شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و دیربرگده گردو (*Juglans regia* L.) در برخی مناطق شمالی استان همدان، ایران

علی رضائی[۱]، کاظم ارزانی[۱*] و سعادت ساریخانی[۲]

[۱] گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران ایران

[۲] گروه باغبانی، پردیس ابوریحان دانشگاه تهران، پاکدشت، تهران، ایران

[*]نویسنده مسئول: ali_rezaei@modares.ac.ir

چکیده

سرمای دیررس بهاره یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده تولید گردو در ایران می‌باشد، به طوری‌که هر ساله خسارات جبران‌ناپذیری را به این صنعت وارد می‌کند. بهترین راهکار برای مقاله با سرمای دیررس بهاره، بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی در راستای دستیابی به ارقام دیربرگده می‌باشد. این مطالعه با هدف شناسایی ژنوتیپ‌های دیربرگده با خصوصیات مطلوب پومولوژیک طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۵ در برخی مناطق شمالی استان همدان انجام گرفت. در قدم اول و پس از تعیین مراکز اصلی پراکنش گردو در شمال استان همدان، تعداد ۱۰۱ ژنوتیپ با منشاء بذری انتخاب و پلاک‌کوبی گردید. همزمان با شروع فصل رویشی ثبت خصوصیات فنولوژیک، مورفولوژیک و پومولوژیک براساس توصیف نامه‌های بین‌المللی (IPGRI و UPOV) صورت پذیرفت. نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که تنوع ژنتیکی بالایی در بین ژنوتیپ‌های مورد مطالعه گردو وجود داشت. براساس نتایج حاصل از دو سال ارزیابی مورفولوژیک، ۷ ژنوتیپ برتر و دیربرگده (HaRaGaD1، HaRaGaD2، HaRaGaD3، HaRaGaD4، HaRaGaD5، HaRaGaD6 و HaRaGoD7) شناسایی شد، که ژنوتیپ HaRaGaD7 با ۲۵ روز تاخیر نسبت به ژنوتیپ‌های دیگر دیربرگده‌ترین ژنوتیپ بود. مطالعات نشان داد که ژنوتیپ‌های دیربرگده شناسایی شده در هر دوسال ارزیابی، با وجود سرمای دیررس بهاره، دچار خسارت سرمازدگی نشدند. هم‌چنین براساس نتایج بررسی صفات پومولوژیک، وزن میوه و مغز ژنوتیپ‌های دیربرگده شناسایی شده به ترتیب بین ۱۵/۲۴-۸/۸۲ گرم و ۸/۲۴-۵/۰۶ گرم متغیر بود. همچنین دامنه تغییرات درصد مغز بین ۶۲/۱۶-۴۸/۵۷ درصد و ضخامت پوست سخت آن‌ها بین ۱/۱۵-۰/۹۳ میلی‌متر متغیر بود. به‌طور کلی، ژنوتیپ‌های برتر و دیربرگده شناسایی شده در این تحقیق، به‌دلیل دارا بودن خصوصیات مورفولوژیک برتر می‌توانند در برنامه‌های به‌نژادی بعدی گردو و در جهت معرفی ارقام تجاری و دیربرگده استفاده شوند.

کلمات کلیدی: سرمای دیررس بهاره، ژنوتیپ‌های دیربرگده ، توارث پذیری بالا، همدان، وزن میوه

