نشریه پژوهش‌های علوم و فناوری چوب و جنگل
جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱۳۹۸
۱۷-۳۰
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2019.12362.1644

بررسی برخی صفات کمی و کیفی برگ در گونه‌ها و هیبریدهای بین‌گونه‌ای گردو واقع در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر کرج

مریم مسی‌وند[۱]، *وحیده پیام‌نور[۲]، داراب حسنی[۳]، محمدجعفر آقایی[۴] و جهانگیر محمدی[۵]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،
[۲]دانشیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران،
[۳]دانشیار بخش تحقیقات باغبانی، موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، کرج، ایران،
[۴]دانشیار بخش تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران،
[۵]استادیار دانشکده علوم جنگل، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ایران
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۰۹/۲٤ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۱۰/۲۷

چکیده

سابقه و هدف: این پژوهش با هدف بررسی و مقایسه صفات مورفولوژیکی برگ گونه‌ها، ژنوتیپ‌ها و هیبریدهای بین‌گونه‌ای درخت گردو موجود در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر کرج، بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر صورت گرفت. اهمیت خصوصیات مورفولوژیک تا حدی است که می‌توان با مطالعه آن‌ها به روند تنوع ژنتیکی در گیاهان کمک شایانی کرد. نشانگرهای مورفولوژیکی بیش‌تر با صفات کیفی متناظر هستند که به‌صورت عینی قابل رتبه‌بندی باشند. تا چند سال اخیر نشانگرهای ژنتیکی مورد استفاده برای ایجاد نقشه‌ها در گیاهان، صفات مورفولوژیکی مانند پا کوتاهی، شکل برگ و غیره بودند. با استفاده از این نشانگرها می‌توان گونه‌ها و حتی کلن‌های داخل یک گونه را از هم متمایز کرد.

مواد و روش‌ها: ارزیابی خصوصیات هشت ژنوتیپ گردوی سیاه (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8) هفت رقم ژنوتیپ گردوی ایرانی (دماوند، جمال Ronde de Montignac, Pedro, Hartley, Chandler, Seer, و K72, B21)، پنج ژنوتیپ از هیبریدهای بین‌گونه‌ای (*J. hindsii* × *J. nigra*) و چهار ژنوتیپ از هیبریدهای بین‌گونه‌ای (*J. hindsii* × *J. regia*) و یک ژنوتیپ از گونه *J. hindsii* با نمونه‌گیری در تابستان از برگ‌هایی که رشد کامل رسیده بودند انجام شد. در مجموع ۱٤ صفت شامل ۷ صفت کمی (طول و عرض کلی برگ a و b، عرض برگچه e، طول برگچه f، طول دمبرگ c، تعداد و شاخص سطح برگ) و ۷ صفت کیفی (شکل برگ و برگچه، حاشیه برگ، رنگ برگ و دمبرگ، زمان باز شدن جوانه‌های برگ، کرک‌دار بودن، زمان خزان برگ و دوام دمبرگ اصلی) مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته‌ها: نتایج بیانگر وجود تنوع زیاد مورفولوژیکی بین‌گونه‌ها و هیبریدهای فوق است. نتایج آماری بیانگر آن است که با صفات انتخابی می‌توان به خوبی این گونه‌ها را از یکدیگر تفکیک نمود.

* مسئول مکاتبه: mnoori56@gmail.com

نتیجه‌گیری: بیش‌ترین سطح برگ متعلق به رقم B21 مربوط به گونه‌های گردوی ایرانی با ۳۳۶/۳ سانتی‌مترمربع و کم‌ترین سطح برگ نیز برای گونه گردوی سیاه ژنوتیپ N۸ با سطح برگ۷۶/۲ سانتی‌مترمربع اندازه‌گیری شد. میانگین صفات کمی برگ نمونه‌های مورد بررسی نشان داد که ارقام گردوی ایرانی دارای میانگین بیش‌ترین طول و عرض برگ و گردوی سیاه نیز دارای کم‌ترین طول و عرض بودند. همچنین میانگین بیش‌ترین عرض و طول برگچه مربوط به گردوی ایرانی و در مقابل هیبرید بین‌گونه‌ای پارادوکس نیز دارای کم‌ترین عرض برگچه بود. کم‌ترین طول برگچه نیز برای گونه گردوی سیاه اندازه‌گیری شد. در میان گونه‌های مورد بررسی گردوی ایرانی دارای کم‌ترین تعداد برگچه و برگ گونه *J. hindsii* بیش‌ترین تعداد برگچه را داشت. ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش تجزیه کلاستر و بر اساس صفات کمی و کیفی برگ مورد بررسی و گروه‌بندی شدند. به این ترتیب ژنوتیپ‌ها به سه خوشه مجزا تفکیک گردیدند. خوشه اول شامل: شش ژنوتیپ مختلف گردوی سیاه، گونه *J. hindsii* و هیبریدهای بین‌گونه‌ای رویال و پارادوکس، خوشه دوم شامل ارقام مربوط به گردوی ایرانی و خوشه سوم دربرگیرنده ژنوتیپ (B21) از گردوی ایرانی بود.

