

تنوع ریختی برگ بین جمعیت‌های طبیعی بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) و اوری (*Q. macranthera*) در جنگل‌های خزری

علی ستاریان*، گروه جنگلداری، مجتمع آموزش عالی گنبد کاووس، ایران
مهرداد زرافشار، گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نوره، ایران
فریبا بابایی سوستانی، گروه جنگلداری، دانشگاه تربیت مدرس، نوره، ایران

چکیده

در راستای بررسی تنوع مورفولوژیک برگ بین جمعیت‌های دو گونه بلوط بلند مازو (*Quercus castaneifolia*) و بلوط اوری (*Q. macranthera*) و شناسایی فنوتیپ‌های حد واسط، ۸۰۰ برگ از ۴۰ پایه درختی در چهار جمعیت از این دو گونه، در طول یک گرادیان ارتفاعی، اندازه‌گیری شد. اگر چه این بررسی در مقیاس کوچک انجام شد، ولی نتایج آنالیزهای چند متغیره نشان می‌دهد 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 هستند. برخی از پایه‌ها نیز صفات حد واسط دو جمعیت بلوط بلند مازو و بلوط اوری را نشان داده، در نمودار پراکنش پایه‌های درختی در فضای بین دو محور مختصات در بین پایه‌های دو جمعیت بلوط بلند مازو و بلوط اوری قرار می‌گیرند که شاید بتوان آنها را فنوتیپ‌های حد واسط این دو گونه قلمداد کرد. با وجود این، اظهار نظر قطعی در این رابطه منوط به انجام مطالعات مولکولی در این زمینه است.

واژه‌های کلیدی: جنگل‌های خزری، بلوط، صفات مورفولوژیک، آنالیز چند متغیره

مقدمه

(2009, *et al.*). شایان ذکر است که انجام مطالعات مورفولوژیک در شرایط یکسان محیطی در قالب آزمون‌های نتاج (Progeny Trials) نیز نتایج قانع‌کننده‌ای را فراهم می‌سازد. با وجود این، این گونه مطالعات در مورد گونه‌های درختی محدودیت‌های فراوانی در پی خواهد داشت؛ چرا که در گونه‌های درختی رسیدن به بلوغ، سالیان زیادی به طول می‌انجامد و در چنین شرایطی این گونه مطالعات تنها بر روی

جهت شناسایی تنوع درون و بین گونه‌ای در جمعیت‌های طبیعی گیاهان، مطالعه خصوصیات مورفولوژیک برگ یکی از ابزارهای کارآمد است (Bacon and Spellenberg, 1996) که به طور حتم برای تأیید نتایج حاصل از چنین تحقیقاتی استفاده از مطالعات مولکولی ضروری است (Crawford *et al.*, 1993; Reiseberg and Ellstrand, 1993; Viscosi

مواد و روش‌ها

به منظور انجام این تحقیق، نمونه‌برداری از برگ درختان بلوط در ۳ جمعیت از گونه بلند مازو و یک جمعیت از گونه اوری (جدول ۱) در اواخر مهر ماه که اندام‌های رویشی (برگ) درختان بلوط دوره رشد خود را کامل کرده، به ابعاد نهایی خود می‌رسند (کفاش شب‌بو، ۱۳۸۷) انجام شد. از هر جمعیت ۲۰ درخت بالغ، سالم و شاداب با قطر متوسط انتخاب و تعدادی برگ از تمامی جهات جمع‌آوری شد. سپس از هر درخت ۱۰ برگ به صورت کاملاً تصادفی انتخاب شد (Bruschi *et al.*, 2003; Yousefzadeh *et al.*, 2010; Zarafshar *et al.*, 2010) و در مجموع شاخص‌های مورفولوژیک مناسب ((طول برگ (LL)، حداکثر پهنای برگ (MW)، عرض برگ در ۵۰٪ طول (W1)، عرض برگ در ۹۰٪ طول (W2)، عمق لوب حداکثر (MLL)، عمق سینوس زیر لوب حداکثر (MSD)، موقعیت عرض حداکثر (PMW)) که در شناسایی هیبریدهای جنس بلوط مورد تأکید محققان است (Heredia *et al.*, 2009)، روی ۸۰۰ برگ از ۴ جمعیت مورد بررسی، اندازه‌گیری شد (شکل ۱). پس از جمع‌آوری اطلاعات، با استفاده از نرم‌افزار آماری MINITAB و در قالب یک طرح آماری آشیانه‌ای (Nested ANOVA) تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها انجام شد. همچنین، به منظور کاهش حجم اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶، آنالیز مؤلفه‌های اصلی (PCA) استفاده گردید. شناسایی مهم‌ترین صفات مورفولوژیک تفکیک‌کننده در جمعیت‌ها نیز با استفاده از آنالیز تشخیص (Discriminant analysis) انجام شد (بخشی، ۱۳۸۸).

