مقاله پژوهشی

نشریه علمی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۳۰ شماره ۱، صفحه ۱۰۲-۸۳، (۱۴۰۱)

شناسه دیجیتال (DOI): 10.22092/ijfpr.2022.358078.2046
شناسه دیجیتال (DOR): 20.1001.1.17350883.1401.30.1.7.1

پایش تغییرات نمایه‌های ساختاری در توده‌های بلوط گلازنی‌شده (مطالعه موردی: جنگل کوچر در استان کردستان)

نگین مرادی [۱]، لقمان قهرمانی [۲*] و احمد ولی‌پور [۳]

۱- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد جنگل‌داری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

۲*- نویسنده مسئول، دانشیار، گروه جنگل‌داری، دانشگاه کردستان و مرکز پژوهش و توسعه جنگل‌داری زاگرس شمالی دکتر هدایت غضنفری، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران. پست الکترونیک: l.gharamany@uok.ac.ir

۳- استادیار، گروه جنگل‌داری، دانشگاه کردستان و مرکز پژوهش و توسعه جنگل‌داری زاگرس شمالی دکتر هدایت غضنفری، دانشگاه کردستان، سنندج، ایران

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۱۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۸

چکیده

هدف از انجام این پژوهش، پایش تغییرات نمایه‌های ساختاری در یک جنگل بلوط گلازنی‌شده در شهرستان بانه از توابع استان کردستان است. ۵۹ قطعه‌نمونه دایره‌ای‌شکل دائمی در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۸ برداشت شدند. در داخل قطعه‌نمونه‌ها، قطر برابرسینه درختان با اندازه پنج سانتی‌متر و بزرگ‌تر از آن اندازه‌گیری شد. پایه‌های چوبی دارای قطر کمتر از پنج سانتی‌متر به‌عنوان زادآوری به‌تفکیک گونه و فرم (شاخه‌زاد یا دانه‌زاد) در دو طبقه ارتفاعی کمتر و بیشتر از دو متر ثبت شدند. همچنین، ارتفاع کل و دو قطر کوچک و بزرگ تاج برای نزدیک‌ترین درخت به مرکز قطعه‌نمونه و قطورترین درخت داخل هر قطعه‌نمونه اندازه‌گیری شدند. نتایج نشان داد که اختلاف بین الگوی توزیع درختان در طبقه‌های قطر برابرسینه در ابتدا و انتهای دوره مورد بررسی معنی‌دار بود ($p<0/01$)، اما اختلاف معنی‌داری ازنظر الگوی توزیع درختان در طبقه‌های ارتفاع کل و سطح تاج مشاهده نشد. میانگین رویش سالانه قطری، ارتفاعی و سطح تاج درختان بلوط (بدون در نظر گرفتن گونه) به‌ترتیب ۲/۴۱ میلی‌متر، ۱۲/۵۹ سانتی‌متر و ۰/۷۳ متر مربع به‌دست آمد. مقایسه منحنی‌های پراکنش قطری فعلی و مورد انتظار نشان داد که تراکم درختان در طبقه‌های قطری کوچک‌تر از ۱۲/۵ سانتی‌متر، کمتر از تعداد مورد انتظار است که بر ضعف زادآوری دلالت دارد. استفاده از قطعه‌نمونه‌های دائمی، روش مناسبی برای بررسی تغییرات نمایه‌های ساختاری در درختان بلوط گلازنی‌شده است. این قطعه‌نمونه‌ها برای آشکارسازی پیامدهای گلازنی به‌عنوان یک سیستم جنگل‌چرایی سنتی و اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی مناسب با هدف بهبود شرایط این جنگل‌ها می‌توانند استفاده شوند.

واژه‌های کلیدی: بانه، زاگرس، ساختار، قطعه‌نمونه دائمی، گلازنی.

مقدمه

بوم‌سازگان جنگلی بلوط غرب به‌عنوان یکی از مهم‌ترین ناحیه‌های رویشی ایران، اهمیت ویژه‌ای ازنظر اجتماعی- اقتصادی (نیاز ساکنان محلی به برگ درختان بلوط و گیاهان کف جنگل برای تأمین بخشی از علوفه دام‌ها، برداشت انواع گال و بذر از پایه‌های بلوط، بهره‌برداری از شیره گزو در درختان مازودار (*Quercus infectoria* Oliv.)، برداشت شیره سقز از پایه‌های بنه (*Pistacia atlantica* Desf.) و تولید زغال چوب) و بوم‌شناختی (حفظ آب‌وخاک و تأثیرگذاری بر شرایط آب‌وهوایی) دارد (Jazirehi &

Ebrahimi Rostaghi, 2003; Ghazanfari *et al*., 2004; Ghahramany *et al*., 2018). ساکنان محلی در بخش‌هایی از جنگل‌های زاگرس شمالی (شهرستان سردشت در آذربایجان غربی و شهرستان‌های بانه و مریوان در استان کردستان) برای تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دامی در فصل‌های پاییز و زمستان، درختان بلوط را گلازنی (سرشاخه‌زنی) می‌کنند (Valipour *et al*., 2014; Khedri *et al*., 2017; Ghahramany *et al*., 2018). به این منظور از برگ‌های هر سه گونه بلوط وی‌ول (*Q. libani* Oliv.)، مازودار و برودار (*Q. brantii* Lindl.) استفاده می‌شود. گلازنی، یک روش جنگل‌داری سنتی است که با نظم مکانی و برنامه زمانی مشخص در محدوده جنگلی (اصطلاح محلی: سامان عرفی) متعلق به هر خانوار روستایی (به این محدوده در اصطلاح محلی، گلاجار گفته می‌شود) انجام می‌شود (Ghazanfari *et al*., 2004). گلازنی بر ساختار توده و شکل ظاهری درختان جنگلی تأثیر می‌گذارد (Anonymous, 2005). به‌علاوه، استقرار زادآوری (به‌عنوان یک فرایند بسیار مهم در مدیریت پایدار جنگل) به‌علت گلازنی و چرای دام به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای کاهش یافته است که می‌تواند پایداری این جنگل‌ها را با مشکل مواجه کند (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003; Ghahramany *et al*., 2018).

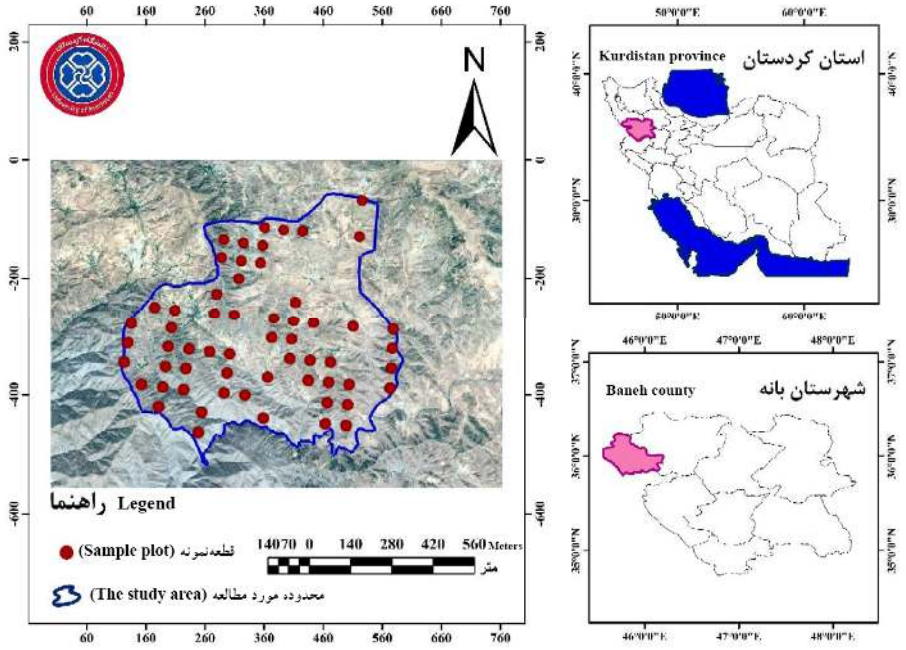
ازجمله پیامدهای گلازنی می‌توان به کاهش ویژگی‌های تنوع گونه‌ای، ارتفاع درختان (ارتفاع کل و ارتفاع تنه)، سطح تاج، شادابی و سلامت تاج، تعداد درخت در واحد سطح، فراوانی زادآوری‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد (Shakeri, 2006; Ghahramany *et al*., 2012; Ranjbar *et al*., 2013; Ghalavand, 2014; Khedri *et al.,* 2017; Rostami Jalilian *et al.,* 2017; Ghahramany *et al*., 2018) و افزایش رویش قطری وی‌ول (Ghahramany *et al*., 2017) و مازودار (Rostami Jalilian *et al.,* 2017) اشاره کرد. پژوهش‌های انجام‌شده در جنگل‌های بلوط اغلب به‌بررسی ترکیب گونه‌ای، شناسایی تیپ‌های جنگلی و معرفی عوامل تخریب این جنگل‌ها پرداخته‌اند. نتایج کلی پژوهش‌های پیشین بیانگر مسن بودن این جنگل‌ها، ساختار سنی ناهمسال نامنظم آن‌ها، زادآوری اندک دانه‌زاد و غالبیت زادآوری شاخه‌زاد گونه‌های بلوط، فراوانی اندک خشکه‌دارها، تنوع گونه‌ای بسیار کم (Fattahi & Tavakoli, 1999; Hosseinzadeh *et al*., 2004; Alijanpour *et al*., 2010; Valipour *et al*., 2014; Hosseinzadeh *et al*., 2017; Pirozi *et al*., 2018; Ghahramany *et al*., 2018) و تأثیرگذاری عوامل فیزیوگرافی بر نمایه‌های ساختاری جنگل‌های بلوط گلازنی‌شده هستند (Valipour *et al*., 2013; Ghahramany *et al*., 2018). با وجود اینکه در برخی از پژوهش‌های ذکرشده، ساختار جنگل‌های بلوط غرب ارزیابی شده‌اند، اما اختلاف زیاد ویژگی‌های ساختاری در توده‌های مختلف آن (Hosseinzadeh *et al*., 2017)، انجام پژوهش‌های جدید برای ارزیابی ساختار و بررسی روند تحولات در این جنگل‌ها را توجیه می‌کند. هدف اصلی پژوهش پیش‌رو، پایش تغییرات نمایه‌های زیست‌سنجی و زادآوری‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد در یک جنگل بلوط گلازنی‌شده است. در این پژوهش برای اولین‌بار از داده‌های قطعه‌نمونه‌های دائمی برای پایش تغییرات مذکور در جنگل‌های بلوط غرب استفاده شد. یافته‌های این پژوهش در ارزیابی وضعیت ایستایی و پویایی، برنامه‌ریزی عملیات احیایی و دخالت‌های جنگل‌شناسی و نیز تدوین برنامه مدیریت پایدار و اصولی جنگل کاربرد دارند (Sagheb-Talebi *et al*., 2004; Ghahramany, 2005; Ghahramany *et al*., 2018).

