تنوع ریختاری برگ گونه برودار (*Quercus brantii* Lindl.) در ارتباط با تغییرات ارتفاعی

صبریه مرادی [۱]، رقیه ذوالفقاری [۲،*]

[۱] دانشجوی کارشناسی ارشد، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
[۲] دانشیار دانشکده کشاورزی و پژوهشکده منابع طبیعی و زیست‌محیطی، دانشگاه یاسوج، یاسوج، ایران
[*] پست الکترونیک نویسنده مسئول: zolfaghari@yu.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۱۰/۲۶ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۴/۱۲/۲۷

چکیده

ویژگی‌های ریختاری گیاهان که به طور گسترده در مطالعات سیستماتیک مورد استفاده قرار می‌گیرد تحت تأثیر خصوصیات ارثی و عوامل محیطی قرار می‌گیرد. در طبقه‌بندی گونه‌های جنس بلوط به‌ویژه گونه برودار اختلاف نظر زیادی بین سیستماتیک‌دانان وجود دارد، ارتفاع از سطح دریا یکی از عوامل مهم تأثیرگذار بر عوامل محیطی است. با توجه به اهمیت مطالب فوق، تعداد ۴۰۰ نمونه برگی از ۴۰ پایه درختی در منطقه آرمرده، در محدوده رنج ارتفاعی این گونه از ۱۵۸۰ تا ۱۸۴۴ متر از سطح دریا برداشت شدند. سپس تعداد ۲۹ صفت کمی و کیفی از برگ اندازه‌گیری و محاسبه شدند. نتایج نشان داد که مقادیر صفات دندانه راست و چپ برگ و شکل پهنک در ارتفاع پایین کمتر از ارتفاع بالا بودند، همچنین صفت زاویه قاعده دارای همبستگی منفی و معنی‌دار و صفات تعداد دندانه چپ و راست، تعداد رگبرگ چپ و راست و شکل پهنک دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با ارتفاع از سطح دریا بودند. در دو طبقه ارتفاعی، شکل نوک برگ و زاویه رگبرگ اصلی و فرعی کمترین شکل‌پذیری را نسبت به شرایط محیطی از خود نشان دادند. پایه‌ها براساس تجزیه خوشه‌ای در سه کلاسه مختلف قرار گرفتند و صفات جداکننده این خوشه‌ها حداکثر عرض پهنک، مساحت برگ، زاویه سینوسی و طول دندانه بودند. با توجه به اینکه صفات جداکننده پایه‌های درختی با ارتفاع از سطح دریا رابطه‌ای ندارند، بنابراین به‌نظر می‌رسد که اگرچه برخی تغییرات حاصل پاسخ فیزیولوژیک برگ به نوسانات محیطی می‌باشد، اما محتمل است وقوع لقاح بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای موجب تفکیک این پایه‌ها از هم شده باشد.

واژه‌های کلیدی: پلاستیستی، زاگرس، سیستماتیک، هیبریداسیون

مقدمه

خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک همواره تحت تأثیر عوامل اقلیمی و بوم‌شناختی می‌باشند. صفات مورفولوژیکی به‌عنوان یک نشانگر، تحت تأثیر شرایط محیطی متفاوت دارای تغییرات فنوتیپی یا ژنوتیپی در درون یک جمعیت و یک گونه هستند که ممکن است ناشی از عوامل خاکی، اقلیمی و یا عوامل زنده باشد (Jones & Wilkins, 1971). برگ هر گیاه معمولاً ویژگی‌های ظاهری خود را دارا است، این ویژگی در درجه اول مربوط به خصوصیات ارثی گیاه و در درجه دوم مربوط به عوامل محیطی مانند نور، رطوبت و دما است که فعالیت‌های فیزیولوژی گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Ferris *et al*., 2002). از طرف دیگر برگ‌ها به دلیل نقش مهم در فتوسنتز و کربن‌گیری از مهم‌ترین اندام‌ها برای مطالعات گیاه‌شناسی به‌شمار می‌روند. ارتفاع از سطح دریا نیز یکی از فاکتورهای مهم فیزیوگرافی محسوب می‌شود و

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

محققین بسیاری تنوع مورفولوژیکی برگ را با درنظر گرفتن این فاکتور مورد بررسی قرار داده‌اند.

گونه‌های جنس بلوط از گیاهان درختی و درختچه‌ای بسیار مهم در بوم‌سازگان جنگلی نیم‌کره شمالی هستند که در مناطق نزدیک به استوا تا اقلیم‌های معتدل، خشک و نسبتاً سرد رویش دارند (نادری شهاب، ۱۳۹۱)، همچنین گونه‌های این جنس از مهم‌ترین گونه‌های درختی عرصه‌های رویشگاهی سلسله جبال زاگرس می‌باشند که از شمال‌غرب تا جنوب کشور پراکنش دارند و به‌طوری که گونه برودار گونه غالب این جنگل‌ها محسوب می‌شود. برگ‌های این گونه عموماً یکنواخت و بیضی‌شکل با حاشیه‌های دندانه‌دار می‌باشد و پراکنش جغرافیایی آن شامل، استان‌های کردستان، ایلام، کرمانشاه، لرستان، خوزستان، چهارمحال‌بختیاری، کهگیلویه و بویراحمد و فارس می‌باشد (مظفریان، ۱۳۸۳). با اینکه پژوهش‌ها و مطالعات انجام‌شده در کشور از جایگاه ویژه و ارزشمندی برخوردار هستند، لیکن مطالعات و بررسی‌های انجام‌شده هم‌وزن با جایگاه گونه‌های بلوط کشور نبوده و انجام مطالعات گسترده، دقیق و جامع لازم به‌نظر می‌رسد (نادری شهاب، ۱۳۹۱).

مطالعات زیادی در خصوص بررسی تنوع ریختاری برگ درختان با تغییرات ارتفاعی صورت گرفته است؛ رئیسی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تنوع خصوصیات ریخت‌ارشناسی برگ بلوط بلندمازو در ۵ رویشگاه طبیعی جنگل‌های مازندران ۳۱ صفت برگ را مورد ارزیابی قرار دادند و به این نتیجه دست یافتند که بیشترین میانگین صفات ریختاری در رویشگاه‌های واقع در میان‌بند است و رویشگاه واقع در ارتفاعات پایین‌بند از تنوع کم‌تری برخوردار است. ستاریان و همکاران (۱۳۹۰) در راستای بررسی تنوع مورفولوژیک برگ بین جمعیت‌های دو گونه بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) و بلوط اوری (*Q. macranthera*) در طول گرادیان ارتفاعی به این نتیجه رسیدند که صفات طول برگ، حداکثر پهنای برگ، عمق سینوس زیر لوب حداکثر و فاصله قاعده برگ تا حداکثر عرض، مهم‌ترین صفات تشخیصی بین جمعیت‌های مورد بررسی بودند. برخی از پایه‌ها نیز صفات حدواسط دو جمعیت را نشان دادند. در مطالعات Akbarian و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی تأثیر گرادیان ارتفاعی بر روی ریختار برگ و روزنه گونه *Alnus subcordata* در جنگل‌های مازندران در ده سایت ارتفاعی هر کدام با اختلاف یک‌صد متر ارتفاع از سطح دریا مشخص شد که همبستگی مثبت و معنی‌داری بین ارتفاع از سطح دریا و تعداد دندانه در برگ وجود دارد و عکس این رابطه در ارتباط با صفات طول دمبرگ و عرض پهنک برگ برقرار است، همچنین کمترین شکل‌پذیری متعلق به صفت شکل قاعده برگ بود و بیشترین آن به طول نوک برگ، طول برگ، طول دمبرگ و تعداد دندانه اختصاص داشت، لذا شکل قاعده برگ به‌عنوان بهترین نشانگر در مطالعات آرایه‌شناسی گونه گفته‌شده معرفی شد. Xu و همکاران (۲۰۰۸) در مطالعه‌ای بر روی گونه *Q. acutissima* مشاهده کردند که تفاوت زیادی در صفات ریختاری برگ در مناطق مختلف وجود دارد و اندازه برگ با افزایش شدت نور و میزان کم آب کاهش می‌یابد. Li و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی صفات ریختاری برگ گونه *Q. aquifolioides* در ارتفاعات مختلف مشاهده نمودند که این صفات با تغییرات ارتفاع تغییر می‌یابد، به طوری‌که تا ارتفاع ۲۸۰۰ متر افزایشی و از این ارتفاع به بعد روند کاهشی دارند. نتایج مطالعه بر روی دو گونه *Q. robur* و *petreae* *Q.* نیز نشان داد که اختلافات ریختاری بین گروه‌ها احتمالاً مستقل از جریان ژن بین گونه‌ها است و این اختلافات به محیط بوم‌شناختی متفاوت یا درختان مادری مربوط می‌شود (Bacilieri *et al*., 1996). Jordan و Hill (۱۹۹۴) نیز در مطالعات خود دریافتند که بین اندازه‌های مختلف برگ و تغییرات ارتفاعی ارتباط منفی و معنی‌دار وجود دارد. مطالعات دیگری نیز نشان داده‌اند که صفات برگ در ارتفاعات مختلف تفاوت‌های زیادی با هم دارند (Marshall, Hultine & 2000; Korner 2003).

