نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۲۷، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۲، ص. ۲۹۴-۲۸۶
شاپا: ۴۷۳۰ - ۲۰۰۸

Journal of Horticultural Science
Vol. 27, No. 3, Fall 2013, P. 286-294
ISSN: 2008 - 4730

ارزیابی دورهٔ پذیرش کلاله در چند رقم هلو در شرایط گرده‌افشانی کنترل‌شده در مزرعه و آزمایشگاه

شبنم فخیم رضایی[۱] - جعفر حاجی‌لو[۲*]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۹/۲۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۲/۴/۴

چکیده

به منظور ارزیابی طول دورهٔ پذیرایی کلاله، در ارقام مخملی، انجیری تابستانه، انجیری مالکی، حاج‌کاظمی و زودرس هلو، گرده‌افشانی کنترل‌شده در آزمایشگاه و مزرعه انجام شد. جهت انجام گرده‌افشانی کنترل‌شده از شاخه‌های دارای تعداد کافی جوانهٔ گل در هر رقم استفاده گردید. گرده‌افشانی دستی در روز اخته نمودن گل‌ها (روز صفر) و سپس هر دو روز (۲، ۴، ۶ و ۸ روز پس از اخته نمودن) با گردهٔ خودی انجام و جهت ردیابی نفوذ لولهٔ گرده مادگی‌های گرده‌افشانی‌شده ۴ روز پس از گرده‌افشانی جمع‌آوری شده و در محلول فیکساتیو (FAA) تثبیت شدند. مادگی‌ها پس از شستشو به منظور نرم شدن در محلول سولفیت سدیم ۵٪ اتوکلاو شدند. پس از رنگ‌آمیزی با آنیلین‌بلو وضعیت جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله و چگونگی رشد لوله‌های گرده در هر قسمت خامه (فوقانی و تحتانی) و همچنین داخل تخمدان بوسیلهٔ میکروسکوپ فلورسنت شمارش شد. نتایج حاصل از مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که کلاله‌ها در تمامی ارقام مورد مطالعه در مرحلهٔ شروع باز شدن گل پذیرا بوده وبه مدت ۸ روز پذیرایی خود را حفظ می کند. میزان پذیرایی بین ۲ تا ۴ روز بعد به مطلوب‌ترین میزان خود می‌رسد. وجود نوسانات دمایی در شرایط مزرعه عکس العمل متفاوت ارقام را در زمانهای مختلف گرده‌افشانی به همراه داشت. با توجه به جوانه‌زنی گرده در سطح کلاله و در شرایط درون‌شیشه‌ای و وجود لولهٔ گرده در درون تخمدان در شرایط خود-گرده‌افشانی عدم وجود نرعقیمی و وجود خودسازگاری در ارقام مورد مطالعه مشخص گردید.

واژه‌های کلیدی: هلو، خودگرده‌افشانی، پذیرایی کلاله، رشد لولهٔ گرده، دما

مقدمه

گرده‌افشانی موفق و انجام پدیدهٔ لقاح در بسیاری از گیاهان باغی که میوه و بذر محصول نهایی آنها می‌باشد، جهت میوه‌بندی و عملکرد مطلوب ضروری است (۲۳). از طرفی، بدلیل اینکه در درختان میوه در برخی ارقام تخمک‌ها در مرحلهٔ شکوفایی بالغ می‌باشند، بنابراین گرده‌افشانی سریع و رشد به‌موقع لولهٔ گرده در طول خامه جهت تضمین لقاح ضروری می‌باشد. از آنجائی که پذیرایی کلاله در یک محدودهٔ زمانی مشخص رخ می‌دهد، نقش مهمی در فرآیند زایشی گیاهان و سیستم‌های اصلاحی آنها به عهده دارد. هم‌چنین پذیرایی کلاله در عملکرد اکثر درختان میوه که تولید محصول در آنها وابسته به گرده‌افشانی است، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است، زیرا کوتاه بودن طول مدت پذیرایی کلاله، از طریق محدود نمودن دورهٔ گرده‌افشانی مؤثر، میوه‌بندی را تحت تأثیر قرار می‌دهد، به طوری که برخی محققین گزارش کرده‌اند که عدم تلقیح و میوه‌بندی ممکن است به محدود بودن دورهٔ پذیرش کلاله مرتبط بوده که می‌تواند از عدم تکامل و یا تجزیه شدن آن در طی مراحل پذیرش دانهٔ گرده نشأت گرفته باشد (۱۴ و ۳۰). به عبارت دیگر، مرحلهٔ مناسب تکامل کلاله و بلوغ آن، جهت پذیرش و جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله تعیین‌کننده است، به طوری‌که در کلاله‌های نابالغ گل‌های گلابی، دانهٔ گردهٔ بالغ قابلیت چسبندگی مناسب را به سطح کلاله دارا بوده، درحالیکه قادر به جذب آب و جوانه‌زنی نیست. هم‌چنین در یک کلاله در حال تجزیه شدن، دانهٔ گرده پس از چسبیدن به سطح کلاله، قادر به جذب آب و جوانه‌زنی بوده، ولی از رشد لوله گرده جلوگیری می‌شود (۵ و ۲۶). بیشتر مطالعات انجام یافته در زمینهٔ بیولوژی گلدهی گونه‌های مختلف درختان میوه، نشان داده است که کلاله در زمان شکوفایی پذیرا می‌باشد (۶، ۹، ۱۱، ۲۱ و ۲۸). با این حال بلوغ

۱ و ۲- به ترتیب دانشجوی دکتری و دانشیار، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز
(*- نویسنده مسئول: Email: J_hajilou@tabrizu.ac.ir)

تأخیردار کلاله در بعضی موارد نیز مشاهده شده است (۱۴ و ۲۱).

