فصلنامه علمی – پژوهشی تحقیقات جنگل و صنوبر ایران
جلد ۲۲ شماره ۳، صفحه ۳۸۰-۳۶۹، (۱۳۹۳)

تأثیر برخی عامل‌های محیطی بر صفات ریخت‌شناسی برگ پده (*Populus euphratica* Oliv.)

محسن کلاگری[۱*]، عادل جلیلی[۲]، روح‌انگیز عباس‌عظیمی[۳] و پروین صالحی‌شانجانی[۴]

۱*- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران. پست الکترونیک: calagari@rifr-ac.ir
۲- استاد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.
۳- کارشناس‌ارشد پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.
۴- استادیار پژوهش، مؤسسه تحقیقات جنگلها و مراتع کشور، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۶/۲۳ تاریخ پذیرش: ۹۲/۱۱/۰۶

چکیده

پده (*Populus euphratica* Oliv.) بومی مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور بوده و از خصوصیات مهم آن تحمل خشکی و شوری خاک است. در این پژوهش ویژگی‌های ریخت‌شناسی برگ درختان پده در هفت رویشگاه طبیعی که ازنظر عامل‌های محیطی با یکدیگر اختلاف داشتند و نیز درختان کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی البرز کرج با هدف بررسی تأثیر عامل‌های محیطی بر تغییرات ریخت‌شناسی برگ این گونه موردتوجه قرار گرفت. تعداد ۲۸ درخت بالغ انتخاب و تعداد ۲۴ نمونه برگ به‌طور تصادفی از هر رویشگاه (شش برگ از هر درخت) و در قالب طرح کاملاً تصادفی جمع‌آوری شد و ۱۴ صفت ریخت‌شناسی و آناتومیکی برگ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. نتایج نشان داد که کلیه صفات ریخت‌شناسی بجز صفات حداکثر پهنای برگ، نسبت طول دمبرگ به طول برگ و فاصله وسط پهن‌ترین قسمت تا قاعده برگ، دارای تفاوت معنی‌داری میان پرووانانس‌ها هم در شرایط طبیعی و هم کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی داشته است. همچنین تراکم و اندازه روزنه‌های برگ نیز دارای تفاوت معنی‌دار در شرایط طبیعی و ایستگاه تحقیقاتی داشت. همبستگی معنی‌داری بین دما و صفات آناتومیکی و برخی صفات ریخت‌شناسی وجود داشت. نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای پرووانانس‌های پده، تغییرپذیری را بین رویشگاه اصلی و شرایط ایستگاه تحقیقاتی به‌خوبی نشان داد، به‌طوری‌که دامنه تغییرات صفات ریخت‌شناسی پرووانانس‌ها در شرایط کاشت ایستگاه تحقیقاتی کوچکتر از شرایط طبیعی بود و پرووانانس‌های کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی در حدفاصل بین پرووانانس‌های رویشگاه طبیعی قرار گرفتند. نتایج آزمون مانتل رابطه خطی مثبت و ضعیفی را بین فاصله صفات ریخت‌شناسی و فاصله جغرافیایی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: پده، پرووانانس، ریخت‌شناسی برگ، تغییرات محیطی، فاصله جغرافیایی.

مقدمه

اغلب گیاهان در پاسخ به تغییرات شرایط محیطی نظیر آب‌وهوا و اقلیم یک یا چند صفت ریخت‌شناسی را تغییر می‌دهند. به‌عنوان مثال اندازه و سطح برگ بیشتر گیاهان مناطق آلپی با ارتفاع از سطح دریا تغییر می‌کنند (Meinzer *et al.*, 1985; Korner *et al.*, 1989) و یا اغلب گیاهان نواحی قطب شمال برگ‌های بیشتری در طی تابستان‌های گرم نسبت به تابستان سرد تولید می‌کنند (Havstrom *et al.*, 1995; Stenstrom & Jonsdottir, 1997). تغییرات ریخت‌شناسی درون و بین جمعیت‌های گیاهی می‌تواند به‌واسطه گوناگونی ژنوتیپی یا اختلاف فنوتیپی باشد. گرچه اختلاف ژنوتیپی به‌طور گسترده‌ای گزارش شده است، ولی

در ارتباط با تفاوت‌های زیاد ریخت شناسیی میان جوامع در محیط‌های متفاوت که ممکن است به‌واسطه تغییرپذیری فنوتیپی باشد نیز گزارش‌هایی وجود دارد (Heathcote *et al.*, 1987; Williams & Black, 1993).

انتظار می‌رود جمعیت‌های گیاهی که دارای تفاوت ژنتیکی با یکدیگر هستند، در پاسخ به کاشت در شرایط یکسان محیطی تفاوت ریخت‌شناسی را نشان دهند. برعکس اگر تفاوت ژنوتیپی وجود نداشته باشد، تغییرات فنوتیپی به‌صورت شکل‌پذیر (Plastic) بروز می‌کند. در این ارتباط برخی از صفات مانند طول ریزوم، ارتفاع ساقه، پهنای برگ، تراکم و اندازه روزنه‌ها در چهار گونه *Carex spp.* در رویشگاه طبیعی و شرایط ایستگاه تحقیقاتی مورد اندازه‌گیری قرار گرفت و تفاوت ریخت‌شناسی چند صفت تحت‌تأثیر شرایط محیطی نمایان شد (Stenstrom *et al.*, 2002).

پده (*Populus euphratica* Oliv.) در مناطق وسیعی از ایران به‌طور طبیعی گسترش دارد و بومی مناطق خشک، نیمه‌خشک و بیابانی و در حاشیه رودخانه‌ها و نهرها است. پراکنش آن در ایران در نواحی شمال و شمال‌غرب، مرکز و شمال‌شرق، شرق، جنوب و جنوب‌شرق می باشد (Maassoumi *et al.*, 2011). تفاوت‌های اقلیمی و جغرافیایی در گستره انتشار این گونه سبب شده است تا تفاوت‌هایی از نظر ریخت‌شناسی و ژنتیکی میان درختان این گونه در رویشگاه‌های طبیعی تحت‌انتشار مشاهده شود (Rottenberg *et al.*, 2000). بررسی تفاوت‌های ریخت‌شناسی با استفاده از صفات برگ در رویشگاه‌های طبیعی پده حاکی از اختلافاتی میان برخی از رویشگاه‌ها بوده است (Calagari *et al.*, 2006). ازنظر شکل رویشی و شکل برگ‌ها تنوع قابل‌ملاحظه‌ای وجود دارد، به‌طوری‌که در شاخه‌های جوان برگ‌ها نیزه‌ای و در درختان بالغ بیضوی، دایره‌ای تا لوزوی می‌باشد (Maassoumi *et al.*, 2011). همچنین الگوی فتوسنتزی پده بر این دلالت دارد که این درخت از گیاهان کربن ۳ با نقطه تعادل co_2 بالا است (Ma *et al.*, 1997). شکل برگ‌ها تغییرات منظمی را از شکل سرنیزه‌ای به تخم‌مرغی پهن دندانه‌دار، هم در شرایط کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی و هم در شرایط رویشگاه طبیعی نشان می‌دهد. مشخص شده است که تغییرات مذکور با سازگاری اکولوژیکی ارتباط دارد (Li & Zheng, 2005). این تغییرشکل برگ بر ویژگی‌های آناتومیکی برگ شامل تراکم روزنه تأثیر دارد. پژوهش‌های پیشین نشان داده است که تراکم روزنه با تغییرشکل برگ‌های تخم‌مرغی پهن به سرنیزه‌ای کاهش می‌یابد (Zheng, *et al.*, 2007). بنابراین در بررسی‌های تغییرات ریخت‌شناسی برای صفات آناتومیکی برگ در این گونه بهتر است جهت یکنواختی نمونه‌ها، برگ‌های بالغ که حالت تخم‌مرغی پهن دارند، استفاده شوند.

