

ارزیابی نتاج حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های برتر داخلی بادام و رقم تونو از لحاظ خودسازگاری و ویژگی‌های کمی و کیفی میوه و مغز

Evaluation of Offspring Obtained from Crossing Between Superior Local Genotypes of Almond and 'Tuono' Cultivar from the Viewpoint of Self-compatible Quantitative and Qualitative Characteristics Fruit and Kernel

اصغر استاجی^{۱*}، علی عبادی^۲، محمدرضا فتاحی مقدم^۳ و مصطفی عالم‌فر^۴

تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۱۲

تاریخ دریافت: ۹۱/۰۳/۲۵

چکیده

بادام (*Prunus dulcis* L.) از گونه‌های اقتصادی جنس پرونوس و از خانواده رزاسه است. خودناسازگاری و کیفیت پایین میوه و مغز از مشکلات مهم در بادام می‌باشند. بنابراین شناسایی ارقام خودسازگار با کیفیت مناسب میوه و مغز برای کشت وسیع و تجاری بادام ضروری است. در این مطالعه در ابتدا با روش میکروسکوپ فلورسنت ۵۰ ژنوتیپ بادام که حاصل تلاقی ژنوتیپ‌های خودناسازگار داخلی و رقم خودسازگار تونو بودند مورد ارزیابی قرار گرفتند و در نهایت ۱۱ ژنوتیپ خودسازگار، ۳ ژنوتیپ مشکوک و بقیه خودناسازگار تشخیص داده شدند. سپس به منظور ارزیابی تنوع مورفولوژیکی ژنوتیپ‌های بادام ۲۲ صفت رویشی و زایشی مورد بررسی قرار گرفتند. نتایج نشان داد، ژنوتیپ‌های مورد بررسی از نظر کلیه صفات مورد مطالعه با یکدیگر تفاوت معنی‌داری داشتند. تجزیه عامل‌های صفات مورد بررسی را به ۸ عامل کاهش داد که در مجموع ۹۱/۰۴ درصد از واریانس کل را توجیه نمودند. براساس نتایج تجزیه به عامل‌ها، ویژگی‌هایی از جمله اندازه هسته، میزان چین‌وچروک روی مغز، طول مغز، میزان سختی پوسته چوبی، نقوش روی پوسته چوبی و ضخامت مغز بیش‌ترین سهم را در تفاوت بین ژنوتیپ‌ها نشان دادند. در نهایت پس از ارزیابی صفات مورد مطالعه، ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۴۶ از نظر صفاتی از جمله متوسط وزن میوه و مغز نسبت به بقیه ژنوتیپ‌ها برتری نسبی نشان دادند. ژنوتیپ شماره ۱۵ و ۲۵ علاوه بر داشتن صفات خوب وزن میوه و مغز، خودسازگار نیز بود.

واژه‌های کلیدی: بادام، خودسازگاری، میکروسکوپ فلوروسنت، ویژگی‌های کمی و کیفی، تجزیه عامل‌ها و تجزیه کلاستر

۱. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران، کرج

۲. استاد گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران، کرج

۳. دانشیار گروه باغبانی، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران، کرج

۴. دانشجوی سابق کارشناسی‌ارشد دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی تهران، کرج

* نویسنده مسئول
Email: a_estaji@ut.ac.ir

دوطرفه با همدیگر در سطح ۱٪ دارای همبستگی معنی‌دار مثبتی بودند. به طوری که افزایش یا کاهش هر یک از این صفات به ترتیب باعث افزایش و یا کاهش صفت دیگری می‌شد. همچنین طعم مغز با درصد مغزهای سالم، نسبت وزن مغز به چوب، درصد مغزهای پوک، شدت رنگ مغز، زبر یا صاف بودن مغز در سطوح ۱ درصد و ۵ درصد دارای همبستگی بودند، به طوری که هر چقدر مغز صاف‌تر و رنگ آن روشن‌تر و درصد مغزهای پوک کمتر بود، طعم مغز شیرین‌تر و مطلوب‌تر می‌شد. نیکومنش^۹ و همکاران (2011) برای برنامه‌های به‌نژادی بادام و انتخاب پایه‌های مناسب، تنوع مورفولوژی و مولکولی ۵۵ ژنوتیپ بادام ایرانی را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که بین ویژگی‌های برگ از جمله طول، قطر و سطح برگ با قدرت رشد درخت رابطه مثبتی وجود دارد. همچنین رابطه منفی بین نسبت طول به عرض برگ با قدرت رشد درخت، طول و قطر تنه اصلی درخت و انشعابات شاخه وجود داشت، به طوری که در درختان پررشدتر، طول برگ‌ها نیز بیش‌تر بود.

موسوی^{۱۰} و همکاران (۱۳۸۹) به منظور بررسی تنوع مورفولوژیکی برخی ارقام و ژنوتیپ‌های بادام پژوهشی روی ۵۵ رقم و ژنوتیپ بادام خارجی انجام دادند. در این مطالعه ۲۹ صفت کمی و کیفی خشک میوه و مغز مورد ارزیابی قرار گرفتند. در بررسی آنها صفاتی از جمله وزن خشک میوه، درصد مغز، درصد دوقلویی، سختی و ضخامت پوست چوبی، عادت رشد درخت و زمان رسیدن میوه دارای بیش‌ترین تغییرات در بین سایر صفات بودند. نتایج تجزیه کلاستر آنها ژنوتیپ‌ها و ارقام مورد بررسی را به شش گروه اصلی تقسیم‌بندی کرد. از عوامل مهم تفکیک کلاسترهای اصلی صفاتی از جمله طول، شکل میوه و مغز، میزان ضخامت و سختی پوست چوبی و زمان گلدهی بودند.

داشتن اطلاعات کافی از روابط میان صفات و همبستگی بین آنها لازمه موفقیت در به‌نژادی بادام می‌باشد. وجود همبستگی بین صفات به امر انتخاب صفات مهم به صورت غیرمستقیم کمک می‌کند، و این امر باعث تسهیل و سرعت گرفتن برنامه‌های به‌نژادی می‌شود (بالستر^{۱۱} و همکاران، 2001؛ وارگاس و رومئو^{۱۲}، 2001).

لانساری^{۱۳} و همکاران (1994) تنوع مورفولوژیکی بین بادام‌های انتخابی در مراکش و ارقام خارجی مناطق مدیترانه و

اکثر ارقام بادام [*Prunus amygdalus*. Batsch syn. *Prunus dulcis* (Mill) D.A Webb خودناسازگار هستند. خودناسازگاری گامتوفیتی مکانیزمی شایع در اکثر گیاهان خودناسازگار می‌باشد و بیشتر گونه‌های خانواده رزاسه دارای خودناسازگاری گامتوفیتی هستند. این نوع ناسازگاری توسط ژنوتیپ هاپلوئید دانه گرده و دیپلوئید مادگی تعیین می‌شود (کلور و فرالکین^۱، 2000). بادام (*Prunus dulcis*) از خانواده Rosaceae و زیرخانواده *Prunoideae* می‌باشد. ارقام اهلی بادام از توده‌های وحشی *Prunus communis* در آسیای مرکزی منشأ گرفته‌اند. ایران یکی از تولیدکنندگان مهم بادام در سطح جهان می‌باشد. سطح زیرکشت و میزان تولید بادام در سال ۱۳۸۹ به ترتیب ۱۴۰۱۰۸ هکتار و ۱۲۸۴۶۴ تن بوده است. در سطح جهانی نیز ایران از نظر میزان تولید، در رتبه سوم قرار دارد (FAO, 2010). اکثر کشورهای پرورش‌دهنده بادام دارای برنامه‌های به‌نژادی در جهت برآورد نیازهای صنعت بادام‌کاری خود هستند. برای مؤثر واقع شدن این نوع برنامه‌های به‌نژادی، لازم است در ابتدا کلکسیون از خزانه ژنی که دارای صفات مطلوب است تهیه، سپس از روش‌های اصلاحی مناسب استفاده شود و در نهایت عمل انتخاب و آزمون ارقام گزینش شده در یک دوره طولانی مدت انجام گیرد (ایمانی^۲، ۱۳۸۹).