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه

جنگل کوچر در جنوب غربی شهرستان بانه به‌عنوان منطقه انجام پژوهش پیش‌رو، بخش پنجم از طرح جنگل‌داری چندمنظوره با تأکید بر سازمان‌دهی و مدیریت گلازنی در حوضه آرمرده است. این منطقه با مساحت ۴۵۵۹ هکتار در موقعیت جغرافیایی ″۴۷ ′۴۲ °۴۵ تا ″۳ ′۵۴ °۴۵ طول شرقی و ″۵۴ ′۴۸ °۳۵ تا ″۴۶ ′۵۷ °۳۵ عرض شمالی قرار دارد (شکل ۱). ارتفاع منطقه مذکور بین ۱۲۰۰ تا ۱۹۵۰ متر از

سطح دریا و شیب آن بین ۱۵ تا ۶۰ درصد متغیر است. البته ۱/۹ درصد از این منطقه، شیب بیشتر از ۶۰ درصد دارد. شهرستان بانه دارای زمستان‌هایی سرد و طولانی همراه با برف و یخ‌بندان زمستانه و تابستان‌های معتدل است. میانگین سالانه بارندگی و دما در منطقه مورد مطالعه به‌ترتیب ۶۴۷ میلی‌متر و ۱۱/۴ درجه سانتی‌گراد هستند. مازودار–وی‌ول–برودار، تیپ جنگلی غالب این منطقه را تشکیل می‌دهند (Anonymous, 2005).



شکل ۱– موقعیت قطعه‌نمونه‌های برداشت‌شده و منطقه انجام پژوهش پیش‌رو در ایران، استان کردستان و شهرستان بانه

Figure 1. The location of field sample plots and the study area in Iran, Kurdistan province and Baneh county

روش پژوهش

برای دستیابی به اهداف این پژوهش، ۵۹ قطعه‌نمونه دائمی دایره‌ای‌شکل به‌مساحت ۱۰ آر که در سال ۱۳۸۴ در طرح جنگل‌داری چندمنظوره با تأکید بر سازمان‌دهی و مدیریت گلازنی در حوضه آرمرده (به‌روش تصادفی– منظم با استفاده از شبکه رقومی به ابعاد ۶۰۰×۶۰۰ متر مربع) برداشت شده بودند، در سال ۱۳۹۸ بازیابی شدند. پس از مشخص کردن مرکز هر قطعه‌نمونه به‌وسیله دستگاه GPS، بازیابی درختان قطعه‌نمونه‌ها در سال ۱۳۹۸ با استفاده از آزیموت و فاصله درختان نسبت به مرکز قطعه‌نمونه که در سال ۱۳۸۴ ثبت شده بود، انجام گرفت. در داخل هر قطعه‌نمونه، قطر همه درختان دارای قطر برابرسینه مساوی و بیشتر از پنج سانتی‌متر با استفاده از خط‌کش دوبازو اندازه‌گیری شد. در هر قطعه‌نمونه، نمایه‌های ارتفاع کل (با استفاده از شیب‌سنج سونتو) و دو قطر بزرگ و کوچک تاج (با استفاده از متر نواری) برای نزدیک‌ترین درخت به مرکز قطعه‌نمونه و قطورترین درخت داخل قطعه‌نمونه (درختان شاهد) ثبت شدند. همچنین، فراوانی درختان خشک‌شده و قطع‌شده نیز به‌تفکیک شمارش شدند. با برداشت یک قطعه‌نمونه دایره‌ای‌شکل به‌مساحت یک آر در داخل هر قطعه‌نمونه اصلی، تعداد نهال‌ها (پایه‌های چوبی با قطر کمتر از پنج سانتی‌متر) به‌تفکیک گونه و فرم (شاخه‌زاد یا دانه‌زاد) در دو طبقه ارتفاعی کمتر و بیشتر از دو متر به‌عنوان زادآوری ثبت شدند.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها

برای تصمیم‌گیری درمورد روش‌های آماری مورد استفاده، توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- سمیرنوف یک‌نمونه‌ای بررسی شد (Lilliefors, 1967). آماره‌های قطر برابرسینه، سطح تاج و ارتفاع کل به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن نوع گونه (کل) محاسبه شد. برای ارزیابی تغییرات (رویش) نمایه‌های قطر برابرسینه، ارتفاع و سطح تاج، اختلاف کمیت آن‌ها در انتها (۱۳۹۸) و ابتدای دوره (۱۳۸۴) محاسبه شد. سپس، رویش سالانه هرکدام از این نمایه‌ها در طبقه‌های قطر برابرسینه تعیین شد. مقایسه ترکیب گونه‌ای در ابتدا و انتهای دوره با استفاده از آزمون مربع‌کای انجام شد. پس از ترسیم الگوی توزیع درختان در طبقه‌های قطر برابرسینه، ارتفاع کل و سطح تاج در ابتدا و انتهای دوره، آن‌ها با استفاده از آزمون دونمونه‌ای کولموگروف- سمیرنوف مقایسه شدند. به‌منظور بررسی وضعیت فعلی توزیع درختان در طبقه‌های قطری، نمودار پراکنش قطری کنونی با نمودار اصلاح‌شده (وضعیت مورد انتظار) مقایسه شد. برای این منظور، با استفاده از نمودار پراکنش قطری فعلی و دستور کار تنظیم جنگل غضنفری، ضریب کاهش قطری برای اصلاح پراکنش قطری جنگل ۱/۵۵ در نظر گرفته شد (Ghazanfari, 2004). براساس این ضریب، الگوی توزیع قطری اصلاح‌شده ایجاد شد و تعداد درختان در هر طبقه قطری ازجمله تعداد زادآوری مورد نیاز برآورد شد. درصد رویش ارتفاعی نسبت به ارتفاع درختان در ابتدای دوره (سال ۱۳۸۴) از تفاضل ارتفاع در انتها و ابتدای دوره تقسیم‌بر ارتفاع در ابتدای دوره و ضرب کردن آن در ۱۰۰ محاسبه شد (Zobeiry, 1994). نرخ مرگ‌ومیر سالانه درختان (در اثر خشکیدگی و قطع توسط ساکنان محلی) از مقایسه داده‌های برداشت‌شده در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۸ به‌دست آمد. رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel و تجزیه‌وتحلیل داده‌ها با کاربرد نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام گرفت.

نتایج

ترکیب گونه‌ای

نتایج نمایه‌های تعداد و سطح مقطع در هکتار نشان داد که وی‌ول، مازودار و برودار در ابتدا (۱۳۸۴) و انتهای دوره (۱۳۹۸)، گونه‌های اصلی جنگل بررسی‌شده را تشکیل می‌دادند. سه گونه بلوط یادشده در ابتدا و انتهای دوره مورد مطالعه به‌ترتیب ۹۷/۷ و ۹۷/۹ درصد سطح مقطع و ۹۸/۲ و ۹۸/۳ درصد تعداد در هکتار این جنگل را به‌خود اختصاص دادند (جدول ۱). گلابی وحشی (*Pyrus glabra* Boiss.)، زالزالک (*Crataegus* spp.)، بنه، بادام کوهی (*Amygdalus* spp.)، گلابی (*Pyrus* spp.)، ون (*Fraxinus syriaca* Boiss.) و بید (*Salix babylonica* L.)، گونه‌های همراه جنس بلوط بودند که در ابتدا و انتهای دوره، کمتر از دو درصد ترکیب گونه‌ای در جنگل بررسی‌شده را به‌خود اختصاص دادند. نتیجه مقایسه ترکیب گونه‌ای بر یکسان بودن این نمایه در ابتدا و انتهای دوره دلالت دارد (P-۰/۸۶۶ ; χ^2=۰/۲۸۷value=).

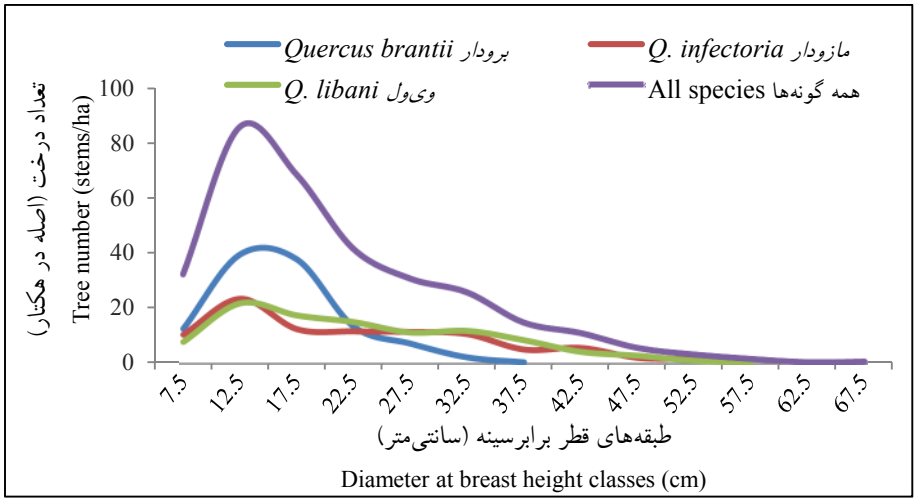
قطر برابرسینه

دامنه پراکنش درختان در انتهای دوره (۱۳۹۸) محدود به طبقه‌های قطری ۷/۵ تا ۶۷/۵ سانتی‌متر بود. ۸۰ درصد درختان متعلق به طبقه‌های قطری کمتر از ۲۷/۵ سانتی‌متر بودند. ۲۰ درصد آن‌ها نیز امکان رسیدن به طبقه‌های قطری بیشتر از ۲۷/۵ سانتی‌متر را داشتند. در سال ۱۳۹۸، الگوی توزیع قطری برای هر سه گونه بلوط در جنگل بررسی‌شده، کم‌وبیش زنگوله‌ای‌شکل و چوله به راست بود (شکل ۲).

جدول ۱- ترکیب گونه‌ای در جنگل بررسی‌شده براساس تعداد و سطح مقطع در هکتار در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۸

Table 1. Species composition in the studied forest based on stems and basal area per hectare in 2005 and 2019

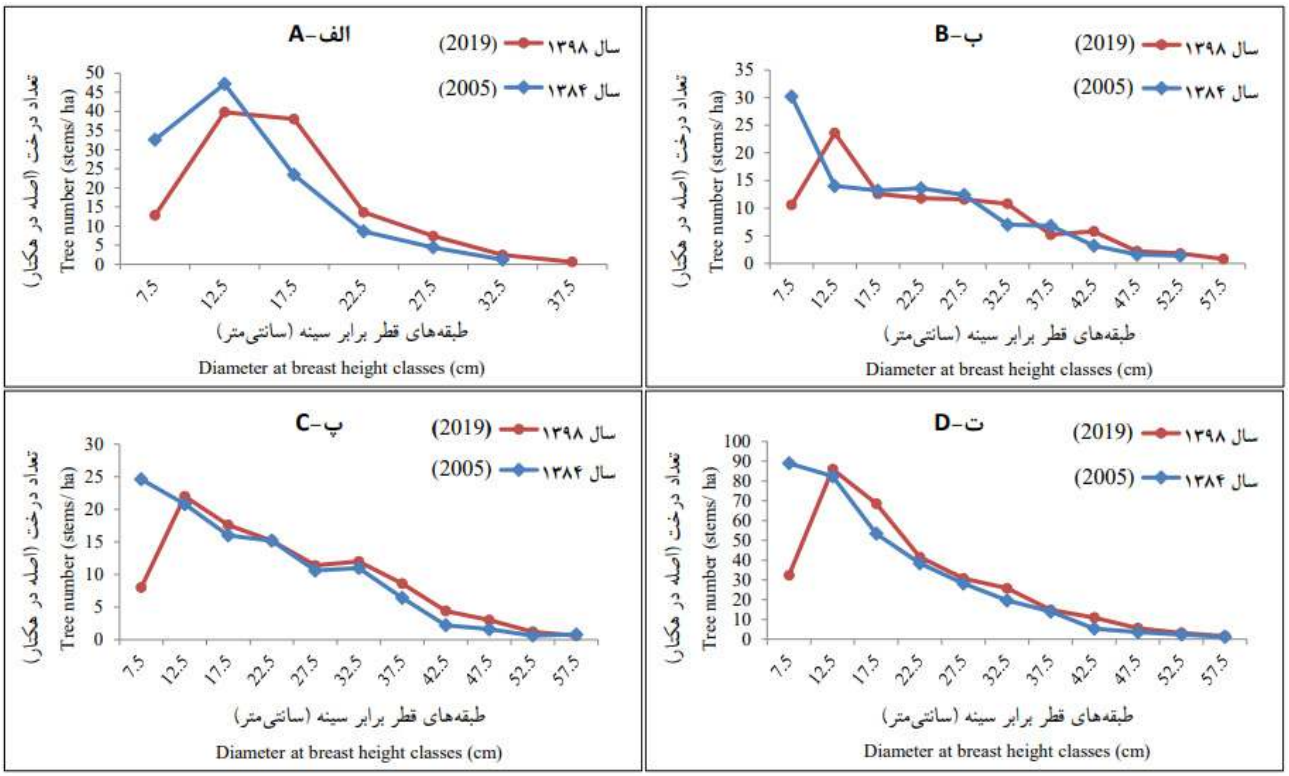
گونه Species	سطح مقطع (متر مربع در هکتار) Basal area (m^2/ha)		سطح مقطع (درصد) Basal area (%)		تعداد درخت (اصله در هکتار) Tree number (stems/ha)		تعداد درخت (درصد) Tree number (%)	
	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019
وی‌ول *Quercus libani*	4.44	5.66	39.5	39.7	110	105	32.5	32.4
مازودار *Q. infectoria*	4.52	5.44	40.3	38.2	104	98	30.8	30.2
برودار *Q. brantii*	2.01	2.85	17.9	20	118	115	35	35.7
گونه‌های همراه Companion species	0.25	0.29	2.3	2.1	6	6	1.7	1.6
کل Total	11.23	14.24	100	100	337	323	100	100



