



۱۳۷۴



دانشکده کشاورزی
گروه گیاهپزشکی

بررسی اثر امواج میکروویو و سرمادهی بر روی سه گونه آفت انباری
در شرایط آزمایشگاه

سمیه قاسم زاده

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد

اساتید راهنما:

پروفسور دکتر علی اصغر پورمیرزا
دکتر محمد حسن صفر علیزاده

۱۳۸۹/۴/۸

کتابخانه اطلاعیه مرکز علمی پژوهش
تاسیس ۱۳۸۸

زمستان ۱۳۸۸

۱۳۸۷۳۶

پایان نامہ خانم سمیہ قاسم زادہ بہ تاریخ ۸۸/۱۱/۴ شماره ۱۱۲-۲ ک مورد پذیرش ہیئت
محترم داوران با رتبہ عالی و نمبرہ ۱۹۱- قرار گرفت.

۱- استاد راہنمای اول و رئیس ہیئت داوران دکتور علی اصغر پور میرزا

۲- استاد راہنمای دوم دکتور محمد حسن صفر علیزادہ

۳- داور خارجی دکتور سعید ارومچی

۴- داور داخلی دکتور یوبرت قوستا

۵- نمایندہ تحصیلات تکمیلی دکتور ایرج بز نوسی

تقدیم به ذات اقدس الهی

او که حق ستایشش

بالاتر از حد ستایش

ستایشگران است

تقدیر و تشکر

به نام ایزد منان

الهی، ای کریمی که بخشنده‌ی عطایی و ای حکیمی که پوشنده‌ی خطایی و ای احدی که در ذات و صفات بی-همتایی و ای خالقی که راهنمایی و ای قادری که خدایی را سزایی. به ذات لایزال خود و به صفات با کمال خود و به عزت و جلال خود و به عظمت جمال خود که جان ما را صفای خود ده، دل ما را هوای خود ده، چشم ما را ضیاء خود ده و ما را آن ده که آن به.

از استاد فرزانه جناب آقای پروفیسور دکتر علی اصغر پورمیرزا که در تمام دوره‌ی تحقیق و تدوین پایان نامه اینجانب را راهنمایی و مورد حمایت خود قرار داده‌اند و پیشنهادات سودمند ایشان سبب بهبود کیفیت پایان نامه حاضر گردیده، صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نمایم و برایشان آرزوی طول عمر با عزت و سلامتی دارم.

از استاد گرانقدر آقای دکتر محمد حسن صفرعلیزاده به خاطر راهنمایی‌ها و مساعدت‌های ارزشمندشان در طول دوره‌ی تحقیق و تدوین پایان نامه نهایت تشکر را دارم و برایشان آرزوی سلامتی و سربلندی می‌نمایم.

از اساتید ارجمند آقای پروفیسور شایسته، آقای دکتر قوستا و آقای دکتر کریم پور به خاطر مساعدت‌ها و راهنمایی‌های ارزشمندشان در طول این مدت تشکر و قدردانی می‌کنم.

از همکاری و مساعدت‌های بی‌شائبه‌ی آقای هوشنگ جعفرقلی‌زاده و آقای حسن زاده صمیمانه سپاسگزاری می‌کنم و برایشان آرزوی توفیق روزافزون می‌نمایم.

از کمک‌ها و محبت‌های دوستان ارجمندم در دانشگاه ارومیه صمیمانه سپاسگزارم.

از لطف و محبت بی‌دریغ پدرم، مادرم و خانواده‌ام قدردانی می‌کنم و برایشان آرزوی سلامت، سعادت و شادکامی

دارم.

