

Investigation on dynamic of pollen flow and its relation with fruit set in pistachio (*pistachia vera*) trees

Mehdi Sharifani^{*1}, Mohammad Esmaeili², Benjamin Torabi³,
Amirahmad Dehghani⁴, Aliakabr Avazabadian⁵, Hossein Hokmabadi⁶

1. Corresponding Author, Associate Prof., Dept. of Horticulture and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: msharifani2019@gmail.com
2. M.Sc. Graduate, Dept. of Horticulture and Landscape Engineering, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: esmailim71@gmail.com
3. Associate Prof., Dept. of Agronomy, Faculty of Plant Production, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran, Email: ben_torabi@yahoo.com
4. Professor, Dept. of Water Engineering, Faculty of Water and Soil Engineering, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. Email: amirahmad.dehghani@gmail.com
5. Researcher, Damghan Pistachio Research Station, Damghan, Iran. Email: avzabadi50@yahoo.com
6. Associate Prof., Research and Promotion Organization, Agriculture Ministry, Tehran, Iran. Email: hokmabadi@pri.ir

Article Info

Article type:
Full Length Research Paper

Article history:
Received: 02.09.2023
Revised: 02.26.2023
Accepted: 03.14.2023

Keywords:
Akbari,
Pistachio Pollen,
Pollen flow,
Pollen Source,
Wind direction,
Wind speed

ABSTRACT

Background and Objectives: Pollen flow in anemophilous plants is a dynamic process. This controlled by wind speed, turbulence direction and depends on, plantation map, rate of air humidity, male genotype and female cultivar biological characteristics. The aims of this research were to survey and analysis pollen dispersal model in distance from few male genotypes within a block of Shahpasand and Akbari pistachio cultivars.

Materials and Methods: The lams coated with thin layer of vaseline gel were installed on picea of wood tied on top of wooden bars. The bars had a distance of 7 m to each other as distance of female trees. The lams were installed horizontally and vertically on bars which had planted beside female tress from a distance of 8 to 64m in Shahpasand and 80 m in Akbari plot. Every lam was installed on woody bar from 8 am to 8 am of next day and number of pollens was counted on horizontal and vertical lams via a light microscope.

Results: Results indicated the pollen intensity was declined after 35 m distance from male genotypes. Further, fruit set also indicated a decreasing trend as distance had been increased from male genotypes. However, the intensity of pollen was differed on different day. This was due to some differences appeared by wind speed and direction. The best wind speed on 2 M height from the ground was 10 km/h equal to 2.7 m/s. On days when the speed of winds was raised to more than 30 km there were no traces of pollens dispersal on lams and dusts were replaced. The maximum intensity of pollen in Akbari plot was found in distance between 20 to 30 m from male trees. The recent results indicated a sinusoidal model. There was no found significant differences in fruit set percentage by open pollination and by controlled pollination by hand in Shahpasand plot. Eventhough, the intensity of pollen was reduced in 40 m distance from male tree but this condition had no effect on rate of fruit set percentage in Shahpasand plot.

Conclusion: Within this research it was cleared that pollen intensity in both plots of Shahpasand and Akbari female trees was influenced by wind

speed, wind direction and frequency of male trees. Intensity of pollen was reduced by 40 m from pollen source in both plots of Shahpasanand and Akbari. There was no reduction in fruit set at Shahpasand by 60 m distance from the male tree. It is suggested plantation of few male tree in the row for 3 of 4 rows of female pistachio trees would be more beneficial for orchardist.

Cite this article: Sharifani, Mehdi, Esmaeili, Mohammad, Torabi, Benjamin, Dehghani, Amirahmad, Avazabadian, Aliakabr, Hokmabadi, Hossein. 2024. Investigation on dynamic of pollen flow and its relation with fruit set in pistachio (*pistachia vera*) trees. *Journal of Plant Production Research*, 30 (4), 57-77.



© The Author(s).

DOI: 10.22069/JOPP.2023.21073.3015

Publisher: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

بررسی دینامیک حرکت دانه‌گرده و ارتباط آن با بار آوری درختان پسته

مهدی شریفانی^{۱*}، محمد اسماعیلی^۲، بنیامین ترابی^۳، امیراحمد دهقانی^۴، علی‌اکبر عوض آبادیان^۵، حسین حکم‌آبادی^۶

۱. نویسنده مسئول، دانشیار گروه مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: msharifani2019@gmail.com

۲. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه مهندسی باغبانی و فضای سبز، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: esmailim71@gmail.com

۳. دانشیار گروه زراعت، دانشکده تولید گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: ben_torabi@yahoo.com

۴. استاد گروه مهندسی آب، دانشکده مهندسی آب و خاک، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه: amirahmad.dehghani@gmail.com

۵. کارشناس ایستگاه تحقیقات پسته دامغان، ایران. رایانامه: avzabadi50@yahoo.com

۶. دانشیار سازمان ترویج و تحقیقات کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی، تهران، ایران. رایانامه: hokmabadi@pri.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله کامل علمی-پژوهشی	سابقه و هدف: حرکت دانه‌گرده پدیده‌ای دینامیک بوده که تحت تأثیر عوامل متعددی مانند سرعت باد، جهت ورزش باد، نقشه کاشت درختان، نوع ژنوتیپ نر و رقم ماده و رطوبت نسبی هوا قرار دارد. به منظور درک میزان تراکم گرده در فواصل مختلف درختان ماده از تک درخت نر در باغ پسته رقم شاه‌پسند این آزمایش طراحی و اجرا گردید. هم‌چنین اثر فاصله از منبع گرده بر تراکم گرده در باغ پسته رقم اکبری نیز مورد بررسی قرار گرفت.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۰ تاریخ ویرایش: ۱۴۰۱/۱۲/۰۷ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۱۲/۲۳	مواد و روش‌ها: در این آزمایش، در پای هر درخت ماده که به فاصله ۷ متر از یکدیگر بود پایه‌های چوبی قرار داده شد و بر سطح هر پایه چوبی یک لام آغشته به ورق نازک از وازلین قرار داده شد. لام‌هایی که دارای یک روکش بسیار نازک وازلین بودند توسط کش به تخته‌ای محکم بسته شدند و سپس روی پایه‌ای با ارتفاع ۲ متری از سطح زمین نصب و در کنار درختان ماده پسته در سه جهت شرقی، شمال شرقی و جنوب شرقی درخت نر تا فاصله ۶۴ متری از درخت نر قرار داده شدند. لام‌ها برای رقم شاه‌پسند هر هشت ساعت یک‌بار بر اساس فاصله از منبع گرده و تا هفت روز با میکروسکوپ نوری از ۱۳ فروردین تا ۲۰ فروردین ۱۳۹۶ شمارش گردیدند. ولی در رقم اکبری هر ۲۴ ساعت یکبار لام‌ها تعویض شدند. شمارش‌ها بر اساس میانگین پنج دید روی لام ثبت گردید.
واژه‌های کلیدی: منبع گرده، تراکم گرده، اکبری، شاه‌پسند، سرعت باد، حرکت گرده، جهت باد، رگرسیون	

یافته‌ها: نتایج مشخص کرد که سرعت باد در روزهای اندازه‌گیری از ۴ تا ۲۰ متر بر ثانیه متغیر بود. بین سه جهت جغرافیایی از نظر تراکم دانه‌گرده تفاوت وجود داشت و باد غالب از مبنای ۳۳۰ درجه شمال غربی می‌وزید ولی سایر بادهای از ۱۱۰ درجه جهت جنوبی و ۹۰ درجه شرقی و ۱۰ درجه شمالی تشخیص داده شدند. نتایج در رقم درختان شاه‌پسند نشان داد که تا ۱۶ متر تراکم گرده حداکثر بود و سپس تا ۳۰ متر روند تراکم گرده کاهش ناچیز و بعد از آن روند کاهشی تراکم گرده مشاهده می‌شد ($P < 0.05$) و از فاصله ۶۰ متری روند تراکم گرده کاهش معنی‌دار داشت. نتایج نشان داد که بیش‌ترین تراکم گرده تا فاصله ۱۰ متری از منبع دانه‌گرده در روز پنجم باز شدن گل‌های نر به سمت شرق مشاهده شد. بهترین سرعت باد از نظر تراکم گرده بین ۵ تا ۱۰ متر بر ثانیه مشخص گردید. در رقم اکبری، تراکم حداکثر دانه‌گرده بین فاصله ۲۰ تا ۳۰ متری بود که یک مدل سینوسی را نشان می‌داد. نتایج مقایسه بارآوری با گرده‌افشانی باز و گرده‌افشانی کنترل‌شده در رقم شاه‌پسند در فواصل مختلف از منبع گرده اختلاف معنی‌داری نشان نداد. با وجود کاهش تراکم گرده از فاصله ۴۰ متری منبع گرده به بعد در رقم شاه‌پسند، کاهش تراکم گرده اثر معنی‌داری بر بارآوری نداشت.

