University of Tehran

Journal of Forest and Wood Products

Online ISSN: 2383-0530

Home Page: https://jfwp.ut.ac.ir

Morphological response of leaves of Persian oak (*Quercus brantii*) and wild pistachio (*Pistacia atlantica*) to elevation gradient in the Zagros forests, Ilam

Mosa Kianfar[1] | Hamid Jalilvand[2] | Hamed Asadi[3] | Hamid Reza Naji[4*]

1. Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Mazandaran, Iran. Email: mosakianfar77@gmail.com
2. Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Mazandaran, Iran. Email: h.jalilvand@sanru.ac.ir
3. Department of Forest Science and Engineering, Faculty of Natural Resources, University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Sari, Mazandaran, Iran. Email: h.asadi@sanru.ac
4. Corresponding author, Department of Forest Sciences, Faculty of Natural Sciences, Ilam University, Ilam, Iran. Email: h.naji@ilam.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: 03 May 2023
Revised: 18 July 2023
Accepted: 03 September 2023
Published online: 20 December 2023

Keywords:
Adaptability,
Elevation changes,
Intra-population variations,
Leaf functional characteristics,
Zagros Forest.

ABSTRACT

Plant leaves react to environmental changes with high adaptability. This study investigated the morphological characteristics of Persian oak (*Quercus brantii*) and wild pistachio (*Pistacia atlantica*) leaves from 15 forest sites in Ilam province at an elevation range of 1000 m (from 1111 to 2048 m a.s.l.). At each site and for each tree species, five healthy individuals and five healthy and mature leaves were collected from the outside and middle of the crown. The leaf area index, petiole length, main vein length, leaf circumference, blade length, blade width, and the number of leaf margin dentations were measured. The data were analyzed based on the nested research design, and the means of the studied traits were compared using the LSD test. In the Persian oak trees, the results showed that the petiole length (1.72 cm), leaf circumference (20.23 cm), leaf length (8.17 cm), leaf width (4.43 cm), and leaf area (28.16 cm^2) at higher elevations had higher averages than at lower elevations. However, the number of leaf left and right dentations were 12.26 and 12.47, respectively, indicating higher average weight at lower altitudes. In pistachio, all measured characteristics like petiole length (0.46 cm), leaf circumference (13.98 cm), leaf length (5.53 cm) and leaf width (3.29 cm), and leaf area (12.31 cm^2) at higher elevations had higher averages than the lower elevations as 0.24 cm, 12.26 cm, 5.18 cm, 3.0 cm, and 10.85 cm^2. The significant intra-population changes strengthen the idea of intra-population morphological diversity for oak species at the regional level and even in Zagros to some extent. Among the studied features, those that are less sensitive to environmental changes can be used as distinguishing features for species separation.

Cite this article: Kianfar, M., Jalilvand, H., Asadi, H., Naji, H.R. (2023). Morphological response of leaves of Persian oak (*Quercus brantii*) and wild pistachio (*Pistacia atlantica*) to elevation gradient in Zagros forests, Ilam. *Journal of Forest and Wood Products*, 76 (3), 245-256. DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.358147.1251

© The Author(s) **Publisher:** The University of Tehran Press.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.358147.1251

دانشگاه تهران

نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب

سایت نشریه: https://jfwp.ut.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۰۵۳۰-۲۳۸۳

پاسخ ریخت‌شناسی برگ گونه‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و بنه (*Pistacia atlantica*) به گرادیان ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های زاگرس، ایلام

موسی کیان‌فر[۱] | حمید جلیلوند[۲] | حامد اسدی[۳] | حمیدرضا ناجی[۴*]

۱. گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: mosakianfar77@gmail.com

۲. گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: h.jalilvand@sanru.ac.ir

۳. گروه جنگلداری، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، مازندران، ایران. رایانامه: h.asadi@sanru.ac.ir

۴. نویسنده مسئول، گروه علوم جنگل، دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه ایلام. ایلام، ایران. رایانامه: h.naji@ilam.ac.ir

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۲/۱۳
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۰۴/۲۷
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۱۲
تاریخ انتشار: ۱۴۰۲/۰۹/۲۹

کلیدواژه:
ارتفاع از سطح دریا،
تغییرات درون‌جمعیتی،
جنگل‌های زاگرس،
سازگاری،
ویژگی‌های عملکردی برگ.

چکیده

این پژوهش به بررسی خصوصیات ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و بنه (*Pistacia atlantica*) در ۱۵ رویشگاه جنگلی استان ایلام و در محدودهٔ ارتفاعی حدود ۱۰۰۰ متر (از حدود ۱۱۰۰ تا حدود ۲۰۰۰ متر از سطح دریا)، می‌پردازد. در هر رویشگاه و از هر گونه، پنج پایه درخت سالم و از هر پایه پنج برگ سالم و بالغ از قسمت بیرونی و وسط تاج جمع‌آوری شدند. صفات شاخص سطح برگ، طول دمبرگ، طول رگبرگ اصلی، محیط برگ، طول پهنک، عرض پهنک و تعداد دندانه‌های حاشیهٔ برگ اندازه‌گیری شدند. داده‌ها براساس طرح آماری آشیانه‌ای تجزیه و تحلیل شده و میانگین ویژگی‌های مورد بررسی با آزمون چند دامنه‌ای LSD مقایسه شدند. نتایج حاکی از اختلاف معنی‌دار بین تمام صفات مورد مطالعه در بین رویشگاه‌ها به تغییرات ارتفاع بود. در گونهٔ بلوط ایرانی، صفات طول دمبرگ (۱/۷۲ سانتی‌متر)، محیط برگ (۲۰/۲۳ سانتی‌متر)، طول برگ (۸/۱۷ سانتی‌متر)، عرض برگ (۴/۴۳ سانتی‌متر) و سطح برگ (۲۸/۱۶ سانتی‌متر مربع) در ارتفاعات بالاتر دارای میانگین بیشتری نسبت به ارتفاعات پایین‌تر بودند. اما، میانگین صفات تعداد دندانه‌های چپ و راست برگ به ترتیب ۱۲/۲۶ و ۱۲/۴۷، میانگین وزنی بیشتری را در ارتفاعات پایین نشان دادند. در گونهٔ بنه، صفات اندازه‌گیری‌شده در ارتفاعات بالاتر همانند طول دمبرگ (۰/۴۶ سانتی‌متر)، محیط برگ (۱۳/۹۸ سانتی‌متر)، طول برگ (۵/۵۳ سانتی‌متر)، عرض برگ (۳/۲۹ سانتی‌متر) و سطح برگ (۱۲/۳۱ سانتی‌متر مربع) دارای میانگین بیشتری و تفاوت معنی‌داری با صفات مورد اندازه‌گیری در ارتفاعات پایین‌تر به‌ترتیب: ۰/۲۴ سانتی‌متر، ۱۲/۲۶ سانتی‌متر، ۵/۱۸ سانتی‌متر، ۳/۰ سانتی‌متر و ۱۰/۸۵ سانتی‌متر مربع داشتند. وجود تغییرات معنی‌دار درون جمعیتی، ایدهٔ تنوع ریختی درون جمعیت‌ها را برای گونهٔ بلوط و بنه در سطح منطقه‌ای و حتی در زاگرس تا حدودی تقویت می‌کند. از میان ویژگی‌های مورد مطالعه آن‌هایی که تأثیرپذیری کمتری نسبت به تغییرات محیطی دارند، می‌تواند در تفکیک گونه‌ها به‌عنوان صفت متمایزکننده مورد استفاده قرار گیرد.

