بسم الله الرحمن الرحيم

دانشکده کشاورزی

گروه گیاه پزشکی

پایان نامه کارشناسی ارشد

بهینه‌سازی مصرف سموم (کلرپایریفوس، پالیزین، دلتامترین) علیه شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella L. (Lepidoptera.: Pyralidae)* در شرایط آزمایشگاهی

علیرضا شعبانی نژاد

استادان راهنما

دکتر مریم عجم حسنی

دکتر بهرام تفقدی نیا

شهریور ۱۳۹۴

الهی از پیش خطر و از پس راهم نیست دستم گیر که جز فضل تو پناهم نیست.

الهی ترسانم از بدی خود بیامرز مرا به خوبی خود.

الهی بنیاد توحید ما خراب مکن و باغ امید ما بی آب مکن.

الهی هرکس ازآنچه ندارد مفلس است و من از آنچه دارم.

الهی ابوجهل از کعبه می آید و ابراهیم از بت‌خانه،کار به عنایت بود ،باقی بهانه.

الهی اگر مجرمم، مسلمانم و اگر بد کرده ام پشیمانم.

الهی کدام درد از این بیش باشد که معشوق توانگر بود و عاشق درویش ...خواجه عبدالله انصاری

تعهد نامه

اینجانب **علیرضا شعبانی نژاد** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته حشره شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود نویسنده پایان نامه بهینه‌سازی مصرف سموم (کلرپایریفوس، پالیزین، دلتامترین) علیه شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella L. (Lepidoptera.: Pyralidae)* در شرایط آزمایشگاهی. تحت راهنمایی دکتر مریم عجم حسنی و دکتر بهرام تفقدی نیا متعهد می‌شوم.

تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.

در استفاده از نتایج پژوهشهای محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.

مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.

کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه شاهرود » و یا « *Shahrood University*» به چاپ خواهد رسید.

حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از پایان نامه رعایت می گردد.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه ، در مواردی که از موجود زنده (یا بافتهای آنها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.

در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است اصل رازداری ، ضوابط و اصول اخلاق انسانی رعایت شده است

تاریخ شهریور ۱۳۹۴

امضای دانشجو

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزار ها و تجهیزات ساخته شده است) متعلق به دانشگاه صنعتی شاهرود می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.

* متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده پایان نامه وجود داشته باشد

چکیده

شب پره موم خوار بزرگ یکی از آفات بسیار مهم محصولات انباری و کندوهای عسل است. برای کنترل آن از سموم شیمیایی استفاده می‌شود. در صورت استفاده نامناسب از سموم مشکلات جدی زیست‌محیطی و همچنین عوارض مزمنی بر روی سلامت انسان ایجاد می‌شود. با استفاده بهینه از این مواد خسارت این آفت کاسته می‌شود. منظور از استفاده بهینه انتخاب الگوی صحیح و به کارگیری روش‌های مناسب در مصرف سموم است. در این پایان‌نامه از روش سطح پاسخ به منظور تعیین نقاط بهینه مصرف سموم کلرپایریفوس، پالیزین، دلتامترین جهت دستیابی به بیشینه مرگ و میر با کمترین دز مصرفی مورد بررسی و تاثیر فاکتور-های درجه حرارت (۳۵-۲۵ درجه سلسیوس)، رطوبت (۸۰-۷۰ ٪) و دز مصرف (۲۰۰۰-۱۵۰۰ میکرولیتر کلرپایریفوس) و (۶۰۰۰-۴۰۰۰ میکرولیتر پالیزین) و (۵۰۰-۲۰۰ میکرولیتر دلتامترین) بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایشات بر اساس طرح مرکب مرکزی، انجام شد. بر اساس آزمایشات انجام شده شرایط بهینه کمترین دز مصرفی جهت حصول بیشینه مرگ و میر ۷/۹ عدد لارو سن پنج برای سم کلرپایریفوس به ترتیب دمای ۳۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۸۰ ٪ و دز مصرفی ۱۵۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب و برای سم پالیزین با بیشینه مرگ و میر ۷/۴ عدد لارو سن پنج به ترتیب دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۸۰ ٪ و دز مصرفی ۴۰۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب برای سم دلتامترین با بیشینه مرگ و میر ۷/۶ عدد لارو سن پنج به ترتیب دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۷۰ ٪ و دز مصرفی ۲۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب تعیین گردید. نتایج آزمایش سم کلرپایریفوس بیانگر تاثیر مستقیم و درجه دوم دز مصرفی و درجه حرارت روی مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ است. همچنین نتایج آزمایش‌های سموم پالیزین و دلتامترین نیز بیانگر تاثیرات مستقیم دز مصرفی و درجه حرارت روی مرگ و میر این آفت است.

کلمات کلیدی: شب پره موم خوار بزرگ، روش سطح پاسخ، بهینه‌سازی

لیست مقالات مستخرج از پایان‌نامه

- ارایه مقاله با عنوان بهینه سازی مصرف سم دلتامترین علیه شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella L.* با روش سطح پاسخ در اولین همایش ملی کشاورزی، محیط زیست و امنیت غذایی (دانشگاه جیرفت)، اسفند ماه ۱۳۹۳.
- ارایه مقاله با عنوان بهینه سازی مصرف سم کلرپایریفوس علیه شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella L.* با روش سطح پاسخ در اولین همایش بین‌المللی حشره شناسی ایران (موسسه تحقیقات گیاه پزشکی)، شهریور ماه ۱۳۹۴.

فهرست مطالب

۱ مقدمه ۱

۱-۱ کلیات ۲

۱-۲ اهداف و ضرورت انجام تحقیق ۳

۲ بررسی نوشته‌ها ۵

۲-۱ تعاریف بهینه‌سازی ۶

۲-۲ طراحی آزمایش‌ها ۶

۲-۳ خصوصیات روش طراحی آزمایش‌ها ۷

۲-۴ طرح‌های عاملی ۷

۲-۵ روش‌شناسی سطح پاسخ ۸

۲-۶ طرح مرکب مرکزی ۹

۲-۷ سابقه تحقیق انجام شده در زمینه بهینه‌سازی مصرف سم ۱۰

۲-۸ اهمیت آفات انباری ۱۱

۲-۹ خانواده *Pyralidae* ۱۳

۲-۹-۱ شب پره موم خوار بزرگ ۱۴

۲-۹-۲ موقعیت رده‌بندی شب پره موم خوار بزرگ ۱۴

۲-۹-۳ ریخت‌شناسی شب پره موم خوار بزرگ ۱۵

۲-۹-۴ زیست‌شناسی شب پره موم خوار بزرگ ۱۵
۲-۹-۵ خسارت و اهمیت اقتصادی شب پره موم خوار بزرگ ۱۶
۲-۹-۶ کنترل شب پره موم خوار بزرگ ۱۶
۲-۹-۷ انتخاب پارامترهای آزمایش ۱۸
۲-۱۰ سم کلرپایریفوس ۲۰
۲-۱۰-۱ سازوکار اثر ۲۰
۲-۱۱ سم پالیزین ۲۱
۲-۱۱-۱ سازوکار اثر ۲۱
۲-۱۲ سم دلتامترین ۲۱
۲-۱۲-۱ سازوکار اثر ۲۲
۳ روش انجام تحقیق ۲۳
۳-۱-۱ جمع‌آوری آفت شب پره موم خوار بزرگ ۲۴
۳-۱-۲ موقعیت جغرافیایی شهرستان مجن ۲۴
۳-۲ شرایط بهینه پرورش ۲۴
۳-۳ تکثیر و پرورش ۲۴
۳-۳-۱ هم‌سن سازی لاروها ۲۵

۳-۴ مشخص کردن محدوده‌های پارامترهای آزمایش ۲۵
۳-۴-۱ تعیین غلظت‌های کمینه و بیشینه دز مصرفی ۲۵
۳-۴-۲ تعیین درجه حرارت و رطوبت لازم برای رشد ۲۶
۳-۵ مراحل انجام آزمایش ۲۶
۳-۵-۱ آماده‌سازی دزهای مورد نیاز ۲۷
۳-۵-۲ آماده‌سازی درجه حرارت و رطوبت مورد نیاز ۲۷
۳-۵-۳ اجرای آزمایشات ۲۷
۳-۶ جدول‌های مربوط به شرایط هر آزمایش ۲۸
۴ نتایج و بحث ۳۱
۴-۱ سم کلرپایریفوس ۳۲
۴-۱-۱ ارزیابی مدل ۳۳
۴-۱-۲ تاثیر متغیرهای موثر بر پاسخ ۳۶
۴-۱-۳ معادله کلی مدل ۳۹
۴-۱-۴ سطوح بهینه پیشنهادی ۴۰
۴-۱-۵ بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی ۴۱
۴-۲ سم پالیزین ۴۲

۴-۲-۱ ارزیابی مدل ۴۳
۴-۲-۲ تاثیر متغیرهای موثر بر پاسخ ۴۵
۴-۲-۳ معادله کلی مدل ۴۷
۴-۲-۴ سطوح بهینه پیشنهادی ۴۷
۴-۲-۵ بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی ۴۸
۴-۳ سم دلتامترین ۴۹
۴-۳-۱ ارزیابی مدل ۵۰
۴-۳-۲ تاثیر متغیرهای موثر بر پاسخ ۵۲
۴-۳-۳ معادله کلی مدل ۵۴
۴-۳-۴ سطوح بهینه پیشنهادی ۵۴
۴-۳-۵ بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی ۵۵
۵ نتیجه‌گیری ۵۷
۵-۱ نتیجه‌گیری ۵۸
منابع ۶۱

فهرست اشکال

شکل ۳-۱تکثیر و پرورش لارو شب پره موم خوار بزرگ(عکس اصلی) ۲۵
شکل ۴-۱ پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده‌ها ۳۵
شکل ۴-۲ روند تغییرات باقیمانده‌ها ۳۶
شکل ۴-۳ اثر هم زمان رطوبت و دز مصرفی روی مرگ و میر ۳۸
شکل ۴-۴ اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت روی مرگ و میر ۳۸
شکل ۴-۵ اثر هم زمان درجه حرارت و دز مصرفی بر مرگ و میر ۳۹
شکل ۴-۶ نمایش شماتیک سطوح بهینه و پاسخ پیشنهادی ۴۱
شکل ۴-۷ پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده‌ها ۴۴
شکل ۴-۸ روند تغییرات باقیمانده‌ها ۴۵
شکل ۴-۹ اثر هم زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی مرگ و میر ۴۶
شکل ۴-۱۰ اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی مرگ و میر ۴۷
شکل ۴-۱۱ نمایش شماتیک سطوح بهینه و پاسخ پیشنهادی ۴۸
شکل ۴-۱۲ پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده‌ها ۵۱
شکل ۴-۱۳ روند تغییرات باقیمانده‌ها ۵۲
شکل ۴-۱۴ اثر هم زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی مرگ و میر ۵۳
شکل ۴-۱۵ اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی مرگ و میر ۵۴
شکل ۴-۱۶ نمایش شماتیک سطوح بهینه و پاسخ پیشنهادی ۵۵

فهرست جداول

جدول ۳-۱ تیمارهای پیشنهادی طرح مرکب مرکزی برای انجام آزمایشات سم کلرپایریفوس ۲۸
جدول ۳-۲ تیمارهای پیشنهادی طرح مرکب مرکزی برای انجام آزمایشات سم پالیزین ۲۹
جدول ۳-۳ تیمارهای پیشنهادی طرح مرکب مرکزی برای انجام آزمایشات سم دلتامترین ۳۰
جدول ۴-۱ نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها ۳۲
جدول ۴-۲ نتایج آنالیز واریانس برای مدل پاسخ (مرگ و میر) ۳۳
جدول ۴-۳ پارامترهای ارزیابی صحت مدل ۳۵
جدول ۴-۴ نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها ۴۲
جدول ۴-۵ نتایج آنالیز واریانس برای مدل پاسخ (مرگ و میر) ۴۳
جدول ۴-۶ پارامترهای ارزیابی صحت مدل ۴۴
جدول ۴-۷ نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها ۴۹
جدول ۴-۸ نتایج آنالیز واریانس برای مدل پاسخ (مرگ و میر) ۵۰
جدول ۴-۹ پارامترهای ارزیابی صحت مدل ۵۱

۱ مقدمه

۱-۱ کلیات

نقش و اهمیت کشاورزی در دنیای کنونی بر کسی پوشیده نیست و کشاورزی یکی از عوامل بسیار موثر در فرآیندهای رشد و توسعه در تمامی کشورهای جهان محسوب می‌شود. کشاورزی به عنوان منبع اصلی درآمدی ۵۱ درصد جمعیت جهان است و خسارت ناشی از آفات می‌تواند منجر به کاهش معنی‌داری در عملکرد و درآمد آنها شود از طرفی با افزایش جمعیت نیاز جوامع بشری به تولیدات بخش کشاورزی به طور روزمره افزایش یافته است و علیرغم اینکه کلیه امکانات موجود در جهت بهبود روش‌های تولید به منظور دستیابی به حداکثر تولید به کار گرفته شده است، اما آفات و بیماری‌ها هنوز هم رقیب اصلی انسان بر روی تولیدات کشاورزی هستند [۱]. به همین دلیل هر ساله به منظور اجتناب از همین خطرات، سموم کشاورزی به میزان فراوان مصرف می‌شوند، که در اثر استفاده نادرست و بی‌رویه از این سموم اثرات جبران ناپذیری بر محیط‌زیست وارد می‌شود [۲]. اهمیت بالای اثر مخرب سموم و هزینه‌های بالای مبارزه شیمیایی در چرخه تولید و بار منفی آن در اقتصاد موجب شده که سیاست‌گذاران بخش کشاورزی و سلامت را بر آن دارد تا چاره‌ای جهت رویارویی با چالش فوق بیاندیشند [۳] .

مصرف بهینه سموم یکی از ابزارها و راهکارهای اصلی برای جلوگیری از این مشکلات است. بنا به اهمیت موضوع، در این پایان‌نامه بهینه‌سازی مصرف سه سم بر روی شب پره موم خوار بزرگ مورد بررسی قرار داده شد و سطح بهینه هر سم مشخص گردید.

۱-۲ اهداف و ضرورت انجام تحقیق

ترکیبات شیمیایی دارای خطرات بالقوه هستند ولی منافع زیادی را هم برای انسان به همراه می‌آورند. اما پیامدهای زیانبار این ترکیبات مشکلات و معضلات جدی برای سم‌پاشان، مصرف‌کنندگان محصولات

سمپاشی شده، موجودات زنده طبیعت و برهم خوردن تعادل طبیعی در عرصه‌های کشاورزی و حتی عرصه-های خشکی و آبی را موجب می‌شود که غالب اوقات غیر قابل جبران است [۴و۵]. از جمله مشکلات برجسته‌ی عدم مصرف صحیح سموم روی انسان می‌توان به بروز انواع مسمومیت‌های حاد تنفسی، جهش‌ها، سرطان‌ها اشاره کرده که بنا بر آمار سازمان بهداشت جهانی در حال حاضر ۱۲ درصد موارد مرگ و میر دنیا را تشکیل داده و در ایران سالانه ۳۰۰۰۰ نفر به این علت جان خود را از دست می‌دهند. همچنین میزان ناباروری در مردان کشاورز ۱۰ برابر بیشتر از افراد عادی بوده و سقط جنین در مادرانی که در مجاور مزارع کشاورزی مصرف‌کننده‌ی این مواد زندگی می‌کنند تا ۱۲۰ درصد افزایش داشته است. همچنین ناقص‌الخلقه شدن نوزادان، اختلال در غدد درون ریز و حتی بروز پارکینسون ازعوارض دیگر استفاده از این مواد است [۶]. با وجود مضرات سموم هم نمی‌توان به نقش آنها در تولید بیشتر محصولات کشاورزی توجهی نکرد. چرا که با روش‌های سنتی، زمین‌های کشاورزی از سال‌ها پیش دیگر پاسخگوی نیاز غذایی جمعیت کره زمین نبودند [۷]. یکی از راه‌های افزایش بهره‌وری در کشاورزی بهینه‌سازی استفاده از نهاده‌ها است تا هر نهاده به مقدار مناسب استفاده شود. با توجه به اثرات نامطلوب سموم و همچنین صرفه جویی ارزی حاصله، اهمیت بهینه‌سازی استفاده از سموم بیش از پیش مشخص می‌شود [۸].

۲ بررسی نوشته‌ها

۲-۱ تعاریف بهینه‌سازی

هدف بسیاری از مهندسان، طراحی سیستم‌هایی برای کاربردهای مهندسی خودرو، هوافضا، مکانیک، ساختمان، برق، مهندسی پزشکی و کشاورزی است. در دنیای پر رقابت امروز دیگر کافی نیست سیستمی طراحی کنیم که عملکرد آن مطابق آنچه می‌خواستیم باشد، بلکه لازم است آن سیستم بهترین باشد. بهترین یعنی سیستمی کارآمد، همه جانبه، منحصر به فرد و مقرون به صرفه هم نیز باشد. یافتن بهترین جواب برای یک مسئله و یا یک طرح در علم بهینه‌سازی دنبال می‌شود. در ادامه تعاریف بهینه‌سازی معرفی شده است [۹]. به صورت کلی منظور از بهینه‌سازی کمینه یا بیشینه کردن تابعی است که این تابع معیاری از عملکرد می‌باشد اما در منابع مختلف تعاریف متعددی برای بهینه سازی ارایه شده که در ادامه به چند مورد از این تعاریف اشاره شده است:

بهینه‌سازی فرآیندی است که برای بهبود بخشیدن به چیزی دنبال می‌شود. فکر، ایده، و یا طرحی که به وسیله یک دانشمند و یا یک مهندس مطرح می‌شود، طی روال بهینه‌سازی بهبود می‌یابد.

