Archive of SID

مهندسی بیوسیستم ایران، دورهٔ ۴۷، شمارهٔ ۱، بهار ۱۳۹۵ (ص ۱۰۱-۹۳)

تاثیر گرمادهی با مایکروویو بر مرگ و میر آفت سرخرطومی درخت خرما جهت مبارزه غیر شیمیایی

سعید ملازهی [۱]*، حسن صدرنیا[۲]

۱. دانشجوی دوره دکتری مکانیک بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد

۲. استادیارگروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه فردوسی مشهد

(تاریخ دریافت :۱۳۹۳/۱۲/۱- تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۴/۱۱)

چکیده

سوسک سرخرطومی خرما (*Rhynchophorus ferrugineus*) مهمترین آفت نخل‌ها می باشدکه سالانه درختان زیادی را از بین می‌برد. به منظور تعیین سن مناسب برای مبارزه با آفت و بررسی اثر ضخامت تنه درخت بر مرگ و میر آفت دو سری آزمایش انجام گرفت. سری اول آزمایشها شامل متغیرهای مستقل سن آفت در چهار سطح (سن ۱، سن ۲، سن ۳ و سن ۴) و زمان تیمار حرارتی در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ ثانیه) و متغیر وابسته درصد مرگ و میر آفت است. سری دوم آزمایشها شامل متغیرهای مستقل زمان تیمار حرارتی در سه سطح (۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه) و ضخامت چوب در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۲ سانتی متر) متغیر وابسته درصد مرگ و میر آفت است. نتایج نشان داد که بیشترین تلفات مربوط به سن ۳ با ۱۰۰٪ مرگ و میر در زمانهای ۱۵، ۲۰ و ۳۰ ثانیه و کمترین تلفات مربوط به سنین ۱ و ۴ در مدت زمان ۱۰ ثانیه است. در بررسی اثر ضخامت تنه بر مرگ و میر آفت، سن ۳ با توجه به خسارتزا بودن، در داخل قطعات مکعبی از چوب تنه درخت در معرض غیرمستقیم امواج قرار گرفت که نتایج نشان داد در مدت زمان ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه در ضخامت ۵ سانتی‌متر میزان مرگ ومیر به ترتیب۷۰ و۱۰۰درصد، در ضخامت ۱۰ سانتی‌متر ۱۳/۳۳ و ۳۳ ۷۳ درصد و در ضخامت ۱۲سانتی‌متر ۶/۶۶ و۳۰ درصد منجر گردید.

واژه‌های کلیدی: تلفات،گرمادهی غیرمستقیم،گرمادهی مستقیم

مقدمه

سرخرطومی حنایی خرما (*Rhynchophorus ferrugineus*) یکی از آفات مهم نخل‌ها در استان سیستان و بلوچستان می‌باشد. خسارت این آفت، برای اولین بار در سال ۱۳۶۹ در نخلستان های شهرستان سراوان گزارش گردید (Avandfaghih, 1996). سیکل زندگی این آفت شامل تخم، لارو، شفیره و تبدیل به حشره کامل است که بیشترین خسارت در مرحله لاروی است، حشرات کامل آفت از طریق زخمهای موجود بر روی تنه درختان و یا محل اتصال تنه جوش و پاجوش به تنه اصلی وارد درخت می شود (Avandfaghih, 1996). ماده ها در حفره ها و سوراخ های ایجاد شده دربافت گیاه میزبان تخم می گذارند (Nirula, 1956) و لاروها راه خود را به داخل مغز درخت خرما باز می کنند. طول دوره لاروی درشرایط آزمایشگاهی ۴۱تا ۷۸وبه طور متوسط ۶۳ روز است. طول دوره شفیرگی از زمان ساختن پیله تا خروج حشره کامل از آن بین ۱۵تا ۲۷ روز وبه طور متوسط نوزده ونیم روز بوده است. طول دوره یک نسل آفت بر روی مغز درخت خرما ۵۷ تا ۱۱۱ روز و به طور متوسط ۸۵/۵ روز می باشد. هر حشره ماده در شرایط طبیعی ۱۶۸- ۳ و به طور متوسط ۷۰ تخم و در آزمایشگاه ۱۶۴- ۱۸ تخم و به طور متوسط ۸۷ تخم می گذارد (Avandfaghih, 1996). مدیریت کنترل آفت شامل قرنطینه، جلوگیری از ایجاد زخم در روی نخیلات، تله های فرومونی، دشمنان طبیعی و کنترل بیولوژیک و کنترل شیمیایی(استفاده سموم دیازینون، دیمتوات، کلروپیریفوس، کاربایل، اکسامیل، کاربوسولفان، ایمیدیاکلوپراید، ویا قرص های تدخینی فسفید آلومینیوم و یا فستوکسین)می باشد. عمومی ترین سم متیل بروماید است که اثرات زیست محیطی مخربی دارد (Banks, 1994). هر کدام از روشهای فوق مستلزم صرف زمان و هزینه هستند، روش شیمیایی منجر به خطرات زیست محیطی و سلامتی مردم می شود.