یکی از بهترین راهکارهای طبقه‌بندی ژرم‌پلاسم و تجزیه و تحلیل روابط ژنتیکی بین افراد، استفاده از روش آماری چندمتغیره است. از بین این روش‌ها، تجزیه کلاستر و تجزیه به عامل‌های اصلی بیشتر از بقیه کاربرد دارند. در تجزیه کلاستر، افراد یک کلاستر از نظر صفات مورد بررسی دارای شباهت‌های زیاد و افرادی که در کلاسترهای جداگانه قرار می‌گیرند، از نظر آن صفات، ناهمگن‌تر هستند. روش تجزیه عامل‌ها می‌تواند تعداد صفات مورد ارزیابی را در گروه‌های مؤثر قرار دهد (شونارد^۳، 1992؛ لانساری^۴ و همکاران، 1994؛ لِدبِتِر^۵ و همکاران، 2006؛ چالاک^۶ و همکاران، 2007؛ اسما^۷ و همکاران، 2007). مومن‌پور^۸ و همکاران (2011) در تحقیقی با اندازه‌گیری برخی ویژگی‌ها در بادام، نشان دادند که طول، عرض، ضخامت و وزن میوه با طول، عرض، ضخامت و وزن هسته و مغز به صورت

1. Giorgio and Polignano
2. Imani
3. Shonnard
4. Lansari
5. Ledbetter
6. Chalak
7. Asma
8. Moemenpor

9. Nikoumanesh

10. Mosavi

11. Ballsster

12. Vargas and Romero

13. Lansari

درون ویال‌هایی که حاوی ۱۵ میلی‌لیتر سدیم‌سولفات ۵٪ بود قرار گرفته و به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۱۲۱ درجه سانتی‌گراد و فشار ۱/۲ اتمسفر قرار گرفتند. پس از اتمام اتوکلاو نمونه‌ها جهت رنگ‌آمیزی درون ویال‌هایی حاوی محلول آنیلین‌بلو ۱٪ به مدت ۱۲ ساعت قرار داده شدند. برای تهیه یک لیتر محلول آنیلین‌بلو، ۷/۶۷ گرم فسفات‌پتاسیم در آب خالص حل شده و سپس ۱ گرم آنیلین‌بلو به آن اضافه شد و محلول به مدت ۱۲ ساعت روی همزن با دور کم قرار گرفت تا محلول حل شده و رنگ سبز زیتونی به خود بگیرد / لینسکینز و / یزرر^۳ (1956) و برای نگهداری - شیشه حاوی این محلول درون فویل آلومینیوم قرار گرفت. سپس نمونه‌ها از محلول خارج شده و روی لام قرار گرفتند. در این مرحله با تیغ کرک‌ها و انتهای تخمدان را جدا کرده و چند قطره روغن گلیسرول روی آن ریخته و نمونه زیر لامل له شده تا زیر میکروسکوپ بتوان به خوبی مسیر رشد لوله گرده را بررسی کرد. سپس مطالعه رشد لوله گرده با میکروسکوپ فلوروسنت در آزمایشگاه گروه زیست‌شناسی پردیس علوم دانشگاه مرکزی تهران انجام گرفت (شکل ۳) و نتایج آن در جدول ۱ آورده شده است. طبق دسته‌بندی سوسیاس‌آی کمپانی^۴ (2002) اگر از هر ده عدد مادگی مورد بررسی برای هر ژنوتیپ، تعداد مادگی‌هایی که در آن‌ها لوله گرده به انتهای خامه رسیده بوده، بیشتر از هشت عدد بود این ژنوتیپ‌ها کاملاً خودسازگار، بین پنج تا هفت خودسازگار، بین سه تا پنج مشکوک و کمتر از سه در دسته ژنوتیپ‌های خودسازگار قرار گرفتند. در ادامه ۲۲ صفت کمی و کیفی میوه، مغز و درخت مورد ارزیابی قرار گرفتند (جدول ۱).

اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی در اوایل شهریورماه پس از رسیدن میوه‌ها در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۰ در ایستگاه تحقیقات گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج صورت گرفت. برخی از صفات براساس توصیف‌گر بادام گلوکان^۵ (1985) با اندکی تغییر کدهی شدند. حداقل، حداکثر و ضریب تغییرات صفات، تجزیه به عامل‌ها، تجزیه کلاستر و همبستگی بین صفات با استفاده از نرم‌افزار SPSS 18 Statistics انجام شد. برای تفکیک کامل عامل‌ها از روش چرخش عامل‌ها^۶ و روش حداکثر واریانس^۸ استفاده شد. تجزیه به عامل‌ها یکی از روش‌های چندمتغیره است که به-همراه تجزیه کلاستر دارای کاربردهای زیادی در بررسی تنوع

آمریکای شمالی را از نظر ویژگی‌های میوه، مغز و عادت رشد بررسی و گزارش کردند که ویژگی‌های مورفولوژیکی خشک میوه و مغز کمتر تحت تأثیر شرایط اقلیمی قرار می‌گیرند و در مقایسه با ویژگی‌های برگ اهمیت بیشتری در ارزیابی تنوع ژنتیکی بین ارقام و ژنوتیپ‌های بادام دارند.

گیورجیو و پولیگنانو^۱ (2001) تنوع ۸۸ رقم بادام در جنوب ایتالیا را از لحاظ ۲۰ صفت درخت، میوه و مغز مورد بررسی قرار دادند. تجزیه کلاستر، این ارقام را در هفت گروه قرار داد و صفاتی مانند درصد دوقلوبی، ضخامت خشک میوه و مغز، شکل خشک میوه و مغز، اندازه خشک میوه، مغز و درصد مغز مهم-ترین فاکتور در تشکیل کلاسترها بودند. رقم تونو یک رقم خودسازگار بادام از کشور ایتالیا است.

هدف از این پژوهش در ابتدا شناسایی ژنوتیپ‌های خودسازگار بادام حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های خودسازگار داخلی و رقم خودسازگار تونو و سپس بررسی این ژنوتیپ‌ها از لحاظ صفات کمی و کیفی میوه و مغز و انتخاب ژنوتیپ‌های برتر بوده است.

