به‌زراعی کشاورزی
دوره ۱۹ ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۳۹۶
صفحه‌های ۵۱۶-۵۰۵

مطالعه‌ی مزرعه‌ای و میکروسکوپی خود و دگرناسازگاری دو اکوتیپ ارزشمند گل‌محمدی

غلامحسن موحد[۱]، نیما احمدی[۲]*، احمد معینی[۳]، امین نصیری[۱]

۱. دانش آموخته کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. استادیار، گروه علوم باغبانی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۳. دانشیار، گروه اصلاح نباتات، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

تاریخ وصول مقاله: ۱۳۹۵/۰۴/۰۲ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۹۵/۰۶/۰۵

چکیده

به‌منظور بررسی خود و دگرناسازگاری دو اکوتیپ کاشان و آذران گل‌محمدی (*Rosa damascena* Mill.) آزمایشی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تکرار در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس در سال‌های زراعی ۹۲- ۱۳۹۱ انجام گرفت. در این آزمایش پس از آزمون دانه گرده دوبار گرده‌افشانی مصنوعی با فاصله ۲۴ ساعت انجام شد. بدین شکل که گرده‌ی هر اکوتیپ برای گرده‌افشانی خود و اکوتیپ دیگر و گونه گل نسترن (*R. canina*) نیز به‌عنوان گرده‌دهنده استفاده شد. تعیین خود و دگرناسازگاری به دو روش گرده‌افشانی کنترل شده و مطالعات میکروسکوپی انجام شد. نتایج گرده‌افشانی که حاصل بررسی درصد نمو، وزن، طول و عرض هیپ و میزان تشکیل بذر در هر هیپ بود نشان داد که دگرگرده‌افشانی اکوتیپ‌ها با گونه گل نسترن سازگار اما سایر تلاقی‌ها ناسازگار بودند و همچنین تیمار دوبار گرده‌افشانی نتایج بهتری را نشان دادند. مطالعه میکروسکوپی نیز با نتایج مزرعه‌ای مطابقت داشت و رشد لوله‌ی گرده در خامه نشان داد که تنها لوله‌ی گرده گونه گل نسترن توانست به انتهای خامه برسد. همچنین، از بین بهترین تیمارهای جوانه‌زنی غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام اسید بوریک بعد از ۲۴ ساعت و در تیمارهای رشد لوله گرده غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسید بوریک انتخاب شدند. طبق نتایج به‌دست آمده، انتخاب منبع گرده‌دهنده مناسب و تکرار دورهای گرده‌افشانی از عوامل موثر در ایجاد هیبرید در گل‌محمدی می‌باشند؛ که تیمار دگرگرده‌افشانی کنترل شده با گرده گل نسترن با دوبار گرده‌افشانی، مناسب‌ترین نتیجه را در فاکتورهای اندازه‌گیری شده نشان دارد.

کلیدواژه‌ها: تشکیل بذر، جوانه‌زنی، گرده‌افشانی، لوله گرده، ناسازگاری.

* نویسنده مسئول Email: ahmadin@modares.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

۱. مقدمه

گیاهان خانواده رز علاوه بر زینتی بودن، به جهت وجود ترکیباتی نظیر آنتوسیانین‌ها، فلاوانول و تانن [۷] ، در درمانی برخی بیماریها مورد استفاده دارویی دارد [۵ و۶]. در این بین، گل‌محمدی (*Rosa damascena* Mill.)، یکی از مهم‌ترین گونه‌های رز؛ به‌عنوان یک گیاه زینتی در باغ‌ها، پارک‌ها و منازل کاربرد دارد. علاوه‌بر این به‌عنوان یک گیاه معطر و دارویی نیز از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است [Mirzaei]. اطلاع از نحوه‌ی عمل سامانه‌ی ناسازگاری، باروری و تشکیل میوه و بذر برای اصلاح‌گران جهت برنامه‌ریزی طرح‌های دورگ‌گیری با والدین مناسب مورد توجه می‌باشد [۱۳]. پژوهشگران امروزه سعی دارند تا با غلبه بر خودناسازگاری، تولید لاین‌های اینبرد و گیاهان هیبرید از طریق گرده‌افشانی آزاد، دگرگرده‌افشانی کنترل شده و روش‌های مولکولی، به ارقامی با اسانس و مواد فرار بالا دست یابند [۳] .

در خانواده رز ناسازگاری گامتوفیتی گزارش شده است [۲۲و۴] . گل‌های دوجنس با کاهش تنوع ژنتیکی و افزایش لاین های خالص در شرایط تغییر شدید اقلیمی و سایر تنش‌ها موجب حذف گیاه می‌شوند. خودناسازگاری روشی کارآمد برای جلوگیری از خودلقاحی و افزایش تنوع ژنتیکی است [۲۵]. بطور کلی می‌توان خودناسازگاری را در دو گروه هترومورف و هومومورف طبقه بندی کرد. در ناسازگاری هترومورف، عامل بازدارنده خود لقاحی مربوط به مورفولوژی اندامهای گل است [۲۶]. ناسازگاری هومومورف شامل گامتوفیتی و اسپروفیتی است که به‌ترتیب از رشد لوله‌ی گرده در طول خامه و از جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در سطح کلاله ممانعت به عمل می آورند. بیش‌ترین مطالعات مولکولی بر روی ناسازگاری گامتوفیتی صورت پذیرفت [۴ و ۲۶].

