بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده کشاورزی

استفاده از ازن در کنترل سوسک چهار نقطه ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* F. در لوبیا چشم بلبلی و بید گندم *Sitotroga cerealella* O.

پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی کشاورزی

زهره کشمیری

اساتید راهنما
دکتر بیژن حاتمی
دکتر مهدی کدیور

۱۳۸۷

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد رشته حشره شناسی کشاورزی خانم زهره کشمیری

تحت عنوان

استفاده از ازن در کنترل سوسک چهار نقطه ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* F. در لوبیا چشم بلبلی و بید گندم *Sitotroga cerealella* O.

در تاریخ۸۷/۱۲/۱۳ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر بیژن حاتمی
۲- استاد راهنمای پایان نامه	دکتر مهدی کدیور
۳- استاد مشاور پایان نامه	دکتر رحیم عبادی
٤- استاد داور	دکتر امیر مساح
٥- استاد داور	دکتر جهانگیر عابدی کوپائی
سرپرست تحصیلات تکمیلی	دکتر فرشید نوربخش

تشکر وقدردانی

به نام او که در وجودش هیچ شکی نیست. تمام سپاس از آن او که چون می خوانمش جوابم می‌دهد، هرچند من سستی می‌کنم هنگامیکه او مرا می‌خواند. تمام سپاس از آن او که چون می‌خواهم به من می-بخشد هرچند من بخیلم هنگامیکه او از من می‌خواهد. پروردگار من، بهترین من است بهترین چیزی که می‌شناسم شایسته‌ترین کس برای پرستش شایسته‌ترین کس برای سپاس.

اکنون که در پایان این راه و بر سر هزاران آغاز ایستاده‌ام بر خود لازم می‌دانم که قدردان یاری‌ها وهمراهی بزرگانی باشم که مرا در فراگیری اندوخته‌هایم یاری کردند.
از پدر و مادر عزیزم سپاسگزارم که موفقیتم وامدار همراهی و همیاری آنهاست و هرزمان که آشوب درون، اندیشه‌ام را مشوش می‌کرد لبخندشان به مهربانی درآمدی بود به کردار سخاوتمندشان. دستان پر محبتشان را می‌بوسم و ازخداوند توفیق می‌خواهم که مایه سربلندی ایشان باشم.از برادران خوبم به خاطر مهربانی و حمایت‌هایشان تشکر می‌کنم.
از اساتید راهنمای بزرگوارم جناب آقای دکتر حاتمی و آقای دکترکدیور که اسوه‌های اخلاق و علم برایم بودند و همواره در این مسیر از راهنماییهایشان بهره‌مند شدم، متشکرم. زحمات، دلگرمی‌ها و محبت‌های بی دریغشان را ارج می‌نهم و آرزومند روزهای خوب برای ایشان هستم.
از استاد مشاور ارجمندم جناب آقای دکتر عبادی که شاگردی ایشان افتخاری بزرگ برایم بود ممنونم.
از اساتید محترم جناب آقای دکتر مساح و آقای دکترعابدی که زحمت بازخوانی وداوری این پایان نامه را متقبل شدند صمیمانه تشکر می‌کنم.
از استاد گرامی جناب آقای دکتر همدمی به خاطر کمک‌های بی‌دریغشان به اینجانب بسیار متشکرم و از خداوند منان برایشان سلامت و سعادت خواستارم.
از جناب آقای مهندس گلبادی مدیر عامل محترم شرکت هوانیکان و جناب آقای مهندس جوادیان مسئول محترم مرکز تحقیقات مهندسی فارس به پاس همکاری‌های بی‌دریغشان تشکر می‌کنم.
از کادر محترم آزمایشگاه حشره شناسی جناب آقای مهندس رخشانی و سرکار خانم مهندس طلایی و کارشناس محترم آزمایشگاه علوم وصنایع غذایی جناب آقای مهندس بهرامی که در طی این مسیر یاریم نمودند، کمال تشکر را دارم. از هم‌اتاقی‌های عزیزم خانم‌ها ذوالفقاری، احمد خان بیگی و حبیبی و تمامی دوستان و همکلاسی‌های خوبم به پاس تمام خاطرات و لحظات خوشی که در کنارشان داشتم با تمام وجود قدردانی می‌کنم و آرزومند روزهای خوش و پر از موفقیت برایشان هستم.

زهره کشمیری

اسفندماه ۸۷

کلیه حقوق مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع این
پایان نامه متعلق به دانشگاه صنعتی اصفهان است.

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم

آنان که وجودم برایشان همه رنج بود و وجودشان برایم همه مهر.

توانشان رفت تا به توانایی برسم و مویشان سپید گشت تا رویم سپید بماند.

