

بهینه سازی مصرف سم دلتامترین علیه شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella* L. با روش سطح پاسخ در شرایط آزمایشگاهی

علیرضا شعبانی نژاد^۱، مریم عجم حسنی^{۱*} و بهرام تفقیدی نیا^۲

۱- دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ۲- گروه گیاه پزشکی سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۴/۱۲)

چکیده

شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella* L. یکی از آفات بسیار مهم محصولات انباری و کندوهای زنبور عسل است که امروزه برای کنترل آن از سموم شیمیایی استفاده می‌شود. در صورت استفاده نامناسب از سموم، مشکلات جدی زیست محیطی و همچنین عوارض مزمنی 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 سم است. لذا در این پژوهش از روش سطح پاسخ به منظور تعیین نقاط بهینه مصرف حشره کش دلتامترین جهت دستیابی به بیشینه مرگ و میر با کمترین دز مصرفی استفاده شد. تاثیر عوامل دما (۲۵-۳۵ درجه سلسیوس)، رطوبت (۷۰-۸۰٪) و دز مصرف (۲۰۰-۵۰۰ میکرولیتر) بر میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار مورد ارزیابی قرار گرفت. آزمایش‌ها بر اساس طرح مرکب مرکزی، انجام شد. بیشینه مرگ و میر با این روش ۷/۶ عدد لارو سن پنج به ترتیب در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت ۷۰٪ و دز ۲۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب تعیین شد. نتایج آزمایش بیانگر تاثیر خطی معنی دار دز مصرفی و دما روی مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ است.

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

مقدمه

آفات انباری یکی از مشکلات اساسی در انبارداری محصولات کشاورزی هستند که پس از برداشت تا زمان مصرف خسارت ایجاد می کنند. خسارت حاصله باعث تغییر ترکیبات شیمیایی، رنگ و مزه محصول شده در نتیجه نه تنها ارزش تجاری و مرغوبیت آن به شدت کاهش می یابد بلکه گاهی مشکلات بهداشتی قابل توجهی را نیز برای مصرف کنندهگان، اعم از انسان، دام و طیور به بار می آورند (Bagheri-zenouz, 2013).

شب پره موم خوار بزرگ *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae) (Linnaeus)، حشره ای است که در تمام دنیا و از جمله ایران در انبارهای مواد غذایی خسارت ایجاد می کند. حشره مذکور در مرحله لاروی آفت درجه اول موم زنبور عسل است. موم به دلیل کیفیت و مرغوبیت زیاد، به طور اختصاصی در صنعت زنبورداری و صنایع گوناگون دیگر، مانند داروسازی، دندان سازی، آرایشی و بهداشتی، آدامس سازی و غیره مصرف می شود. زنبور عسل برای تولید یک کیلوگرم موم ۸/۵ کیلوگرم عسل مصرف می کند. شان های مازاد تولیدی توسط زنبور عسل پس از پایان فصل در انبار نگه داری می شوند تا در فصول دیگر فعالیت زنبور عسل مورد استفاده قرار گیرند (Goldansaz, 1992). در انبار لارو این حشره یک شبکه ابریشمی داخل و روی شان ها می تند و داخل این شبکه توری تغذیه می کند. شبکه از پوسته لاروی و فضولات لاروی است و محصول آلوده شده بوی نامطبوعی می دهد (Mohandass et al., 2007).

باتوجه به اقتصادی بودن زیان وارد شده توسط این آفت کنترل آن از اهمیت ویژه ای برخوردار است. عمده ترین روش کنترل این آفت در بیشتر کشورها در مرحله اول استفاده از ترکیبات شیمیایی و سپس کنترل بیولوژیک است. اما ترکیبات شیمیایی دارای معایبی از جمله باقیمانده سموم در موم، بروز مقاومت در آفت و اثرات جبران ناپذیری روی محیط زیست و انسان هستند (Goodman, 1990; Colter, 1995). با وجود این، همچنان استفاده از ترکیبات

