

## بررسی اثرات گرده‌افشانی آزاد و کنترل شده دانه گرده‌های اهلی و اینتگریمما بر برخی

### ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پسته (*Pistachio vera* L.) رقم فندقی

حسن فرهادی<sup>۱\*</sup>، محمد مهدی شریفانی<sup>۲</sup>، حسین حکم‌آبادی<sup>۳</sup>

تاریخ ارسال: ۱۳۹۹/۰۳/۲۹

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۷

#### چکیده

یکی از مراحل مهم در تولید اقتصادی درختان میوه به‌ویژه پسته مرحله گرده‌افشانی و تلقیح آن می‌باشد. به‌منظور بررسی اثرات گرده‌افشانی آزاد و کنترل شده دانه گرده گونه‌های اهلی و اینتگریمما بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پسته رقم فندقی آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در ایستگاه تحقیقات پسته آستان قدس رضوی واقع در شهرستان بردسکن در سال ۹۶-۱۳۹۵ اجرا شد. در گرده‌افشانی کنترل‌شده تیمارهای آزمایشی شامل دو روش گرده‌افشان تزریق و استفاده از قلم مو با چهار ترکیب آرد-گرده به همراه شاهد با سه تکرار بودند. نتایج تجزیه‌های آماری نشان داد که استفاده از گرده آزاد گونه اهلی اثرات معنی‌داری بر اکثر صفات نسبت به سایر

تیمارهای گرده گونه اینتگریمما دارد. از طرفی گرده گونه اینتگریمما کمترین میزان ناخندانی را در تیمار IF4 (۰/۵۰) گرم گرده اینتگریمما + ۰/۲۵ گرم آرد) در روش گرده‌افشان تزریق نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان داد. همچنین بیشترین میزان صفت بدشکلی در تیمار IF1 (۲ گرم گرده اینتگریمما + ۰/۲۵ گرم آرد) در روش گرده‌افشان قلم‌مو نسبت به سایر تیمارها مشاهده شد. به علاوه روش گرده‌افشان تزریق اثرات مطلوب‌تری نسبت به روش گرده‌افشان قلم‌مو در اکثر صفات به جز صفات بدشکلی و نیم‌مغزی نشان داد. بر اساس نتایج پژوهش حاضر، به نظر می‌رسد بتوان با استفاده از تیمار IF4 در روش گرده‌افشان تزریق باعث افزایش برخی صفات مانند تعداد نهایی میوه، وزن مغز و کاهش درصد ریزش میوه و ناخندانی در باغ‌های پسته شد.

<sup>۱</sup> دانش‌آموخته دکتری بخش علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

\* نویسنده مسئول: farhadi.hassan66@gmail.com

<sup>۲</sup> دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده تولیدات گیاهی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان  
<sup>۳</sup> استادیار مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان سمنان (شاهرود)، ایستگاه تحقیقات پسته دامغان

## واژه‌های کلیدی: انس، بدشکلی، تلاقی کنترل‌شده،

تشکیل میوه، ناخندانی

## مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) از نظر باغبانی اهمیت تجاری بسزایی دارد و به عنوان یک محصول مناسب برای بسیاری از مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند مدیترانه و آسیای صغیر در نظر گرفته شده است (Mehdi-Tounsi *et al.*, 2017). خانواده پسته دارای تعداد زیادی جنس است که بیشتر آن‌ها اختصاص به مناطق نیمه‌گرمسیری دارند (Moazzam Jazi *et al.*, 2017). تعداد ۱۱ گونه در این جنس وجود دارد که سه گونه آن در ایران شناسایی شده است. به طور عمده گونه‌های شناسایی شده در جنس پسته به صورت درختچه می‌باشند و از این ۱۱ گونه، تنها گونه اهلی است که میوه آن از نظر اقتصادی دارای ارزش بالایی است و سایر گونه‌ها عمدتاً به عنوان پایه و یا به عنوان گرده‌زا در اصلاح پسته به کار گرفته می‌شوند (Moazzam Jazi *et al.*, 2017). از آنجایی که بخش خوراکی و قابل مصرف این میوه مغز آن می‌باشد و برای تشکیل مغز، گردهافشانی و لقاح ضروری است، بنابراین در رابطه با تشکیل میوه، گردهافشانی و لقاح نسبت به بسیاری از میوه‌ها اهمیت بیشتری دارد (Riazi, 1992).

همانطور که اشاره شد گردهافشانی یکی از مهمترین عوامل در مدیریت باغ‌های پسته است. بنابراین

اطمینان از گردهافشانی مناسب برای به‌دست آوردن محصول خوب ضروری است. دوره شکوفه‌دهی درختان نر و ماده متفاوت است و این یکی از دلایلی است که گل‌های ماده معمولاً قادر به دریافت دانه گرده نمی‌باشند (Ozeker *et al.*, 2006). این مسئله مربوط به تفاوت زمان گلدهی درختان نر و ماده هست. دلایلی از جمله نبود هم‌پوشانی گل‌دهی در رقم‌های ماده با نژادگان‌های نر، نبود رقم‌های نر به نسبت مناسب و در موقعیت مطلوب در باغ و نبود یکنواختی در گل‌دهی نژادگان‌های نر به دلیل منشأ بذری آنها باعث گردهافشانی ناموفق در پسته می‌شود (حکم‌آبادی، ۱۳۹۰). این وضعیت منجر به کاهش تولید و افزایش میوه‌های پوک می‌شود، پس استفاده از گردهافشانی کنترل‌شده در این شرایط احساس می‌شود. بنابراین، نیاز به یک گردهافشان مناسب با قدرت تولید گرده کافی، قدرت تنزگی خوب دانه گرده و سازگاری زمان شکوفایی آن با گل‌های ماده ضروری می‌باشد (Kaska, 1994).

از طرفی گردهافشانی مصنوعی راه حل موقتی برای مواقعی است که گردهافشانی طبیعی کافی نباشد که برخی پژوهش‌ها در این راستا انجام شده است (Kaska, 1994; Kuru, 1994). در بعضی کشورها مانند ایران، سوریه و تونس، گردهافشانی مصنوعی زمانی که گردهافشانی طبیعی کافی نبوده است، منجر به نتایج خوبی شده است (Caglar & Kaska, 1994). برخی گزارشات

نشان داده است که گردهافشانی مصنوعی می‌تواند از گردهافشانی طبیعی مؤثرتر باشد (Ayfer & Kuru, 1990). از طرفی دوره مؤثر گردهافشانی مصنوعی محدود است و موفقیت گردهافشانی دستی به میزان زیادی وابسته به عوامل محیطی مانند وزش باد و بارش است (Mizuno *et al.*, 2002).

به علت مشکل گردهافشانی در بیشتر باغ‌های پسته در سال‌های اولیه احداث باغ و یا در باغ‌های قدیمی پژوهشگران با استفاده از چندین روش گردهافشانی تکمیلی، تلاش زیادی جهت برطرف کردن این مشکل کرده‌اند. در گردهافشانی تکمیلی درخت‌های پسته، از مخلوط دانه گرده با یک ماده بی‌اثر استفاده می‌شود (Abu-Zahra & AI-Abbadi, 2007). به عنوان مثال، در پژوهشی Soliman *et al.* (۲۰۱۷) اثر تزریق سوسپانسیون دانه گرده آبدار را بر روی خصوصیات میوه خرما مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که اثر سوسپانسیون تیمار ۲ گرم گرده با ۳ گرم شکر در یک لیتر آب، بالاترین کیفیت میوه را دارا می‌باشد و می‌تواند به عنوان یک تیمار پیشنهادی قابل توصیه باشد. همچنین در پژوهشی Karimi *et al.* (۲۰۱۷) گزارش کردند، موقعی که گردهافشانی یک عامل محدود کننده است، گردهافشانی تکمیلی با استفاده از سوسپانسیون گرده تقویت شده با عنصر روی می‌تواند باعث افزایش عملکرد و کیفیت میوه پسته شود (Abu-Zahra & AI-Abbadi, 2007).

پژوهش‌های انجام شده نشان می‌دهند که تلاقی بین گونه‌ای بین پسته اهلی با سایر گونه‌های پسته امکان‌پذیر می‌باشد (Riazi & Rahemi, 1995). پژوهشی در زمینه تلاقی پسته اهلی با گرده گونه آتلانتیکا و تربینتوس بر ابعاد و وزن میوه مورد بررسی قرار گرفت. نتایج با توجه به نوع گرده بکار رفته انطباق داشت. میوه‌های حاصل از گردهافشانی با گونه اهلی از سایر گونه‌های پسته بهتر بود. عموماً وزن میوه، عرض و ضخامت آن متأثر گردید. همچنین درصد پوست‌دهی میوه نیز دچار تغییر شد (AK, 1990).

