

بررسی روش‌های مختلف نگهداری کوتاه مدت دانه‌گرفته بر تشکیل میوه و عملکرد خرماي رقم دیری

مریم بروجر دنیا^{۱*}، عزیز تراهی^۲، سید سمیع مرعشی^۳ و سیدناصر موسوی^۴

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۱۱/۲۸ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۶/۱۲)

چکیده

این پژوهش به منظور بررسی اثر روش‌های مختلف نگهداری گرده به مدت ۱۰ روز بر تشکیل میوه و عملکرد نخل خرماي رقم دیری در نخلستان پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار و ۳ تکرار به مدت دوسال صورت گرفت. تیمارهای آزمایش عبارت بودند از: خوشه‌چه‌های تازه (شاهد)، نگهداری اسپات کامل نر در فریزر (۲۱- درجه سانتی‌گراد) و یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)، نگهداری خوشه‌چه تازه در فریزر (۲۱- درجه سانتی‌گراد) و یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد)، نگهداری خوشه‌چه خشک در فریزر (۲۱- درجه سانتی‌گراد) و یخچال (۴ درجه سانتی‌گراد). جهت گرده‌افشانی، از اسپات‌های رقم غنمی قرمز استفاده شد. در زمان گرده‌افشانی، ۷ خوشه از هر درخت خرماي رقم دیری، انتخاب و هر خوشه با یکی از تیمارهای مورد نظر به صورت دستی گرده‌افشانی گردید. نتایج نشان داد که اثر روش‌های مختلف نگهداری دانه گرده بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده، درصد تشکیل میوه و ریزش میوه معنی‌دار بود و بهترین نتیجه در تیمار نگهداری خوشه‌چه خشک در دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد. از بین خصوصیات میوه، وزن، طول و قطر میوه و درصد مواد جامد محلول بیشتر تحت تأثیر تیمار روش نگهداری قرار گرفتند. خصوصیات میوه و عملکرد در تیمار گرده‌افشانی با خوشه‌چه‌های خشک نگهداری شده در دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد مشابه خوشه‌چه‌های تازه بود. بیشترین تشکیل میوه و عملکرد خوشه در کاربرد خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر ۲۱- درجه سانتی‌گراد به‌دست آمد که پس از آن خوشه‌چه تر و اسپات کامل نگهداری شده در فریزر قرار داشت. بنابراین روش نگهداری گرده (نوع نهاده گرده، دمای نگهداری و رطوبت گرده) عامل تأثیرگذاری در تشکیل میوه و عملکرد میوه خرما می‌باشد.

کلمات کلیدی: اسپات، خوشه‌چه، درجه حرارت، قوه‌نامیه دانه‌گرفته، گرده‌افشانی

۱- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۲- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۳- استادیار پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

۴- کارشناس تحقیقات باغبانی، خرما و میوه‌های گرمسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اهواز، ایران.

* پست الکترونیک: Boroujerdnia@gmail.com

مقدمه

خرما یکی از مهم‌ترین محصولات باغبانی کشور محسوب می‌شود. در نخل خرما، گرده‌افشانی یکی از حساس‌ترین و بحرانی‌ترین مراحل داشت می‌باشد که موفقیت یا عدم موفقیت در تولید محصول سالانه را رقم می‌زند. نخل خرما گیاهی دویپاه است که برای حصول اطمینان از تشکیل میوه به صورت مصنوعی گرده‌افشانی می‌شود (زید و آریس جیمز^۱، ۱۹۹۹). بنابراین انتخاب دانه گرده مناسب برای گرده‌افشانی بسیار اهمیت دارد. کمبود گرده یا وجود گرده با قوه‌نامیه نامطلوب در دوره گرده‌افشانی منجر به کاهش درصد تلقیح در گل‌های ماده می‌گردد، در نتیجه به علت افزایش درصد میوه‌های پارتنوکارپ که فاقد ارزش تجاری هستند، تشکیل میوه نامطلوب خواهد بود و عملکرد اقتصادی درخت به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد (تراهی و همکاران، ۱۳۹۰). در بین گونه‌های گیاهی و ارقام مختلف، طول عمر دانه گرده متفاوت است و تحت تأثیر دما و رطوبت نسبی طی دوره نگهداری در انبار قرار می‌گیرد (دو^۲ و همکاران، ۲۰۱۹). کارایی گرده، شامل جوانه‌زنی دانه‌گرده و سرعت رشد لوله‌گرده از مهم‌ترین عوامل موفقیت تلقیح در گیاهان بذردار می‌باشند. عدم هم‌رسی گلدهی پایه‌های نر و ماده در خرما و کمبود دانه‌گرده طی دوره گرده‌افشانی سبب اهمیت ذخیره‌سازی دانه گرده شده است (بوقدیری^۳ و همکاران، ۱۹۹۵). پرورش‌دهندگان خرما تاکنون از روش‌های مختلفی برای نگهداری دانه‌های گرده استفاده کرده‌اند، اما برخی از روش‌های نگهداری گرده به عدم تلقیح مناسب گل‌های ماده و درصد بالای میوه‌های پارتنوکارپ و در نتیجه کاهش تشکیل میوه و عملکرد منجر شده یا دست کم مصرف گرده بیشتری را جهت اطمینان از گرده‌افشانی ایجاب نموده است. تحقیقات نشان می‌دهد که طول عمر دانه‌گرده در دما و محتوای رطوبت پایین، افزایش می‌یابد (مرتضوی^۴ و همکاران، ۲۰۱۰؛ آخوند^۵ و همکاران، ۲۰۱۲؛ دوتا^۶ و همکاران، ۲۰۱۳). مرتضوی و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند نگهداری دانه‌گرده خرما در شرایط دمایی بسیار پایین (۱۹۶- درجه سانتی‌گراد) می‌تواند قوه‌نامیه دانه‌گرده

