مجله علوم و فنون باغبانی ایران جلد ۲۱ شماره ۲ صفحه‌های ۱۷۱ تا ۱۸۲ (۱۳۹۹)
مقاله پژوهشی

اثرهای تیمارهای دمایی بر کنترل شپشه دندانه‌دار و ویژگی‌های کمی و کیفی خرمای زاهدی[1]

Effects of Thermal Treatments on Control of Sawtoothed Grain Beetle and Quantity and Quality Characteristics of Date Palm (*Phoenix dactylifera* cv. Zahedi)

محمود ایزدی* و محمدتقی فصیحی[2]

چکیده

آفت‌های انباری از دشواری‌های عمده در مسیر تولید تا بسته‌بندی و عرضه خرما به بازار می‌باشند که باعث کاهش کیفیت خرما در مرحله پس از برداشت می‌شوند. این پژوهش به‌منظور بررسی اثر تیمارهای دمایی در کنترل آفت انباری شپشه‌دندانه‌دار خرما به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی در ۳ تکرار انجام شد. فاکتور اول مراحل زیستی آفت شپشه‌دندانه‌دار شامل لارو، شفیره و حشره کامل و فاکتور دوم تیمارهای دمایی شامل صفر، ۴۵، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ درجه سلسیوس بود. افزون بر تاثیر دما در مرگ و میر آفت انباری اثر آن بر کیفیت و کمیت خرما نیز بررسی شد. ویژگی‌های جدا شدن پوست، کل ماده‌های جامد محلول، درصد رطوبت میوه، pH میوه، میزان فسادپذیری و کاهش وزن میوه اندازه‌گیری شد. نتیجه‌ها با نرم افزار MSTAT-C تجزیه و میانگین‌ها با آزمون دانکن مقایسه شد. نتیجه‌ها نشان داد که دمای ۵۵ درجه سلسیوس باعث مرگ و میر ۱۰۰ ٪ در مراحل لارو، شفیره و حشره کامل شپشه‌دندانه‌دار گردید. تیمارهای دمایی باعث کاهش وزن میوه شد و با افزایش دما از ۴۵ به ۶۰ درجه سلسیوس میزان کاهش در وزن میوه بیشتر شد. هم‌چنین رطوبت میوه زیر تاثیر تیمار دمایی قرار گرفت، اما تا تیمار ۵۰ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌دار با شاهد نشان نداد. تیمارهای دمایی بر کل ماده‌های جامد محلول، pH و فسادپذیری میوه بی‌تأثیر بود و میزان جدا شدن پوست را کاهش داد.

واژه‌های کلیدی: خرما، فسادپذیری، آفت‌های انباری، شپشه‌دندانه‌دار، دما.

مقدمه

دورریز محصول‌های فسادپذیر کشاورزی که به دلایل متعدد از جمله رعایت نکردن زمان و اصول صحیح برداشت، جابجایی، حمل و نقل و نگهداری صورت می‌گیرد از جمله مسایل بسیار مهم کشاورزی می‌باشد (۸). کاهش دورریزها به هر مقدار و در هر مرحله‌ای از برداشت تا مصرف، صورت گیرد یک حرکت ملی است که باید به این مهم اهتمام ورزید. امروزه گرایش مصرف‌کنندگان در داخل و خارج از کشور به میوه‌های ارگانیک رو به افزایش است. باقی‌مانده سم‌های ناشی از مصرف قارچ‌کش‌ها و حشره‌کش‌ها افزون بر آلودگی محیط‌زیست، سلامتی انسان‌ها را در معرض خطر قرار داده است (۲۳، ۲۷). افزون بر این برخی از کشورها با اجرای قوانین سخت قرنطینه‌ای و به شرط اعمال تیمارهای غیرشیمیایی و مشروط به نداشتن باقی مانده سموم اجازه ورود محصول‌های کشاورزی را به کشور خود می‌دهند.

۱- تاریخ دریافت: ۹۸/۱۱/۱ تاریخ پذیرش: ۹۸/۱۲/۲۷

۲- به‌ترتیب استادیار مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران و مربی بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بوشهر، ایران.

* نویسنده مسئول، پست الکترونیک: (M.Izadi2003@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

خرما یکی از مهم‌ترین محصول‌های کشاورزی ایران و استان بوشهر است. خرمای زاهدی به دلیل قابلیت حمل و نقل و انبارداری بالا برای صادرات بسیار مناسب است. آفت‌های انباری از جمله شب‌پره هندی، شب‌پره *Ephestia* sp. و شپشه‌دندانه‌دار (*Oryzeaphilus surinamensis*) یکی از دشواری‌های اصلی در مسیر تولید تا بسته بندی و عرضه به بازار و کاهش کیفیت آن در مراحل بعد از برداشت است (۷). زیست‌شناسی شپشه‌دندانه‌دار به‌وسیله پژوهشگران مختلف مورد بررسی قرار گرفته است. شمار تخم‌های تولید شده به‌وسیله یک حشره ماده بسیار متفاوت است و از ۴۵ تا ۲۸۵ عدد تغییر می‌کند. در شرایط مطلوب (۲۷ تا ۳۰ درجه سلسیوس) تخم‌ها پس از ۴ تا ۵ روز باز می‌شوند. طول دوره لاروی و شفیرگی در این شرایط به‌ترتیب ۱۲ و ۷ روز طول می‌کشد. دوره زندگی آن از تخم تا حشره کامل در شرایط مساعد ۲۸ روز طول می‌کشد (۲).

برای عرضه این فراورده به بازار به‌ویژه بازارهای خارجی مبارزه با این آفت‌ها به منظور رسیدن به استانداردهای جهانی ضروری است. در حال حاضر استفاده از تیمارهای گندزدایی دمایی (سرمایی و گرمایی) یکی از روش‌های غیرشیمیایی معمول است که مورد قبول بیشتر کشورهای واردکننده فرآورده‌های کشاورزی می‌باشد (۸). هر چند مقدار دقیق خسارت آفت‌های انباری در خرما بررسی نشده است، اما آمار و رقم‌های پراکنده نشان می‌دهد که کم و بیش ۳۰٪ فراورده خرما از زمان برداشت تا مصرف به‌دلیل فساد انبار و به‌ویژه آلودگی به آفت‌های انباری از بین می‌رود، بنابراین مبارزه و کنترل آفت‌های انباری خرما به‌طورکامل ضروریست (۷). در حال حاضر مبارزه با این آفت با استفاده از گاز متیل بروماید و فسفید آلومینییوم انجام می‌گیرد (۲۸، ۲۳، ۸). کاربرد این سم‌ها برای کشاورزان بسیار خطرناک بوده و به محیط‌زیست و لایه ازون آسیب وارد می‌سازد (۱۹، ۲۹). بنابراین، یافتن جایگزینی برای این سم‌ها که افزون بر قدرت کنترل‌کنندگی آفت‌ها، برای انسان و محیط زیست خطرناک نباشد، ضروری است (۲۸). امروزه چندین روش جایگزین مانند کنترل اتمسفر، استفاده از خلاء و نور فرو سرخ به‌صورت جداگانه یا ترکیبی پیشنهاد شده که خیلی قابل اطمینان نیست. استفاده از روش‌های غیرشیمیایی به‌ویژه تیمارهای دمایی (کاهش و افزایش دما) به‌طوری‌که به کیفیت میوه صدمه وارد نکند، می‌تواند به دلیل فناوری آسان، قابل کاربرد بودن برای دامنه وسیعی از حشره‌ها، عدم پسماند ماده‌های زیان‌آور، منابع تولید فراوان و در نهایت هزینه قابل کنترل یکی از روش‌های موثر در کنترل آفت‌های انباری و جایگزین سم‌ها باشد (۲۸).