ناسازگاری گامتوفیتی با ژنوتیپ دانه‌ی گرده کنترل می‌شود و از خانواده‌ی گامتوفیت‌ها می‌توان به گرامینه‌ها (Gramineae)، رزاسه (Rosaceae)، بارهنگ (Plantaginaceae)، شقایقیان (Papaveraceae) و سولاناسه (Solanaceae) اشاره کرد.[۱ و ۱۴ و ۱۹]. در رزاسه بیان یک پروتئین (S-Rnase) که از خانواده‌ی بزرگ آنزیمی است در خامه سبب تجزیه RNA و جلوگیری از چندین فرایند فیزیولوژیک می‌گردد و فعالیت ریبونکلئازی دارد، منجر به رد کردن دانه‌ی گرده‌ی مشابه می‌شود [۲۳و ۲۰]. مطالعات متعددی در ارتباط با تحقیق حاضر انجام گرفته است همانند افزایش دفعات گرده افشانی در هیبرید چای رقم سونیا (*Rosa hybrida* 'Sonia') که افزایش تشکیل هیپ و بذر را نسبت به یکبار گرده‌افشانی در پی داشت [۸]. همچنین، در گزارشی دیگر گرده‌افشانی آزاد در مولتی فلورا (*R. multiflora*) از تشکیل بذر بهتری در مقابل خود و دگرگرده‌افشانی برخوردار بود [۲۲]. در آزمایشی که روی ارقام رز مانند روگوسا (*R. rugosa*) صورت پذیرفت، گرده‌افشانی آزاد و دگرگرده‌افشان‌ها نسبت به خودگرده‌افشان‌ها بذرهای سنگین‌تر و بیشتری داشتند [۹] . از پژوهش‌های انجام شده روی سایر گیاهان نیز می‌توان به اطلسی و ارکیده اشاره کرد که با مطالعه‌ی تشکیل بذر در خود و دگرگرده‌افشانی ارقام مختلف اطلسی (*Petunia hybrida*) رقم‌های خودناسازگار از خودسازگار تشخیص داده شدند و خودگرده‌افشانی در ارکیده موجب کاهش (۵۰ درصد) تشکیل بذرهای زنده نسبت به دگرگرده‌افشانی شد [۹ و۱۵].

هدف از انجام پژوهش حاضر، استفاده از روش گرده‌افشانی کنترل شده و تعیین درصد نمو هیپ، تشکیل بذر، وزن، طول و عرض هیپ، مکانیسم ناسازگاری و شدت و ضعف آن در اکوتیپ‌های کاشان و آذران در شرایط مزرعه‌ای می باشد. همچنین جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در شرایط درون شیشه‌ای و مطالعه‌ی میکروسکوپی

Archive of SID
www.SID.ir

رشد لوله گرده در طول خامه مورد بررسی قرار گرفت. از نتایج به‌دست آمده می‌توان جهت استفاده از ویژگی‌های منحصربه‌فرد گل‌محمدی مانند خصوصیت معطر بودن، در کارهای اصلاحی آتی استفاده نمود.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در سال‌های زراعی ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس واقع در ۱۵ کیلومتری غرب تهران در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی روی دو اکوتیپ کاشان و آذران با چهار تکرار (بوته) و تیمارهایی شامل خودگرده‌افشانی، دگرگرده‌افشانی با اکوتیپ دیگر (گرده‌افشانی اکوتیپ کاشان با آذران و بالعکس) و گونه گل نسترن و همچنین گرده‌افشانی آزاد و تکرار این گرده‌افشانی‌ها پس از ۲۴ ساعت در دو اکوتیپ انجام شد. برای این منظور پارامترهایی نظیر درصد نمو هیپ، تشکیل بذر، وزن، طول و عرض هیپ و میزان رشد لوله گرده در خامه اندازه‌گیری شد. همچنین، برای اطمینان از زیوایی دانه گرده، جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در محیط کشت ارزیابی شد.

دو دوره گرده‌افشانی با فاصله زمانی ۲۴ ساعت انجام شد. ۱۶ بوته [۸ بوته آذران (۴ بوته برای دور اول گرده‌افشانی و ۴ بوته برای دور دوم گرده‌افشانی) و به همین شکل ۸ بوته برای کاشان)] در نظر گرفته شد. از هر بوته ۹ شاخه که دارای گل‌های بیشتری بودند در جهت‌های مختلف انتخاب شدند که در مجموع ۱۴۴ شاخه مورد بررسی قرار گرفت. روش تلاقی بدین ترتیب بود که گرده هر اکوتیپ برای گرده‌افشانی خود و اکوتیپ دیگر استفاده شد. گونه گل نسترن نیز به‌عنوان گرده‌دهنده برای دو اکوتیپ استفاده شد. در هر بوته دو شاخه برای خودگرده‌افشانی، دو شاخه گرده‌افشانی با اکوتیپ دیگر (گرده‌افشانی کاشان با آذران و بالعکس)، دو شاخه گرده‌افشانی با گل نسترن و سه شاخه برای گرده‌افشانی آزاد تعیین شدند. در هر شاخه حدود ۲۰ گل گرده‌افشانی شد. برای هر دو نوع گرده‌افشانی (خود و دگرگرده‌افشانی) گل‌ها در مرحله بادکنی اخته و با کیسه گرده جهت جلوگیری از گرده‌افشانی ناخواسته پوشانده شدند. هنگام اخته‌سازی ازبین بردن گلبرگ، کاسبرگ و پرچم‌ها اختلالی در گرده‌افشانی ایجاد نمی‌کند. اگرچه احتمال آسیب رساندن به مادگی وجود دارد [۲۹]. اما در ارقامی مثل مولتی‌فلورا (*R. multiflora*) که دارای پرچم و مادگی کمی می‌باشند حذف گلبرگ موجب آسیب مادگی می‌گردد و بهتر است یک یا دو ردیف از گلبرگ‌ها باقی بمانند [۲۲]. شاخه‌هایی که برای دوبار گرده‌افشانی انتخاب شده بودند را با فاصله زمانی ۲۴ ساعت بعد از اولین گرده‌افشانی، مجددا گرده‌افشانی آنها را تکرار کردیم. در تیمار گرده‌افشانی آزاد، گرده‌افشانی به‌صورت طبیعی انجام گرفت. برای جلوگیری از مخلوط شدن دانه‌های گرده، دست‌ها و ابزارها در فاصله بین اعمال تیمارها با اتانول ۷۰ درصد شسته شدند.

برای جمع‌آوری دانه‌ی گرده بساک گل‌ها جدا شده و در پتری‌دیش‌های داخل دیسیکاتور حاوی سیلیکا ژل به مدت ۴۸ ساعت در دمای اتاق و تاریکی به‌منظور خشک‌شدن قرار گرفتند. آزمون جوانه‌زنی دانه‌های گرده در محیط کشت حاوی ۱۵ درصد ساکارز، یک درصد آگار و غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسیدبوریک انجام شد [۳۱]. هر تیمار با ۵ تکرار و شمارش تیمارها بعد از ۱۲ و ۲۴ ساعت انجام گرفت. در زمان‌های موردنظر از هر پتری ۱۰۰ دانه گرده جهت تعیین درصد جوانه‌زنی و ۵۰ دانه گرده جهت مشخص کردن رشد لوله‌ی گرده انتخاب و مورد بررسی قرار گرفتند [۳۲] . مشاهده جوانه‌زنی و رشد لوله‌ی گرده با میکروسکوپ نوری المپیوس و عکس‌برداری با دوربین دی‌پی۱۲ انجام شد.