را برای مدت طولانی حفظ نماید. انوشما^۷ و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند جوانه‌زنی دانه گرده در دمای ۴ درجه بتدریج با افزایش مدت زمان نگهداری کاهش یافته بود. مسنوا^۸ و همکاران (۲۰۱۸) گزارش کردند جوانه‌زنی دانه‌گرده (۸۷ درصد به بالا) خرما و رشد لوله گرده در دانه‌گرده تازه بالا بود. برای همه ارقام، دانه گرده نگهداری شده در دمای اتاق بین ۲ یا ۳ ماه قوه‌نامیه خود را از دست داد.

فاکتورهای زیادی مانند تنوع ژنتیکی بین گونه‌ها، شرایط محیطی، شرایط تغذیه‌ای و فیزیولوژیکی که گیاهان رشد می‌کنند و روش‌های گردآوری و ذخیره‌کردن، قوه‌نامیه دانه گرده را تحت‌تأثیر قرار می‌دهند (باجا^۹، ۱۹۸۷؛ بارناداس و کوواکس^{۱۰}، ۱۹۹۷). این پژوهش به منظور تعیین بهترین دما و شکل نگهداری گرده (اسپات یا خوشه‌چه نر تازه یا خوشه‌چه نر خشک) برای مدت کوتاه (در فصل گرده‌افشانی) و اثر آن بر روی تشکیل میوه و عملکرد میوه انجام شد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش بر روی درختان خرما حاصل از پاجوش رقم دیری (۱۰ ساله) در نخلستان پژوهشکده خرما و میوه‌های گرمسیری در شهرستان اهواز انجام شد. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۷ تیمار شرایط نگهداری گرده و ۳ تکرار برای مدت دو سال صورت گرفت و هر درخت به عنوان یک واحد آزمایشی در نظر گرفته شد. تیمارهای مورد آزمایش شامل موارد زیر می‌باشد:

- نگهداری اسپات کامل نر غنمی قرمز در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز
- نگهداری اسپات کامل نر غنمی قرمز در فریزر (دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز
- نگهداری خوشه‌چه تازه نر غنمی قرمز در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز
- نگهداری خوشه‌چه تازه نر غنمی قرمز در فریزر (دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز

6. Dutta
7. Anushma
8. Mesnoua
9. Baja
10. Barnabas and Kovacs

1. Zaid
2. Du
3. Boughediri
4. Mortazavi
5. Akond

(گرم)، طول و قطر میوه (سانتی‌متر)، وزن هسته (گرم)، طول و قطر هسته (سانتی‌متر)، نسبت وزن گوشت به هسته، درصد رطوبت و درصد کل مواد جامد محلول (TSS)^۲ مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. وزن میوه و هسته از طریق توزین مجموعه ۲۵ تایی از آن‌ها با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم و طول و قطر میوه و هسته به ترتیب با اندازه‌گیری مجموع طول و قطرهای ۲۵ عدد میوه یا هسته روی یک خط و مماس با هم در کنار خط‌کش ۵۰ سانتی متری با دقت ۱ میلی‌متر و حجم میوه و هسته به روش غوطه‌وری مجموعه ۲۵ تایی میوه یا هسته در آب درون یک استوانه مدرج ۵۰۰ سی‌سی و محاسبه تفاضل حجم اندازه‌گیری شده آب حاوی میوه یا هسته و آب بدون آن‌ها و سپس محاسبه میانگین‌های هر صفت برای یک میوه یا هسته بدست آمد. برای اندازه‌گیری درصد رطوبت میوه ابتدا حدود ۵۰ گرم گوشت میوه به قطعاتی با مساحت حدود ۰/۵ سانتی‌متر مربع خرد شد، سپس وزن گوشت خرد شده تازه و خشک شده در ظروف آلومینیومی با وزن مشخص در آن با دمای ۷۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۷۲ ساعت با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد و از فرمول زیر برای محاسبه درصد رطوبت میوه استفاده گردید:

$$100 \times \left[\frac{\text{وزن گوشت تازه}}{\text{وزن گوشت خشک شده}} - \text{وزن} \right]$$

گوشت تازه) = درصد رطوبت میوه

درصد کل مواد جامد محلول با عصاره‌گیری از نمونه خرما و قرائت عدد بریکس در دستگاه رفاکٲومتر اندازه‌گیری شد. در نهایت داده‌های بدست آمده توسط نرم‌افزار SAS مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون دانکن در سطح یک و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس مرکب داده‌های دوساله حاصل از اجرای این پژوهش نشان داد که تأثیر تیمار بر جوانه‌زنی دانه‌گرده، درصد تشکیل میوه و ریزش در سطح ۱ درصد معنی‌دار است (جدول ۱).