از زمان‌های قدیم از گرما برای کنترل آفت‌های انباری فراورده‌هایی مانند گندم استفاده می‌شده است. گرما هم فراورده و هم آفت‌های آن را زیر تاثیر قرار می‌دهد، اما استفاده از تیمارهای دمایی می‌تواند به‌طور موفقیت آمیزی برای کنترل آفت‌های انباری بدون خسارت به فراورده مورد استفاده قرار گیرد (۲۸). در تیمار گرمایی عامل مهم، دما و رطوبت نسبی هواست. هرچه رطوبت نسبی بیشتر باشد، به دلیل هدایت گرمایی بهتر زمان لازم برای افزایش دما کمتر می‌شود (۶، ۷). مناسب‌ترین تیمارهای دمایی عملی برای از بین بردن همه مراحل رشدی حشره‌ها دمای ۵۴ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت، دمای ۶۵ درجه سلسیوس به‌مدت ۳۰ دقیقه و دمای ۷۱ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه گزارش شده است. البته دماهای بالاتر از ۷۰ درجه سلسیوس ممکن است باعث ایجاد تغییرهای شیمیایی و تیره شدن پوست شود (۱). برخی از پژوهشگران معتقدند که قراردادن میوه خرما در معرض دمای ۷۸ درجه سلسیوس به مدت ۲۰ دقیقه، ۷۱ درجه سلسیوس به مدت ۵۰ دقیقه و ۶۶ درجه سلسیوس به مدت ۶۰ دقیقه در کاهش آلودگی آفت‌های انباری موثر است (۱۴).

شپشه‌دندانه‌دار (*Oryzaephilus surinamensis*) و شب‌پره (*Ephestia cautella*) از مهم‌ترین آفت‌های انباری خرمای زاهدی می‌باشند (۷). گزارش شده است که آلودگی در خرماهای زاهدی تیمار شده با دماهای ۴۵، ۵۰، ۵۵، (۱۸-)+ ۴۵، (۱۸-) + ۵۰، (۱۸-) + ۵۵ و ۱۸- درجه سلسیوس نسبت به تیمار شاهد کاهش یافت (۹).

حشره‌ها و کنه‌ها نسبت به گرما حساسیت زیادی دارند. تماس نیم ساعت با دمای ۶۰ درجه سلسیوس و یا ۱ ساعت با دمای ۵۴/۴ درجه سلسیوس این آفت‌ها را از بین می‌برد (۸). با قرار دادن خرمای رقم شاهانی و زغلول به مدت ۲ ماه در دمای صفر، ۵ ، ۷ ، ۱۵ و۲۰ درجه سلسیوس و اندازه‌گیری رنگ میوه، کاهش وزن، پی‌اچ، کل ماده‌های جامد محلول، قند و تانن، سختی بافت و پوسیدگی آن‌ها مشخص شد که بهترین دمای نگهداری خرما ۵ تا ۷ درجه سلسیوس می‌باشد (۲۱). آفت‌های انجیرهای خشک تیمار شده در دمای ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۷ ساعت، ۶۵ درجه سلسیوس به مدت ۶ ساعت و ۲۵ درجه سلسیوس به مدت ۱۵ ساعت بدون تغییر کیفیت میوه، به‌طور رضایت بخشی کنترل شدند (۵). با بررسی تأثیر دمای پایین (۱۰ درجه سلسیوس) بر زنده ماندن و تولید مثل شب‌پره هندی روی خشکبار نتیجه‌گیری شد که مرگ و میر حشره‌های کامل

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

در دمای ۱۰ درجه سلسیوس بعد از ۷۰ روز به ۹۰٪ می‌رسد. از میان مراحل زیستی آفت، تخم‌ها بیش‌ترین حساسیت را بـه ایـن دما داشتند. زمان لازم برای مرگ و میر ۹۵٪ تخم‌ها در دمای ۱۰ درجه سلسـیوس، ۱۱/۶ روز بـود (۲۰). آسـتانه کمینـه دمـایی رشد و نمو تخم و شفیره‌های شب‌پره‌هنـدی توسـط Johnson (۲۰) بـه ترتیـب ۱۴/۸ و ۱۳/۸ درجـه سلسـیوس و بصـیرت و مهرنـژاد (۴) ۱۳/۸ درجـه سلسـیوس گـزارش گردیـد. مقاومـت تخـم‌هـای شـماری از آفت‌هـای انبـاری از جملـه *P. interpunctelli* به سرما بررسی و گزارش شد کـه قـرار گـرفتن تخـم‌هـا بـه مـدت ۳ سـاعت در معـرض سـرمای ۵- درجـه سلسـیوس باعـث ۱۰۰٪ مـرگ و میـر آن‌هـا گردیـد (۲۲). در پژوهشـی تـاثیر دماهـای پـایین بـر حشـره کامـل و تولیـد مثـل *Rhyzoperta dominica* بررسی و نتیجه‌گیری شد که مدت کشـندگی[1](LT) بـرای ۵۰٪ جمعیـت ایـن آفـت در دمـای ۳ درجـه سلسیوس،۵/۳۴ روز می‌باشد (۱۳).

تیمارهای دمایی می‌توانند جایگزین خوبی برای متیل بروماید بوده و قرار دادن میوه خرمـا در زمـان برداشـت در دمـای بـین ۵۰ تا ۵۵ درجه سلسیوس به‌مدت دو ساعت منجر به کشته شـدن لارو سوسـک خشـک میـوه[2] گردیـد (۱۸). اسـتفاده از دمـای خشک ۴۵ تا ۵۰ درجه سلسیوس برای گندزدایی بیشتر رقم‌های خرما موثر اسـت (۱۸). قـرار دادن خرمـای پیـارم و زاهـدی در معرض دمای ۷۰ درجه سلسیوس به مدت دو ساعت یا ۵- درجه سلسیوس به‌مـدت ۴۸ سـاعت بـیش‌تـرین تـأثیر را در کـاهش آلودگی انباری داشت (۸). هم‌چنین قرار گرفتن خرمای پیارم در معرض دمای بین ۶۰ تا ۷۰ درجه سلسیوس بیشـترین تـأثیر را روی مرگ و میر شپشه‌دندانه‌دار بدون تأثیر بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه داشت (۱۱). تـاثیر سـرما (۱۶- درجـه سلسـیوس) بـر مـرگ و میـر لارو و حشـره‌های کامـل سوسـک‌های *Tribolium confusum*، *Oryzaephilus surinamensis* و *Trogoderma granarium* در آزمایشگاه بررسی و مشاهده شدکه این دما پس از ۴ ساعت باعث ایجـاد ۱۰۰٪مـرگ و میـر در ایـن آفت‌هاشـد (۲۶). استفاده از دماهای پایین (۱۸- درجه سلسیوس) برای رقم‌های تر مناسب است، زیرا خرماهای تر حـاوی گلـوکز و فرکتـوز بیشتری نسبت به ساکاروز بوده، در حالی‌که رقم‌های خشک درصد بالایی از ساکاروز دارند (۲۳). قـرار دادن میـوه‌هـای خرمـا در برابر پودر سیر، پیاز و فلفل قرمز درصد مرگ و میر شپشه‌دندانه‌دار را نسبت به شاهد افزایش داد (۲۷).