Archive of SID
www.SID.ir

برای بررسی رشد لوله‌ی گرده در نمونه‌های خود و دگرگرده‌افشان در طول خامه در فواصل زمانی ۲۴، ۴۸ و ۷۲ ساعت پس از گرده‌افشانی تعداد ۵ عدد گل برداشت گردید و درون محلول تثبیت‌کننده FAA[1] به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به الکل اتانول ۷۰ درصد منتقل شدند و تا زمان بررسی در یخچال نگهداری گردید. برای بررسی نمونه زیر میکروسکوپ فلورسنس ابتدا نمونه‌ها با آب جاری شسته شدند. برای نرم شدن بافت هشت ساعت با محلول هشت دهم نرمال هیدروکسید سدیم تیمار شدند. بعد از آن نمونه‌ها ابتدا شسته شده و سپس ۲۴ ساعت در آب مقطر قرار گرفتند. نمونه‌ها با محلول یک درصد آنیلین‌بلو رنگ‌آمیزی شدند و زیر میکروسکوپ فلورسنس مجهز به اشعه یو وی بررسی شدند. ثبت نتایج گرده‌افشانی گل‌های تلقیح شده موجود روی بوته‌ها در باغ نیز بعد از اطمینان از پایان دوره پذیرایی دانه گرده و انجام لقاح صورت پذیرفت. اندازه‌گیری طول لوله‌های گرده در شرایط درون شیشه‌ای با نرم‌افزار میکرومنیجر ۳/۳ در طرح فاکتوریل در قالب بلوک کاملا تصادفی مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به‌منظور تعیین میزان خود و دگرناسازگاری شاخص ناسازگاری محاسبه شد.

جدول ۱. گروه‌بندی شدت‌های مختلف ناسازگاری

میزان خودناسازگاری	شاخص ناسازگاری
کاملا خودناسازگار	۰
به‌شدت خودناسازگار	۰/۲
نسبتا خودناسازگار	۰/۲ ≤ ۱
سازگار	۱ ≤

1. Formalin- Acetic acid- Alcohol

این شاخص عبارت است از نسبت میزان نمو هیپ یا تشکیل بذر بعد از خود و دگرگرده‌افشانی به میزان نمو هیپ یا تشکیل بذر بعد از گرده‌افشانی آزاد [۲۸]. داده‌های به‌دست آمده توسط برنامه آماری مینی‌تب مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن انجام شد.

۳. نتایج و بحث

۱.۳. بررسی درصد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در شرایط درون شیشه‌ای

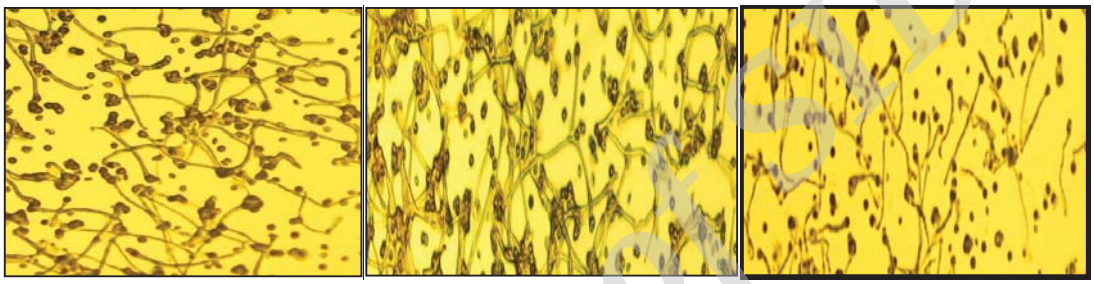
طبق نتایج به‌دست آمده (جدول ۲) اثر متقابل غلظت و زمان بر روی جوانه‌زنی دانه گرده در سطح پنج درصد معنی‌دار شد. بهترین جوانه‌زنی در غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام بعد از ۲۴ ساعت (شکل ۱) و کم‌ترین جوانه‌زنی در تیمار شاهد به‌دست آمد. همچنین، در مطالعات دیگر استفاده از غلظت‌های مختلف اسیدبوریک (صفر، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام) در محیط‌های کشت حاوی درصدهای مختلف ساکارز (صفر، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ درصد) مورد بررسی قرار گرفت. که بهترین نتایج در محیط‌های کشت حاوی ۱۵ و ۲۰ درصد ساکارز به همراه ۵۰ و ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسیدبوریک در محدوده‌ی دمایی ۳۰-۱۵ درجه پس از ۲۴-۱۸ ساعت گزارش شد [۳۱]. طول لوله‌ی گرده در شرایط درون شیشه‌ای به مراتب کوتاه‌تر از حالت طبیعی آن است [۲۷]. در بررسی‌های مختلفی جهت آزمون دانه گرده در محیط درون شیشه‌ای از ساکارز، اسیدبوریک و کلسیم استفاده شد [۳۱ و ۳۲]. بور در تشکیل کمپلکس قند- بورات جهت متابولسیم قند در دانه گرده، تولید مواد پکتینی برای دیواره سلولی لوله گرده‌ی در حال رشد مورد نیاز است. بر اساس گزارشات نیاز دانه گرده جهت رشد و جوانه‌زنی تحت شرایط درون و برون شیشه‌ای به بور ضروری است [۱۸].