این پژوهش با هدف بررسی تأثیر عامل‌های محیطی شامل طول و عرض جغرافیایی، ارتفاع از سطح دریا و درجه حرارت بر تغییرات ریخت‌شناسی برگ و تعیین صفات ریخت‌شناسی تغییرپذیر انجام گرفته است.

مواد و روش‌ها

این بررسی در هفت رویشگاه طبیعی که ازنظر مشخصات آب‌وهوایی و جغرافیایی با یکدیگر تفاوت داشتند و نیز ایستگاه تحقیقات البرز کرج که محل کاشت درختان بود، انجام شد. به‌منظور تعیین اقلیم رویشگاه‌های موردبررسی، کلیه اطلاعات آب‌وهوایی از ایستگاه‌های هواشناسی نزدیک به رویشگاه‌ها جمع‌آوری و سپس با محاسبه میانگین اطلاعات موجود حداقل طی ۱۰ سال اخیر نسبت به تعیین اقلیم هر رویشگاه به‌روش آمبرژه اقدام شد. علاوه‌براین اطلاعات جغرافیایی شامل طول و عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا مربوط به هر رویشگاه ثبت شد (جدول ۱).

نمونه‌های گیاهی برگ از رویشگاه‌های طبیعی در اواسط تابستان جمع‌آوری شد. از هر رویشگاه چهار درخت بالغ و تقریباً همسال انتخاب و از هر درخت تعدادی نمونه برگ از ارتفاع میانی درخت جمع‌آوری شد. همچنین به‌دلیل وجود گزارش‌هایی از تفاوت بین برگ‌های درمعرض نور خورشید و سایه در ارتباط با برخی مشخصه‌های ریخت‌شناسی نظیر

جدول ۱- میانگین ویژگی‌های محیطی در رویشگاه‌های موردبررسی

ردیف	استان	منطقه	طول جغرافیایی (شرقی)	عرض جغرافیایی (شمالی)	ارتفاع از سطح دریا (متر)	میانگین بارندگی (میلی‌متر)	میانگین دما (درجه سانتی‌گراد)	اقلیم
۱	خراسان	سرخس	۶۱° ۱۰′	۳۶° ۱۵′	۲۶۰	۲۰۳/۳	۱۷/۶	خشک با زمستان خنک
۲	گلستان	داشلی برون	۵۴° ۵۶′	۳۷° ۴۶′	۵۰	۲۰۱/۹	۱۷/۱	خشک با زمستان خنک
۳	تهران	خجیر	۵۱° ۴۵′	۳۵° ۳۹′	۱۳۲۰	۲۳۱/۹	۱۵	خشک سرد
۴	آذربایجان‌شرقی	قرخلار	۴۵° ۳۵′	۳۸° ۲۶′	۱۰۷۰	۳۴۲/۲	۱۲	نیمه‌خشک خیلی سرد
۵	زنجان	ماه نشان	۴۷° ۴۳′	۳۶° ۴۶′	۱۸۲۰	۲۰۷	۱۴/۶	خشک خیلی سرد
۶	خوزستان	گتوند	۴۸° ۵۲′	۳۲° ۰۸′	۸۰	۲۹۵/۹	۲۴/۸	خشک معتدل
۷	خوزستان	حمیدیه	۴۸° ۲۵′	۳۱° ۳۰′	۵۰	۱۹۴/۵	۲۴/۲	بیابانی با زمستان معتدل
۸	البرز	ایستگاه البرز کرج	۵۰° ۵۴′	۳۵° ۴۸′	۱۳۲۰	۲۵۰	۱۳/۷	نیمه‌خشک با زمستان سرد

ابعاد برگ و ضخامت برگ (Rozendaal *et al.*, 2006; Abrams & Kubiske, 1990) جمع‌آوری برگ‌ها به‌طور کامل از شاخه‌های رو به جنوب و رو به آفتاب درختان انجام شد تا نقش عامل‌های جغرافیایی و اقلیمی در تغییرات ریخت‌شناسی برگ برای پرووانانس‌ها به‌طور آشکار مشخص شود. سپس تعداد شش نمونه به‌طور تصادفی انتخاب شد. در مرحله بعد همین تعداد درخت و نمونه برگ از درختان بالغ همسال (شش ساله) با مبدأهای جغرافیایی رویشگاه‌های موردبررسی کاشته‌شده به‌صورت قلمه در سال ۱۳۸۰ در ایستگاه تحقیقات البرز کرج نیز جمع‌آوری شد.

ده صفت ریخت‌شناسی و چهار صفت آناتومیکی برگ در رویشگاه‌های طبیعی و نیز درختان کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی کرج طبق فهرست جدول ۲ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. تمام صفات ریخت‌شناسی برگ بجز صفت ضخامت برگ که با دستگاه میکرومتر با دقت صدم میلی‌متر و سطح برگ که با دستگاه دیجیتال اندازه‌گیری شد، به‌وسیله کولیس با دقت دهم میلی‌متر مورد اندازه‌گیری قرار گرفتند. صفات آناتومیکی نیز براساس شش تکرار در هر پایه برای چهار درخت از هر رویشگاه در سطح زبرین و زیرین برگ با میکروسکوپ نوری و بزرگنمایی ۴۰x (برای شمارش تعداد روزنه) و ۱۰۰x (برای اندازه‌گیری طول روزنه) اندازه‌گیری شدند. تعداد روزنه‌ها پس از شمارش برحسب تعداد در میلی‌متر مربع محاسبه شد.