شیمیایی در کنترل شب پره موم خوار، رایج است. بررسی های اخیر نشان داد که هرچه سطح آگاهی کشاورزان به عنوان اصلی ترین کاربران آفت کش ها از پیامدهای زیانبار سموم بیشتر باشد از استفاده غیر ضروری آن ها بیشتر اجتناب می کنند. آموزش کشاورزان و زنبورداران به منظور استفاده بهینه از سموم در زمان مناسب می توان از کاهش کیفیت و کمیت محصولات انباری و عوارض ناشی از مصرف سموم جلوگیری کند (Heidari and Shirazi, 2010). هدف از بهینه سازی، به کارگیری روش های مناسب مصرف سم است که علاوه بر این که متضمن اثر بخشی سم باشد، کاهش مصرف سم را نیز در پی داشته باشد. تاکنون گزارشی مستند مبنی بر استفاده بهینه سموم جهت کنترل شب پره موم خوار ارائه نشده است. با توجه به عدم وجود پژوهش مستقل در این زمینه، شناخت عوامل موثر و تعیین شرایط بهینه مصرف سم، یک ضرورت به نظر می رسد. بنابراین هدف از پژوهش حاضر بررسی تاثیر هم زمان عوامل دما، رطوبت و دز مصرفی بر میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار است که برای این منظور از روش سطح پاسخ برای تعیین ترکیب بهینه متغیرها استفاده شد. سطح پاسخ مجموعه ای از تکنیک های آماری است که در بهینه سازی فرآیندهایی به کار می رود که پاسخ مورد نظر توسط تعدادی از متغیرها تحت تاثیر قرار می گیرد. شمای گرافیکی مدل ریاضی سبب تعریف واژه روش سطح پاسخ است. با کمک این روش، تعداد آزمایش ها کاهش یافته و کلیه ضرایب مدل و رگرسیون درجه دوم و برهمکنش عوامل، قابل برآورد هستند (Jin-Wei et al., 2007).

مواد و روش ها

پرورش شب پره موم خوار بزرگ

موم های آلوده به لارو و سفیره شب پره موم خوار از زنبورداری های روستاهای اطراف شاهرود به عنوان کلنی اولیه جمع آوری و برای انجام آزمایش به آزمایشگاه دانشکده کشاورزی دانشگاه شاهرود منتقل شدند. به منظور تکثیر از چندین ظرف پلاستیکی مکعبی شکل با ابعاد ۲۰×۱۵×۲۵ سانتی متر حاوی موم استفاده شد. دهانه ظروف

لاروهای سن پنج با روش غوطه‌ور سازی به مدت ۱۰ ثانیه در دمای ۲۵ درجه سلسیوس صورت پذیرفت و نتایج پس از ۲۴ ساعت ثبت شد. آزمایش‌های زیست‌سنجی برای تعیین غلظت‌های کشنده که تلفات ۲۰٪ تا ۸۰٪ را ایجاد می‌کردند انجام شد غلظت‌های (۵۰۰-۲۰۰) میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی-لیتر آب مقطر به عنوان حد بالا و حد پایین کشندگی مشخص شدند. دمای 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 (Annand, 2007).

طراحی و اجرای آزمایش و تجزیه و تحلیل آماری

مهم‌ترین مسئله این پژوهش بررسی آثار اصلی و برهمکنش عوامل بود، لذا در مرحله اول روش سطح پاسخ انتخاب شد. در این پژوهش اثر متغیرهای مستقل شامل X1 دما، X2 رطوبت، X3 دز مصرفی مورد ارزیابی قرار گرفت که در جدول ۱ نشان داده شده است. شش تکرار نقطه مرکزی برای تخمین خطای آزمایش استفاده شد.

با پارچه‌های به نسبت ضخیم پوشیده شده بود تا لاروهای این آفت قادر به سوراخ نمودن پارچه با قطعات دهانی جونده نباشند. پرورش انبوه این حشره در اتاقک رشد با دمای ۲۵±۱ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۶۵±۱ درصد و دوره نوری ۱۴:۱۰ ساعت (تاریکی:روشنایی) انجام شد.

هم‌سن سازی لاروها

برای اطمینان از همسان بودن لاروها در انجام آزمایش، دسته‌های متعدد تخم گذاشته شده به وسیله حشرات کامل این آفت توسط قلم مو برداشته شد و درون ظروف جداگانه با ابعاد ۲۰×۱۵×۲۵ سانتی‌متر حاوی موم نگه‌داری شدند. با پرورش لاروها، لاروهای سن پنجم با اندازه‌گیری طول بدن و عرض کپسول سر انتخاب و برای انجام آزمایش‌ها در نظر گرفته شدند.

