فصلنامه (علمی – پژوهشی)
زیست شناسی تکوینی
سال دوازدهم، شماره ۱، زمستان ۱۳۹۸ ص. ۲۶-۱۳

مقاله پژوهشی

مطالعه توان زیستی چند ژنوتیپ گرده و مقایسه گرده‌افشانی دستی و طبیعی در پسته (*Pistacia vera* L.)

نجمه حسینی[۱]، فرخنده رضانژاد*[۱]، الهه زمانی بهرام‌آبادی[۱]

[۱] گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران

* Email: frezanejad@gmail.com

تاریخ دریافت: ۹۷/۱۱/۰۸ تاریخ پذیرش: ۹۸/۰۷/۱۵

چکیده

در گیاهان برای تولید دانه بیشتر، در شرایطی که گرده‌افشانی طبیعی کافی نیست می‌توان از گرده‌افشانی دستی استفاده کرد. در گیاه پسته گرده‌افشانی دستی می‌تواند راه‌حلی برای مبارزه با کاهش تولید در اثر کمبود گرده باشد. در این پژوهش، قدرت زیست گرده چندین ژنوتیپ نر پسته و همچنین کارآیی گرده‌افشانی دستی و طبیعی با هم مقایسه شدند. تعداد ۲۱ ژنوتیپ نر انتخاب و میزان رویش گرده‌ها و رشد لوله‌ها در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی بین آن‌ها مقایسه شد. بعد از ۲/۵ ساعت از کشت، ژنوتیپ‌های ۱۳ (۵۳/۳۳%) و ۱۷ (۵۲/۵۶%) بالاترین درصد رویش و ژنوتیپ ٦ (۱۱۰ میکرومتر) بالاترین طول لوله گرده را نشان دادند. پس از ۵ ساعت، ژنوتیپ ۲۱ (۷٤/٦٦%) بالاترین درصد رویش و ژنوتیپ ۸ (۱۵۰ میکرومتر) بالاترین طول لوله را نشان دادند. گرده‌افشانی دستی با مخلوطی از گرده‌های ژنوتیپ‌های مرغوب (۲۱، ۱۷، ۱۳، ۸ و ٦)، روی دو رقم ماده احمد آقایی و کله‌قوچی اجرا و مقایسه آن با گرده‌افشانی طبیعی به صورت طرح کرت خرد شده انجام شد. در گرده‌افشانی دستی همه گل‌ها دارای گرده ولی در گرده‌افشانی باز ٦۷% گل‌ها فاقد گرده بودند. درصد ریزش گل‌ها و میوه‌های کوچک در گرده‌افشانی باز (۸۵%) بیشتر از گرده‌افشانی دستی (۷۹%) بود اما درصد پوکی میوه‌ها در گرده‌افشانی دستی (۲۰%) بیشتر از گرده‌افشانی باز (۱%) بود. می‌توان احتمال داد که تراکم بالای گرده در گرده‌افشانی دستی، ریزش گل‌ها را کاهش و تعداد میوه را افزایش داده اما به علت ناکافی بودن مواد غذایی بسیاری از دانه‌ها نتوانستند رشد کنند و در نتیجه میوه پوک تولید کردند.

کلیدواژه‌ها: پوکی، ریزش گل، کشت گرده، طول لوله گرده.

مقدمه

یکی از مهم‌ترین عوامل کاهش محصول در بسیاری از گونه‌های زراعی و باغی، گرده‌افشانی ناکافی است. این عامل در مدیریت باغ‌های پسته نیز اهمیت زیادی دارد. درخت پسته به دلیل دوپایه بودن به اجبار دگرگرده‌افشانی انجام می‌دهد و گرده‌افشانی آن با کمک باد صورت می‌گیرد [۹]. برای تضمین گرده‌افشانی و رسیدن به حداکثر تولید دانه، درختان نر باید به تعداد کافی حضور داشته باشند. به عبارتی درختان نر و ماده بایستی در میان یکدیگر و به نسبت یک درخت نر به ازای هر ۸ تا ۱۱ درخت ماده در باغ‌های پسته

پراکنده شده باشند [۱۲]. این در حالی است که به طور معمول درختان نر به تعداد کافی و در جهت مناسب کاشته نشده‌اند، همچنین در بسیاری از مواقع کیفیت گرده‌ها پایین است. دوره گل‌دهی درختان نر و ماده نیز همیشه با یکدیگر هم‌پوشانی ندارد و به طور معمول گل‌های ماده بعد از گل‌های نر شکوفا می‌شوند [۳۲،۳۹].

گرده‌افشانی دستی یک راه‌حل موقتی جهت رفع مشکل باغ‌ها با گرده‌افشانی ناکافی است [۲۸]. محققی به نام Kuru [۲۹] از چندین روش مخلوطی (پودر نشاسته، آرد برنج و آرد گندم نرم و سخت) برای گرده‌افشانی دستی درختان پسته استفاده کرد و نشان داد که نتایج موفقیت‌آمیزی از مخلوط یک درصد گرده حاصل می‌شود. استفاده از گرده گونه‌های دیگر سرده پسته برای گرده‌افشانی پسته اهلی، وزن مغز و درصد خندانی را کاهش می‌دهد [۱۶،۲۱]. در بررسی اثر گرده چندین ژنوتیپ نر روی ویژگی‌های دانه پسته گزارش شد که هیچ تفاوت آشکاری در اندازه آجیل (مغز و پوست سخت)، درصد خندانی و وزن خشک رویان هنگام استفاده از گرده ژنوتیپ‌های مختلف پسته دیده نمی‌شود. در گزارشی دیده شده که گرده‌افشانی دستی نه تنها تعداد میوه در هر خوشه و تولید کلی در هر خوشه را زیاد می‌کند بلکه اندازه دانه و وزن خشک مغز را بهبود می‌بخشد [۲۵] هیچ نوع ناسازگاری میان ژنوتیپ‌های مختلف نر و ماده پسته وجود ندارد و همه درختان نر پسته می‌توانند درختان ماده را گرده‌افشانی کنند [۱۰]. از طرفی Acar و Eti [۱۲] نشان دادند که میزان ریزش گل‌ها و میوه‌های کوچک نه تنها تحت تأثیر ویژگی‌های ژنتیکی ارقام ماده است بلکه تحت تاثیر نوع گرده‌افشانی نیز قرار می‌گیرد. زمانی که مشخص شد گرده‌افشانی ناکافی منجر به کاهش میوه‌بندی می‌گردد، مطالعه رویش و رشد دانه‌های گرده انواع ژنوتیپ‌های نر اهمیت زیادی یافت. مطالعه رویش گرده به صورت درشیشه یک روش آسان و قابل‌اطمینان برای بررسی توان زیستی گرده‌های تازه یا ذخیره شده است. محیطی که برای کشت گرده مورد استفاده قرار می‌گیرد برای گونه‌های مختلف متفاوت است و گستره‌ای از محیط‌های ساده (ساکارز و بوریک اسید) تا محیط‌های پیچیده را شامل می‌شود [۲۶،۳۰]. توان زیستی گرده ممکن است در مراحل مختلف نموی تحت تأثیر قرار بگیرد. همان‌طور که قابل انتظار است بیشتر عواملی که بر قابلیت زیست گرده اثر می‌گذارند در زمان آزاد شدن گرده‌ها از بساک عمل می‌کنند اما در برخی حالت‌ها، وقوع تنش‌های مختلف در طول نمو گرده درون بساک ممکن است که به طور قدرتمندی بر توان زیستی گرده اثر بگذارد. در مقایسه، رشد لوله گرده در مادگی به نظر می‌رسد که نسبت به تنش‌ها غیرحساس باشد [۱۹]. توان زیستی گرده گیاهان در زمان ذخیره توسط Stanley و Linskens [۳۸] بررسی شده است و داده‌ها دلالت بر این دارند که توان زیستی به وسیله رطوبت نسبی، درجه حرارت، ترکیب اتمسفر و فشار اکسیژن محل نگهداری گرده‌ها تحت تأثیر قرار می‌گیرد [۱۹]. دانه‌های گرده به pH [۱۴،۳۳] آلودگی محیط نیز بسیار حساس می‌باشند و آلودگی باعث ایجاد تغییراتی از جمله کاهش توانایی رویش گرده و رشد لوله گرده می‌شود [۸].

