

## بررسی وضعیت ناسازگاری و عقیمی در چهار رقم زردآلوی تجاری ایران

فاطمه نکونام<sup>۱</sup>، محمدرضا فتاحی مقدم<sup>۲\*</sup> و علی عبادی<sup>۳</sup>  
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، دانشیار و استاد پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران  
(تاریخ دریافت: ۸۷/۱۱/۲۰ - تاریخ تصویب: ۸۸/۱۲/۲)

### چکیده

زردآلو (*Prunus armeniaca* L.)، از جایگاه خاص در صنعت میوه‌کاری ایران برخوردار است. از مشکلات اساسی در تولید زردآلو می‌توان به بی‌نظمی باردهی و عملکرد پایین آن اشاره کرد که از جمله علل آن خودناسازگاری و عقیمی گل‌های آن است. در این آزمایش سعی شد وضعیت ناسازگاری و عقیمی در ۴ رقم زردآلوی تجاری ایران در شرایط آب و هوایی کرج به روش گرده‌افشانی کنترل شده و بررسی درصد تشکیل میوه در سه دوره شمارشی (۱۰، ۳۰ و ۶۰ روز بعد از گرده‌افشانی) و همچنین ارزیابی طول و قطر مادگی و بررسی جوانه‌زنی دانه‌گرده آنها تعیین شود. این پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل و در قالب طرح کاملاً تصادفی و به شکل تلاقی‌های دای آلل کامل انجام پذیرفت. نتایج بررسی جوانه‌زنی دانه‌گرده نشان داد که نر عقیمی در ارقام مورد مطالعه وجود ندارد. داده‌های مربوط به تشکیل میوه در سه دوره شمارشی جمع‌آوری و بر اساس داده‌های هر دوره، فنوتیپ‌های ناسازگار و وضعیت عقیمی تعیین شد. اندازه‌گیری طول مادگی و قطر تخمدان در جوانه‌های گل در مرحله بالونی نیز این موضوع را تایید کرد. بر اساس داده‌های حاصل از مرحله دوم شمارش میوه، مشخص شد تمام ارقام مورد بررسی خودناسازگارند اما بین آنها ناسازگاری کامل مشاهده نشد. بر اساس نتایج محاسبه درصد میوه در مراحل اول و سوم به نظر می‌رسد در دو رقم شاهرودی و نصیری ماده عقیمی و نقص کیسه جنینی وجود داشته باشد به طوری که ریزش میوه در این ارقام از شدت بیشتری برخوردار بود. اثرات ساده مربوط به نوع والد گرده‌دهنده در تشکیل میوه اولیه معنی‌دار نشد اما اثر متقابل دانه‌گرده و طول مادگی در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. در کل هر چهار رقم مورد بررسی خود ناسازگار تشخیص داده شدند و عقیمی مادگی در ارقام نصیری و شاهرودی بیشتر از دو رقم دیگر مشاهده شد و به نظر می‌رسد که رقم جهانگیری فاقد عقیمی مادگی باشد. نر عقیمی در هیچکدام از ارقام مشاهده نشد.

**واژه‌های کلیدی:** ناسازگاری، عقیمی، تشکیل میوه، طول مادگی، قطر تخمدان.

### مقدمه

تشکیل میوه برای اصلاح‌گران درختان میوه جهت برنامه‌ریزی طرح‌های دورگ‌گیری با والدین مناسب مورد توجه بوده و همچنین برای تولیدکننده نیز امکان مدیریت مناسب و مطلوب تولید میوه در باغ را فراهم

تولید محصول اقتصادی در اکثر درختان میوه وابسته به گرده‌افشانی موفق و درصد تشکیل میوه در حد قابل قبول می‌باشد. آگاهی از چگونگی گرده‌افشانی، باروری و

درصد تشکیل میوه داشته‌اند.

ارقام زردآلو حساسیت بالایی نسبت به تغییرات شرایط آب و هوایی دارند به طوری که در صورت عدم تأمین نیاز سرمایی در طول پاییز و زمستان و یا حتی در اوایل بهار، جوانه‌های گل ناقص مانده و در نهایت ریزش می‌نمایند (Rodrigo *et al.* 2000). دمای بالا در طول هفته‌های قبل از گلدهی، گل‌های غیر طبیعی تولید می‌کند و تشکیل میوه را کاهش می‌دهد (Legave, 1978). اما Albuquerque *et al.* (2004) گزارش نمودند که تولید میوه در زردآلو عمدتاً تحت تأثیر کیفیت گل و ژنتیک آن است و مسائل مربوط به تغییرات شرایط آب و هوایی نقش کمتری دارد. Badenes *et al.* (2000) همچنین بیان نمود که بیولوژی گلدهی زردآلو عاملی مهم و مورد توجه برای به‌نژادگران و کشاورزان است. این موضوع اهمیت توجه بیشتر به پدیده‌های عقیمی و خودناسازگاری جهت رفع نیازهای گرده‌افشانی و مشکل عملکرد پایین محصول در زردآلو را نشان می‌دهد.

