

ارزیابی گرده‌افشانی مصنوعی با سه نوع گرده مختلف بر باردهی و برخی صفات خشک‌میوه دو رقم تجاری پسته (*Pistacia vera* L.)

مریم رنجبر کبوترخانی^۱، مهدی علیزاده^{۲*}، اسماعیل سیفی^۲، خلیل زینلی نژاد^۳، علی تاج‌آبادی پور^۴، مجید اسماعیلی زاده^۵

تاریخ ارسال: ۱۴۰۱/۰۳/۰۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۸/۱۶

چکیده

گرده‌افشانی یکی از عوامل مهم در مدیریت باغ‌های پسته است. دوره شکوفه‌دهی درختان نر و ماده با هم همپوشانی ندارد و این وضعیت باعث کاهش باروری و افزایش میوه‌های پوک می‌شود. انتخاب درختان نر از نظر همزمانی گلدهی با رقم ماده، تولید دانه گرده بالا، قدرت جوانه‌زنی زیاد و قابلیت باروری دانه گرده از شروط لازم برای تولید خشک‌میوه با کیفیت است. بنابراین، جستجو برای یافتن ژنوتیپ‌ها/ ارقام گرده‌زا همواره از اهداف به‌نژادگران پسته می‌باشد. در این پژوهش، سه منبع مختلف گرده (T5, T17, T18) پس از غربالگری ۲۰ ژنوتیپ گرده‌زا، انتخاب و قدرت باروری و تولید خشک‌میوه توسط آن‌ها در دو رقم تجاری پسته (اکبری، کله قوچی)، ارزیابی شد. نتایج نشان دارد که علاوه بر این که قدرت باروری دو رقم ماده به طور ذاتی متفاوت است، انتخاب نوع گرده می‌تواند بر صفات مختلفی مانند درصد تشکیل میوه و نیز صفات مربوط به خشک‌میوه و مغز پسته کاملاً تاثیرگذار باشد. با انجام گرده‌افشانی مصنوعی، تعداد میوه، تشکیل خوشه، ابعاد خشک‌میوه، وزن تر و خشک مغز و خشک‌میوه، درصد خندانی (با ۱۴/۶۴ درصد افزایش) نسبت به شاهد (گرده‌افشانی آزاد) افزایش و خشک‌میوه‌های دهان بسته، خشک‌میوه‌های نیم مغز و پوک نسبت به شاهد کاهش یافت. تفاوت‌های مشاهده شده پس از گرده‌افشانی با گرده‌های مختلف در مقاله حاضر بیان شده است و در نهایت درخت گرده‌زای T17 به عنوان ژنوتیپ برتر انتخاب شد. این ژنوتیپ می‌تواند به عنوان گرده‌زای برتر در باغ‌های پسته ارقام اکبری و کله قوچی برای گرده‌افشانی تکمیلی مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: گرده‌افشانی، گرده‌زا، دوپایه، تشکیل میوه، پسته

^۱ دانشجوی دکتری، گروه باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۲ عضو هیات علمی، گروه باغبانی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

* نویسنده مسئول: mahdializadeh@gau.ac.ir

^۳ عضو هیات علمی، گروه بیوتکنولوژی، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

^۴ عضو هیات علمی، موسسه تحقیقات پسته، رفسنجان

^۵ عضو هیات علمی، گروه باغبانی، دانشگاه ولی عصر (عج)، رفسنجان

مقدمه

انتخاب درختان نر در باغات پسته سه عامل مهم را ضروری می‌دانند: ۱- انتخاب درختان نر که از نظر گلدهی همزمان با رقم ماده باشند، ۲- استفاده از درختان نر با تولید دانه گرده بالا و ۳- بالا بودن قدرت جوانه‌زنی و باروری دانه گرده (Ghareyazi *et al.*, 1995). در یک اقلیم خاص، معمولاً درختان پسته نر، زودتر از درختان ماده گل می‌دهند و از این رو، زمانی که گل‌های ماده آماده دریافت دانه گرده نیستند گرده خود را آزاد می‌کنند (Ak *et al.*, 1996). بنابراین گل‌های ماده معمولاً قادر به دریافت دانه‌های گرده کافی نیستند (Ozeker *et al.*, 2005). در اکثر باغات درختان نر به نسبت مناسب و در جهت مناسب کاشته نمی‌شوند. علاوه بر این، کیفیت گرده در اکثر باغات پایین است (Zeraatkar *et al.*, 2013).

درخت مناسب گرده‌افشان برای پسته از اهمیت بالایی برخوردار است و از ویژگی‌های مهم ژنوتیپ‌های نر، همزمانی گلدهی با ارقام ماده، مقدار دانه گرده تولیدی بالا، قدرت تلقیح‌کنندگی بالا و دیگر صفات مورفولوژیکی مناسب برای گرده‌افشانی می‌باشد، که در نتیجه ژنوتیپ‌های نر مناسب برای هر رقم باید تعیین گردد و این هدف با مطالعه و شناخت ژنوتیپ‌های نر هر منطقه امکان‌پذیر می‌باشد (Martinez & Herreco, 1994).

از آنجایی که ایران یکی از کشورهای بزرگ تولیدکننده پسته است بنابراین ارتقای کمی و کیفی پسته در ایران ضروری است (Eslami *et al.*, 2019). یکی از عوامل مهمی که بر کیفیت پسته تاثیر می‌گذارد وجود درختان نر کافی و گرده‌افشانی مناسب است (Sharifkhan *et al.*, 2020). در مناطق تولید پسته که باغات زیادی وجود دارد، این نسبت ممکن است کمتر نیز باشد ولی در مناطقی که برای اولین بار باغات می‌شود، درختان گرده‌زای بیشتری لازم است، زیرا عدم گرده‌افشانی مناسب و یا عدم همپوشانی در باز شدن گل‌های نر و ماده ممکن است موجب تولید میوه‌های پوک شود (Acar & Eti, 2007).

دوره گلدهی درختان نر و ماده با هم اتفاق نمی‌افتد و گل‌های ماده معمولاً قادر به دریافت دانه گرده نیستند که عمدتاً مربوط به اختلاف زمان گلدهی درختان نر و ماده است (Ozeker *et al.*, 2005). علاوه بر این، گرده‌افشانی ممکن است رضایت‌بخش نباشد، زیرا درختان نر به نسبت مناسب و در جهت مناسب در باغات کاشته نمی‌شوند. علاوه بر این، کیفیت گرده درختان گرده‌زا، در اکثر باغات پایین است. بنابراین کاهش عملکرد در این باغات، از منظر اقتصادی بسیار مهم است (Kaska, 1990). قره‌یاضی و همکاران (۱۹۹۵)، برای

سعی و تلاش زیادی جهت برطرف کردن این مشکل کرده‌اند (Abu-Zahra & AI-Abadi, 2007).
 گرده‌افشانی مصنوعی روش موثر در درختان پسته است که می‌تواند جایگزین گرده‌افشانی طبیعی شود و برای تامین عملکرد بالا در کیفیت خشک‌میوه مورد استفاده قرار گیرد (Kardoush et al., 2009). در پژوهشی که در ارتباط با اثرات گرده‌افشانی مصنوعی بر تشکیل میوه پسته انجام شد، نتایج به دست آمده نشان داد که گرده-افشانی مصنوعی پسته بر روی تعداد خشک‌میوه در هر خوشه تاثیر مثبت و بعضاً منفی دارد و مخلوط دانه گرده دو درصد می‌تواند به عنوان یک درمان موثر در گرده افشانی باغ‌های پسته استفاده شود. همچنین گرده‌افشانی مصنوعی نه تنها تعداد خشک‌میوه در هر خوشه و عملکرد کل در هر خوشه را افزایش می‌دهد بلکه باعث افزایش اندازه خشک‌میوه و وزن خشک مغز در درختان پسته می‌شود (Abu-Zahra & AI-Abadi, 2007). در مطالعه دیگری به منظور گرده‌افشانی مصنوعی پسته از دو نوع گرده از ژنوتیپ‌های انتخابی محلی (Q1 و Q2) که گرده‌افشان‌های مختلفی داشتند، استفاده شد. نتایج نشان داد که گرده‌افشانی مکمل، اثرات مثبت بر تعداد خشک‌میوه در هر خوشه و کاهش درصد پوکی دارد. گرده‌افشانی مصنوعی نه تنها صفات کمی (تعداد خشک‌میوه در هر خوشه، وزن خشک مغز و عملکرد) را

گرده‌افشانی ناکافی باعث کاهش محصول درخت و افزایش احتمال تشکیل میوه‌های پوک می‌شود (Isfendiyaroglu et al., 2001; Zeraatkar, et al., 2013).
 Pontikis (۱۹۸۹) دریافت که گرده‌افشانی ناموفق در رقم پسته *P. vera* به دلیل عدم گلدھی درختان ماده و نر به طور همزمان رخ داد که منجر به عدم همپوشانی بین انتشار گرده گل‌های نر و دریافت گرده گل‌های ماده شد. Acar & Eti (۲۰۰۸) گزارش کردند که ۱۴ یا ۱۵ دانه گرده در هر کلاله برای گرده‌افشانی پسته کافی است. درختان پسته با توجه به دویایه بودن (تولید گل‌های ماده و نر جدا از هم بر روی درختان مختلف) دگرگرده‌افشان هستند، فقدان گلبرگ و شهد گل در گل‌های پسته و ریز و سبک بودن گرده‌ها باعث شده است این گیاه بیشترین سازگاری را با گرده‌افشانی توسط باد داشته باشد. به همین دلیل، سرعت و جهت وزش باد، کاشت درختان نر در ردیف-های عمود بر جهت وزش باد و فاصله مناسب درخت نر و ماده در راندمان گرده‌افشانی می‌تواند موثر باشد (اسماعیل‌پور، ۱۳۷۹).
 به دلیل مشکل گرده‌افشانی در بیشتر باغ‌های پسته در سال‌های اولیه احداث باغ و یا در باغ‌های قدیمی، پژوهشگرها با استفاده از چندین روش گرده‌افشانی تکمیلی یا مصنوعی (از طریق پاشیدن گرده بر روی درختان ماده‌چه با دست‌چه با دستگاه ذره‌پاش)،

صفات کیفی از جمله کاهش خشک‌میوه‌های دهان بسته و پوک در ارقام قزوینی و اوحدی شد.

