

DOI: 10.22092/irm.2024.130995



نامه علمی

تاریخ دریافت ۱۴۰۲/۱۰/۰۶
تاریخ پذیرش ۱۴۰۲/۱۱/۰۷

روند تغییرات تراکم تاج درختان در جنگل‌های شاخه‌زاد مریوان، استان کردستان

مازیار حیدری^{۱*}، یعقوب ایرانمنش^۲، مهدی پورهاشمی^۳ و تورج مختارپور^۴

چکیده

تاج پوشش، از مهم‌ترین مشخصه‌های ساختاری درختان جنگلی است که بر کارکردهای بوم‌شناختی درخت بسیار اثرگذار است. هدف از پژوهش پیش‌رو، بررسی روند تغییرات تراکم تاج درختان در جنگل‌های شاخه‌زاد مریوان بود. این پژوهش در دو توده جنگلی به نام‌های گاران و دوله‌ناو انجام شد. ابتدا در هر توده، پنج درخت انتخاب شد. از تاج هر درخت در چهار جهت اصلی جغرافیایی با فاصله یک متر از تنه درختان در شهریور سال ۱۴۰۱ و ۱۴۰۲ تصویربرداری شد. تاج پوشش درختان در هر تصویر با استفاده از نرم‌افزار MIP Cloud4 student اندازه‌گیری شد. برای مقایسه درصد تاج پوشش درختان در دو دوره تصویربرداری از آزمون تی جفتی استفاده شد. براساس نتایج، تراکم تاج درختان در رویشگاه گاران و دوله‌ناو در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال ۱۴۰۰، به ترتیب ۹/۰۲ و ۱۱/۵۱ درصد افزایش داشت. از طرفی در رویشگاه گاران و دوله‌ناو بیشترین افزایش و تغییر تراکم تاج درختان در سمت جنوبی و شرقی تاج درختان مشاهده شد. همچنین، از سال ۱۴۰۰ به ۱۴۰۱، شرایط آب‌وهوایی بهبود یافته بود. درختان رویشگاه دوله‌ناو دارای میانگین پارامترهای کمی بزرگ‌تری نسبت به رویشگاه گاران بودند. با توجه به اهمیت تاج پوشش درختان در کارکردهای توده‌های جنگلی، برای مدیریت پایدار اعمال قرق عرصه‌های تخریب‌شده (هم‌سو با افزایش تاج پوشش) پیشنهاد شد.

واژه‌های کلیدی: تراکم تاج، تصویربرداری، توده جنگلی، رویشگاه گاران

The trend of crown density changes in the coppice forests of Marivan, Kurdistan province (west of Iran)

M. Haidari^{*1}, Y. Iranmanesh², M. Pourhashemi³ and T. Mokhtarpour⁴

Abstract

Crown canopy is one of the most important structural characteristics of forest trees, which is very effective on the ecological functions of the tree. The aim of the present study was to investigate the changes in tree crowns in the coppice forests of Marivan county. This research was conducted in two forest habitat named Garan and Doleh Naw. First, five trees were selected in each habitat. The crown of each tree was photographed in the four main geographical directions with a distance of one meter from the tree trunk in September 2021 and 2022. Tree canopy measurement in each image was done using MIP Cloud4 student software. Paired t-test was used to compare the percentage of tree canopy in two imaging periods. According to the results, the canopy of trees in Garan and Doleh Naw habitats in 2022 compared to 2021 increased by 9.02% and 11.51%, respectively. On the other hand, in the habitat of Garan and Doleh Naw, the greatest increase and change of the tree crown was observed in the southern and eastern side of the tree crown. Also, from 2021 to 2022, the weather conditions had improved. The trees of Doleh-Naw habitat had slightly larger average parameters than Garan habitat. Due to the importance of tree crown canopy in the functions of forest stands, it was suggested to apply irrigating of degraded areas (in line with increasing crowning) for sustainable management.