شکل ۲- پراکنش درختان در طبقه‌های قطر برابرسینه

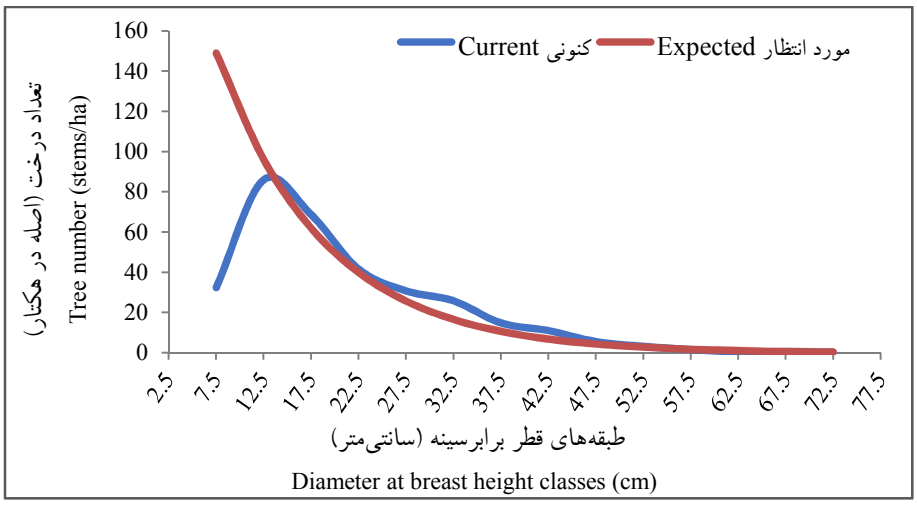
Figure 2. Tree distribution in diameter at breast height classes

اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بین ابتدا و انتهای دوره مورد بررسی ازنظر الگوی توزیع درختان برودار (Z=۵/۴۱۹)، مازودار (Z=۳/۳۵۸)، وی‌ول (Z=۰/۵۷۳) و بدون در نظر گرفتن گونه (Z=۸/۱۶۸) در طبقه‌های قطر برابرسینه مشاهده شد (شکل ۳).



شکل ۳- پراکنش درختان برودار (الف)، مازودار (ب)، وی‌ول (پ) و بدون در نظر گرفتن گونه (ت) در طبقه‌های قطری

Figure 3. Distribution of *Quercus brantii* (A), *Q. infectoria* (B), *Q. libani* (C) and all species (D) in diameter classes



شکل ۴- پراکنش درختان (بدون در نظر گرفتن گونه) در طبقه‌های قطر برابرسینه (شرایط کنونی و مورد انتظار)

Figure 4. Tree distribution (all species) in diameter at breast height classes (current and expected)

مقایسه پراکنش قطری فعلی با پراکنش قطری اصلاح‌شده (مورد انتظار) نشان داد که سمت راست نمودار کنونی ازنظر تعداد پایه‌ها تاحدود زیادی قابل‌قبول است، اما تعداد در طبقه‌های قطری جوان به‌ویژه در دو طبقه قطری ۱۲/۵ سانتی‌متر (۸۶ پایه در مقابل ۹۶/۲) و ۷/۵ سانتی‌متر (۳۲/۴ در مقابل ۱۴۹ پایه) کمتر از حد انتظار بود. برای حفظ الگوی

ناهمسال اصلاح‌شده، وجود حداقل ۲۳۱ اصله درخت در طبقه قطری کمتر از پنج سانتی‌متر (دامنه قطری ۷/۵-۲/۵ سانتی‌متر) ضروری است (شکل ۴). در جدول ۲، آماره‌های نمایه قطر برابرسینه به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل) در ابتدا و انتهای دوره درج شده‌اند.

جدول ۲- آماره‌های قطر برابرسینه (سانتی‌متر) به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل) در سال‌های ۱۳۸۴ و ۱۳۹۸

Table 2. Summary statistics of diameter at breast height (cm) by species and all species in 2005 and 2019

گونه Species	میانه Median		انحراف چارکی Quartile deviation		کمینه Minimum		بیشینه Maximum	
	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019
وی‌ول *Quercus libani*	17.5	21	8.5	9	5	7	59	70.4
مازودار *Q. infectoria*	18	20.9	9.2	9	5	7.5	111.5	115
برودار *Q. brantii*	12.5	15.5	3.3	3	5	6.5	50	55.5
کل All species	14.5	17.8	7	7	5	6.5	111.5	115

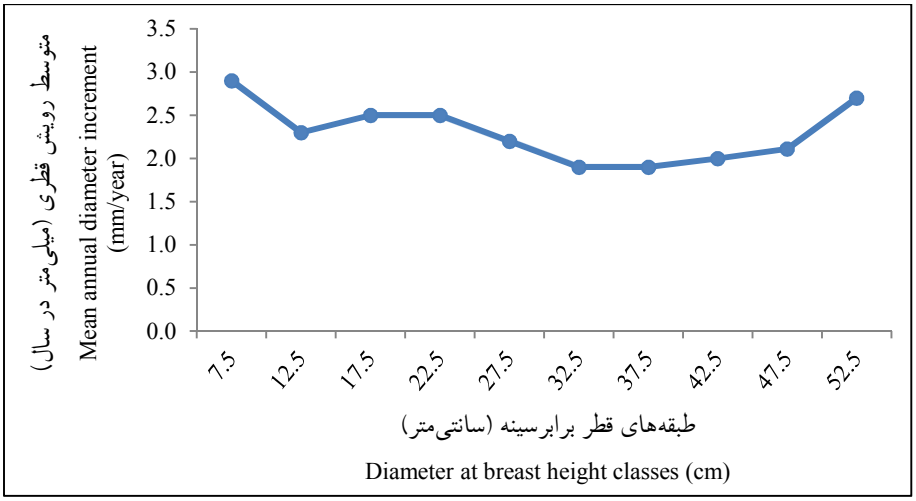
رویش قطری

براساس نتایج بررسی رویش قطری، میانگین و میانه این نمایه بدون در نظر گرفتن گونه در دوره مورد مطالعه به‌ترتیب ۲/۴۱ و ۲/۱ میلی‌متر در سال بودند (جدول ۳ و شکل ۵).

جدول ۳- آماره‌های رویش سالانه قطر برابرسینه (میلی‌متر در سال) به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل)

Table 3. Summary statistics of annual diameter increment (mm/year) by species and all species

گونه Species	میانگین Mean	میانه Median	انحراف چارکی Quartile deviation	کمینه Minimum	بیشینه Maximum
وی‌ول *Quercus libani*	2.52	2.1	0.65	0.2	16.1
مازودار *Q. infectoria*	2.4	2.1	0.55	0.4	14.4
برودار *Q. brantii*	2.32	2.2	0.56	0.1	10.9
کل All species	2.41	2.1	0.6	0.1	16.1



شکل ۵- میانگین رویش سالانه قطر در طبقه‌های قطر برابرسینه

Figure 5. Mean annual diameter increment in diameter at breast height classes

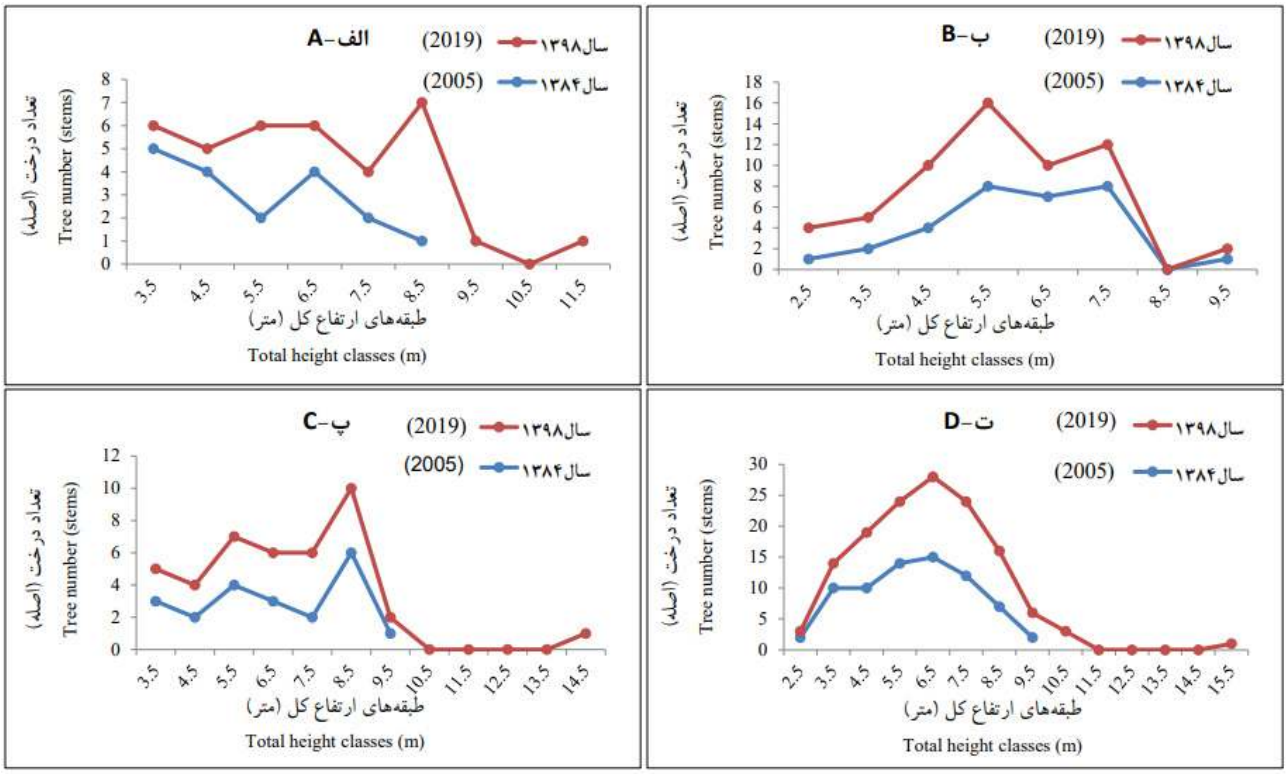
ارتفاع کل

در جدول ۴، آماره‌های ارتفاع کل به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل) آمده است. برای جنگل بررسی‌شده، میانگین، کمینه و بیشینه ارتفاع کل در سال ۱۳۹۸ به‌ترتیب برابر با ۷/۸، ۳/۸ و ۱۶ متر بودند. متوسط افزایش ارتفاع درختان در طول دوره ۱۴ ساله مورد بررسی ۳۲/۴ درصد به‌دست آمد که معادل ۲/۳ درصد در سال است. گونه‌های برودار و وی‌ول، رویش ارتفاعی بیشتری نسبت به مازودار داشتند. اختلاف معنی‌داری بین ابتدا و انتهای دوره مورد بررسی ازنظر الگوی توزیع درختان برودار (P-۰/۵۷۹ ; Z=۰/۷۷۹value=)، مازودار (P-۰/۴۳۶ ; Z=۰/۸۷value=)، وی‌ول (Z=۰/۷۷۳; P-value=۰/۵۸۹) و برای همه گونه‌ها (Z=۰/۹۲۴; P-value=۰/۳۶۱) در طبقه‌های ارتفاع کل مشاهده نشد (شکل ۶).