در کار Afshari و همکاران [۱۵] بالاترین و کم‌ترین درصد رویش گرده‌های تازه پسته، ۸۵% و ۵۳% برای دو ژنوتیپ نر تعیین شد و بعد از ۳ روز نگهداری گرده‌ها، به ۱۶% و ۸% کاهش یافت. در یک مطالعه دیگر روی میزان رویش گرده‌های ۱۰ ژنوتیپ پسته ایرانی مشخص شد که گرده‌های تر میزان رویش در دامنه‌ای بین ۳۰ تا ۸۵% دارند. همچنین بعد از ۱ ماه از نگهداری گرده در یخچال، قدرت رویش بین ۱۰ تا ۳۷% تعیین شد و برای همه ژنوتیپ‌ها بعد از ۳ ماه رویش به صفر رسید کامیاب و همکاران [٤] در تحقیق طلایی و همکاران [۲] توان رویش گرده‌های تر پسته از چهار ژنوتیپ ایرانی بین ۷۰ تا ۸٤ % تعیین شد. ایشان گزارش کردند که آغشته کردن جوانه‌های گل‌آذین نر به برخی ترکیبات روغنی در زمستان، می‌تواند از طریق کمک به تامین نیاز سرمایی، توان رویش گرده‌های حاصل از این گل‌آذین‌ها را نسبت به شاهد افزایش دهد. از طرفی Acar و Ak [۱۱] به رویش بالایی از دانه‌های گرده پسته یعنی حدود ۹٤% و ۷۲% با استفاده از محلول ساکارز ۲۰ درصد و ۱۵ درصد به ترتیب دست یافتند.

در مقایسه گرده‌افشانی باز و دستی در پسته، بختیاری و همکاران [۱] نشان دادند که در رقم ماده پوست سرخ، گرده افشانی مصنوعی نسبت به گرده افشانی طبیعی در سطح احتمال ۱%، عملکرد را ٦١/٨٦% و در رقم عباسعلی عملکرد را نسبت به گرده افشانی طبیعی به میزان ٥٥/٨٨% افزایش می‌دهد. در رقم پوست سرخ این میزان افزایش در سطح معنی داری ٥% معادل ٠٧/٤٦% بوده است. در کل نتایج بدست امده از تحقیق ایشان نشان دادند که گرده افشانی مصنوعی در کلیه ارقام باعث افزایش عملکرد نسبت به گرده افشانی طبیعی می‌شود. از طرفی کاشانی زاده و همکاران [۳] نشان دادند که گرده افشانی تکمیلي (مصنوعی) در پسته بر تعداد میوه در هر خوشه و کاهش درصد پوکي اثرات مثبت دارد. گرده افشانی تکمیلي نه تنها صفات کمی (تعداد میوه در خوشه و وزن خشک مغز) را افزایش داد، بلکه صفات کیفی مانند درصد ناخنداني و پوکي رابه ترتیب در ارقام ماده اکبري، اوحدی و کله بزی کاهش داد. در تحقیق Caglar و Kaska [۲۰]، درصد پسته‌های پوک در گرده‌افشانی طبیعی ۲۰% بود و این میزان با گرده‌افشانی دستی توسط مخلوط گرده و آرد به ۱۰% و با گرده‌افشانی دستی توسط گرده خالص به ۶% کاهش یافت.

با توجه به اهمیت گرده‌افشانی به عنوان یک عامل محدودکننده تولید در بسیاری از باغ‌های پسته، در این پژوهش توان زیستی گرده چندین ژنوتیپ نر در منطقه نوق رفسنجان بررسی شد و ژنوتیپ‌های مرغوب انتخاب شدند. گرده‌افشانی دستی به وسیله گرده‌های تازه و خالص ژنوتیپ‌های انتخاب شده انجام شد و میزان کارایی گرده‌افشانی دستی با محاسبه میزان ریزش گل‌ها و میوه‌ها و درصد پوکی میوه‌ها بررسی و با گرده‌افشانی باز مقایسه شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بخش نوق شهرستان رفسنجان، استان کرمان انجام شد. این منطقه با مساحت ۲۳۰٤/۳۷٥ کیلومترمربع، بین ''١٦ °٥٥ تا ''٢ °٥٦ طول شرقی و ''٣٦ °٣٠ تا ''١٤ °٣١ عرض شمالی در شمال رفسنجان واقع شده است. تعداد ۲۱ ژنوتیپ نر پسته واقع در باغ‌های منطقه انتخاب و شماره‌گذاری شدند و جمع‌آوری گرده در فروردین ماه و از طریق تکاندن گل‌آذین‌های نر در کیسه پلاستیکی انجام شد.

مطالعه رویش و رشد لوله گرده به صورت در شیشه

گرده‌های تازه از گل‌آذین‌های نر جوان هر کدام از ژنوتیپ‌ها روی محیط کشت حاوی ۲۰۰ گرم در لیتر ساکارز، ۱۰ گرم در لیتر آگار، ۰/۱ گرم در لیتر بوریک اسید، ۰/۱ گرم در لیتر نیترات پتاسیم، ۰/۳ گرم در لیتر نیترات کلسیم و ۰/۲ گرم در لیتر سولفات منیزیم (pH=٦) کشت داده شدند. پس از گذشت ۲/٥ و ٥ ساعت از کشت، نمونه‌ها با اسید استیک ٤٥% تثبیت شدند. برای تعیین درصد رویش، هر پتری با کمک میکروسکوپ نوری در ٥-٤ میدان دید مشاهده شد. حدود ۲۰۰ دانه گرده بررسی و درصد دانه‌های رویش یافته به کل گرده‌های میدان دید محاسبه شد. برای سنجش میزان رشد لوله‌های گرده طول ۲۰ لوله گرده در هر پتری با استفاده از عدسی میکرومتری اندازه‌گیری شد. هر آزمایش سه بار تکرار شد [۲۲].

گرده‌افشانی دستی و مقایسه کارایی آن با گرده‌افشانی باز

مطالعه روی پایه‌های ماده دو رقم احمدآقایی و کله‌قوچی با سه تکرار (سه درخت) از هر رقم انجام شد. در هر درخت (یک تکرار) چهار شاخه به طور دستی گرده‌افشانی شدند به این ترتیب که چهار شاخه حاوی حداقل ۳-۲ جوانه گل‌آذین، قبل از شکوفایی با کاغذ مومی پوشانده شدند. در زمان پذیرندگی گل‌های ماده، گل‌آذین‌های ژنوتیپ‌های نر برتر (بر اساس جوانه‌زنی گرده و رشد لوله گرده در محیط کشت)، جمع‌آوری و مخلوط گرده آن‌ها روی گل‌های ماده تکانده و دوباره گل‌ها درون کاغذ مومی قرار داده شدند. برای اطمینان از گرده‌افشانی، این کار بعد از ٤٨ ساعت تکرار شد و بقیه شاخه‌ها در معرض گرده‌افشانی باز قرار گرفتند. همچنین تعدادی گل‌آذین داخل کیسه‌های مومی، گرده‌افشانی نشدند و به عنوان شاهد منفی استفاده شدند (شکل ۱). پارامترهایی از جمله درصد گل‌های ماده دارای گرده، ریزش گل‌ها و میوه‌ها و پوکی میوه‌ها محاسبه شد.

شکل ۱A-C. گرده‌افشانی باز، دستی و عدم گرده‌افشانی. A- درختان با گرده‌افشانی باز، دستی و عدم گرده‌افشانی به طور هم‌زمان، B- شاخه فاقد گرده فشانی که ۱۰۰% گل‌ها ریزش کردند، C- میوه‌بندی بعد از گرده‌افشانی دستی

برای محاسبه درصد گل‌های دارای گرده، ٤٨ ساعت بعد از گرده‌افشانی دوم، برای مطالعه ریزش گل‌ها و میوه‌های کوچک ۸ هفته بعد از شکوفایی (زمان لازم برای ریزش کامل گل‌ها و میوه‌های کوچک) و برای مطالعه پوکی، زمان برداشت محصول نمونه‌برداری صورت گرفت (این زمان‌ها به طریق تجربی بدست آمدند).