Keywords: crown density, imaging, forest stand, Garan habitat

*۱ - استادیار پژوهش، بخش تحقیقات جنگل‌ها و مراتع، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کردستان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، سنندج، ایران، پست الکترونیک: m.haidari@areeo.ac.ir

۲- دانشیار پژوهش، بخش تحقیقات منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

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

۴- مربی، بخش منابع طبیعی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

*1- Corresponding Author: Assistant prof., Forests and Rangelands Research Department, Kurdistan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Sanandaj, Iran, Email Address: m.haidari@areeo.ac.ir

2- Associate Professor, Forests and Rangelands Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

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

4- Instructor, Forests and Rangelands Research Department, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

● مقدمه

جنگل های زاگرس با مساحتی بیش از ۵ میلیون هکتار، به عنوان گسترده ترین جنگل های کشور، ضامن بقا و پایداری آب و خاک کشور هستند (Sagheb Talebi et al., 2014). این جنگل ها تجاری نیستند و ارزش اصلی آنها براساس دیگر خدمات اکوسیستمی (خدمات تنظیمی، فرهنگی و پشتیبانی) سنجیده می شود. در استان کردستان، ۲۵۶ هزار هکتار جنگل وجود دارد که ۸/۸ درصد از سطح استان را پوشش می دهد (حیدری و همکاران، ۱۴۰۲). سه گونه اصلی بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.)، مازودار (*Q. infectoria* Oliv.) و ویول (*Q. libani* Oliv.) در جنگل های این استان حضور دارند. این جنگل ها به طور عمده در نوار مرزی ایران و عراق و در محدوده شهرستان های بانه، مریوان، سروآباد و کامیاران پراکنش دارند (حیدری و همکاران، ۱۴۰۲).

تاج پوشش مهم ترین ویژگی زیست سنجی مورد استفاده در مدیریت جنگل های زاگرس است و اندازه گیری این ویژگی در درختان شاخه زاد با شکل تاج نامتقارن اهمیت بیشتری دارد (عرفانی فرد و موصول، ۱۳۹۲). این متغیر در تشخیص گونه های گیاهی، ارزیابی خرداقلیم بوم سازگان جنگلی و برآورد متغیرهای کاربردی جنگل مانند شاخص سطح برگ اهمیت ویژه ای دارد. از سویی، مطالعه تاج پوشش درختان در جنگل ها کاربرد مهم بوم شناختی مانند ارزیابی تغییرات اندوخته کربن در جنگل و کاربردهای اقتصادی دارد (Chopping et al., 2008؛ Korhonen et al., 2006). در زمینه بررسی تاج پوشش درختان و تغییر تراکم تاج درختان چندین مطالعه انجام شده است.

پورهاشمی و همکاران (۱۳۹۰) زی توده و شاخص سطح برگ داغداغان (*Celtis caucasica* Willd.) را در جنگل شهری تایله سندج بررسی کردند و نشان دادند، متوسط زی توده، سطح ویژه و شاخص سطح برگ درختان داغداغان به ترتیب برابر ۳۷ کیلوگرم، ۱۰۳/۵ سانتی متر مربع بر گرم و ۳/۷