فهرست

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	چکیده
۳	مقدمه
۶	بررسی نوشته‌ها
۶	رده‌ی حشرات
۶	۱- خانواده‌ی Tenebrionidae
۷	شپشه‌ی آرد <i>Tribolium castaneum</i> (Herbst)
۷	۱-۱- مرفولوژی
۷	۱-۱-۱- حشره‌ی کامل
۸	۱-۱-۲- تخم
۸	۱-۱-۳- لارو
۸	۱-۱-۴- شفیره
۹	۲-۱- بیولوژی
۹	۳-۱- اهمیت اقتصادی
۹	۴-۱- علائم آلودگی
۱۰	۵-۱- مناطق انتشار
۱۰	۲- خانواده‌ی Curculionidae
۱۱	شپشه‌ی برنج <i>Sitophilus oryzae</i> (L.)
۱۱	۱-۲- مرفولوژی

- ۱۱..... ۲-۱-۱- حشره‌ی کامل
- ۱۲..... ۲-۱-۲ تخم
- ۱۲..... ۲-۱-۳ لارو
- ۱۲..... ۲-۱-۴ شفیره
- ۱۳..... ۲-۲ بیولوژی
- ۱۳..... ۲-۳ اهمیت اقتصادی
- ۱۴..... ۲-۴ علایم آلودگی
- ۱۴..... ۲-۵ مناطق انتشار در ایران
- ۱۵..... ۳- خانواده‌ی *Silvanidae*
- ۱۵..... شپشه‌ی دنداندار *Oryzaephilus surinamensis* (L.)
- ۱۵..... ۳-۱ مرفولوژی
- ۱۵..... ۳-۱-۱ حشره‌ی کامل
- ۱۶..... ۳-۱-۲ تخم
- ۱۶..... ۳-۱-۳ لارو
- ۱۶..... ۳-۱-۴ شفیره
- ۱۷..... ۳-۲ بیولوژی
- ۱۷..... ۳-۳ اهمیت اقتصادی
- ۱۸..... ۳-۴ علائم آلودگی
- ۱۸..... ۳-۵ مناطق انتشار در ایران
- ۱۸..... کنترل آفات انباری
- ۱۸..... ۱. پیشگیری
- ۱۹..... ۲. مبارزه‌ی بیولوژیکی
- ۲۰..... ۳. مبارزه‌ی میکروبیولوژیکی

۴. مبارزه‌ی ژنتیکی ۲۰
۵. مبارزه‌ی شیمیایی ۲۰
۶. مبارزه‌ی قانونی ۲۱
۷. ایجاد خلاء ۲۱
۸. مبارزه‌ی تلفیقی ۲۱
۹. مبارزه‌ی فیزیکی ۲۱
- ۱-۹- استفاده از دما ۲۲
- ۲-۹- میدان‌های الکترومغناطیس ۲۳
- ۱-۲-۹- پرتو مادون قرمز ۲۴
- ۲-۲-۹- پرتو گاما ۲۴
- ۳-۲-۹- امواج میکروویو ۲۵
- مکانیسم حرارت دهی امواج میکروویو ۲۶
- اثرات بیولوژیکی تابش میکروویو ۲۶
- کاربرد امواج الکترومغناطیس در کشاورزی ۲۷
- مواد و روش‌ها ۳۵
- ۱- مکان انجام آزمایش ۳۵
- ۲- جمع آوری نمونه‌ها ۳۵
- ۳- پرورش حشرات ۳۵
- ۱-۳- پرورش شپشه آرد ۳۵
- ۲-۳- پرورش شپشه برنج ۳۶
- ۳-۳- پرورش شپشه دندانه دار ۳۷
- ۴- جمع آوری حشرات کامل ۳۷
- ۱-۴- جمع آوری حشرات کامل یک تا هفت روزه‌ی شپشه‌ی آرد ۳۷