به طور کلی سه نوع ریزش گل و میوه در زردآلو وجود دارد. اولین ریزش حدود یک هفته بعد از گرده‌افشانی اتفاق می‌افتد که در حقیقت ریزش اولیه و مربوط به گل‌های ناقص و عقیم است که این مسئله یا ژنتیکی است و یا این که مربوط به شرایط محیطی نامناسب است که مانع از سلامت گل‌ها و ناتوانی آنها در باروری شده است و یا گرده‌افشانی به صورت ناموفق انجام شده است. در این مرحله هنوز تلقیح صورت نگرفته بلکه تندش و رشد اولیه لوله گرده در مسیر خامه باعث تحریک رشد مادگی‌های سالم شده است که به صورت بزرگ و متورم شدن مادگی تجلی پیدا می‌کند. ریزش دوم مربوط به میوه‌چه‌های اولیه‌ای است که بعد از ۳۰-۱۷ روز در صورت ناسازگاری دانه گرده صورت می‌گیرد. در صورت سازگاری، رشد لوله گرده در مسیر خامه ادامه یافته و با رسیدن به تخمدان در نهایت لقاح به وقوع می‌پیوندد و با رشد جنین میوه تشکیل می‌شود اما در صورت ناسازگاری درصد تشکیل میوه کم و یا نزدیک به صفر خواهد بود. سومین ریزش حدود ۶۰ روز بعد از گرده‌افشانی (ریزش خرداد ماه) اتفاق می‌افتد (Layne *et al.*, 1996; Monselise, 1986; Sanchez-Perez *et al.*, 2004).

می‌سازد (Badenes *et al.*, 2000; Dejampour & Garigurian, 2004; Hajilu *et al.*, 2006; Nejatian & Arzani, 2004) در ایران زردآلو با تولیدی بیش از ۲۲۰ هزار تن در سال می‌تواند نقش مهمی در صنعت میوه‌کاری ایفا می‌نماید (Badenes *et al.*, 2000). تشکیل میوه نامنظم از خصوصیات درختان زردآلو است. بیشتر درختان میوه هسته دار می‌توانند گل‌های نر بارور با مادگی ناقص ایجاد کنند که این پدیده تا حد زیادی در بی‌نظمی تشکیل میوه آنها مؤثر است (Faust, 1998). در زردآلو وجود دو حالت نرزیایی و ماده زایی گل‌ها گزارش شده است، به این ترتیب که در مقایسه با ارقام کاملاً بارور در ارقام عقیم حضور تخمک‌های کوچک و ناقص یا پرچم‌هایی حاوی میکروسپورهای تخریب شده مشاهده شده است (Lillecrapp *et al.*, 1999; Halasz *et al.*, 2006) Nyéki *al.* (1980) بیان کرده که بیشترین درصد تشکیل میوه در زردآلو مربوط به گل‌هایی با مادگی‌های به طول ۱۴ میلی‌متر و بیشتر می‌باشد. با توجه به محدودیت حاصل از کوتاهی طول مادگی در زردآلو به نظر می‌رسد که این گیاه بیشتر خاصیت نرزیایی داشته و ماده عقیمی مشکل جدی آن تلقی شود (نقل از Faust, 1989).

زردآلو دارای مکانیزم ناسازگاری از نوع گامتوفیتیک است. در سیستم ناسازگاری گامتوفیت، اگر هر دو آلل در مکان S والد پدری مشابه آلل‌های والد مادری باشد رشد لوله‌های گرده متوقف شده و به آن ناسازگاری کامل می‌گویند اما اگر هیچکدام از آلل‌های S دانه گرده با مادگی یکسان نباشد لوله‌های گرده به رشد خود ادامه داده و به آن سازگاری کامل گویند. در حالتی که ژنوتیپ یکی از آلل‌ها در گرده با یکی از آنها در مادگی مشابه باشد امکان ادامه رشد و نمو این دسته از گرده‌ها در مسیر مادگی وجود ندارد و به آن ناسازگاری ناقص گویند. در این حالت با توجه به این که یکی از آلل‌های ناسازگاری والد پدری با آلل‌های ناسازگاری والد مادری نامشابه است، درصدی تشکیل میوه وجود خواهد داشت. در بادام در صورت حضور ناسازگاری ناقص تشکیل میوه بین ۱۰-۵ درصد می‌باشد (Jie *et al.*, 2005). Karayiannis (1999) طی آزمایش‌های دو ساله نشان داده است که هیبریدهای خودسازگار زردآلو بالای ۳

تعدادی شاخه تهیه و به شرایط آزمایشگاه انتقال یافت و در ظروف آب حاوی چهار درصد ساکارز قرار گرفتند تا گل‌ها به موقع به مرحله بالونی برسند. سپس بساک‌ها در آستانه باز شدن گل‌ها جمع‌آوری و روی کاغذ A4 به مدت ۲۴ ساعت در دمای اتاق قرار گرفته تا خشک شدند. سپس دانه‌های گرده آزاد شده در داخل ظروف کوچک و در دمای ۴-۳ درجه سانتی‌گراد تا زمان استفاده نگهداری گردید. آزمون جوانه‌زنی دانه‌های گرده در محیط کشت جامد حاوی ۱۰ درصد ساکارز، ۱ درصد آگار، ۱۰۰ppm نیترات پتاسیم، ۱۰۰ppm نیترات کلسیم و ۱۰۰ppm اسید بوریک انجام گرفت.

زمان پذیرش مادگی بر اساس گل‌های شاخه‌های مجاور آن تشخیص داده شد. Nejatian & Arzani (2004) بهترین زمان برای گرده‌افشانی در یک سری از ارقام زردآلو را ۲ الی ۴ روز بعد از اخته کردن بیان نموده‌اند. گل‌ها اخته و توسط گرده‌های مورد نظر در دو مرحله با فاصله ۲۴ و ۴۸ ساعت به صورت دستی و توسط قلم موی کوچک گرده‌افشانی شدند و مجدداً کیسه‌های پارچه‌ای روی آنها قرار داده شد. لازم به ذکر است در هر شاخه تعداد گل‌ها پس از اخته کردن شمارش و در هر شاخه بین ۳۰-۵۰ گل اخته شده حفظ و به صورت کنترل شده گرده‌افشانی شدند.

