

الگوی تغییرات درون جمعیتی و بین جمعیتی گونه‌های *Betula sp.* در ایران بر مبنای مورفومتری برگ

محمد اسماعیل پور^۱، کامبیز طاهری آبکنار^۱، علی اعلمی^{۲*} و امیراسلام بنیاد^۱
^۱ گروه جنگلداری، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران
^۲ گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده علوم کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

چکیده

گونه غان دارای خواص ممتاز دارویی و ارزش فراوان در صنایع چوب است و جزو گونه‌های در معرض خطر انقراض محسوب می‌شود. با وجود این، از سطح تنوع ژنتیکی درون جمعیتی و بین جمعیتی آن در ایران اطلاعاتی وجود ندارد. در پژوهش حاضر، برای نخستین بار، از چهار جمعیت مختلف (در مناطق سیاه‌مرزکوه، سنگده، شهرستانک و مارمیشو) از هر جمعیت ۱۰ درخت، از هر درخت ۳۰ برگ از روی شاخه زایا، ۳۰ برگ از روی شاخه نازا جمع‌آوری شد. نتایج نشان داد که جمعیت سیاه‌مرزکوه بیشترین و جمعیت مارمیشو کمترین اندازه برگ را دارند. میانگین صفات اندازه‌گیری شده در برگ شاخه‌های نازا بزرگتر از برگ شاخه‌های زایا بود. صفات زاویه قاعده و تعداد رگبرگ دارای کمترین ضریب تغییرات و صفات عدم تقارن پهنک و اختلاف دو لبه برگ دارای بیشترین ضریب تغییرات بوده، به ترتیب کمترین و بیشترین تنوع فنوتیپی را دارند. از آنجا که تعداد رگبرگ کمترین تغییر را داشت، بنابراین می‌تواند تحت تنظیم ژن‌های کیفی باشد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد سیاه‌مرزکوه دارای مناسب‌ترین جمعیت بوده، می‌تواند در انتقال source-sink به کار رود. آنالیز واریانس چند متغیره برای شاخص‌های مختلف، اختلاف معنی‌داری نشان داد. در آنالیز خوشه‌ای سه خوشه تشکیل شد و تمام درختان منطقه مارمیشو در یک خوشه قرار گرفتند. از آنجا که در اغلب جمعیت‌ها، توزیع جغرافیایی با گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها همخوانی ندارد و این امر می‌تواند به دلیل تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر صفات مورفولوژی باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود از نشانگرهای مولکولی نیز استفاده گردد. تجزیه تشخیص کانونیک نشان داد که عدم تقارن پهنک و طول دم‌برگ نسبی می‌تواند برای بررسی تنوع میان جمعیت‌های گونه غان در آینده استفاده شود.

واژه‌های کلیدی: آنالیز چند متغیره، برگ شاخه‌های زایا و نازا، گونه در معرض انقراض، غان

مقدمه

دارویی (ضد سرطان قوی و پر کاربرد در درمان ایدز

و هپاتیت) است (Zyryanova, 2010). این گونه

گونه غان (*Betula pendula*) دارای خواص ممتاز

است چرا که مدیریت مؤثر منابع ژنتیکی مستلزم داشتن اطلاعات جامع در خصوص اندازه و ساختار جمعیت، پراکنش جغرافیایی و محیط رویشگاه و تنوع بین و درون آنها است.

از نظر مدیریتی نیز حفظ توده جنگلی به صورت پایدار، نیازمند اطلاعاتی در زمینه سطح تنوع بین و درون جمعیت‌ها است (Thormann *et al.*, 1994؛ Salehi Shanjani *et al.*, 2002). بررسی‌ها نشان داده است که مورفولوژی برگ می‌تواند دید مناسبی از روابط تکاملی و فیلوژنی ارائه دهد که این امر گامی مؤثر در حفاظت از اکوسیستم‌های طبیعی است (Thorsen *et al.*, 2007). بررسی‌ها در موضوع مورفولوژی برگ فراوان و وسیع است و پژوهشگران از روش‌ها و شاخص‌های آماری متفاوتی استفاده کرده‌اند (Wilsey *et al.*, 1998؛ Kovacic and Simic, 2001؛ Franiel and Wieski, 2005).

در پژوهش حاضر، برای نخستین بار، الگوی تغییرات بین جمعیتی و درون جمعیتی گونه غان بر مبنای صفات مورفولوژیک برگ در جنگل‌های طبیعی در ایران شفاف‌سازی شده است.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی و نمونه‌گیری

در اواخر تابستان ۱۳۹۰ از چهار رویشگاه اصلی غان در استان‌های آذربایجان غربی، البرز، گلستان و مازندران از هر رویشگاه ۱۰ درخت با فاصله تقریباً ۱۰۰ متر از یکدیگر به طور تصادفی انتخاب و از هر درخت ۳۰ برگ از شاخه‌زایا و ۳۰ برگ از شاخه‌نازا از تمامی جهات تاج و در مجموع ۲۴۰۰ برگ سالم جمع‌آوری شد (جدول ۱).