شرایط محیطی از قبیل دمای زمان شکوفایی گل ممکن است نمو گل‌ها و پذیرایی کلاله را تحت تأثیر قرار دهد. مطالعات در زمینهٔ تأثیر استرس گرمایی بر میزان میوه‌بندی در گیلاس نشان داده است که، دماهای بالا منجر به کاهش طول مدت پذیرایی کلاله می‌شود (۱۹). در مطالعهٔ اثر دما بر طول مدت پذیرایی کلاله در گیلاس، مشخص گردید که جوانه‌زنی و رشد اولیهٔ لولهٔ گرده در دمای ۱۰ درجهٔ سانتی‌گراد تا ۹ روز بعد از شکوفایی امکان‌پذیر بوده، در حالی که در دماهای۲۰ و ۳۰ درجهٔ سانتی‌گراد این ظرفیت به‌ترتیب در ۵ و ۲ تا ۳ روز بعد از شکوفایی از بین می‌رود. حتی افزایش دمایی در حدود ۲/۵ درجهٔ سانتی‌گراد پذیرایی کلاله را تحت تأثیر قرار می‌دهد (۱۶). در کیوی دماهای بالا مسئول از دست رفتن پذیرایی کلاله و در نتیجه کوتاه شدن دوره گرده‌افشانی مؤثر شناخته شد (۹). باردهی پائین برخی ارقام زردآلو در اسپانیا با دمای بالا طی دورهٔ گلدهی مرتبط می‌باشد که باعث کوتاه شدن دورهٔ پذیرش کلاله می‌شود. احتمالاً الگوی مشابهی در سایر درختان میوه مثل آلوی ژاپنی، سیب و گیلاس وجود دارد (۴ و ۱۲). مطالعهٔ حاضر به منظور بررسی طول دورهٔ پذیرایی کلاله‌ها در چند رقم هلو از طریق مطالعهٔ رشد لولهٔ گرده در شرایط کنترل‌شده اتاقک رشد و همچنین تحت شرایط نوسانات دمایی مزرعه انجام شد.

مواد و روش‌ها

مطالعهٔ حاضر با استفاده از پنج رقم هلو (زودرس، مخملی، انجیری مالکی، انجیری تابستانه و حاج کاظمی) انجام شد. به منظور تهیهٔ دانه‌های گرده، شاخه‌های دارای جوانهٔ گل از درختان ارقام مذکور در مرحله تورم نسبی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل و در ظروف حاوی آب قرار داده شدند. انتهای شاخه ها در هر روز حدود ۱ سانتی‌متر قطع گردید. بساک‌ها در مرحلهٔ تورم کامل جمع‌آوری شده و به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق و در شرایط سایه نگهداری شدند. پس از خشک شدن کامل بساک‌ها و آزاد شدن گرده‌ها، دانه‌های گرده در ظروف شیشه‌ای دربدار تا زمان استفاده در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند (۸، ۱۸، ۲۵). قبل از انجام عملیات گرده‌افشانی کنترل‌شده، پتانسیل جوانه‌زنی دانه‌های گرده از طریق کشت درون‌شیشه‌ای مورد ارزیابی قرار گرفت. بدین منظور دانه‌های گرده پس از توزیع در پتری‌دیش‌هایی حاوی ۱۵درصد ساکاروز و ۱/۲ درصد آگار در اتاقک رشد در شرایط دمای ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد قرار گرفتند و بعد از ۲۴ ساعت روند رشد لوله‌های گرده با افزودن چند قطره کلروفرم متوقف شد (۱۸). سپس میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده هر یک از ارقام توسط میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفت. برای انجام گرده‌افشانی کنترل‌شده در شرایط آزمایشگاهی، از ارقام مورد مطالعه شاخه‌هایی با تعداد کافی جوانهٔ گل در مرحلهٔ بادکنکی[1] از درختان موجود در کلکسیون ایستگاه تحقیقاتی خلعت‌پوشان وابسته به دانشگاه تبریز برداشت و در ظروف پلاستیکی محتوی آب به آزمایشگاه منتقل شدند. در آزمایشگاه، گل‌ها توسط پنس به دقت و بدون آسیب رسیدن به کلاله‌ها اخته شده و گلهایی که در مراحل قبل و بعد از مرحلهٔ D فنولوژیک بودند، حذف شدند. سپس شاخه‌ها در داخل محلول ساکاروز ۵٪ در داخل اتاقک رشد تحت شرایط کنترل-شده در دمای ۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد قرار داده شدند (۷، ۱۸، ۲۶). در شرایط مزرعه‌ای شاخه‌هایی با تعداد جوانهٔ گل کافی از درختان موجود در باغ از ارقام مورد مطالعه در مرحله بادکنکی انتخاب و مشابه شرایط آزمایشگاه اخته شدند. سپس به‌منظور محافظت مادگی‌ها از گرده-افشانی ناخواسته با گرده ارقام دیگر، شاخه‌ها توسط کیسه‌های ململی دارای اسکلت فلزی، پوشانیده شدند. در هر دو شرایط آزمایشگاهی و مزرعه‌ای، گرده‌افشانی دستی گل‌ها در روز صفر (بلافاصله پس از اخته شدن) و سپس ۲، ۴، ۶ و۸ روز بعد از اخته شدن با استفاده از قلم‌موی استریل با گرده خودی انجام شد. به منظور اجتناب از تأثیر کاهش قوهٔ نامیه دانهٔ گرده، در تمام مراحل از دانه‌های گرده تازه تهیه شده استفاده گردید (۳ و۱۶). مادگی‌های گرده‌افشانی شده ۹۶ ساعت بعد از گرده‌افشانی از شاخه جدا شده و در محلول FAA [حاوی اتانول۷۰ درصد، فرمالدئید۴۰ درصد و اسید استیک گلاسیال به نسبت (۱:۱:۱۸)] تثبیت و تا زمان انجام مطالعات میکروسکوپی در دمای ۴ درجهٔ سانتی‌گراد نگهداری شدند (۲). به منظور تهیهٔ نمونه‌های میکروسکوپی، مادگی‌ها بعد از شستشو با آب مقطر (به مدت ۳ ساعت)، به مدت ۱۰ دقیقه در فشار ۱ اتمسفر و در محلول سولفیت سدیم ۵٪ به منظورنرم شدن بافت‌ها و افزایش قابلیت رنگ‌پذیری با محلول۰/۱٪ آنیلین بلو در ۰/۱ نرمال فسفات پتاسیم اتوکلاو شده و پس از کرک‌زدایی، روی لام اسکواش شدند (۱۳، ۱۸، ۲۵، ۳۱). سپس تعداد کل و هم چنین تعداد دانه‌های گردهٔ جوانه‌زده در سطح کلاله، تعداد لوله‌های گرده موجود در یک سوم فوقانی و تحتانی خامه و همچنین تعداد لولهٔ گردهٔ نفوذی به تخمدان در هر یک از تیمارهای مورد مطالعه در زیر میکروسکوپ فلورسنت شمارش شد. در نهایت درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله و درصد لوله‌های گردهٔ نفوذی به هر قسمت خامه و تخمدان نسبت به تعداد دانهٔ گردهٔ جوانه-زده در سطح کلاله محاسبه شد(۷، ۱۳، ۱۶و ۱۷). آزمایش به صورت فاکتوریل [فاکتور اول شامل نوع رقم (پنج سطح) و فاکتور دوم زمان گرده افشانی (پنج سطح)] در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار (در هر تکرار۳ نمونه) در دو شرایط آزمایشگاه و مزرعه بطور جداگانه انجام گردید. جهت تجزیهٔ آماری داده‌ها از نرم‌افزار SAS نسخهٔ 9.1استفاده گردید. میانگین، حداقل و حداکثر دما در طی دورهٔ گلدهی