بهینه‌سازی، تغییر دادن ورودی‌ها و خصوصیات یک دستگاه، فرآیند ریاضی و یا آزمایش تجربی است به نحوی که بهترین خروجی یا نتیجه به دست آید.

بهینه‌سازی عبارت است از کمینه‌سازی یک تابع هزینه به این صورت که بین پارامترهای یک تابع به دنبال مقادیری باشیم که تابع را کمینه نماید [۱۰].

۲-۲ طراحی آزمایش‌ها

روش‌های آماری متعددی برای بهبود فرآیندهای تولید و مصرف مطرح گردیده، که یکی از مهمترین آنها، روش طراحی آزمایش‌ها است. طراحی آزمایش‌ها روشی است که برای تعیین ارتباط بین عوامل موثر یک فرآیند و خروجی‌های آن فرآیند استفاده می‌شود. این روش برای اولین بار در دهه‌ی ۱۹۲۰ میلادی توسط

فیشر[1] و سر رونالد[2] توسعه یافت. طراحی آزمایش‌ها شامل یک مجموعه از طرح‌های آزمایشی است که همه عوامل مربوط به آن به طور سیستمی تغییر می‌کنند و با کمترین تعداد دفعات انجام آزمایش می‌توانیم بیشترین اطلاعات را به دست بیاوریم. با تحلیل نتایج حاصل از این آزمایش‌ها می‌توان شرایط بهینه آزمایش، عواملی که بیشترین تاثیر را در نتایج دارند و یا بی‌اثر هستند و همچنین اثر متقابل بین عوامل را شناسایی کرد.

۲-۳ خصوصیات روش طراحی آزمایش‌ها

بهینه‌سازی فرآیندها یکی از مهم‌ترین فعالیت‌ها در حوزه‌ی صنعت در دنیای رقابتی امروز است. هزینه بالای تحقیقات مستلزم توسعه روش‌های طراحی آزمایش‌هایی است که در تعیین فاکتورهای موثر بر فرآیند با حداقل آزمایشات ممکن گردد از دیگر خصوصیات این روش‌هل می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. کارایی بالا
۲. استفاده حداکثر از کمترین داده‌های موجود
۳. صرفه‌جویی قابل توجه در وقت و هزینه
۴. امکان بهینه‌سازی و پیش‌بینی پاسخ سیستم در شرایط معین

۲-۴ طرح‌های عاملی

مهمترین بخش در انجام هر تحقیق انتخاب طرح‌هایی است که بر اساس آنها باید آزمایش انجام شود. در آزمایشات مشتمل بر چندین عامل که در آنها مطالعه توام عوامل بر پاسخ ضروری است، طرح‌های عاملی به صورت وسیعی کاربرد دارند. تکرار کامل چنین طرح‌هایی 2^k مشاهده دارد که آن را طرح عاملی 2^k می‌نامند.

[1] *A.Fisher*
[2] *Sir Ronald*

سطوح عوامل می‌تواند دلخواه باشد که آن را حد بالا و حد پایین می‌نامند و با (+) و (-) نشان می‌دهند.

کاربرد طرح‌های عاملی 2^k مخصوصاً در مراحل اولیه کارهای آزمایشی که عوامل زیادی باید بررسی شوند، مفید است. این طرح کمترین تعداد اجرا را در یک طرح کامل عاملی با K عامل انجام می‌دهد. در نتیجه این طرح‌ها به طور گسترده در آزمایشات گزینش عوامل استفاده می‌شوند.

سه عامل دما، رطوبت و دز مصرفی هر کدام در دو سطح در این پایان‌نامه در نظر گرفته شد. که طرح آن یک طرح عاملی 2^3 است.

۲-۵ روش‌شناسی سطح پاسخ

روش‌شناسی رویه پاسخ که با آثار باکس[۳] و ویلسون[۴] در سال ۱۹۵۱ میلادی شروع شد. این روش مجموعه‌ای از تکنیک‌های آماری و ریاضی می‌باشد که برای فرآیندهای بهبود و بهینه‌سازی مفید بوده و می‌تواند با کمترین منابع و داده‌های کمی، با طرح آزمایشی مناسب، بهینه چندین متغیر را به طور هم‌زمان تعیین کند. طرح مرکب مرکزی یکی از پرکاربردترین طرح‌های سطح پاسخ برای بهینه سازی است.

انتخاب مجموعه‌ای از ورودی‌های قابل کنترل که به واسطه آنها متغیرهای پاسخ در شرایط مطلوبی قرار گیرند، مسئله‌ای است که در حوزه‌ی صنعت با آن رو به رو هستیم. هر یک از متغیرهای پاسخ بستگی به یک مجموعه از متغیرهای قابل کنترلی دارد که می‌بایست به طور هم‌زمان بهینه شوند. ارتباط بین متغیرهای قابل کنترل و اینکه مقادیر ورودی‌ها در سطوحی انتخاب شوند که مجموعه پاسخ‌ها بهینه گردند از روش رویه پاسخ به دست می‌آید.

همچنین در این روش رویه پاسخ با بهره‌گیری از طرح‌های آزمایشی مناسب، اطلاعات ساختار یافته‌ای به

---

[۳] *Box*

[۴] *Wilson*

دست می‌آورد که با برازش مدلی مناسب بر این داده‌ها، منحنی سطح پاسخی رسم می‌شود.

۲-۶ طرح مرکب مرکزی

طرح مرکب مرکزی یک روش مفید و کاربردی برای طراحی و مطالعه فضای آزمایش است. این طرح دارای سه گروه نقاط طراحی است که عبارت است از:

- نقاط مربوط به طرح عاملی 2^k که معمولاً به صورت (±) کدبندی می‌شود
- نقاط محوری که برای رفتار غیر خطی مدل به طرح عاملی اضافه شده و تعداد این نقاط از رابطه $2K$ محاسبه می‌شود
- نقاط مرکزی که برای تخمین و ارزیابی خطای آزمایش اضافه می‌شود.

تفاوت اصلی این طرح با فاکتوریل کامل و جزئی نقاط مرکزی و نقاط محوری است، به علاوه این نقاط توانایی این روش را در قیاس با سایر روش‌های طراحی آزمایش به منظور پیش‌بینی پاسخ و بهینه‌سازی آن را هم نشان می‌دهد. یکی دیگر از ویژگی‌های این طرح چرخش‌پذیری آن است که عبارت است از واریانس ثابتی از پاسخ تخمین زده شده برای تمام نقاط مشاهده شده که از نقطه مرکزی طرح در یک فاصله قرار دارند، است.

در این روش تعداد آزمایشات به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$N = 2^k + 2K + CP \qquad (۱-۲)$$

CP تعداد نقاط تکرار در نقطه مرکزی که برای کاهش خطاست [۱۱].

در این پایان‌نامه از طرح مرکب مرکزی چرخش‌پذیر با سه عامل دما، رطوبت و دز مصرفی به عنوان فاکتور-های اصلی استفاده شد. تعداد آزمایشات ۲۰ عدد بود که شامل ۸ آزمایش برای نقاط عاملی و ۶ آزمایش

برای نقاط محوری و ۶ آزمایش برای نقاط مرکزی است.

۲-۷ سابقه تحقیق انجام شده در زمینه بهینه‌سازی مصرف سم

فولر و همکاران[۵] در سال ۲۰۰۱ پژوهشی را در ناحیه مرکزی آمریکای شمالی انجام دادند که به صورت عملی از سطوح بهینه سموم خاک کاربرد برای کنترل لارو کرم ریشه ذرت استفاده شد [۱۲]. سلمان[۶] در سال ۲۰۱۳ با بررسی بهینه‌سازی شرایط آماده سازی کربن فعال حاصل از روغن ساقه خرما برای حذف سموم از محلول‌های آبی با استفاده از روش سطح پاسخ پژوهشی انجام داد که چهار فاکتور کربن دی اکسید و پتاسیم هیدروکسید و دما و سم (بنزاتون و کربوفوران) را در نظر گرفت و هر کدام از این فاکتورها را دو سطح برای بهینه سازی آماده کرد [۱۳]. ژانگ و همکاران[۷] در سال ۲۰۱۳ با استفاده از طرح‌های آزمایشی متعامد، بهینه فورمولاسیون سم دیفوکنازول را به دست آوردند که منظور از فورمولاسیون بهینه آن است که کمترین اثر را بر محیط زیست بگذارد. بر اساس این پژوهش بهینه فورمولاسیون این سم ۳٪SC شد [۱۴]. شریعتمداری تهرانی و همکاران در سال ۱۳۹۳ به منظور اثر بخشی روغن‌های گیاهی روی بهینه‌سازی کارایی علف‌کش کلودینافوپ و پروپارژیل آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که تمامی روغن‌های گیاهی باعث کاهش کشش سطحی محلول علف‌کش شده که موجب افزایش کارایی در کنترل علف هرز قناری شد [۱۵]. کارگر و همکاران در سال ۱۳۹۳ به منظور اثر بخشی مواد معدنی روی بهینه‌سازی کارایی علف‌کش کلودینافوپ و پروپارژیل آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۴ تکرار انجام دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که مواد معدنی باعث کاهش کشش سطحی محلول علف‌کش شده که این امر موجب افزایش کارایی در کنترل علف هرز قناری شد [۱۶].

---

[۵] *B.W. Fuller et.al*

[۶] *A.Salman*

[۷] *B.,Zhang et.al*

۲-۸اهمیت آفات انباری

محصولات انباری برخلاف آنچه که اغلب تصور می‌شود تنها به چند قلم از غلات و یا حبوبات محدود نمی‌شود بلکه به صورت کلی تمام مواد غذایی، صنعتی و غیره را که به نحوی در انبارها و سیلوها و منازل نگه‌داری می‌شوند و مورد حمله آفات قرار می‌گیرند را شامل می‌شود. بنابراین انواع: غلات، حبوبات، محصولات آردی، نان، دانه‌های روغنی، بذرها، میوه‌های خشک، مواد گوشتی، مواد دارویی، پوست، کلکسیون‌ها و صدها اقلام دیگر می‌توانند جز محصولات انباری محسوب شوند. هرکدام از این مواد دارای آفات ویژه‌ی خود می‌باشند که مهم‌ترین آنها را حشرات تشکیل می‌دهند. زیان‌هایی را که آفات در انبارها در سطح جهانی تنها به غلات وارد می‌کنند طبق گزارش سازمان خوار و بار کشاورزی ملل متحد هر سال به حدود ۱۰٪ محصولات برداشت شده می‌رسد. در مناطق گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان، حشرات انباری هر سال ۱۲ میلیون تن غلات مختلف را نابود می‌کنند. نکته‌ی قابل تعمل آنکه هر سال ۱۰۰ میلیون تن غلات نیز در اثر عدم مراقبت‌های لازم در انبارها از بین می‌روند. به طور کلی طبق گزارش‌های مجامع بین‌المللی خسارت آفات در انبارها هر سال به میزان ۳۰٪ تولید می‌رسد، ناگفته نماند که میزان این خسارت در بعضی از نقاط جهان و روی پاره‌ای از محصولات کشاورزی تا ۵۰٪ محصول برداشت شده نیز می‌رسد [۱۷].

در ایران خسارت بعضی از سوسک‌های حبوبات به میزان ۷۵٪ و گاهی تا ۱۰۰٪ می‌رسد. یک نگاه کوتاه به مقدار خسارت آفات انباری روی تولیدات کشاورزی مختلف نشان می‌دهد که هر سال میلیاردها تومان به اقتصاد کشورهای در حال رشد و توسعه از این راه زیان وارد می‌شود که اگر روزی انسان موفق به جلوگیری از این ضایعات بشود و یا مقدار این زیان‌ها را به حداقل کاهش دهد مسلماً در بهبود زندگی اجتماعی مردم و اقتصاد کشورها بسیار موثر خواهد شد [۱۸].

سابقه انتشار آفات انباری از قاره‌ای به قاره‌ی دیگر با وجود آمدن کشتی‌های بادبانی شروع شد. از یک طرف

کارکنان این کشتی‌ها برای مصرف تغذیه ماهیانه خود اجباراً مقدار زیادی مواد غذایی بر می‌داشتند و از طرف دیگر با توسعه و بسط تجارت دریایی، آفات انباری از قاره‌ای به قاره‌ی دیگر منتقل شدند. از این رو با توجه به وضع بیولوژی اغلب آفات انباری انتشار آنها در قاره جدید بدون مشکل صورت می‌گرفت و به این دلیل آفات انباری از مهم‌ترین حشرات همه‌جایی هستند. تمام فراورده‌های کشاورزی که در منطقه‌ای تهیه می‌گردد در همان محل مصرف نمی‌شود بلکه مقداری از آنها پس از انبار کردن در انبارهای موقتی و آلوده شدن با آفات انباری به سایر نقاط همان کشور حمل و موجب آلودگی انبارهای جدید می‌گردد. از طرف دیگر اغلب محصولات کشاورزی تولید شده در یک کشور کفاف مصرف آن کشور را نمی‌دهد و اجباراً کسری کالاهای مورد نیاز خود را از خارج وارد می‌کنند و بدین طریق آفات انباری نیز از کشور صادر کننده به کشور جدید وارد می‌شود [۱۹].

آفات انباری علاوه بر زیان‌های کمی باعث خسارت کیفی محصولات انبار شده نیز می‌شوند اگر شرایط اکولوژیک برای فعالیت آفات انباری مختلف فراهم باشد محصول به مدفوع و پوسته‌های لاروی، آلوده و از مرغوبیت آن کاسته می‌شود. تغذیه از چنین محصولاتی اغلب سلامت مصرف کننده را به خطر می‌اندازد.

اگر آرد و فرآورده‌های آن مورد حمله آفات انباری قرار بگیرند اغلب رنگ طبیعی خود را باخته و بدمزه می‌شوند این گونه محصولات ارزش تجاری و نانوایی خود را از دست می‌دهند. سوسک حبوباتی که لارو آنها در داخل حبوبات زندگی می‌کند می‌تواند کیفیت محصول را به شدت پایین بیاورد و یا آنرا غیر قابل مصرف سازد که اگر برای از بین‌بردن این سوسک‌ها مبارزه موثری صورت بگیرد به علت این که لاشه لاروها و حشرات کامل در داخل دانه باقی می‌ماند چنین محصولاتی حداقل برای مصرف انسان به هیچ وجه مناسب نخواهد بود [۱۸].

زیان‌های کیفی به صورت از بین رفتن ویتامین‌ها و دیگر عناصر اصلی بروز می‌کند، شپشه گندم که به

دانه‌های غلات حمله می‌کند ترجیح داده اول از جوانه دانه‌ها که از لحاظ مواد قندی بسیار غنی است تغذیه کند.

آفات انباری علاوه بر زیان‌های کمی و کیفی بهداشت مصرف‌کنندگان را به مخاطره می‌اندازد به عنوان مثال سوسک‌های تاریک‌زی که معمولاً در جاهای تاریک و انبارهای آلوده به آفت به سر برده و از مواد آلی در حال تجزیه تغذیه می‌کنند مایع تحریک کننده‌ای از مخرج دفع می‌کنند که در صورت تماس با بدن ناراحتی‌های پوستی ایجاد می‌کند و در صورتی که انسان از این مواد تغذیه نماید در اطراف بینی، دهان، چشم‌ها جوش‌های دردناکی به وجود می‌آید که این جوش‌ها با گذشت زمان پوسته پوسته شده و از بین می‌روند اما پس از بهبودی جای آنها به حالت بیرنگ باقی می‌ماند [۲۰]. از میان عوامل زنده زیان‌آور محصولات انباری حشرات نقش بسیار مهمی را ایفا می‌کنند یک گروه مهم از آنها بال پولک داران‌اند[۸] که اهمیت اقتصادی زیادی دارند.

۲-۹خانواده *Pyralidae*

در این خانواده مهم‌ترین آفات انباری متعلق به جنس‌های *Ephestia, Plodia , Myelois* است که در شرایط انباری به آرد، سبوس، میوه‌های خشک، غلات و مواد غذایی گوناگون زیان‌های سنگینی وارد می‌کنند [۲۱]. از ویژگی‌های ریخت شناسی این خانواده می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

شب پره های کوچکی هستند، بال‌های جلویی کشیده یا مثلثی است، رگبال بازویی ۴ شاخه به نظر می‌رسد، پالپ‌های لب پایین کشیده و سر به شکل خرطوم است [۲۲]

در میان شب پره‌های این خانواده گونه موم خوار بزرگ دارای اهمیت زیادی است.

[۸] *Lepidoptera*

۲-۹-۱ شب پره موم خوار بزرگ[۹]

شب پره موم خوار بزرگ تقریباً مهمترین آفت فرآورده‌های زنبور عسل است. هر سال این حشره زیان‌های جدی به بار می‌آورد. هرگاه جمعیت‌های زنبور عسل در آب و هوای گرم ضعیف شوند یا بمیرند لاروهای این شب پره شان‌های کندو را می‌خورند [۲۳]. گسترش جغرافیایی این آفت به زنبوران عسل وابسته است با توجه به ناتوانی این آفت در تحمل سرما گسترش آن محدود می‌شود و این آفت در مناطق گرم بیشتر رواج دارد [۲۴].

۲-۹-۲ موقعیت رده‌بندی شب پره موم خوار بزرگ

در جدول زیر موقعیت رده‌بندی شب پره موم خوار بزرگ اشاره شده است[۲۵].