می‌تواند در حفاظت از خاک و مقابله با بهمن در ارتفاعات استفاده شود و قابلیت کاشت در مناطق سردسیر کشور را نیز دارد. علیرغم نادر بودن رویشگاه‌ها، بومی بودن، در معرض تهدید بودن، ارزش بالای چوب در صنایع مختلف و حفظ سیمای طبیعی کشور توسط این گونه ارزشمند جنگلی، اطلاعاتی در مورد تنوع مورفولوژی درون جمعیتی و بین جمعیتی این گونه وجود ندارد. این امر ممکن است به علت پراکنش محدود آن در ایران و گسترش این گونه در مناطق صعب‌العبور، با آب و هوای نامساعد باشد. به طوری که به علت عدم شناخت محل دقیق رویشگاه، نبودن جاده و دوری راه نمونه‌گیری در این پژوهش با دشواری همراه بود. از اهداف زیربنایی سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری، دستیابی به بهترین روش توسعه جنگل در ارتفاعات بالای جنگل‌های شمال متصل به مراتع کوهستانی است که یقیناً موفقیت این برنامه‌های دراز مدت مستلزم شناخت کافی از ساختار تنوع ژرم پلاسما موجود است. به طور کلی، از نظر مدیریتی حفظ توده جنگلی به صورت پایدار، نیازمند دریافت اطلاعات مستمر در زمینه سطح تنوع ژنتیکی درون و بین جمعیت‌ها است (Thormann *et al.*, 1994). تعیین جمعیت برتر در توسعه جنگل با عنایت به انتقال source-sink (انتقال از جمعیت‌های اهدا کننده به جمعیت‌های در معرض خطر که نوعی برنامه حفاظتی است به طوری که حتی یک فرد می‌تواند با وارد کردن ژن‌های جدید به جمعیت دیگر باعث نجات ژنتیکی و افزایش نرخ مهاجرت شود) و ارزیابی استعداد آنها برای استفاده در کاربری‌های تخصصی مانند قرق، حفاظت و بازسازی از دیگر ضروریات جدید در تحقیقات جنگلداری

طول پهنک (bl به میلی‌متر) و عرض پهنک (bw به میلی‌متر) که از ویژگی‌های مربوط به اندازه برگ هستند. فاصله از قاعده برگ تا عریض‌ترین نقطه پهنک (dlb به میلی‌متر)، زاویه قاعده (alb به درجه)، اختلاف دو لبه برگ (db به میلی‌متر) و عدم تقارن پهنک (fa) از ویژگی‌های مربوط به شکل برگ هستند. تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr)، تعداد دندان بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr)، عدم تقارن پهنک (fa) و طول دم‌برگ نسبی (ptlr).

$$fa = |wl - wr| / (wr + wl)$$

$$wl = \text{اندازه نیمه چپ برگ}$$

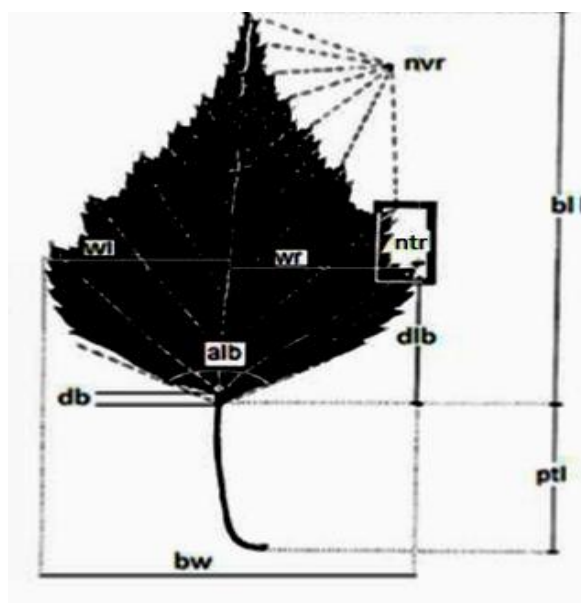
$$wr = \text{اندازه نیمه راست}$$

$$ptlr = ptl/bl \text{ (شکل ۱)}$$

درخت غان دارای شاخه‌های زایا و نازا است: در شاخه زایا، برگ‌ها به صورت متقابل با یکدیگر و شاتون ماده در انتهای آن قرار دارد و در شاخه نازا دو برگ به صورت مخالف یکدیگر قرار گرفته‌اند، بنابراین در این تحقیق برگ‌ها از شاخه‌های زایا و نازا جداگانه جمع‌آوری شد. پس از طی دوره خشک شدن برگ، تعدادی صفت مطابق روش Kovacic و Simic (۲۰۰۱) مربوط به کشور کرواسی انتخاب و به صورت دقیق اندازه‌گیری شد. برای تشخیص این که کدام صفت مورفولوژیک برگ غان در شرایط رویشگاهی ایران بهتر از همه قابلیت ایجاد تمایز و تشخیص دارد، تلاش شد چند صفت دیگر به آن اضافه گردد. صفات انتخاب شده عبارت بودند از: طول دم‌برگ (ptl به میلی‌متر)،

جدول ۱- ویژگی‌های مناطق بررسی شده

جمعیت	استان	ارتفاع از سطح دریا (متر)	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی
سیاه‌مرزکوه	گلستان	۲۳۴۴	۵۵°۰۱'	۳۶°۳۸'
سنگنده	مازندران	۲۵۷۹	۵۳°۱۳'	۳۵°۵۹'
شهرستانک	البرز	۲۴۰۴	۵۱°۲۳'	۳۵°۴۴'
مارمیشو	آذربایجان غربی (مرز ایران و ترکیه)	۱۷۴۱	۴۴°۳۵'	۳۷°۳۴'



شکل ۱- صفات اندازه‌گیری شده بر روی برگ غان: طول دم‌برگ (ptl)، طول پهنک (bl)، عرض پهنک (bw)، فاصله از قاعده برگ تا عریض‌ترین نقطه پهنک (dlb)، زاویه قاعده (alb)، اختلاف دو لبه برگ (db)، تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr) و تعداد دندان بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr).