استناد: کیان‌فر، موسی؛ جلیلوند، حمید؛ اسدی، حامد؛ ناجی، حمیدرضا (۱۴۰۲). پاسخ ریخت‌شناسی برگ گونه‌های بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) و بنه (*Pistacia atlantica*) به گرادیان ارتفاع از سطح دریا در جنگل‌های زاگرس، ایلام. *نشریهٔ جنگل و فرآورده‌های چوب*، ۷۶ (۳)، ۲۵۶-۲۴۵.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.358147.1251

© نویسندگان.
ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.
DOI: http//doi.org/10.22059/jfwp.2023.358147.1251

۱. مقدمه

جنگل‌های استان ایلام با مساحت ۶۴۱ هزار هکتار در قسمت‌های میانی منطقهٔ رویشی زاگرس واقع شده‌اند که بلوط ایرانی (*Quercus brantii* Lindl.) و بنه یا پستهٔ وحشی (*Pistacia atlantica* Desf.) دو گونهٔ غالب درختی این جنگل‌ها، محسوب می‌شوند [۱]، بلوط ایرانی از خانوادهٔ Fagaceae دارای برگ‌های یکنواخت و تخم‌مرغی شکل با حاشیهٔ دندانه‌دار، کرک‌های ستاره‌ای و انبوه روی برگ و کرک‌های نرم و خزی زرد رنگ پشت آن است. این گونه بومی مناطق معتدلهٔ آسیا است و در غرب آسیا شامل ایران، عراق، سوریه و ترکیه پراکنش دارد؛ و به‌دلیل انعطاف‌پذیری و سازگاری بالای آن به شرایط اقلیمی و خاک، در تمام جنگل‌های زاگرس پراکنش دارد [۲].

بنه (*P. atlantica*) از خانوادهٔ Anacardiaceae، درختی دوپایه و خزان‌کننده است [۳]، با سازگاری بوم‌شناختی بالا چنان‌که در اقلیم‌های متنوع، خاک‌های مختلف، با سطوح حاصلخیزی متفاوت، ارتفاع ۶۰۰ تا ۳۰۰۰ متر از سطح دریا و در دمای ۲۵- الی ۴۰+ درجهٔ سانتی‌گراد، رشد می‌کند. درخت بنه به‌دلیل تولید صمغ و سایر استفاده‌هایی که از میوهٔ آن در تغذیه، مصارف دارویی و محلی می‌شود، جزء گونه‌های با ارزش درختی کشور، به‌ویژه منطقهٔ زاگرس است. این گونه به‌دلیل رشد در مناطق کوهستانی و شیب‌های تند در حفاظت خاک نقش مهمی دارد [۴].

تغییرات ارتفاع از سطح دریا از مهم‌ترین عواملی است که با تأثیر بر میزان و نوع بارندگی، تبخیر، تعرق، شدت تشعشعات خورشیدی، بر تشکیل و تکامل نوع و تراکم پوشش گیاهی نقش به‌سزایی دارد [۵]. تعامل پیچیدهٔ عوامل محیطی متفاوت در رابطه با ارتفاع، افزون بر تغییر در انواع زیستگاه‌ها و جوامع گیاهی، باعث تغییر در ویژگی‌های ساختاری گونه‌ها در رویشگاه‌های مختلف نیز می‌شود [۶]. کاربرد ساده و کم‌هزینهٔ صفات ریخت‌شناسی برای ارائهٔ کلید شناسایی در طبقه‌بندی گونه‌ای، جایگاه خاصی به این صفات داده است. صفات ریخت‌شناسی، فیزیولوژیک و آناتومیک گیاهان همواره تحت تأثیر عوامل اقلیمی و بوم‌شناختی هستند [۷]. در بررسی صفات ریخت‌شناسی درختان، برگ‌ها به‌دلیل نقش اثرگذار بر فتوسنتز، از مهم‌ترین اندام‌ها به‌شمار می‌روند [۸].

در مطالعات مختلفی تأثیرتغییرات ارتفاع از سطح دریا بر خصوصیات ریخت‌شناسی برگ درختان به‌اثبات رسیده است؛ به‌عنوان مثال، Savadkohi و همکاران (۲۰۱۳) با بررسی تأثیر ارتفاع بر مورفولوژی برگ گونهٔ ممرز (*Carpinus betulus*) در جنگل‌های شصت‌کلاته استان گلستان دریافتند که تمامی صفات اندازه‌گیری شده برگ با تغییرات دما و بارندگی تغییر می‌کنند [۹]. در این میان، بیشترین تغییرات مربوط به طول دمبرگ و کمترین آن مربوط به تعداد رگبرگ است. Sekhavati و Yaghotipoor (۲۰۲۰) نیز با ارزیابی ریخت‌شناسی برگ بلوط ایرانی (*Quercus brantii*) در جنگل‌های استان کرمانشاه دریافتند که برخی صفات برگ مانند سطح برگ، محیط، طول و عرض برگ؛ بیشترین مقادیر را در بالاترین ارتفاعات دارا بودند [۱۰]. Hoseinzadeh و Saeb (۲۰۱۱) در بررسی تنوع مورفولوژیک گونهٔ بادام (*Amygdalus arabica*) در جنگل‌های استان ایلام بیان کردند که برگ‌های این گونه در جهت‌های شمالی و ارتفاعات بالا که رطوبت بیشتری دارند، بزرگتر از برگ‌های موجود در شیب‌های جنوبی و ارتفاعات پایین هستند [۱۱]. Benhassaini و El zerey (۲۰۱۵) نشان دادند که خصوصیات مورفولوژیک شامل: تعداد برگچه، عرض برگ و طول دمبرگ در گونهٔ بنه (*Pistacia atlantica*) در امتداد تغییرات آب و هوایی در ۱۶ سایت در شمال‌غربی الجزایر با افزایش ارتفاع افزایش می‌یابند [۱۲]. عرض برگ و تعداد دندانه‌ها همبستگی مثبت و مستقیم با دما و بارندگی دارند. در این ارتباط، عرض برگ با افزایش ارتفاع که با کاهش دما و بارندگی همراه است، کاهش می‌یابد. همچنین تعداد دندانه از خصوصیات بارز برگ است که تحت تأثیر شرایط اقلیم قرار می‌گیرد [۱۳و ۱۴]. Zhang و همکاران (۲۰۱۶) در بررسی صفات ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بلوط لبنانی (*Quercus libani*) در ارتفاعات مختلف نشان داد که این صفات با تغییر ارتفاع تغییر می‌یابد، به‌طوری که تا ارتفاع ۲۸۰۰ متر افزایشی و از این ارتفاع به بعد، روند کاهشی دارند [۷]. Jahdi و همکاران (۲۰۲۰) بیان کردند تأثیر ارتفاع از سطح دریا بر صفات مورفولوژیکی برگ گونه‌های *Quercus castaneafolia* و *Q. macranthera* در منطقهٔ جنگلی فندقلو اثر معنی‌داری داشته به طوری که میانگین عرض برگ، طول برگ، سطح برگ، ضخامت مزوفیل برگ، سطح ویژهٔ برگ و غلظت مادهٔ خشک برگ در ارتفاعات پایین بیشتر از ارتفاعات بالاست [۱۵]. Li و همکاران (۲۰۲۱) با بررسی عوامل اقلیمی مؤثر بر