بنابراین کنترل آفت‌های انباری امـری بسـیار مهـم و ضـروری اسـت و باعـث کـاهش دورریزهـای محصـول‌هـای کشـاورزی می‌گردد. امروزه اصلی‌ترین روش کنترل این آفت‌ها استفاده از سم‌های حشره‌کش است که شوربختانه برخی از این سـم‌ها بسـیار خطرناک و منسوخ شده است. بنابراین، هدف از اجرای این پژوهش یافتن جایگزینی مناسب، کم خطر و کـاربردی بـرای کنتـرل شپشه دندانه‌دار به‌عنوان یکی از آفت‌های انباری مهم خرما و تعیین مناسب‌ترین دمای قابل استفاده بود.

مواد و روش‌ها

پرورش انبوه آفت

خرماهای زاهدی (*Phoenix dactylifera* ، Zahedi') آلوده به آفت‌های انباری از جمله شپشه دندانه‌دار از انبارهـای خرمـا در شهرستان دشتستان استان بوشهر که سابقه آلودگی داشتند جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. سپس به‌منظور خـالص‌سـازی و پرورش، حشره‌های کامل از روی این خرماها جمع‌آوری و روی خرمای رقم زاهـدی رهاسـازی و جعبـه‌هـای پـرورش انبـوه، در آزمایشگاه قرار داده شدند. پس از این‌که جمعیت حشره‌ها به حد قابل قبولی رسید، به‌منظور همسن‌سازی حشـره‌ها بـرای انجـام آزمایش‌های بعدی از شپشه دندانه‌دار ۲۰۰ عدد (مخلوط نر و مـاده) حشـره کامـل در ظرف‌هـای حـاوی یـک کیلـوگرم خرمـای زاهدی رهاسازی و بعد از گذشت ۲۴ ساعت، حشره‌های کامل از ظرف‌ها حذف شد. به ایـن ترتیـب در طـول دوره اجـرای طـرح مراحل مختلف رشدی آفت‌ها به تفکیک در دسترس بود. این ظرف‌ها در دمـای ۳۰ درجـه سلسـیوس و رطوبـت ۷۰٪ در داخـل انکوباتور قرار گرفت.

بررسی تاثیر دما بر مراحل مختلف زیستی آفت شپشه‌دندانه‌دار

برای تامین دمای مورد نظر (صفر، ۴۵، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ درجه سلسیوس) از یک دستگاه انکوباتور اسـتفاده شـد. بعـد از تنظـیم دستگاه وقتی دمای آن به دمای مورد نظر رسید خرماهای آلوده داخل آن قرار گرفتند. تلفـات مراحـل زیسـتی آفـت بـه درصـد تبدیل و در صورت وجود تلفات در تیمار شاهد، داده‌ها با استفاده از فرمول ابوت به شـرح زیـر تصـحیح شـد (۳). از آنجـایی کـه

۱- Lethal Time

۲- *Carpophilus hemipterus*

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

ممکن است در شرایط بدون تیمار نیز تلفات لارو، شفیره و حشره کامل اتفاق بیفتد، تیمار شاهد تنها برای محاسبه درصد تلفات در نظر گرفته شد.

$$\text{درصد تلفات} = \left(\frac{c - \mathrm{t}}{\mathrm{c}}\right) * 100$$

که در آن:

C= تلفات در تیمار شاهد T= تلفات در تیمار دمایی

مرحله لارو

برای این مرحله ۱۰۰ عدد لارو آفت داخل ظرف‌های حاوی ۵۰۰ گرم میوه خرما با پوشش پارچه توری قرار گرفت. میوه‌ها پیشتر با ایجاد شکاف مورد بررسی قرار گرفته بودند و از سالم بودن آن‌ها اطمینان حاصل شد. ظرف‌ها داخل انکوباتور در معرض دماهای صفر، ۴۵، ۵۰ و ۶۰ درجه سلسیوس قرار گرفتند و پس از گذشت ۳ ساعت از دستگاه خارج و لاروهای آفت جداسازی و شمار لاروهای زنده و مرده شمارش شد. ملاک مرده بودن، حرکت نکردن لاروها بود.

مرحله شفیره

برای این مرحله نیز ۱۰۰ عدد شفیره داخل ظرف‌های حاوی ۵۰۰ گرم خرما که پیشتر با ایجاد یک شکاف در آن‌ها از عدم وجود هر گونه مرحله زیستی آفت اطمینان حاصل گردید، انتقال داده و ظرف‌ها با پارچه توری بسته شدند. سپس ظرف‌های حاوی شفیره و خرما در معرض تیمارهای دمایی قرار گرفتند و پس از گذشت مدت ۳ ساعت ظرف‌ها از دستگاه خارج شده و به شرایط رشدی مناسب برای آفت (۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰٪) منتقل شدند. پس از گذشت ۱۵ روز نسبت به شمارش حشره‌های کامل ظاهر شده از آن‌ها اقدام گردید و بدین ترتیب مقدار تلفات در مرحله شفیرگی محاسبه شد.

حشره کامل

در این مرحله نیز، ۱۰۰ عدد حشره کامل (مخلوط نر و ماده) از ظرف‌های پرورشی اصلی جداسازی و در ظرف‌های حاوی ۵۰۰ گرم خرمای زاهدی رهاسازی گردید. پس از اعمال تیمارهای دمایی به مدت ۳ ساعت، حشره‌های کامل جداسازی شده و تلفات آن‌ها محاسبه شد. در این مرحله نیز عدم حرکت به منزله مرگ تلقی شد.

بررسی تاثیر مدت زمان نگهداری خرمای زاهدی در دمای پایین بر مراحل زیستی آفت

به‌منظور بررسی اثر دمای پایین (دمای یخچال) در آزمایشی جداگانه همانند قبل ظرف‌های خرمای حاوی لارو، شفیره و حشره کامل شپشه دندانه‌دار در دمای ۱±۵ درجه سلسیوس قرار داده شدند و بعد از گذشت ۲، ۴ و ۸ هفته ظرف‌ها از انکوباتور خارج و به آزمایشگاه منتقل شدند و تلفات لارو و حشره کامل شمارش و ثبت گردید. پس از جداسازی لاروها و حشره‌ها کامل از ظروف آزمایش تعداد لاروها و حشره‌های مرده و زنده شمارش و ثبت گردید. برای محاسبه تلفات شفیره‌ها ظرف‌های حاوی آن‌ها به انکوباتور با شرایط دمایی ۳۰ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۷۰٪ منتقل و بعد از گذشت ۱۵ روز حشره‌های کامل موجود در ظرف‌های آزمایش شمارش و ثبت گردید. وجود حشره‌های کامل در ظرف‌ها به عنوان زنده بودن شفیره‌ها تلقی شد. در این آزمایش نیز هر تیمار سه بار تکرار شد.