تجزیه آماری

برای دو نوع تیپ برگ شاخه های زایا و نازا در جمعیت های مختلف، میانگین X ، انحراف معیار SD و ضریب تغییرات CV برای هر صفت محاسبه شد. از نرم افزار SAS برای تحلیل واریانس یک متغیره و چند متغیره استفاده شد. شاخص های بررسی شده برای آنالیز واریانس عبارت بودند از: تیپ برگ، جمعیت، اثر متقابل تیپ و جمعیت، درخت آشیانه شده در جمعیت و اثر متقابل تیپ و درخت آشیانه شده در جمعیت. در تجزیه خوشه ای با روش Ward (۱۹۶۳) برای شناسایی گونه های مورد مطالعه و گروه بندی آنها از نظر تمام صفات اندازه گیری شده از ۴۰ درخت مورد مطالعه استفاده شد. تجزیه تشخیص کانونیک، ترکیبات خطی صفاتی که بیشترین تفاوت را بین گروه ها ایجاد می کند را معرفی می کند (Dillon and Goldstein, 1984). از این تجزیه، در شناسایی صفاتی که در ایجاد تمایز مؤثر هستند، به کار گرفته شد. برای تعیین همبستگی بین صفات مورفولوژیک برگ غان با عامل ارتفاع از سطح دریا از ضریب همبستگی اسپیرمن استفاده شد (Sokal and Rohlf, 1989).

نتایج

به طور کلی، منطقه سیاه مرز کوه در استان گلستان بیشترین و مارمیشو در مرز ایران و ترکیه کمترین خصوصیات مربوط به اندازه برگ (bw ، ptl و bl) را دارند. خصوصیات مربوط به شکل برگ (alb و dlb) اغلب رابطه معکوس با یکدیگر دارند. عمدتاً برای همه صفات میانگین صفت در برگ شاخه های نازا از

زایا بزرگتر بود. صفت db برای برگ شاخه های نازا و زایا مساوی بود، صفت alb بیشترین انحراف معیار را داشت. تعداد رگبرگ کمترین تغییر را در بین جمعیت ها نشان داد (جدول ۲). برای برگ شاخه های زایا کمترین CV مربوط به nvt جمعیت های سیاه مرز کوه و شهرستانک و alb در سنگده و مارمیشو مشاهده شد و بیشترین CV مربوط به db در جمعیت های سیاه مرز کوه و شهرستانک و fa در سنگده و مارمیشو مشاهده شد. برای برگ شاخه های نازا کمترین CV برای صفت nvt در جمعیت های سیاه مرز کوه، مارمیشو و شهرستانک و alb در سنگده مشاهده شد و بیشترین CV برای صفت fa در جمعیت های سیاه مرز کوه، سنگده و شهرستانک و db در مارمیشو بود (جدول ۳).

آنالیز واریانس چند متغیره MANOVA اختلاف معنی داری را برای همه شاخص های تیپ برگ، جمعیت، اثر متقابل تیپ برگ و جمعیت، درخت آشیانه شده در جمعیت و اثر متقابل تیپ و درخت آشیانه شده در جمعیت نشان داد. نتایج ANOVA نشان داد که در تمامی صفات، اثر شاخص های درخت آشیانه شده در جمعیت و اثر متقابل تیپ و درخت آشیانه شده در جمعیت معنی دار بود. اختلاف جمعیتی بین تیپ های برگ اختلاف معنی داری را برای ptl ، $ptlr$ ، dlb و db نشان نداد اما برای جمعیت ها در تمامی صفات اختلاف معنی داری وجود داشت. رابطه بین تیپ برگ و جمعیت به غیر از صفات ntr ، fa و db اختلاف معنی داری برای صفات نداشت (جدول ۴).

جدول ۲- میانگین X، انحراف معیار SD و ضریب تغییرات CV صفات مورفولوژی برگ غان. طول دمبرگ (ptl)، طول پهنک (bl)، عرض پهنک (bw)، فاصله از قاعده برگ تا عریض ترین نقطه پهنک (dlb)، زاویه قاعده (alb)، اختلاف دو لبه برگ (db)، تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr) و تعداد دندانان بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr)، عدم تقارن پهنک (fa) و طول دمبرگ نسبی (ptlr).

