد خدماتی آن اکوسیستم دچار اشکال نگردد (رضایی و قهرمانی، ۱۳۹۴). از مجموع جنگلکاری‌های انجام شده، بسیاری از جنگل‌کاری‌های غرب استان گیلان با هدف کاهش فشار بر جنگل‌های طبیعی و تامین نیاز کارخانجات ایجاد گردید. لیکن بعد از گذشت چند دهه به دلایل مختلف مدیریتی از جمله فشار نهادهای زیست محیطی، برنامه بهره‌برداری در توده‌ها اجرا نگردید. با توجه به شرایط متفاوت مناطق جنگل کاری شده، بررسی و ارزیابی دلایل موفقیت یا عدم موفقیت هر کدام از این عرصه‌ها، می‌تواند منتج به ارائه راهکارهای مدیریتی متناسب با شرایط هر جنگل کاری برای استفاده تصمیم‌گیران و متولیان امر شود. در رابطه با استفاده از رویکرد سیمای سرزمین در برآورد سطح جنگلکاریهای منطقه، همان گونه که نتایج شان داد در مساحت جنگلکاری‌های همه منطقه مورد مطالعه نسبت به روش سنجش از دور و

برداشت زمینی نسبتاً بیشتر بوده است که بیشترین تفاوت این دو روش را شهرستان رضوانشهر و صومعه سرا داشته است. بنابراین، نتایج روش سیمای سرزمین در تعیین سطح و پراکنش جنگلکاریهای غرب استان گیلان نشان داد علیرغم سهولت و زمان کم در این روش در مقایسه با روش سیستم اطلاعات جغرافیایی و داده‌های زمینی، این روش برآورد بیشتری از مساحت واقعی جنگلکاریهای هر شهرستان داشته است. چرا که این روش کل پوشش درختی را به عنوان سطح جنگلکاری شده در نظر می‌گیرد و حتی علیرغم تصحیحی که قبل از ورود داده‌ها به نرم افزار انجام شد و بخشهای درختزار و فضای سبز طبیعی از لایه کاربری حذف شد اما همچنان برآورد این روش بیش از مقدار روش داده‌های زمینی بوده است. در این زمینه مطالعات مختلفی وجود دارد از جمله پژوهش Francini و همکاران (۲۰۲۳) که از روش مشابهی استفاده شده است با کمک نقشه‌های کاربری سرزمین، تصاویر ماهواره‌ای و گوگل ارث به ارزیابی و پایش جنگلکاری در کل کشور ایتالیا پرداختند. علیرغم نتایج پژوهش حاضر آنها به نتیجه متفاوتی دست یافته و اظهار داشتند که دقت هر دو روش تصاویر ماهواره‌ای و داده‌های زمینی در برآورد و ارزیابی جنگلکاری‌ها، نسبتاً یکسان بوده است. پس میتوان نتیجه گرفت که تلفیق دو روش یعنی هم تصاویر ماهواره‌ای و معیارهای سیمای سرزمین و هم داده‌های زمینی میتواند روش مناسبی به منظور پایش و ارزیابی جنگلکاری در منطقه مورد مطالعه باشد، در پژوهش Cavalli و همکاران (۲۰۲۳) نیز نتیجه مشابهی بدست آمد. آنها جنگلکاریهای ایتالیا را با دو روش استفاده از سربهای زمانی تصاویر ماهواره‌ای لندست و نیز با تفسیر عکسهای منطقه ارزیابی کرده و در نهایت نتیجه گرفتند که تلفیق دو روش می‌تواند در این زمینه مفید باشد. مل‌حسینی و همکاران (۱۳۹۸) سیمای سرزمین جنگلهای هیرکانی را استفاده از رویکرد سنجش از دور و سیمای سرزمین مورد بررسی قرار داده و به تحلیل و ارزیابی لکه‌های جنگل پرداخته و به این نتیجه رسیدند که لکه‌های جنگل و مرتع ۹۰ درصد اراضی را به خود اختصاص داده و وسعت لکه‌ها به شکل لکه‌هایی با سطح ۱ تا ۶ هکتار است. همچنین منصوری و همکاران (۱۴۰۰) از رویکرد سیمای سرزمین در تحلیل و کمی‌سازی پوشش اکوسیستم‌های جنگلی در منطقه دادآباد خرم آباد