واژه‌های کلیدی: برگچه، سطح برگ، صفات مورفولوژیکی، گردو

مقدمه

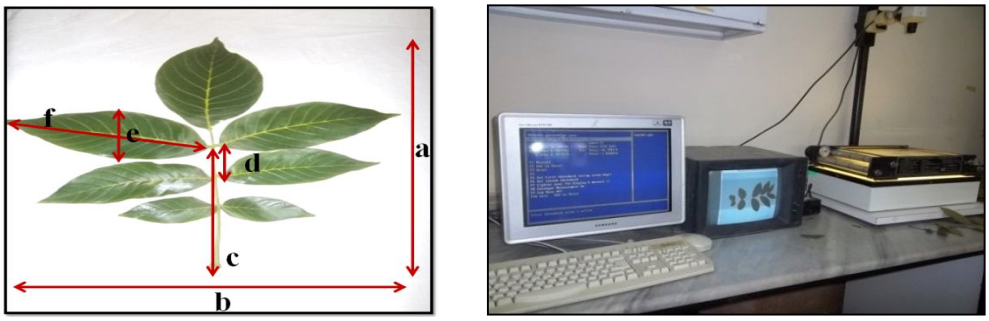
گردو گیاهی یک پایه و کاملاً دگرگشن است که توسط باد گرده‌افشانی می‌شود. بر اساس پژوهش‌های دیرینه‌شناسی و گرده‌شناسی گیاهی، گونه‌های مختلف جنس گردو از زمان‌های بسیار قدیم به‌خصوص از دوران سوم زمین‌شناسی در کره زمین انتشار یافتند (۱۱). مدارک فسیل‌شناسی نشان می‌دهد که نیاکان جنس گردو به یکباره در بخش گسترده‌ای از اروپا، آسیا و آمریکای شمالی (پیشرو تا عرض‌های بسیار شمالی یعنی تا آلاسکا) رویش داشته‌اند. تغییرات متوالی اقلیم، به‌ویژه یخبندان‌های مکرر در دوران چهارم زمین‌شناسی، پراکنش جغرافیایی این جنس را تغییر داده است (۱۵). این گونه قادر به رشد در عرض‌های جغرافیایی ۱۰ تا ۵۰ درجه شمالی بوده و به لحاظ تولید دانه خوراکی دارای ارزش بالایی بوده و نیز به‌عنوان یک درخت جنگلی دارای چوب با ارزشی می‌باشد (۲٤). در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر، بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر، گونه‌ها و زیرگونه‌های مختلف گردو از فرانسه و کالیفرنیا جمع‌آوری و کاشته شده‌اند و به‌نظر می‌رسد سازگاری مناسبی نیز با شرایط آب و هوایی این منطقه داشته‌اند. گونه‌هایی که متعلق به یک جنس بوده و ارتباط بسیار نزدیکی با یکدیگر دارند از لحاظ ریخت‌شناسی شباهت‌های بسیار زیادی به هم دارند و شناسایی و تفکیک آن‌ها با توجه به این خصوصیات بسیار مشکل می‌باشد. ولی باید توجه داشت که تفکیک گونه‌ها و شناسایی دقیق آن‌ها به‌خصوص در مورد درختان جنگلی می‌تواند اهداف زیادی را به‌دنبال داشته باشد، از جمله این اهداف می‌توان به شناسایی و تهیه فلور مناطق، جنگل‌کاری با گونه‌های معین و ایجاد و شناسایی دو رگ‌ها اشاره نمود (۲٦). اهمیت خصوصیات مورفولوژیک تا حدی است که می‌توان با مطالعه آن‌ها به روند تنوع ژنتیکی در گیاهان کمک شایانی کرد (۱). نشانگرهای مورفولوژیکی بیش‌تر با صفات کیفی متناظر هستند که به‌صورت عینی قابل رتبه‌بندی باشند. خصوصیات تشریحی ریخت‌شناسی جزو نخستین و پرکاربردترین نشانگرهایی هستند که از دیر باز همواره مورد توجه گیاه‌شناسان بوده‌اند که در این میان صفات ریختی برگ دارای جایگاه ویژه‌ای در رده‌بندی گیاهان است (۲۵). احتشام‌نیا (۲۰۰۹) به ترکیب عمومی درختان گردوی بومی استان گلستان و صفات برگ شامل دوام برگ یا محور برگ، شکل برگچه، حاشیه برگچه، برگچه، رنگ برگ، رنگ محور برگ، عادت رشد

درخت، قدرت رشد درخت، شاخه‌دهی، رنگ شاخه، حساسیت به بلایت، حساسیت به سرما و زمان ریزش برگ با استفاده از راهنمای ارزیابی درختان در پنج توده گردوی این استان پرداخت (۸). جعفری صیادی و همکاران (۲۰۰٦) با مقایسه ۳۲ صفت کمی و کیفی در برگ گردوی ایرانی تنوع ژنتیکی توده‌های بومی گردوی ایرانی را در جنگل‌های شمال بررسی نموده و به لحاظ مورفولوژیکی آن‌ها را با گردوهای دیگر مناطق کشور مقایسه نمودند (١٤). تنوع بسیار مناسبی از لحاظ صفات برگی در جوامع مورد مطالعه گونه گردوی ایرانی مشاهده شده است (۹ و ١٦). پاتر (۱۹۹۷). تعداد برگچه‌ها را در هیبرید پارادوکس عددی ما بین والدین خود (*J. hindsii* ×*J. regia*) گزارش نمود (۲۱). در پژوهش حاضر برگ‌های ژنوتیپ‌های مختلف از گونه‌ها و هیبریدهای موجود در ایستگاه کمال‌شهر با ۷ صفت کمی و ۷ صفت کیفی مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفته‌اند. هدف از انجام این مطالعه مقایسه و ارزیابی تنوع صفات مورفولوژیک برگ در گونه‌ها و هیبریدهای گردو موجود در این ایستگاه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۹۱-۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقاتی کمال‌شهر، بخش تحقیقات باغبانی موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر انجام شد. این ایستگاه با ارتفاع متوسط ۱۳۵۰ متر از سطح دریا، در فاصله ٤٨ کیلومتری غرب تهران قرار دارد. طول جغرافیایی این منطقه برابر ۵۱ درجه و۲ دقیقه شرقی و عرض جغرافیایی آن ۳۵ درجه و ٤٨ دقیقه شمالی است.

ارزیابی خصوصیات هشت ژنوتیپ گردوی سیاه (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8)؛ هفت رقم/ ژنوتیپ گردوی ایرانی (دماوند، جمال Rond de Montignac, Pedro, Hartley, Chandler, Seer, و K72, B21)، پنج ژنوتیپ از هیبریدهای بین‌گونه‌ای (*J. hindsii* × *J. nigra*) چهار ژنوتیپ از هیبریدهای بین‌گونه‌ای (*J. hindsii* × *J. regia* و یک ژنوتیپ از گونه *J. hindsii* با نمونه‌گیری در تابستان از برگ‌هایی که رشد کامل رسیده بودند انجام شد. در اندازه‌گیری‌های کیفی از تجارب سایر پژوهشگران و اشکال راهنمای توصیف‌نامه و سایر منابع گیاهشناسی و باغبانی استفاده شد. در هر ژنوتیپ/ رقم سه شاخه اصلی در قسمت میانی تاج درختان حدود ۱۷ ساله در سه جهت مختلف و از هر شاخه اصلی پنج شاخه فرعی به‌طور کاملاً تصادفی نمونه‌برداری و یک برگ سالم از قسمت یک سوم میانی شاخه انتخاب گردید (١٤). از هر برگ بر اساس صفت معین شده در توصیف‌نامه گردو (۱۳) و ایده گرفتن از صفات مورد اشاره در منابع مورد مطالعه (۳، ٦، ۷، ۱۰، ۱۲ و ۲۰) ۱۵ صفت شامل ۷ صفت کمی (طول و عرض کلی برگ a و b، عرض برگچه e، طول برگچه f، طول دمبرگ c، تعداد و شاخص سطح برگ) ۸ صفت کیفی (شکل برگچه، حاشیه برگ، رنگ برگ و دمبرگ، زمان باز شدن جوانه‌های برگ، کرک دار بودن، زمان خزان برگ و دوام دمبرگ اصلی) مورد ارزیابی قرار گرفت. جهت اندازه‌گیری سطح برگ با استفاده از دستگاه سطح برگ‌سنج از هر تیمار ۳ تکرار و از هر تکرار ۳ برگ سالم انتخاب شد. دندروگرام حاصل از تجزیه کلاستر به‌دست آمده با استفاده از روش وارد می‌باشد. تحلیل داده‌ها با استفاده آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) و با توجه به متغیر بودن تعداد تکرارها، مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش دانکن انجام شد. جهت ارزیابی و تجزیه پارامترهای مورفولوژیکی اندازه‌گیری از نرم‌افزارهای SPSS (برای تجزیه و مقایسات)، Excel (رسم نمودار) و استفاده شد.