مشخص کردن محدوده‌های اثربخشی عوامل آزمایش

برای تعیین محدوده اثربخشی حشره‌کش از فرمولاسیون تجاری حشره‌کش دلتامترین استفاده شد.. آلوده‌سازی

جدول ۱ - نمایش متغیرهای مستقل فرآیند و مقادیر آن‌ها برای آزمایش‌ها

Table 1. Independent variable of process and their values for tests

| Independe variable | Mathematical symbol | Code and the relevant | | |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----|-----|
| | | -1 | 0 | +1 |
| Temperature (° C) | X ₁ | 25 | 30 | 35 |
| Humidity (%) | X ₂ | 70 | 75 | 80 |
| Dosage (microliter) | X ₃ | 200 | 350 | 500 |

جهت تجزیه و تحلیل اطلاعات و رسم نمودارهای مربوط به روش سطح پاسخ استفاده شد. در این تحقیق از طرح مرکب مرکزی^۱ با سه متغیر مستقل شامل دما، رطوبت، دز مصرفی و شش تکرار در نقطه مرکزی طرح (برای محاسبه تکرارپذیری فرآیند) به منظور بررسی افزایش مرگ و میر و کاهش دز مصرفی سم استفاده شد. در جدول ۲ طرح و تعداد انجام آزمایش‌ها نشان داده شده است. برای هر آزمایش تعداد ۱۰ عدد لارو سن آخر به صورت تصادفی انتخاب شد و سپس ۱۰ ظرف پتری زیست‌سنجی حاوی موم برای تغذیه آفت آماده شد و لاروها به مدت ۱۰ ثانیه در

طرح آزمایشی گزینش شده و رابطه مدل مورد استفاده برای پیش‌بینی، برازش شده و مورد ارزیابی قرار گرفت. در روش سطح پاسخ بر اساس نتایج حاصل از آزمایش برای هر متغیر مدلی تعریف می‌شود که آثار اصلی و برهمکنش عوامل را روی هر متغیر جداگانه بیان می‌نماید، شکل کلی مدل به صورت زیر می‌باشد:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 \quad (1)$$

Y پاسخ پیش‌بینی شده، β_0 ضریب ثابت، $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ اثرات خطی، $\beta_{11}, \beta_{22}, \beta_{33}$ اثرات مربعی و $\beta_{12}, \beta_{13}, \beta_{23}$ برهمکنش‌ها می‌باشد. از نرم‌افزار Design Expert 7.0.0

¹ Central composite design

محلول سمی غوطه ور و سپس در ظروف قرار گرفتند. در نهایت تمامی ظروف به اتاقک رشد با دما و رطوبت تعیین شده، انتقال داده شدند و پس از ۲۴ ساعت میزان مرگ و میر این آفت شمارش و ثبت شد. در مرحله آخر مدل مربوط ارائه شد و شرایط عملیاتی بهینه به وسیله نمودار سطح پاسخ و کانتور انجام شد.

جدول ۲- الگوی انجام آزمایش‌ها

Table 2. The pattern of tests

| Temperature | Humidity | Dosage | Temperature | Humidity | dosage |
|-------------|----------|--------|-------------|----------|--------|
| 35 | 80 | 500 | 35 | 70 | 500 |
| 25 | 80 | 200 | 38 | 75 | 330 |
| 30 | 75 | 100 | 30 | 75 | 330 |
| 30 | 75 | 600 | 30 | 75 | 330 |
| 25 | 80 | 500 | 22 | 75 | 330 |
| 35 | 80 | 200 | 30 | 75 | 330 |
| 25 | 70 | 200 | 30 | 83 | 330 |
| 30 | 67 | 330 | 25 | 80 | 500 |
| 30 | 75 | 330 | 30 | 75 | 330 |
| 30 | 75 | 330 | 35 | 70 | 200 |