جهت حذف اثر رقابتی میوه‌ها، میوه‌های سایر شاخه‌های درخت اندکی تنک شدند تا ریزش ناشی از رقابت آنها به حداقل ممکن برسد. در هر رقم جهت اعمال تیمار خودگردانه‌افشانی، در زمان مناسب کیسه‌ها برداشته و با قلم موی کوچک ضربه‌هایی آرام به بساک گل‌ها وارد شد تا گرده‌ها رها شده و خودگردانه‌افشانی صورت گیرد. مجدداً کیسه‌ها روی شاخه‌ها کشیده شد و در نهایت درصد تشکیل میوه حدود ۱۰، ۳۰ و ۶۰ روز بعد از گرده‌افشانی ثبت شدند. داده‌های مربوط به درصد تشکیل میوه برای تعیین نرعیمی، ماده عقیمی (مرحله اول شمارش)، ناسازگاری (مرحله دوم شمارش) و نقص مادگی (مرحله سوم شمارش) استفاده شدند.

جهت گروه‌بندی و محاسبه ناسازگاری در ارقام مورد مطالعه به صورت قراردادی برای ناسازگاری زردآلو آستانه‌ای از درصد تشکیل میوه مانند آنچه در بادام تعریف شده است تعیین گردید. با توجه به این که

در آزمایش حاضر سعی شد با استفاده از روش گرده‌افشانی کنترل شده و بررسی درصد تشکیل میوه و میزان ریزش در مراحل مختلف، فنوتیپ‌های ناسازگاری و عقیمی در چهار رقم زردآلوی تجاری به صورت مزرعه‌ای تعیین و شناسایی شوند. همچنین سعی شد رابطه اندازه مادگی با درصد تشکیل میوه مورد ارزیابی قرار گیرد.

### مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات گروه علوم باغبانی دانشگاه تهران (واقع در کرج) روی چهار رقم تجاری به نام‌های نوری، نصیری، شاهرودی و جهانگیری انجام شد. قسمت اول آزمایش شامل گرده‌افشانی کنترل شده و بررسی درصد تشکیل میوه در ارقام به روش مزرعه‌ای بود. قسمت دوم شامل اندازه‌گیری طول مادگی و قطر تخمدان جهت بررسی تأثیر این عوامل در درصد تشکیل میوه و بررسی اثر متقابل نوع دانه گرده با طول مادگی در ارقام مورد مطالعه بود.

قسمت اول پژوهش به صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در ۳ تکرار اجرا شد. در نیمه اسفندماه از هر رقم یک درخت که از نظر وضعیت رشدی یکسان بودند، انتخاب شدند. به ازای هر رقم گرده‌دهنده سه شاخه از رقم گرده گیرنده به عنوان سه تکرار در جهات مختلف تاج درخت (مجموعاً ۱۲ شاخه به ازای هر رقم و در کل ۴۸ شاخه برای چهار رقم) که دارای تعداد گل کافی بودند با رنگهای مختلف علامت گذاری شدند. روش تلاقی‌ها به این ترتیب بود که گرده هر رقم برای گرده‌افشانی خود و سایر ارقام استفاده شد و به عبارتی از روش تلاقی‌های دای‌آل کامل استفاده گردید. در هر درخت ۳ شاخه برای خود گرده‌افشانی در نظر گرفته شد و گل‌های بقیه شاخه‌ها در مرحله بالونی اخته و با کیسه‌های ویژه گرده‌افشانی (از جنس ململ به ابعاد ۵۰×۱۰۰ سانتی‌متر) پوشانیده شدند تا از گرده‌افشانی با گرده ناخواسته جلوگیری به عمل آید. از گل‌ها در مرحله بالونی اقدام به تهیه دانه گرده به دو روش مستقیم و آزمایشگاهی گردید. برای تهیه گرده جهت گرده‌افشانی رقم نوری که زود گل‌تر از سایر ارقام بود حدود دو هفته زودتر از ارقام دیگر گرده‌دهنده

۹۵۰ ساعت سرمای مناسب برای تأمین نیاز سرمای وجود داشته است. بنابراین به احتمال زیاد علت پایین بودن درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده آسیب‌یخندان بوده است، به طوری که محققان علت وقوع آسیب‌یخندان در این مرحله از تکامل جوانه گل را برقراری اتصالات آوند چوبی با اندام‌های گل بیان کرده‌اند به طوری که با حرکت هسته‌های یخی در امتداد آوند چوبی و رسیدن به اندام گل، در صورت وقوع دماهای زیر صفر درجه سانتیگراد سرمازدگی اتفاق می‌افتد. با توجه به این که نیاز سرمایی دانه‌گرده زودتر برطرف می‌شود می‌توان گفت پرچم‌ها اولین اندامی هستند که بعد از دوره اندودورمانسی در اثر یخندان آسیب می‌بینند، در صورتیکه اولین آسیب دیدگی مادگی دو تا سه هفته دیرتر اتفاق می‌افتد (Julian et al., 2007; Sugiura et al., 1995; Wisniewski et al., 1997).

تجزیه داده‌های حاصل از شمارش میوه‌چه‌های اولیه نشان داد که بین ارقام گرده‌گیرنده از نظر درصد تشکیل میوه تفاوت معنی‌داری در سطح پنج درصد وجود داشت. رقم جهانگیری با میانگین ۹۷/۵ درصد و بعد از آن رقم نوری با ۷۲/۱۶ درصد بیشترین تشکیل میوه اولیه را نشان دادند، اما ارقام نصیری و شاهرودی بدون اختلاف معنی‌دار با هم درصد تشکیل میوه پایین‌تری داشتند (شکل ۱، الف).