صفت	شاخص‌های جمعیت	برگ شاخه‌های نازا				برگ شاخه‌های زایا			
		سیاه‌مرزکوه	سنگنده	شهرستانک	مارمیشو	سیاه‌مرزکوه	سنگنده	شهرستانک	مارمیشو
	X (mm)	۲۲/۸	۱۹/۱	۲۱/۸	۱۸/۰	۱۷/۴	۲۰/۳	۱۶/۹	
Ptl	SD (mm)	۴/۹	۳/۶	۵/۰۶	۴/۳	۳/۳۹	۳/۹	۴/۳	
	CV (%)	۲۱/۷	۲۰/۴	۲۳/۱	۲۳/۰	۱۹/۴	۱۹/۱	۲۴/۵	
	X (mm)	۶۲/۳	۵۶/۴	۵۹/۵	۵۵/۸	۵۳/۷	۵۵/۹	۵۲/۴	
Bl	SD (mm)	۱۱/۲	۸/۰	۹/۰۶	۷/۷۶	۹/۲۴	۸/۱۶	۸/۰۵	
	CV (%)	۱۷/۹	۱۴/۸	۱۵/۲	۱۳/۱۹	۱۴/۵	۱۴/۵	۱۵/۰	
	X (mm)	۳۶/۹	۳۳/۵	۳۶/۸	۳۱/۹	۳۶/۱	۳۶/۶	۳۳/۲	
Ptlr	SD (mm)	۶/۵	۶/۳	۶/۷	۶/۲	۶/۴	۶/۰	۶/۳	
	CV (%)	۱۷/۶	۱۸/۹	۱۸/۲	۱۹/۵	۱۸/۷	۱۶/۳	۱۹/۱	
	X (mm)	۵۱/۷	۴۶/۸	۴۷/۵	۴۸/۴	۴۳/۶	۴۳/۶	۳۷/۲	
Bw	SD (mm)	۹/۲	۶/۸	۷/۳	۷/۹	۸/۸	۸/۱	۵/۰۹	
	CV (%)	۱۷/۸	۱۴/۶	۱۵/۴۸	۱۶/۳	۱۸/۵	۱۸/۵	۱۳/۶	
	X (mm)	۱۸/۲	۱۶/۲	۱۷/۷۱	۱۶/۱۴	۱۷/۴۳	۱۶/۸	۱۷/۰	
Dlb	SD (mm)	۴/۴	۴/۰	۴/۲۹	۳/۱	۴/۵۱	۴/۵۱	۵/۵	
	CV (%)	۴۲/۲	۲۴/۸	۴۲/۲	۱۹/۲	۲۵/۸	۲۵/۸	۳۱/۱	
	X (mm)	۱۶۸/۷	۱۶۷/۳	۱۵۹	۱۵۲/۳	۱۴۶/۱	۱۴۶/۱	۱۱۷/۲	
Alb	SD (mm)	۲۹/۸	۱۹/۲	۲۷/۹	۲۴/۳	۲۷/۴۸	۲۷/۴۸	۱۲/۰	
	CV (%)	۱۷/۶	۱۱/۴	۱۷/۶	۱۶	۱۸/۷۸	۱۸/۷۸	۱۰/۲	
	X	۸/۳	۸/۲	۸/۱	۷/۴	۷/۹	۷/۹	۶/۸	
Nvr	SD	۱/۱	۰/۹	۱/۰	۰/۹۵	۱/۰	۱/۰	۱/۰	
	CV (%)	۱۳/۱	۱۱/۸	۱۲/۴	۱۲/۸	۱۳/۱	۱۳/۱	۱۴/۸	
	X	۴/۷	۴/۲	۵/۰	۳/۱	۳/۶۸	۳/۶۸	۲/۳	
Ntr	SD	۱/۶	۱/۳۷	۱/۵	۰/۸	۱/۱۸	۱/۱۸	۰/۴۹	
	CV (%)	۳۳/۹	۳۲/۰۷	۳۰/۰۸	۲۸	۳۴/۲	۳۴/۲	۲۱/۴	
	X (mm)	۲/۷۹	۳/۰	۳/۰۱	۰/۰۳	۳/۱	۳/۱	۰/۰۴	
Fa	SD (mm)	۱/۲	۱/۴	۱/۴	۰/۰۲	۱/۳۸	۱/۳۸	۰/۰۲	
	CV (%)	۴۵/۴۷	۴۷/۴۸	۴۶/۴	۴۵/۵۸	۴۶/۱۷	۴۶/۱۷	۴۲/۳	
	X (mm)	۰/۵	۰/۵	۰/۲	۰/۵	۰/۵۷	۰/۵۷	۰/۴۸	
Db	SD (mm)	۰/۲	۰/۲	۰/۰۹	۰/۲	۰/۲۸	۰/۲۸	۰/۱۸	
	CV (%)	۴۴/۷	۴۳/۹	۴۴/۷	۴۵/۹	۴۸/۹	۴۸/۹	۳۷/۰	

جدول ۳- میانگین X ، انحراف معیار SD و ضریب تغییرات CV صفات برای ۱۲۰۰ برگ شاخه‌های نازا و ۱۲۰۰ برگ شاخه‌های زایا. طول دمبرگ (ptl)، طول پهنک (bl)، عرض پهنک (bw)، فاصله از قاعده برگ تا عریض ترین نقطه پهنک (dlb)، زاویه قاعده (alb)، اختلاف دو لبه برگ (db)، تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr) و تعداد دندان‌ها بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr)، عدم تقارن پهنک (fa) و طول دمبرگ نسبی (ptlr).