بیشترین جوانه‌زنی دانه‌گرده در تیمار خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۹۲/۵۶ درصد) و یخچال (۹۱/۰۹ درصد) مشاهده شد که با شاهد اختلاف معنی‌داری نداشت. نگهداری دانه‌گرده به صورت اسپات کامل در یخچال و

- نگهداری خوشه‌چه خشک نر غنمی قرمز در یخچال (دمای ۴ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز
- نگهداری خوشه‌چه خشک نر غنمی قرمز در فریزر (دمای ۲۱- درجه سانتی‌گراد) به مدت ۱۰ روز
- خوشه‌چه تازه غنمی قرمز (شاهد)

در اوایل فروردین ماه هر سال، پلاک‌کوبی درختان بر اساس نقشه تصادفی اعمال تیمارها انجام شد. جهت گرده‌افشانی، اسپات‌های نر از درختان رقم غنمی قرمز با سن باردهی ۸ تا ۱۰ سال تهیه شدند. در زمان گرده‌افشانی، ۷ خوشه از هر درخت انتخاب و هر خوشه با یکی از تیمارهای مورد نظر به صورت دستی گرده‌افشانی گردید. هر خوشه، پس از گرده‌افشانی با کاغذ کرافت پوشش‌دهی شد. در هر یک از تیمارهای مورد آزمایش قبل از گرده‌افشانی، جوانه‌زنی دانه‌گرده اندازه‌گیری شد. جهت اندازه‌گیری جوانه‌زنی دانه‌گرده از محیط کشت پایه بروباکر و کواک^۱ (۱۹۶۳) به همراه ۶ درصد ساکارز استفاده شد. پس از قرار دادن محیط کشت در پتری، مقداری دانه‌گرده بر روی محیط پاشیده شد. سپس پتری‌ها درون انکوباتور با دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت قرار گرفتند. در مرحله بعد، میزان جوانه‌زنی دانه‌های گرده در زیر میکروسکوپ نوری با بزرگنمایی ۴۰ برابر در ۶ میدان دید که به صورت تصادفی انتخاب می‌شدند، مورد شمارش قرار گرفت.

هفته پنجم پس از گرده‌افشانی، درصد تشکیل میوه، درصد میوه‌های پارتنوکارپ (بی‌بذر) و درصد ریزش گل و میوه ثبت شد. هفته‌های پنجم پس از گرده‌افشانی، درصد تشکیل میوه، درصد میوه‌های پارتنوکارپ و درصد ریزش گل و میوه از طریق شمارش تعداد میوه‌های بذردار و بی‌بذر و جاهای خالی گل و میوه (گل‌ها و میوه‌های ریزش یافته) روی ۹ خوشه‌چه جدا شده از آن‌ها (۳ خوشه‌چه از هر خوشه)، ثبت گردید.

$$100 \times \left(\frac{\text{تعداد کل گل‌ها}}{\text{تعداد میوه‌های بذردار}} \right) = \text{درصد}$$

تشکیل میوه

$$100 \times \left(\frac{\text{تعداد کل گل‌ها}}{\text{تعداد میوه‌های بی‌بذر}} \right) = \text{درصد}$$

میوه‌های بی‌بذر اولیه

$$100 \times \left(\frac{\text{تعداد کل گل‌ها}}{\text{جاهای خالی گل و میوه}} \right) = \text{درصد}$$

ریزش (ریزش گل و میوه)

در مرحله برداشت، عملکرد میوه اندازه‌گیری شد و با نمونه‌گیری از میوه‌های خرما صفات میوه از قبیل وزن میوه

بر اساس جدول ۳ ملاحظه شد که اثر تیمار بر وزن میوه، حجم میوه، قطر، طول و حجم هسته در سطح ۱ درصد و بر طول میوه، قطر میوه، وزن خوشه و درصد مواد جامد محلول در سطح ۵ درصد معنی‌دار بوده، اما بر حجم میوه، وزن هسته و رطوبت نسبی غیرمعنی‌دار می‌باشد.

بیشترین وزن میوه در تیمار خوشه‌چه تازه (۸/۱۵ گرم) و پس از آن تیمار خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۷/۹۴ گرم) مشاهده شد. کمترین میزان وزن میوه در تیمار خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر با میانگین ۷/۶۵ گرم به‌دست آمد که اختلاف معنی‌داری با تیمارهای اسپات کامل نگهداری شده در یخچال و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال نداشت (جدول ۴).

بیشترین طول میوه در تیمار خوشه‌چه تازه (۴/۱۴ سانتی‌متر) و خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۴/۰۵ سانتی‌متر) به‌دست آمد. کمترین طول میوه در تیمار اسپات کامل نگهداری شده در یخچال (۳/۸۳ سانتی‌متر) مشاهده شد. بین سایر تیمارها از نظر طول میوه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

بیشترین قطر میوه در تیمار خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۲/۰۲ سانتی‌متر) مشاهده شد. کمترین قطر میوه در تیمار خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال با میانگین

خوشه‌چه تازه باعث کاهش درصد جوانه‌زنی دانه گرده شد. کمترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده در خوشه‌چه تازه نگهداری‌شده در یخچال (۸۱/۷۶ درصد) به‌دست آمد (جدول ۲).