- ۳۷..... ۲-۴- جمع آوری حشرات کامل یک تا هفت روزهی شپشهی برنج
- ۳۸..... ۳-۴- جمع آوری حشرات کامل یک تا هفت روزهی شپشهی دندانه‌دار
- ۳۸..... ۵- امواج میکروویو
- ۳۸..... ۶- برودت
- ۷- بررسی اثرات کشندگی امواج میکروویو در فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز با توان و زمان معین و برودت با میزان و
 ۳۹..... زمان معین
- ۳۹..... ۱-۷- واحدهای آزمایشی
- ۲-۷- تأثیر کشندگی امواج میکروویو و سرمادهی روی حشرات کامل شپشهی آرد، شپشهی برنج و شپشهی دندانه-
 ۳۹..... دار
- ۴۰..... ۳-۷- تابش امواج میکروویو و سرما دهی
- ۴۰..... ۸- بررسی میزان نفوذ امواج میکروویو در داخل محیط غذایی (دانه‌های گندم)
- ۴۱..... ۹- بررسی اثر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی رفتار حشرات کامل *T. castaneum*
- ۴۲..... ۱۰- ارزیابی اثر امواج میکروویو بر روی قوهی نامیهی گندم (درصد جوانه‌زنی)
- ۴۲..... ۱۱- تجزیهی آماری و تحلیل داده‌ها
- ۴۳..... نتایج
۱. تلفات حشرات کامل *T. castaneum* در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در
 ۴۳..... دمای 6 ± 1 درجهی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت
- ۴۴..... ۱-۱- مقایسهی میانگین تیمارها
- ۱-۱-۱- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای
 ۴۴..... ۶ درجهی سانتی‌گراد پس از ۴۸ ساعت روی حشرات کامل *T. castaneum*
- ۲-۱-۱- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶
 ۴۵..... درجهی سانتی‌گراد پس از ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *T. castaneum*

- ۱-۱-۳- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *T. castaneum* ۴۶
- ۱-۱-۴- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *T. castaneum* ۴۶
۲. تلفات حشرات کامل *S. oryzae* در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶± درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت ۴۷
- ۱-۲- مقایسه‌ی میانگین تیمارها ۴۹
- ۱-۱-۲- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae* ۴۹
- ۲-۱-۲- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae* ۴۹
- ۳-۱-۲- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae* ۵۰
- ۴-۱-۲- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae* ۵۱
۳. تلفات حشرات کامل *O. surinamensis* در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶± درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت ۵۱
- ۱-۳- مقایسه‌ی میانگین تیمارها ۵۳
- ۱-۱-۳- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis* ۵۳

- ۳-۱-۲- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد پس از ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis* ۵۴
- ۳-۱-۳- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis* ۵۴
- ۳-۱-۴- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت متناوب در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis* ۵۵
- ۴- تأثیر کشندگی امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae*، *T. castaneum* و *O. Surinamensis* ۵۶
- ۵- آزمایش میزان نفوذپذیری امواج میکروویو در داخل دانه‌های گندم ۵۷
- ۶- آزمایش تأثیر امواج میکروویو روی رفتار حشرات کامل *T. castaneum* ۵۹
- ۱-۶- مقایسه‌ی میانگین تیمارها ۵۹
- ۱-۱-۶- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از دهانه‌ی لیوان یک بار مصرف سوراخ شده ۵۹
- ۲-۱-۶- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از دیواره‌های لیوان یک بار مصرف سوراخ شده ۵۹
- ۳-۱-۶- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از پایین لیوان یک بار مصرف سوراخ شده ۶۰

- ۶-۱-۴- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۱
- ۶-۱-۵- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۱
- ۶-۱-۶- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از دهانه‌ی لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۲
- ۷- آزمایش تأثیر امواج میکروویو روی درصد جوانه‌زنی بذور گندم ۶۳
- بحث ۶۵
۱. تلفات حشرات کامل *T. castaneum* با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای 1 ± 6 درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت..... ۶۵
۲. تلفات حشرات کامل *S. oryzae* با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای 1 ± 6 درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت..... ۶۶
۳. تلفات حشرات کامل *O. surinamensis* با توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و در دمای 1 ± 6 درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت..... ۶۶
۴. حساسیت حشرات کامل *T. castaneum*، *S. oryzae* و *O. surinamensis* در سطح توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای 1 ± 6 درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت..... ۶۷
۵. میزان نفوذپذیری امواج میکروویو در داخل دانه‌های گندم..... ۶۷
۶. تأثیر امواج میکروویو روی رفتار حشرات کامل *T. castaneum*..... ۶۷
۷. تأثیر امواج میکروویو روی درصد جوانه‌زنی بذور گندم ۶۸

