اثر دماهای نزدیک به دمای محیط بر قوه نامیه گرده خرما

احمد مستعان[1*]، سعید مینایی[2]، تیمور توکلی هشجین[3] و سهام احمدی‌زاده[4]

[*]۱- نویسنده مسئول: دانشجوی دکترای مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس و عضو هیئت علمی موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور(ahmadmostaan@yahoo.com)

۲و۳- بترتیب دانشیار و استاد گروه مکانیک ماشین های کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس

۵- کارشناس تحقیقات موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور

تاریخ دریافت: ۸۷/۱۰/۲۴ تاریخ پذیرش: ۸۹/۱/۲۴

چکیده

این تحقیق با هدف بررسی اثر دماهای نزدیک به محیط در فرآیند استخراج و نگهداری گرده خرما بر قوه نامیه آن به صورت آزمایش فاکتوریل با ۳ فاکتور شامل دما در سه سطح (۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس)، نوع گرده نخل خرما در سه سطح (غنامی آبادان، غنامی اهواز و غنامی شادگان) و زمان گرمادهی در ۷ سطح (۰، ۴۰، ۱۲۰، ۴۸۰، ۱۱۴۰، ۴۳۲۰ و ۱۲۹۶۰ دقیقه) و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد و قوه نامیه حاصل و متوسط آهنگ کاهش آن محاسبه و مقایسه گردید. نتایج نشان داد که اثر تمامی فاکتورها و نیز اثرات متقابل مربوطه به جز اثر متقابل نوع گرده و زمان تیمار بر قوه نامیه گرده خرما معنی‌دار بوده است. بیشترین و کمترین مقدار قوه نامیه ۸۴/۶ ٪ و ۰/۳٪ و به ترتیب مربوط به تیمارهای غنامی آبادان در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در زمان صفر و غنامی شادگان در دمای ۶۰ درجه سلسیوس و در زمان ۱۲۹۶۰ دقیقه بوده‌اند. همچنین اثر عوامل دما و زمان گرمادهی بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما معنی‌دار بود و اثر سایر عوامل معنی‌دار نگردید. تحلیل صورت گرفته نشان می‌دهد که بیشترین صدمه گرمایی وارد بر دانه گرده خرما در زمان های اولیه روی می‌دهد. بیشترین و کمترین آهنگ کاهش قوه نامیه به ترتیب ۰/۶۱۴۴ درصد در دقیقه در دمای ۶۰ درجه سلسیوس در محدوده زمانی ۰ الی ۴۰ دقیقه و ۰/۰۰۰۳ درصد در دقیقه در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در محدوده زمانی ۴۳۲۰ الی ۱۲۹۶۰ دقیقه هر دو برای پایه نر غنامی شادگان به دست آمد. در تلاش برای بیان رفتار حاصل، مدل آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما به صورت تابع توانی از متغیر زمان به صورت $Vr=ct^{-k}$ که هر دو ضریب و توان آن تابعی از متغیر دما می‌باشند به دست آمد.

کلید واژه‌ها: نخل خرما، گرده، قوه نامیه، خشک‌کردن، جوانه‌زنی درون‌شیشه‌ای، مدل‌سازی

مقدمه

بنا به برخی شواهد، ابتدایی ترین تلاش جهت نگهداری گرده برای مقاصد گرده‌افشانی در خاورمیانه و از طریق نگهداری گرده نر نخل خرما از فصلی به فصل دیگر در محیط سرد و خشک انجام شده است. در حقیقت گل‌آذین‌های نر نخل خرما از ۴۰۰۰ سال پیش تا کنون همواره به عنوان کالایی تجاری قلمداد شده است (۱۰). این در حالی است که دسترسی تضمین شده به منابع گرده خشک، کافی، با کیفیت مناسب و عاری از بیماری نیز به عنوان یکی از مهم ترین عوامل گرده‌افشانی موفق شناخته می‌شود. بر این اساس دسترسی به مدیریت پایدار فناوری، تولید، تامین و مصرف گرده خرما امری ضروری است (۳).

استفاده از گرده‌ی تولیدی پایه‌های نر در گرده‌افشانی مکانیکی مستلزم استخراج، خشک کردن و در صورت نیاز، نگهداری آن است. دانه‌ی گرده‌ی خرما در زمان رسیدگی و در حالت تازه دارای رطوبتی معادل ۱۸ الی ۲۵ درصد بر پایه خشک و شکل کروی با قطر تقریبی ۱۵ تا ۲۰ میکرون می‌باشد. نگهداری و استفاده از گرده خشک مستلزم کاهش رطوبت آن به حدود ۲ الی ۴ درصد است (۵).

غالباً در شرایط عادی ۴۸ تا ۷۲ ساعت پس از استخراج، گرده در معرض هوا خشک می‌شود؛ ولی می‌توان پس از آن گرده‌ها را در دسیکاتور و به مدت ۴۸ ساعت در مجاورت کلرید کلسیم خشک‌تر نموده و آنگاه برای نگهداری سالانه در شیشه در بسته و در شرایط یخچال نگهداری کرد (۱).