مواد و روش‌ها

این آزمایش روی ژنوتیپ‌های حاصل از تلاقی ژنوتیپ داخلی با شماره ۱۸۶ (که در پژوهش‌های قبلی به‌عنوان ژنوتیپ مطلوب انتخاب شده بود) و رقم پدری تونو (رقم خارجی خودسازگار) در مرکز تحقیقات گروه علوم باغبانی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج صورت گرفت. در اواخر اسفند سال ۱۳۸۸ و در اوایل فروردین ۱۳۹۰ (دو سال متوالی) قبل از باز شدن گل‌ها و در مرحله بالن (پدیدار شدن نوک گلبرگ‌ها) تعداد دو شاخه از هر ژنوتیپ کیسه‌گذاری شده (شکل ۱) و پس از باز شدن گل‌ها با قلم مو عمل خودگرده‌افشانی انجام گرفت. سپس در زمان-های ۷۲ و ۱۲۰ ساعت پس از گرده‌افشانی ۱۰ عدد گل از هر شاخه جدا و مادگی آن‌ها در محلول فیکساتیو (۶/۶ درصد الکل اتیلیک ۹۶ درصد، ۲۴ درصد آب مقطر دوبار تقطیر، ۵ درصد فرم‌آلدئید ۴۰ درصد و ۵ درصد اسیداستیک گلاسیال) قرار گرفت (ورثگا^۲، 2006)، (شکل ۲) و برای آزمون بررسی رشد لوله گرده با میکروسکوپ فلوروسنت به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه-داری شدند. در حدود ۳ ماه بعد نمونه‌ها از یخچال خارج شده و به‌منظور آماده‌سازی جهت مشاهده با میکروسکوپ فلوروسنت

3. Linskens and Esser

4. Socias I company

5. Glucan

7. Factor rotation

8. Varimax

1. Giorgio and Polignano

2. Ortega

۱۱/۸۱ درصد از واریانس در عامل چهارم قرار گرفتند. صفات عادت رشد درخت و محل قرار گرفتن جوانه گل روی درخت در عامل پنجم قرار گرفتند که ۱۱/۰۷ درصد از واریانس را شامل می‌شدند. این پنج عامل در مجموع ۶۳/۰۳ درصد از کل واریانس را شامل شدند.

تجزیه دی‌پلات

در این پژوهش تجزیه دی‌پلات با استفاده از دو عامل اصلی اول و دوم که مجموعاً ۲۷/۵۹ درصد از سهم کل واریانس را توجیه نمودند، انجام گردید (شکل ۴). این روش برای نمایش دوبعدی پراکنش ارقام و ژنوتیپ‌ها براساس صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم به کار برده می‌شود و تجمع در یک ناحیه از پلات نشان‌دهنده تشابه ژنتیکی آنها می‌باشد. بنابراین بر اساس تجزیه دی‌پلات ارقامی که در یک محدوده نزدیک به هم قرار دارند، از نظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان داده و در یک گروه قرار گرفتند. برای مثال ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۴۴، ۳۳ و ۳۸ از نظر صفات مؤثر در عامل‌های اول و دوم شباهت بیشتری نشان دادند و در یک گروه قرار گرفتند. براساس تجزیه دی‌پلات، ژنوتیپ شماره ۴۷ از نظر صفات مؤثر در عامل اول و دوم در بالاترین سطح (قسمت مثبت) و ژنوتیپ شماره ۳ در پایین‌ترین سطح (قسمت منفی) قرار دارد.

تجزیه کلاستر

به‌طور کلی ژنوتیپ‌ها به دو گروه اصلی تقسیم‌بندی شدند. با کاهش فاصله روی مقیاس کلاستر از ۲۰ به ۵، ژنوتیپ‌ها در پنج گروه تقسیم‌بندی شدند (شکل ۲).

گروه اول

این گروه شامل ژنوتیپ‌های با درون‌بر سخت، رنگ مغز روشن تا متوسط، شکل میوه تخم‌مرغی تا کشیده با عادت رشدی افزایش یافته بودند. همچنین درصد مغزهای دوقلو کم، وزن میوه و مغز مطلوب (متوسط وزن میوه ۵/۲، و مغز بین ۰/۹ تا ۱ گرم) بود. بیشترین تعداد ژنوتیپ‌ها، یعنی تعداد ۱۹ ژنوتیپ از ۵۰ ژنوتیپ مورد بررسی در این گروه قرار گرفتند که شامل ژنوتیپ‌های شماره ۲۷، ۳۵، ۱۳، ۱۹، ۱۴، ۴۳، ۳۱، ۴۸، ۲۳، ۲۶، ۱۰، ۷، ۱۷، ۴۵، ۱۸، ۴۷، ۸، ۳۴ و ۲۳ بودند.

ژنتیکی می‌باشد. این تجزیه می‌تواند عوامل فرق‌گذار اصلی بین ارقام یا ژنوتیپ‌های مورد بررسی را روشن سازد و سبب کاهش حجم داده‌ها نیز می‌شود. اولین عامل (PC1) بیش‌ترین مقدار تغییرات داده‌های اولیه را توجیه می‌کند و عوامل بعدی تغییرات باقی‌مانده را بعد از عامل اول توجیه می‌کند. در هر عامل اصلی و مستقل ضرایب عاملی ۵۰ به بالا معنی‌دار در نظر گرفته شدند. گروه‌بندی ژنوتیپ‌ها با استفاده از روش وارد^۱ یا حداقل واریانس صورت پذیرفت. آزمون پلات یا تجزیه پلات قادر است تصویر دو بعدی ایجاد نماید که هر یک از ابعاد آن‌ها یک عامل فرق‌گذار محسوب می‌شود. بنابراین پراکنش ژنوتیپ‌ها و ارقام در محدوده این عوامل اصلی می‌تواند به تعیین بهتر فاصله ارقام یا ژنوتیپ‌ها و تفاوت بین آنها کمک نماید، خصوصاً ارقام و ژنوتیپ‌هایی که در یک یا دو عامل دارای مقادیر بسیار کم یا بسیار زیاد می‌باشند.

نتایج و بحث

تجزیه داده‌ها

پس از بررسی لوله‌های گرده ۵۰ ژنوتیپ بادام با میکروسکوپ فلوروسنت مشخص شد که ۱۱ ژنوتیپ خودسازگار و بسیار خودسازگار هستند. این ژنوتیپ‌ها عبارتند از ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۹، ۱۳، ۱۵، ۲۱، ۲۵، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۳۸ و ۴۰. ژنوتیپ‌های شماره ۴، ۹ و ۱۳ در این گروه در دسته ژنوتیپ‌های بسیار خودسازگار قرار می‌گیرند. ژنوتیپ شماره ۲، ۲۶ و ۳۴ در دسته ژنوتیپ‌های مشکوک قرار گرفتند و بقیه ژنوتیپ‌ها که شامل ۳۶ ژنوتیپ باقی‌مانده هستند در دسته ژنوتیپ‌های خودناسازگار قرار گرفتند.

تجزیه به عامل‌ها

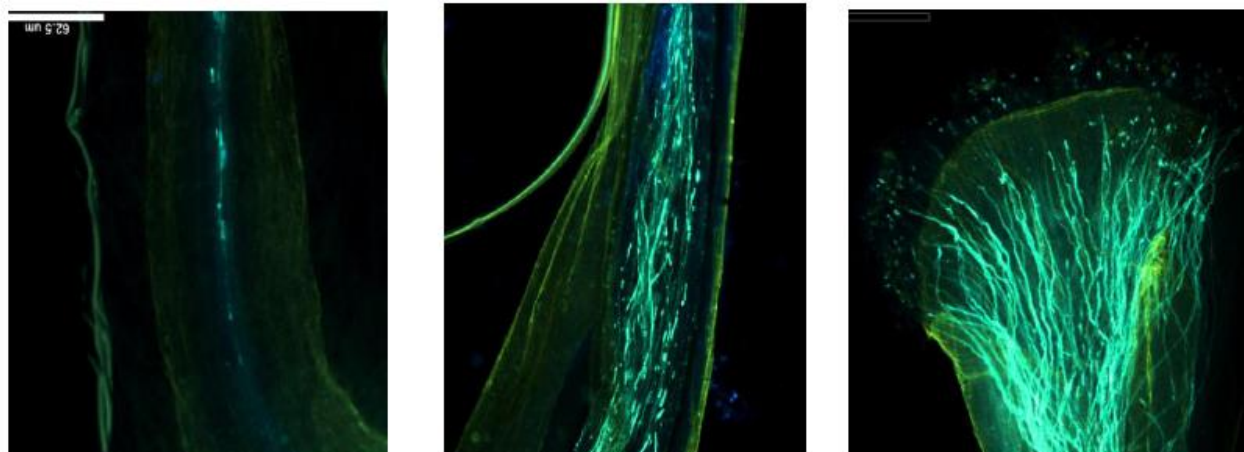
در تجزیه عامل‌ها هشت عامل اصلی و مستقل که مقادیر ویژه آن‌ها بیشتر از یک بودند توانستند ۹۱/۰۴ درصد از واریانس کل را توجیه نمایند (جدول ۳). برخی صفات خشک میوه از جمله میانگین وزن خشک میوه، شکاف در پوسته چوبی و سختی آن، نسبت وزن مغز به درون‌بر و نقوش روی پوسته چوبی در عامل اول قرار گرفته‌اند. که ۱۴/۱۵ درصد از سهم واریانس را شامل شدند. صفاتی از جمله میانگین وزن مغز، اندازه هسته، طول و عرض مغز در عامل دوم (PC2) قرار گرفتند که ۱۳/۴۴ درصد از واریانس را به خود اختصاص دادند. صفت ضخامت مغز در عامل سوم جای گرفت و ۱۲/۵۶ درصد از واریانس را شامل شد. صفتهایی از جمله رنگ مغز و چین و چروک روی مغز با