مشکلاتی که باعث ناباروری و یا ریزش میوه در درختان میوه می‌شوند را می‌توان به اثرات متقابل والدین، فرایندهای متفاوت فیزیولوژی تولید مثل و نیز شرایط محیط تقسیم کرد. واکنش اندام نر و ماده که منجر به عقیمی می‌شود، بیشتر در مراحل اولیه (قبل یا پس از تلقیح) نمایان می‌گردد. گاهی این مشکلات به صورت بی‌نظمی‌هایی در رشد و نمو تخمدان از زمان شروع باروری تا بلوغ بذر در گیاهان مختلف گزارش شده است. Mikesell (۱۹۹۸) گزارش کرد که ناباروری در گیاه فیتولاکا ممکن است در حین تشکیل کیسه جنین و یا در زمان رشد اولیه جنین اتفاق بیافتد. در پسته مشکل ریزش اولیه میوه به مرگ تخمک قبل از زمان گردهافشانی و نیز نابودی کیسه جنینی پس از آن، نابودی اندام‌های تخمدان و جنین اولیه در مراحل مقدماتی رشد ذکر شده و این

## مواد و روش‌ها

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات پسته آستان قدس رضوی واقع در شهرستان بردسکن- شهر انابد واقع در ۲۹۷ کیلومتری شهر مشهد در سال زراعی ۹۷-۱۳۹۶ بر روی درختان بارور ۱۴ ساله رقم پسته فندق‌ی که بر روی پایه بادامی پیوند داده شده بودند، به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی انجام گردید. تیمارهای آزمایشی شامل دو روش گرده‌افشان (تزریق و قلم‌مو) و چهار ترکیب آرد- گرده (جدول ۱) به همراه شاهد با سه تکرار بودند. درختان پسته رقم فندق‌ی مورد آزمایش دارای میوه های فندق‌ی شکل و درشت بودند. درختان از لحاظ رشد دارای قدرت رشد زیاد و تاج گسترده هستند. برگ‌ها ساده و مرکب می‌باشند که اکثر آن‌ها مرکب سه برگچه‌ای هستند. هر درخت معادل یک تکرار بود و از هر درخت هفت شاخه که حداقل دارای سه الی چهار جوانه گل بود انتخاب شد و چهار شاخه از آن‌ها برای

روند ادامه می‌یابد و می‌توان برخی از این مشکلات را در مراحل مختلف رشد نیز مشاهده کرد (Shuraki & Sedgley, 1996). با توجه به مشکلات فوق الذکر و عدم همزمانی گرده‌افشانی در درختان پسته در بسیاری از مناطق کشور استفاده از گرده گونه اینتگریمما که یکی از گونه‌های پر رشد، مقاوم به ورتیسیلیوم و بسیاری از خصوصیات خوب دیگر است ضرورت می‌یابد و بنظر می‌رسد بتوان از آن به عنوان یک والد پر رشد در تلاقی با پایه‌های متدوال در باغات پسته کشور بهره برد (Ferguson & Haviland, 2016). به علاوه تاکنون گزارشی در مورد گرده‌افشانی آزاد و کنترل شده دانه گرده گونه‌های اهلی و اینتگریمما بر روی میوه و خصوصیات دانه پسته رقم فندق‌ی با استفاده از دو روش تزریق و قلم‌مو گزارش نشده است. بنابراین هدف از این پژوهش بررسی اثرات گرده افشانی آزاد و کنترل شده دانه گرده گونه‌های اهلی و اینتگریمما بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پسته رقم فندق‌ی می‌باشد.

جدول ۱- تیمارهای آرد و گرده مورد استفاده در گرده‌افشانی کنترل شده درختان پسته.

| تیمار  |                                        |
|--------|----------------------------------------|
| Cotrol | گرده‌افشانی آزاد (شاهد)                |
| IF1    | ۰/۲۵ گرم آرد + ۲ گرم گرده اینتگریمما   |
| IF2    | ۰/۲۵ گرم آرد + ۱/۵ گرم گرده اینتگریمما |
| IF3    | ۰/۲۵ گرم آرد + ۱ گرم گرده اینتگریمما   |
| IF4    | ۰/۲۵ گرم آرد + ۰/۵ گرم گرده اینتگریمما |

I = Integerrima (اینتریمما), F = Flour (آرد)



(ج)

(ب)

(الف)

شکل ۱- نحوه عایق سازی (الف)، کنترل منفی (ب) و تعویض کیسه های ململ با کیسه های توری (ج) در شاخه ها.

به داخل کیسه های عایق تزریق و عمل گرده افشانی از تاریخ ۵ فروردین ماه تا تاریخ ۱۴ فروردین ماه انجام شد. همچنین با استفاده از قلم موهای مخصوص گرده افشان، گرده افشانی بر روی جمعاً ۳۰ درخت صورت گرفت. در فاصله هر گرده افشانی، دست و وسایل کار با اتانول ۷۰ درصد ضد عفونی گردید تا از آلودگی به دانه های گرده ناخواسته جلوگیری شود. این اقدام برای هر خوشه سه مرتبه تکرار گردید. گرده افشانی زمانی صورت می گیرد که قسمت اعظم گل های خوشه باز شده و به رنگ صورتی هستند و کلاله های هر گل به رنگ سفید - شیری است. پس از گرده افشانی هنگامی که کلاله ی گل ها، قهوه ای رنگ شد و گل ها به صورت دانه ارزنی رسیدند کیسه های ململ از روی شاخه ها برداشته و با کیسه های توری بزرگ تعویض شدند تا از میوه های تشکیل شده مراقبت های لازم در خصوص کنترل آفات و سایر موارد صورت پذیرد.

برای اندازه گیری درصد تشکیل میوه ابتدا قبل از اینکه گرده افشانی انجام شود از هر درخت ۴ خوشه در

گرده افشانی کنترل شده، دو شاخه جهت گرده افشانی آزاد و یک شاخه به منظور کنترل منفی در نظر گرفته شد (شکل ۱). قبل از باز شدن کامل خوشه های گل، بر روی شاخه ها اتانول ۷۰ درصد تزریق شد تا از احتمال وجود گرده های ناخواسته جلوگیری گردد. شاخه ها به وسیله کیسه های دو لایه ململ به ابعاد ۳۰×۴۵ سانتی متر پوشانده شد. در زمان بستن کیسه های عایق بندی، با توجه به رشد طولی جوانه انتهایی، حدوداً ۱۵ سانتی متر از فضای انتهایی کیسه خالی در نظر گرفته شد. دانه های گرده درخت نر گونه اینتگریمما به عنوان والد نر از منطقه ارزوئیه استان کرمان جمع آوری و تا زمان آماده بودن والد های ماده، گرده ها در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند. به منظور اطمینان از گرده افشانی کنترل شده، در مرحله تورم جوانه، خوشه ها با کیسه های پارچه ای مناسب ایزوله گردید. در ادامه در روش گرده افشان تزریق با استفاده از سرنگ ۲۰ سی سی ترکیب آرد گندم (الک ۲۰۰) و گرده اینتگریمما با نسبت های مختلف (جدول ۱)

چهار جهت انتخاب و تعداد گل آنها شمارش شد، بعد از انجام گردهافشانی و تشکیل میوه، تعداد نهایی میوه‌های تشکیل شده در هر خوشه با توجه به متوسط تعداد گل در هر خوشه محاسبه شد. برای محاسبه وزن تر مغز، ۱۰۰ عدد مغز میوه با استفاده از ترازوی دیجیتالی وزن و متوسط وزن مغز یک میوه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک مغز میوه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در خشک کن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس وزن شدند و متوسط وزن خشک مغز یک میوه محاسبه شد. در اواخر تابستان (۲۱ شهریور ماه) برداشت میوه‌ها انجام شد و برخی صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شد. طول، عرض، ضخامت خشک میوه و مغز میوه با کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. محاسبه درصد ناخندانی و بدشکلی با شمارش ۱۰۰ عدد میوه برای هر تکرار انجام شد. برای محاسبه مقدار اونس خشک میوه‌ها نیز تعداد میوه در ۱۴۲ گرم محاسبه شد. در نهایت داده‌های حاصل

توسط نرم افزار SAS 9.1 تجزیه و تحلیل آماری شده، میانگین داده‌ها با آزمون LSD ۵ درصد مقایسه و نمودارها با استفاده از نرم افزار Excel رسم شدند.

## نتایج و بحث

### الف - مرحله نهایی تشکیل میوه

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت مرحله نهایی تشکیل میوه رقم فندقی معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲).