1- Balloon stage

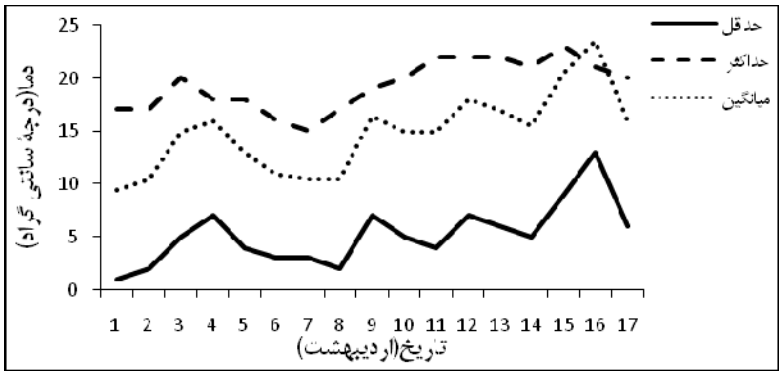
ارقام مورد مطالعه در باغ با استفاده از دماسنج ثبات موجود در کلکسیون در تمام طول دورهٔ گلدهی ارقام مورد مطالعه ثبت شد (شکل ۱).

جهت بررسی دقیق تأثیر شرایط دمایی بر میزان پذیرایی کلاله، میانگین دما در طی مدتی که مادگی‌ها پس از انجام گرده‌افشانی روی شاخه قرار داشتند، محاسبه و در جدول ۱ درج شد.

نتایج

مطالعات آزمایشگاهی

نتایج جوانه‌زنی دانهٔ گرده در شرایط درون‌شیشه‌ای نشان داد که جوانه‌زنی دانهٔ گردهٔ ارقام مورد مطالعه در دامنهٔ ۱۹/۵۵ تا ۵۵/۲۰٪ بود. تجزیه واریانس داده‌های حاصل از مطالعات آزمایشگاهی نشان داد که بین ارقام مورد مطالعه و همچنین بین زمانهای مختلف انجام گرده‌افشانی از نظر درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله و درصد لوله‌های گرده در بخش‌های مختلف خامه و درون تخمدان تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۲).



شکل ۱- مقادیر روزانهٔ حداکثر، میانگین و حداقل دما طی دورهٔ گلدهی

جدول ۱- میانگین دمای ثبت شده طی ٤ روز اول بعد از هر زمان گرده‌افشانی در طی دوره (۰، ۲، ٤، ٦، ۸ روز)

ارقام	روز صفر	روز۲	روز٤	روز٦	روز۸
مخملی	۱۲/۱۳	۱۳/۷۵	۱۱/۲۵	۱۶/۳۸	۱۳/۱۳
انجیری تابستانه	۱۳/۱۳	۱۱/۲۵	۱۳/۱۳	۱۹/۱۳	۱۶/۳۸
انجیری مالکی	۱۱/۲۵	۱۳/۷۵	۱۱/۲۵	۱۶/۳۸	۱۶/۳۸
حاج‌کاظمی	۱۳/۱۳	۱۳/۷۵	۱۱/۲۵	۱۳/۱۳	۱۹/۱۳
زودرس	۱۳/۱۳	۱۳/۱۳	۱۱/۲۵	۱۶/۱۳	۱۹/۱۳

جدول ۲- تجزیه واریانس داده‌های درصد جوانه‌زنی دانه گرده در سطح کلاله و درصد لوله‌های گرده موجود در قسمتهای مختلف خامه و تخمدان در شرایط مزرعه‌ای و آزمایشگاهی