ب الف

شکل ۱- الف: اندازه‌گیری سطح برگ بر حسب سانتی‌مترمربع؛ ب: اندازه‌گیری صفات کمی نمونه‌ها.

Figure 1. A: Measurement of leaf area per square centimeter, B: Measuring quantitative traits.

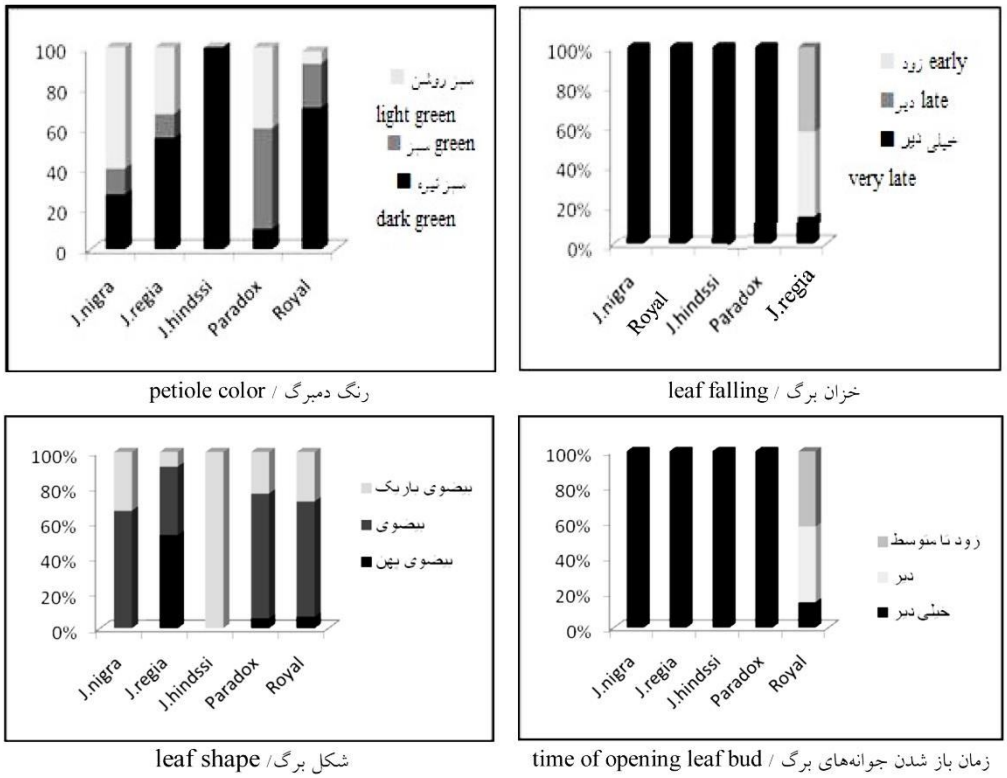
نتایج و بحث

نتایج صفات کیفی پژوهش نشان داد که شکل برگ در گونه‌های مورد بررسی، به‌طورکلی به سه شکل بیضوی باریک، بیضوی و بیضوی پهن مشاهد شد. طوری‌که شکل برگ گونه *J. hindsii* به‌صورت کامل به شکل بیضوی باریک بود و در دیگر گونه‌های گردو ترکیبی از سه شکل اندازه‌گیری‌شده بود، همچنین اکثر گونه‌ها، دارای برگچه‌های بیضوی شکل بوده‌اند (شکل ۲). حاشیه برگ‌های گونه هیندسی (*J. hindsii*)، سیاه (*J. nigra*) و هیبریدهای بین‌گونه‌ای رویال (*J. hindsii* × *J. nigra*) و پارادوکس (× *J. hindsii*) دندانه اره‌ای و در همه گونه‌های گردوی ایرانی (*J. regia*) صاف بود. رنگ برگ در گونه‌های مورد بررسی در تمامی گونه‌ها، اکثراً سبز تیره، رنگ دمبرگ به غیر از گونه *J. hindsii* که سبز تیره است در سایر نمونه‌های مورد بررسی سبز روشن و درصد کمی نیز به رنگ سبز و سبز تیره مشاهده شد (شکل ۳). کرک‌ها اجزای مهمی در برابر تنش‌های محیطی، مانند خشکی هستند که می‌توان از ساختار و نوع آن‌ها در مطالعات گیاهشناسی نیز استفاده کرد (۲). برگ تمام گونه‌ها گردوی پژوهش حاضر فاقد کرک بودند.

شکل ۲- شکل برگچه (سمت راست بیضوی پهن، وسط بیضوی، سمت چپ بیضوی باریک).

Figure 2. Figure leaflet (right side: flat oval, middle: oval, narrow oval).

دوام دمبرگ در تمامی ارقام و ژنوتیپ گونه‌های مختلف گردو و هیبریدها بسیار زیاد بود. خزان برگ در همه گونه‌ها به غیر از گردوی ایرانی دیر مشاهده شد. همچنین زمان باز شدن جوانه‌های برگ در گونه *J. hindsii*، گونه گردوی سیاه و هیبریدهای بین‌گونه‌ای رویال و پارادوکس خیلی دیر بود اما در ژنوتیپ‌ها و ارقام گردوی ایرانی (زود تا متوسط، دیر و درصد کمی از جوانه‌ها خیلی‌دیر) باز شدند (شکل ۳).



شکل ۳- بررسی برخی صفات توصیفی نمونه‌های مورد بررسی.

Figure 3. Check some descriptive characteristics of the studied sample.

بر اساس آنالیز داده‌های کمی پژوهش حاضر نتایج آنالیز واریانس یک‌طرفه در سطح احتمال ۵ درصد نشان داد که ۷ صفت کمی (طول و عرض کلی برگ a و b، عرض برگچه e، طول برگچه f، طول دمبرگ c، تعداد و شاخص سطح برگ) مورد بررسی برگ ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف گردو از تفاوت معنی‌داری برخوردار است که مقدار F و میانگین مربعات در جدول ۱ ارائه شده است.

جدول ۱- جدول تجزیه واریانس برخی صفات کمی برگ در ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف گردو.

Table 1. One-way ANOVAs of some quantitative traits in genotypes and different varieties of walnut leaves.