مقدمه

گردو با نام علمی *Juglans regia* L. از گونه‌های گیاهی مهم مناطق معتدله می‌باشد که کاربرد چند منظوره دارد (Rana *et al*., 2007; Rahimipanah *et al*., 2010). وجود مقادیر بالای ظرفیت آنتی‌اکسیدانی و اسیدهای چرب سبب افزایش تقاضای جهانی این محصول شده است (Ros and Mataix, 2006). کشور ایران پس از کشورهای چین و ایالات متحده آمریکا در رتبه سوم تولید گردو در سطح جهان می‌باشد (FAO, 2017)، با این وجود بدلیل نبود ارقام مناسب و بومی، محصول تولیدی دارای تنوع بسیار بالای است که از ارزش صادراتی آن کاسته و ایران نتوانسته جایگاه جهانی خود را در این زمینه صادرات این محصول بدست آورد (Vahdati *et al*., 2015). به منظور افزایش تولید و صادرات این محصول، لازم است نسبت به انجام برنامه اصلاحی و معرفی ارقام جدید و سازگار به منظور احداث باغات تجاری اقدام نمود (Francesca *et al*., 2010; Rezaei *et al*., 2017). از جمله خصوصیاتی که ارقام ایده‌آل گردو باید داشته باشند می‌توان به صفت عملکرد بالا، دیربرگدهی، باردهی جانبی، اندازه مناسب دانه و رنگ روشن مغز اشاره نمود (Botu *et al*., 2010; Cosmulescu *et al*., 2010). استراتژی‌های متعددی به منظور اصلاح درختان میوه از جمله گردو وجود دارد؛ اما بهره‌برداری از تنوع ژنتیکی و ارزیابی ژرم‌پلاسم گردو در مراکز پیدایش و پراکنش آن، یکی از راهکارهای

IrHC2019

کارآمد و سریع در اصلاح گردو است که می‌تواند در کاهش چرخه اصلاحی گردو نیز موثر واقع شود. مطالعات متعددی در ایران و سایر کشورهای تولید کننده گردو در زمینه ارزیابی ژرم‌پلاسم و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر با صفات مطلوب اصلاحی انجام شده است (Eskandari *et al*., 2005; Botu *et al*., 2010; Cosmulescu *et al*., 2010; Cosmulescu and Botu, 2012; Khadivi-Khub and Ebrahimi, 2015; Sharma and Sharma, 2001; Khadivi-Khub, 2014; Ebrahimi *et al*., 2015). لذا با توجه به وجود ژرم‌پلاسم غنی از گردو در کشور و همچنین خسارت سنگین سرمای دیررس بهاره به باغ‌های گردو، این پژوهش با هدف ارزیابی ژرم‌پلاسم گردو در شمال استان همدان و شناسایی ژنوتیپ-های دیربرگده گردو با خصوصیات مطلوب پومولوژیک انجام گرفت.

مواد و روش ها

مطالعه حاضر به منظور شناسایی ژنوتیپ‌های برتر و مقاوم به سرمای دیررس بهاره گردو در برخی از مناطق شمالی استان همدان براساس توصیف‌نامه‌های IPGRI [۱] و UPOV [۲] طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۵ انجام گردید. در همین راستا، پس از مشخص شدن مناطق اصلی کاشت و پراکنش گردو و لیبل گذاری ژنوتیپ‌ها، مهم‌ترین صفات فنولوژیک آن‌ها شامل زمان باز شدن برگ، تاریخ آزاد شدن اولین، حداکثر و آخرین دانه گرده، تاریخ باز شدن اولین، حداکثر و آخرین مادگی و تاریخ برداشت میوه ثبت گردید. همچنین پس از رسیدن کامل میوه‌ها (ترک خوردن و جدا شدن کامل پوست سبز میوه‌ها)، تعداد ۲۰ عدد میوه به طور تصادفی از نقاط مختلف درخت برداشت گردید و پس از جدا کردن کامل پوست سبز به مدت یک ماه در شرایط سایه و خنک نگه‌داری شد تا رطوبت آن‌ها به کمتر از ۸ درصد برسد (Zeneli *et al*., 2005). در ادامه مهم‌ترین صفات پومولوژیک شامل وزن دانه و مغز، درصد مغز، ضخامت پوست سخت میوه و صفات کیفی (ظاهری) شامل رنگ مغز، میزان پر بودن دانه، روزنه انتهایی پوست سخت، ضخامت تیغه میانی و سهولت جدا شدن مغز از دانه و به‌علاوه آن‌ها مورد ارزیابی قرار گرفت. در نهایت داده‌های حاصل از این پژوهش با استفاده از نرم افزار SPSS آنالیز گردید.