در پژوهشی اثرات گرده‌افشانی با ۹ گرده مختلف بر ریزش گل و میوه سه رقم پسته ماده انجام شد (Acar & Eti, 2007). نتایج نشان داد که دانه گرده *P. vera* L. می‌تواند ریزش گل و خشک‌میوه را افزایش یا کاهش دهد. ریزش گل و خشک‌میوه عمدتاً در مراحل اولیه رشد میوه و زمانی که خشک‌میوه‌ها کوچک هستند، اتفاق می‌افتد، که به آن ریزش خرداد ماه یا پیش از برداشت می‌گویند، که عمدتاً میزان آن کم است. میزان ریزش در رقم قرمزی ۸۳/۴ تا ۸۸/۲ درصد در ۵۰ روز بعد از تمام گل بود. در رقم سیرت میزان ریزش ۳۵ روز بعد از تمام گل به میزان ۸۲/۱ تا ۹۰/۹ درصد بود و میزان ریزش در رقم اوحدی ۸۴/۵ تا ۸۸/۶ درصد ۵۰ روز بعد از تمام گل بود. درختان نر ۱۲ و ۱۳ در این پژوهش بیشترین تأثیر در ریزش را در رقم سیرت داشتند. نتایج نشان داد که گرده‌افشان‌کننده‌ها می‌توانند بر ریزش گل و خشک‌میوه ارقام ماده پسته اثر داشته باشند. همچنین، Kaska & Ak (۱۹۹۱) اظهار داشتند که کاهش رشد مغز و درصد خندانی پسته تجاری تحت تأثیر گرده‌های بنه و آتلانتیکا قرار گرفته‌اند و همچنین در بررسی گرده‌های مختلف در ترکیه نیز نشان دادند که تولید و انباشت پروتئین و چربی در مغز پسته متأثر از

افزایش داد، بلکه باعث بهبود برخی از صفات کیفی از جمله درصد خندانی و کاهش درصد پوکی شد (Ebrahimi et al., 2011).

در پژوهشی برای یافتن اثر منبع گرده بر صفات میوه، تشکیل میوه اولیه، اثرات زنی و متانیا تعدادی از ژنوتیپ‌های نر پسته مورد ارزیابی قرار گرفتند. همچنین گل‌های مادگی رقم اکبری با منابع مختلف گرده تلاقی داده شدند. نتایج نشان داد که همبستگی معنی‌داری بین ویژگی‌های دانه گرده و تشکیل میوه اولیه، اونس پسته، پوکی و خشک‌میوه‌های بدشکل یافت شد. براساس نتایج این پژوهش گرده‌های ژنوتیپ M1 باعث پوکی و بدشکلی خشک‌میوه‌ها در رقم اکبری، گرده‌های ژنوتیپ Mh1 باعث بهبود اونس پسته و ژنوتیپ G1 باعث افزایش تشکیل خشک‌میوه اولیه شد (Mahmoudi Meimand et al., 2021).

Ebrahimi و همکاران (۲۰۱۱) در تحقیق خود با عنوان تأثیر گرده‌افشانی تکمیلی بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه قزوین گزارش کردند که گرده‌افشانی تکمیلی بر تعداد خشک‌میوه در هر خوشه و کاهش درصد پوکی اثر مثبت داشت. گرده‌افشانی تکمیلی نه تنها صفات کمی (تعداد دانه در خوشه، وزن خشک مغز و عملکرد) را افزایش داد، بلکه باعث بهبود برخی از

داشتند به طور تصادفی انتخاب و اتیکت زده شدند. یک هفته قبل از شروع گرده افشانی، خوشه‌های گل ماده با کیسه‌های پارچه‌ای متقال دو لایه (۵۰×۵۰ سانتی‌متر) که از قبل تهیه شده و با اتانول (الکل اتیلیک) ضد عفونی شده بودند پوشیده شدند. پارچه بر روی جوانه‌های باز نشده گل‌های ماده کشیده شد تا از گرده افشانی آزاد ممانعت شود. همچنین سه شاخه برای گرده افشانی آزاد به عنوان شاهد (T0) در نظر گرفته شد.

دانه گرده از سه ژنوتیپ نر از کلکسیون درختان نر ایستگاه کشاورزی پژوهشکده پسته رفسنجان انتخاب شدند. این سه ژنوتیپ (T5, T17, T18) پس از ارزیابی مورفولوژی، فنولوژی و مولکولی به عنوان ژنوتیپ‌های برتر، از بین ۲۰ ژنوتیپ مختلف انتخاب شدند (رنجبر کبوترخانی، ۱۴۰۱). ژنوتیپ‌های گرده‌زا در این ایستگاه منشا بذری داشته و سن متوسط آنها حدود ۳۶ سال بود. برای جمع‌آوری دانه گرده زمانی که خوشه‌های گل نر از قرمز به سبز تغییر رنگ داده بودند، تعدادی خوشه گل از هر ژنوتیپ جدا و بر روی کاغذ سفید در شرایط دمایی اتاق نگهداری و بعد از گذشت چهار تا پنج ساعت دانه‌های گرده ریزش کرده خوشه‌های گل جمع‌آوری شد و تا زمان گرده افشانی مصنوعی، دانه‌های گرده داخل ظرف‌های پلاستیکی کوچک به همراه سیلیکاژل و در یخچال با دمای ۴- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

منبع گرده بوده و اگرچه گرده هر دو گونه *P. terebinthus* و *P. vera* باعث تولید و تجمع بیشترین میزان پروتئین در رقم اوحدی شده است، ولی در مجموع در بین گونه‌های مختلف بیشترین میزان چربی و پروتئین با استفاده از گرده‌های گونه *P. vera* حاصل شده است.

از آنجایی که در رفسنجان در اغلب باغ‌های پسته کمبود درختان نر وجود دارد که می‌توان با انتخاب رقم نر با دوره گلدهی طولانی و همزمان با رقم ماده و یا جمع‌آوری گرده و گرده افشانی مصنوعی یا با پیوند زدن ژنوتیپ نر مناسب تعداد درخت نر در هکتار را کاهش داد، در حالی که کمیت و کیفیت محصول بالا باشد. بنابراین در پژوهش حاضر، اثرات گرده افشانی مصنوعی بر برخی صفات کمی و کیفی دو رقم تجاری پسته در شهرستان رفسنجان مورد بررسی قرار گرفت. دانه گرده از سه ژنوتیپ نر از کلکسیون درختان نر، ایستگاه کشاورزی پژوهشکده پسته رفسنجان انتخاب شدند.

مواد و روش‌ها

در اواخر اسفندماه سال ۱۳۹۸، از هر کدام از ارقام کله قوچی و اکبری، تعداد ۹ اصله درخت ماده از درختان حدود ۳۶ ساله ایستگاه کشاورزی پژوهشکده پسته رفسنجان که در سال باردهی بودند و به اندازه کافی جوانه گل (حدود ۴-۵ جوانه گل بر روی هر شاخه)

خوشه در چهار جهت مختلف جغرافیایی درخت انتخاب و تعداد گل آنها شمارش شد، خوشه‌های گل در این مرحله به رنگ سبز روشن و گل‌ها روی خوشه کاملاً مشخص و قابل شمارش هستند، بعد از انجام گرده-افشانی و تشکیل خشک‌میوه، تعداد خشک‌میوه‌های تشکیل شده در هر خوشه در دو نوبت شمارش شد، اولین مرحله ۱۴ روز بعد از تشکیل خشک‌میوه‌ها انجام شد و مرحله نهایی قبل از برداشت محصول صورت گرفت، با توجه به اینکه متوسط تعداد گل در هر خوشه قبلاً محاسبه شده بود درصد تشکیل خشک‌میوه محاسبه شد. برای محاسبه درصد خندانی، دهان بسته، پوکی و نیم مغزی از هر تکرار ۱۰ خشک‌میوه را به طور تصادفی انتخاب و نسبت خشک‌میوه‌های خندان، دهان بسته، پوک و نیم مغز به کل خشک‌میوه‌ها محاسبه شد. برای محاسبه رنگ خشک‌میوه از هر تکرار ۱۰ میوه به طور تصادفی انتخاب و سپس اندازه‌گیری رنگ به صورت مشاهده‌ای صورت گرفت، به طوری که میزان قرمزی و سبز بودن به صورت امتیازدهی ثبت شد، به طوری که به خشک‌میوه‌های قرمز یا بنفش کامل نمره پنج، سبز کامل یک و رنگ‌های حد واسط نمره بین یک تا پنج داده شد. برای محاسبه طول و عرض خشک‌میوه از هر تکرار ۱۰ عدد خشک‌میوه به طور تصادفی انتخاب و اندازه آنها به وسیله کولیس بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد، سپس

گرده‌افشانی مصنوعی در باغ زمانی انجام شد که کلاله بیشتر گل‌ها به رنگ سبز روشن و دارای سطحی برجسته و چسبناک بود. برای ترزریق دانه گرده به داخل کیسه‌ها از مخلوط آرد گندم و دانه گرده (۱ به ۱) استفاده شد. عمل گرده‌افشانی در چهار نوبت و با توجه به شرایط آب و هوایی به فاصله زمانی یک الی دو روز انجام شد، به طوری که فاصله اولین تا چهارمین ترزریق نهایتاً شش روز بود، یعنی کل فرایند در طول یک هفته انجام شد. در نوبت اول یک سی‌سی (نیم گرم) از مخلوط آرد و دانه گرده را داخل سرنگ ریخته و سپس به هر کیسه ترزریق شد. در این نوبت چون ممکن است همه گل‌ها باز نشده باشند ترزریق کمتری استفاده شد. در نوبت دوم و سوم ۱/۵ سی‌سی ترزریق صورت گرفت و برای اطمینان در نوبت آخر یک سی‌سی دیگر ترزریق انجام شد. بنابراین اولین مرحله گرده‌افشانی در تاریخ ۱۷ فروردین ماه انجام شد و مراحل بعدی در تاریخ‌های ۱۹-۲۰ و ۲۲ فروردین ماه در ساعت ۹ تا ۱۲ انجام شد و گرده‌افشانی آزاد به عنوان شاهد در نظر گرفته شد. سپس یک هفته پس از پایان گرده‌افشانی کیسه‌های پارچه‌ای با کیسه‌های توری (۵۰×۵۰ سانتی‌متر) جایگزین شدند.