ساختار یک خشک‌کن به منظور کاهش رطوبت خوشک‌های نر نخل خرما در سطح نخلستان توسط ویتلسی[1] تشریح شده است. این خشک‌کن از جنس چوب و با ابعاد ۵۰×۶۰ سانتی‌متر و با ارتفاع ۱۸۰ سانتی‌متر با ۳ سینی برای خشک‌کردن خوشک‌ها ساخته شده است. تهویه طبیعی ساده‌ای نیز در بالای درب خشک‌کن تعبیه شده است. گرده در پایین سینی‌ها و توسط یک سینی جمع‌کننده و یک قیف و در انتها درون یک شیشه جمع‌آوری می‌گردد (۱۱). در این طرح هیچ اشاره‌ای به زمان خشک‌شدن و یا تاثیر آن بر قوه نامیه گرده نشده است.

برای نخستین بار جرارد[2] (۹) اثر دما بر قوه نامیه گرده خرما را مورد مطالعه قرار داده است. وی گرده تازه را در آون معمولی در معرض دماهایی بین ۶۰ تا ۱۰۵ درجه سلسیوس قرار داد. نتایج آزمایش‌ها کاهش ثابتی در درصد جوانه‌زنی با افزایش دما یا تداوم زمان گرمادهی را نشان داد؛ همچنین این آزمایش‌ها نشان داد که در خشک‌کردن و نگهداری گرده، برای هر مدت زمان که باشد، نباید گرده در معرض دماهای بالا قرار گیرد.

کراوفورد[3] (۶) تاثیر شرایط نگهداری گرده در محیط اتاق و دمای ۱۵- درجه سلسیوس بر قوه نامیه را در شرایط درون‌شیشه‌ای اندازه‌گیری و نتایج نشان داد که گرده نگهداری شده به مدت یک سال در اتاق، قوه نامیه خود را کاملاً از دست می‌دهد؛ ولی نگهداری گرده در دمای ۱۵- درجه سلسیوس منجر به تولید میوه، مشابه گرده تازه گردید. وی نتیجه گرفت که در صورتی که نیاز به نگهداری گرده برای یکسال باشد، گرده باید در بطری های دردار و در دمایی در حدود ۱۵- درجه سلسیوس نگهداری گردد.

فر و انریکز[4] (۷) طی انجام آزمایش هایی درباره گرده افشانی هوایی و لزوم وجود روش سریع و مطمئن برای آزمون قوه نامیه گرده مصرفی، تحقیقی به منظور یافتن روش آزمون سریع و مطمئن قوه نامیه گرده خرما انجام داده‌اند. در این تحقیق مشخص گردید که روش سریع و قابل اطمینان جوانه‌زنی سریع و عالی با رشد طبیعی لوله گرده و عدم ترکیدن دانه گرده عبارت است از جوانه‌زنی گرده در ۳ الی ۵ میلی‌لیتر از محیط کشت MBK[5] با ترکیب ۰/۵ گرم اسیدبوریک، ۰/۳ گرم نیترات کلسیم ۴ آبه، ۰/۲ گرم سولفات منیزیم، ۰/۱ گرم نیترات پتاسیم، ۰/۱ گرم کلات منگنز (Na2MN) و ۱۵٪ ساکارز در یک لیتر آب یون‌زدایی شده در ارلن ۱۲۵ میلی‌لیتری در دمای ۲۷ الی ۲۴ درجه سلسیوس.

در این راستا تحقیق دیگری برای بررسی اثر دما بر قدرت جوانه‌زنی گرده انجام شده است. در این

1- Whittlesey
2- Gerard
3- Crawford
4- Furr and Enriquez
5 - Modified Brewbaker and Kwack

آزمایش فر و ریم[1] (۸) از محیط کشت MBK با ترکیب به دست آمده توسط فر و انریکز استفاده نموده و برای هر دما ۵ تکرار و در هر تکرار ۰/۱ گرم گرده را در ۱۰۰ میلی لیتر محلول MBK کشت کردند. برای اندازه‌گیری درصد جوانه‌زنی گرده در هر نوبت، یک یا دو قطره از محلول را در زیر میکروسکوپ با بزرگنمایی ۱۰۰ برابر قرار داده، شمارش گرده‌های جوانه‌زده و جوانه‌نزده را برای ۱۰۰دانه گرده انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که مناسب ترین دما برای جوانه‌زنی گرده در حدود ۲۷°C است. در این آزمایش حداکثر قدرت جوانه‌زنی گرده در دمای ۲۷°C و در مدت زمان ۲۴ ساعت به میزان ۸۸ درصد حاصل شد. همچنین دمای ۴۳°C به عنوان حد بقای گرده، که در آن دما قدرت جوانه‌زنی گرده (در محیط کشت) به شدت کاهش می‌یابد، به دست آمد.

روش‌های دیگری نیز برای اندازه‌گیری قوه نامیه گرده خرما تدوین شده‌اند. در میان این روش ها استفاده از محیط کشت MBK کماکان به عنوان روش برتر شناخته شده است (۱۲).

در تحقیقی محیط کشت پایه MBK شامل ۱٪ آگار، ۱۵٪ ساکارز ، ۲۰۰ میلی‌گرم نیترات کلسیم، ۵۰۰ میلی‌گرم اسید بوریک، ۲۰۰ میلی‌گرم سولفات منیزیوم و ۱۰۰ میلی‌گرم نیترات پتاسیم در یک لیتر آب مقطر برای آزمون جوانه‌زنی درون‌شیشه‌ای دانه‌های گرده ارقام نر خرمای کشور توصیه شده‌است (۲).