جدول ۴- آماره‌های ارتفاع کل به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل) در ابتدا (۱۳۸۴) و انتهای دوره (۱۳۹۸)

Table 4. Summary statistics of total height by species and all species in 2005 and 2019

گونه Species	میانگین (متر) Mean (m)		رویش (درصد) Increment (%)	انحراف معیار (متر) Standard deviation (m)		کمینه (متر) Minimum (m)		بیشینه (متر) Maximum (m)	
	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۹۸-۱۳۸۴ 2005-2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019
وی‌ول *Quercus libani*	6.5	8.9	36.7	1.9	2.4	3.4	5.6	9.3	16
مازودار *Q. infectoria*	5.9	7.3	23.1	1.4	1.7	2.4	4.3	9.5	11.8
برودار *Q. brantii*	5.3	7.2	37.1	1.4	1.9	3.3	3.8	8.2	11.1
کل All species	5.9	7.8	32.4	1.6	2.1	2.4	3.8	9.5	16



شکل ۶- پراکنش درختان برودار (الف)، مازودار (ب)، وی‌ول (پ) و بدون در نظر گرفتن گونه (ت) در طبقه‌های ارتفاع کل

Figure 6. Distribution of *Quercus brantii* (A), *Q. infectoria* (B), *Q. libani* (C) and all species (D) in total height classes

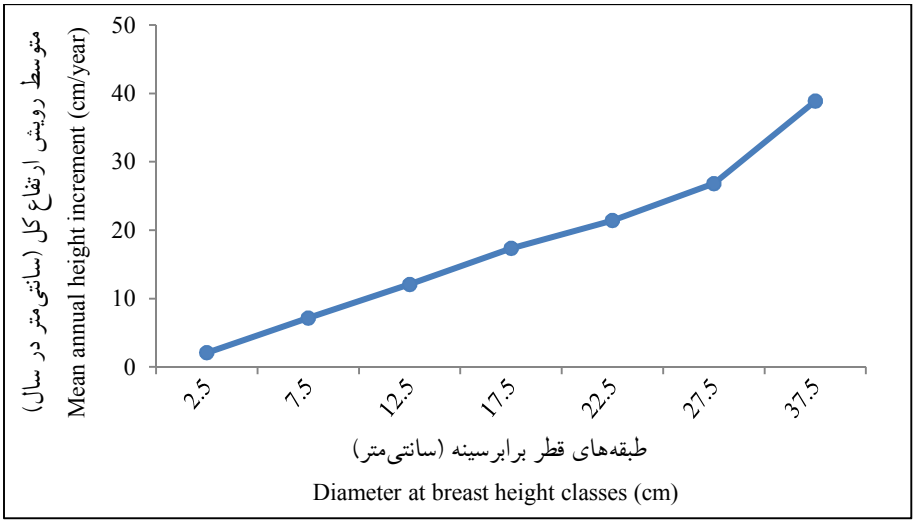
رویش ارتفاعی

در جنگل بررسی‌شده، میانگین و میانه رویش ارتفاعی درختان بلوط بدون در نظر گرفتن گونه به‌ترتیب ۱۲/۵۹ و ۱۰/۱۴ سانتی‌متر در سال به‌دست آمد (جدول ۵ و شکل ۷).

جدول ۵- آماره‌های رویش ارتفاع کل (سانتی‌متر در سال) به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل) در جنگل بررسی‌شده

Table 5. Summary statistics of total height increment (cm/year) by species and all species in studied forest

گونه Species	میانگین Mean	میانه Median	انحراف معیار Standard deviation	کمینه Minimum	بیشینه Maximum
وی‌ول *Quercus libani*	13.73	12.26	10.83	0.23	50.11
مازودار *Q. infectoria*	9.01	4.86	10.86	0.1	39.75
برودار *Q. brantii*	16.55	12.81	16.83	0.89	75.71
کل All species	12.59	10.14	13.16	0.1	75.71



شکل ۷- میانگین رویش سالانه ارتفاع در طبقه‌های قطر برابرسینه

Figure 7. Mean annual height increment in diameter classes

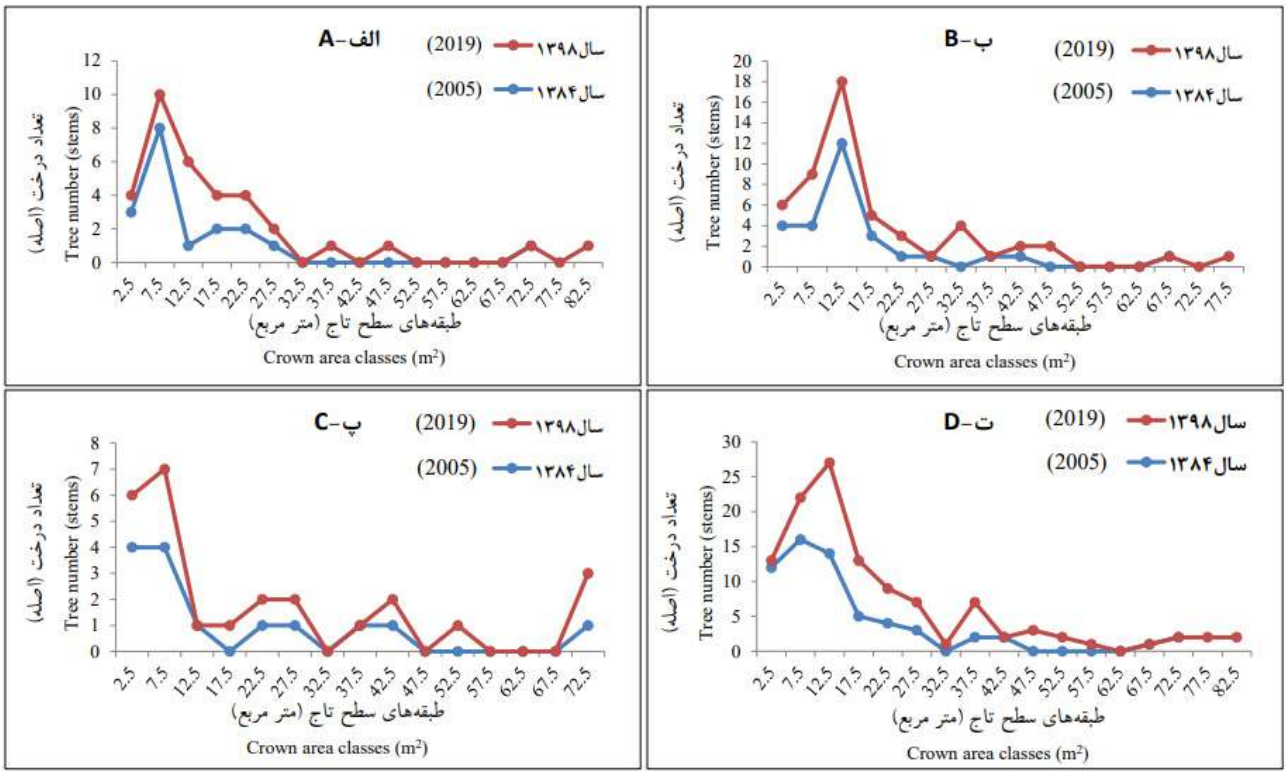
سطح تاج

میانه، کمینه و بیشینه سطح تاج درختان بلوط بدون در نظر گرفتن گونه در جنگل بررسی‌شده به‌ترتیب ۱۸/۴۵، ۴/۳۷ و ۸۴/۷۵ متر مربع به‌دست آمد (جدول ۶). اختلاف معنی‌داری بین ابتدا و انتهای دوره مورد بررسی ازنظر الگوی توزیع درختان برودار (Z=۰/۹۷۵; P-value=۰/۲۹۸)، مازودار (Z=۱/۰۸۵; P-value=۰/۱۹)، وی‌ول (Z=۰/۶۹۳value= ; P-۰/۷۲۳) و بدون در نظر گرفتن گونه (Z=۱/۴۹۱value= ; P-۰/۲۳) در طبقه‌های سطح تاج مشاهده نشد (شکل ۸).

جدول ۶- آماره‌های سطح تاج (متر مربع) به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل) در ابتدا (۱۳۸۴) و انتهای دوره (۱۳۹۸)

Table 6. Summary statistics of crown area (m^2) by species and all species in 2005 and 2019

گونه Species	میانه Median		انحراف چارکی Quartile deviation		کمینه Minimum		بیشینه Maximum	
	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019	۱۳۸۴ 2005	۱۳۹۸ 2019
وی‌ول *Quercus libani*	8.85	24.44	12	43	3	5	72	76.8
مازودار *Q. infectoria*	11.98	19.78	3.9	22	1.2	7	69.7	84.48
برودار *Q. brantii*	8.69	15.77	5.3	15	2.8	4.37	73.1	84.75
کل All species	10.52	18.45	5	23	1.2	4.37	73.1	84.75



شکل ۸- پراکنش درختان برودار (الف)، مازودار (ب)، وی‌ول (پ) و بدون در نظر گرفتن گونه (ت) در طبقه‌های سطح تاج

Figure 8. Distribution of *Quercus brantii* (A), *Q. infectoria* (B), *Q. libani* (C) and all species (D) in crown area classes

جدول ۷- آماره‌های رویش سالانه سطح تاج (متر مربع در سال) به‌تفکیک گونه و بدون در نظر گرفتن گونه (کل)

Table 7. Summary statistics of crown area increment (m^2/year) by species and all species

گونه Species	میانگین Mean	میانه Median	انحراف چارکی Quartile deviation	کمینه Minimum	بیشینه Maximum
وی‌ول *Quercus libani*	0.58	0.32	0.31	0.7	2.17
مازودار *Q. infectoria*	0.71	0.5	0.39	0.11	2.65
برودار *Q. brantii*	0.96	0.49	0.49	0.02	4.04
کل (بدون در نظر گرفتن گونه) All species	0.73	0.44	0.38	0.02	4.04

رویش سطح تاج

در جنگل بررسی‌شده، میانگین رویش سطح تاج بدون در نظر گرفتن گونه ۰/۷۳ متر مربع در سال به‌دست آمد (جدول ۷).