به منظور تعیین درصد تشکیل خشک‌میوه، قبل از انجام گرده‌افشانی و ریزش گل‌ها از هر درخت سه

درصد تشکیل خشک‌میوه

طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) اثر متقابل رقم و نوع گرده‌افشانی در سطح احتمال پنج درصد بر درصد تشکیل خشک‌میوه معنی‌دار بود. نتایج مربوط به اثر متقابل رقم و نوع گرده بر درصد تشکیل خشک‌میوه در دو رقم پسته نشان داد که با انجام عمل گرده‌افشانی مصنوعی درصد تشکیل خشک‌میوه در هر دو رقم نسبت به شاهد (گرده‌افشانی آزاد) افزایش پیدا کرد. همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که درصد تشکیل خشک‌میوه در رقم اکبری بیشتر از رقم کله قوچی بود و استفاده از گرده‌های ژنوتیپ گرده‌زای T17 درصد تشکیل خشک‌میوه را ۲۰/۹۸ درصد نسبت به شاهد در رقم اکبری و ۲۷/۰۴ درصد نسبت به شاهد در رقم کله قوچی افزایش داد و این در حالی است که بیشترین درصد تشکیل خشک‌میوه مربوط به همان ژنوتیپ در رقم اکبری بود (شکل ۱).

میانگین اندازه یک خشک‌میوه محاسبه گردید. برای محاسبه وزن تازه و خشک، خشک‌میوه و مغز از هر تکرار ۱۰ عدد خشک‌میوه (تازه و خشک) به طور تصادفی انتخاب و وزن آنها با استفاده از ترازوی دیجیتال بر حسب گرم اندازه‌گیری شد. سپس میانگین وزن یک خشک‌میوه و مغز (تازه و خشک) محاسبه گردید. برای محاسبه وزن خشک، نمونه‌ها به مدت ۷۲ ساعت در آون با دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و سپس وزن گردیدند.

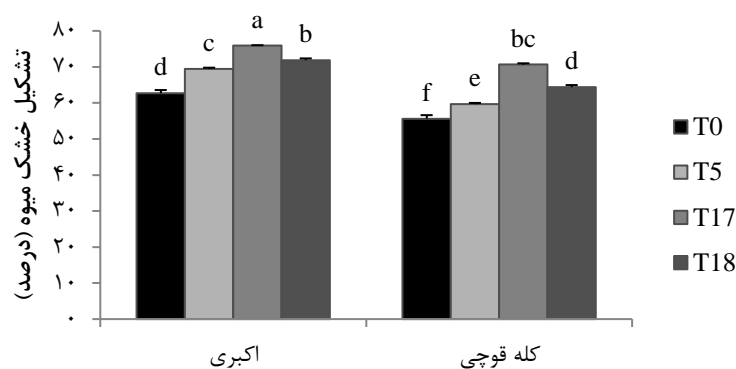
این پژوهش به صورت طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی، با سه تکرار به اجرا درآمد. هر درخت به عنوان یک تکرار در نظر گرفته شد و در هر درخت سه شاخه انتخاب شد. بنابراین در مجموع ۹ اصله درخت برای هر رقم استفاده شد.

نتایج

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر رقم و نوع گرده بر برخی از صفات مورفولوژی دو رقم پسته

منابع تغییرات	درجه آزادی (DF)	میانگین مربعات			رنگ خشک‌میوه
		تشکیل خشک میوه	تشکیل خوشه	طول خشک میوه	
بلوک	۲	۰/۹۵۳ ^{NS}	۱/۳۳ ^{NS}	۰/۱۹۹ ^{NS}	۰/۴۶۲ ^{NS}
رقم	۱	۳۲۷/۳ ^{**}	۲۸۰/۱ ^{**}	۵۱/۸۶ ^{**}	۰/۰۰۵ ^{NS}
نوع گرده	۳	۲۱۱/۹ ^{**}	۸۸۰/۶۷ ^{**}	۲۱/۹۷ ^{**}	۰/۲۳ ^{NS}
رقم × نوع گرده	۳	۵/۱۵ [*]	۱۳/۱۹ [*]	۰/۳۱۳ ^{NS}	۰/۰۰۵ ^{NS}
خطا	۱۴	۰/۹۷۸	۳/۴۷	۰/۴۱۲	۰/۲۲۵
ضریب تغییرات (درصد)		۱/۴۹	۲/۳	۲/۴	۱۰/۳۸

** اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، * اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۵، NS عدم وجود اختلاف معنی‌دار



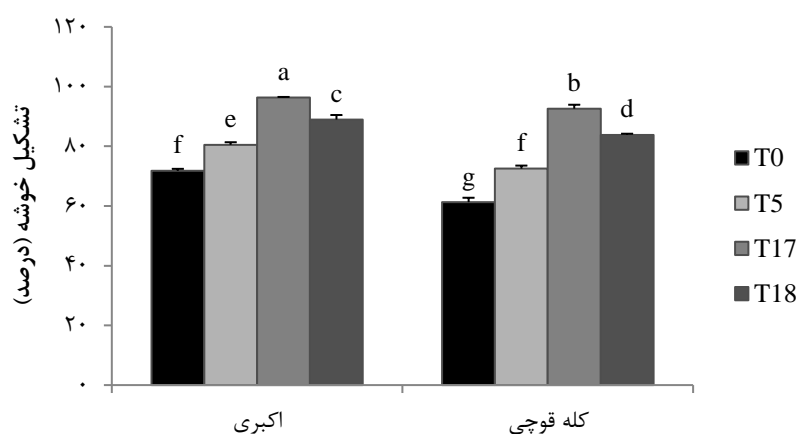
شکل ۱- اثر رقم و نوع گرده بر درصد تشکیل خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

گرده‌افشانی مصنوعی اثر مثبت بر درصد تشکیل خوشه داشت، به طوری که درصد تشکیل خوشه را افزایش داد. نتایج مربوط به نوع گرده نشان داد که گرده‌های ژنوتیپ T17 بیشترین اثر را بر درصد تشکیل خوشه داشت و بعد از آن گرده‌های ژنوتیپ T5 و T18 اثر بهتری نسبت به شاهد داشتند و ژنوتیپ T17 در رقم اکبری بیشترین درصد تشکیل خوشه را داشت (شکل ۲).

تشکیل خوشه

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها بیانگر این بود که اثر متقابل رقم و نوع گرده‌افشانی در سطح احتمال پنج درصد بر درصد تشکیل خوشه معنی‌دار بود (جدول ۱). براساس نتایج حاصل از این آزمایش درصد تشکیل خوشه در رقم اکبری بیشتر از رقم کله قوچی بود و عمل



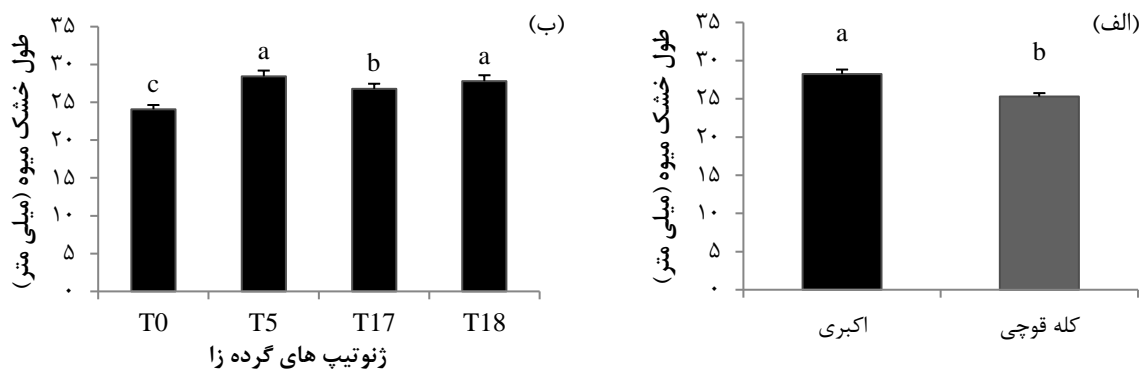
شکل ۲- اثر رقم و نوع گرده بر درصد تشکیل خوشه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

طول خشک‌میوه

طبق جدول تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) تنها اثرات ساده رقم و نوع گرده در سطح احتمال یک درصد بر میزان طول خشک‌میوه معنی‌دار بود. نتایج مربوط به اثر ساده رقم بر میزان طول خشک‌میوه مشخص نمود که بین دو رقم از نظر طول خشک‌میوه اختلاف معنی‌دار وجود دارد و رقم اکبری به دلیل شکل

خشک‌میوه کشیده‌ای که دارد، طول خشک‌میوه بیشتری نسبت به رقم کله قوچی دارد (شکل ۳ الف). همچنین نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که استفاده از گرده T5 و T18 طول خشک‌میوه را در مقایسه با ژنوتیپ T17 نسبت به شاهد افزایش دادند و بین ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5 و T18 از نظر میزان طول خشک‌میوه تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل ۳ ب).



شکل ۳- اثر رقم (الف) و نوع گرده (ب) بر میزان طول خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

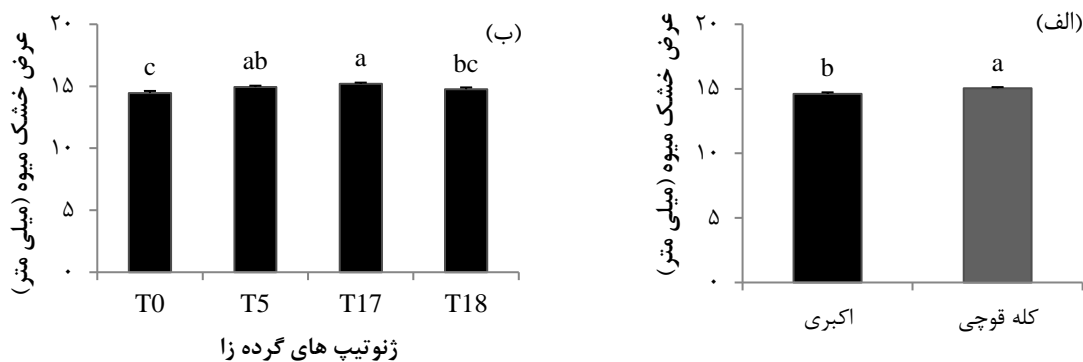
عرض خشک‌میوه

عرض خشک‌میوه طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌ها (جدول ۱) تحت اثرات ساده رقم و نوع گرده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. نتایج مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که عرض خشک‌میوه در رقم کله قوچی به دلیل شکل گرد آن نسبت به رقم اکبری

بیشتر بود (شکل ۴ الف). نتایج مربوط به نوع گرده بر میزان عرض خشک‌میوه نشان داد که گرده‌افشانی مصنوعی باعث افزایش میزان عرض خشک‌میوه نسبت به خشک‌میوه‌های با گرده‌افشانی آزاد (شاهد) شد. اگرچه بین ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5 و T17 تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد، اما ژنوتیپ T17 بیشترین اثر بر میزان

عرض خشک‌میوه داشت، به طوری که بیشترین میزان (ب).