اندازه‌گیری ویژگی‌های کمی و کیفی خرمای زاهدی

همراه با انجام آزمایش‌های مربوط به اثرهای دماهای مختلف، مقدار ۱۰۰ گرم خرما در داخل ظرف‌ها با پوشش پارچه توری ریخته و در کنار تیمارهای بالا قرار داده شد و پس از پایان مدت زمان لازم مورد بررسی قرار گرفت. به‌منظور بررسی تأثیر تیمارهای دمایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه افزون بر تیمارهای دمایی بالا تیمار شاهد (میوه‌ها در شرایط آزمایشگاه بدون تیمار دمایی خاص قرار گرفتند) نیز افزوده گردید تا تغییرهای ویژگی‌های کمی و کیفی میوه با شاهد نیز مقایسه شود. ویژگی‌های جدا شدن پوست، کل ماده‌های جامد محلول (TSS)، درصد رطوبت میوه و کاهش وزن میوه مورد بررسی قرار گرفت. کل ماده‌های جامد محلول با استفاده از قندسنج دیجیتال و pH میوه با استفاده از دستگاه پی‌اچ‌سنج اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری رطوبت، وزن میوه خرما قبل و بعد از آزمایش توزین شد. برای بررسی فسادپذیری، خرماهای تیمار شده به مدت ۲ ماه در شرایط طبیعی انبار شده و مقدار ترشیدگی، پوسیدگی و کپک‌زدگی میوه‌ها یادداشت‌برداری شد. برای اندازه‌گیری کاهش وزن، رطوبت و میزان جدایی پوست از گوشت، برای هر واحد آزمایشی ۱۰۰ گرم خرما وزن و در دمای مورد

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

نظر به‌مدت ۳ ساعت قرار گرفت و پس از اعمال تیمار نسبت به توزین مجدد، اندازه‌گیری رطوبت و یادداشت‌برداری میزان پوست جدا شده از گوشت اقدام شد.

واکاوی آماری

این پژوهش به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح به‌طور کامل تصادفی شامل فاکتورهای مراحل زیستی (لارو، شفیره و حشره کامل) شپشه دندانه‌دار و تیمارهای دمایی صفر، ۴۵ ، ۵۰، ۵۵ و ۶۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت، در ۳ تکرار انجام گرفت. افزون بر این، در همین پژوهش در آزمایشی جداگانه تأثیر دمای یخچال (۱±۵ درجه سلسیوس) بر مراحل زیستی آفت به مدت دو، چهار و هشت هفته مقایسه شد. داده‌ها با استفاده از نرم افزار MSTAT-C واکاوی و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک و پنج درصد مقایسه شدند.

نتایج

تاثیر دما بر مراحل زیستی آفت

نتیجه‌های تجزیه واریانس تاثیر دماهای صفر، ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درجه سلسیوس بر مراحل زیستی شپشه دندانه‌دار نشان داد که در سطح آماری ۱٪ بین سطوح تیمارهای دمایی و در سطح ۵٪ بین مراحل زیستی آفت اختلاف معنی‌دار وجود داشت. برهمکنش بین تیمارهای دمایی و مراحل زیستی آفت از نظر آماری معنی‌دار نشد. به دلیل این که در دمای ۵۵ درجه سلسیوس برای تمامی مراحل زیستی آفت شامل لارو، شفیره و حشره کامل مرگ و میر ۱۰۰ درصدی ایجاد شد، دمای ۶۰ درجه سلسیوس مورد آزمون قرار نگرفت، زیرا وقتی دمای ۵۵ درجه سلسیوس مرگ و میر ۱۰۰ درصدی ایجاد کرد، می‌توان نتیجه گرفت که دمای ۶۰ درجه سلسیوس نیز باعث مرگ و میر ۱۰۰٪ خواهد شد.

نتیجه‌های مقایسه میانگین تیمارها (جدول ۱) نشان می‌دهد که ۱۰۰٪ تلفات در دمای ۵۵ درجه سلسیوس مشاهده شد، هر چند اختلاف آن با دمای ۵۰ درجه سلسیوس با میانگین ۹۷/۴٪ از نظر آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار نگردید. کم‌ترین درصد تلفات در دمای ۴۰ درجه سلسیوس با میانگین ۶/۴٪ مشاهده شد که اختلاف آن با دمای صفر درجه سلسیوس با میانگین ۱۹/۱٪ از نظر آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار شد. هرچند بر همکنش تیمارهای دمایی و مراحل زیستی آفت از نظر آزمون F معنی‌دار نشد، اما مقایسه میانگین‌ها نشان داد که به جز در دمای ۵۵ و ۶۰ درجه سلسیوس که تمامی مراحل زیستی آفت به‌طور کامل از بین رفت در دیگر دماها کم‌ترین میزان تلفات در مرحله شفیرگی و سپس به ترتیب در مرحله حشره کامل و لارو مشاهده شد و این اختلاف‌ها از نظر آزمون دانکن در سطح ۵٪ معنی‌دار گردید. بنابراین، براساس این نتیجه‌ها مشخص شد که مرحله لاروی حساس‌ترین و مرحله شفیرگی مقاوم‌ترین مرحله زیستی آفت به دماهای بالا و پایین است.

جدول ۱- مقایسه میانگین تیمارهای دمایی به‌مدت سه ساعت بر میزان تلفات (٪) آفت در طول مراحل زیستی مختلف.

Table 1. Mean comparison of three-hour thermal treatments on mortality rate (%) of pest during different biological stages.

تیمارهای دمایی (درجه سلسیوس) Thermal treatments (°C)	مراحل زیستی آفت Biological stages of pest: لارو Larva	شفیره Pupa	حشره کامل Adult	میانگین Mean
0	28.3 b†	11.7 cd	12.1 cd	19.1 B
45	14.3 c	0 d	4.7 cd	6.4 C
50	100 a	94.2 a	97.9 a	97.4 A
55	100 a	100 a	100 a	100 A
میانگین Mean	60.7 A	52.7 B	53.8 B	

† In each column or row means with the same capital letters and means with the same small letters are not significantly different using Duncan multiple range test (DMRT) at P(≤) 0.05.

† در هر ستون یا ردیف میانگین‌های دارای حرف‌های بزرگ مشابه و میانگین‌های دارای حرف‌های کوچک مشابه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

نتیجه‌های تأثیر دمای یخچال (۱±۵ درجه سلسیوس) بر مراحل زیستی آفت (شکل ۱) نشان داد که با قرار دادن نمونه‌های آلوده در دمای ۵ درجه سلسیوس به مدت ۴ هفته و بیش‌تر درصد تلفات تمام مراحل زیستی آفت شامل لارو، شفیره و حشره کامل صد در صد بود، در حالی‌که درصد تلفات آفت در نمونه‌هایی که به مدت دو هفته در این دما قرار گرفتند بسته به مرحله زیستی آفت متفاوت و با میانگین ۹۹/۶٪ ، ۳۶/۶٪ و ۷۹/۱٪ به ترتیب مربوط به مرحله لاروی، شفیرگی و حشره کامل بود.