است. حسین زاده و پورهاشمی (۱۳۹۴) نشان دادند، در جنگل های ایلام، تاج های بزرگ تر آسیب بیشتری دیده اند. شاخص تراکم تاج بیشترین رابطه را با میزان خشکیدگی نشان داد، به طوری که تاج های بسته کمترین خشکیدگی را داشتند. میرزایی و همکاران (۱۳۹۸) به بررسی و مدل سازی نسبت تاجی درختان بلوط ایرانی در جنگل های دالاب ایلام پرداختند و نشان دادند، مدل نمایی به عنوان بهترین مدل برای برآورد مشخصه نسبت تاجی درختان بلوط ایرانی در جنگل های دالاب ایلام انتخاب شد. مصلحی و همکاران (۱۳۹۹) نشان دادند، در درختان چندل (*Rhizophora mucronata* Lam.) میانگین زی توده ی خشک، سطح ویژه و شاخ سطح برگ ۳/۳۳ کیلوگرم در هر درخت، ۳۹/۷۴ سانتی متر مربع بر گرم در هر درخت و ۷/۰۶ بود و در تعیین سطح ویژه برگ نیز تنها عامل سطح برگ به عنوان اثرگذارترین عامل در معادله وارد شد و ۵۶ درصد تغییرات را پیش بینی کرد. فانی و همکاران (۱۴۰۲) به بررسی تغییر تراکم تاج جنگل های شهرستان بانه (سایت های سارکی و بلوه) پرداختند و نشان دادند، از سال ۱۴۰۰ به ۱۴۰۱ در سایت های سارکی و بلوه به ترتیب ۱/۶۷ و ۱/۷۳ درصد تاج پوشش درختان مورد پژوهش افزایش یافته است. دریک و همکاران (۱۴۰۲) تغییر تاج درختان در جنگل های استان لرستان (قطعات نمونه نوزبان و دارصافه) را بررسی نمودند و یافته های پژوهش نشان داد، بین تراکم تاج درختان در دو سال متوالی ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ اختلاف معنی داری مشاهده نشد. ایرانمنش و همکاران (۱۴۰۲ الف) به ارزیابی تغییر تراکم تاج درختان در سایت های چری و مورز (در استان چهارمحال و بختیاری) پرداختند و نشان دادند، از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۱ سطح تاج درختان قطعه نمونه گردنه چری و مورز به ترتیب ۱/۴۷ و ۱/۶۹ درصد افزایش یافته است. ایرانمنش و همکاران (۱۴۰۲ ب) پویایی سطح تاج پوشش بلوط ایرانی در جنگل های استان چهارمحال و بختیاری بررسی کردند و نشان دادند، تغییرات در سطح تاج پوشش در منطقه رحیم آباد معنی دار بوده و سطح تاج پوشش روند افزایشی نشان داده است، در حالی که در منطقه گل سفید، تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشد. Datcui و همکاران (۲۰۱۷) به بررسی

برخی پارامترهای مرفومتريک برگ درختان در جنگل کاری شهری در رومانی (Romania) پرداختند و سطح برگ (LA) و طول آن را با استفاده از نرم افزار Digimizer محاسبه نمودند و نشان دادند، با استفاده از این نرم افزار، ارزان و سریع سطح برگ درختان محاسبه شد و ارتباط قوی بین طول برگ و سطح آن تأیید شد. هدف از این پژوهش، برداشت تصاویر ثابت از تاج درختان (در جنگل های شاخه زاد مریوان) در سال های مختلف به منظور بررسی تغییرات رخ داده در تاج پوشش بود. با توجه به کندرشد بودن گونه های جنگلی زاگرس از جمله بلوط، بررسی ابعاد ساختاری در کوتاه مدت میسر نیست و بررسی تغییرات تراکم تاج درختان می تواند تغییرات و تحولات رویشی درختان را تا حدودی نشان دهد.

● اقدامات و یافته ها

این مطالعه در توده های جنگلی گاران و دوله ناو شهرستان مریوان واقع در شمال غرب استان کردستان اجرا شد. میانگین شاخص های هواشناسی شهرستان مریوان براساس داده های هواشناسی ۲۴ ساله ایستگاه هواشناسی دریاچه زریوار (از سال ۱۳۷۸ تا ۱۴۰۱) محاسبه شدند. به منظور اندازه گیری تراکم تاج درختان، در هر رویشگاه پنج درخت که نماینده توده و از گونه های بلوط موجود در رویشگاه بودند، انتخاب شدند و در شهریور سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ از تاج درختان در چهار جهت اصلی تنه تصویربرداری شد. اساس این روش، ایجاد نقاط کاملاً ثابت برای برداشتن فریم های مشخص از تاج درختان در سال های مختلف بود (شکل ۱، الف و ب). بدین منظور پایه های فلزی ثابت تهیه شده در چهار جهت اصلی زیر تاج هر درخت تعبیه شدند (شکل ۱، ج). سپس صفحه متحرکی تهیه شد که محل قرارگیری دوربین در آن ثابت بوده و روی پایه اصلی پیچانده می شد (شکل ۱، د). با علامت زدن روی تنه درخت و استفاده از متر نواری، نقاط برداشت تصویر از تاج درخت تثبیت شد تا تصاویر برداشت شده از تاج درختان، فریم های یکسانی را در سال های مختلف دربرگیرند. به این ترتیب تصاویر تاج و تغییرات آن در سال های مختلف قابل اندازه گیری و مقایسه شدند (شکل ۲).