* نویسنده مسئول: mollazehi30@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

بنابراین، نیاز فوری به توسعه روش های جدید و ایمن در کنترل هجوم آفات در مواد غذایی احساس می شود. تابش امواج مایکروویو، با قدرت نفوذ خوب، می تواند آفات موجود در داخل و یا خارج دانه را از بین ببرد (Halverson *et al*, 1999). مطالعات متعدد، کنترل حشرات برای مواد غذایی از جمله گندم، (Halverson *et al*, 1999)، آرد (Shayesteh & Barthakur, 1996)، آجیل(Wang *et al*, 2001) و میوه ها (Ikediala *et al*, 1999; Karabulut & Baykal, 2002) را بررسی نمودند. پارامترهای تابش امواج مایکروویو، اثرات مرگ و میر و روند از بین رفتن با حرارت، مورد بررسی قرار گرفت. (Nelson, 1996; Tang *et al*, 2000; Wang *et al*, 2002; Johnson *et al*, 2003). استفاده از مایکروویو با شدت کم روی سوسک قرمز گندم[1] در دمای بالای ۵۰درجه سانتیگراد منجر به مرگ ۱۰۰٪ آفت گردید(Huanghua Lu *et al*,2010). خواص دی الکتریک مواد، میزان حرارت و کنترل بهینه با امواج مایکروویو برای پروسه اقتصادی کنترل آفات (Ikediala *et al*, 1999,2000; Wang *et al*, 2003a,b) همچنین اثرات حرارتی مایکروویو بر کیفیت مواد غذایی(Warchalewski *et al*, 2000) مورد بررسی قرار گرفت. زمان مرگ مدل مبنی بر معادلات مرتبه اول سنیتیک، فرمول بندی شد (Tang *et al*, 2000). گرمادهی محصول پسته با امواج مایکروویو نشان داد که گرمادهی به مدت ۵۰ ثانیه باعث مرگ و میر ۱۰۰ درصدی لاروهای سنین سوم تا چهارم و سن پنجم آفت شب پره هندی[2] می‌شود (Haj Mohammadi *et al*, 2014) اثر امواج مایکروویو بر مرگ و میر برای آفت برنج[3] بر اساس درجه حرارت برنج با استفاده از اجاق مایکروویو متناوب (LIMO) در آزمایشگاه محرز شد (Zhao *et al*, 2004). میزان مرگ و میر آفت لوبیا[4] با گرمادهی با مایکروویو با توان‌های ۳۰۰،۲۰۰ و ۴۰۰ وات در زمان‌های۲۸،۱۴ و۴۲ ثانیه بررسی گردیدکه با افزایش توان دستگاه ومدت زمان گرمادهی تلفات نیز افزایش می یابد (P.Purohit *et al*,2013). استفاده از امواج مایکروویو روشی ایمن برای ضد عفونی مطرح نموده و از آلودگی‌های زیست محیطی جلوگیری می کند. استفاده از این امواج می تواند زمان مبارزه غیرشیمیایی را کاهش داده و گرمادهی با درجه حرارت بالاتری انجام شود (Reynes, 1997). هدف از انجام این تحقیق بررسی میزان مقاومت این آفت نسبت به امواج مایکروویو، تعیین سن مناسب برای مبارزه با آفت و همچنین تعیین دمای آستانه مرگ آفت در مرحله بیشترین خسارتدهی می باشد.

مواد و روش‌ها

جمع آوری آفت: آفت سوسک سرخرطومی حنایی خرما (*Rhynchophorus ferrugineus*) از محل نخلستان‌های شهرستان سیب و سوران استان سیستان و بلوچستان در سنین متفاوت رشد تهیه گردید. برای انجام این کار درختان آلوده شناسایی و به کمک لوازم مخصوص هرس درخت، نمونه ها خارج و در ظروف پلاستیکی نگهداری شده وجهت انجام آزمایش‌ها به آزمایشگاه منتقل و در آنجا بر اساس سن آفت، تفکیک شده و در دما ورطوبت آزمایشگاه (۵±۲۰ درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی ۱۵±۴۰ درصد) در ظروف شیشه‌ای قرار گرفتند.

آفت سن یک: اندازه ابعاد بدن آفت در این سن به طول ۶-۷/۵ و عرض۲-۱ میلیمتر می باشد (شکل ۱). با توجه به اینکه میزان تخم ریزی هر حشره ماده در شرایط طبیعی ۱۶۸- ۳ تخم می باشد (Avandfaghih, 1996) بالاترین آمار آفت از نظر سن مربوط به این مرحله می باشد که در این مرحله از رشد سن آفت به طور متوسط ۸ روز می باشد.

آفت سن دو: اندازه ابعاد بدن آفت در این مرحله از رشد به طول ۲۸-۲۱ و عرض ۱۱- ۸ میلیمتر و سن آفت حدود ۳۵ روز می‌باشد (شکل ۲).

آفت سن سه: اندازه ابعاد بدن آفت در این سن به طول ۴۷-۳۶ و عرض ۱۹- ۱۵ میلیمتر می باشد (شکل ۳)، آفت در مرحله لاروی قرار داشته، لاروها از بافت های نرم و آبدار تغذیه کرده و تمام مواد فیبری را بیرون می فرستند. (Damghani& Askari, 1994; Avandfaghih, 1996). بیشترین میزان خسارت در سن های متفاوت در این مرحله اتفاق می افتد در این مرحله از رشد سن آفت به ۶۳ روز می رسد.

