

مقایسه روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر تشکیل و ماندگاری میوه پسته رقم اکبری

در منطقه بهادران یزد

محمدرضا علیزاده جلگه پور^۱، کاظم کمالی علی آباد^۲، علی تاج آبادی پور^۳

تاریخ ارسال: ۱۴۰۵/۰۳/۱۴ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۵/۲۵

چکیده

گرده‌افشانی در پسته به‌عنوان گونه‌ای دوطایه نقش مهمی در تشکیل میوه، ماندگاری خوشه و عملکرد نهایی دارد. این پژوهش با هدف بررسی اثر روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی بر صفات میوه و دانه پسته رقم اکبری در بهار سال ۱۴۰۵ در منطقه بهادران یزد انجام شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل شاخه بریده گل‌دار نر، جوراب نازک حاوی گل نر، مخلوط آرد و گرده (غلظت دو درصد گرده) و شاهد بودند. صفات مورد بررسی شامل تعداد میوه اولیه و نهایی در خوشه، درصد ماندگاری میوه، طول خوشه، طول دانه، قطر دانه و شاخص شکل دانه بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد اثر تیمارها بر تعداد میوه اولیه، تعداد میوه نهایی و درصد ماندگاری میوه معنی‌دار بود، اما بر طول خوشه و صفات دانه اثر معنی‌داری نداشت. بیشترین تعداد میوه نهایی و بیشترین درصد ماندگاری به‌ترتیب با میانگین‌های ۲۵/۷۵ عدد و ۳۴/۲۶ درصد در تیمار مخلوط آرد و گرده به‌دست آمد. همچنین بین تعداد میوه نهایی و درصد ماندگاری میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار مشاهده شد. بر اساس نتایج، مخلوط آرد و گرده می‌تواند روشی ساده و کاربردی برای بهبود تشکیل و ماندگاری میوه پسته رقم اکبری باشد.

واژه‌های کلیدی: پسته اکبری، گرده‌افشانی تکمیلی، تشکیل میوه، ماندگاری میوه، مخلوط آرد و گرده

^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد بیوتکنولوژی کشاورزی، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد.

^۲ دانشیار، گروه مدیریت مناطق خشک و بیابانی، دانشکده منابع طبیعی و کویر شناسی، دانشگاه یزد، یزد.

^۳ استادیار پژوهشی، مرکز تحقیقات پسته، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رفسنجان، ایران.

* نویسنده مسئول: kkamali@yazd.ac.ir

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) یکی از مهم ترین محصولات باغی مناطق خشک و نیمه خشک ایران است و به دلیل ارزش اقتصادی بالا، نقش مهمی در تولید و صادرات محصولات باغی کشور دارد (کشاورز و همکاران، ۱۴۰۴). این گونه گیاهی دوپایه است و موفقیت در تشکیل میوه آن به انتقال مناسب دانه گرده از پایه های نر به پایه های ماده وابسته است. در نتیجه، هر عاملی که موجب اختلال در همزمانی گلدهی، کاهش کمیت یا کیفیت گرده، یا محدودیت در انتقال گرده شود، می تواند به کاهش تشکیل میوه، افزایش ریزش و افت عملکرد بینجامد (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۹؛ Marino *et al.*, 2026). افزون بر این، در پسته فرایند ریزش تنها به مرحله گل و میوه محدود نیست و مطالعات فیزیولوژیک و مولکولی نشان داده اند که ریزش اندام های زایشی، از جمله جوانه های گل آذین، می تواند با وضعیت تغذیه ای، تنظیم هورمونی و تنش اکسیداتیو نیز مرتبط باشد (Benny *et al.*, 2020). در باغ های پسته، گردافشانی طبیعی عمدتاً به وسیله باد انجام می شود، اما این فرایند همواره کارایی مطلوبی ندارد. نسبت نامناسب درختان نر به ماده، فاصله زیاد درختان گرده زاء، ناهمزمانی گلدهی، شرایط نامساعد جوی و حتی برخی تنش های محیطی می توانند اثربخشی گردافشانی طبیعی را کاهش دهند (حسینی و

همکاران، ۱۳۹۹؛ Burgos-Miranda *et al.*, 2025). در چنین شرایطی، گردافشانی تکمیلی یا مصنوعی می تواند به عنوان یک راهکار مدیریتی برای بهبود تلقیح و تثبیت میوه مورد استفاده قرار گیرد. در همین راستا، بختیاری و همکاران (۱۳۹۱) گزارش کردند که گردافشانی مصنوعی در شرایط تنش بادی موجب افزایش معنی دار عملکرد در برخی ارقام پسته شد که نشان دهنده ظرفیت این روش برای جبران محدودیت های گردافشانی طبیعی است. مطالعات پیشین نشان داده اند که نوع گرده، زمان گردافشانی و روش کاربرد آن بر تشکیل میوه، ریزش، و برخی صفات کمی و کیفی محصول پسته مؤثر است. راحمی و حاج عبدالمهی (۱۳۸۳) نشان دادند که منبع گرده می تواند بر تشکیل میوه و رشد خشک میوه پسته اثر معنی دار داشته باشد. فرهادی و شریفیانی (۱۳۹۹) نیز گزارش کردند که برخی ترکیب های آرد و گرده در روش اسپری موجب بهبود تعدادی از صفات کمی و کیفی میوه می شوند. همچنین فرهادی و همکاران (۱۴۰۱) تأکید کردند که گردافشانی کنترل شده می تواند برخی ویژگی های میوه و دانه را نسبت به گردافشانی آزاد بهبود دهد. مطالعات دیگر نیز اهمیت همزمانی گلدهی، ویژگی ژنوتیپ های نر و مقدار گرده تولیدی را در موفقیت گردافشانی پسته نشان داده اند (قاسمی و همکاران، ۱۳۹۹؛ رنجبر کبوترخانی و همکاران، ۱۴۰۳؛