عرض خشک‌میوه مربوط به این ژنوتیپ بود (شکل ۴



شکل ۴- اثر رقم (الف) و نوع گرده (ب) بر میزان عرض خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

اکبری و کله قوچی یکسان بود (جدول ۱). انجام عمل

گرده‌افشانی هم با وجود اینکه باعث بهبود رنگ در

خشک‌میوه‌ی هر دو رقم شد اما نتوانست تفاوت

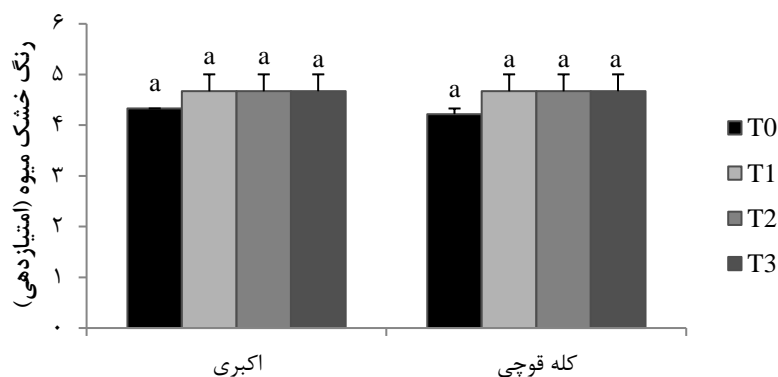
معنی‌داری نسبت به شاهد نشان دهد (شکل ۵).

رنگ خشک‌میوه

طبق نتایج به دست آمده از این آزمایش رنگ

خشک‌میوه تحت تاثیر هیچ کدام از تیمارها (رقم و نوع

گرده) قرار نگرفت و رنگ خشک‌میوه در هر دو رقم



شکل ۵- اثر متقابل رقم و نوع گرده بر رنگ خشک‌میوه در دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

وزن تر و خشک، خشک‌میوه

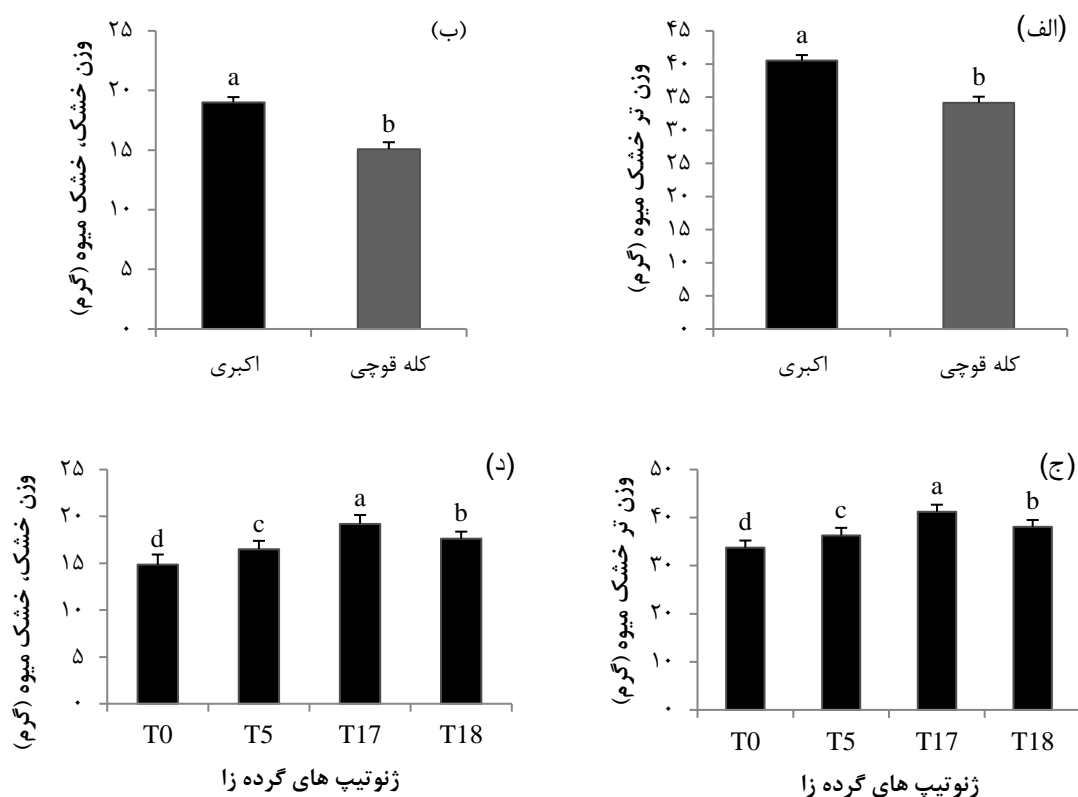
نتایج آزمون تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر ساده رقم و نوع گرده بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). براساس نتایج مقایسه میانگین داده‌ها اختلاف میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه بین دو رقم مورد مطالعه معنی‌دار بود به طوری که رقم اکبری

بیشترین میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه را داشت (شکل ۶ الف، ب). همچنین نتایج مربوط به نوع گرده نشان داد که کاربرد گرده‌های مختلف توانست میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه را نسبت به شاهد افزایش دهد و بیشترین و کمترین میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه به ترتیب مربوط به ژنوتیپ گرده‌زای T17 و شاهد بود (شکل ۶ ج، د).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر رقم و نوع گرده بر برخی از صفات مورفولوژی پسته

میانگین مربعات						درجه آزادی (DF)	منابع تغییرات
وزن خشک مغز	وزن تر مغز	وزن خشک، خشک میوه بدون پوسته سبز	وزن تر خشک میوه بدون پوسته سبز	وزن خشک خشک‌میوه	وزن تر خشک‌میوه		
۰/۰۸۴ ^{ns}	۰/۱۷۵ ^{ns}	۰/۱۰۷ ^{ns}	۱/۷۱ ^{ns}	۱/۰۷ ^{ns}	۰/۶۷۲ ^{ns}	۲	بلوک
۱۹/۷۸ ^{**}	۲۵/۷۱ ^{**}	۷۷/۰۱ ^{**}	۹۹/۲۷ ^{**}	۹۲/۳۶ ^{**}	۲۴۳/۱۴ ^{**}	۱	رقم
۸/۱۸ ^{**}	۲۰/۰۹ ^{**}	۱۷/۴۲ ^{**}	۳۳/۰۲ ^{**}	۲۰/۲۱ ^{**}	۵۹/۰۷ ^{**}	۳	نوع گرده
۰/۱۹۴ ^{ns}	۰/۷۳ ^{ns}	۰/۴۱۴ ^{ns}	۰/۸۴ ^{ns}	۰/۶۳ ^{ns}	۰/۰۶۷ ^{ns}	۳	رقم * نوع گرده
۰/۳	۰/۴۲	۰/۱۷	۰/۵۲	۰/۴۷	۱/۶۲	۱۴	خطا
۷/۲۵	۴/۹۳	۲/۸۸	۳/۳۹	۴/۰۰۳	۳/۴۱		ضریب تغییرات (درصد)

** اختلاف معنی‌داری در سطح ۰/۰۱، ^{ns} عدم وجود اختلاف معنی‌دار

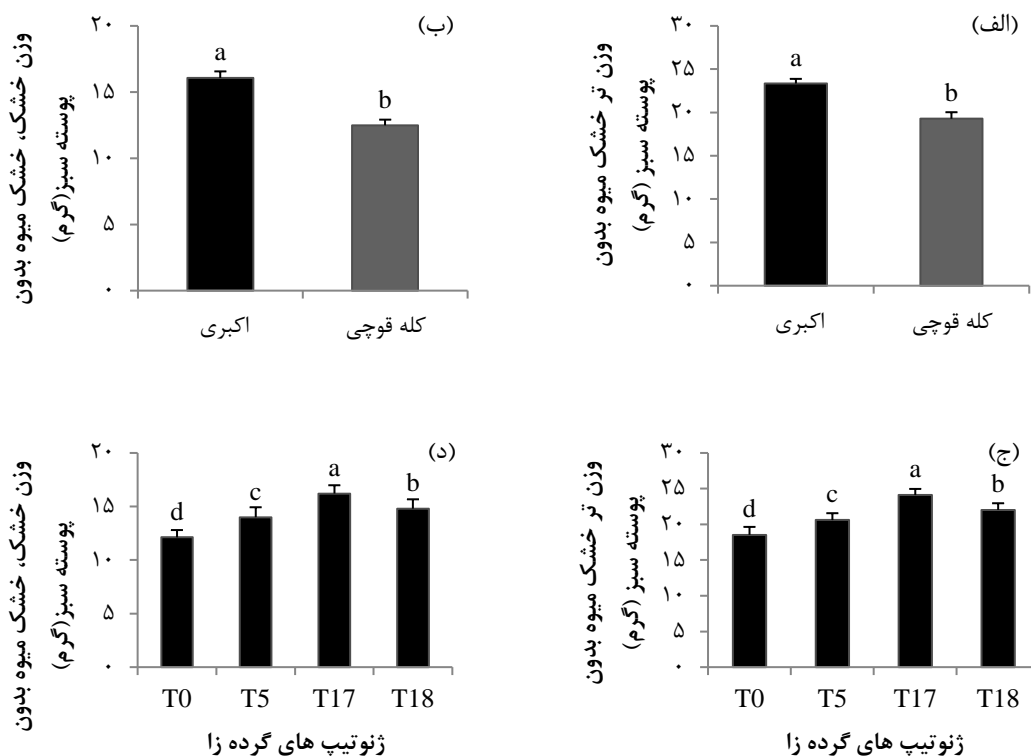


شکل ۶- اثر رقم بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه (الف، ب) و نوع گرده بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه (د، ج) بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

اکبری میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه بدون پوسته سبز کمتری داشت (شکل ۷ الف، ب). طبق نتایج مقایسه میانگین داده‌ها گرده‌افشانی مصنوعی در مقایسه با گرده‌افشانی آزاد توانست اثر مثبتی بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه بدون پوسته سبز داشته باشد و ژنوتیپ گرده‌زای T17 بیشترین تاثیر را بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه بدون پوسته سبز داشت (شکل ۷ ج، د).