منابع تغییرات	میانگین مربعات							
	آزمایشگاه				مزرعه			
	سطح کلاله	قسمت فوقانی	قسمت تحتانی	درون تخمدان	سطح کلاله	قسمت فوقانی	قسمت تحتانی	درون تخمدان
رقم	۷۳۷/۱۰۰**	۳۷۲/۹۸۱**	۳۰۲/۰۴۷**	۲۲۲/۴۲۸**	۸۷۶/۲۴۷**	۵۱۷/۳۹۴**	۲۰۶/۱۷۶**	۱۲۳/۶۲۲**
زمان گرده افشانی	۱۷۰/۳۵۵**	۲۱۸/۳۰۲**	۵۱۲/۸۰۹**	۲۹۴/۸۷۰**	۸۰/۱۶۷ns	۱۷۹/۲۲۵**	۲۴/۹۰۹ns	۹۳/۴۹۰**
رقم×زمان گرده-افشانی	۱۰۰/۴۱۶**	۱۰۰/۹۵۵ns	۱۰۰/۲۳۰*	۶۴/۷۲۰**	۲۲۹/۱۹۷**	۱۴۲/۲۵۶*	۷۴/۱۱۶**	۶۶/۲۶۶**
اشتباه آزمایشی	۳۶/۱۸۶	۱۵/۶۵۷	۲۴/۲۱۹	۱۵	۳۲/۲۹۴	۴۵/۶۹۰	۲۶/۰۱۹	۱۵/۸۰۶

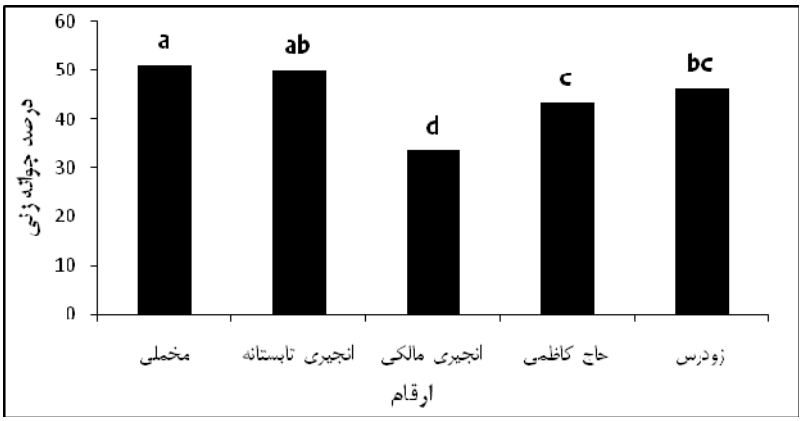
**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱٪، *: معنی‌دار در سطح احتمال ۵٪، ns: غیر معنی‌دار.

بالاترین درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله (۵۱/۱۳٪) مربوط به رقم مخملی بود که با وجود عدم اختلاف معنی‌دار با رقم انجیری تابستانه، اختلاف آن با سایر ارقام معنی‌دار بود. کمترین درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده نیز مربوط به رقم انجیری مالکی بود (۳۳/۶۲٪) که با تمام ارقام مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشت (شکل ۲).

در بین ارقام مورد مطالعه، بالاترین درصد لوله‌های گردهٔ موجود در قسمت فوقانی خامه را رقم مخملی به خود اختصاص داد (۸۷/۴۲٪) که با رقم انجیری مالکی و حاج کاظمی اختلاف معنی‌داری نداشت، درحالی‌که اختلاف آن با رقم انجیری تابستانه و زودرس معنی‌دار بود (شکل ۳).

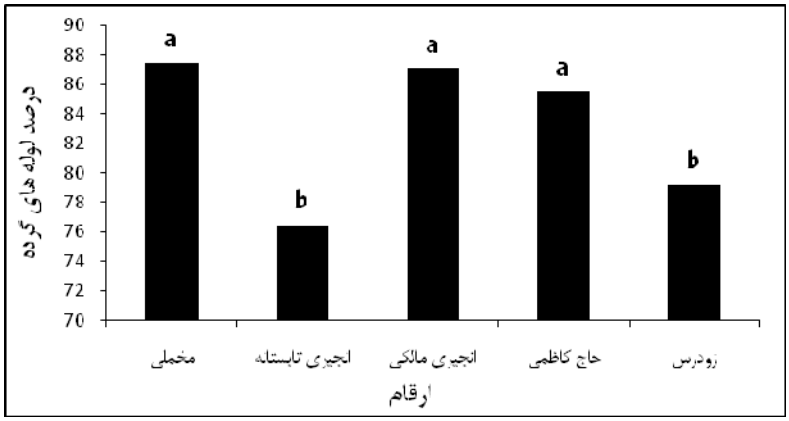
مقایسهٔ مقادیر صفت مذکور در زمان‌های مختلف گرده‌افشانی نشان می‌دهد که، بالاترین درصد لوله‌های گردهٔ موجود در قسمت فوقانی خامه در صورت گرده‌افشانی در ۴ روز بعد از اخته نمودن اتفاق افتاد که تنها با روز صفر اختلاف معنی‌داری دارد (شکل ۴).

همانطور که در شکل ۵ دیده می‌شود، بالاترین درصد لوله‌های گردهٔ نفوذیافته به درون تخمدان (۲۹/۶۶٪) در صورت گرده‌افشانی در روز دوم پس از شکوفایی گلها مشاهده شده است که این میزان اختلاف معنی‌داری با گرده‌افشانی در روز چهارم نداشته است و با افزایش فاصلهٔ زمانی بین شکوفایی و انجام گرده‌افشانی، میزان لوله‌های گردهٔ نفوذیافته به تخمدان کاهش یافته است و پائین‌ترین میزان آن مربوط به روز هشتم گرده‌افشانی می‌باشد.