برای محاسبه درصد گل‌های ماده دارای گرده، نمونه‌های گل به مدت ٢٤ ساعت در محلول کارنوی تثبیت و تا زمان مطالعه در الکل ۷۰% نگه‌داری شدند. گل‌های ماده به ترتیب در سری‌های اتانول رو به کاهش (۵۰%، ۳۰%) و آب مقطر، هر مرحله به مدت ۱۰ دقیقه آب‌دهی شدند. سپس نمونه‌ها در محلول سود ۸ مولار به مدت یک شب قرار داده شدند و به آرامی از محلول سود به آب جاری و آب مقطر انتقال یافتند. چند مرتبه آب نمونه‌ها عوض شد. بعد از شفاف شدن، نمونه‌ها با آبی آنیلین رنگ‌آمیزی شدند. آبی آنیلین گرده‌ها و لوله‌ها را رنگ‌آمیزی می‌کند. حدود ۲۰ گل ماده، از رنگ خارج و روی لام گذاشته شدند. چند قطره رنگ روی نمونه‌ها ریخته، لامل راگذاشته و پس از له کردن جزئی، با کمک میکروسکوپ فلورسنت درصد گل‌های دارای گرده به کل گل‌ها محاسبه شد [۳۱].

برای محاسبه درصد ریزش گل‌ها و میوه‌های کوچک، تعداد گل‌ها هنگام شکوفایی و تعداد میوه‌های باقی‌مانده هنگام برداشت شمارش شد و از کسر کردن این دو عدد، تعداد گل‌ها و میوه‌های ریخته شده محاسبه شد. تعداد گل‌ها و میوه‌های ریخته شده نسبت به تعداد گل‌های اولیه در زمان شکوفایی به صورت درصد بیان شد. برای محاسبه درصد پوکی در هر تکرار، ۱۰۰ میوه به طور تصادفی انتخاب و تعداد میوه‌های پوک محاسبه شد [۷].

برای مطالعه رویش و رشد دانه‌های گرده در شرایط در شیشه، آزمایش به صورت طرح بلوک کاملاً تصادفی صورت گرفت. برای مقایسه کارایی گرده‌افشانی باز (شاهد) با گرده‌افشانی دستی، آزمایش به صورت طرح کرت خرد شده (Split plot) با سه تکرار صورت گرفت.

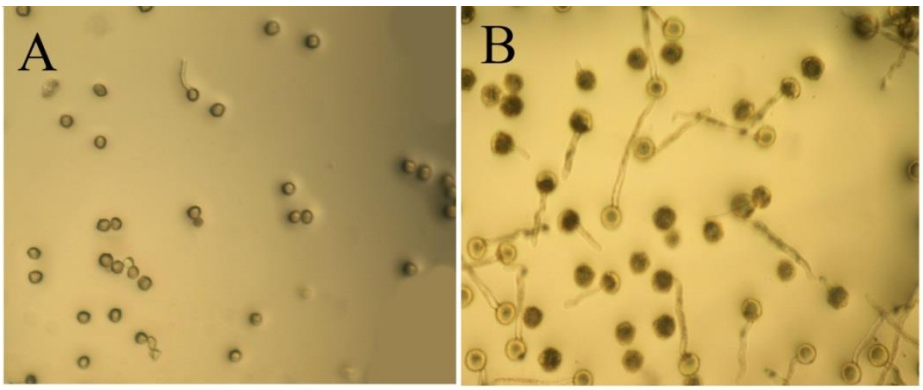
آنالیز آماری داده‌ها با نرم‌افزارهای SAS و MSTATC انجام گرفت. داده‌ها به صورت میانگین تکرارها ± انحراف از میانگین ارائه شده‌اند. مقایسه میانگین‌ها بر پایه آزمون دانکن صورت گرفت و نمودارها با نرم‌افزار Exel رسم شدند.

نتایج

رویش و رشد لوله‌های گرده ۲۱ ژنوتیپ نر به صورت در شیشه

درصد رویش و رشد لوله‌های گرده در فاصله زمانی ۲/۵ و ۵ ساعت پس از کشت در سطح ۱% معنی‌دار شد (جدول۱). از نظر درصد رویش ۲/۵ ساعت پس از کشت، ژنوتیپ‌های ۱۷ (۵۶%/۵۲%) و ۱۳ (۳۳%/۵۳%) بالاترین درصد رویش و ژنوتیپ ۱۸ پایین‌ترین درصد (۳۶%/۱%) را داشتند (شکل 2A، نمودار ۱). در حالی که ۵ ساعت پس از کشت ژنوتیپ ۲۱ بالاترین درصد (۶۶%/۷۴%) (شکل 2B) و ژنوتیپ‌های ۱ و ۵ پایین‌ترین درصد (به ترتیب ۹% و ۹۳%/۹%) را نشان دادند (نمودار ۲). همچنین از نظر میزان رشد لوله‌های گرده، ۲/۵ ساعت بعد از کشت، ژنوتیپ ۶ بالاترین رشد (۱۱۰ میکرومتر) و ژنوتیپ ۵ پایین‌ترین رشد

(۱۷ میکرومتر) را داشتند (نمودار ۳)، در حالی که ۵ ساعت بعد از کشت ژنوتیپ ۸ بالاترین میزان رشد (۱۵۰ میکرومتر) و ژنوتیپ ۲۰ کمترین رشد (۴۶ میکرومتر) را نشان دادند (نمودار ۴). در ژنوتیپ‌های مطالعه شده ۲/۵ ساعت بعد از کشت، تنها دو ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۱۷) درصد رویش بالای ۵۰% (۵۳/۳۳ و ۵۲/۵۶) را نشان دادند در حالی که ۵ ساعت پس از کشت اکثر ژنوتیپ‌ها درصد رویش حدود ۵۰ درصد را نشان دادند و فقط ۸ ژنوتیپ همچنان درصد رویش پایین داشتند. به این ترتیب ژنوتیپ‌های ۶، ۸، ۱۳، ۱۷ و ۲۱ به عنوان ژنوتیپ‌های برتر منطقه برای گرده‌افشانی دستی مورد استفاده قرار گرفتند.

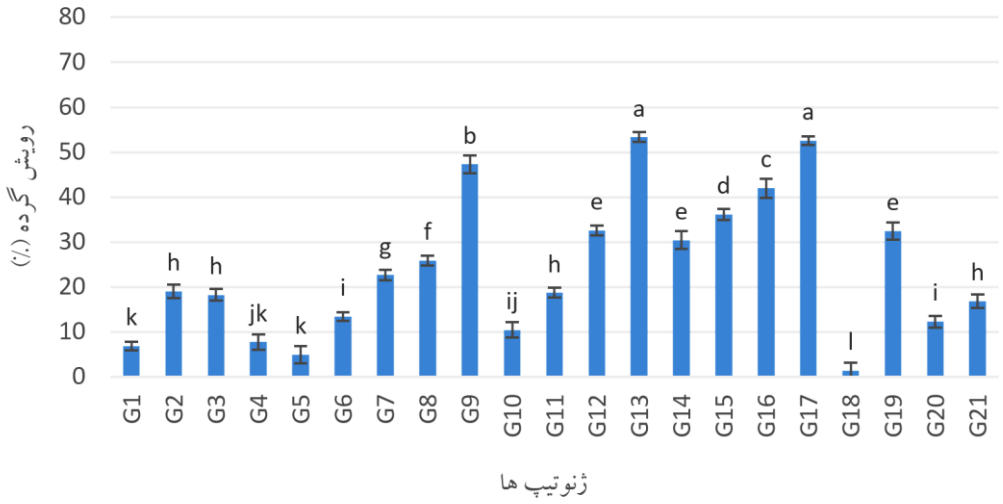


شکل ۲A,B. رویش و رشد لوله گرده دو ژنوتیپ نر. A- رویش و رشد لوله گرده ژنوتیپ ۱۸، ۲/۵ ساعت پس از کشت (رویش پایین)، B- رویش و رشد لوله گرده ژنوتیپ ۲۱، ۵ ساعت پس از کشت (رویش بالا).