شکل ۱- انتخاب درختان (الف و ب)، تعبیه میله ثابت برای استقرار دوربین در زیر تاج درخت (ج)، عکسبرداری از تاج (د)



درخت ۲، جهت ۲، سال ۱۴۰۰، سطح تاج پوشش ۷۶٫۹۱
درخت ۲، جهت ۲، سال ۱۴۰۱، سطح تاج پوشش ۸۸٫۱۱

شکل ۲- مقایسه درصد تاج پوشش در جهت دوم تاج درخت شماره ۲ قطعه نمونه گاران در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱



برای آنالیز تصاویر میکروسکوپی و ماکروسکوپی از نرم افزار MIPCloud استفاده شد. نسخه مورد استفاده در این پژوهش MIP Cloud 4 student بود. با دوگانه سازی (Binary) کردن تصاویر به دو رنگ مجزا و قابلیت تنظیم این دو رنگ با استفاده از منوهای کشویی، درصد خطا در تصویر کاهش یافت و درصد تاج پوشش درخت به درستی و با کمترین خطا اندازه گیری شد (شکل ۳). با توجه به ثابت بودن مکان تصویربرداری در دو سال متوالی و محاسبه تاج پوشش به واحد درصد، تغییرات لنز تصویربرداری نمی تواند خطایی ایجاد کند

و اعتبار زیادی به داده های نرم افزار می دهد. با توجه به نرمال بودن داده ها از آزمون تی زوجی برای مقایسه درصد تاج پوشش درختان در دو دوره تصویربرداری (در هر سمت تاج درختان) استفاده شد.

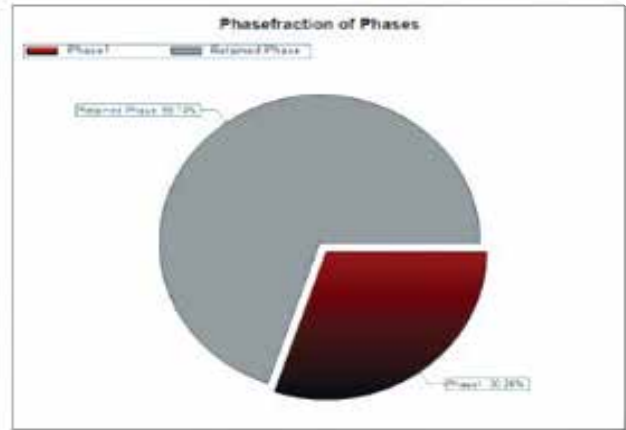
بر اساس جدول ۱، میانگین مشخصه های قطر برابر سینه، ارتفاع کل و سطح تاج درختان در رویشگاه دوله ناو از رویشگاه گاران بیشتر بود.

نتایج حاصل از مقایسه میانگین تراکم تاج درختان نمونه در رویشگاه گاران در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ نشان داد، درصد تاج پوشش از سال ۱۴۰۰ به ۱۴۰۱، ۹/۰۲ درصد افزایش

یافته است. از طرفی بیشترین و کمترین درصد افزایش تاج پوشش درختان به ترتیب در جهت جنوبی تاج (۱۲/۶ درصد) و شمالی تاج (۵/۸ درصد) مشاهده شد (شکل ۴).

در رویشگاه دوله ناو نیز طی دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱ درصد تاج پوشش، ۱۱/۵۱ درصد افزایش یافت. بیشترین و کمترین درصد افزایش تاج پوشش درختان به ترتیب در سمت شرق تاج (۲۳/۹ درصد) و جنوب تاج (۵/۹ درصد) مشاهده شد (شکل ۵).