نتایج و بحث

گزینش مدل مناسب و تجزیه مدل برازش یافته

به طور متداول جهت بررسی صحت مدل از آزمون عدم برازش^۱ و R^2 adjusted و ضریب تبیین^۲ (R^2) استفاده می‌شود. معنی دار بودن آزمون عدم برازش برای یک مدل بیانگر این است که نقاط به خوبی اطراف مدل قرار نگرفته اند و نمی‌توان از مدل برای پیش‌گویی مقادیر متغیرهای تابع استفاده نمود. بنابراین با عدم معنی داری آزمون عدم برازش، می‌توان دریافت که مدل به خوبی می‌تواند بر داده‌های مورد بررسی برازش شود. مطابق جدول ۳ آزمون عدم برازش معنی دار نیست که بیانگر این است که مدل به خوبی روند داده‌ها را نشان می‌دهد. از طرفی R^2 adjusted 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 (Baldini et al., 2004). مطابق

جدول ۳ برای عامل مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ، مدل خطی از نظر آماری معنی‌دار ($P \leq 0.001$) و همچنین مقدار بالای R^2 و متناسب بودن R^2 adjusted بیانگر قدرت بالای مدل در پیش‌بینی می‌باشد.

تاثیر متغیرهای مستقل بر پاسخ‌ها

همان‌طور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود جمله خطی دز مصرفی و دما معنی‌دار است. عبارات مربوط به برهم‌کنش‌ها معنی‌دار نبودند و از مدل حذف شدند، به عبارت دیگر هیچ‌گونه برهم‌کنشی میان متغیرهای مستقل وجود نداشت.

تاثیر دز مصرفی 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 ۱ اثر هم‌زمان دز مصرفی و رطوبت 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 حشره کش‌های پایریتروئیدی می‌باشد و تاثیر آن‌ها روی کانال‌های سدیم غشای آکسون است که با افزایش غلظت، میزان تجمع این ماده در غشاء آکسون زیاد و روی واکنش بازگشت‌پذیری کانال سدیم تاثیر گذاشته که در نهایت باعث اختلال در

¹ Lack of fitness

² Coefficient of determination

جدول ۳- نتایج جدول تجزیه واریانس (ANOVA) پاسخ برای مدل خطی مرگ و میر شب پره موم خوار (*Galleria mellonella*) تیمار شده با دلتامترین

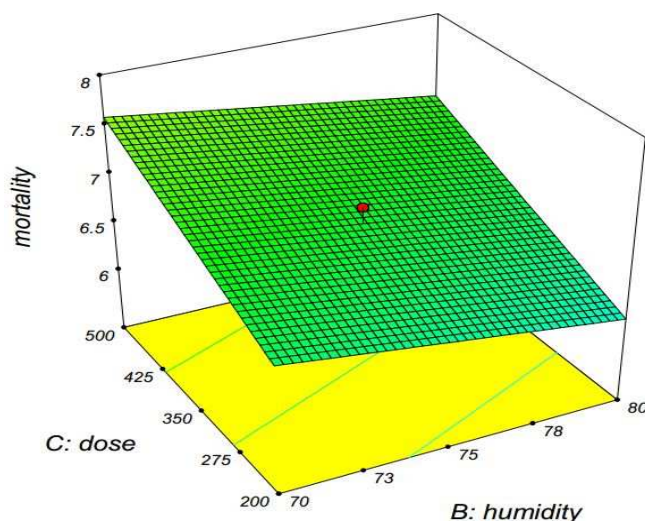
Table 3. ANOVA for response surface linear model for Greater wax moth (*Galleria mellonella*) treated with deltamethrin

| Source | Sum of Squares | Df | MeanSquare | F Value | p-value | |
|----------------|----------------|----|------------|---------|---------|-----------------|
| Model | 17.42 | 3 | 5.81 | 39.07 | 0.0001 | Significant |
| A-temperature | 13.80 | 1 | 13.80 | 92.84 | 0.0001 | |
| B-humidity | 0.66 | 1 | 0.66 | 4.43 | 0.0514 | |
| C-dosage | 2.97 | 1 | 2.97 | 19.95 | 0.0004 | |
| AB | 0.12 | 1 | 0.12 | 0.81 | 0.3841 | |
| AC | 0.13 | 1 | 0.13 | 0.81 | 0.3841 | |
| BC | 0.13 | 1 | 0.13 | 0.81 | 0.3841 | |
| A ² | 0.013 | 1 | 0.013 | 0.013 | 0.7900 | |
| B ² | 0.013 | 1 | 0.013 | 0.013 | 0.7900 | |
| C ² | 0.013 | 1 | 0.013 | 0.013 | 0.7900 | |
| Lack of Fit | 1.51 | 8 | 0.19 | 1.13 | 0.4659 | Not significant |
| Residual | 2.34 | 13 | 0.18 | | | |
| Pure Error | 0.83 | 5 | 0.17 | | | |
| Adj R-squared | 0.85 | | | | | |
| R-squared | 0.87 | | | | | |