مورفولوژی برگ گونهٔ بلوط آلپ (*Quercus aquifolioides*) در جنگل‌های غرب منطقهٔ سیچوان نشان دادند که تفاوت‌های مورفولوژیک برگ بیشتر تحت تاثیر عوامل ژنتیکی و کمتر به عوامل آب و هوایی و جغرافیایی مرتبط است [۸]. دمبرگ‌ها از اجزای اصلی در هدایت مواد غذایی و آب به برگ‌ها هستند. به‌دلیل کوتاهی دورهٔ رویش در ارتفاعات بالا، گیاهان در آغاز فصل رویش فعالیت فتوسنتزی و انتقال مواد را افزایش می‌دهند. بنابراین، هرچه طول دمبرگ بلندتر باشد، انتقال مواد غذایی به برگ‌ها بیشتر می‌شود [۱۶]. Wang و همکاران (۲۰۱۷) نشان دادند که صفات مورفولوژیک برگ به مقدار زیادی بیانگر ویژگی‌های کلی درخت بوده، بنابراین صفات عملکردی برگ احتمالاً به چگونگی سازگاری گیاهان با محیط کمک می‌کند [۱۷]. Sekhavati و Yaghotipoor (۲۰۲۰) نیز در ارزیابی مورفولوژیک برگ بلوط ایرانی در جنگل‌های استان کرمانشاه دریافتند برخی صفات برگ مانند سطح برگ، محیط برگ، طول و عرض برگ بیشترین مقادیر را در بالاترین ارتفاعات دارا بودند [۱۰]. Mohebi Bijarpasi و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند که صفت طول برگ در راش شرقی (*Fagus orientalis*) با افزایش ارتفاع، کاهش و صفاتی همانند طول دمبرگ، سطح برگ و محتوای آب نسبی با افزایش ارتفاع از سطح دریا زیاد می‌شوند [۱۸].

با توجه به نقش مهم گیاهان در تعادل بوم‌سازگان، شناخت روابط بین گیاهان و عوامل محیطی و همچنین چگونگی پاسخ آن‌ها به تغییرات محیطی و در کل ثبات و پایداری آن‌ها ضرورت دارد [۱۹]. مشخص کردن این روابط در ارتباط با استفاده از گونه‌های گیاهی در امر اصلاح و توسعهٔ جنگل‌ها و در کل مدیریت اکوسیستم‌های طبیعی، یک ضرورت پایه به‌حساب می‌آید [۲۰]. با تشخیص و تجزیه و تحلیل سرشت اکولوژیک هر یک از گونه‌ها، می‌توان برای مدیریت صحیح و منطبق بر اصول اکولوژیک آن‌ها برنامه‌ریزی کرد.

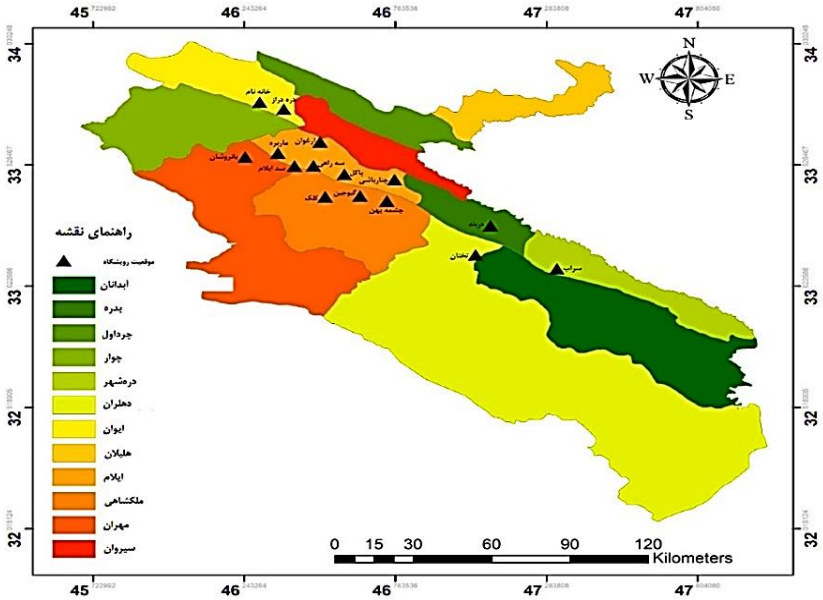
با توجه به پژوهش‌های ذکر شده، صفات مختلف گیاهی به‌ویژه مورفولوژی برگ تحت تأثیر عوامل مختلف فیزیوگرافی مانند ارتفاع از سطح دریا هستند که میزان دسترسی گیاه به نیازهای محیطی همانند آب، نور و دما را تحت تأثیر قرار می‌دهد. هدف مطالعهٔ حاضر، بررسی تاثیرپذیری برخی از ویژگی‌های مورفولوژیک درختان بلوط ایرانی و بنه همانند محیط برگ، سطح برگ، طول دمبرگ، عرض برگ، دندانه‌های چپ و راست و طول برگ تحت تأثیر تغییر در میزان ارتفاع از سطح دریا بود. درک تغییر در خصوصیات ریخت‌شناسی برگ در ارتباط با تغییرات ارتفاعی و به‌دنبال آن تغییرات آب و هوایی، راهبرد سازگاری گیاه را مشخص نموده و می‌تواند کمک فراوانی به پیش‌بینی پاسخ آنها به تغییرات آب و هوایی آینده نماید. نتایج حاصل از این تحقیق را می‌توان در مدیریت بهتر جنگل‌ها و درختان بلوط ایرانی و بنه در محیطه‌ها و و نیز در ارتفاعات مختلف استفاده نمود.

۲. روش شناسی پژوهش

این تحقیق در محدودهٔ جنگل‌های استان ایلام با تنوع گونه‌ای مختلف انجام گردید. با جنگل گردشی و بازدیدهای میدانی، ۱۵ رویشگاه جنگلی در ارتفاعات متفاوت انتخاب و خصوصیات ریخت‌شناسی برگ درختان بلوط ایرانی و بنه مورد مطالعه قرار گرفتند (جدول ۱). موقعیت مرکز هر رویشگاه (بیشینهٔ مساحت هر رویشگاه دو هکتار در نظر گرفته شد) با استفاده از دستگاه GPS همراه Garmin مدل eTrex 10 ثبت و موقعیت مکانی آن‌ها با استفاده از نرم‌افزار GIS بر روی نقشهٔ استان ترسیم شد (شکل ۱). کلیهٔ داده‌های آب‌وهوایی مربوط به هر رویشگاه، از نزدیکترین ایستگاه هواشناسی به آن اخذ شد.

در مناطق مورد مطالعه، در چند سال گذشته آتش‌سوزی رخ نداده و نیز آثار سرشاخه‌زنی گزارش نشده است. برای انجام این تحقیق، در اواخر خردادماه سال ۱۴۰۰ با بلوغ کامل برگ‌ها و رشد بیشینهٔ آن‌ها، در هر رویشگاه از هر گونهٔ بلوط ایرانی و بنه، پنج پایه درخت سالم، بدون علائم پوسیدگی و آفت‌زدگی و در دامنهٔ قطری نزدیک به هم (بلوط ۴۰–۳۰ سانتی‌متری و بنه ۳۵–۲۵ سانتی‌متری) انتخاب و از هر درخت، بیست برگ سالم و بالغ از قسمت بیرونی و وسط تاج در جهت شیب غالب (شمال‌شرقی) جمع‌آوری شد. قابل ذکر است که رویشگاه‌های مورد مطالعه، در دامنهٔ شیب ۴۰–۱۰ درصد قرار داشتند. همچنین، از محدودیت‌های مطالعهٔ حاضر می‌توان به عدم وجود گونهٔ بنه در برخی از رویشگاه‌ها اشاره کرد. برگ‌ها بلافاصله براساس رویشگاه و درخت شماره‌گذاری شده و در داخل جعبهٔ حاوی یخ خشک قرار داده شدند و به آزمایشگاه گروه علوم جنگل دانشگاه ایلام منتقل و در یخچال با دمای معمولی چهار درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند. سپس پنج برگ از هر پایه به‌طور تصادفی

انتخاب و طول پهنک (میلی‌متر)، محیط برگ (میلی‌متر)، طول دمبرگ (میلی‌متر)، سطح برگ، تعداد دندانه‌ها (دندانه‌های پیرامون برگ که رگبرگ‌های فرعی به آن‌ها ختم می‌شوند)، عرض پهنک (میلی‌متر) و طول رگبرگ اصلی (میلی‌متر) آن‌ها اندازه‌گیری و ثبت شدند. از آنجا که برگ بنه فاقد دندانه‌های پیرامونی است؛ این ویژگی تنها برای برگ گونهٔ بلوط ایرانی اندازه‌گیری شد. ویژگی‌های ریخت‌شناسی برگ درختان مختلف جنگلی اطلاعات گسترده‌ای از فرآیندهای حیاتی و شرایط رویشی درختان فراهم می‌کند که در مطالعات محیطی دارای اهمیت فراوان هستند. این ویژگی‌ها نشان‌دهندهٔ اختلاف در گونه‌ها و درختان مختلف در واکنش به عوامل محیطی و استفاده از شرایط موجود بوده، می‌تواند بیان‌کنندهٔ عامل پراکنش و توزیع گونه‌های مختلف در بوم-سازگان‌ها باشند [۲۱].