با توجه به درصد بالای تشکیل میوه در دو رقم جهانگیری و نوری در مرحله اول به نظر می‌رسد این ارقام فاقد ماده عقیمی باشند. می‌توان نتیجه گرفت عقیمی دانه‌گرده در هیچکدام از ارقام وجود ندارد. از نظر طول مادگی رقم جهانگیری بالاترین میانگین (۱۴/۷۱) میلی‌متر را داشت که نشانه‌ای از سالم و قوی بودن مادگی است. تغییرات قطر تخمدان با طول مادگی رابطه مثبت نشان داد به طوریکه با افزایش قطر تخمدان، مادگی‌ها سالم‌تر و طول مادگی بیشتر بود (شکل ۲). این نتایج با یافته‌های Nyéki (1980) همخوانی داشت به طوری که با افزایش طول مادگی درصد تشکیل میوه ارقام افزایش یافت (شکل ۲، ب و د). لازم به ذکر است در مرحله اول شمارش تشکیل میوه (۷-۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی) مسئله ناسازگاری بین دانه‌گرده و مادگی تأثیری بر درصد تشکیل میوه اولیه

زردآلو نسبت به بادام عملکرد کمتری دارد و عوامل متعددی غیر از ناسازگاری در بی‌نظمی باردهی آن نقش آفرین هستند. لذا، می‌توان اعدادی که به عنوان آستانه درصد تشکیل میوه حاصل از وجود ناسازگاری مطرح هستند را به صورت اعداد کوچکتری تعریف کرد. به نظر می‌رسد درصد تشکیل میوه زیر آستانه ۳ درصد در مرحله ۳۰ روز بعد از گلدهی نشان‌دهنده وجود ناسازگاری کامل بین دانه‌گرده و مادگی باشد. در نهایت تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون دانکن به وسیله نرم‌افزار آماری SPSS انجام گرفت.

در قسمت دوم آزمایش، از مرحله بالونی گل‌ها نمونه برداری و طول مادگی و قطر تخمدان اندازه‌گیری شد. تجزیه داده‌ها به وسیله نرم‌افزار آماری SPSS به صورت طرح کاملا تصادفی در ۳ تکرار (۳۰ مشاهده‌ای) انجام گرفت. مدل رگرسیون ساده خطی بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده و درصد تشکیل میوه با استفاده از نرم‌افزار Excel برازش گردید.

## نتایج و بحث

درصد تندش دانه‌گرده در بین ارقام مورد مطالعه به صورت میانگین حدود ۳۵-۳۰ درصد تخمین زده شد. بیشترین مقدار تندش دانه‌گرده حدود ۳۴/۸۰ درصد و مربوط به رقم جهانگیری بود که از این نظر تفاوت زیادی با رقم نوری نداشت. دانه‌گرده نصیری کمترین درصد جوانه‌زنی حدود ۱۸ درصد را نشان داد. در مطالعات سال گذشته ما، میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده حدود ۸۰-۷۰ درصد ارزیابی شده بود.

زمستان سال ۸۶ دارای سرما و یخندان بی‌سابقه‌ای بود و درصد پایین جوانه‌زنی می‌تواند مربوط به این سرما باشد که احتمالاً باعث صدمه سرمای شدید به روند تکاملی دانه‌گرده شده است. طبق گزارشات نیاز سرمایی دانه‌گرده زودتر از مادگی تأمین می‌شود. در این زمینه داده‌های دمایی زمستان سال ۸۶ جمع‌آوری گردید و به روش یوتا بر اساس دماهای ساعتی روزانه تعداد ساعات مورد نیاز سرمایی محاسبه شد. بیشترین میزان دمای زیر صفر درجه در ماه‌های دی و بهمن مشاهده گردید. اما با وجود این مجموعاً تا ۱۵ اسفند ماه

Monselise (1986) گزارش نموده است که میوه‌چه‌های تلقیح نشده در آلو در اثر ناسازگاری و در زمان ۳۰-۱۷ روز بعد از گرده‌افشانی ریزش می نمایند.

بر اساس نمودار حاصل از درصد تشکیل میوه ثانویه (شکل ۲، ب) ارقام شاهرودی و جهانگیری از نظر میزان تشکیل میوه با دو رقم نصیری و نوری در دوره شمارشی دوم تفاوت معنی‌داری داشتند. با توجه به این که ناسازگاری یک مکانیزم ژنتیکی است که حاصل اثر متقابل بین آلل‌های S مشابه در دانه گرده و مادگی است. لذا درصد پایین تشکیل میوه در دو رقم نوری و نصیری در شمارش دوم میوه می‌تواند مربوط به ویژگی‌های ژنتیکی رقم، کم بارده بودن، خطا در گرده‌افشانی دستی یا شرایط نامناسب ایجاد شده مانند دمای بالا در اثر کیسه‌زنی شاخه‌های حاوی گل‌های گرده‌افشانی شده باشد. در نتیجه با توجه به این که متوسط درصد تشکیل میوه ثانویه در دو رقم شاهرودی و جهانگیری بدون در نظر گرفتن نوع دانه گرده بالاتر بود، لذا روابط ناسازگاری ارقام بر اساس این دو رقم تعیین گردید. بر اساس داده‌های حاصل از تشکیل میوه ثانویه در تلاقی با دو رقم شاهرودی و جهانگیری وجود ناسازگاری بین ارقام منتهی به نظر می‌رسد یا این که می‌توان وجود حداقل یک آلل غیرمشابه در مکان S بین ارقام را در نظر گرفت که باعث تشکیل میوه به صورت مطلوب شده است. به عبارتی وجود حداقل چهار آلل غیر مشابه در مجموع چهار رقم قابل پیش‌بینی می‌باشد که خود نشان از تنوع آلی در ارقام ایرانی می‌باشد (شکل ۱، ب).