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲. تجزیه واریانس میانگین مربعات اثر اسیدبوریک در زمان‌های مختلف بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده اکوتیپ‌های کاشان و آذران گل‌محمدی

تیمار	درجه آزادی	جوانه زنی	رشد لوله گرده
غلظت اسیدبوریک	۴	۰/۱۵**	۲۰۴۹۵۸۳**
زمان	۱	۰/۱۰**	۴۰۴۷۰۲$^{n.s}$
غلظت× زمان	۴	۰/۰۰۱*	۴۳۴۸۲۵$^{n.s}$
خطای آزمایش	۳۰	۰/۰۰۰۵	۲۰۳۲۱۱

** معنی دار در سطح احتمال ۱ درصد، * معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد و ns غیر معنی‌دار



شکل ۱. به ترتیب از راست به چپ، جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله‌ی گرده‌ی اکوتیپ‌های کاشان، آذران و گونه گل نسترن در محیط کشت حاوی اسیدبوریک با غلظت ۵۰ پی‌پی‌ام بعد از ۲۴ ساعت.

پژوهشی که در سه سطح ۱۰، ۲۴ و ۴۸ ساعت بر روی یازده رقم زردآلو در محیط کشت حاوی ۱۵ درصد ساکارز، ۱۰۰ پی‌پی‌ام اسیدبوریک ۰/۶ درصد آگار صورت پذیرفت در تیمار زمانی ۲۴ ساعت بهترین جوانه‌زنی و رشد لوله گرده حاصل شد [۲]. همچنین، تیمار غلظت در سطح یک درصد بر رشد لوله گرده اثر معنی‌دار داشت (جدول ۲) و غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام بیش‌ترین رشد لوله گرده را در پی داشت. در بررسی دیگر روی گلابی نیز غلظت ۲۰۰ پی‌پی‌ام اسیدبوریک به‌عنوان بهترین تیمار تاثیرگذار بر روی رشد لوله گرده مشخص شد [۱۸]. روش‌های دیگری نیز مانند TTC[1]، FCR[2] و FDA[3] برای تعیین زیوایی دانه گرده استفاده می‌شوند [۳۲].

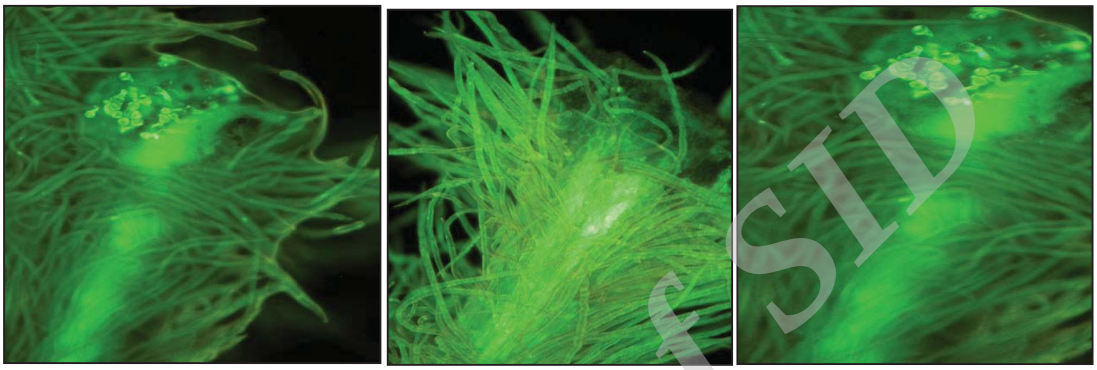
۲.۳. بررسی میکروسکوپی رشد لوله‌ی گرده در طول خامه

بررسی تصاویر شکل ۲ حاصل از میکروسکوپ نوری مجهز به فلورسنس نشان داد در دگرگرده‌افشانی با گل نسترن لوله‌ی گرده تا انتهای خامه رشد کرده (تصاویر ه) و به نظر می‌رسد در خودگرده‌افشانی و گرده‌افشانی با اکوتیپ دیگر دانه‌ی گرده‌ی جوانه‌زده توانایی نفوذ به خامه را ندارد (تصاویر الف، ب، ج و د). اما طبق جدول شماره ۳ در این حالت نیز شمار اندکی بذر تشکیل شد و هیپ نمو یافته است؛ که احتمالاً می‌تواند نشانگر وجود آپومیکسی در گل‌محمدی باشد. همانطور که در دیگر خویشاوند این خانواده یعنی گل نسترن آپومیکسی گزارش شد [۱۷]. وجود آگوسپرمی و انواع اتوگامی در برخی از گونه‌های رز گزارش شد که در این حالت سلول تخم از

1. Triphenyltetrazolium chloride
2. Fluorochromatic reaction
3. Fluorescein diacetat

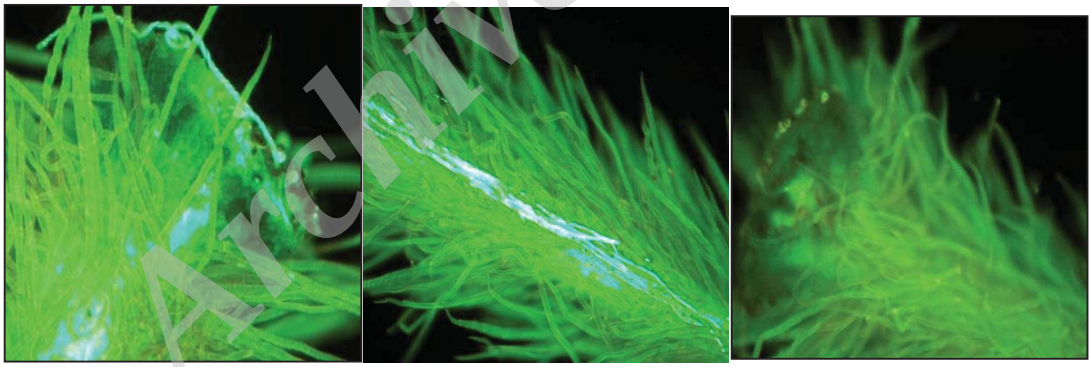
Archive of SID
www.SID.ir

سلول‌های کیسه جنینی یا سلول‌های سوماتیکی بافت نوسلار تشکیل می‌شوند. گرده‌افشانی ممکن است برای تحریک تشکیل جنین ضروری باشد اما در لقاح شرکت نمی‌کند [۲۱]. همچنین در بررسی سامانه‌ی تولیدمثلی در گونه‌های مختلف رز (مانند *R. canina, R. virginana* و *R. alba*) تعداد بذرهای اتوگام تشکیل شده در هیپ‌ها با بذرهای حاصل از دگرگرده‌افشانی برابر گزارش شد. دلیل آن می‌تواند به وجود اختلالات کروموزومی، عدم تشکیل آندوسپرم و سقط جنین‌های هیبرید باشد که موجب کاهش تولید بذرهای هیبرید می‌شود [۱۶].