Kingdom:	*Animalia*
Phylum:	*Arthropoda*
Class:	*Insecta*
Order:	*Lepidoptera*
Sub order:	*Microlepidoptera*
Super family:	*Pyraloidea*
Family:	*Pyralidae*
Sub family:	*Galleriinae*
Genus:	*Galleria*
Species:	*G. mellonella (Linnaeus, 1758)*

[۹] *Greater wax moth*

۲-۹-۳ ریخت‌شناسی[۱۰] شب پره موم خوار بزرگ

شب پره موم خوار بزرگ آفتی است به نسبت بزرگ که طول بدن آن ۲۰ میلیمتر و عرض بدن با بال‌های باز ۲۰ تا ۳۰ میلیمتر است رنگ آن بسیار متغیر است به طوری که در نرها از سفید نقره‌ای تا خاکستری روشن همراه با چند لکه و در ماده‌ها از خاکستری تیره تا قهوه‌ای تغییر می‌کند. انتهای شکم در ماده‌ها باریک و کشیده و در نرها تا حدودی گرد است و همچنین حشره نر اندکی از ماده کوچکتر است. [۲۰].

۲-۹-۴ زیست‌شناسی[۱۱] شب پره موم خوار بزرگ

این شب پره دارای چهار مرحله رشدی شامل تخم، لارو، شفیره و حشرهٔ کامل است. شب پره‌ها یک روز پس از ظهور جفت‌گیری نموده و ماده‌ها ۲۴ ساعت بعد تخم‌ریزی را آغاز می کنند. تخم‌ها به صورت توده‌ای روی مواد غذایی گذاشته می‌شوند. هرماده در طول زندگی خود ۲۰۰ تا ۸۰۰ عدد تخم می‌گذارد. تخم‌ها معمولاً بعد از ۷ تا ۱۰ روز تفریخ می‌شوند. لاروهای جوان ابتدا از عسل تغذیه می کنند و سپس به موم حمله می‌کنند و در درون موم تونل حفر می‌نمایند. تونل‌های غذایی با تارهای ابریشمی سفید رنگ پوشیده می‌شود.

لارو پس از رسیدن به رشد کامل محیط غذایی را ترک و برای شفیره شدن در پناهگاه مناسبی مستقر می‌شود و شروع به تنیدن پیله می‌کنند. برای این منظور لارو نخست به پیش شفیره و سپس به شفیره و حشره کامل تبدیل می شود. زمستان‌گذرانی این حشره در درون پیله به حالت پیش‌شفیره انجام می‌شود. طول یک نسل این آفت متغیر و از ۳۰ تا ۵۶ روز گزارش شده است [۲۶].

---

[۱۰] *Morphology*

[۱۱] *Biology*

۲-۹-۵ خسارت و اهمیت اقتصادی شب پره موم خوار بزرگ

لارو این شب پره در درجه اول یک آفت انباری است که از موم به ویژه موم سیاه در انبارها، مغازه‌ها، و خانه‌های گرم تغذیه می‌کند. در درجه دوم به کندوهایی که به سبب عدم رسیدگی منظم، فاقد اصول بهداشتی بوده و یا به علل مختلف ضعیف هستند حمله می‌کند. لاروهای جوان بعد از خروج از تخم، در بین حجرات مومی خزیده و بلافاصله شروع به تغذیه و تولید تونل‌های تغذیه‌ای ابریشمی بر روی موم‌ها می‌نمایند که در درون این تونل‌ها پوسته لاروی و فضولات لاروی وجود دارد که وجود این مواد به محصول آلوده شده بوی نامطبوعی می‌دهد [۲۷].

موم به دلیل کیفیت و مرغوبیت زیادی که دارد، به طور اختصاصی در صنعت زنبورداری و صنایع گوناگون دیگر، مانند دارو سازی، دندان سازی، آرایشی و بهداشتی، آدامس سازی و غیره مصرف می‌شود. زنبور عسل برای تولید یک کیلوگرم موم ۸/۵ کیلوگرم عسل مصرف می‌کند. شان‌های مازاد تولیدی توسط زنبور عسل پس از پایان فصل در انبار نگهداری می‌شوند تا در فصول دیگر فعالیت زنبور عسل مورد استفاده قرار گیرند [۲۸]. تمیجی و همکاران در پژوهشی میزان خسارت سالیانه این آفت را در ایران ۳۸ درصد برآورد نموده‌اند [۲۹]. کارون[۱۲] زیان سالانه وارده توسط این آفت را در آمریکا بالغ بر ۵ میلیون دلار تخمین زده است [۳۰]. شانگ و همکاران[۱۳] در تحقیقی زیان این آفت را در تایوان بیش از ۴ میلیون دلار در سال برآورد کرده‌اند[۳۱].

۲-۹-۶ کنترل شب پره موم خوار بزرگ

روش‌های کنترل شب پره موم خوار بزرگ شامل کنترل فیزیکی، کنترل شیمیایی و کنترل بیولوژیکی می‌باشد که در زیر به تفصیل شرح داده شده است.

---

[۱۲] *Caron*

[۱۳] *Chang.,et al*

۲-۹-۶-۱ کنترل فیزیکی

قوی نگه داشتن کلنی زنبورها، قاب‌ها و موم‌ها در کندوهای بدون جمعیت نگه‌داری نشوند، با کنه‌ی واروآ مبارزه شود، بعد از حمله‌ی این آفت قاب‌های آلوده حذف شوند، بازدیدهای روزانه منظم در فصول گرم.

۲-۹-۶-۲کنترل شیمیایی

۱- دی اکسید گوگرد[۱۴]

دو راه برای به کارگیری گوگرد وجود دارد که شامل سوزاندن نوارهای گوگرد و اسپری کردن گاز است. این روش هنوز یکی از مؤثرترین روش‌های مبارزه با شب پره موم خوار است. این گاز خیلی فرار بوده و در چربی قابل حل نیست و به این خاطر ضرر کمی برای زنبور، موم و عسل دارد. در صورت نیاز به ضد عفونی کردن قاب‌ها بعد از برداشت آنها از کندو، یک یا دو هفته منتظر مانده تا تخم‌های شب پره تبدیل به لارو گردیده، سپس اقدام به درمان با گوگرد شود. علت این امر بی اثر بودن این گاز بر تخم‌هاست.

۲- اسید استیک[۱۵]

اسید استیک تبخیر شده و سریع تخم‌ها و حشرات کامل را می‌کشد. لاروها و مخصوصاً شفیره‌ها، به این اسید مقاومت داشته و باید برای مدت بیشتری در معرض آن قرارگیرند. لذا بر خلاف روش قبل لازم است شان‌ها را بلافاصله بعد از خارج کردن از کلنی و قبل از تبدیل تخم به لارو در معرض اسید استیک قرار داد.

۲-۹-۶-۳ کنترل بیولوژیک

استفاده از باکتری *Bacillus thuringiensis* این باکتری تحت عنوان محصول تجاری *B-401* اختصاصاً برای

[۱۴] *Sulfur dioxide* SO_2

[۱۵] *Acetic acid* $C_2H_4O_2$

مقابله با شب پره موم خوار انتخاب شده است. باکتری اسپوری تولید می کند که حاوی سم است. زمانی که لارو این اسپور را می‌بلعد توکسین آزاد گردیده و به دیواره روده آسیب وارد می‌کند که منجر به مرگ لارو می‌شود. این باکتری برای مهره‌داران (انسان و دام) و زنبور عسل بی‌ضرر است و هیچ باقیمانده‌ای در موم یا عسل ندارد [۳۲، ۳۳، ۳۴، ۳۵].

۲-۹-۷ انتخاب پارامترهای آزمایش

در این پایان‌نامه دما، رطوبت و سم به عنوان پارامترهای ورودی و مرگ و میر به عنوان پاسخ خروجی انتخاب شدند، که علت انتخاب شدن پارامترهای ورودی در زیر شرح داده می‌شود.

۲-۹-۷-۱ درجه حرارت

دما یکی از مهمترین عوامل محیطی غیر زنده‌ی موثر در فعالیت‌های حشرات محسوب می‌شود. آگاهی از میزان تاثیر این عوامل روی هر یک از پارامترهای زیستی هر آفت، در درک بهتر علل تغییرات جمعیت و زمینه‌های وقوع یک طغیان ما را یاری می‌نماید.

دما بر روی نرخ متابولیسم، سرعت نشو و نما و زادآوری موثر است. زادآوری از طول عمر موجود متأثر می‌گردد، طول عمر خود از حرارت محیط تبعیت می‌کند که از طریق تاثیر بر نرخ بقای یک حشره، زمان نشو و نما و دوره تخم‌ریزی آن کاهش یافته که این امر باعث افزایش طول عمر می‌گردد. روند تغییرات طول عمر متفاوت است و افزایش دما غالباً سبب کاهش طول عمر می‌شود. عمده این تاثیر از طریق افزایش سرعت نشو و نما اعمال می‌شود که رابطه سیگموییدی با دما دارد [۳۶]. با این حال تخم ریزی نیز در دمای پایین تر و در زمانی طولانی‌تر صورت می‌گیرد. حرارت علاوه بر اثرات مستقیم، به طور غیر مستقیم نیز با تاثیر بر رشد گیاه میزبان و دشمنان طبیعی بر بقا و طول عمر حشره اثر می‌گذارد، از طرفی بر اساس قانون

هوف[۱۶] به ازای ده درجه افزایش دمای محیط سرعت واکنش شیمیایی دو برابر می‌شود اما از طرفی بالا رفتن زیاد دما باعث اثر منفی روی آنزیم‌ها شده و آنها را غیر فعال می‌کند [۳۷].

۲-۹-۷-۲ رطوبت

رطوبت هم یکی از عوامل محیطی غیر زنده موثر بر فعالیت حشرات محسوب می‌شود. کاهش رطوبت نسبی محیط باعث افزایش تبخیر آب از کوتیکول حشرات شده که نهایتاً موجب مرگ حشره می‌شود. سرعت رشد و نمو حشرات در محدوده‌ی نسبتاً وسیعی از رطوبت نسبی ثابت می‌ماند اما تغییرات شدید رطوبت نسبی سبب ایجاد مرگ و میر در حشرات می‌شود [۳۶].

۲-۹-۷-۳ سم

بطور تقریبی حدود یک سوم از محصولات کشاورزی جهان در مراحل داشت و برداشت توسط آفات از بین می رود. میزان خسارت آفات در کشورهای توسعه نیافته از این هم بیشتر است [۳۶]. مثلا در آمریکای لاتین حدود چهل درصد محصولات با هجوم آفات از بین می رود. کاربرد سموم از یک طرف با از بین بردن عوامل ناخواسته باعث افزایش کمی و کیفی محصولات شده و از طرف دیگر با از بین بردن عوامل کنترل کننده طبیعی آفات، تعادل زیستی را بر هم زده و موجب طغیان آفات می‌شود. همچنین تاثیر سوء سموم بر سایر موجودات مسمومیت‌های ناشی از کاربرد آفت‌کشها در بین افراد و نیز هزینه‌های تولید سموم شیمیایی از مواردی هستند که نیاز به استفاده اصولی و متفکرانه از این مواد را بیشتر نشان می‌دهند. در هر صورت باید به این نکته توجه داشت که حتی امروزه نیز سموم شیمیایی در عمل نیرومندترین سلاح مبارزه با آفات به شمار می‌روند که در صورت استفاده نکردن از آنها امنیت غذایی انسان‌ها تهدید می‌شود و احتمالاً

---

1 Van't Hoff's law

بشر هرگز از آنها کاملاً بی نیاز نخواهد شد [۲۱].

۲-۱۰ سم کلرپایریفوس[۱۷]

این آفت کش در بازار با نام تجاری دورسبان[۱۸] وجود دارد. کلرپایریفوس از گروه حشره‌کش‌های فسفره آلی[۱۹] است. از ویژگی‌های این گروه می‌توان به این نکات اشاره کرد که از نظر شیمیایی چندان پایدار نبوده و برای مدت زیادی در طبیعت باقی نمی‌مانند و بعد از چند ساعت در محیط تجزیه می‌شوند. این سم دارای خاصیت غیرسیستمیک و اثر تماسی، گوارشی و تنفسی (تدخینی)، است که برای کنترل طیف وسیعی از آفات کشاورزی، و همچنین برای کاربرد در خاک استفاده می‌شود. این ترکیب به صورت مایع غلیظ امولسیون شونده[۲۰] ۴۰/۸٪ و گرانول[۲۱] ۵٪ عرضه می‌شود. دوام این سم در خاک ۴-۲ ماه است.

۲-۱۰-۱ سازوکار اثر

همان گونه که ذکر شد این سم عضو خانواده‌ی سموم فسفره است و حشره‌کش‌های فسفره شباهت ساختمانی با سوبسترای[۲۲] طبیعی کولین استراز[۲۳] یعنی استیل کولین[۲۴] دارند و این آنزیم را مهار کرده و باعث می‌شوند که نتواند شیار عصبی را از وجود استیل کولین پاک کند و بنابراین عمل مخابره پیام مختل می‌گردد. در نتیجه ماهیچه‌های مربوط منقبض شده که در نهایت به فلج و مرگ منتهی می‌شود [۳۸].

---

[۱۷] *Chlorpyrifos*
[۱۸] *Dursban*
[۱۹] *Organophosphorus compounds*
[۲۰] *Emulsifiable concentrate*
[۲۱] *Granule*
[۲۲] *Substrate*
[۲۳] *Cholinesterase*
[۲۴] *Acetylcholine*

۲-۱۱ سم پالیزین[۲۵]

سم پالیزین از گروه حشره کش‌های گیاهی[۲۶] است. در گیاهان مواد خاصی بیوسنتز می‌شوند که اصطلاحاً به آنها متابولیت‌های ثانویه[۲۷] می‌گویند. این متابولیت‌ها در دفاع گیاهان در برابر حشرات نقش اساسی و مهمی ایفا می‌کنند. این مواد می‌توانند باعث دور کردن آفات گیاه‌خوار، اعمال سمیت و یا جلب پارازیتوییدها و شکارگرها در پاسخ به خسارت‌های ناشی از تغذیه آفات باشند [۳۸]. این سم محتوی صابون غلیظ روغن نارگیل (۶۰ تا ۷۰ درصد) به همراه عصاره نعنا و اکالیپتوس است. سم پالیزین یک حشره کش تماسی است که باید مستقیماً به نقاط تجمع آفات برخورد نموده و بدن آفات کاملا به آن آغشته شود.

۲-۱۱-۱ سازوکار اثر

پس از آغشته شدن این آفت به این ترکیب موجب بروز اشکالاتی در تبادلات گازی و متابولیسم و نهایتاً تخریب جلد بدن آفت شده که منجر به مرگ آفت می‌شود [۳۹].

۲-۱۲ سم دلتامترین[۲۸]

این آفتکش در بازار با نام تجاری دسیس[۲۹] وجود دارد. دلتامترین از گروه حشره کش‌های پایریتروئیدی مصنوعی[۳۰] است. از ویژگی‌های این گروه می‌توان به اثر ضربه‌ای شدید[۳۱] که باعث اُفتادن سریع حشرات در پرواز و هم بستگی حرارتی منفی[۳۲] که رابطه عملکرد معکوس آن با درجه حرارت است، می‌توان اشاره کرد.

---

[۲۵] *Palizin*
[۲۶] *Botanical insecticides*
[۲۷] *Secondary metabolite*
[۲۸] *Deltamethrin*
[۲۹] *Decis*
[۳۰] *Synthetic pyrethroids*
[۳۱] *Knock-down effect*
[۳۲] *Negative temperature correlation*

این سم دارای اثر تماسی و گوارشی است که برای کنترل طیف وسیعی از آفات کشاورزی استفاده می‌شود. این ترکیب به صورت مایع غلیظ امولسیون شونده ۲/۵٪ عرضه می‌شود. دوام این سم در خاک حدود ۲ هفته است.

۲-۱۲-۱ سازوکار اثر

اثر دلتامترین ناشی از مهار کنندگی اعصاب است که میزان حساسیت ناحیه پس سیناپسی را به تحریکات عصبی کاهش می‌دهد که علت این امر ایجاد اختلال در کانال‌های سدیم است. این سم میزان رهاسازی گاما آمینو بوتریک اسید[۳۳] را در ناحیه پیش‌سیناپسی افزایش داده و باعث ممانعت از انتقال پیام‌های عصبی می‌شود [۳۸].

همان طور که در توضیحات سموم اشاره شد این سه سم دارای پایداری کمی در محیط هستند با توجه به این ویژگی از آنها می‌توان در انبار استفاده کرد.

[۳۳] *gamma-Aminobutyric acid*

۳ روش انجام تحقیق

۳-۱-۱جمع‌آوری آفت شب پره موم خوار بزرگ

جهت انجام آزمایشات نیاز به این آفت بود که لارو و شفیره این آفت از شان‌های موجود در انبار زنبورستان-های شهر مُجِن به عنوان کلنی اولیه جمع‌آوری و به آزمایشگاه حشره‌شناسی دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود منتقل گردیدند.

۳-۱-۲ موقعیت جغرافیایی شهرستان مجن

مجن از شهرهای استان سمنان با موقعیت° ۳۶/۴۸ شمالی و° ۵۴/۶۴ شرقی می‌باشد. این شهر در ۳۵ کیلومتری شمال غربی شهرستان شاهرود، قرار گرفته است [۴۰].

۳-۲شرایط بهینه پرورش

شرایط بهینه پرورش این شب پره در آزمایشگاه، درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۰ درصد است. در این شرایط تخم‌ها پس از ۱۰ روز تفریخ و دوره‌های لاروی و شفیرگی به ترتیب ۱۴ و ۱۵ روز به طول می‌انجامد [۴۱].

۳-۳ تکثیر و پرورش

به منظور تکثیر از چندین ظرف پلاستیکی مکعب مانند شکل (۳-۱) با ابعاد ۲۰×۱۵×۲۵ سانتیمتر حاوی موم کهنه وسیاه رنگ استفاده شد. دهانه ظروف با پارچه‌های نسبتا ضخیم پوشیده شده بود تا لاروهای این آفت به علت تحرکات زیاد و قطعات دهانی جونده قادر به سوراخ نمودن پارچه نباشند. پرورش انبوه این حشره در انسکتاریوم در دمای $25\pm3^{\circ}C$ و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ ساعت (تاریکی : روشنایی) انجام پذیرفت.