منابع تغییرات Source	میانگین مربعات مورد بررسی Mean square of parameters						
	طول برگ length of leaf	عرض برگ Width of leaf	طول دمبرگ Petiole length	تعداد برگچه Number of leaflet	عرض برگچه Width of leaflet	طول‌برگچه Length of leaflet	شاخص سطح برگ Leaf area index
بین گروه‌ها Between Groups	1328.5	1192.25	288.24	328.36	1963.61	501.40	4344.53
درون گروه‌ها Within Groups	34.23	26.74	22.50	2.26	12.55	9.834	4656.34
درجه آزادی df	26	26	26	26	26	26	26
	1143	1143	1140	1143	9315	9315	753
F	38.804**	44.585**	13.067**	145.27**	156.44**	50.98**	9.33**

** معنی‌داری در سطح ۵ درصد

نتایج مقایسه میانگین صفات کمی برگ ژنوتیپ و ارقام مختلف گردو در جدول ۲ ارائه شده است. طبق جدول در میان ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی، ژنوتیپ B۲۱ با ۳۹/٤ سانتی‌متر، دارای بیش‌ترین میانگین طول برگ بود. کم‌ترین طول کلی برگ نیز مربوط به گونه گردوی سیاه (N٦)، ۱۷/۵ سانتی‌متر به‌دست آمد. بنابراین گردوی ایرانی دارای بیش‌ترین طول و گردوی سیاه دارای کم‌ترین طول برگ می‌باشد. رقم B۲۱ ازگونه‌های گردوی ایرانی دارای بیش‌ترین عرض برگ (۳۱/۳ سانتی‌متر) و ژنوتیپ N٦ و N۵ مربوط به گردوی سیاه با ۱۱/۹ سانتی‌متر نیز دارای کم‌ترین عرض برگ بود. بلندترین طول دمبرگ به‌ترتیب با ۲٦/۹ و ۲٦/٤ سانتی‌متر متعلق به گونه گردوی سیاه ژنوتیپ N۱ و گردوی ایرانی رقم B۲۱ و کوچک‌ترین طول دمبرگ مربوط به هیبرید بین گونه‌های پارادوکس با ۱۵/۸سانتی‌متر بود. مقایسه میانگین طول و عرض برگچه‌های ژنوتیپ گونه‌های گردوی ایرانی با بیش‌ترین میزان اکثراً در یک کلاسه قرار گرفتند طوری‌که میانگین بیش‌ترین عرض برگچه در میان ژنوتیپ‌های گونه گردوی ایرانی (*J. regia*) با ۵/۷ سانتی‌متر متعلق به ژنوتیپ B۲۱ و کم‌ترین میزان مربوط به ژنوتیپ‌های هیبرید بین‌گونه‌ای پارادوکس *J. regia* × *J. hindsii* بود. همچنین بیش‌ترین طول برگچه (۱۰– ۱۱/۸ سانتی‌متر) برای ژنوتیپ‌های مختلف گونه گردوی ایرانی و کم‌ترین طول برگچه نیز برای گونه گردوی سیاه اختصاص یافت. بیش‌ترین شاخص سطح برگ متعلق به رقم B۲۱ مربوط به گونه‌های گردوی ایرانی با ۳۳٦/۳ سانتی‌مترمربع و کم‌ترین شاخص سطح برگ نیز برای گونه گردوی سیاه ژنوتیپ N۸ با سطح برگ۷٦/۲ سانتی‌مترمربع به‌دست آمد.

تعداد برگچه‌ها در ارقام و ژنوتیپ‌ها بسیار متنوع و از ۳ تا ۳۱ عدد شمارش شدند. اطلاعات مربوط به تعداد برگچه‌ها و فراوانی آن‌ها در جدول ۳ آمده است. تعداد برگچه‌های مربوط به گونه گردوی ایرانی فرد بوده و دارای برگچه انتهایی می‌باشد. برگچه‌های ۳ تایی و حداکثر ۹ تایی در آن‌ها دیده شد. در میان ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گونه‌های مورد بررسی، گونه گردوی ایرانی دارای کم‌ترین تعداد برگچه بود. تعداد برگچه در گونه گردوی سیاه از ٦ تا ۲۱ شمارش شد. در این گونه در میان برگ‌ها، هم برگچه‌های زوج و هم برگچه‌های فرد مشاهده شد. اکثر ژنوتیپ‌های مربوط به این گونه دارای تعداد برگچه ۱۸ و ۱۲ تایی بوده و به‌طورکلی تعداد برگچه‌ها بیش‌تر از گونه گردوی ایرانی بود. بیش‌ترین تعداد برگچه در برگ گونه *J. hindsii* از ۱۳ تا ۳۱ شمارش شد. در این گونه همه برگ‌ها دارای برگچه انتهایی و همگی فرد بودند. در هیبریدهای بین‌گونه‌ای رویال و پارادوکس تعداد برگچه از ۵ تا ۱۳ عدد متغیر بود و هر دو حالت زوج و فرد در آن‌ها دیده شد اما اکثراً برگ‌ها فرد (۹ تا۱۱ تایی) بودند.

جدول ۲- مقایسه میانگین برخی صفات کمی برگ در ژنوتیپ‌ها و ارقام مختلف گردو.

Table 2. Mean and standard division of some quantitative traits in genotypes and different varieties of walnut leaves.