و

اساتید ارجمندم

جناب آقای دکتر حاتمی، دکتر کدیور و دکتر عبادی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فهرست مطالب..... هشت

چکیده ۱

فصل اول:مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-مقدمه..... ۲

۱-۲-ازن ٤

۱-۲-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ازن:..... ٤

۱-۲-۲-تولید ازن..... ۷

۱-۲-۳-عوامل مؤثر بر غلظت ازن..... ۱۰

۱-۲-۴- اثر ضد میکروبی ازن ۱۱

۱-۲-۵- ازن و سلامت ۱۲

۱-۳- کاربرد های ازن..... ۱۳

۱-۳-۱-کاربرد ازن در تصفیه آب و فاضلاب ۱٤

۱-۳-۲-کاربرد ازن در پزشکی..... ۱۵

۱-۳-۳-کاربرد ازن در صنایع غذایی ۱۵

۱-٤- مروری بر مطالعات انجام شده در زمینه کاربرد ازن..... ۱۷

۱-۴-۱- استفاده از آب ازنه شده ۱۸

۱-۴-۲-کاربرد گاز ازن برای از بین بردن میکروب‌ها و تجزیه مایکوتوکسین‌ها..... ۱۹

۱-۴-۳-کاربرد گاز ازن برای کنترل حشرات و آفات انباری..... ۲۳

۱-۵- محدودیت‌های ازن..... ۲۷

۱-۶- معرفی حشرات مورد آزمایش..... ۲۸

۱-۶-۱-مشخصات عمومی سوسک چهار نقطه ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* F. (Coleoptera Bruchidae)..... ۲۸

۱-۶-۲- مشخصات عمومی بید گندم *Sitotroga cerealella* O. (Lepidoptera, Gelechiidae)..... ۳۰

۱-۷-اهداف تحقیق..... ۳۱

فصل دوم: مواد و روش‌ها

۲-۱- پرورش حشرات مورد آزمایش ۳۲

۲-۱-۱- سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات(*Callosobruchus maculatus* F.) ۳۲
۲-۱-۲- پرورش بید گندم(*Sitotroga cerealella* O.) ۳۳
۲-۲- سیستم ازن دهی: ۳۳
۲-۲-۱- دستگاه مولد ازن: ۳٤
۲-۲-۲- رگولاتور کپسول اکسیژن ۳٤
۲-۲-۳- خشک‌کن هوا ۳۵
۲-۲-۴- دستگاه سنجش ازن: ۳۵
۲-۳- شرح سیستم ازن‌دهی ۳٦
۲-۵-کالیبراسیون دستگاه مولد ازن: ۳۷
۲-۶- بررسی اثر ازن بر مرگ و میر مراحل مختلف رشدی سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات ۳۸
۲-۶-۱-بررسی اثر ازن بر تخم‌های سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات ۳۸
۲-۶-۲- بررسی اثر ازن بر مرگ و میر لاروها و شفیره سوسک چهار نقطه‌ای ۳۸
۲-۷-بررسی اثر ازن بر مرگ و میر تخم و حشرات کامل بید گندم ۳۹
۲-۸-بررسی میزان نفوذپذیری ازن در توده دانه ۳۹
۲-۹-بررسی اثر ازن روی اکسیداسیون روغن لوبیا چشم بلبلی ٤۱
۲-۱۰- بررسی اثر ازن بر جوانه زنی بذر لوبیا چشم بلبلی و گندم ٤۱
۲-۱۱- تجزیه و تحلیل داده ها ٤۲
۲-۱۲- بررسی رابطه تعداد حشرات زنده با زمان های مختلف ازن دهی و غلظت های متفاوت ازن ٤۲
۲-۱۳- محاسبه LT_{50} و LC_{50} ازن در زمان‌ها و غلظت‌های متفاوت آن ٤۳
۲-۱۴- محاسبه غلظت تقریبی ازن در عمق‌های مختلف دانه ٤٤

فصل سوم: نتایج و بحث

۳-۱-کالیبراسیون دستگاه مولد ازن ٤۵
۳-۲- بررسی اثر ازن بر مرگ و میر مراحل مختلف رشدی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) ٤۷
۳-۲-۲- بررسی اثر ازن بر مرگ و میر تخم های سوسک چهار نقطه ای حبوبات ۵۰
۳-۲-۳- بررسی اثر ازن بر لاروهای سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات ۵۳
۳-۲-۴-بررسی اثر ازن بر مرگ و میر شفیره‌های سوسک چهارنقطه‌ای ۵٦

۳-۴-بررسی اثر ازن بر مرگ ومیر تخم و حشره کامل بید گندم *Sitotroga cerealella* (Olivier)..... ۶۰
۳-۴-۱- بررسی اثر ازن بر مرگ و میر حشره کامل بید گندم ۶۰
۳-۴-۲- بررسی اثر ازن بر مرگ و میر تخم های بید گندم ۶۲
۳-۵- بررسی اثر ازن براکسیداسیون روغن لوبیا چشم بلبلی ۶۳
۳-۶- بررسی اثر ازن بر جوانه زنی بذر لوبیا چشم بلبلی..... ۶۵
۳-۷-بررسی اثر ازن بر جوانه زنی بذر گندم..... ۶۶
۳-۸-بررسی میزان حرکت یا نفوذ ازن داخل توده لوبیا چشم بلبلی ۶۸
۳-۹-محاسبه رابطه تعداد حشرات زنده سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در زمان‌های مختلف ازن دهی و غلظت‌های متفاوت ۶۹
۳-۱۰- محاسبه مقدار LT_{50} و LC_{50} برای غلظت‌ها و زمان‌های مختلف ازن دهی برای سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات..... ۷۵
۳-۱۱- محاسبه غلظت ازن در عمق های مختلف دانه های لوبیاچشم بلبلی ۷۷
۳- ۱۲-بررسی میزان نفوذ ازن داخل توده گندم..... ۷۹
۳-۱۳-محاسبه رابطه تعداد حشرات زنده بید گندم در برابر زمان های مختلف ازن دهی و غلظت‌های مختلف ازن ۸۰
۳-۱۴- محاسبه غلظت ازن در عمق های مختلف دانه‌های گندم ۸۶