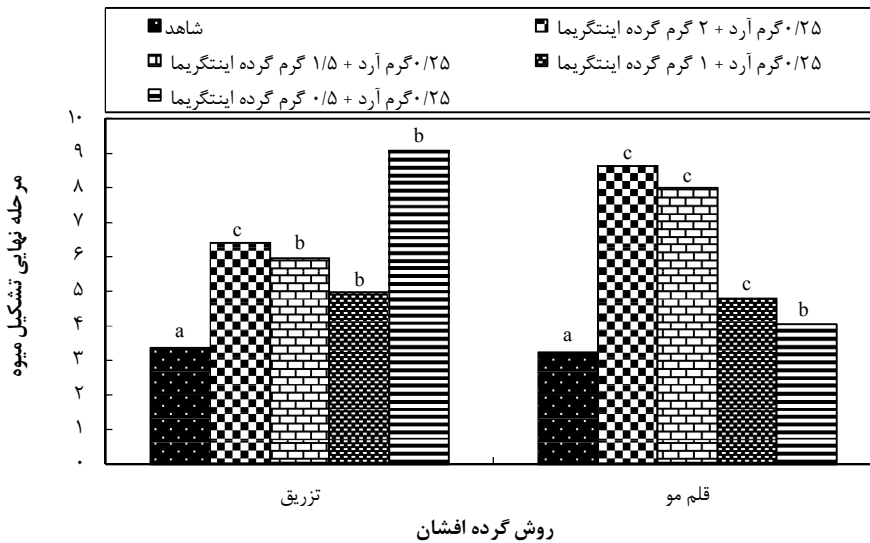
در بررسی اثر متقابل ترکیب آرد - گرده و تیمار گردهافشان (شکل ۲)، بیشترین میزان تشکیل میوه در تیمار شاهد در هر دو تیمار گردهافشان تزریق و قلم مو مشاهده شد. طبق نتایج در روش گردهافشان تزریق، بیشترین و کمترین میزان کاهش تشکیل میوه نسبت به شاهد به ترتیب با میانگین ۷۰/۳۵ و ۵۴/۲۴ درصد در تیمارهای IF1 و IF4 مشاهده شد. همچنین در تیمار

متوسط وزن مغز یک میوه محاسبه شد. برای اندازه‌گیری وزن خشک مغز میوه، نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در خشک کن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند و سپس وزن شدند و متوسط وزن خشک مغز یک میوه محاسبه شد. در اواخر تابستان (۲۱ شهریور ماه) برداشت میوه‌ها انجام شد و برخی صفات کمی و کیفی اندازه‌گیری شد. طول، عرض، ضخامت خشک میوه و مغز میوه با کولیس دیجیتالی اندازه‌گیری شد. محاسبه درصد ناخندانی و بدشکلی با شمارش ۱۰۰ عدد میوه برای هر تکرار انجام شد. برای محاسبه مقدار اونس خشک میوه‌ها نیز تعداد میوه در ۱۴۲ گرم محاسبه شد. در نهایت داده‌های حاصل

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در رقم فندقی پسته.

| منابع تغییرات                  | درجه آزادی | مرحله نهایی تشکیل میوه | ریزش میوه          | وزن تر مغز           | وزن خشک مغز          |
|--------------------------------|------------|------------------------|--------------------|----------------------|----------------------|
| تکرار                          | ۲          | ۰/۳۴۵ <sup>ns</sup>    | ۶/۴۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۷ <sup>ns</sup> |
| گردهافشان                      | ۱          | ۲/۵۰**                 | ۷/۲۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۲۷**              | ۰/۰۳۲**              |
| ترکیب آرد- گرده                | ۴          | ۵۴/۱۰**                | ۸۸/۱۲*             | ۰/۰۴۸**              | ۰/۰۷۷**              |
| ترکیب آرد- گرده ×<br>گردهافشان | ۴          | ۰/۵۸**                 | ۱/۴۳ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۱۸**              |
| خطا                            | ۱۸         | ۰/۱۱                   | ۲۴/۶۱              | ۰/۰۰۲                | ۰/۰۰۰۵               |
| ضریب تغییرات                   |            | ۶/۸۳                   | ۵/۳۲               | ۵/۵۷                 | ۴/۵۹                 |

\*\* و \*؛ به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و پنج درصد و ns عدم معنی‌داری آماری را نشان می‌دهد.



شکل ۲- اثر متقابل گرده افشان و ترکیب آرد- گرده بر مرحله نهایی تشکیل میوه رقم فندقی پسته.

دادند، به طوری که بیشترین کاهش میزان تشکیل میوه در روش قلم مو در تیمار IF1 با میانگین ۲/۸۳ درصد و بیشترین میزان کاهش تشکیل میوه در روش تزریق در تیمار IF1 با میانگین ۳ درصد مشاهده شد. یکی از دلایل اصلی در کاهش تشکیل نهایی میوه در پژوهش حاضر ممکن است مربوط به سطح کلالة گل‌های پسته باشد. گزارش شده است که گرده افشانی تکمیلی با استفاده از سوسپانسیون گرده بر روی کیوی فروت موفق تر از آلو می باشد که احتمالاً به دلیل سطح کلالة بزرگتر در کیوی فروت می باشد که باعث تسهیل در جذب گرده می شود (Hopping & Jerram, 1980).

#### ب- ریزش میوه

بر اساس نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) میزان ریزش میوه در ارتباط با اثر ساده ترکیب

گرده افشان قلم مو، بیشترین و کمترین میزان کاهش تشکیل میوه نسبت به شاهد به ترتیب با میانگین ۷۲/۶۵ و ۶۰/۸۶ درصد در تیمارهای IF1 و IF4 مشاهده شد. روش گرده افشان با استفاده از قلم مو نسبت به تزریق کاهش بیشتری در ارتباط با میزان تشکیل میوه در مرحله نهایی تشکیل میوه نشان داد. همچنین در هر دو تیمار گرده افشان با کاهش میزان غلظت گرده اینتگریم در مخلوط مورد نظر، درصد تشکیل میوه در تیمار IF4 نسبت به سایر تیمارهای آرد - گرده افزایش نشان داد که احتمالاً مخلوط مورد نظر، درصد تشکیل میوه در تیمار IF4 نسبت به سایر تیمارهای آرد - گرده افزایش نشان داد که احتمالاً به دلیل رقابت کمتر دانه های گرده در سطح کلالة می باشد. از طرفی تمامی تیمارهای آرد - گرده کاهش معنی داری در ارتباط با تشکیل میوه نسبت به شاهد نشان

آرد - گرده معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد ولی در مورد اثر ساده گرده‌افشان و اثر متقابل ترکیب و گرده‌افشان تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گرده‌افشان تزریق و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. البته در تیمار گرده‌افشان با استفاده از قلم مو نسبت به تیمار تزریق ۱/۰۵ درصد افزایش طول میوه خشک مشاهده شد (جدول ۳). در مقایسه بین تیمارهای مختلف آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1، IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد به ترتیب ۱۰/۰۶، ۸/۹۶، ۸/۴۳، ۷/۵۰ درصد افزایش ریزش میوه نشان دادند. نتایج مربوط به ترکیب مورد نظر نشان داد که با کاربرد گرده اینتگریمما در تیمارهای مختلف میزان ریزش میوه نسبت به شاهد روند

افزایشی حاصل نموده است. البته با کاهش غلظت گرده اینتگریمما میزان ریزش در بین تیمارهای آرد - گرده کاهش نشان داد به طوری که بعد از شاهد کمترین میزان ریزش میوه در تیمار IF4 با میانگین ۹۳/۴۹ درصد و بیشترین میزان ریزش میوه در تیمار IF1 با میانگین ۹۶/۱۵ درصد مشاهده شد (جدول ۴). هر چند گل‌های درخت پسته به شرایط محیطی نامساعد حساس می‌باشد؛ از طرفی ریزش گل و عدم تشکیل میوه می‌تواند به دلیل مشکلات در گرده‌افشانی نیز بوجود بیاید. گاهی ریزش گل‌ها به دلیل نقص ساختار گل، عدم تلقیح و از بین رفتن تخمدان صورت می‌گیرد. بعد از باز شدن گل‌ها، ریزش گل و میوه ممکن است در سه مرحله اتفاق افتد: اولین ریزش میوه مربوط به گل‌های گرده‌افشانی نشده می‌باشد؛ علت

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از روش‌های گرده‌افشانی تزریق و قلم مو در رقم فندق پسته.

| روش گرده افشان | مرحله نهایی تشکیل میوه | ریزش میوه          | وزن تر مغز        |
|----------------|------------------------|--------------------|-------------------|
| تزریق          | ۵/۲۳ <sup>a</sup>      | ۹۲/۶۲ <sup>a</sup> | ۰/۹۰ <sup>a</sup> |
| قلم مو         | ۴/۶۵ <sup>b</sup>      | ۹۳/۶۰ <sup>a</sup> | ۰/۸۴ <sup>b</sup> |

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۴- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رقم فندق پسته تحت تأثیر محیط‌های مختلف ترکیب آرد- گرده.

| ترکیب آرد- گرده | مرحله نهایی تشکیل میوه | درصد ریزش میوه      | وزن تر مغز         |
|-----------------|------------------------|---------------------|--------------------|
| شاهد            | ۱۰/۲۳ <sup>a</sup>     | ۸۶/۴۷ <sup>b</sup>  | ۰/۹۷ <sup>a</sup>  |
| IF1             | ۲/۹۱ <sup>d</sup>      | ۹۶/۱۵ <sup>a</sup>  | ۰/۷۴ <sup>d</sup>  |
| IF2             | ۳/۴۶ <sup>cd</sup>     | ۹۴/۹۹ <sup>a</sup>  | ۰/۸۳ <sup>c</sup>  |
| IF3             | ۳/۷۶ <sup>c</sup>      | ۹۴/۴۴ <sup>ab</sup> | ۰/۸۷ <sup>bc</sup> |
| IF4             | ۴/۳۴ <sup>b</sup>      | ۹۳/۴۹ <sup>ab</sup> | ۰/۹۴ <sup>ab</sup> |

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.