در طی طراحی فرآیند و ماشین های جدید استحصال گرده خرما، که در موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری کشور در حال تحقیق است، گرده در معرض دماهایی در محدوده شرایط محیطی و اندکی بالاتر قرار می‌گیرد. با توجه به این که جرارد (۹) تنها اثر دماهای بالاتر از ۶۰ درجه سلسیوس بر قوه نامیه گرده خرما را بررسی نموده و سایر محققان نیز تنها دماهای معمول محیط و پایین‌تر از آن را مورد بررسی قرار داده‌اند، اطلاع دقیقی از میزان و نحوه این تاثیر در دماهای نزدیک به دمای محیط در دسترس نمی‌باشد. از این‌رو تحقیق حاضر با هدف دستیابی به میزان تاثیر دماهای پایین‌تر از ۶۰ درجه سلسیوس در دستگاه های جدید استخراج و خشک‌کن گرده خرما بر قوه نامیه گرده خرما اجرا گردید.

مواد و روش ها

این تحقیق به صورت آزمایش فاکتوریل با ۳ فاکتور شامل دما در سه سطح (۴۰، ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس)، نوع گرده نخل خرما در سه سطح (غنامی آبادان، غنامی اهواز و غنامی شادگان) و زمان گرمادهی در ۷ سطح (۰، ۴۰، ۱۲۰، ۴۸۰، ۱۱۴۰، ۴۳۲۰ و ۱۲۹۶۰ دقیقه) و در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار اجرا شد. عامل زمان به صورت متغیری لگاریتمی انتخاب گردید تا بدین طریق به توان به نحو موثری اثر دماهای کم در مدت زمان های طولانی و اثر دماهای بالا در مدت زمان کوتاه را در این آزمایش مورد مطالعه قرار داد.

گرده مورد استفاده در فروردین‌ماه سال ۱۳۸۶ تهیه و به روش مرسوم استخراج و در دمای اتاق خشک شده و جهت انجام آزمایش‌ها تا اواسط اردیبهشت ۱۳۸۶ در فریزر در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری گردید. برای تیمار گرمایی مورد نظر، در تمامی واحدهای آزمایشی، گرده به میزان تقریبی یک گرم توزین شده و روی کاغذهایی به ابعاد تقریبی ۵×۵ سانتی‌متر به صورت یکنواخت پخش گردید و در آون معمولی که پیشتر دمای محفظه آن به دمای تیمار رسیده است قرار داده شد. پس از سپری شدن زمان تیمار مورد نظر، واحد مربوطه از آون خارج گردیده و پس از خنک شدن به سرعت درون محفظه درب‌دار ویژه‌ای با قطر ۳

1- Furr & Ream

سانتی‌متر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر قرار داده شده و به منظور نگهداری موقت تا زمان آزمون قوه نامیه، درون فریزر و در دمای ۱۸- درجه سلسیوس نگهداری گردید.

آزمون قوه نامیه بر اساس روش MBK و یافته‌های مربوط به ارقام کشور (۲) اجرا گردید. برای تعیین قوه نامیه، از هر واحد آزمایشی به صورت تصادفی نمونه‌ای برداشته و با غلظت ۱۰۰ میلی‌گرم گرده در ۱۰۰ میلی‌لیتر محیط کشت آماده شده، در پتری‌دیش کشت گردید. برای جلوگیری از تبخیر محیط کشت درون انکوباتور، ظروف مورد استفاده توسط پارافیلم، درزبندی شدند؛ سپس نمونه‌های آماده شده به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۲۷ درجه سلسیوس درون انکوباتور یخچال‌دار Memmert® نگهداری شدند. پس از پایان ۲۴ ساعت، نمونه‌ها به یخچال منتقل شدند تا از جوانه‌زنی بعدی گرده‌ها جلوگیری شود. برای تعیین درصد جوانه‌زنی از هر واحد آزمایشی در سه نقطه متفاوت به صورت تصادفی یک قطره محلول برداشته شد و در زیر میکروسکوپ و با بزرگنمایی ×۱۰۰ تعداد گرده‌های جوانه زده و جوانه‌نزده شمارش گردید. با شرط آن که طول لوله گرده حداقل به اندازه قطر گرده رشد کرده باشد، به عنوان گرده جوانه زده در نظر گرفته شد (۴). درصد قوه نامیه گرده خرما از تقسیم تعداد گرده جوانه زده به مجموع گرده جوانه‌زده و جوانه‌نزده ضرب در عدد ۱۰۰در هر سه نمونه تصادفی هر واحد آزمایشی محاسبه گردید. همچنین متوسط آهنگ جوانه‌زنی گرده در بازه‌های زمانی مورد نظر، از تقسیم تفاوت قوه نامیه دو زمان مورد نظر بر زمان سپری شده محاسبه گردید. پردازش آماری داده‌ها توسط نرم‌افزارهای MSTATC و Minitab R15 انجام شد و نمودارها و منحنی‌های مورد نیاز نیز توسط نرم‌افزار MS Excel 2003 تهیه شدند.