نتیجه‌گیری: در این پژوهش مشخص شد که تراکم گرده در ارقام شاه‌پسند و اکبری تحت‌تأثیر سرعت و جهت باد، فاصله و فراوانی تعداد منبع گرده بود و در هر دو رقم شاه‌پسند و اکبری از فاصله ۳۰ متری تراکم گرده رو به کاهش نهاد. در رقم شاه‌پسند کاهش تراکم گرده تا فاصله ۶۰ متری اثر معنی‌داری بر بارآوری نداشت. سرعت و جهت باد و تعداد درختان نر اثر محسوسی بر تراکم مناسب گرده در دو رقم شاه‌پسند و اکبری داشت.

استناد: شریفانی، مهدی، اسماعیلی، محمد، ترابی، بنیامین، دهقانی، امیراحمد، عوض آبادیان، علی‌اکبر، حکم‌آبادی، حسین (۱۴۰۲). بررسی دینامیک حرکت دانه‌گرده و ارتباط آن با بارآوری درختان پسته. *نشریه پژوهش‌های تولید گیاهی*، ۳۰ (۴)، ۵۷-۷۷.

DOI: 10.22069/JOPP.2023.21073.3015



© نویسندگان.

ناشر: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

مقدمه

حمل کند. بادهای شدید باعث می‌شوند دانه‌های گرده به‌سرعت از دسترس کلاله گل‌های ماده و فضای باغ خارج شوند، همچنین طول دوره گلدهی را در درختان نر و ماده به‌شدت کاهش می‌دهد. طوفان‌های همراه با گردوخاک باعث پوشیده شدن سطح کلاله شده و قدرت چسبندگی آن به‌شدت کاهش می‌یابد. طوفان‌های همراه با ذرات شن باعث از بین رفتن گل‌های ماده و نر می‌شود. وزش نسیم با سرعت ۵ تا ۱۰ متر بر ثانیه پراکنش مناسب دانه‌های گرده را در باغ سبب می‌شود (۶). گلدهی هم‌زمان با رقم ماده مهم‌ترین مشخصه یک رقم نر مناسب است. گلدهی رقم نر باید یک و یا دو روز زودتر از گلدهی درختان ماده شروع شده و کل طول دوره گلدهی رقم ماده را پوشش دهد (۷). رطوبت خیلی پایین باعث تبخیر آب از سطح کلاله و دیگر بخش‌های گل می‌شود و زمان پذیرا بودن دانه‌گرده را کاهش می‌دهد، رطوبت نسبی مناسب محیط در زمان گرده‌افشانی بین ۳۵ تا ۵۰ درصد است (۷).

سؤالاتی که در این پژوهش مطرح است؛ روند توزیع گرده با فاصله از درخت نر چگونه تغییر می‌کند؟ بارآوری درختان ماده پسته پدیده‌ای است که تحت‌تأثیر عوامل متعدد، شامل وضعیت تغذیه‌ای درخت، سن درخت، عادت باردهی رقم، شکل فضایی رقم ماده مورد کاشت، فراوانی گرده نر زنده و قابلیت جوانه‌زنی دانه‌گرده، وجود باد مناسب و شرایط محیطی مناسب مانند دما و درصد رطوبت می‌باشد. همه این عوامل در پژوهش‌های متفاوت شناخته‌شده است؛ اما سؤالی که در این طرح مطرح است مدل پراکنش گرده نسبت به فاصله از منبع گرده و در فواصل مختلف از منبع گرده چگونه می‌باشد؟ گرده با توجه به سرعت باد تا کدام فاصله توزیع افزایش یابنده و در چه فاصله‌ای تراکم آن کاهش می‌یابد؟ آیا مدل توزیع گرده با مدل توزیع بارآوری اولیه (دو

پسته دارای ۱۱ گونه بوده و مرکز تنوع آن در شمال ایران، جنوب ترکمنستان و بخشی از افغانستان است (۱). گرده‌افشانی در پسته پدیده‌ای دینامیکی است و تحت‌تأثیر عوامل متعدد محیطی و ژنتیکی می‌باشد. از عوامل محیطی دما روی جوانه‌زنی و باد و رطوبت بر حرکت دانه‌گرده تأثیرگذار هستند. سرعت جوانه زدن دانه‌گرده و سرعت رشد لوله گرده با افزایش دما افزایش می‌یابد ولی به‌طور برعکس، طول عمر کیسه جنینی و تخمک و پذیرش سطح کلاله با افزایش دما کاهش می‌یابد. در هر صورت تغییرات نامناسب آب و هوایی باعث کاهش گرده‌افشانی مؤثر می‌گردد (۲) طول دوره گلدهی هم در درختان نر و هم درختان ماده نیز با افزایش دما کاهش می‌یابد. دماهای بالا باعث خشک شدن سطح کلاله شده و طول دوره پذیرایی دانه‌گرده در گل ماده را کاهش می‌دهند. بهترین دما برای گرده‌افشانی ۱۵ تا ۲۲ درجه سانتی‌گراد است. باد تنها عامل پراکنش دانه‌گرده در باغ پسته است؛ بنابراین وجود باد در زمان گرده‌افشانی ضروری است. جهت وزش باد و سرعت باد از عوامل تعیین‌کننده جهت حرکت، انتقال و پخش دانه‌های گرده است. پژوهش‌های انجام‌شده نشان داده است که حرکت دانه‌گرده در باغ به جهت وزش باد غالب بستگی دارد، زیرا در ۸۲ درصد موارد که باد از سمت شرق می‌وزید، بیش‌تر گرده‌ها (۸۰ درصد) در سمت غرب درخت گرده‌افشان به دام می‌افتادند (۳، ۴، ۵). با توجه به این‌که قطر دانه‌گرده پسته حدود ۳۰ میکرون است که با سرعت ۲/۵ سانتی‌متر بر ثانیه سقوط آزاد دارد بنابراین اگر دانه‌گرده‌ای از فاصله ۱/۵ متری سطح خاک آزاد شود، در صورت عدم وزش باد، یک دقیقه طول می‌کشد تا به سطح خاک برخورد کند (۱). در نتیجه وزش باد می‌تواند اثر نیروی جاذبه را کاهش داده و دانه‌های گرده را تا مسافت‌های طولانی با خود

دقیقه در دستگاه اتوکلاو استریل و سپس یک لایه نازک از محیط کشت در پتری‌دیش‌ها ریخته شد.

در مرحله بعد دانه‌های گرده جمع‌آوری‌شده توسط قلم‌مو به‌صورت یکنواخت روی محیط کشت پخش شدند (اهمیت پخش یکنواخت دانه‌های گرده این بود که پخش متراکم دانه‌های گرده سبب ایجاد چسبندگی بین دانه‌های گرده می‌شود. در این پدیده، جوانه‌زنی دانه‌گرده به علت تراکم بیش‌ازحد دانه‌های گرده تحریک‌شده و خطای آزمایش افزایش می‌یابد) و درب پتری‌دیش‌ها با پارافین بسته و سپس در دمای اتاق (۲۵ درجه سانتی‌گراد) نگهداری شدند بعد از گذشت ۴۸ ساعت پتری‌دیش‌های کشت‌شده، برای تعیین درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده در زیر میکروسکوپ نوری مورد مشاهده قرار گرفتند. برای محاسبه درصد جوانه‌زنی دانه‌های گرده در هر پتری‌دیش، از میکروسکوپ با بزرگنمایی $100 \times$ استفاده شد به این صورت که پنج میدان دید (scope) به‌طور تصادفی انتخاب و تعداد گرده‌های جوانه‌زده و تعداد کل دانه‌های گرده آن میدان دید شمارش و نسبت بین آن‌ها به‌صورت درصد تعیین گردید. معیار جوانه‌زنی حالتی بود که طول لوله گرده حداقل برابر با قطر دانه‌گرده می‌بود (۹).