نرخ مرگ‌ومیر

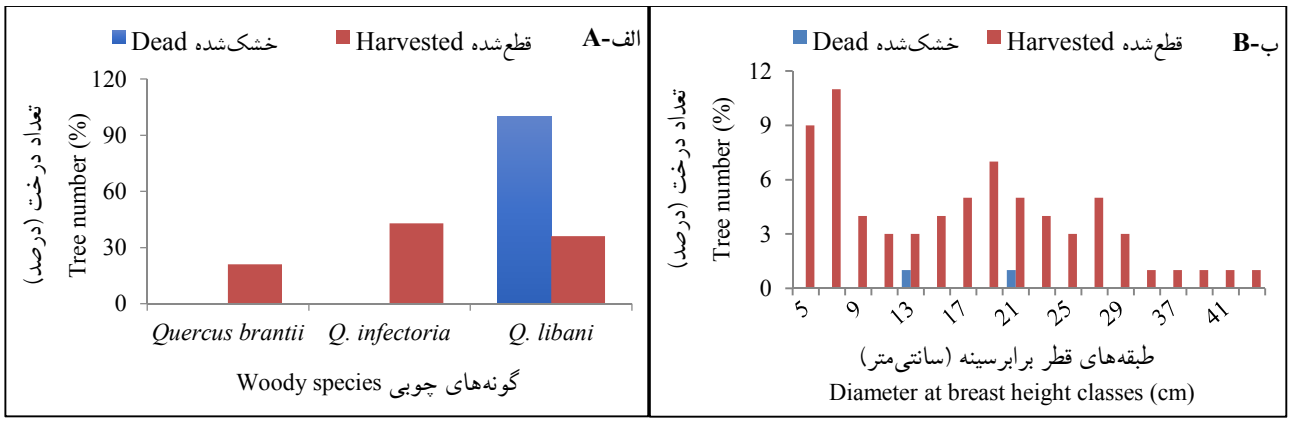
در جدول ۸، نتایج بررسی تعداد درختان بلوط خشک‌شده و قطع‌شده در طول دوره (نرخ مرگ‌ومیر) به‌تفکیک گونه و کل نشان داده شده است. بیشترین فراوانی درختان خشک‌شده

متعلق به وی‌ول (۰/۴ اصله در هکتار معادل ۰/۰۰۸ درصد در هکتار) و طبقه‌های قطری ۱۳ و ۲۱ سانتی‌متر بود. مازودار (۴۳ درصد کل درختان قطع‌شده) و طبقه قطری هفت سانتی‌متر، بیشینه فراوانی درختان قطع‌شده را به‌خود اختصاص دادند (شکل ۹).

جدول ۸- نرخ مرگ‌ومیر درختان بلوط در جنگل بررسی‌شده

Table 8. The mortality rate of oak trees in studied forest

نوع درختان Tree type		برودار *Quercus brantii*	مازودار *Q. infectoria*	وی‌ول *Q. libani*	کل Total
خشک‌شده Dead	تعداد (اصله در هکتار در دوره بررسی‌شده) Number (stems per hectare in studied period)	–	–	0.4	0.4
	تعداد (درصد در دوره) Number (percent in studied period)	–	–	100	100
قطع‌شده Harvested	تعداد (اصله در هکتار در دوره بررسی‌شده) Number (stems per hectare in studied period)	3	6	5	14
	تعداد (درصد در دوره) Number (percent in studied period)	21	43	36	100

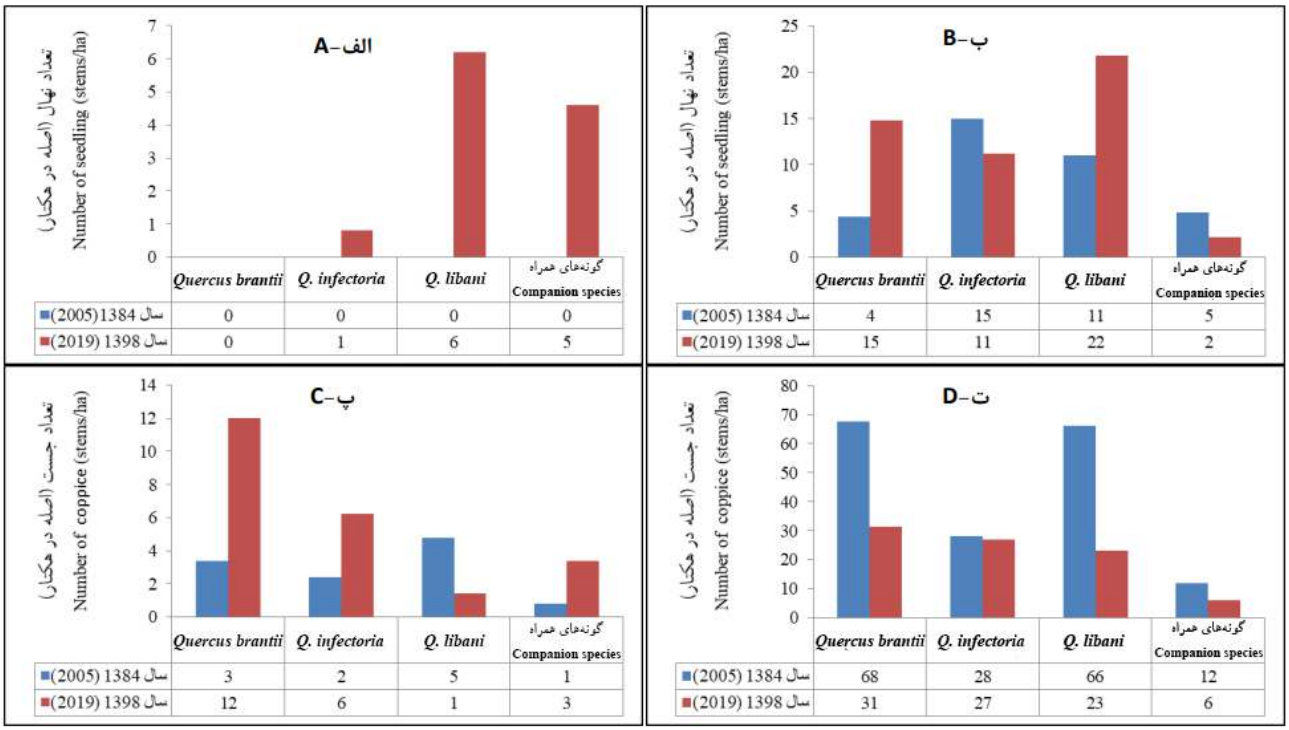


شکل ۹- نرخ مرگ‌ومیر درختان (خشک‌شده و قطع‌شده) به‌تفکیک گونه (الف) و در طبقه‌های قطر برابرسینه (ب)

Figure 9. The mortality rate of oak trees (dead and harvested) by species (A), and in diameter at breast classes (B)

زادآوری‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد

در سال ۱۳۹۸، بیشترین تعداد نهال (۸۷ اصله در هکتار) متعلق به زادآوری شاخه‌زاد در طبقه ارتفاعی کمتر از دو متر و کمترین آن (۱۲ اصله در هکتار) مربوط به زادآوری دانه‌زاد در طبقه ارتفاعی بیشتر از دو متر بودند. در سال ۱۳۸۴ نیز بیشترین تعداد نهال‌ها (۱۷۴ اصله در هکتار) برای زادآوری شاخه‌زاد در طبقه ارتفاعی کمتر از دو متر به‌دست آمد، درحالی‌که نهال دانه‌زاد با ارتفاع بیشتر از دو متر ثبت نشد (شکل ۱۰).



شکل ۱۰- پراکنش نهال‌های دانه‌زاد در طبقه‌های ارتفاعی بیشتر از دو متر (الف) و کمتر از آن (ب) و پراکنش نهال‌های شاخه‌زاد در طبقه‌های ارتفاعی بیشتر از دو متر (پ) و کمتر از آن (ت)

Figure 10. Distribution of seedling in height classes higher than 2 m (A) and lower than 2 m (B), and distribution of coppice in height classes higher than 2 m (C) and lower than 2 m (D)

بحث

در این پژوهش به‌منظور بررسی تغییرات نمایه‌های ساختاری و زادآوری در یک جنگل بلوط گلازنی‌شده برای اولین‌بار از داده‌های قطعه‌نمونه‌های دائمی استفاده شد. فرم رویشی شاخه‌زاد در جنگل بررسی‌شده، غالب بود، بنابراین برای نمایش دقیق‌تر ترکیب گونه‌ای و تعیین تیپ جنگل، دو نمایه تعداد و سطح مقطع در هکتار به‌کار برده شد. براساس تراکم (میانگین: ۵۰/۹±۳۲۷ اصله در هکتار) و سطح مقطع درختان (میانگین: ۲/۵۲±۱۴/۲۴ متر مربع در هکتار) در سال ۱۳۹۸، وی‌ول، مازودار و برودار گونه‌های اصلی تشکیل‌دهنده جنگل بررسی‌شده بودند. تیپ غالب این جنگل براساس تعداد در هکتار، وی‌ول-برودار-مازودار و براساس سطح مقطع در هکتار، وی‌ول-مازودار-برودار است. برودار براساس فراوانی (۳۵/۷ درصد) و وی‌ول براساس سطح مقطع (۳۹/۷ درصد) بیشترین درصد حضور را در پایان دوره (۱۳۹۸) داشتند (جدول ۱). مقایسه برودار براساس تعداد در هکتار (۳۵/۷ درصد) و سطح مقطع در هکتار (۲۰ درصد) در سال ۱۳۹۸ بیانگر حضور بیشتر جست‌های کم‌قطر این گونه است (جدول ۱ و شکل ۲). درصد بسیار اندک گونه‌های همراه (کمتر از دو درصد)، تنوع گونه‌ای کم در جنگل مورد مطالعه را نشان می‌دهد که می‌تواند تهدیدکننده بقا و استمرار آن باشد. غالبیت گونه‌های بلوط و حضور ناچیز گونه‌های همراه به جایگاه درختان بلوط در نظام معیشتی مردم محلی (به‌ویژه استفاده از برگ بلوط برای تأمین بخشی از علوفه مورد نیاز دام‌ها در سیستم جنگل‌چرایی رایج در منطقه انجام پژوهش پیش‌رو) و برداشت محصولات غیرچوبی متنوع از این درختان (گزو، بذر و انواع گال‌ها) ارتباط دارد (Ghahramany *et al.*, 2018). علاوه‌براین، دخالت‌های انسانی (کف‌تراشی جنگل با هدف برداشت علوفه) و حضور مستمر دام در جنگل، امکان استقرار زادآوری دانه‌زاد گونه

های همراه را که قدرت جست‌دهی ضعیف‌تری در مقایسه با گونه‌های بلوط دارند، با مشکل مواجه کرده‌اند (Shakeri, 2006; Ranjbar *et al*., 2013; Ghahramany *et al*., 2017; Ghahramany *et al*., 2018).