نهال‌های جوان امکان‌پذیر خواهد بود. به همین سبب، پیشنهاد می‌شود که خصوصیات مورفولوژیک در جمعیت‌های طبیعی و بر روی درختان بالغ با احتیاط مطالعه شود. البته، وجود شرایط ناهمگن اکولوژیک و حضور گونه‌های رقیب برای درختان، از محدودیت‌های قابل ذکر در این روش است (Heredia *et al.*, 2009). در تحقیق حاضر، تنوع مورفولوژیک برگ در بین ۳ جمعیت مجزا و طبیعی بلوط بلند مازو (*Q. castaneifolia*) و ۱ جمعیت بلوط اوری (*Q. macranthera*) بررسی شد. با فرض احتمال حضور فوتیپ‌های حدواسط (هیبرید) در رویشگاه‌های مشترک که برای گونه‌های بلوط دور از انتظار نیست (Valbuena-Carabana *et al.*, 2005)، جمعیت سوم و چهارم در ارتفاعات بالابند جنگل‌های خزری متشکل از گونه بلند مازو و اوری طوری انتخاب شدند که با یکدیگر از لحاظ رویشگاه همپوشانی (Overlap) داشته باشند.

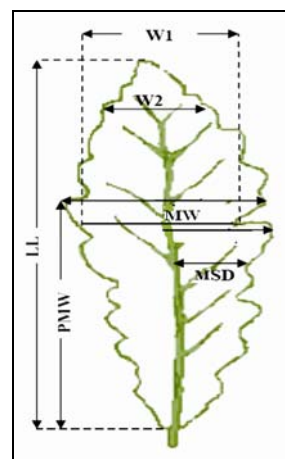
لذا هدف نهایی در پژوهش حاضر، برآورد سطح تنوع برگ در بین جمعیت‌های این دو گونه است که در پایان قادر به ارائه پاسخ منطقی در مورد سؤال‌های ذیل باشد:

- ۱- جمعیت‌های مورد بررسی از گونه بلوط بلند مازو و اوری از لحاظ کدام یک از خصوصیات مورفولوژیک برگ قابل تفکیک هستند؟
- ۲- با توجه به خصوصیات مورفولوژیک برگ، آیا امکان حضور هیبرید بین گونه‌ای در جمعیت‌های مورد بررسی محتمل است؟

جدول ۱- ویژگی‌های مناطق مورد بررسی

تیب گیاهی	طول و عرض جغرافیایی		ارتفاع از سطح دریا (m)	جمعیت
بلوط ممرزستان	36°22'23'' 53°13'53''	36°23'03'' E 53°07'56'' N	۱۰۰	جمعیت اول
راش ممرزستان	53°37'40'' 36°27'30''	52°50'20'' E 36°00'00'' N	۴۰۰	جمعیت دوم
بلوط اوری همراه کرکو	53°37'40'' 36°09'40''	53°31'30'' E 36°12'00'' N	۲۰۰۰	جمعیت سوم جمعیت چهارم

شکل ۱- شاخص‌های مورفولوژیک اندازه‌گیری شده: طول برگ (LL)، حداکثر پهنای برگ (MW)، عرض برگ در ۵۰٪ طول (W1)، عرض برگ در ۹۰٪ طول (W2)، عمق لوب حداکثر (MLL)، عمق سینوس زیر لوب حداکثر (MSD)، موقعیت عرض حداکثر (PMW).



مشاهده نمی‌شود (شکل ۲).

نتایج آنالیز واریانس با استفاده از طرح آشیانه‌ای نیز گویای آن است که تمامی شاخص‌های مورد مطالعه بین چهار جمعیت بلوط از لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار هستند (جدول ۲).

ارزیابی درصد ضریب تغییرات (CV) به طور آشکار نشان می‌دهد که جمعیت سوم در اکثر صفات دارای حداکثر تغییرات است (شکل ۳).

البته، محاسبه ضریب همبستگی پیرسون در رابطه با سه جمعیت بلند مازو نیز نشان می‌دهد که با افزایش ارتفاع از سطح دریا اکثر صفات مربوط به ابعاد برگ کاهش می‌یابد (جدول ۳).

نتایج آنالیز مؤلفه‌های اصلی نشان می‌دهد که سه مؤلفه اول ۸۷ درصد واریانس‌ها را به خود اختصاص داده‌اند (جدول ۴) که سهم محور اول ۴۶/۱۴٪، سهم محور دوم ۲۴/۹۳٪ و سهم محور سوم ۱۵/۶۴٪ بوده است. در مؤلفه اول، بیشترین سهم واریانس‌ها به صفات