استفاده کرده و به این نتیجه رسیدند که سنجه‌های سیمای سرزمین اطلاعات خوبی درباره سطح و پراکنش لکه‌ها و روند تغییرات آن را ارائه می‌دهد. همچنین در پژوهشی با روشی مشابه، محمودی و همکاران (۱۴۰۲) نیز به بررسی پایداری عملیات جنگلکاری مانگرو در استان سیستان و بلوچستان پرداختند و آنها نیز از تلفیق روش استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و گوگل ارث و نمونه برداری زمینی استفاده کرده و تلفیق این دو روش را در ارزیابی جنگلکاری‌ها پیشنهاد کردند. از مجموع جنگلکاری سنواتی انجام شده در غرب استان گیلان است شهرستان رضوانشهر بیشترین و شهرستان فومن کمترین سرانه سطح جنگلکاری انجام شده را دارا می‌باشند که اقلیم و خاک به عنوان مهمترین عوامل این تفاوت شناخته می‌شوند. وسعت جنگلکاریها با استفاده از تصاویر ماهواره‌ای و معیارهای سیمای سرزمین از روش داده برداری زمینی بیشتر بدست آمد که دلیل عمده آن عدم تفکیک دقیق پوشش جنگلی با پوشش جنگلکاری شده حتی علیرغم تصحیحات قبل از آنالیز بوده است؛ هر کدام از دو روش استفاده شده در این پژوهش مزایا و معایب خود را دارند. در روش سنجه‌های سیمای سرزمین علیرغم سهولت فراوان، هزینه و نیروی انسانی و زمان بری کم، اما چنان چه در تلفیق با داده‌های زمینی نباشد، خطای زیادی را داراست. در روش داده‌های زمینی و سیستم اطلاعات جغرافیایی نیز هرچند سطح جنگلکاری‌ها با اطمینان و صحت بالاتری تعیین می‌شود اما نیازمند نیروی انسانی، روزها و حتی ماه‌ها صرف زمان و هزینه زیاد است. بنابراین تلفیق این دو روش برای تعیین مساحت جنگلکاری‌ها، با توجه به هدف و زمان و هزینه مورد نظر در هر پژوهش پیشنهاد می‌شود.

- Sabir, M., Ali, Y., Khan, I., Salman, A., 2022. Plants Species Selection for Afforestation: A Case Study of the Billion Tree Tsunami Project of Pakistan, *Journal of Sustainable Forestry*, 41 (6): 537–549.
- Bourque, C.P.A., Bayat, M., Zhang, C., 2019. An assessment of height–diameter growth variation in an unmanaged *Fagus orientalis* dominated forest. *European Journal of Forest Research*, 138(4)
- Cavalli, A., Francini, S., Cecili, G., Cocozza, C., Congedo, L., Falanga, V., Spadoni, G. L., Maesano, M., Munafò, M., Chirici, G., Mugnozz, G. S., 2022. Afforestation monitoring through automatic analysis of 36-years Landsat Best Available Composites, *iForest*, 15: 220–228.
- Cavalli, A., Francini, S., McRoberts, R.E., Falanga, V., Congedo, L., De Fioravante, P., Maesano, M., Munafò, M., Chirici, G., Scarascia Mugnozza, G., 2023. Estimating Afforestation Area Using Landsat Time Series and Photointerpreted Datasets. *Remote Sensing*, 15(4): p.923
- Cvjetković, B., Mataruga, M., 2020. Afforestation and Its Climate Change Impact, Life and land, In: Leal Filho, W., Azul, A., Brandli, L., Lange Salvia, A., Wall, T. (eds) *Life on Land. Encyclopedia of the UN Sustainable Development Goals*. Springer, Cham.