فصل چهارم: نتیجه‌گیری کلی و پیشنهادها

۴-۱- نتیجه گیری کلی..... ۹۰
۴-۲-پیشنهادها ۹۲
منابع ۹۴
پیوست..... ۱۰۳

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ۱-۱- مقایسه پتانسیل اکسیداسیون ازن با سایر اکسید کننده ها ۵

جدول ۱-۲- خصوصیات مهم ازن خالص ۷

جدول ۱-۳- زمان نیمه عمر ازن در آب و هوا در دماهای مختلف ۱۰

جدول ۱-۴- حلالیت ازن در آب در دماهای مختلف ۱۰

جدول۱- ۵- علائم ناشی از قرارگیری انسان در معرض غلظت‌های مختلف ازن ۱۳

جدول ۳-۱- میزان ازن تولید شده توسط دستگاه مولد ازن در دبی‌های مختلف اکسیژن ورودی به دستگاه..... ۴۶

جدول ۳-۲- میانگین درصد مرگ و میر حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای در غلظت های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن دهی ۴۸

جدول ۳-۳- میانگین درصد مرگ و میر تخم سوسک چهارنقطه‌ای در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن دهی ۵۱

جدول ۳-۴ - میانگین درصد مرگ ومیر لاروهای جوان سوسک چهارنقطه‌ای در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن‌دهی ۵۴

جدول ۳-۵ - میانگین درصد مرگ ومیر لارو های مسن سوسک چهارنقطه‌ای در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن‌دهی ۵۵

جدول ۳-۶- میانگین درصد مرگ و میر شفیره‌های سوسک چهارنقطه‌ای در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های

متفاوت ازن‌دهی ۵۷

جدول ۳-۷- مقایسه میانگین درصد مرگ و میر مراحل مختلف رشدی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در اثر غلظت‌ها ی مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن‌دهی ۶۰

جدول ۳—۸- میانگین درصد مرگ و میر حشرات کامل بید گندم در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن دهی ۶۱

جدول ۳-۹- میانگین درصد مرگ ومیر تخم بید گندم در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن‌دهی..... ۶۳

جدول۳- ۱۰- جذب نوری نمونه‌های لوبیا چشم بلبلی ازن‌دهی شده و شاهد ۶۴

جدول۳-۱۱- تجزیه واریانس میانگین درصد جوانه‌زنی بذور لوبیا چشم بلبلی ازن‌دهی شده..... ۶۵

جدول۳-۱۲- جزیه واریانس میانگین درصد جوانه‌زنی بذور گندم ازن‌دهی شده ۶۷

جدول ۳- ۱۳- میانگین درصد مرگ و میر سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در اثر غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن‌دهی در عمق‌های مختلف توده دانه ۶۹

جدول ۳-۱۴- مقادیر D_{oz} برای غلظت‌های مختلف ازن ۷۲

جدول ۳-۱۵- تعداد حشرات زنده محاسبه شده برای سوسک چهارنقطه‌ای درغلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن‌دهی با استفاده از رابطه ۳-۱ ..... ۷۴

جدول ۳-۱۶- مقادبر LT_{50} محاسبه شده برای غلظت های مختلف ازن ۷۶

جدول ۳-۱۷- مقادیر LC_{50} محاسبه شده برای زمان‌های مختلف ازن‌دهی ۷۶

جدول ۳- ۱۸- غلظت محاسبه شده ازن درعمق‌های مختلف توده دانه لوبیا چشم بلبلی و زمان‌های مختلف ازن‌دهی با غلظت دو ۷۷

جدول ۳-۱۹- میانگین درصد مرگ و میر بید گندم در اثر غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن دهی در عمق-های مختلف توده دانه ۸۰

جدول ۳- ۲۰- مقادیر D_{oz} برای بید گندم در غلظت‌های مختلف ازن ۸۳

جدول ۳-۲۱- تعداد حشرات زنده بید گندم محاسبه شده با استفاده از رابطه ۳- ۲در غلظت‌های مختلف ازن و زمان‌های متفاوت ازن دهی ۸۵

جدول ۳-۲۲ غلظت محاسبه شده ازن در عمق های مختلف توده گندم با استفاده از رابطه ۳-۲ ..... ۸۶

فهرست نمودارها

عنوان **صفحه**

نمودار ۳-۱- رابطه دبی اکسیژن ورودی به مولد ازن و مقدار ازن تولید شده توسط مولد ۴۶

نمودار ۳-۲- مقایسه میانگین درصد تلفات لاروهای جوان و لاروهای مسن سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات ۵۶

نمودار ۳-۳- درصد جوانه زنی بذور لوبیا چشم بلبلی در اثر غلظت‌های مختلف ازن به مدت دو ساعت ۶۶