نتایج و بحث

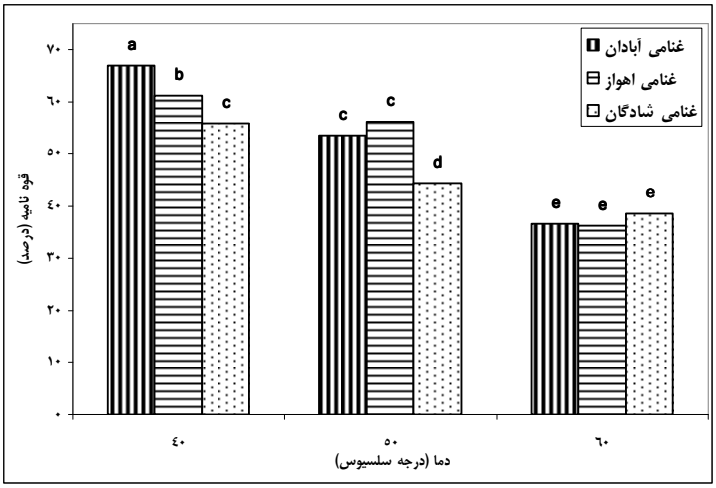
الف: تغییرات قوه نامیه

نتایج تجزیه واریانس مربوط به داده‌های تاثیر عوامل بر قوه نامیه گرده خرما در جدول شماره ۱ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که اثر تمامی فاکتورها و نیز اثرات متقابل مربوطه به جز اثر متقابل نوع گرده و زمان تیمار بر قوه نامیه گرده خرما معنی‌دار بود. بیشترین و کمترین مقدار قوه نامیه ۸۴/۶ ٪ و ۰/۳٪ و به ترتیب مربوط به تیمارهای غنامی آبادان در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در زمان صفر و غنامی شادگان در دمای ۶۰ درجه سلسیوس و در زمان ۱۲۹۶۰ دقیقه بوده‌اند. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل نوع گرده و دما بر قوه نامیه گرده خرما نیز در شکل ۱ آمده است. مشاهده می‌شود که کاهش قوه نامیه گرده پایه نر غنامی شادگان در دمای ۵۰ درجه سلسیوس اندکی بیشتر از آن برای دو پایه دیگر است. این امر ممکن است با تفاوت حساسیت انواع گرده به دماهای مختلف یا اثر شرایط محیطی محل پرورش بر صفات گرده در ارتباط باشد. با توجه به تحقیقات اندک صورت گرفته در این باره، نتیجه‌گیری مطمئن‌تر مستلزم آزمون دقیق‌تر میزان حساسیت گرده پایه‌های مناطق مختلف به محدوده دمایی وسیع تر می‌باشد. نتیجه چنین تحقیقی می‌تواند در انتخاب و توسعه ارقام نر برای مناطق مختلف اثر تعیین‌کننده‌ای داشته باشد. مقایسه میانگین‌های مربوط به اثر متقابل دما و زمان در شکل ۲ آمده است. ملاحظه می‌شود که در هر دمای تیمار، با افزایش زمان گرمادهی، درصد قوه نامیه نیز کاهش یافته و با افزایش زمان، تفاوت میزان کاهش قوه نامیه بین دماهای مختلف نیز افزایش یافته است. به نوعی می‌توان گفت که دو عامل دما و زمان به صورت تشدید کننده عمل می‌کنند و اثر خود را در نهایت به صورت درصد قوه نامیه نهایی نشان می‌دهند. ترکیب سطوح بالای این دو عامل، یعنی

جدول ۱- نتایج تجزیه واریانس داده‌های تاثیر عوامل بر قوه نامیه گرده خرما

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	احتمال
نوع گرده	۲	۰/۲۹۲	۰/۱۴۶	۲۹/۳۲۲۷	۰/۰۰۰**
دما	۲	۳/۸۲	۱/۹۱	۳۸۳/۳۹۱۹	۰/۰۰۰**
نوع گرده × دما	۴	۰/۳۹۸	۰/۰۹۹	۱۹/۹۷۱۵	۰/۰۰۰**
زمان	۶	۱۰/۴۸۵	۱/۴۷۸	۳۵۰/۸۱۲۶	۰/۰۰۰**
نوع گرده × زمان	۱۲	۰/۰۶۱	۰/۰۰۵۱	۱/۰۱۷	۰/۴۳۷۴ns
دما × زمان	۱۲	۰/۳۹۲	۰/۰۳۳	۶/۵۵۸۲	۰/۰۰۰**
نوع گرده × دما × زمان	۲۴	۰/۳۹۵	۰/۰۱۶	۳/۳۰۵۴	۰/۰۰۰**
خطا	۱۲۶	۰/۶۲۸	۰/۰۰۵		
کل	۱۸۸	۱۶/۴۷۱			

ضریب تغییرات: ۱۱/۴۱٪ ns از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نیست *معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ **معنی‌دار در سطح آماری ۱٪



شکل ۱- اثر متقابل نوع گرده خرما و دمای گرمادهی بر قوه نامیه در سطح آماری ۵٪

گرمادهی به مدت ۹ روز در دمای ۶۰ درجه سلسیوس، منجر به افت قوه نامیه گرده خرما و کاهش آن تا حدود ۵ درصد شده است. این نتیجه بویژه با نتیجه جرارد (۹) و نتایج سایر محققان (۴، ۶ و ۱۰) نیز مطابقت دارد. همچنین اثر متقابل دما و زمان را می‌توان به صورت اثر گرمای داده شده به گرده که از حاصل‌ضرب دما در زمان گرمادهی به دست می‌آید تفسیر نمود. در این صورت ملاحظه می‌شود که با افزایش گرمای تحویلی به گرده، میزان قوه نامیه آن به شدت کاهش یافته است.