آن به نقص مادگی و عقیمی گل‌ها نسبت داده می‌شود. ریزش دوم میوه مربوط به میوه‌چه‌های تلقیح نشده‌ای بوده که در اثر ناسازگاری گرده‌افشانی ریزش می‌نمایند. سومین ریزش میوه مربوط به سقط جنین می‌باشد که بر اثر رقابت تغذیه‌ای و یا ژنتیکی می‌باشد که این حالت نیز بسته به نوع رقم متفاوت می‌باشد (Fallah et al., 2014).

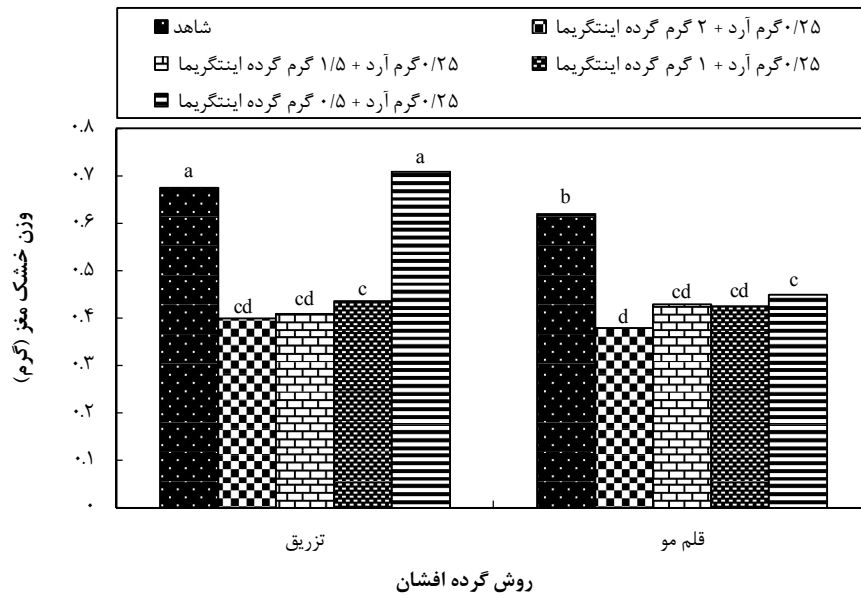
### ج- وزن تر مغز

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر ساده گرده‌افشان و ترکیب آرد - گرده بر وزن تازه مغز معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد ولی اثر متقابل گرده‌افشان در ترکیب مورد نظر تفاوت معنی‌داری نشان نداد (جدول ۲). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده از نظر وزن تازه مغز بین دو تیمار گرده افشان تزریق و قلم مو از نظر آماری تفاوت معنی‌داری نشان داد به طوری‌که در روش گرده افشان با استفاده از تزریق از لحاظ این صفت به میزان ۶/۶۶ درصد نسبت به تیمار قلم مو افزایش مشاهده شد (جدول ۳). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1، IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد به ترتیب ۲۳/۷۱، ۱۴/۴۳، ۳/۰۹ درصد کاهش نشان دادند. نتایج مربوط به ترکیب آرد - گرده نشان داد که بیشترین میزان وزن تازه مغز در سطح شاهد با میانگین ۰/۹۷ گرم و کمترین میزان وزن تازه مغز در سطح دوم گرده با میانگین ۰/۷۴ گرم مشاهده شد. همچنین تیمار IF4 نسبت به سایر تیمارها، بیشترین میزان از لحاظ این صفت را با میانگین

۰/۹۴ گرم نشان داد (جدول ۴). در پژوهشی Ka-Ka & Bilgen (۱۹۸۸) گزارش کرد که کاربرد گرده *P.vera* برای تولید درصد بیشتر مغز مؤثرتر از کاربرد گرده *P.atlantica* و *P.mutica* بود که با نتایج این پژوهش مطابقت داشت به طوری‌که استفاده از گرده گونه اینترگریم باعث کاهش وزن تازه مغز شد درحالی‌که گرده آزاد گونه اهلی باعث افزایش وزن تازه مغز در رقم فندقی شد.

### د- وزن خشک مغز

طبق نتایج تجزیه واریانس، تمامی اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت وزن خشک مغز رقم فندقی معنی‌دار ( $P \leq 0.01$ ) شد (جدول ۲). در بررسی اثر متقابل ترکیب آرد - گرده و تیمار گرده افشان (شکل ۳)، بیشترین میزان کاهش وزن خشک مغز نسبت به شاهد در روش گرده‌افشان تزریق و قلم مو در تیمار IF1 به ترتیب با میانگین ۴۰/۲۹ و ۳۸/۷۰ درصد مشاهده شد. همچنین در تیمار گرده‌افشان با استفاده از قلم مو نسبت به تزریق کاهش بیشتری در ارتباط با وزن خشک مغز مشاهده شد. در تیمار تزریق با کاهش میزان غلظت مخلوط مورد نظر، وزن خشک مغز افزایش نشان داد به طوری‌که در تیمار IF4 نسبت به سایر تیمارها، بیشترین افزایش وزن خشک مغز با میانگین ۰/۷۱ گرم مشاهده شد. در پژوهشی Riazi & Rahemi (۱۹۹۵) با مقایسه گرده‌های سه گونه پسته اهلی، آتلانتیکا و بنه بر ویژگی‌های بذر و وزن مغز میوه نشان دادند که استفاده از گرده گونه اهلی مؤثرتر از دو



شکل ۳- اثر متقابل گرده افشان و ترکیب آرد- گرده بر وزن خشک مغز رقم فندق پسته.

IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد به ترتیب ۱/۷۶، ۳/۵۲، ۱/۱۷، ۲/۹۴ درصد کاهش نشان دادند. طبق نتایج با کاهش میزان غلظت گرده گونه اینتگریم در مخلوط مورد نظر، میزان طول میوه خشک در بین تیمارها به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش نسبت به شاهد را تیمارهای IF2 و IF3 نشان داد (جدول ۷). در پژوهش حاضر اثرات معنی داری در ارتباط با تأثیر گرده های اهلی و اینتگریم بر طول میوه خشک مشاهده نشد. طبق نتایج Karimi et al. (۲۰۱۷) به کارگیری تزریق سوسپانسیون گرده بر صفت طول میوه خشک اثر معنی داری نداشت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

#### و- عرض میوه خشک

گونه دیگر می باشد. در پژوهش حاضر نیز گرده گونه اهلی نسبت به گرده گونه اینتگریم وزن خشک بیشتری نشان داد.

#### ه- طول میوه خشک

طبق نتایج تجزیه واریانس، هیچ یک از اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت طول میوه خشک رقم فندق معنی دار نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گرده افشان تزریق و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد. البته در تیمار گرده افشان با استفاده از تزریق نسبت به تیمار قلم مو ۰/۵۹ درصد افزایش طول میوه خشک مشاهده شد (جدول ۶). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1،

طبق نتایج تجزیه واریانس، هیچ یک از اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت عرض میوه خشک رقم فندقی معنی‌دار نشد (جدول ۶). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گرده‌افشان تزریق و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (جدول ۷). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1 و IF4 نسبت به شاهد به ترتیب ۳/۵۷ و ۰/۸۹ درصد کاهش نشان دادند. از طرفی تیمارهای IF2 و IF3 نسبت به شاهد و به ترتیب با میانگین ۲/۶۰ و ۰/۸۸ درصد از لحاظ این

جدول ۵- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در رقم فندقی پسته.

| منابع تغییرات                | درجه آزادی | طول میوه خشک         | عرض میوه خشک          | ضخامت میوه خشک       | طول مغز میوه         | عرض مغز میوه         |
|------------------------------|------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| تکرار                        | ۲          | ۰/۱۰۰**              | ۰/۰۱۴**               | ۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۱۰۲**             |
| گرده افشان                   | ۱          | ۰/۰۰۰۸ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۴ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۱۳**              |
| ترکیب آرد- گرده              | ۴          | ۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۳ <sup>ns</sup>   | ۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۶ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۰۲ <sup>ns</sup> |
| ترکیب آرد- گرده × گرده افشان | ۴          | ۰/۰۰۴ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۸ <sup>ns</sup>   | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>  | ۰/۰۰۰۹ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۱ <sup>ns</sup>  |
| خطا                          | ۱۸         | ۰/۰۰۸                | ۰/۰۰۲                 | ۰/۰۰۲                | ۰/۰۰۸                | ۰/۰۰۱                |
| ضریب تغییرات                 |            | ۵/۴۴                 | ۴/۷۲                  | ۴/۸۲                 | ۶/۹۵                 | ۵/۲۴                 |

\*\* معنی‌داری در سطح یک درصد و ns عدم معنی‌داری آماری را نشان می‌دهد.