وزن تر و خشک، خشک‌میوه بدون پوسته سبز طبق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس وزن تر و خشک، خشک‌میوه بدون پوسته سبز در سطح احتمال یک درصد تنها تحت اثرات ساده نوع رقم و گرده قرار گرفت (جدول ۲). اثر رقم بر میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه بدون پوسته سبز بین دو رقم تفاوت معنی‌دار بود و رقم کله قوچی نسبت به رقم



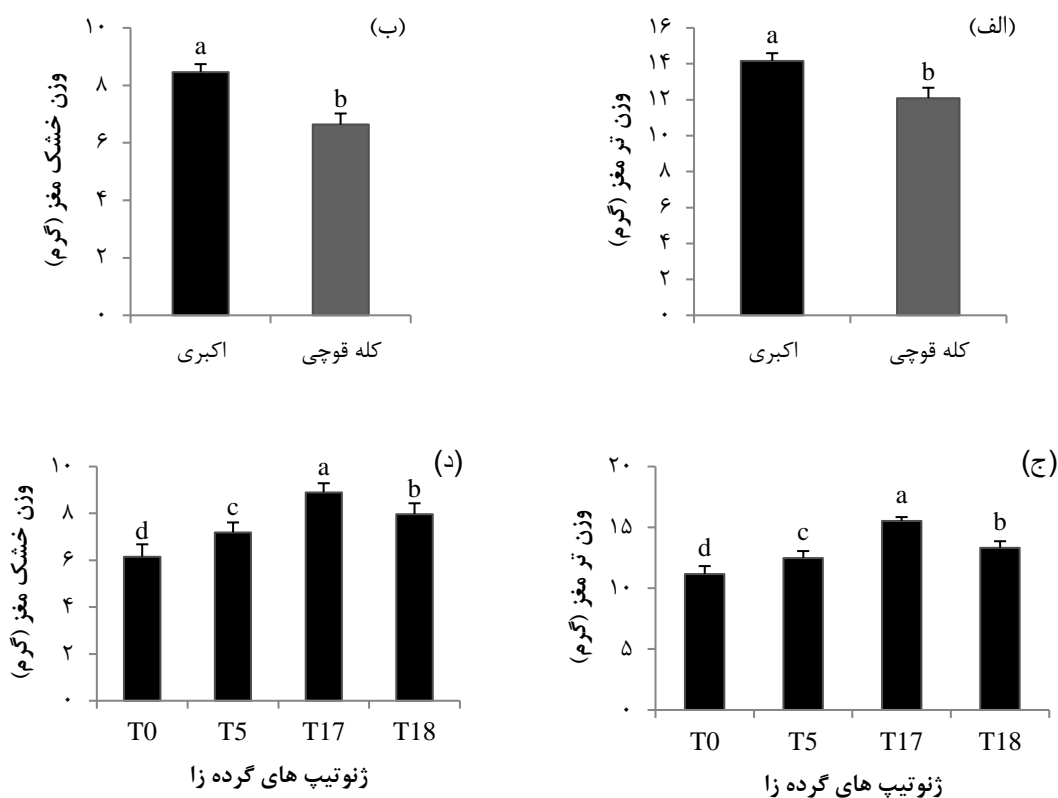
شکل ۷- اثر رقم بر میزان وزن تر و خشک، خشک میوه بدون پوسته سبز (الف، ب) و نوع گرده بر میزان وزن تر و خشک، خشک میوه بدون پوسته سبز (د، ج) دو رقم پسته.

T0: گرده افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده زای ۱۸

اکبری بود (شکل ۸ الف، ب). همچنین نتایج حاصل از این آزمایش نشان داد که کاربرد گرده ژنوتیپ گرده زای T17 بیشترین تاثیر را بر میزان وزن تر و خشک مغز نسبت به شاهد داشت و پس آن به ترتیب ژنوتیپ های گرده زای T18 و T5 اثرات بعدی را بر میزان وزن تر و خشک مغز داشتند (شکل ۸ ج، د).

وزن تر و خشک مغز

با توجه به تجزیه واریانس داده های حاصل از این آزمایش اثر ساده رقم و نوع گرده بر میزان وزن تر و خشک مغز در سطح احتمال یک درصد معنی دار بود (جدول ۲). نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بیشترین میزان وزن تر و خشک مغز مربوط به رقم



شکل ۸- اثر رقم بر میزان وزن تر و خشک مغز (الف، ب) و نوع گرده بر میزان وزن تر و خشک مغز (د، ج) دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

همچنین نتایج مربوط به نوع گرده نشان داد که درصد خندانی در تیمارهای گرده‌افشانی مصنوعی بیشتر از گرده‌افشانی آزاد (شاهد) بود به طوری که بیشترین درصد خندانی مربوط به خشک‌میوه‌هایی بود که با گرده‌زای T17 تلقیح شده بودند که میزان خندانی آن‌ها با ۱۴/۶۴ درصد افزایش نسبت به شاهد بیشتر بود (شکل ۹ ب).

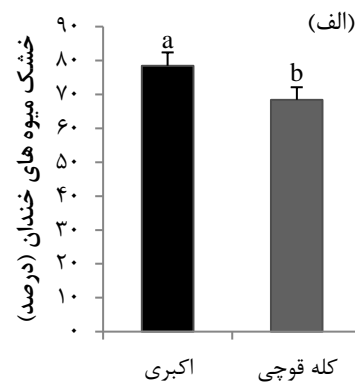
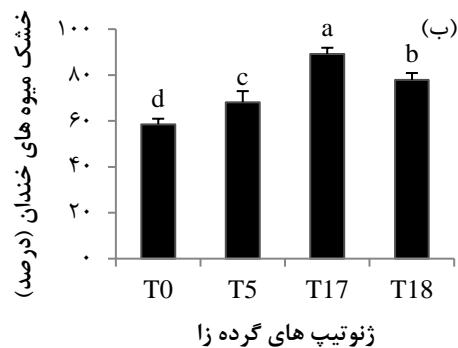
خشک‌میوه‌های خندان

طبق نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس اثر ساده رقم و نوع گرده بر درصد خندانی خشک‌میوه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). نتایج حاصل از مقایسه میانگین داده‌ها اختلاف معنی‌داری از نظر درصد خندانی بین دو رقم اکبری و کله قوچی نشان داد و درصد خندانی در رقم اکبری بیشتر از رقم کله قوچی بود (شکل ۹ الف).

جدول ۳- تجزیه واریانس اثر رقم و نوع گرده بر برخی از صفات مورفولوژی دو رقم پسته

میانگین مربعات				درجه آزادی (DF)	منابع تغییرات
پوک	نیم مغز	دهان بسته	خندانی		
-	-	۲۲/۴۶ ^{NS}	۱۳/۹۳ ^{NS}	۲	بلوک
-	-	۶۰۳/۴ ^{**}	۶۰۳/۴ ^{**}	۱	رقم
۱۷/۴۷ ^{**}	۴۰/۹۷ ^{**}	۱۰۳۲/۱ ^{**}	۱۰۳۲/۱ ^{**}	۳	نوع گرده
-	-	۲/۰۴ ^{NS}	۲/۰۴ ^{NS}	۳	رقم * نوع گرده
۰/۰۰۹	۰/۱۹	۱۲/۳۸	۵۲/۸۹	۱۴	خطا
۵/۳۶	۹/۶۳	۱۳/۲۴	۹/۹		ضریب تغییرات (درصد)

** اختلاف معنی داری در سطح ۱٪، ^{NS} عدم وجود اختلاف معنی دار



شکل ۹- اثر رقم (الف) و نوع گرده (ب) بر درصد خندانی خشک میوه دو رقم پسته.

T0: گرده افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

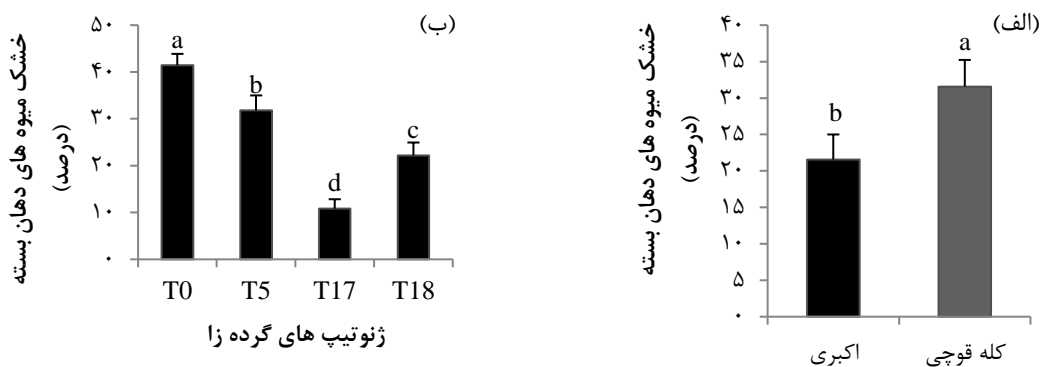
نشان داد (شکل ۱۰ الف). همچنین نتایج به دست آمده از این پژوهش مشخص نمود که بیشترین درصد دهان بسته بودن متعلق به خشک میوه‌های حاصل از گرده افشانی آزاد (شاهد) بود و انجام گرده افشانی مصنوعی با گرده ژنوتیپ‌های منتخب گرده‌زا این میزان را کاهش داد و این در حالی است که ژنوتیپ گرده‌زای T17 با ۱۴/۶۴ درصد کاهش نسبت به شاهد کمترین

خشک میوه‌های دهان بسته

درصد دهان بسته بودن خشک میوه براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها در سطح احتمال یک درصد تحت اثرات ساده نوع رقم و گرده معنی دار بود (جدول ۳). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها درصد دهان بسته بودن خشک میوه بین دو رقم معنی دار بود و رقم کله قوچی بیشترین میزان دهان بسته بودن خشک میوه را

درصد دهان بسته بودن را نشان داد و ژنوتیپ‌های گرده- (شکل ۱۰ ب).