شکل ۱. موقعیت رویشگاه‌های مورد مطالعه در نقشهٔ استان ایلام به تفکیک شهرستان‌ها

جدول ۱. اطلاعات پایهٔ رویشگاه‌های مورد مطالعه در استان ایلام

اطلاعات بارش و دما در هر ایستگاه، مربوط به تمام سال‌های ثبت شده آن ایستگاه از بدو تأسیس می‌باشد.

رویشگاه		متوسط دمای سالیانهٔ (سانتی‌گراد)	متوسط بارندگی سالیانه (میلی‌متر)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	مختصات جغرافیایی
شمارهٔ رویشگاه	نام				
۱	ارغوان	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۲۰۴۸	۶۳۹۶۰۰–۳۷۲۱۲۲۸
۲	ماربره	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۵۸۴	۶۲۶۱۴۶–۳۷۱۵۸۷۵
۳	گیجین	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۵۷۴	۶۵۲۷۱۰–۳۶۹۶۵۳۴
۴	کلک نقی	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۵۳۲	۶۴۱۵۶۰–۳۶۹۵۹۳۵
۵	چشمه پهن	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۴۷۷	۶۶۱۳۰۹–۳۶۹۴۳۱۴
۶	سه راهی ملکشاهی	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۴۵۷	۶۳۷۶۲۶–۳۷۱۰۲۱۸
۷	پاکل	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۴۵۲	۶۴۷۵۷۴–۳۷۰۶۴۴۶
۸	خانه نام	۱۷/۲۷	۶۷۸	۱۴۲۵	۶۲۰۰۷۴–۳۷۳۹۲۲۷
۹	دره دراز	۱۷/۲۷	۶۷۸	۱۴۲۱	۶۲۷۷۳۳–۳۷۳۶۱۶۴
۱۰	سراب دره‌شهر	۲۱/۹۸	۴۶۲/۸۴	۱۳۶۰	۷۱۶۵۳۴–۳۶۶۴۱۰۹
۱۱	چناربashi	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۳۲۰	۶۶۳۶۵۸–۳۷۰۴۲۶۸
۱۲	تختان	۲۶/۴۵	۲۸۰/۹۲	۱۲۳۷	۶۹۳۴۲۳–۳۶۶۹۱۲۳
۱۳	سد ایلام	۱۷/۸	۵۴۳/۳۶	۱۱۸۷	۶۳۱۵۲۵–۳۷۱۰۰۱۸
۱۴	بان روشان مهران	۲۵/۱	۲۲۱/۲۸	۱۱۳۸	۶۱۵۳۷۸–۳۷۱۳۹۸۹
۱۵	دربند بدره	۲۱/۱۸	۴۲۵/۱۶	۱۱۱۱	۶۹۴۷۶۳–۳۶۸۳۶۵۵

پژوهش حاضر در قالب طرح آماری آشیانه‌ای (Nested ANOVA) طرح‌ریزی شد. در ابتدا، نرمال بودن داده‌ها با آزمون کولموگروف–اسمیرنوف و همگنی واریانس داده‌ها با آزمون لون بررسی شد. تجزیه واریانس داده‌ها با استفاده از رویهٔ GLM در نرم‌افزار SAS 9.4 انجام شد. برای مقایسهٔ میانگین مشخصه‌های مورد اندازه‌گیری از آزمون چند دامنه‌ای LSD در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

۳. یافته‌های پژوهش و بحث

۳–۱. تغییرات در ریخت‌شناسی برگ درخت بلوط ایرانی

نتایج تحلیل واریانس صفات ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بلوط ایرانی نشان داد که اختلاف بین رویشگاه‌ها از نظر تمامی صفات مورد بررسی، معنی‌دار بود (جدول ۲). همچنین، مقایسهٔ میانگین صفات مورد بررسی به‌روش دانکن در بین ۱۵ رویشگاه نشان داد که صفات طول برگ (۸/۸۱ سانتی‌متر) و طول دمبرگ (۱/۹۴ سانتی‌متر) در رویشگاه یک، تعداد دندانه راست در رویشگاه ۱۲ (۱۳/۵) و تعداد دندانه چپ در رویشگاه ۱۳ (۱۳/۴)، عرض برگ (۵/۵ سانتی‌متر)، محیط برگ (۲۲/۲ سانتی‌متر) و سطح برگ (۳۵/۱۲ سانتی‌متر مربع) در رویشگاه چهار نسبت به رویشگاه‌های دیگر میانگین بالاتری داشتند.

نتایج حاصل از مقایسهٔ میانگین صفات برگ نشان می‌دهد که صفات طول دمبرگ (۱/۷۲ سانتی‌متر) و محیط برگ (۲۰/۲ سانتی‌متر) در ارتفاعات بالاتر دارای میانگین بالاتری نسبت به ارتفاعات پایین بودند (به‌ترتیب: ۱/۵۹ سانتی‌متر و ۱/۹۴ سانتی‌متر)، اما، میانگین صفات طول برگ (۸/۱۷ سانتی‌متر) و عرض برگ (۴/۴ سانتی‌متر)، میانگین وزنی بالاتری در ارتفاعات بالا و صفت تعداد دندانه‌های چپ و راست حاشیهٔ برگ به‌ترتیب ۱۲/۲۶ و ۱۲/۴۷، میانگین وزنی بیشتری در ارتفاعات پایین داشتند (شکل‌های ۲ تا ۷).

جدول ۲. نتایج تحلیل واریانس صفات ریخت‌شناسی برگ درختان بلوط ایرانی در توده‌های مورد مطالعه