آفت سن چهار: اندازه ابعاد بدن آفت در این سن به طول ۴۰- ۲۶ و عرض ۱۶-۱۰ میلیمتر می باشد (شکل ۴). در این مرحله از رشد آفت پس از حدود ۸۶ روز تبدیل به حشره کامل شده و نسبت به مرحله قبلی سن از نظر ابعاد کوچک‌تر و از نظر سختی پوشش بال‌ها و بدن، بسیار سخت ومقاوم می باشد، در واقع حشره بالغ ماده کمتر در معرض امواج مایکروویو قرار می گیرد زیرا حشره بالغ ماده بر روی زخم های موجود بر روی نخیلات، در داخل بافت نرم در قاعده برگ ها و دمبرگ های آسیب دیده خرما و همچنین در محل زخم های

1. Triboliom castaneum
2. Plodia interpunctella
3. Sitophilus oryzae
4. Callosobruchus maculatus

www.SID.ir

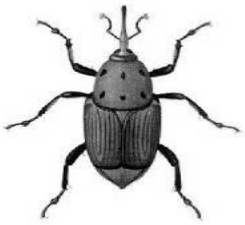
Archive of SID

ایجاد شده توسط سوسک کرگدنی خرما در تنه جوشها و یا زخم های ایجاد شده حاصل از قطع پا جوش تخمگذاری می کند (Avandfaghih, 1996) و سپس پرواز می کند، برای شکار و از بین بردن آن باید از تله‌های فرمونی استفاده نمود.

شکل۱.آفت سن یک

شکل۲.آفت سن دو

شکل۳.آفت سن سه



شکل۴.حشره بالغ

تجهیزات مولد امواج مایکرویوو و اندازه گیری دما

به منظور گرمادهی از یک دستگاه مایکروویو FUMA ساخت ژاپن (شکل ۵)با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز استفاده شد.

شکل۵. دستگاه مایکروویو

برای اندازه‌گیری دمای محفظه مایکروویو در مدت زمان های ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ ثانیه از یک عدد ترموکوپل تماسی Testo ساخت آلمان (شکل ۶) استفاده گردید، این ترموکوپل در محدوده ۵۰- تا ۱۰۰۰درجه سانتی‌گراد با دقت ۰/۵± کار می‌کند که داده‌های آن در جدول ۱ آمده است.

مدت زمان گرمادهی غیر مستقیم ۳۰، ۶۰ و۱۰۰ ثانیه وبا سه ضخامت ۱۰،۵و ۱۲ سانتیمتر روی آفت اعمال گردید. در مدت زمان ۶۰ ثانیه دما به کمک ترموکوپل که میله حسگر آن در داخل قطعه در مجاورت آفت قرار داده شده بود اندازه گیری شد.

برای اندازه گیری ابعاد بدن حشره از کولیس با دقت ۰/۱ میلیمتر استفاده گردید و میانگین ابعاد آنها مدنظر قرار گرفت.

شکل ۶. ترموکوپل تماسی برای اندازه‌گیری دمای آفت

جدول۱. اندازه گیری دما در طول مدت زمان گرمادهی

مدت زمان(ثانیه)	۱۰	۱۵	۲۰	۳۰
دما(درجه سانتیگراد)	۴۶	۶۸	۹۳	۱۳۳

www.SID.ir

Archive of SID

تجزیه وتحلیل آماری

آزمایش‌ها در دو سری به صورت آزمون فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. سری اول به منظور تعیین سن مناسب برای مبازره با آفت و سری دوم به منظور بررسی اثر ضخامت تنه درخت بر میزان مرگ و میر آفت صورت گرفت. سری اول آزمایش‌ها شامل متغیرهای مستقل سن آفت در چهار سطح (سن ۱، سن ۲، سن ۳ و سن ۴) و زمان تیمار حرارتی در چهار سطح (۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ ثانیه) و متغیر وابسته درصد مرگ و میر آفت است. سری دوم آزمایش‌ها شامل متغیرهای مستقل زمان تیمار حرارتی در سه سطح (۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه) و ضخامت چوب در سه سطح (۵، ۱۰ و ۱۲ سانتی متر) متغیر وابسته درصد مرگ و میر آفت است.

مرتب سازی و رسم نمودارها در نرم افزار اکسل[1] و تجزیه وتحلیل آماری به کمک نرم افزار SPSS با تحلیل واریانس و مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون دانکن[2] در سطح احتمال ۵٪ انجام گرفت.

1.Excel
2. Duncan

نتایج و بحث

بر اساس نتایج به دست آمده از جدول تجزیه واریانس (جدول ۲) طول مدت زمان گرمادهی بر میزان مرگ و میر آفت تاثیر معنی داری داشت ($p< ۰/۰۵$). براساس نتایج مرگ و میر در مدت زمان‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۳۰ ثانیه به ترتیب ۳۶، ۶۴، ۷۳ و۹۳ درصد افزایش داشته است که این امر مشابه تحقیقات گذشته است،این محققان نشان دادند که گرمادهی بر روی آفت شب پره هندی در مدت زمان‌های ۲۰، ۳۰، ۴۰ و۵۰ ثانیه به ترتیب منجربه مرگ و میر ۳۹/۱۱، ۶۲/۷۵، ۹۵/۷۸و ۱۰۰درصدی آفت در سن پنجم می گردد (Haj Mohammadi *et al*, 2014). نتایج شکل (۷) نشان می دهد که بین زمان‌های ۱۵ و۲۰ ثانیه اختلاف معنی داری وجود ندارد اما این اختلاف بین زمان‌های ۱۰ و۳۰ ثانیه،۱۰ و ۱۵ ثانیه، ۱۰و۲۰ثانیه ۱۵ و۲۰ با ۳۰ ثانیه ($p< ۰/۰۵$) معنی دار است.