مواد و روش‌ها

این پژوهش در بهار سال ۱۴۰۵ در یک باغ پسته رقم اکبری در منطقه بهادران، واقع در جنوب استان یزد و در محدوده شهرستان مهریز انجام شد. محدوده مورد مطالعه بین طول‌های جغرافیایی ۵۱ درجه و ۱۱ دقیقه تا ۵۱ درجه و ۲۳ دقیقه شرقی و عرض‌های جغرافیایی ۳۱ درجه و ۳۱ دقیقه تا ۳۱ درجه و ۳۳ دقیقه شمالی قرار دارد و ارتفاع آن حدود ۱۱۳۱ متر از سطح دریا است. این منطقه دارای اقلیم خشک و نیمه‌خشک بوده و میانگین دمای سالیانه آن حدود ۲۱/۱ درجه سانتی‌گراد، بارش سالیانه ۱۱۲/۵ میلی‌متر، رطوبت نسبی حدود ۲۳ درصد و تبخیر ماهانه حدود ۲۸۱ میلی‌متر گزارش شده است (مختاری و همکاران، ۲۰۰۳). درختان مورد بررسی ۱۵ ساله بودند و عملیات مدیریتی باغ شامل آبیاری، تغذیه و سایر عملیات داشت در تمامی واحدهای آزمایشی به‌طور یکنواخت انجام شد. اگرچه آب آبیاری باغ شور بود، این شرایط برای همه تیمارها یکسان بود. عملیات اجرایی آزمایش از ۱۰ فروردین‌ماه آغاز شد. بر اساس مشاهدات میدانی، شروع گلدهی درختان در ۱۰ فروردین، اوج گلدهی در ۱۵ فروردین و پایان آن در ۲۰ فروردین ثبت شد. با توجه به عدم هم‌زمانی کامل باز شدن گل‌ها در همه درختان، اعمال تیمارهای گرده‌افشانی تکمیلی متناسب با وضعیت گلدهی درختان در این بازه زمانی انجام گرفت.

(Sharifkhah et al., 2020) از سوی دیگر، در مناطق پسته‌خیز مرکزی ایران مانند یزد، شرایط اقلیمی خشک، کمبود بارندگی و استفاده از آب‌های شور از جمله عوامل محدودکننده تولید محسوب می‌شوند (مومن‌پور، ۱۴۰۴؛ فلاح و همکاران، ۱۳۹۸). هرچند پسته نسبت به بسیاری از درختان میوه تحمل بیشتری به خشکی و شوری دارد، اما این تنش‌ها می‌توانند به‌طور غیرمستقیم بر رشد زایشی، گلدهی و ماندگاری میوه اثر بگذارند (Marino et al., 2026). از این‌رو، بررسی روش‌های ساده و بومی گرده‌افشانی تکمیلی در چنین شرایطی می‌تواند از نظر علمی و کاربردی اهمیت زیادی داشته باشد. رقم اکبری یکی از مهم‌ترین ارقام تجاری پسته در ایران است که به‌دلیل شکل کشیده، بازارپسندی و ارزش صادراتی بالا، جایگاه ویژه‌ای در باغ‌های پسته دارد. با این حال، این رقم نیز در صورت ضعف گرده‌افشانی و افزایش ریزش میوه، ممکن است کاهش عملکرد قابل توجهی نشان دهد. بنابراین، ارزیابی روش‌های مختلف گرده‌افشانی تکمیلی در این رقم می‌تواند در شناسایی راهکارهای مؤثر برای بهبود تشکیل و ماندگاری میوه مفید باشد. بر این اساس، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر چهار روش گرده‌افشانی شامل شاخه بریده گل‌دار نر، جوراب نازک حاوی گل نر، مخلوط آرد و گرده و شاهد، بر تشکیل میوه، درصد ماندگاری خوشه و برخی صفات دانه در پسته رقم اکبری انجام شد.

آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تیمار و چهار تکرار اجرا شد. از میان ۳۰ ردیف موجود در باغ، ۱۶ ردیف به گونه ای انتخاب شدند که بین ردیف های اختصاص یافته به تیمارهای مختلف، پنج ردیف فاصله وجود داشته باشد تا احتمال اختلاط گرده به حداقل برسد. سپس این ۱۶ ردیف به صورت تصادفی به چهار تیمار اختصاص داده شدند، به طوری که هر تیمار در چهار ردیف تکرار شد. فاصله بین ردیف ها ۱۲ متر و طول هر ردیف ۴۰ متر بود؛ بنابراین فاصله ردیف های مربوط به تیمارهای مختلف حدود ۷۰ متر در نظر گرفته شد. در هر ردیف به طور میانگین ۲۰ درخت وجود داشت. در تیمارهای گرده افشانی تکمیلی، شاخه های بریده نر یا جوراب های حاوی گل نر در داخل ردیف های مربوط به هر تیمار نصب شدند؛ به طوری که در هر ردیف، به ازای هر چهار درخت، یک بطری حاوی شاخه بریده نر که یک سوم بطری را آب شامل میشد و تعداد دو عدد قند یا یک جوراب حاوی گل نر قرار داده شد. در مجموع، در هر ردیف پنج بطری یا جوراب نصب