نتایج و بحث

صفات فنولوژیک

صفت دیربرگدهی نیز همانند سایر صفات (زودرسی، عملکرد مناسب و کیفیت محصول) از جمله صفات حائز اهمیت در برنامه‌های اصلاحی گردو به شمار می‌رود (Ebrahimi *et al*., 2010)، به‌طوری‌که گزینش ژنوتیپ‌های دیربرگده می‌تواند نقش حائز اهمیتی در کاهش خسارت سرمای دیررس بهاره و کاهش عملکرد محصول داشته باشد (Khadivi-Khub *et al*., 2015). کاشت و بهره‌برداری از ژنوتیپ‌های دیربرگده در ایران متداول نمی‌باشد (Khadivi-Khub *et al*., 2015)، به دلیل اینکه صفات فنولوژیک بسیار تحت تاثیر عوامل محیطی قرار می‌گیرند، لذا ارزیابی آن‌ها نسبت به ژنوتیپ استاندارد مرجع صورت پذیرفت (Arzani *et al*., 2008)، برگدهی در ژنوتیپ HaRaGaHa1 در تاریخ ۱۳۹۷/۰۱/۱۴ آغاز گردید لذا این ژنوتیپ به عنوان ژنوتیپ استاندارد مرجع در نظر گرفته شد و صفات فنولوژیک سایر ژنوتیپ‌ها با توجه به این ژنوتیپ ثبت گردید. بررسی‌ها نشان داد که در تمامی ۷ ژنوتیپ مورد بررسی باز شدن برگ این ژنوتیپ‌ها بیش از ۲۰ روز نسبت به ژنوتیپ استاندارد مرجع دیرتر اتفاق افتاد و ژنوتیپ HaRaGaD7 با ۲۵ روز تاخیر نسبت به ژنوتیپ استاندارد مرجع، دیربرگده‌ترین ژنوتیپ در جمعیت مورد مطالعه بود (شکل ۱). همچنین مطالعات نشان داد که ژنوتیپ‌های HaRaGaD5 و HaRaGaD7 به ترتیب زودرس‌ترین و دیررس‌ترین ژنوتیپ‌ها در

[۱] توصیف‌نامه بین‌المللی منابع ژنتیکی گیاهی
[۲] راهنمای اتحادیه بین‌المللی حفاظت از ارقام جدید گیاهان

IrHC2019

بین ۷ ژنوتیپ برتر انتخابی بودند (شکل ۱). براساس نتایج بدست آمده همه ژنوتیپ‌های دیربرگده شناسایی شده دارای عادت گل‌دهی نر پیش‌رس (پروتاندروس) بود، که این موضوع با یافته‌های منصوری اردکان (Mansuri Ardakan *et al.*, 2003)، مبنی بر غالب بودن پدیده ناهمرسی از نوع ماده پیش‌رس مغایرت داشت. که دلیل این موضوع می‌تواند به لحاظ تفاوت در نوع آب و هوا در منطقه یزد و همدان باشد چرا که ظهور نسبی صفات فنولوژیک تحت تاثیر شرایط محیطی قرار می‌گیرند (McGranahan and Forde, 1985). به علاوه نتایج حاصل از بررسی صفات فنولوژیک نشان داد که ژنوتیپ HaRaGaD4 و HaRaGaD7 با شش روز هم‌پوشانی آزاد شدن دانه گرده و پذیرش آن توسط مادگی ژنوتیپی هموگام بودند (شکل ۲).