الف- خودگرده‌افشانی کاشان ب- دگرگرده‌افشانی کاشان با آذران

ج- خودگرده‌افشانی آذران



د- دگرگرده‌افشانی آذران با کاشان ه- دگرگرده‌افشانی کاشان با گل نسترن و رشد لوله‌ی گرده در طول خامه†

شکل ۲- بررسی میکروسکوپی جوانه‌زنی و رشد لوله‌ی گرده در طول خامه اکوتیپ‌های کاشان و آذران در اثر خود و دگرگرده‌افشانی

† همان‌طور که در دو تصویر شکل ۲- ه مشاهده می‌شود خطوط آبی رنگ نشان دهنده‌ی رشد لوله‌ی گرده در طول خامه می‌باشد که در سایر تصاویر دیده نمی‌شود.

Archive of SID
www.SID.ir

۳.۳. اثر نوع گرده‌افشانی بر نمو هیپ

نتایج مربوط به درصد نمو هیپ (جدول ۳) نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود دارد. بیشترین میزان نمو هیپ در تیمار دوبار دگرگرده‌افشانی با گل نسترن و سپس در گرده‌افشانی آزاد به‌دست آمد. ارتباط بین دفعات گرده‌افشانی و نمو هیپ و تشکیل بذر در سایر تحقیق‌ها نیز پذیرفته شد. در پژوهشی که با هدف تعیین میزان تأثیر تکرار گرده‌افشانی بر تشکیل میوه گلابی انجام گرفت تکرار دو تا سه مرتبه گرده‌افشانی در مرحله اول آزمایش و پنج تا شش مرتبه در مرحله دوم به ترتیب سبب افزایش عملکرد یک تا دو برابر و سه تا پنج برابر نسبت به یک‌بار گرده‌افشان‌ها شد. در مطالعه‌ی دیگری افزایش تعداد گرده‌افشانی تا هفت مرتبه در ۲۴ ساعت سبب افزایش تعداد هیپ و آکن در هیبرید چای رقم سونیا (*Rosa hybrida* ‘Sonia’) شد و پنج برابر یک‌بار گرده‌افشان‌ها بذر تشکیل شد [۸]. در بررسی انجام شده روی مولتی‌فلورا نمو هیپ و تشکیل بذر در گرده‌افشانی آزاد نسبت به خود و دگرگرده‌افشانی بیشتر بود که دلیل آن افزایش بازدید کلاله توسط حشرات گرده‌افشان گزارش شد [۲۲].

۴.۳. اثر نوع گرده‌افشانی بر تشکیل بذر

بیشترین میزان بذر در گرده‌افشانی آزاد به‌دست آمد و دوبار گرده‌افشانی نسبت به یکبار گرده‌افشانی موجب تشکیل بذر بیشتری شد. ماندگاری بیشتر هیپ روی گیاه مادری و گرده‌افشانی مکرر می‌تواند دلایل تشکیل بیشتر بذر در گرده‌افشانی آزاد باشد. اختلاف سطح کروموزومی موجب اختلال در رشد آندسپرم و جنین شده و سقط جنین هیبرید را در پی خواهد داشت. اما در برخی موارد به تولید نتاج تریپلوئید منجر می‌شود[۲۱]. علاوه‌بر این وجود گروه‌های مختلف حشرات گرده‌افشان مانند انواع زنبورها که در ساعات مختلفی بازدید از گل را انجام می‌دهند، و همچنین مدت زمانی که صرف بازدید می‌کنند نیز موثر می‌باشد[۲۲]. گزارش شده تعداد بذر در گرده‌افشانی کنترل شده رزهای شاخه بریده و باغی به‌طور متوسط چهار بذر در هر هیپ است [۱۲] . از دیگر مشکلات تشکیل بذرهای هیبرید در رزها، اختلالات میوزی و عدم جفت شدن کروموزوم‌ها عنوان شد[۲۲]. اما در گزارشات مختلفی تاثیر تکرار گرده‌افشانی در تشکیل بذر پذیرفته شد. خود و دگرگرده‌افشانی ۴۸ گونه مختلف متعلق به خانواده‌ی رزاسه نشان داد با افزایش دفعات گرده‌افشانی و سطح پلوئیدی میزان تشکیل میوه و بذر افزایش می‌یابد[۲۹]. در تحقیقی دیگر روی ارقام رز مانند روگوسا (*R. rugosa*) هیپ‌های حاصل از گرده‌افشانی آزاد و دگرگرده‌افشانی نسبت به خودگرده‌افشانی هشت برابر سنگین‌تر و ۴۰ برابر بذر بیشتری در هر هیپ داشتند [۹] . همچنین می‌توان به آزمایش ایزوله کردن شاخه‌ها در گونه وکسینیوم بری اشاره کرد؛ که میوه‌های آن نسبت به گرده‌افشانی آزاد و تلاقی‌ها از تعداد بذر کمتری برخوردار بودند [۱۱] .

۵.۳. اثر نوع گرده‌افشانی بر وزن هیپ

در تحقیق حاضر بیشترین وزن هیپ مربوط به گرده‌افشانی آزاد بود که به‌طور متوسط ۱/۴۵ گرم در کاشان و ۰/۹ گرم در آذران بود (جدول ۳). تکرار دگرگرده‌افشانی با گونه گل نسترن نیز در افزایش وزن هیپ موثر بود. بین ویژگی‌های میوه و گرده‌افشانی ارتباط نزدیکی وجود دارد. برای مثال، در گونه وکسینیوم بری یک ارتباط مثبت بین وزن میوه با کل بذرهای تشکیل شده و تعداد بذرهای قابل جوانه‌زنی گزارش شد [۱۱]. همچنین وزن سه واریته‌ی سیب با افزایش تعداد بذر افزایش یافت [۳۳]. شبیه این نتایج در کارهای صورت گرفته بر روی ارقام مختلف رز وجود دارد.