الگوی توزیع درختان در طبقه‌های قطری به‌عنوان توصیف‌کننده ساختار جنگل، یکی از شاخص‌های مهمی است که جنگل‌داران از گذشته آن را به‌کار برده‌اند (Davis & Johnson, 2001). آگاهی از این ویژگی در تدوین برنامه مدیریتی جنگل، اهمیت بسیار زیادی دارد (Zobeiry, 1994; Ghahramany *et al*., 2018). البته برخی پژوهشگران، استفاده از شاخص‌هایی مانند رویه زمینی را به‌جای منحنی پراکنش قطری توصیه می‌کنند (O'Hara, 1998). بررسی توزیع درختان در طبقه‌های قطری در جنگل بررسی‌شده، دامنه محدود پراکنش درختان را نشان می‌دهد. به‌طوری‌که ۸۰ درصد پایه‌ها به طبقه‌های قطری کمتر از ۲۷/۵ سانتی‌متر تعلق داشتند. فقط ۲۰ درصد درختان، فرصت رسیدن به طبقه‌های قطری بیشتر از ۲۷/۵ سانتی‌متر را به‌دست می‌آورند. باتوجه‌به وضعیت پراکنش قطری پایه‌ها در طبقه‌های قطری و نرخ کاهش تعداد بین طبقه‌ها (۱/۵۵) می‌توان نتیجه گرفت که تجدیدحیات در جنگل کوچر با شکست مواجه است. زیرا تعداد کافی نهال در توده‌ها مستقر نشده است. نهال‌های موجود نمی‌توانند از طبقه قطری پنج سانتی‌متر عبور کنند و وارد طبقه قطری ۷/۵ سانتی‌متر (پنج تا ۱۰ سانتی‌متر) شوند. ازاین‌رو، تعداد در طبقه‌های قطری ۷/۵ و ۱۲/۵ سانتی‌متر، کمتر از تراکم مورد انتظار برای حفظ ساختار ناهمسال توده است. باتوجه‌به نرخ کاهش، تعداد پایه‌ها در جنگل بررسی‌شده در آینده نیز کاهش پیدا خواهد کرد و درختان قطورتر خواهند شد. با این تفاوت که نرخ کاهش به‌دلیل پیرتر شدن درختان افزایش می‌یابد و درصورتی‌که زادآوری کافی مستقر نشود، پایداری این جنگل با تهدید مواجه خواهد شد. با وجود دامنه پراکنش قطری محدود و ثابت بودن تقریبی تعداد درختان در ابتدا و انتهای دوره انجام بررسی، کمیت رویه زمینی در سال ۱۳۹۸ (۱۴/۲۴ متر مربع در هکتار) بیانگر افزایش فراوانی درختان قطور در انتهای دوره است. قطورتر شدن پایه‌ها به‌دلیل افزایش سن آن‌ها سبب افزایش رویه زمینی درختان در انتهای دوره شده است. این روند در آینده نیز ادامه خواهد یافت. افزایش رویه زمینی فقط در صورتی قابل‌اتکا است که تعادل تعداد پایه‌ها در طبقه‌های قطری وجود داشته باشد، درحالی‌که وضعیت کنونی جنگل مورد بررسی، این موضوع را به‌ویژه در بخش زادآوری و درختان جوان نشان نمی‌دهد.

دامنه پراکنش درختان برودار از وی‌ول و مازودار محدودتر بود. در طبقه‌های قطری کمتر از ۲۲/۵ سانتی‌متر، فراوانی بیشتر درختان برودار در مقایسه با دو گونه دیگر مشهود است (شکل ۳). این موضوع باتوجه‌به قدرت جست دهی بسیار زیاد برودار می‌تواند بیانگر قطع بیشتر درختان این گونه در مقایسه با وی‌ول و مازودار باشد (Ghahramay *et al*., 2017). شایان‌ذکر است که در منطقه انجام این پژوهش، درختان بلوط (به‌ویژه گونه‌های وی‌ول و مازودار) تا زمانی‌که برگ تولید کنند، ارزشمند هستند و قطع نمی‌شوند. با افزایش سن درختان و پیدایش نشانه‌های پیری در آن‌ها، بهره‌برداران محلی ابتدا تاج درختان را برش می‌دهند. آن‌ها با کوچک کردن تاج (کاهش نسبت اندازه تاج به ریشه) تلاش می‌کنند که درخت چند سال دیگر در فرایند تولید باقی بماند. درنهایت، با کاهش شدید توان فیزیولوژیک درخت، قطع و حذف آن صورت می‌گیرد (Ghahramany *et al*., 2018).

بیشترین میانه قطر مربوط به وی‌ول (۲۱ سانتی‌متر) و کمترین آن (۱۵/۵ سانتی‌متر) متعلق به برودار بود (جدول ۲). باتوجه‌به ارزش علوفه‌ای کمتر و ارزش زیادتر چوب برودار برای سوخت و تهیه زغال، درختان این گونه در مقایسه با وی‌ول و مازودار، بیشتر قطع می‌شود. درنتیجه، برودار اغلب به‌صورت جست‌های کم‌قطر در ترکیب جنگل بررسی‌شده حضور دارد (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003; Ghahramany *et al*., 2017). Jazirehi و Ebrahimi Rostaghi (۲۰۰۳) مهم‌ترین دلیل حضور پایه‌های قطور مازودار را اهمیت این گونه ازنظر تولید محصولات غیرچوبی (مازوج، گزو و گال‌های دیگر حاوی تانن) برای ساکنان محلی بیان کردند. اگرچه شرایط رویشگاهی (حاصلخیزی و رطوبت خاک) و مدت تابش خورشید از عوامل اصلی تأثیرگذار بر

مقدار رویش و کمیت نمایه‌های زیست‌سنجی درختان (قطر، ارتفاع و سطح تاج) هستند (Verbyla & Fisher, 1989)، اما رفتار متفاوت و تنوع روش‌های استفاده بهره‌برداران محلی از توده‌های بلوط گلازنی‌شده (گلاجارها) برای برداشت برگ آن‌ها نیز نمایه‌های ساختاری این جنگل‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Naderi *et al*., 2020).

رویش قطری درختان بلوط در جنگل مورد نظر پژوهش پیش‌رو از روند منظمی پیروی نمی‌کند (شکل ۵). Ghahramany و همکاران (۲۰۱۶) و Rostami Jalilian و همکاران (۲۰۱۷) با بررسی واکنش وی‌ول به گلازنی در جنگل‌های بانه در زاگرس شمالی گزارش کردند که رویش قطری سالانه این گونه در توده‌های گلازنی‌شده به‌ترتیب ۲/۵ و ۲/۰۸ میلی‌متر و در توده‌های کمتردست‌خورده به‌ترتیب ۱/۹۳ و ۱/۳۲ میلی‌متر هستند. میانگین رویش قطری وی‌ول در پژوهش پیش‌رو نیز ۲/۵۲ میلی‌متر در سال به‌دست آمد. اطلاع از رویش قطری درختان در بررسی اثرگذاری فعالیت های مدیریتی انجام‌شده در جنگل، اهمیت زیادی دارد (da Silva *et al*., 2002; Ghahramany *et al*., 2018).

نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو نشان داد که بین الگوی توزیع درختان در طبقه‌های ارتفاع کل در ابتدا و انتهای دوره، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۶)، بنابراین می‌توان چنین استدلال کرد که با وجود عدم انجام منظم گلازنی در سال‌های اخیر، هنوز تاج و ارتفاع درختان بلوط گلازنی‌شده به‌طور کامل ترمیم نشده‌اند. بیشترین تعداد درختان در جنگل بررسی‌شده در سال ۱۳۸۴ (۵۷ درصد) متعلق به طبقه‌های ارتفاعی ۵/۵ تا ۷/۵ متر بود. در سال ۱۳۹۸ فراوانی درختان در طبقه‌های ارتفاعی مذکور به ۴۸ درصد رسیده بود. در همین سال، بیشترین تعداد درختان (۵۳ درصد) در طبقه‌های ارتفاعی ۵/۵ تا ۷/۵ متر مشاهده شد. فراوانی درختان در طبقه‌های ارتفاعی بیشتر از ۱۰ متر بسیار کم و اغلب به‌صورت تک‌پایه است. در سال ۱۳۹۸ فراوانی درختان تا طبقه ارتفاعی ۶/۵ متر، روند افزایشی دارد و پس‌ازآن، روند کاهشی پیدا می‌کند (شکل ۶-ت). دلیل این کاهش را می‌توان به بهره‌برداری‌های انجام‌شده توسط ساکنان محلی نسبت داد. زیرا در این مناطق برای دسترسی راحت‌تر به تاج درختان با هدف انجام گلازنی از افزایش ارتفاع کل درختان بلوط جلوگیری می‌شود (Ranjbar *et al*., 2013; Valipour *et al*., 2014; Pourhashemi *et al*., 2015; Ghahramany *et al*., 2018). بدیهی است که علاوه‌بر گلازنی، شرایط رویشگاهی جنگل مورد بررسی نیز بر ارتفاع درختان بلوط گلازنی‌شده اثرگذار هستند (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003; Ranjbar *et al*., 2013; Ghalavand, 2014; Rostami Jalilian *et al*., 2017; Ghahramany *et al*., 2018). در پژوهش پیش‌رو، میانگین درصد رویش ارتفاعی بدون در نظر گرفتن گونه ۳۲/۴ درصد در طول دوره و ۲/۳ درصد در سال به‌دست آمد. کمترین (۲۳/۱ درصد) و بیشترین (۳۷/۱ درصد) میانگین رویش ارتفاعی در کل دوره ۱۴ ساله به‌ترتیب در مازودار (به‌دلیل بهره‌برداری محصولات غیرچوبی مانند گزو و نیاز به قطع شاخه‌ها حتی با وجود عدم انجام گلازنی) و برودار (به‌علت عدم استفاده برای دامداری و برداشت محصولات غیرچوبی) مشاهده شد. رویش ارتفاعی وی‌ول نیز ۳۶/۷ درصد به‌دست آمد. نتایج بررسی ارتفاع کل در ابتدا و انتهای دوره برای درختان با سن‌های مختلف گلازنی توجیه‌کننده این موضوع است که رابطه قطر و ارتفاع درختان در این جنگل‌ها تحت تأثیر دخالت‌های انسانی قرار می‌گیرد. در اختیار داشتن اطلاعات مرتبط با وضعیت توزیع تعداد درختان در طبقه‌های قطری و ارتفاعی (افقی و عمودی)، امکان شناخت توده و تعیین دخالت‌های مدیریتی با هدف ارتقای وضعیت کمی و کیفی آن را فراهم می‌کند (Aghakhani & Metaji, 2010).

در جنگل بررسی‌شده، بیشینه سطح تاج (۸۴/۷۵ متر مربع) مربوط به برودار بود (جدول ۶). زیرا این گونه به‌دلیل خوش‌خوراکی کمتر برگ‌هایش، کمتر گلازنی می‌شود و ازنظر گرایش به نور، بردباری به خشکی و شرایط نامطلوب محیطی نسبت به مازودار و وی‌ول مقاوم‌تر است (Jazirehi & Ebrahimi Rostaghi, 2003). نتایج حاصل از بررسی الگوی توزیع درختان در طبقه‌های سطح تاج نشان داد که بین الگوی توزیع درختان (برودار، مازودار و وی‌ول) در طبقه‌های سطح

تاج در ابتدا (سال ۱۳۸۴) و انتهای دوره (سال ۱۳۹۸)، اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (شکل ۸). Ghahramany و همکاران (۲۰۱۷) نتایج مشابهی را گزارش کردند. ساکنان محلی در فرایند گلازنی، سرشاخه‌های درختان بلوط را قطع می‌کنند. درنتیجه، سطح تاج درختان در توده‌های جنگلی گلازنی‌شده همواره نوسان‌های شدیدی دارد (Rostami Jalilian *et al*., 2017). بیشترین تعداد درختان در سال‌های ۱۳۸۴ (۶۹ درصد) و ۱۳۹۸ (۵۱ درصد) به‌ترتیب در طبقه های سطح تاج ۲/۵ تا ۱۲/۵ و ۷/۵ تا ۱۷/۵ متر مربع مشاهده شد. فراوانی پایه‌های هر سه گونه بلوط در طبقه‌های سطح تاج بیشتر از ۲۷/۵ متر مربع در سال ۱۳۸۴ و بیشتر از ۴۲/۵ متر مربع در سال ۱۳۹۸ بسیار کم و اغلب به‌صورت تک‌پایه بود. همان‌طورکه ذکر شد، تاج درختان و رویش آن به‌شدت تحت تأثیر گلازنی قرار می‌گیرد. باتوجه‌به اینکه جنگل‌های زاگرس، حفاظتی- حمایتی هستند، مشخصه تاج‌پوشش اهمیت بیشتری نسبت به قطر و ارتفاع دارد (Mirzaei *et al*., 2019). انجام اصولی گلازنی توسط بهره‌برداران محلی و رعایت اصول صحیح خلف‌گیری (باقی گذاشتن یک و گاهی دو جست در هر شاخه از تاج در انتهای تنه) با هدف ایفای نقش حفاظتی جنگل بسیار مهم است (Amjadi *et al*., 2020).