- Czimczik, CI., Mund, M., Schulze, ED., Wirth, C., 2005. Effects of reforestation, deforestation, and afforestation on carbon storage in soils. *SEB Experimental Biology Series*, Taylor and Francis, Abingdon-on-Thames, UK, pp. 319-330.- doi: 10.4324/9780203501344-15
- Francini, S., Cavalli, A., D’Amico, G., McRoberts, R.E., Maesano, M., Munafò, M., Scarascia Mugnozza, G. Chirici, G., 2023. Reusing Remote Sensing-Based Validation Data: Comparing Direct and Indirect Approaches for Afforestation Monitoring. *Remote Sensing*, 15(6): p.1638.
- Makhzoumi, J., 2000. Landscape ecology as a foundation for landscape architecture application in Malta, *Landscape and urban planning*, 5: 176– 177.
- Masteali, S.H., Bettinger, P., Bayat, M., Amiri, B.J. and Awan, H.U.M., 2023. Comparison between graph theory connectivity indices and landscape connectivity metrics for modeling river water quality in the southern Caspian Sea basin. *Journal of Environmental Management*, 328: p.116965.
- O'Neill, R., Krummel, J., Gardner, R., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D., Milne, B., Turner, M., Zygmunt, B., Christensen, S., Dale, V., Graham, R. 1988. Indices of landscape pattern. *Landscape Ecology*, 1, 153- 162.
- Palmero-Iniesta, M., Espelta, JM., Gordillo, J., Pino, J., 2020. Changes in forest landscape patterns resulting from recent afforestation in Europe (1990-2012): defragmentation of preexisting forest versus new patch proliferation. *Annals of Forest Science*, 77 (2): 971. - doi: 10.1007/s135 95-020-00946-0
- Spadoni, GL., Cavalli, A., Congedo, L., Munafò, M., 2020. Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) multi-temporal series for the production of forest cartography. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 20: 100419. - doi: 10.1016/j.rsase.2020.100419
- Xie, H., Tang, Y., Yu, M., Wang, G.G., 2021. The effects of afforestation tree species mixing on soil organic carbon stock, nutrients accumulation, and understory vegetation diversity on reclaimed coastal lands in Eastern China, *Global Ecology and Conservation*, 26, e01478.
- باباخانی، شمیة و حبیبی، ح.، پورمحسنی، احمد و نصیری مقدم، م. ۱۳۹۶. بررسی اقلیم بر شکل گیری عناصر خانه های بومی گیلان(شهر رشت)، سومین همایش بین المللی افق های نوین در مهندسی عمران، معماری و شهرسازی، تهران، ایران.
- رضایی، پ.، قهرمانی، ن.، ۱۳۹۴. ارزیابی ظرفیت برد در تعیین کاربری های مجموعه های گردشگری، فلنامه مطالعات مدیریت گردشگری، ۱۰ (۳۱)، ۸۵–۱۰۲.

- صادق زاده حلاج، م.، رستاقی، ع.، ۱۳۹۰. بررسی عملکرد رویشی کاج بروسیا (مطالعه موردی: طرح جنگلکاری عرب داغ، استان گلستان)، مجله جنگل ایران، ۳ (۳)، ۲۰۱-۲۱۲.
- محمودی، ب.، یعقوب زاده، م.، دانه کار، ا. ۱۴۰۲. ارزیابی پایداری عملیات جنگلکاری مانگرو در سواحل استان سیستان و بلوچستان، مطالعات جغرافیایی نواحی ساحلی، ۴ (۲): ۱-۱۳.
- مل حسینی دارانی، ک.، حسینی، م.، فلاحتکار، س. ۱۳۹۸. ارزیابی کیفیت بصری سیمای سرزمینی جنگل‌های هیرکانی با استفاده از سنجش از دور و متریک‌های سیمای سرزمین؛ نشریه پژوهش گردشگری، ۱ (۳)، صص. ۷۷-۸۹.
- منصوری، م.، بادهیان، ض.، قبادی، ق.، ملک نیا، ر. ۱۴۰۰. کاربرد سنجه‌های اکولوژی سیمای سرزمین در تحلیل و کمی‌سازی پوشش زمین در اکوسیستم‌های جنگلی (منطقه مطالعاتی: زیرحوزه دادآباد شهرستان خرم‌آباد). حفاظت زیست بوم گیاهان، ۹ (۱۸): ۱۷۲-۱۵۱.