در بین تیمارهای مختلف، بیشترین تشکیل میوه در تیمار گرده‌افشانی با خوشه‌چه تازه (۷۳/۹۳ درصد)، خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۷۲/۴۶ درصد) و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر (۷۲/۹۳ درصد) مشاهده شد. کمترین میزان تشکیل میوه در اسپات کامل نگهداری شده در یخچال (۶۰/۳۴ درصد) به‌دست آمد (جدول ۲).

با توجه به نتایج به‌دست آمده بیشترین ریزش میوه در تیمار اسپات کامل نگهداری شده در یخچال با میانگین ۳۹/۶۶ درصد به‌دست آمد که پس از آن تیمار خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال (۳۳/۷ درصد) قرار داشت. کمترین ریزش اولیه میوه به‌ترتیب در تیمار خوشه‌چه تازه (۲۵/۷۳ درصد) مشاهده شد که با تیمارهای خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۲۷/۷ درصد) و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر (۲۸/۵۳ درصد) اختلاف معنی‌داری نداشت و در یک گروه آماری قرار گرفتند. سایر تیمارها بین این دو گروه قرار داشتند (جدول ۲).

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس مرکب بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده، تشکیل میوه و ریزش خرماي رقم دبیری

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد جوانه‌زنی دانه گرده	تشکیل میوه	ریزش
سال	۱	۱۰/۰۹ ^{ns}	۴۰/۴۹ ^{**}	۴۲/۵ ^{**}
خطا	۴	۲/۶۶	۴۴/۷۱	۴۸/۶۸
تیمار	۶	۸۹/۸۵ ^{**}	۱۲۴/۸۱ ^{**}	۱۲۷/۱۳ ^{**}
تیمار×سال	۶	۲/۹۲ ^{ns}	۱۲/۸۵ [*]	۱۲/۲۴ ^{ns}
خطا	۲۴	۷/۷۲	۵/۰۹	۵/۲۷
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۱۳	۳/۲۷	۷/۴

ns، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۲- مقایسه میانگین درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده، تشکیل میوه و ریزش آن در بین تیمارهای مختلف

تیمار	درصد جوانه‌زنی دانه گرده	تشکیل میوه (درصد)	ریزش (درصد)
خوشه‌چه تازه	۹۲/۱۸a	۷۳/۹۳a	۲۵/۷۳d
اسپات کامل نرنگهداری شده در فریزر	۸۹/۷۵ab	۶۹b	۳۰/۹۹ bc
اسپات کامل نر نگهداری شده در یخچال	۸۶/۵۳b	۶۰/۳۴d	۳۹/۶۶a
خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر	۸۶/۹۲b	۷۱/۴۷ab	۲۸/۵۳d
خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال	۸۱/۷۶c	۶۶/۳c	۳۳/۷b
خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر	۹۲/۵۶a	۷۲/۴۶a	۲۷/۷d
خوشه‌چه خشک نگهداری شده در یخچال	۹۱/۰۹a	۶۹/۲۴b	۳۰/۷۶c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

بیشترین عملکرد خوشه در تیمار گرده‌افشانی با خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۴/۲ کیلوگرم) مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با اسپات کامل نگهداری شده در فریزر نداشت. کمترین میزان عملکرد در خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال (۳/۷۳ کیلوگرم) به‌دست آمد (جدول ۴).

تیمار اسپات کامل نگهداری شده در فریزر (۶۴/۴۷ درصد) به همراه خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر و یخچال بیشترین درصد مواد جامد محلول را به خود اختصاص دادند و بین آن‌ها اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد. کمترین درصد مواد جامد محلول در تیمار خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال با میانگین ۶۲/۰۶ درصد مشاهده شد (جدول ۴).

بین تیمارهای مختلف از نظر نسبت گوشت به هسته اختلاف معنی‌داری وجود داشت. بیشترین نسبت گوشت به هسته در تیمار خوشه‌چه تازه (۷/۹۷) مشاهده شد و بین سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴).

گرده‌افشانی مصنوعی با گرده دارای قوه نامیه بالا در زنجیره تولید خرما و باردهی منظم سالانه آن اهمیت بسزایی دارد. همچنین کیفیت و کمیت گرده فاکتور تعیین‌کننده‌ای در عملکرد نخل خرما می‌باشد. دوره گلدهی و گرده‌افشانی خرما بر اساس رقم، موقعیت جغرافیایی و شرایط اقلیمی متفاوت است. ناهمزمانی گلدهی درختان نر و ماده نخل خرما به علت تغییرات شرایط آب و هوایی و تنش‌های محیطی به کرات رخ می‌دهد. بنابراین ذخیره گرده با روش صحیح برای اطمینان از گرده‌افشانی نخل خرما بسیار اهمیت دارد (منسوا و همکاران، ۲۰۱۸). در عملیات گرده‌افشانی نخل خرما، نهاده گرده به روش‌های مختلفی شامل اسپات، خوشه‌چه تازه، خوشه‌چه خشک، گرده تازه و گرده خشک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در پژوهش حاضر،

۱/۹۱ سانتی‌متر به‌دست آمد. سایر تیمارها با تیمار خوشه‌چه تازه در یک گروه آماری قرار داشتند (جدول ۴). در بین تیمارها، خوشه‌چه تازه با میانگین ۹/۱۶ سانتی‌متر مکعب بیشترین حجم میوه را به خود اختصاص داد که اختلاف معنی‌داری با تیمار خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر با میانگین ۸/۸۳ سانتی‌متر مکعب نداشت. کمترین حجم میوه در تیمار اسپات کامل نگهداری شده در یخچال (۸ سانتی‌متر مکعب) مشاهده شد که با تیمارهای خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال و فریزر تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۴).