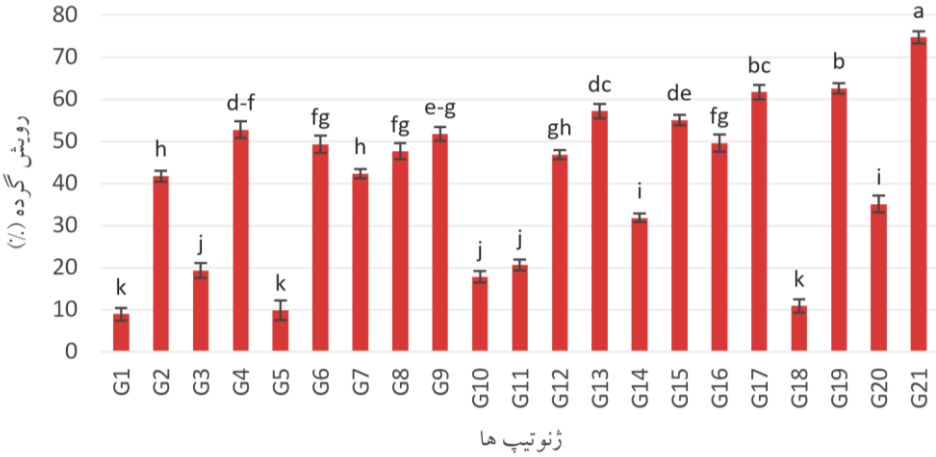
جدول۱. تجزیه واریانس رویش و رشد لوله گرده ۲۱ ژنوتیپ نر پسته در محیط کشت

منابع تغییر	درجه آزادی	رویش بعد از ۲/۵ ساعت	رویش بعد از ۵ ساعت	رشد بعد از ۲/۵ ساعت	رشد بعد از ۵ ساعت
تکرار	۲	۱۰/۱۵ ns	۱۱/۰۹ ns	۰/۰۰۰۰۴ ns	۰/۰۰۰۰۰۶ ns
ژنوتیپ	۲۰	۷۳۲/۷۹ **	۱۱۰۷/۴۷ **	۰/۰۰۱۱ **	۰/۰۰۲۵ **
خطا	۴۰	۳/۳۴	۸/۷۳	۰/۰۰۰۰۳	۰/۰۰۰۰۴۶

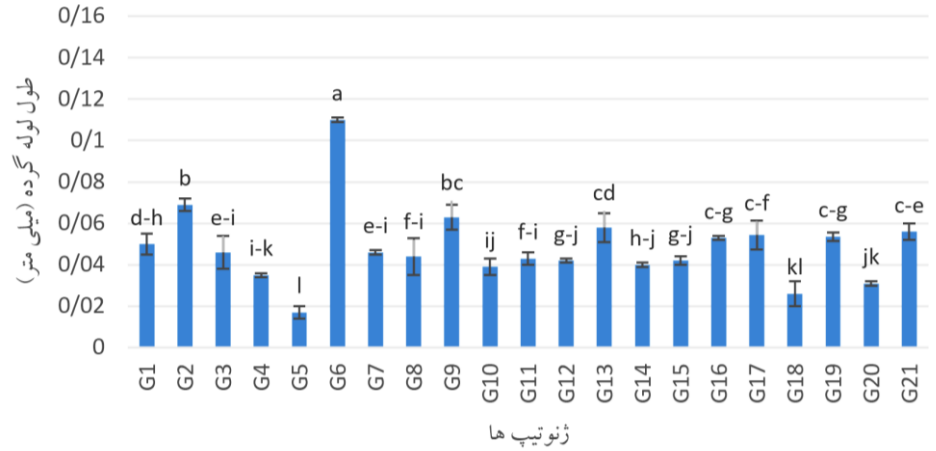
ns عدم وجود اختلاف معنی‌دار، * و ** به ترتیب معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یك درصد می‌باشد



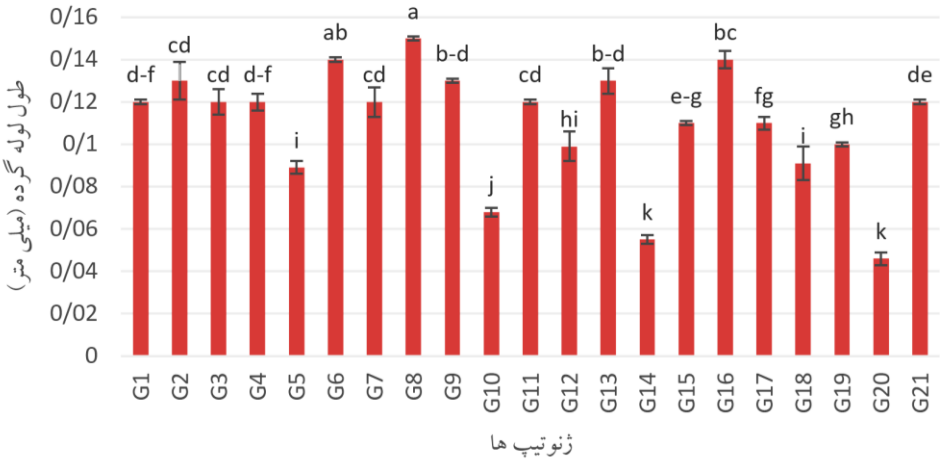
نمودار ۱. درصد رویش دانه‌های گرده ۲۱ ژنوتیپ نر پسته در محیط کشت بعد از ۲/۵ ساعت. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% اختلاف معنی‌داری ندارند.



نمودار ۲. درصد رویش دانه‌های گرده ۲۱ ژنوتیپ نر پسته در محیط کشت بعد از ۵ ساعت. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% اختلاف معنی داری ندارند.



نمودار ۳. طول لوله دانه‌های گرده ۲۱ ژنوتیپ نر پسته در محیط کشت بعد از ۲/۵ ساعت. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% اختلاف معنی داری ندارند.



نمودار ۴. طول لوله دانه‌های گرده ۲۱ ژنوتیپ نر پسته در محیط کشت بعد از ۵ ساعت. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% اختلاف معنی داری ندارند.

مقایسه کارایی گرده‌افشانی باز (شاهد) با گرده‌افشانی دستی روی دو رقم کله‌قوچی و احمدآقایی

میزان گل‌های فاقد گرده: در گل‌های با گرده‌افشانی باز کلاله‌ها یا فاقد گرده و یا دارای تعداد بسیار کمی گرده (شکل ۳C) نسبت به گل‌های با گرده‌افشانی دستی (شکل ۳D,E) بودند، به طوری که بعد از گرده‌افشانی دستی، تراکم بالایی از دانه‌های گرده روی سطح کلاله (شکل ۳D) و تراکم بالایی از لوله‌های گرده در خامه به سمت تخمدان (شکل E ۳) دیده شد. لوله‌های گرده در مسیر دستجات آوندی کلاله و خامه (شکل ۳H) به سوی تخمدان (شکل ۳F) حرکت می‌کنند تا از سمت بنی وارد تخمک و منجر به لقاح شالازوگامی شوند. حضور دستجات آوندی، کرک‌های دمگل (شکل ۳I) و کرک‌های براکته پای گل (شکل ۳J) در تشخیص لوله‌های گرده اختلال ایجاد می‌کنند. بنابراین برای شمارش لوله‌های گرده دقت بالایی مورد نیاز است. فقط اثر نوع گرده‌افشانی روی درصد گل‌های فاقد گرده، بعد از گرده‌افشانی معنی‌دار شد (جدول ۲) و درصد گل‌های فاقد گرده در گرده‌افشانی باز (٦٧%) بیش‌تر از گرده‌افشانی دستی (۰%) شد (نمودار A ۵). دو رقم از نظر درصد گل‌های فاقد گرده تفاوت معنی‌دار نداشتند. (جدول ۲). اثر متقابل رقم و نوع گرده‌افشانی نیز معنی‌دار نشد (جدول ۲).