جدول ۲. تحلیل واریانس میزان تلفات لاورها در مدت زمان های (۳۰و۲۰،۱۵،۱۰ ثانیه) گرمادهی برای سن های ۴و۳،۲،۱

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
زمان تیمار حرارتی (A)	۳	۶/۶۷۴	۴۷/۴۷۴**
سن حشره (B)	۳	۵/۵۸۰	۳۹/۶۸۹**
اثر متقابل (A×B)	۹	۰/۵۵۶	۳/۹۵۳ **
خطا	۴۶۴	۰/۱۴۱	
کل	۴۸۰		

**- معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

شکل۷. اثر مدت زمان گرمادهی با میزان مرگ ومیر و مقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن

*- حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف بین میانگین ها در تیمار ($p< ۰/۰۵$)مورد نظر می باشد.

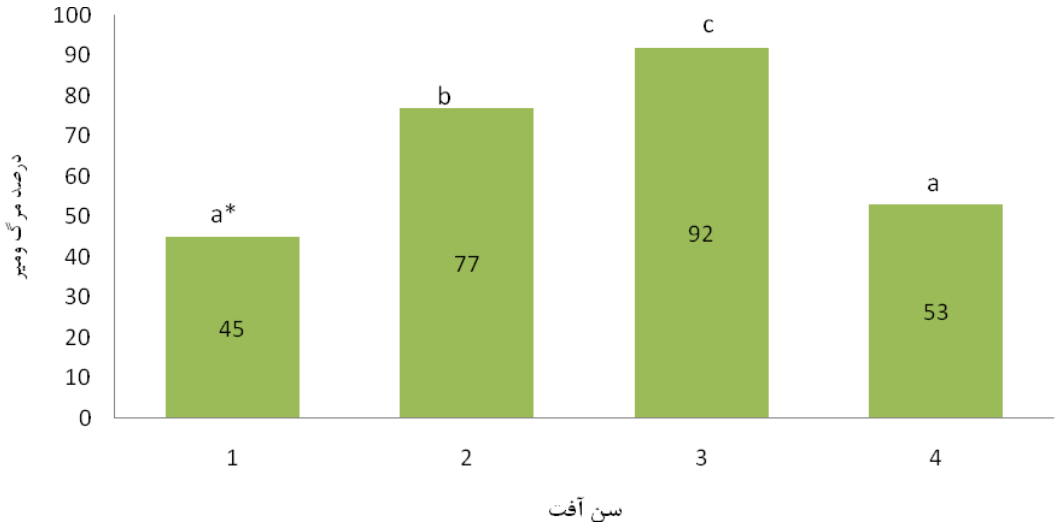
www.SID.ir

Archive of SID

برای آفت سن سه که پس از ۱۵ ثانیه به مرگ ۱۰۰درصدی آفت منجر شد، دمای ۶۸ درجه سانتی‌گراد، دمای شروع تلفات برای این سن است. در نتایج مشابه با قرار دادن آفت در زمان‌های ۱۵ و ۲۰ دقیقه، دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد می تواند تخم و لارو (مرحله اول رشد) و حشرات بالغ را از بین ببرد (Reynes, 1997 ; Falad & Abbo, 2007). در زمان‌های ۵، ۱۰ و ۱۵ دقیقه آفت سوسک شیره خوار خرما[1] تحت آزمایش قرار گرفت و به نتایج مشابهی منجر شد (Al-Azawi *et al*, 1984).

شکل (۸) میزان تلفات سنین ۱، ۲، ۳و ۴ را به ترتیب ۴۵، ۷۷، ۹۲و ۵۳ درصد نشان می دهد، که بالاترین تلفات مربوط به سن ۳ می باشد. همچنین این شکل نشان می دهد که بین تلفات سن ۱و ۴ در سطح احتمال ۵٪ اختلاف معنی داری وجود ندارد، اما بین سایر سنین این اختلاف معنی دار است.

1. *Carpophilus hemipterus*



شکل ۸. اثر سن آفت با میزان مرگ و میر ومقایسه میانگین ها به روش آزمون دانکن

* حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف بین میانگین ها در تیمار (p< ۰/۰۵)مورد نظر می باشد.