با توجه به اهمیت گونه برودار در زاگرس از یک‌سو و شناخت بهتر آن از سوی دیگر، در این پژوهش سعی

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

شده است که تنوع مورفولوژی برگ این گونه در دو طبقه ارتفاعی بررسی شود و براساس وجود یا عدم وجود رابطه تنوع ریختاری برگ این گونه با تغییرات محیطی (ارتفاعی) صفاتی که کمترین تغییرات را دارند به‌عنوان نشانگر ریختاری کارآمدتر در شناسایی آن معرفی شوند.

مواد و روش‌ها

برای انجام این تحقیق رویشگاه بانه بخش آرمرده در ۱۷ کیلومتری جنوب‌غربی شهرستان بانه در شمال کردستان به علت حضور توأم سه گونه و حداکثر احتمال وقوع دورگ‌گیری انتخاب شد. این رویشگاه دارای ارتفاع متوسط ۱۵۵۰ متر از سطح دریا و میانگین بارندگی ۷۶۰ میلی‌متر است که در طول جغرافیایی ´۴۵°۴۵ تا ´۵۰°۴۵ شرقی و عرض ´۵۵°۳۵ تا ´۳۶ شمالی واقع است که کمینه ارتفاع ۱۲۵۰ متر و بیشینه ارتفاع آن ۲۰۰۰ متر از سطح دریا می‌باشد. جهت انجام این پژوهش تعداد ۴۰۰ نمونه برگی از ۴۰ پایه درختی به فاصله ۱۰۰ متر (Miles *et al.*, 1995) به دلیل عدم انتخاب درختان فامیل در قسمت خارجی تاج (زرافشار و همکاران، ۱۳۸۸؛ یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۸۹؛ رئیسی و همکاران، ۱۳۹۱) در ارتفاعات مختلف پراکنش این گونه در منطقه (از ارتفاع ۱۵۸۰ متر تا ۱۸۴۴ متر از سطح دریا) جمع‌آوری شد و موقعیت هر پایه درختی توسط دستگاه GPS ثبت شد (شکل ۱).

سپس برگ‌ها اسکن شدند تا بتوان از تصویر تهیه شده از آن‌ها ۲۹ صفت کمی و کیفی که در جدول ۱ آورده شده است، اندازه‌گیری و محاسبه کرد. تمام اندازه‌گیری‌ها (به‌استثنای وزن خشک برگ) با استفاده از نرم‌افزار Image j 1.43 اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک برگ نیز، برگ‌ها در آون در دمای ۷۲ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت قرار داده شدند و سپس با ترازوی دیجیتال، وزن آن‌ها اندازه‌گیری شد (شکل ۲).

تجزیه و تحلیل داده‌ها

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از بسته نرم‌افزار آماری SPSS Ver.20 صورت گرفت. از آنجا که دامنه ارتفاعی پراکندگی گونه مذکور در تحقیق حاضر در فاصله ۱۵۸۰ متر تا ۱۸۴۴ متر از سطح دریا بود، لذا نمونه‌ها به دو طبقه ارتفاعی ۱۷۰۰-۱۵۵۰ و ۱۸۵۰-۱۷۰۰ متر از سطح دریا طبقه‌بندی شدند. برای بررسی نرمال بودن پراکنش داده‌ها از آزمون Kolmogorov–Smirnov استفاده شد. سپس برای مقایسه میانگین صفات با داده‌های دارای پراکنش نرمال از آزمون آماری T-test و برای بررسی و مقایسه صفاتی که دارای داده‌های با پراکنش غیرنرمال و یا داده‌هایی در سطح سنجش ترتیبی، کیفی و یا گسسته بودند از آزمون من‌ویتنی[1] در دو طبقه ارتفاعی استفاده شد. همچنین برای تعیین همبستگی صفات ریختاری با ارتفاع از سطح دریا از همبستگی پیرسون و به‌منظور تعیین همبستگی بین صفات کیفی و ارتفاع از سطح دریا، از همبستگی رتبه‌ای کندال استفاده شد.

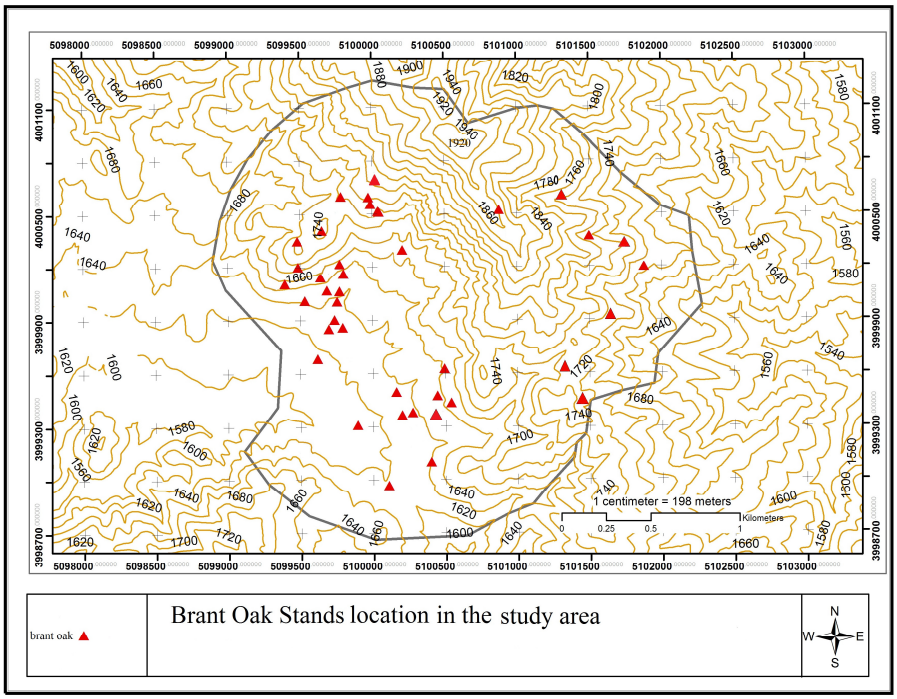
سپس برای مشخص کردن مهم‌ترین صفات مؤثر در تفکیک طبقات ارتفاعی از آنالیز تشخیصی[2] و نیز برای کلاسه‌بندی پایه‌های درختان مورد بررسی از آنالیز تجزیه خوشه‌ای به روش وارد[3] با استفاده از میانگین متغیرهای استاندارد شده انجام شد و فاصله‌ی اقلیدسی نیز به‌عنوان معیار تشابه مورد استفاده قرار گرفت. همچنین مقدار شکل‌پذیری هر یک از صفات با استفاده از محیط نرم‌افزار Microsoft Office-Excell Ver.2013 محاسبه شد. میزان شکل‌پذیری (پلاستیسیتی) هر یک از صفات نیز با استفاده از رابطه (۱) محاسبه شد:

رابطه ۱: $PL= 1-x/X$

PL: شکل‌پذیری (پلاستیستی) پارامتر مورد بررسی، x: کمترین مقدار پارامتر مورد بررسی، X: بیشترین مقدار پارامتر مورد بررسی (Bruschi *et al.*, 2000).