No.	Genotype Name	Site	Growth Season (DARS)*
1	HaRaGaD1	Gavsavar	
2	HaRaGaD2	Gavsavar	
3	HaRaGaD3	Gavsavar	
4	HaRaGaD4	Gavsavar	
5	HaRaGaD5	Gavsavar	
6	HaRaGaD6	Gavsavar	
7	HaRaGaD7	Gavsavar	

* Days After Refrence Standard

شکل «۱» طول فصل رشدی از زمان آغاز برگ‌دهی تا زمان رسیدن میوه در ژنوتیپ‌های دیربرگده شناسایی شده ۱۳۹۷-۱۳۹۶

No.	Genotype Name	Year	Flower	Dichogamy	Male & Female Flower (DARS)
1	HaRaGaD1	96-97	Male / Female	Pr	
2	HaRaGaD2	96-97	Male / Female	Pr	
3	HaRaGaD3	96-97	Male / Female	Pr	
4	HaRaGaD4	96-97	Male / Female	H	
5	HaRaGaD5	96-97	Male / Female	Pr	
6	HaRaGaD6	96-97	Male / Female	H	
7	HaRaGaD7	96-97	Male / Female	Pr	

* Days After Refrence Standard

شکل «۲» طول دوره باز شدن گل نر و ماده و نوع دایکوگامی در ژنوتیپ‌های برتر مورد مطالعه ۱۳۹۶-۱۳۹۷

صفات پومولوژیک

شرایط محیطی، ژنوتیپ و برهمکنش بین آن دو، از عوامل اثر گذار بر روی کیفیت میوه و مغز گردو به شمار می‌روند (McGranahan and Leslie, 2012). بررسی نتایج مربوط به صفت وزن میوه نشان داد که در بین ژنوتیپ‌های دیربرگده شناسایی شده ژنوتیپ HaRaGaD7 دارای بیشترین میزان وزن میوه (۱۵/۲۳ گرم) و مغز (۸/۲۴ گرم) در هر دو سال انجام آزمایش بود (جدول ۱) که این میزان از گزارشات Atefi (1997) به میزان ۲۰ گرم در کرج، Sharma و Sharma (1998) به میزان ۱۸/۶۰ گرم در منطقه هیماچال پراداش، Aslantas (2006) به میزان ۱۶/۰۱ گرم در منطقه آناتولیا کمتر و از گزارش Ipek و همکاران (2018) به میزان ۱۴/۳۴ گرم در کونیا بیشتر بود.

IrHC2019

درصد مغز بیش از ۵۰ درصد از جمله مهم‌ترین صفات در انتخاب ژنوتیپ‌های برتر گردو به شمار می‌رود (Germain, 1997). در بین ژنوتیپ‌های برتر و دیربرگده شناسایی شده، ژنوتیپ HaRaGaD4 با ۵۶/۸۱ درصد بیشترین میزان درصد مغز را دارا بود (جدول ۱) که از گزارش Cosmulescu و Botu (2012) با میانگین ۷۱/۷۰ درصد کمتر بود. براساس گزارش Nenjuhin (1971)، ضخامت مناسب پوست سخت میوه گردو در محدوده ۰/۹۲ میلی‌متر است، بررسی نتایج پژوهش حاضر نشان داد که دامنه تغییرات پوست سخت دانه بین ۱/۰۷-۰/۸۳ متغیر بود به طوری‌که کم-ترین ضخامت پوست سخت میوه در ژنوتیپ HaRaGaD3 و بیشترین میزان آن نیز در ژنوتیپ HaRaGaD7 مشاهده گردید (جدول ۱). که از کمترین میزان گزارش شده Akca and Ozongun, 2004 به میزان ۰/۷۱ میلی متر بیشتر بود. به-علاوه بررسی‌ها نشان داد که درصد باردهی جانبی ژنوتیپ HaRaGoD7 بیش از سایر ژنوتیپ‌ها (۷۲/۴۰ درصد) بود. هم‌چنین ژنوتیپ HaRaGaD5 دارای بیشترین طول میوه و ژنوتیپ HaRaGaD7 دارای بیشترین عرض و ضخامت میوه بود (جدول ۱).