برای بررسی اثرات متقابل مدت زمان گرمادهی و درصد مرگ و میر از نمودار اثرات متقابل(شکل۹) استفاده گردید. میزان تلفات برای سن اول تا ۱۵ ثانیه افزایش شدیدی به میزان ۵۰٪ را نشان می دهد ولی از ۱۵ تا ۳۰ ثانیه شیب تلفات نسبت به مرحله قبل کمتر است، زیرا در مدت زمان ۱۵ ثانیه گرمای داده شده برای این سن به عنوان شوک عمل نموده که منجر به حدکثر تلفات شده است. برای سن دوم با افزایش مدت زمان گرمادهی تلفات در مقاطع متفاوت زمانی تقریبا دارای شیب افزایشی یکنواختی است، زیرا با بزرگتر شدن جثه و میزان آب موجود در بدن آفت نسبت به سن اول، تلفات روند افزایشی یکنواختی را نشان می دهد. در سن سوم، گرمادهی تا ۱۵ثانیه منجر به افزایش شدید تلفات شده و با افزایش مدت زمان گرمادهی میزان تلفات ثابت مانده است، چون در این مرحله از رشد آفت بیشترین میزان آب را در داخل بدن خود دارد لذا در اثر گرمادهی با امواج بیشترین تلفات را خواهد داشت. در سن چهارم تا ۲۰ ثانیه تلفات باشیب نسبتاً ثابت ولی از ۲۰ تا ۳۰ ثانیه تلفات با شیب نسبتاً زیادی همراه می باشد و دلیل آن این است که در این سن، آفت تبدیل به حشره بالغ شده، پوست آن سخت تر و رطوبت بدن آن نسبت به سایر سنین کمتر است.

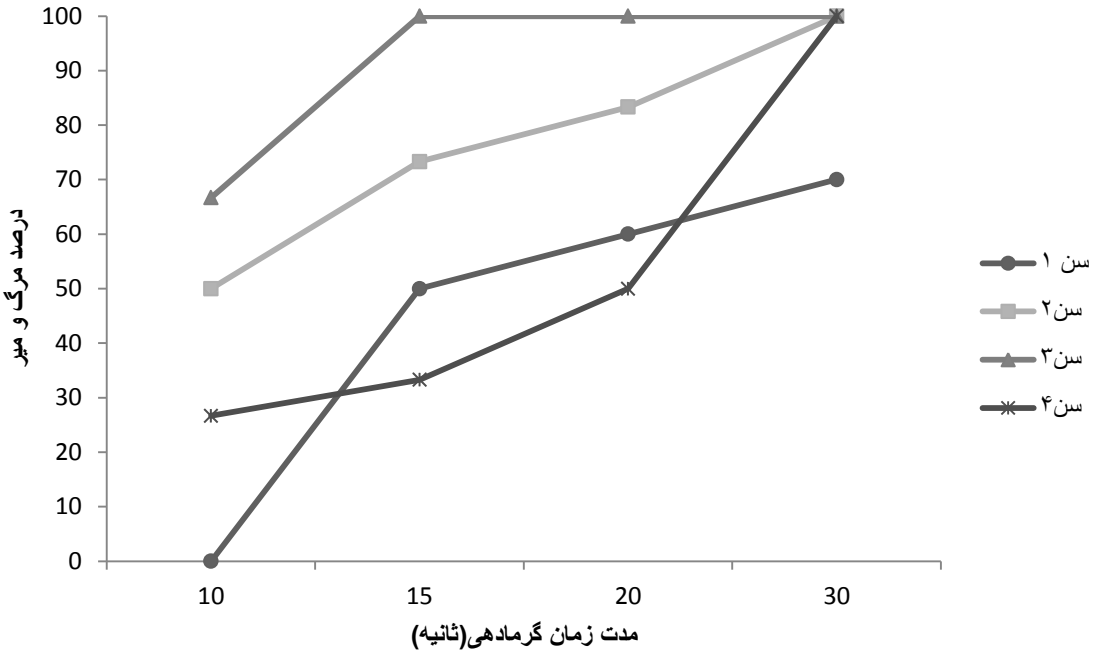
اثر ضخامت تنه بر روی مرگ ومیر آفت سن سه

در مدت زمان ۶۰ ثانیه دما به ۵۵ درجه سانتی‌گراد رسید که ۷۰ درصد آفت از بین رفت، در مدت زمان ۱۰۰ ثانیه دمای قطعه و آفت به ۷۶ درجه سانتیگراد رسید، که به ۱۰۰درصد مرگ آفت منجر گردید زیرا در این زمان، دما بیش از ۶۸ درجه سانتیگراد (نقطه آغاز ۱۰۰درصد مرگ در معرض مستقیم گرمادهی) می باشد. با افزایش ضخامت به ۱۰ سانتی‌متر، دمای داخلی قطعه و میزان مرگ و میر کاهش می یابد، که در مدت زمان ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه میزان مرگ ومیر به ترتیب ۱۳/۳۳ و ۷۳/۳۳ درصد نسبت به ضخامت ۵ سانتی‌متر کاهش می یابد. با افزایش دو برابری ضخامت از ۵ به ۱۰ سانتیمتر میزان