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۳. مقایسه میانگین به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن بر اثر خودگرده‌افشانی و دگرگرده‌افشانی با اکوتیپ دیگر و گونه‌ی گل نسترن بر درصد نمو هیپ، وزن هیپ، طول و عرض هیپ و میزان تشکیل بذر اکوتیپ‌های آذران و کاشان گل‌محمدی

تیمار	گرده گیرنده	سال زراعی ۱۳۹۱				سال زراعی ۱۳۹۲			
		نمو هیپ (٪)	وزن هیپ (g)	طول (mm)	عرض (mm)	بذر در هر هیپ	نمو هیپ (٪)	وزن هیپ (g)	طول هیپ (mm)	عرض (mm)	بذر در هر هیپ
آزاد گرده	کاشان	۱۲/۳۳^{ab}	۱/۴۳^{a}	۲۱/۸۳^{a}	۱۴/۱۱^{a}	۱۲/۱۴^{a}	۱۵/۲۵^{a}	۱/۴۶^{a}	۲۱/۵۸^{ab}	۱۴/۱۵^{a}	۱۳/۶۶^{a}
خودگرده †۱	کاشان	۲/۱۴^{e}	۰/۶۴^{de}	۲۱/۹۸^{a}	۷/۲۵^{g}	۲/۲۴^{e}	۲/۶۶^{cd}	۰/۵۷^{e}	۲۲/۲۳^{ab}	۷/۱۱^{g}	۱/۴۵^{e}
دگرگرده با آذران ۱	کاشان	۲/۳۸^{e}	۰/۶^{de}	۲۱/۲۳^{a}	۷/۵۲^{g}	۲/۲۵^{e}	۲/۲۶^{cd}	۰/۶۷^{de}	۲۱/۲۷^{ab}	۸/۲۹^{f}	۲^{de}
دگرگرده با نسترن۱	کاشان	۱۰/۳۵^{b}	۰/۹۷^{b}	۲۳/۰۹^{a}	۱۲/۹۳^{b}	۴/۵۶^{cd}	۱۲/۶^{ab}	۱/۰۶^{b}	۲۳/۱۲^{ab}	۱۳/۰۳^{b}	۵/۳۳^{bc}
خودگرده ††۲	کاشان	۲/۳۳^{e}	۰/۵۶^{de}	۲۱/۸۶^{a}	۸/۶۶^{e}	۱/۳^{e}	۲/۸۵^{cd}	۰/۵۲^{e}	۲۱/۸۱^{ab}	۸/۸۱^{e}	۲/۲۳^{de}
دگرگرده با آذران ۲	کاشان	۴/۱^{e}	۰/۶۳^{de}	۲۱/۸^{a}	۸/۳۸^{ef}	۲/۰۶^{e}	۳/۸۵^{c}	۰/۶۳^{e}	۲۱/۷۳^{ab}	۸/۴۱^{ef}	۲/۵۴^{de}
دگرگرده با نسترن۲	کاشان	۱۴/۷^{a}	۰/۹۲^{b}	۲۳/۷۷^{a}	۱۳/۰۵^{b}	۶/۳۵^{b}	۱۳/۱۸^{ab}	۱/۰۱^{b}	۲۵/۵۳^{a}	۱۲/۹۴^{ab}	۷/۳۳^{b}
آزاد گرده	آذران	۱۲/۳^{ab}	۰/۸۵^{bc}	۱۷/۹۳^{b}	۱۰/۶^{d}	۱۵/۶۶^{a}	۱۴/۱۳^{ab}	۰/۹^{bcd}	۱۸/۸۵^{ab}	۱۱/۲۶^{e}	۱۵/۷^{a}
خودگرده ۱	آذران	۲/۴۶^{e}	۰/۵۲^{e}	۱۵/۹۸^{b}	۸/۴۸^{ef}	۱/۳۵^{e}	۲/۲^{cd}	۰/۷^{de}	۱۷/۱۳^{ab}	۸/۴۹^{ef}	۱/۷۲^{e}
دگرگرده با کاشان۱	آذران	۳/۹۵^{e}	۰/۵۵^{de}	۱۵/۹۲^{b}	۸/۲۸^{f}	۱/۴۶^{e}	۳/۱۲^{cd}	۰/۵۹^{e}	۱۶/۰۲^{b}	۷/۰۴^{g}	۱/۸۵^{e}
دگرگرده با نسترن۱	آذران	۱۲/۲۸^{ab}	۰/۶۴^{de}	۱۷/۶^{b}	۱۰/۶۹^{d}	۴/۱^{bc}	۱۱/۳۵^{b}	۰/۷۰^{de}	۱۷/۳۸^{ab}	۱۰/۸۳^{d}	۴/۵^{bc}
خودگرده ۲	آذران	۲/۰۵^{e}	۰/۵۶^{de}	۱۷/۵۲^{b}	۸/۵۶^{ef}	۲/۱۷^{e}	۲/۱۶^{cd}	۰/۶۵^{e}	۱۸/۱۳^{ab}	۸/۵۶^{ef}	۱/۹^{e}
دگرگرده با کاشان۲	آذران	۳/۱۲^{e}	۰/۵۲^{e}	۱۷/۲۴^{b}	۷/۶۳^{g}	۱/۷^{de}	۱/۳۵^{d}	۰/۵۸^{e}	۱۷/۶۲^{ab}	۷/۶۱^{g}	۲/۴۵^{cd}
دگرگرده با نسترن۲	آذران	۱۴/۶۶^{a}	۰/۷۵^{cd}	۱۹/۵۱^{b}	۱۱/۲۱^{c}	۷/۰۸^{b}	۱۳/۶۶^{ab}	۰/۷۹۰^{cde}	۱۹/۱۴^{ab}	۱۰/۶۴^{d}	۶/۶۶^{b}

میانگین‌های هر ستون با حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار در سطح یک درصد هستند.

† عدد یک به معنای یکبار خود یا دگرگرده‌افشانی است. †† عدد دو به معنای دوبار خود یا دگرگرده‌افشانی است.