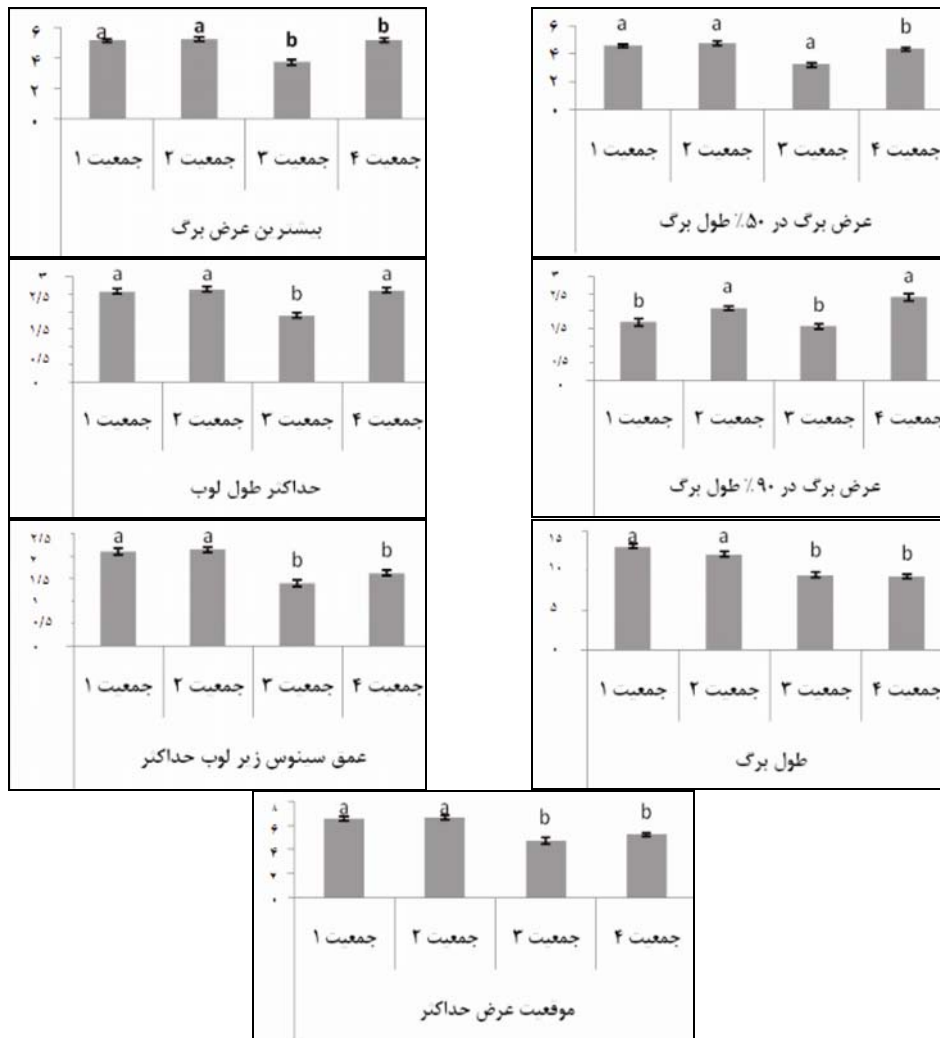
نتایج

مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از روش دانکن نشان داد که در اکثر صفات مورد مطالعه توده‌های بلوط اوری نسبت به توده‌های بلوط بلند مازو با مبدأ ارتفاعات پایین‌تر، دارای کمترین مقدار هستند این در حالی است که از لحاظ صفات طول برگ، حداکثر عرض برگ، عمق سینوس زیر لوب بزرگ و فاصله از قاعده تا محل حداکثر عرض بین دو جمعیت اوری و بلند مازو در ارتفاع ۲۰۰۰ متری هیچ اختلاف معنی‌دار آماری دیده نشد.

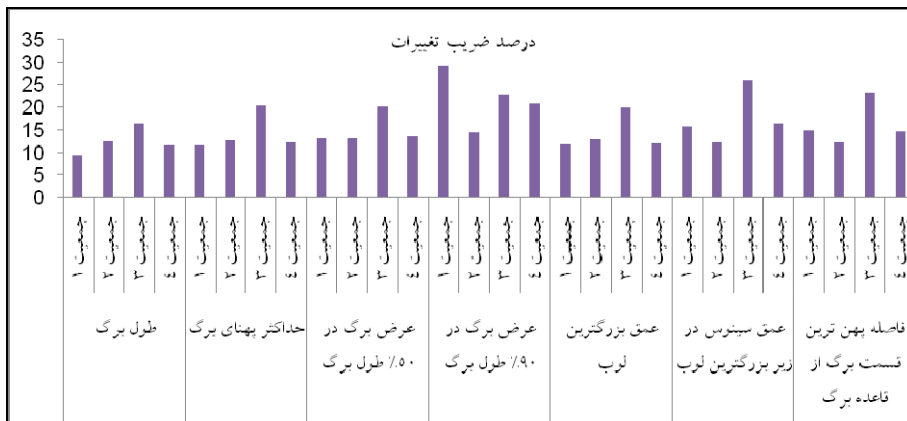
گونه‌های اوری به همراه جمعیت دوم از بلند مازو در صفت عرض برگ در ۹۰ درصد طول مقادیر بالاتری را نشان می‌دهند. جمعیت بلند مازو در ارتفاع ۲۰۰۰ متر (جمعیت سوم) در اکثر صفات در مقایسه با جمعیت‌های اول و دوم در ارتفاعات پایین‌تر دارای کمترین مقادیر است. البته، از لحاظ عرض برگ در ۵۰ درصد طول برگ بین سه جمعیت یاد شده تفاوتی

برگ تا حداکثر عرض دارای بیشترین سهم واریانس هستند (جدول ۵).