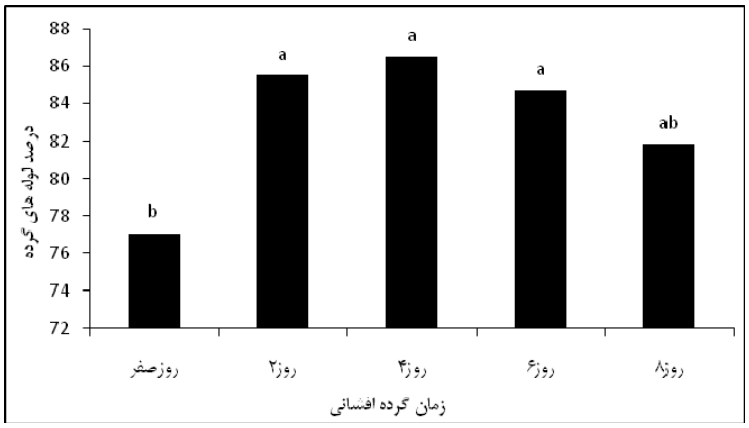
شکل ۲- درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در ارقام مورد مطالعه در سطح کلاله (شرایط آزمایشگاهی)

(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)



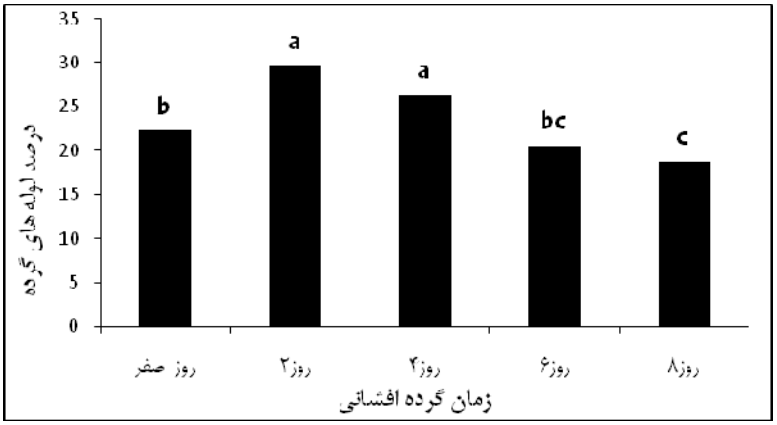
شکل ۳- درصد لوله‌های گرده در قسمت فوقانی خامه در ارقام مورد مطالعه (شرایط آزمایشگاهی)

(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)



شکل ٤- اثر زمان گرده‌افشانی بر درصد لوله‌های گرده در قسمت فوقانی خامه (شرایط آزمایشگاهی)

(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)



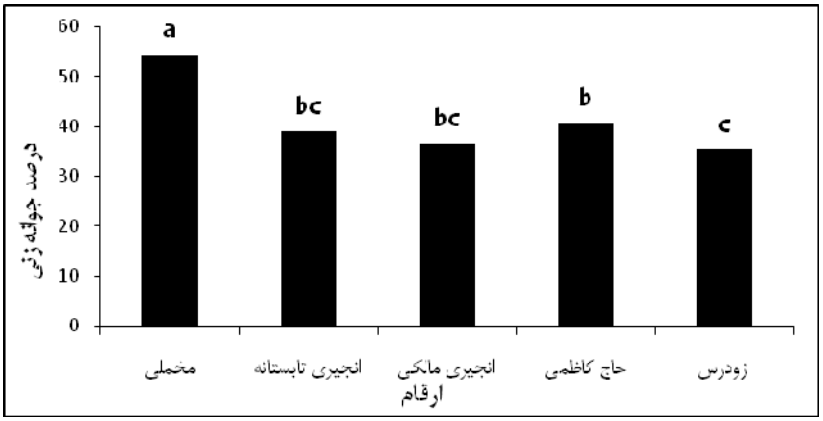
شکل ٥- درصد لوله‌های گرده در داخل تخمدان در زمانهای مختلف انجام گرده‌افشانی (شرایط آزمایشگاهی)

(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)

مطالعات مزرعه‌ای

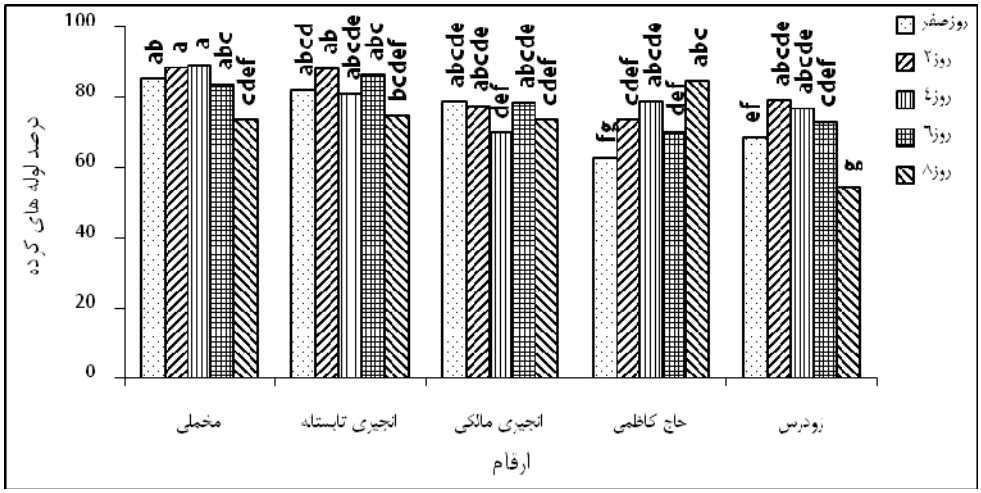
نتایج حاصل از مطالعات مزرعه‌ای نشان داد که بین ارقام مختلف هلو از لحاظ درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله، درصد لوله‌های گرده در بخشهای مختلف خامه و درون تخمدان اختلاف معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ وجود داشت (جدول ۲). همان‌طوری- که از شکل ۶ برمی‌آید، مشابه با شرایط آزمایشگاهی، بیشترین درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده مربوط به رقم مخملی بوده است (۵۴/۵۱٪) که با تمام ارقام اختلاف معنی‌داری نشان می‌دهد. در حالی که کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به رقم زودرس می‌باشد که با ارقام مخملی و حاج‌کاظمی اختلاف معنی‌داری نشان داده است. هر چند بین ارقام انجیری تابستانه، انجیری مالکی و رقم حاج‌کاظمی، از لحاظ صفت مذکور اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. ارقام انجیری تابستانه و زودرس نسبت به دمای ثابت آزمایشگاه (۱۵ درجهٔ سانتی‌گراد) درصد جوانه‌زنی پائین‌تری را به خود اختصاص دادند. از آنجائی‌که نوسانات دما در محدودهٔ گلدهی رقم مخملی در حد متعارف بوده است (جدول ۱)، لذا اثرات چندانی در میزان درصد جوانه‌زنی این رقم نداشته است.