شد. بر این اساس، ردیف به عنوان واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد بررسی شامل: (A) شاخه بریده گل دار نر، (B) جوراب نازک حاوی گل نر، (C) مخلوط آرد و گرده و (D) شاهد بودند (شکل ۱). در تیمار شاخه بریده گل دار نر، شاخه های گل دار نر بعد از اینکه متورم شدند و قبل از اینکه کامل باز شوند (حدوداً از سائز اولیه اش ۲۰ برابر بزرگتر شده باشد)، پس از جداسازی از درختان نر محلی در بطری های حاوی آب و دو عدد قند قرار داده شده و در ردیف های مربوط نصب شدند. در طول دوره گلدهی، شاخه های خشک شده با شاخه های تازه جایگزین شدند و در هر ردیف حدود پنج شاخه مورد استفاده قرار گرفت. در تیمار جوراب نازک حاوی گل نر، گل های نر جدا شده بعد از گذشت ۱۰ ساعت، در جوراب نازک قرار داده شد و در بخش فوقانی تاج درخت نصب گردید. برای تسهیل آزادسازی گرده، جوراب ها روزانه در سه نوبت صبح، ظهر و عصر تکان داده شدند و در صورت نیاز تعویض شدند.



(C)



(B)



(A)

شکل ۱- نمایی از مراحل اجرای تیمارهای گرده افشانی تکمیلی در پسته رقم اکبری: (A) شاخه بریده گل دار نر، (B) جوراب نازک حاوی گل نر، (C) مخلوط آرد و گرده.

در هر ردیف حدود پنج جوراب به کار رفت. در تیمار مخلوط آرد و گرده، مخلوطی از آرد و گرده با غلظت دو درصد گرده تهیه شد. این مخلوط در جوراب ریخته شد، به چوب متصل گردید و در سه مرحله شامل آغاز گلدهی، اوج گلدهی و پایان گلدهی روی درختان تکان داده شد تا گرده به طور یکنواخت روی گل‌های ماده پخش شود. در تیمار شاهد هیچ گونه گرده افشانی تکمیلی انجام نشد. گرده مورد استفاده در تیمارهای مختلف از درختان نر محلی منطقه تهیه شد. برای کاهش ورود گرده ناخواسته، گل‌های نر ردیف‌های آزمایشی پیش از باز شدن حذف شدند. همچنین در اطراف باغ و در شعاع تقریبی ۱۰۰ متری از جهات شمال، شرق و غرب درخت نر وجود نداشت و در جهت جنوب نیز گل‌های نر موجود حذف شدند تا تأثیر گرده خارجی تا حد امکان کنترل شود. برای ارزیابی تیمارها، در هر ردیف سه درخت از ابتدا، وسط و انتهای ردیف انتخاب شد. از هر درخت یک شاخه و از هر شاخه یک خوشه به طور تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد. در نتیجه، در هر تیمار ۱۲ خوشه و در کل آزمایش ۴۸ خوشه بررسی شد. صفات اندازه‌گیری شده شامل تعداد میوه اولیه در خوشه، تعداد میوه نهایی در خوشه، درصد ماندگاری میوه، طول خوشه، طول دانه، قطر دانه و شاخص شکل دانه بود. نمایی از خوشه‌ها و مرحله ارزیابی برخی صفات میوه پس از تشکیل میوه در شکل

۲ نشان داده شده است. برای بررسی صفات دانه، از هر خوشه پنج دانه به صورت تصادفی انتخاب شد. طول دانه با خط‌کش و بر حسب سانتی‌متر و قطر دانه با کولیس و بر حسب میلی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص شکل دانه از نسبت طول دانه به قطر دانه، پس از یکسان‌سازی واحدها، محاسبه شد. درصد ماندگاری میوه نیز از تقسیم تعداد میوه نهایی بر تعداد میوه اولیه و ضرب در ۱۰۰ به دست آمد. تجزیه آماری داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS انجام شد. برای بررسی اثر تیمارها از تجزیه واریانس یک‌طرفه استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. همچنین برای بررسی روابط بین صفات مختلف، ضرایب همبستگی پیرسون محاسبه شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای مختلف گرده‌افشانی بر تعداد میوه اولیه در خوشه، تعداد میوه نهایی در خوشه و درصد ماندگاری میوه اثر معنی‌دار داشتند، اما بر طول خوشه، طول دانه، قطر دانه و شاخص شکل دانه اثر معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۱). اثر معنی‌دار تیمارها بر صفات مرتبط با تشکیل و بقای میوه نشان می‌دهد که نوع و نحوه کاربرد گرده می‌تواند در موفقیت گرده‌افشانی و کاهش ریزش اولیه میوه نقش تعیین‌کننده داشته باشد.



شکل ۲- نمایشی از مراحل گلدهی و ارزیابی برخی صفات کمی در پسته رقم اکبری: (A) خوشه در مرحله گل، (B) اندازه گیری طول خوشه و شمارش میوه های اولیه، (C) اندازه گیری طول دانه، (D) اندازه گیری قطر دانه با کولیس.