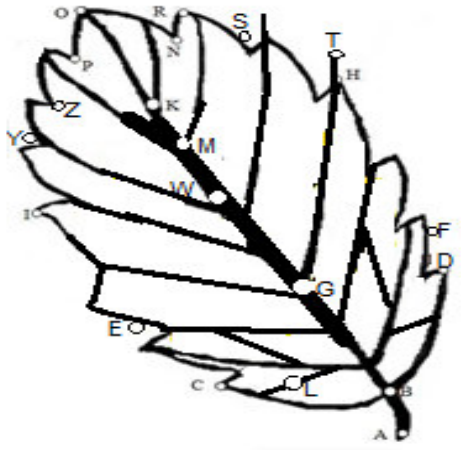
[1] Mann-Whitney
[2] DA
[3] Ward

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۱- موقعیت پایه‌های برودار در منطقه مورد مطالعه

Figure 1. Location of Brant, Oak individuals in the study area



شکل ۲- نحوهٔ اندازه‌گیری صفات مختلف برگ با تغییرات (Taleshi & Babarabi, 2013)

Figure 1. The method of measuring different traits of leaf with modification (Taleshi & Babarabi, 2013)

نتایج

نتایج حاصل از بررسی آزمون تی و آزمون من‌ویتنی نشان داد که از بین تمامی صفات مورد مطالعه، صفت شکل پهنک و تعداد دندانه راست و چپ برگ در دو طبقه ارتفاعی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر داشتند، به‌طوری که مقدار صفت مذکور در طبقهٔ ارتفاعی ایین کمتر از طبقهٔ ارتفاعی بالا می‌باشد (جدول ۲).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۱- صفات مختلف بررسی شده در برگ گونه برودار

Table 1. Different traits investigated of leaf traits for *Q. brantii*

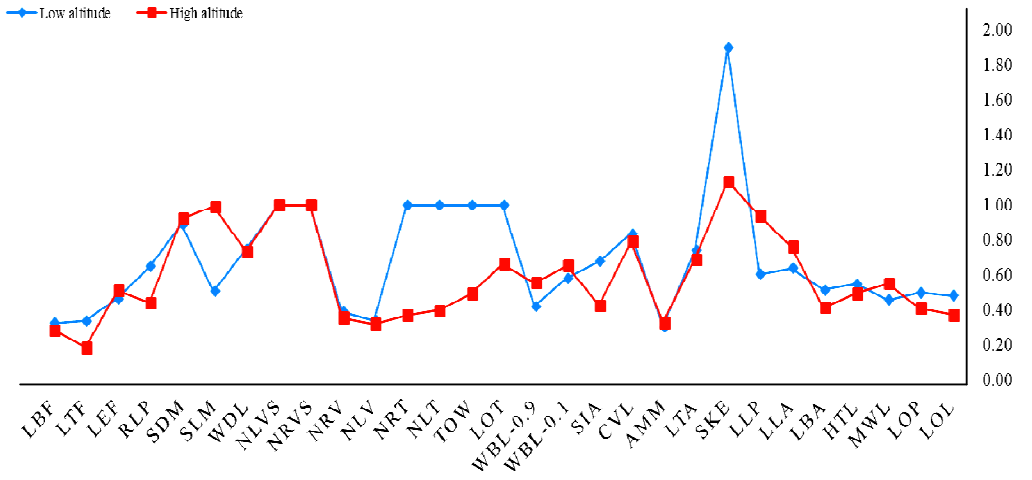
	صفات Attributes	واحد Unit	اختصار Abbreviation
1	Height of the tip to the widest part of the leaf	(mm)	HTL
2	veins Extension	(mm)	CVL
3	Leaf dry weight	(gr)	WDL
4	Skewness		SKE
5	Maximum width of leaf	(mm)	MWL
6	Angle between the major and minor veins	(D)	AMM
7	Sinuses angular of leaf	(D)	SIA
8	Leaf base angle	(D)	LBA
9	Leaf tip angle	(D)	LTA
10	Length of leaf	(mm)	LOL
11	Length of petiole	(mm)	LOP
12	Length of tooth	(mm)	LOT
13	Leaf width at 0.1 length of the base leaf	(mm)	WBL-0.1
14	Leaf width at 0.9 length of the base leaf	(mm)	WBL-0.9
15	Tooth width	(mm)	TOW
16	Leaf perimeter	(mm)	LLP
17	Leaf area	(mm^2)	LLA
18	Number of teeth leaf on the left side		NLT
19	Number of teeth leaf on the right side		NRT
20	Number of secondary veins leaf on the left side		NLVS
21	Number of secondary veins leaf on the right side		NRVS
22	Number of minor veins leaf on the left side		NLV
23	Number of minor veins leaf on the right side		NRV
	صفات محاسبه‌شده		
24	Specific leaf mass	(gr/mm^2)	SLM
25	Specific dry mass	(gr_*mm^2)	SDM
26	Relative length of the petiole	(mm)	RLP
27	Shape leaf		LEF
28	Shape of leaf tip		LTF
29	Shape of leaf base		LBF

همچنین نتیجه آنالیز تابع تشخیص نشان داد که با صحت ۶۶/۷ درصد می‌توان پایه‌های درختی دو طبقهٔ ارتفاعی را از هم تفکیک کرد و صفت تأثیرگذار در جداسازی، تعداد دندانهٔ سمت چپ برگ بود (جدول ۳). طبق نتایج همبستگی نیز صفت زاویه قاعده با ارتفاع از سطح دریا دارای همبستگی منفی معنی‌دار و صفات تعداد دندانهٔ چپ، تعداد دندانهٔ راست، تعداد رگبرگ راست، تعداد رگبرگ چپ و شکل پهنک

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

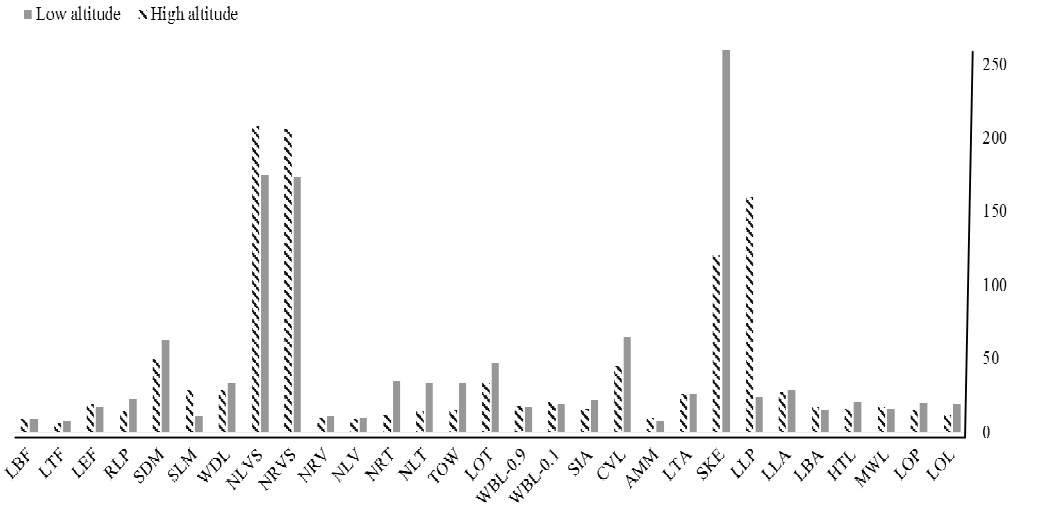
دارای همبستگی مثبت و معنی‌دار با ارتفاع از سطح دریا بودند (جدول ۴).