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش دما یک رابطه غیر خطی می باشد و تابع عوامل متعددی از جمله چگالی تنه درخت، میزان رطوبت موجود در بافت‌های آوندی و آبدار، توان دستگاه مایکروویو دارد. با افزایش مجدد ضخامت از ۱۰ به ۱۲ سانتی‌متر کاهش بسیار چشمگیری در میانگین مرگ و میر رخ می دهد، بطوریکه در زمانهای مشابه ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه میزان مرگ و میر به ترتیب ۶/۶۶ و۳۰ درصد نسبت به حالت قبل کاهش می یابد. میزان تلفات در ضخامت های (۵، ۱۰ و ۱۲سانتیمتر) در مدت گرمادهی ۳۰ ثانیه، صدرصد می باشد. میزان تلفات در مدت زمان ۶۰ ثانیه با ضخامت ۵ سانتیمتر، نسبت ضخامت های ۱۰ و۱۲ سانتی‌متر بیشتر می باشد. میزان تلفات در مدت زمان ۱۰۰ ثانیه با ضخامت ۵ سانتیمتر نسبت ضخامت های ۱۰ و۱۲ سانتیمتر خیلی بیشتر می باشد. براساس نتایج جدول تجزیه واریانس (جدول ۳) مدت زمان گرمادهی ۳۰، ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه با میزان مرگ ومیر آفت تفاوت معنی داری ($p< ۰/۰۵$) وجود دارد. همچنین سن آفت با میزان مرگ ومیر آفت تفاوت معنی داری ($p< ۰/۰۵$) را نشان می‌دهد.



شکل۹. اثرات متقابل زمان و سن بر میزان درصد مرگ ومیر آفت

جدول۳. تحلیل واریانس تلفات سن سه در مدت زمان‌های (۱۰۰و۶۰،۳۰ ثانیه) گرمادهی با ضخامت‌های ۱۲و۱۰،۵ سانتی‌متر

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F
زمان تیمار حرارتی(C)	۲	۲/۱۸۱	۲۳ /۹۲۳**
سن حشره (D)	۲	۱۱/۲۲۶	۱۲۳/۱۰۸**
اثر متقابل (C×D)	۴	۰/۹۹۶	۱۰/۹۴۶ **
خطا	۲۶۱	۰/۹۱	
کل	۲۷۰		

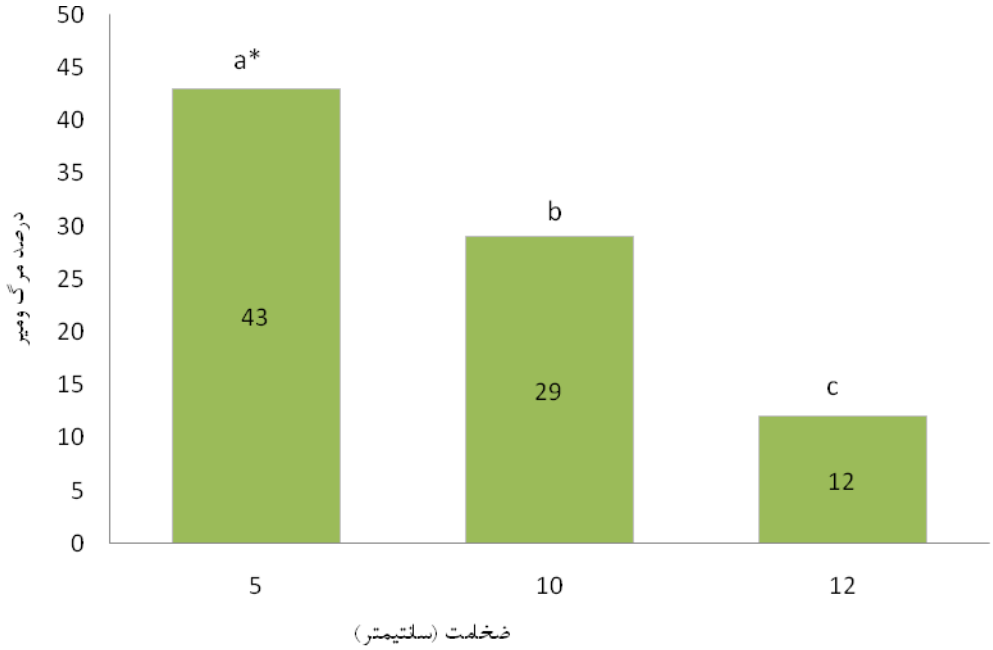
**- معنی دار در سطح احتمال ۵ درصد

براساس نتایج شکل۱۰ میزان مرگ ومیر آفت در سن ۳ با ضخامت ۵، ۱۰و ۱۲ سانتی‌متر به ترتیب ۴۳، ۲۹و ۱۲ درصد است که با افزایش ضخامت میزان مرگ ومیر کاهش می یابد. همچنین تیمارهای ۵، ۱۰و ۱۲ سانتی‌متر با همدیگر اختلاف معنی داری ($p< ۰/۰۵$) را نشان می دهند.

برای بررسی اثرات متقابل ضخامت - سن از شکل ۱۱ استفاده گردید. در ضخامت ۵ سانتی‌متر در مدت زمان گرمادهی ۳۰ ثانیه با افزایش مدت زمان گرمادهی، میزان مرگ و میر آفت به طور ناگهانی افزایش می یابد، به طوری‌که در مدت زمان ۶۰ ثانیه مرگ و میر از حدود ۳۳ درصد به ۱۰۰ درصد در مدت زمان ۱۰۰ ثانیه می رسد. در ضخامت ۱۰ سانتی‌متر در مدت زمان ۶۰ ثانیه میزان مرگ و میر کمتر از ۲۰ درصد است که با افزایش مدت زمان گرمادهی به ۱۰۰ ثانیه، میزان مرگ و میر به حدود ۷۳درصد می رسد. در ضخامت ۱۲سانتی‌متر در مدت زمان۶۰ ثانیه میزان مرگ ومیر کمتر از ۱۰درصد است که با افزایش مدت زمان گرمادهی به ۱۰۰ ثانیه میزان مرگ و میر به حدود ۳۰ درصد می رسد.