طول برگ، حداکثر پهنای برگ، عمق سینوس زیر لوب حداکثر مربوط است و در مقابل، در مؤلفه دوم صفات عرض برگ در ۹۰٪ طول آن و فاصله قاعده



شکل ۲- مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از روش دانکن



شکل ۳- ضریب تغییرات صفات مورد مطالعه در چهار جمعیت مورد بررسی

جدول ۲- نتایج آنالیز واریانس با طرح آشیانه‌ای (طول برگ (LL)، حداکثر پهنای برگ (MW)، عرض برگ در ۵۰٪ طول (W1)، عرض برگ در ۹۰٪ طول (W2)، عمق لوب حداکثر (MLL)، عمق سینوس زیر لوب حداکثر (MSD)، موقعیت عرض حداکثر (PMW))

صفات تغییرات	F						
	LL	MW	W1	W2	MLL	MSD	PMW
جمعیت	۴۷۸/۶۴ *	۴۹۰/۴۲ *	۹۸/۵۱۲ *	۶۴۶/۳۲۴ *	۴۲۲/۲۸ *	۵۲۷/۰۸ *	۶۱/۴۳۹ *
درخت (جمعیت)	۸۲/۳۱ *	۶۵/۴۸ *	۱۹/۶۳ *	۴۱۸/۳۷ *	۶۲/۳۷ *	۲۳/۵۰ *	۱۵/۵۲ *

جدول ۳- ضریب همبستگی پیرسون در بین چهار جمعیت مورد بررسی (طول برگ (LL)، حداکثر پهنای برگ (MW)، عرض برگ در ۵۰٪ طول (W1)، عرض برگ در ۹۰٪ طول (W2)، عمق لوب حداکثر (MLL)، عمق سینوس زیر لوب حداکثر (MSD)، موقعیت عرض حداکثر (PMW))

صفات	LL	MW	W1	W2	MLL	MSD	PMW
ضریب همبستگی	-۰/۷۰۳ **	-۰/۵۶۵ **	-۰/۵۷۲ **	۰	-۰/۵۶۴ **	-۰/۵۸۲ **	-۰/۵۳ **
P	۰	۰	۰	۰/۴۰۷	۰	۰	۰
تعداد	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰	۶۰

جدول ۴- درصد واریانس اختصاص یافته به مؤلفه‌های اصلی

محور	مقادیر ویژه	درصد واریانس	درصد واریانس تجمعی
۱	۳/۲۳	۴۶/۱۴۳	۴۶/۱۴۳
۲	۱/۷۴۶	۲۴/۹۳۸	۷۱/۰۸۱
۳	۱/۰۹۵	۱۵/۶۴۵	۸۶/۷۲۶
۴	۰/۷۸۷	۱۱/۲۴	۹۷/۹۶۶
۵	۰/۱۱۶	۱/۶۵۵	۹۹/۶۲۱
۶	۰/۰۲۷	۰/۳۷۹	۱۰۰
۷	۰	۰	۱۰۰