زای T5 و T18 به ترتیب تیمارهای مناسب بعدی بودند



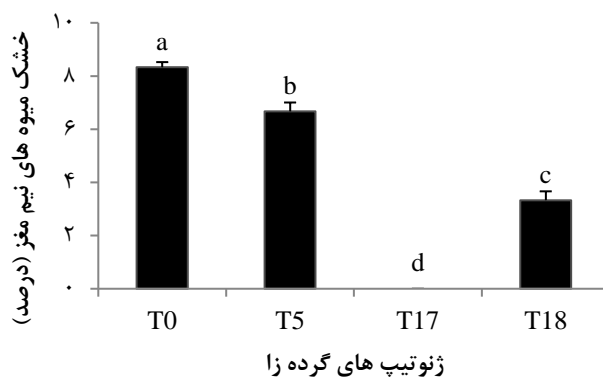
شکل ۱۰- اثر رقم (الف) و نوع گرده (ب) بر درصد دهان بسته بودن خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

گرده‌افشانی دستی، درصد نیم مغزی را نسبت به شاهد کاهش داد به طوری که در خشک‌میوه‌های گرده‌افشانی شده با T17 هیچ خشک‌میوه نیم مغزی مشاهده نشد و تیمارهای مناسب بعدی به ترتیب ژنوتیپ‌های گرده‌زای T5 و T18 بودند (شکل ۱۱).

خشک‌میوه‌های نیم مغز

نتایج به دست آمده از این آزمایش نشان داد که در رقم اکبری هیچ کدام از خشک‌میوه‌ها نیم مغز نشدند و صفت نیم مغزی فقط در رقم کله قوچی مشاهده شد و بیشترین درصد نیم مغزی مربوط به تیمار شاهد بود و



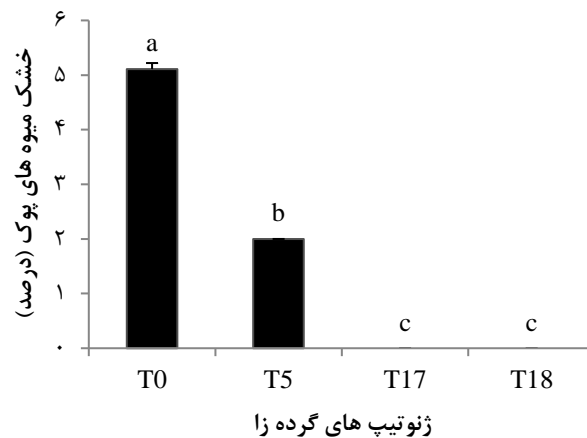
شکل ۱۱- اثر نوع گرده بر درصد نیم مغزی خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

خشک‌میوه‌های پوک

براساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها مشخص گردید درصد پوکی خشک‌میوه تحت اثر ساده نوع گرده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که تولید خشک‌میوه‌های پوک در رقم اکبری مشاهده نشد و تنها در رقم کله قوچی وجود داشت. همچنین نتایج این

پژوهش نشان داد که انجام گرده‌افشانی مصنوعی باعث کاهش میزان پوکی شد. جالب این که هنگام گرده-افشانی مصنوعی با ژنوتیپ‌های منتخب T17 و T18 هیچ خشک‌میوه پوکی مشاهده نشد. اگرچه هنگام گرده-افشانی با T5 مقداری پوکی مشاهده شد (شکل ۱۲) ولی خشک‌میوه‌های حاصل از گرده‌افشانی آزاد (شاهد) بیشترین درصد پوکی را دارا بودند (شکل ۱۲).



شکل ۱۲- اثر نوع گرده بر درصد پوکی خشک‌میوه دو رقم پسته.

T0: گرده‌افشانی آزاد، T5: ژنوتیپ گرده‌زای ۵، T17: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۷، T18: ژنوتیپ گرده‌زای ۱۸

نداشته باشند (Ozeker et al., 2005). بنابراین، علاوه بر کاهش عملکرد در این باغات، که از جنبه اقتصادی بسیار مهم است (Kaska, 1994)، تولید خشک‌میوه‌های پوک و نامرغوب نیز مشاهده خواهد شد. هرچند انتخاب درختان نر که از نظر گلدهی با رقم ماده همزمان باشند، مهم تلقی می‌شود، ولی وجود درختان نر با تولید دانه گرده

بحث

درختان پسته به دلیل دوپایه بودن به هنگام گرده‌افشانی با مشکلاتی مواجه می‌شوند. عدم همزمانی در شکفتن گل‌های نر و ماده از مهم‌ترین این مشکلات است. این پدیده موجب می‌شود که در دوره گرده‌افشانی موثر، گرده و مادگی همپوشانی لازم برای تلقیح را

استفاده کرد. در تحقیقی با عنوان تاثیر گرده‌افشانی تکمیلی بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه قزوین گزارش گردید که بیشترین مقدار عملکرد برای گرده-افشانی تکمیلی با ۲۲۶۷ کیلوگرم در هکتار و کمترین مقدار مربوط به گرده‌افشانی آزاد با مقدار ۷۶۴/۱۰ کیلوگرم در هکتار بود. تعداد خشک‌میوه در هر خوشه در رقم قزوینی و گرده‌افشانی تکمیلی بیشتر از رقم اوحدی و گرده‌افشانی آزاد بود. وزن تر و خشک هم در تیمار گرده‌افشانی تکمیلی بیشتر از گرده‌افشانی آزاد بود اما بین نوع گرده‌زاهای Q1 و Q2 تفاوت معنی‌دار وجود نداشت (Ebrahimi *et al.*, 2011). Crane & Iwakiri (۱۹۸۰) گزارش کردند که گرده‌افشانی تکمیلی نه تنها باعث افزایش تعداد خشک‌میوه در هر خوشه می‌شود، بلکه باعث افزایش اندازه بذر و وزن خشک پسته می‌شود، همچنین اگر از گرده *P. mutica* به جای *P. atlantica* استفاده شود، تاثیرات بیشتری بر وزن و درصد خندانی خواهد داشت. ایشان همچنین بیان کردند که گرده *P. vera* برای تولید بهتر موثرتر از *P. mutica* و *P. atlantica* بوده و باعث تولید خشک‌میوه بزرگتر با درصد خندانی بیشتر می‌شود و همچنین پسته *P. vera* می‌تواند سایر ارقام پسته را بارور کند. نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر، با نتایج Kashanizadeh *et al.* (۲۰۲۰)،

بالا و نیز بالا بودن قدرت جوانه‌زنی و قابلیت باروری دانه گرده نیز شروط لازم برای تولید خشک‌میوه با کیفیت است. بنابراین، جستجو برای یافتن ژنوتیپ‌ها/ ارقام گرده‌زا همواره از اهداف بهنژادگران پسته می‌باشد. در پژوهش حاضر، سه منبع مختلف گرده انتخاب و قدرت باروری و تولید خشک‌میوه توسط آن‌ها در دو رقم تجاری پسته استان کرمان، مطالعه و ارزیابی شد. به طوری که نتایج نشان داد که با انجام گرده‌افشانی دستی میزان تشکیل خشک‌میوه و خوشه افزایش پیدا کرد. Kashanizadeh و همکاران (۲۰۲۰) با مطالعه انتخاب گرده‌زای مناسب برای کنترل دستی گرده‌افشانی سه رقم اکبری، اوحدی و کلبوزی بیان کردند که کنترل دستی گرده‌افشانی نه تنها باعث افزایش تعداد گل‌های بارور شده و تشکیل خشک‌میوه در هر خوشه شد، بلکه باعث کاهش میزان ریزش گل، درصد پوکی و عدم شکافتن خشک‌میوه (دهان بسته) در ارقام پسته گردید و گرده‌افشانی طبیعی بالاترین درصد پوکی را به همراه داشت. وزن خشک، خشک میوه در هر خوشه و اندازه خشک‌میوه تحت تاثیر گرده‌زا قرار نگرفت. براساس نتایج بهترین ژنوتیپ گرده‌زا تیمار GA بود که تفاوت معنی‌داری با تیمار گرده‌افشانی آزاد داشت. بنابراین، GA را می‌توان در گرده‌افشانی برای اطمینان از تولید خشک-میوه با کیفیت بالا و درصد تشکیل خشک‌میوه بیشتر

است. براساس نتایج به دست آمده از پژوهش حاضر درصد خشک‌میوه‌های خندان و دهان بسته تحت تاثیر نوع گرده‌افشانی قرار گرفت، به طوری که با انجام گرده-افشانی دستی این میزان افزایش یافت. گزارش‌هایی وجود دارد که نشان می‌دهد استفاده از گرده‌افشانی مصنوعی باعث افزایش تعداد خشک‌میوه شکافته شده (خندان) و یا به عبارتی کاهش تعداد خشک‌میوه‌های غیرشکافته شده (دهان بسته) می‌شود. Ozeker *et al.* (۲۰۰۵) گزارش دادند که بیشترین و کمترین درصد خندانی به ترتیب ۳۰/۴۵ درصد توسط گرده‌افشانی با *P. vera* و ۲۲/۱۰ درصد توسط گرده‌افشانی با *P. atlantica* به دست آمد. همچنین Ka-ka & Ak (۱۹۹۶) گزارش کردند که گرده *P. vera* نسبت به گرده *P. terebinthus* و *P. atlantica* باعث درصد بیشتری از خشک‌میوه شکافته شده است. مطالعه مرتبط دیگری نیز به بررسی اثر گرده *P. vera* (ارقام پیترز و اسک)، *P. atlantica* و *P. terebinthus* بر روی رقم کرمان پرداخته است و نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که *P. vera* به عنوان والد نر می‌تواند انتخاب مناسبی برای دستیابی به بالاترین درصد خشک‌میوه شکافته شده باشد. با توجه به تاثیر ارقام نر بر میزان شکافتن خشک‌میوه، انتخاب درخت گرده‌افشان مناسب حائز اهمیت است. در پژوهشی اثر گرده ارقام مختلف پسته را بر روی ارقام

Ebrahimi *et al.* (۲۰۱۱)، و Crane & Iwakiri (۱۹۸۰) بر پسته همخوانی دارد.