تجزیه‌واریانس داده‌های صفات ریخت‌شناسی برگ مربوط به درختان طبیعی و کاشته‌شده در شرایط ایستگاه تحقیقاتی با روش طرح کاملاً تصادفی و آزمون مقایسه میانگین صفات در رویشگاه‌های مختلف با نرم‌افزار SAS انجام شد. نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- سمیرنوف انجام شد، سپس اختلاف آماری داده‌ها با تجزیه‌واریانس تعیین شد. جهت مقایسه میانگین‌ها پس از آزمون همگنی واریانس‌ها (Levene)، از آزمون دانکن استفاده شد. روش آماری چندمتغیره به‌منظور تعیین روند تغییرات بین درختان رویشگاه‌های طبیعی و درختان کاشته‌شده در شرایط ایستگاه تحقیقاتی با استفاده از کلیه صفات ریخت‌شناسی با روش تجزیه به مؤلفه‌های اصلی (PCA) با نرم‌افزار Minitab14 انجام شد. متغیرها ابتدا استانداردسازی شده و سپس مقادیر ویژه مؤلفه‌های اصلی تعیین شدند. رسته‌بندی کلیه داده‌ها با استفاده از بردارهای ویژه دو مؤلفه اصلی اول و دوم براساس این دو شرایط ترسیم شد. ماتریس داده‌های صفات ریخت‌شناسی براساس معیار تشابه و عدم تشابه به‌روش فاصله اقلیدسی با نرم‌افزار Ntsyspc و نیز رابطه همبستگی بین ماتریس فواصل

جغرافیایی رویشگاه‌ها و ماتریس صفات ریخت‌شناسی بین رویشگاه‌ها از طریق آزمون مانتل (Mantel, 1967) با نرم‌افزار GeneAlex6 انجام شد (Peakal & Smouse, 2006).

جدول ۲- فهرست صفات ریخت‌شناسی اندازه‌گیری‌شده درختان پده در مناطق تحت‌بررسی

ردیف	صفت ریخت‌شناسی مورداندازه‌گیری	مقیاس	علامت اختصاری
۱	طول دمبرگ	سانتی‌متر	*PL*
۲	سطح برگ	سانتی‌متر مربع	*LA*
۳	ضخامت برگ	میلی‌متر	*TL*
۴	طول برگ	سانتی‌متر	*LL*
۵	حداکثر پهنای برگ	سانتی‌متر	*MLW*
۶	نسبت طول برگ به پهنا	نسبت	*LL/MLW*
۷	نسبت طول دمبرگ به طول برگ	نسبت	*PL/LL*
۸	فاصله وسط پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ	سانتی‌متر	*DLL*
۹	تعداد دندانه اصلی	عدد	*NMS*
۱۰	بیشینه عمق دندانه‌های برگ	میلی‌متر	*MDL*
۱۱	تعداد روزنه‌های سطح زبرین برگ	تعداد در میلی‌متر مربع	*SDd*
۱۲	تعداد روزنه‌های سطح زیرین برگ	تعداد در میلی‌متر مربع	*SDb*
۱۳	میانگین طول روزنه سطح زبرین برگ	میکرومتر	*SLd*
۱۴	میانگین طول روزنه سطح زیرین برگ	میکرومتر	*SLb*

نتایج

تجزیه‌واریانس صفات ریخت‌شناسی میکرو و ماکرو برگ بین شرایط رشد طبیعی و کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی در پرووانانس‌های پده نشان داد که صفات طول برگ، سطح برگ، ضخامت برگ، حداکثر پهنای برگ، تعداد و عمق دندانه برگ و نیز کلیه صفات آناتومیکی مربوط به طول و تعداد روزنه‌ها دارای تفاوت معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۹ درصد بین دو شرایط رشد داشته است، درحالی‌که صفت‌های طول دمبرگ، فاصله وسط پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ، نسبت طول دمبرگ به طول برگ و نسبت طول به پهنای برگ برگ تفاوت معنی‌داری را در اغلب پرووانانس‌ها نشان نداد (جدول ۳).

نتایج آزمون چنددامنه‌ای دانکن براساس میانگین صفات ریخت‌شناسی برگ پرووانانس‌های کاشته‌شده در شرایط ایستگاه تحقیقاتی و شرایط رویشگاه طبیعی نشان داد که در صفات ریخت‌شناسی برگ، بیشترین طول دمبرگ (PL) مربوط به پرووانانس تهران به‌ترتیب با ۳/۸۹ و ۳/۹۶ سانتی‌متر برای ایستگاه تحقیقاتی و طبیعت و بیشترین عمق دندانه برگ (MDL) مربوط به پرووانانس زنجان به‌ترتیب با ۰/۶۸ و ۰/۷۲ سانتی‌متر برای هر دو شرایط آزمایش بوده است. بیشترین میانگین سطح برگ (LA) برای پرووانانس‌های خوزستان (گتوند و حمیدیه) در شرایط ایستگاه تحقیقاتی (به‌ترتیب با ۲۷/۵ و ۲۵/۴ سانتی‌متر مربع) و پرووانانس‌های گلستان و خوزستان (گتوند) به‌ترتیب با ۲۹/۶ و ۲۷/۵ سانتی‌متر مربع در شرایط طبیعی بود.

جدول ۳- آزمون واریانس بین شرایط رشد در طبیعت و کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی با استفاده از مشخصه‌های ریخت‌شناسی برگ پرووونانس‌های پده (اعداد صفات ریخت‌شناسی به‌صورت میانگین ± اشتباه از معیار می‌باشند)

صفت ریخت‌شناسی	شرایط رشد		تجزیه‌واریانس یک‌طرفه	
	طبیعت	ایستگاه تحقیقاتی	مقدار F	سطح معنی‌داری
PL	۳/۱۲±۰/۰۵	۲/۹۹±۰/۰۵	۲/۸۱	۰/۰۹۴^{ns}
LA	۲۲/۴±۰/۶۳	۲۰/۱±۰/۵۱	۸/۲۹	۰/۰۰۴**
TL	۰/۳۲±۰/۰۰۳	۰/۲۷±۰/۰۰۲	۲۶۲/۲	۰/۰۰۰۱**
LL	۵/۷۲±۰/۱۲	۵/۱۷±۰/۰۸	۱۴/۴	۰/۰۰۰۲**
MLW	۵/۵۸±۰/۰۸	۵/۳۱±۰/۰۹	۵/۲۰	۰/۰۲۳*
LL/MLW	۱/۰۴±۰/۰۲	۱±۰/۰۲	۱/۳۳	۰/۲۴۹^{ns}
PL/LL	۰/۵۸±۰/۰۱	۰/۵۹±۰/۰۱	۰/۳۹	۰/۵۳۳^{ns}
DLL	۲/۲۳±۰/۰۵	۲/۲۰±۰/۰۳	۰/۳۶	۰/۵۴۷^{ns}
NMS	۷/۴۵±۰/۲۱	۶/۳۵±۰/۲۳	۱۲/۰۶	۰/۰۰۱**
MDL	۰/۳۹±۰/۰۲	۰/۳۱±۰/۰۲	۹/۳۲	۰/۰۰۲**
SDd	۱۰۲/۹±۲/۷	۸۹/۴±۱/۶	۱۸/۳۲	۰/۰۰۰۱**
SDb	۱۰۵/۶±۲/۸	۸۹/۴±۱/۵	۲۶/۰۸	۰/۰۰۰۱**
SLd	۲۶±۰/۳۴	۲۸/۴±۰/۲۳	۳۶/۱۵	۰/۰۰۰۱**
SLb	۲۵/۴±۰/۳۲	۲۸/۲±۰/۲۲	۵۱/۲۴	۰/۰۰۰۱**

** معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۹ درصد؛ * معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد؛ ns عدم معنی‌داری؛ F: حاصل نسبت واریانس بین‌گروه‌ها به واریانس داخل گروه‌ها

همچنین بیشترین ضخامت برگ (TL) برای پرووونانس زنجان با ۰/۲۸ میلی‌متر در شرایط کاشت ایستگاه تحقیقاتی بود، درحالی‌که در شرایط رویشگاه طبیعی بیشترین صفت ضخامت مربوط به پرووونانس آذربایجان با ۰/۳۷ میلی‌متر بوده است (جدول ۴).

مقایسه میانگین صفات آناتومیکی برگ نشان داد که دامنه تغییرات زیادی بین پرووونانس‌های رویشگاه طبیعی و کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی وجود دارد، به‌طوری‌که بیشترین تعداد روزنه در سطح زبرین (SDd) و سطح زیرین (SDb) برگ در رویشگاه طبیعی مربوط به پرووونانس‌های خوزستان (حمیدیه و گتوند) به‌ترتیب با SDd معادل ۱۴۵/۳ و ۱۴۱/۶ و SDb معادل ۱۴۵ و ۱۴۷/۶ روزنه در میلی‌متر مربع بوده است، درحالی‌که در شرایط ایستگاه تحقیقاتی این تعداد کاهش چشمگیری (به‌ترتیب ۶۸/۳ و ۸۲/۹ در سطح زبرین و نیز ۷۲/۶ و ۸۳/۹ روزنه در سطح زیرین) داشته است. برعکس پرووونانس‌های آذربایجان و زنجان در رویشگاه طبیعی به‌ترتیب با ۵۶/۷ و ۶۴/۷ روزنه در سطح زبرین و ۶۴ و ۶۸ روزنه در میلی‌متر مربع کمترین تعداد روزنه را در مقایسه با سایر پرووونانس‌های موردبررسی داشتند، درحالی‌که در شرایط کاشت ایستگاه تحقیقاتی افزایشی به‌ترتیب ۱۰۶ و ۹۹ روزنه در سطح زیرین و ۱۱۷ و ۱۰۰ روزنه در سطح زبرین نشان دادند (جدول‌های ۴ و ۵). همچنین میانگین صفت طول روزنه در سطح زبرین (SLd) و سطح زیرین (SLb) برگ نیز اختلاف زیادی را بین پرووونانس‌های رویشگاه طبیعی و کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی نشان داد. کمترین طول روزنه را پرووونانس خوزستان (گتوند) در رویشگاه طبیعی با ۲۱/۵ میکرومتر در هر دو سطح برگ داشت، درحالی‌که در شرایط کاشت

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات ریخت‌شناسی برگ پروونانس‌های پده در شرایط طبیعی و ایستگاه تحقیقاتی با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن (در سطح اطمینان ۹۵ درصد)

صفت ریخت‌شناسی	شرایط رشد	میانگین مقادیر صفات ریخت‌شناسی						
		سرخس	داشلی‌برون	خجیر	قرخلار	ماهنشان	گتوند	حمیدیه
PL	طبیعت	۳/۳۸a	۳/۲۱a	۳/۹۶a	۲/۷۵a	۲/۲۸b	۳/۲۴a	۳ a
	ایستگاه	۲/۹۴b	۲/۵۷b	۳/۸۹a	۲/۰۴b	۲/۸۸a	۳/۵۴a	۲/۹۴a
LA	طبیعت	۱۹/۸a	۲۹/۶a	۲۳/۳a	۱۲/۵a	۲۲a	۲۷/۵a	۲۲/۴b
	ایستگاه	۱۷/۲a	۱۷/۸b	۲۲/۱a	۱۰/۷a	۱۹/۸a	۲۷/۵a	۲۵/۴a
TL	طبیعت	۰/۳۱a	۰/۳۱a	۰/۳۶a	۰/۳۷a	۰/۳۳a	۰/۲۸a	۰/۳۱a
	ایستگاه	۰/۲۶b	۰/۲۶b	۰/۲۷b	۰/۲۶b	۰/۲۸b	۰/۲۸a	۰/۲۶b
LL	طبیعت	۵/۲۸a	۶/۶a	۶/۳۹a	۴/۰۳a	۶/۵۵a	۵/۸۵a	۵/۲۹a
	ایستگاه	۴/۷a	۵/۰۲b	۵/۱۶b	۳/۹a	۶/۷a	۵/۱۷a	۵/۵a
MLW	طبیعت	۵/۶۳a	۶/۵۶a	۵/۶۷a	۴/۴۵a	۵/۶۵a	۵/۹۴b	۶/۰۷a
	ایستگاه	۵/۴۲a	۵/۲۱b	۵/۶۷a	۳/۳۵b	۴/۶۸b	۶/۸a	۵/۴۲b
LL/MLW	طبیعت	۰/۹۶a	۱/۰۱a	۱/۱۴a	۰/۹۴b	۱/۲b	۰/۹۹a	۱/۰۳a
	ایستگاه	۰/۸۷a	۰/۹۷a	۰/۹۲b	۱/۱۷a	۱/۴۳a	۰/۷۶b	۰/۹۱b
PL/LL	طبیعت	۰/۶۶a	۰/۵۱a	۰/۶۴b	۰/۷۱a	۰/۳۷b	۰/۵۸b	۰/۵۸a
	ایستگاه	۰/۶۳a	۰/۵۱a	۰/۷۶a	۰/۵۳b	۰/۴۳a	۰/۶۹a	۰/۵۶a
DLL	طبیعت	۲/۲۶a	۲/۷a	۲/۴۷a	۱/۳۵b	۲/۷۱b	۲/۱۱a	۲/۰۱a
	ایستگاه	۱/۸۸b	۲/۲۱b	۲/۱۴b	۱/۸۳a	۲/۹۶a	۲/۲۱a	۲/۱۴a
NMS	طبیعت	۹/۰۸a	۹/۸۷a	۶/۷۵b	۴/۶۲a	۹/۱۲a	۶/۷۵a	۵/۹۶a
	ایستگاه	۹/۶۲a	۷/۰۸b	۷/۹۲a	۱/۶۷b	۸/۸۳a	۴/۴۶b	۴/۹۶b
MDL	طبیعت	۰/۶۷a	۰/۵۱a	۰/۲۴a	۰/۱۹a	۰/۷۲a	۰/۲۲a	۰/۱۸a
	ایستگاه	۰/۵۰b	۰/۲۹b	۰/۱۹b	۰/۱۱b	۰/۶۸a	۰/۲۳a	۰/۱۸a
SDd	طبیعت	۱۱۴/۱a	۱۱۷/۸a	۷۹/۹b	۵۶/۷b	۶۴/۷b	۱۴۱/۶a	۱۴۵/۳a
	ایستگاه	۷۷b	۷۸b	۱۱۳/۸a	۱۰۶ a	۹۹a	۸۲/۹b	۶۸/۳b
SDb	طبیعت	۱۰۹/۸a	۱۳۰/۷a	۷۴b	۶۴b	۶۸b	۱۴۷/۶a	۱۴۵a
	ایستگاه	۸۰/۶b	۷۳/۳b	۹۷/۵a	۱۱۷a	۱۰۰a	۸۳/۹b	۷۲/۶b
SLd	طبیعت	۲۴b	۲۲/۷b	۳۰a	۳۰/۲a	۳۱/۳a	۲۱/۵b	۲۲/۱b
	ایستگاه	۲۹/۵a	۲۸/۶a	۲۶/۵b	۲۷b	۲۵/۷b	۳۰/۷a	۳۱/۱a
SLb	طبیعت	۲۳/۹b	۲۱/۸b	۲۹/۹a	۲۸/۸a	۳۰/۶a	۲۱/۵b	۲۱/۴b
	ایستگاه	۲۹/۴a	۲۹/۱a	۲۶/۵b	۲۶/۵b	۲۵/۳b	۲۹/۶a	۳۱/۱a