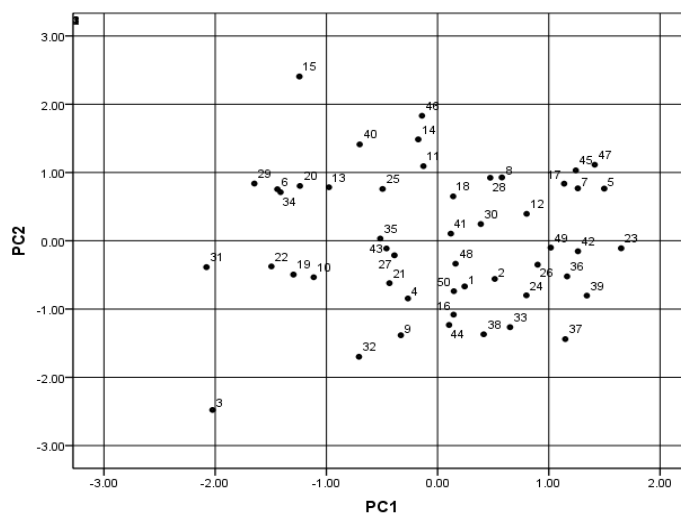
شکل ۲: جمع‌آوری لوله‌های خامه خودگرده‌افشانی شده
Fig. 2: Sampling of self-pollinated style



شکل ۱: کیسه‌گذاری شاخه‌ها
Fig.1: Shoot bagging tage

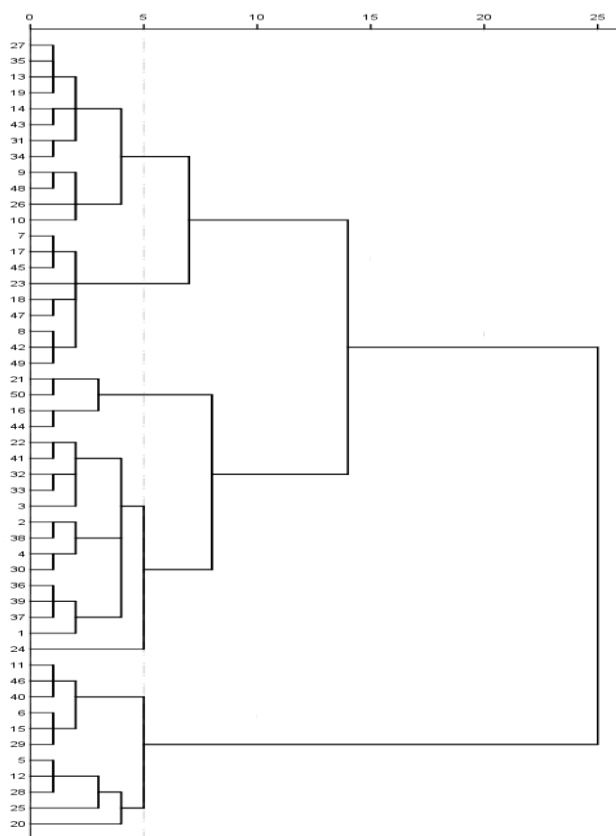


شکل ۳: جوانه‌زنی لوله‌گرده روی سطح کلاله (A)، در ابتدای خامه (B) و در انتهای خامه (C)
Fig. 3: Germination of pollen tube in stigma surface (A), style entrance (B) and style base (C)



شکل ۴: تجزیه دی‌پلات (تصویر دوبعدی) پراکنش ژنوتیپ‌های بادام مورد بررسی بر اساس صفات مؤثر در عامل‌های اول
(Principal comparisons: $PC2 = /.15/0.5$ و $PC1 = /.15/1.8$)

Fig. 4: Transmittal studied almond genotypes in effective traits first factors by Diplot analysis



شکل ۵: گروه‌بندی ۵۰ ژنوتیپ بادام مورد بررسی براساس تمام صفات اندازه‌گیری شده به روش Ward

Fig. 5: Regimentation 50 almond genotypes, according to measured characteristics by Ward method

گروه دوم

ژنوتیپ‌های این گروه دارای پوسته مغز نسبتاً نازک، اندازه هسته متوسط، نقوش روی پوسته چوبی نسبتاً زیاد، وزن میوه و مغز متوسط (متوسط وزن میوه ۵/۱ و متوسط وزن مغز ۸/۰ گرم) بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۳، ۳۲، ۳۶، ۳۹، ۳۷، ۳۳، ۲، ۳۸، ۴۲ و ۹ در این گروه قرار گرفته‌اند.

گروه سوم

در این گروه ژنوتیپ‌های قرار داشتند که قدرت رشد متوسط تا قوی و دارای شکاف عریض در پوسته چوبی بودند. سختی پوسته چوبی در این دسته حداقل و میزان نقوش روی پوسته چوبی زیاد بود. متوسط وزن میوه و مغز کم (متوسط وزن میوه ۱/۱ و متوسط وزن مغز ۵ گرم) بود. ژنوتیپ‌های شماره ۱۶، ۴۴، ۲۲، ۴۱، ۲۴ و ۲۱ در این گروه قرار گرفته‌اند.

گروه چهارم

ژنوتیپ‌های این گروه دارای رنگ مغز روشن بودند. اندازه هسته متوسط، درختان پررشد و طول دوره رسیدن میوه بیشتر از سایر گروه‌ها بود. متوسط وزن میوه و مغز (متوسط وزن میوه ۳، و متوسط وزن مغز ۱/۱ گرم) نسبت به سایر گروه‌ها برتری

داشتند ولی وزن پوست میوه و درصد مغزهای دوقلو نیز بالا بود. میوه دارای پوسته سختی بوده و نسبت مغز به پوسته چوبی پایین بود. در این گروه ژنوتیپ‌های شماره ۵ و ۲۵ دارای طعم تلخ مغز بودند. ژنوتیپ‌های شماره ۶، ۱۵، ۱۱، ۴۶، ۲۹، ۴۰، ۵، ۱۲، ۲۶، ۲۵ و ۲۰ در این گروه قرار گرفتند.