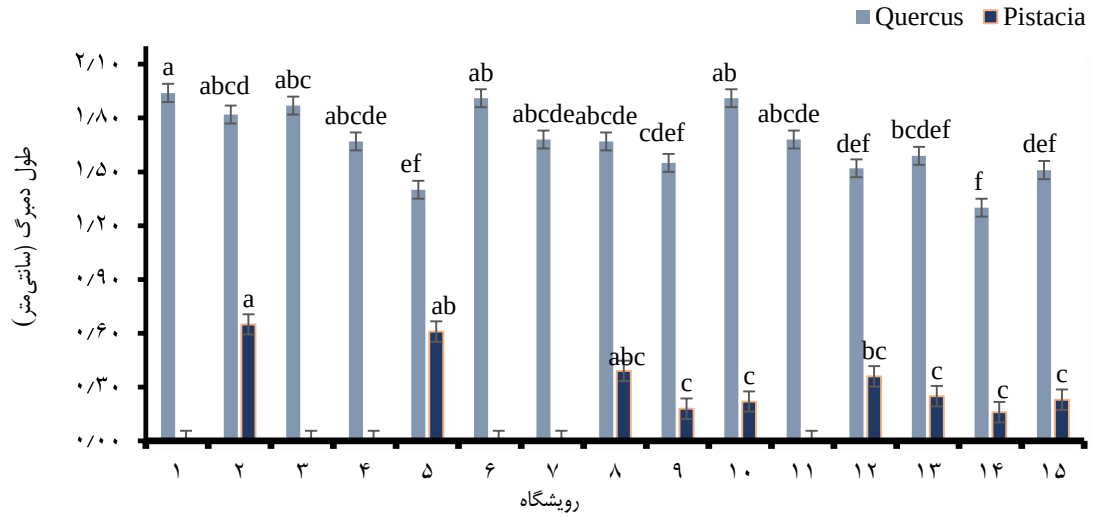
متغیرها					
سطح معنی‌داری	F	میانگین مربعات	مجموع مربعات	درجه آزادی	متغیرها
۳/۴۴***	۶/۰۲۱	۰/۰۳۵۰۵	۰/۴۹۱	۱۴	طول برگ
<۲e-۱۶***	۱۴/۲۷	۷۱/۴۱	۹۹۹/۸	۱۴	دندانه راست
<۲e-۱۶***	۱۵/۵۵	۷۵/۲۷	۱۰۵۴	۱۴	دندانه چپ
<۲e-۱۶***	۱۴/۲۲	۱۱/۱۵۲	۱۵۶/۱	۱۴	عرض برگ
۱/۴۳e-۱۵***	۷/۹۳۳	۰/۱۷۹۷۲	۲/۵۱۶	۱۴	طول دمبرگ
۲/۱۶e-۱۴***	۷/۴۱۸	۰/۱۸۲۷۱	۲/۵۵۸	۱۴	مساحت برگ
۱/۶۵e-۱۱***	۶/۱۶۱	۰/۰۵۵۷۵	۰/۷۸۱	۱۴	محیط برگ

۳–۲. تغییرات در ریخت‌شناسی برگ درخت بنه

نتایج تجزیه واریانس صفات ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بنه نیز نشان داد که اختلاف بین رویشگاه‌ها در تمام صفات مورد بررسی، معنی‌دار بود (جدول۳). همچنین، مقایسهٔ میانگین صفات ریخت شناسی مورد بررسی به روش دانکن در ۹ رویشگاهی که بنه مشاهده گردید، نشان می‌دهد که ویژگی‌های مورد اندازه‌گیری برگ همانند طول دمبرگ (۰/۴۶ سانتی‌متر)، محیط برگ (۱۳/۹۸ سانتی‌متر)، طول برگ (۵/۵۳ سانتی‌متر)، پهنای برگ (۳/۲۹ سانتی‌متر)، و سطح برگ (۱۲/۳۱ سانتی‌متر مربع) در ارتفاعات بالاتر تفاوت محسوسی با صفات مورد اندازه‌گیری در ارتفاعات پایین‌تر دارد (به‌ترتیب: ۰/۲۴ سانتی‌متر، ۱۲/۲۶ سانتی‌متر، ۵/۱۸ سانتی‌متر، ۳/۰ سانتی‌متر، ۱۰/۸۵ سانتی‌متر مربع) میانگین صفات مورد مطالعه در ارتفاعات بالاتر بیشتر بودند (شکل‌های ۲ تا ۷).

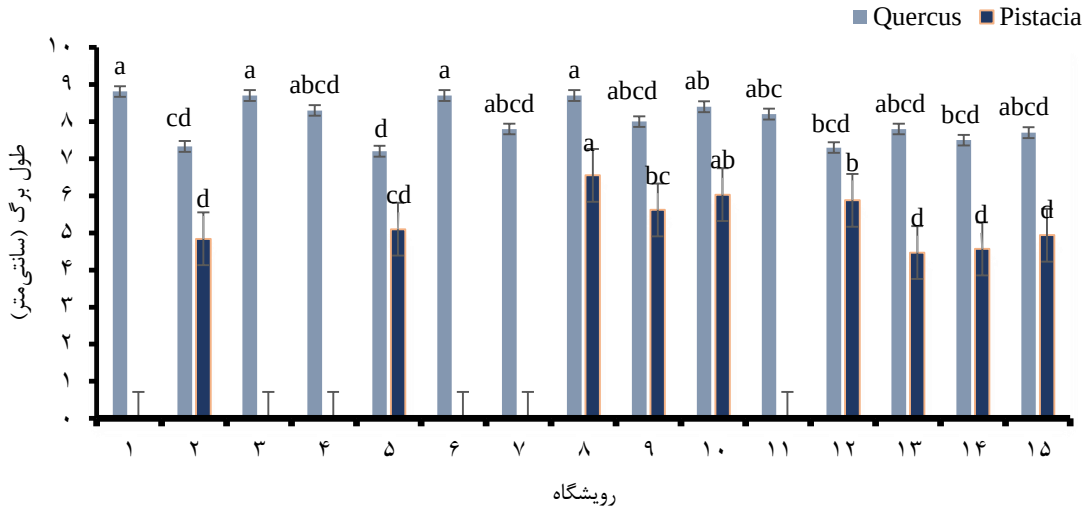
جدول ۳. نتایج تحلیل واریانس صفات ریخت‌شناسی برگ درختان بنه در توده‌های مورد مطالعه

متغیرها	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	سطح معنی‌داری
طول برگ	۸	۱۶۵/۴	۲۰/۶۷۸	۱۸/۲۴	<۲e-۱۶***
عرض برگ	۸	۴۲/۳۵	۵/۲۹۴	۱۰/۷۹	۱/۳۳e-۱۳***
طول دمبرگ	۸	۱۰/۴۴	۱/۳۰۴۵	۹/۰۱۹	۲/۸۳e-۱۱***
مساحت برگ	۸	۷/۱۸۶	۰/۸۹۸۳	۳۵/۰۵	<۲e-۱۶***
محیط برگ	۸	۷۵۱۲۷	۹۳۹۱	۱۴/۴۹	<۲e-۱۶***

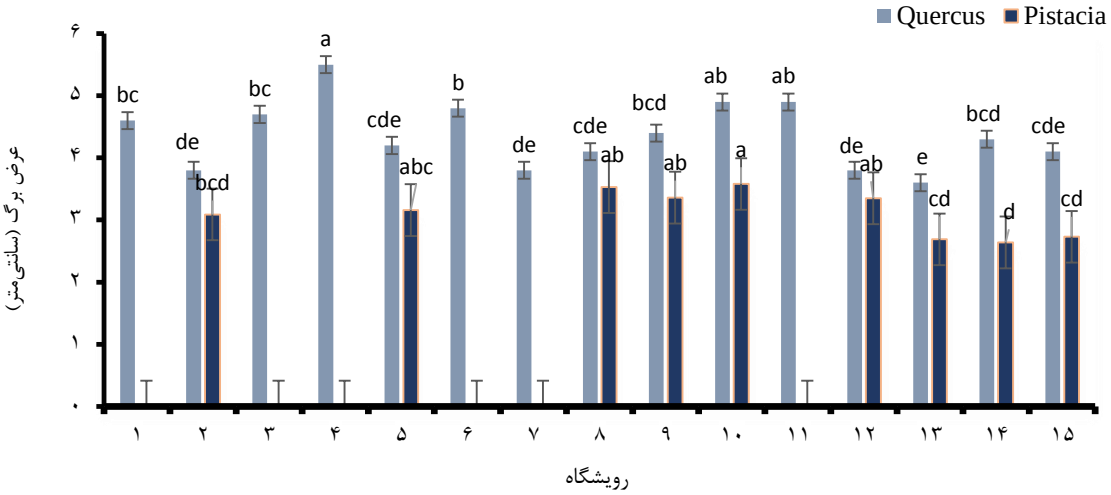


شکل ۲. مقایسهٔ میانگین طول دمبرگ در دو گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در توده‌های مورد مطالعه