تیمار شاهد با میانگین ۰/۵ گرم، کمترین وزن هسته را به خود اختصاص داد. بین تیمارهای گرده‌افشانی خوشه با گرده‌های نگهداری شده در شرایط مختلف از نظر وزن هسته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). بیشترین طول هسته در تیمار خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر (۲/۵۳ سانتی‌متر) و تیمار خوشه‌چه خشک نگهداری شده در یخچال (۲/۵۲ سانتی‌متر) و کمترین آن در تیمار خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر (۲/۳۴ سانتی‌متر) مشاهده شد (جدول ۴). خوشه‌چه تازه با میانگین ۰/۸۳ سانتی‌متر، کمترین قطر هسته را به خود اختصاص داد. بین سایر تیمارها از نظر قطر هسته تفاوت معنی‌داری وجود نداشت (جدول ۴). بیشترین حجم هسته در تیمار اسپات کامل نگهداری شده در فریزر و یخچال با میانگین ۰/۸۶ سانتی‌متر مکعب مشاهده شد که با تیمارهای خوشه‌چه تازه، خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر و یخچال تفاوت معنی‌داری نداشت. کمترین حجم هسته در تیمار خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال با میانگین ۰/۷۶ سانتی‌متر مکعب به‌دست آمد (جدول ۴).

جدول ۳- نتایج تجزیه واریانس مرکب بر صفات مورد بررسی میوه خرمای رقم دیری

منابع تغییرات	درجه آزادی	وزن میوه	طول میوه	قطر میوه	حجم میوه	وزن هسته	قطر هسته	طول هسته	حجم هسته	عملکرد خوشه	رطوبت نسبی	مواد جامد محلول	نسبت گوشت به هسته
سال	۱	۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۳/۶۱ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۱/۰۰۷ ^{NS}	۱/۵۸ ^{NS}
خطا	۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۱۳	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۲	۰/۱۳	۰/۱۷	۱/۲۱	۰/۴۵
تیمار	۶	۰/۰۰۷ [*]	۰/۰۰۷ [*]	۰/۹۵ ^{**}	۰/۰۰۴ ^{NS}	۰/۰۰۴ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{**}	۰/۰۰۳ ^{**}	۰/۰۰۶ ^{**}	۰/۱۶ [*]	۰/۳ ^{NS}	۰/۰۰۱ [*]	۰/۶۲ [*]
تیمار×سال	۶	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۲۴ ^{NS}	۰/۰۰۰۷ ^{NS}	۰/۰۰۰۷ ^{NS}	۰/۰۰۰۴ ^{NS}	۰/۰۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۰۰۲ ^{NS}	۰/۰۰۱ ^{NS}	۰/۰۰۳ ^{NS}	۰/۰۰۶ ^{NS}	۰/۰۰۶ ^{NS}
خطا	۲۴	۰/۰۰۲	۰/۰۰۲	۰/۱۵	۰/۰۰۴	۰/۰۰۴	۰/۰۰۰۳	۰/۰۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۹	۰/۱۷	۲/۲۸	۰/۲۲
ضریب تغییرات (درصد)		۳/۷	۴/۳۳	۴/۶۲	۶/۰۵	۶/۰۶	۲/۱۲	۲/۷۱	۴/۹۲	۷/۵۴	۴/۶۲	۲/۳۸	۶/۴۲

NS، * و ** به ترتیب عدم اختلاف معنی‌دار و معنی‌دار در سطوح احتمال ۵ و ۱ درصد.

جدول ۴- مقایسه میانگین تیمارهای مختلف بر عملکرد و صفات مورد بررسی میوه خرماي رقم دبیری