در آزمایش انجام شده بیشترین ابعاد (طول و عرض) و میزان وزن تر و خشک، خشک‌میوه، خشک‌میوه بدون پوسته سبز و مغز مربوط به گرده‌افشانی دستی و کمترین میزان آن مربوط به گرده‌افشانی آزاد بود. Kardoush *et al.* (۲۰۰۹) دریافتند که گرده‌افشانی مصنوعی وزن خشک و اندازه خشک‌میوه را در مقایسه با گرده‌افشانی طبیعی بهبود می‌بخشد. براساس نتایج آنها، ترکیبی از *P. khinjuk* به عنوان والد نر و Batouri به عنوان رقم ماده بیشترین طول، عرض و ضخامت خشک-میوه را در مقایسه با گرده‌افشانی طبیعی ایجاد کرد. Atli (۱۹۹۵) اثر گرده‌افشان‌های مختلف را بر وزن ۱۰۰ دانه، ارقام پسته اوزون، سیرت و اوحدی بررسی کرد و گزارش داد که مقادیر از ۹۸/۷ تا ۱۰۶ گرم برای اوزون، ۱۲۲/۵ تا ۱۳۴ گرم برای سیرت و ۱۲۰ تا ۱۲۸/۴ گرم برای اوحدی بود. نتایج آزمایش حاضر با نتایج Kardoush *et al.* (۲۰۰۹) و Atli (۱۹۹۵) مطابقت دارد.

درصد خندانی خشک‌میوه یک ویژگی مهم است که به انتخاب یک رقم مناسب پسته کمک می‌کند. همانطور که توسط تعدادی از مطالعات گزارش شده است، خندانی تحت تاثیر رقم، گرده‌زا (Ozeker *et al.*, 2005) و تامین آب در طول رشد مغز (Kaska, 1990)

استرس آب، شرایط خشک‌سالی شدید و نمک در طول رشد مغز است. (Crane & Iwakiri, 1985; Ferguson *et al.*, 2005; Alipour, 2018; Tajabadipour *et al.*, 2018; Norozi *et al.*, 2019; Akca *et al.*, 2020; Ozeke *et al.*, 2005). همچنین تحقیقات نشان داده است که پسته‌هایی که حاوی مغزی که کمتر از نیمی از حفره پوسته را پر می‌کند (نیم‌مغزی) در نتیجه اختلال رشد جنین در طول میوه‌دهی و رشد تخمدان تولید می‌شوند (Ferguson *et al.*, 2005 a).

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که با اعمال گرده‌افشانی دستی درصد خشک‌میوه‌های پوک و نیم‌مغز کاهش یافت، در حالیکه گرده‌افشانی آزاد دارای بیشترین درصد پوکی و نیم‌مغز بود. (Acar & Eti, 2011) در پژوهش خود در ارتباط با کیفیت خشک‌میوه ارقام پسته قرمزی، سیرت و اوحدی تحت تاثیر گرده‌افشان‌های مختلف، خصوصیات کیفی شامل وزن ۱۰۰ دانه، درصد خندانی، وزن مغز و درصد پوکی را اندازه‌گیری کردند. با توجه به میانگین نتایج ۳ سال متوالی، وزن ۱۰۰ دانه از ۷۴ تا ۷۹/۴۰ گرم برای قرمزی، ۸۴/۴۸ تا ۹۶/۳۴ گرم برای سیرت و ۷۵/۲۰ تا ۷۶/۶۵ گرم برای اوحدی بود. درصد خندانی بین ۲۵/۳۱ و ۳۶/۹۲ درصد برای قرمزی، ۱۷/۵۳ تا ۳۵/۰۱ درصد برای سیرت و ۳/۹۰ تا ۹/۷۱ درصد برای اوحدی متغیر بود. وزن مغز از ۴۷/۱۲ به

ماده (Uzun & Kırmızı) بررسی شد و گزارش شد که گرده *P. vera* ارجحیت دارد، زیرا باعث درصد خندانی بیشتر و بزرگتر شدن خشک‌میوه می‌شود (Riazi & Rahemi, 2001). (Isfendiyaroglu *et al.*, 2001) نقش پدیده‌های زنی و متازنی را در باروری پسته تایید کردند زیرا دانه‌های گرده باعث تفاوت بین رشد مغز و سایر خصوصیات خشک‌میوه می‌شوند. آنها دریافتند که مغز بزرگتر و شکافتن پوسته استخوانی بیشتر (خندانی) با استفاده از گرده *P. vera* حاصل می‌شود و گرده سایر گونه‌های پسته نامطلوب است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که انتخاب درخت گرده-افشان مناسب برای ایجاد باغ پسته ضروری است. در تحقیقی دیگر نتایج نشان داد که استفاده از گرده *P. vera* در مقایسه با گرده‌های *P. atlantica* و *P. terebinthus* باعث افزایش خشک‌میوه‌های خندان و رشد مغز شد (Crane & Iwakiri, 1985). نتایج پژوهش حاضر با نتایج Ozeke *et al.* (2005)، Ka-ka & Ak (1996)، Isfendiyaroglu *et al.* (2001)، Riazi & Rahemi (1995) و Crane & Iwakiri (1985) بر پسته مطابقت دارد.

تولید خشک‌میوه پوک عمدتاً ناشی از گرده‌افشانی ناکافی، پایه، کوددهی ناکافی، باران‌های بهاری در طول گلدهی، کمبود مواد مغذی، ژنتیک،

تیمار شده با گرده‌افشانی *P. vera* نسبت به سایر گرده‌افشان‌ها (*P. atlantica* و *P. terebinthus*) خشک‌میوه پوک کمتری تولید می‌کند. در آزمایش‌های مزرعه‌ای در پسته *Pistacia vera* L. در کالیفرنیا، طی آوریل ۱۹۹۸، گزارش شد که درختان ماده جوان تیمار شده با گرده‌افشانی الکترواستاتیک ۱۶/۲ درصد تشکیل خشک‌میوه بیشتر در هر خوشه، ۱۱/۳ درصد عملکرد بالاتر، ۱۸/۶ درصد خندانی و ۶۰ درصد خشک‌میوه پوک کمتر نسبت به آنهایی که فقط گرده‌های متحرک را از باغ‌های مجاور دریافت می‌کردند، تولید کردند. در نتیجه گرده‌افشانی الکترواستاتیکی پسته می‌تواند جایگزین گرده‌افشانی طبیعی باد شود و نه تنها باعث تولید محصول بیشتر، بلکه کیفیت بهتر خشک‌میوه نیز می‌شود (Vaknin et al., 2001). نتایج پژوهش حاضر با نتایج Acar & Eti (۲۰۱۱)، Ebrahimi et al. (۲۰۱۱)، Acar et al. (۲۰۰۹)، Kardoush et al. (۲۰۰۱) و Vaknin et al. (۲۰۰۵) روی پسته همخوانی دارد.

نتیجه‌گیری کلی

معمولاً دوره‌های گلدهی درختان نر و ماده به اندازه کافی با هم همپوشانی ندارند تا گرده‌افشانی و تشکیل خشک‌میوه رضایت‌بخشی حاصل شود. بنابراین این شرایط باعث کاهش خشک‌میوه و عملکرد می‌شود. از

۴۹/۳۸ درصد برای قرمزی، ۴۳/۲۴ تا ۴۵/۱۰ درصد برای سیرت و ۴۳/۸۵ تا ۴۶/۰۷ درصد برای اوحدی بود. درصد پوکی بین ۲۹/۶۸ تا ۳۷/۰۲ درصد برای قرمزی، ۲۷/۸۲ تا ۳۸/۹۰ درصد برای سیرت و ۱۱/۸۵ تا ۳۳/۵۰ درصد برای اوحدی متغیر بود. نتایج به وضوح نشان داد که گرده‌افشان‌ها بر کیفیت خشک‌میوه در پسته تاثیر می‌گذارند. Ebrahimi et al. (۲۰۱۱) نیز در تحقیق خود با عنوان تاثیر گرده‌افشانی تکمیلی بر صفات کمی و کیفی پسته در منطقه قزوین گزارش کردند که بیشترین درصد خندانی مربوط به گرده‌افشانی تکمیلی (۵۵/۵۰ درصد) و کمترین مربوط به گرده‌افشانی طبیعی (۳۲/۶۷ درصد) بود. پوکی در رقم قزوینی (۳۰/۵۵ درصد) بیشتر از رقم اوحدی (۲۳/۴۴ درصد) بود. در ارتباط با نوع گرده‌افشانی هم گرده‌افشانی طبیعی بیشترین درصد پوکی (۳۵/۶۷ درصد) را در مقایسه با گرده‌افشانی تکمیلی (۲۲ درصد) داشت. در پژوهشی دیگر آکار و همکاران (۲۰۰۱) گزارش کردند که درصد پسته‌های پوک تولید شده در گرده‌افشانی کنترل دستی (مصنوعی) و گرده‌افشانی آزاد به ترتیب ۴۷/۷۶ درصد و ۵۵/۳۲ درصد بود. با توجه به یافته‌های Kardoush et al. (۲۰۰۹)، بیشترین و کمترین میانگین درصد پوکی در ارقام آشوری و باتوری به ترتیب ۵۰/۹ و ۴۰/۵ درصد بود. همچنین Ozeker et al. (۲۰۰۵) دریافتند که پسته