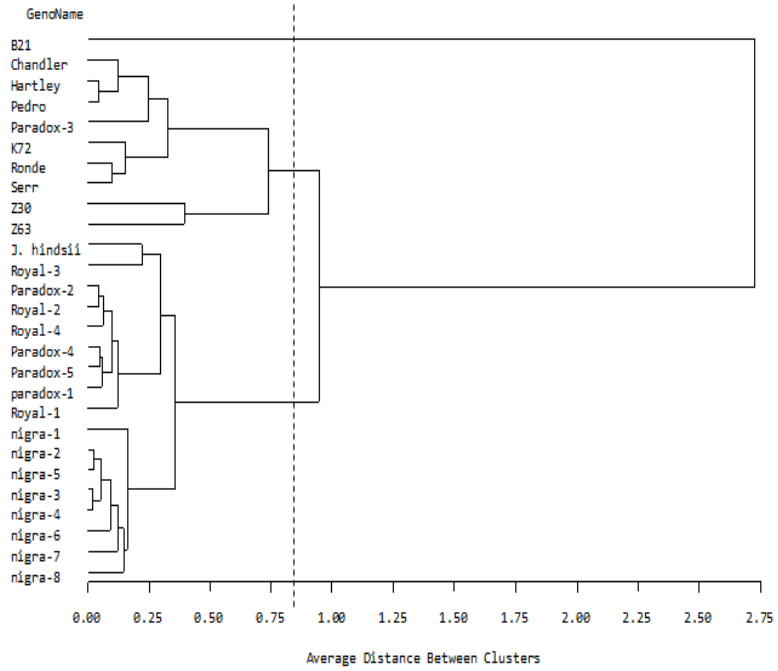
گونه	ژنوتیپ Genotype	طول کلی برگ length of leaf (cm)	عرض کلی برگ Width of leaf (cm)	طول دمبرگ petiole length (cm)	عرض برگچه Width of leaflet (cm)	طول برگچه length of leaflet (cm)	شاخص سطح برگ Leaf area index (mm^2)
	J. hindsii (G1)	27.6 ^{def}±0.67	14.4 ^{hij} ±12.48	23.1 ^{bc}±4.8	2.12 ^{fg}±0.03	6.02^{ef}±0.09	118.^{5efghi} ±5.40
J. hindsii × *J. nigra* (Royal)	R1	28.9 ^{de} ±1.48	19.5 ^{ef}±10.58	19.8 ^{cdefg}±4.45	4.06 ^{bc}±0.06	8.93 ^{bc}±0.17	112.2 ^{efghi}±8.73
	R2	28.9 ^{de} ±1.15	17.5 ^{fgh} ±8.74	20 ^{bcdef}±4.48	3.24 ^{d}±0.12	7.57 ^{d} ±0.17	105 ^{efghi}±9.47
	R3	27.8 ^{def}±1.15	18.2 ^{fgh} ±9.99	18.8 ^{defgh}±4.33	3.15 ^{d}±0.05	7.76 ^{d} ±0.17	131.1 ^{defghi}±8.52
	R4	29.2 ^{de}±1.11	18.1 ^{fgh} ±8.89	20.1 ^{bcdef} ±4.49	3.29 ^{cd} ±0.12	7.75 ^{d} ±0.16	100.2 ^{fghi}±7.60
J. hindsii × *J. regia (Paradox)*	P1	22.2 ^{hi}±0.87	15 ^{ghij} ±10.6	15.8 ^{h}±3.98	3.2 ^{cd}±0.11	5.87^{fg}±0.16	107.8 ^{efghi} ±8.81
	P2	26.7 ^{efg}±1.17	18.5 ^{fg}±11.11	18.6 ^{defgh}±4.31	3.18 ^{cd}±0.08	7.76 ^{d} ±0.18	103.8 ^{efghi} ±7.46
	P3	21.7 ^{hi}±1.21	15.7 ^{ghi}±11.71	17.4 ^{fgh}±4.17	2.64 ^{ef}±0.06	6.24 ^{e} ±0.16	151.2 ^{cdef} ±16.97
	P4	23.5 ^{ghi}±0.84	17 ^{fgh}±11.49	15.9 ^{h}±3.99	3.21 ^{de}±0.07	6.82^{de}±0.17	103.4 ^{efghi} ±12.42
	P5	24.5 ^{fgh}±1.52	18.2 ^{fgh} ±12.01	16.6 ^{gh}±4.07	2.98 ^{de}±0.06	7.67^{d}±0.2	106.5 ^{efghi} ±10.47
J. nigra	N1	27.1 ^{efg}±1.16	17.4 ^{fgh} ±12.55	26.9 ^{a} ±5.18	2.56 ^{ef}±0.03	7.21 ^{d} ±0.1	86.5 ^{hi} ±3.81
	N2	20.2 ij±1.26	13.1 ^{ij} ±9.57	20.2 ^{bcdef}±4.5	2.13 ^{fg}±0.04	5.48 ^{gh} ±0.1	87.2 ^{hi} ±3.06
	N3	21.5 hij±1.1	14.7 ^{hij} ±8.37	21.4 ^{bcde}±4.63	2.72 ^{ef}±0.04	5.73 ^{fg}±0.11	85.9 ^{hi} ±2.97
	N4	22.5 ^{hi}±1.63	14.6 ^{hij} ±8.27	21.8 ^{bcd} ±4.67	2.56 ^{ef}±0.05	5.85 ^{fg}±0.13	85.4 ^{hi} ±3.62
	N5	19.3 ^{ij} ±0.74	11.9 ^{j}±9.33	19.1 ^{defgh}±4.37	2.19 ^{efg}±0.03	5.13 ^{hi}±0.08	86.9 ^{hi} ±3.17
	N6	17.5 ^{j}±0.88	11.9 ^{j} ±9.08	17.5 ^{fgh}±4.18	2.05 ^{g}±0.02	4.96^{i}±0.09	81.9 ^{hi}±4.37
	N7	19.3 ^{ij}±1.16	15.2 ^{ghij} ±8.34	19.4 ^{defgh}±4.4	2.68 ^{ef}±0.04	6.25 ^{e}±0.14	92 ^{fghi}±4.35
	nigra-8	22.1 ^{hi}±1.71	14.7 ^{hij} ±10.05	21 ^{bcde} ±4.58	3.9 ^{c}±1.36	6.26 ^{e}±0.1	76.9 ^{i} ±8.9
J. regia	Chandler	29.9 ^{de}±0.44	22.1 ^{de}±9.65	16.3 ^{gh}±4.04	4.51 ^{b}±0.11	9.19 ^{b} ±0.14	172.4 ^{bcd} ±8.54
	Hartley	28.2 ^{def}±0.72	23.5 ^{d}±9.34	16.9 ^{fgh}±4.11	4.35 ^{bc}±0.08	9.42 ^{b}±0.17	163 ^{cde} ±6.89
	B21	39.4 ^{a}±1.98	31.3 ^{a}±11.48	26.4 ^{a}±5.14	5.7 ^{a} ±0.17	11.8 ^{a}±0.29	336.3 ^{a}±18.43
	K72	37.2 ^{ab}±0.72	28.4 ^{ab}±11.67	21.6 ^{bcd} ±4.65	5.05 ^{a} ±0.07	11.8 ^{a}±0.16	149 ^{cdefg} ±2.95
	Pedro	31.3 ^{cd}±0.51	24.3 ^{cd}±11.59	18 ^{efgh}±4.25	4.31 ^{bc}±0.05	10.1 ^{a}±0.12	162.7 ^{cde} ±8.49
	Ronde	33.9 ^{bc} ±0.46	27.8 ^{ab} 12.59	18.9 ^{defgh} ±4.35	5.19 ^{a}±0.07	11.5 ^{a}±0.02	139.1 ^{cdefgh} ±5.41
	Serr	37.4 ^{ab} ±0.52	28.7 ^{ab}±12.39	21.9 ^{bcd}±4.68	5.25 ^{a}±0.06	11.8 ^{a}±0.15	136.9 ^{cdefg} hi±4.03
	جمال	35.1 ^{cd} ±0.58	26.9 ^{bc}±11.23	20.3 ^{bcdef}±4.51	5.35 ^{a} ±0.07	11.2 ^{a}±0.15	224.1 ^{b} ±15.15
	دماوند	37.2 ^{ab} ±0.68	29.4 ^{ab} ±11.11	23.4 ^{bc} ±4.83	5.6 ^{a}±0.06	11.6 ^{a} ±0.11	193 ^{bc} ±8.45

جدول ۳- درصد تعداد برگچه‌ها و مقایسه آن در گونه‌های مورد بررسی.

Table 3. The percentage of leaf and comparing species.