همچنین شکل‌پذیری تمام صفات به‌جز محیط برگ، مساحت برگ، پهن‌ترین قسمت برگ، عرض پهنک در ۰/۹ طول از قاعده و SLM در طبقهٔ ارتفاعی پایین بیشتر از طبقهٔ ارتفاعی بالا بود، همچنین در هر دو طبقهٔ ارتفاعی، شکل نوک برگ و زاویهٔ رگبرگ اصلی و فرعی کمترین مقدار و صفت چولگی بیشترین میزان شکل‌پذیری و ضریب تغییرات را نسبت به شرایط محیطی از خود نشان دادند. در مجموع پایه‌های واقع در طبقهٔ ارتفاعی پایین مقدار شکل‌پذیری (۰/۶۸۶) بالاتری نسبت به طبقهٔ ارتفاعی بالا (۰/۵۹۴) داشتند (شکل‌های ۳ و ۴).نتایج به‌دست آمده از آنالیز کلاسه‌بندی نیز پایه‌ها را در سه کلاسه قرار داد و در هر کلاسه پایه‌های واقع در دو طبقهٔ ارتفاعی به‌صورت مختلط قرار گرفتند (شکل ۵). طبق آنالیز تشخیصی نیز صحت خوشه‌بندی کلاسه‌های مذکور ۹۷/۵ درصد تعیین شد که صفات جداکننده خوشه‌ها حداکثر عرض پهنک، مساحت برگ، زاویه سینوسی و طول دندانه بودند.



شکل ۳- نمودار شکل‌پذیری صفات برگ گونهٔ برودار در دو طبقهٔ ارتفاعی

Figure 3. Plasticity of leaf traits for *Q. brantii* at two altitude classes



شکل ۴- نمودار ضریب تغییرات صفات برگ گونهٔ برودار در دو طبقهٔ ارتفاعی

Figure 4. Coefficient of variations of leaf traits for *Q. brantii* at two altitude classes

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

جدول ۲- مقایسه میانگین و ضریب تغییرات صفات برگ گونهٔ برودار

Table 2. Comparing means and coefficient of variations of leaf traits for *Q. brantiii*

آزمون تی T-test						
ردیف Row	صفت Trait	میانگین Mean		سطح معنی‌داری (Sig.)	اشتباه معیار Std. Error	
		ارتفاع پایین Low altitude (1500-1700)	ارتفاع بالا High altitude (1700-1900)		ارتفاع پایین Low altitude (1500-1700)	ارتفاع بالا High altitude (1700-1900)
1	Height of the tip to the widest part of the leaf (mm)	51.59	55.13	0.31 ns	2.26	2.39
2	veins Extension (mm)	02.23	02.35	0.35 ns	0.10	0.09
3	Leaf dry weight (gr)	00.30	00.29	0.62 ns	0.02	0.02
4	Skewness	00.20	00.37	0.34 ns	0.11	0.12
5	Maximum width of leaf (mm)	41.95	39.30	0.25 ns	1.4	1.8
6	Angle between the major and minor veins (D)	49.93	00. 69	0.88 ns	0.91	1.42
7	sinuses angular of leaf (D)	92.37	90.31	0.74 ns	4.28	4.06
8	Angular leaf base (D)	189.7	170.4	0.06 ns	6.10	8.10
9	Angular leaf tip (D)	82.55	71.87	0.13 ns	0.01	0.01
10	Shape leaf	02.15	02.43	0.04*	0.07	0.12
11	Shape leaf base	00.73	00.73	0.89 ns	0.01	0.01
12	Shape leaf tip	00.66	00.64	0.13 ns	0.01	0.01
13	Length of leaf (mm)	88.90	92.98	0.47 ns	3.52	3.10
14	Length of petiole (mm)	13.71	13.93	0.80 ns	0.57	0.59
15	Length of tooth (mm)	02.20	02.41	0.55 ns	0.21	0.22
16	Relative length of the petiole (mm)	00.15	00.15	0.55 ns	0.00	0.00
17	Leaf width at 0.1 length of the base (mm)	30.68	28.95	0.41 ns	1.25	1.70
18	Leaf width at 0.9 length of the base (mm)	27.81	25.16	0.10 ns	1.00	1.24
19	Tooth width (mm)	07.33	07.91	0.41 ns	0.50	0.33
20	Leaf perimeter (mm)	244.8	253.29	0.14 ns	0.04	0.17
21	Leaf area (mm^2)	2721	2546	0.31 ns	0.06	0.35
22	Specific leaf mass (gr/mm^2)	0.0001	0.0001	0.57 ns	0.02	0.04
23	Specific dry mass ($gr*mm^2$)	977.7	819.3	0.51 ns	0.13	0.39
آزمون من‌ویتنی Mann-Whitney Test						
ردیف Row	صفت Trait	میانگین رتبه Mean Rank		سطح معنی‌داری (Sig)	اشتباه معیار Std. Error	
		ارتفاع پایین Low altitude	ارتفاع بالا High altitude		ارتفاع پایین Low altitude	ارتفاع بالا High altitude
24	Number of teeth leaf on the left side	09.46	12.17	0.03*	0.65	0.42
25	Number of teeth leaf on the right	09.27	12.58	0.03*	0.68	0.37

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

	side					
26	Number of secondary veins leaf on the left side	10.69	08.50	0.21 ns	0.26	0.33
27	Number of secondary veins leaf on the right side	10.69	08.50	0.21 ns	0.29	0.36
28	Number of minor veins leaf on the left side	10.46	09.00	0.59 ns	0.28	0.20
29	Number of minor veins leaf on the right side	10.04	09.92	0.96 ns	0.37	0.15

ns غیرمعنی‌دار، * معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد

ns non-significant, * significant at five percent level, ** significant at the one percent level

جدول ۳- تفکیک پایه‌ها، درصد طبقه‌بندی و صفات تفکیک‌کننده در برگ گونه برودار توسط آنالیز تشخیص

Table 3. Separation of individuals, the percentage classified and separator traits, in *Q. brantii* leaf by Discriminant Analysis

کلاسه‌های ارتفاعی Altitudinal class	کلاسه‌بندی در هر گروه (٪) Classification in each group (%)		
	ارتفاع پایین Low altitude	ارتفاع بالا High altitude	کل Total
ارتفاع پایین Low altitude	56.00	44.00	100.0
ارتفاع بالا High altitude	14.30	85.70	100.0
صفت جداکننده Discriminated trait	Number of teeth on the left leaf		

نتایج تجزیه واریانس صفات تفکیک‌کننده در آنالیز تشخیص برای پایه‌های واقع در سه خوشه به‌وجود آمده در آنالیز خوشه‌بندی نشان داد که صفت عرض پهنک، مساحت برگ و طول دندانه، با هم اختلاف معنی‌دار دارند، به‌طوری که عرض پهنک در خوشه اول کمتر از دو خوشه دیگر، مساحت برگ در خوشه دوم بیشتر از خوشه سوم و خوشه سوم نیز به‌طور معنی‌داری بیشتر از خوشه اول بود (جدول ۴؛ شکل ۶). مقدار طول دندانه نیز در خوشه دوم بیشتر از دو خوشه دیگر بود (جدول ۵؛ شکل ۷).