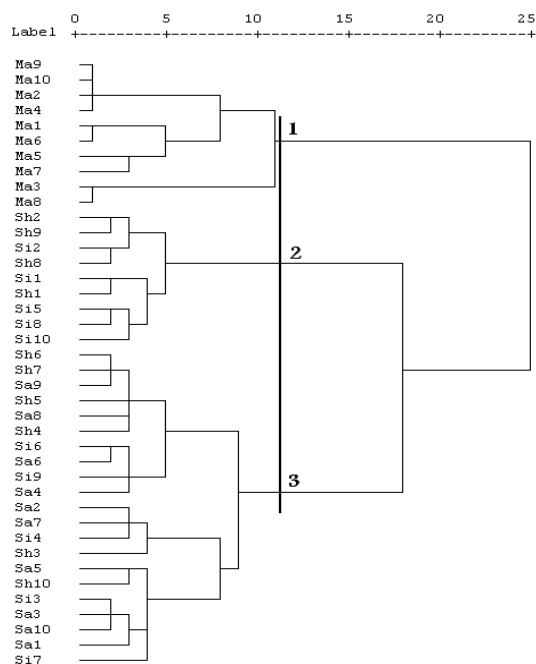
برگ شاخه‌های زایا	برگ شاخه‌های نازا	شاخص‌های جمعیت	صفت
۱۸/۹	۲۰/۴	X (mm)	
۴/۲	۴/۵	SD (mm)	Ptl
۲۲/۲	۲۲/۱	CV (%)	
۵۴/۵	۵۸/۷	X (mm)	
۸/۹	۹/۰	SD (mm)	Bl
۱۶/۳	۱۵/۳	CV (%)	
۳۴/۹	۳۴/۸	X (mm)	
۶/۸	۶/۵	SD (mm)	Ptlr
۱۹/۵	۱۸/۶	CV (%)	
۴۱/۵	۴۸/۶	X (mm)	
۷/۳	۷/۸	SD (mm)	Bw
۱۷/۵	۱۶/۱	CV (%)	
۱۷/۶	۱۷/۱	X (mm)	
۴/۷	۴/۰	SD (mm)	Dlb
۲۶/۵	۲۳/۱	CV (%)	
۱۳۷/۰	۱۶۱/۹	X (mm)	
۱۸/۷	۲۵/۴	SD (mm)	Alb
۱۳/۵	۱۵/۷	CV (%)	
۷/۶	۸/۰	X	
۱/۰	۱/۰	SD	Nvr
۱۳/۶	۱۲/۶	CV (%)	
۳/۳	۴/۳	X	
۱/۰	۱/۳	SD	Ntr
۲۹/۱	۳۱/۱	CV (%)	
۲/۴	۲/۲	X (mm)	
۱/۱	۱/۰	SD (mm)	Fa
۴۴/۸	۴۶/۲	CV (%)	
۰/۴۰	۰/۴	X (mm)	
۰/۲	۰/۲	SD (mm)	Db
۴۴/۲	۴۴/۸	CV (%)	

جدول ۴- نتایج MANOVA و ANOVA برای تمام نمونه‌ها در پنج شاخص مختلف. *، ** و *** به ترتیب نشان دهنده سطح معنی داری در سطوح ۵، ۱ و ۱ هزارم درصد و ns عدم معنی داری است. طول دمبرگ (ptl)، طول پهنک (bl)، عرض پهنک (bw)، فاصله از قاعده برگ تا عریض ترین نقطه پهنک (dlb)، زاویه قاعده (alb)، اختلاف دو لبه برگ (db)، تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr) و تعداد دندانه بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr)، عدم تقارن پهنک (fa) و طول دمبرگ نسبی (ptlr).

تجزیه واریانس	تیپ برگ	جمعیت	جمعیت * تیپ	درخت (جمعیت)	تیپ * درخت (جمعیت)
	درجه آزادی صورت	۱۰	۳۰	۳۶۰	۳۶۰
MANOVA	درجه آزادی مخرج	۲۷	۸۷	۲۲۰۱۷	۲۲۰۱۷
	سطح معنی داری	***۶/۷	***۶۲/۱	***۲۳/۳	***۷/۷
	درجه آزادی صورت	۱	۳	۳۶	۳۶
ANOVA	درجه آزادی مخرج	۳۶	۳۶	۲۱۶۰	۲۱۶۰
	ptl	ns ۲/۶	***۳۶/۸	***۴۵/۵	***۵/۴
	bl	*۵/۹	**۶/۷	***۴۰/۸	***۱۴/۵
	ptlr	ns ۰/۱	***۱۷/۴	***۲۲/۸	***۴/۱
	bw	***۲۵/۷	***۵/۳	***۳۳/۱	***۱۲/۷
	dlb	ns ۰/۸	**۴/۰	***۳۴/۵	***۶/۴
	alb	*** ۲۶/۳	*** ۱۴/۰	***۵۷/۴	***۱۹/۱
	nvr	*۴/۵	***۲۰/۵	***۳۶/۸	***۱۱/۱
	ntr	***۱۹/۱	***۳۱/۸	***۳۱/۹	**۱۱/۶
	fa	***۱۴/۶	***۴۲۹/۷	***۱/۷	***۲/۴
	db	ns ۰/۷۵	***۲۶۰/۳	***۱۴/۳	***۲/۰

بین جمعیتی با موفقیت بیشتری همراه بوده‌اند (جدول ۵). نتایج همبستگی اسپیرمن بین عامل ارتفاع از سطح دریا و متغیرهای مورفولوژیک برگ نشان داد که در مجموع، همبستگی ضعیفی بین ارتفاع از سطح دریا با صفات مهم مورفولوژیک برگ وجود دارد. بیشترین مقدار همبستگی بین ارتفاع از سطح دریا با صفت تعداد دندانه بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr) مشاهده شد (جدول ۶).