۶۹	پیشنهادات
۷۰	ضمائم
۷۵	منابع مورد استفاده
۸۴	Abstract

فهرست اشکال

صفحه	عنوان
۸	شکل ۱- حشره‌ی کامل و لارو <i>T. castaneum</i> (Herbst)
۱۰	شکل ۲- خسارت شپشه‌ی آرد روی آرد گندم
۱۲	شکل ۳- حشره‌ی کامل و لارو <i>Sitophilus oryzae</i> (L.)
۱۳	شکل ۴- مراحل مختلف زیستی <i>Sitophilus oryzae</i> (L.)
۱۴	شکل ۵- خسارت شپشه‌ی برنج روی گندم
۱۶	شکل ۶- حشره‌ی کامل و لارو <i>Oryzaephilus surinamensis</i> (L.)
۴۱	شکل ۷- آزمایش رفتار <i>T. castaneum</i> (عکس از نگارنده)
۵۸	شکل ۸- نمودار مربوط به نفوذ امواج میکروویو در داخل محیط غذایی

فهرست جداول

صفحه	عنوان
۴۳	جدول ۱- تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تلفات حشرات کامل <i>T. castaneum</i> در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت
۴۴	جدول ۲- مقایسه‌ی میانگین تلفات حشرات کامل <i>T. castaneum</i> در توان ۱۰۰ وات در زمان ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد در زمان‌های ۴۸ و ۷۲ ساعت ($\bar{x} \pm SE$)

- جدول ۳- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی-
 ۴۵.....*T. castaneum* گراد پس از ۴۸ ساعت روی حشرات کامل
 جدول ۴- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی-
 ۴۵.....*T. castaneum* گراد پس از ۷۲ ساعت روی حشرات کامل
 جدول ۵- تلفات حشرات کامل *T. castaneum* در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم در دمای
 ۴۶..... ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت
 جدول ۶- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس
 ۴۷..... از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *T. castaneum*
 جدول ۷- تجزیه‌ی واریانس داده‌های تلفات حشرات کامل *S. oryzae* در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به
 ۴۷..... صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت
 جدول ۸- مقایسه‌ی میانگین‌های تلفات حشرات کامل *S. oryzae* در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت
 ۴۸..... مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت ($\bar{x} \pm SE$)
 جدول ۹- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی-
 ۴۹..... گراد پس از ۴۸ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae*
 جدول ۱۰- تلفات حشرات کامل *S. oryzae* در توان ۱۰۰ وات و در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب
 ۵۰..... در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۷۲ ساعت
 جدول ۱۱- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس
 ۵۰..... از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی تلفات حشرات کامل *S. oryzae*
 جدول ۱۲- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس
 ۵۱..... از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *S. oryzae*
 جدول ۱۳- تجزیه‌ی واریانس داده‌های تلفات حشرات کامل *O. surinamensis* در توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰
 ۵۲..... دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت

- جدول ۱۴- مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به تلفات حشرات کامل *O. surinamensis* در توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت ($\bar{x} \pm SE$)..... ۵۲
- جدول ۱۵- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis*..... ۵۳
- جدول ۱۶- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis*..... ۵۴
- جدول ۱۷- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis*..... ۵۵
- جدول ۱۸- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در مدت ۱۰ دقیقه به صورت متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی‌گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis*..... ۵۵
- جدول ۱۹- تأثیر کشندگی توان ۱۰۰ وات در زمان ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب در دمای ۶ درجه‌ی سانتی-گراد پس از ۴۸ و ۷۲ ساعت روی حشرات کامل *O. surinamensis* و *S. oryzae*, *T. castaneum*..... ۵۶
- جدول ۲۰- میزان نفوذپذیری امواج میکروویو در داخل دانه‌های گندم..... ۵۷
- جدول ۲۱- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از دهانه‌ی لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۵۹
- جدول ۲۲- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از دیواره‌های لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۰
- جدول ۲۳- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از پایین لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۰
- جدول ۲۴- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۱
- جدول ۲۵- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum* از لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۲

جدول ۲۶- تأثیر امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه روی گریز حشرات کامل *T. castaneum*

از دهانه‌ی لیوان یک بار مصرف سوراخ شده..... ۶۲

جدول ۲۷- تجزیه‌ی آماری داده‌های مربوط به جوانه‌زنی گندم در توان‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ وات در زمان‌های ۲، ۴، ۶

و ۱۰ دقیقه..... ۶۳

جدول ۲۸- مقایسه‌ی میانگین‌های مربوط به جوانه‌زنی گندم در آزمایش بررسی اثر امواج میکروویو با توان‌های

۱۰۰ و ۲۰۰ وات در زمان‌های ۲، ۴، ۶ و ۱۰ دقیقه ($\bar{x} \pm SE$)..... ۶۴

چکیده

بررسی اثر امواج میکروویو و سرمادهی بر روی سه گونه آفت انباری در شرایط آزمایشگاه

در طی سال‌های متمادی غذای اصلی بشر را غلات به خصوص گندم، جو، برنج و ذرت تشکیل داده اند. لذا تولید، انبار و ذخیره‌سازی این محصولات برای جوامع بشری از دیر باز اهمیت بسیاری داشته است. حشرات آفات انباری، موجب کاهش وزن، کیفیت و ارزش تجارتي بذور انبار شده می‌گردند. در حدود ۲۵ درصد از این حشرات متعلق به راسته‌ی سخت بالپوشان می‌باشند. بیشترین خسارت به بذور انبار شده، توسط گونه‌های مختلف جنس‌های *Tribolium* و *Sitophilus* وارد می‌شود. امواج میکروویو، از طریق افزایش دما در مواد غذایی و بدن حشرات، بدون هیچ‌گونه اثر سمی بر مواد غذایی، می‌توانند برای کنترل آفات موجود در آن‌ها به کار روند. دماهای پایین از طریق کاهش میزان رشد، تغذیه و باروری حشره و یا کاهش طول دوره‌ی زندگی حشره، روی آن اثر می‌گذارند. حشرات کامل *Tribolium castaneum*، *Sitophilus oryzae* و *Oryzaephilus surinamensis* به تفکیک تحت تابش امواج میکروویو با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز در توان ۱۰۰ وات به مدت ۱۰ دقیقه به صورت مداوم و متناوب (۵ دقیقه تابش امواج، ۲ دقیقه استراحت و مجدداً ۵ دقیقه تابش امواج) قرار گرفتند. هر واحد آزمایشی، یک پتری‌دیش بود و در هر واحد آزمایشی ۱۰ گرم ماده‌ی غذایی ریخته شد و سپس ۲۰ عدد حشره‌ی کامل ۷-۱ روزه مورد نظر به صورت تصادفی به هر پتری‌دیش اضافه گردید. سپس پتری‌دیش‌ها به داخل آون میکروویو منتقل شدند. بعد از موج دهی، نمونه‌ها بلافاصله به درون یخچال با دمای 1 ± 6 درجه‌ی سانتی‌گراد منتقل شده و به مدت ۴۸ و ۷۲ ساعت نگهداری شدند و سپس در محیط آزمایشگاه تحت شرایط 2 ± 25 درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی 5 ± 50 درصد به مدت ۴۸ ساعت نگهداری شدند. هر آزمایش با ۱۲ تکرار همراه با تیمار شاهد انجام گرفت. نتایج نشان داد که حساسیت این حشرات نسبت به امواج میکروویو و سرمادهی به صورت $T. castaneum < S. oryzae < O. surinamensis$ می‌باشد. برای بررسی میزان نفوذ امواج میکروویو در داخل دانه‌های گندم، آزمایش‌های جداگانه‌ای در ۳ تکرار و ۴ تیمار همراه با تیمار شاهد صورت گرفتند. بدین ترتیب که تعداد ۲۰ عدد حشره کامل *T. castaneum* در داخل یک توری در ارتفاعات مختلفی از گندم تحت امواج میکروویو با توان ۱۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه قرار گرفتند. نتایج نشان داد که نفوذ امواج در داخل دانه‌های