با شروع گلدهی درختان ماده و زمانی که کلاله آن‌ها آماده پذیرش دانه‌گرده شدند، آزمایش بر روی پنج درخت با شرایط یکسان انجام گردید. از هر درخت پنج شاخه انتخاب شد. چهار شاخه از هر درخت با گرده‌های مختلف (P1، P2، P3، P4 و P5) و با استفاده از قلم‌مو گرده‌افشانی گردیدند و یک شاخه به‌عنوان شاهد (گرده‌افشانی طبیعی) در نظر گرفته شد. جهت افزایش راندمان، گرده‌افشانی دستی در سه مرحله انجام پذیرفت. سپس از هر شاخه تعداد گل‌های یک گل‌آذین شمارش و اتیکت‌گذاری شد. در اواسط خردادماه که گل‌های تلقیح نشده ریزش کردند،

هفته تا یک ماه پس از تلقیح) تناسب دارد؟ و این‌که مدل توزیع گرده در سرعت‌های بالای باد به چه صورت است؟ از سؤالاتی است که در این پژوهش به آن‌ها پاسخ داده خواهد شد. پاسخ به این سؤالات می‌تواند بهترین شرایط را برای عملکرد بالا تبیین نماید و استفاده از آن‌ها می‌تواند نتایج خوبی را برای افزایش عملکرد بهبود بخشد. هم‌چنین بررسی اثر فاصله از منبع گرده بر تراکم گرده و درصد باروری درختان ماده رقم شاه‌پسند و در درختان ماده رقم اکبری مورد بررسی واقع گردید. از دیگر سؤالات پژوهش بررسی چگونگی مدل توزیع گرده در جهات مختلف درخت نر بارور و اثر آن بر درصد باروری درختان ماده نزدیک منبع گرده و به نسبت دوری درختان ماده از منبع گرده است.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی زنده‌بودن دانه‌های گرده درختان نر و گرده‌هایی که جهت گرده‌افشانی دستی استفاده شدند و هم‌چنین جهت اطمینان از درستی آزمایش‌های گرده‌افشانی آزمون قوه نامیه دانه‌گرده انجام شد تا از زنده بودن دانه‌های گرده اطمینان حاصل گردد (۳، ۸). وقتی که گل‌آذین‌های درخت نر به رنگ زرد تغییر یافتند، گل‌آذین‌ها از چهار جهت جغرافیایی درختان مورد مطالعه برداشت گردیده و به آزمایشگاه انتقال یافتند. سپس به مدت یک شب بر روی ورق آلومینیومی قرار داده شدند تا بساک‌ها رطوبت خود را از دست بدهند و سپس از الک با مش ۱۰۰ استفاده شد تا دانه‌های گرده از بساک جدا گردند.

برای کشت درون‌شیشه‌ای دانه‌های گرده، محیط کشت شامل ساکارز (۱۵ درصد)، آگار (۱ درصد) و آب مقطر (۱۰۰ میلی‌لیتر) تهیه شد (۳) و در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد، فشار ۱/۲ بار به مدت ۲۰

اندازه‌گیری توزیع گرده: در این باغ تمام گل‌های درختان نر به‌جز یک درخت، قبل از باز شدن برداشت شد. برای به دام انداختن دانه‌های گرده‌ها از اسلایدهای شیشه‌ای آغشته به وازلین به ابعاد ۲/۵ در ۷/۵ سانتی‌متر استفاده گردید. این اسلایدها توسط کش به تخته‌ای محکم، سپس روی پایه‌ای با ارتفاع ۲ متری از سطح زمین نصب و در سه جهت شرقی، شمال شرقی و جنوب شرقی درخت نر تا فاصله ۶۴ متری از درخت نر قرار داده شدند (شکل ۱). در سال ۱۳۹۵ با شروع گلدهی درخت نر اسلایدها هر روز از ساعت ۸ صبح تا ۱۳ بر روی پایه‌ها قرار داده می‌شدند ولی در سال ۱۳۹۶ این اسلایدها ساعت ۸ صبح بر روی پایه گذاشته و در ساعت ۸ صبح روز بعد برداشته می‌شد. دانه‌های گرده این اسلایدها در زیر میکروسکوپ شمارش شدند به این صورت که پنج میدان دید (scope) به‌طور تصادفی در هر اسلاید انتخاب و تعداد دانه‌های گرده آن نقاط شمارش گردید. برای بررسی تأثیر توزیع گرده در باروری، از هر درخت پنج گل‌آذین انتخاب و تعداد گل‌ها در آن‌ها شمارش و اتیکت گذاری شدند. در خردادماه تعداد میوه در هر خوشه ثبت و درصد تشکیل میوه براساس نسبت تعداد خوشه‌های تشکیل‌شده به تعداد گل‌های گرده‌افشانی شده، تعیین گشت.

داده‌های حاصل از هر جهت برای هر روز به‌صورت جداگانه با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS 9 و در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و میانگین‌ها به‌وسیله آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد مقایسه شدند.

تعداد گل‌هایی که به میوه تبدیل‌شده بودند، شمارش و درصد تشکیل میوه بر اساس نسبت تعداد دانه‌های تشکیل‌شده در هر خوشه به تعداد گل‌های گرده‌افشانی شده، تعیین و به‌عنوان شاخصی برای میزان موفقیت هر تلاقی در نظر گرفته شد. در هر خوشه تعداد گل ماده متفاوت بود و تعداد آن از ۷۰ تا ۲۲۰ گل متغیر بود.

آزمایش توزیع گرده: این آزمایش به‌منظور بررسی مدل‌های توزیع گرده و تأثیر آن بر روی باروری درختان پسته رقم شاه‌پسند و اکبری در سال‌های ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در ایستگاه تحقیقات پسته دامغان انجام شد. مختصات جغرافیایی آن ۳۶/۱۶۸۳۳۳ درجه شمالی و ۵۴/۳۴۸۰۵۶ درجه شرقی است و ارتفاع شهر از سطح دریا در کنار ایستگاه هواشناسی ۱۱۵۵/۴ متر است توزیع گرده برای باغ رقم شاه‌پسند در سال ۹۵ از ابتدای گلدهی تا پایان گلدهی درخت نر و در سال ۹۶ در زمان گلدهی درختان ماده مورد بررسی قرار گرفت. برای این آزمایش تک‌درخت نر خارج از ردیف‌های ماده گزینش شد و هشت درخت به‌صورت فاصله طولی در جهت جنوب شرقی و هشت درخت به‌صورت مورب در جهت شرقی و هشت درخت به‌صورت عرضی در جهت شمال شرقی نسبت به درخت نر انتخاب شدند و ثبت نشست دانه‌گرده بر روی لام‌های نصب شده کنار هر درخت انجام شد.

گرده‌افشانی دستی: آزمایش در سال ۱۳۹۵ و ۱۳۹۶ در باغ شاه‌پسند انجام گرفت و در سال ۱۳۹۷ آزمایش در قطعه درختان ماده اکبری انجام شد. در این مطالعه تأثیر نوع گرده بر درصد باروری و هم‌چنین مقایسه گرده‌افشانی طبیعی و گرده‌افشانی دستی انجام شد.



شکل ۱- پایه چوبی و لام آغشته شده به لایه بسیار نازک وازلین بر روی آن برای به دام افتادن گرده‌های آزاد.
Fig. 1. Wooden bar with a lam coated with vaseline installed on top, to trap the free pollen.

نتایج و بحث

پتانسیل‌های متفاوت جوانه‌زنی هستند. تمامی نمونه‌های به‌کار رفته دارای جوانه‌زنی در محدوده بین ۵۸ تا بالای ۸۰ درصد بودند. همان‌طور که مشاهده می‌گردد منابع مختلف گرده دارای تنوع در درصد جوانه‌زنی می‌باشند.

بارآوری: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های درصد جوانه‌زنی گرده در ژنوتیپ‌های مختلف در سطح احتمال ۵ درصد معنی‌دار شد (جدول ۱) نتایج این جدول نشان داد که ژنوتیپ‌های مختلف نر دارای

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر ژنوتیپ بر درصد جوانه‌زنی گرده.

Table 1. Analysis of variance for effect of genotype on pollen germination.

میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی DF	منابع تغییرات Source of variations
175.5*	5	نوع گرده Pollen type
48.6	12	خطا Error
11.2	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

* وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد

* Significant at 5% level of probability

غربی) با سرعتی معادل با ۷ متر بر ثانیه می‌وزید حداقل دما ۵ و حداکثر دما ۱۷ درجه و ساعات آفتابی ۱۰ ساعت و حداقل رطوبت نسبی ۲۰ و حداکثر آن ۵۲ درصد بود.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که اثر فاصله از منبع بر تراکم گرده در جهت جنوب

نتایج درصد جوانه‌زنی گرده در ژنوتیپ‌های مختلف در جدول ۱ ارائه شده است. بیش‌ترین درصد جوانه‌زنی در درخت نر ۱ (درخت نر مورد مطالعه در باغ شاه‌پسند) ۷۵ درصد و کم‌ترین آن در ژنوتیپ P5 که مقدار درصد جوانه‌زنی ۵۱ درصد بود. در روز اول گرده‌افشانی، باد غالب از جهت ۳۳۰ درجه (شمال

دستی در باغ‌های پسته رقم شاه‌پسند و اکبری انجام شد. نتایج حاصل از تجزیه واریانس اثر نوع گرده بر درصد تشکیل میوه در باغ رقم شاه‌پسند (جدول ۲) و باغ رقم اکبری (جدول ۳)، معنی‌دار نشد. هم‌چنین با توجه به معنی‌دار نشدن نتایج حاصل از گرده‌افشانی طبیعی و دستی مشخص شد که از نظر گرده محدودیتی در این باغ‌ها وجود نداشت.