تیمار	وزن میوه (گرم)	طول میوه (سانتی-متر)	قطر میوه (سانتی-متر)	حجم میوه (سانتی-متر مکعب)	طول هسته (سانتی-متر)	قطر هسته (سانتی-متر)	حجم هسته (سانتی-متر مکعب)	عملکرد خوشه (کیلوگرم)	مواد جامد محلول (درصد)	نسبت گوشت به هسته
خوشه‌چه تازه	۸/۱۵a	۴/۱۴a	۲/۰۲ab	۹/۱۶a	۲/۴۸ab	۰/۸۳b	۰/۸۳ab	۴/۱۲ab	۶۲/۵۵bc	۷/۹۷a
اسپات کامل نر نگهداری شده در فریزر	۷/۷۲bc	۳/۹۵bc	۱/۹۷ab	۸/۴۲bc	۲/۴۳bc	۰/۸۶a	۰/۸۶a	۴/۱۷a	۶۴/۶۷a	۷/۴b
اسپات کامل نر نگهداری شده در یخچال	۷/۵۵c	۳/۸۳c	۱/۹۵ab	۸c	۲/۴۷ab	۰/۸۶a	۰/۸۶a	۳/۹۲ab	۶۲/۰۶c	۷/۱b
خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر	۷/۶۵c	۳/۹bc	۱/۹۳ab	۸/۲۵c	۲/۳۴d	۰/۸۶a	۰/۸bc	۴/۰۴ab	۶۲/۷۱abc	۷/۲b
خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال	۷/۵۲c	۳/۸۸bc	۱/۹۱b	۸/۲۵c	۲/۳۸cd	۰/۸۸a	۰/۷۶c	۳/۷۳b	۶۲/۹۱abc	۶/۹۸b
خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر	۷/۹۴ab	۴/۰۵ab	۲/۰۳a	۸/۸۳ab	۲/۵۳a	۰/۸۷a	۰/۸۳ab	۴/۲ a	۶۴/۱۴ab	۷/۲۲b
خوشه‌چه خشک نگهداری شده در یخچال	۷/۷۹bc	۳/۹۸abc	۱/۹۶ab	۸/۴۶bc	۲/۵۲a	۰/۸۶a	۰/۸۳ab	۳/۹۸ab	۶۴/۲۱ab	۷/۲۵b

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشترک فاقد اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد می‌باشند.

شاخص مناسبی برای میزان تلقیح باشد. کاهش کارایی لقاح دانه‌گرده نگهداری شده در انبار می‌تواند به کاهش محتوای کربوهیدرات درونی مرتبط باشد که باعث اختلال در انتشار و طویل‌شدگی لوله‌گرده می‌شود و یا نفوذ لوله‌گرده به کلاله را مختل می‌سازد (چاریر^۳، ۱۹۹۰).

در تیمار نگهداری خوشه‌چه تر در یخچال میزان عملکرد خوشه نسبت به شاهد کاهش یافت. میزان عملکرد خوشه در تیمارهای خوشه‌چه خشک در فریزر و اسپات کامل در فریزر نسبت به شاهد بهتر بود. نتایج مشابهی توسط منسوا و همکاران (۲۰۱۸)، کوماوات و همکاران (۲۰۲۲) بر روی خرما به‌دست آمد. در بین خصوصیات میوه، وزن میوه، طول، قطر و حجم میوه، طول، قطر و حجم هسته تحت تأثیر روش نگهداری دانه‌گرده قرار گرفتند. در تیمار نگهداری خوشه‌چه خشک در فریزر، وزن میوه مشابه شاهد بود، اما در سایر روش‌های نگهداری، وزن میوه حدود ۴/۴۲ تا ۷/۷۳ درصد نسبت به شاهد کاهش نشان داد. که در این میان میزان کاهش وزن میوه در اسپات نگهداری شده در یخچال و فریزر و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال بیشتر بود. طول میوه در خوشه‌چه نگهداری شده در شرایط فریزر مشابه شاهد بود، اما در سایر روش‌ها میزان کاهش طول میوه نسبت به شاهد ۴/۵۹ تا ۷/۴۹ درصد متغیر بود. در بین تیمارها، اسپات کامل نگهداری شده در یخچال بیشتر از سایر تیمارها در کاهش طول میوه نسبت به شاهد اثر داشت. میزان کاهش حجم میوه، در تیمارهای مختلف نسبت به شاهد ۸ تا ۱۲/۶۶ درصد متغیر بود. در خوشه‌چه

نتایج نشان داد که نگهداری گرده به صورت خوشه‌چه تازه در یخچال باعث کاهش درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده نسبت به شاهد شد. در اسپات کامل نگهداری شده در یخچال و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در فریزر، جوانه‌زنی دانه‌گرده به یک میزان کاهش یافته بود. در صورتی که در روش نگهداری به صورت خوشه‌چه خشک در فریزر و یخچال میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده مشابه شاهد بود. بین گرده‌افشانی با خوشه‌چه خشک نگهداری شده در فریزر و خوشه‌چه تازه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت، اما سایر روش‌های نگهداری دانه‌گرده باعث کاهش میزان تشکیل میوه از ۶/۳۴ تا ۱۸/۳۸ درصد نسبت به شاهد شد. نتایج مشابهی توسط منسوا و همکاران (۲۰۱۸)، کوماوات^۱ و همکاران (۲۰۲۲) و الکادری^۲ و همکاران (۲۰۲۰) به‌دست آمد. همچنین میزان ریزش میوه در خوشه‌چه خشک و تازه نگهداری شده در فریزر نسبت به سایر روش‌های نگهداری دانه‌گرده کمتر بود. بنابراین نگهداری خوشه‌چه تازه و خشک در دمای پایین (۲۱- درجه سانتی‌گراد) باعث بهبود تشکیل میوه و کاهش ریزش میوه در خرماي رقم دبیری شد. طول عمر گرده در شرایط دما و رطوبت پائین افزایش می‌یابد، کاهش دما و رطوبت باعث کاهش تغییرات فیزیکی و شیمیایی می‌گردد (آخوند و همکاران، ۲۰۱۲ و مرتضوی و همکاران، ۲۰۱۰).