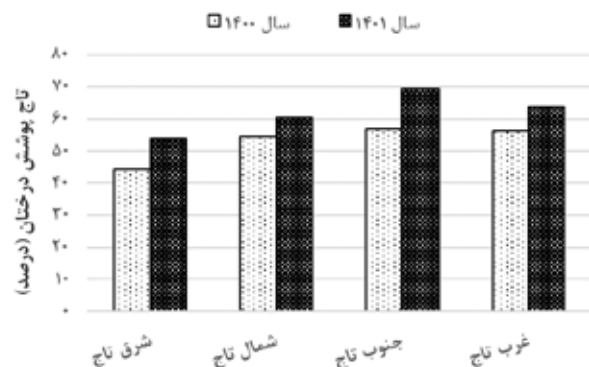
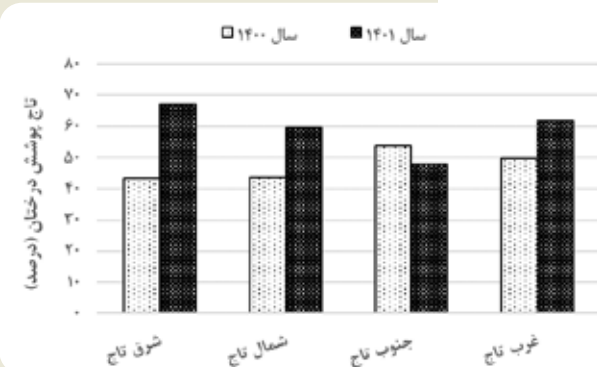
بر اساس شکل ۶ بیشترین افزایش تراکم تاج در رویشگاه دوله ناو در سمت شرق تاج رخ داده است و در سمت جنوبی تاج همین



شکل ۳- اندازه گیری تغییرات تاج پوشش با استفاده از نرم افزار MIP Cloud

جدول ۱- مشخصه های کمی درختان نمونه در دو رویشگاه مورد مطالعه در شهرستان مریوان

رویشگاه	میانگین قطر برابر سینه (سانتی متر \pm انحراف معیار)	میانگین ارتفاع درخت (متر \pm انحراف معیار)	میانگین سطح تاج (متر مربع \pm انحراف معیار)
گاران	۲۱/۴ (۶ \pm / ۸۰)	۴/۷۲ (۰ \pm / ۴۳)	۱۱/۶۷ (۲ \pm / ۴۱)
دوله ناو	۲۶/۰۱ (۶ \pm / ۵۹)	۵/۴۲ (۰ \pm / ۷۲)	۱۱/۹۷ (۴ \pm / ۳۳)

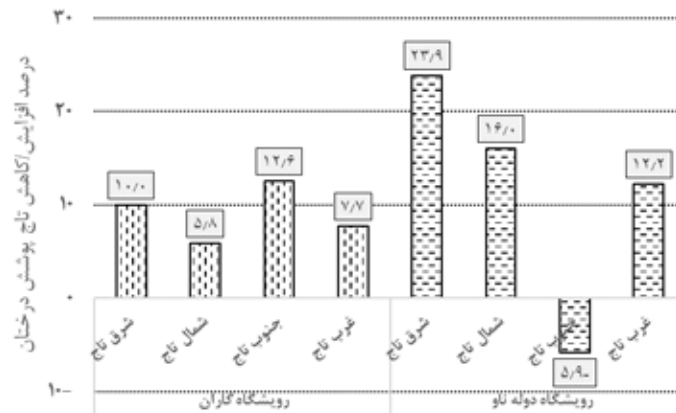


شکل ۵- مقایسه درصد تاج پوشش درختان در رویشگاه دوله ناو در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

شکل ۴- مقایسه درصد تاج پوشش درختان در رویشگاه گاران در سال های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

رویشگاه نیز ۵/۹ درصد کاهش داشته است. تمامی جهات تاج (غیر از جهت جنوبی) از سال ۱۴۰۰ به ۱۴۰۱ اختلاف معنی دار تأیید شد. نتایج بررسی شاخص‌های هواشناسی در شهرستان مریوان نشان داد، میانگین تبخیر (شکل‌های ۸ و ۹).