نمودار ۳- ۴- درصد جوانه‌زنی بذور گندم در اثر غلظت‌های مختلف ازن به مدت دو ساعت ۶۸

نمودار ۳-۵- رابطه لگاریتم تعداد حشرات زنده سوسک چهارنقطه‌ای در زمان‌های مختلف ازن‌دهی در غلظت یک ۷۰

نمودار ۳-۶- رابطه لگاریتم تعداد حشرات زنده سوسک چهارنقطه‌ای در زمان‌های مختلف ازن‌دهی در غلظت دو ۷۰

نمودار ۳-۷- رابطه لگاریتم تعداد حشرات زنده سوسک چهارنقطه‌ای در زمان‌های مختلف ازن دهی در غلظت سه ۷۱

نمودار ۳-۸- رابطه لگاریتم تعداد حشرات زنده سوسک چهارنقطه‌ای در زمان‌های مختلف ازن دهی در غلظت چهار ۷۱

نمودار ۳-۹- رابطه لگاریتم D_{oz} و غلظت ازن ۷۲

نمودار۳-۱۰- همبستگی تعداد حشرات زنده واقعی و پیش بینی شده سوسک چهارنقطه‌ای ۷۵

نمودار ۳- ۱۱- تغییرات غلظت ازن در عمق‌های مختلف ستون دانه لوبیا چشم بلبلی در زمان‌های مختلف ازن‌دهی با غلظت دو ۷۸

نمودار ۳-۱۲- رابطه بین تعداد حشرات زنده بید گندم و زمان ازن‌دهی در غلظت یک ۸۱

نمودار ۳-۱۳- رابطه بین تعداد حشرات زنده بید گندم و زمان ازن دهی در غلظت دو ۸۱

نمودار ۳-۱۴- رابطه بین تعداد حشرات زنده بید گندم و زمان ازن دهی در غلظت سه ۸۲

نمودار ۳-۱۵- رابطه بین تعداد حشرات زنده بید گندم و زمان ازن دهی در غلظت چهار ۸۲

نمودار ۳-۱۶- رابطه لگاریتم D_{oz} و غلظت ازن ۸۴

نمودار ۳-۱۷- همبستگی تعداد حشرات زنده واقعی و پیش بینی شده ۸۵

نمودار ۳-۱۸- غلظت ازن در عمق‌های مختلف توده دانه گندم در زمان‌های مختلف ازن‌دهی با غلظت یک ۸۷

نمودار ۳-۱۹- غلظت ازن در عمق‌های مختلف ستون دانه گندم در زمان‌های مختلف ازن دهی با غلظت دو ۸۸

چکیده

استفاده از ازن برای کنترل آفات انباری در سالهای اخیر با توجه به افزایش مقاومت حشرات به سموم گازی موجود و تمایل مصرف‌کننده‌ها به مصرف غذای سالم و فاقد باقیمانده سم مورد توجه قرارگرفته‌است. نیمه عمر کوتاه ازن، به جا نگذاشتن باقی مانده سمی روی محصولات و امکان تولید ازن در محل استفاده از آن باعث مزیت ازن نسبت به سایر سموم گازی شده است. هدف این پژوهش بررسی امکان استفاده از ازن به عنوان یک روش نوین وسالم در کنترل سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و بید گندم است. به این منظور اثر کشندگی چهار غلظت(۵۷۸۰، ۲۷۳۷، ۱۷۶۷ و ۱۲۹۵ پی‌پی‌ام) ازن در سه زمان ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه روی تمام مراحل رشدی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، حشرات کامل و تخم بید گندم مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش‌ها در سه تکرار و در قالب طرح فاکتوریل به صورت بلوک کامل تصادفی انجام شد. به منظور بررسی نفوذ ازن در توده دانه درصد مرگ ومیر حشرات کامل سوسک چهار نقطه ای و بید گندم در عمق های های ۳۰، ۶۰ و ۹۰ سانتی متری دانه های لوبیا چشم بلبلی و گندم در دو غلظت ازن(۵۷۸۰ و ۲۷۳۷ پی‌پی‌ام) و در زمان های ۳۰، ۶۰ و ۱۲۰ دقیقه بررسی شد. با استفاده از نرم افزار Excel رابطه بین تعداد حشرات زنده و غلظت و زمان ازن دهی به دست آمد و سپس با استفاده از این رابطه غلظت تقریبی ازن در عمق های مختلف دانه محاسبه شد. سپس اثر غلظت های مختلف ازن روی جوانه زنی دانه های گندم و لوبیا چشم بلبلی بررسی شد و درصد جوانه زنی دانه های ازن دهی شده با دانه های شاهد مورد مقایسه قرار گرفت. به منظور بررسی اثر احتمالی ازن روی اکسیداسیون روغن لوبیا چشم بلبلی میزان مالون دی آلدئید نمونه های ازن دهی شده و شاهد با روش TBA اندازه گیری و با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج به دست آمده نشان داد که ازن در غلظت ۲۷۳۷ پی‌پی‌ام و زمان دو ساعت ۱۰۰ درصد حشرات کامل، تخم ها و لاروهای جوان سوسک چهارنقطه‌ای را ازبین می‌برد و بیش از ۵۰ درصد شفیره‌ها ولاروهای مسن را نابود می‌کند. حشرات کامل و لاروهای مسن به ترتیب حساس‌ترین و مقام‌ترین مراحل رشدی نسبت به ازن بودند. غلظت‌های ۵۷۸۰ و ۲۷۳۷ پی‌پی‌ام ازن در مدت دو ساعت ۱۰۰ درصد حشرات کامل بید گندم و بیش از ۸۰ درصد تخم های این حشره را از بین بردند. بررسی اثر ازن بر جوانه زنی بذور لوبیا چشم بلبلی و گندم نشان داد که در هر دو مورد غلظت ۵۷۸۰ پی‌پی‌ام در مدت دو ساعت جوانه‌زنی دانه‌ها را کاهش می دهد ولی جوانه زنی دانه‌هایی که در معرض غلظت ۲۷۳۷ پی‌پی‌ام ازن در همین زمان قرار گرفته بودند، با دانه های شاهد اختلاف معنی دار نشان نداد. بررسی میزان مرگ ومیر حشرات در عمق‌های مختلف توده دانه نشان داد که ازن با غلظت ۲۷۳۷ پی‌پی‌ام به مدت دو ساعت توانست حدود ۱۰۰ درصد مرگ ومیر در حشرات کامل سوسک چهارنقطه‌ای در عمق ۹۰ سانتی‌متری لوبیا ایجاد کند. ولی روی بید گندم در عمق‌های مختلف گندم تأثیر چندانی نداشت. محاسبه غلظت ازن درعمق‌های مختلف نشان داد که بعد از دو ساعت ازن دهی با غلظت ۲۷۳۷ پی‌پی‌ام، تنها ۵۵ درصد ازن تولید شده توسط دستگاه در عمق ۹۰ سانتی متری دانه های لوبیا چشم بلبلی نفوذ کرده است. این در حالی است که در این مدت زمان، هنوز ازنی در عمق ۹۰ سانتی متری دانه های گندم وجود نداشت. بنابراین به نظر می رسد نفوذ ازن در دانه های گندم نسبت به لوبیا چشم بلبلی کندتر صورت گیرد. لذا ازن دهی با این شرایط برای دستیابی به غلظت های مؤثر ازن در توده دانه کافی نیست و باید زمان ازن‌دهی افزایش یابد. هم چنین ازن‌دهی در بالاترین غلظت مورد استفاده در این پژو به مدت زمان دو ساعت اثر معنی داری روی اکسیداسیون روغن لوبیا چشم بلبلی نداشت. در مجموع نتایج نشان داد ک می‌تواند به عنوان روشی سالم در کنترل آفات انباری فوق مورد استفاده قرار گیرد.