در پژوهش حاضر، درصد تشکیل میوه در شرایط باغ با درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده در شرایط آزمایشگاه منطبق بود. این نتایج نشان داد که درصد جوانه‌زنی دانه‌گرده می‌تواند

درجه سانتی‌گراد کمترین کاهش قوه نامیه و بیشترین میزان تشکیل میوه مشاهده شده است.

خشک کردن گرده یکی از روش‌هایی است که برای نگهداری دانه‌گرده مورد استفاده قرار می‌گیرد، خشک کردن از رشد و تکثیر میکروارگانیسم‌ها جلوگیری کرده و بسیاری از واکنش‌های تخریبی دانه‌گرده که با واسطه آب صورت می‌گیرد را کاهش داده، بنابراین عمر انبارداری آن افزایش می‌یابد (وانگ^۱ و همکاران، ۲۰۱۷). تغییر درجه حرارت و رطوبت نسبی حتی برای دوره کوتاه بر جوانه‌زنی دانه‌گرده و ظرفیت رشد آن نقش دارد (کوبوریس^۲ و همکاران، ۲۰۰۹). در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد، شدت فعالیت تنفسی و متابولیسم بیشتر از دمای ۴ درجه سانتی‌گراد کاهش می‌یابد، در نتیجه مدت زمان انبارداری دانه‌گرده افزایش می‌یابد.

نتیجه‌گیری کلی

نتایج نشان داد در روش نگهداری به صورت اسپات کامل، پوشش ضخیم و محکم اسپات قابلیت چندانی برای حفظ قوه نامیه‌گرده به‌ویژه در محیط یخچال را نداشته است و به علت رطوبت بالا در مدت زمان کوتاه امکان آلودگی‌های قارچی و ریزش گل‌ها وجود دارد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که فاکتورهای نوع نهاده‌گرده، دمای نگهداری، مدت زمان نگهداری و میزان رطوبت‌گرده به صورت تلفیقی بر میزان زنده‌مانی‌گرده اثرگذار می‌باشند. هرچه رطوبت نهاده‌گرده، دمای نگهداری و مدت زمان نگهداری کمتر باشد، باعث افزایش قوه‌نامیه‌گرده و در نهایت بهبود تشکیل میوه و عملکرد میوه می‌شود. در نگهداری کوتاه مدت‌گرده، روش نگهداری‌گرده بر میزان جوانه‌زنی دانه‌گرده اثرگذار بوده و به دنبال آن میزان تشکیل میوه و عملکرد تحت‌تأثیر قرار می‌گیرد. در اسپات کامل و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال میزان تشکیل میوه کمتر از سایر روش‌ها بود، علاوه بر آن ریزش میوه افزایش یافته بود. همچنین خصوصیات میوه و عملکرد، به علت اثری که بر قوه‌نامیه دانه‌گرده دارد، تحت‌تأثیر روش نگهداری‌گرده قرار می‌گیرد. اگرچه در دوره زمانی کوتاه مدت این اثر کم می‌باشد، اما با افزایش دوره نگهداری بسیار قابل توجه خواهد بود. بنابراین برای نگهداری بلند مدت دانه‌های‌گرده با حفظ حداکثر قوه نامیه، نگهداری

خشک نگهداری شده در فریزر میزان کاهش حجم میوه نسبت به شاهد قابل توجه نبود در صورتی که در اسپات نگهداری شده در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و خوشه‌چه تازه نگهداری شده در یخچال و فریزر میزان کاهش حجم میوه معنی‌دار بود. میزان کاهش نسبت گوشت به هسته در مقایسه با شاهد در تیمارهای مختلف تقریباً یکنواخت بود. منسوا و همکاران (۲۰۱۸) بیان کردند وزن میوه و گوشت بیشتر از سایر خصوصیات میوه تحت‌تأثیر روش نگهداری‌گرده قرار می‌گیرد. روش نگهداری دانه‌گرده بر میزان مواد جامد محلول در میوه مؤثر بود، در روش نگهداری اسپات در یخچال میزان کاهش مواد جامد محلول بیشتر از سایر روش‌ها بود در صورتی که در روش نگهداری اسپات کامل در فریزر و خوشه‌چه خشک در فریزر و یخچال میزان مواد جامد محلول تا حدودی نسبت به شاهد افزایش یافته بود. دمای نگهداری‌گرده و محتوای رطوبت‌گرده در میزان تغییرات مواد جامد محلول تأثیرگذار است، هرچه محتوای رطوبت‌گرده کمتر باشد و در درجه حرارت پائین‌تر نگهداری شود، میزان تغییرات ناشی از محتوای مواد جامد محلول میوه کمتر می‌باشد. نتایج الکادری و همکاران (۲۰۲۰) نشان داد دمای نگهداری‌گرده بر محتوای رطوبت میوه مؤثر بود، اما سایر خصوصیات میوه کمتر تحت تأثیر قرار گرفت. خوشه‌چه خشک به دلیل کاهش رطوبت و احتمال کاهش آلودگی به میکروارگانیسم‌ها در شرایط کاهش دما در یخچال و فریزر، قوه نامیه بیشتری نسبت به خوشه‌چه تر و اسپات کامل داشته و در نتیجه از نظر عملکرد و صفات میوه برتری نشان داد. نگهداری خوشه‌چه تر و اسپات کامل در محیط یخچال به دلیل بالابودن رطوبت، احتمال آلودگی‌های قارچی را افزایش داده و اثر منفی بر قوه‌نامیه و تشکیل میوه میوه گذاشته است.