شکل ۳-۱تکثیر و پرورش لارو شب پره موم خوار بزرگ(عکس اصلی)

۳-۳-۱ هم‌سن سازی لاروها

برای اطمینان از هم‌سان بودن لاروها، دسته‌های متعدد تخم گذاشته شده به وسیله حشرات کامل این آفت توسط قلم مو برداشته شده و در درون ظروف جداگانه با ابعاد۲۰×۱۵×۲۵ سانتی متر حاوی موم سیاه نگه داری شدند. با در نظر گرفتن کل طول دوره لاروی، لاروهای ۲۶-۲۵ روزه پس از تفریخ به عنوان لاروهای سن آخر برای انجام آزمایشات استفاده شد.

۳-۴مشخص کردن محدوده‌های پارامترهای آزمایش

در این پایان‌نامه از سه پارامتر استفاده شده است که در زیر محدوده‌های آنها مشخص می‌شود.

۳-۴-۱ تعیین غلظت‌های کمینه و بیشینه دز مصرفی

برای تهیه محلول‌های سمی با غلظت‌های مختلف مورد نیاز از فرمولاسیون تجاری سموم کلرپایریفوس، *EC40.8%* شرکت آریا شیمی، پالیزین*SL50.2%* شرکت کیمیا سبز و دلتامترین *EC2.5%* شرکت بهاور شیمی استفاده شد. آزمایشات زیست‌سنجی برای تعیین غلظت‌های کشنده که تلفات ۲۰٪ تا ۸۰٪ را ایجاد

می‌کردند، با تعدادی غلظت از قبیل ۵۰۰ و ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ و ۲۰۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب برای سم کلرپایرفوس و غلطت‌های ۳۰۰۰ و ۴۰۰۰ و ۵۰۰۰ و ۶۰۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب برای سم پالیزین و غلظت‌های ۱۰۰ و ۲۰۰ و ۳۰۰ و ۵۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب برای سم دلتامترین با روش غوطه‌ورسازی لاورها به مدت ۱۰ ثانیه در محلول‌های سمی انجام گرفت. و در نهایت به ترتیب غلظت‌های (۲۰۰۰-۱۵۰۰) و (۶۰۰۰-۴۰۰۰) و (۵۰۰-۲۰۰) میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب مقطر به ترتیب به عنوان حد بالا و حد پایین کشندگی سموم مذکور مشخص شدند.

۳-۴-۲ تعیین درجه حرارت و رطوبت لازم برای رشد

محدوده‌های درجه حرارت لازم برای رشد و نمو این آفت بین ۱۸ تا ۳۲ درجه سلسیوس متغیر و رطوبت مورد نیاز هم بین ۷۰ تا ۸۰ درصد مشخص شد [۴۲].

۳-۵ مراحل انجام آزمایش

در این پایان‌نامه ابتدا مطالعات کتابخانه‌ای به منظور آشنایی با انواع روش‌های بهینه‌سازی و طرح‌های آزمایشی صورت پذیرفت و طرح سطح پاسخ گزینش گردید. سطح پاسخ مجموعه‌ای از تکنیک‌های آماری است که در بهینه‌سازی فرآیندهایی به کار می‌رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت‌تاثیر قرار می‌گیرد. با کمک این طرح آماری، تعداد آزمایش‌ها کاهش یافته و کلیه ضرایب مدل و رگرسیون درجه دوم و اثر متقابل فاکتورها، قابل برآورد هستند [۴۳].

برای انجام آزمایشات روش سطح پاسخ و طرح مرکب مرکزی در نظر گرفته شده است. جدول‌های (۳-۱و ۳- ۲و ۳-۳) الگوی انجام آزمایش‌ها هستند و به این صورت توسط نرم‌افزار *Design Expert 7.0.0* ارائه شد که پس از انتخاب طرح و تعداد فاکتورها، حدود بالا و پایین هر فاکتور را وارد کرده و این نرم افزار به صورت پیش فرض حد بالا و پایین را برای نقاط عاملی و میانگین این حدود را برای نقاط مرکزی و اندکی بالا و

پایین‌تر از این حدود را برای نقاط محوری در نظر می‌گیرد، ولی قبل از انجام باید شرایط محیا شود.

۳-۵-۱ آماده‌سازی دزهای مورد نیاز

پس از مشخص شدن دز مورد نظر برای هر آزمایش آن دز توسط نمونه‌بردار از بطری سم برداشته و درون استوانه مدرجی به حجم ۱۰۰۰ میلی لیتر حاوی آب مقطر ریخته و به منظور حل یکنواخت محلول از هم زن شیشه‌ای استفاده شد. شایان ذکر است که برای تمامی آزمایشات انجام شده در این پایان‌نامه از همین روش استفاده شد.

۳-۵-۲ آماده‌سازی درجه حرارت و رطوبت مورد نیاز

حدود یک ساعت قبل از انجام آزمایشات اتاقک رشد با درجه حرارت و رطوبت مورد نیاز تنظیم شد.

۳-۵-۳ اجرای آزمایشات

الگوی پیشنهادی برای انجام آزمایشات توسط نرم‌افزار مذکور ارائه شد که مجموعاً شامل ۲۰ آزمایش برای هر سم بود. برای هر آزمایش تعداد ۱۰ عدد لارو سن آخر به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس ۱۰ ظرف پتری زیست‌سنجی که حاوی موم برای تغذیه آفت آماده شد و لاروها توسط انبرک فلزی گرفته و به مدت ۱۰ ثانیه در محلول سمی غوطه‌ور و سپس هر لارو در ظروف جداگانه قرار گرفتند. در نهایت تمامی ظروف به اتاقک رشدی که درجه حرارت و رطوبت آن از قبل تنظیم شده بود انتقال داده شدند و پس از ۲۴ ساعت میزان مرگ و میر این آفت شمارش و ثبت شد.

۳-۶جدول‌های مربوط به شرایط هر آزمایش

جدول ۳-۱ تیمارهای پیشنهادی طرح مرکب مرکزی برای انجام آزمایشات سم کلرپایریفوس

درجه حرارت (درجه سلسیوس)	رطوبت (درصد)	دز مصرفی (میکرولیتر) در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب
۲۲	۷۵	۱۷۵۰
۲۵	۷۰	۱۵۰۰
۳۰	۶۷	۱۷۵۰
۳۰	۷۵	۱۷۵۰
۲۵	۸۰	۲۰۰۰
۳۵	۸۰	۱۵۰۰
۳۵	۷۰	۲۰۰۰
۳۰	۷۵	۱۷۵۰
۲۵	۷۰	۲۰۰۰
۳۰	۷۵	۱۷۵۰
۳۸	۷۵	۱۷۵۰
۲۵	۸۰	۱۵۰۰
۳۰	۷۵	۱۳۳۵
۳۰	۷۵	۱۷۵۰
۳۵	۸۰	۲۰۰۰
۳۰	۷۵	۱۷۵۰
۳۰	۸۳	۱۷۵۰
۳۰	۷۵	۲۱۷۰
۳۰	۷۵	۱۷۵۰
۳۵	۷۰	۱۵۰۰

جدول ۳-۲ تیمارهای پیشنهادی طرح مرکب مرکزی برای انجام آزمایشات سم پالیزین

درجه حرارت (درجه سلسیوس)	رطوبت (درصد)	دز مصرفی (میکرولیتر) در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب
۳۰	۷۵	۶۶۷۰
۲۵	۸۰	۴۰۰۰
۳۰	۷۵	۵۰۰۰
۳۸	۷۵	۵۰۰۰
۳۰	۷۵	۵۰۰۰
۳۰	۷۵	۳۳۲۰
۳۰	۷۵	۵۰۰۰
۳۰	۶۷	۵۰۰۰
۲۲	۷۵	۵۰۰۰
۲۵	۷۰	۶۰۰۰
۳۰	۸۳	۵۰۰۰
۳۵	۷۰	۴۰۰۰
۳۵	۷۰	۶۰۰۰
۲۵	۷۰	۴۰۰۰
۲۵	۸۰	۶۰۰۰
۳۵	۸۰	۴۰۰۰
۳۰	۷۵	۵۰۰۰
۳۰	۷۵	۵۰۰۰
۳۰	۷۵	۵۰۰۰
۳۵	۸۰	۶۰۰۰

جدول ۳-۳ تیمارهای پیشنهادی طرح مرکب مرکزی برای انجام آزمایشات سم دلتامترین

درجه حرارت (درجه سلسیوس)	رطوبت (درصد)	دز مصرفی (میکرولیتر) در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب
۳۵	۸۰	۵۰۰
۲۵	۸۰	۲۰۰
۳۰	۷۵	۱۰۰
۳۰	۷۵	۶۰۰
۲۵	۷۰	۵۰۰
۳۵	۸۰	۲۰۰
۲۵	۷۰	۲۰۰
۳۰	۶۷	۳۳۰
۳۰	۷۵	۳۳۰
۳۰	۷۵	۳۳۰
۳۵	۷۰	۵۰۰
۳۸	۷۵	۳۳۰
۳۰	۷۵	۳۳۰
۳۰	۷۵	۳۳۰
۲۲	۷۵	۳۳۰
۳۰	۷۵	۳۳۰
۳۰	۸۳	۳۳۰
۲۵	۸۰	۵۰۰
۳۰	۷۵	۳۳۰
۳۵	۷۰	۲۰۰

۴ نتایج و بحث

۴-۱سم کلرپایریفوس

برای بررسی آماری داده‌ها و به منظور ارزیابی مدل به دست آمده، تحلیل آماری نتیجه توسط نرم افزار *Design Expert 7.0.0* محاسبه و در جدول (۴-۲) آورده شده است. بر اساس تحلیل واریانس (*ANOVA*) مقدارF که آزمونی برای مقایسه واریانس یک جمله با واریانس باقی‌مانده است، برای مدل برابر با ۱۸/۹۶ است و نشان‌دهنده‌ی مهم و معنی‌داری مدل پیشنهادی است. در تحلیل واریانس، مقدارP (احتمال خطا) کمتر از ۰/۰۵ نشان‌دهنده‌ی این است که یک اثر شامل عامل مستقل، برهم‌کنش عامل‌ها یا توان دوم عامل‌ها مهم است و مقادیر بالاتر از آن حاکی از غیر مهم بودن اثر مورد نظر است [۴۴]. در این روش بر اساس نتایج حاصل از آزمایش برای هر متغیر مدلی تعریف می‌شود که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را برروی هر متغیر جداگانه بیان می‌کند. متغیرهای مستقل شامل درجه حرارت، رطوبت، دز مصرفی است که در جدول (۴-۱) نشان داده شده است. در مورد مدل حاضر و بر اساس جدول تحلیل واریانس، اثرات مهم شامل اثر خطی، هم‌زمان و درجه دوم درجه حرارت و دز مصرفی سم است.

جدول ۴-۱ نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها

متغیرهای مستقل	کد و سطح مربوطه		
	+۱	۰	−۱
درجه حرات (درجه سلسیوس)	۳۵	۳۰	۲۵
رطوبت (درصد)	۸۰	۷۵	۷۰
دز مصرفی (میکرولیتر)	۲۰۰۰	۱۷۵۰	۱۵۰۰

جدول ۴-۲ نتایج آنالیز واریانس برای مدل پاسخ (مرگ و میر)

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	۲۸/۸۶	۹	۳/۲۱	۱۸/۹۶	۰/۰۰۰۱
درجه حرارت	۱۰/۶۲	۱	۱۰/۶۲	۶۲/۸۲	۰/۰۰۰۱
رطوبت	۰/۰۷۳	۱	۰/۰۷۳	۰/۴۳	۰/۵۲۵۴
دز مصرفی	۱۴/۴۴	۱	۱۴/۴۴	۸۵/۴۲	۰/۰۰۰۱
اثر هم زمان درجه حرات و رطوبت	۰/۱۳	۱	۰/۱۳	۰/۷۴	۰/۴۱۰۱
اثر هم زمان درجه حرارت و دز مصرفی	۱/۱۲	۱	۱/۱۲	۶/۶۵	۰/۰۲۷۵
اثر هم زمان رطوبت و دز مصرفی	۰/۱۲	۱	۰/۱۲	۰/۷۴	۰/۴۱۰۱
توان دوم درجه حرارت	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۷/۴۱	۰/۰۲۱۵
اثر درجه دوم رطوبت	۰/۲۰	۱	۰/۲۰	۱/۱۹	۰/۳۰۱۱
اثر درجه دوم دز مصرفی	۱/۲۵	۱	۱/۲۵	۷/۴۱	۰/۰۲۱۵
عدم برازش مدل	۰/۳۶	۵	۰/۰۷۲	۰/۲۷	۰/۹۱۲۴
باقیمانده	۱/۶۹	۱۰	۰/۱۷		
خطای خالص	۱/۳۳	۵	۰/۲۷		

۴-۱-۱ ارزیابی مدل

به طور متداول جهت ارزیابی صحت مدل از آزمون عدم‌برازش[۳۴] و ضریب تبیین اصلاحی[۳۵] R^2adj و ضریب تبیین[۳۶] (R^2) و بررسی واریانس خطا و نرمال‌بودن باقی‌مانده‌ها استفاده می‌شود. معنی‌دار بودن آزمون عدم-برازش برای یک مدل بیانگر این است که نقاط به خوبی اطراف مدل قرار نگرفته‌اند و نمی‌توان از مدل برای

[۳۴] *Lack of fitness*

[۳۵] *R^2adjusted*

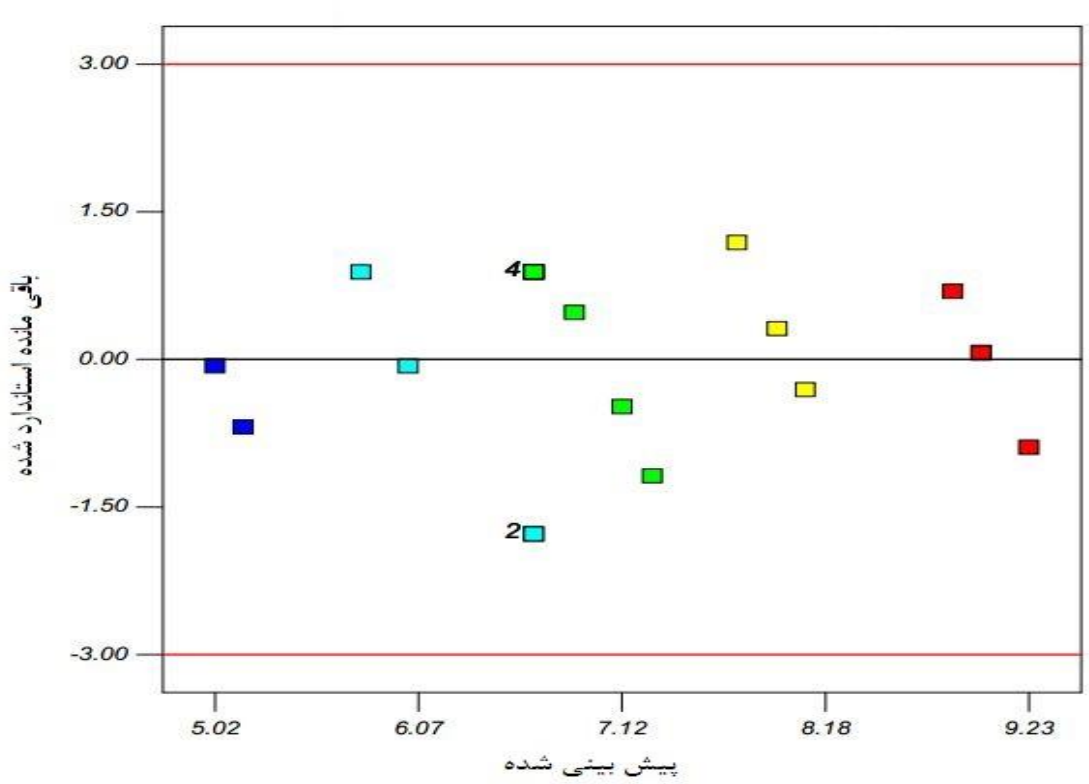
[۳۶] *Coefficient of determination*

پیش‌گویی مقادیر متغیرهای تابع استفاده نمود. بنابراین با عدم معنی‌داری آزمون عدم‌برازش، می‌توان دریافت که مدل به خوبی می‌تواند بر داده‌های مورد بررسی برازش شود. مطابق جدول (۴-۲) آزمون عدم-برازش معنی‌دار نیست که بیانگر این است که مدل به خوبی روند داده‌ها را نشان می‌دهد. از طرفی R^2adj نیز به منظور اطمینان از این مسئله که مدل می‌تواند به خوبی جواب‌ها را تخمین بزند محاسبه شد و همچنین ضریب تبیین (R^2) نیز به عنوان نسبت تغییرات توصیف شده توسط مدل به تغییرات کل بیان می‌شود که معیاری از درجه تناسب برازش می‌باشد. بنابراین هرچه (R^2) به یک نزدیک باشد، قدرت مدل برازش یافته در توصیف تغییرات پاسخ به عنوان تابعی از متغیرهای مستقل بیشتر می‌باشد [۴۵]. یکسان بودن واریانس خطا به این مفهوم است که مقدار اطلاع هر مشاهده از متغیر پاسخ یا مقدار اطلاع سایر مشاهدات یکسان است که این موضوع نشان دهنده‌ی درست بودن مدل است از طرف دیگر ناهم‌واریانسی خطاها به این معنی است که مشاهدات مختلف شامل اطلاعات متفاوتی هستند، در حالت ناهم‌واریانسی خطاها ویژگی واریانس کمینه برآوردگرها برقرار نبوده و نتیجه این امر کاهش دقت برآوردگرها است. رسم نمودار پراکنش خطاهای مشاهده شده در مقابل مقادیر پیش‌بینی شده متغیر وابسته (Y) به تشخیص هم‌واریانسی و یا ناهم‌واریانسی کمک می‌کند در صورتی که در نمودار پراکنش روند خاصی مشاهده نشود خطاها هم‌واریانس هستند [۴۶]. اگر مدل درست باشد مانده‌ها باید بی ساختار باشند و هم چنین باید به هیچ متغیر دیگری از جمله متغیر پاسخ وابسته نباشند. همان گونه که در شکل (۴-۱) نشان داده شده است خطاها به علت مشاهده نشدن یک روند خاص هم واریانس‌اند. اگر داده‌ها توزیع نرمال داشته باشند، باقیمانده-ها در امتداد یک خط قرار می‌گیرند اما اگر باقیمانده‌ها الگوی خاصی را نشان دهند و مثلاً شکل S و یا منحنی داشته باشند، نشان می‌دهد که از توزیع نرمال برخوردار نبوده و رگرسیون خطی بهترین همپوشانی را ندارند همان‌گونه که در شکل (۴-۲) نشان داده شده است باقیمانده‌ها در امتداد یک خط هستند [۴۷]. مطابق جدول (۴-۲) برای فاکتور مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ، مدل درجه دوم از نظر