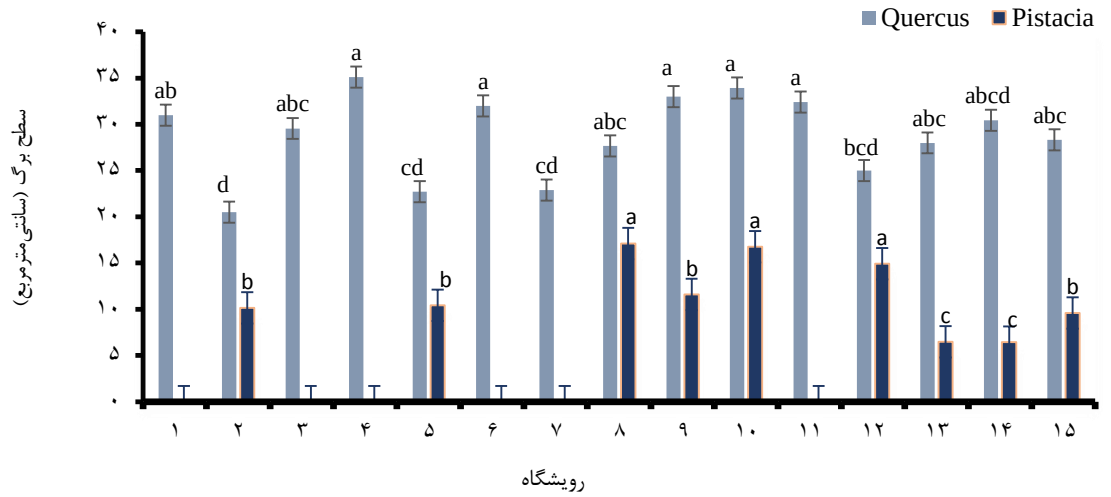
ستون نمایش داده‌شده برای هر ویژگی از هر گونه در رویشگاه‌های مختلف با هم مقایسه شده‌اند و مقایسه‌ای بین بلوط ایرانی و بنه انجام نشده است.



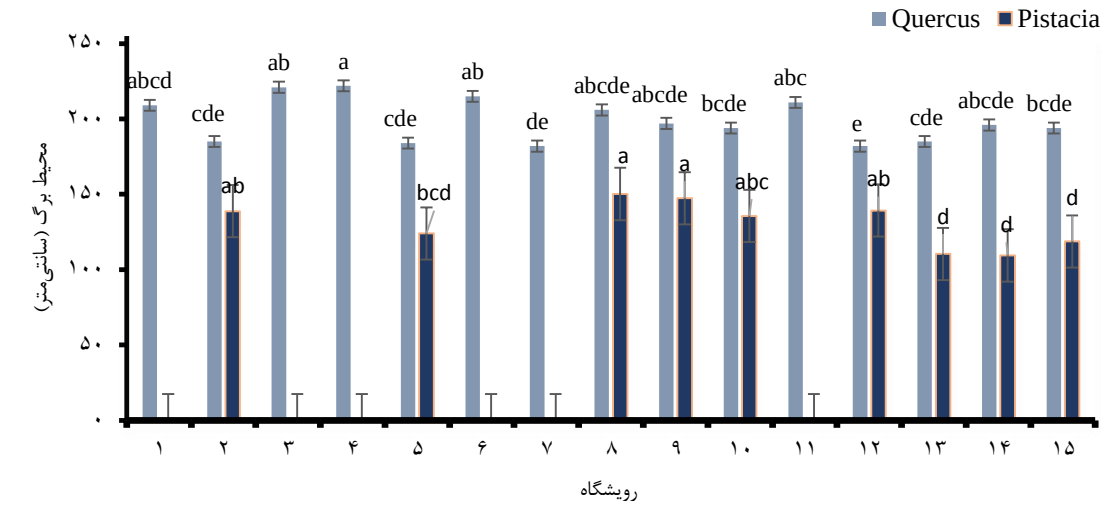
شکل ۳. مقایسهٔ میانگین طول برگ در دو گونه بلوط ایرانی و بنه در توده‌های مورد مطالعه



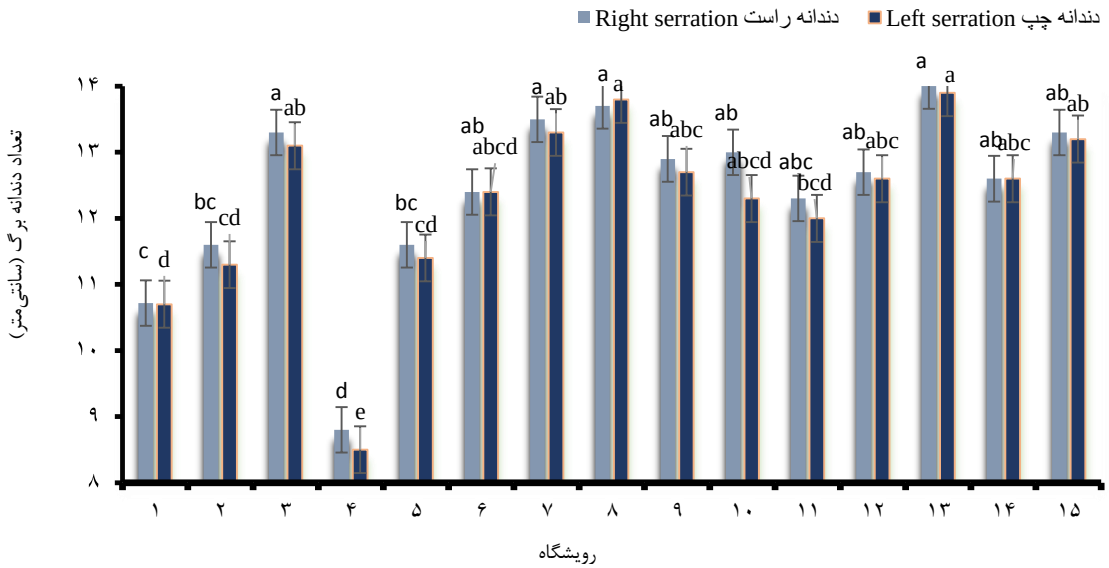
شکل ٤. مقایسهٔ میانگین عرض برگ در دو گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در توده‌های مورد مطالعه



شکل ۵. مقایسهٔ میانگین مساحت برگ در دو گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در توده‌های مورد مطالعه



شکل ٦. مقایسهٔ میانگین محیط برگ در دو گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در توده‌های مورد مطالعه



شکل ۷. مقایسهٔ میانگین تعداد دندانهٔ راست و چپ برگ درختان بلوط در توده‌های مورد مطالعه

۴. بحث

مطالعات مربوط به جمعیت‌های گیاهی، نشان می‌دهد که در شرایط اکولوژیک مختلف در خصوصیات ریخت‌شناسی گیاهان تنوع ایجاد می‌شود؛ و تنوع درون و بین جمعیتی در طول گرادیان‌های مختلف محیطی معمولاً دور از انتظار نیست [۲۲]. نتایج تحقیق حاضر، حاکی از وجود تغییرات در صفات ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در توده‌های مورد بررسی بود. این مسئله می‌تواند بیانگر تأثیر اقلیم و نیز شرایط خاکی و ساختار ژنتیکی درون جوامع با ارتفاعات مختلف بر روی بیشتر صفات برگ گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در جنگل‌های زاگرس باشد. نتایج بررسی تنوع مورفولوژیک برگ گونهٔ بلوط ایرانی در رویشگاه‌های مختلف توسط محققان دیگر نیز حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بیشتر صفات مورد بررسی است [۲۳]. همچنین مطالعات بیان داشته‌اند که اختلاف موجود بین پروونانس‌ها (مبدأها) به موقعیت اکولوژیک آن‌ها و برخی ویژگی‌ها مانند طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا، مربوط است [۲۴].