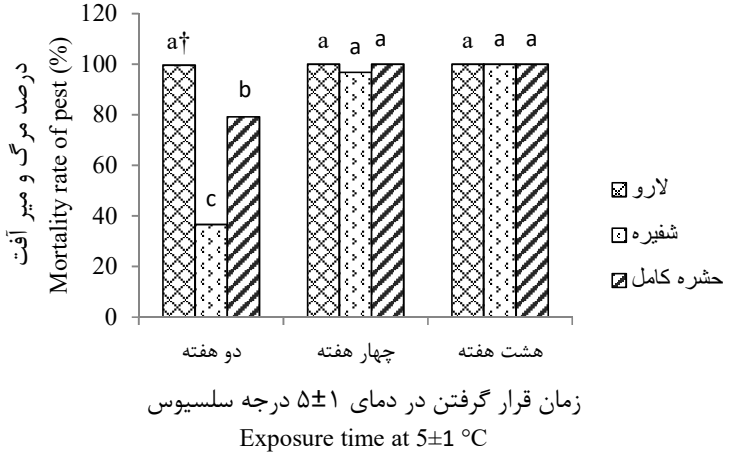


Fig.1. Effect of temperature of 5±1°C at different times on pest mortality (%). Columns with the same letters are not significantly different at 5% level of probability using DMRT.

شکل ۱- اثر دمای ۱±۵ درجه سلسیوس در زمان‌های مختلف بر درصد مرگ و میر آفت. ستون‌های دارای حرف‌های مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

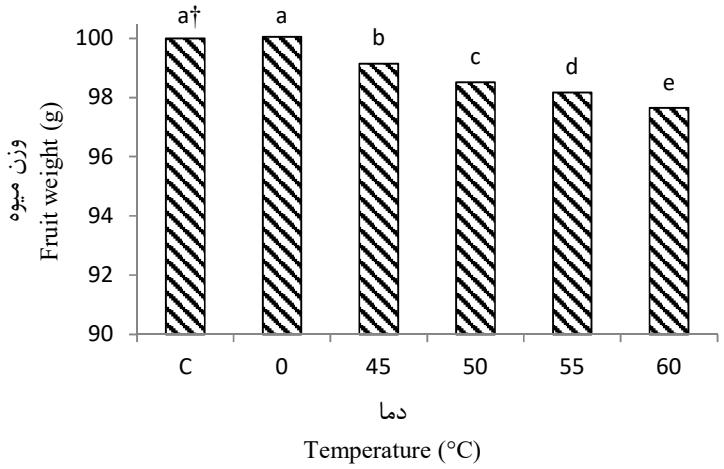
تاثیر دما بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه

نتیجه‌های تجزیه واریانس تیمارهای دمایی بر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه خرما نشان داد که اثر تیمارهای دمایی بر وزن میوه در سطح آماری ۱٪ و بر رطوبت و جدایی پوست از گوشت در سطح آماری ۵٪ معنی‌دار گردید. اثر تیمار دمایی بر کل ماده‌های جامد محلول و pH میوه معنی‌دار نگردید.

تیمارهای دمایی باعث کاهش وزن و رطوبت میوه شد (شکل ۲ و ۳)، به گونه‌ای که با افزایش دما از ۴۵ به ۶۰ درجه سلسیوس هر تیمار با تیمار قبلی اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۱٪ نشان داد. بیش‌ترین میزان کاهش وزن میوه در تیمار ۶۰ درجه سلسیوس با میانگن ۲/۳ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم میوه مشاهده شد. اختلاف کاهش وزن میوه در تیمار صفر درجه سلسیوس و تیمار شاهد معنی‌دار نگردید (شکل۲).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]



2. Effect of thermal treatments on fruit weight. †: Columns with the same letters are not significantly different at 1% level of probability using DMRT. Fig.

شکل ۲- اثر تیمارهای دمایی بر وزن میوه. †: ستون‌های دارای حرف‌های مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

روند کاهش رطوبت میوه نیز مشابه روند کاهش وزن میوه بود، یعنی با افزایش دما میزان رطوبت میوه کاهش یافت، اما با این تفاوت که کاهش رطوبت میوه در دمای ۴۵ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌دار آماری در سطح ۵٪ با تیمار شاهد و دمای صفر درجه سلسیوس نشان نداد. رطوبت میوه در تیمار دمای ۶۰ درجه سلسیوس با میانگین ۱۶/۸٪ نسبت به شاهد با میانگین ۱۸٫۳٪ بیش‌ترین میزان کاهش رطوبت (۱/۵٪) را نشان داد. اختلاف میانگین رطوبت در تیمار ۶۰ و ۵۵ درجه سلسیوس در سطح ۵٪ آماری معنی‌دار نگردید و هر دو در یک کلاس آماری قرار گرفتند (شکل ۳).

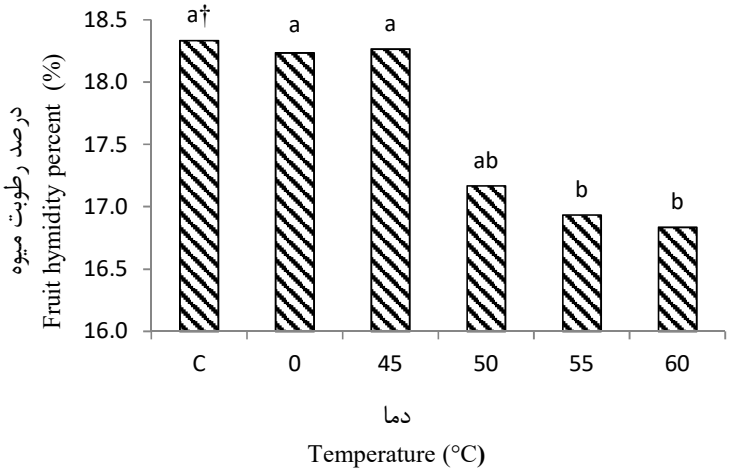


Fig. 3. Effect of thermal treatment on fruit humidity. Columns with the same letters are not significantly different at 5% level of probability using DMRT.

شکل ۳- اثر تیمارهای دمایی بر رطوبت میوه. ستون‌های دارای حرف‌های مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

میزان جداشدگی پوست نیز زیر تاثیر تیمارهای دمایی قرار گرفت، به طوری که کم‌ترین مقدار (گرم) پوست جدا شده در تیمار دمایی صفر و ۶۰ درجه سلسیوس مشاهده شد و اختلاف آن‌ها با شاهد معنی‌دار گردید. از یک‌طرف بین تیمارهای دمایی ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درجه سلسیوس و شاهد اختلاف معنی‌دار در سطح ۵٪ مشاهده نشد و از سوی دیگر تیمارهای بالا به جزء شاهد با تیمار دمایی ۶۰ درجه سلسیوس اختلاف معنی‌دار نشان ندادند. تیمارهای دمایی ۴۵ و ۵۰ درجه سلسیوس تنها با تیمار دمایی صفر درجه سلسیوس در سطح ۵٪ اختلاف معنی‌دار نشان دادند (شکل ۴).