مصرفی سم دلتامترین میزان حساسیت و مرگ و میر کک موش (*Xenopsylla cheopis* (Rots)) بیشتر می شود. تاثیر دما روی میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم-خوار بزرگ بدون لحاظ نمودن تغییرات سایر متغیرها، به گونه ای بود که با کاهش دما میزان مرگ و میر افزایش یافت. یکی از ویژگی های مهم ترکیبات پایروئیدی رابطه تاثیر آن ها با دما است، به این ترتیب که سمیت این ترکیبات با کاهش دما زیاد می شود. یعنی همبستگی دمایی منفی دارند (Talebi Jahromi, 2011). مطالعات علی خان و اکرم (Alikhan and Akram, 2014) بیان کننده ی این موضوع است که با کاهش دما میزان تاثیر سم دلتامترین روی مرگ و میر مگس خانگی *Musca domestica* L. بیشتر می شود و همچنین بررسی های اسمیت و همکاران (Smith et al., 2012) بیانگر تاثیر بیشتر سموم اندوسولفان

انتقال پیام عصبی و تشنج می شود (Marshall Clark and Simington, 2011). نتایج حاصل از پژوهش های خسروی و همکاران (Khosravi et al., 2008) و مجاور و همکاران (Mojaver et al., 2013) و صالحی بابرصاد (Salehi Babarsad, 2012) بیانگر این موضوع است که با افزایش میزان غلظت سموم پایروپروکسی فن، دیفلوبنزورون دلتامترین و ایمیداکلوپرید کارایی آن ها به ترتیب در کنترل شب پره موم خوار بزرگ، سن گندم *Eurygaster integriceps* Puton و موریانه *S. Microcerotermes diversus* بیشتر می شود. همچنین نتایج پژوهش چو و کمبل (Choe and Campbell, 2014) بازگو کننده ی این مسئله بود که با افزایش میزان غلظت سم دلتامترین در جیره غذایی ساس ها میزان تلفات این آفت بیشتر می شود. در همین راستا بویر و همکاران (Boyer et al., 2014) اظهار داشتند که با افزایش دز

¹ Negative temperature correlation



شکل ۱- اثر هم زمان دز مصرفی و رطوبت روی مرگ و میر شب پره موم خوار (*Galleria mellonella*) تیمار شده با دلتامترین
Figure 1. The effects of humidity and dosage on mortality for Greater wax moth (*Galleria mellonella*) treated with deltamethrin

سازی عددی^۵ حاصل شد (Joglekar and May, 1987). در روش مذکور، فضای پاسخ با استفاده از مدل های ایجاد شده و به منظور یافتن بهترین شرایطی که اهداف بهینه سازی 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 را تنظیم و با استفاده از تکنیک فاین تیونینگ^۶، بهترین پاسخ به دست آمد (Myers and Montgomery, 2002; Atkinson and Donev, 1992). تنظیمات اعمال شده بر فرآیند بهینه سازی، شامل دز مصرفی کمینه و مرگ و میر بیشینه بود. نتایج فرآیند بهینه سازی نشان داد شرایط بهینه استفاده از سم دلتامترین ۷/۶ لارو سن پنج در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت ۷۰٪ و دز مصرفی ۲۰۰ میکرولیتر در ۱۰۰۰ میلی لیتر آب تعیین شد. علاوه بر دز مصرفی عوامل شیمیایی و محیطی از جمله مهم ترین عوامل موثر بر کارایی آفت کش ها هستند که باید تاثیر هر کدام از این عوامل روی کارایی و همچنین شرایط بهینه استفاده از هر کدام از این عوامل مشخص شود (SalehZadeh, 2006). در این پژوهش تنها اثر دز مصرفی و عوامل محیطی روی افزایش کارایی حشره کش