شرقی و شرقی در سطح احتمال ۵ درصد و در جهت شمال شرقی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار است. بارآوری اولیه به صورت شمارش میوه و محاسبه آن به صورت درصد یک ماه پس از گرده‌افشانی صورت گرفت. **آزمایش گرده‌افشانی دستی:** این آزمایش به منظور بررسی تأثیر نوع گرده بر درصد باروری و هم‌چنین به منظور مقایسه گرده‌افشانی طبیعی و گرده‌افشانی

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گرده بر درصد تشکیل میوه در رقم شاه‌پسند.

Table 2. Analysis of variance for effect of genotype on fruit set percentage of Shahpasand cultivar.

میانگین مربعات Mean square	درجه آزادی DF	منابع تغییرات Source of variations	سال Year
0.001 ^{ns}	4	نوع گرده Pollen type	
0.0014	15	خطا error	1395
29.03	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	
0.002 ^{ns}	4	نوع گرده Pollen type	
0.002	15	خطا Error	1396
30.23	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)	

^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار

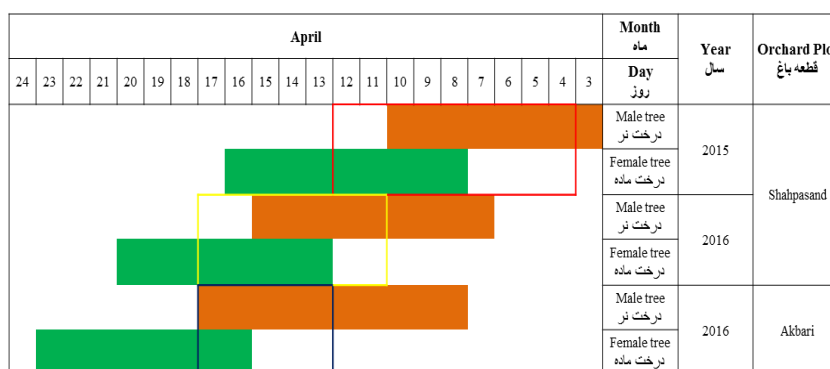
^{ns} non-significant

روش گرده‌افشانی مصنوعی (۱۰) به منظور پیدا کردن رقم گرده‌افشان مناسب برای رقم احمد آقایی به کار گرفته شد. براساس نتایج، گرده‌افشانی با دو رقم هراتی و قزوینی بیش‌ترین و با گونه وحشی خنجوک (*P. khinjuk*) کم‌ترین دانه‌بندی را داشت. نبود اختلاف در میزان تشکیل میوه در گل‌های گرده‌افشانی شده دستی با گل‌هایی که به صورت طبیعی گرده‌افشانی شدند را، می‌توان دلیل بر وجود گرده کافی در باغ دانست.

نتایج حاصل از گرده‌افشانی دستی با گرده‌های مختلف، نشان داد که نوع گرده بر میزان تشکیل میوه تأثیر نداشت. در پژوهشی از روش گرده‌افشانی مصنوعی به‌عنوان روشی تکمیلی برای گرده‌افشانی گیاه پسته استفاده شد (۴). آزمایش شامل دو تیمار بود که یکی با گرده‌افشانی الکترواستاتیک و دیگری با گرده‌افشانی طبیعی به‌عنوان شاهد، انجام پذیرفت. براساس نتایج عملکرد، درصد میوه‌های پر و میزان میوه چه افزایش و درصد میوه‌های پوک کاهش یافت.

نر برای سال ۹۶ از ۱۷ تا ۲۵ و گلدهی برای درختان ماده از ۲۳ تا ۳۰ فروردین بود که مطالعات توزیع کرده در این سال در زمان گلدهی درختان ماده از ۲۲ تا ۲۷ فروردین انجام گردید (شکل ۲).

ارزیابی طول دوره گلدهی در باغات مورد مطالعه: شروع گلدهی درخت نر در قطعه شاه‌پسند در سال ۹۵ متغیر بود و از ۱۳ تا ۲۰ فروردین و برای درختان ماده از ۱۸ تا ۲۶ فروردین بود که مطالعات توزیع کرده از ۱۴ تا ۲۲ انجام گردید. شروع گلدهی در رقم



شکل ۲- ارزیابی طول دوره گلدهی رقم نر و رقم ماده شاه‌پسند در سال‌های ۱۳۹۶.

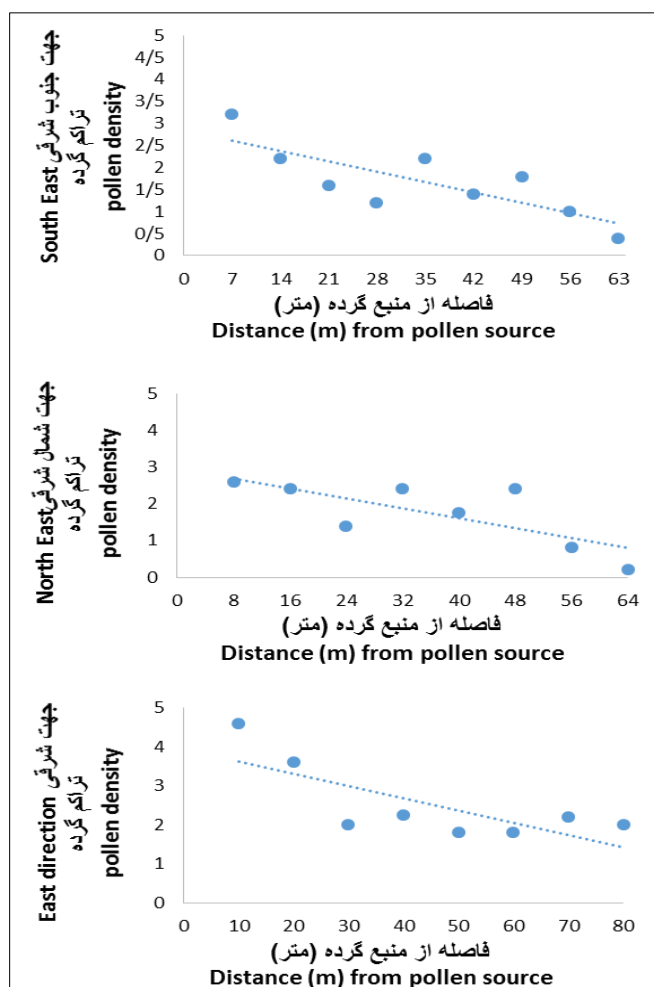
Fig. 2. Evaluation of length of flowering for male and female pistachio of Shahpasand cultivar in 1395 and 1396.

جهت جنوب شرقی مربوط به فاصله ۷ تا ۱۴ متر از منبع گرده بود که با فاصله ۲۱ متر اختلاف معنی‌داری نداشت. تجزیه داده‌های نشست گرده در روز چهارم و پنجم نشان داد اثر فاصله از منبع گرده بر تراکم گرده در جهت جنوب شرقی، شمال شرقی و شرقی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. در روز چهارم تراکم گرده جهت باد در جهت جنوب شرقی، مربوط به فاصله ۷ متر از منبع و کم‌ترین آن مربوط به فاصله ۶۳ متر بود. جهت باد در روز ششم جهت باد شمال غربی تراکم در سه جهت جنوب شرقی، شمال شرقی و شرقی دارای روند نزولی داشت. در همین روز و در جهت شمال شرقی بیش‌ترین تراکم گرده مربوط به فاصله ۸ تا ۱۶ متر و کم‌ترین آن در فاصله ۴۸ متر بود. در جهت جنوب شرقی بیش‌ترین مربوط به فاصله ۷ تا ۱۴ متر از منبع و کم‌ترین آن مربوط به فاصله ۴۲ تا ۶۳ متر بود. جهت باد روز هفتم نیز شمال غربی بود و، نشان داد که اثر فاصله از منبع گرده بر تراکم گرده در جهت جنوب شرقی، شمال

بیش‌ترین تراکم گرده در جهت جنوب شرقی مربوط به فاصله ۷ متر از منبع است که با فواصل ۱۴، ۲۱، ۳۵، ۴۲ و ۴۹ متر اختلاف معنی‌داری نداشت و کم‌ترین آن مربوط به فاصله ۶۳ متر بود (شکل ۳). در جهت شمال شرقی بیش‌ترین تراکم گرده مربوط به فاصله ۸، ۱۶، ۳۲ و ۴۸ متر بود که با توجه به حروف آماری مشابه با فواصل ۲۴ و ۴۰ متر دارای اختلاف معنی‌داری نداشت. هم‌چنین کم‌ترین تراکم گرده در فاصله ۶۴ متر مشاهده شد. برای جهت شرقی بیش‌ترین تراکم گرده در فاصله ۱۰ متر بود که با فاصله ۲۰ متر دارای اختلاف معنی‌داری نداشت و از فاصله ۳۰ تا ۸۰ متر روند تراکم گرده یکنواخت بود. در روز دوم سمت باد از جنوب شرق بود و نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها، نشان داد که اثر فاصله از منبع گرده بر تراکم گرده در جهت جنوب شرقی، شمال شرقی و شرقی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بوده است. نتایج در روز سوم با جهت باد شمال غرب نشان داد که بیش‌ترین تراکم گرده در