Archive of SID

www.SID.ir

به‌عنوان مثال، در روگوسا یک نسبت مستقیم بین وزن هیپ و تعداد آکن وجود دارد. قطر، وزن و تعداد آکن‌ها در دو رقم کارولینا (*R. carolina*) و ویرجینیا (*R. virginiana*) با هم ارتباط مثبت نشان دادند [۲۲]. در رزا هیبریدا (*R. hybrida*) نیز بین وزن هیپ، تعداد آکن و وزن آکن هم‌بستگی مستقیم مشاهده شد [۸].

۶.۳. اثر نوع گرده‌افشانی بر طول و عرض هیپ

تفاوت در منبع گرده‌افشانی می‌تواند خصوصیات ظاهری میوه را تحت تأثیر قرار دهد. در مطالعه‌ی حاضر طول هیپ تحت تأثیر اکوتیپ مادری بوده و با تغییر منبع گرده‌افشان و تکرار گرده‌افشانی تغییر نکرد (جدول ۳). در کل طول هیپ در کاشان نسبت به آذران بیشتر بود. اما، عرض با نوع گرده‌افشانی تغییر کرد. گرده‌افشانی آزاد و گرده‌ی گونه گل نسترن موجب افزایش قطر بیشتری نسبت به خودگرده‌افشان‌ها شدند. افزایش تعداد بذر و وزن هیپ می‌تواند بر این ویژگی تأثیرگذار باشد. همچنین، در سایر منابع نیز ذکر گردید که گرده‌افشانی با منابع مختلف گرده سبب تغییر ویژگی‌های میوه می‌شود [۱۹]. در بلوبری گل‌هایی که با گرده‌های قطورتر و بزرگ‌تر گرده‌افشانی شده بودند نسبت به خودگرده‌افشانی زودرس‌تر بوده‌اند [۲۴].

تفاوت‌های مشخصی بین ویژگی‌های هیپ در رقم‌های مختلف رز دیده شد. برای مثال بین هیپ‌های دامالیس (*R. dumalis*)، مالیس (*R. Mollis*)، ویلوسا (*R. villosa*) و روبیجینوزا (*R. rubiginosa*) یک محدوده‌ی تفاوتی از ۵/۲–۲/۱، ۱/۹–۱/۵، ۲/۸–۲/۱ گرم بسته به منبع گرده‌افشان وجود داشت [۳۰]. به‌طور متوسط وزن هیپ‌ها در ۲۰ واریته مختلف رز، ۴/۸۰۳–۳/۱۴۹ گرم بود. عرض هیپ‌ها ۱۹/۶۹–۵/۰۴ میلی‌متر و طول آنها ۲۴، ۵۴–۳۳ و ۳۶ میلی‌متر اندازه‌گیری شد [۱۰].

جدول ۴. تاثیر خودگرده‌افشانی و دگرگرده‌افشانی با اکوتیپ دیگر و گونه گل نسترن بر میزان ناسازگاری اکوتیپ‌های کاشان و آذران براساس محاسبه شاخص ناسارگاری

گرده دهنده	گرده گیرنده	دفعات گرده‌افشانی	شاخص ناسازگاری	میزان ناسازگاری
کاشان	کاشان	۱	۰/۱۷	به‌شدت ناسازگار
آذران	کاشان	۱	۰/۱۹	به‌شدت ناسازگار
نسترن	کاشان	۱	۰/۸۳	نسبتا ناسازگار
کاشان	کاشان	۲	۰/۱۹	به‌شدت ناسازگار
آذران	کاشان	۲	۰/۳۳	نسبتا ناسازگار
نسترن	کاشان	۲	۱/۱۹	سازگار
آذران	آذران	۱	۰/۲	به‌شدت ناسازگار
کاشان	آذران	۱	۰/۳۲	نسبتا ناسازگار
نسترن	آذران	۱	۱	سازگار
آذران	آذران	۲	۰/۱۶	به‌شدت ناسازگار
کاشان	آذران	۲	۰/۲۵	نسبتا ناسازگار
نسترن	آذران	۲	۱/۱۸	سازگار

Archive of SID
www.SID.ir

شاخص ناسازگاری (جدول ۴) وجود خودناسازگاری شدید در اکوتیپ‌های کاشان و آذران را نشان داد. ناسازگاری شدید بین اکوتیپ‌ها احتمالا به‌دلیل قرابت ژنتیکی بالا بین دو اکوتیپ است. طبق مطالعه حاضر شاید بتوان گل نسترن را به عنوان یک منبع گرده‌افشان برای گل‌محمدی در نظر گرفت. احتمال سازگار بودن گرده‌های این گونه همان‌طور که در جدول شماره چهار نشان داده شد وجود دارد.

۴. نتیجه‌گیری کلی

به‌عنوان نتیجه‌گیری می‌توان بیان داشت با پی بردن به میزان خودناسازگاری در گل‌محمدی و بین دو اکوتیپ ارزشمند آن و همچنین واکنش آن در مقابل گرده گونه گل نسترن امید است تا بتوان چشم‌انداز روشن‌تری را برای استفاده از صفات منحصر بفرد گل‌محمدی مانند معطر بودن آن ترسیم نمود. گل‌محمدی خودناسازگاری شدید دارد و گرده‌های مشابه را رد می‌کند همان‌طور که در گرده‌افشانی بین کاشان و آذران این اتفاق رخ داد. بنابراین امکان دارد با شناسایی آلل‌های ناسازگاری در گل‌محمدی و گونه‌ی گرده‌دهنده و یا گیرنده والدین سازگار را انتخاب نمود. همچنین همان‌گونه که ذکر شد هیبریدگیری در رز دارای موانعی مانند سقط جنین می‌باشد که موجب کاهش تشکیل بذر هیبرید می‌گردد. در نتیجه تکنیک نجات جنین می‌تواند تا حدود زیادی به حل این مشکل کمک کند.

منابع

۱. علیمی ح و رضانژاد ف (۱۳۸۷). بررسی الگوهای خودناسازگاری برای شناسایی رقم‌های خودسازگار و خودناسازگار اطلسی Petunia hybrida grandiflora (Solanaceae). مجله علمی - پژوهشی دانشگاه اصفهان (علوم پایه). ۳۵(۶): ۲۶-۱۳.

۲. نجاتیان، م ع و عبادی ع (۱۳۸۵). بررسی جوانه زنی و رشد لوله گرده یازده رقم زردآلو در شرایط درون شیشه‌ای. مجله علوم کشاورزی. ۱۲(۱): ۳۲۳-۳۱۳.