بر اساس داده‌های مرحله سوم شمارش، دو رقم شاهرودی و نصیری ریزش میوه بیشتری را نشان دادند (شکل ۱، ج). این ریزش‌ها مربوط به میوه‌هایی بود که در مراحل مختلف پس از لقاح ممکن است رشدشان متوقف شود. Kester & Gradziel (1996) و Kumar & Das (1996) علت اصلی این ریزش در میوه‌های هسته‌دار را نقص در جنین یا کیسه جنینی و یا تشکیل ناقص آندوسپرم گزارش نمودند. Swingle (1928) بیان داشت که نوع دانه گرده می‌تواند در نحوه تشکیل و رشد رویان و داندرون مؤثر بوده و باعث کوچک و بزرگ شدن و یا ناقص و کامل شدن آن شود. هر یک از حالات

ندارد و با توجه به این که هدف آزمایش شناسایی مشاهده‌ای عقیمی بوده رابطه رگرسیونی بین صفات اندازه‌گیری شده و درصد تشکیل میوه اولیه برازش گردید (Lillecrapp et al., 1999; Vilanova et al., 2006). این رابطه قطعیت کامل ندارد اما جهت مطالعه ظاهری وضعیت ارقام مفید بوده و نتایج به دست آمده با وضعیت کم باری ارقام هماهنگی دارد.

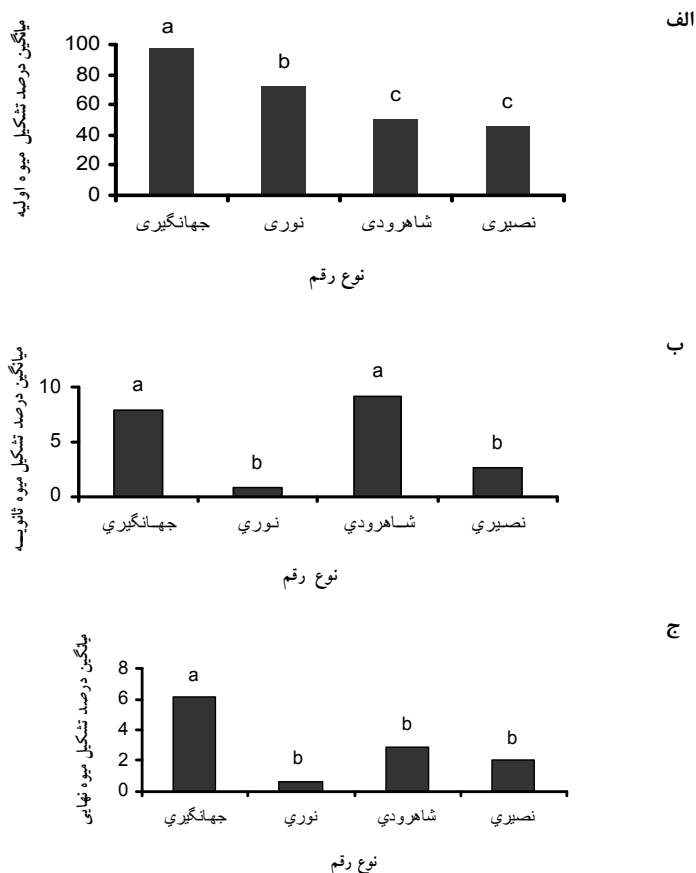
با توجه به میزان تشکیل میوه حاصل از تلاقی‌های مختلف در شکل ۳ مشاهده شد در هر چهار رقم مورد بررسی درصد تشکیل میوه اولیه حاصل از خودگرده‌افشانی پایین‌تر از گرده‌افشانی با گرده سایر ارقام بود. با توجه به این که ناسازگاری نقشی در تشکیل میوه اولیه ندارد، لذا این مسئله می‌تواند به علت حذف گل‌های ناقص و کوچک در زمان اخته شدن باشد که عملاً درصد تشکیل میوه را افزایش داده است. در رقم جهانگیری با وجود این که درصد تشکیل میوه اولیه حاصل از خودگشتی پایین‌تر از سایر گرده‌افشانی‌ها در این رقم بود، اما بین آنها تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. این مشاهده‌ها عدم ماده عقیمی و نر عقیمی در این رقم را قوت می‌بخشد. تجزیه رگرسیونی نشان داد که ضریب روند افزایش درصد تشکیل میوه اولیه با افزایش طول مادگی در بین ژنوتیپ‌های مورد بررسی به ترتیب ۱۰/۰۷ در نصیری، ۶/۷۱ در شاهرودی، ۴/۰۹ در جهانگیری، ۳/۴ در نوری می‌باشد که نشان از حساسیت بیشتر رقم نصیری و حساسیت کمتر رقم نوری به افزایش طول مادگی روی افزایش درصد تشکیل میوه اولیه باشد (شکل ۴).

داده‌های شمارش دوم تشکیل میوه در ۳۰ روز بعد از گرده‌افشانی بیانگر درصد ریزش میوه‌های اولیه و وجود خود یا دگرناسازگاری در ارقام است. بر این اساس هر چهار رقم دارای خود ناسازگاری می‌باشند. این نتایج با گزارش‌های موجود در مورد ارقام شاهرودی و نوری همخوانی دارد (Hajilu et al., 2006; Nejatian & Arzani., 2004). ناسازگاری علت این ریزش است (Monselise, 1986). البته شرایط درون کیسه در زمان انجام گرده‌افشانی کنترل شده به علت دمای بالا باعث ریزش بیشتر میوه‌چه‌ها و حتی آنهایی که ممکن است تلقیح شده باشند شده است (Hajilu et al., 2006).