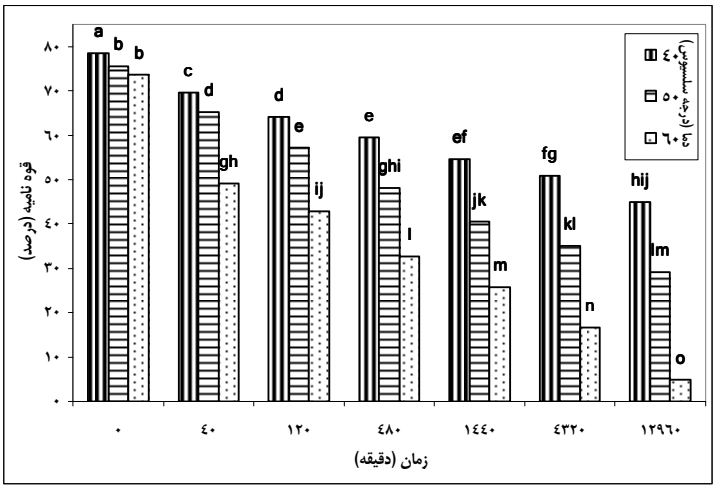
ب: سرعت کاهش قوه نامیه

نتایج تجزیه واریانس داده‌های مربوط به آهنگ کاهش قوه نامیه در جدول ۲ آمده است. بر اساس نتایج به دست آمده، اثر عوامل دما و زمان گرمادهی

بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما معنی‌دار بوده و اثر سایر عوامل معنی‌دار نیست. عدم معنی‌دار شدن اثر عامل نوع گرده بیانگر این واقعیت است که آهنگ کاهش قوه نامیه در تمامی انواع گرده مورد مطالعه صرف‌نظر از قوه نامیه اولیه، یکسان است. نتایج مقایسه میانگین‌ها در شکل ۳ بیانگر این امر است که با افزایش دما، آهنگ کاهش قوه نامیه نیز افزایش می‌یابد. تفاوت میان دسته‌بندی آماری اثر دماها بر آهنگ کاهش قوه نامیه و اثر آن بر میزان قوه نامیه قابل توجه بوده و نشان‌دهنده کاهش اثر واقعی دما در صورت تصحیح آن از طریق در نظر گرفتن زمان تاثیر دما می‌باشد. زمان‌های مختلف گرمادهی نیز اثر مستقیمی بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما داشته‌اند. بیشترین آهنگ کاهش قوه نامیه در زمان های اولیه دیده می‌شود. شکل ۴ نشان می‌دهد که با افزایش زمان گرمادهی، آهنگ کاهش قوه نامیه نیز به شدت کم می‌شود و از این‌رو بیشترین صدمه گرمایی وارد بر دانه گرده خرما در زمان‌های اولیه گرمادهی رخ می‌دهد. بیشترین و کمترین آهنگ کاهش قوه نامیه به ترتیب ۰/۶۱۴۴ در دمای ۶۰ درجه سلسیوس در محدود زمانی ۰ الی ۴۰ دقیقه و ۰/۰۰۰۳ در دمای ۴۰ درجه سلسیوس در محدوده زمانی ۴۳۲۰ الی ۱۲۹۶۰ دقیقه هر دو برای پایه نر غنامی شادگان به دست آمد. باید توجه داشت که این مقادیر متوسط آهنگ کاهش قوه نامیه می‌باشند و از مقدار حقیقی بیشترند. مشاهده می‌شود که بر خلاف اثر دما، تفاوت میان دسته‌بندی آماری اثر زمان های مختلف بر آهنگ کاهش قوه نامیه و اثر آن بر میزان قوه نامیه تغییر نیافته و نشان‌دهنده اثر شدید زمان گرمادهی بر قوه نامیه گرده خرما با وجود تصحیح اثر واقعی آن از طریق در نظر گرفتن زمان تاثیر دما می‌باشد.

ج: مدل کاهش قوه نامیه گرده خرما

توجه به نتایج به دست آمده و مقابله نتایج تحقیقات سایر محققان (۴، ۶، ۹ و ۱۰) نشان می‌دهد که کاهش قوه نامیه گرده خرما از الگوی منطقی مشخصی پیروی می‌کند. این الگو همان‌گونه که در برآوردهای اولیه در شکل ۵ مشاهده می‌شود، تابعی منفی درجه دو از دما می‌باشد. بر این اساس کاهش قوه نامیه گرده خرما در دماهای بالاتر بسیار بیشتر خواهد بود. البته توجه به این نکته ضروری است که شناسایی مدل واقعی این رفتار مستلزم بررسی محدوده دمایی وسیع تر و در نظر گرفتن عوامل متعددی می‌باشد. با توجه به محدوده تفاوت قوه نامیه انواع مختلف گرده خرما، به نظر می‌رسد الگوی به دست آمده از دقت مطلوبی برای بیان رفتار گرده خرما در برابر دو عامل دما و زمان برخوردار نیست. در این خصوص به نظر می‌رسد تغییرات قوه نامیه می‌تواند شاخص موثرتری در مورد تاثیر دما بر گرده خرما باشد. مدل‌های متفاوتی را می‌توان به منظور بیان تاثیر دما بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما مورد استفاده قرار داد. مدل‌های خطی و درجه دو ضریب همبستگی بالایی با میانگین‌های به دست آمده نشان می‌دهند، با این وجود قادر به بیان رفتار آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما خارج از دماهای محدوده آزمایش نمی‌باشند. از این‌رو مدل تابع نمایی شکل ۶ برای یافتن مدل تغییرات آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در ارتباط با متغیر مستقل دما برگزیده شد. ضریب همبستگی به دست آمده از این مدل ۰,۹۷۱۵ می‌باشد. یکی از مزیت های مدل به دست آمده این است که با شرایط واقعی آهنگ کاهش نزدیک به صفر قوه نامیه در دماهای بسیار پایین همخوانی داشته و علاوه بر آن تاثیر شدید دما بر آهنگ کاهش قوه نامیه در دماهای بالاتر را نیز تا حدود زیادی بیان می‌کند. با توجه به تاثیر دما در زمان های آغازین تیمار، مدل آهنگ کاهش قوه نامیه در دقیقه اولیه تیمار (شکل ۷) نیز محاسبه گردید. بر این اساس می‌توان در صورت گرما دیدن گرده در کوتاه مدت، تاثیر آن بر قوه نامیه را