همبستگی بین صفات

براساس جدول همبستگی بین صفات (جدول ۴) بین میزان سختی پوسته چوبی میوه با اندازه هسته، متوسط وزن میوه و عادت رشد درخت در سطح ۱٪ رابطه معنی‌دار مثبت ولی با نقوش روی پوسته چوبی و نسبت وزن مغز به پوسته چوبی ارتباط منفی وجود داشت. صفت متوسط وزن میوه با میزان نقوش و شکاف پوسته چوبی رابطه عکس داشت. نسبت وزن مغز به درون‌بر (پوسته چوبی) با میزان نقوش و شکاف پوسته چوبی رابطه هماهنگ ولی با اندازه هسته رابطه عکس داشت. هم‌چنین بین درصد مغزهای دوقلو با متوسط وزن میوه و ضخامت مغز میوه رابطه معنی‌دار مثبتی وجود داشت. صفات طول و ضخامت مغز با متوسط وزن میوه و مغز همبستگی بالایی داشتند.

نتیجه گیری

همان طور که در جدول ۵ مشاهده می شود ژنوتیپ های شماره ۹، ۴ و ۱۳ ژنوتیپ های بسیار خودسازگاری هستند. این ژنوتیپ ها با روش PCR نیز مورد بررسی قرار گرفتند و آلل خودسازگار S_f در آنها شناسایی شد. همچنین با روش کیسه گذاری در مزرعه برای شمارش تعداد میوه های حاصل از خودگشنی، نیز مورد بررسی قرار گرفتند و درصد بالایی از خودسازگاری را نشان دادند. ژنوتیپ های شماره ۱۵، ۲۱، ۲۵، ۲۹، ۳۱، ۳۲، ۳۸ و ۴۰ ژنوتیپ های خودسازگار بودند که این گروه در ابتدا با روش PCR مورد بررسی قرار گرفتند و دارای آلل خودسازگار S_f بودند. سپس با روش کیسه گذاری در مزرعه خودسازگاری آنها تأیید شد. ولی این گروه تعداد میوه های حاصل از خودگشنی کمتری نسبت به سه ژنوتیپ ابتدایی داشتند. ژنوتیپ شماره ۹ در ابتدا ژنوتیپ بسیار ایده آلی به نظر می رسید ولی در سال دوم (۱۳۹۰) دچار بیماری گموز شد که احتمال از بین رفتن آن بالا می باشد. هنوز مشخص نیست که این ژنوتیپ به علت خودسازگاری حساس به این بیماری شده یا به طور تصادفی مبتلا به این بیماری شده است. ژنوتیپ های شماره ۴ و ۱۳ مناسب می باشند و لازم است در اقدامات بعدی از نظر مقاومت به بیماری ها و آفات مورد ارزیابی قرار گیرند تا در صورت مقاومت مناسب به عنوان رقم خودسازگار معرفی شوند. ژنوتیپ شماره ۴ از لحاظ تاریخ گلدهی همانند رقم نان پاریل متوسط می باشد ولی ژنوتیپ شماره ۱۳ ژنوتیپی دیرگل می باشد بنابراین علاوه بر خودسازگاری دارای صفت مطلوب دیرگلی نیز می باشد.

نتایج حاصل از این تحقیق نشان می دهد که بیشترین تنوع و تغییرات در صفاتی از جمله طعم و مزه مغز، متوسط وزن میوه، اندازه هسته، میزان سختی درون بر (پوسته چوبی) و نقوش روی پوسته چوبی می باشد. در بین ژنوتیپ های مورد بررسی ژنوتیپ های شماره ۳، ۴، ۲۵، ۳۰ و ۳۸ بسیار تلخ بودند. براساس نتایج *دایسنتا*^۱ و همکاران (۱۹۹۳) در مورد ۱۹۶۹ درخت بادام مشخص گردید که طعم مغز توسط یک ژن کنترل می شود و تلخی به صورت مغلوب است. میزان سختی پوسته چوبی در والدین از حد متوسط تا بسیار نازک بود، که این تنوع از والدین به نتاج نیز منتقل شده است. بین میزان سختی پوسته چوبی میوه با اندازه هسته، متوسط وزن میوه و عادت رشد درخت در سطح یک درصد رابطه معنی دار مثبت ولی با نقوش روی پوسته چوبی و نسبت وزن مغز به پوسته چوبی

فناوری تولیدات گیاهی / جلد چهاردهم / شماره اول / تابستان ۹۳

ارتباط منفی وجود داشت (جدول ۴) که می تواند به این خاطر باشد که میوه های بزرگ تر همگی پوسته کاملاً سخت، درختانی افراشته و پررشدتر از درختان با میوه هایی پوسته نازک بودند. موسوی و همکاران (۱۳۸۹) بیان کردند که ارقام و ژنوتیپ هایی که پوست سخت تری دارند، میزان نقوش و شکاف روی پوسته چوبی کمتری داشتند. *باربر*^۲ و همکاران (۱۹۸۸) چوبی پوسته میوه را به میزان لیگنین رسوب کرده در درون بر در طی رشد و نمو میوه مرتبط دانسته و بیان کردند که سختی پوسته چوبی توسط یک ژن غالب با دو آلل (D): پوست خیلی سخت، (d: پوست کاغذی) کنترل می شود. درجه شکاف برداشتن پوست چوبی در ارقام پوست نازک مهم است. میوه هایی که درز پوست چوبی آنها به طور ضعیف بسته شده باشد، بیش تر در معرض آسیب کرم مغزخوار بادام قرار می گیرند. همبستگی بالایی بین وزن خشک میوه و مغز با طول، عرض و ضخامت مغز وجود داشت که با نتایج *دایسنتا* (۱۹۹۳) و *تالھوک*^۳ و همکاران (۲۰۰۰) هماهنگی داشت. در میوه هایی که دارای مغزهای دوقلو بودند، طول مغز کوتاه تر ولی قطر مغزها بزرگ تر بود که نشان می دهد به دلیل فضای کمتر درون بر، مغزها بیشتر به صورت قطری رشد کرده اند. دوقلو بودن مغز ناشی از تلقیح و نمو هر دو تخمکی است که در تخمدان وجود دارد. در حالت طبیعی یکی از دو تخمک ها سقط می شوند. وجود مغزهای دوقلو در میان ارقام مختلف مربوط ژنتیک و رقم است. گرچه عواملی نظیر محیط و سن درخت نیز مؤثر است. دو قلو بودن یک صفت نامطلوب است چون در پروسه غربال کردن و درجه بندی ایجاد مشکل می کند (روی و کوشب *ا*، ۱۹۹۷). میوه های پوست نازک عموماً کوچک، میزان نقوش روی پوسته زیاد و شکاف عریض بر روی هسته داشتند. با بررسی و مقایسه صفات مختلف بین ژنوتیپ ها در نهایت چند ژنوتیپ برتر، به شماره های ۱۵، ۲۰، ۶، ۴۶ و ۲۵ انتخاب شده و با رقم نان پاریل^۴ به عنوان رقم شاهد مقایسه شدند (جدول ۵ و شکل ۲). ژنوتیپ های شماره ۲۰ و ۱۵ از لحاظ برخی صفات مشابه رقم نان پاریل هستند. این ژنوتیپ ها از لحاظ صفات متوسط وزن میوه از رقم نان پاریل برتر بودند ولیکن متوسط وزن مغز آن ها تا حدودی کمتر از رقم نان پاریل بود. از لحاظ صفاتی مانند درصد مغزهای دوقلو، اندازه هسته، طعم مغز و رنگ مغز تا حدودی مشابه رقم نان پاریل هستند. پوسته چوبی رقم نان

2. Barbera

3. Talhouk

4. Roy and Koshba

5. Nonpareil

1. Dicenta

ارزیابی نتاج حاصل از تلاقی ژنوتیپ‌های برتر داخلی بادام و ...

شماره ۱۳ هم خودسازگار و هم دیرگل است بنابراین ژنوتیپی ایده‌آل است. همچنین ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ و ۲۰ از لحاظ خصوصیات میوه و مغز مناسب می‌باشند.