کلمات کلیدی: آفات انباری، سوسک چهار نقطه ای حبوبات، بید گندم، ازن

فصل اول
مقدمه و بررسی منابع

۱-۱-مقدمه

فرآورده‌های انباری مانند غلات و حبوبات غذای اصلی و مورد نیاز انسان را تشکیل می‌دهند. حبوبات حاوی ۳۵-۲۰ درصد پروتئین بوده و ۳۰-۱۵ درصد از کل پروتئین رژیم غذایی در کشورهای در حال توسعه را تأمین می‌کنند[۸]. این مواد هم‌چنین منبع خوبی برای ویتامین‌های تیامین و نیاسین و عناصری چون کلسیم و آهن می‌باشند[۸]. حبوبات به عنوان یک مکمل بسیار خوب برای غذاهای کربوهیدراتی همانند غلات مورد استفاده قرار می‌گیرند و با وجود ناکافی بودن اسید آمینه متیونین در آنها تعادل مناسبی از اسید آمینه را در ترکیب با غلات ایجاد می‌کنند. هم‌چنین پایین بودن اسید آمینه لایسین غلات را نیز می‌توان با مصرف توام با حبوبات جبران نمود[۸].

علاوه بر حبوبات، غلات نیز نقش مهمی درتغذیه انسان دارند. بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط محققین مختلف، سهم نان و سایر فرآورده‌های غلات در تأمین نیازهای غذایی انسان بالا است به گونه ای که ۷۷ درصد نشاسته، ۳۵ درصد مواد سلولزی، ۲۷ درصد آهن، ۱۹ درصد پروتئین، ۱۶ درصد ویتامین B_1 و دو درصد چربی مورد نیاز بسیاری از کشورها از غلات و فراورده‌های آن تأمین می شود[۵]. دانه‌های حبوبات و غلات را برای مدت قابل ملاحظه‌ای بعد از برداشت می‌توان انبار نمود. اما در مدت

نگهداری در انبارتحت تأثیر عوامل زنده و غِیر زنده مختلفی قرار دارند که حشرات آفت از جمله عوامل زنده خسارت‌زا در انبار هستند.