روند رشد لوله‌های گرده در قسمت فوقانی خامه تا حدودی مشابه روند مشاهده شده در مطالعات آزمایشگاهی بوده است. به طور کلی بالاترین درصد لوله‌های گرده موجود در قسمت فوقانی خامه مربوط به روز دوم و چهارم پس از شکوفایی گلها در رقم مخملی بوده است. در رقم زودرس، مشابه رقم مخملی رشد لولهٔ گرده تا روز دوم و چهارم افزایش یافته و سپس به تدریج کاهش یافته و در روز هشتم به حداقل خود رسیده است. در مورد رقم انجیری تابستانه، علی‌رغم عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین روزهای مختلف گرده‌افشانی، بالاترین درصد لوله‌های گردهٔ نفوذیافته به قسمت فوقانی خامه، مربوط به روز دوم گرده‌افشانی بوده است. افزایش جزئی مشاهده شده از لحاظ مقادیر صفت مذکور در روز ششم پس از اخته نمودن گل‌های ارقام انجیری تابستانه و انجیری مالکی، می‌تواند با افزایش ناگهانی دما به دنبال انجام گرده‌افشانی در روز ششم مرتبط باشد.



شکل ٦- درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در ارقام مورد مطالعه (شرایط مزرعه‌ای)

(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)



شکل ۷- برهمکنش رقم و زمان گرده‌افشانی بر درصد لوله‌های گرده در قسمت فوقانی خامه

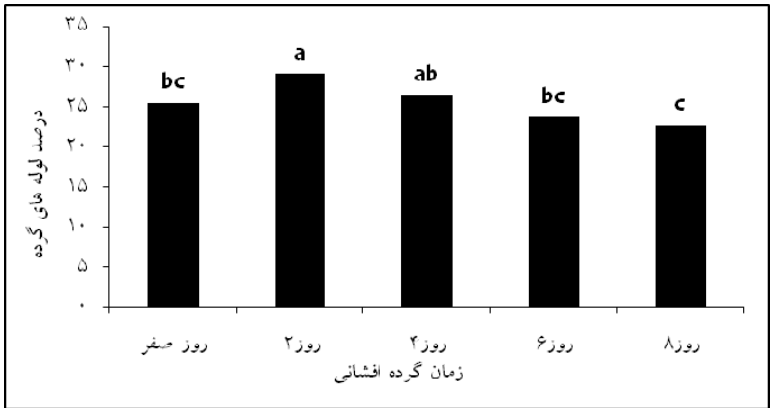
(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)

احتمالاً به همین دلیل در مورد رقم حاج‌کاظمی در روز هشتم پس از شکوفایی، درصد لوله‌های گردهٔ نفوذی به این قسمت، افزایش یافته است. تفاوت‌های مشاهده شده بین نتایج مطالعات آزمایشگاهی و مزرعه‌ای می‌تواند مربوط به عکس‌العمل متفاوت ارقام به شرایط محیطی ازجمله دما و رطوبت نسبی محیط باشد (شکل ۷). این موضوع می تواند در انتخاب ارقام مناسب جهت کشت در مناطق با شرایط آب و هوایی متفاوت مورد توجه قرار گیرد.

وجود لوله‌های گردهٔ نفوذی به تخمدان در مورد تمام ارقام مورد مطالعه و در تمامی زمان‌های گرده‌افشانی در هر دو شرایط آزمایشگاهی و مزرعه ای نشان می‌دهد که نه تنها ارقام مذکور خودسازگار می‌باشند، بلکه ظرفیت حمایت از چسبندگی دانهٔ گرده، جوانه‌زنی دانه‌های گرده و نفوذ لوله‌های گرده به بافت هادی را تا روز هشتم پس از اخته نمودن حفظ نموده‌اند. در شرایط مزرعه‌ای نیز مشابه آزمایشگاه، در صورت انجام گرده‌افشانی دو و چهار روز بعد از شکوفایی، درصد بالاتری از لوله‌های گرده موفق به دستیابی به تخمدان شده‌اند و با افزایش فاصلهٔ زمانی بین شکوفایی و انجام گرده‌افشانی، میزان لوله‌های گردهٔ نفوذ یافته به تخمدان کاهش یافته است، به طوری که پائین‌ترین موفقیت مربوط به روز هشتم بوده است (شکل ۸).

بحث

بر اساس یافته‌های زابُو و نیِکی (۲۷) اکثر ارقام هلو گل‌هایی با بساک‌های فعال و حاوی دانه‌های گرده، تولید می‌کنند. در حالی که در بعضی ارقام هلو احتمال وجود خودعقیمی و فقدان یا کمبود رشد پرچم وجود دارد به طوری که بساک‌هایی با اندازهٔ کوچک‌تر و با تعداد کمتر دانهٔ گرده تولید می‌کنند (۲۴).