جدول ۶- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از روش‌های گرده‌افشانی تزریق و قلم مو در رقم فندقی پسته.

| روش گرده افشان | طول میوه خشک (cm) | عرض میوه خشک (cm) | ضخامت میوه خشک (cm) | طول مغز میوه (cm) | عرض مغز میوه (cm) |
|----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| تزریق          | ۱/۶۷ <sup>a</sup> | ۱/۱۲ <sup>a</sup> | ۱/۱۰ <sup>a</sup>   | ۱/۳۶ <sup>a</sup> | ۰/۷۶ <sup>a</sup> |
| قلم مو         | ۱/۶۶ <sup>a</sup> | ۱/۱۲ <sup>a</sup> | ۱/۰۷ <sup>a</sup>   | ۱/۳۴ <sup>a</sup> | ۰/۷۲ <sup>a</sup> |

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۷- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رقم فندقی پسته تحت تأثیر محیط‌های مختلف ترکیب آرد- گرده.

| ترکیب آرد- گرده | طول میوه خشک (cm) | عرض میوه خشک (cm) | ضخامت میوه خشک (cm) | طول مغز میوه (cm) | عرض مغز میوه (cm) |
|-----------------|-------------------|-------------------|---------------------|-------------------|-------------------|
| شاهد            | ۱/۷۰ <sup>a</sup> | ۱/۱۲ <sup>a</sup> | ۱/۱۰ <sup>a</sup>   | ۱/۴۰ <sup>a</sup> | ۰/۷۵ <sup>a</sup> |
| IF1             | ۱/۶۷ <sup>a</sup> | ۱/۰۸ <sup>a</sup> | ۱/۰۶ <sup>a</sup>   | ۱/۳۴ <sup>a</sup> | ۰/۷۴ <sup>a</sup> |
| IF2             | ۱/۶۴ <sup>a</sup> | ۱/۱۵ <sup>a</sup> | ۱/۱۳ <sup>a</sup>   | ۱/۳۱ <sup>a</sup> | ۰/۷۳ <sup>a</sup> |
| IF3             | ۱/۶۸ <sup>a</sup> | ۱/۱۳ <sup>a</sup> | ۱/۱۲ <sup>a</sup>   | ۱/۳۵ <sup>a</sup> | ۰/۷۴ <sup>a</sup> |
| IF4             | ۱/۶۵ <sup>a</sup> | ۱/۱۱ <sup>a</sup> | ۱/۰۷ <sup>a</sup>   | ۱/۳۷ <sup>a</sup> | ۰/۷۳ <sup>a</sup> |

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

صفت افزایش نشان دادند. طبق نتایج با کاهش میزان غلظت گرده گونه اینتگریمما در ترکیب مورد نظر، میزان عرض میوه خشک در بین تیمارها به ترتیب بیشترین و کمترین کاهش نسبت به شاهد را در تیمارهای IF1 و IF2 با میانگین ۱/۰۸ و ۱/۱۵ نشان داد (جدول ۷). *Acar et al.* (۲۰۰۱) در آزمایشی دو رقم قرمزی و اوزن با گرده‌های ارقامی چون اهلی و آتلانتیکا گرده‌افشانی کردند. نتایج نشان داد که عرض و قطر خشک میوه زمانی که گرده‌افشانی با گونه اهلی انجام شد تا حدودی از سایر گونه‌های پسته بهتر بود.

#### ز- ضخامت میوه خشک

طبق نتایج تجزیه واریانس، هیچ یک از اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت ضخامت میوه خشک رقم فندقی معنی‌دار نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گرده‌افشان تزریق و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. از طرفی در تیمار گرده‌افشان با استفاده از تزریق نسبت به تیمار قلم مو ۲/۷۲ درصد افزایش ضخامت میوه خشک مشاهده شد (جدول ۶). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF2 و IF3 نسبت به شاهد به ترتیب ۲/۶۵، ۱/۷۸ درصد افزایش نشان دادند. طبق نتایج با کاهش میزان غلظت گرده گونه اینتگریمما در مخلوط مورد نظر، میزان ضخامت میوه خشک در بین تیمارهای IF2 و IF3

نسبت به شاهد افزایش یافت به طوری که تیمار IF2 با میانگین ۱/۱۳ سانتی‌متر بیشترین افزایش از لحاظ این صفت را نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان داد (جدول ۷). از طرفی تیمار IF1 با میانگین ۱/۰۶ سانتی‌متر کمترین ضخامت میوه خشک را نسبت به شاهد و سایر تیمارها نشان داد. در پژوهشی *Crane & Iwakiri* (۱۹۸۰) گزارش کردند که اختلافی از لحاظ اندازه میوه، ضخامت میوه و زمان رسیدن آن در رقم کرمانی در صورتی که با گرده‌های ارقام آتلانتیکا، تربینتوس و اهلی گرده‌افشانی شده باشند وجود ندارد که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

#### ح- طول مغز میوه

طبق نتایج تجزیه واریانس، هیچ یک از اثرهای اصلی و متقابل در مورد صفت طول مغز میوه رقم فندقی معنی‌دار نشد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گرده‌افشان تزریق و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. البته در تیمار گرده‌افشان با استفاده از تزریق نسبت به تیمار قلم مو ۱/۴۷ درصد افزایش طول مغز میوه مشاهده شد (جدول ۶). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1، IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد ۴/۲۸، ۶/۴۲، ۳/۵۷، ۲/۱۴ درصد کاهش نشان دادند. تیمار IF4 با میانگین ۱/۳۷ سانتی‌متر کمترین کاهش از لحاظ این صفت را در بین

تیمارها نسبت به شاهد نشان داد (جدول ۷). در پژوهشی Karimi & Zeraatkar (۲۰۱۵) با استفاده از تزریق سوسپانسیون گرده نشان دادند که استفاده از روش گردهافشان تزریق اثر معنی داری بر صفت طول مغز میوه دارد که در پژوهش حاضر نتایج مغایری مشاهده شد. البته تیمار شاهد نسبت به بقیه تیمارها میانگین بالاتری را نشان داد.

#### ط - عرض مغز میوه

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر ساده گردهافشان بر عرض مغز میوه معنی دار ( $P \leq 0/01$ ) شد ولی اثر ساده ترکیب آرد - گرده و اثر متقابل گردهافشان در مخلوط مورد نظر تفاوت معنی داری نشان نداد (جدول ۵). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گردهافشان تزریق و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود ندارد. البته در تیمار گردهافشان با استفاده از تزریق نسبت به تیمار قلم مو ۵/۲۶ درصد افزایش عرض مغز میوه مشاهده شد (جدول ۶). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1، IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد به ترتیب ۱/۳۳، ۲/۶۶، ۱/۳۳، ۲/۶۶ درصد کاهش نشان دادند (جدول ۷). طبق نتایج با کاهش میزان غلظت گرده گونه اینتگریم در مخلوط مورد نظر، میزان عرض مغز میوه در بین تیمارها افزایش و کاهش یافت به طوری که کمترین کاهش عرض مغز میوه نسبت به شاهد

در بین تیمارهای IF2 و IF3 با میانگین ۰/۷۴ سانتی‌متر مشاهده شد. همچنین بیشترین کاهش عرض مغز میوه نسبت به شاهد در بین تیمارهای IF1 و IF4 با میانگین ۰/۷۳ سانتی‌متر مشاهده شد. بر اساس نتایج Karimi & Zeraatkar (۲۰۱۵)، به کارگیری سوسپانسیون گرده با استفاده از روش گردهافشان تزریق اثر معنی داری بر صفت عرض مغز میوه داشت که این صفت نیز مانند صفت طول مغز میوه تفاوت معنی داری در پژوهش حاضر نشان نداد.