حروف متفاوت بیانگر وجود تفاوت معنی‌دارند.

جدول ۵- ضریب همبستگی دوگانه بین عامل‌های محیطی و صفات ریخت‌شناسی برگ در رویشگاه طبیعی پده

صفت محیطی	صفات ریخت‌شناسی برگ													
	PL	*LA*	*TL*	*MLW*	*LL*	*LL/MLW*	*PL/ LL*	*DLL*	*NMS*	*MDL*	*SDd*	*SDb*	*SLd*	*SLb*
ارتفاع از سطح دریا	-۰/۳۲	-۰/۴۲	۰/۷۱	-۰/۳۲	۰/۱۳	۰/۶۴	-۰/۲۸	۰/۱۲	-۰/۰۶	۰/۶۷	-۰/۸۹*	-۰/۹۱*	۰/۹۷*	۰/۹۷*
طول جغرافیایی	۰/۴۹	۰/۲۳	-۰/۲۶	۰/۴۸	۰/۲۲	-۰/۱۵	۰/۱۶	۰/۴۲	۰/۶۶	-۰/۳۴	۰/۲۶	۰/۱۹	-۰/۳۳	-۰/۲۸
عرض جغرافیایی	-۰/۱۸	-۰/۳۶	۰/۶۱	-۰/۰۶	-۰/۰۶	-۰/۰۵	۰/۰۱	۰/۰۶	۰/۲۸	-۰/۰۷	-۰/۷۷*	-۰/۷۰	۰/۶۰	۰/۵۵
میانگین بارندگی سالانه	-۰/۰۹۸	-۰/۴۷	۰/۳۲	-۰/۵۴	-۰/۶۲	-۰/۵۰	۰/۵۰	-۰/۶۶	-۰/۶۹	-۰/۲۸	-۰/۳۲	-۰/۲۶	۰/۲۳	۰/۲۱
میانگین دمای سالانه	۰/۳۱	۰/۵۷	-۰/۷۶	۰/۳۱	۰/۱۸	-۰/۰۵	-۰/۰۲	۰/۰۷	-۰/۱۰	-۰/۰۸	۰/۹۱*	۰/۸۶*	-۰/۷۹*	-۰/۷۴*
میانگین حداقل دمای سالانه	۰/۴۸	۰/۶۲	-۰/۶۷	۰/۳۷	۰/۲۷	۰/۰۳	۰/۰۲	۰/۱۶	-۰/۰۷	-۰/۱۲	۰/۸۸*	۰/۸۲*	-۰/۷۴*	-۰/۶۹
میانگین حداکثر دمای سالانه	۰/۲۲	۰/۵۴	-۰/۷۹*	۰/۲۷	۰/۱۲	-۰/۱	-۰/۰۴	۰/۰۳	-۰/۰۹	-۰/۱۰	۰/۹۳*	۰/۹۰*	-۰/۸۳*	-۰/۷۹*
تعداد روزهای یخبندان	-۰/۴۸	-۰/۷۷*	۰/۷۸*	-۰/۵۹	-۰/۳۹	۰/۰۲	۰/۰۷	-۰/۳۲	-۰/۱۹	۰/۱۹	-۰/۹۴*	-۰/۹۰*	۰/۸۶*	۰/۸۱*

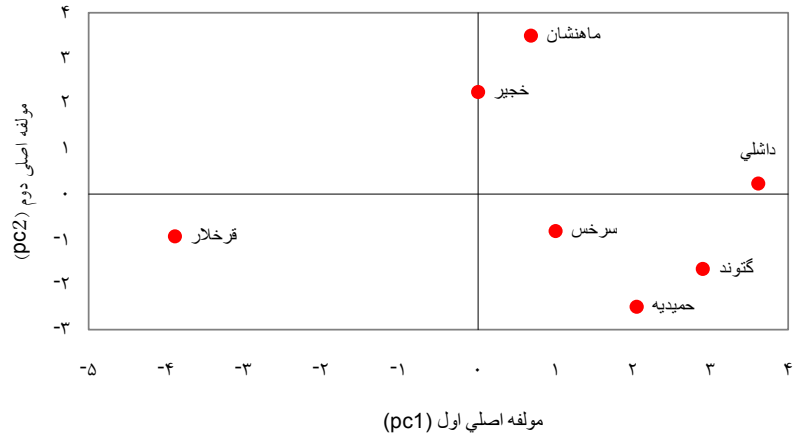
* تفاوت معنی‌دار در سطح اطمینان ۹۵ درصد

ایستگاه تحقیقاتی، این پرووانانس بعد از پرووانانس خوزستان (حمیدیه) بیشترین طول روزنه را به‌ترتیب با ۳۰/۷ میکرومتر در سطح زبرین و ۲۹/۶ میکرومتر در سطح زیرین داشت.