می‌گردد و قابل استفاده برای گرده‌افشانی می‌باشد، در فاصله حدود ۲۰ متر است، گرچه دانه‌های گرده تا فواصل بیش‌تر و حدود ۸۰ متر و حتی بیش‌تر نیز منتقل می‌گردد ولی تعداد دانه‌گرده منتقل شده در این فاصله چندان چشمگیر نمی‌باشد (۱۱). در پژوهشی قابلیت جابه‌جایی دانه‌های گرده در یک باد ملایم را ۲۰ متر گزارش شد (۱۲). اردوگان و همکاران (۱۹۹۰) در پژوهشی بر روی گردو اعلام کردند که ۹۰/۱ درصد دانه‌های گرده در فاصله ۲۰ متری درخت به دام افتادند (۱۳). این نتایج نشان می‌دهد که گونه‌های درختی که توسط باد گرده‌افشانی می‌شوند، دارای الگوی توزیع گرده مشابهی هستند، گرچه که سرعت و جهت باد از نظر مکانی و زمانی متفاوت است.

شرقی و شرقی در سطح احتمال ۱ درصد معنی‌دار بود. جهت باد غالب تأثیر زیادی بر توزیع گرده داشت زیرا در روزهایی که باد غالب از سمت شمال غرب می‌وزید، گرده‌ها به تعداد بیش‌تر و در فاصله بیش‌تر از درخت نر به دام می‌افتادند (روزهای اول و سوم سال ۱۳۹۵)، اما در روزهایی که جهت باد غالب شرقی یا جنوب شرقی بود، دانه‌های گرده به تعداد کم‌تر و تا فاصله مشخصی از درخت به دام افتادند. با توجه به نتایج می‌توان گفت بیش‌تر دانه‌های گرده در فاصله ۳۰ متری از درخت نر به دام افتادند. در پژوهشی قابلیت جابه‌جایی دانه‌گرده را در فواصل مختلف از محل منبع گرده مورد بررسی قرار دادند و اعلام داشتند بهترین تراکم دانه‌گرده‌ای که منتقل



شکل ۳- اثر فاصله از منبع بر تراکم گرده در روز اول در باغ درختان ماده شاه‌پسند.

Fig. 3. Effect of distance from pollen sources on pollen density on 1st of experiment in Shahpasand female plot.

بارآوری: نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد (جدول ۳) که اثر فاصله از منبع بر درصد تشکیل میوه در جهت جنوب شرقی و شمال شرقی در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود اما در جهت جنوب شرقی معنی‌دار نبود.

جدول ۳- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر فاصله از منبع گرده بر درصد تشکیل میوه در جهات مختلف.

Table 3. Analysis of variance, effect of distance from pollen source on fruit set percentage in different directions.

میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی DF	منابع تغییر Source of variations	جهت Directions
0.0088**	7	فاصله از منبع گرده Distance from pollen source	
0.0017	24	خطا Error	جنوب شرقی South East
21.47	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)	
0.003*	7	فاصله از منبع گرده Distance from pollen source	
0.001	23	خطا Error	شمال شرقی North East
37.15	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)	
0.0067**	7	فاصله از منبع گرده Distance from pollen source	
0.001	24	خطا Error	شرقی East
42.21	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of Variation (%)	

* و ** وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد

*, ** Significant at 5% and 1% levels of probability, respectively

گرده‌افشانی دستی و طبیعی مشخص گردید که درصد باروری بین گرده‌افشانی دستی (گرده فراوان) و گرده‌افشانی طبیعی از نظر آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت بنابراین اختلاف در باروری در هر جهت مربوط به کمبود گرده نبود.

گلدهی و گرده‌افشانی در باغ اکبری: شروع گلدهی درخت نر در باغ اکبری در سال ۱۳۹۶ از ۱۸ تا ۲۷ فروردین و برای درختان ماده از ۲۶ فروردین تا ۲

بیش‌ترین درصد تشکیل میوه در جهت جنوب شرقی در فاصله ۲۱ متر (۲۷ درصد) و کم‌ترین آن در فاصله ۷ متر (۱۳ درصد) بود. در جهت شمال شرقی بیش‌ترین درصد تشکیل میوه در فاصله ۸ متر (۱۳ درصد) و کم‌ترین آن در فاصله ۶۴ متر (۵ درصد) بود. و در جهت شرقی بیش‌ترین درصد تشکیل میوه در فاصله ۶۰ (۱۷ درصد) و کم‌ترین آن در فاصله ۱۰ متر (۵ درصد) بود. با توجه به نتایج حاصل از

روی پراکنش گرده در پسته انجام دادند طول دوره گلدهی درخت نر را ۹ روز اعلام کردند که موافق با نتایج پژوهش حاضر می‌باشد (۵).

تعداد گرده قابل مشاهده بر روی لام‌های افقی بر روی درختان پسته رقم اکبری در زمان گرده‌افشانی: نتایج آماری مطالعه بر روی هفت درخت در سه روز نمونه‌گیری نشان داد که تعداد گرده قابل مشاهده تفاوت معنی‌داری بر روی لام‌های افقی بر اساس فاصله از درختان نر و روز آزمایش نشان داد (جدول ۵). شماره درخت در اینجا به معنی اثر فاصله از منبع گرده قلمداد می‌شود (جدول ۵). روزهای آزمایش بدین دلیل از نظر تعداد گرده قابل مشاهده شده تفاوت نشان دادند که بر اساس آمار هواشناسی جهت و سرعت باد در روزهای نمونه‌گیری و آزمایش متفاوت بودند به صورت عمده جهت باد غالب از شمال غرب بود ولی در برخی از روزها جهت غالب باد شرق و یا شمالی بود.

اردیبهشت بود که مطالعات توزیع گرده از ۲۳ تا ۲۷ فروردین انجام شد. طول دوره گلدهی درختان نر در این مطالعه از ۷ تا ۱۰ روز متغیر بود (شکل ۲) در سال دوم مطالعه ۱۳۹۷ طول دوره گلدهی ارقام ماده در رقم اکبری از ۱۳ فروردین تا ۲۲ فروردین بود و ارقام نر از تاریخ دهم تا بیست و یکم فروردین فعالیت گلدهی داشتند. نتایج بررسی اثر نوع گرده بر درصد بارآوری رقم اکبری نشان داد که ژنوتیپ گرده نر بر روی درصد بارآوری تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

در مطالعه‌ای که روی ژنوتیپ‌های نر انجام شد (۳)، طول دوره گلدهی در آن‌ها را ۱۴ روز اعلام کردند. هم‌چنین در پژوهشی که در اسپانیا روی ارقام نر مختلف با منشأهای متفاوت انجام شد، طول دوره گلدهی یک ماه گزارش شد که با نتایج ما مغایرت داشت اما در پژوهشی که (۱۰) بر روی ارقام محلی سوریه انجام گرفت، طول دوره گلدهی یک هفته گزارش شد. اردوگان و همکاران در پژوهشی که بر

جدول ۴- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) اثر نوع گرده بر درصد تشکیل میوه در رقم اکبری.

Table 4. Analysis of variance for effect of genotype on fruit set percentage of Akbari cultivar.

میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی DF	منابع تغییرات Source of variations
0.0015 ^{ns}	4	نوع گرده Pollen type
0.0009	15	خطا Error
30.33	-	ضریب تغییرات (درصد) Coefficient of variation (%)

^{ns} عدم اختلاف معنی‌دار

^{ns} non-significant

جدول ۵- تجزیه واریانس تعداد گرده قابل مشاهده بر روی لام‌های افقی بر روی درختان پسته رقم اکبری در زمان گرده‌افشانی.

Table 5. Observable pollen number on horizontal lam in Akbari female pistachio cultivar within pollination period.