شکل ۸- درصد لوله‌های گرده در قسمت تخمدان در زمانهای مختلف گرده‌افشانی (شرایط مزرعه‌ای)

(ستون‌های دارای حروف مشابه با توجه به آزمون دانکن در سطح احتمال ۵٪ تفاوت معنی‌داری ندارند.)

ارقام جی.اچ.هیل[1]، هالبرتا[2]، کاندوکا[3]، میکادو[4] و آلامار[5] در هلو به عنوان ارقام خودعقیم شناخته شده‌اند (۲۲). در حالیکه نتایج حاصل از مطالعهٔ حاضر نشان داد که در تمامی ترکیبات تیماری درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله هم در شرایط مزرعه و هم در شرایط آزمایشگاهی درحد مناسبی صورت گرفته که این امر بیانگر عدم وجود مشکلات جوانه‌زنی دانهٔ گرده در ارقام مورد بررسی می‌باشد. این موضوع در تأیید نتایج حاصل از کشت درون‌شیشه‌ای گرده ارقام مورد مطالعه می‌باشد.

با وجود اینکه بر اساس مطالعات انجام شده در مورد هلو توسط هررو و آربلوئا (۱۵) رشد لولهٔ گرده در سرتاسر خامه ۷ روز طول می‌کشد، اما بر اساس مطالعات هدلی و همکاران (۱۸) لوله‌های گرده در دمای ۳۰ و ۲۰ درجهٔ سانتی‌گراد به ترتیب پس از ۳ و ۴ روز به تخمدان می‌رسند، که این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش حاضر مطابقت دارد، به نحوی که در مطالعهٔ حاضر با وجود اینکه فاصلهٔ بین گرده‌افشانی و تثبیت نمونه‌ها فقط ۴ روز بود، در تمام نمونه‌ها تعداد قابل ملاحظه‌ای لولهٔ گرده در داخل تخمدان مشاهده شد،که این موضوع بیانگر خودسازگاری ارقام مورد مطالعه در هلو بوده است. خودسازگاری در ارقام مختلف هلو توسط محققین مختلف گزارش شده است (۱، ۱۰، ۲۰، ۲۹).

نتایج حاصل از مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که کلاله‌های ارقام مورد مطالعه در زمان شکوفایی پذیرا بوده است. چنین وضعیتی در مورد هلو (۲۱)، زردآلو (۶)، گیلاس (۱۱)، بادام (۳۱) و کیوی (۹) به ثبت رسیده است. علیرغم عدم وجود بلوغ تأخیر دار کلاله در تحقیق حاضر وجود چنین پدیده‌ای در برخی ارقام هلو توسط مارتینز-تلز و کروسا-رینود (۱۸) گزارش شده است. با گذشت زمان تا روز دوم پس از شکوفایی گلها میزان پذیرایی کلاله افزایش یافته و سپس بتدریج کاهش یافته و در روز هشتم پس از شکوفایی به حداقل خود در طول انجام مطالعه می‌رسد. نتایج مطالعهٔ حاضر با نتایج حاصل از مطالعات اخه و همکاران (۵) در مورد ۶ رقم زردآلو مطابقت داشت. محققین مزبور بهترین زمان گرده‌افشانی را بین روز دوم و چهارم پس از باز شدن گلها گزارش نمودند. اخه و همکاران (۷) نیز در مورد بادام نتایج مشابهی را بدست آوردند. همچنین، نتایج مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که بهترین زمان انجام گرده‌افشانی جهت حصول بالاترین درصد موفقیت، ۲ تا ۴ روز پس از شکوفایی گل‌ها می‌باشد، به‌طوری‌که بالاترین درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله و همچنین بالاترین درصد لوله‌های گردهٔ نفوذی به تخمدان در صورت انجام گرده‌افشانی در روز دوم و یا چهارم پس از اخته نمودن گل‌ها به دست آمده است.

نتایج حاصل از مطالعهٔ حاضر نشان می‌دهد که، در بین ارقام مورد مطالعه، رقم مخملی با اینکه میزان بالایی از درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده در سطح کلاله را به همراه داشت، ولی از قابلیت کمتری در تأمین رشد لوله‌های گرده در جریان نفوذ به تخمدان برخوردار بود. از طرفی رقم انجیری تابستانه در مقایسه با سایر ارقام بالاترین قابلیت تأمین رشد لولهٔ گرده در جریان نفوذ به تخمدان را دارا می‌باشد، که این موضوع می‌تواند موفقیت لقاح و در نتیجه میوه‌بندی را تضمین کند. با توجه به نتایج مطالعات مزرعه‌ای، رقم هلوی زودرس پائینترین درصد جوانه‌زنی دانهٔ گرده و همچنین پائینترین درصد لوله‌های گردهٔ نفوذی به تخمدان را دارا می‌باشد، لذا رقم مذکور پائین‌ترین قابلیت تأمین رشد لوله‌های گرده را دارا می‌باشد.

1- J.H.Hale
2- Halberta
3- Candoka
4- Micado
5- Alamar

منابع

1- Abbott A.G., Arús P. and Scorza R. 2008. Genetic engineering and genomics. p. 85-100. In D R.Layne (ed.) The peach, Botany, Production and Uses. Part 4. CAB International. USA.

2- Alberquerque N., Burgos L., Sedgley M. and Egea J. 2004. Contributing to the knowledge of the fertilization process in four apricot cultivars. Scientia Horticulturae, 102:387-396.

3- Burgos L., Egea J. and Dicenta F. 1991. Effective pollination period in apricot varieties. Annals of Applied Biology, 119:533-539.

4- Burgos L., Berenguer T. and Egea J. 1995. Embryo-sac development in pollinated and non-pollinated flowers of two apricot cultivars. Journal of Horticultural Science, 70:35-40.