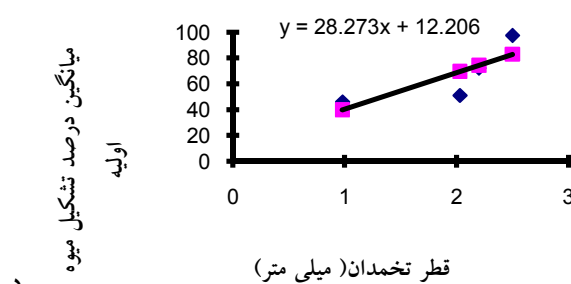
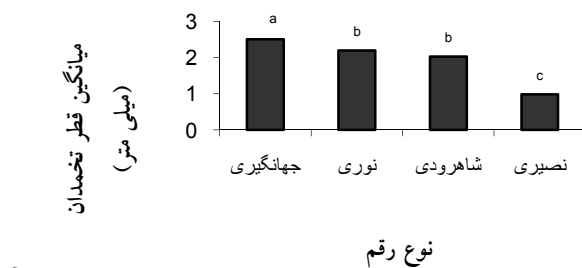
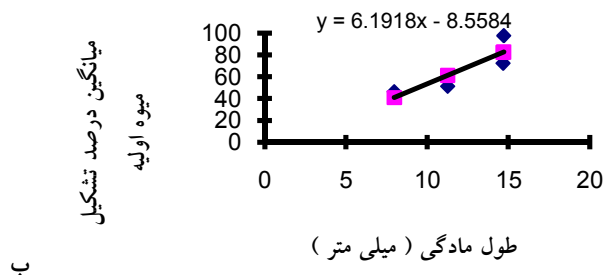
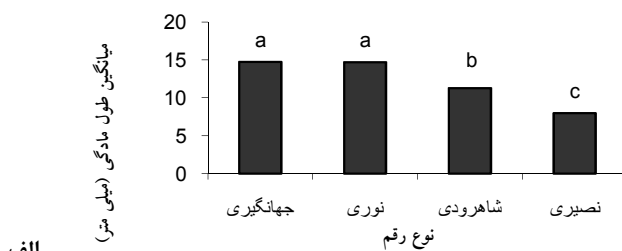
نژادگان آنها برمی‌گردد، به طوری که آنها رقم قرمز شاهرودی را در بین ارقام مورد بررسی دارای بیشترین ریزش میوه در ۶۰ روز پس از گلدهی گزارش نمودند. نتایج درصد تشکیل میوه نهایی با نتایج Hajilu et al. (2006) تطابق دارد به طوری که اثر دانه‌گرده در درصد تشکیل میوه معنی‌دار نشد. علت این نوع ریزش می‌تواند ژنتیکی بوده و مربوط به نقص کیسه جنینی باشد به طوری که دو رقم نصیری و شاهرودی که در مرحله اول نیز کمترین درصد تشکیل میوه را به علت طول کوتاه مادگی و به عبارت دیگر ماده عقیمی نشان دادند در این مرحله نیز ریزش شدید میوه را نسبت به دو رقم دیگر نشان دادند. البته برای تأیید این مسئله در زردآلو تکرار آزمایش در سال‌های آتی لازم می‌باشد. چه بسا درصد تشکیل میوه نهایی حاصل از خود‌گرده‌افشانی به علت ضعف درون‌نژادی کمتر از درصد تشکیل میوه حاصل از دگر‌گرده‌افشانی می‌باشد.

مطرح شده می‌تواند در رشد و تکامل فرابر میوه اثر مستقیم داشته باشد. برخی هورمون‌های رشد میوه نظیر جیبرلین از داندرون رویان تأمین می‌شود و چنانچه منبع تأمین این نوع هورمون ناقص بوده و یا به نحو مطلوب عمل ننماید، رشد میوه کند شده، اندازه آن کوچک مانده و نهایتاً به حد نرمال خود نرسیده و ریزش می‌یابد. این پدیده در مورد تلاقی‌های بین گونه‌ای (گوجه × بادام و گوجه × زردآلو) یا در رقم‌های ناسازگار به وضوح دیده شده است (Dejampour & Garigurian, 2004). بنابراین ممکن است علت این ریزش حتی نوعی ناسازگاری بین ارقام باشد که به صورت ناسازگاری پس از تشکیل تخم<sup>۱</sup> مطرح می‌شود. Hajilu et al. (2006) بیان نمودند که در میزان این نوع ریزش میوه، نوع دانه‌گرده نقش ندارد و تفاوت‌های دیده شده بین ارقام به

1. Post-zygotic incompatibility



شکل ۱- مقایسه میانگین اثر ساده رقم‌گرده‌گیرنده (نوع مادگی) روی درصد تشکیل میوه در ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی (الف)، ۳۰ روز بعد از گرده‌افشانی (ب) و ۶۰ روز بعد از گرده‌افشانی (ج). در هر نمودار ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