بر اساس جدول ۲، در رویشگاه گاران تغییر تراکم تاج درختان در جهت شرق و غرب معنی دار بود، از طرفی در رویشگاه دوله‌ناو در

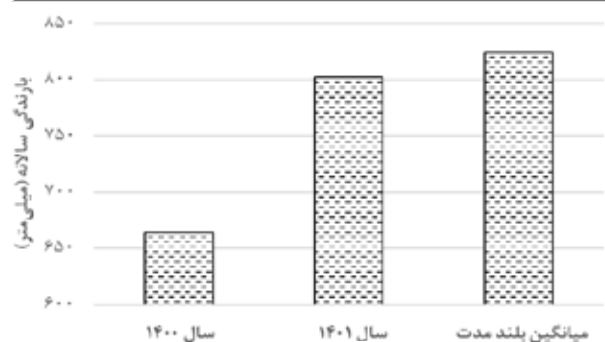
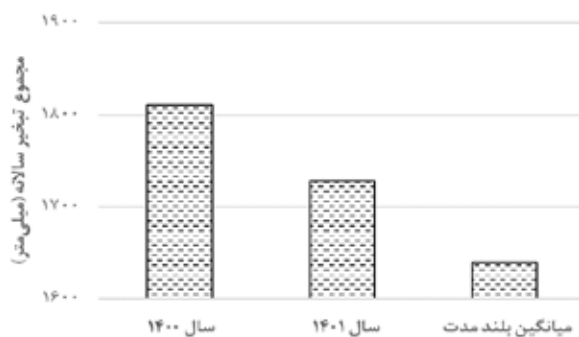


شکل ۶- مقایسه درصد تغییرات تاج‌پوشش درختان در رویشگاه گاران و دوله‌ناو در سال‌های ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

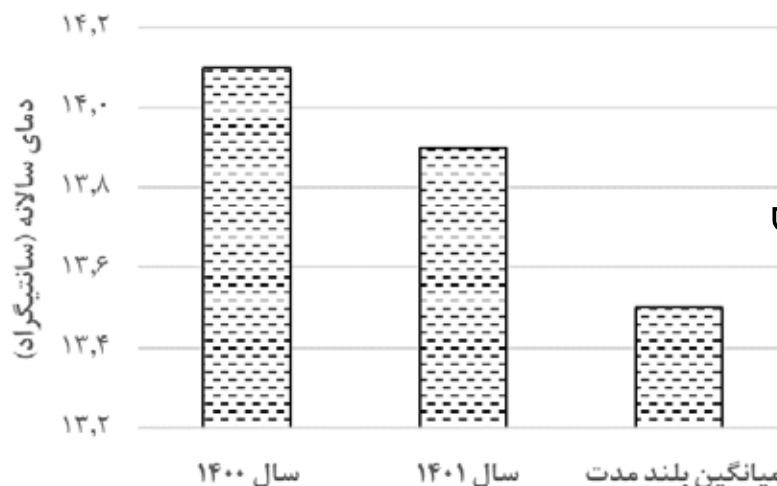
جدول ۲- نتایج آزمون تی جفتی برای مقایسه تاج‌پوشش درختان در جهت‌های مختلف تاج در دو سال ۱۴۰۰ و ۱۴۰۱

رویشگاه	جهت تاج	آماره t	درجه آزادی	معنی‌داری
گاران	شرق	-۳/۹۳۰	۴	۰/۰۱۷*
	شمال	-۱/۴۹۳	۴	۰/۲۱۰ ns
	جنوبی	-۲/۱۵۵	۴	۰/۰۹۷ ns
	غربی	-۳/۱۷۹	۴	۰/۰۳۴*
دوله‌ناو	شرق	-۶/۹۳۸	۴	۰/۰۰۲**
	شمال	-۳/۵۷۸	۴	۰/۰۲۳*
	جنوبی	۰/۸۴۱	۴	۰/۴۴۸ ns
	غربی	-۳/۰۶۰	۴	۰/۰۳۸*

ns فاقد اختلاف معنی‌دار، * دارای اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد و ** دارای اختلاف معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد



شکل ۷- میانگین بارندگی سالانه (الف) و مجموع تبخیر سالانه (ب) در شهرستان مریوان



شکل ۸- میانگین دمای سالانه در شهرستان مریوان

● نتیجه‌گیری نهایی و پیشنهادها

تغییرات مقدار تاج‌پوشش در رویشگاه‌های مورد مطالعه نشان داد، روند تغییر در هر دو رویشگاه افزایشی بوده است و این افزایش در رویشگاه دوله‌ناو بیشتر از گاران بود. در رویشگاه دوله‌ناو و گاران در جهت شرقی و جنوبی تاج، بیشترین افزایش تاج‌پوشش مشاهده شد و این اختلاف‌ها از نظر آماری معنی‌دار بودند (جدول ۲)، بنابراین، تغییر تاج‌پوشش درختان در جهت‌های مختلف متفاوت بود و علت کاهش تاج درختان را در جهت جنوبی در توده‌های جنگلی دوله‌ناو (تپیک جنگل‌های استان و مورد بهره‌برداری جوامع محلی) می‌توان به دخالت‌های انسانی و بهره‌برداری‌های محلی نسبت داد. چرای دام در جنگل و گلابری درختان بر کاهش تاج‌پوشش این درختان در جهت جنوبی درختان این رویشگاه مؤثر بوده است. در کل سال ۱۴۰۰ نسبت به ۱۴۰۱، در رویشگاه‌های گاران و دوله‌ناو به ترتیب ۹/۰۲ و ۱۱/۵۱ درصد افزایش تراکم تاج و تراکم برگ درختان مشاهده و تأیید شد، نتایج پژوهش فانی و همکاران (۱۴۰۲)، ایرانمنش و همکاران (۱۴۰۲ الف) و ایرانمنش و همکاران (۱۴۰۲ ب) نیز نشان داد، تراکم تاج درختان مورد پژوهش در شهرستان بانه و استان چهارمحال و بختیاری از سال ۱۴۰۰ به سال ۱۴۰۱ افزایش داشته است که با نتایج پژوهش پیش‌رو مشابه هستند. شایان ذکر است، وضعیت اقلیمی شهرستان مریوان در سال ۱۴۰۱ نسبت به سال قبل بهبود یافته، بارندگی سالانه افزایش یافته و میانگین دما و تبخیر سالانه

کاهش داشته است، بنابراین، یکی از علل اصلی افزایش تاج‌پوشش درختان، بهبود شرایط اقلیمی و دریافت بارندگی بیشتر در سال ۱۴۰۱ بود. از طرفی میانگین مشخصه‌های کمی درختان در رویشگاه دوله‌ناو بیشتر از رویشگاه گاران است و درختان با ابعاد بزرگ‌تر، تاج‌پوشش بیشتری تولید می‌کنند و تأییدکننده نتایج تحقیق پیش‌روست. نتایج کلی پژوهش نشان‌دهنده تأثیر مثبت پارامترهای اقلیمی و مشخصه‌های کمی درختان بر سطح تاج درختان است. پیشنهاد می‌شود نواحی تخریب‌یافته قرق شوند و نسبت به احیا و توسعه جنگل در این نواحی اقدام شود.

● منابع

ایرانمنش، ی.، پارساپور، م.ک.، مختارپور، ت. و جهانبازی، ح.، ۱۴۰۲. بویایی سطح تاج‌پوشش بلوط ایرانی در جنگل‌های استان چهارمحال و بختیاری. چهارمین کنفرانس بین‌المللی و هفتمین کنفرانس ملی صیانت از منابع طبیعی و محیط‌زیست، اردیبه‌ل، اول آذر، ۱۰ صفحه.