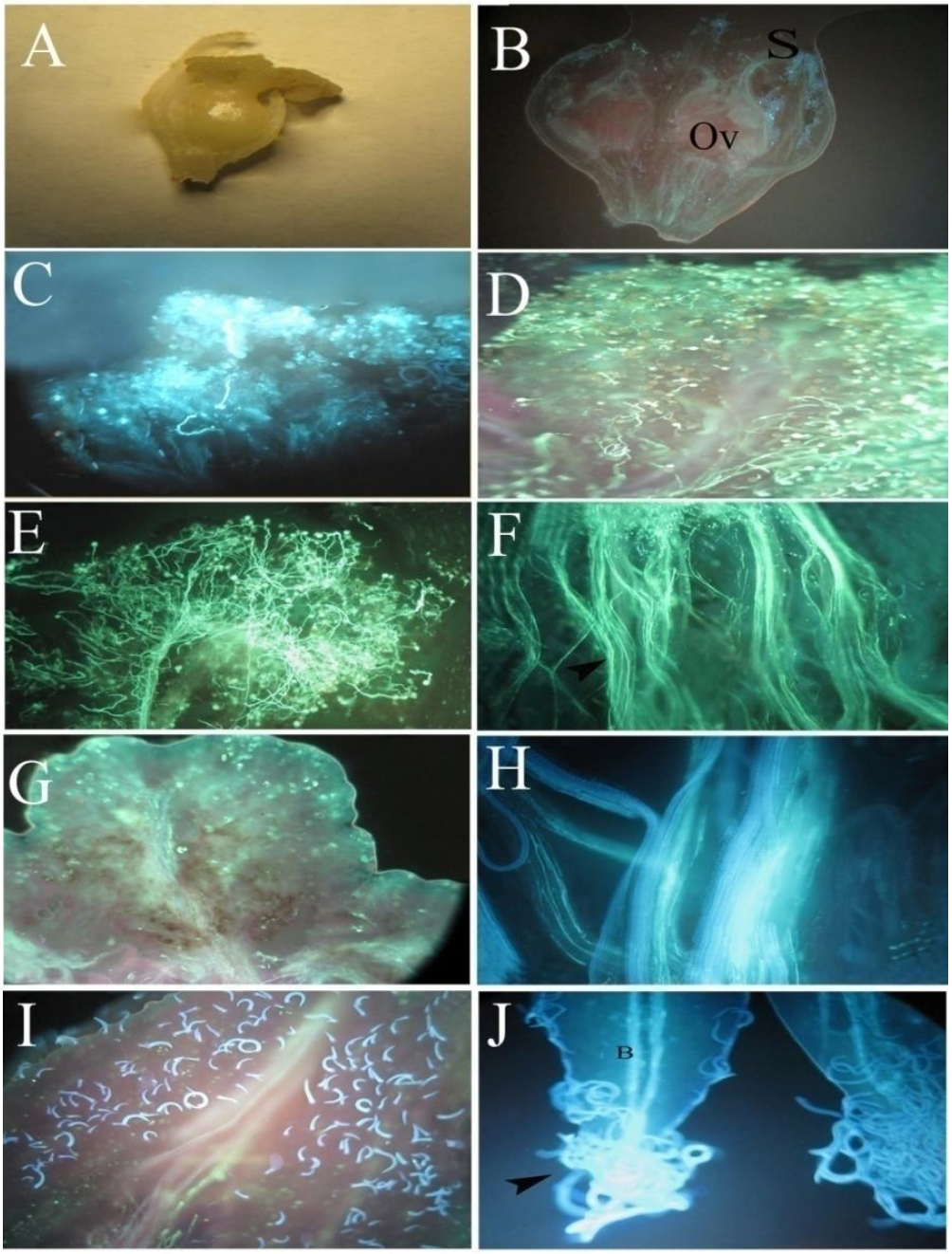
ریزش گل‌ها و میوه‌های کوچک: تنها اثر نوع گرده‌افشانی روی ریزش گل‌ها و میوه‌های کوچک معنی‌دار (جدول ۲) بود و درصد ریزش در گرده‌افشانی باز (۸۵%) بیش‌تر از گرده‌افشانی دستی (۷۹%) بود (نمودار B ۵). در گل‌آذین‌هایی که با پوشش کاغذ مومی به طور کلی از گرده‌افشانی آن‌ها ممانعت شد تمامی گل‌ها ریختند. دو رقم از نظر ریزش گل تفاوت معنی‌دار نداشتند (جدول ۲). اثر متقابل رقم و نوع گرده‌افشانی روی ریزش گل‌ها معنی‌دار نشد (جدول ۲).

پوکی میوه‌ها: فقط اثر نوع گرده‌افشانی روی درصد پوکی معنی‌دار بود (جدول ۲) و در گرده‌افشانی دستی (۲۰%) بیشتر از گرده‌افشانی باز (۱%) شد (نمودار C ۵). اثر رقم و اثر متقابل رقم و نوع گرده‌افشانی روی درصد پوکی معنی‌دار نشد (جدول ۲).

بحث

در پژوهش Shiyan و همکاران [۳۴] گزارش شد که در پسته، دانه‌های گرده پس از ۲ ساعت قرارگیری روی کلاله رویش می‌کنند. از طرفی طول عمر گرده پسته معمولاً بسیار کوتاه است. از این رو در این مطالعه، بررسی رویش و رشد دانه‌های گرده بعد از ۲/۵ و ۵ ساعت بعد از کشت انجام شد. ۲/۵ ساعت پس از کشت، تنها ۲ ژنوتیپ (ژنوتیپ‌های ۱۳ و ۱۷) درصد رویش بالای ۵۰% را نشان دادند ولی ۵ ساعت پس از کشت، اکثر ژنوتیپ‌ها درصد رویش حدود ۵۰ درصد را نشان دادند و ۸ ژنوتیپ همچنان درصد رویش پایین داشتند. بالاترین درصد رویش ۷۵% و بیشترین میزان رشد ۱۵۰ میکرومتر پس از ۵ ساعت در محیط دارای ۲۰ درصد ساکارز بود در حالی که Acar و Ak [۱۱] رویش ۹۴% و ۷۲% را به ترتیب با استفاده از محلول ساکارز۲۰ و ۱۵ درصد بعد از ۲۴ ساعت گزارش کردند. در مطالعه کامیاب و همکاران [۴] گرده‌های تر ژنوتیپ‌های مختلف پسته میزان رویش بین ۳۰ تا ۸۵% و در تحقیق طلایی و همکاران [۲] رویش بین ۷۰ تا ۸٤ % داشتند. در مقایسه گرده‌افشانی باز و دستی در پسته، بختیاری و همکاران [۱] نشان دادند که در یک رقم ماده پسته، گرده‌افشانی مصنوعی نسبت به گرده‌افشانی طبیعی عملکرد را ٦١/٨٦% و در رقم دیگر تا ۵۵/۸۸% افزایش می‌دهد. از طرفی کاشانی زاده و همکاران [۳] نشان دادند که گرده افشانی مصنوعی پسته صفات کمی مانند تعداد میوه در خوشه و وزن خشک مغز را افزایش و صفات کیفی مانند درصد ناخندانی و پوکی را کاهش داد. در تحقیق Caglar و Kaska [۲۰]، درصد پسته‌های پوک با گرده‌افشانی دستی توسط مخلوط گرده و آرد و توسط گرده خالص کاهش یافت. در پژوهش Afshari و همکاران [۱۵] گزارش شده که بالاترین و کم‌ترین درصد رویش گرده‌های تازه ٢٤ ساعت پس از کشت، ۸۵% و ۵۳% برای دو ژنوتیپ مختلف بود. بعد از ۳ روز نگه‌داری گرده‌ها، درصد رویش این دو ژنوتیپ به ١٦% و ۸% کاهش یافت. در تحقیق Therios و همکاران [۴۰] گزارش شده که بهترین دوره انکوبات کردن در *P. vera*، ۲۴ ساعت بعد از کشت گرده است و بالاترین درصد رویش در دمای ۲۵

درجه سانتی‌گراد و pH= ۶ به دست می‌آید در حالی که در pH= ۶ شرایط بهینه بودند.
مطالعه حاضر دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، زمان ۵ ساعت و