و دلتامترین در دماهای پایین روی مرگ و میر مگس تسه تسه بود که با نتایج حاصل از این پژوهش هماهنگی دارد. لازم به ذکر است بررسی اثر رطوبت بر میزان مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ بیانگر عدم تاثیر این عامل روی مرگ و میر بود (جدول ۲) که این نتیجه با نتایج حاصل از پژوهش میرحسینی و همکاران (Mirhosseini et al., 2015) مبنی بر عدم تاثیر عامل رطوبت روی مرگ و میر شفیره های نژادهای مختلف کرم ابریشم *Bombyx mori* L. در فصول مختلف و عدم معنی داری عامل رطوبت نسبی روی میزان فعالیت *Sitotroga cerealella* Olivier در شرایط آزمایشگاهی هماهنگی داشت (Akter, 2013). در مورد اثرات خطی برای عوامل مورد بررسی، ضریب رگرسیون خطی مربوط به عامل دما و دز مصرفی در سطح ۱ درصد معنی دار بود. آثار برهمکنش عوامل هم روی مرگ و میر معنی دار نبودند.

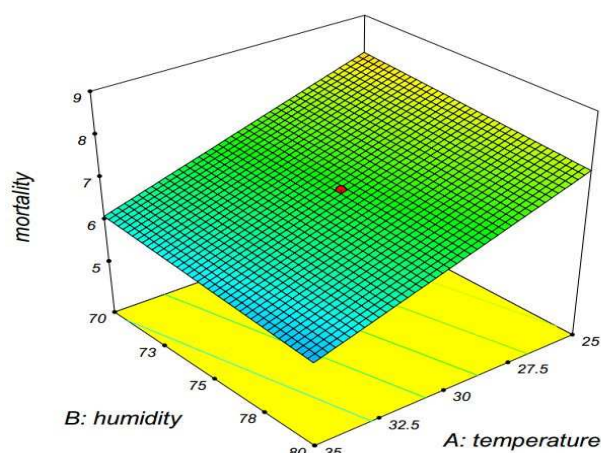
با به کارگیری روش آماری سطح پاسخ، معادله اخیر که نشان دهنده ارتباط تجربی متغیرهای آزمایش و میزان مرگ و میر به صورت کد گذاری شده است، به دست آمد:

$$Y = 6.90 + 0.86X_1 + 0.58X_3 \quad (2)$$

شرایط عملیاتی بهینه برای بیشترین مرگ و میر لارو سن پنج شب پره موم خوار بزرگ، با استفاده از تکنیک بهینه-

⁵ Numerical optimization

⁶ Fine tuning



شکل ۲- اثر هم زمان دما و رطوبت روی مرگ و میر شب پره موم خوار (*Galleria mellonella*) تیمار شده با دلتامترین
 Figure 2. The effects of humidity and temperature on mortality for Greater wax moth (*Galleria mellonella*) treated with deltamethrin

و میر از رابطه مستقیم دز مصرفی و دما تاثیر می پذیرد، به طوری که افزایش دز مصرفی افزایش مرگ و میر را در پی دارد. در حالی که کاهش دما باعث افزایش مرگ و میر شد که با وجود همبستگی منفی سموم پایرتروئیدی با دما مطلوب ترین شرایط برای استفاده از این سموم دما پایین است. با توجه به مصرف گسترده سموم کشاورزی و روند رو به رشد مصرف این مواد، نه تنها باعث خروج ارز از کشور، بلکه مشکلات زیادی از قبیل مسمومیت های حاد تنفسی، جهش ها و سرطان ها بر انسان هم می شود. لذا این پژوهش برای حصول شرایط موثر روی افزایش مرگ و میر، به عنوان یک کار آغازین بود که به هر حال، انجام تحقیقات بیشتر در این رابطه ضروری جلوه می نماید. از نتایج به دست آمده چنین می توان استنباط کرد که کاهش دز مصرفی با توجه به هزینه ی بالای سم پاشی و خطرات ناشی از مصرف سموم روی انسان و محیط زیست، بسیار کاربردی و منطقی خواهد بود.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه نگارنده اول است که بدینوسیله نگارندگان از معاونت پژوهشی دانشگاه صنعتی شاهرود به خاطر حمایت مالی و در اختیار گذاشتن امکانات آزمایشگاهی تشکر و سپاسگزاری می نمایند.