گندم به صورت غیر خطی بوده و معادله مربوطه از نوع درجه‌ی دوم می‌باشد. برای ارزیابی اثر امواج میکروویو روی رفتار حشرات کامل *T. castaneum* آزمایش‌ها در ۳ تکرار همراه با تیمار شاهد انجام یافتند و مشخص گردید که حشرات برای فرار از گرمای زیاد از نزدیکترین سوراخ استفاده می‌کنند. برای بررسی اثر امواج میکروویو روی جوانه‌زنی بذور گندم، آزمایش‌ها در ۴ تکرار و ۸ تیمار همراه با تیمار شاهد و به روش استاندارد با فرکانس ۲۴۵۰ مگاهرتز و توان‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ وات در زمان‌های ۲، ۴، ۶ و ۱۰ دقیقه انجام یافتند و معلوم گردید که در توان ۲۰۰ وات و زمان ۱۰ دقیقه به شدت درصد جوانه زنی گندم کاهش می‌یابد.

کلمات کلیدی: امواج میکروویو، سرمادهی، آفات انباری

مقدمه

در طی سال‌های متمادی غذای اصلی بشر را غلات به خصوص گندم، جو، برنج و ذرت تشکیل داده اند. لذا تولید، انبار و ذخیره‌سازی این محصولات برای جوامع بشری از دیر باز اهمیت بسیاری داشته است (Jayas *et al.*, 1994). همراه با رشد و توسعه‌ی علوم و بهبود فنون و افزایش سطح زیر کشت در میزان تولید غلات افزایش چشمگیری پدید آمده است ولی یکی از معضلات اصلی بشر از گذشته دور تا کنون حفاظت غلات در انبار تا زمان مصرف یا کاشت می‌باشد. سالانه بیش از صدها میلیون تن غله در اثر آفات انباری و عدم رعایت اصول علمی انبارداری از بین می‌رود که این میزان خسارت در کشورهای جهان سوم به دلیل عدم توسعه و تکامل شیوه‌های علمی بیش از کشورهای صنعتی است. در این کشورها وجود آب و هوای گرم و مناسب برای رشد و نمو آفات در انبارها به همراه عدم وجود وسایل و ساختارهای کافی برای نگهداری و حفاظت فرآورده‌های انبار شده مزید بر علت شده است (Jayas *et al.*, 1994).