3. Baydar, H., Erbaş, S., Kazaz, S. 2016. Variations in floral characteristics and scent composition and the breeding potential in seed-derived oil-bearing roses (Rosa damascena Mill.). Turkish Journal of Agriculture and Forestry , 40:560-569.

4. Bendahmane, M., Dubois, A., Raymond, O., and Bris, M.L. Genetics and genomics of flower initiation and development in roses. J. Exp. Bot. 64: 847–857

5. Boskabady MH, Shafei MN, Saberi Z and Amini S (2011) Pharmacological effects of Rosa damascena. Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 14(4): 295-307.

6. Boskabady MH, Kiani S, Rakhshandah H (2006) Relaxant effects of Rosa damascena on guinea pig tracheal chains and its possible mechanism (s). Iranian Journal of Basic Medical Sciences. 106: 377-382.

7. Cai YZ, Xing J, Sun M, Zhan ZQ, Corke HJ (2005) Phenolic antioxidants (hydrolyzable tannins, flavonols, and anthocyanins) identified by LC-ESI-MS and MALDI-QIT-TOF MS from Rosa chinensis flowers. Agricultural and Food Chemistry. 53(26): 94-99.

8. Devries DP and Dubois LAM (1998) Pollen and pollination experiments. X. the effect of repeated pollination on fruit-and seed set in crosses between the hybrid tea-rose cvs. Sonia and Ilona. Euphytica. 32(3): 685-689.

9. Dobson HEM, Danielson EM, Van Wesp ID (2000) Pollen odor chemicals as modulators of bumble bee foraging on Rosa rugosa Thunb (Rosaceae). Plant Species Biology. 14: 153-166.

Archive of SID
www.SID.ir

10. Ercişli S and Eşitken A (2004) Fruit characteristics of native rose hip (Rosa spp.) selections from the Erzurum province of Turkey. New Zealand journal of crop and horticultural science. 32(1): 51-53.

11. Forest B (2005) Pollination and Breeding System of Lowbush Blueberries, Vaccinium angustifolium and myrtilloides Michx (Ericacaeae). African Journal of Plant Science. 7(11): 48-57.

12. Gudin S (2001) Rose breeding technologies. Acta Horticulturae. 574: 23-25.

13. Hajilu J, Garigurian V, Mohamadi A, Nazemie A and 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.

14. Halász J, Andrzej P (2010) S-genotyping supports the genetic relationships between Turkish and Hungarian apricot germplasm. Journal of the American Society for Horticultural Science. 135(5): 410-417.

15. Jersáková J and D. Johnson S (2006) Lack of floral nectar reduces self-pollination in a fly-pollinated orchid. Oecologia. 147(1): 60-68.

16. Jicinska D (1975) Autogamy in various species of the genus Rosa. Preslia. 48: 225-229.

17. Kroon GH, Zeilinga AE (1994) Apomixis and heterogamy in rose rootstocks (Rosa canina L.). Euphytica. 23(2): 345-352.

18. Lee SH, Kim WS and Han TH (2009) Effects of post-harvest foliar boron and calcium applications on subsequent season's pollen germination and pollen tube growth of Pear (Pyrus pyrifolia). Scientia Horticulturae. 122(1): 77-82.

19. Lee TD (1988) Patterns of fruit and seed production. In: Lovett Doust J. and Lovett Doust L. (Eds.). Plant Reproductive Ecology: Patterns and Strategies. Oxford University Press, New York, Oxford. 179–202.

20. Meng D, Gu Z, Li W, Wang A, Yuan H, Yang Q and Li T (2014) Apple MdABCF assists in the transportation of S-RNase into pollen tubes. Plant Journal. 78: 990-1002.

21. Macphail VJ and Kevan PG (2009) Review of the breeding systems of wild Roses (Rosa spp.). Global science books. 3(1): 1-13.

22. MacPhail, V.J. and Kevan, P.G. 2007. Reproductive success and insect visitation in wild roses (Rosa spp.). Acta Hort. 751:381-388

23. McClure B, Cruz-García F and Romero C (2011) Compatibility and incompatibility in S-RNase-based systems. Annals of botany. 108(4): 647-658.

24. Payne JA, Amis AA, Cane JH and Lyrene PM (1998) Fruit size, seed size, seed viability and pollination of rabbiteye blueberries (Vaccinium ashei Reade). In IV International Symposium on Vaccinium Culture. 24: 38-43.

25. Schoen DJ and Lloyd DG (1999) Self-and cross-fertilization in plants. III. Methods for studying modes and functional aspects of self-fertilization. International Journal of Plant Sciences. 25: 381-393.

26. Silva NF and Goring DR (2001) Mechanisms of self-incompatibility in flowering plants. Cellular and Molecular Life Sciences. 58(14): 1988-2007.

27. Stone LM, Seaton KA, Kuo J and McComb JA (2004) Fast pollen tube growth in Conospermum species. Annals of Botany. 93(4): 369-378.

28. Taslimpour MR and Aslmoshtaghi E (2013)

Archive of SID
www.SID.ir

Study of self-incompatibility in some Iranian olive cultivars. Crop Breeding Journal. 3(2):123-127.

29. Ueda Y and Akimoto S (2001) Cross-and self-compatibility in various species of the genus Rosa. Journal of Horticultural Science and Biotechnology. 76(4): 392-395.

30. Uggla M and Nybom H (2000) Domestication of a new crop in Sweden-dogroses (Rosa caninae) for commercial rose hip production In Eucarpia. Symposium on Fruit Breeding and Genetics. 484: 147-152.

31. Voyiatzi ci (2005) An assessment of the in vitro germination capacity of pollen grains of five tea hybrid rose cultivars. Euphytica. 83: 199-204.

32. Wronska-pilarek D and Tomlik-wyremblewska A (2010) Pollen viability and in vitro germination of selected Central European species from genus Rosa analysed with different methods. Dendrobiology. 64: 36-43.

33. Ward DL, Marini RP and Byers RE (2001) Relationships among day of year of drop, seed number, and weight of mature apple Suit. Horticultural Science. 36(l): 45-48.

Archive of SID

www.SID.ir