پاریل نازک ولی پوسته ژنوتیپ‌های شماره ۱۵ و ۲۰ کاملاً سخت هستند. در نهایت می‌توان ذکر کرد که ژنوتیپ‌های شماره ۴ ژنوتیپی خودسازگار و متوسط گل است و ژنوتیپ



شکل ۶: ژنوتیپ دیرگل شماره ۱۳
Fig. 6: Late blooming genotype of no. 13



شکل ۷: میوه‌های ژنوتیپ انتخاب شده شماره ۱۵ که علاوه بر خصوصیات مثبت میوه و مغز خودسازگار نیز می‌باشد
Fig. 7: Fruits of selected genotype no. 15 with favorite kernel and nut traits and self-compatibility

جدول ۱: ویژگی‌های صفات ثبت شده در آزمایش مربوط به ۵۰ ژنوتیپ بادام

Table 1: Accounted characteristics for 50 almond genotypes

روش ابزار اندازه‌گیری Method/ measure tool	واحد Unit	صفت Character	شماره Number
براساس تعداد روزهای بین تمام گل تا رسیدن میوه‌ها The number of days between full bloom and fruit	روز day	طول دوره رسیدن Ripening date	۱
۱=ضعیف، ۲=متوسط، ۳=قوی 1=Weak, 2= Intermediate , 3= Strong	کد Code	قدرت رشد درخت Tree vigour	۲
۱=کاملاً افراشته، ۲=افراشته، ۳=گسترده، ۴=روبه پایین، ۵=کاملاً روبه پایین 1= Extremely upright , 2= Upright , 3= Spreading , 4= Drooping , 5= Weeping	کد Code	عادت رشد درخت Tree Habit	۳
۱=بیشتر روی شاخه یک‌ساله ۲=بیشتر روی اسپور ۳=اسپور و شاخه یک‌ساله 1=Most flower buds on one year old shoots, 2=most flower buds onspurs , 3=mixed	کد Code	محل قرارگرفتن جوانه گل Location of flower buds	۴
۱=بدون شکاف، ۲=دارای شکاف کم، ۳=دارای شکاف باز 1= Extremely seal(no opening), 2=Open, 3=Very Wide	کد Code	وجود شکاف در پوسته چوبی Suture opening of the shell	۵
۱=به سختی و با ضربه، ۲=متوسط، ۳=به راحتی، ۴=ریزش می‌کند 1= Low , 2= Intermediate , 3= High	کد Code	سهولت برداشت میوه Ease of harvesting	۶
۱=خیلی سخت، ۲=سخت، ۳=نیمه‌سخت، ۴=نازک، ۵=کاغذی 1= Extremely hard , 2= Hard , 3= Intermediate , 4= Soft , 5= Paper	کد Code	میزان سختی پوست چوبی Softness of shell	۷
۱=خیلی کوچک، ۲=کوچک، ۳=متوسط، ۴=بزرگ، ۵=خیلی بزرگ 1= Very small ,2= Small , 3= Medium , 4= Large , 5=Very large	کد Code	اندازه هسته Nut size	۸
۱=گرد، ۲=تخم‌مرغی ۳=کشیده ۴=قلبی ۵=بیش از حد باریک ۶=بیضی نوکدار 1= Round , 2= Ovate , 3= Oblong , 4= Hearty , 5= Cordate, 6= Extremely narrow	کد Code	شکل هسته Nut Shape	۹
۱=بدون سوراخ ۲=سوراخ‌های پراکنده ۳=متوسط، ۴=سوراخ‌های متراکم ۵=شیاردار 1=Without pores, 2= Sparsely pores 3= Intermediate, 4= Density pored 5=Scribed	کد Code	نقوش روی پوسته چوبی shell patterns	۱۰
۱=خیلی روشن ۲=روشن ۳=متوسط ۴=تیره ۵=خیلی تیره 1= Extremely light, 2= Light , 3= Intermediate , 4= Dark, 5= Extremely dark	کد Code	رنگ مغز Kernel colour intensity	۱۱
۱=کاملاً یکنواخت ۲=یکنواخت ۳=متوسط ۴=غیریکنواخت ۵=کاملاً غیریکنواخت 1= Extremely similar, 2= similar, 3= Intermediate, 4=Non-similar , 5= Extremely Non-similar	کد Code	یکنواختی مغز Kernel similarity	۱۲
۱=شیرین، ۲=کمی تلخ، ۳=تلخ 1= Sweet , 2= Intermediate , 3= Bitter	کد Code	طعم و مزه مغز Kernel Taste	۱۳
۱=کمی چروکیده، ۲=نیمه‌چروکیده، ۳=چروکیده 1= Slightly wrinkled , 2= Intermediate , 3= Wrinkled	کد Code	چین و چروک روی مغز Shriveling of kernel	۱۴
ترازوی دیجیتال Digital	گرم Gram	میانگین وزن میوه Average of fruit weight	۱۵
ترازوی دیجیتال Digital scale	گرم Gram	میانگین وزن مغز Average of kernel weight	۱۶
ترازوی دیجیتال Digital scale	گرم Gram	نسبت وزن مغز به درون بر Nut weight/endocarp	۱۷
کولیس Caliper	میلی‌متر Mm	طول مغز Kernel length	۱۸
کولیس Caliper	میلی‌متر Mm	عرض مغز Kernel weidh	۱۹
کولیس Caliper	میلی‌متر Mm	ضخامت مغز Kernel diameter	۲۰
ترازوی دیجیتال Digital scale	گرم Gram	وزن پوست میوه Hull weight	۲۱
تعداد مغزهای دوقلو در صد عدد میوه The percentage of double kernel in a sample of 100 nuts	درصد precentage	درصد مغزهای دوقلو Percentage of double Kernel	۲۲

جدول ۲: تعداد مادگی‌های دارای لوله گرده در انتهای خامه در ۱۱ ژنوتیپ بادام خودسازگار

Table 2: Number of pistils having pollen tube at style base in 11 self-compatible almond genotypes

ژنوتیپ‌ها	تعداد مادگی مورد بررسی	تعداد خامه‌های دارای لوله گرده در وسط خامه	تعداد خامه‌های دارای لوله گرده در انتهای خامه	ژنوتیپ‌های مشکوک (بین ۲۵٪ تا ۵۰٪)	ژنوتیپ‌های خودسازگار (بین ۵۰٪ تا ۷۵٪)	ژنوتیپ‌های کاملاً خودسازگار (بیشتر از ۷۵٪)
Genotypes		Number of styles with pollen tube on their mid-style	Number of styles with pollen tube in the end of their style	Doubtful genotypes (between 25% until 50%)	Self compatible genotypes (between 50% until 75%)	Externly Self compatible genotypes (between 75%)
G ₄	10	6	6			+
G ₉	10	7	6			+
G ₁₃	10	8	5			+
G ₁₅	10	9	8		+	
G ₂₁	10	8	6		+	
G ₂₅	10	7	6		+	
G ₂₉	10	7	5		+	
G ₃₁	10	6	6		+	
G ₃₂	10	9	8		+	
G ₃₈	10	6	5		+	
G ₄₀	10	4	5		+	
G ₂	10	5	7	+		
G ₂₆	10	10	9	+		
G ₃₄	10	8	7	+		

جدول ۳: نتایج تجزیه به عامل‌ها، مقادیر ویژه، درصد تجمعی عامل‌های بیش از یک و مقدار عاملی هر صفت

Table 3: Reseats obtained from Factor analysis, special amount and cumulative percentage