ایرانمنش، ی.، مختارپور، ت. و جهانبازی، ح.، ۱۴۰۲ الف. سنجش و پایش اندوخته کربن در جنگل‌های زاگرس (فاز اول) - استان چهارمحال و بختیاری (قطعات نمونه چری و مورزا). گزارش نهایی طرح پژوهشی. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۵ صفحه.

پورهایمی، م.، اسکندری، س.، دهقانی، م.، نجفی، ت.، اسدی، ا. و پناهی، پ.، ۱۳۹۰. زی‌توده و شاخص سطح برگ داغداغان (*Celtis caucasica* Willd) در جنگل شهری تایله سندج. تحقیقات جنگل و صنوبر ایران، ۱۹(۴): ۶۲۰-۶۰۹.

حسین‌زاده، ج. و پورهایمی، م.، ۱۳۹۴. بررسی

شاخص‌های تاج درختان بلوط ایرانی در رابطه با پدیده خشکیدگی در جنگل‌های ایلام. جنگل ایران، ۱۷(۱): ۶۶-۵۷.

حیدری، م.، جهانبازی گوجانی، ح. و پورهایمی، م.، ۱۴۰۲. بررسی روند و تغییرات سرخشکیدگی درختان بلوط در دامنه‌های شمالی و جنوبی جنگل‌های شهرستان بانه. نشریه جنگل و فرآورده‌های چوب، ۳۷(۳): ۲۵۷-۲۶۸.

دریک، آ.، جهانپور، ف. و ایرانمنش، ی.، ۱۴۰۲. سنجش و پایش اندوخته کربن در جنگل‌های زاگرس (فاز اول) - استان لرستان (قطعات نمونه نوژیان و دارصافه). گزارش نهایی طرح پژوهشی. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۵۲ صفحه.

عرفانی فرد، س. ی. و موصول، م.، ۱۳۹۲. ارزیابی روش‌های اندازه‌گیری تاج درختان شاخه‌زاد در جنگل‌های زاگرس با استفاده از تصاویر هوایی UltraCam-D. جنگل و فرآورده‌های چوب، ۳۷(۴): ۴۲۶-۴۱۳.

فانی، ب.، ایرانمنش، ی. و حیدری، م.، ۱۴۰۲. سنجش و پایش اندوخته کربن در جنگل‌های زاگرس (فاز اول) - استان کردستان (سایت‌های شهرستان بانه). گزارش نهایی طرح پژوهشی. مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ۶۰ صفحه.

مصلحی، م.، یعقوب‌زاده، م.، بیژنی، ا. و احمدی، ا.، ۱۳۹۹. اندازه‌گیری و برآورد شاخص سطح برگ، زی توده و سطح ویژه درختان چندل (*Rhizophora mucronata* Lam) در جنگل‌های مانگرویی سیریک. جنگل ایران، ۱۲(۳): ۴۳۴-۴۲۱.

میرزایی، م.، بنیاد، ا.ا. اخوان، ر. و نقدی، ر.، ۱۳۹۸. مدل‌سازی نسبت تاجی درختان بلوط ایرانی در جنگل‌های دالاب ایلام. جنگل ایران، ۱۱(۱): ۱۱-۱.

Chopping, M., Moisen, G.G., Su, L., Laliberte, A., Rango, A., Martonchik, J.V. and Peters, D.P.T. 2008. Large area mapping of southwestern forest crown cover, canopy height, and biomass using the NASA Multiangle Imaging Spectro-Radiometer. Journal of Remote Sensing of Environment, 112: 2051-2063.

Datcu, A.D., Salai, F. and Ianovici, N., 2017. Studies regarding some morphometric and biomass allocation parameters in the urban habitat on plantago major. Research Journal of Agricultural Science, 49(4): 96-102.

Korhonen, L., Korhonen, K.T., Rautiainen, M. and Stenberg, P., 2006. Estimation of forest canopy cover: a comparison of field measurement techniques. Silva Fennica, 40(4): 577-588.

Sagheb Talebi, Kh., Sajedi, T., and Pourhashemi, M. 2014. Forests of Iran: A Treasure from the Past, A Hope for the future. Springer, 152p.