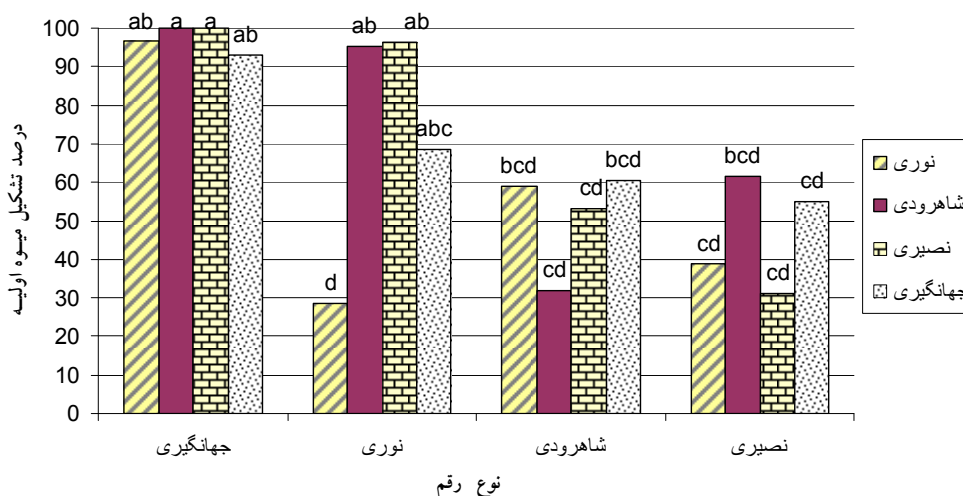


شکل ۲- مقایسه میانگین طول مادگی (الف)، قطر تخمدان (ج) در ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی و رابطه رگرسیونی ساده بین طول مادگی (ب)، قطر تخمدان (د) با درصد تشکیل میوه در ارقام مورد بررسی. در هر نمودار ستون‌های دارای حروف مشابه بر اساس آزمون دانکن در سطح ۵ درصد تفاوت معنی‌داری ندارند.

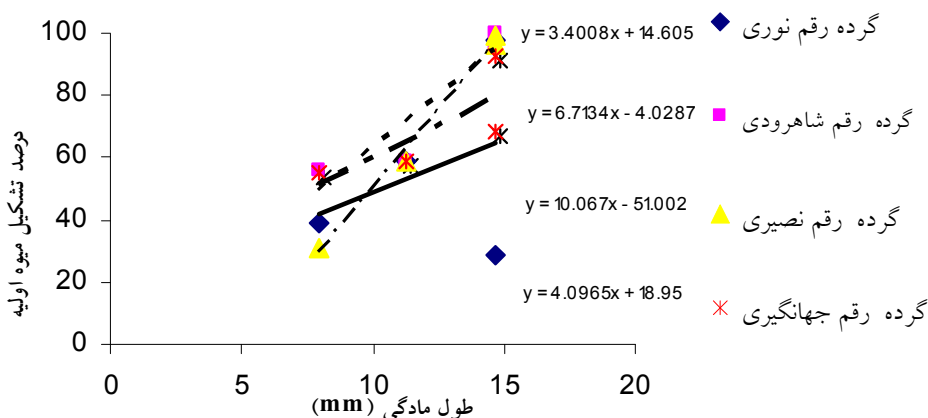
### نتیجه‌گیری کلی

ارقام از لحاظ عقیمی و ناسازگاری دسته‌بندی شدند. در این مطالعه مشخص شد که رقم جهانگیری دارای درصد تشکیل میوه بالا بوده و از طول و قطر مادگی مناسب برخوردار است، که شاید علت اصلی تشکیل میوه بالا در آن محسوب گردد و می‌تواند به عنوان والد مادری در برنامه‌های اصلاحی استفاده گردد. بیشترین میزان عقیمی و نقص مادگی در رقم نصیری مشاهده شد به

در این آزمایش سعی شده است با استفاده از روش گرده‌افشانی کنترل شده و بررسی درصد تشکیل میوه و میزان ریزش در مراحل مختلف، فنوتیپ‌های ناسازگار و عقیم در چهار رقم زردآلوی تجاری به صورت مزرعه‌ای تعیین و شناسایی گردند. این هدف تقریباً محقق شد به طوری که با یک سری داده‌های مورفولوژیکی و فنوتیپی،



شکل ۳- مقایسه میانگین اثرات متقابل نوع دانه گرده و نوع مادگی ارقام روی درصد تشکیل میوه در مرحله ۱۰ روز بعد از گرده‌افشانی



شکل ۴- رابطه رگرسیونی خطی ساده بین طول مادگی ارقام مختلف گرده گیرنده و درصد تشکیل میوه اولیه در چهار نوع دانه گرده مورد بررسی

طوری که حداقل این ارقام به صورت دو به دو در یک آلل S غیرمشترک هستند همچنین هیچ کدام از ارقام، نر عقیمی نشان ندادند.

نتایج این پژوهش بر اساس فنوتیپ ارقام و بر اساس درصد تشکیل میوه در شرایط مزرعه به دست آمده است. برای تعیین دقیق ژنوتیپ‌های ناسازگاری، بررسی‌های مولکولی و میکروسکوپی تعیین آلل‌ها و همچنین بررسی میکروسکوپی وضعیت مادگی و کیسه جنینی ارقام برای مشخص شدن عامل ریزش در مرحله نهایی، ضروری به نظر می‌رسد. در این راه آزمون مزرعه‌ای گرده‌افشانی علی‌رغم متأثر بودن از فاکتورهای محیطی و خطاهای شمارشی به عنوان روشی اولیه و گاهی مکمل قابل توصیه می‌باشد.

طوری که در تمام مراحل کمترین میزان تشکیل میوه را در بین ارقام دارا بوده است. بعد از رقم نصیری کمترین میزان تشکیل میوه در رقم شاهرودی مشاهده شد. رقم شاهرودی به علت دارا بودن مادگی‌های کوتاه از درصد تشکیل میوه اولیه اندکی برخوردار است. علاوه بر آن در مرحله نهایی نیز ریزش شدید میوه داشته که می‌تواند نشان‌دهنده وجود نوعی نقص مادگی باشد. رقم نوری با طول مادگی مناسب بعد از رقم جهانگیری در مرحله اول میوه‌دهی کافی داشت.