خصوصیات کیفی (خواص حسی)

ارزیابی صفات کیفی ژنوتیپ‌های دیربرگ‌ده گردو نشان داد که عمده ژنوتیپ‌ها دارای بافت پوست خیلی صاف و رنگ پوست بسیار روشن بودند. بیش از ۸۵ درصد از ژنوتیپ‌های برتر و دیربرگده شناسایی شده، دارای روزنه انتهایی بسته و قوی بوده و اغلب آن‌ها دارای مغزی پر تا بسیار پر بودند. همچنین ژنوتیپ‌های شناسایی شده دارای تیغه میانی نازک و خیلی نازک بودند و مغز آن‌ها به راحتی از پوست سخت جدا می‌شد براساس نتایج حاصل از ارزیابی خصوصیات کیفی ژنوتیپ‌های برتر، هیچ یک از آن‌ها دارای مغز به رنگ تیره نبوده و ژنوتیپ‌های HaRaGaD3، HaRaGaD4 و HaRaGaD6 دارای رنگ مغز بسیار روشن بودند (جدول ۲). بررسی صفات حسی ژنوتیپ‌های دیربرگه شناسایی شده نشان داد که ژنوتیپ‌های HaRaGaD3 و HaRaGaD5 از نظر مزه، بسیار خوش‌طعم بودند. عمده ژنوتیپ‌ها دارای مغز چرب تا بسیار چرب بوده و ژنوتیپ HaRaGaD4 بسیار پر چرب بود. به‌علاوه هیچ یک از ژنوتیپ-ها، از نظر پس طعم بعد از خوردن مغز دارای طعم تلخ و یا گس نبوده و ژنوتیپ‌ها از نظر صفات کیفی مورد پذیرش کلی قرار گرفتند (جدول ۲).

نتیجه گیری کلی

با توجه به نتایج حاصل از این پژوهش، مشخص گردید که تنوع ژنتیکی بالایی در جمعیت گردو در شمال استان همدان وجود داشت. ژنوتیپ‌های دیربرگده انتخابی در این مطالعه در هر دو سال ارزیابی، با وجود سرمای دیررس بهاره دچار سرمازدگی نشدند. به‌علاوه این ژنوتیپ‌ها دارای عادت باردهی جانبی بوده و از نظر بسیاری از صفات مهم اصلاحی اعم از عملکرد، وزن میوه و مغز، درصد مغز و کیفیت میوه جزء ژنوتیپ‌های برتر بودند. لذا پتانسیل بالایی جهت معرفی به عنوان رقم و یا استفاده در برنامه‌های اصلاحی بعدی دارند

جدول«۱» صفات پومولوژیک مربوط به ۷ ژنوتیپ دیر برگ‌ده شناسایی شده در برخی مناطق شمالی استان همدان طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۵

ژنوتیپ	طول میوه	عرض میوه	ضخامت میوه	وزن میوه	وزن مغز	درصد مغز	ضخامت پوست سخت	درصد باردهی جانبی
HaRaGaD	۳۶/۶۲±۱/۱۴	۳۲/۴۹±۰/۹۶	۳۳/۱۳±۰/۵۱	۱۱/۸۸±۰/۴۶	۶/۱۳±۰/۵۴	۵۵/۰۷±۱/۰۴	۰/۸۷±۰/۰۵	۵۱/۰۰±۲/۶۵
HaRaGaD	۳۶/۹۹±۰/۹۲	۳۲/۳۵±۱/۳۳	۳۲/۸۲±۱/۲۸	۱۳/۸۰±۰/۲۱	۶/۵۲±۰/۴۴	۵۵/۲۲±۲/۰۰	۰/۸۸±۰/۰۷	۵۹/۰۰±۲/۶۵
HaRaGaD	۳۵/۶۹ ±۰/۵۸	۳۱/۳۰±۰/۸۲	۳۲/۴۷±۰/۵۶	۱۲/۱۸±۰/۳۰	۷/۰۴±۰/۱۸	۵۶/۶۳±۰/۴۰	۰/۸۳±۰/۰۴	۶۴/۴۰±۱/۳۴
HaRaGaD	۳۳/۷۹±۰/۴۵	۳۳/۴۹±۰/۰۸	۳۳/۹۱±۱/۴۶	۱۰/۹۴±۰/۳۹	۶/۱۵±۰/۲۵	۵۶/۸۱±۰/۵۵	۰/۸۹±۰/۰۶	۴۵/۰۰±۲/۱۲