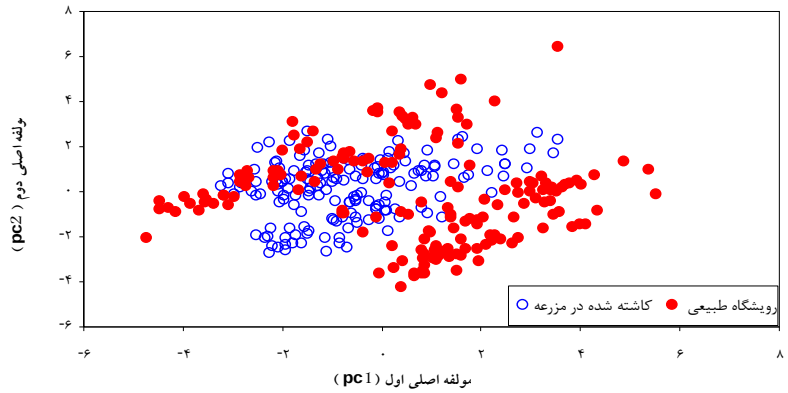
رابطه همبستگی بین عامل‌های محیطی و صفات ریخت‌شناسی برگ نشان داد که صفت ضخامت برگ همبستگی منفی و معنی‌داری با میانگین دمای سالانه و میانگین حداقل دما و همبستگی مثبت با تعداد روزهای یخبندان دارد. صفت سطح برگ نیز با تعداد روزهای یخبندان همبستگی منفی داشت. همچنین رابطه همبستگی بین عامل‌های محیطی و صفات آناتومیکی برگ نشان داد که میانگین دمای سالانه همبستگی مثبت معنی‌داری با تراکم روزنه و نیز همبستگی منفی با طول روزنه دارد. ارتفاع از سطح دریا نیز همبستگی منفی معنی‌دار با تراکم روزنه و همبستگی مثبت با طول روزنه داشت. میانگین بارندگی سالانه هیچ‌گونه همبستگی معنی‌داری با مشخصه‌های ریخت‌شناسی و آناتومیکی برگ نداشت (جدول ۵).

تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از صفات ریخت‌شناسی و آناتومیکی برگ و نیز عامل‌های محیطی پرووانانس‌های پده در رویشگاه‌های طبیعی نشان داد که پرووانانس‌های خوزستان (گتوند و حمیدیه)، خراسان و گلستان در گروه اول، پرووانانس‌های زنجان و تهران در گروه دوم و پرووانانس آذربایجان در گروه سوم قرار دارند (شکل ۱). در مؤلفه اصلی اول با ۴۹/۷ درصد واریانس، متغیرهای تراکم روزنه، سطح برگ و دما (کمینه، بیشینه و متوسط) بیشترین اثر مثبت و متغیرهای طول روزنه، ضخامت برگ، ارتفاع از سطح دریا و عرض جغرافیایی بیشترین اثر منفی را داشتند. در مؤلفه اصلی دوم با ۲۶/۳ درصد واریانس، متغیرهای طول و پهنای برگ، سطح برگ و فاصله وسط پهن‌ترین قسمت برگ تا قاعده برگ بیشترین اثر مثبت را داشتند.

نتایج تجزیه به مؤلفه‌های اصلی با استفاده از کلیه صفات ریخت‌شناسی و آناتومیکی برگ در رویشگاه طبیعی و کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی انجام شد و نتایج رسته‌بندی تغییرپذیری بین رویشگاه اصلی و کاشت در یک شرایط محیطی در ایستگاه تحقیقاتی را به‌خوبی نمایان کرد. همان‌طور که در شکل ۲ نشان داده شده است، دامنه تغییرات صفات ریخت‌شناسی پرووانانس‌ها در شرایط کاشت ایستگاه تحقیقاتی کوچکتر از شرایط طبیعی بود، به‌طوری‌که ویژگی‌های ریخت‌شناسی پرووانانس‌های کاشته‌شده در ایستگاه تحقیقاتی در حدفاصل بین پرووانانس‌های رویشگاه طبیعی قرار گرفتند.

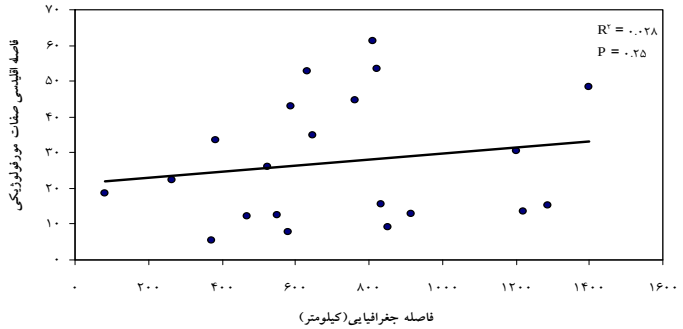


شکل ۱- رسته‌بندی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی برای درختان رویشگاه طبیعی با استفاده از صفات ریخت‌شناسی برگ و عامل‌های محیطی



شکل ۲- رسته‌بندی حاصل از تجزیه به مؤلفه‌های اصلی کاشته‌شده در شرایط ایستگاه تحقیقاتی (مزرعه) و درختان رویشگاه طبیعی با استفاده از صفات موفولوژیکی برگ

نتایج رابطه همبستگی بین ماتریس فاصله ریخت‌شناسی و فاصله جغرافیایی میان پرووانانس‌ها با آزمون مانتل رابطه خطی و مثبتی را نشان داد (شکل ۳). رابطه ضعیف بین فاصله صفات ریخت‌شناسی و فاصله جغرافیایی (R=۰/۱۶۷) نشان داد که تغییرات ریخت‌شناسی برگ در رویشگاه‌های طبیعی کمتر وابسته به فاصله جغرافیایی پرووانانس‌ها بوده است.