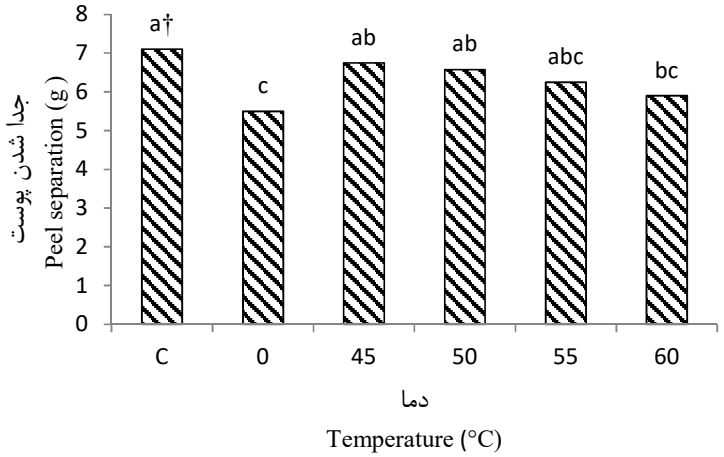


Fig. 4. Effect of thermal treatments on separation of peel from pulp. Columns with the same letters are not significantly different at 5% level of probability using DMRT.

شکل ۴- اثر تیمارهای دمایی بر جدایی پوست از گوشت. ستون‌های دارای حرف‌های مشابه از نظر آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

اثر تیمارهای دمایی بر ماده‌های جامد محلول کل و pH میوه معنی‌دار نگردید (جدول ۲). هم‌چنین در هیچ یک از نمونه‌های مورد بررسی آثاری از ترشیدگی و کپک‌زدگی مشاهده نشد.

جدول ۲- اثر تیمارهای دمایی بر ماده‌های جامد محلول کل و pH میوه‌های خرما.

Table 2. Effect of thermal treatments on total soluble solids (TSS) and pH of date fruits.

تیمارهای دمایی Thermal treatments						ویژگی‌های میوه Fruit characters
شاهد Control	0	45	50	55	60	
80.3a	82a	81.8a	79.8a	80.3a	82.0a†	کل ماده‌های جامد محلول Total soluble solids
5.30a	5.97a	5.53a	5.70a	5.53a	5.52a	pH

†In each row means with the same letters are not significantly different using Duncan multiple range test (DMRT) at $P(\leq)$ 0.05.

†در هر ردیف میانگین‌های دارای حرف‌های مشابه با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی‌دار ندارند.

بحث

با وجود پیشرفت‌های اخیر، هنوز هم کنترل آفت‌های انباری به سم‌های حشره‌کش تماسی، تدخینی و افشانه‌ای وابسته است (۱۰). از زمان‌های دور روش معمول گندزدایی غلات و دیگر فرآورده‌های خشک استفاده از فسفین بوده است (۲۵).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

استفاده مداوم از فسفین افزون بر خطرهای زیست محیطی و انسانی باعث ایجاد مقاومت در جمعیت آفت‌های انباری می‌گردد (۱۱).

دمای مطلوب برای رشد و فعالیت حشره‌ها به‌طور معمول بین ۲۵ تا ۳۳ درجه سلسیوس می‌باشد. هرچه دما از دمای مطلوب بالاتر یا پایین‌تر رود بر فعالیت زیستی آن‌ها تأثیر می‌گذارد (۶). تیمارهای دمایی بر مبنای افزایش دما برای مدت زمان کوتاه بدون تأثیر بر کیفیت فراورده از روش‌های کنترل انواع آفت‌های انباری است. این امر شامل افزایش دمای درون دستگاه تا دمای ۵۰ تا ۶۰ درجه سلسیوس برای ۲۴ تا ۳۶ ساعت است. کمینه دما برای یک کاربرد کارآمد باید ۵۰ درجه سلسیوس بوده و دمای بیش از ۶۰ درجه سلسیوس توصیه نمی‌شود (۱۱). بنابراین استفاده از تیمارهای دمایی به‌عنوان یک روش سازگار با محیط‌زیست، مطمئن و جایگزین مناسب برای روش‌های مبارزه شیمیایی به ویژه سم‌های گازی در کنترل آفت‌های انباری است که می‌تواند همراه با دیگر روش‌های شیمیایی و غیرشیمیایی یا به‌تنهایی مورد استفاده قرار گیرد (۱۱). با توجه به نتیجه‌های به دست آمده در این پژوهش مشخص شد که دماهای بالاتر از ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت مرگ و میر صددرصدی را در تمام مراحل زیستی آفت شپشه دندانه‌دار ایجاد می‌کند که با نتیجه‌های Fields (۱۷) مبنی بر عدم زنده ماندن اغلب گونه‌های آفت‌های انباری در دماهای ۴۰ درجه سلسیوس به مدت بیشتر از ۲۴ ساعت، ۴۵ درجه سلسیوس به مدت ۵ دقیقه، ۵۰ درجه سلسیوس به مدت ۱ دقیقه و ۶۰ درجه سلسیوس به مدت۳۰ دقیقه تا حدودی همسو و در برخی موارد ناهمسو است. برای مثال در دمای ۵۵ درجه سلسیوس و بالاتر تمام مراحل زیستی آفت از بین رفتند، اما در دمای ۴۵ درجه سلسیوس پس از گذشت ۳ ساعت تنها ۱۴/۳٪ از لاروها از بین رفت و در این دما هیچ شفیره‌ای تلف نشد. نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های Finkelman و همکاران (۱۸) مبنی بر از بین رفتن صد در صد لاروهای سوسک خشک میوه در دمای ۵۰ و ۵۵ درجه سلسیوس همخوانی دارد. بر اساس نظر آن‌ها افزایش دما منجر به افزایش میزان تنفس در آفت تا مرحله بحرانی و در نهایت مرگ آفت خواهد شد. هم‌چنین برخی بر این باورند که افزایش دما باعث افزایش سوخت‌وساز (متابولیسم) و تغییر تنظیم‌های فیزیولوژیک آفت شده و آفت را در شرایط تنش حرارتی قرار داده و منجر به انقباض ماهیچه‌های غیر ارادی و در نهایت مرگ آفت خواهد شد (۱۶ و ۲۷). از طرف دیگر دماهای خارج از محدوده مناسب برای آفت‌ها باعث توقف فعالیت‌های آنزیمی و در نهایت مرگ آن‌ها خواهد شد (۶). حساسیت مراحل زیستی آفت به افزایش دما نیز مورد آزمایش قرارگرفت و بر اساس نتیجه‌ها مشخص شد که مرحله شفیرگی مقاوم‌ترین مرحله و مرحله لاروی حساس‌ترین مرحله به افزایش دما است و مرحله حشره کامل از نظر حساسیت به دمای بالا بین دو مرحله بالا قرار دارد. البته باید توجه داشت که حساسیت مراحل زیستی در گونه‌های مختلف متفاوت است و بستگی به روش زیست سنجی دارد (۱۱). بنابراین ممکن است بین نتیجه‌های پژوهش‌های مختلف تا حدودی تفاوت مشاهده شود. برای مثال نتیجه‌های برخی از پژوهش‌ها (۱۷) حکایت از حساسیت بسیار بالای حشره کامل شپشه دندانه‌دار به گرما و به ترتیب حساسیت کمتر لارو، شفیره و تخم دارد درحالی‌که پژوهش‌های دیگر (۱۱) نشان از حساسیت بالای تخم‌ها و لاروهای تازه تفریخ شده به گرما دارد و یا در پژوهشی (۲۴) تحمل مراحل زیستی آفت *Tribolium confusum* به گرما در دمای ۴۴ درجه سلسیوسبه ترتیب به صورت شفیره> تخم > لارو> حشره کامل تعیین شد، درحالی‌که Campolo و همکاران (۱۵) مرحله تخم را حساس‌ترین مرحله به گرما گزارش کردند. نتیجه‌های این پژوهش با نتیجه‌های Oosthuizn (۲۴) مبنی بر مقاومت بالاتر مرحله شفیرگی نسبت به دیگر مراحل زیستی به دمای ۴۴ درجه سلسیوس همخوانی دارد و با مقاومت بیشتر لارو نسبت به حشره کامل ناهمسو است. البته باید توجه داشت که مقاومت لاروهای مسن به دمای بالا نسبت به لاروهای جوان بیشتر است و حشره‌های کامل و تخم نیز نسبت به لاروهای مسن حساس‌ترند (۱۱). از آن‌جایی‌که در پژوهش حاضر لاروهای جوان مورد بررسی قرار گرفتند، به احتمال علت حساسیت بالای مرحله لاروی به دمای بالا جوان بودن لاروها بود.