تعداد برگچه/ نام ژنوتیپ	3	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	23	31
J. hindsii (G1)										6.6				6.6		33		40	6.6	6.6
J. hindsii × *J. nigra*																				
R1		6.6		27		33	6.6	33												
R2						27	6.6	67												
R3						27		40		33										
R4						27	6.6	67												
J. hindsii × *J. regia*																				
P1		6.6		27		53		13												
P2				53	6.6	13		13		6.6										
P3				6.6	6.6	20	13	53												
P4				27		60		13												
P5		20		53	6.6	13		6.6												
J. nigra																				
N1									20	6.6	27		27		27					
N2					6.6				20		27		13		13		13			
N3									53		20		20		13					
N4									47				6.6		27	6.6		6.6		
N5						6.6			6.6		33		40		13					
N6									47	6.6	27	6.6	13							
N7			6.6		13		20		33		20		6.6							
N8							20		20	20	40									
Chandler		33		53		13														
Hartley	6.6	33		53		6.6														
B21		6.6		53		40														
K72	6.6	13		67		13														
Pedro		6.6		53		40														
Ronde		13		6.7		20														
Serr		27		53		20														
Damavand	6.6	20		60		13														
Jamal		20		47		33														

با تجزیه و تحلیل خوشه‌ای (کلاسترینگ) تمامی صافت کمی و کیفی مورد بررسی مشخص گردید که ژنوتیپ‌ها به سه خوشه مجزا تفکیک شدند. خوشه اول شامل: شش ژنوتیپ مختلف گردوی سیاه (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8) و هیبریدهای بین گونه‌های رویال (R1, R3 و پارادوکس (Paradox)، خوشه دوم شامل ارقام داخلی مربوط به گردوی ایرانی (Seer, Z30, K72) و ارقام خارجی این گونه (Pedro Z63, Hartley Chandler, Ronde de Motignac) و خوشه سوم در برگیرنده فقط ژنوتیپ (B21) از گردوی ایرانی بود (شکل ٤).



شکل ٤- نمودار درختی حاصل از تجزیه کلاستر ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی.

Figure 4. Tree of cluster analysis cultivars evaluated.

نتایج به‌دست آمده از مشاهدات ریخت‌شناسی با بررسی صفات کمی و کیفی نشان داد با توجه به مطالعات تشریحی در گونه‌های یک جنس، شکل ظاهری برگ بسیار متفاوت است و می‌تواند به‌عنوان یک صفت جداکننده استفاده شود. بررسی تنوع و تعیین قرابت ژنتیکی بین ارقام و توده‌ها به‌وسیله شاخص‌های مورفولوژیکی، یکی از راه‌های بررسی تنوع مورفولوژیکی به‌منظور انجام مطالعات اصلاحی می‌باشد (۸). با توجه به اختلاف معنی‌داری که در مورفولوژی برگ گونه‌های مورد مطالعه در این پژوهش دیده شد، نمونه‌ها در بسیاری از صفات در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری را نشان دادند، که بیانگر تنوع بسیار بالای صفات برگی در بین نمونه‌های مورد بررسی است، که مطابق با بررسی سایر پژوهشگران می‌باشد (۹، ١٤ و ١٦) چرا که آن‌ها نیز در بررسی‌هایشان، تنوع بسیار مناسبی را از لحاظ صفات برگی در جوامع مورد مطالعه‌شان مشاهده کردند. جعفری صیادی و همکاران (٢٠٠٦) در بررسی صفات مورفولوژیک برگی در ارقام گردوی ایرانی، صفات اندازه‌گیری شده طول و عرض بزرگ‌ترین برگچه، طول و عرض برگ، سطح برگ، طول دمبرگ و تعداد برگچه‌ها را بیش‌تر و صفات میانگین طول و عرض کوچک‌ترین برگچه را کم‌تر از میزان مشاهده شده در پژوهش حاضر مشاهده نمودند (١٤).

حاشیه برگچه‌ها در ارقام گردوی ایرانی مورد پژوهش صاف بوده است که مطابق با نظر پژوهشگران دیگر (١٧) که از کامل بودن حاشیه برگچه در گردوی ایرانی یاد می‌کنند، می‌باشد. در فلور ایرانیکا (٤) از حاشیه برگ چیزی یاد نمی‌شود؛ اما در فلور روسیه (١٨) و عراق (٢٣) ذکر می‌شود که حاشیه برگچه کامل ولی گاهی به‌طور کمی کنگره‌ای دیده می‌شود. پارسا (١٩٤٩) علاوه بر صفت کامل بودن به دندانه‌دار بودن حاشیه برگچه‌ها در گردوی ایرانی اشاره کرد (١٩) که با نتایج پژوهش حاضر هم‌راستا نیست. در پژوهشی دیگر حاشیه برگچه در میان ارقام گردوی ایرانی مورد بررسی صاف گزارش شده است (١٤) که

با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد. تعداد برگچه گردوی ایرانی در فلور ایران ۵ تا ۱۱ عنوان شده است (۱۹)، اما در فلور ایرانیکا، روسیه و ترکیه، از حضور برگ‌های ۱۱ برگچه‌ای برای گردوی ایرانی یاد می‌شود. جعفری صیادی و همکاران (۲۰۰۶) تعداد برگچه‌ها را در گردوی ایرانی از ۷ تا۱۱ عدد شمارش کردند (۱٤) که تعداد برگچه‌ها بیش‌تر از تعداد نمونه‌های مورد بررسی در این پژوهش بود، تعداد برگچه‌ها در نمونه‌های گردوی ایرانی موجود در این پژوهش از ۳ تا ۹ عدد، شمارش شدند، که کم‌تر از تعداد شمارش شده در هر یک از منابع ذکرشده در بالا می‌باشد. در بین نمونه‌های گردوی ایرانی مورد بررسی شکل برگ از بیضوی باریک تا بیضوی پهن کدبندی شد، جعفری صیادی و همکاران (۲۰۰٦) نیز شکل برگ را در میان گردوی ایرانی از بیضوی تا بیضوی پهن گزارش کردند (۱٤).

تعداد برگچه‌ها در میان نمونه‌های مورد بررسی در ژنوتیپ‌های گردوی سیاه (*J. nigra*) در این پژوهش از ۵ تا ۲۱ عدد شمارش شدند، که تنوع بسیار زیادی در بین نمونه‌ها دیده شد. در میان برگ‌ها، هم برگچه‌های زوج و هم برگچه‌های فرد مشاهده شد. به‌طورکلی تعداد برگچه‌ها بیش‌تر از گونه گردوی ایرانی می‌باشد. پاتر (۲۰۰۲) به بررسی گردوی سیاه (*J. nigra*) پرداخت و تعداد برگچه‌ها را بین ۱۱ تا ۲۵ عدد گزارش کرد، همچنین عنوان نمود که برگچه‌ها در بالا صاف و نرم اما در سطح زیرین اندکی پرزدار هستند (۲۲) در حالی‌که حاشیه برگ مشاهده شده در نمونه‌های گردوی سیاه مورد بررسی در این پژوهش دندانه ارهای بود. در مطالعه‌ای تعداد برگچه‌ها در گونه *J. hindsii* بین ۱۹-۱۵ عدد گزارش شده است (۲۱) که با نتایج حاضر همخوانی ندارد.