از کل درختان قطع‌شده در سال‌های ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۸ به‌ترتیب ۴۳، ۳۶ و ۲۱ درصد متعلق به مازودار، وی‌ول و برودار بودند (جدول ۸). در طی این دوره فقط سه درصد مرگ‌ومیر بر اثر خشکیدگی رخ داد، درحالی‌که ۹۷ درصد آن‌ها توسط ساکنان محلی قطع و برداشت شده بودند. درختان قطع‌شده در طبقه‌های قطری پنج تا ۴۳ سانتی‌متر پراکنش داشتند (شکل ۹- ب). بیشترین آن‌ها در طبقه‌های قطری کم و میانی قطع شده بودند. یعنی پیش از رسیدن درخت به دوره میان‌سالی، عملیات قطع توسط بهره‌برداران محلی صورت گرفته بود. در سیستم جنگل‌چرایی رایج در جنگل بررسی‌شده، درختان بلوط پیش از مسن شدن و زمانی‌که به قطر مشخصی می‌رسند (بیشتر از ۳۰ سانتی‌متر) از ارتفاع پایین قطع می‌شوند تا امکان تولید جست‌های جدید فراهم شود (Rostami Jalilian *et al*., 2017). یافته‌های پژوهش پیش‌رو نشان‌دهنده قطع درختان متعلق به طبقه‌های قطری کمتر از ۳۰ سانتی‌متر نیز است. ساکنان محلی، دلیل آن را استفاده از تنه درختان به‌عنوان پایه برای ایجاد مکان مناسب اسکان دام (در زبان کردی به آن حوشه‌مر گفته می‌شود) در فصل‌های بهار و تابستان و محصور کردن باغ‌ها و زمین‌های کشاورزی عنوان کردند. درختان خشک‌شده فقط در طبقه‌های قطری ۱۳ و ۲۱ سانتی‌متر پراکنش داشتند. نرخ مرگ‌ومیر برودار و مازودار به‌علت خشکیدگی، صفر و برای وی‌ول ۰/۴ اصله در هکتار (۰/۰۰۸ درصد در دوره مورد مطالعه) به‌دست آمد. درختان مازودار ازنظر تولید محصولات غیرچوبی و پایه‌های وی‌ول ازنظر تولید برگ برای ساکنان محلی، اهمیت ویژه‌ای دارند و کمتر قطع می‌شوند. فراوانی کم درختان قطع‌شده در جنگل بررسی‌شده نویددهنده افزایش آگاهی مردم محلی در رابطه با نقش جنگل در معیشت آن‌ها و تلاش بهره‌برداران محلی در حفاظت درختان و جنگل است. افزایش سطح آگاهی و جلب مشارکت ساکنان محلی و بهره‌برداران سنتی، نقش قابل‌ملاحظه‌ای در حفظ و حراست منابع جنگلی ایفا می‌کنند (Ghazanfari *et al*., 2004; Ghahramany *el al*., 2018). مرگ‌ومیر درختان می‌تواند بر پویایی جنگل تأثیر داشته باشد، بنابراین توجه به نرخ مرگ‌ومیر ضروری است (Yang *et al*., 2003). بررسی ارتباط بین نرخ مرگ‌ومیر درختان برودار و برخی عوامل محیطی در جنگل‌های زاگرس در شهرستان بهبهان نشان داد که ارتباط مشخصی بین نرخ مرگ‌ومیر در طبقه‌های قطری مختلف وجود ندارد، اما بیشترین نرخ خشکیدگی برای طبقه‌های قطری ۱۰ تا ۱۵ سانتی‌متر گزارش شد (Parnian Kalayeh *et al*., 2020). خشکی، مهم‌ترین عامل مرگ‌ومیر درختان است، بنابراین درختان کوچک‌تر باتوجه‌به سیستم ریشه‌ای ضعیف‌تر نسبت به درختان بزرگ‌تر ممکن است بیشتر در معرض خشکیدگی قرار بگیرند.

در جنگل بررسی‌شده، فراوانی زادآوری شاخه‌زاد از دانه‌زاد بیشتر بود (شکل ۱۰). همچنین، در هر دو نوع زادآوری دانه‌زاد و شاخه‌زاد و در انتهای دوره، فراوانی بیشتری برای نهال‌های

طبقه ارتفاعی کمتر از دو متر (به‌ترتیب ۵۰ و ۸۷ اصله در هکتار) نسبت به طبقه ارتفاعی بیشتر از دو متر (به‌ترتیب ۱۲ و ۲۳ اصله در هکتار) مشاهده شد. به‌عبارت‌دیگر، فراوانی نهال‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد در طبقه ارتفاعی بیشتر از دو متر به‌ترتیب ۷۶ و ۷۳/۵ درصد کمتر از طبقه ارتفاعی کمتر از دو متر بودند. وجود نهال‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد متعلق به طبقه‌های ارتفاعی کمتر از دو متر بر وقوع هر دو شکل زادآوری در این جنگل‌ها دلالت دارد. اگرچه کاهش تعداد نهال‌ها با افزایش سن، یک فرایند طبیعی در جنگل است، اما کمبود فراوانی نهال‌های دانه‌زاد و شاخه‌زاد در طبقه ارتفاعی بیشتر از دو متر می‌تواند بیانگر عدم موفقیت در استقرار زادآوری باشد که آینده این جنگل‌ها را به مخاطره می‌اندازد (Shakeri *et al*., 2009)، بنابراین ضرورت دارد که با استفاده از مشارکت و همراهی ساکنان محلی و با کاربرد روش‌های سنتی حصارکشی در محدوده‌های زادآوری (در اصطلاح محلی به حصارکشی محدوده‌های زادآوری با استفاده از سرشاخه‌های درختان بلوط توسط ساکنان محلی، پرژین گفته می‌شود)، شرایط استقرار زادآوری‌های طبیعی شاخه‌زاد و دانه‌زاد فراهم شوند. ازآنجایی‌که بذرهای هر سه گونه برودار، مازودار و وی‌ول، قوه‌نامیه زیاد و مناسبی دارند، ضعف شدید زادآوری دانه‌زاد در این جنگل‌ها را باید با مدیریت سنتی رایج در جنگل بررسی‌شده مرتبط دانست (Akbari *et al*., 2001; Shakeri, 2006; Yazdanfar, 2006; Shakeri *et al*., 2009). استفاده از جنگل به‌منظور چرای دام در فصل‌های بهار و تابستان و کف‌تراشی آن با هدف برداشت علوفه کف جنگل برای تعلیف دام سبب شده‌اند که زادآوری دانه‌زاد در سیستم جنگل‌چرایی سنتی، فرصت کافی برای عبور از افق چرای دام (رسیدن به ارتفاع بیشتر از دو متر) نداشته باشد (Valipour *et al*., 2014; Ghahramany *et al*., 2018). عدم استقرار زادآوری دانه‌زاد را می‌توان یکی از ضعف‌های مدیریت سنتی رایج در منطقه انجام پژوهش به‌شمار آورد (Zandebasiri & Ghazanfari, 2010). براساس نتایج دیگر پژوهش پیش‌رو، نهال‌های شاخه‌زاد، سهم عمده‌ای از زادآوری را در هر دو طبقه ارتفاعی کمتر و بیشتر از دو متر به‌خود اختصاص دادند. ازآنجایی‌که نهال‌های شاخه‌زاد نسبت به نهال‌های دانه‌زاد، رویش ارتفاعی بیشتری دارند و زودتر از افق چرای دام عبور می‌کنند، کمتر در معرض تهدید قرار دارند. رویش سریع و بقای بیشتر زادآوری شاخه‌زاد، آن را به‌عنوان یکی از شیوه‌های مهم زادآوری در جنگل‌های بلوط مطرح کرده است (Gould, 2005).

استفاده از قطعه‌نمونه‌های دائمی به‌عنوان روش مناسبی برای بررسی تغییرات نمایه‌های ساختاری درختان بلوط گلازنی‌شده به‌منظور آشکارسازی پیامدهای گلازنی و اتخاذ تصمیم‌های مدیریتی مناسب با هدف بهبود شرایط این جنگل‌ها پیشنهاد می‌شود. به‌دلیل ضعف زادآوری در جنگل‌های بلوط گلازنی‌شده، بقای آن‌ها با خطر جدی مواجه است. برای حل این مشکل باید حفظ و بازسازی جنگل با مشارکت و همراهی بهره‌برداران محلی در دستور کار قرار گیرد. تجربه دو دهه مدیریت جنگل‌داری مشترک (JFM) در هند ازطریق همکاری بین دولت و مردم محلی بیانگر حفاظت از جنگل‌ها و بهبود معیشت جوامع محلی بود (Bhattacharya *et al*., 2010). مشارکت جوامع محلی در حفظ جنگل، تابعی از آگاهی آن‌ها از فواید و منافع بلندمدت جنگل و نگرش آن‌ها نسبت به این بوم‌سازگان است (Mohammadi *et al*., 2015)، بنابراین به‌جای تقابل با ساکنان محلی بهتر است در کنار آن‌ها قرار گرفت و از تلفیق دانش سنتی آن‌ها با دانش فنی جنگل‌شناسی در راستای رسیدن به حفظ و توسعه جنگل بهره گرفت (Ghahramany *et al*., 2017). برای اجرای هر گونه طرح حفاظت از جنگل‌های زاگرس، در نظر گرفتن معیشت بهره‌برداران بومی و استفاده از مدیریت سنتی آن‌ها در همه مراحل طرح‌های جنگل‌داری ضروری است (Ghazanfari *et al*., 2004; Salehi & Shobeyri, 2014).