جدول ۵- ریشه مخفی صفات در مؤلفه‌های اصلی

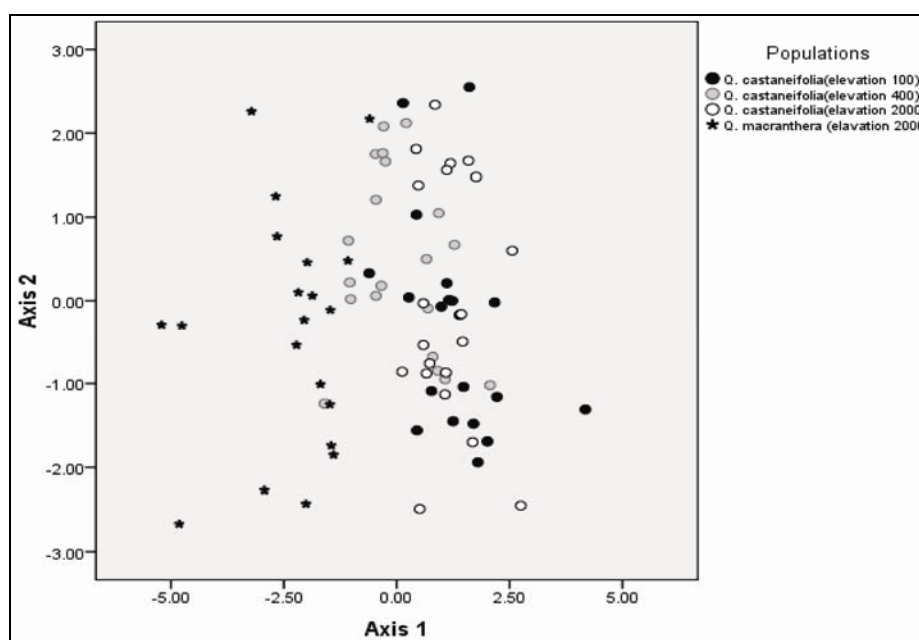
صفات	بردارهای ویژه					
	۱	۲	۳	۴	۵	۶
طول برگ	۰/۴۷۲۵	-۰/۲۷۳۵	-۰/۱۸۹۲	۰/۳۴۷	۰/۱۳۱	۰/۶۸۳۱
حداکثر پهنای برگ	-۰/۵۱۱۵	-۰/۲۱۰۲	-۰/۰۶۱۵	-۰/۲۰۵۰	-۰/۰۵۷۴۷	۰/۲۹۰۸
عرض برگ در ۵۰٪ طول برگ	-۰/۳۷۴۲	-۰/۴۳۸۶	۰/۳۳۳۶	۰/۲۵۵۶	۰/۵۶۹۹	-۰/۰۱۹۴۱
عرض برگ در ۹۰٪ طول برگ	-۰/۱۸۴۶	۰/۲۶۶۳	-۰/۷۸۰۱	۰/۳۴۶	۰/۱۱۷۲	-۰/۲۷۸۶
عمق بزرگترین لوب	۰/۲۴۹۷	-۰/۳۴۶۸	-۰/۳۵۴۶	-۰/۷۴۸۹	۰/۲۸۱۴	-۰/۱۳۶۶
عمق سینوس زیر بزرگترین لوب	۰/۵۲۳۲	-۰/۱	۰/۲۰۷۳	۰/۱۸۰۲	-۰/۳۹۹۷	-۰/۵۲۴۷
فاصله پهن ترین قسمت برگ از قاعده برگ	۰/۰۶۶	۰/۶۹۸۲	۰/۰۲۶۸۱	-۰/۲۴۳۴	۰/۲۷۴۱	۰/۱۹۱۵

در این دسته قرار گرفته‌اند (شکل ۴). صحت گروه‌بندی پایه‌های هر جمعیت بر اساس آنالیز تشخیص نیز تا ۸۰ درصد نتایج گروه‌بندی هر جمعیت را تأیید کرد که در این میان ۱۰۰ درصد گروه‌بندی جمعیت اوری قابل توجه بوده است (جدول ۶). برگ‌های هتروفیلی مربوط به این ۴ جمعیت در شکل ۵ آمده است.

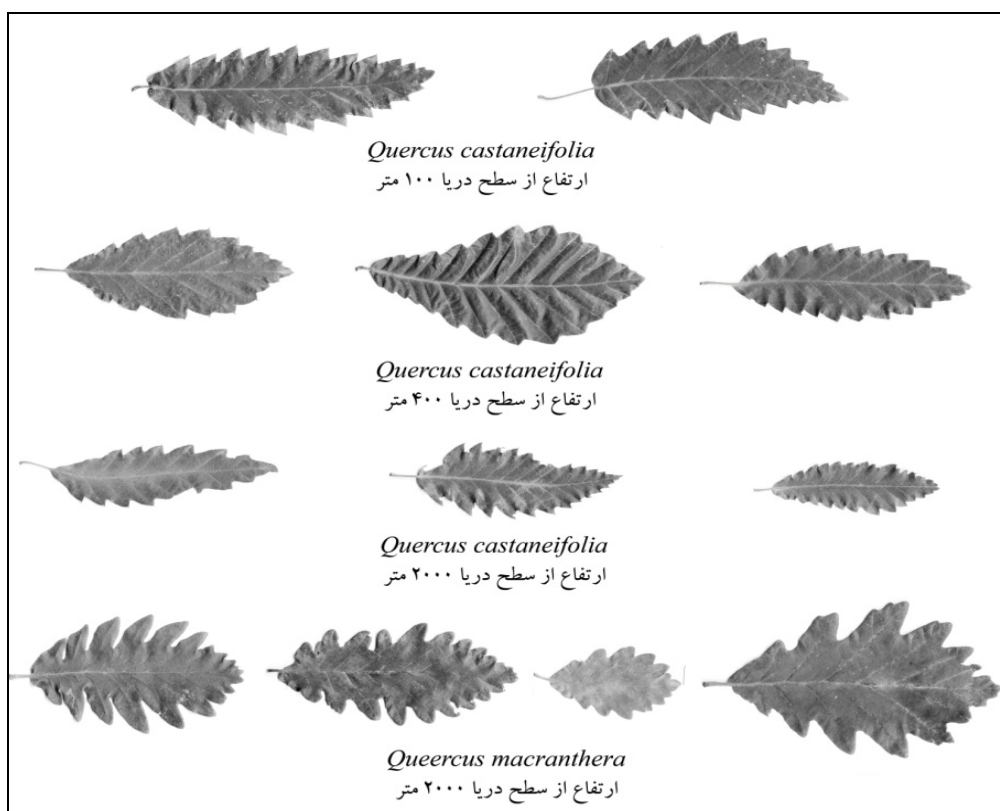
از آن جایی که دو محور اول دارای درصد قابل توجیهی از واریانس‌های توجیحی بودند (حدود ۷۱ درصد) نمودار پراکنش پایه‌های درختی بر روی صفحه مختصات با استفاده از این دو محور انجام شد، که نتایج حاصل از آن نشان می‌دهد که فقط بر اساس محور اول جمعیت اوری به طور واضح در گروهی کاملاً مجزا قابل تفکیک است. البته، چندین پایه از جمعیت دوم نیز