دلتامترین برای کنترل شب پره موم خوار بزرگ و شرایط بهینه هر کدام از این عوامل بررسی شد و به بررسی عوامل دیگر پرداخته نشد. ثابت شده است که تغییرات اسیدیته محیط در کارایی بهینه سموم موثر است. چنان که آوینگ و همکاران (Owings et al., 2001) مشخص کردند که سم دلتامترین در شرایط اسیدی پایدارتر و اثربخش تر است. از طرفی، سیمان و ریدل (Seaman and Riedl, 2007) pH بهینه استفاده از این سم را در زمان استفاده بین ۵/۵ تا ۶ تخمین زدند. الیاس (Elias, 2013) ضمن اثبات اثرگذاری سم دلتامترین روی پشه *Culex pipiens* L. و کنه های *Ixodes ricinus* L. و *Rhipicephalus sanguineus* (Latreille) و مگس های *Haematobia irritans* (L.) و *Hippobosca equine* (L.) بیان داشت که اسیدیته بهینه استفاده از این سم در کنترل حشرات فوق، بین ۵/۵ تا ۶ است.

روش سطح پاسخ با به کارگیری طرح مرکب مرکزی، جهت بررسی اثرات متغیرهای دما، رطوبت و دز مصرفی، 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 حشره کش دلتامترین بود. از میان شرایطی که بر روی مرگ و میر اعمال شد، مشخص شد که افزایش مرگ

References

- Anand, N.** 2007. Wax moth in the apiary. **Journal of American Bee** 150(3): 547 – 549.
- Atkinson, A. C. and Doney, A. N.** 1992. Optimum experimental designs (7thed.). Oxford University Press.
- Ali Khan, H. and Akram, W.** 2014. The effect of temperature on the toxicity of insecticides against *Musca domestica* L.: Implications for the effective management of diarrhea. **Journal of PLOS** 9(4): 1-18.
- Akter, T.** 2013. Effects of temperature and relative humidity on the Angoumois grain moth, *Sitotroga cerealella* (Olivier) on stored rice grain in laboratory condition. **Journal of Agriculture and Crop Sciences** 6(11): 648-653.
- Bagheri-Zenouz, E.** 2013. Pests of stored products and management to maintain (1sted.). University of Tehran Press.
- Baldini, M., Danuso, F. and Turi, M.** 2004. Evaluation of new clones of *Jerusalem artichoke* (*Helianthus tuberosus* L.) for inulin and sugar yield from stalks and tubers. **Journal of Industrial Crops and Products** 19(5): 25 - 40.
- Boyer, S., Miarinjara, A. and Elissa, A.** 2014. *Xenopsylla cheopis* (Siphonaptera: Pulicidae) susceptibility to deltamethrin in Madagascar. **Journal of PLoS ONE** 9(11): 45-59.
- Choe, D. H. and Campbell, K.** 2014. Effect of feeding status on mortality response of adult bed bugs (Hemiptera: Cimicidae) to some insecticide products. **Journal of Economic Entomology** 107(3): 1206-15.
- Colter, D.** 1995. Those Pesky wax moths controls. **Journal of American Bee** 135(4): 647 – 649.
- Elias, P.** 2013. Insecticides-Development of safer and more effective technologies. University of Michigan Press.
- Goldansaz, H.** 1992. Biological Study of *Galleria mellonella* Linnaeus under Laboratory conditions and Controlled storage conditions. M.Sc. thesis. The University of Tarbiat modares.
- Goodman, R. D., Williams, P., Oldroyd, P. and Hoffman, J.** 1990. Studies on the use of phosphin for the control of greater wax moth *Galleria mellonella* Linnaeus in stored honeybee comb. **Journal of American Bee** 130(6): 473 – 477.
- Heidari, A. and Shirazi, J.** 2010. The role of farmers awareness on the reduction of the pesticides hazards, Proceedings of the Congress on half a century of the pesticide usage in Iran. Proceedings of 1st Iranian Research Institute of Plant Protection Organization, 2 – 3 March. Iran. pp 187.
- Joglekar, A. and May, A.** 1987. Product excellence through design of experiments. **Journal of Cereal Foods World** 32(5): 857 - 868.
- Khosravi, M., Ebadi, R., Seyedoleslami, H., Hatami, B. and Talebi Jahromi, Kh.** 2008. Growth disturbances and inhibitory effect of Pyriproxyfen and Diflubenzuron on the greater wax moth (*Galleria mellonella* L.) under different temperatures. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science** 12 (45): 297-311 (in Farsi).
- Jin-Wei, L., Dong Ding, S. and Xiao-Lin, D.** 2007. Optimization of the ultrasonically assisted extraction of polysaccharides from *Zizyphus jujuba* cv. *Jinsixiaozao*. **Journal of Food Engineering** 80(3): 176 – 183.
- Myers, R. H. and Montgomery D. C.** 2002. Response surface methodology: process and product optimization using designed experiments. 2nd Edition. Wiley, New York.
- Mirhoseini, S. Z., Mavvajpour, M., Ghanipoor, M. and Seidavi, A.** 2015. Impression of enviromental stresses at different rearing seasons and its effects on silkworm *Bombyx mori* L. hybrids performances. **Journal of Animal Environment** 7(1): 51-610.(in Farsi)
- Marshall Clark, J. and Simington, S.** 2011. Action of deltamethrin on N-type (Ca v 2.2) voltage-sensitive calcium channels in rat brain. **Journal of Pesticide Biochemistry and Physiology** 82(1): 1-15.
- Mohandass, S., Arthur, F. K., Zhu, K. Y. and Throne, J. E.** 2007. Biology and management of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae) in stored products. **Stored Products Research** 43(6): 302 - 311.
- Mojaver, M., Kamangar, M. and Ghazii, M.** 2013. Evaluating the efficiency of insecticide deltamethrin SC 2.5% compared to other chemical insecticides in the control of *Eurygaster integriceps*. **Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources, Water and Soil Science** 17 (66): 280-293 (in Farsi).