میانگین مربعات Mean Square	درجه آزادی DF	منابع تغییرات Source of variations
4.86**	2	روز آزمایش Test Day
2.514**	21	اثر متقابل روز آزمایش در تکرار Interaction of test day in replication
2.32**	6	شماره درخت بر اساس فاصله از رقم نر Number of trees based on distance from Male tree
3.305**	12	اثر متقابل روز آزمایش * شماره درخت Interaction of test day in tree number
5.172	108	خطا Error

*، ** و ^{ns} وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

*, ** and ^{ns} Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively

مطالعه از یک تا هفت در اینجا به معنی اثر فاصله از منبع گرده قلمداد گردید. تفاوت معنی‌دار مشاهده شده در ارتباط با اثر فاصله از منبع گرده نشان داد که فاصله از منبع گرده و روز گرده‌افشانی به علت جهت و سرعت باد می‌تواند بر روی تعداد گرده به‌طور معنی‌دار تأثیرگذار باشد. اهمیت لام‌های عمودی بدین خاطر بود که جهت انتشار را بر اساس حرکت افقی گرده به سبب تأثیر جهت و سرعت باد را نشان می‌داد.

روابط رگرسیونی تعداد گرده قابل مشاهده بر روی لام‌های عمودی و افقی بر روی درختان پسته رقم اکبری در روزهای مختلف گرده‌افشانی نسبت به فاصله از درختان نر: مطالعه روی هفت درخت که دارای فواصل افزایش یابنده نسبت به محل درختان نر بودند و در سه روز نمونه‌گیری نشان داد که تعداد گرده قابل مشاهده تفاوت معنی‌داری بر نه تنها روی لام‌های افقی بر اساس فاصله از درختان نر و روز آزمایش داشتند بلکه نتیجه مشابهی بر روی لام‌های عمودی نشان دادند. (جدول ۶). شماره درخت مورد

جدول ۶- تجزیه واریانس تعداد گرده قابل مشاهده بر روی لام‌های عمودی بر روی درختان پسته رقم اکبری در زمان گرده‌افشانی.

Table 6. Observable pollen number on vertical lam in Akbari female pistachio cultivar within pollination period.

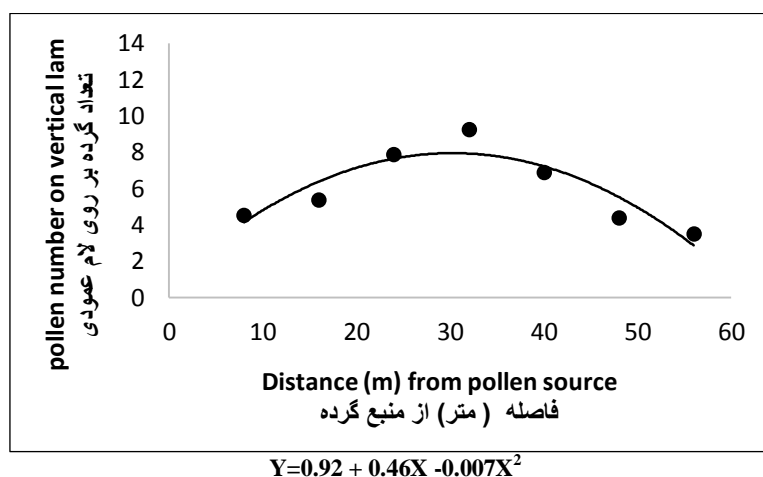
جمع مربعات M SQ	درجه آزادی DF	منابع تغییرات Source of variations
41.11**	2	روز آزمایش Test day
2.62**	21	اثر متقابل روز آزمایش در تکرار Interaction of test day in replication
6.77**	6	شماره درخت یا اثر فاصله از منبع گرده Number of Tree based on distance from male tree
0.664 ^{ns}	12	اثر متقابل روز آزمایش در شماره درخت Interaction of test day in tree number
	108	خطا Error

*, ** و ^{ns} وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار

*, ** and ^{ns} Significant at 5% and 1% levels of probability and non-significant, respectively

فاصله سی متری کاملاً خطی می‌باشد و در فاصله ۵۶ متری تراکم تعداد دانه‌گرده نسبت به نزدیک‌ترین فاصله به منبع گرده کم‌تر است. لام عمودی در این بررسی تراکم انتشار گرده را در اثر وزش باد نشان می‌دهد (شکل ۴).

رابطه رگرسیونی تعداد گرده بر روی لام عمودی نسبت به فاصله از منبع گرده در روز سیزدهم فروردین ۱۳۹۷ نشان داد که تعداد گرده بر روی لام عمودی تا فاصله سی متری از منبع گرده افزایش و سپس کاهش می‌یابد. روند کاهش تعداد دانه‌گرده از

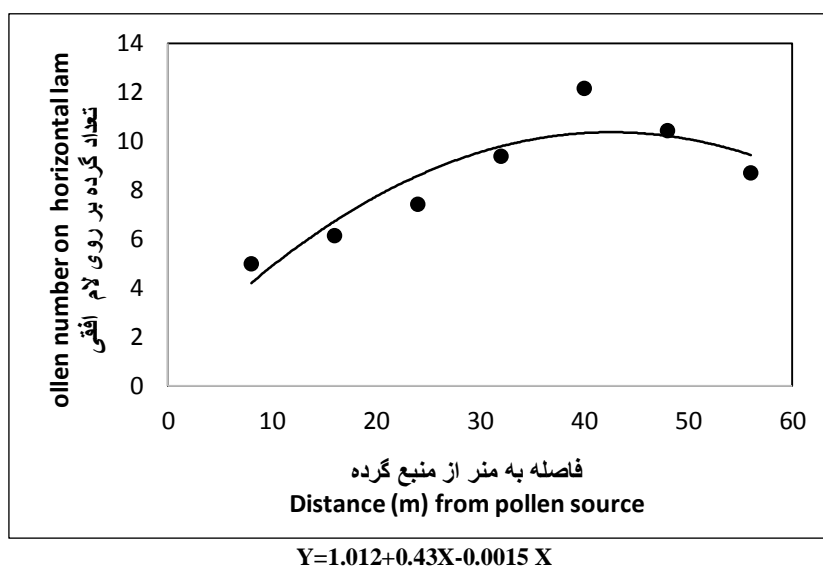


شکل ۴- رابطه تعداد گرده بر روی لام عمودی درختان ماده پسته رقم اکبری در روز سیزدهم فروردین ۱۳۹۷ با متغیر فاصله درخت از مبدأ درختان نر پسته.

Fig. 4. Equation of number of pollen on vertical lam in relation with distance from male tree on 2nd of April 2018.

۴۰ متری روند افزایش یابنده را نشان می‌دهد و سپس روند ثابت و سپس کاهش یابنده را نشان می‌دهد. تعداد دانه‌گرده روی لام افقی بیان‌کننده رسوب‌گرده بر اثر سرعت و جهت باد و اثر جاذبه بر روی لام افقی می‌باشد. افزایش تعداد دانه‌گرده تا فاصله ۴۰ متری احتمالاً بیان توزیع سینوسی دانه‌گرده در فاصله ۴۰ متری می‌باشد (شکل ۵).

رابطه رگرسیونی و نمودار تعداد گرده روی لام افقی نسبت به فاصله از منبع گرده در روز سیزدهم فروردین ۱۳۹۷ نشان داد که برخلاف روند نتیجه مطالعه تعداد دانه‌گرده بر روی لام عمودی که روند کاهش یابنده را از فاصله ۳۰ متری منبع گرده نشان می‌دهد. شکل زیر نشان می‌دهد که تعداد دانه‌گرده بر روی لام افقی نسبت به فاصله از منبع گرده تا فاصله

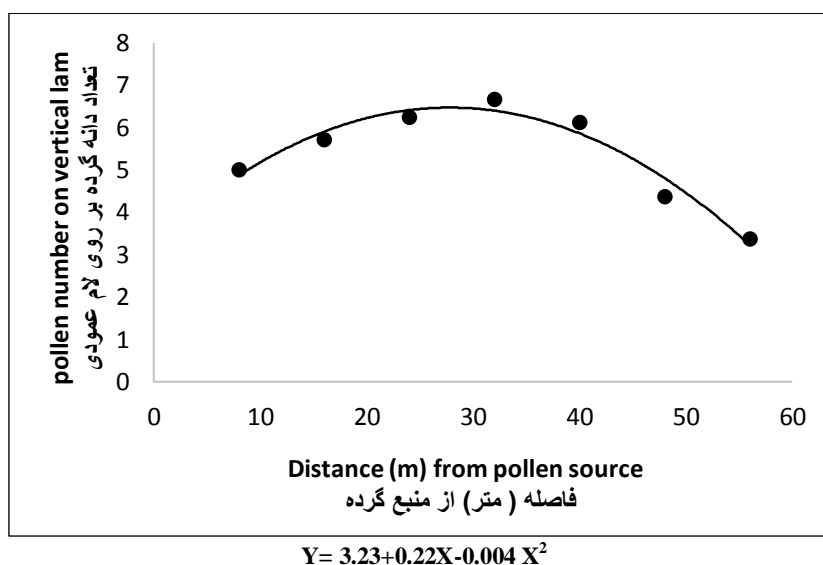


شکل ۵- رابطه تعداد گرده بر روی لام افقی درختان ماده پسته رقم اکبری در روز سیزدهم فروردین ۱۳۹۷ با متغیر فاصله درخت ماده از مبدأ درخت گرده‌زا.