در بررسی حاضر، آنالیز خوشه‌ای با روش Ward (۱۹۶۳) ۴۰ درخت مطالعه شده را در سه خوشه مختلف قرار داد: خوشه اول شامل ۱۰ گونه، خوشه دوم شامل ۹ گونه و خوشه سوم شامل ۲۱ گونه بود. خوشه اول فقط شامل گونه‌های جمعیت مارمیشو، خوشه دوم شامل گونه‌های سیاه‌مرزکوه و شهرستانک و خوشه سوم شامل گونه‌های جمعیت سنگنده و تعدادی هم از سیاه‌مرزکوه و شهرستانک بود (شکل ۲). نتایج حاصل از تجزیه تشخیص کانونیک نشان داد که fa و ptlr هم در برگ شاخه‌های زایا و هم در شاخه‌های نازا در شناسایی صفات مؤثر در ایجاد تمایز



شکل ۲- آنالیز خوشه‌ای با روش وارد بر مبنای صفات مورفولوژی برگ غان (Si1-Si10) سیاه‌مرز کوه، Sa1-Sa10 سنگنده، Sh1-Sh10 شهرستانک و Ma1-Ma5 مارمیشو)

جدول ۵- ضریب استاندارد کانونیک صفات اندازه‌گیری شده در برگ غان به همراه مقادیر ویژه. طول دم‌برگ (ptl)، طول پهنک (bl)، عرض پهنک (bw)، فاصله از قاعده برگ تا عریض‌ترین نقطه پهنک (dlb)، زاویه قاعده (alb)، اختلاف دو لبه برگ (db)، تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr) و تعداد دندان‌ها بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr)، عدم تقارن پهنک (fa) و طول دم‌برگ نسبی (ptlr).

متغیر کانونیکی اول

برگ شاخه‌های نازا	برگ شاخه‌های زایا	صفت
۰/۲۸۵	- ۰/۶۶۱	ptl
- ۰/۱۵۴	۰/۳۱۴	lbl
- ۰/۳۸۱	۰/۷۲۱	ptlr
۰/۱۸۲	۰/۱۴۲	lbw
۰/۱۱۷	۰/۱۰۱	dlb
۰/۰۷۴	۰/۱۹۶	alb
۰/۲۵۴	۰/۲۴۱	nvr
۰/۳۳۹	۰/۲۹۲	ntr
۰/۷۸۲	۰/۸۹۲	fa
- ۰/۳۷۴	- ۰/۳۸۵	db
۷۳/۱	۷۲/۵	واریانس
۰/۷۹۸	۰/۸۴۱	همبستگی کانونیک
۱/۷۵	۲/۴	مقدار ویژه

جدول ۶- همبستگی اسپیرمن بین متغیرهای مورفولوژی برگ و عامل ارتفاع از سطح دریا. طول دمبرگ (ptl)، طول پهنک (bl)، عرض پهنک (bw)، فاصله از قاعده برگ تا عریض ترین نقطه پهنک (dlb)، زاویه قاعده (alb)، اختلاف دو لبه برگ (db)، تعداد رگبرگ در قسمت راست پهنک (nvr) و تعداد دندانان بین رگبرگ دوم و سوم طرف راست پهنک (ntr)، عدم تقارن پهنک (fa) و طول دمبرگ نسبی (ptlr).

صفت	ptl	lbl	ptlr	lbw	dlb	alb	nvr	ntr	fa	db
همبستگی	-۰/۴۰	-۰/۴۰	۰/۲	۰/۴	-۰/۲	۰/۴	۰/۴	۰/۸	۰/۴	-۰/۶
سطح احتمال	۰/۶	۰/۶	۰/۸	۰/۶	۰/۸	۰/۶	۰/۶	۰/۲	۰/۶	۰/۴

بحث

اندازه اغلب صفات اندازه‌گیری شده در این مطالعه از سیاه‌مرزکوه (شرق ایران) به طرف مارمیشو (غرب ایران) در حال کاهش است. از آنجا که CV واحد ویژه‌ای ندارد، برای اندازه‌گیری تنوع صفات، معیار مناسبی است به طوری که CV بیشتر نشان دهنده تنوع فنوتیپی بیشتر است. صفاتی که ضریب تغییرات بالایی دارند، محدوده وسیع تری از کمیت را دارا هستند که دامنه انتخاب بیش تری برای آن صفات محسوب می‌شود. در بررسی حاضر، alb و nvr کمترین و fa و db دارای بیشترین CV هستند و به ترتیب کمترین و بیشترین تنوع فنوتیپی را دارند. از آنجا که در هر جمعیت، افراد تشکیل دهنده یکسان بوده، صفاتی که تنوع بیشتری دارند نشان دهنده اثر بیشتر واریانس محیطی در آنها است، یعنی قابلیت توارث پذیری آن کمتر است و بیشتر تحت تأثیر محیط قرار می‌گیرند. بیشترین CV صفات مختلف (بیشترین تنوع درون جمعیتی) در سیاه‌مرزکوه وجود داشت و به نظر می‌رسد بهترین جمعیت از لحاظ تنوع درون جمعیتی است و می‌تواند از آن در انتقال source-sink استفاده نمود.

از میان تمام صفات اندازه‌گیری شده در این بررسی، تعداد رگبرگ کمترین تغییر را داشت. برای درخت بارانک (*Sorbus aucuparia*) نیز این صفت کمترین تغییر را داشته است (Bednorz and Byzia,

2005). چون این صفت برای زنده‌مانی گونه با اهمیت است و در شرایط محیطی گوناگون واریانس کمتری دارد، بنابراین می‌تواند تحت کنترل ژن‌های کیفی و دارای توارث پذیری بالایی باشد. صفات اندازه‌گیری شده از روی برگ شاخه‌های زایا عمدتاً کوچکتر از برگ شاخه‌های نازا هستند که این امر ممکن است ناشی از نیاز شاخه زایا برای مصرف انرژی در پر کردن دانه، تولید بذر و شاتون باشد، همان طور که در مشاهدات میدانی مشاهده شد که گونه‌های بذرهای فراوانی بر روی شاخه زایا تولید کرده است.