در تیمار جوراب نازک حاوی گل نر با میانگین ۱۹/۹۸ درصد به دست آمد (جدول ۲). این یافته نشان می دهد که توزیع یکنواخت تر گرده و احتمال تماس بیشتر آن با کلاله گل های ماده در تیمار مخلوط آرد و گرده، موجب افزایش موفقیت تلقیح و کاهش ریزش میوه شده است. عدم همزمانی در باز شدن گل ها بین درختان نر و ماده می تواند یکی از عوامل محدود کننده موفقیت گرده افشانی و تشکیل میوه در پسته باشد؛ بنابراین، استفاده از روش های گرده افشانی تکمیلی در چنین شرایطی از اهمیت بیشتری برخوردار است. نتایج حاصل با گزارش Acar و Eti (۲۰۰۷) هم راستا است که نشان دادند گرده زها می توانند بر ریزش گل و میوه پسته اثر بگذارند. همچنین نتایج پژوهش حاضر با یافته های راحمی و حاج عبدالمهی (۱۳۸۳) و فرهادی و شریفیانی (۱۳۹۹) مطابقت دارد که بر اهمیت نوع گرده و روش کاربرد آن در تشکیل میوه و کاهش ریزش تأکید کرده اند. در این پژوهش، تیمار جوراب نازک حاوی گل

میانگین صفات مربوط به خوشه و میوه در جدول ۲ ارائه شده است. بیشترین تعداد میوه اولیه در خوشه در تیمار شاهد با میانگین ۱۱۵/۵۰ عدد مشاهده شد که از سایر تیمارها بیشتر بود. این موضوع نشان می دهد که تعداد میوه اولیه لزوماً شاخص مناسبی برای عملکرد نهایی نیست و بخش مهمی از تفاوت تیمارها در مرحله ماندگاری و ریزش بعدی ظاهر می شود. در مقابل، بیشترین تعداد میوه نهایی در خوشه مربوط به تیمار مخلوط آرد و گرده با میانگین ۲۵/۷۵ عدد بود که در گروه آماری A قرار گرفت. تیمار شاهد نیز با میانگین ۲۶/۷۵ عدد در گروه آماری A-B قرار داشت، اما تیمار جوراب نازک حاوی گل نر با میانگین ۱۵/۲۵ عدد کمترین تعداد میوه نهایی را نشان داد.

درصد ماندگاری میوه نیز به طور معنی داری تحت تأثیر تیمارها قرار گرفت. بیشترین درصد ماندگاری در تیمار مخلوط آرد و گرده با میانگین ۳۴/۲۶ درصد مشاهده شد، در حالی که کمترین مقدار

نر کمترین کارایی را در تعداد میوه نهایی و درصد ماندگاری نشان داد. به نظر می‌رسد در این روش، آزادسازی گرده محدودتر بوده و پراکنش یکنواخت آن در سطح تاج به خوبی انجام نشده است. در مقابل، مخلوط آرد و گرده به دلیل افزایش حجم ماده پخش‌شونده و سهولت توزیع در سه نوبت، توانسته است گرده‌افشانی مؤثرتری فراهم کند. این تفسیر با نتایج برخی پژوهش‌ها درباره کارایی مخلوط‌های آرد-گرده و گرده‌افشانی مصنوعی در پسته سازگار است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۷؛ رنجبرکبوترخانی و همکاران، ۱۴۰۱؛ فرهادی و همکاران، ۱۴۰۱). نمودار تعداد میوه نهایی در خوشه نشان می‌دهد که تیمار مخلوط آرد و گرده بالاترین میانگین را داشته و پس از آن شاهد قرار گرفته است. فاصله اطمینان ۹۵ درصد نیز پراکنش داده‌ها را در هر تیمار نشان می‌دهد و برتری نسبی تیمار ج را نسبت به تیمار ب به خوبی نمایان می‌سازد (شکل ۱).

جدول ۱- خلاصه تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف گرده‌افشانی بر صفات میوه و دانه پسته رقم اکبری

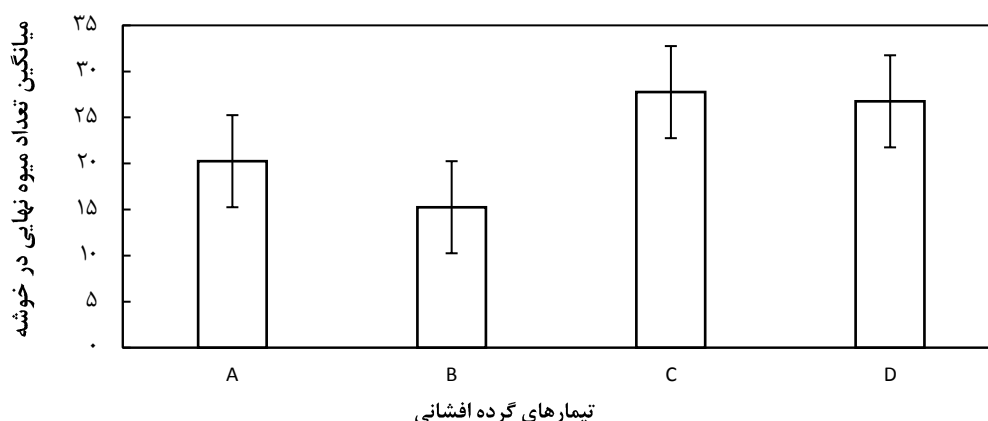
مقدار p	مقدار F	درجه آزادی (تیمار، خطا)	صفت
۰/۰۰۳**	۸/۸۷	۳ و ۱۲	تعداد میوه اولیه در خوشه
۰/۰۰۷**	۶/۵۸	۳ و ۱۲	تعداد میوه نهایی در خوشه
۰/۰۲۹*	۴/۲۷	۳ و ۱۲	درصد ماندگاری میوه
۰/۵۱۱ns	۰/۸۱	۳ و ۱۲	طول خوشه (سانتی‌متر)
۰/۲۷۷ns	۱/۴۵	۳ و ۱۲	طول دانه (سانتی‌متر)
۰/۰۷۳ns	۳/۰۰	۳ و ۱۲	قطر دانه (میلی‌متر)
۰/۲۱۸ns	۱/۷۱	۳ و ۱۲	شاخص شکل دانه

ns: غیرمعنی‌دار؛ * در سطح پنج درصد؛ ** در سطح یک درصد معنی‌دار

جدول ۲- اثر تیمارهای مختلف گرده‌افشانی بر تعداد میوه اولیه و نهایی در خوشه، درصد ماندگاری میوه و طول خوشه در پسته رقم اکبری