#### ی - طول شکاف خندانی

بر اساس اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس هیچ یک از اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت طول شکاف خندانی رقم فندقی معنی دار نشد (جدول ۸). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده از نظر طول شکاف خندانی بین دو تیمار گردهافشان تزریق و قلم مو از نظر آماری تفاوت معنی داری نشان نداد. طبق نتایج تیمارهای گردهافشان تزریق و قلم مو مشترکاً با میانگین ۱/۳۹ سانتی‌متر طول شکاف را نشان دادند (جدول ۹). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد مشترکاً ۰/۷۰ درصد افزایش نشان دادند. نتایج مربوط به ترکیب مورد نظر (جدول ۱۰) نشان داد که بیشترین میزان طول شکاف خندانی در تیمارهای IF2 و IF4 با میانگین ۱/۴۲ سانتی‌متر و کمترین میزان این صفت در سطح دوم گرده با میانگین ۱/۳۲ سانتی‌متر مشاهده شد. صفت خندانی

بررسی اثرات گرده‌افشانی آزاد و کنترل شده دانه گرده‌های اهلی و اینتگریمما بر برخی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه پسته (*Pistachio vera* L.) رقم فندق

میوه پسته با افزایش حجم مغز ارتباط مستقیم دارد و در طول و نوک میوه اتفاق می‌افتد. در ارقامی که نسبت حجم بیشتر مشاهده می‌شود (Freeman & Ferguson, 1995).

جدول ۸- نتایج تجزیه واریانس صفات مورد مطالعه در رقم فندق پسته.

| منابع تغییرات                 | درجه آزادی | طول شکاف خندانی      | عرض شکاف خندانی      | ناخندانی              | بدشکلی               | انس                 |
|-------------------------------|------------|----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|---------------------|
| تکرار                         | ۲          | ۰/۰۰۴۲ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۱/۷۰۹ <sup>ns</sup>   | ۰/۲۵۴ <sup>ns</sup>  | ۶/۶۸۵ <sup>ns</sup> |
| گرده‌افشان                    | ۱          | ۰/۰۰۰۱ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۲ <sup>*</sup>  | ۳۱/۸۸۸ <sup>**</sup>  | ۰/۳۵۲ <sup>ns</sup>  | ۰/۲۶۱ <sup>ns</sup> |
| ترکیب آرد- گرده               | ۴          | ۰/۰۰۴۳ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۵ <sup>ns</sup> | ۱۹۳/۸۶۹ <sup>**</sup> | ۱۸/۰۶۸ <sup>**</sup> | ۰/۴۲۶ <sup>ns</sup> |
| ترکیب آرد- گرده × گرده- افشان | ۴          | ۰/۰۰۳۰ <sup>ns</sup> | ۰/۰۰۰۴ <sup>ns</sup> | ۱۶/۱۴۳ <sup>**</sup>  | ۱۲/۸۷۱ <sup>**</sup> | ۰/۰۲۸ <sup>ns</sup> |
| خطا                           | ۱۸         | ۰/۰۰۰۷               | ۰/۰۰۰۳               | ۰/۵۱۹                 | ۰/۶۰۹                | ۶/۳۰۲               |
| ضریب تغییرات                  |            | ۶/۰۲                 | ۶/۷۸                 | ۳/۶۳                  | ۱۳/۳۲                | ۸/۸۴                |

\*\* و \*؛ به ترتیب معنی‌داری در سطح یک درصد و پنج درصد و ns عدم معنی‌داری آماری را نشان می‌دهد.

جدول ۹- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه در رقم فندق پسته تحت تأثیر محیط‌های مختلف ترکیب آرد- گرده.

| ترکیب آرد- گرده | طول شکاف خندانی (cm) | عرض شکاف خندانی (cm) | ناخندانی (%)       | بدشکلی (%)        | انس (%)            |
|-----------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| شاهد            | ۱/۴۱ <sup>a</sup>    | ۰/۲۵ <sup>a</sup>    | ۱۲/۳۵ <sup>d</sup> | ۳/۳۰ <sup>c</sup> | ۲۸/۰۴ <sup>a</sup> |
| IF1             | ۱/۳۲ <sup>a</sup>    | ۰/۲۶ <sup>a</sup>    | ۲۴/۳۹ <sup>a</sup> | ۷/۵۳ <sup>a</sup> | ۲۸/۷۳ <sup>a</sup> |
| IF2             | ۱/۴۲ <sup>a</sup>    | ۰/۲۴ <sup>a</sup>    | ۲۵/۵۹ <sup>a</sup> | ۶/۹۹ <sup>a</sup> | ۲۸/۵۰ <sup>a</sup> |
| IF3             | ۱/۴۰ <sup>a</sup>    | ۰/۲۶ <sup>a</sup>    | ۲۱/۱۹ <sup>b</sup> | ۴/۸۹ <sup>b</sup> | ۲۸/۴۳ <sup>a</sup> |
| IF4             | ۱/۴۲ <sup>a</sup>    | ۰/۲۶ <sup>a</sup>    | ۱۵/۶۳ <sup>c</sup> | ۶/۵۷ <sup>a</sup> | ۲۸/۲۱ <sup>a</sup> |

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

جدول ۱۰- مقایسه میانگین صفات مورد مطالعه با استفاده از روش‌های گرده‌افشانی تزریق و قلم مو در رقم فندق پسته.

| روش گرده افشان | طول شکاف خندانی (cm) | عرض شکاف خندانی (cm) | ناخندانی (%)       | بدشکلی (%)        | انس (%)            |
|----------------|----------------------|----------------------|--------------------|-------------------|--------------------|
| تزریق          | ۱/۳۹ <sup>a</sup>    | ۰/۲۶ <sup>a</sup>    | ۱۸/۸۰ <sup>b</sup> | ۵/۹۶ <sup>a</sup> | ۲۸/۲۹ <sup>a</sup> |
| قلم‌مو         | ۱/۳۹ <sup>a</sup>    | ۰/۲۴ <sup>a</sup>    | ۲۰/۸۶ <sup>a</sup> | ۵/۷۵ <sup>a</sup> | ۲۸/۴۷ <sup>a</sup> |

بر مبنای آزمون LSD، در هر ستون میانگین‌های دارای حداقل یک حرف مشترک، در سطح پنج درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند.

## ک- عرض شکاف خندانی

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر ساده ترکیب آرد -  
 گرده و اثر متقابل گرده در مخلوط مورد نظر بر عرض  
 شکاف خندانی معنی دار نشد ولی در ارتباط با اثر ساده  
 گرده افشان در مخلوط مورد نظر تفاوت معنی داری  
 مشاهده شد (جدول ۸). مقایسه میانگین های اثرات ساده  
 نشان داد که بین دو تیمار گرده افشان تزریق و قلم مو از  
 لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی داری وجود  
 ندارد. البته در تیمار گرده افشان با استفاده از قلم مو نسبت  
 به تیمار تزریق ۷/۶۹ درصد افزایش عرض شکاف خندانی  
 مشاهده شد (جدول ۹). در مقایسه بین تیمارهای مختلف  
 ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمار IF2 نسبت  
 به شاهد ۴/۰۰ درصد کاهش نشان داد. از طرفی تیمارهای  
 IF1، IF3، IF4 نسبت به شاهد مشترکاً ۷/۶۹ درصد  
 افزایش نشان دادند. طبق نتایج با کاهش میزان غلظت  
 گرده گونه اینترگریم در مخلوط مورد نظر، میزان عرض  
 شکاف خندانی در بین تیمارها نسبت به شاهد افزایش  
 نشان داد (جدول ۱۰). در پژوهشی Freeman &  
 Ferguson (۱۹۹۵) نشان دادند که رقم گرده افشان بر  
 خندانی بسیار تأثیر گذار است به نحوی که اگر از درختان  
 پسته وحشی بنه (*P. mutica*) یا حتی گونه آتلانتیکا بر  
 روی گونه پسته اهلی قرار گیرد خندانی به شدت کاهش  
 می یابد. در پژوهش حاضر نیز استفاده از گرده گونه  
 اینترگریم در تمامی تیمارها نسبت به شاهد که با گرده

آزاد گونه اهلی گرده افشانی شده بود باعث کاهش عرض

شکاف خندانی شد.