کم‌ترین طول برگ، کم‌ترین عرض برگ، کم‌ترین طول برگچه در میان گونه‌های مورد بررسی در این پژوهش متعلق به گونه گردوی سیاه (N6) می‌باشد. بیش‌ترین طول دمبرگ اندازه‌گیری‌شده در میان ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گردوی پژوهش حاضر متعلق به گونه گردوی سیاه، ژنوتیپ (N1) و گردوی ایرانی (B21) می‌باشد. کارپنتر (۱۹۷٤) نیز به بررسی صفات مورفولوژی برگ در گونه گردوی سیاه (*J. nigra* L.) و نقش ویژگی‌های برگی در بهره‌وری فتوسنتز از جمله سایز روزنه، ضخامت برگ و سطح برگ در گردوی سیاه را مورد بررسی قرار داد (۵). نتایج حاصل از این مطالعه مقدماتی نشان می‌دهد که تنوع در چند ویژگی مورفولوژیکی برگی می‌تواند یک اساس برای دستیابی به افزایش بهره‌وری در فتوسنتز را فراهم کند. بر این اساس سطح برگ اندازه گیری‌شده توسط کارپنتر (۱۹۷٤) در مقایسه با سطح برگ اندازه‌گیری‌شده در پژوهش حاضر بسیار نزدیک می‌باشد. در هیبریدهای بین‌گونه‌ای رویال (*J. nigra* × *J. hindsii*) و پارادوکس (*J. regia* × *J. hindsii*) موجود در این پژوهش تعداد برگچه‌ها از ۵ تا ۱۳ عدد متغیر مشاهده شده و هر دو حالت زوج و فرد در آن‌ها دیده شد اما اکثراً فرد بودند. برگ رویال و پارادوکس دارای حاشیه دندانه ارهای بودند. عرض برگچه و طول دمبرگ در میان گونه‌های مورد بررسی در هیبرید بین گونه‌های پارادوکس دارای کم‌ترین مقدار بود. پاتر (۱۹۹۷) تعداد برگچه‌ها را در هیبرید پارادوکس ما بین والدین خود (*J. regia* × *J. hindsii*) گزارش نمود. همچنین او به کنگره‌ای بودن حاشیه برگ در هیبریدهای بین‌گونه‌ای اشاره می‌کند (۲۱) که با نتایج حاصل از پژوهش حاضر همخوانی دارد چرا که حاشیه برگ در هیبریدهای بین‌گونه‌ای دندانه ارهای مشاهده شد. در میان نمونه‌های مورد بررسی از گونه‌ها و ژنوتیپ‌های مختلف در این پژوهش، بیش‌ترین تعداد برگچه در برگ گونه *J. hindsii* مشاهده شد.

نتیجه‌گیری کلی

تعداد برگچه‌ها از ۱۳ تا ۳۱ عدد شمارش شدند. کلیه برگ‌ها دارای برگچه انتهایی و همگی فرد بودند. شکل برگچه در گونه *J. hindsii* متفاوت با سایر گونه‌های مورد بررسی مشاهده شد طوری‌که شکل برگ در این گونه بیضوی باریک و حاشیه برگ دندانه اره‌ای بود. ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش تجزیه کلاستر و براساس صفات کمی و کیفی برگ گروه‌بندی شدند. طی این خوشه‌بندی ژنوتیپ‌های مربوط به هر گونه در گروه‌های مجزا از یکدیگر تفکیک شدند. خوشه اول شامل شش ژنوتیپ مختلف گردوی سیاه و هیبریدهای بین‌گونه‌ای رویال (R1, R3 و پارادوکس (Paradox)) خوشه دو شامل ارقام داخلی مربوط به گردوی ایرانی و ارقام خارجی این گونه (Z63, Hartley, Chandler, Ronde de montignac, Pedro) و خوشه سوم در برگیرنده ژنوتیپ (B21) از گردوی ایرانی می‌باشد. پیشنهاد می‌شود به‌منظور تفکیک دقیق‌تر گونه‌های مورد نظر و افزایش صحت گروه‌بندی آن‌ها ریخت‌شناسی و ریز ریخت‌شناسی بذر و در نهایت، مطالعات مولکولی، مدنظر گیاه‌شناسان قرار بگیرد. در مجموع صفات آناتومی به تنهایی نمی‌تواند در تفکیک گونه‌ها مؤثر باشد. بلکه به همراه صفات ریخت‌شناسی و ریز ریخت‌شناسی می‌تواند دارای اهمیت باشد.

منابع

1. Aas, G., Aier, J., Baltisberger, M., and Matzger, S. 1994. Morphology, isozyme variation, cytology, and reproduction of hybrids between *Sorbus aria* (L) Crantz and *S. torminalis* (L). Crantz. Helv. 104: 195-214.
2. Agrawal, A.A., and Fishbein, M. 2006. Plant deface syndromes. Ecology. 87: 132-149.
3. Bacillieri, R., Ducocusso, A., and Kremer, A. 1995. Genetic, morphological, cological and phenological differentiation between *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. and *Quercus robur* L. in a mixed stand of northwest of France. Silvae Genetica. 44: 1. 1-10.
4. Browicz, K. 1976. Juglandaceae. In: Rechinger K.H., (Eds.). Flora Iranica. Nr. (121): 1-5, Akademische Druck-U Verlagsanstalt, Graz Austria.
5. Carpenter, S.B. 1974: Variation in leaf morphology in Black Walnut (*Juglans igra* L.) and its possible role in photosynthetic efficiency. Proceedings of the 8th Central States Forest Tree Improvement Conference, Pp: 24-27.
6. Chechowitz, N., and Chappell, D.M. 1990. Morphological, Dakota and Wyoming, Can. J. Bot. 68: 2185-2194.
7. Cock, K.D., Lybeer, B., Vander Minsbrugge, K., Zwaenepoel, A., Van Peteghem, P., Quataert, P., Breyne, P., Goetghebeur P., and Van Slycken, J. 2003. Diversity of the Willow complex Salix alba-S. X rubens- S. fragilis, Silvae Genetica. 52: 3-4. 148-153.
8. Ehteshamnia, A., Sharifani, M., Vahdati, K., Erfani, V., Musavizadeh S.J., and Mohsenipoor, S. 2009. Investigation of morphological diversity among native populations of walnut (Juglans regia) in Golestan province. Gorgan, J. Agric. Sci. Natur. Resour. 16:3. 29-48. (In Persian)
9. Haghjoyan, R. 2003. Analysis of genetic diversity among some Persian walnut (*Juglans regia* L.) populations of Toyserkan using morphological and molecular markers. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University. Tehran, Iran.
10. Hansen, K.T., Elven, R., and Brochmann, C. 2000. Molecular and morphology in concert: tests of some hypotheses in arctic Potentilla (Rosaceae), Amer. J. Bot. 87: 10. 1466-1479.
11. Ghanadha, M.R., Zahravi, M., and Vahdati, K. 2003. Breeding Horticultural Crops. Dibagaran Tehran Press, 344p. (Translated In Persian)