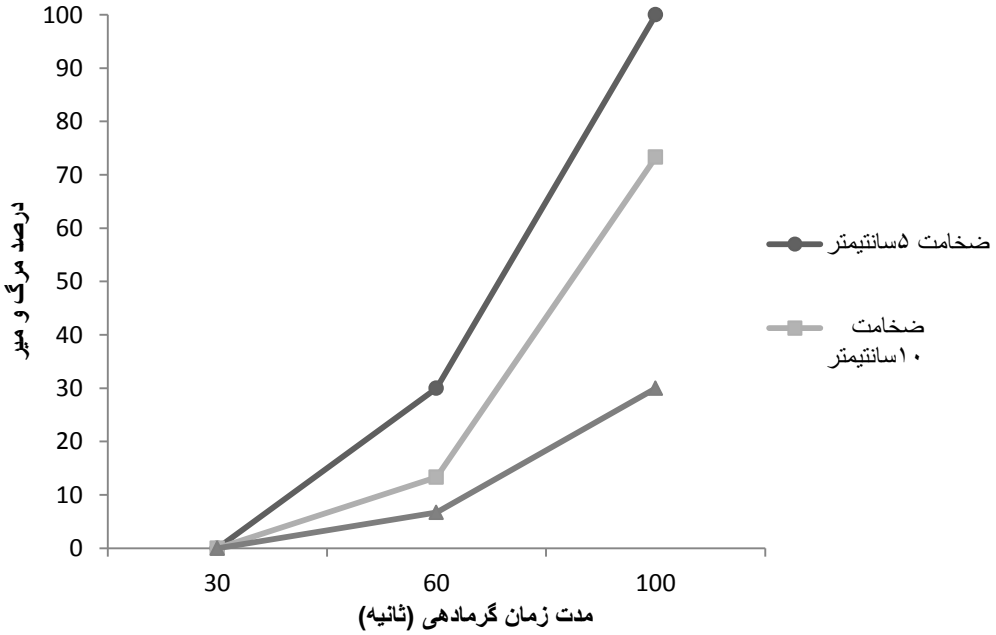
www.SID.ir

Archive of SID



*- حروف غیر مشابه نشان دهنده معنی دار بودن اختلاف بین میانگین ها در تیمار (p< ۰/۰۵) مورد نظر می باشد.

شکل۱۰.اثر ضخامت با میزان مرگ و میر و مقایسه میانگین ها در ضخامتها ی مختلف به روش آزمون دانکن



شکل ۱۱. اثرات متقابل زمان و ضخامت بر میزان درصد مرگ ومیر آفت سن سه

نتیجه گیری

آفت در سن یک، با توجه به کوچکی جثه، مرگ و میر کمتری را متحمل می گردد. در سن دو با توجه به بزرگتر شدن آفت، تلفات آن نسبت به سن یک افزایش نشان می دهد. در سن سه، آفت بالاترین ابعاد و وزن را دارد، لذا در اثر امواج مایکروویو بالاترین جذب امواج و بالاترین دما را در بدن و در نتیجه بالاترین درصد مرگ و میر را دارد. بیشترین مرگ و میر در زمان‌های مشابه گرمادهی در این مرحله اتفاق افتاد، به طوری‌که پس از مدت زمان ۱۵ثانیه تمام نمونه های آفت از بین رفتند، در این مدت زمان دمای داخل محفظه دستگاه مایکروویو ۶۸ درجه سانتی‌گراد اندازه گیری شد که این دما، دمای شروع مرگ ومیر آفت

www.SID.ir

Archive of SID

می باشد، دراین دما و زمان مذکور ۱۰۰درصد نمونه های آفت ازبین رفتند و با افزایش زمان گرمادهی درمدت زمان ۲۰ و۳۰ ثانیه وافزایش دما، به ۱۰۰درصد تلفات آفت منجر گردید. لذا این مرحله از رشد بهترین زمان مبارزه غیرشیمیمایی آفت با استفاده از امواج مایکروویو محسوب می گردد. در سن چهار آفت بدلیل تبدیل شدن به حشره بالغ، کاهش وزن و رطوبت بدن آن و سخت ترشدن پوشش بدن، میزان مقاومت آن نسبت به امواج مایکروویو نیز افزایش می یابد و میزان تلفات آن نسبت به سن دو و سه در زمان‌های ۱۵ و۲۰ ثانیه کاهش نشان داد. در مدت زمان ۱۵ و۲۰ ثانیه گرمادهی مستقیم، اختلاف معنی‌داری بین میانگین ها وجود ندارد ولی بین سایر تیمارها این اختلاف معنی دار می باشد. همچنین بین سن ۱ و ۴ اختلاف میانگین‌ها معنی دار نبوده ولی بین سایر سنین تفاوت معنی دار می باشد.