۴-۱. تغییرات در ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بلوط ایرانی

نتایج تحلیل واریانس صفات نشان می‌دهد کلیه صفات در رویشگاه‌های مختلف نمونه‌برداری شده، دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به همدیگر بودند که حاکی از واکنش صفات مورد مطالعه به تغییر ارتفاع می‌باشد. این یافته با نتایج بررسی تأثیر اقلیم بر روی تغییرات طول دمبرگ در گونهٔ گردوی ایرانی (*Juglans regia* L.) توسط Jafari Sayadi و همکاران (۲۰۰۵)، گونهٔ انجیلی (*Parotia persica*) توسط Yosefzadeh و همکاران (۲۰۰۸) و نتایج تحقیق Zarafshar و همکاران (۲۰۰۹) با بررسی گونهٔ داغداغان (*Celtis australis*) مطابقت دارد [۲۵-۲۷]؛ همچنین مطابق با بررسی Akhondnejad و همکاران (۲۰۱۰) بر روی گونهٔ ممرز (*Carpinus betulus*) است که تأثیر تغییرات رویشگاه و بارندگی بر طول برگ، تعداد دندانه و مساحت برگ گزارش کردند [۲۸]. تعداد دندانه از خصوصیات بارز برگ است که تحت تأثیر شرایط اقلیم قرار می‌گیرد و قاعدتاً در برخی گونه‌ها در اقلیم‌های سرد افزایش می‌یابد که علت آن افزایش تبادلات گازی در نتیجه وجود روزنه‌ها و فعالیت بیشتر فتوسنتزی و به حداکثر رساندن تولید کربن در آغاز فصل رویش در شرایطی است که دما محدود می‌باشد و گیاهان دسترسی کمتری به مواد مغذی دارند [۲۷-۲۹]. اما در تحقیق حاضر این مشخصه در ارتفاعات پایین دارای میانگین وزنی بالاتری نسبت به ارتفاعات بالا می‌باشد که با نتایج Akhondnejad و همکاران (۲۰۱۰) و همچنین Savadkohi و همکاران (۲۰۱۳) در گونهٔ ممرز مطابقت دارد [۹ و ۲۸]. به‌عبارت دیگر، این تحقیق نشان می‌دهد که تعداد دندانه‌های برگ گونه بلوط ایرانی با افزایش دما و میزان بارندگی حساسیت

داشته و افزایش می‌یابد.

روند مشاهده شده در تغییرات صفات برگ گونهٔ بلوط ایرانی نشان می‌دهد که تمامی صفات اندازه‌گیری شده با تغییرات ارتفاع تغییر می‌کنند (شکل‌های ۲ تا ۷)؛ در این میان بیشترین تغییرات مربوط به محیط برگ و طول دمبرگ و کمترین آن مربوط به طول برگ و تعداد دندانه چپ و راست می‌باشد.

۴-۲. تغییرات در ریخت‌شناسی برگ گونهٔ بنه

نتایج تحلیل واریانس صفات نشان می‌دهد کلیهٔ صفات در رویشگاه‌ها، دارای تفاوت معنی‌داری نسبت به همدیگر بودند (جدول ۳). همچنین، نتایج مقایسهٔ میانگین‌ها نشان می‌دهد که صفات طول دمبرگ و عرض برگ در ارتفاعات بالا و صفات طول برگ، مساحت برگ و محیط برگ در ارتفاعات میانی میانگین وزنی بالاتری دارند (شکل‌های ۲ و ۴). همچنین، مقایسهٔ گروه‌بندی‌ها نشان می‌دهد، صفات طول دمبرگ و مساحت برگ کمترین و بقیه صفات تأثیرپذیری بیشتری از تغییرات ارتفاعی داشتند.

گیاهان در ارتفاعات بالا به‌علت محدودیت دما، به حداکثر فعالیت فتوسنتزی و انتقال مواد در آغاز فصول رویش نیازمندند [۳۰]. طول برگ نتیجه طول رگبرگ اصلی بوده که در امر انتقال آب و مواد غذایی به سطح برگ نقش اصلی دارد. در این تحقیق، نتایج مقایسهٔ میانگین در هر دو گونه بلوط ایرانی و بنه در رویشگاه‌های مختلف نشان از افزایش طول برگ با افزایش ارتفاع داشت که در ارتفاعات بالا، بزرگتر بودن طول برگ به‌منظور بیشتر شدن توانایی و ظرفیت گیاه برای نگهداری و توزیع آب می‌باشد [۳۱]. از طرفی، در ارتفاعات بالاتر، وزش باد و شدت آن بیشتر است، بنابراین نقش رگبرگ‌ها به‌عنوان نگهدارنده و استحکام‌دهندهٔ بافت‌های برگ مورد توجه قرار می‌گیرد [۳۲].

عرض پهنک برگ در ارتفاعات مختلف دارای اختلاف معنی‌داری بود و میانگین آن در ارتفاعات بالاتر در هر دو گونهٔ بلوط و بنه، اندازهٔ بزرگتری نسبت به ارتفاعات پایین داشت. تنوع در شکل برگ‌ها را می‌توان از شیب اکولوژیک موجود بین مناطق مورد بررسی دانست [۲۶]، محدودیت دما در ارتفاعات و افزایش فعالیت فتوسنتزی و دریافت نور بیشتر در مقابل کوچک بودن برگ برای کمتر شدن تبخیر و تعرق در محیط خشک‌تر ارتفاع پایین، این مهم را توجیه می‌کند که مشابه مطالعه [۳۳] می‌باشد.

دمبرگ در گیاهان در امر انتقال آب و مواد غذایی به رگبرگ‌ها و سطح برگ نقش اصلی را دارد. در ارتفاعات بالا به‌دلیل محدودیت دما، فعالیت فتوسنتزی افزایش می‌یابد و در نتیجه نیاز به انتقال آب و مواد غذایی بیشتر در نتیجه طول دمبرگ‌ها افزایش می‌یابد [۹]. در تحقیق حاضر در ارتفاعات بالاتر در هر دو گونهٔ مورد مطالعه طول دمبرگ بزرگتر از ارتفاعات پایین‌تر می‌باشد.

۵. نتیجه‌گیری

وجود تغییرات معنی‌دار درون جمعیتی مطالعه شده، ایدهٔ تنوع ریختی درون جمعیت‌ها را برای گونهٔ بلوط ایرانی و بنه در جنگل‌های استان ایلام چه بسا کل عرصه‌های پراکنش این گونه در زاگرس، تا حدودی تقویت می‌کند. از میان ویژگی‌های مورد مطالعه آن‌هایی که تأثیرپذیری کمتری نسبت به تغییرات محیطی دارند، می‌تواند در تفکیک گونه‌ها به‌عنوان صفت متمایزکننده مورد استفاده قرار گیرد. همچنین، نتایج این تحقیق نشان داد که گونه‌های مورد مطالعه در مناطق مختلف مورد بررسی از تنوع فنوتیپی بالا از نظر صفات ریختی برگ برخوردار هستند که می‌تواند در مدیریت و حفاظت از این گونه ارزشمند در آینده مورد توجه قرار گیرد. پیشنهاد می‌شود تغییرات و تنوع ریختی این گونه‌ها در کل دامنهٔ پراکنش آن با روش‌های دقیق‌تری مانند آزمون نتاج، روش‌های بیوشیمیایی و مولکولی در راستای حصول اطمینان بیشتر انجام شود.