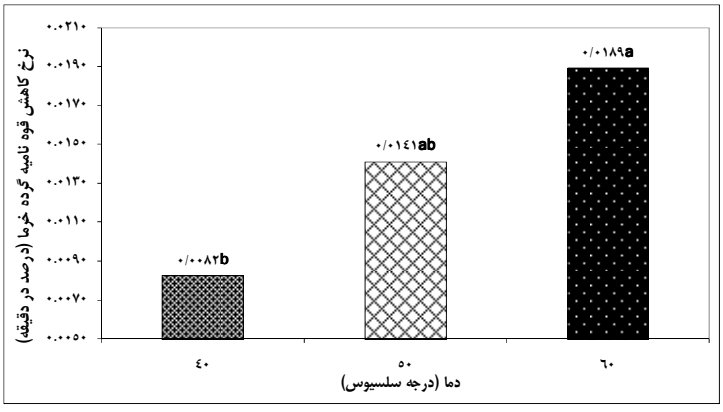


شکل ۲- اثر متقابل دما و زمان گرمادهی بر قوه نامیه در سطح آماری ۵٪

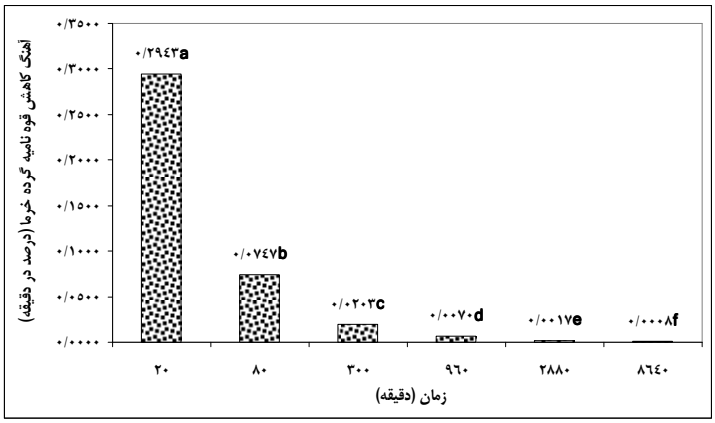
جدول شماره ۲- نتایج تجزیه واریانس داده‌های تاثیر عوامل بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما

منبع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	F	احتمال
نوع گرده	۲	۰/۳۰۴	۰/۱۵۲	۰/۴۱۳۵	ns
دما	۲	۱۴/۹۵۷	۷/۴۷۹	۲۰/۴۴۵۷	۰/۰۰۰۰**
نوع گرده × دما	۴	۲/۰۲۷	۰/۵۰۷	۱/۳۸۵۵	۰/۲۴۳۸ns
زمان	۵	۵۴۰/۸۰۸	۱۰۸/۱۶۲	۲۹۵/۷۰۱۳	۰/۰۰۰۰**
نوع گرده × زمان	۱۰	۲/۶۱۵	۰/۲۶۱	۰/۷۱۴۸	ns
دما × زمان	۱۰	۵/۹۶۸	۰/۵۹۷	۱/۶۳۱۵	۰/۱۰۷۲ns
نوع گرده × دما × زمان	۲۰	۸/۱۲۹	۰/۴۰۶	۱/۱۱۱۲	۰/۳۴۹۲ns
خطا	۱۰۸	۳۹/۵۰۴	۰/۳۶۶		
کل	۱۶۱	۶۱۴/۳۱۲			

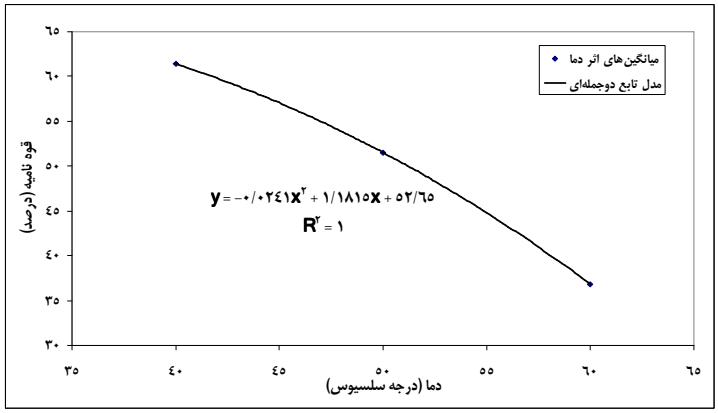
ضریب تغییرات: ۱۳/۹۹٪ ns از نظر آماری اختلاف معنی‌دار نیست *معنی‌دار در سطح آماری ۵٪ **معنی‌دار در سطح آماری ۱٪