شکل ۳- رابطه همبستگی بین فاصله جغرافیایی و فاصله صفات ریخت‌شناسی برگ درختان رویشگاه‌های طبیعی ازطریق آزمون مانتل

بحث

به‌طورکلی هر ژنوتیپ در یک رویشگاه مشخص ممکن است به‌صورت یک فنوتیپ خاص تجلی کند، ولی در یک محیط متفاوت از رویشگاه اصلی می‌تواند به‌صورت فنوتیپ متفاوت ظاهر شود. بنابراین قسمتی از ژنوتیپ در محیط‌های متفاوت دستخوش تغییر می‌شود. این تغییر درصورتی‌که عامل‌های ژنتیکی در آن نقش نداشته باشند، یک تغییرپذیری فنوتیپی است (Farmer, 1996). نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که با وجود اثرات ژنتیکی بر برخی از مشخصه‌های برگ پده، خصوصیت تغییرپذیری ریخت‌شناسی به‌واسطه اثرات محیطی کاملاً مشهود است. بنابراین هم عامل‌های محیطی و هم عامل‌های ژنتیکی تأثیر معنی‌داری بر مورفولوژی برگ پده که در شرایط ایستگاه تحقیقاتی رشد کرده است، داشته‌است. تفاوت معنی‌دار میان مبدأهای جغرافیایی درختان نشان می‌دهد تغییرات ریخت‌شناسی، هم به‌واسطه تفاوت اکوتیپ (Chapin & Chapin, 1981) و هم واکنش فنوتیپ، به عامل‌های محیطی است (Smythe & Hutchinson, 1989).

ابعاد و تراکم روزنه‌ها از مشخصه‌های تغییرپذیر بودند، به‌طوری‌که در رویشگاه‌های با آب‌وهوای گرم روزنه‌ها به

تعداد زیاد و ابعاد کوچک و در آب‌وهوای سرد تعداد روزنه‌ها کم ولی با ابعاد بزرگتر بودند. نمونه‌های کاشته‌شده در یک محیط همگن نشان داد که مشخصه‌های روزنه کاملاً تغییرات شکل‌پذیر در اغلب رویشگاه‌ها داشته‌است. تغییر تراکم روزنه‌ها در برخی از گونه‌های *Carex lugens* و نیز *Arctagrostis arundinaceae* در یک فصل رشد با انتقال از منطقه سرد به اتاقک رشد با شرایط گرم نیز گزارش شده است (Kislyuk *et al*., 1983). همچنین گونه *Oxyria digyria* در جوامع توندرا و گونه *Carex aquatilis* در جوامع سردسیر موقعی‌که در یک شرایط یکسان کاشته شدند، تغییراتی در تراکم روزنه نشان دادند (Au, 1969; Standley, 1986). نتایج پژوهش Stenstrom و همکاران (۲۰۰۲) نشان داد که تراکم روزنه‌ها همبستگی مثبت با متغیر دما و همبستگی منفی با عرض جغرافیایی دارد، هرچند در گونه *Carex lugens* در شمال‌شرق روسیه تراکم روزنه‌ها با افزایش دما کاهش یافته است. همچنین همبستگی منفی بین تراکم روزنه‌ها و ابعاد آنها وجود داشته است (Kislyuk *et al*. 1983).

ابعاد روزنه‌ها نیز از ویژگی‌های شکل‌پذیر است و با انتقال گیاه و کشت در محیط ایستگاه تحقیقاتی دست‌خوش تغییر می‌شود. نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد که طول روزنه دارای تفاوت معنی‌داری میان پروونانس‌ها براساس دو شرایط کشت داشته است. گزارش Kislyuk و همکاران (۱۹۸۳) وجود رابطه همبستگی منفی بین تراکم روزنه‌ها و ابعاد آنها را تأئید می‌کند. همچنین کاهش طول روزنه‌ها در گونه‌های *Carex ensifolia* و *Carex lugens* نشان از تغییرپذیر بودن این صفات دارد (Stenstrom *et al*., 2002). رویشگاه‌های خوزستان (گتوند و حمیدیه)، خراسان و گلستان با اقلیم خشک با زمستان‌های معتدل تا خنک از رویشگاه‌های تهران، زنجان و آذربایجان با زمستان‌های سرد تا خیلی سرد متمایز شدند که این دلالت بر تأثیر دما بر صفات ریخت‌شناسی برگ به‌ویژه تراکم و ابعاد روزنه و نیز ضخامت برگ دارد. بنابراین با توجه به تغییرپذیربودن روزنه‌ها تحت‌تأثیر عامل‌های محیطی، استفاده از صفات ابعاد و تراکم روزنه به‌عنوان نشانگر ریخت‌شناسی برای مقایسه تغییرات ژنتیکی میان جوامع قابل‌توصیه نیست.

درحالی‌که صفات طول و پهنای برگ و سطح برگ به‌طور مختصر تحت‌تأثیر عامل‌های ژنتیکی هستند، ولی این صفات شکل‌پذیر بوده و با عامل‌های محیطی و به‌طور خاص با ارتفاع از سطح دریا مرتبط هستند (Hovenden *et al*., 2003). در این بررسی بعضی از صفات ریخت‌شناسی برگ مانند طول برگ، ضخامت برگ و بیشینه عمق دندانه برگ (به‌ویژه در رویشگاه ماهنشان) تفاوت معنی‌داری بین رویشگاه طبیعی و کاشته‌شده در محیط کشت نشان نداد که این صفات می‌تواند فقط تغییر ژنتیکی باشند که توانسته برخی از پروونانس‌های این‌گونه را از بقیه جدا کند. از میان مشخصه‌های ریخت‌شناسی، صفات پهنای حداکثر برگ، طول دمبرگ و از مشخصه‌های آناتومیکی، طول و تراکم روزنه در اغلب پروونانس‌ها دارای اختلاف معنی‌داری بین دو شرایط رشد در طبیعت و ایستگاه تحقیقاتی بودند. همچنین مشخصه‌های تعداد دندانه‌های اصلی برگ، ماکزیمم عمق دندانه برگ، طول برگ، سطح برگ و طول دمبرگ شکل‌پذیری کمتری در مقایسه با بقیه مشخصه‌ها در اغلب پروونانس‌ها داشت. گستردگی دامنه تغییرات صفات ریخت‌شناسی پروونانس‌ها در شرایط طبیعی در مقایسه با شرایط کاشت ایستگاه تحقیقاتی تا حد زیادی با دامنه زیاد تغییرات محیطی پروونانس‌ها ارتباط دارد. رابطه خطی و مثبت ضعیف بین صفات ریخت‌شناسی و فاصله جغرافیایی هرچند وابستگی کم تغییرات ریخت‌شناسی پروونانس‌ها را به فاصله نشان می‌دهد، ولی گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد این رابطه با انتخاب نمونه از فواصل زیاد جغرافیایی می‌تواند معنی‌دار شود (Perry & McIntosh, 1991).