نتایج MANOVA در این پژوهش نشان داد که جمعیت‌های غان تغییرات درون جمعیتی بیشتری از تغییرات بین جمعیتی دارند. این قاعده توسط Kovacic و Simic (۲۰۰۱) نیز ثابت شده بود. معنی داری رابطه بین تیپ برگ و درخت آشیانه شده در جمعیت‌ها این موضوع را نشان می‌دهد که رابطه بین برگ شاخه‌های زایا و نازا در بین گونه‌های درون هر جمعیت متفاوت است. گونه‌ها در جنگل طبیعی، تنوع شایان توجهی در خصوصیات مورفولوژیک بروز می‌دهند که نوعی فرآیند سازگاری محلی است (Boratynska, 2002). سازمان جنگل‌ها، مراتع و آبخیزداری می‌تواند گونه‌های غان را که پتانسیل زیادی برای سازگاری محلی در شرایط محیطی مختلف دارد را برای جنگل‌کاری در مناطق دیگر برای تولید چوب و ایجاد پوشش گیاهی به

کار گیرد.

دندروگرام نشان داد که تنها گونه‌های منطقه مارمیشو در یک خوشه جداگانه قرار گرفته‌اند، یعنی این جمعیت به دلیل متفاوت بودن با سایر جمعیت‌ها باید بیشتر مورد حفاظت قرار گیرد و سعی شود بذر مناطق دیگر به این منطقه آورده شود تا بر تنوع ژنتیکی آنها افزوده شود. در کلاستر مارمیشو نوعی همخوانی بین الگوی جغرافیایی و ژنوتیپ‌ها مشاهده شد که به علت فاصله جغرافیایی زیاد این منطقه با سایر رویشگاه‌ها است که احتمالاً سبب تغییرات ژنتیکی قابل توجهی در این جمعیت شده است. جمعیت کوهستانی مارمیشو در مرز ایران و ترکیه و خارج از شمال کشور قرار دارد. رویشگاه غان در آن منطقه کوهسری (orophyte) محسوب می‌شود. فارغ از ارتفاع از سطح دریا، شرایط کوهسری در تمامی رویشگاه‌های غان در کشور تا حدودی مشترک است. این شرایط بوم‌شناختی عبارتند از: درجه حرارت محدود کننده، سرعت باد، ارتفاع کل درخت به صورت محدود، قطر درخت به صورت محدود و در برخی موارد رویش قطری در خارج از مرکز و غیره. شاید علت شباهت صفات مورفولوژیکی جمعیت‌های دیگر که با هم در یک خوشه هستند، به خاطر تنظیم ژنتیکی آنها باشد. از آنجا که در اغلب جمعیت‌ها، توزیع جغرافیایی با گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها همخوانی ندارد و این امر می‌تواند به دلیل تأثیر عوامل بوم‌شناختی بر صفات مورفولوژیکی باشد، بنابراین پیشنهاد می‌شود از نشانگرهای مولکولی هم استفاده گردد. گونه غان در ایران در مناطقی با تنوع جغرافیایی زیاد و به صورت گسسته وجود دارد و عموماً همین تنوع جغرافیایی عامل مؤثر در ایجاد تنوع است

(Dunlap and Stettler, 1995). سازگاری محلی می‌تواند در میزان تمایز بین جمعیتی تأثیرگذار باشد، بدین معنی که کاهش جریان ژنی در گونه‌هایی از غان که سازگاری محلی کسب کرده باشند، رخ می‌دهد (Williams and Arnold, 2001). در نهایت، همین نوع سازگاری به تکامل در مولکول‌های زیستی منجر می‌شود (Gillespie, 1991). پژوهش‌های گذشته نشان می‌دهد که عامل توپوگرافی در رویشگاه‌های غان در مناطق مرکزی ژاپن در ایجاد "تمایز ویژه محل" تأثیرگذار بوده است (Tsuda et al., 2010). بنابراین پیشنهاد می‌شود تأثیر توپوگرافی بر تنوع همین صفات بررسی شود.

از داده‌های به دست آمده از تجزیه تشخیص کانونیک می‌توان برای گروه‌بندی درختان به زیر گروه‌های کوچکتر که شباهت زیادی درون آنها وجود دارد، استفاده نمود. بر مبنای ضریب استاندارد کانونیک به دست آمده در این بررسی، پیشنهاد می‌شود که در بررسی‌های مربوط به تنوع ژنتیکی میان جمعیت‌های غان در آینده از دو صفت مهم عدم تقارن پهنک (fa) و طول دم‌برگ نسبی (ptlr) نیز استفاده شود.

شایان ذکر است که صفات مورفولوژیکی برگ غان نظیر شکل برگ، از عامل محیطی ارتفاع از سطح دریا تأثیر چندانی نمی‌پذیرند (Kovacic and Nikolik, 2005) که با نتایج پژوهش حاضر هماهنگی دارد. گونه‌هایی مانند راش (*Fagus orientalis*) که در محدوده وسیع تری از عامل ارتفاع از سطح دریا رویش دارند (۶۰۰ تا بیش از ۲۰۰۰ متری ارتفاع از سطح دریا در ایران) در رابطه با عامل ارتفاع از سطح دریا تنوع زیستی بیشتری نشان می‌دهند (Salehi Shanjani et al., 2002).