استفاده از دمای پایین یکی دیگر از روش‌های کنترل غیرشیمایی آفت‌های انباری است. یافته‌های ما نیز نشان داد که قرار دادن خرماهای زاهدی در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۲ هفته، بیش از ۸۰٪ تلفات در حشره کامل شپشه دندانه‌دار ایجاد می‌کند. این نتیجه با نتیجه‌های به‌دست آمده Baldassari و همکاران (۱۳) تا حدودی مطابقت دارد. براساس نتایج این پژوهشگران زمان لازم برای از بین بردن ۹۵٪ حشره‌های کامل شپشه کوچک غلات، (*Rhyzoperta dominica*) ، در دمای ۳ درجه سلسیوس، ۱۲/۵۷ روز می‌باشد.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

نتیجه‌ها نشان داد که بیش‌ترین کاهش وزن میوه به‌میزان ۲/۳ گرم به ازای هر ۱۰۰ گرم میوه و کاهش رطوبت میوه به‌میزان ۱/۵ ٪ در تیمار ۶۰ درجه سلسیوس نسبت به شاهد مشاهده گردید، این نتیجه‌ها با نتیجه‌های ابوطالبی و نوروزی (۱۱) و محمدپور و کرم‌پور (۸) مبنی بر کاهش وزن و رطوبت خرمای پیارم، زاهدی و شمسایی با اعمال تیمارهای دمایی همخوانی دارد. نظر به این‌که خرمای زاهدی بسته به منطقه جزء خرماهای خشک و نیمه‌خشک محسوب شده، به‌طور میانگین دارای رطوبتی بین ۱۶ تا ۱۲ ٪ می‌باشد و با توجه به این که خرماهای مورد استفاده در این پژوهش به‌طور میانگین در تیمار شاهد دارای ۱۸/۳٪ رطوبت بودند کاهش ۱/۵ درصدی رطوبت باعث کاهش کیفت فراورده نشد. یکی از مشکل‌های خرمای زاهدی جدا شدن پوست از گوشت می‌باشد. نتیجه‌ها نشان داد که میزان جداشدگی پوست از گوشت (وزنی) در بالاترین سطح تیمار دمایی یعنی ۶۰ درجه سلسیوس نسبت به تیمار شاهد کاهش نشان داد. کاهش میزان جداشدگی پوست در اثر گرما به احتمال به دلیل کاهش رطوبت و در نتیجه کاهش وزن پوست خرماهای قرار گرفته در دمای ۶۰ درجه سلسیوس نسبت به شاهد است. عدم وجود اختلاف معنی‌دار در میانگین کل ماده‌های جامد محلول، pH و میزان فسادپذیری نیز با نتیجه‌ها ابوطالبی و نوروزی(۱۱) و محمدپور و کرم‌پور (۸) همخوانی دارد و نشان‌دهنده عدم کاهش کیفیت خرما در اثر تیمارهای دمایی است.

نتیجه‌گیری

استفاده از دمای بالا در کنترل آفت‌های انباری خرما امکان‌پذیر است به شرط این که دما و زمان به‌گونه‌ای انتخاب شود که ضمن کنترل آفت به ویژگی‌های کمی وکیفی میوه خسارت وارد نشود. بنابراین، استفاده از دماهای بالا (دمای بیش از ۶۰ درجه سلسیوس) به دلیل آسیب رساندن به خرما پیشنهاد نمی‌شود، اما استفاده از دمای‌های بین ۴۵ تا ۶۰ درجه سلسیوس و به‌ویژه ۵۵ درجه سلسیوس در مورد خرمای خشک و نیمه خشک مانند زاهدی مناسب است. در این پژوهش مناسب‌ترین دما برای کنترل مراحل زیستی آفت بدون تأثیر بر کیفیت میوه خرما دمای ۵۵ درجه سلسیوس به مدت ۳ ساعت تشخیص داده شد، اما بهتر است زمان‌های کم‌تر نیز مورد آزمایش قرار گیرد. البته می‌توان با قرار دادن خرمای زاهدی به مدت ۴ هفته و بیشتر نیز خرما را گندزدایی کرد، اما به دلیل طولانی‌تر بودن مدت زمان گندزدایی (۴ هفته در مقابل ۳ ساعت) هزینه آن بسیار بالاتر خواهد بود.

منابع References

۱. ایران منش، س. م. ۱۳۷۹. مقدمه‌ای بر تکنولوژی کاربردی تولید خرما، نگهداری، فرآوری، بسته‌بندی و صادرات. چاپ اول. انتشارات سازمان چاپ المهدی. ۲۷۴ صفحه.

۲. باقری زنوز، ا. ۱۳۶۴. سخت‌بالپوشان زیان‌آور محصولات غذایی و صنعتی. چاپ اول. مرکز نشر سپهر. ۳۰۹ صفحه.

۳. حجت س. ح. ۱۳۴۶. روش آزمایش سموم دفع آفت‌های گیاهی. چاپ اول. انتشارات دانشگاه جندی شاپور. صفحه ۵۸.

۴. بصیرت، م. و م. مهرنژاد . ۱۳۸۱. آستانه حداقل حرارتی و مجموع نیاز حرارتی برای دو آفت انباری پسته(شب‌پره هندی و شب‌پره خرنوب). خلاصه مقالات پانزدهمین کنگره گیاه پزشکی ایران، کرمانشاه. صفحه ۱۳۹.