- Owings, D., Hollier, A. and Trawick, R.** 2001. pH stability of commonly used pesticides. **American Journal of Entomology** 15(2): 134 – 137.
- Smith, S., Harris, E. and Wilson, K.** 2012. Effect of temperature regime on the toxicity of endosulfan and deltamethrin to tsetse flies, *Glossina morsitans*. **Journal of Entomology** 16(2): 110 – 123.
- Salehi Babarsad, R., Habibpour, B. and Mosadegh, M. S.** 2012. Toxicity of Imidacloprid Baitto *Microcerotermes diversus* Silvestri (Isoptera:Termitidae) under Laboratory Conditions. **Journal of Plant Protection** 26(1): 1-7 (in Farsi).
- Saleh Zadeh, A.** 2006. Pesticides and how they work (4th ed.) Hamedan University of Medical Sciences.
- Seaman, A. J. and Riedl, H.** 2007. Preventing decomposition of agricultural chemicals by alkaline hydrolysis in the spray, New York's Food and Life Sciences Bulletin No. 118, Cornell University.
- Talebi Jahromi, Kh.** 2011. Pesticides toxicology (5thed.). University of Tehran Press.

Plant Pest Research
2016- 6(2): 53-62

Optimization of using pesticide deltamethrin against *Galleria mellonella* by response surface method in laboratory conditions

A. Shabani nejad¹, M. Ajamhassani^{1*} and B. Tafaghodinia²

1- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahrood University of Technology, 2-
Department of Plant Production and Sustainable Agriculture, Iranian Research Organization for
Science and Technology, Tehran, Iran

(Received: December 1, 2015- Accepted: July 2, 2016)

Abstract

The Greater Wax moth, *Galleria mellonella* Lin. is one of the most important pests of stored products and beehives. Chemical pesticides are used for its control. 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 selection of the correct pattern and applying appropriate methods for use of toxins. So in this study response surface method was used in order to determine optimal points to achieve maximum mortality with minimum dosage. The effect of factors such as temperature (25-35 °C), humidity (70-80 %) and the dosage (200-500 µL) on the mortality of fifth instar larvae of greater wax moth was evaluated. The experiments were performed according to Central Composite Design. Using the method, the maximum mortality was determined 7.6 fifth instar larvae of greater wax moth at 25 °C, humidity 70% and 200 µl of deltamethrin in 1000 ml of water. The result showed that temperature and dosage had significant effect on mortality of fifth instar larvae of Greater Wax moth.

Keywords: Greater Wax Moth, Deltametrin, Response surface method, Optimization

*Corresponding author: shahroodm@gmail.com