بر اساس داده‌های درصد تشکیل میوه در مرحله دوم مشخص شد هر چهار رقم مورد مطالعه خودناسازگار بوده و دگر ناسازگاری کامل بین ارقام وجود ندارد. به



## سپاسگزاری

و آقایان عباسعلی جنتی‌زاده و عزیز ابراهیمی در انجام تلاقی‌های کنترل شده، قدردانی می‌گردد.

از کمک‌های خانم‌ها مرضیه اتحادپور و آمنه راحمی

## REFERENCES

1. Alburquerque, N., Burgos, L. & Egea, J. (2004). Influence of flower bud density, flower bud drop and fruit set on apricot productivity. *Scientia Horticulturae*, 102, 397-406.
2. Badenes, M. L., Hurtado, M. A., Sanz, F., Archelos, D. M., Burgos, L., Egea, J. & Llacer, G. (2000). Searching for molecular markers linked to male sterility and self-compatibility in apricot. *Plant Breeding*, 199, 157-160.
3. Dejampour, J. & Garigurian, V. (2004). Effects of pollen type on some quantitative and qualitative characteristics of apricot fruit. *Iranian Journal of Horticultural Science and Technology*, 5, 1-10. (In Farsi).
4. Faust, M. (1989). *Physiology of temperate-zone fruit trees*. John Wiley and Sons, New York, U.S.A. 388p.
5. Faust, M. (1998). Origin and dissemination of apricot. *Horticultural Review*, 22, 225-266.
6. Hajilu, J., Garigurian, V., Mohamadi, A., Nazemie, A. & Borgus, L. (2006). Pollen tube growth and fruit set percentage in two apricot cultivars under self and cross pollination conditions. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 7, 147-156. (In Farsi).
7. Halasz, J., Hededus, A. & Pedryc, A. (2006). Review of the molecular background of self-incompatibility in rosaceous fruit trees. *International Journal of Horticultural Science*, 12, 7-18.
8. Jie, Q., Shupeng, G., Jixiang, Z., Manru, G. & Huairui, S. (2005). Identification of self-incompatibility genotypes of apricot (*Prunus armeniaca* L.) by S-allele-specific PCR analysis. *Biotechnology Letters*, 27, 1205-1209.
9. Julian, C., Herrero, R. & Rodrigo, J. (2007). Flower bud drop and pre-blossom frost damage in apricot (*Prunus armeniaca* L.). *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 81, 21-25.
10. Karayiannis, I. (1999). Investigation on the inheritance of self-incompatibility in apricot (*P. armeniaca* L.) among F1 generation descendants. *Acta Horticulturae*, 488, 295-297.
11. Kester, D. E. & Gradziel, T. M. (1996). Almonds, In: J. Janick and J.N. Moore (Eds). *Fruit Breeding*. (pp. 1-97). Wiley, New York, U.S.A.
12. Kumar, K. & Das, B. (1996). Studies on Xenia in almond. *Journal of Horticultural Science*, 71, 545-549.
13. Layne, R. E. G., Bailey, C. H. & Hough, L. F. (1996). Apricots. In: J. Janick and J.N. Moore (Eds). *Fruit Breeding*. (pp. 79-111). Wiley, New York, U.S.A.
14. Legave, J. M. (1978). Aspects of floral necrosis before flowering in Apricot. *Ann Amelior Plantes*, 28, 333-340.
15. Lillecrapp, A. M., Wallwork, M. A. & Sedgley, M. (1999). Female and male sterility cause low fruit set in a clone of the 'Trevatt' variety of apricot (*Prunus armeniaca*). *Scientia Horticulturae*, 82, 255-263.
16. Monselise, P. S. (1986). *CRC handbook of Fruit set and development*, Boca Raton, Fla.:CRC press.
17. Nejatian, M. A. & Arzani, K. (2004). Determination of self-incompatibility and effective pollination period in four local Iranian apricot (*Prunus armeniaca*) cultivars. *Journal of Horticultural Science and Technology*, 5, 147-156. (In Farsi).
18. Nyéki, J. (1980). Gyümölcsfajtak viragzasbiologiaja és termékenyülése. *Mezőgazdasági Kiado, Budapest*, 1-433.
19. Rodrigo, J., Hormaza, J. I. & Herrero, M. (2000). Ovary starch reserves and flower development in apricot (*Prunus armeniaca*). *Physiological Plant*, 108, 35-41.
20. Sanchez-Perez, R., Dicenta, F. & Martinez-Gomez, P. (2004). Identification of S-alleles in almond using multiplex PCR. *Euphytica*, 138, 263-269.
21. Sugiura, T., Yoshida, M., Magoshi, J. & Ono, S. (1995). Changes in water status of peach flower buds during endodormancy and ecodormancy measured by differential scanning calorimetry and nuclear-magnetic-resonance spectroscopy. *Journal of American Society for Horticultural Science*, 120, 134-138.
22. Swingle, W. T. (1928). Metaxenia in the date palm possibly a hormone action by the embryo or endosperm. *Heredity*, 19, 257-265.
23. Vilanova, S., Badenes, M. L., Burgos, L., Martinez-Calvo, J., Llacer, G. & Romero, C. (2006). Self-compatibility of two apricot selections is associated with two pollen-part mutation of different nature. *Plant Physiology*, 142, 629-641.
24. Wisniewski, M., Lindow, S. E. & Ashworth, E. N. (1997). Observations of ice nucleation and propagation in plants using infrared video thermography. *Plant Physiology*, 113, 327-334.