جدول ۶- صحت گروه‌بندی پایه‌ها با استفاده از آنالیز تشخیص

گروه	تعداد در هر گروه	درصد کل				
		۱	۲	۳	۴	
۱	۲۰	۱۵	۵	۰	۰	۷۵
۲	۲۰	۵	۱۲	۳	۰	۶۰
۳	۲۰	۱	۱	۱۷	۱	۸۵
۴	۲۰	۰	۰	۰	۲۰	۱۰۰
واقعی						۷۸۰



شکل ۴- پخش پایه‌های درختی مورد مطالعه از چهار جمعیت، در فضای محور اول و دوم مستخرج از آنالیز مؤلفه‌های اصلی؛ واحد ارتفاع در هر رویشگاه، متر از سطح دریاست.



شکل ۵- تنوع برگ و برگ‌های هتروفیلی در گونه‌های مورد مطالعه در جمعیت‌های مختلف (جمعیت ۱: گونه بلند مازو: ارتفاع ۱۰۰ متری، جمعیت ۲: گونه بلند مازو: ارتفاع ۴۰۰ متری، جمعیت ۳: گونه بلند مازو: ارتفاع ۲۰۰۰ متری، جمعیت ۴: گونه اوری: ارتفاع ۲۰۰۰ متری)

بحث و نتیجه‌گیری

مذکور از لحاظ صفات مورفولوژیک برگ است. که در این راستا صفات طول برگ، حداکثر پهنای برگ، عمق سینوس زیر لوب حداکثر و فاصله قاعده برگ تا حداکثر عرض از مهم‌ترین صفات تشخیصی بین این دو جمعیت است. در تحقیق مشابهی که Kremer و همکاران (۲۰۰۲) برای شناسایی گونه *Q. Petraea* و *Q. robur* انجام دادند، صفات طول برگ، رگبرگ‌بندی برگ و خصوصیات کرک، بیشترین سهم را در تفکیک این دو گونه به خود اختصاص دادند. در تحقیق دیگر Viscosi و همکاران (۲۰۰۹) خصوصیات مورفولوژیک چهار گونه بلوط را ارزیابی کردند که نتایج نشان داد خصوصیات کرک به خوبی قادر به تفکیک گونه *Q. robur* از دو گونه *Q. pubescens* و

به عقیده گیاه‌شناسان، برگ‌های هتروفیلی مهم‌ترین عامل وجود ابهام در شناسایی گونه‌های بلوط است که این موضوع در معرفی گونه‌های بلوط خزری نیز کاملاً مشهود است. ثابتی (۱۳۸۱) چهار گونه *Q. Castaneifolia*, *Q. petraea* (Matt.) Liebl. *Q. atropatena* O.Schwars & *Q. macranthera* Hess را برای جنگل‌های خزری گزارش کرده در حالی که مظفریان (۱۳۸۳) حضور *Q. atropatena* را تأیید نکرده است. در تحقیق حاضر و در یک مقیاس کوچک، تنوع برگ در جمعیت‌های طبیعی دو گونه بلوط بلند مازو و اوری بررسی گردید که نتایج حاصل حاکی از تفکیک جمعیت دو گونه