بحث

در بررسی صفات مورفولوژیک، برگ‌ها از مهم‌ترین اندام‌ها به شمار می‌روند (Wang *et al.*, 2001). مشخصات مورفولوژیک برگ و بررسی مقدار تغییرات آن از جمله صفاتی است که از دیرباز مورد توجه متخصصین و دانشمندان بوده است. این صفات تحت شرایط اقلیمی متفاوت از خود تنوع نشان می‌دهند (Jones & Wilkins, 1971). نتایج این پژوهش نشان داد از بین پارامترهای اندازه‌گیری‌شده، صفات تعداد دندانه چپ و راست برگ در دو طبقه ارتفاعی دارای تفاوت معنی‌دار بوده و مقادیر آن‌ها در ارتفاع بالاتر، بیشتر از ارتفاع پایین می‌باشد؛ که مطابق یافته‌های (Bailey & Sinnott, 1916; Wolfe, 1979, 1993; Wilf, 1997; Jacobs, 1999, 2002; Gregory-Wodzicki, 2000; Kowalski, 2002; Huff *et al.*, 2003; Greenwood *et al.*, 2004; Greenwood, 2005; Royer *et al.*, 2005; Traiser *et al.*, 2005) می‌باشد.

وجود دندانه‌ها در برگ‌ها، عکس درجه حرارت گزارش شده است و علت آن نیز افزایش تبادلات گازی در نتیجه وجود روزنه‌ها و فعالیت بیشتر فتوسنتزی و به

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

حداکثر رساندن تولید کربن در آغاز فصل رویش در شرایطی است که درجه حرارت محدود می‌باشد و گیاهان دسترسی کمتری به مواد مغذی دارند.

جدول ۴- ضرایب همبستگی صفات برگ گونهٔ برودار با ارتفاع از سطح دریا

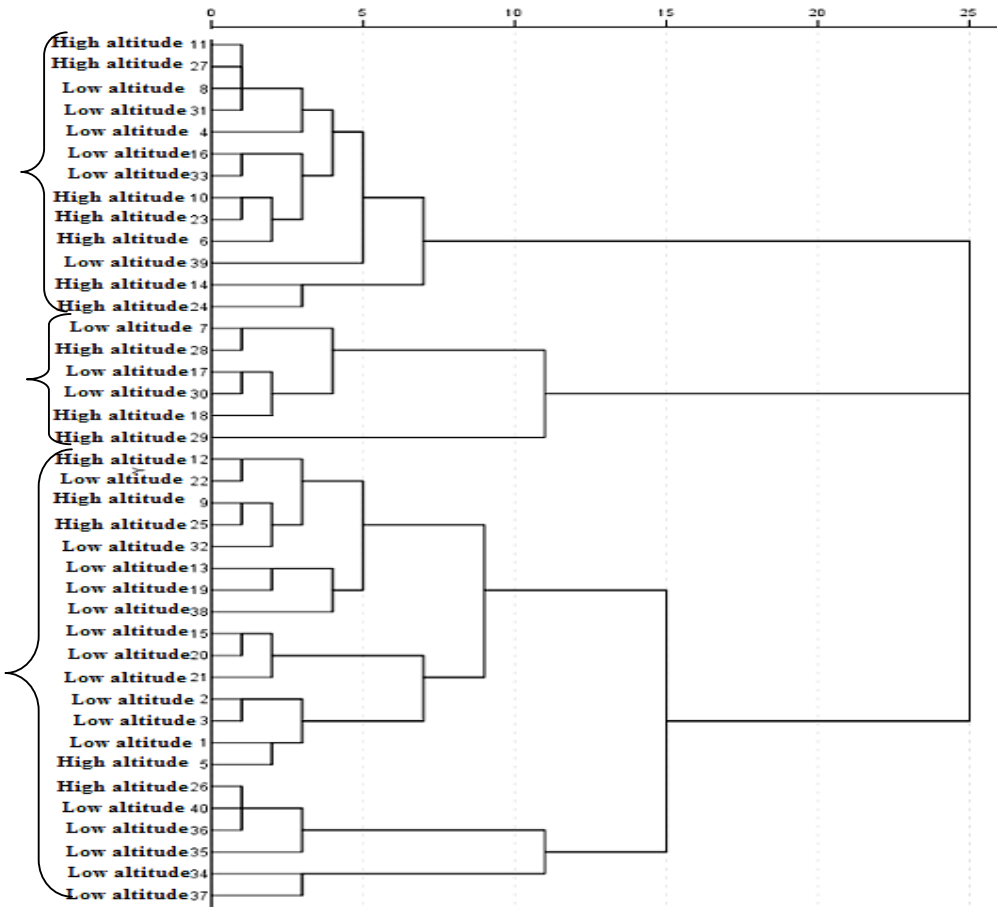
Table 4. Correlation coefficients betwwen leaf traits *of Q.brantii* with altitude

صفت Trait	ضریب همبستگی Correlation coefficient
Height of the tip to the widest part of the leaf	0.084
Extension veins	-0.001
Leaf dry weight	-0.099
Skewness	0.109
Maximum width of leaf	-0.248
Angle between the major and minor veins	0.009
sinuses angular of leaf	-0.094
Angular leaf base	-0.383*
Angular leaf tip	-0.231
Shape leaf	0.402*
Shape leaf base	-0.165
Shape leaf tip	-0.036
Length of leaf	0.115
Length of petiole	-0.070
Length of tooth	0.135
Relative length of the petiole	0.223
Leaf width at 0.1 length of the base	0.265
Leaf width at 0.9 length of the base	0.232
Width of tooth (mm)	0.116
Leaf perimeter	0.156
Leaf area	0.055
Specific leaf mass	0.152
Specific dry mass	-0.010
Number of teeth on the left leaf	0.432**
Number of teeth on the right leaf	0.391*
Number of veins secondary on the left leaf	0.050
Number of veins secondary on the right leaf	-0.214
Number of veins minor on the left leaf	0.339*
Number of veins minor on the right leaf	0.379*

* معنی‌دار در سطح پنج درصد، ** معنی‌دار در سطح یک درصد

* Significant at the five percent level, ** significant at the one percent level

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۵- نمودار درختی حاصل از آنالیز خوشه‌ای صفات برگ گونه برودار

Figure 5. Tree diagram of *Q.brantii* individuals with leaf traits using cluster analysis

جدول ۵- تجزیه واریانس و مقایسه میانگین صفات تفکیک‌کننده کلاسه‌های مختلف

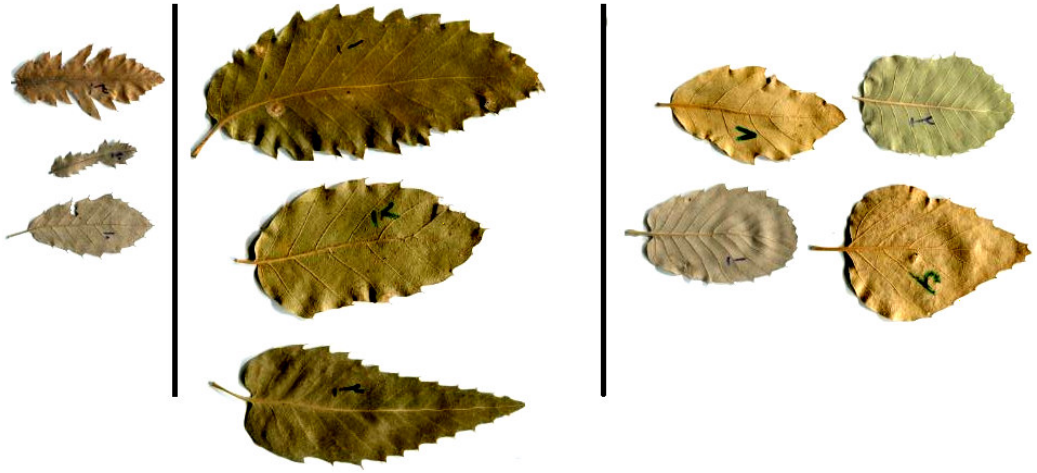
Table 5. Analysis of variance and comparing means of separators traits in different classes