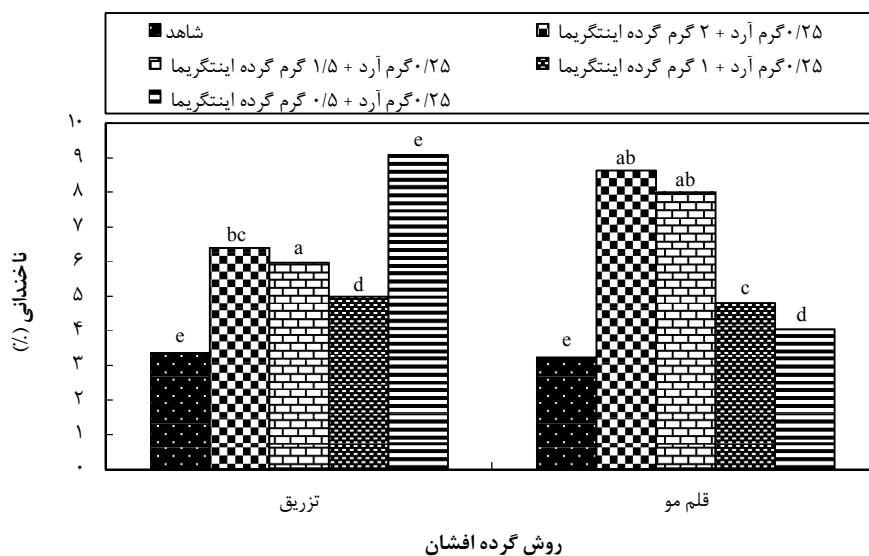
## ل- ناخندانی

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تمامی اثرهای  
 ساده و متقابل در مورد صفت ناخندانی معنی دار  
 ( $P \leq 0.01$ ) شد (ادامه جدول ۸). در بررسی اثر متقابل  
 ترکیب آرد - گرده و تیمار گرده افشان (شکل ۴)، بیشترین  
 میزان کاهش ناخندانی نسبت به شاهد در روش  
 گرده افشان تزریق و قلم مو در تیمار IF2 به ترتیب با  
 میانگین ۵۳/۴۳ و ۴۹/۸۶ درصد مشاهده شد. از طرفی در  
 تیمار گرده افشان با استفاده از قلم مو نسبت به تزریق  
 کاهش بیشتری در ارتباط با ناخندانی در تیمار IF2  
 مشاهده شد. همچنین با کاهش میزان غلظت ترکیب مورد  
 نظر، میزان ناخندانی کاهش نشان داد به طوری که در  
 تیمار IF4 در دو روش گرده افشان تزریق و قلم مو نسبت  
 به شاهد و سایر تیمارها، بیشترین میزان کاهش ناخندانی  
 به ترتیب با میانگین ۱۱/۸۴ و ۱۹/۴۲ درصد مشاهده شد.  
 در پژوهش حاضر نیز گرده گونه اهلی نسبت به گرده گونه  
 اینترگریم میزان ناخندانی کمتری را نشان داد.  
 پژوهش های پیشین نیز نشان داده است که باروری با گرده  
 رقم اهلی ارجحیت دارد زیرا گرده اهلی مغزهای بزرگ تر  
 و افزایش خندانی را بین خصوصیات مطلوب اقتصادی القا  
 می کند (Ka-Ka & Bilgen, 1988).

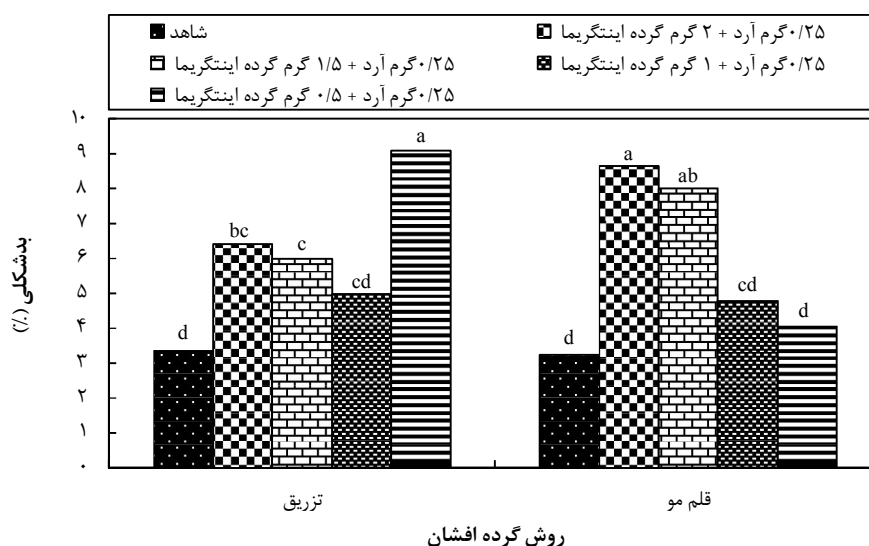
## م- بدشکلی

طبق نتایج تجزیه واریانس اثر ساده گرده افشان بر صفت بدشکلی میوه معنی دار نشد ولی در ارتباط با اثر ساده ترکیب آرد- گرده و اثر متقابل گرده در ترکیب مورد

نظر تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ( $P \leq 0.01$ ) (جدول ۸).  
در بررسی اثر متقابل ترکیب آرد - گرده و تیمار گرده‌افشان (شکل ۵)، بیشترین میزان افزایش بدشکلی در



شکل ۴- اثر متقابل گرده‌افشان و ترکیب آرد- گرده بر ناخندانی رقم فندق پسته.



شکل ۵- اثر متقابل گرده‌افشان و ترکیب آرد- گرده بر بدشکلی رقم فندق پسته.



بین تیمارها در روش گردهافشان تزریق و قلم مو در تیمار IF4 و IF1 به ترتیب با میانگین ۹/۰۹ و ۸/۶۵ درصد مشاهده شد. از طرفی در تیمار گردهافشان با استفاده از قلم مو نسبت به تیمار تزریق افزایش بیشتری در ارتباط با بدشکلی در بین تیمارها مشاهده شد. همچنین با کاهش میزان غلظت مخلوط مورد نظر، میزان بدشکلی تغییرات متفاوتی در دو روش گردهافشان نشان داد. به علاوه تیمار IF4 در بین دو روش گردهافشان تزریق و قلم مو در بین تیمارها نسبت به شاهد، به ترتیب بیشترین و کمترین میزان بدشکلی با میانگین ۹/۰۹ و ۴/۰۵ درصد را نشان داد. علت اصلی این عارضه تا کنون ناشناخته باقی مانده است. تحقیقات انجام شده تا کنون دلیلی برای بدشکلی و بدفرمی میوه‌های پسته ارائه نکرده است. اما آنچه مشخص شده، این است که هر گونه صدمه مکانیکی به میوه‌ای که در حال رشد و نمو در زمان دو هفته بعد از اتمام دوره گل باشد، باعث نکروزه شدن لایه سلولی پارانشیم در آندوکارپ در حال نمو و در نتیجه مرگ برخی از سلول‌ها خواهد شد و در نتیجه باعث بدشکلی میوه‌ها خواهد گردید

(Methenegy *et al.*, 1995).

#### ن - انس

بر اساس اطلاعات حاصل از تجزیه واریانس، هیچ یک از اثرهای ساده و متقابل در مورد صفت انس میوه رقم فندقی معنی‌دار نشد (جدول ۸). مقایسه میانگین‌های اثرات ساده نشان داد که بین دو تیمار گردهافشان تزریق

و قلم مو از لحاظ این صفت از نظر آماری تفاوت معنی‌داری وجود ندارد. البته در تیمار گردهافشان با استفاده از تزریق نسبت به تیمار قلم مو ۰/۶۳ درصد کاهش انس مشاهده شد که با درشتی بیشتر میوه در ارتباط می‌باشد (جدول ۹). در مقایسه بین تیمارهای مختلف ترکیب آرد - گرده از لحاظ این صفت، تیمارهای IF1، IF2، IF3، IF4 نسبت به شاهد به ترتیب ۲/۴۰، ۱/۶۱، ۱/۳۷، ۰/۶۰ درصد افزایش انس نشان دادند که با ریز شدن بیشتر میوه در ارتباط است. طبق نتایج با کاهش میزان غلظت گرده گونه اینتگریم در مخلوط مورد نظر، میزان انس میوه در بین تیمارها کاهش یافت به طوری که بیشترین و کمترین کاهش انس میوه نسبت به شاهد به ترتیب در بین تیمارهای IF4 و IF2 با میانگین ۲۸/۲۱ و ۲۸/۷۳ درصد مشاهده شد (جدول ۱۰). هر چه تعداد دانه در یک انس پایین باشد، اندازه دانه‌ها درشت‌تر و اندازه هر دانه سنگین‌تر است و این ویژگی از نظر تجاری اهمیت زیادی دارد که در پژوهش حاضر تفاوت معنی‌داری بین تیمارها از لحاظ این صفت مشاهده نشد.