- by different pollinators. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10, 2920-2924.
4. Acar, I, & Eti, S. (2008). Effect of pistil receptivity, pollen mixtures, and pollen application distances on fruit set of Pistachios (*Pistacia vera* L.). *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 36, 295-300.
 5. Acar, I, & Eti, S. (2011). Nut quality of 'Kirmizi', 'Siirt' and 'Ohadi' pistachio cultivars as affected by different pollinators. *Acta Horticulturae*, 912, 80-86.
 6. Acar, I, Ak, BE, & Kuzdere, H. (2001) An investigation on artificial pollination facilities in pistachios by using an atomizer. In Ak B.E. (ed.). XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds. Zaragoza. *Ciheim*, 145-148.
 7. AK, BE, Acar, I, & kaska, N. (1996). An investigation on the male determination for some female varieties throughout five years (1992-1996) grown at Ceylanpiner State farm in sanliurfa conditions. *Ciheim-Options Mediterrannes*, 99-104.
 8. Akca, Y, Yuldasulu, YB, Murad, E, & Vahdati, K. (2020) Exploring of walnut genetic resources in kazakhstan and evaluation of promising selections. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7, 93-102.
 9. Alipour, H. (2018). Photosynthesis properties and ion homeostasis of different pistachio cultivar seedlings in response to salinity stress. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 5, 103-110.
- طرفی باز شدن گل در پسته تدریجی است و تمام گلچه‌های تشکیل شده روی خوشه به طور همزمان باز نمی‌شوند. بنابراین گرده‌افشانی دستی و شناسایی بهترین زمان گرده‌افشانی دستی برای افزایش عملکرد و کیفیت پسته حیاتی است. هنگامی که گرده‌افشانی طبیعی معیوب باشد یا گرده در زمان مناسب به درخت ماده نرسد، گرده‌افشانی را می‌توان با استفاده از گرده‌افشانی مکمل یا مصنوعی با پاشیدن گرده روی درختان به صورت دستی یا با استفاده از دستگاه اسپری انجام داد. به طور کلی، نتایج این آزمایش نشان داد که با انجام گرده‌افشانی دستی صفات کمی و کیفی پسته بهبود بخشید و ژنوتیپ گرده‌زای T17 به عنوان یک گرده‌زای مطلوب می‌تواند به باغداران پسته در این منطقه توصیه شود.
- ### منابع
۱. اسماعیل‌پور، ع. (۱۳۷۹). بررسی و مقایسه عملکرد کمی و کیفی ۲۸ رقم پسته در شرایط رفسنجان. گزارش نهایی موسسه تحقیقات پسته کشور.
 2. Abu-Zahra, TR, & Al-Abbadi, AA. (2007). Effect of artificial pollination on Pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit cropping. *Journal of Plant Sciences*, 2, 228-232.
 3. Acar, I, & Eti, S. (2007). Abscission of Pistachio flowers and fruits as affected

- 31-39. In: L. Ferguson (ed.). Pistachio production manual. 4th ed. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, Oakland, CA.
17. Ghareyazie, B, Huang, N, Second, G, Bennett, J, & Khush, GS. 1995. Classification of rice germplasm. 1. analysis using AFLP and PCR-based RFLP. *Theoretical and Applied Genetics*, 91, 218-227.
18. Isfendiyaroglu, M, Ozeker, E, Misrili, A, & Saglam, H. (2001). Determination of pollinator characteristics of different pistachio sp. In Manisa-Yunt mountain area. XI GREMPA Seminar on Pistachios and Almond. Zaragoza. *Ciheam*, 56, 267-270.
19. Ka-ka, N, & Ak, BE. (1996). Effect of pollen of different *Pistacia* spp. on some physiological featurers of Pistachios. In: Proc.of the IX GREMPA Meeting - Pistachio, Broonte (Italy). Renier Publisher, Palermo. pp. 43-47.
20. Kardoush, M, Ayman Dairy, M, Shdeifat, S, & Albashabsheh, N. (2009) Effect of some local pollinators on fruit characteristics of three Pistachio cultivars in Aleppo Area. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 5, 255-260.
21. Kashanizadeh, S, Ghasemi, M, & Ghasemi, S. (2020). effect of artificial pollination on some quantitative and qualitative traits of three Pistachio cultivars in Qazvin province. *Journal of Nuts*, 11, 63-72.
- Journal of Horticultural Science and Technology*, 5, 19-29.
10. Atli, HS. (1995). Onemli bazi antepfistigi cesitleri icin Gaziantep ve cevresindeki erkek tiplerin secilmesi. Yuk. Lisans Tezi, 77 s. Adana, Turkey (in Turkish).
11. Crane, JC, & Iwakiri, BT. (1980). Xenia and metaxenia in Pistachio. *HortSciene*, 15, 184-185.
12. Crane, JC, & Iwakiri, BT. (1985). Vegetative and reproductive dominance in pistachio. *HortScience*, 20, 1092-1093.
13. Ebrahimi, N, Piri, S, Imani, A, & Kashanizadeh, S. (2011). Effects of supplementary pollination on qualitative and quantitative traits of Pistachio in Qazvin region. *International Journal of Nuts and Related Sciences*, 2, 33-36.
14. Eslami, M, Nasibi, F, Manouchehri Kalantari, K, Khezri, M, Oloumi, H. (2019) Effect of exogenous application of l-arginine and sodium nitroprusside on fruit abscission and physiological disorders of pistachio (*Pistacia vera* L.) *Scions International Journal of Horticultural Science and Technology*, 6, 51-62.
15. Ferguson, L, Beede, RH, Freeman, MW, Haviland, DR, Holtz, BA, & Kallsen, CE. (2005b). Pistachio production manual (4th ed.). Fruit and Nut Research and Information Center, University of California, Davis, California. pp. 252.
16. Ferguson, L, Polito, V, & Kallsen, C. (2005 a). The Pistachio tree; botany and physiology and factor that affect yield, p.

- Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 42, 13-24.
28. Pontikis, CA. (1989). Effects of hydrogen cyanamide on bloom advancement in female Pistachio (*P. vera* L.). *Fruit Varieties Journal*, 43, 125-128.
29. Riazi, GH, & Rahemi, M. (1995). The effects of various pollen sources on growth and development of *Pistacia vera* L. nuts. *Acta Horticulture*, 419, 67-72.
30. Sharifkhan, M, Bakhshi, D, Pourghayoumi, M, Abdi, S, Hokmabadi, H. (2020) Effect of pollination time
31. Tajabadipour, A, Fattahi Moghadam, MR, Zamani, Z, Nasibi, F, & Hokmabadi, H. (2018). Foliar application of arginine improves vegetative and reproductive characteristics of bearing Pistachio trees. *Journal of Nuts*, 9, 31-47.
32. Vaknin, Y, Eisikowitch, D, Gan-Mor, S, Bechar, A, & Ronen, B. (2001). Electrotatic pollination of Pistachio (*Pistacia vera* L.) - A novel technique of pollen supplementation in agriculture. *CIHEAM*, 56, 53-57.
33. Zeraatkar, H, Karimi, HR, Shamshiri, MH, & Tajabadipur, A. (2013). Preliminary evaluation of artificial pollination in Pistachio using pollen suspension spray. *Journal of Plant Knowledge*, 2, 94-98.
22. Kaşka, N. (1990). Pistachio research and development in Near East, North Africa and Southern Europe. Nut production and industry in Europe, Near East and North Africa. *Reur Technology Series*, 13, 133-160.
23. Mahmoudi Meimand, MJ, Shamshiri, MH, & Raoufi, A. (2021). Evaluation of breeding strategies for Pistachio male genotypes based on flowering index, pollen traits, and female yield elements. *Journal of Nuts*, 12, 311-321.
24. Martinez, E, & Herreco, M. (1994). Male performance in Pistachio (*Pistacia vera* L.). *Journal of Horticultural Science*, 69, 1117-1122.
25. Norozi, M, ValizadehKaji, B, Karimi, R, & Nikoogoftar Sedghi, M. (2019). Effects of foliar application of potassium and zinc on Pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit yield. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 6, 113-123.
26. on yield and antioxidant properties of some pistachio cultivars. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7, 51-58.
27. Ozeker, E, Isfendiyaroglu, M, & Misirli, A. (2005) Variation of fruit characteristics of *Pistacia spp.* Pollinated by different hybridization Pistachio types in Manisa-Yunt mountain area in Turkey.

Evaluation of hand pollination with three different pollen sources on fruit set and certain fruit parameters of two commercial pistachios (*Pistacia vera* L.)

Maryam Ranjbar Kabootarkhani¹, Mahdi Alizadeh^{2*}, Esmail Seifi², Khalil Zeinali Nezhad³, Ali Tajabadipour⁴, Majid Esmailizadeh⁵

Abstract

Pollination is an important factor in the management of pistachio orchards. The flowering periods of male and female trees do not overlap, and this situation causes a decrease in fertility and an increase in blankness. The selection of male trees in terms of simultaneous flowering with the female variety, high pollen production, high germination power and pollen fertility are necessary conditions for the production of quality nuts. Therefore, searching for pollinizers is always one of the goals of pistachio breeders. In the present study, three different sources of pollen (T5, T17, T18) were selected and their fertility and fruit production in two commercial cultivars (Akbari, Kalehgoochi) were evaluated. The results showed that in addition to the fact that the fertility of female cultivars is inherently different, the choice of pollen type can be quite effective on various traits such as fruit formation and superior traits of nut and kernels. By performing artificial pollination, the number cluster and fruit formation, nut dimensions, fresh and dry weights of kernel and nut, the percentage of splitting (with an increase of 14.64%) compared to the control (free pollination) increased and nuts with closed mouth, nuts with half kernels were decreased compared to the control. The observed differences after pollination with different pollens are discussed in the present article and finally the T17 pollinator tree was selected as the superior genotype. This genotype can be grown as a superior pollinator in pistachio orchards of Akbari and Koleghoochi cultivars or may be used for supplementary pollination.

Keywords: Pollination, Pollinizer, Diocious, Fruitset, Pistachio

¹ PhD student, Horticulture department, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

² Academic member, Horticulture department, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

* Corresponding Author: mahdializadeh@gau.ac.ir

³ Academic member, Biotechnology department, Gorgan University of Agricultural Sciences & Natural Resources

⁴ Academic member, Pistachio Research Institute, Rafsanjan, Iran

⁵ Academic member, Vali-e-Asr University, Rafsanjan, Iran