منابع مورد استفاده

- Aghakhani, S. and Metaji, A., 2010. The study of ecological and seriate structure of Markazi province jungles (case study: Shazand city oak jungles). Journal of Plant Ecophysiology, 1(3): 54-62 (In Persian with English summary).
- Akbari, H., Goudarzi, D. and Sohrabi, S.R., 2001. A study of the effect of moisture -temperature factors on germination of oak (*Quercus brantii*) seeds in Khorramabad, Lorestan province. Iranian Journal of Natural Resources, 54(3): 247-255 (In Persian with

and Technology, 23(1): 135-154 (In Persian with English summary).
- Ghahramany, L., Shakeri, Z., Ghalavand, E. and Ghazanfari, H., 2017. Does diameter increment of Lebanon oak trees (*Quercus libani* Oliv.) affected by pollarding in Northern Zagros, Iran? Agroforestry System, 91: 741-748.
- Ghalavand, E., 2014. Study and comparison of biometrical indices of Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) in traditionally managed (pollarded) and less-disturbed stands. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran, 70p (In Persian with English summary).
- Ghazanfari, H., 2004. Study of growth and diameter distribution, in order to preparing the forest regulation method in Baneh region (case study of Havareh-Khole). Ph.D. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, 82p (In Persian with English summary).
- Ghazanfari, H., Namiranian, M., Sobhani, H. and Mohajer, R.M., 2004. Traditional forest management and its application to encourage public participation for sustainable forest management in the northern Zagros mountains of Kurdistan province, Iran. Scandinavian Journal of Forest Research, 19(4): 65-71.
- Gould, P.J., 2005. Regenerating oak dominated stands: Descriptions, predictive models, and guidelines. Ph.D. thesis, School of Forest Resources, The Pennsylvania State University, State College, Pennsylvania, 156p.
- Hosseinzadeh, J., Najafi Far, A. and Tahmasbi, M., 2017. Investigation on principal factors determining stand structure in oak forests of Zagross. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 29(4): 766-774 (In Persian with English summary).
- Hosseinzadeh, J., Namiranian, M., Marvi Mohajer, M. and Zahedi Amiri, Gh., 2004. Structure of less degraded oak forests in Illam province (southwest Iran). Iranian Journal of Natural Resources, 57(1): 75-90 (In Persian with English summary).
- Jazirehi, M.H. and Ebrahimi Rostaghi, M., 2003. Silviculture in Zagros. University of Tehran Press, Tehran, Iran, 560p (In Persian).
- Khedri, L., Ghahramany, L., Ghazanfari, H. and Pulido, F., 2017. A quantitative study of pollarding process in silvopastoral systems of northern Zagros, Iran. Forest Systems, 26(3): e018.
- Lilliefors, H.W., 1967. On the Kolmogorov-Smirnov test for normality with mean and variance unknown. Journal of the American Statistical Association, 62(318): 399-402.
- Mirzaei, M., Bonyad, A.E., Akhavan, R. and Naghdi, R., 2019. Crown ration modelling of *Quercus brantii* English summary).
- Alijanpour, A., Banj Shafiei, A. and Eshaghi Rad, J., 2010. Investigation of natural regeneration characteristics in west oak forests within different levels of site factors (case study: Piranshahr region). Iranian Journal of Forest, 2(3): 209-219 (In Persian with English summary).
- Amjadi, Sh., Ghahramany, L. and Ghazanfari, H., 2020. Assessing quantitative changes in crown area and height of oaks (*Quercus* spp.) during pollarding process. Journal of Forest and Poplar Research, 28(3): 308-321 (In Persian with English summary).
- Anonymous, 2005. Multipurpose forest management plan: emphasis on organizing and management of pollarding in Armardeh, West of Iran. Published by Center of Research and Development on Forest Management in Northern Zagros, University of Kurdistan, Baneh, Iran, 70p (In Persian).
- Bhattacharya, P., Pradhan, L. and Yadav, G., 2010. Joint forest management in India: Experiences of two decades. Resources, Conservation and Recycling, 54(8): 469-480.
- da Silva, R.P., dos Santos, J., Tribuzy, E.S., Chambers, J.Q., Nakamura, S. and Higuchi, N., 2002. Diameter increment and growth patterns for individual tree growing in Central Amazon, Brazil. Forest Ecology and Management, 166(1-3): 295-301.
- Davis, L.S., Johnson, K.N., Bettinger, P.S. and Howard, T.E., 2001. Forest Management: To Sustain Ecological, Economic, and Social Values, 4th Edition. McGrow-Hill, New York, 804p.
- Fattahi, M. and Tavakoli, A., 1999. Suitable Plant Methods of Oak Seed in Zagross Forests. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 276p (In Persian).
- Ghahramany, L., 2005. Modeling and optimization of coniferous stands structure under selective forestry. Ph.D. thesis, Moscow State Forest University, Moscow, Russia, 186p (In Russian).
- Ghahramany, L., Ghazanfari, H., Fatehi, P. and Valipour, A., 2018. Structure of pollarded oak forest in relation to aspect in northern Zagros, Iran. Agroforestry Systems, 92(6): 1567-1577.
- Ghahramany, L., Salehyan, M. and Ghazanfari, H., 2012. Comparison of forest structure utilized by traditional method with less-disturbed forest stands in northern Zagros (case study: Baneh, western Iran). Forestry Bulletin Herald of Moscow State Forest University, 84: 52-57.
- Ghahramany, L., Shakeri, Z., Ghalavand, E. and Ghazanfari, H., 2016. Response of the Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) trees to pollarding stress in northern Zagros. Journal of Wood and Forest Science

trees in Dalab forests of Ilam. Iranian Journal of Forest, 11(1): 1-11 (In Persian with English summary).
- Mohammadi, Y., Etemad, V., Barabadi, S.A. and Ansari-Ardali, A., 2015. Structural modelling for explaining the participatory behavior of villagers towards forest conservation (Case study: Ardal Chahartagh Forest Reserve). Iranian Journal of Forest, 7(3): 341-362 (In Persian with English summary).
- Naderi, A., Ghahramany, L., Ghazanfari, H. and Shakeri, Z., 2020. Impact assessment of local users of pollarded stands on northern Zagros forests. Journal of Forest Research and Development, 6(3): 411-427 (In Persian with English summary).
- O'Hara, L.K., 1998. Silviculture for structural diversity: A new look at multiaged systems. Journal of Forestry, 96(7): 4-10.
- Parnian Kalayeh, S., Moradi, M., Sefidi, K. and Basiri, R., 2020. Coarse and fine woody debris and mortality rate of Persian oak estimation in relation to some environmental factors in Zagros oak forest (Case study: Tange Alamdar, Behbahan). Iranian Journal of Forest, 11(4): 519-532 (In Persian with English summary).
- Pirozi, F., Soosani, J., Adeli, K., Maleknia, R., Naghavi, H. and Hosseinzadeh, R., 2018. The comparison of forest structure in oak stands with different density and mixture (Case study: Noyjian forests of Khorramabad). Journal of Forest Research and Development, 4(1): 15-28 (In Persian with English summary).
- Pourhashemi, M., Zandebasiri, M. and Panahi, P., 2015. Structural characteristics of oak coppice stands of Marivan forests. Journal of Plant Research (Iranian Journal of Biology), 27(5): 766-776 (In Persian with English summary).
- Ranjbar, A., Ghahramani, L. and Pourhashemi, M., 2013. Impact assessment of pollarding on biometrical indices of Lebanon oak (*Quercus libani* Oliv.) in Belake forests, Baneh. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 20(4): 578-594 (In Persian with English summary).
- Rostami Jalilian, A., Ghahramany, L., Ghazanfari, H. and Shakeri, Z., 2017. Response of Gall oak (*Quercus infectoria* Oliv.) to pollarding in northern Zagros. Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 24(4): 633-645 (In Persian with English summary).
- Sagheb-Talebi, Kh., Sajedi, T. and Yazdian, F., 2004. Forests of Iran. Published by Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, Iran, 56p (In English and Persian).
- Salehi, A. and Shobeyri, S.O., 2014. The study of factors affecting the implementation of forest planting and forest enrichment projects from the perspective of local stockholders (Case study: Central part of Boyerahmad county). Proceedings of the National Conference on Environmental Hazards of Zagros. Khorramabad, Iran, 20 Feb. 2014: 13p (In Persian).
- Shakeri, Z., 2006. Silvicultural and ecological effect of Galazani on oak trees in Baneh forests (Kurdistan province NW Iran). M.Sc. thesis, Natural Resources College, University of Tehran, Karaj, Iran, 67p (In Persian with English summary).
- Shakeri, Z., Marvi Mohajer, M.R., Namiraninan, M. and Etemad, V., 2009. Comparison of seedling and coppice regeneration in pruned and undisturbed oak forests of northern Zagros (Case study: Baneh, Kurdistan province). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 17(1): 73-84 (In Persian with English summary).
- Valipour, A., Namiranian, M., Ghazanfari, H., Heshmatol Vaezin, S.M., Lexer, M.J. and Plieninger, T., 2013. Relationships between forest structure and tree's dimensions with physiographical factors in Armardeh forests (northern Zagros). Iranian Journal of Forest and Poplar Research, 21(1): 30-47 (In Persian with English summary).
- Valipour, A., Plieninger, T., Shakeri, Z., Ghazanfari, H., Namiranian, M. and Lexer, M.J., 2014. Traditional silvopastoral management and its effects on forest stand structure in northern Zagros, Iran. Forest Ecology and Management, 327: 221-230.
- Verbyla, D.L. and Fisher, R.F., 1989. Effect of aspect on ponderosa pine height and diameter growth. Forest Ecology and Management, 27(2): 93-98.
- Yang, Y., Titus, S.J. and Huang, S., 2003. Modeling individual tree mortality for white spruce in Alberta. Ecological Modelling, 163(3): 209-222.
- Yazdanfar, H., 2006. Correlations between specific characteristics of *Quesrcus libanii* and acorn dimensions with seed production and germination. M.Sc. thesis, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran, 80p (In Persian with English summary).
- Zandebasiri, M. and Ghazanfari, H., 2010. The main consequences of affecting factors on forest management of local settlers in the Zagross forests (case study: Ghalegol watershed in Lorestan province). Iranian Journal of Forest, 2(2): 127-138 (In Persian with English summary).
- Zobeiry, M., 1994. Forest Inventory (Measurement of Tree and Stand). University of Tehran Press, Tehran, Iran, 401p (In Persian).

Monitoring changes in the structural characteristics of pollarded oak stands (Case study: Kocher forest in Kurdistan province, Iran)

N. Moradi [1], L. Ghahramany [2*] and A. Valipour [3]

1- M.Sc. of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran
2*- Corresponding author, Associate Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan and Dr. Hedayat Ghazanfari Center of Research and Development of Northern Zagros Forestry, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran. Email: l.gharamany@uok.ac.ir
3- Assistant Prof., Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Kurdistan and Dr. Hedayat Ghazanfari Center of Research and Development of Northern Zagros Forestry, University of Kurdistan, Sanandaj, Iran

Received: 08.03.2021 Accepted: 08.05.2022

Abstract

The purpose of this study was to monitor changes in the structural characteristics of a pollarded oak forest in Baneh county of Kurdistan province, Iran. Fifty-nine permanent sample plots were recovered for 14 years (2005-2019). In each plot, the diameter at breast height (dbh) for all trees (dbh $\geq$ 5 cm) was measured. Woody species less than 5 cm in dbh were recorded as regeneration in two height classes less than and greater than 2 meters by species and form (coppice and seedling). Total height and crown area for two trees in each sample plot (i.e., the nearest tree to the center of the plot and the largest tree in terms of dbh in the plot) were measured. The results showed that the difference between the beginning and the end of the studied period was significant in terms of the distribution pattern of trees in diameter classes ($p<0.01$); while there was no significant difference in the distribution pattern of trees in the total height and canopy area classes. The average annual increment of diameter, height and crown area in oak trees (excluding species) was 2.41 mm, 12.59 cm and 0.73 m2, respectively. A comparison of the current diameter distribution curve with the expected diameter distribution showed that the number of trees in diameter classes lower than 12.5 cm was less than the expected value, indicating poor regeneration. In order to reveal the consequences of pollarding as a traditional silvopastoral system and to make appropriate management decisions in order to improve the condition of pollarded oak forests, the use of permanent sample plots is suggested as a suitable method for studying the changes in structural indices of these forests.

Keywords*:* Baneh, permanent sample plot, pollarding, structure, Zagros.