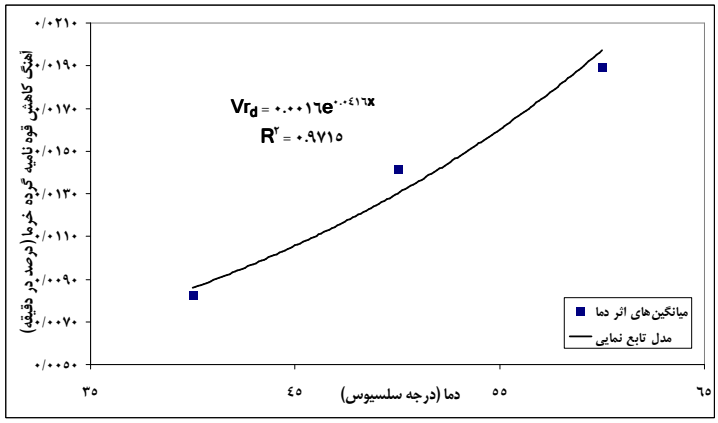
شکل ۳- اثر دما بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در سطح آماری ۵٪



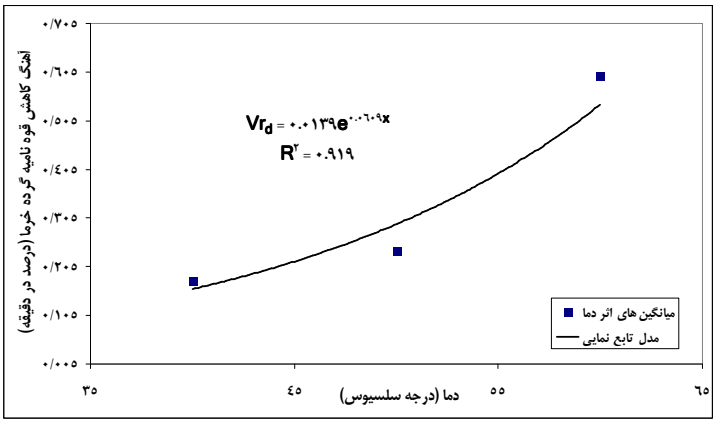
شکل ٤- اثر زمان بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در سطح آماری ۵٪



شکل ۵- مدل ابتدایی تاثیر دما بر میانگین قوه نامیه گرده خرما در دوره زمانی ۹ روز اول تیمار گرمایی



شکل ٦- مدل تاثیر دما بر متوسط آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در ۹ روز اول تیمار گرمایی



شکل ۷- مدل تاثیر دما بر متوسط آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در ۴۰ دقیقه اول تیمار گرمایی

با توجه به میزان قوه نامیه اولیه به صورت تقریبی برآورد نمود. مدل تاثیر زمان بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در شکل ۸ آمده است. همان گونه که ملاحظه می‌گردد، این مدل از نوع تابع توانی می‌باشد. مشاهده می‌شود که با افزایش دما ضریب تابع افزایش می‌یابد. ضریب همبستگی به دست آمده از این مدل بالاتر از ۰/۹۸۵ بوده و برای متوسط دمایی آزمون ضریب همبستگی ۰/۹۹۷۱ به دست آمد. بر این اساس می‌توان رابطه بیانگر آهنگ کاهش قوه نامیه بر حسب دما و زمان را به صورت معادله شماره ۱ بیان نمود:

$$Vr = ct^{-k} \quad (۱)$$

$$c = ۱/۸۸۸۵\ e^{۰/۰۲۲X}$$

$$k = ۰/۰۰۰۴X^{۲} - ۰/۰۴۵۳X + ۲/۱۷۶$$

که پارامترهای مورد استفاده در آن عبارتند از:

Vr: آهنگ تغییرات قوه نامیه گرده خرما (درصد در دقیقه)

c: ضریب مدل

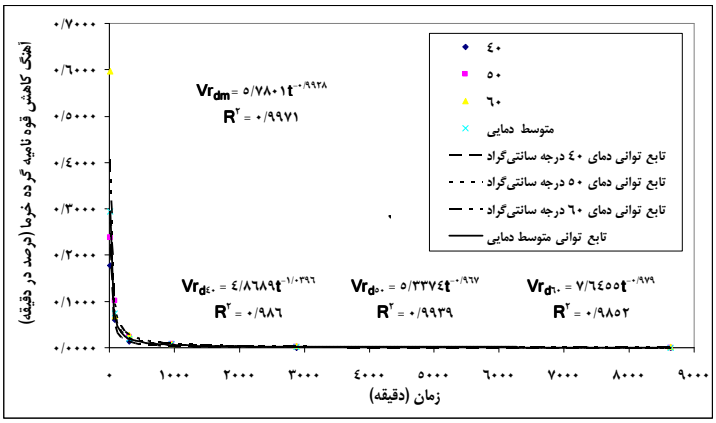
X: دما (درجه سلسیوس)