حشرات آفت یکی از عوامل مهم در بالا رفتن ضایعات دانه‌های خوراکی در انبارها به شمار می-آیند. به عنوان مثال ۶۵٪ وزن خشک هر دانه لوبیا چشم بلبلی به دلیل فعالیت دو گونه از لاروهای سوسک حبوبات از بین می‌رود. هم‌چنین حشرات با زیان‌های کمی، کیفی و بهداشتی به محصولات انباری سبب ایجاد خسارت‌های سنگینی در این گونه فرآورده‌ها می‌شوند[۲]. آفات انباری اغلب به دلیل تکثیر و تولید مثل سریع قادرند در زمان کوتاهی زیان‌های سنگینی به محصولات انباری وارد نمایند. در انبارهایی که شرایط اکولوژیک برای نشو و نمای این حشرات فراهم است گاهی جمعیت آفت آنچنان فزونی می‌یابد که در مدت کوتاهی منجر به بروز فاجعه اقتصادی غیر قابل جبران می‌شود [۳]. طبق گزارش سازمان خوار و بار و کشاورزی ملل متحد زیان‌هایی را که حشرات در انبارها، درسطح جهانی، تنها به غلات وارد می-کنند هر سال به حدود ۱۰ ٪ محصول برداشت شده می‌رسد[۳]. در ایران طبق نشریات وزارت کشاورزی هر سال به طور متوسط ۲۰-۱۰ درصد محصولات کشاورزی در انبارها به وسیله آفات و عوامل مختلف از دست می‌رود این خسارت در شرایطی صورت می‌گیرد که به علت نیاز مبرم به مصرف، اغلب فرآورده-های غذایی مدت طولانی در انبارها باقی نمی‌مانند[۲]. حمله آفات انباری و هم چنین بی‌توجهی به اصول نگهداری فرآورده‌های انباری گاهی باعث ایجاد زیان‌های کیفی می‌شود. در این صورت ترکیب شیمیایی، رنگ و مزه این مواد دگرگون شده و ارزش تجاری و مصرفی آن به شدت پایین می‌آید و گاهی نیز به طور کلی غیر قابل مصرف می‌شوند. زیان های کیفی گاهی سبب از بین رفتن ویتامین‌ها و دیگر عناصر اصلی محصول می‌شود. به طور کلی حفظ فرآورده‌های انباری بر اساس اصول علمی و فنی چه از لحاظ اقتصادی و چه از لحاظ بهداشتی دارای اهمیت ویژه می‌باشد[۲].

در حال حاضر برای مبارزه با آفات انباری در غالب موارد از سموم تدخینی (fumigants) استفاده می‌کنند. دو سم تدخینی مجاز برای استفاده روی مواد غذایی انباری شامل متیل بروماید و فسفین با نام تجاری فستوکسین[۱] می‌باشد[۴۰].

متیل بروماید در سال ۱۹۹۲ به عنوان یک ترکیب مضر برای لایه ازن شناخته شد و طبق پروتکل مونترال تا سال ۲۰۱۵ استفاده از آن برای تمامی کشورها ممنوع خواهد شد[۲۰ و ۲۵]. بیش از ۵۰ درصد متیل‌بروماید پس از گازدهی وارد اتمسفر می‌شود. در این حالت اتم های بروماید آزاد می‌شوند و شروع

---

۱ -Phostoxin

به تخریب لایه ازن می‌کنند[۲۸]. فسفین نیز یک سم مؤثر برای از بین بردن حشرات در غلات و دیگر مواد انباری است. تحقیقات بسیاری برای جایگزین کردن فسفین به جای متیل بروماید صورت گرفته-است[۱ و ۲۸]. اما فسفین نیز دارای معایبی است. افزایش مقاومت بعضی گونه‌های حشرات به این سم در بسیاری از کشورها گزارش شده است. بنابراین، این احتمال وجود دارد که در آینده نزدیک فسفین نیز به جمع سموم غیر مجاز بپیوندد. هم چنین کاربرد فسفین در انبارها برای کارگرانی که در معرض گاز قرار می‌گیرند مخاطراتی را به وجود می‌آورد[۲۰ و ۲۳].

مضرات کاربرد سموم شیمیایی ضرورت به کارگیری روش‌های سالم‌تری را ایجاب می‌کند. فقدان سموم گازی مناسب، خطر بروز و افزایش مقاومت حشرات به سموم گازی موجود و تمایل مصرف کننده‌ها به مصرف غذای سالم و فاقد باقیمانده سم باعث شده که پژوهش‌های زیادی روی تکنولوژی-های جدید و جایگزینی روش های کنترل این آفات انجام شود[۴۰]. یکی از روش‌های جدید در کنترل آفات انباری استفاده از گاز ازن است.

۱-۲-ازن

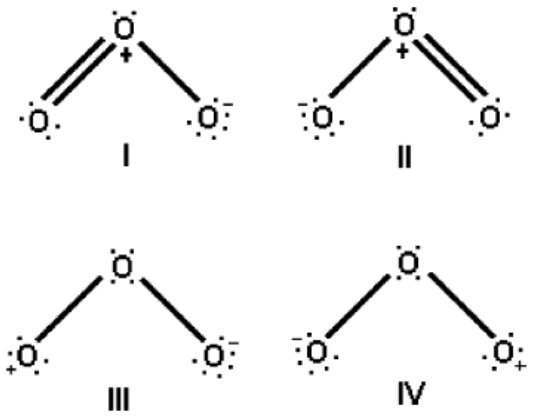
ازن یا همان اکسیژن فعال شده از سه اتم اکسیژن تشکیل شده‌است. ازن در طبیعت از طریق برخورد اکسیژن هوا و اشعه ماوراء بنفش خورشید بوجود می‌آید یا در هنگام رعد و برق از طریق تخلیه الکتریکی بین ابرها و زمین ایجاد می‌شود[۳۲]. از آنجا که ازن به طور طبیعی از هوا سنگین‌تر است به سمت پایین می‌آید و در حین سقوط در برخورد با آلوده کننده های محیطی آن‌ها را اکسید کرده و باعث پاکیزگی هوا می شود. لذا ازن به عنوان یک تصفیه کننده طبیعی هوا عمل می‌کند[۶۴]