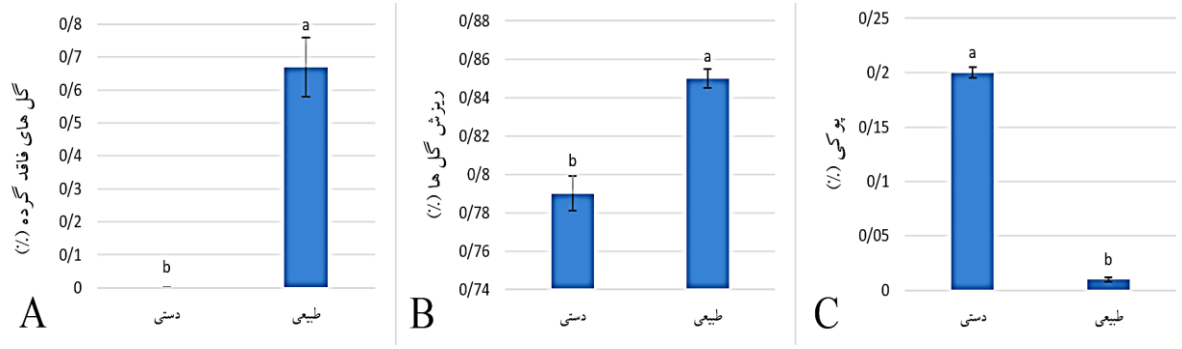


شکل A-J ۳. مقایسه گل‌های پسته بعد از گرده‌افشانی باز و دستی با میکروسکوپ فلورسنت تحت فیلتر فرابنفش (U). A- گل ماده شفاف شده جهت مطالعه رویش و رشد گرده در شرایط طبیعی، ۳X، B- نمای کامل گل ماده بعد از له کردن، ۳X، C- گل دارای یک گرده رویش کرده در سطح کلاله به سمت خامه بعد از گرده‌افشانی باز، ۱۰X، D- گل دارای تعداد زیادی دانه گرده روی کلاله بعد از گرده‌افشانی دستی، ۱۰X، E- گل‌های دارای تعداد زیادی لوله گرده که از کلاله به سمت خامه رشد کرده‌اند، ۱۰X، F- لوله‌های گرده وارد شده به تخمدان، ۲۰X، G- گل فاقد گرده در گرده‌افشانی باز، ۱۰X، H- دستجات آوندی در مسیر کلاله به سمت تخمدان، ۲۰X، I- کرک‌های روی دمگل، ۲۰X، J- براکته دارای تعداد زیادی کرک، ۱۰X. Ov= تخمدان، B= براکته، S= کلاله.

جدول ۲. تجزیه واریانس نتایج حاصل از گرده‌افشانی دستی و باز روی دو رقم پسته احمدآقایی و کله‌قوچی

منابع تغییر	درجه آزادی	گل فاقد گرده	ریزش گل	پوکی
تکرار	۲	۰/۰۱	۰/۰۰۰۰۷	۰/۰۰۱
رقم	۱	۰/۰۰٤ ns	۰/۰۰۰۰۷ ns	۰/۰۰۱ ns
خطای۱	۲	۰/۰۰٦	۰/۰۰۰۰۹	۰/۰۰۲
نوع گرده‌افشانی	۱	۱/۳٦**	۰/۰۱**	۰/۱۱**
رقم×نوع گرده‌افشانی	۱	۰/۰۰۴ ns	۰/۰۰۲ ns	۰/۰۰۴ ns
خطای ۲	٤	۰/۰۰٦	۰/۰۰۰٤	۰/۰۰۱
CV%	-	۲۳/۵۱	۲/۵۱	۳۲/۹٦

ns عدم وجود اختلاف معنی دار، * و ** به ترتیب معنی دار در سطوح احتمال پنج و یك درصد می باشد



نمودار A-C ۵. اثر گرده‌افشانی دستی و طبیعی روی درصد گل‌های فاقد گرده، درصد ریزش گل‌ها و درصد پوکی در پسته. میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشابه در هر ستون بر پایه آزمون دانکن در سطح احتمال ۵% اختلاف معنی داری ندارند.

شرایط محیطی منطقه جمع‌آوری گرده، مرحله نموی گرده در زمان جمع‌آوری و رقم از عوامل مهمی می‌باشند که رویش و رشد گرده را تحت تاثیر قرار می‌دهند. با توجه به این که برخی محققین تاکید کرده‌اند که برای گرده‌افشانی دستی باید دنبال رقم‌هایی با تولید گرده زیاد، درصد رویش بالا و دوره گل‌دهی طولانی مدت و همزمان با ارقام ماده بود [٤١] گرده‌افشانی با مخلوطی از گرده‌های ژنوتیپ‌های مرغوب محلی (۲۱، ۱۷، ۱۳، ۸ و ٦)، روی دو رقم ماده احمداقایی و کله‌قوچی انجام شد.

در مطالعه حاضر گرده‌افشانی دستی به محض ایجاد حالت پذیرندگی در کلاله بعد از شکوفایی گل‌ها انجام و دو روز بعد از آن تکرار شد. علت انتخاب این زمان نتایج بررسی‌های Shuraki و Sedgley [۳۵] بود که گزارش کردند در گرده‌افشانی دستی *P vera* به وسیله ژنوتیپ‌های نر مختلف در ۰، ۱، ۲، ۳ و ۴ روز بعد از شکوفایی گل‌های ماده، بالاترین رشد لوله گرده و میوه‌بندی از گرده‌افشانی مداوم گل‌های ماده در عرض ۲ روز بعد از شکوفایی به دست می‌آید. در تحقیق حاضر بعد از گرده‌افشانی دستی همه گل‌ها دارای تراکم بالایی از گرده بودند، در حالی که در گرده‌افشانی طبیعی، ۴۸ ساعت بعد از آخرین گرده‌افشانی دستی یعنی چهار روز بعد از شکوفایی، تنها ۳۳% گل‌ها دارای گرده بودند و درصد ریزش گل‌ها و میوه‌ها بعد از گرده‌افشانی دستی نسبت به گرده‌افشانی طبیعی کاهش یافت. در *P. vera* سرعت نمو کیسه رویانی در اثر عمل گرده‌افشانی افزایش می‌یابد به طوری که گرده‌افشانی باعث می‌گردد کیسه‌های رویانی بعد از یک تا دو روز بالغ شوند در حالی‌که کیسه‌های رویانی بدون گرده‌افشانی نمو کندی را نشان می‌دهند و ۴ روز بعد از گرده‌افشانی به مرحله بلوغ می‌رسند [۳۵]. گرده‌افشانی مصنوعی پسته اثرات مثبت و گاهی اوقات اثرات منفی روی تعداد میوه به ازای هر خوشه می‌گذارد به طوری که ترکیب ۲ درصد گرده در آرد به عنوان

یک تیمار کارآمد، برای پسته شناسایی شده است و نه تنها تعداد میوه در هر خوشه را زیاد می‌کند بلکه اندازه و وزن خشک مغز را بهبود می‌بخشد [۱۳]. با توجه به این که گرده‌افشانی و رشد لوله گرده به واسطه رهاسازی سیگنال توسط هورمون‌ها باعث میوه‌بندی می‌شوند [۲۳] می‌توان گفت گرده‌افشانی دستی با کاهش ریزش گل‌ها باعث افزایش میوه‌بندی شده است. گرده‌افشانی یک عامل محدودکننده مهم در تولید میوه است [٤۲]. طبق گزارش برخی محققین، میوه‌های جوان مخزن قوی‌تری برای جذب مواد غذایی هستند و باعث کاهش جذب به سمت جوانه‌های گل‌آذین می‌شوند واین امر باعث کاهش وزن جوانه گل‌آذین و کاهش سنتز اکسین و افزایش ساخت اتیلن و درنتیجه کاهش ماندگاری جوانه می‌شود [۱۸]. بنابراین احتمال می‌رود میوه‌هایی که مخزن قوی‌تری برای جذب مواد غذایی هستند باقی مانده و میوه‌های دیگر در اثر تولید اتیلن دچار ریزش شوند.