تجـــزیه واریـانـــس و آزمـــون دانـــکن Analysis of variance and Duncan-test						
ردیف Row	صفت Discriminate Traits	میانگین Mean			سطح معنی‌داری (Sig.)	F
		خوشه اول First cluster	خوشه دوم Second cluster	خوشه سوم Third cluster		
1	Maximum width of leaf	35.42 b	44.56 a	44.56 a	0.00	10.52
2	Leaf area	2174.93 c	3564.08 a	2803.06 b	0.00	10.83
3	Sinuses angular of leaf	95.61 a	83.69 a	90.70 a	0.48	0.73
4	Length of tooth	2.17 b	4.15 a	1.89 b	0.00	21.99

حروف متفاوت در هر ردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار است.

Different Alphabets in each row represents a significant difference

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]



شکل ۶ – مساحت برگ و عرض پهنک از چپ به راست: خوشه‌های اول تا سوم

Figure 6. Leaf area and leaf width from left to right: first, second and third clusters



شکل ۷– طول دندانه از چپ به راست خوشه‌های اول تا سوم

Figure 7. Length of tooth from left to right: first, second and third clusters

همچنین تعداد دندانه رابطه مستقیمی با مقدار تعرق در اقلیم سرد دارد زیرا در مقابل هر پالس تولید کربن مقداری آب توسط گیاه از طریق روزنه با پدیده‌های تبخیر، تعرق و تعریق خارج می‌گردد (Royer & Wilf, 2006) و از دست دادن آب در شرایط مرطوب‌تر ارتفاعات بالا مشکلی برای گیاه محسوب نمی‌شود، در نتیجه برگ‌های اقلیم‌های سرد دندانه‌های بیشتری دارند (Royer *et al*., 2008). رگبرگ‌ها مجموعه‌ای از آوندهای چوبی و آبکش هستند که به‌عنوان مجاری انتقال‌دهنده آب و مواد غذایی عمل می‌کنند، در نتایج آنالیز همبستگی مشخص شد که تعداد رگبرگ‌های چپ و راست برگ با افزایش ارتفاع از سطح دریا همبستگی مثبت و معنی‌دار دارند، در شرایط حرارتی ارتفاعات بالا به علت محدودیت درجه حرارت، گیاهان به حداکثر فعالیت فتوسنتزی و انتقال مواد در آغاز فصول رویش نیازمندند، لذا وجود تعداد بیشتر رگبرگ‌ها سبب انتقال بیشتر مواد و آب به برگ‌ها می‌شود (Field *et al*., 2005) و از آنجایی که دامنه ارتفاعی پایین نسبت به دامنه ارتفاعی بالاتر دارای رطوبت کمتر و دمای بیشتری است (Dale *et al*., 2000)، بنابراین بیشتر بودن تعداد رگبرگ‌ها در ارتفاعات بالاتر به‌منظور بیشتر شدن توانایی و ظرفیت گیاه برای نگهداری و توزیع آب می‌باشد (Bohn & Magnasco, 2007). از طرفی در ارتفاعات بالاتر وزش باد و تعدد آن بیشتر می‌باشد، لذا نقش رگبرگ‌ها به‌عنوان نگه‌دارنده و استحکام‌دهنده

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

بافت‌های برگ مورد توجه قرار می‌گیرد (Poorter *et al*., 2009).

شکل پهنک (عرض پهنک در میانه برگ به پهن‌ترین قسمت برگ) در دو طبقه ارتفاعی دارای تفاوت معنی‌دار بوده و در ارتفاع بالاتر، اندازه بزرگ‌تری نسبت به ارتفاع پایین داشت، پژوهش‌های دیگر نیز تنوع در شکل برگ‌ها را ناشی از شیب اکولوژیکی موجود بین مناطق مورد بررسی می‌دانند (یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷)، 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 (Royer *et al*., 2005) این مهم را توجیه می‌کند که مشابه با یافته‌های (Xu & Zhou, 2008) می‌باشد.

نتایج همبستگی صفات مورد مطالعه نشان داد که زاویه قاعده با ارتفاع از سطح دریا دارای ارتباط منفی و معنی‌دار می‌باشد و این مشخصه در ایجاد تغییرات در مقدار نور دریافتی توسط گیاه تغییر می‌نماید، در واقع با افزایش مقدار زاویه قاعده برگ، سطح دریافت نوری آن افزایش‌یافته و گیاه را قادر می‌سازد که با ایجاد چنین سازگاری، مقدار نیاز به نور را در ارتفاع پایین تنظیم نماید (یوسف‌زاده و همکاران، ۱۳۸۷).

در نتایج شکل‌پذیری نیز مشخص شد که در دو طبقه ارتفاعی شکل نوک برگ و زاویه رگبرگ اصلی و فرعی کمترین شکل‌پذیری را دارند که می‌توان از این صفات جهت شناسایی گونه برودار استفاده نمود، یکی از محدودیت‌های استفاده از صفات ریخت‌شناختی برگ امکان تأثیرپذیری بالای برخی از آن صفات از محیط می‌باشد. هر چه شکل‌پذیری صفتی در بین پایه‌های مختلف یک ژنوتیپ کمتر باشد، آن صفت به مقدار بیشتری تحت تأثیر ژنتیک قرار دارد (Funk *et al*., 2007). همچنین نتایج نشان داد که دامنه ارتفاعی پایین‌تر شکل‌پذیری بیشتری را نسبت به ارتفاع بالاتر دارد، پس می‌توان گفت گونه حاضر به تعادل بیشتری در ارتفاعات بالا رسیده است که به‌احتمال زیاد در ارتفاعات بالا، گونه برودار به‌دلیل داشتن وراثت‌پذیری بالا کمتر تحت تأثیر شرایط محیطی قرار گرفته است (Sharma & Dunn, 1969; Orlovic *et al*., 1998) و بیشتر به‌صورت ژنتیکی کنترل می‌شود (Gailing *et al*., 2008)، در حالی‌که رویشگاه پایین، حساسیت بیشتری نسبت به شرایط محیطی از خود نشان داده و تحت تأثیر نوسانات محیطی قرار گرفته است (Schoch *et al*., 1980; Beaulieu *et al*., Aasamaa, 2001; Xu & Zhou, 2008; 2008;). از طرفی بیشتر بودن شکل‌پذیری ارتفاع پایین را می‌توان به انجام زراعت دیم در زیراشکوب در ارتفاع پایین نسبت داد که از منظر انبوهی و تراکم، ناهمگنی در عرصه افزایش می‌یابد و ناهمگنی و عدم پیوستگی به وجود آمده، (جزیره‌ای و ابراهیمی رستاقی، ۱۳۸۲) سبب سازگاری‌های متفاوت و متغیر گیاه با محیط شده و لذا در مجموع، تغییرات بیشتری در بین کلیه پایه‌ها مشاهده می‌شود. Grime و همکاران (۱۹۸۵) نیز در مطالعات خود دریافتند که گونه *M. polymorpha* در ارتفاعات بالاتر شکل‌پذیری کمتری دارد اما رئیسی و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تنوع خصوصیات مورفولوژیکی برگ *Q.castaneifolia* بیان کردند که شکل‌پذیری صفات مورد مطالعه در ارتفاعات بالا بیشتر است.