۱-۲-۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی ازن:

سه اتم اکسیژن در مولکول ازن با یک زاویه منفرجه قرار گرفته اند به طوریکه یک اتم اکسیژن در مرکز و با فاصله مساوی از دو اتم اکسیژن دیگر قرار گرفته است. زاویه مولکول تقریباً °۴۹ ′۱۱۶ و طول باند ۱/۲۷۸ آنگسترم است. چهار ساختار رزونانسی ازن در شکل ۱-۱ نشان داده شده است[۳۲]

این گاز بسیار ناپایدار بوده و نیمه عمر آن در حدود ۵۰-۲۰ دقیقه می باشد و سریعاً به اکسیژن مولکولی تبدیل می‌شود[۴۰]. علت ناپایداری ازن وجود اتم سوم اکسیژن است. مولکول سه اتمی ازن سریع به مولکول اکسیژن و رادیکال آزاد اکسیژن تجزیه می‌شود. این رادیکال آزاد با رادیکال‌های آزاد دیگر ترکیب شده و در نهایت مولکول اکسیژن را تولید می‌کند یا با دیگر ترکیبات اکسید شونده وارد

واکنش می‌شود(شکل ۱-۲)[۳۲]. بنابراین ازن یک اکسیدکننده بسیار قوی است که می تواند مواد آلی و معدنی را تحت تأثیر قرار دهد. پتانسیل اکسیداسیون ازن در دمای ۲۵ درجه سانتی گراد ۲/۰۷ ولت است که این عدد ۱/۵ برابر پتانسیل اکسیداسیون کلرین می باشد(جدول۱-۱)[۸۰]. ازن هم‌چنین میل ترکیبی بالایی برای باند دوگانه غیر اشباع دارد که به آن اجازه می‌دهد با ترکیبات شیمیایی زیادی واکنش دهد.



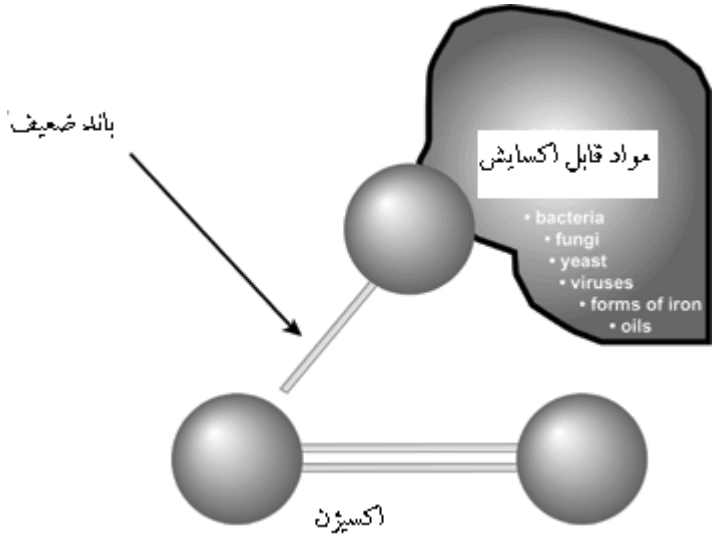
شکل ۱-۱- ساختار های رزونانسی مولکول ازن [۶۰]

جدول ۱-۱. مقایسه پتانسیل اکسیداسیون ازن با سایر اکسید کننده ها[۵۴]

ترکیب شیمیایی	پتانسیل اکسیداسیون(ولت)
فلورئورین(F_2)	۲/۷۸
ازن(O_3)	۲/۰۷
پراکسید هیدروژن(H_2O_2)	۱/۷۸
پرمنگنات پتاسیم($KMnO_4$)	۱/۷۰
کلرین(Cl_2)	۱/۳۶
اکسیژن(O_2)	۱/۲۳
برمین(Br_2)	۱/۰۹
یدین(I_2)	۰/۵۴

کلمه ازن از لغت یونانی Ozein به معنی "بو" گرفته‌شده‌است[۴۵]. ازن در دمای معمولی گازی آبی‌رنگ است، ولی در غلظت‌های معمول رنگ مشخصی ندارد و تقریباً بی‌رنگ است. . ازن دارای بوی تند و مشخصی است که به بوی هوای تازه بعد از طوفان و رعد وبرق شباهت دارد[۱ و ۴۲]. این بو به راحتی در غلظت‌های ۰/۰۱–۰/۰۵ پی پی ام ازن قابل تشخیص است[۵۸].