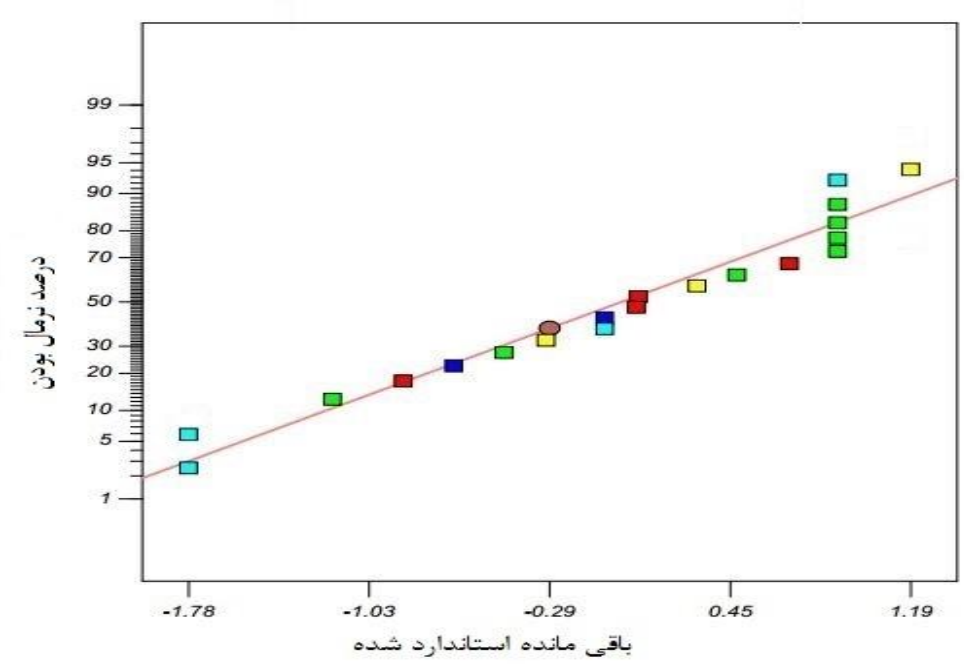
آماری معنی دار ($P\leq0/001$) و همچنین بر اساس جدول (۴-۳) مقدار بالای R^2 و متناسب بودن R^2adj و هم واریانس بودن خطاها و نرمال بودن باقیمانده‌ها بیانگر قدرت بالای مدل در پیش بینی می‌باشد.

جدول ۴-۳ پارامترهای ارزیابی صحت مدل

مدل	ضریب تغییرات	ضریب تبیین اصلاحی	ضریب تبیین	*Adeq-Precision*	*Pred R-Squared*	*PRESS*
درجه دوم	۵/۷۵	۰/۸۹۴۸	۰/۹۴۴۶	۱۴/۴۹	۰/۸۴	۴/۸۳



شکل ۴-۱ پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده‌ها



شکل ۴-۲ روند تغییرات باقیمانده‌ها

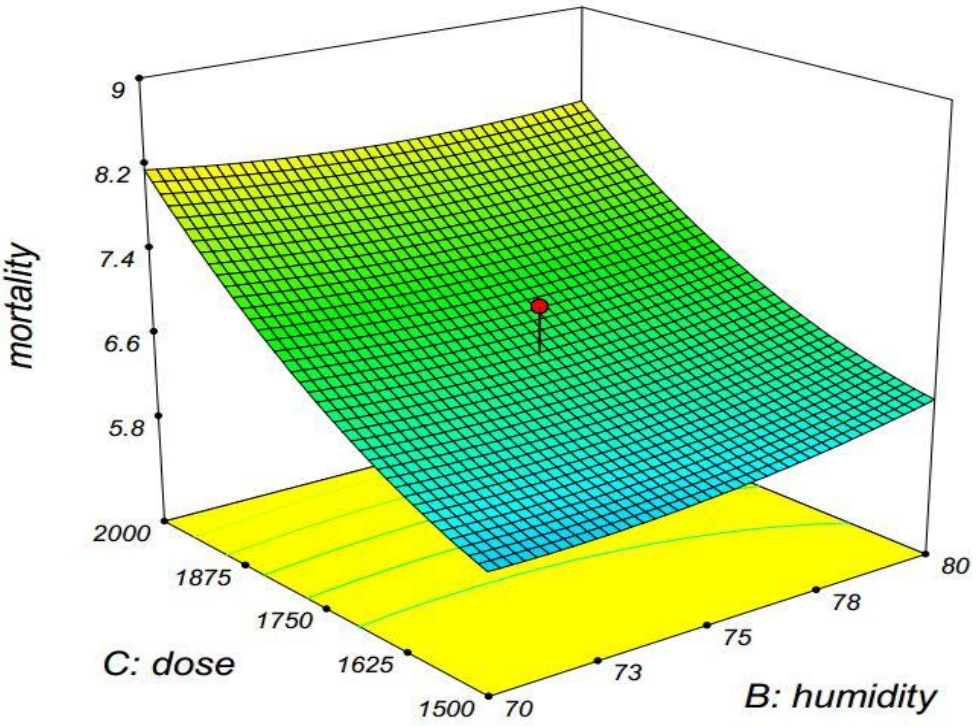
۴-۱-۲ تاثیر متغیرهای موثر بر پاسخ

همان طور که در جدول (۴-۲) مشاهده می‌شود اثر خطی، توامان و درجه دوم دز مصرفی و درجه حرارت معنی‌دار است.

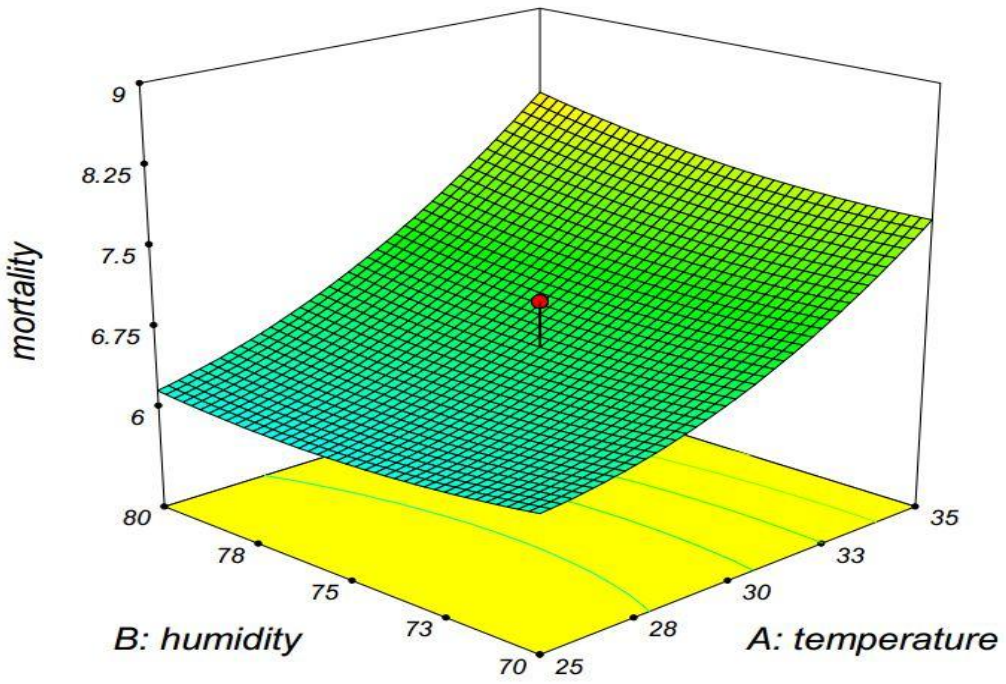
تاثیر دز مصرفی بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به صورت خطی و درجه دوم بود که با افزایش تدریجی دز مصرفی میزان مرگ و میر افزایش یافت. در شکل (۴-۳) اثر هم‌زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی میزان مرگ و میر نشان داده شده است. وجود انحنا در شکل به علت معنی‌داری جمله درجه دوم دز مصرفی است. افزایش مرگ و میر با افزایش غلظت به این دلیل است که این سم عضو خانواده‌ی سموم فسفره است و حشره‌کش‌های فسفره شباهت ساختمانی با سوبسترای طبیعی کولین‌استراز یعنی استیل‌کولین دارند و این آنزیم را مهار کرده و باعث

می‌شوند که نتواند شیار عصبی را از وجود استیل‌کولین پاک کند و بنابراین عمل مخابره پیام مختل می‌گردد. در نتیجه ماهیچه‌های مربوط منقبض شده که در نهایت به فلج و مرگ منتهی می‌شود [۳۸].

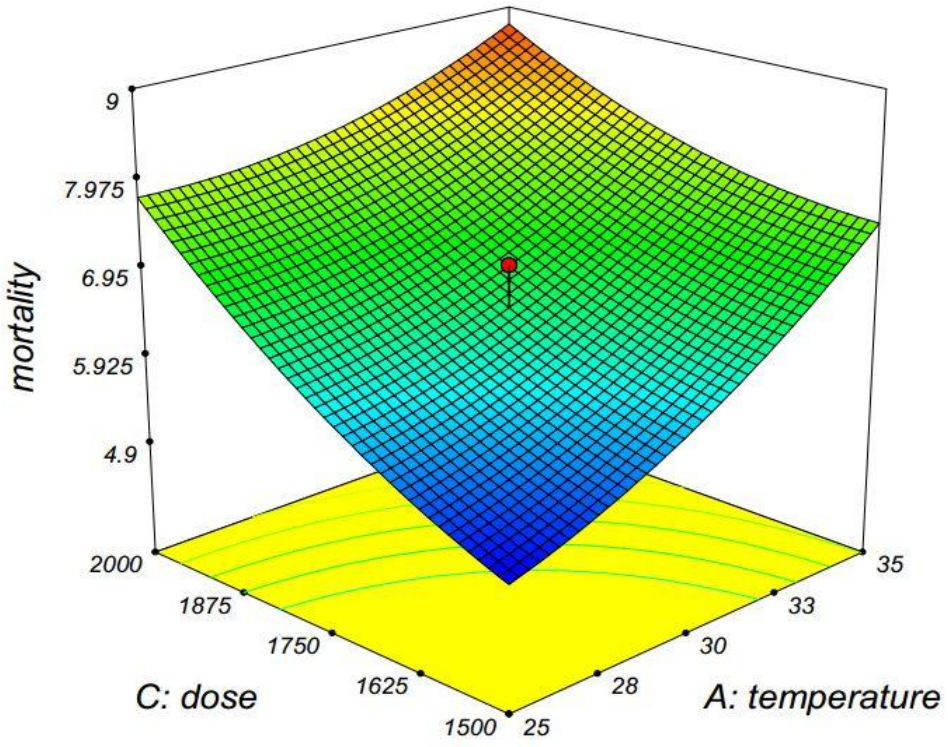
تاثیر درجه حرارت بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به صورت خطی است و به گونه‌ای است که با افزایش درجه حرارت میزان مرگ و میر افزایش یافت. در شکل (۴-۴) اثر هم‌زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی میزان مرگ و میر نشان داده شده است. وجود انحنا در شکل به دلیل معنی‌داری جمله درجه دوم درجه حرات است. بر این اساس با افزایش درجه حرارت میزان مرگ و میر این آفت افزایش یافت. احتمالاً علت این پدیده این است که بر اساس قانون هوف به ازای ده درجه افزایش دمای محیط سرعت واکنش شیمیایی دو برابر می‌شود اما از طرفی بالا رفتن زیاد دما باعث، اثر منفی روی آنزیم‌ها شده و آنها را غیرفعال می‌کند که نتیجتاً باعث مرگ حشره می‌شود [۳۶]. در شکل (۴-۵) اثر هم‌زمان درجه حرارت و دز مصرفی نشان داده شده است که بنا به توضیحات داده شده با افزایش درجه حرارت میزان مرگ و میر افزایش و با افزایش دز مصرفی میزان مرگ و میر نیز افزایش می‌یابد. لازم به ذکر است جهت بررسی اثر رطوبت هم بر روی مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بررسی شد، نتایج جدول (۴-۲) بیانگر عدم‌تاثیر این فاکتور بر روی مرگ و میر بود لذا از دیدگاه کاربردی می‌توان این‌گونه استدلال کرد که در زمان مبارزه با آفت شب پره موم خوار بزرگ بدون توجه به میزان رطوبت محیط می‌توان از این سم استفاده نمود.



شکل ۴-۳ اثر هم زمان رطوبت و دز مصرفی روی مرگ و میر



شکل ۴-۴ اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت روی مرگ و میر



شکل ۴-۵ اثر هم زمان درجه حرارت و دز مصرفی بر مرگ و میر

۴-۱-۳ معادله کلی مدل

شکل کلی مدلی که ارائه می‌شود به صورت زیر می‌باشد.

$$Y= \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1X_2 + \beta_{13} X_1X_3 + \beta_{23} X_2X_3$$

Y پاسخ پیش بینی شده، β_0 ضریب ثابت، β_1، β_2، β_3 اثرات خطی، β_{11}، β_{22}، β_{33} اثرات مربعی و β_{12}، β_{13}، β_{23} اثرات متقابل می‌باشد.

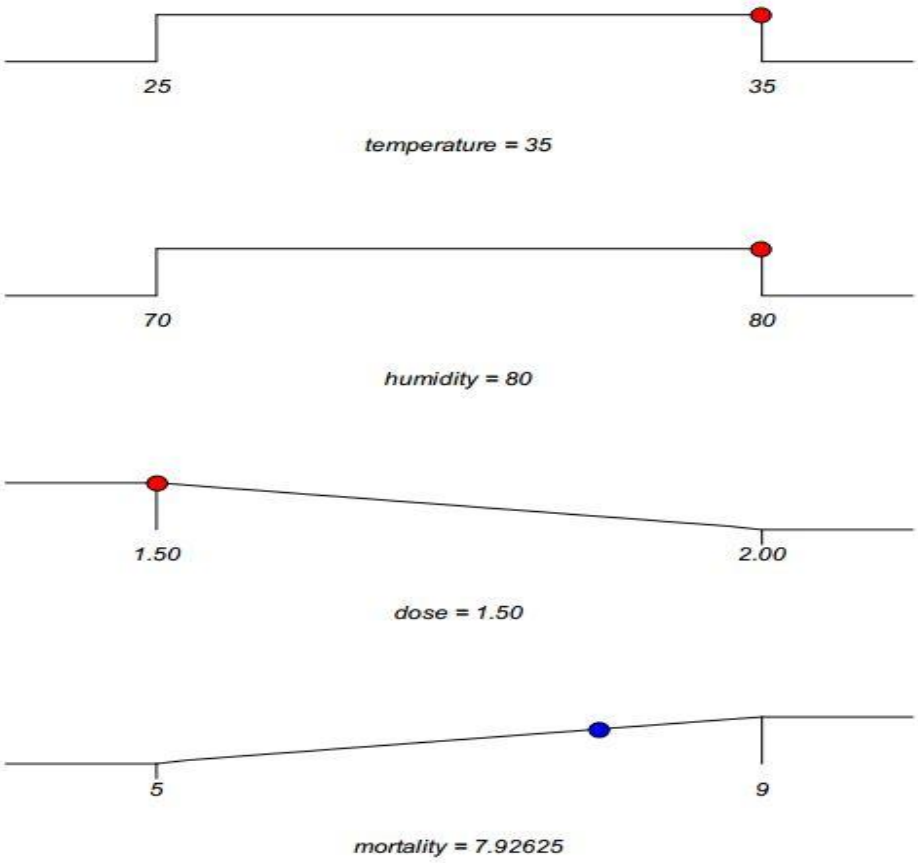
معادله زیر نشان دهنده‌ی ارتباط اصلی و متقابل فاکتورها برای هر متغیر است. ضرایب مثبت نشان‌دهنده این است که افزایش مقدار آن جمله بر پاسخ تاثیر مستقیم دارد و ضرایب منفی بیان‌کننده‌ی این است که تغییرات جمله مورد نظر موجب تغییر پاسخ در جهت معکوس می‌شود.

$$Y= 27.092 + 0.38X_1 + 4.100X_3 – 0.300X_{13} + 0.011X_{11} + 4.700X_{33}$$

۴-۱-۴ سطوح بهینه پیشنهادی

شرایط عملیاتی بهینه برای بیشترین مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ، با استفاده از تکنیک بهینه‌سازی عددی[۳۷] جست و جو شد [۴۸]. در تکنیک مذکور، فضای پاسخ با استفاده از مدل‌های ایجاد شده و به منظور یافتن بهترین شرایطی که اهداف بهینه‌سازی مورد نظر را برآورد کند؛ جست و جو شد. بدین منظور، در ابتدا اهداف بهینه سازی را مشخص کرده و سپس سطوح پاسخ متغیرهای مستقل تنظیم شد [۴۹]. تنظیمات اعمال شده بر فرآیند بهینه سازی در شرایط آزمایشگاهی، شامل دز مصرفی کمینه و مرگ و میر بیشینه بود. نتایج فرآیند بهینه سازی همان گونه که در شکل (۴-۶) مشخص است، نشان داد شرایط بهینه استفاده از سم کلرپایریفوس ۷/۹ لارو سن پنج شامل درجه حرارت ۳۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۸۰ ٪ و دزمصرفی ۱۵۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب تعیین گردید.