در آنالیز خوشه‌ای نیز هر کدام از پایه‌ها که از نظر ظاهری کاملاً مشابه هستند در یک خوشه قرار گرفتند و خوشه‌های مذکور با صفات حداکثر عرض پهنک، مساحت برگ، زاویه سینوسی و طول دندانه از هم تفکیک شدند؛ در بین مشخصه‌های مذکور، صفات حداکثر عرض پهنک، مساحت برگ و طول دندانه دارای شکل‌پذیری پایین بوده لذا می‌توانند صفات مناسبی جهت شناسایی زیرگونه‌های احتمالی این گونه باشند.

باتوجه به اینکه برگ گونه برودار (*Q.brantii* Lindl.) از تنوع ریختاری بالایی برخوردار است، در پژوهش حاضر مشاهده شد که کلیه پایه‌ها با وجود متنوع بودن در سه زیرگونه احتمالی واقع شدند و محتمل است وقوع لقاح بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای موجب تفکیک این پایه‌ها از هم شده باشد هرچند که برخی تغییرات نیز حاصل پاسخ فیزیولوژیک برگ به

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

نوسانات محیطی بود که تفکیک این صفات متغیر از صفات ثابت‌تر موجب می‌شود که محققین در شناسایی این گونه کمتر دچار سردرگمی شوند.

منابع

جزیره‌ای، م.، ح. و ابراهیمی رستاقی، م. ۱۳۸۲. جنگل‌شناسی زاگرس، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۶۰ ص.

رئیسی، ش.، جلالی، غ.ع.، اسپهبدی، ک. و خورنکه، س.ا. ۱۳۹۱. بررسی تنوع در خصوصیات مرفولوژیکی برگ و میوه بلوط بلندمازو (*Q. castaneifolia*) در ۵ رویشگاه طبیعی جنگل‌های مازندران. مجله پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل، ۱۹(۴): ۱۰۸-۹۳.

زرافشار، م.، اکبری‌نیا، م.، یوسف‌زاده، ح. و ستاریان، ع. ۱۳۸۸. بررسی تنوع در خصوصیات مورفولوژیک برگ و میوه گونه داغداغان (*Celtis australis* L.) در شرایط جغرافیایی مختلف. دو فصلنامه علمی- پژوهشی تحقیقات ژنتیک و اصلاح گیاهان مرتعی و جنگلی ایران، ۱۷(۱): ۹۹-۸۸.

ستاریان، ع.، زرافشار، م. و بابایی‌سوسستانی، ف. ۱۳۹۰. تنوع ریختی برگ جمعیت‌های طبیعی بلوط بلندمازو (*Quercus castaneifolia*) و اوری (*Q. macranthera*) در جنگل‌های خزری. تاکسونومی و بیوسیستماتیک، ۶(۳): ۳۴-۲۵.

مظفریان، و. ۱۳۸۳. درختان و درختچه‌های ایران، تهران، انتشارات فرهنگ معاصر. ۱۰۰۲ ص.

نادری شهاب، م. ۱۳۹۱. بلوط‌های ایران، چاپ اول، انتشارات آزادپیما، ۲۷۲ ص.

یوسف‌زاده، ح.، اکبریان، م.ر. و اکبری‌نیا، م. ۱۳۸۷. بررسی تنوع برگ درخت انجیلی در شیب ارتفاعی در شرق مازندران. رستنی‌ها، ۹(۲): ۱۸۸-۱۷۹.

یوسف‌زاده، ح.، طبری، م.، حسین‌زاده کلاگر، ا.، اسدی، م.، ستاریان، ع. و زارع، ح. ۱۳۸۹. تنوع ریختی برگ نمدار (*Tilia* spp.) در جنگل‌های هیرکانی. مجله تاکسونومی و بیو سیستماتیک، ۲(۲): ۲۴-۱۱.

Aasamaa, K., Sober, A. & Rahi, M. 2001. Leaf anatomical characteristics associated with shoot hydraulic conductance, stomatal conductance and stomatal sensitivity to changes of leaf water status in temperate deciduous trees. Functional Plant Biology, 28(8): 765-774.

Akbarian, M.R., Tabari, M., Akbarinia, M., Zarafshar, M., Meave, J.A., Yousefzadeh, H. & Sattarian, A. 2011. Effects of elevational gradient on leaf and stomatal morphology of Caucasian alder (*Alnus subcordata*) in the Hyrcanian forest, Iran. Folia Oecologica, 38(1): 1.

Bacilieri, R., Ducousso, A. & Kremer, A. 1996. Comparison of morphological characters and molecular markers for the analysis of hybridization in sessile and pedunculate oak. In Annales Des Sciences Forestières, 53(1): 79-91.

Bailey, I.W. & Sinnott, E.W. 1916. The climatic distribution of certain types of angiosperm leaves. American Journal of Botany, 3(1): 24-39.

Beaulieu, J.M., Leitch, I.J., Patel, S., Pendharkar, A. & Knight, C.A. 2008. Genome size is a strong predictor of cell size and stomatal density in angiosperms. New Phytologist, 179(4): 975-986.

Bohn, S. & Magnasco, M.O. 2007. Structure, scaling, and phase transition in the optimal transport network. Physical Review Letters, 98(8): 088702.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

Bruschi, P., Vendramin, G.G., Bussotti, F. & Grossoni, P. 2000. Morphological and molecular differentiation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus pubescens* Willd. (Fagaceae) in northern and central Italy. Annals of Botany, 85(3): 325-333.

Dale, V.H., Joyce, L.A., McNulty, S. & Neilson, R.P. 2000. The interplay Between climate change, forests, and disturbances. Science of the Total Environment, 262(3): 201–204.

Feild, 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. Plant, Cell & Environment, 28(9): 1179-1190.

Ferris, R., Long, L., Bunn, S.M., Robinson, K.M., Bradshaw, H.D., Rae, A.M. & Taylor, G. 2002. Leaf stomatal and epidermal cell development: identification of putative quantitative trait loci in relation to elevated carbon dioxide concentration in poplar. Tree Physiology, 22(9): 633-640.

Funk, J.L., Jones, C.G. & Lerdau, M.T. 2007. Leaf-and shoot-level plasticity in response to different nutrient and water availabilities. Tree Physiology, 27(12): 1731-1739.

Gailing, O., Langenfeld-Heyser, R., Polle, A. & Finkeldey, R. 2008. Quantitative trait loci affecting stomatal density and growth in a *Quercus robur* progeny: implications for the adaptation to changing environments. Global Change Biology, 14(8): 1934-1946.

Greenwood, D.R. 2005. Leaf form and the reconstruction of past climates. New Phytologist, 166(2): 355-357.

Greenwood, D.R., Wilf, P., Wing, S.L. & Christophel, D.C. 2004. Paleotemperature estimation using leaf-margin analysis: is Australia different?. Palaios, 19(2): 129-142.

Gregory-Wodzicki, K.M. 2000. Relationships between leaf morphology and climate, Bolivia: implications for estimating paleoclimate from fossil floras. Paleobiology, 26(4): 668-688.

Grime, J.P., Crick, J.C. & Rincon, J.E. 1985. The ecological significance of plasticity. In Symposia of the Society for Experimental Biology, 40: 5-29

Huff, P.M., Wilf, P. & Azumah, E.J. 2003. Digital future for paleoclimate estimation from fossil leaves? Preliminary results. Palaios, 18(3): 266-274.

Hultine, K.R. & Marshall, J.D. 2000. Altitude trends in conifer leaf morphology and stable carbon isotope composition. Oecologia, 123(1): 32-40.

Jacobs, B.F. 1999. Estimation of rainfall variables from leaf characters in tropical Africa. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 145(1): 231-250.