Fig. 5. Equation of number of pollen on horizontal lam in relation with distance from male tree on 2nd of April 2018.

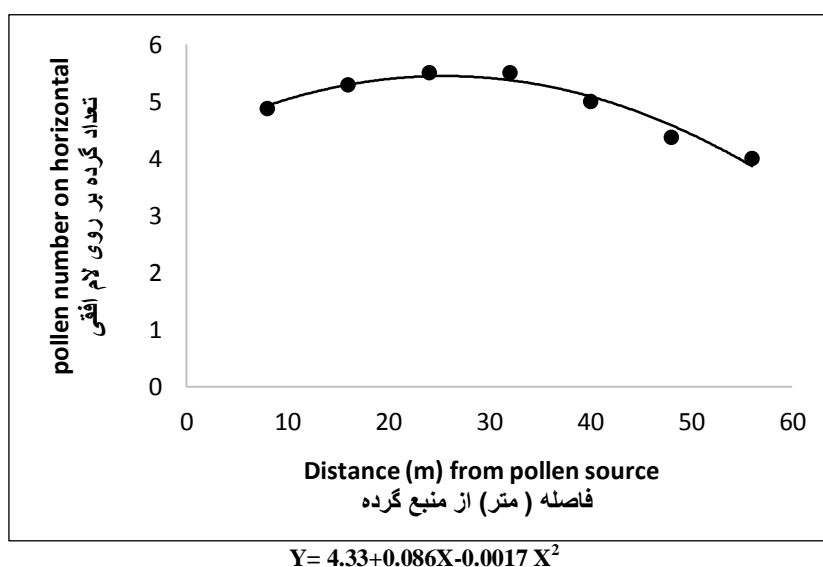
۳۵ متری قابل مشاهده است. روند تعداد دانه‌گرده در این روز شبیه روز سیزدهم می‌باشد ولی با کمی روند افزایش یابنده در فاصله سی متری می‌باشد (شکل ۶).

نتایج بررسی تعداد دانه‌گرده بر روی لام عمودی در روز چهاردهم نسبت به فاصله از منبع گرده ابتدا یک روند افزایش یابنده ملایم تا فاصله ۲۵ متری سپس یک روند کاهش یابنده خطی از فاصله



شکل ۶- رابطه تعداد گرده بر روی لام عمودی درختان ماده پسته رقم اکبری در روز چهاردهم فروردین ۱۳۹۷ با متغیر فاصله درخت از مبدأ درختان نر پسته.

Fig. 6. Equation of number of pollen on vertical lam in relation with distance from male tree on 3rd of April 2018.

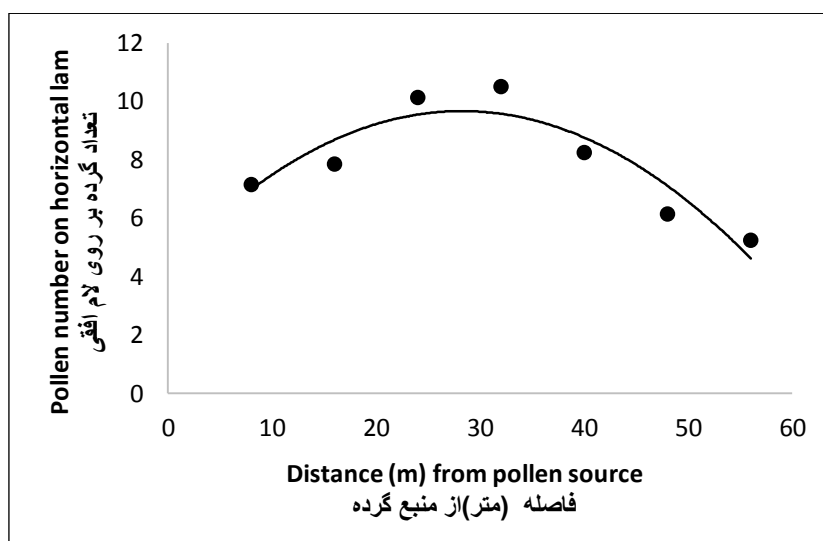


شکل ۷- رابطه تعداد گرده بر روی لام افقی درختان ماده پسته رقم اکبری در روز چهاردهم فروردین ۱۳۹۷ با متغیر فاصله درخت از مبدأ درختان نر پسته.

Fig. 7. Equation of number of pollen on horizontal lam in relation with distance from male tree on 3rd of April 2018.

کاهش یابنده داشت. نمودار در این روز شبیه روز چهاردهم فروردین افقی و سیزدهم فروردین افقی داشت (شکل ۸).

روند تعداد دانه‌گرده بر روی لام افقی نسبت به فاصله از منبع گرده در روز شانزدهم فروردین تا فاصله ۳۰ متر روند افزایش یابنده و سپس روندی



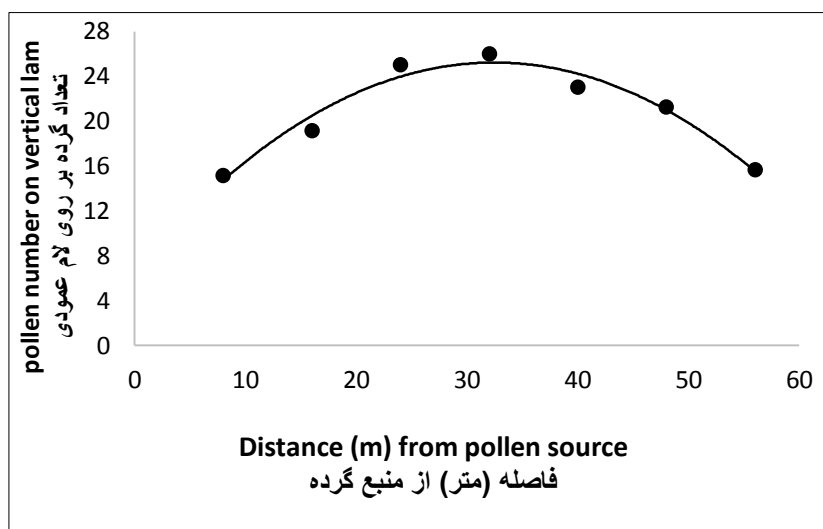
$$Y = 4.43 + 0.370 X - 0.0065 X^2$$

شکل ۸- رابطه تعداد گرده بر روی لام افقی درختان ماده پسته رقم اکبری در روز شانزدهم فروردین ۱۳۹۷ با متغیر فاصله درخت از مبدأ درختان گرده‌زا.

Fig. 8. Equation of number of pollen on horizontal lam in relation with distance from male tree on of 5th April 2018.

نمودار تعداد دانه‌گرده به ازای فاصله از منبع گرده در روز چهاردهم فروردین بود. افزایش تعداد دانه‌گرده تا فاصله ۳۵ متری فرضیه انتشار دانه‌گرده با مدل سینوسی را در این نمودار و نمودارهای شبیه این نمودار را تقویت می‌کند (شکل ۹).

تعداد دانه‌گرده بر روی لام عمودی که نشان‌دهنده انتشار دانه‌گرده توسط باد در روز شانزدهم است. روند این نمودار شبیه نمودار توزیع تعداد دانه‌گرده در روز چهاردهم به ازای فاصله از منبع گرده است. تعداد دانه‌گرده به ازای فاصله از منبع گرده تا فاصله ۳۵ متری افزایش و سپس کاهش می‌باید. این نمودار شبیه



شکل ۹- رابطه تعداد گرده بر روی لام عمودی درختان ماده پسته رقم اکبری در روز شانزدهم فروردین ۱۳۹۷ با متغیر فاصله درخت از مبدأ درختان.

Fig. 9. Equation of number of pollen on vertical lam in relation with distance from male tree on 5th of April 2018.