[۳۷] *Numerical Optimizattion*



شکل ۴-۶ نمایش شماتیک سطوح بهینه و پاسخ پیشنهادی

۴-۱-۵ بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی

به منظور بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی، در ۳ تکرار و در هر تکرار با ۱۰ لارو آزمایشاتی انجام شد که در هر ۳ مرتبه تکرار آزمایشات تعداد لاروهای از بین رفته ۷ عدد بود.

۴-۲ سم پالیزین

بر اساس تحلیل واریانس ($ANOVA$) مقدارF, برای مدل برابر با ۴۰/۲۶ است و نشان دهنده‌ی معنی‌داری مدل پیشنهادی است. در روش رویه پاسخ بر اساس نتایج حاصل از آزمایش برای هر متغیر مدلی تعریف می‌شود که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر جداگانه بیان می‌نماید. متغیرهای مستقل شامل درجه حرارت، رطوبت، دز مصرفی است که در جدول (۴-۴) نشان داده شده است. در مورد مدل حاضر و بر اساس جدول تحلیل واریانس (۴-۵)، اثرات مهم شامل اثر خطی درجه حرارت و دز مصرفی سم است.

جدول ۴-۴ نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها

متغیرهای مستقل	کد و سطح مربوطه		
	+۱	۰	−۱
درجه حرات (درجه سلسیوس)	۳۵	۳۰	۲۵
رطوبت (درصد)	۸۰	۷۵	۷۰
دز مصرفی (میکرولیتر)	۶۰۰۰	۵۰۰۰	۴۰۰۰

جدول ۴-۵ نتایج آنالیز واریانس برای مدل پاسخ (مرگ و میر)

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	۲۶/۳۱	۳	۸/۷۷	۴۰/۲۶	۰/۰۰۰۱
درجه حرارت	۱۸/۸۵	۱	۱۸/۸۵	۸۶/۵۲	۰/۰۰۰۱
رطوبت	۰/۰۷۳	۱	۰/۰۷۳	۰/۳۴	۰/۵۷۰۲
دز مصرفی	۷/۳۹	۱	۷/۳۹	۳۳/۹۱	۰/۰۰۰۱
اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت	۰/۱۲	۱	۰/۱۲	۰/۶۰	۰/۴۵۵۹
اثر هم زمان درجه حرارت و دز مصرفی	۱/۱۲	۱	۱/۱۲	۰/۶۰	۰/۴۵۵۹
اثر هم زمان رطوبت و دز مصرفی	۰/۱۲	۱	۰/۱۲	۰/۶۰	۰/۴۵۵۹
اثر درجه دوم درجه حرارت	۰/۶۲	۱	۰/۶۲	۲/۹۸	۰/۱۱۵۱
اثر درجه دوم رطوبت	۰/۰۱۳	۱	۰/۰۱۳	۰/۰۶۴	۰/۸۰۵۲
اثر درجه دوم دز مصرفی	۰/۳۱	۱	۰/۳۱	۱/۴۹	۰/۲۵۰۸
عدم برازش مدل	۲/۵۶	۱۱	۰/۲۴	۱/۴۵	۰/۳۵۹۳
باقیمانده	۳/۴۹	۱۶	۰/۲۲		
خطای خالص	۰/۸۳	۵	۰/۱۷		

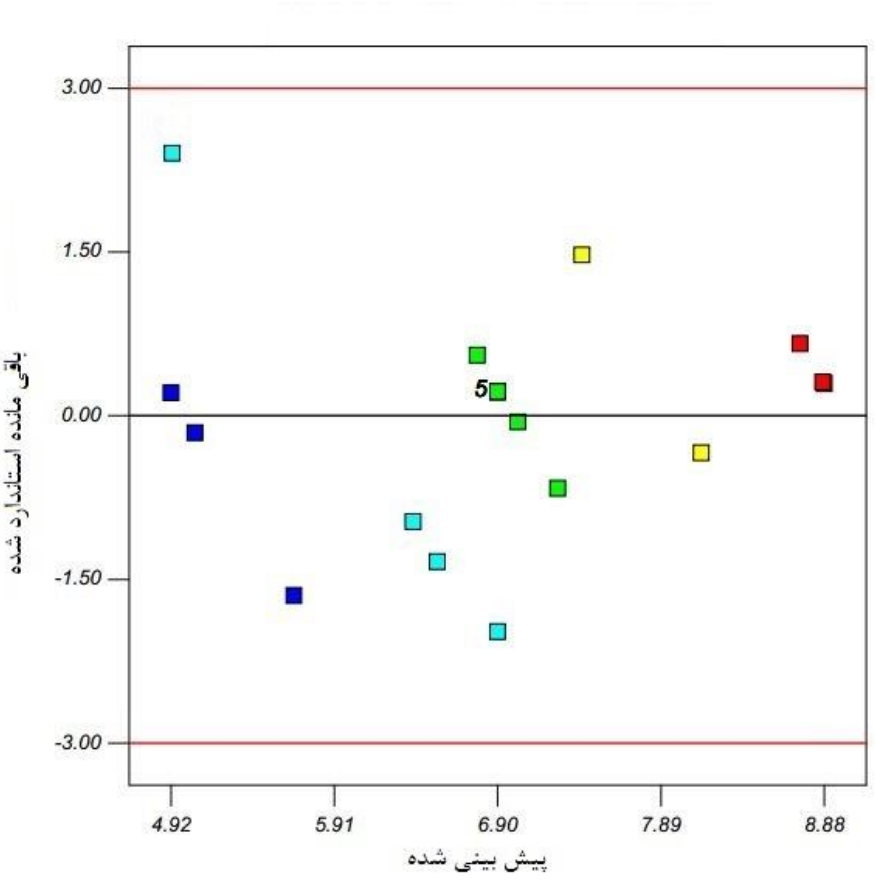
۴-۲-۱ارزیابی مدل

مطابق جدول (۴-۵) آزمون عدم‌برازش معنی‌دار نیست که بیانگر این است که مدل به خوبی روند داده‌ها را نشان می‌دهد. همان‌گونه که در شکل (۴-۷) نشان داده شده است خطاها به علت مشاهده نشدن یک روند خاص هم‌واریانس‌اند. از طرفی شکل (۴-۸) بیان کننده‌ی این است که باقیمانده‌ها در امتداد یک خط هستند که نشان‌دهنده‌ی نرمال‌بودن باقیمانده است. مطابق جدول (۴-۵) برای فاکتور مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ، مدل خطی از نظر آماری معنی‌دار ($P\leq 0/001$) و همچنین بر اساس جدول (۴-۶)

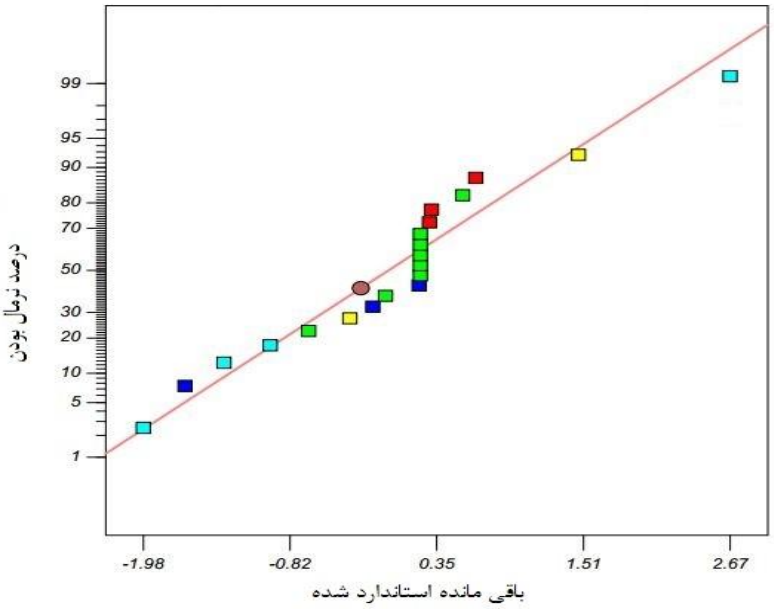
مقدار بالای R^2 و متناسب بودن R^2adj و هم‌واریانس بودن خطاها و نرمال‌بودن باقیمانده‌ها بیانگر قدرت بالای مدل در پیش‌بینی می‌باشد.

جدول ۴-۶ پارامترهای ارزیابی صحت مدل

مدل	ضریب تغییرات	*PredR-Squared*	ضریب تبیین اصلاحی	ضریب تبیین	*Adeq Precision*	*PRESS*
خطی	۶/۷۶	۰/۸۰۶۳	۰/۸۶۱۱	۰/۸۸۳۰	۱۹/۰۰۵	۵/۷۷



شکل ۴-۷ پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده‌ها



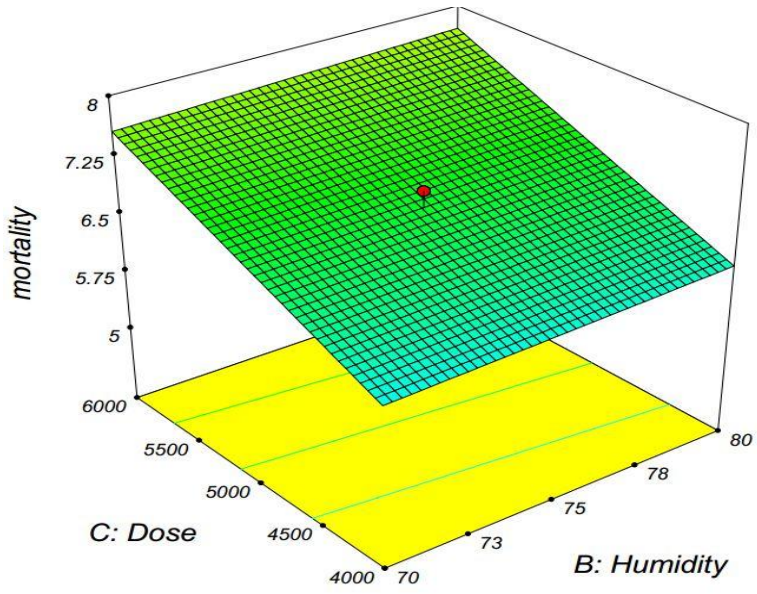
شکل ۴-۸ روند تغییرات باقیمانده‌ها

۴-۲-۲ تاثیر متغیرهای موثر بر پاسخ

همان‌طور که در جدول (۴-۵) مشاهده می‌شود جمله خطی دز مصرفی و درجه حرارت معنی‌دار است. عبارات مربوط به برهم‌کنش معنی‌دار نبودند و از مدل حذف شدند، به عبارت دیگر هیچ‌گونه برهم‌کنشی میان متغیرهای مستقل وجود نداشت.

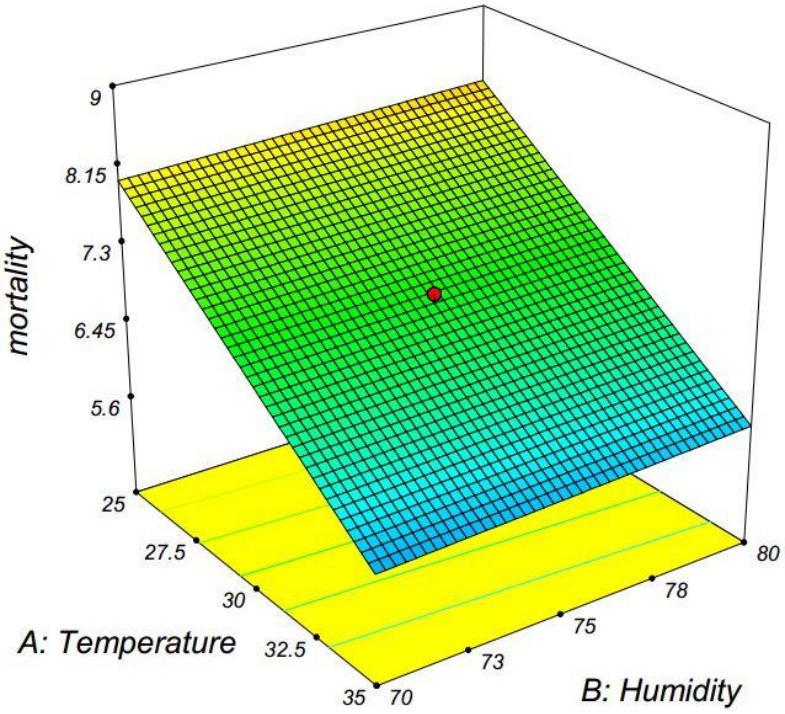
تاثیر دز مصرفی بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به صورت خطی بود که با افزایش تدریجی دز مصرفی میزان مرگ و میر افزایش یافت. در شکل (۴-۹) اثر هم‌زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی میزان مرگ و میر نشان داده شده است. افزایش مرگ و میر با افزایش غلظت به این دلیل است که سم پالیزین از گروه حشره‌کش‌های گیاهی می‌باشد که در صورت آغشته شدن کامل بدن حشره باعث بروز اشکالاتی در تبادلات گازی و متابولیسم شده که نهایتاً باعث تخریب جلد می‌شود [۳۹].

تاثیر درجه حرارت بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به گونه‌ای بود که با افزایش درجه حرارت میزان مرگ و میر کاهش یافت. در شکل (۴-۱۰) اثر هم‌زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی میزان مرگ و میر نشان داده شده است. بر این اساس با افزایش درجه حرارت میزان مرگ و میر این آفت کاهش یافت. کاهش مرگ و میر با افزایش درجه حرارت احتمالاً به این دلیل بود که یکی از خصوصیات مهم این سم رابطه تاثیر آن با درجه حرارت است، به این ترتیب که سمیت این سم با کاهش درجه حرارت زیاد می‌شود. یعنی همبستگی حرارتی[۳۸] منفی دارند . شایان ذکر است که بر روی بسته بندی این سم این نکته گزارش شده است. لازم به ذکر است جهت بررسی اثر رطوبت هم بر روی مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بررسی شد، نتایج جدول (۴-۵) بیانگر عدم تاثیر این فاکتور بر روی مرگ و میر بود لذا از دیدگاه کاربردی می‌توان این‌گونه استدلال کرد که در زمان مبارزه با آفت شب پره موم خوار بزرگ بدون توجه به میزان رطوبت محیط می‌توان از این سم استفاده نمود.



[۳۸] *Negative temperature correlation*

شکل ۴-۹ اثر هم زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی مرگ و میر



شکل ۴-۱۰ اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی مرگ و میر

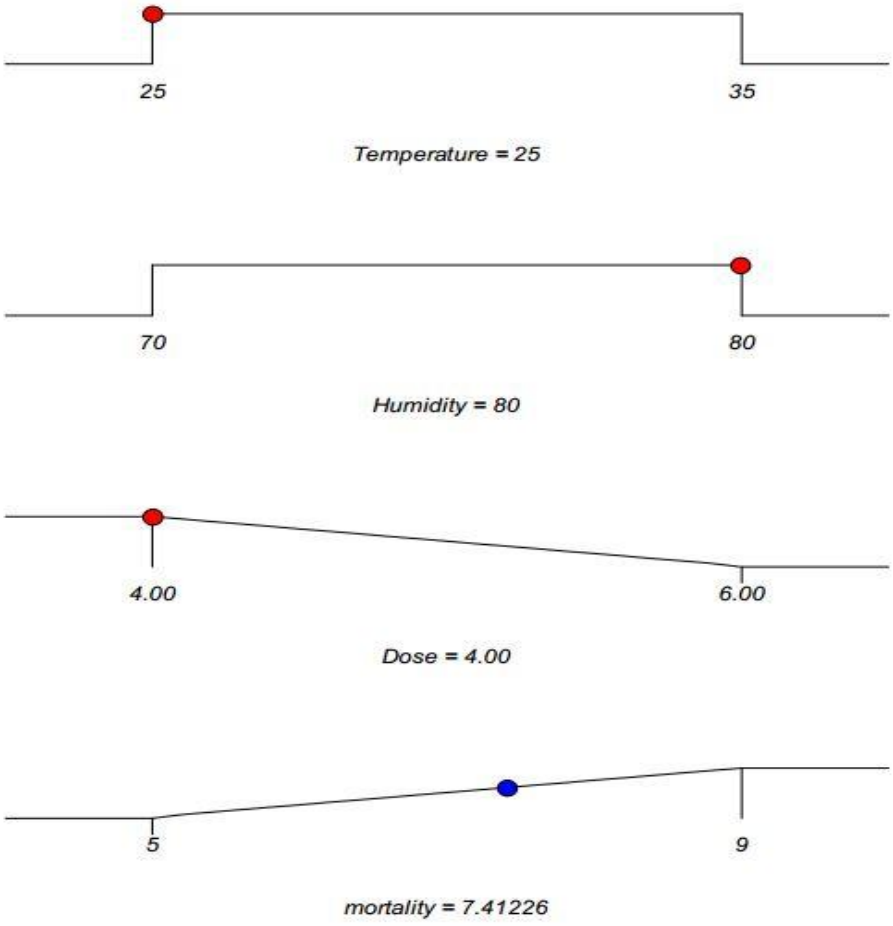
۴-۲-۳ معادله کلی مدل

معادله زیر نشان‌دهنده‌ی ارتباط اصلی و متقابل فاکتورها برای هر متغیر است.

$$Y= 9.173 - 0.234X_1 + 0.735X_3$$

۴-۲-۴سطوح بهینه پیشنهادی

نتایج فرآیند بهینه سازی همان گونه که در شکل (۴-۱۱) مشخص است، نشان داد شرایط بهینه استفاده از سم پالیزین در شرایط آزمایشگاهی ۷/۴ لارو سن پنج شامل درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۸۰ ٪ و دزمصرفی ۴۰۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب تعیین گردید.