عامل‌ها Factors	1	2	3	4	5	6	7	8
مقدار ویژه Special amount	34.3	31.3	82.1	63.1	85.1	5.1	47.1	41.1
درصد واریانس Variance percentage	14.15	13.44	12.65	11.81	11.07	9.7	9.5	8.01
درصد تجمعی Cumulative percentage	14.15	27.59	40.15	51.96	63.03	73.73	83.23	91.04
طول دوره رسیدن Ripening date	-0.07	-0.15	0.36	-0.08	0.31	0.05	-0.49	-0.35
قدرت رشد درخت Tree vigour	-0.07	0.00	-0.12	0.01	0.08	0.68	-0.38	-0.04
عادت رشد درخت Tree Habit	0.20	-0.16	0.11	0.04	0.70	0.05	0.01	-0.33
محل قرار گرفتن جوانه گل Location of flower buds	-0.06	-0.09	-0.27	-0.02	0.69	0.05	-0.12	0.08
وجود شکاف در پوسته Suture opening of the shell	0.53	0.06	-0.06	0.45	0.03	0.07	0.11	-0.14
سهولت برداشت میوه Ease of harvesting	0.10	-0.25	-0.23	0.30	-0.52	-0.04	-0.28	-0.20
میزان سختی درون بر Softness of shell	0.85	-0.22	0.03	0.03	0.11	0.02	0.04	-0.02
اندازه هسته Nut size	-0.22	0.87	0.01	0.01	-0.04	0.17	0.00	0.05
شکل هسته Nut Shape	0.28	0.05	-0.02	-0.08	-0.12	0.01	-0.00	0.78
نقوش روی پوسته shell patterns	0.85	-0.01	0.11	0.18	-0.07	0.02	0.13	0.20
رنگ مغز Kernel colour intensity	0.06	-0.13	-0.27	0.67	-0.27	0.05	0.22	0.11
یکنواختی مغز Kernel similarity	-0.34	-0.10	0.06	0.40	0.31	0.13	-0.16	0.57
طعم و مزه مغز Kernel Taste	0.10	-0.03	0.14	0.13	0.03	-0.01	0.83	-0.12
چین و چروک روی مغز Shriveling of kernel	0.12	-0.01	0.05	0.86	0.04	-0.09	0.01	-0.02
متوسط وزن میوه (گرم) Average of fruit weight	-0.64	0.61	0.18	-0.04	-0.07	0.30	0.04	-0.04
متوسط وزن مغز (گرم) Average of kernel weight	-0.14	0.74	0.52	-0.05	-0.04	-0.04	-0.01	-0.03
نسبت وزن مغز به درون بر Nut weight/endocarp	0.80	-0.36	0.05	-0.04	-0.06	-0.25	-0.05	0.11
طول مغز (میلی‌متر) Kernel length	0.02	0.86	-0.10	-0.17	-0.11	0.03	-0.05	0.01
عرض مغز (میلی‌متر) Kernel weidh	-0.37	0.67	0.26	0.14	0.08	-0.12	0.27	0.09
ضخامت مغز (میلی‌متر) Kernel diameter	0.15	0.17	0.85	-0.11	-0.05	-0.06	0.10	0.01
وزن پوست (گرم) Hull weight	0.02	0.22	-0.11	-0.10	0.15	0.67	0.29	0.23
درصد مغزهای دوقلو Percentage of double Kernel	-0.09	0.00	0.52	0.04	-0.08	0.64	0.03	-0.07

جدول ۴: همبستگی بین صفات اندازه گیری شده در ۵۰ ژنوتیپ بادام

Table 4 : Correlation between measured characteristics in 50 almond genotypes

طول دوره رسیدن Ripening date	قدرت رشد درخت Tree vigour	عادت رشد درخت Tree Habit	محل قرار گرفتن جوانه گل Location of flower buds	وجود شکاف در پوسته Suture opening of the shell	سهولت برداشت میوه Ease of harvesting	میزان سختی درون بر Softness of shell	اندازه هسته Nut size	شکل هسته Nut Shape	نقوش روی پوسته shell patterns	عرض مغز (میلی متر) Kernel weidh	طعم و مزه مغز Kernel Taste	چین و چروک روی مغز Shriveling of kernel	متوسط وزن میوه (گرم) Average of fruit weight	متوسط وزن مغز (گرم) Average of kernel weight	نسبت وزن مغز به درون بر Nut weight/endocarp	طول مغز (میلی متر) Kernel length	عرض مغز (میلی متر) Kernel weidh	ضخامت مغز (میلی متر) Kernel diameter	وزن پوست (گرم) Hull weight	درصد مغزهای دوقلو Percentage of double Kernel
طول دوره رسیدن Ripening date	1																			
قدرت رشد درخت Tree vigour	0.08	1																		
عادت رشد درخت Tree Habit	0.29*	0.14	1																	
محل قرار گرفتن جوانه گل Location of flower buds	0.17	0.07	0.11	1																
وجود شکاف در پوسته Suture opening of the shell	0.23	0.12	-0.19	-0.19	1															
سهولت برداشت میوه Ease of harvesting	0.19	0.30	-0.26	-0.26	-0.01	1														
میزان سختی درون بر Softness of shell	-0.01	0.17	0.29*	0.05	0.42**	0.26	1													
اندازه هسته Nut size	0.11	0.05	0.12	1.00	0.25	0.21	0.29*	1												
شکل هسته Nut Shape	0.12	-0.10	0.23	-0.17	0.04	0.17	0.22	-0.19	1											
نقوش روی پوسته shell patterns	0.04	0.25	0.2*	-0.12	0.43**	0.23	0.67**	-0.23	0.32*	1										
طعم و مزه مغز Kernel Taste	0.07	0.00	0.13	0.07	-0.18	0.19	-0.19	0.33*	0.07		1									
چین و چروک روی مغز Shriveling of kernel	0.19	-0.10	0.13	-0.17	0.32*	0.25	0.22	0.10	0.13	0.29*	0.49**	1								
متوسط وزن میوه (گرم) Average of fruit weight	-0.01	-0.11	0.13	0.02	0.05	0.13	0.63**	0.73**	0.16	0.11	-0.18	-0.12	1							
متوسط وزن مغز (گرم) Average of kernel weight	0.08	0.11	0.27*	0.21	-0.2	0.08	0.02	0.63**	0.13	0.08	-0.23	0.07	-0.26	1						
نسبت وزن مغز به درون بر Nut weight/endocarp	0.04	0.13	0.04	-0.01	0.21	0.10	0.7*	0.43**	0.13	0.16	0.07	-0.17	0.84**	0.28*	1					
طول مغز (میلی متر) Kernel length	-0.01	-0.2	0.12	0.13	0.25	0.02	-0.2	0.7*	0.27	0.15	0.10	0.05	0.48*	0.59**	0.13	1				
عرض مغز (میلی متر) Kernel weidh	0.04	0.01	0.15	0.05	0.04	0.33*	0.37*	0.6**	0.13	0.13	0.01	-0.04	0.64**	0.67**	0.44**	0.43*	1			
ضخامت مغز (میلی متر) Kernel diameter	0.22	0.12	0.13	-0.2	0.06	0.20	0.02	0.03	0.11	0.01	0.16	1.00	0.05	0.05	0.05	0.13	0.9	1		
وزن پوست (گرم) Hull weight	0.05	-0.11	0.15	0.15	0.08	1.00	0.01	0.11	0.02	0.13	0.20	-0.01	-0.2	0.31*	0.11	0.2*	0.11	0.22	1	
درصد مغزهای دوقلو Percentage of double Kernel	0.21	0.08	0.04	1.00	0.15	0.09	1.00	0.15	-0.14	0.14	0.02	0.22	-0.22	0.31*	0.21	-0.12	0.20	0.21	0.02	1