تیمار	تعداد میوه اولیه در خوشه (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	تعداد میوه نهایی در خوشه (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	درصد ماندگاری میوه (میانگین $\pm$ انحراف معیار)	طول خوشه (سانتی‌متر)
A	b ۶۷/۰۰ $\pm$ ۱۵/۴۹	b-c ۲۰/۲۵ $\pm$ ۵/۸۵	a-b ۴۷/۷ $\pm$ ۲۶/۹۱	۵/۴۸ $\pm$ ۱/۲۰
B	b ۷۶/۷۵ $\pm$ ۱۱/۶۴	c ۱۵/۲۵ $\pm$ ۴/۵۰	c ۱۹/۹۸ $\pm$ ۵/۳۸	۵/۰۳ $\pm$ ۰/۵۴
C	b ۸۱/۷۵ $\pm$ ۱۱/۲۷	a ۲۷/۷۵ $\pm$ ۴/۱۱	a ۳۴/۲۶ $\pm$ ۵/۷۷	۵/۵۰ $\pm$ ۰/۵۵
D	a ۱۱۵/۵۰ $\pm$ ۱۱/۷۳	a-b ۲۶/۷۵ $\pm$ ۳/۵۰	b-c ۲۳/۴۳ $\pm$ ۴/۶۴	۶/۰۰ $\pm$ ۱/۰۵

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. اثر تیمارها بر طول خوشه غیرمعنی‌دار بود. تیمارها: A = شاخه بریده گل‌دار نر، B = جوراب نازک حاوی گل نر، C = مخلوط آرد و گرده، D = شاهد.



شکل ۱- میانگین تعداد میوه نهایی در خوشه در تیمارهای مختلف گردهافشانی در پسته رقم اکبری (فاصله اطمینان ۹۵ درصد) A = شاخه بریده گل دار نر، B = جوراب نازک حاوی گل نر، C = مخلوط آرد و گرده، D = شاهد.

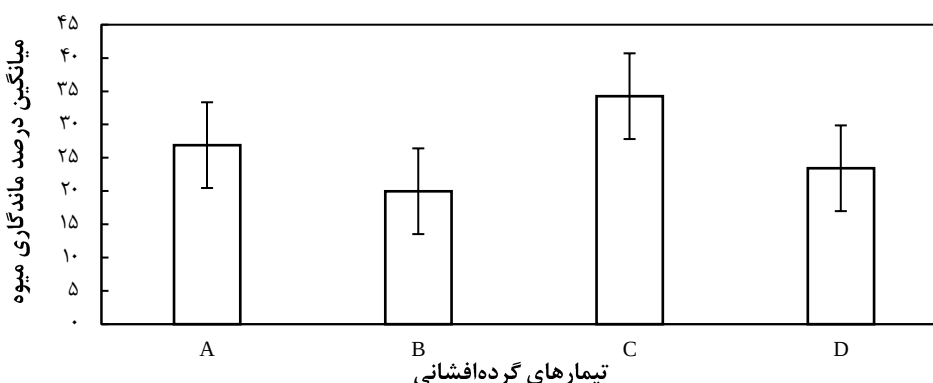
مشاهده شد، به طوری که تیمار مخلوط آرد و گرده با میانگین ۱۳/۶۰ میلی متر در گروه الف قرار گرفت و تیمارهای ب و د در گروه ب قرار داشتند. با این حال، چون نتیجه تجزیه واریانس برای این صفت در سطح پنج درصد معنی دار نبود، تفسیر این تفاوتها با احتیاط انجام شد.

عدم معنی داری صفات دانه نشان می دهد که روش گردهافشانی در شرایط این پژوهش بیشتر بر صفات مربوط به تشکیل و بقای میوه اثر گذاشته و تغییر محسوسی در ابعاد دانه ایجاد نکرده است. این موضوع می تواند ناشی از آن باشد که صفات دانه علاوه بر مرحله گردهافشانی، به شدت تحت تأثیر ویژگی ژنتیکی رقم، وضعیت تغذیه ای، رقابت بین میوه ها و شرایط محیطی در طول فصل رشد قرار دارند. حسینی و همکاران (۱۳۹۹) نیز گزارش کردند که گردهافشانی دستی می تواند تعداد میوه را افزایش دهد، اما لزوماً همه صفات

نمودار درصد ماندگاری میوه نیز نشان می دهد که تیمار مخلوط آرد و گرده بیشترین میانگین ماندگاری را داشته است، در حالی که تیمار جوراب نازک حاوی گل نر کمترین مقدار را نشان می دهد. اگرچه تیمار مخلوط آرد و گرده از نظر تعداد میوه نهایی در گروه آماری مشترک با شاهد قرار گرفت، اما از نظر درصد ماندگاری میوه اختلاف معنی داری با شاهد نشان داد و بیشترین مقدار این صفت را به خود اختصاص داد. این الگو از نظر عملی اهمیت زیادی دارد، زیرا در پسته بخش قابل توجهی از افت عملکرد در اثر ریزش مراحل اولیه رخ می دهد و هر روشی که ماندگاری میوه را افزایش دهد، از نظر مدیریت باغ ارزشمند است (شکل ۲). نتایج صفات دانه در جدول ۳ آمده است. اثر تیمارهای گردهافشانی بر طول دانه، قطر دانه و شاخص شکل دانه معنی دار نبود. با وجود این، در صفت قطر دانه نوعی گرایش به گروه بندی نسبی در آزمون دانکن