در گرما دهی غیرمستقیم، در ضخامت ۵ سانتی‌متری قطعه به علت کم بودن ضخامت، گرمای بیشتر نفوذ کرده و لاورها را از بین می برد و با افزایش مدت زمان گرمادهی به ۶۰ و ۱۰۰ ثانیه میزان تلفات بالا می رود، در ضخامت های ۱۰ و۱۲ سانتی‌متری میزان تلفات با افزایش میزان گرمادهی افزایش می یابد که نشان دهنده این موضوع است که با مدت زمان گرما دهی میزان تلفات افزایش می‌یابد. همچنین با افزایش ضخامت قطعه میزان تلفات لاورها کاهش می یابد. در مجموع میزان مرگ ومیر با ضخامت رابطه معکوس و با مدت گرمادهی رابطه مستقیم دارد.

REFERENCES

Al-Azawi, A., El-Haidari, H.S., Aziz, F.M., Murad, A.K., Al-saud, H.M.,(1984). The effect of high temperatures on the dried fruit beetle *Carpophilus hemipterus L*, a pest of stored dates in Iraq. *Journal of Date Palm*, 3, 327–336.

Avandfaghih, A. (1996). Biology of *Rhynchophorus ferrugineus* Olive in Saravan (Sistan and Baloochestan) *Journal of plant pests and Illness Publication*, 63(1), 61-86. (In Farsi)

Avand faghih, A.(1999). Study of using the mixed engaging for controlling the population *Rhynchoforus ferrugineus* in Sistan and Baloochestan, M. A. dissertation, University of Tehran. (In Farsi)

Banks, H.J., (1994). Fumigation – an endangered technology In: Highley, E., Wright, E.J., Banks, H.J., Champ, B.R. (Eds.).in: proceedings of *6th International Working Congress on Stored-product Protection, Wallingford*, 17-23 Apr. Canberra, Austuralia, pp. 2–6.

Damghani, R., Askari, M. (1994). Study of *Rhynchoforus ferrugineus* live in Saravan . In: Proceedings of *11th Congress on Entomologists association* of Iran . pp190. (In Farsi)

Falad, K.O., Abbo, E.S.(2007). Air-drying and rehydration characteristics of date palm (*Phoenix dactylifera L.*) fruits. *Journal of Food Engineering*, 79 (2), 724–730.

Haj Mohammadi, H., Sadrnia, H., Abbspoorfard, M.(2014). Effect of Microwave Heating Treatment on Mortality of Indian Meal Moth (*Plodia interpunctella*) in Pistachio. *Journal of Plant protection publication*, 2(1), 18-25. (In Farsi)

Halverson, S.L., Burkholder, W.E., Bigelow, T.S., Nordheim, E.V., Misenheimer, M.E.(1996). High-power microwave radiation as an alternative insect control method for stored products. *Journal of Economic Entomology*, 89, 1638–1648.

Huanghua Lu, Jicheng Zhao, Shanbai Xiong, Siming Zhao.(2010). Effects of low-intensity microwave radiation on Tribolium castaneum physiological and biochemical characteristics and survival. *Journal of Insect Physiology*,56, 1356-1361.

Ikediala, J.N., Tang, J., Neven, L.G., Drake, S.R.(1999). Quarantine treatment of cherries using 915MHz microwave: temperature mapping, codling moth mortality and fruit quality. *Journal of Post-Harvest Biology and Technology*,16, 127–137.

Karabulut, O.A., Baykal, N.(2002). Evaluation of the use of microwave power for the control of post-harvest diseases of peaches. *Journal of Post-Harvest Biology and Technology*,26, 237–240.

Nelson, S.O.(1996). Review and assessment of radio-frequency and microwave energy for stored-grain insect control. Transactions of *American Society of Agricultural Engineers*, 39, 1475–1484.

Nirula, k. k.(1956). Investigation on the pests of coconut palm , Part – IV. *Rhynchophorus ferrugineus*, *Journal of Indian coconut*, 9, 229-247.

P. Purohit, D.S. Jayas, B.K. Yadav, V. Chelladurai, P.G. Fields, N.D.G. White.(2013). Microwaves to control Callosobruchus maculatus in stored mung bean (Vigna radiata). *Journal of Stored Products Research*,53,19-22.

Reynes, M. (1997). *Influence of disinfestation-microwave process on date fruits quality*. Ph.D. dissertation University of Institut Polytechnique de Lorraine, France.

Shayesteh, N., Barthakur, N.N.(1996). Mortality and behavior of two stored-product insect species during microwave irradiation. *Journal of Stored Products Research*, 32, 239–246.

Tang, J., Ikediala, J.N., Wang, S., Hansen, J.D., Cavalieri, R.(2000). High temperature- short-time quarantine treatments. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 21, 129–145.

Wang, S., Ikediala, J.N., Tang, J., Hansen, J.D., Mitcham, E., Mao, R., Swanson, B.(2001). Radio

www.SID.ir

Archive of SID

frequency treatments to control codling moth in in-shell walnuts. *Journal of Postharvest Biology and Technology*, 22, 29–38.

Warchalewski, J.R., Pradzynska, A., Gralik, J., Nawrot, J.(2000). The effect of gamma and microwave irradiation of wheat grain on development parameters of some stored grain pests. *Journal of Nahrung* 44, 411–414.

Zhao, S., Shao, X., Xing, S., Qiu, C.(2004). Study on Mortality model of rice storage insect treated by microwave. In: Proceedings of *CIGR International Congress on China Agricultural Science and Technology*, 11–14 Oct. Huazhong Agricultural University, Beijing, China, pp49.

www.SID.ir