پخش پایه‌های درختی در فضای دو محور اول استخراج شده از آنالیز مؤلفه‌های اصلی (شکل ۳) نیز نشان می‌دهد که تعدادی از پایه‌های بلوط اوری شباهت زیادی را به گونه بلند مازو نشان می‌دهند و در بین جمعیت‌های این دو گونه قرار گرفته‌اند. در تحقیق مشابهی که بر روی چهار گونه بلوط و هیبریدهای آنها با استفاده از نشانگرهای مورفولوژیک و ژنتیکی انجام شد، تمامی هیبریدها صفات متوسطی از والدین خود را نشان داده، در فضای دو محور حاصل از آنالیز مؤلفه‌های اصلی، بین پایه‌های مادری قرار گرفتند (Viscosi et al., 2009). بنابراین، شاید بتوان پایه‌های واقع شده در بین این دو جمعیت را نیز هیبریدهای محتمل این دو گونه قلمداد کرد؛ گرچه اظهار نظر قطعی در این زمینه مستلزم استفاده از نشانگرهای مولکولی است، زیرا هیبریدها ترکیبی از فنوتیپ والدین خود، با خصوصیات متوسط آنها هستند و از نظر ژنوتیپی همگن نبوده و ترکیب ناهمگنی از ژنوتیپ پایه‌های مادری خود را دارا هستند. که این امر شناسایی آنها را حتی با استفاده از نشانگرهای ژنتیکی دچار مشکل می‌سازد (Viscosi et al., 2009). استفاده از میانگین صفات نیز می‌تواند یکی از مشکلات استفاده از صفات مورفولوژیک در شناسایی هیبریدها باشد که می‌تواند به اشتباه باعث نشان دادن متوسط صفات هیبریدها نسبت به والدین آنها شود که استفاده از تعداد نمونه‌های بیشتر در جمعیت‌های بزرگتر می‌تواند این مشکل را حل کرد.

Q. pyrenaica بوده و صفات شکل پهنک برگ، عمق لوبها، طول پهنک برگ، فاصله قاعده برگ تا حداکثر عرض و عرض لوب‌ها نیز قادر به تفکیک *Q. pyrenaica* از سایر گونه‌هاست (Viscosi et al., 2009).

یافته‌های این تحقیق علی‌رغم تأیید تنوع برگ در بین جمعیت‌های گونه بلند مازو، گویای آن است که با افزایش ارتفاع از سطح دریا، برگ‌های کوچک‌تر، مهم‌ترین استراتژی این گونه برای سازگار شدن با محیط اطراف است؛ چرا که با افزایش ارتفاع از سطح دریا شرایط اکولوژیک، اداپتیکی، اقلیمی و نحوه تابش خورشید تغییر می‌کند (Greeske et al., 1994; Lomolino, 2001; Wang et al., 2003; Korner, 2007) و درختان به ناچار در راستای فرآیند سازگاری (Adaptation) در خصوصیات مورفولوژیک و فیزیولوژیک خود تنوع ایجاد می‌کنند (Langlet, 1971; Turesson, 1992; Velázquez-Rosas et al., 2002). بنابراین، طی این فرآیند بلوط بلند مازو در ارتفاع ۲۰۰۰ متر، شباهت بیشتری را از لحاظ خصوصیات مورفولوژیک به گونه بلوط اوری نشان می‌دهد. تغییرات محیطی به همراه تغییرات ژنتیکی همواره دو عامل کلیدی در ایجاد هیبریدهای بین گونه‌ای محسوب می‌شوند (Petit et al., 2001). بنابراین، با توجه به پراکنش وسیع بلوط بلند مازو و تفاوت در شیب اکولوژیک موجود در این رویشگاه‌ها، همچنین تلاقی رویشگاه‌های این گونه با بلوط اوری، حضور فنوتیپ‌های حدواسط دور از انتظار نیست.

منابع

بخشی، ب. (۱۳۸۸) کاربرد SPSS در تجزیه و تحلیل‌های آماری کشاورزی با مروری بر نرم‌افزارهای Excel و GDA. انتشارات تهران سپهر، تهران.