در ۱۱۲- درجه سلسیوس ازن به یک مایع آبی رنگ تیره تبدیل می‌شود. ازن مایع اگر با اکسیژن مخلوط شود به راحتی منفجر می‌شود. انفجار ممکن است توسط جرقه‌های الکتریکی یا با تغییر ناگهانی در دما یا فشار ایجاد شود. با این وجود انفجار در کارهای معمولی با ازن خیلی نادر است[۶۰]. جدول۱–۲ بعضی از ویژگی های مهم ازن خالص را نشان می‌دهد.



شکل۱–۲. انجام واکنش های اکسید کنندگی ازن

جدول ۱-۲- خصوصیات مهم ازن خالص[۵۱]

فرمول مولکولی	O_3
وزن مولکولی	۴۸/۰
نقطه جوش	-۱۱۱/۹°c
نقطه ذوب	-۱۹۲/۷°c
دمای بحرانی	-۱۲/۱°c
فشار بحرانی	۵۴/۶atm
دانسیته(در ^{o}c ۰ و ۱۰۱۳mbar)	۲/۱۴Kg O3/m3
دانسیته نسبت به هوا	۱/۷
حلالیت در آب(در ^{o}c ۲۰)	۳ ppm
گرمای تشکیل	۱۴۴/۷Kj mole
زاویه پیوند	۱۱۶°
پتانسیل الکتروشیمیایی	-۲/۰۷v
قابلیت اشتعال	ندارد

۱-۲-۲-تولید ازن

ناپایداری ازن باعث شده است تا ازن در محل استفاده تولید شود. تولید ازن در محل استفاده موجب کاهش هزینه های حمل و نقل و نگهداری آن می‌شود[۴۴].

رایس[۱] و همکاران روش کلی تولید ازن را بیان کردند. به منظور تولید ازن یک مولکول دواتمی اکسیژن باید شکسته شود. سپس رادیکال های اکسیژن آزاد ایجاد شده با یک مولکول دیگر اکسیژن واکنش می‌دهند و یک مولکول سه اتمی ازن تشکیل می‌شود. برای شکستن پیوند O-O مقدار زیادی انرژی نیاز است[۷۱]..

روش های تولید ازن شامل نورUV،قوس الکتریکی[۲]، شیمیایی، گرمایی، شیمیایی- هسته ای و روش‌های الکتروشیمیایی است[۴۴]. از بین گزینه های تولید ازن، قوس الکتریکی متداول‌تر می باشد. زیرا

۱ - Rice et al.,
۲ - Corona discharge

غلظت بالاتری از ازن را تولید می‌کند، دستگاه های آن دارای دوام بیشتری هستند و نسبت به سایر روش های تولید ازن مقرون به صرفه تر است[۸۰].

کیفیت و کمیت گاز ازن تولیدی توسط مولد های این گاز بستگی به شرایط محیطی، به ویژه کیفیت گاز یا هوای ورودی به مولد دارد. وجود رطوبت و گرد و غبار کیفیت تولید ازن را تحت الشعاع قرار می‌دهد بنابراین به سیستم های خشک کننده هوا جهت کاهش رطوبت و جلوگیری از ورود گرد و غبار نیاز می‌باشد[۱۰]. در صنعت، ازن به سه روش قوس الکتریکی، الکتروشیمیایی و اشعه ماوراء بنفش تولید می‌شود.

۱-۲-۲-الف) تولید ازن به روش قوس الکتریکی

در این روش اکسیژن خالص خشک از بین دو الکترود با ولتاژ بالا که به وسیله مواد دی‌الکتریک (مانند شیشه) جدا شده‌اند، عبور می‌کند. در این محل برخوردی بین الکترون ها و مولکول اکسیژن اتفاق می‌افتد. انرژی جنبشی الکترون ها(۷-٦ ولت) باعث شکستن مولکول اکسیژن به یک رادیکال اکسیژن می‌شود. هنگامیکه مولکول اکسیژن از قوس الکتریکی عبور می‌کند، باند دوگانه اکسیژن- اکسیژن می-شکند و دو رادیکال اکسیژن (O^{-2})تولید می‌کند. سپس رادیکال های اکسیژن با مولکول های اکسیژن ترکیب می‌شوند و یک مولکول ازن تشکیل می‌دهند(شکل ۱-۳). منبع اکسیژن ژنراتور می‌تواند هوا و یا اکسیژن خالص باشد. در این خصوص تولید ازن از اکسیژن بسیار اقتصادی‌تر از تولید آن از هواست. در این روش ۳٪ تا ٦٪ ازن تولید می‌شود.

فقط بخشی از الکترون ها با مولکول اکسیژن واکنش می‌دهند و الکترون های آزاد باقیمانده انرژی خود را به صورت گرما آزاد می‌کنند. این گرما باید توسط سیستم سردکننده داخلی از بین برود تا کارایی ژنراتور حفظ شود[۸۰]

لذا از معایب سیستم قوس الکتریکی این است که گرمای زیادی تولید می‌کند و برای از بین بردن گرمای اضافی به خنک کننده آبی نیاز دارد. سیستم خنک کننده دیگر در سیستم قوس الکتریکی واکنش با نیتروژن است. مطالعات نشان دادکه ترکیبات مختلفی از نیتروژن اتمی و اکسیدهای نیتروژن در سیستم قوس الکتریکی تولید می‌شود. این نوع ترکیبات منجر به کاهش غلظت ازن و خوردگی سطوح فلزات می‌شوند[۸۰].