k: توان مدل

ذکر این نکته ضروری است که رابطه ۱ برای محدوده آزمون (نوع گرده، دما و زمان گرمادهی) محاسبه و پیشنهاد شده و تا دستیابی به مدل دقیق‌تر که قادر به بیان رفتار دانه گرده خرما در برابر عوامل محیطی باشد، می‌توان از آن به عنوان شاخصی از میزان تاثیر فاکتورهای دما و زمان گرمادهی بر آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما استفاده نمود. نظر به تغییر رفتار آب موجود در دانه گرده در دماهای پایین‌تر، در تدوین چنین رابطه‌ای توجه دقیق به فاکتور میزان رطوبت گرده خرما الزامی است. با توجه به محدوده داده‌های آزمایش، تلاشی برای حل معادله دیفرانسیلی دو متغیره حاصل به منظور دستیابی به رابطه توصیف کننده میزان قوه نامیه به عمل نیامد و این مهم به انجام آزمایش‌های گسترده‌تر موکول گردید.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در مجموع می‌توان گفت که دو عامل دما و زمان به صورت تشدید کننده منفی بر میزان قوه نامیه گرده خرما و آهنگ تغییرات آن اثر می‌نمایند به گونه‌ای که با افزایش دما و زمان گرمادهی، قوه نامیه کاهش و میزان این کاهش نیز به صورت نمایی افزایش می‌یابد. همچنین بیشترین میزان و آهنگ کاهش قوه نامیه در زمان های اولیه گرمادهی حاصل می‌گردد. بیشترین آهنگ متوسط کاهش قوه نامیه در دمای ۶۰ درجه سلسیوس و در محدوده زمانی ۰ الی ۴۰ دقیقه به میزان ۰/۶۱۴۴



شکل ۸- مدل تاثیر زمان بر متوسط آهنگ کاهش قوه نامیه گرده خرما در محدوده دمایی ۴۰ الی ۶۰ درجه سلسیوس

درصد در دقیقه به دست آمد. مدل اولیه‌ای نیز برای بیان آهنگ تغییرات قوه نامیه گرده با توجه به دو عامل دما و زمان گرمادهی ارایه گردید. با حل این مدل دیفرانسیلی دو متغیره در نهایت می‌توان قوه نامیه حقیقی گرده خرما را محاسبه نمود.

توجه به نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که تدوین مدل کاربردی تعیین اثرات دما و زمان بر قوه نامیه گرده خرما و به صورت جامع‌تر بر آهنگ تغییرات قوه نامیه گرده خرما در محدوده‌های دمایی و زمانی گسترده‌تر برای تدوین استراتژی مدیریت تولید، نگهداری، عرضه و مصرف گرده خرما امری ضروری است. در این میان بررسی اثر محدوده دمایی وسیع‌تر بویژه دماهای پایین‌تر با توجه به امکان بروز رفتاری متفاوت از رفتار معمول در اثر پدیده انجماد آب درون گرده خرما و بررسی حساسیت گرده پایه‌های مختلف نر نخل خرما پیشنهاد می‌گردد.

سپاسگزاری

بدین وسیله از کلیه عزیزانی که در به ثمر رسیدن این تحقیق همکاری نمودند، بویژه جناب آقای مهندس تراهی عضو محترم هیأت علمی موسسه تحقیقات خرما و میوه های گرمسیری کشور، به پاس راهنمایی های اززشمند شان و همچنین آقای حاج محسن حاجیان، نخلدار نمونه اروند کنار به پاس مساعدت در تهیه گرده مورد نیاز این تحقیق تشکر می نمایم.

منابع

۱. کاشانی، م. و اعطاء، م. ۱۳۷۰. گزارش نهایی طرح تحقیقاتی بررسی و تعیین مناسبترین روش نگهداری گرده خرما. موسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، ۱۶ ص.

۲. مرتضوی، م. ح.، ارزانی، ک. و معینی، الف. ۱۳۸۱. مطالعه جوانه‌زنی درون‌شیشه‌ای دانه گرده سه رقم نر خرمای خوزستان. مجموعه خلاصه مقالات هشتمین همایش تخصصی خرما. منطقه ویژه اقتصادی ارگ جدید، بم، صص ۱۴-۱۵.

۳. مستعان، الف. و احمدی‌زاده، س. ۱۳۸۶. مدیریت پایدار تولید گرده، نهاده استراتژیک در صنعت خرما. لوح فشرده همایش ملی مدیریت پایداری فناوری، تولید، تامین و مصرف نهاده های کشاورزی. بهمن ماه ۱۳۸۶، تهران.

4. Bowes, S.A. 1990. Long-term storage of Narcissus anthers and pollen in liquid nitrogen. Euphytica 48: 275-278.

5. Burkner, P.F., and Perkins, R.M. 1975. Mechanical extraction of date pollen. Date Grower's Institute Annual Report, 52: 3-7.

6. Crawford, C.L. 1938. Cold Storage of date pollen. Date Growers' Institute Report, 15: 20.

7. Furr, J.R., and Enriquez, V.M. 1966. Germination of date pollen in culture media. Date Growers' Institute Report, 43: 24-27.

8. Furr, J.R., and Ream, C.L. 1968. The influence of temperature on germination of date pollen. Date Growers' Institute Report, 45: 7-9.

9. Gerard, B. 1932. The effect of heat on germination of date pollen. Date Growers' Inst. Report, 9: 15.

10. King, J.R. 1965. The storage of pollen-particularly by the freeze-drying method (in abstract). Bulletin of the Torrey Botanical Club. 92(4): 270-287.

11. Whittlesey, H.R. 1932. Convenient and satisfactory Storage House for Pollen. Date Growers' Institute Report, 9: 16.

12. Zaid, A., and P.F. DeWet. 1999. Pollination and bunch management in: Date Palm Cultivation. Ed. Zaid, A. FAO plant production and protection paper no: 156. Rome. Italy: 145-205.