#### نتیجه‌گیری کلی

زمانی که گردهافشانی عامل محدود کننده در باغ‌های پسته است، گردهافشانی کنترل شده با استفاده از ترکیب آرد و گرده می‌تواند برای بهبود کیفیت میوه استفاده شود. طبق نتایج این آزمایش در بین تیمارهای

- ترکیب آرد - گرده، استفاده از گرده گونه اینتگریمما فقط در تیمار IF4 در صفت مربوط به ناخندانی نسبت به شاهد نتایج مطلوب‌تری در روش گردهافشان تزریق نشان داد؛ در حالی که در سایر صفات رقم فندق که با گرده آزاد گونه‌های اهلی گردهافشانی شده بود نتایج مطلوب‌تری نسبت به سایر تیمارها نشان داد. از طرفی در صفات مربوط به تعداد نهایی میوه، وزن مغز، درصد ریزش میوه و ناخندانی تیمار گردهافشان با استفاده از تزریق نتایج مطلوب‌تری نسبت به تیمار گردهافشان قلم مو نشان داد که می‌تواند به دلیل پخشیدگی بهتر و رقابت کمتر گرده‌ها و همچنین آسیب کمتر کلاله گل‌ها در روش گردهافشان تزریق باشد. همچنین بیشترین میزان کاهش صفات در تیمار IF1 در روش گردهافشان قلم مو مشاهده شد به طوری که این تیمار بیشترین میزان غلظت گرده اینتگریمما را در مخلوط مورد نظر دارا بود. البته بدلیل تحقیقات اندک موجود در ارتباط با نقش دانه‌های گرده گونه‌های مختلف بر روی ویژگی‌های کمی و کیفی میوه‌های حاصله، تحقیقات بیشتری در این خصوص باید انجام شود.
- سپاسگزاری**
- نگارندگان از مدیریت محترم بخش علوم باغبانی شرکت کشاورزی انابد (آستان قدس رضوی) که ما را در انجام و ارتقاء کیفیت این پژوهش یاری دادند، سپاسگزاری می‌کنند.
- منابع**
- ۱- حکم‌آبادی، ح. (۱۳۹۰). تشخیص عوامل خسارت‌زای محیطی و غیر محیطی وارده به محصول پسته. انتشارات آموزش و ترویج کشاورزی، ۱۳۲-۱۳۱.
  - ۲- محمودی میمندی، س. (۱۳۸۵). کاربرد گچ در کشاورزی. گزارش نهایی، موسسه تحقیقات پسته ایران، ۱۶ ص.
  - 3- Abu-Zahra, TR, & Al-Abbadi, AA. (2007). Effect of artificial pollination on pistachio (*Pistacia vera* L.) fruit cropping. *Journal of plant Science*, 2, 228-232.
  - 4- Acar, I, Ak, BE, & kuzdere, H. (2001). An investigation on artifial facilities in pistachios by using an atomizer, pp: 145-148. <http://resources.Ciheam.Org/om/pdf/c56/01600168.pdf>.
  - 5- AK, BE. (1990). Effects of different Pistacia species pollen on fruit dimension and weight in the kirmizi variety, Faculty of Agriculture, University of Harran, Turkey, 311-314.
  - 6- Ayfer, M, & Kuru, C. (1990). Studies on artificial pollination of pistachio flowers. In: Nut production and industry in Europe, near East and North Africa. *REUR Technical Series*, 13, 343-346.
  - 7- Caglar, S, & Kaska, N. (1994). A study on the supplemental pollination of pistachios in the Mediterranean region. *Journal of Acta Horticulture*, 419, 55-60.
  - 8- Crane, JC, & Iwakiri, BT. (1980). Yield efficiency in Kerman pistachio as affected by rootstock, pp. 120- 121. California Pistachio Association Annual Report, Sacramento, CA.

- 17-Kuru, C. (1994). Artificial pollination of pistachio trees under unsufficient pollination condition. *Journal of Acta Horticulture*, 419, 121 - 124.
- 18-Mehdi-Tounsi, H, Chelli-Chaabouni, A, Mahjoub-Boujnah, D, & Boukhris, M. (2017). Long term field response of pistachio to irrigation water salinity. *Journal of agricultural water management*, 185, 1-12.
- 19-Methenegy, P, Baughn, L, & Ferguson, L. (1995). Crop load related deformity of development *Pistacia vera* (Kerman) nuts. *Journal of Acta Horticulture*, 419, 79- 84.
- 20-Mikesell, J. (1988). Comparative development of viable and aborted ovules in *Phytolacca americana* L. (Phytolaccaceae). *International Journal of Botanical Gazette*, 149, 196-202.
- 21-Mizuno, S, Waki, K, & Todo, R. (2002). Studies on the labor saving technique for the artificial pollination of peach trees. Pollen storage and pollen spraying methods for the artificial pollination. Bulletin of the Faculty of Agriculture, Tamagawa University, 42, 1-14 (in Japanese with English summary).
- 22-Moazzam Jazi, M, Seyedi, SM, Ebrahimie, E, Ebrahimi, M, De Moro, G, & Botanga, C. (2017). A genome-wide transcriptome map of pistachio (*Pistacia vera* L.) provides novel insights into salinity-related genes and marker discovery. *BMC Genom*, 18, 627.
- 23-Ozeker, E, Isfendiyaroglu, M, & Misirli, A. (2006). Comparison of different *Pistacia* spp. In terms of pollination biology in the Yunt Mountains of Manisa province in Turkey. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9, 371-376.
- 9- Fallah, M, Rasouli, M, Sharafi, Y, & Imani, A. (2014). Study of compatibility relationships among some almond cultivars and genotypes using of Salles identification. *Journal of Nuts*, 5(2), 49-56.
- 10-Ferguson, L, & Haviland, DR. (2016). Pistachio production manual. pp, 334. University of California Agriculture and Natural Resource Publication.
- 11-Freeman, M, & Ferguson, L. (1995). Factors affecting splitting and blanking. In: Pistachio production. L. Ferguson (ed) Center for Fruit and Nut Crop Research and Information, Pomology Department, University of California, Davis CA, pp 106-109.
- 12-Hopping, ME, & Jerram, EM. (1980). Supplementary pollination of tree fruits. Development of suspension media. New Zealand *Journal of Agricultural Research*, 23, 509-515.
- 13-Ka-Ka, N, & Bilgen, AM. (1988). Top – working of wild pistachio in Turkey, Grasselly, c.(ed.), Programme de Recherche Agrimed, Rapport EUR 11557,1996, pp. 317- 325.
- 14-Karimi, HR, & Zeraatkar, H. (2015). Effects of artificial pollination using pollen suspension spray on nut and kernel quality of pistachio cultivar Owadi. *Journal of Fruit Science*, 16(2), 171-178.
- 15-Karimi, H, Mohamadi, N, Estaji, A, & Esmaeilizadeh, M. (2017). Effect of supplementary pollination using enriched pollen suspension with Zn on fruit set and fruit quality of pistachio. *Journal of Scientia Horticulturae*, 216, 272-277.
- 16-Kaska, N. (1994). Pistachio nut growing in Turkey. *Journal of Acta Horticulture*, 419, 161- 164.

- 27-Shuraki, YD, & Sedgley, M. (1996). Fruit development of *Pistacia vera* (Anacardiaceae) in relation to embryo abortion and abnormalities at maturity. *Australian Journal of Botany*, 44, 35-45.
- 28-Soliman, SS, Alebidi, AI, Al- Saif, AM, Al-Obeed, RS, & Al- Bahelly, AN. (2017). Impact of pollination by pollen- water suspension spray on yield and fruit quality of segae date palm cultivar (*Phoenix dactylifera* L.). *Pakistan Journal of Botany*, 49(1), 119-123.
- 24- Riazzi, Q. (1992). The effect of various pollen grain on growth and development of *P. vera* nuts. S. Thesis, Shiraz University, Shiraz, Iran.
- 25-Riazzi, GH, & Rahemi, M. (1995). The effects of various pollen sources on growth and development of *Pistacia vera* L. *Journal of Acta Horticulture*, 419, 67-72.
- 26-Riazzi, G, Rahemi, M, & Khanizadeh, S. (1996). Effect of selected pistachio pollens on development and quality of pistachio nuts of three commercially grown cultivar. *Journal of Plant. Nutrition*, 19, 635- 641.

**Investigation of the Effects of Free and Controlled Pollination of Pollen Grains of Domestic and Integerrima Species on some Quantitative and Qualitative Characteristics of Pistachio (*Pistachio vera* L.) Fruit of Fandoghi Variety**

**Abstract**

One of the important steps in the economic production of fruit trees, especially pistachio is pollination and inoculation. Therefore, it is necessary to conduct experiments to improve the quality and quantity of the fruit. In order to investigate the effects of free and controlled pollination of pollen grains of domestic and Integerrima species on some quantitative and qualitative characteristics of Fandoghi pistachio fruit an experiment was conducted in a factorial arrangement in Completely Randomized Design with three replications in one of Astan Ghods Razavi Pistachio Gardens in Bardaskan City Executed in 2017. Experimental treatments consisted of two methods of injection pollinators and the use of a brush with four flour-pollen combinations with control with three replications. The results of statistical analysis showed that the use of free pollen of domestic species had a

significant positive effect on most of the traits compared to other Integerrima pollen treatments. On the other hand, Integerrima pollen showed better results in IF4 treatment (0.50 g of Integerrima pollen + 0.25 g flour) than control and other treatments. Also, the highest reduction of traits was observed in IF1 treatment (2 g of Integerrima pollen + 0.25 g of flour) compared to other treatments in the traits of deformity. In addition, the injection pollinator method showed more favorable effects than the brush pollinator method in most traits except deformed and half kernel traits. Based on the results of the present study, it seems that using IF4 treatment in the injection pollination method can increase some traits such as the final number of fruits, kernel weight and reduce the percentage of fruit drop and indehiscent in pistachio orchards.

**Keywords:** Controlled Cross, Deformities, Fruit Formation, Indehiscent, Ounce