شکل ۴-۱۱ نمایش شماتیک سطوح بهینه و پاسخ پیشنهادی

۴-۲-۵ بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی

به منظور بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی، در ۳ تکرار و در هر تکرار با ۱۰ لارو آزمایشاتی انجام شد که در هر ۳ مرتبه تکرار آزمایشات تعداد لاروهای از بین رفته ۷ عدد بود.

۴-۳ سم دلتامترین

بر اساس تحلیل واریانس ($ANOVA$) مقدارF, برای مدل برابر با ۳۹/۰۷ است و نشان دهنده‌ی معنی داری مدل پیشنهادی است. در روش رویه پاسخ بر اساس نتایج حاصل از آزمایش برای هر متغیر مدلی تعریف می‌شود که آثار اصلی و متقابل فاکتورها را بر روی هر متغیر جداگانه بیان می‌نماید. متغیرهای مستقل شامل درجه حرارت، رطوبت، دز مصرفی است که در جدول (۴-۷) نشان داده شده است. در مورد مدل حاضر و بر اساس جدول تحلیل واریانس (۴-۸)، اثرات مهم شامل اثر خطی درجه حرارت و دز مصرفی سم است.

جدول ۴-۷ نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آنها

متغیرهای مستقل	کد و سطح مربوطه		
	+۱	۰	-۱
درجه حرات (درجه سلسیوس)	۳۵	۳۰	۲۵
رطوبت (درصد)	۸۰	۷۵	۷۰
دز مصرفی (میکرولیتر)	۵۰۰	۳۵۰	۲۰۰

جدول ۴-۸ نتایج آنالیز واریانس برای مدل پاسخ (مرگ و میر)

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	ارزش F	ارزش P
مدل	۱۷/۴۲	۳	۵/۸۱	۳۹/۰۷	۰/۰۰۰۱
درجه حرارت	۱۳/۸۰	۱	۱۳/۸۰	۹۲/۸۴	۰/۰۰۰۱
رطوبت	۰/۶۶	۱	۰/۶۶	۴/۴۳	۰/۰۵۱۴
دز مصرفی	۲/۹۷۷	۱	۲/۹۷	۱۹/۹۵	۰/۰۰۴
اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت	۱/۱۳	۱	۱/۱۳	۰/۱۸	۰/۶۷۹۳
اثر هم زمان درجه حرارت و دز مصرفی	۱/۱۳	۱	۱/۱۳	۱/۶۳	۰/۲۳۰۴
اثر هم زمان رطوبت و دز مصرفی	۱/۱۳	۱	۱/۱۳	۱/۶۳	۰/۲۳۰۴
اثر درجه دوم درجه حرارت	۱/۳۸	۱	۱/۳۸	۱/۹۸	۰/۱۸۴
اثر درجه دوم رطوبت	۰/۰۳۰	۱	۰/۰۳۰	۰/۰۴۴	۰/۸۳۸۱
اثر درجه دوم دز مصرفی	۱/۳۶	۱	۱/۳۶	۱/۹۸	۰/۱۸۹۹
عدم برازش مدل	۱/۵۴	۱۱	۰/۱۴	۰/۸۴	۰/۶۲۴
باقیمانده	۲/۳۸	۱۶	۰/۱۵		
خطای خالص	۰/۸۳	۵	۰/۱۷		

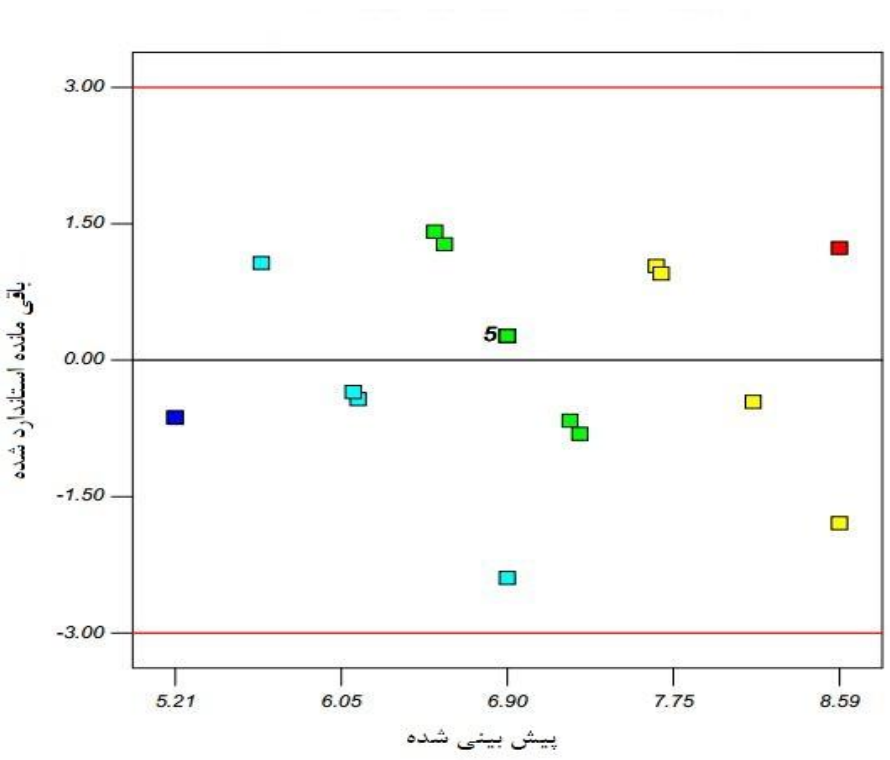
۴-۳-۱ ارزیابی مدل

مطابق جدول (۴-۸) آزمون عدم برازش معنی دار نیست که بیانگر این است که مدل به خوبی روند داده‌ها را نشان می‌دهد. همان گونه که در شکل (۴-۱۲) نشان داده شده است خطاها به علت مشاهده نشدن یک روند خاص هم واریانس‌اند. از طرفی شکل (۴-۱۳) بیان کننده‌ی این است که باقیمانده‌ها در امتداد یک خط هستند که نشان دهنده‌ی نرمال بودن باقیمانده است. مطابق جدول (۴-۸) برای فاکتور مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ، مدل خطی از نظر آماری معنی دار ($P\leq 0/001$) و همچنین بر اساس

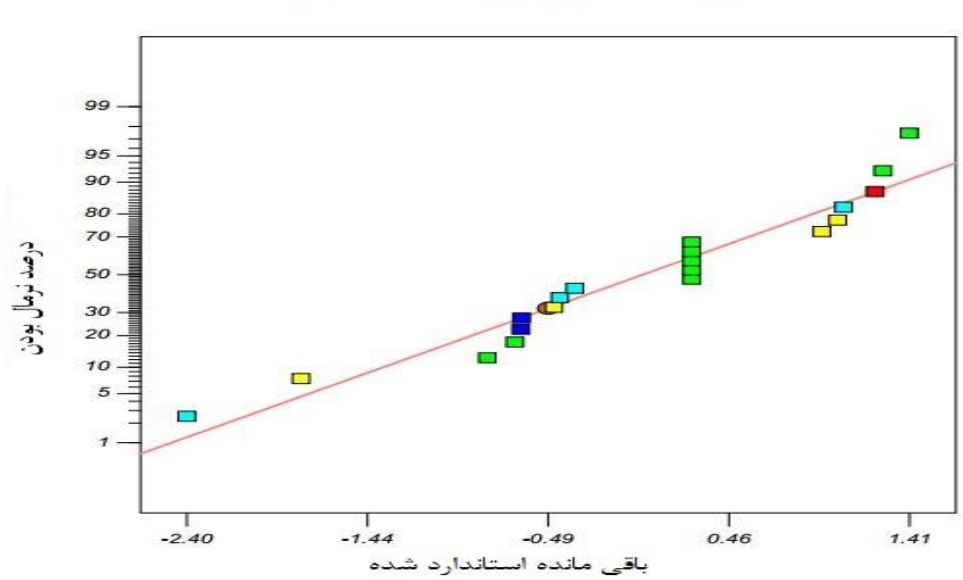
جدول (۴-۹) مقدار بالای R^2 و متناسب بودن R^2adj و هم واریانس بودن خطاها و نرمال بودن باقیمانده‌ها بیانگر قدرت بالای مدل در پیش بینی می‌باشد.

جدول ۴-۹ پارامترهای ارزیابی صحت مدل

مدل	ضریب تغییرات	*PredR-Squared*	ضریب تبیین اصلاحی	ضریب تبیین	*Adeq Precision*	*PRESS*
خطی	۵/۵۹	۰/۸۱۰۱	۰/۸۵	۰/۸۷	۱۹/۶۱	۳/۷۶



شکل ۴-۱۲ پراکنش خطای مشاهده شده و خطای پیش‌بینی شده باقیمانده‌ها



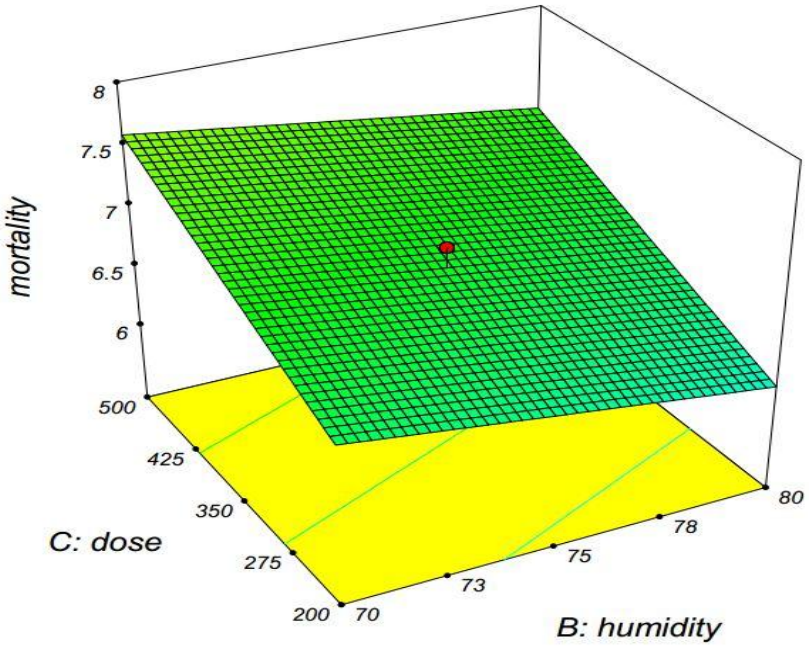
شکل ۴-۱۳ روند تغییرات باقیمانده‌ها

۴-۳-۲ تاثیر متغیرهای موثر بر پاسخ

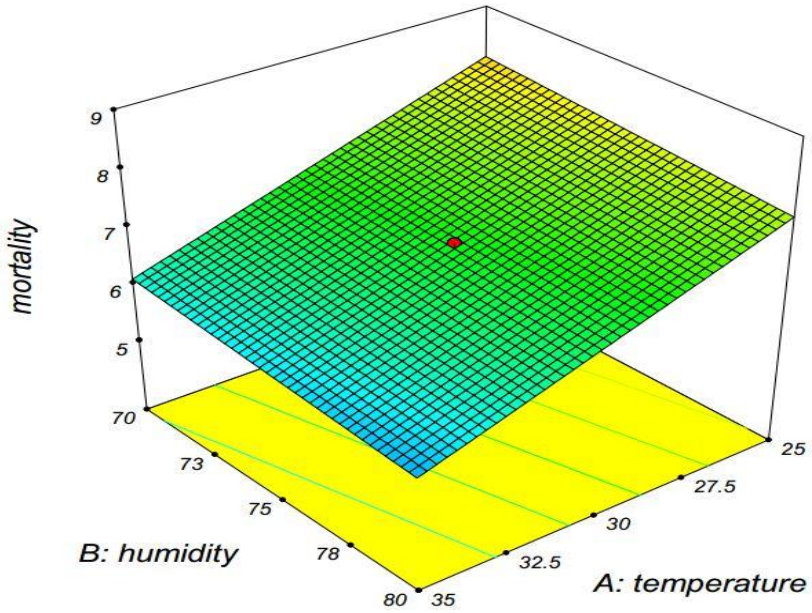
همان‌طور که در جدول (۴-۸) مشاهده می‌شود جمله خطی دز مصرفی و درجه حرارت معنی‌دار است. عبارات مربوط به بر هم کنش معنی‌دار نبودند و از مدل حذف شدند، به عبارت دیگر هیچ‌گونه برهم‌کنشی میان متغیرهای مستقل وجود نداشت.

تاثیر دز مصرفی بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به صورت خطی بود که با افزایش تدریجی دز مصرفی میزان مرگ و میر افزایش یافت. در شکل (۴-۱۴) اثر هم زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی میزان مرگ و میر نشان داده شده است. افزایش مرگ و میر با افزایش غلظت به این دلیل است که سم دلتامترین از گروه حشره‌کش‌های پایریتروئیدی مصنوعی می‌باشد و تاثیر آنها بر روی کانال‌های سدیم غشای آکسون است که با افزایش غلظت، میزان تجمع این ماده در غشاء آکسون زیاد و واکنش بازگشت‌پذیر آن روی کانال سدیم تاثیر گذاشته که نهایتاً باعث اختلال در انتقال پیام عصبی و تشنج می‌شود.

تاثیر درجه حرارت بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به گونه‌ای بود که با افزایش دما میزان مرگ و میر کاهش یافت. در شکل (۴-۱۵) اثر هم‌زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی میزان مرگ و میر نشان داده شده است. بر این اساس با افزایش درجه حرارت میزان مرگ و میر این آفت کاهش یافت. کاهش مرگ و میر با افزایش درجه حرارت به این دلیل بود که یکی از خصوصیات مهم ترکیبات پایریتروئیدی رابطه تاثیر آنها با درجه حرارت است، به این ترتیب که سمیت این ترکیبات با کاهش درجه حرارت زیاد می‌شود. یعنی همبستگی حرارتی منفی دارند [۳۸]. لازم به ذکر است جهت بررسی اثر رطوبت هم بر روی مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بررسی شد، نتایج جدول (۴-۸) بیانگر عدم تاثیر این فاکتور بر روی مرگ و میر بود لذا از دیدگاه کاربردی می‌توان این‌گونه استدلال کرد که در زمان مبارزه با آفت شب پره موم خوار بزرگ بدون توجه به میزان رطوبت محیط می‌توان از این سم استفاده نمود.



شکل ۴-۱۴ اثر هم زمان دز مصرفی و رطوبت بر روی مرگ و میر



شکل ۴-۱۵ اثر هم زمان درجه حرارت و رطوبت بر روی مرگ و میر

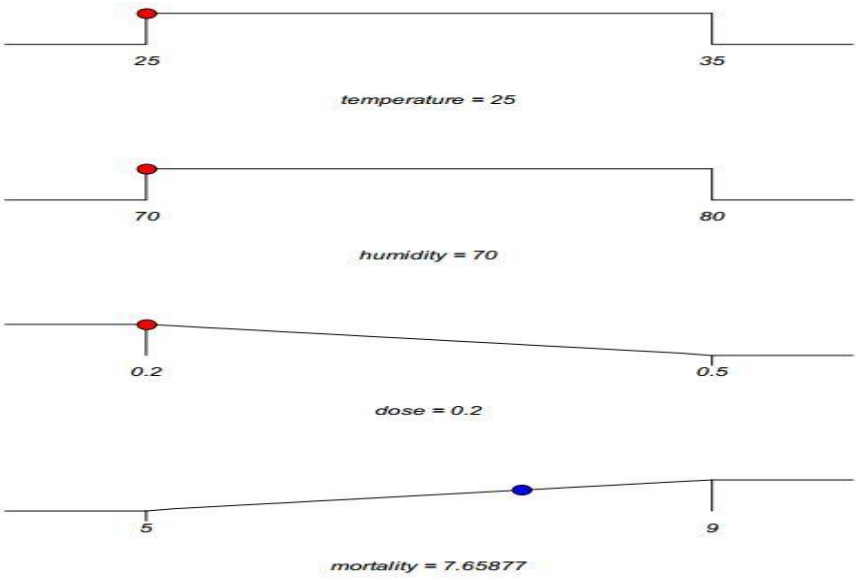
۴-۳-۳معادله کلی مدل

معادله زیر نشان دهنده‌ی ارتباط اصلی و متقابل فاکتورها برای هر متغیر است.

$$Y= 15.138 - 0.201X_1 + 3.106X_3$$

۴-۳-۴سطوح بهینه پیشنهادی

نتایج فرآیند بهینه‌سازی همان گونه که در شکل (۴-۱۶) مشخص است، نشان داد شرایط بهینه استفاده از سم دلتامترین در شرایط آزمایشگاهی ۷/۶ لارو سن پنج شامل درجه حرارت ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۰ ٪ و دزمصرفی ۲۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب تعیین گردید.



شکل ۴-۱۶ نمایش شماتیک سطوح بهینه و پاسخ پیشنهادی

۴-۳-۵ بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی

به منظور بررسی صحت سطوح بهینه پیشنهادی، در ۳ تکرار و در هر تکرار با ۱۰ لارو آزمایشاتی انجام شد که در هر ۳ مرتبه تکرار آزمایشات تعداد لاروهای از بین رفته ۷ عدد بود.