کیفی را به یک اندازه تحت تأثیر قرار نمی‌دهد. نتایج همبستگی صفات در جدول ۴ ارائه شده است. بین تعداد میوه نهایی و درصد ماندگاری میوه همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0.710$) و بین تعداد میوه نهایی و درصد ریزش میوه همبستگی منفی و معنی‌دار ($r=0.710$) مشاهده شد. همچنین بین درصد

ماندگاری و درصد ریزش میوه همبستگی منفی کامل ($r=1/000$) وجود داشت که به ماهیت مکمل این دو شاخص مربوط است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که کاهش ریزش میوه یکی از اصلی‌ترین مسیرهای افزایش عملکرد نهایی در خوشه است.



شکل ۲- میانگین درصد ماندگاری میوه در تیمارهای مختلف گرده‌افشانی در پسته رقم اکبری (فاصله اطمینان ۹۵ درصد)، A = شاخه بریده گل‌دار نر، B = جوراب نازک حاوی گل نر، C = مخلوط آرد و گرده، D = شاهد.

جدول ۳- اثر تیمارهای مختلف گرده‌افشانی بر صفات دانه در پسته رقم اکبری

تیمار	شاخص شکل دانه (طول/قطر) (میانگین ± انحراف معیار)	قطر دانه (میلی‌متر) (میانگین ± انحراف معیار)	طول دانه (سانتی‌متر) (میانگین ± انحراف معیار)
A	a ۱/۷۲ ± ۰/۱۱	a-b ۱۳/۲۳ ± ۰/۷۷	a ۲/۲۷ ± ۰/۰۲
B	a ۱/۸۳ ± ۰/۰۵	b ۱۲/۷۱ ± ۰/۴۳	a ۲/۳۳ ± ۰/۱۳
C	a ۱/۷۶ ± ۰/۰۵	a. ۱۳/۶۰ ± ۰/۳۳	a ۲/۳۹ ± ۰/۱۲
D	a ۱/۷۶ ± ۰/۰۷	b ۱۲/۶۷ ± ۰/۴۰	a ۲/۲۳ ± ۰/۱۶

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک بر اساس آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد اختلاف معنی‌داری ندارند. اثر تیمارها بر طول دانه، قطر دانه و شاخص شکل دانه در تجزیه واریانس معنی‌دار نبود. A = شاخه بریده گل‌دار نر، B = جوراب نازک حاوی گل نر، C = مخلوط آرد و گرده، D = شاهد.

جدول ۴- ضرایب همبستگی پیرسون بین صفات مورد بررسی در پسته رقم اکبری

صفت	تعداد میوه نهایی	درصد ماندگاری میوه	درصد ریزش میوه	طول دانه	قطر دانه	شاخص شکل دانه
تعداد میوه نهایی	۱	۰/۷۱۰**	-۷۱۰**	-۰/۰۵۱	۰/۲۰۴	-۰/۲۹۴
درصد ماندگاری میوه		۱	---۱/۰۰۰**	۰/۰۷۵	۰/۳۱۱	-۰/۲۳۹
درصد ریزش میوه			۱	-۰/۰۷۵	-۰/۳۱۱	۰/۲۳۹
طول دانه				۱	۰/۵۹۲	۰/۵۷۰
قطر دانه					۱	-۰/۳۲۳
شاخص شکل دانه						۱

* و ** به ترتیب نشان‌دهنده معنی‌داری در سطوح پنج و یک درصد هستند.

نتیجه گیری کلی

نتایج این پژوهش نشان داد که روش های مختلف گردافشانی تکمیلی در پسته رقم اکبری بر برخی صفات مهم مرتبط با تشکیل و بقای میوه اثرگذار هستند. تیمار مخلوط آرد و گرده نسبت به سایر تیمارها کارایی بیشتری نشان داد و موجب بیشترین تعداد میوه نهایی در خوشه و بالاترین درصد ماندگاری میوه شد. در مقابل، تیمار جوراب نازک حاوی گل نر کمترین کارایی را در بین روش های بررسی شده داشت. همچنین تیمارها بر طول خوشه و صفات مورفولوژیک دانه اثر معنی داری نداشتند. از نظر اقتصادی و کاربردی، مقایسه نسبی روش ها نشان می دهد که تیمار مخلوط آرد و گرده به دلیل نیاز کم به گرده، امکان افزایش حجم ماده پخش شونده با استفاده از آرد، سهولت اجرا و اثرگذاری بیشتر بر تعداد میوه نهایی و درصد ماندگاری، از مطلوبیت اقتصادی بیشتری نسبت به سایر روش ها برخوردار است. روش شاخه بریده گل دار نر اگرچه می تواند به عنوان یک روش ساده و قابل اجرا در باغ استفاده شود، اما به دلیل نیاز به تهیه، نگهداری و جایگزینی شاخه های تازه نر در طول دوره گلدهی، از نظر نیروی کار و مدیریت اجرایی هزینه برتر است. روش جوراب نازک حاوی گل نر نیز با وجود سادگی، به دلیل نیاز به تکان دادن مکرر، آزادسازی محدودتر گرده و کارایی پایین تر در افزایش ماندگاری میوه، از نظر هزینه