Jacobs, B.F. 2002. Estimation of low-latitude paleoclimates using fossil angiosperm leaves: examples from the Miocene Tugen Hills, Kenya. Paleobiology, 28(3): 399-421.

Jones, D.A. & Wilkins, D.A. 1971. Variation and adaptation in plant species. London, UK, Heine-mann Educational Books Ltd, 184 p.

Jordan G.J, Hill R.S. 1994. Past and present variability in leaf length of evergreen members of Nothofagus subgenus Lophozonia related to ecology and population dynamics. New Phytologist, 127: 377–390.

Korner, C. 2003. Alpine plant life: functional plant ecology of high mountain ecosystems; with 47 tables. Springer Science & Business Media, 249 p.

Kowalski, E.A. 2002. Mean annual temperature estimation based on leaf morphology: a test from tropical South America. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 188(3): 141-165.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

Li, C.Y., Zhang, X.J., Liu, X.L., Luukkanen, A. & Berninger, F. 2006. Leaf morphological and physiological responses of *Quercus aquifolioides* along an altitudinal gradient, 40(1): 5-13. (In China with English Abstract).

Orlovic, S., Guzina, V., Krstic, B. & Merkulov, L. 1998. Genetic variability in anatomical, physiological and growth characteristics of hybrid poplar (*Populus x euramericana* Dode (Guinier)) and eastern cottonwood (*Populus deltoides* Bartr.) clones. Silvae genetica, 47(4): 183-189.

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.

Royer, D.L. & Wilf, P. 2006. Why do toothed leaves correlate with cold climates? Gas exchange at leaf margins provides new insights into a classic paleotemperature proxy. International Journal of Plant Sciences, 167(1): 11-18.

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.

Royer, D.L., Wilf, P., Janesko, D.A., Kowalski, E.A. & Dilcher, D.L. 2005. Correlations of climate and plant ecology to leaf size and shape: potential proxies for the fossil record. American Journal of Botany, 92(7): 1141-1151.

Schoch, P.G., Zinsou, C. & Sibi, M. 1980. Dependence of the stomatal index on environmental factors during stomatal differentiation in leaves of *Vigna sinensis* L. 1. effect of light intensity. Journal of Experimental Botany, 31(5): 1211-1216.

Sharma, G.K. & Dunn, D.B. 1969. Environmental modifications of leaf surface traits in *Datura stramonium*. Canadian Journal of Botany, 47(8): 1211-1216.

Taleshi, H. & Babarabi, M.M. 2013. Leaf morphological variation of *Quercus brantii* Lindl. along an altitudinal gradient in Zagros forests of Fars Province, Iran. European Journal of Experimental Biology, 3(5): 463-468.

Traiser, C., Klotz, S., Uhl, D. & Mosbrugger, V. 2005. Environmental signals from leaves–a physiognomic analysis of European vegetation. New Phytologist, 166(2): 465-484.

Wang, Y.F., Ferguson, D.K., Zetter, R., Denk, T. & Garfi, G. 2001. Leaf architecture and epidermal characters in Zelkova, Ulmaceae. Botanical Journal of the Linnean Society,136(3): 255-265.

Wilf, P. 1997. When are leaves good thermometers? A new case for leaf margin analysis. Paleobiology, 23(3): 373-390.

Wolfe, J.A. 1979. Temperature parameters of humid to mesic forests of eastern Asia and relation to forests of other regions of the northern hemisphere and Australasia (No. 1106). US Govt. Print. Off, 37 p.

Wolfe, J.A. 1993. A method of obtaining climatic parameters from leaf assemblages (No. 2040). USGPO; For sale by USGS Map Distribution,71 p.

Xu, Z. & Zhou, G. 2008. Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. Journal of experimental botany, 59(12): 3317-3325.

Xu, F., Guo, W., Xu, W. & Wang, R. 2008. Habitat effects on leaf morphological plasticity in Quercus acutissima. Acta biologica eracoviensia, 50(2): 19-26.

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

Journal of Zagros Forests Researches, Vol: 2(2), 2016

Leaf Morphology Variation in Brant, Oak (*Quercus brantii* Lindl.) in Relation to Altitude Gradient

Sabrieh Moradi [1], Roghayeh Zolfaghari [2, *]

[1] *M.Sc. Student of Yasouj University, Yasouj, Iran*
[2] *Associate Professor, Department of forestry & Natural Resources and Environment Institute, Yasouj University, Yasouj, Iran*
[*] Corresponding author, E-mail address: zolfaghari@yu.ac.ir

Received: 16.01.2016 Accepted: 17.03.2016

Abstract

Morphological characteristics of individuals are due to hereditary and environmental factors. Regarding to the importance of leaf morphology in systematics investigations and bearing up the effects of environmental variations, especially altitudinal variations on these traits, the differentiation feasibility of brant oak in a restricted altitudinal gradient is investigated. A total number of 400 leaves from 40 individual ramets in Armarde, in an altitudinal ranges from 1580 to 1844 meters above sea level were sampled and 29 quantitative and qualitative traits were measured. The results revealed that the number of teeth and the shape of leaf at lower altitudes are lesser than higher altitudes. Also, leaf base angle has a negative and significant correlation with the altitude. In two altitudinal classes, the shape of leaf tip and the angle of midrib and vein, showed the lowest plasticity and coefficient of variation with respect to environmental conditions. Ramets were classified in three different classes based on cluster analysis and the separator traits were the maximum leaf width, leaf area and sinusoidal angle. Considering the fact that the separator traits would not showed any significant association with altitude, it seems that some variations might be likely due to physiological response of leaves to environmental variations. However, it's more likely that the occurrence of inter and intra specific hybridization between brant´s oak species would culminated in separation of the individuals.

Keywords: Plasticity, Zagros, Systematic, Hybridization

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]

Translated references

Jazirehii, M.H. & Ebrahimi Rostaqi, M. 2003. Silviculture of the Zagros forests, Tehran University Press, 560 p. (In Persian).

Mozaffarian, V. 2004. Trees and shrubs Iran. Tehran, publisher of Farhange Moaser. 1002 p. (In Persian).

Naderi Shahab, M. 2012. Iranian oak, Azadpayma Press, 272 p. (In Persian).

Reisi, Sh., Jalali, Gh.A., Espahbodi, K. & Khoranke, S. 2013. Study on the Diversity in Leaf and Fruit Morphological Characteristics of *Quercus castaneifolia* in Five Natural Habitats at Mazandaran Forests. Journal of Wood & Forest Science and Technology, 19(4): 93-108. (In Persian with English Abstract).

Sattarian, A., Zarafshar, M. & Babaie Sustani, F. 2011. Leaf morphological variability between natural populations of *Quercus castaneifolia* and *Q. macronthera* in Caspian forest. Taxonomy and Biosystematics, 6(3): 25-34. (In Persian with English Abstract).

Yosefzade, H., Akbarian, M.R., Akbarinia, M. 2008. Variation in leaf morphology of Parrotia persica along an elevational gradient in eastern Mazandaran province (N. Iran). Rostaniha, 9(2): 179-188. (In Persian with English Abstract).

Yosefzadeh, H., Tabari, M., Hoseinzadeh Colagar, A., Assadi, M., Sattarian, A. & Zare, H. 2010. Variation in leaf morphology of *Tilia* spp. of in Hyrcanian forests. Taxonomy and Biosystematics, 2(2): 11-24. (In Persian with English Abstract).

Zarafshar, M., Akbarinia, M., Yosefzade, H. & Sattarian, A. 2009. The survey of diversity in leaf and fruit morphological characters of *Celtis australis* in various geographical conditions. Iranian Journal of Rangelands and Forests Plant Breeding and Genetic Research, 17(1): 88-99. (In Persian with English Abstract).

[Downloaded from yujs.yu.ac.ir on 2026-11-13]