در تحقیق Ak [۱۷] گزارش شده که گل‌های ماده پسته بعد از گرده‌افشانی با گرده گونه‌های دیگر سرده *Pistacia* نیز می‌توانند میوه تولید کنند. او منبع گرده را روی ویژگی‌های مغز ارقام Siirt و Bilgen مهم و اثرگذار دانست. در تحقیق Shiyan و همکاران [۳٤] ذکر شد که ریزش گل‌ها و میوه‌های جوان به سطوح مواد غذایی، نرخ فتوسنتز و تکنیک‌های کشاورزی وابسته است. در مطالعه حاضر گرده‌افشانی دستی نسبت به گرده‌افشانی باز درصد پوکی میوه‌ها را افزایش داد. یعنی گرچه تراکم بالای گرده تولید میوه را افزایش داده اما میوه‌ها فاقد دانه بودند. این نتیجه مشابه نتایج Young و Young [٤۳] است که بیان کردند افزایش قرارگیری گرده روی کلاله ممکن است در برخی حالات موفقیت تولیدمثلی را کاهش دهد زیرا در تراکم بالا بین دانه‌های گرده رقابت ایجاد می‌شود. به طور مشابه Grundwag [۲٤] گزارش کرد که گرده‌افشانی مصنوعی چندین گونه از سرده *Pistacia* تولید دانه را به طور معنی‌داری افزایش نمی‌دهد. او همچنین درصد بالای سقط را (بیش از ۵۰ درصد) در گرده‌افشانی دستی گزارش کرده است. در تحقیق Kardoush [۲۷] گزارش شده که گرده‌افشانی دستی ارقام ماده با گرده ژنوتیپ‌های نر *P. vera* باعث افزایش درصد پوکی نسبت به گرده‌افشانی باز شده است. او دلیل این امر را مربوط به ناسازگاری گرده‌افشانی بین دو نژاد دانسته و این در حالی است که Acar [۱۰] بیان می‌کند که هیچ ناسازگاری میان گونه‌های پسته وجود ندارد و همه درختان نر پسته می‌توانند درختان ماده راگرده افشانی کنند. در تحقیق Kardoush [۲۷] روی بررسی گرده‌افشانی دستی ارقام ماده تجاری Ashouri، Olaimi و Baturi با استفاده از گرده‌های ژنونیپ‌های نر *P. vera* و همچنین گرده‌های برخی گونه‌های دیگر سرده *Pistacia* (*P. atlantica*, *P.palestina*, *P. khinjuk*) نشان داده شده که میوه‌بندی تحت تاثیر منبع گرده قرار می‌گیرد و بالاترین میوه‌بندی از ترکیب Ashouri×*P. atlantica* و گرده‌افشانی دستی نسبت به سایر ترکیب‌ها و گرده‌افشانی باز به دست می‌آید. او ناکارآمدی گرده‌افشانی باز را نتیجه شرایط آب و هوایی و ویژگی‌های ارقام پسته گرده‌افشان دانسته است.

اما Ferguson و همکاران [۲۳] دلیل پوکی میوه‌های پسته را پارتنوکارپی و استنواسپرموکارپی می‌دانند. به این ترتیب که تحریک گرده‌افشانی و رشد لوله گرده باعث میوه‌بندی می‌شود اما شکست در لقاح موفق به دلیل کامل نشدن رشد لوله گرده تا رسیدن به تخمک و عدم توان زیستی تخمک باعث تولید میوه پوک پارتنوکارپ می‌شود. از طرف دیگر هنگام پر شدن میوه و بزرگ شدن مغز نیز ممکن است پوکی استنواسپرموکارپ رخ دهد که به دلیل عدم رشد رویان و شکست تخمک در تبدیل شدن به دانه به دلیل کمبود منابع غذایی است. سبک کردن خوشه‌های پسته قبل از رشد میوه باعث افزایش درصد میوه‌های پر نسبت به خوشه‌های سنگین می‌شود. اما Shuraki و Sedgley [۳٦] دریافتند که درصدی از میوه‌هاي پوک پسته به دلیل گرده‌افشاني نشدن گل‌ها و یا گرده‌افشاني دیرتر از زمان مناسب مي‌باشد که میوه پارتنوکارپ تولید می‌کنند. در برخي مناطق، عدم هم‌زماني در گل‌دهي درختان نر و ماده، عدم رعایت نسبت مناسب درختان نر به ماده، شرایط بد آب و هوایی هنگام گرده‌افشانی و عدم تولید گرده کافي با قوه نامیه مناسب، می‌تواند باعث

کاهش میوه‌بندی و افزایش درصد پوکي از نوع پارتنوکارپ شود.

در مطالعه حاضر احتمال می‌رود گرده‌افشانی دستی و تراکم بالای گرده روی کلاله و به دنبال آن افزایش رقابت میان گرده‌ها، شاید زمان نامناسب گرده‌افشانی دستی و شاید ناسازگاری گرده‌افشانی، پوکی از نوع پارتنوکارپی را افزایش داده است و ازآن جا که در اثر گرده‌افشانی دستی، ریزش گل‌ها کاهش و میوه‌دهی افزایش یافت، می‌توان گفت به احتمال رقابت میوه‌ها بر سر منابع غذایی باعث ایجاد پوکی از نوع استنواسپرموکارپی نیز می شود. پدیده افزایش رقابت بین تعداد زیاد میوه یا دانه بر سر مواد فتوسنتزی که منجر به کاهش عملکرد می شود در سایر گیاهان نیز گزارش شده است [۵،٦،۳۷]. یافتن علت دقیق افزایش پوکی در پسته بعد از گرده‌افشانی دستی نیازمند تحقیقات آینده است.

منابع

[۱] بختیاری، سعید. معین راد، حمید. دهنوی، محمد. ۱۳۹۱. بررسی تاثیر گرده افشانی مصنوعی بر عملکرد پسته (*Pistacia vera* L) در شرایط تنش بادی، اولین همایش ملی کشاورزی در شرایط محیطی دشوار، رامهرمز، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رامهرمز، https://www.civilica.com/Paper-NCAHEC01-NCAHEC01_107.html

[۲] طلایی، ع. ناظوری، ف. جوانشاه، ا. ۱۳۸۹. بررسی اثر ترکیبات روغنی بر جوانهزنی و مقدار دانه گرده درختان پسته نر در حال رکود. مجله علوم باغبانی ایران. دوره ۴۱، شماره ۱، صفحات ۲۵-۱۹.

[۳] کاشانی زاده، س. حاجی وند، ش. گل‌محمدی، م. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر گردهافشانی تکمیلی در برخی صفات کمی و کیفی سه رقم پسته تجارتی در استان قزوین. پژوهش‌نامه کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۶، شماره ۲۱، صفحات ۱۶-۱.

[۴] کامیاب، ف. وزوایی، ع. عبادی، ع. پناهی، ب .۱۳۸۶. زمان گلدهی، کمیت و کیفیت دانه گرده برخی از ژنوتیپ‌های پسته (*Pistacia vera* L.) در رفسنجان. علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. سال ۱۱ شماره ۴۱ صفحات ۱۳۹-۱۳۱.

[۵] کوچکی، ع. نصیری محلاتی، م. عزیزی، گ. ۱۳۸۵. اثر فواصل مختلف آبیاری و تراکم بر عملکرد و اجزاء عملکرد دو توده بومی رازیانه. مجله پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۴، شماره ۱، صفحات ۱۴۰-۱۳۱.

[۶] ملکی فراهانی، س. عبدالهی، م. ۱۳۹۳. تاثیر الگوی کم آبیاری بر رشد، عملکرد و اجزای عملکرد دو گونه بالنگو (*Lallemantia royleana&iberica*) از منطقه مشهد و ارومیه. نشریه پژوهش‌های زراعی ایران. جلد ۱۲، شماره ۳، صفحات ۵۱۵-۵۰۲.

[۷] محمدی محمدآبادی، ا. علیپور، ح. غفاری موفق، ف. ۱۳۹۱. تاثیر سطوح مختلف نیتروژن و دور آبیاري بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه کرمان. مجله پژوهش‌های تولید گیاهی. جلد ۱۹، شماره ۱، ۴۲-۱۷.

[8] Abraitiene A., Zvingila A., Kuusiene S. 2003, Pollen susceptibility to acidification and DNA polymorphism of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) plus tree. Ecologija (Vilnius), 1:51-54.

[9] Abu-Zahra T.R., Al-Abbadi A.A. 2007. Effects of artificial pollination on pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit cropping, Journal of Plant Sciences, 2(2): 228- 232.

[10] Acar I. 2004. Effect of pistachio (*P. vera* L.) pollinator types selected in Ceylanpinar on fruit set and fruit quality of Curkurova, Ph.D Thesis, Adana, Turkey, pp: 159.

[11] Acar I., Ak B.E. 2001. An investigation on pollen germination rates of selected male trees at Ceylanpinar state farm, Cahiers option Mediterranean s, vol: 33.xgrempa seminar, 63-66.