- ثابتی، ح. (۱۳۸۱) جنگل‌ها، درختان و درختچه‌های ایران. دانشگاه یزد، یزد.
- مظفریان، و. (۱۳۸۳) درختان و درختچه‌های ایران. مؤسسه انتشارات و نشر دانشگاه تهران، تهران.
- Bacon, J. R. and R. Spellenberg (1996) Hybridization in two distantly related Mexican black oaks *Quercus conzattii* and *Quercus eduardii* (Fagaceae: *Quercus*: section Lobatae). SIDA 17: 17-41.
- Borazan, A. and Babac, M. (2004) Morphometric leaf variation in Oaks (*Quercus*) of Bolu, Turkey. *Annales Botanici Fennici* 40:233-242.
- Bruschi, P., Grossoni, P and Bussotti, F. (2003) Within and among tree variation in leaf morphology of *Quercus petraea* (Matt) Liebl. *Natural Population Trees* 17: 164-172.
- Burger, W. C. (1975) The species concept in *Quercus*. *Taxon* 24: 45-50.
- Crawford, D. J., Brauner, S., Crosner, M. B. and Stuessy, T. F. (1993) Use of RAPD markers to document the origin of the intergeneric hybrid 3 *Margyacaena skottsbergii* (Rosaceae) on the Juan Fernandez Island. *American Journal of Botany* 80: 89-92.
- Greeske, J., Aplet, G. and Vitousek, M. P. (1994) Leaf morphology along environmental gradients in Hawaiian *metrosideros polymorpha*. *Biotropica* 26: 17-22.
- Heredia, U. L., Valbuena-Caraban, M., Córdoba, M. and Gil, L. (2009) Variation components in leaf morphology of recruits of two hybridising oaks [*Q. petraea* (Matt.) Liebl. and *Q. pyrenaica* Willd.] at small spatial scale. *European Journal of Forest Research* 128:543-554
- Korner, C. (2007) The use of 'altitude' in ecological research. *Trends in Ecology and Evolution* 22(11): 569-574.
- Kremer, A., Dupouey, L. J., Deans, J. D., Cottrell, J., Csaikl, U. and Finkeldey, R. (2002) Morphological variation in mixedoak stands (*Quercus robur* and *Quercus petraea*) is stable western European population. *Annals of Forest Science* 59: 777-787.
- Langlet, O. (1971) The hundred years of genecology. *Taxon* 20: 656-722.
- Lomolino, M. V. (2001) Elevation gradients of species -density: historical and prospective views. *Global Ecology and Biogeography* 10:3-13.
- Petit, R. J., Csaikl, U. M., Bordács, S., Burg, K., Coart, E., Cottrell, J., van Dam, B. C., Deans, J. D., Dumolin-Lapègue, S., Fineschi, S., Finkeldey, R., Gillies, A., Glaz, I., Goicoechea, P. G., Jensen, J. S., König, A., Lowe, A. J., Madsen, S. F., Mátyás, G., Munro, R. C., Pemonge, M. H., Popescu, F., Slade, D., Tabbener, H., Turchini, D., de Vries, S. M. G., Ziegenhagen, B. and Kremer, A. (2001) Chloroplast DNA variation in European white oaks: phylogeography and patterns of diversity based on data from over 2,600 populations. *Forest Ecology and Management* 156: 5-26.
- Riesberg, L. and Ellstrand, N. C. (1993) What can molecular and morphological markers tell us about plant hybridization?. *Critical Reviews in Plant Science* 12: 213-241.
- Tureson, G. (1992) The genotypical response of the plant species to the habitat. *Hereditas* 3: 211-350.
- Valbuena-Carabana M., Gonzalez-Martinez S. C., Sork V. L., Collada, C., Soto, A. and Goicoechea P. G. (2005). Gene flow and hybridisation in a mixed oak forest (*Quercus pyrenaica* Willd. and *Quercus petraea* (Matts.) Liebl.) in central Spain. *Heredity* 95: 457-465
- Velázquez-Rosas, N., Meave, J. and Vázquez-Santana, S. (2002) Elevational variation of leaf characteristics of montane rain forest at La Chinantla (Oaxaca), México. *Biotropica* 34(4): 534-546.
- Viscosi, V., Fortini, P., Slice, D. E, Loy, A. and Blasi, C. (2009) Geometric morphometric analyses of leaf variation in four oak species of subgenus (Fagaceae). *Plant Biosystems* 143(3): 575-587

- Wang ,G. H., Zhou, G. S., Yang, L. M. and Li, Z. Q. (2003) Distribution, species diversity and life form spectra of plant communities along an altitudinal gradient in the northern slopes of Qilianshan Mountains, Gansu, China. *Plant Ecology* 165(2):169-181.
- Yousefzadeh, H., Tabari, M., Akbarinia, M., Akbarian, M. R. and Bussoti, F. (2010) Morphological plasticity of *Parrotia persica* leaves in eastern of Hyrcanain forest is related to altitude. *Nordic Journal of Botany* 28:344-349.
- Zarafshar, M., Akbarinia, M., Bruschi, P., Hosseini, S. M., Yousefzadeh, H., Taieby. M. and Sattarian, A. (2010) Phenotypic variation of Chestnut (*Castanea sativa* Mill.) natural populations in Hyrcanian forest (North of Iran), revealed by leaf morphometrics. *Folia Oecologica* 37(1): 113-121.

Leaf morphological variability between natural populations of *Quercus castaneifolia* and *Q. macronthera* in Caspian forest

Ali Sattarian *

Department of Forestry, Faculty of Natural Resource, Gonbad Kavus University, Gonbad Kavus, Iran

Mehrdad Zarafshar

Department of Forestry, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Fariba Babaie Sustani

Department of Forestry, Faculty of Natural Resource, Tarbiat Modares University, Noor, Iran

Abstract

To survey leaf morphological variability in natural populations of *Quercus castaneifolia* and *Q. macronthera* and identifying intermediate phenotype, 800 leaves from 40 individual trees in 4 populations were measured. The leaves were sampled along an elevational gradient. Although the current research was done in small scale, the results of multivariate analyzing show that lamina length, lamina maximum width, sinus depth below the maximum lobe and distance from leaf base to the leaf maximum width are the most distinctive characters to distinguish the populations. In the scatter plot, some individuals situated between *Q. castaneifolia* and *Q. macronthera* populations. Maybe these individuals can be assigned as intermediate phenotypes. Decisive suggestion in this regard calls for molecular study.

Key words: Caspian forest, Oak, Morphological traits, Multivariate analyzing

* ali.sattarian@yahoo.com