References

- Abrams, M.D. and Kubiske, M.E. 1990. Leaf structural characteristics of 31 hardwood and conifer tree species in central Wisconsin: Influence of light regime and shade-tolerance rank. Forest Ecology and Management, 31:

245-253.
- Au, S. 1969. Internal leaf surface and stomatal abundance in arctic and alpin population of *Oxyria digyna*. Ecology, 50: 131-134.
- Calagari, M., Modir-Rahmati, A. and Asadi, F. 2006. Morphological variation in leaf traits of *Populus euphratica* Oliv. Natural population. International Journal of Agriculture and Biology, 8(6): 754-758.
- Chapin, F.S. and Chapin, M.C. 1981. Ecotypic differentiation of growth processes in *Carex aquatillis* along latitudinal and local gradients, Ecology, 62: 1000-1009.
- Havstrom, M., Callaghan, T.V., Jonasson, S. and Svoboda, J. 1995. Little ice age temperature estimated by growth and flowering differences between subfossil and extend shoots of *Cassiope tetragona*, an arctic heater. Functional Ecology, 9: 650-654.
- Heathcote, C.A., Davies, M.S. and Etherington, J.R. 1987. Phenotypic flexibility of *Carex flacca* Schreb, tolerance of soil flooding by populations from constrasting habitats. New physiologist, 105: 381-391.
- Hovenden, M.J. and Vander Schoor, J.K. 2003. Nature vs nurture in the leaf morphology of Southern beech, *Nothofagus cunninghamii* (Nothofagaceae). New phytologia, 161: 585-594.
- Kislyuk, I.M., Vaskovskii, M.D., Bubolo, L.S. and Paleeva, T.V. 1983. The effect of temperature on the leaf structure and photosynthesis in *Carex lugens* (Cyperaceae) and *Arctagrostis arundinaceae* (Poaceae). Botanicheski Zhurnal, 68: 1325-1333.
- Korner, C., Neumayer, M., Menendez-Riedl, S.P., and Smeets-Scheel, A. 1989. Functional morphology of mountain plants. Flora, 182: 353-383.
- Li, Z.Y., and Zheng, C.X. 2005. Structural characteristics and ecoadaptability of heteromorphic leaves of *Populus euphratica*. Forestry Studies in China, 7(1): 11-15.
- Ma, H., Fung, L., Wang, S.S., Altman, A. and Hutterman, A. 1997. Photosynthetic response of *Populus euphratica* to salt stress. Forest Ecology and Management, 93(1): 55-61.
- Maassoumi, A.A., Asadi, M. and Hemmati, A. 2011. Flora of Iran. No. 74: Salicaceae, 87p (In Persian).
- Mantel, N. 1967. The detection of disease clustering and a generalized regression approach. Cancer Research, 27: 209-220.
- Meinzer, F.C., Goldstein, G.H. and Rundel, P.W. 1985. Morphological changes along an altitudinal gradient and their consequences for an Andean giant rosette plant. Oecologia, 65: 278-283.
- Peakal, R. and Smouse P.E. 2006. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel Population genetic software for teaching and research Molecular Ecology Notes, 6: 288-295.
- Perry, M.C. and McIntosh, M.S. 1991. Geographical patterns of variation in the USDA soybean germplasm collection: I. Morphological traits, Crop Science, 31: 1350-1355.
- Rottenberg, A., Nevo, E. and Zhary, D. 2000. Genetic variability in sexually dimorphic and monomorphic population of *Populus euphratica* (Salicaceae). Canadian Journal of Forest Research, 30: 482-486.
- Rozendaal, D.M.A., Hurtado, V.H. and Poorter, L. 2006. Plasticity in leaf traits of 38 tropical tree speciesin response to light; relationships with light demand and adult stature. Functional Ecology, 20: 207-216.
- Smythe, S.R. and Hutchinson, I. 1989. Ecological plasticity in *Carex lyngbyei*: evidence from transplant experiments. Canadian Journal of Botany, 67: 3618-3624.
- Standley, L.A. 1986. Variation of stomatal distributionin *Carex aquatilis* (Cyperaceae). American Journal of Botany, 73: 1393-1399.
- Stenstrom, A., Jonsdottir, I.S. and Augner, M. 2002. Genetic and environmental effects on morphology in clonal sedges in the Eurasian arctic, American Journal of Botany, 89(9): 1410-1421.
- Stenstrom, A. and Jonsdottir, I.S. 1997. Responses of the clonal sedge, *Carex bigelowii*, to two seasons of simulated climate change. Global Change Biology, 3: 89-96.
- Williams, D.G. and Black, R.A. 1993. Phenotypic variation in contrasting temperature environments: growth and photosynthesis in *Pennisetum setaceum* from different altitudes on Hawaii. Functional Ecology, 7: 623-633.
- Zheng, C., Qiu, J., Jiang, C., Yue, N., Wang, X., and Wang, W. 2007. Comparison of stomatal characteristics and photosynthesis of polymorphic *Populus euphratica* leaves. Frontiers of Forestry in China, 2(1): 87-93.

Environmental effects on leaf morphology traits in the *populus euphratica* Oliv. provenances of Iran

M. Calagari[1*], A. Jalili[2], R. Abbas Azimi[3] and P. Salehi Shanjani[4]

1*- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I. R. Iran, E-mail: Calagari@rifr-ac.ir
2- Prof., Research Institute of Forest and Rangelands, Tehran, I. R. Iran.
3- Research Expert, Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I. R. Iran.
4- Assistant Prof., Research Institute of Forests and Rangelands, Tehran, I. R. Iran.

Received: 09.14.2013 Accepted: 01.26.2014

Abstract

We studied the variation in leaf morphological traits for 7 habitats of *Populus euphratica* Oliv. in natural form as well as transplanted to an experimental station in Karadj- Iran. In this study, 28 even-aged, mature *P. euphratica* trees and 24 leaf samples were randomly collected from each habitat (6 leaves for each tree). Then a set of macro- and micro-morphological characteristics were measured on the samples. There was a plastic morphological response to the environment for each provenance. All morphological characters except maximum leaf width (MLW), ratio of petiole length to leaf length (PL: LL) and the distance between the middle of maximum leaf width and leaf blade (DLL) varied significantly among provenances in both natural and field conditions. Stomata density and stomata size were plastic characters, since the stomata density increased in warm habitats while stomata size decreased. In addition, we observed significant differences in size and density of stomata for natural and field-transplanted provenances. Correlation analysis between environmental factors and leaf morphological traits indicated a significant relationship. Furthermore, Principal component analysis (PCA) on all morphological traits on provenances showed that morphological range of the provenances decreases when growing in the experimental field compared to their natural habitat. Eventually, we found a weak significant correlation between geographical and morphological distances.

Key words: *Populus euphratica*, provenance, leaf morphology, environmental factor, geographic distance.