۶. منابع

[1] Mozaffarian, V. (2004). *Trees and Shrubs of Iran*. Farhange Moaser. Tehran, Iran. (In Persian)

[2] Mozaffarian, V. (2008). *Flora of Ilam*. Farhange Moaser. Tehran, Iran. (In Persian)

[3] Sabeti, H. (2002). Forests, Trees and Shrubs of Iran. 3rd eds, Yazd University Press, Yazd. (In Persian)

[4] Yousefi, B. (2015). Comparison of morphological and chemical properties of wild pistachio (*Pistacia atlantica*) fruit across two habitats in Kurdistan Province. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research,* 2(23), 368-378. (In Persian)

[5] Barnes, B.V. (1975). Phenotypic variation of trembling aspen in western North America. *Forest Science*, 21, 28-341.

[6] Hegazy, K., Fahmy, G.M., Ali, M.I., & Gomaa, N.H. (2004). Vegetation diversity in natural and agro-ecosystems of arid lands. *Community Ecology*, 5(2), 163-176.

[7] Zhong, M., Wany, J., Liu, K., Wu, R., Liu, Y., Wei, X., Pan, D., & Shao. X. (2014). Leaf morphological shift of three dominant species along altitudinal gradient in an alpine meadow of the Qinghai-Tibetan Plateau. *Polish Journal of Ecology*, 62(4), 639-648.

[8] Li, Y., Zhang, Y., liao, P., Wang, T., Wang, X., Ueno, S., & Du. F. (2021). Genetic, geographic, and climatic factors jointly shape leaf morphology of an alpine oak, *Quercus aquifolioides* Rehder E.H. Wilson. *Annals of Forest Science*, 78(64), 1-18.

[9] Savadkohi, F., Gurbanli, M., & Satarian, A. (2013). Investigation of the effect of habitat height on the leaf morphology of *Carpinus betulus* in Shastaklatate forest of Gorgan. *Journal of Plant and Ecosystem*, 9(37), 3-15. (In Persian)

[10] Sekhavati, N., & Yaghotipoor, A. (2020). Morphological assessment of *Quercus brantii* Lindel. leaves in Zagros forests, Kermanshah. *Journal of Environmental Studies, Natural Resources and Sustainable Development*, 10(4), 1-5. (In Persian)

[11] Hoseinzadeh, J., & Saeb, K. (2011). Morphological diversity of *Amygdalus arabica* Oliv. In natural forests of Ilam province, Iran. *Journal of Biodiversity and Ecological Sciences,* 1(3), 245-248.

[12] Benhassaini, H., & El Zerey-Belaskri, A. (2016). Morphological leaf variability in natural populations of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* along climatic gradient: new features to update *Pistacia atlantica* subsp. *atlantica* key. *International Journal of Biometeorology*, 60, 577-589.

[13] Royer, D L., McElwain., J.C. Adams, J.M., & Wilf, P. (2008). Sensitivity of leaf size and shape to climate within *Acer rubrum* and *Quercus kelloggii*. *New Phytologist*, 179(3): 808-817.

[14] Royer, D.L., Meyerson, L.A., Robertson, K.M., & Adams, J.M. (2009). Phenotypic Plasticity of Leaf Shape along a Temperature Gradient in *Acer rubrum*. *PLOS ONE*, 4 (10), e7653.

[15] Jahdi, R., Arabi, M., & Bussotti, F. (2020). Effect of environmental gradients on leaf morphological traits in the Fandoghlo forest region (NW Iran). *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 13(6), 523.

[16] Walls, R.L. (2011). Angiosperm leaf vein patterns are linked to leaf functions in a global-scale data set. *American Journal of Botany*, 98(2), 244-253.

[17] Wang, M., Wan, P., Guo, J., Xu, J., Chai, Y., & Yue, M. (2017). Relationships among leaf, stem and root traits of the dominant shrubs from four vegetation zones in Shaanxi Province. *China Journal of Ecology and Evolution*, 63(2), 25-32.

[18] Mohebi Bijarpasi, M., Rostami Shahraji, T., & Samizadeh Lahij, H. (2018). Changes in leaf morphological characteristics of *Fagus orientalis* Lipsky. along altitudinal gradients (Case study: Guilan forests, Masal). *Journal of Forest Research and Development*, 5(1), 27-40.

[19] Zhao, N. (2014). The altitudinal patterns of leaf C: N: P stoichiometry are regulated by plant growth from, climate and soil on Changbai Mountain, China. *Plos One*, 9(4), e95196.

[20] Zare, H., Akbarinia, M., Hendas, L., & Amini, T. (2021). Investigating abundance distribution and parametric models of diversity in bark mosses in relation to altitude changes of Caspian forests, south of Nowshahr. *Iranian Journal of Forest,* 12(4), 591-606. (In Persian)

[21] Lopez-Iglesias, B., Villar, R., & Poorter, L. (2014). Functional traits predict drought performance and distribution of Mediterranean woody species. *Acta Oecologica*, 56, 10-18.

[22] Linhart, Y., & Grant, M.C. (1996). Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. *Annual Review of Ecology and Systematic*, 27, 237-277.

[23] Rostamikia, Y., Fattahi, M., & Imani, A.A. (2009). Investigation of genetic diversity of wild pistachio using fruit and leaf morphological characteristics. *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research*, 17(2), 284-294.

[24] Court-Pincon, M., Gadbin-Henry, C., Guibal, F., & Roux, K. (2004). Dendrometery and morphometry of *Pinus pinea* L. in lower province (France): adaptability and variability of provenances. *Forest Ecology and Management*, 194, 319-333.

[25] Jafari Sayadi, M.H., Marvi Mohajer, M.R., Mozafari J., & Sobhani, H. (2006). Morphological Leaf characteristics of Persian walnut (*Juglans regia* L.) in Iranian population. *Journal Iran Forest and Spruce Research*, 14 (1), 1-19. (In Persian)

[26] Yosefzadeh, H., Akbarian, M., & Akbarinia, M. (2008). Variation in leaf morphology of *Parotia persica* along an elevational gradient in eastern Mazandaran province (N. Iran). *Rostaniha*, 9(2), 178-189. (In Persian)

[27] Zarafshar, M., Akbarinia, M., Yosefzadeh, H., & Sattarian, H. (2009). The study of diversity in leaf and Fruit morphological characters of *Celtis australis* L. in various geographical conditions. *Iranian Journal of Rangelands and forests Plant Breeding and Genetic Research*, 17(1), 88-99. (In Persian)

[28] Akhondnejad, S., Nejadsattari, T., Sattarian, A. Asri, Y., & Bagheri, M.B. (2010). The study of diversity in leaf, breack and fruit morphological characters of *Carpinus betulus* in various geographical conditions. *Plant Science Research Quarterly,* 3(5), 64-73. (In Persian)

[29] Moradi, S., & Zolfaghari, R. (2016). Leaf morphology Variation in Brant Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Relation to Altitude Gradient. *Iranian Journal of Forest Ecosystem Research*, 2(2), 61-77. (In Persian)

[30] Field, T.S., Sage, T.L., Czerniak, C., & Iles, W.J. (2005). Hydathodal leaf teeth of *Chloranthus japonicus* (Chloranthaceae) prevent guttation induced flooding of the mesophyll. *Journal of Plant, Cell and Environment*, 28(9), 1179-1190.

[31] Baharvandi, S., Alvaninejad, S., & Zolfaghari, R. (2017). Evaluation of morphological diversity of leaf and fruit in natural populations of *Pyrus glabra* Boiss. In southern Zagros forests, *Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research,* 25(1), 172-185. (In Persian)

[32] Poorter, H., Niinemets, U., Poorter, L., Wright, I.J., & Villar, R. 2009. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis. *New Phytologist*, 182(3), 565-588.

[33] Xu. X.H., Sun, B.N., Wang, J., & Dong, C. (2015). A Taxus leafy branch with attached ovules from the lower Cretaceous of Inner Mongolia, North China. *Cretaceous Research*, 54, 266-282.