12. Gurevitch, J. 1992. Sources of variation in leaf shape among two population of *Achillea lanulosa*, Genetics. 130: 385-394.
13. IPGRI. 1994. Descriptors for Walnut (*Juglans* spp.). International Plant Genetics Resources Institute, Rome.
14. Jafari-Sayadi, M.H., Marvi-Mohajer, M.R., Mozaffari, J., and Sobhani, H. 2006. Morphological Leaf characteristics of Persian walnut (*Juglans regia* L.). Iran. J. For. Pop. Res. 14: 1. 1-19. (In Persian)
15. Leislie, C., and McGranahan, G. 1998. The origin of the walnut. In: Ramos. D.E. (ed). Walnut orchard management. Publication 3337, Divisin of Agriculture and Natural Resources. University of California. Davis. Pp: 3-7.
16. Malvolti, M. E., Paciucci, M., Cannata, F., and Fineschi, S. 1994. Genetic variation in Italian populations of *Juglans regia* L. Acta Hort. 311: 86-94.
17. Mitchell, A. 1976. Tree Genera- 4. The Walnut Family. Arboricul. J. 2: 10. 457-461.
18. Nekresova, V.L. 1936. Juglandaceae, In: Komarov V.L., (Ed.). Flora of the USSR. (5): 195-199. Institute of the Academy of Sciences of the USSR, Translated by Israel Program for Scientific Translations (1970).
19. Parsa, A. 1949. Flora de L, Iran (Volume IV). Publications Du Ministere De L'Education: Museum D'Htistoire Naturelle De Tehran, Iran.
20. Perez-Perez, J.M., Serrano-Cartagena, J., and J. Micol, L. 2002. Genetic analysis of natural variation in architecture of Arabidopsis thaliana vegetative leaves, Genetics. 162: 893-915.
21. Potter, D. 1997. Morphological and Molecular Characters for Identifying Parental Lineages of Paradox Seedlings Department of Pomology, 1045 Wickson Hall, University of California, olume. 65: 65-68.
22. Potter, D., Gao, F., Baggett, S., R McKenna, J., and McGranahan, G. 2002. Defining the sources of Paradox: DNA sequence markers for North American walnut (*Juglans* L.) species and hybrids, Department of Pomology, 1045 Wickson Hall, University of California, One Shields Avenue, avis, CA 95616, USA. 94: 1-2. 157-170.
23. Townsend, C.C. 1966. Juglandaceae, In: Townsend C.C. and Guest, E., (Ed.). Flora of Iraq. 4: 56-59.
24. Vahdati, K. 2003. Nursery Management and Walnut Grafting. Khaniran, Press. 128p. (In Persian)
25. 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.
26. Ziegenhaden, B., Fady, B., Kuhlenkamp, V., and Liepelt, S. 2005. Differentiating Groups of Abies Species with a Simple Molecular Marker. J. Silvae Genetica. 54: 3. 123-126.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources
J. of Wood & Forest Science and Technology, Vol. 26 (2), 2019
http://jwfst.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwfst.2019.12362.1644

Investigating some qualitative and quantitative traits in species and inter-species of walnut hybrids in Kamalshahr Research Station in Karaj

M. Mosivand[1], *V. Payamnoor[2], D. Hassani[3], M.J. Aghaei[4] and J. Mohammadi[5]

[1]M.Sc. Graduate, Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,

[2]Associate Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran,

[3]Associate Prof., Dept. of Horticulture, Seed and Plant Improvement Institute, Karaj, Iran,

[4]Associate Prof., Dept. of Horticultural Research, Agricultural Research Education and Extension Organization, Karaj, Iran,

[5]Assistant Prof., Faculty of Forest Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran

Received: 12.14.2016; Accepted: 01.17.2017

Abstract

Background and Objectives: This study was conducted in order to evaluate and compare the morphological traits of species leaflet, genotypes and inter-species hybrids of walnut tree in the Research Center of Kamal-Shahr, Karaj, Iran, Horticultural Research station, Seed and Plant Improvement Institute. The importance of morphological characteristics is such an extent that the study of them can be helpful to process genetic diversity in plants. More morphological markers are associated with qualitative traits that can be ranked objectively. Until recently, genetic markers used to create maps in plants were morphological characteristics such as dwarfism, leaf shape and etc. Using these markers, species and even clones within a species can be distinguished from one another.

Materials and Methods: Evaluation of traits from following genotypes was performed with sampling in the summer from the leaves that were grown fully: eight genotypes of black walnut (N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8), seven cultivars / genotypes of Iranian walnut (Seer Damavand, Jamal, Chandler, Hartley, Pedro, Ronde de Montignac, B21 and K72), five genotypes of inter-specific hybrids (*J. hindsii* × *J. nigra*) and four genotypes of inter-specific hybrids (*J. hindsii* × *J. regia*) and a genotype of *J. hindsii* species. In total, 14 traits were evaluated including 7 quantitative traits (length and width of leaves (a and b), leaflets width (e), leaflet length (f), petiole length (c), number and leaf area index) and 7 qualitative traits (shape of the leaflet, leaf edge, leaf and petiole color, time of opening leaf bud, having wool, time of falling leaf and main petiole durability).

Results: The results indicated that there was much morphological diversity among above species and hybrids. Statistical results showed that this species can be distinguished with selected traits.

Conclusion: The highest leaf area was belonged to B21 genotype of Iranian walnut species with 336.3 cm^2 and the lowest leaf area was measured for N8 genotype of black walnut with 76.2 cm^2. The average of quantitative traits for leaf samples showed that Iranian walnut

*Corresponding author; mnoori56@gmail.com

cultivars had the maximum mean of leaf length and width and black walnut had the minimum length and width of leaf. The mean of maximum width and length of leaflet was observed in Iranian walnut and the lowest leaflet width was observed in paradox inter-specific hybrid. The minimum of leaflet length were measured in black walnut. Among the evaluated species, the minimum and maximum number of leaflets was achieved in Iranian walnut and *J. hindsii* species, respectively. Genotypes were studied and grouped using cluster analysis and based on quantitative and qualitative characteristics of leaves. The genotypes were separated into three distinct clusters. The first cluster includes: six different genotypes of Black Walnut, *J. hindsii* species and inter-specific hybrids of Royal and paradox, a second cluster includes the cultivar of Iranian walnut and third cluster includes (B21) genotypes of Iranian walnuts.

***Keywords*:** Leaf area, Leaflet, Morphological traits, Walnut