سپاسگزاری

نگارندگان از اداره کل منابع طبیعی گلستان، شرکت سهامی بهره‌برداری چوب فریم مازندران و دانشگاه ارومیه که نهایت همکاری را برای در اختیار گذاشتن نمونه‌های برگ از رویشگاه‌های صعب‌العبور غان داشته‌اند، سپاسگزاری می‌نمایند.

منابع

- Bednorz, L. and Byzia, A. (2005) Morphological leaf variability of *Sorbus aucuparia* in the Wielkopolska national park. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu* 9: 13-22.
- Boratynska, K. (2002) Needle variability of *Pinus mugo* in the West Tatra Mts. *Dendrobiology* 48: 3-8.
- Dillon, W. R. and Goldstein, M. (1984) *Multivariate analysis methods and applications*. John Wiley and Sons, New York.
- Dunlap, J. M. and Stettler, R. F. (1995) Genetic variation and productivity of *Populus trichocarpa* and its hybrids X, trait correlations in young black cottonwood from four river valleys in Washington. *Canadian Journal of Forestry Research* 25: 1710-1725.
- Franiel, I. and Wieski, K. (2005) Leaf features of silver birch (*Betula pendula*) variability within and between two populations. *Trees* 19: 81-88.
- Gillespie, J. H. (1991) *The causes of molecular evolution*. Oxford University Press, Oxford.
- Kovacic, S. and Nikolic, T. (2005) Relations between *Betula pendula* leaf morphology and environmental factors in five regions of Croatia. *Acta biologica cracoviensia series botanica* 47: 1-7.
- Kovacic, S. and Simic, D. (2001) Intrapopulational and interpopulational relations of *Betula pendula* in Croatia, based on leaf morphology. *Acta Biologica Cracoviensia Series Botanica* 43: 87-96.
- Salehi Shanjani, P., Paule, L., Gomory, D. (2002) Diversity and differentiation in beech forests of Iran. *Iranian Journal of Forest and Poplar Research* 11: 35-94 (in Persian).
- Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. (1989) *Biometry*. WH Freeman and Company, San Francisco.
- Thormann, C. E., Ferreira, M. E., Camargo, L. E. A., Tivanga, J. G. and Osborn, T. C. (1994) Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species. *Theoretical Applied Genetics* 88: 973-980.
- Thorsen, A. T., Palsson, S., Sigurgeirsson, A. and Ananthawat, J. K. (2007) Morphological variation among *Betula nana*, *B. pubescens* and their triploid hybrids in Iceland. *Annals of Botany* 99: 1183-1193.
- Tsuda, Y., Sawada, H., Takafumi, O., Katsuhiko, N., Hiroki, N. and Yuji, I. (2010) Landscape genetic structure of *Betula maximowicziana* in the Chichibu mountain range, central Japan. *Tree Genetics and Genomes* 6: 377-387.
- Ward, J. H. (1963) Hierarchical grouping to optimize an objective function. *Journal of the American Statistical Association* 48: 236-244.
- Williams, J. H. and Arnold, M. L. (2001) Sources of genetic structure in the woody perennial *Betula occidentalis*. *International Journal of Plant Sciences* 162: 1097-1109.
- Wilsey, B. J., Haukioja, E., Koricheva, J. and Sulkinoja, M. (1998) Leaf fluctuating asymmetry increase with hybridization elevation tree Birches. *Ecology* 79: 2092-2099.

Zyryanova, O. (2010) White birch trees as resource species of Russia, their distribution, ecophysiological, features and multiple utilizations. Eurasian Journal of Forest Research 13: 25-40.

The pattern of intrapopulation and interpopulation changes of *Betula pendula* in Iran, based on leaf morphological traits

Mohammad Esmailpour^{1*}, Kambiz Taheri Abkenar¹, Ali Aalami² and Amireslam Bonyad¹

¹ Department of Forestry, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Rasht, Iran

² Department of Agronomy and Plant Breeding, Faculty of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran

Abstract

Despite superior medicinal properties of Birch, there aren't any studies reported on its morphological diversity. For the first time, leaf samples were collected from four different sites, each site 10 trees and each tree 30 fertile and sterile shoots and leaves (totally 2400). In analyzing the mean values, the Siahmarz kuh showed the maximum and the Marmishoo minimum size mean. Angle of leaf base and number of veins had minimum and fluctuating asymmetry and distance border had a maximum coefficient of variation, minimum and maximum morphological diversity respectively. Average size of sterile leaf traits was larger than average size of fertile leaf traits. It seemed that Siahmarz Kuh is had the most interpopulation diversity and could apply a transition source to sink. The slightest change in the veins of the population in birch was more strongly controlled by genes. Multivariate analyses of variance indicated high statistical significance of all factors: leaf type, population, type population, tree nested population and type \times tree nested population. The cluster analysis identified three clusters, the first cluster contained only Marmishoo trees. Because the majority of the population, geographic distribution of genotypes was not consistent with the grouping that could be due to the influence of environmental factors on morphological traits, so it is recommended to use molecular markers. Canonical discriminant analysis showed that petiole length ratio and fluctuating asymmetry could be used in future research on morphological diversity among populations of *B. pendula*.

Key words: Multivariate Analysis, Fertile and Sterile Shoot Leaves, Endangered species, Birch

* ali_aalami@guilan.ac.ir