غلات بندرت پس از برداشت به مصرف و تغذیه می‌رسند و معمولاً در مکان‌های مخصوص که تا حد ممکن مقاوم به آفات و تغییرات شرایط اقلیمی باشند نگهداری می‌شوند. زمانی می‌توان از تخریب و فساد غلات انبارشده جلوگیری کرد که انبار به عنوان اکوسیستم غلات انباری تلقی گردد (Mason and Strait, 1998). در اکوسیستم غلات انبار شده که به عنوان یک زیراکوسیستم از اکوسیستم مزرعه می‌باشد، هدف، حفظ و نگهداری محصولات برداشت شده با حداقل خسارت کمی و کیفی است. این اکوسیستم بر خلاف اکوسیستم‌های طبیعی که دست نخورده بوده و خود به خود به وجود آمده اند، ساخته‌ی دست بشر است و فرآیند فساد که نتیجه اثرات متقابل بین متغیرهای بیولوژیکی، شیمیایی و فیزیکی است بطور مداوم در آن جریان دارد (Mason and Strait, 1998). خسارت ایجاد شده توسط حشرات، کتله‌ها، قارچ‌ها و جوانه زدن دانه‌ها در انبار، ضایعات اقتصادی هنگفتی به محصولات انبار شده وارد می‌کند (Harein and Meronuch, 1995). حشرات آفت بذور انبار شده، موجب کاهش وزن، کیفیت و ارزش تجارتي بذور می‌گردند. ۲۵ درصد این حشرات متعلق به راسته‌ی سخت بالپوشان می‌باشند. بیشترین خسارت به بذور انبار شده توسط گونه‌های مختلف جنس‌های *Sitophilus* و *Tribolium* وارد می‌شود (Dal Bello *et al.*, 2001).

در اثر حمله‌ی حشرات و آفات جونده و کپک زدن مواد غذایی انبار شده، سالانه در ایالات متحده، ۹ درصد از این مواد و در کشورهای در حال توسعه در حدود ۵۰ درصد از بین می‌رود. در اثر حمله‌ی حشرات به غلات انباری در سال ۲۰۰۱ در ایالات متحده‌ی آمریکا حدود ۱ بیلیون دلار خسارت وارد شد (Brader *et al.*, 2002).

حشرات با زیان‌های کمی و کیفی و بهداشتی به محصولات انباری، منجر به خسارت‌های سنگینی در اینگونه فرآورده‌ها می‌گردند (باقری زنوز، ۱۳۷۴). موفقیت حشرات در بهره‌برداری از مواد غذایی انبار شده، به عوامل زیر مربوط می‌شود:

۱. وجود منابع غذایی طبیعی حشرات انباری
۲. دامنه‌ی وسیع تحمل، نسبت به عوامل طبیعی
۳. دامنه‌ی وسیع عادات غذایی
۴. قدرت باروری بالا و سازگاری ژنتیکی، جهت تغذیه از مواد انباری
۵. مقاومت طولانی مدت حشرات بالغ در مقابل گرسنگی
۶. سازگاری مورفولوژیکی (Jayas *et al.*, 1994).

بعد از جنگ جهانی دوم، در اکثر کشورهای جهان، استفاده از آفت‌کش‌های مصنوعی معمول شد و در ابتدای کار توانست تا حد زیادی از خسارت آفات جلوگیری کند. اما خیلی زود مشکلات زیادی، از جمله، ایجاد مقاومت در حشرات، باقیمانده‌ی سموم روی محصولات غذایی و خاصیت تجمعی این ترکیبات در بافت‌های مختلف بدن انسان و حیوانات اهلی، حشره‌شناسان و دانشمندان را بر آن داشت، که به دنبال روش‌های بهتری برای حفاظت محصولات کشاورزی در انبار باشند (یزدانی، ۱۳۷۸). در این راستا، استراتژی مدیریت آفات، اهمیت فزاینده‌ای پیدا کرد و استفاده از روش‌های مؤثر کنترل آفات که با قوانین زیست محیطی و پذیرش عمومی، هماهنگی داشته باشد در اولویت قرار گرفت (Mason and Strait, 1998). در چند دهه‌ی اخیر، روش‌های متعددی جهت کنترل آفات انباری در انبار یا آزمایشگاه، مورد بررسی قرار گرفته است. بهداشت، استفاده از دماهای مختلف، استفاده از پرتوهای یون ساز، کاربرد فرآورده‌های گیاهی (لیمونوئیدها، آزادیراختین و...)، هورمون‌های جوانی و امواج الکترومغناطیس، از جمله‌ی این روش‌ها است.