جدول ۵: ژنوتیپ‌های برتر در میان ۵۰ ژنوتیپ مورد بررسی بادام
Table 5: Superior genotypes among of 50 almond genotypes

وضعیت خودسازگاری Self-compatible rate	رنگ مغز Kernel colour intensity	طعم و مزه مغز Kernel Taste	درصد مغزهای دوقلو Percentage of double Kernel	اندازه هسته Nut size	سختی پوسته چوبی Softness of shell	طول مغز (میلی‌متر) Kernel length	متوسط وزن مغز (گرم) Average of kernel weight	متوسط وزن میوه (گرم) Average of fruit weight	شماره ژنوتیپ Genotype no.
خودسازگار Self-compatible	متوسط Intermediate	شیرین Sweet	10-15	بزرگ	خیلی سخت Extremely hard	26	1.2	4.5	14
خودسازگار Self-compatible	روشن light	شیرین Sweet	10-15	خیلی بزرگ	سخت hard	26	1	4.4	20
خودناسازگار Self-compatible	متوسط Intermediate	شیرین Sweet	0-5	بزرگ	خیلی سخت Extremely hard	21	9.0	4.3	6
خودناسازگار Self-compatible	روشن light	شیرین Sweet	0-5	بزرگ	نازک soft	20	8.0	3.6	46
خودناسازگار Self-compatible	متوسط Intermediate	تلخ bitter	15-20	بزرگ	نازک soft	22	6.0	3.6	25
خودناسازگار Self-compatible	روشن light	شیرین Sweet	10 -15	بزرگ	نازک soft	23	1.4	2.3	نان پاریل Non pariel

منابع

- موسوی، ع.، فتاحی، م.، زمانی، ذ. و ایمانی، ع. ۱۳۸۹. ارزیابی کمی و کیفی خصوصیات برخی از ژنوتیپ‌ها و ارقام بادام. مجله علوم باغبانی ایران، ۴۱ (۲) ۱۳۱-۱۱۹.
- Asma, B. M., Kan, T. and Birhanli, O. 2007. Characterization of promising apricot (*Prunus armeniaca* L.) genetic resources in Malatya, Turkey. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 54: 205-212.
- Ballsster, J., Boskovic, R., Batle, I., Arus, P. and Vargas, I. 2001. Location of the self-incompatibility gene on the almond linkage map. *Plant Breeding*, 117: 69-72.
- Barbera, J., Garcia, E. and Carbonell, E. A. 1988. Phenotypical correlation among some traits in Almond. I. *Genetic Breeding*, 46:145-56.
- Chalak, L., Chehade, A. and Kardri, A. 2007. Morphological characterization of cultivated almonds in Lebanon. *Fruits*, 62, 177-186.
- Dicenta, F. and Garcia, E. 1993. Inheritance of self- compatibility in almond. *Heredity*, 70: 313-317.
- Food and Agriculture Organization. 2010. Stataistics: faostat-agriculture, production, crops. Retrieved from: <http://www.faostat.fog.org>.
- Giorgio, D. and Polignano, G. B. 2001. Evaluating the biodiversity of almond from a germplasm collection field in southern Italy. *International Soil Congregation Organization Meeting held May, 24-29*: 305-311.
- Gulcan, R. 1985. Descriptor list for Almond. *International Board for Plant Genetic Resources*. Rome , Italy.
- Imani, A. 2001. Almond breeding (translation). Ministry of Agriculture, Agricultural Research Organisation and Training. pp. (In Farsi)
- Lansari, A., Azoulay, H. and Kester, D. E. 1994. Morphological structure of almond seedling populations in Morocco. In: *II International Symposium on Pistachios and Almonds*; Davis, CA, USA, 103- 115.
- Lansari, A., Lezzoni, A. F. and Kester, D. E. 2007. Morphological variation within collections of Moroccan Almond clones and Mediterranean and North American cultivars. *Euphytica*, 78: 27-41.
- Ledbetter, C. A. and Palmquist, D. E. 2006. Comparing physical measures and mechanical cracking products of 'Nonpareil' Almond (*Prunus dulcis* [Mill.] D.A. Webb) with two advanced breeding selections. *Journal of food engineering*, 230: 74-134.
- MC Cubbin, A. and Franklin, T. 2000. Molecular recognition and response in pollen and pistil. *Acta Horticulturae*, 645: 23-60.
- Moemenpor, A. and Ebadi, A. 2011. Discrimination of self compatibility in genotypes obtained from almond breeding program using fluorescent microscopy and PCR methods. *African Journal of Agricultural Research*, 6(23): 5251-5260.
- Nikoumanesh, K., Ebadi, A., Zeinalabedini, M. and Gogorcena, Y. 2011. Morphological and molecular variability in some Iranian Almond genotypes and related *Prunus*. *Scientia Horticulturae*, 129: 108-118.
- Roy, N. and Koshba, G. 1997. Evaluating the biodiversity of Almond cultivar from germplasm collection field in Southern Italy. *Sustaining the Global Farm*, 56: 305-311.
- Shonnard, C. B. and Ledbetter, C. A. 1992. Evaluation of selected Almond [*Prunus dulcis* (Miller) D.A. Webb] germplasm for several shell and kernel characteristics, *Fruit Varieties Journal*, 370: 81-122.
- Socias I Company. 2002. Latest advances in almond self-compatibility. *Acta Horticultrae*, 591: 205 -211
- Talhok, S., Lubani, RT., Baalbaki, R., Zurayk, R., Alkhatib, A., Parmaksizian, L. and Jaradat, A. 2000. Phenotypic diversity and morphological characterization of *Amygdalus* L. species in Lebanon. *Genetic Resources Crop Evolution*, 47: 93-104.
- Vargas, F., Clave, J., Romero, M., Batlle, I. and Rovira, M. 2001. Autogamy studies on almond progenies. *Acta Horticultrae*, 470: 74-81.

Evaluation of Offspring Obtained from Crossing Between Superior Local Genotypes of Almond and 'Tuono' Cultivar from the Viewpoint of Self-compatible Quantitative and Qualitative Characteristics Fruit and Kernel

Estaji^{1*}, A., Ebadi², A., Fattahi Moghadam³, M. R. and Alamfar⁴, M.

Abstract

Almond (*Prunus dulcis* [Webb] D.A. Mill) is an economically important species of genus *Prunus*. Self-incompatibility and low quality fruit are the most important limitative problems for fruit set and cropping in almond tree. In this study, 50 almond genotypes obtained from crossing between some superior self-incompatible local genotypes and 'Tuono' (self-compatible cultivar) were analyzed with fluorescence microscope method. Results showed that 11 genotypes were self-compatible, three genotypes were questionable and others were recognized as self-incompatible. To evaluate morphological diversity, twenty-two vegetative and generative characteristics were evaluated. Results indicated that all characteristics were significantly different among examined genotypes. Factor analysis divided genotypes into eight factors that covered 91.04 from total variance. Results Factor analysis indicate characteristics such as: kernel wrinkles, nut size, kernel length, shell thickness, shell pattern and nut diameter had highest effect on genotypes diversity. Finally, genotypes 6, 15, 20, 25 and 46 were introduced as superior ones based on their nut weight and kernel characteristics. Genotype No. 15 and 25 was self-compatible in addition of having good fruit and nut characteristics.

Keywords: almond, self-compatible, fluorescence microscopy quantitative and qualitative traits, Factor analysis, Cluster analysis

1. Former MSc student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj

2. Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj

3. Assistant Professor, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj

4. Former MSc student, Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Tehran University, Karaj

*: Corresponding author Email: a_estaji@ut.ac.ir