آزمایش‌های انجام شده و در قالب کاربردی این‌گونه پیشنهاد می‌شود که در کاشت درختان نر بهتر است در یک ردیف درختان ماده تعداد ۴ تا ۵ درخت نر که دارای هم‌زمانی گلدهی با درختان ماده هستند در داخل ردیف کاشته شود و این به ازای ۴ ردیف بعدی درختان ماده کافی می‌باشد زیرا بر اساس نتایج به‌دست‌آمده قطعه اکبری تراکم‌گرده تا فاصله ۳۰ متر به‌طور کافی بود. مضافاً شرایط محیطی مثل سرعت باد از اهمیت خاصی برخوردار است و ردیف‌های ماده لازم است در مسیر باد غالب باشند. از طرفی اگر سرعت باد بیش از حد لازم باشد بیش از ۲۵ کیلومتر در ساعت باشد گرده‌ها نمی‌توانند بخوبی و آرامی جریان یابند و در جریان این پژوهش در یکی از روزهای آزمایش که سرعت باد بالا بود با مشاهده میکروسکوپی لام‌های نمونه مشخص شد که به‌جای دانه‌گرده بر روی همه لام‌های آزمایش به‌دست آمده از نمونه‌گیری ذرات گردوغبار نشسته بود. در هر صورت وجود سرعت مناسب باد، گرده مناسب زنده، پراکنش مناسب و هم‌زمانی تاریخ گلدهی از اهمیت ویژه‌ای در گرده‌افشانی پسته برخوردار می‌باشد. تغییرات جوی که بر اثر گرم شدن جو کره زمین اتفاق افتاده است باعث تغییرات متعددی در فرآیندهای زیستی کره زمین نیز تغییر تاریخ گلدهی شده است. در این راستا و در صورت عدم انطباق کافی زمان باز شدن گل‌های نر با درختان ماده لازم است تولیدکنندگان پسته از روش‌های مکانیکی برای پراکنش گرده بر روی درختان ماده استفاده نمایند (۲) که در حال حاضر این روش بر روی درختان گردو، کیوی، زیتون، بادام و گلابی نیز به‌کار رفته است. تشخیص مکان مناسب از نظر سرعت باد و سایر مشخصات اقلیمی و گرده‌افشان مناسب (۱۵) از عوامل مهم در توسعه و رونق باغ‌های پسته می‌توان برشمرد.

توزیع دانه‌گرده و انتقال آن در پسته و در دانه‌های گرده‌ای که روش انتقال آن‌ها با باد است پدیده‌ای که تحت تأثیر عوامل متعددی قرار دارد و به همین علت به‌عنوان پدیده‌ای دینامیک اطلاق می‌گردد. در فرآیند پخش و انتقال و نشست دانه‌گرده سرعت و نوع باد از نظر مدل وزش، جهت و سرعت باد و تداوم باد نقش دارد. از طرفی تعداد درخت نر و ساختار زیستی درخت نر از نظر تعداد گل، میزان تولید گرده و میزان پخشیدگی دانه‌گرده، زمان گلدهی درختان نر و محل واقع شدن آن‌ها در باغ می‌تواند نقش پیش‌برنده و یا کاهش‌یابنده را در انتقال دانه‌گرده و نشست آن داشته باشد. در پژوهشی که (۱۴) بر روی جمعیت‌های پسته وحشی در چین انجام شد مشخص گردید که میزان انتقال دانه‌گرده بستگی به اندازه جمعیت پسته نر دارد و هرچه تعداد درختان نر بیش‌تر باشد این انتقال بیش‌تر است. پژوهش‌گران در ترکیه تراکم دانه‌گرده را در باغ پسته نسبت به افزایش به فاصله را تا فاصله ۸۰ متری از منبع گرده به‌صورت روندی کاهش‌یابنده یافتند (۵). نتیجه بررسی تراکم گرده در قطعه شاه‌پسند با کار اردوغان و همکاران (۵) انطباق داشت ولی در قطعه اکبری بیش‌ترین تراکم گرده در فاصله ۲۰ تا ۳۰ متری از منبع گرده بود که این یک مدل سینوسی را نشان می‌داد. عمده تفاوت در تراکم گرده بین دو قطعه مورد مطالعه در پژوهش حاضر سال متفاوت آزمایش بین قطعه شاه‌پسند و قطعه اکبری بود از طرفی منبع گرده در قطعه اکبری شامل ۴ درخت نر بودند ولی در قطعه شاه‌پسند فقط یک درخت نر به‌عنوان منبع گرده به‌کار رفت. در این رابطه میانگین تعداد چهار دانه‌گرده در پنج مشاهده در قطعه اکبری چند برابر قطعه شاه‌پسند بود. از طرفی دیگر احتمالاً مدل وزش باد در طی دو سال مختلف در قطعه شاه‌پسند و اکبری ممکن است باهم تفاوت‌هایی داشتند که پیشنهاد می‌گردد در مطالعات آینده مورد بررسی واقع شود. نتایج

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که در قطعه شاه‌پسند بین نتایج بارآوری اولیه حاصل از تلاقی دستی و تلاقی کنترل شده اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. همچنین مشخص گردید اختلاف معنی‌داری در درصد بارآوری اولیه حاصل از کاربرد ۵ نوع رقم نر در قطعه اکبری مشاهده نگردید. روند کاهش تراکم دانه گرده در دو رقم شاه‌پسند و اکبری از ۳۰ تا ۳۵ متری آغاز گردید. این کاهش تراکم دانه گرده لزوماً به معنی کاهش بارآوری اولیه میوه نبود. توصیه می‌گردد به‌ازای هر ۵ ردیف درختان ماده پسته یک یا چند درخت نر که در جهت مسیر باد غالب است کاشته شود تا تراکم گرده دارای روند ثابتی باشد. به غیر از بررسی شرایط مناسب آب و خاک برای کاشت پسته و اقدامات

اصلاحی مربوط به آن لازم است قبل از احداث باغ همه شرایط اقلیمی منطقه و سرعت باد منطقه مورد کاشت در زمان باز شدن گل‌های درختان نر و ماده مورد بررسی دقیق قرار گیرد تا اگر سرعت باد در زمان گرده‌افشانی در منطقه بیش از حد استاندارد و بیش از ۲۵ کیلومتر در ساعت باشد تدبیر لازم در مدیریت احداث باغ یا تغییر محل پیش‌بینی شده برای باغ اعمال شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله مؤلفان مقاله از زحمات جناب آقای مهندس محمد پریمی و کارشناسان محترم مرکز تحقیقات پسته دامغان کمال تشکر را دارند.

منابع

1. Sheikhi, A., Arab, M., Patric, J. B., Ferguson, L. & Akbari, M. (2020). Pistachio (*Pistacia* spp.) Breeding. In: *Advances in Plant Breeding Strategies: Nut and Beverage Crop*, 4, 353-400.
2. Eyles, A., Close, D., Quarrell, S., Allen, G. R., Spurr, C. J., Barry, K. M., Whiting, M. D. & Gracie, A. J. (2022). Feasibility of Mechanical Pollination in Tree Fruit and Nut Crops: A Review. *Agronomy*, 12 (5), 1113.
3. Kamyab, F., Vezvaei, A., Ebadi, A. & Panahi, B. (2008). Time of flowering, quantity and quality of pollen grain in some genotypes of pistachio in Rafsanjan. *Journal of Water and Soil Science*, 11 (41), 131-140. [In Persian]
4. Caglar, S. & Kaska, N. (1995). A study on the supplemental pollination on pistachio in The Mediterranean region. *Acta Horticulture*, 419.
5. Erdogan, V. & Ayfer, M. (1990). Transportation of walnut pollen by wind. Proceedings of the expert consultation on the promotion of nut production in Europe and near East Regions. Yalova, Turkey. June 19-22, pp, 365-374.
6. Hokmabadi, H. (2017). Recognition of environmental damaging factors to pistachio crop Published by Research and Education of Agriculture, pp, 2. [In Persian]
7. Afshari, H., Talaei, A., Panahi, B. & Hokmabadi, H. (2008). Morphological and qualitative study of pistachio (*Pistacia vera* L.) pollen grains and different temperatures on pomological traits. *Australian Journal of Crop Science*, 1 (3), 108-114.
8. Zeinalou, A., Ebrahimzadeh, H., Talaei, A. & Azimi, M. (2003). Study on pollination and compability and selection of best pollinizer for olive cultivars. *Journal of Applied Sociology*, 33 (4), 729-739. [In Persian]
9. Kwack, B. H. (1965). The effect of calcium on pollen germination. *proceeding of the American Society for Horticultural Science*, 86, 813-826.
10. Alipour, H., Azghandi, A. V. & Esmailpour, A. (2002). Introducing suitable pollinizer for "Ahmad-Aghaii" pistachio (an Iranian commercial cultivar). *Acta Horticultur*, 591.

11. Kaska, N., Eti, S. & Ak, B. E. (1989). A conception on artificial pollination by using plane in pistachios. *Proceedings of II Agricultural Aviation Symposium*, 127-133.
12. Maggs, D. H. (1977). Pollen Dispersal of *Pistacia vera*. Plant Breeding Papers 2.3rd International Congress. SABRAO, Canberra Dec, 11-15.
13. Colwell, R. N. (1951). The use of radioactive isotopes in determining spore distribution patterns. *American Journal of Botany*, 38, 511-523.
14. Yu, L. & Lu, J. (2019). Effects of population size and structure on success *Pistacia chinensis* population. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 154 (2), 131-138.
15. Hassan, A. H. (1986). Pistachio pollination study and selection of suitable pollinators for Syrian varieties in Allep. *The Center for Studies of Arid Zones and Dry Lands (ACSAD)*, 29.