[12] Acar I., Eti S. 2007.Abscission flowers and fruits as affected by different

pollinators, Pakistan Journal of Biological Sciences, 10 (17):2920-2924.

[13] Acar I., Ak B.E., Kuzdere H. 2001. An investigation on artificial pollination facilities in pistachios by using an atomizer. Proceeding of the XI. GREMPA Seminar on pistachios and almonds, Sptember 1-4, 1999, Sanliurfa, Turkey. Cahiers Options Mediterraneennes, 56: 145-148.

[14] Acar I., Arpaci S., Eti S. 2010. Pollen susceptibility of *Pistacia* spicies to different PH medium. African Journal of Agricultural Research, 5 (14): 1830-1836.

[15] Afshari H., Talaei A., Panahi B., Hokmabadi H. 2008. Morphological and qualitative study of pistachio (*Pistacia vra* L.) pollen grains and effect of different temperature on pomological traits. Australian Journal of Crop Science, 1 (3): 1835- 2707.

[16] Ak B.E. 1992. Effects of pollens of different *pistacia* species on the nut set and quality of pistachio nut. PhD thesis, University of Cukurova , Turkey.

[17] Ak B.E. 2010. Effect of some *pistacia* spp pollen on different parts of the pistachio fruits such hull, shell and kernel,Option mediterraneennes, A no 94 XIV Grempa Meeting on Pistachio and Almond, 129-137.

[18] Bangerth F. 2000. Abscission and thinning of young fruit and their regulation by plant hormones and bioregulators. Plant Growth Regulation, 31(1):43-59.

[19] Bots M., Marina C. 2005. Pollen viability in the field, Radboud Universiteit Nijmegen, 1-52.

[20] [20] Caglar S., Kaska N. 1995. A study on the supplemental pollination of pistachios in the Mediterranean region Acta Horticulturae 419: I International Symposium on Pistachio.

[21] Crane J.C. 1986. Pistachio, Page 389-399 in SP Monselise, ed. CRC handbook of fruit set and development, CPC, Boca, Fla.

[22] Ebadi A., Rezaei M., Fatahi R. 2010. Mechanism of seedlessness in Iranian Barberry (Berberis vulgaris L. var. asperma), scinetica horticulturae, 125(3): 486-493.

[23] Ferguson L., Polito V.S., Kallsen C. 2005. The pistachio tree; botany and physiology and factors that affect yield. California Pistachio Manual, 31-40.

[24] Grundwag M. 1975. Embryology and fruit development in four *Pistacia* L. (Anacardaceae). Botanical Journal of the Linnean Society, 73: 355-370.

[25] Hormaza J.I., Herrera M. 1998. Pollen effects on fruit and seed characteristics in pistachio (Pistacia vera L.). Annals of Applied Biology, 132: 357-367

[26] Jayaprakash p., Sarla N. 2001. Development of an improved medium for germination of *Cajanus cajan* (L) Millps. Pollen *in vitro*. Journal of Experimental Botany, 52: 851-855.

[27] Kardoush M., Dairy M. A., Shdeifat S. and Albashabsheh N. 2009. Effect of some

local pollinators on fruit characteristics of three pistachio cultivar in Aleppo Area, Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 5(3): 255- 260.

[28] Kuru C., Ayfer M. 1990. Studies on artificial pollination of pistachio flowers, First National Symposium on Pistachio Nut. 11-12 September 1990, Gaziantep, Turkey, pp: 25-30.

[29] Kuru C. 1995. Artificial pollination of pistachio trees under sufficient pollination conditions. Acta Horticulture, 419: 121-123

[30] Mbogning J.B.D., Youmbi E., Nkongmeneck B.A. 2007. Morphological and in vitro germination studies of pollen grains in kola tree (Cola sp.). Akdeniz Un. Ziraat Fak. Dergisi, 20(2): 311-318

[31] Mori T., Kuroiwa H., Higashiyama T., Kuroiwa T. 2006. Generative Cell Specific 1 is essential for angiosperm fertilization. Nature Cell Biology, 8 (1): 64- 71.

[32] Ozeker E., Isfendiyaroglu M., Misirli A. 2005. Variation of nuts characteristics of *Pistacia* spp. pollinated by different hybridization pistachio types in Manisa-Yunt Mountain Area in Turkey. Ege Univ. Ziraat Fak. Derg, 42(1): 13-24

[33] Qiu D.L., Liu X.H., Guo S.Z. 2005. Effects of simulated acid rain on fertility of litchi. Journal of Environmental Sciences. 17(6): 1034-1037.

[34] Shiyan X., Jain L., Mijiti A. 2001. A review on reproducting biology on *Pictacia vera* L. Acta Horticulturae Sinica 28: 609-616.

[35] Shuraki Y.D., Sedgley M. 1997. Pollen tube pathway and stimulation of embryo sac development in Pistacia vera (Anacardiaceae). Annals of Botany, 79: 36369.

[36] Shuraki Y.D., Sedgley M. 1996. Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. Australian Journal of Botany, 44 (1):35-45.

[37] Singh D.P. Riwar R.S. 1996. Effect of micronutrients on yield and quality of onion (*Allium cepa*. L.) variety pusa Red. Horticulture, 3 (1): 111-117.

[38] Stanley R.G., Linskens H.F. 1974. Pollen: Biology, Biochemistry, Management. Springer-Verlag, New York.

[39] Tasias I., wall J. 1990. Tree nut production in south Europe, near east and north Africa-Issues related to production and improvement in: nut production and industry in Europe, near east and north Africa. Reur Technical Series, 13:21-46.

[40] Therios I.N., Tsirakoglou V.M, Dimmosi-Theriou K.M. 1985. Physiological aspects of pistachio (*Pistacia vera* L.) pollen germination, Rivista Ortoflorofrutt Italy, 69:161-170.

[41] Uzun A., Yesiloglu T., Aka-kacar Y., Tuzcu O., Gulsen O. 2009 . Genetic diversity and relationships within Citrus and related genera based on sequence

related amplifi ed polymorphism markers (SRAPs). Scientia Horticulturae, 121: 306-312.

[42] Vaknin Y., Eisikowitch D. 2000. Effects of short-term storage on germinability of pistachio pollen. Plant Breeding, 119: 347-350.

[43] Young H.J., Young T.P. 1992. Alternative outcomes of natural and experimental high pllen loads, Ecology, 73: 639-674

[44] .

Journal of Developmental Biology
Vol. 12, No. 1, Winter 2020

Study of some pollen genotypes viability and comparison of natural and manual pollination in pistachio (*Pistacia vera* L.)

Hosseini H.[1], Rezanezhad F.[1*], Zamani Bahramabadi E.[1]

[1] Department of biology, faculty of sciences, Shahidbahonar university of Kerman, Kerman, Iran

[*] Email: frezanejad@gmail.com

Received: 7 February 2019 Accepted: 7 Octoberber 2019

Abstract

In plants for more grain production, it is possible to use manual pollination in the absence of enough natural pollination. In pistachio, manual pollination can be a solution to the problem of yield reduction caused by pollen shortage. Here, the viability of several male genotypes and the effectiveness of manual and natural pollination were compared. 21 male genotypes were selected and the pollen size and tube growth were compared in a completely randomized block design. After 2.5 hours of culture, genotypes 13 (53.33%) and 17 (52.56%) had the highest germination rate and genotype 6 (110 µm) showed the highest pollen tube length. After 5 hours, genotype 21 (74.66%) had the highest germination rate and genotype 8 (150 µm) showed the highest tube length. Manual pollination with a mixture of pollen of high quality genotypes (21, 17, 13, 8 and 6) was performed on two female cultivars of Ahmadaghaei and Kaleghoochi and compared with natural pollination as a split plot design. In manual pollination all flowers had pollen, but in natural pollination, 67% of the flowers were free of pollen. The percentage of falling flowers and fruits in natural pollination (85%) was higher than manual pollination (79%) but, the percentage of fruit blankness in manual pollination (20%) was higher than natural pollination (% 1). It is possible that the high pollen density in manual pollination reduced the flowers drop and increased the number of fruits but, due to insufficiency of nutrients, many seeds could not grow, resulting in blank fruit production.

Keywords: Blankness, Flower drop, Pollen culture, Pollen tube length.