HaRaGaD	۳۷/۹۸±۰/۹۸	۳۲/۵۶±۰/۵۲	۳۴/۴۸±۱/۴۹	۱۱/۷۵±۰/۵۸	۷/۶۲±۰/۲۶	۵۵/۲۶±۱/۲۱	۱/۰۳±۰/۰۴	۵۰/۴۰±۱/۶۷
HaRaGaD	۳۴/۹۹±۰/۴۲	۳۱/۲۲±۰/۸۴	۳۱/۲۷±۰/۸۷	۱۰/۷۸±۰/۴۲	۶/۶۶±۰/۲۹	۵۲/۱۵±۰/۹۳	۰/۸۶±۰/۰۷	۴۰/۰۰±۱/۴۱
HaRaGaD	۳۵/۰۹±۰/۵۷	۳۴/۰۷±۱/۲۹	۳۴/۸۰±۱/۱۶	۱۵/۲۳±۰/۵۹	۸/۲۴±۱/۳۵	۵۴/۳۶±۱/۹۲	۱/۰۷±۰/۰۷	۷۲/۴۰±۲/۵۱

جدول «۲» خصوصیات کیفی و ظاهری میوه ژنوتیپ‌های امید بخش انتخاب شده در شمال استان همدان طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۳۹۵

ژنوتیپ	بافت پوست *	رنگ پوست *	روزنه انتهایی پوست *	پر بودن میوه *	سهولت جدا شدن مغز *	ضخامت تیغه میانی لپه‌ها *	رنگ مغز *	طعم *	(مزه)	بافت و تردی *	چرب بودن *	پس طعم *	پذیرش کلی
HaRaGaD	۲	۱	۶	۸	۲	۲	۲	۷	۶	۸	۲	۱	
HaRaGaD	۳	۳	۸	۸	۱	۲	۳	۸	۵	۷	۱	۱	
HaRaGaD	۲	۱	۸	۷	۲	۳	۱	۹	۵	۸	۱	۱	
HaRaGaD	۲	۱	۸	۷	۲	۳	۱	۷	۶	۹	۲	۱	
HaRaGaD	۱	۲	۸	۸	۱	۳	۲	۹	۵	۸	۱	۱	
HaRaGaD	۲	۲	۸	۸	۲	۲	۱	۷	۶	۸	۱	۱	
HaRaGoD	۲	۲	۸	۷	۳	۳	۲	۸	۵	۸	۲	۱	

فت پوست: ۱: بسیار صاف، ۹: بسیار زبر؛ رنگ پوست: ۱: بسیار روشن، ۹: بسیار تیره؛ روزنه انتهای پوست سخت: ۱: باز و خیلی ضعیف، ۹: کاملاً بسته و قوی؛ پر بودن مغز: ۱: پوک، ۹: خیلی پر؛ سهولت جدا شدن مغز از میوه
ی آسان، ۹: خیلی سخت؛ ضخامت تیغه میانی: ۱: خیلی نازک، ۹: خیلی ضخیم؛ رنگ مغز: ۱: بسیار روشن، ۹: کهربایی؛ طعم (مزه): ۱: بسیار بد مزه ۹: بسیار خوش مزه؛ بافت و تردی مغز: ۱: بسیار نرم، ۹: بسیار سخت؛ می
ب بودن مغز: ۱: بسیار کم چرب، ۹: بسیار پرچرب چرب؛ پس طعم: ۱: بسیار تلخ و گس ۹: بدون تاخی و گسی؛ پذیرش کلی: ۱: بلی، ۲: خیر.

منابع

Akca, Y. and Ozongun, S. 2004. Selection of late leafing, late flowering, laterally fruitful walnut (*Juglans regia*) types in Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 32 (4): 337-342.

Arzani, K., Mansouri-Ardakan, H., Vezvaei, A. and Roozban, M. R. 2008. Morphological variation among Persian walnut (*Juglans regia* L.) genotypes from central Iran. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 36: 159-168.

Aslantas, R. 2006. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in north-eastern Anatolia, Turkey. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 34: 231-237.