به نظر می‌رسد مجموعه‌ای از عوامل در میزان ماندگاری و حفظ قوه‌نامیه‌گرده برهم‌کنش داشته و بسته به درصد رطوبت نهاده‌گرده و دمای نگهداری، تأثیرات متفاوتی می‌گذارند (تراهی و همکاران، ۱۳۹۰). به طور کلی قوه‌نامیه خوشه‌چه خشک بیش از گرده‌های تازه و مرطوب بوده است. سرعت تغییرات و کاهش قوه‌نامیه نهاده‌های‌گرده (اسپات، خوشه‌چه تازه و خوشه‌چه خشک) در دمای ۴ و ۲۰- درجه سانتی‌گراد متفاوت بوده است، به‌طوری که در دمای ۲۰-

آن‌ها به صورت خوشه‌چه‌های خشک در محیط فریزر
پیشنهاد می‌گردد، اما در دوره زمانی کوتاه مدت می‌توان
خوشه‌چه خشک در یخچال و فریزر نگهداری کرد، اما
بهترین روش نگهداری خوشه‌چه خشک در شرایط فریزر
گرده را به صورت اسپات کامل یا خوشه‌چه تازه در فریزر و
می‌باشد.

منابع

- تراهی، ع.، مستعان، ا. و احمدی‌زاده، س. ۱۳۹۰. تعیین مناسب‌ترین پایه‌های نر خرما جهت گرده‌افشانی ارقام تجاری سایر و برحی. گزارش نهایی پروژه تحقیقاتی. موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور. اهواز. ۴۷ ص.
- Akond, A.M., Pounders, C.T., Blythe, E.K. and Wang, X. 2012. Longevity of crapemyrtle pollen stored at different temperatures. *Scientia Horticulturae*, 139: 53-57.
- Anushma, P.L., Vincent, L., Rajesekharan, P.E. and Ganeshan, S. 2018. Pollen storage studies in date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *International Journal of Chemical Studies*, 6(5): 2640-2642.
- Bajaj, Y.P.S. 1987. Cryopreservation of pollen and pollen embryos, and the establishment of pollen banks. In *International review of cytology* (Vol. 107, pp. 397-420). Academic Press.
- Barnabas, B. and Kovacs, G. 1997. Storage of pollen. In: Sivanna, K. R., Sawney, V. K. Pollen biotechnology for crop production and improvement. Cambridge University Press UK, 293-314.
- Boughediri, L., Cerceau-Larival, M.T. and Doré, J.C. 1995. Significance of freeze-drying in long term storage of date palm pollen. *Grana*, 34(6): 408-412.
- Brewbaker, J.L. and Kwack, B.H. 1963. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany*, 50(9): 859-865.
- Charrier, A. 1990. Pollen et ressources génétiques. *Bulletin de la Société Botanique de France*, 137: 101-104.
- Du, G., Xu, J., Gao, C., Lu, J., Li, Q., Du, J., Lv, M. and Sun, X. 2019. Effect of low storage temperature on pollen viability of fifteen herbaceous peonies. *Biotechnology Reports*, 21: e00309.
- Dutta, S.K., Srivastav, M., Chaudhary, R., Lal, K., Patil, P., Singh, S.K. and Singh, A.K. 2013. Low temperature storage of mango (*Mangifera indica* L.) pollen. *Scientia Horticulturae*, 161: 193-197.
- El Kadri, N. and Mimoun, M.B. 2020. The effect of pollen storage temperatures on fruit set and fruit quality of 'Deglet Nour' date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cultivar. *Italus Hortus*, 27: 53-63.
- Koubouris, G.C., Metzidakis, I.T. and Vasilakakis, M.D. 2009. Impact of temperature on olive (*Olea europaea* L.) pollen performance in relation to relative humidity and genotype. *Environmental and Experimental Botany*, 67(1): 209-214.
- Kumawat, P.K., Rathore, R.S., Kumar, S., Kumawat, G. and Rawar, S. 2022. Effect of stored pollen grains on quality and yield of date palm in western Rajasthan. *The Pharma Innovation*, 11(4): 1128-1132.
- Mesnoui, M., Roumani, M. and Salem, A. 2018. The effect of pollen storage temperatures on pollen viability, fruit set and fruit quality of six date palm cultivars. *Scientia Horticulturae*, 236: 279-283.
- Mortazavi, S.M.H., Arzani, K. and Moeini, A. 2010. Optimizing storage and in vitro germination of date palm (*Phoenix dactylifera*) pollen. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12:181-189.
- Wang, J., Wang, D., Luo, Q., Xiao, H., Zhang, X., Fang, X., Gao, Z. and Han, S. 2017. Lipid oxidation and color degradation kinetics under different storage conditions of pollen. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 33(1): 367-373.
- Zaid, A. and Arias-Jimenez, E.D.J. 1999. Date palm cultivation. FAO, Rome, pp. 74-106.