5- Edlund A.F., Swanson R. and Preuss D. 2004. Pollen and stigma structure and function: The role of diversity in pollination. The Plant Cell, 16:S84-S97.

6- Egea J., Burgos L., Garcia J.E. and Egea L. 1991. Stigma receptivity and style performance in several apricot cultivars. Journal of Horticultural Science, 66:19-25.

7- Egea J. and Burgos L. 1992. Effective pollination period as related to stigma receptivity in apricot. Scientia Horticulturea, 52:77-83.

8- Egea J., Ortega E., Canovas J.A. and Dicenta F. 2004. Pistil receptivity in self-compatible almond cultivars. Israel Journal of Plant Science, 52:149-153.

9- Gonzalez M.V., Coque M. and Herrero M. 1995. Stigmatic receptivity limits effective pollination period in kiwifruit. Journal of American Society and Horticultural Science, 120:199-202.

10- Good-Avila S.V., Mena-Alí J. I. and Stephenson A. G. 2008. Genetic and environmental causes and evolutionary consequences of variations in self-fertility in self incompatible species. p. 33-51. In V E.Franklin-Tong (ed.) Self-incompatibility in Flowering Plants: Evolution, Diversity, and Mechanisms. Part 1. 2 nd ed. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, Germany. pp 33-51.

11- Guerrero-Prieto V. M., Vasilakakis M. D. and Lombard P. B. 1985. Factors controlling fruit set of “Napoleon” sweet cherry in western Oregon. HortScience, 20: 913-914.

12- Guerriero R. and Bartolini S. 1993. Flower biology in apricot: main aspects and problems. Acta Horticulturae, 384:261-272.

13- Hajilou J., Grigorian V. Mohammadi S. A., Nazemmieh A., Romero C., Vilanova S. and Burgos L. 2006. Self-and cross-(in) compatibility between important apricot cultivars in northwest Iran. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 81:513-517.

14- Herrero M. 1983. Factors affecting fruit set in Agua de Aranjuez pear. Acta Horticulturae, 139:91-96.

15- Herrero M. and Arbeloa A. 1989. Influence of the pistil on pollen tube kinetics in peach (*Prunus persica*). American Journal of Botany, 76:1441-1447.

16- Hedhly A., Hormaza J. I. and Herrero M. 2003. The effect of temperature on stigmatic receptivity in sweet cherry (*Prunus avium* L.). Plant, Cell and Environment, 26:1673-1680.

17- Hedhly A., Hormaza J. I. and Herrero M. 2004. Effect of temperature on pollen tube kinetics and dynamics in sweet cherry, *Prunus avium* (Rosaceae). American Journal of Botany, 91(4):558-564.

18- Hedhly A., Hormaza J. I. and Herrero M. 2005. The effect of temperature on pollen germination, Pollen tube growth and stigmatic receptivity in peach. Plant Biology, 7:476-483.

19- Hedhly A., Hormaza J. I. and Herrero M. 2007.Warm temperatures at bloom reduce fruit set in sweet cherry. Journal of Applied Botany, 1-21.

20- Hegedus A, Szabo Z., Nyeki J., Halasz J. and Pedryc A. 2006 Molecular analysis of S-haplotypes in peach, a self-compatible Prunus species. Journal of American Society and Horticultural Science, 131:738–743.

21- Martinez-Tellez J. and Crossa-Raynaud P. 1982. Contribution a l’etude du processus de la fecondation chez trois especes de *Prunus*: *P.persica* (L.) Batsch., *P.Cerasifera* Ehrh., *P.mahaleb* L. grace a l’ utilization de couples de varietes male-steriles et male-fertiles. Agronomie, 2:240-333(Abstract).

22- Mcfarlane R. P. 1995. Applied pollination in temperate areas. p. 20-49. In D.W. Roubik. (ed.) Pollination of Cultivated Plants in the Tropic. Part 1.3.2 nd ed. FAO Agricultural Services Bulletin. No. 118. Rome, Italy. pp. 20–39.

23- Mesejo C., Martinez-Fuentes A., Reig C. and Agusti M. 2007. The effective pollination period in "clemenules mandarin", "Owari" Satsuma mandarin and "Valencia" sweet orange. Plant Science, 173:223-230.

24- Nava G. A., Dalmago G. A. and Bergamaschi H. 2009. Effect of high temperature in the pre-blooming and blooming periods on ovule formation, pollen grains and yield of" Granada" peach. Scientia Horticulturae, 122: 37-44.

25- Ortega E., Egea J. and Dicenta F. 2004. Effective pollination period in almond cultivars. HortScience, 39:19-22.

26- Sanzol J., Rallo P. and Herrero M. 2003. Asynchronous development of stigmatic receptivity in the pear (*Pyrus*

communis, Rosaceae) flower. American Journal of Botany, 90:78-84.
27- Szabo Z. and Nyeki J. 2000. Floral biology and fertility in peaches. International Journal of Horticultural Science, 6:10-15.
28- Tao R., Watari A., Hanada T., Habu T., Yaegaki H., Yamaguchi M. and Yamane H. 2007. Self-compatible peach (*Prunus persica*) has mutant versions of the S-haplotypes found in self-incompatible Prunus species. Plant Molecular Biology, 63:109–123
29- Williams R. R. 1965. The effect of summer nitrogen application on the quality of apple blossom. Journal of Horticultural Science, 40:31-40.
30- Williams R. R., Brain P., Church R. M. and Flook V. A. 1984. Flower receptivity, pollen transfer and fruit set variations during a single flowering period of Cox's Orange Pippin apple. Journal of Horticultural Science, 59:337-347.
31- Yi W., Law S. E., Mccoy D. and Wezstein H. Y. 2006. Stigma development and receptivity in almond (*Prunus dulcis*). Annals of Botany, 97:57-63.