فایده در مقایسه با مخلوط آرد و گرده مطلوبیت کمتری دارد. تیمار شاهد نیز اگرچه هزینه اجرایی مستقیمی ندارد، اما به دلیل وابستگی کامل به گردافشانی طبیعی و احتمال کاهش ماندگاری میوه، به ویژه در شرایط ضعف هم زمانی گلدهی یا محدودیت گرده، ممکن است از نظر عملکرد نهایی ریسک بیشتری داشته باشد. بر اساس این نتایج، استفاده از مخلوط آرد و گرده را می توان به عنوان روشی ساده، کم هزینه، کاربردی و دارای توجیه اقتصادی نسبی برای بهبود تشکیل و ماندگاری میوه در باغ های پسته رقم اکبری پیشنهاد کرد. با این حال، برای نتیجه گیری دقیق تر، انجام پژوهش های تکمیلی در چند سال، با منابع مختلف گرده، بررسی صفات کیفی نهایی محصول و تحلیل اقتصادی کمی به تفکیک هر روش گردافشانی، شامل هزینه گرده، نیروی کار، زمان اجرا و افزایش عملکرد نهایی، توصیه می شود.

منابع

بختیاری، س.، معین راد، ح. و دهنوی، م. (۱۳۹۱). بررسی تأثیر گردافشانی مصنوعی بر عملکرد پسته (*Pistacia vera L.*) در شرایط تنش بادی. اولین همایش ملی کشاورزی در شرایط محیطی دشوار، رامهرمز. <https://civilica.com/doc/352032>

حسینی، ن.، رضائزاد، ف. و زمانی بهرام آبادی، ا. (۱۳۹۹). مطالعه توان زیستی چند ژنوتیپ گرده و

- کشاورزی، ۳۳(۲)، ۱۶۳-۱۷۳. doi: 10.22092/jwra.2019.119735
- فرهادی، ح. و شریفانی، م. (۱۳۹۹). بررسی اثر
گرده‌افشانی مصنوعی گرده اینتگریمما بر برخی کمی و
کیفی میوه پسته رقم فندق (*Pistacia vera L.*) در
استان خراسان. نشریه علوم باغبانی، ۳۴(۳)، ۴۵۰-
۴۳۹. doi: 10.22067/jhorts4.v34i3.82663
- فرهادی، ح.، شریفانی، م. و حکم‌آبادی، ح.
(۱۴۰۱). تأثیر گرده‌افشانی آزاد و کنترل‌شده بر
خصوصیات میوه و دانه پسته رقم احمدآقایی. نشریه
تولیدات گیاهی، ۴۵(۳)، ۲۹۹-۳۰۹. doi: 10.22055/ppd.2021.34075.1927
- قاسمی، م.، کاشانی‌زاده، س.، گل‌محمدی، م.،
قاسمی، ش.، هاشمی‌نسب، ح. و حکم‌آبادی، ح.
(۱۳۹۹). بررسی الگوی گلدهی و کمیت دانه گرده
برخی ژنوتیپ‌های نر پسته (*Pistacia vera L.*) در
شرایط آب و هوایی قزوین. نشریه علوم و فناوری پسته،
۹(۱)، ۱۸۷-۱۷۶. magiran.com/p2198585
- محمدی، خ.، عبادی، ع.، عسکری سرچشمه، م.
و فتاحی‌مقدم، م. (۱۳۹۷). بررسی تأثیر ژنوتیپ مادری،
نوع گرده‌افشانی بر میزان تشکیل بذر و رشد دانه‌ها
حاصل از آن در پسته. دومین همایش ملی پسته ایران،
رفسنجان. <https://civilica.com/doc/822283>
- کشاورز الاله گورابی، ن. و کاوس کلاشمی، م.
(۱۴۰۴). ارزیابی روابط و تکانه‌های قیمتی پسته در
بازارهای جهانی و سنجش جایگاه ایران در صادرات
- مقایسه گرده‌افشانی دستی و طبیعی در پسته
(*Pistacia vera L.*). فصلنامه زیست‌شناسی تکوینی،
۱۲(۱)، ۲۶-۱۳. magiran.com/p2218501
- راحمی، م. و حاج‌عبدالهی، ع. (۱۳۸۳). آثار
منبع دانه گرده و گرده‌افشانی دوگانه بر تشکیل میوه و
نمو خشک میوه پسته. نشریه علوم آب و خاک «علوم و
فنون کشاورزی و منابع طبیعی»، ۸(۱)، ۴۸-۳۹. doi: 20.1001.1.24763594.1383.8.1.4.5
- رنجبر کبوترخانی، م.، علیزاده، م.، تاج‌آبادی‌پور،
ع.، سیفی، ا.، زینلی‌نژاد، خ. و اسماعیلی‌زاده، م. (۱۴۰۱).
ارزیابی گرده‌افشانی مصنوعی با سه نوع گرده مختلف بر
باردهی و برخی صفات خشک‌میوه دو رقم تجاری پسته
(*Pistacia vera L.*). علوم و فناوری پسته، ۷(۱۲)،
۱۴۷-۱۷۱.
- https://pistachio.vru.ac.ir/article_178508.html
- رنجبر کبوترخانی، م.، علیزاده، م.، سیفی، ا.،
زینلی‌نژاد، خ.، تاج‌آبادی‌پور، ع. و اسماعیلی‌زاده، م.
(۱۴۰۳). ارزیابی برخی از ژنوتیپ‌های گرده‌زای پسته
(*Pistacia vera L.*) بر اساس صفات برگ، گل و دانه
گرده. نشریه پژوهش‌های میوه‌کاری، ۹(۱)، ۱۹۳-۱۷۶.
magiran.com/p2869576
- فلاح، م.، شایان‌نژاد، م. و رحیمیان، م. (۱۳۹۸).
مقایسه آب مصرفی باغات پسته در شرایط شور با نیاز
آبی و تبخیر و تعرق واقعی برآورد شده به روش سبال
در دشت بهادران در استان یزد. مجله پژوهش آب در

and aerobiological insights into the main commercial varieties. *Journal of Agriculture and Food Research*, 20, 101777. doi:10.1016/j.jafr.2025.101777