۵ نتیجه‌گیری

۵-۱ نتیجه‌گیری

روش سطح پاسخ با بکارگیری طرح مرکب مرکزی، جهت بررسی اثرات متغیرهای درجه حرارت، رطوبت و دز مصرفی، بر روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ و بهینه سازی مصرف با هدف بیشینه کردن مرگ و میر و کمینه کردن میزان دز مصرفی بکار برده شد. نتایج حاصل از پژوهش بیانگر کارایی بالای این روش در بهینه سازی مصرف سموم (کلرپایریفوس، پالیزین، دلتامترین) بود که به ترتیب نتایج مربوط به هر کدام ارائه می‌شود.

از میان شرایطی که بر روی مرگ و میر اعمال شد، مشخص شد که افزایش مرگ و میر از رابطه مستقیم، توامان و درجه دوم دز مصرفی و درجه حرارت تاثیر می‌پذیرد، به طوری که افزایش دز مصرفی افزایش مرگ و میر را در پی دارد. از طرفی افزایش درجه حرارت باعث افزایش مرگ و میر شد که با توجه به تاثیر منفی درجه حرارت روی فعالیت آنزیم‌ها مطلوبترین شرایط برای استفاده از این سموم درجه حرارت‌های بالا است و لذا به لحاظ کاربردی این نتیجه از این جهت دارای اهمیت است که برای یک مبارزه موثر و کم‌هزینه‌تر با آفات کافی است در شرایطی که دمای هوا بالاست عملیات سم‌پاشی با دز توصیه شده صورت بگیرد.

از میان شرایطی که بر روی مرگ و میر اعمال شد، مشخص شد که افزایش مرگ و میر از رابطه مستقیم دز مصرفی و درجه حرارت تاثیر می‌پذیرد، به طوری که افزایش دز مصرفی افزایش مرگ و میر را در پی دارد. از طرفی افزایش درجه حرارت باعث کاهش مرگ و میر شد که احتمالاً وجود همبستگی منفی سم پالیزین با دما مطلوبترین شرایط برای استفاده از این سم درجه حرارت‌های پایین است این نتیجه از این جهت دارای اهمیت است که برای یک مبارزه موثر و کم‌هزینه‌تر با آفات کافی است در شرایطی که دمای هوا پایین است عملیات سم‌پاشی با دز توصیه شده صورت بگیرد.

از میان شرایطی که بر روی مرگ و میر اعمال شد، مشخص شد که افزایش مرگ و میر از رابطه مستقیم

دز مصرفی و درجه حرارت تاثیر می‌پذیرد، به طوری که افزایش دز مصرفی افزایش مرگ و میر را در پی دارد. از طرفی افزایش درجه حرارت باعث کاهش مرگ و میر شد که با وجود همبستگی منفی سموم پایریتروئیدی با درجه حرارت مطلوبترین شرایط برای استفاده از این سم درجه حرارت‌های پایین است این نتیجه از این جهت دارای اهمیت است که برای یک مبارزه موثر و کم‌هزینه‌تر با آفات کافی است در شرایطی که دمای هوا پایین است عملیات سم‌پاشی با دز توصیه شده صورت بگیرد.

منابع

[۱]. رخشانی ا، ۱۳۸۴، **"اصول سم شناسی کشاورزی"** جلد اول، چاپ سوم، انتشارات فرهنگ جامع، تهران، ۳۷۶ صفحه.

[۲]. حیدری ح، شیرازی ج، و میرزائی ف، ۱۳۸۸، " نقش آموزش بهره‌برداران درکاهش مخاطرات ناشی از آفت‌کش‌های شیمیایی" مقالات همایش ملی نیم قرن مصرف آفت کش‌ها در ایران، تهران ص ۵۶۹-۵۷۹.

[۳]. ابونوری ع، فریده کیان س، و پرهیزی گشتی، ه. ۱۳۹۰، "بررسی اثرات سیاست انقلاب سبز بر عملکرد محصولات کشاورزی در استان گیلان با استفاده از روش *G. M. M.*" **فصلنامه علوم اقتصادی**، شماره ۱۵، دوره ۳، ص ۴۵ – ۵۵.

[۴]. رحمانی ش، و طالبی جهرمی خ، ۱۳۸۸، "زیست پالایی *(Biorem ediation)* روشی در کاهش آلودگی آفت‌کش‌ها در محیط زیست" مقالات همایش ملی نیم قرن مصرف آفت‌کش‌ها در ایران، تهران ص ۲۴۷-۲۲۷.

[5]. Finizio A. and Villa S. 2002"Environmental risk assessment for pesticides: A tool for decision making" Environmental Impact Assess Review, 22, 1, PP235-284.

[۶]. صدری اردکانی ه ، اعرابی م ، و ثروتی امیر، ۱۳۸۰، "آفت‌کش‌های شایع مصرفی در ایران و تاثیر آنها در تولید مثل" هفتمین همایش تخصصی باروری و ناباروری ، عوامل محیطی و ناباروری، شیراز ص ۱۳۸-۱۳۷.

[۷]. خوشخوی م، شیبانی ب، روحانی ا، و تفضلی ع، ۱۳۷۸، **"اصول باغبانی"**، چاپ شانزدهم، انتشارت دانشگاه شیراز، ۵۶۶ صفحه.

[۸]. رفیعی ح، و امیرنژاد ح. ۱۳۸۶، بررسی عوامل موثر در پذیرش یکپارچه سازی اراضی شالیکارات استان مازندران. مجموعه مقالات دومین کنفرانس دو سالانه اقتصاد کشاورزی ایران، مشهد، ص ۱۹۷-۲۰۸.

[۹]. ابوالبشیری م، ح، ۱۳۹۰، **"مبانی بهینه‌سازی"**، چاپ سوم، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد،۷۰۰ صفحه .

[۱۰]. مطیع قادر ح، لطفی ش، و سید اسفهلان م، ۱۳۸۹، "**مروری بر برخی از روش‌های بهینه‌سازی هوشمند**"، چاپ اول، انتشارات دانشگاه آزاد_ واحد شبستر، ۲۱۹ صفحه.

[۱۱]. امیری م، موسی خانی م، علاقه بندها م، و سعیدی ر، ۱۳۸۸، "**تحلیل و طراحی آزمایش‌ها با رویکرد روش‌های رویه پاسخ**"، چاپ اول، انتشارت دانشگاه آزاد اسلامی_ واحد قزوین، ۳۰۱ صفحه.

*[12]. B.W. Fuller, M.A. Boetel, D.D. Walgenbach, J.A. Grundler, G.L. Hein, K.J. Jarvi, A.J. Keaster, D.A. Landis, L.J. Meinke, J.D. Oleson, (2001), "Optimization of Soil Insecticide Rates for Managing Corn Rootworm (Coleoptera: Chrysomelidae) Larvae in the North Central United States". **Journal of Economic Entomology.**, 90, 3, PP1332-1340.*

*[13]. Salman، A, (2013). "Optimization of preparation conditions for activated carbon from palm oil fronds using response surface methodology on removal of pesticides from aqueous solution". Arabian **Journal of Chemistry.** , 8, 2, PP101-108.*

*[14]. B. Zhang. F. Lu. and J. Wang, (2013), "Optimization of Difenoconazole Suspension Cocentrates Furmolation with Orthogonal Method". Arabian **Journal of Chemistry.** , 8,2, PP109-116.*

[۱۵]. شریعتمداری تهرانی م، نبوی کلات م، بازوبندی م، حمامی ح، علی وردی ا، ۱۳۹۳ " بهینه‌سازی کارایی کلودینافوپ پروپارژیل در کنترل علف قناری (*Phalaris minor Retz.*) به وسیله روغن گیاهی" **نشریه حفاظت گیاهان**، شماره ۲، دوره ۲۸، ص ۱۷۱.

[۱۶]. کارگر م، راشد محصل م. ح، نظامی ا، و ایزدی دربندی ا، ۱۳۹۳ " بهینه‌سازی کارایی علف‌کش کلودینافوپ پروپارژیل به وسیله مواد افزودنی در کنترل علف قناری (*Phalaris minor Retz.*)" **نشریه**

حفاظت گیاهان، شماره ۲، دوره ۲۸، ص ۱۵۵.

*[17]. Munro J.W. 1966, "**Pests of stored products**", Vol.1, Universiy Press, UK, 234pp.*

[۱۸]. باقری زنوز ا، ۱۳۶۵، " **سخت بال پوشان زیان آور محصولات غذایی و صنعتی**"، جلد اول، چاپ پنجم، مرکز نشر سپهر، تهران، ۳۴۰ صفحه.

[۱۹]. سپاس گزاریان ح، ۱۳۵۷، "**آفات انباری ایران و طرق مبارزه با آنها**"، چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران، ۳۱۰ صفحه.

[۲۰]. آزاد خراسانی ن، (۱۳۶۱)، پایان‌نامه ارشد :"**آفات انباری غلات و طرق مبارزه با آنها**"، **دانشکده بهداشت**، دانشگاه تهران، ۱۲۰ صفحه.

[۲۱]. باقری زنوز ا، ۱۳۹۰، **"آفات و عوامل زیان آور انباری و مدیریت کنترل آنها بیواکولوژی حشرات، کنه‌ها و میکروارگانیزم‌ها"**، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۴۷۶ صفحه.

[۲۲]. مدرس اول م، ۱۳۸۸، "**رده‌بندی حشرات**"، جلد اول، چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد، ۳۳۰ صفحه.

[۲۳]. خسروی م، عبادی ر، سیدالاسلامی ح، حاتمی ب، طالبی جهرمی خ، (۱۳۸۷)، "بررسی اختلالات رشدی و بازدارندگی رشد تنظیم کننده‌های پایری‌پیروکسی فن و دیفلوبنزورون در شرایط حرارتی مختلف روی شب پره موم خوار بزرگ (*Galleria mellonella*)" **نشریه علوم و فنون کشاورزی**، شماره ۴۵، دوره ۱۲، ص ۲۹۷.

[۲۴]. صادقی نسب ف، شایسته ن، پورمیرزا ع.ا، قبادی چ، (۱۳۸۳)، "بررسی تاثیر امواج ماکروویو با توان‌ها و زمان‌های مختلف روی مراحل زیستی سه گونه آفت انباری **" نشریه علوم کشاورزی ایران** ، شماره ۲،

دوره۳، ص ۴۹۳.

[25]. http://animaldiversity.org/accounts/Galleria_mellonella/classification/ University of Michigan, Museum of Zoology.

[۲۶]. گلدانساز ح، (۱۳۷۱)، پایان‌نامه ارشد :"**بررسی بیولوژی پروانه موم خوار**" دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس ۱۱۰ صفحه.

[۲۷]. عبادی ر، جعفری ر، مجد ف، طهماسبی غ.ح، ذوالفقاریه ح، (۱۳۸۰)، "نقش نر سترون شده توسط پرتو گاما در مدیریت تلفیقی شب پره موم خوار (*Galleria mellonella*)"، **نشریه علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی**، شماره ۳، دوره ۴، ص ۱۹۱.

[۲۸]. عبادی ر، احمدی ع، ۱۳۶۹، "**پرورش زنبور عسل**"، چاپ سوم، انتشارات اردکان دانش، اصفهان، ۱۰۸ صفحه.

[۲۹]. تمیجی ی، اکبر زاده م.و، ۱۳۶۲، "**زنبور عسل و بیماری‌های آن**"، چاپ اول، انتشارات نشر خود کفایی، تهران، ۱۶۱ صفحه.

[30]. Caron D. M 1992 "Wax moth" ***Journal of Bee.,*** *132, 10, PP 647.*

[31]. Chang. C.P. 1992 "Morphology and Bionomics of Galleria mellonella" ***Journal of Entomology.,*** *13, 3, PP 121.*

[32].Charrirere. J. D .2002 "Protection of honey combs from moth damage" ***Journal of Swiss Bee Research Center****., 17, 9, PP 140.*

[33]. Pimentel. D. 2004 "Wax Moth" ***Journal of Apicultural Research & Extention Consortium.,*** *25, 14, PP 60.*

[۳۴]. فرسی م، ۱۳۸۳، "**محافظت قاب‌های عسل از شب پره موم خوار**" چاپ اول، انشارات سازمان

دامپزشکی کشور، تهران، ۱۳۰ صفحه.

[35]. Annand. N. 2008 "Control of Wax Moth" ***Journal of Biological and Chemical Risk Management.,*** *31, 10, PP 23.*

[۳۶]. آر اسپایت م، دی هانتر م، دی وایت آ، ۱۹۹۸، **" اکولوژی حشرات مفاهیم و کاربردها**"عاشوری و خرد پیر، چاپ اول، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۷۹ صفحه.

[۳۷]. ایرانی پور ش، ۱۳۸۷، "اثر دما بر تولید مثل و طول عمر سن گندم (*Eurygaster integriceps*) "، **نشریه پژوهش کشاورزی**، شماره ۲، دوره ۸، ص ۶۴-۵۱.

[۳۸]. طالبی جهرمی خ، ۱۳۹۰، "**سم شناسی آفت کش‌ها حشره کش‌ها و موش کش‌ها و کنه کش‌ها**" چاپ پنجم، انتشارات دانشگاه تهران، ۵۲۰ صفحه .

[۳۹]. صباحی ق، ۱۳۸۹، "بررسی اثر دو ترکیب پالیزین و سیرینول بر روی کنه تارتن دو لکه‌ای *Tetranychus urticae Koch*" . **نشریه پژوهش کشاورزی**، شماره ۵، دوره ۱۱، ص ۶۴-۵۴.

[40]. http://fa.mygeoposition.com

[41]. Ribbands, C.R. 2004. The behaviour and social life of honeybees. ***Journal of Bee Research Association*** *75, 10, PP29.*

[42]. Henry. J. 2012 "Wax Moth in the Apiary" ***Journal of National Beekeeping Centre****., 11, 3, PP 14.*

[43]. Li, J, and Dong Ding, S, 2007, "Optimization of the ultrasonically assisted extraction of polysaccharides from Zizyphus jujuba cv, jinsixiaozao" ***Journal of Food Engineering****, 25, 15, PP36.*

[۴۴]. مظلومی س، نبی زاده ر، نوری م، ۱۳۹۲، "کارایی روش سطح پاسخ در بهینه سازی فرآیند ازن زنی

کاتالیزوری با کربن فعال" **نشریه سلامت و بهداشت**، شماره ۳، دوره ۴، ص ۲۰.

[۴۵]. حجازی ح، سید اصفهانی م.م، خرم ا، ۱۳۹۱، "تخمین و بهینه‌سازی در مدل تنش-مقاومت با روش سطح پاسخ" **نشریه تخصصی مهندسی صنایع**، شماره ۲، دوره ۴۶، ص ۱۷۵.

[۴۶]. سردشتی ح، ایزدمنش ی، صمدی، ۱۳۹۲، "بهینه‌سازی چند متغیره میکرواستخراج امولسیون سازی برای اندازه‌گیری عصاره تیمول در نمونه غذایی و دارویی" **نشریه پژوهش کاربردی در شیمی**، شماره۷، دوره ۵، ص ۱۴.

[۴۷]. عباسی س، شهرآبادی ع، ۲۰۰۹، "تاثیر هگزا متیل تترا آمین بر روی زمان‌بندی ژل‌های پلیمری با استفاده از روش رویه پاسخ" **نشریه مهندسی شیمی**، دوره ۸، شماره۱۳، ص۴۳.

*[48]. Kong Q, Chen F, 2004"Optimization of medium composition for cultivating Clostridium butyricum with response surface methodology", **Journal of Food Science**., 69 , 7, PP 163 .*

*[49]. Tungland B, Meyer D, 2002, "Non digestible and polysaccharides (dietry fiber): their physiology and role in human health and food **Journal of Food Science and Food Safety** 12,1 , PP 77.*

Optimization of using pesticides (Chlorpyrifos, Palizin, Deltamethrin) against Galleria mellonella L. (Lepidoptera.: Pyralidae) in laboratory conditions

Abstract

The Greater Wax moth is one of the most important pest of stored products and beehives. Chemical pesticides are used to control it. Inappropriate using of pesticides caused serious environmental problems and also chronic effects on human health. Pest damage is reduced by the optimum use of these materials. The purpose of optimum use is select the correct pattern and applying appropriate methods for use toxin. In this study in order to determine optimal points to achieve maximum mortality with minimum dosage and the effect of factors such as temperature (25-35°C), humidity (70-80 %) and the dosage (1500-2000 µL) for chlorpyrifos and (4000-6000 µL) for palizin and (200-500 µL) for deltamethrin in the mortality of fifth instar larvae of greater wax moth were applied response surface method. The experiments were performed according to central composite design. Temperature and dosage had significant effect on mortality of fifth instar larvae of greater wax moth. The Optimum conditions in minimum dosage to obtain the maximum mortality 7.9 fifth instar larvae of greater wax moth are: 25 ° C, humidity 80% and 1500 microliter of chlorpyrifos in the 1000 cc of water and for palizin 7.4 fifth instar larvae of greater wax moth are: 25 ° C, humidity 80% and 4000 microliter in the 1000 cc of water and for deltamethrin 7.6 fifth instar larvae of greater wax moth are: 25 ° C, humidity 70% and 200 microliter in the 1000 cc of water. Results of experiment show that linear and quadratic effect of temperature and dosage of chlorpyrifos and linear effect of palizin and deltamethrin on mortality of fifth instar larvae of greater wax moth.

Keywords*: Greater Wax moth, Response Surface Method, optimization*

University of Shahrood

Faculty of Agriculture

Optimization of using pesticides (Chlorpyrifos, Palizin, Deltamethrin) against Galleria mellonella L. (Lepidoptera.: Pyralidae) in laboratory conditions

Alireza Shabaninejad

Supervisors:

Dr. M. Ajam Hasani

Dr. B. Tafaghodiniya

September 2015