Atefi, J. 1997. Study on phonological and pomological characters of walnut promising clones in Iran. Acta Horticulturae 442: 101-108.

Botu, M., Tudor, M., Botu, I., Cosmulescu, S. and Papachatzis, 2010. Evaluation of walnut cultivars in the conditions of the Oltenia's hill area regarding functioning potential. Analele Universitatii din Craiova, Biologie, Horticultura, Tehnologia prelucrarii produselor agricole, Ingineria Mediului 15: 94–103.

Cosmulescu, S. and Botu, M. I. H. A. I. 2012. Walnut biodiversity in south-western Romania resource for perspective cultivars. Pakistan Journal of Botany 44(1): 307-311.

Cosmulescu, S., Botu, M. and Trandafir, I., 2010. Mineral composition and physical characteristics of walnut (*Juglans regia* L.) cultivars originating in Romania. Selc, uk Tarım Gıda Bilimleri Dergisi 24, 33-37.

Ebrahimi, A. Fatahi, M. M. Zamani, Z. A. and Vahdati, K. 2010. An investigation on genetic diversity of 608 Persian walnut accessions for screening of some genotypes of superior traits: Iranian Journal of Horticultural Sciences, 40(4): 83-94 (in Farsi).

Ebrahimi, A., Khadivi-Khub, A., Nosrati, Z. and Karimi, R. 2015. Identification of superior walnut (*Juglans regia*) genotypes with late leafing and high kernel quality in Iran. Scientia Horticulturae, 193: 195-201.

Eskandari, S., Hassani, D. and Abdi, A., 2005. Investigation on genetic diversity of Persian walnut and evaluation of promising genotypes. Acta Hortic. 705 ,159–166.

IrHC2019

Food and Agriculture Organization. 2017. FAO statistics division. http://faostat.fao.org.

Francesca, P. I., Pamfil, D. O. R. U., Raica, P., Petricele, I. V., Sisea, C., Van, E. and Botu, M. 2010. Assessment of the genetic variability among some Juglans cultivars from the Romanian National Collection at SCDP Vâlcea using RAPD markers. Rom Biotechnol Lett. 15: 41-49.

Germain, E., 1997. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.). Acta Horticulturae. 442: 21–31.

Ipek, M., Arıkan, Ş., Pırlak, L. and Eşitken, A. 2018. Phenological, Morphological and Molecular Characterization of Some Promising Walnut (*Juglans regia* L) Genotypes in Konya. Erwerbs-Obstbau. 1-8.

IPGRI. 1994. Descriptors for walnut (*Juglans* spp.). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

Khadivi-Khub, A. and Ebrahimi, A. 2015. The variability in walnut (*Juglans regia* L.) germplasm from different regions in Iran. Acta physiologiae plantarum, 37(3), 57.

Khadivi-Khub, A. and Anjam, K., 2014. Morphological characterization of Prunus scoparia using multivariate analysis. Plant Syst. Evol. 300: 1361–1372.

Mansuri Ardakan, H., Arzani, K. and Vezvaei, A. 2003. Identification of superior walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in some regions of Yazd. The First Conference of Walnut; Hamedan, Iran, Page 14 (in Persian).

McGranahan, G. H. and Forde, H. I. 1985. Relationship between clone age and selection trait expression in mature walnuts. Journal of the American Society for Horticultural Science 110: 692–696.

McGranahan, G. and Leslie, C. 2012. Walnut. In Fruit breeding (pp. 827-846). Springer, Boston, MA.

Nenjuhin VN. 1971. Selection of plus trees of the walnut in Ukraine. Plant Breeding Abstract 41:187.

Rahimipanah, M., Hamedi, M. and Mirzapour, M. 2010. Antioxidant activity and phenolic contents of Persian walnut (*Juglans regia* L.) green husk extract. African Journal of Food Science and Technology. 1(4): 105-111.

Rana, J. C., Singh, D., Yadav, S. K., Verma, M. K., Kumar, K. and Pradheep, K. 2007. Genetic diversity collected and observed in Persian Walnut (*Juglans regia* L) in the Western Himalaya region of India. Plant Genetic Resources Newsletter (Bioversity International/FAO).