Marino, G., Roussos, P. A., Gusella, G., Michailides, T. J., Ferguson, L. & Caruso, T. (2026). Pistachio. In G. Manganaris (Ed.), *Temperate tree fruits and nuts* (pp. 529-564). Academic Press. doi:10.1016/B978-0-443-29137-1.00014-1

Mazinani, M., Zarafshan, P., Dehghani, M., Vahdati, K. & Etezadi, H. (2023). Design and analysis of an aerial pollination system for walnut trees. *Biosystems Engineering*, 225, 83-98. doi:10.1016/j.biosystemseng.2022.12.001

Sharifkhah, M., Bakhshi, D., Pourghayoumi, M., Abdi, S. & Hokmabadi, H. (2020). Effect of pollination time on yield and antioxidant properties of some pistachio cultivars. *International Journal of Horticultural Science and Technology*, 7(1), 51-58. doi:10.22059/ijhst.2020.285527.306

Zhang, Q., Zhang, Z., Manzoor, S. H., Li, T., Igathinathane, C., Li, W., Zhang, M., Mhamed, M., Javidan, S. M. & Abdelhamid, M. (2025). A comprehensive review of autonomous flower pollination techniques: Progress, challenges, and future directions. *Computers and Electronics in Agriculture*, 237(Part A), 110577. doi:10.1016/j.compag.2025.1105

جهانی پسته. فصلنامه اقتصاد کشاورزی، ۱۹(۱)، ۲۰۶-۱۸۳. doi: 10.22034/IAES.2025.2037522.2075۱۸۳

مومن پور، ع. (۱۴۰۴). تحلیلی بر وضعیت شوری آب و خاک در مدیریت کلان برخی از محصولات باغی کشور: چالش ها و راهکارها. *مجله مدیریت راضی*، ۱۳(۲)، ۲۴۸-۲۱۹.

doi 10.22092/LMJ.2025.370723.394.

Acar, I. & Eti, S. (2007). Abscission of pistachio flowers and fruits as affected by different pollinators. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(17), 2920-2924. doi:10.3923/pjbs.2007.2920.2924

Aragon-Rodriguez, F., Castro-Garcia, S., Real-Moreno, S., Garcia-Mozo, H., Sola-Guirado, R. R. & Agüera-Vega, J. (2022). Vibrational response of the male 'Peter' pistachio branch organs to facilitate artificial pollination. *Biosystems Engineering*, 221, 274-282. doi:10.1016/j.biosystemseng.2022.07.010

Benny, J., Marra, F. P., Giovino, A., Balan, B., Caruso, T., Martinelli, F. & Marchese, A. (2020). Transcriptome analysis of *Pistacia vera* inflorescence buds in bearing and non-bearing shoots reveals the molecular mechanism causing premature flower bud abscission. *Genes*, 11(8), 851. doi:10.3390/genes11080851

Burgos-Miranda, L., Oteros, J., López-Orozco, R., García-Llamas, C., Galán, C., Castro-Garcia, S. & García-Mozo, H. (2025). Exploring *Pistacia vera* pollination: Phenological

Comparison of Different Supplementary Pollination Methods on Fruit Set and Fruit Retention of ‘Akbari’ Pistachio in the Bahadoran Region of Yazd

Mohammadreza Alizadeh Jelgehpour¹, Kazem Kamali Aliabad^{2*}, Ali Tajabadipour³

Abstract

Pollination in pistachio, as a dioecious species, plays an important role in fruit set, cluster retention, and final yield. This study was conducted in spring 2026 in the Bahadoran region of Yazd to investigate the effects of different supplementary pollination methods on fruit and nut traits of ‘Akbari’ pistachio. The experiment was carried out in a completely randomized design with four treatments and four replications. The treatments included flowering male cut branches, a thin sock containing male flowers, a flour–pollen mixture (with 2% pollen concentration), and a control. The evaluated traits included initial and final fruit number per cluster, fruit retention percentage, cluster length, nut length, nut diameter, and nut shape index. The results of analysis of variance showed that the effects of treatments on initial fruit number, final fruit number, and fruit retention percentage were significant, whereas no significant effects were observed on cluster length and nut traits. The highest final fruit number and fruit retention percentage, with mean values of 27.75 fruits and 34.26%, respectively, were obtained from the flour–pollen mixture treatment. A positive and significant correlation was also observed between final fruit number and fruit retention percentage. Based on the results, the flour–pollen mixture can be considered a simple and practical method for improving fruit set and fruit retention in ‘Akbari’ pistachio.

Keywords: Akbari pistachio, supplementary pollination, fruit set, fruit retention, flour–pollen mixture

¹ M.Sc. student in Agricultural Biotechnology, Department of Arid and Desert Regions Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

² Associate Professor, Department of Arid and Desert Regions Management, Faculty of Natural Resources and Desert Studies, Yazd University, Yazd, Iran.

³ Research Assistant Professor, Pistachio Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Rafsanjan, Iran.

*Corresponding author: kkamali@yazd.ac.ir