۵. راحمی، م. و ح. زارع. ۱۳۸۱. تاثیر نوع بسته بندی و دماهای مختلف بر گندزدایی و نگهداری انجیر خشک استهبان. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴۲-۲۹: (۲) ۶

۶. گلشن تفتی، ا. و م. ناصری. ۱۳۸۷. آفت‌های انباری رقم‌های خرمای قصب و شمسایی و کنترل آن‌ها با حرارت. موسسه تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی. ۱۳ صفحه.

۷. لطیفیان، م.، پ. نیکبخت.۱۳۸۴. آفت‌های انباری خرما. چاپ اول دفتر برنامه‌ریزی و هماهنگی ترویج.. ۲۱ صفحه.

۸. محمد پور، ا. و ف. کرمپور. ۱۳۸۸. بررسی اثرات تیمارهای حرارتی و برودتی به منظور گندزدایی دو رقم خرمای پیارم و زاهدی. مجله تحقیقات مهندسی کشاورزی. ۵۶-۴۵ : (۲) ۱۰.

۹. همایونفر، ف.، م. راحمی، ع. ا. تفضلی و ا. حسن‌پور. ۱۳۷۷. اثرات تیمارهای دمایی، انبارداری و بسته‌بندی بر کنترل آلودگی آفت‌های انباری خرمای خشک رقم زاهدی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد دانشگاه آزاد اسلامی واحد جهرم. ۱۲۸ صفحه.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

10. Afful, E., B. Elliot, M.K. Nayak and T.W., Phillips. 2017. Phosphine resistance in North American field populations of the lesser grain borer, *Rhyzopertha dominica* (F.)(Coleoptera: Bostrichidae). J. Econ. Entomol. 111: 463-469.
11. Agrafioti, P., C. G. Athanassiou, and B. H. Subramanyam. 2019. Efficacy of heat treatment on phosphine resistant and susceptible populations of stored product insects. J. stored prod. Res. 81: 100-106.
12. Aboutalebi, A. H. and A. Nowroozi. 2014. Stored pests disinfestations by thermal treatments and its impact on some quantitative and qualitative characteristics of Pyarom date fruits. Int. J. Plant. Animal. Environ. Sci. 4 (2): 353-356.
13. Baldassari, N., A. Martini, S. Cavicchi, and P. Baronio. 2005. Effects of temperatures on adult survival and reproduction of *Rhyzoperta dominica*. Bull. Insect. 58(2): 131-134.
14. Barreveld, W. H. 1993. Date Palm Products. Agric. Services Bull. No. 101. FAO. Rome.
15. Campolo, O., M. Verdone, F. Laudani, A. Malacrin, E. Chiera, and V. Palmeri. 2013. Response of four stored products insects to a structural heat treatment in a flour mill. J. Stored Prod. Res. 54: 54-58.
16. Donahaye, J. E., S. Navarro, M. Rindner, and R. Dias. 1991. The influence of different treatments causing emigration of nitidulid beetles. Phytoparasitica, 19: 273-282.
17. Fields, P. G. 1992. The control of stored product insects and mites with extreme temperatures. J. Stored Prod. Res. 28(2): 89-118.
18. Finkelman, S., S. Navarro, M. Rindner and R. Dias. 2006. Use of heat for disinfestation and control of insects in dates: laboratory and field trials. Phytoparasitica, 3(1): 37-48.
19. Grieshop, M. J., P. W. Flinn, and J. R. Necholes. 2006. Biological control of Indian meal moth (Lep.: Pyralidae) on finished stored products using egg and larval parasitoids. J. Econ. Entomol. 99: 1080-1084.
20. Johnson, J.A., K.A. Valero and M.M. Hannel. 1997. Effect of low temperature storage on survival and reproduction of Indianmeal moth (Lepidoptera: Pyralidae). Crop Prot. 16(6): 519-523.
21. Kamal, HM. 1995. Effect of cold storage temperatures on storability and quality of date palm fruits. Bull. Fac. Agr. Cario Univ. 46(2): 265-275.
22. Locateli, D.P.,G. Papale and E. Daoli. 1990. Evaluation of the resistance to low temperatures of eggs of the pyralids *Ephestia kuhniela*, *E. cautella*, *Plodia interpunctella* and *Corcyra ceohalonica*. Boll. Zool. Agrar. Bachic. , 22(1): 17-30.
23. Navarro, S., E. Donahaye, M. Rindner and A. Azriel. 1998. Storage of dried fruits under controlled atmospheres for quality preservation and control of nitidulid beetles. Acta Hort. 480: 221-226.
24. Oosthuizn M. J. 1935. The effect of high temperature on the confused flour beetle. Minn. Tech. bull.107, 1-45.
25. Opit, G.P., T.W., Phillips, M.J., Aikins, M.M., Hasan. 2012. Phosphine resistance in *Tribolium castaneum* and *Rhyzopertha dominica* from stored wheat in Oklohoma. J. Econ. Entomol. 105: 1107-1114.
26. Panagiotis A. E., Z.P. Georgia and V. P. Aikaterini .2011. Time - mortality relationships of larvae and adults of grain beetles exposed to extreme cold. Crop Prot. 30, 1097-1102.
27. Popoola, K.O.K. 2013. Application of selected Bioinsecticides in management of *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvaridae) on *Phoenix dactylifera* (Date fruits). Nat. Sci. 11(1): 110-115.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

28. Tang, J., E. Mitcham, S.wang, and S. Lurie. 2007. *Heat treatment for postharvest pest control*. Trowbridge, Cromwell Press. 364pp.

29. Taylor, R. W. D. 1994. Methyl bromide - Is there any future for this noteworthy fumigant. J. Stored Prod. Res. 30(4): 253-260.

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]

Iranian Journal of Horticultural Science and Technology 21 (2): 171 - 182 (2020)
Research article

Effects of Thermal Treatments on Control of Sawtoothed Grain Beetle and Quantity and Quality Characteristics of Date Palm (*Phoenix dactylifera* cv. Zahedi)

M. Izadi * and M.T. Fasihi[1]

One of the major issues in date production and packaging are storage pests such as *Oryzaephilus surinamensis* which cause reduction in date postharvest quality. Present experiment was carried out to study mortality impacts of exposure of *O. surinomensis* larvae, pupa and adults in laboratory to extreme temperatures (45, 50, 55, 60 °C) in a factorial in completely random design with three replications. Peel separation from pulp, TSS, fruit humidity, pH and perishability percentage were measured. Data were analyzed using MSTAT-C software and means were compared using the Duncan test at 1% and 5% probability levels. The results showed 100% mortality after 3h of exposure to 55 °C in the development stage (larvae, pupa, adult). High temperature treatments reduced fruit weight compared with control. Heat treatments influenced fruit moisture content. However, the responses were not significantly different in comparison with control until 50 °C. Effect of temperature treatments on TSS, pH and perishability percentage was not significant compared with control. 0 and 60°C treatments reduced the rate of peel separation from pulp.

Keywords: Date palm**,** Perishability, Stored pests, Sawtoothed, Temperature.

1. Assistant professor of Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shiraz, Iran and Instructor of Plant Protection Research Department, Bushehr Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Bushehr, Iran.
* Corresponding author, Email: (M.Izadi2003@gmail.com).

[Downloaded from journal-irshs.ir on 2026-10-06]

[DOR: 20.1001.1.16807154.1399.21.2.8.4]