Rezaei, A., Arzani, K., and Sarikhani Khorami, S. (2017). Preliminary assessment in genetic diversity of mature walnut (*Juglans regia* L.) genotypes in the North of Hamadan province, IRAN. First International Horticultural Science Conference of Iran (IrHC2017). 4-7 Sept. Tarbiat Modares University (TMU), Tehran Iran, Abstracts Book, P-59 (178) Page: 184.

Ros, E. and Mataix, J. 2006. Fatty acid composition of nuts–implications for cardiovascular health. British Journal of Nutrition. 96(S2): S29-S35.

Sharma, O.C. and Sharma, S.D., 2001. Genetic divergence in seedling trees of Persian walnut (*Juglans regia* L.) for various metric nut and kernel characters in Himachal Pradesh. Sci. Hortic. 88, 163-171.

Sharma, S. D., and Sharma, O. C. 1998a. Studies on the variability in nuts of seedlings walnut (*Juglans regia* L.) in relation to the tree age. Fruit Varieties Journal 52 (1): 20-23.

UPOV. 1999. Guidelines for the conduct of tests for distinctness, uniformity and stability in Walnut (*Juglans regia* L.). Union international pour la Protection des Obtentions Végétales: 31 pp.

Vahdati, K., Mohseni Pourtaklu, S., Karimi, R., Barzehkar, R., Amiri, R., Mozaffari, M. and Woeste, K. 2015. Genetic diversity and gene flow of some Persian walnut populations in southeast of Iran revealed by SSR markers. Plant Systematics and Evolution. 301: 691–699.

Zeneli, G., Kola, H., and Dida, M. 2005. Phenotypic variation in native walnut populations of Northern Albania. Scientia Horticulturae 105: 91-100.

IrHC2019

Identification of superior and late leafing genotypes of walnut (*Juglans regia* L.) in some northern regions of Hamadan, Iran.

Ali Rezaei[1], Kazem Arzani[1*] and Saadat Sarikhani[2]

[1] Department of Horticultural Science, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran.

[2] Department of Horticulture, Aburaihan Campus, University of Tehran

**Corresponding author: arzani_k@modares.ac.ir*

Abstract

Late spring frost is one of the most important factors limiting the production of walnuts in Iran, So that each year it will incur irreparable damage to this sector. The best solution for a late spring frost is to use genetic diversity to reach the late leafing cultivars. This study was carried out to identify late-leafing genotypes with favorable pomological characteristics during the years of 2017-2018 in some areas of north of Hamadan province. In the first step and after determining the main areas of distribution of this plant in Northern region of Hamadan, 101 genotypes of walnut with seed origin were selected and labeled and selection process began on the genotypes. At the beginning of the growing season, the registration of phnomological, morphological and pomological characteristics was performed on the basis of descriptors of international (IPGRI and UPOV). The results of this study showed that there was a high genetic variation among the studied genotypes in walnut. Based on the results of two years of morphological evaluation, seven superior and late leafing genotypes (HaRaGaD1, HaRaGaD2, HaRaGaD3, HaRaGaD4, HaRaGaD5, HaRaGaD6 and HaRaGoD7) were identified, The HaRaGaD7 genotype with the 25-day delay for the reference standard genotype. Results have shown that late leafing genotypes identified in each two years of evaluation did not suffer from frost damage despite a late spring frost. Also, according to the results of pomological traits, nut and kernel weight of detected varied between 15.24- 8.82 grams and 8.24 to 5.06 grams, respectively. Also, the range of changes in kernel percentage varied from 62.16-48.57 percent and the shell thickness varied from 1.15 to 0.93 millimeters. In general, the late leafing genotypes identified in this research, due to their superior morphological characteristics, can be used in future walnut breeding programs and in order to introduce late leafing and commercial cultivars.

Keywords: Late spring frost, late-leafing genotypes, high heritability, Hamadan, nut weight\

IrHC2019