





دانشگاه صنعتی شاهرود

دانشکده کشاورزی

پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی

بررسی حساسیت جمعیت‌های مختلف شته مومی کلم
Brevicoryne brassicae L (Hemiptera: Aphididae)
به چند حشره کش شیمیایی در شرایط آزمایشگاهی

نگارنده:

مریم کاشی

استاد راهنما:

دکتر علی درخشان شادمهری

مهر ۱۴۰۰

شماره: ۱۴۰۰/۱۸/۹۹
تاریخ: ۱۴۰۰/۱۸/۹۹
ویرایش:

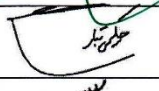
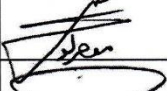
باسمه تعالی
فرمهای ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد
مربوط به ورودی‌های ۹۴ به بعد

مدیریت تحصیلات تکمیلی

فرم شماره (۳) صورتجلسه نهایی دفاع از پایان نامه دوره کارشناسی ارشد

با نام و یاد خداوند متعال، ارزیابی جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد خاتم مریم کاشی با شماره دانشجویی ۹۷۳۴۳۶۴ رشته کشاورزی حشره شناسی تحت عنوان بررسی حساسیت جمعیت‌های مختلف شته مومی کلم *Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) به چند حشره کش شیمیایی در شرایط آزمایشگاهی که در تاریخ ۱۴۰۰/۰۷/۲۶ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه صنعتی شاهرود برگزار شد به شرح ذیل اعلام می‌گردد:

☐ الف) درجه عالی: نمره ۱۹-۲۰	☒ ب) درجه خیلی خوب: نمره ۱۸-۱۸/۹۹
☐ ج) درجه خوب: نمره ۱۶-۱۷/۹۹	☐ د) درجه متوسط: نمره ۱۴-۱۵/۹۹
☐ ه) کمتر از ۱۴ غیر قابل قبول و نیاز به دفاع مجدد دارد	
☐ نظری ☒ عملی	

عضو هیأت داوران	نام و نام خانوادگی	مرتبه علمی	امضاء
۱- استاد راهنمای اول	دکتر علی درخشان شادمهری	استادیار	
۲- استاد داور اول	دکتر مسعود حکیمی تبار	دانشیار	
۳- استاد داور دوم	دکتر شیده موجرلو	استادیار	
۴- نماینده تحصیلات تکمیلی	دکتر مهدی رضایی	دانشیار	

نام و نام خانوادگی رئیس دانشکده: دکتر علی درخشان شادمهری

تاریخ و امضاء و مهر دانشکده:



تقدیم به:

آنان که مهر آسمانی‌شان آرام بخش آلام زمینی‌ام است
به استوارترین تکیه گاهم، دستان پر مهر پدرم..
به سبزترین نگاه زندگیم، چشمان همیشه منتظر مادرم..
که هر چه آموختم در مکتب عشق شما آموختم و هر چه بکوشم قطره‌ای از دریای بی کران
مهربانیتان را سپاس نتوانم بگویم و
همسر مهربانم بهترین رفیق زندگی‌ام که مسیح وار با صبرش در تمامی لحظات رفیق راهم
بود
و دل‌بندم
امید بخش جانم که آسایش او آرامش من است.

تشکر و قدردانی:

سپاس بی کران پروردگار یکتا را که هستی‌مان بخشید و به طریق علم و دانش رهنمونمان شد
و به همنشینی رهروان علم و دانش مفتخرمان نمود و خوشه چینی از علم و معرفت را روزیمان

ساخت

تشکر قلبی و لسانی خود را از استاد عالی قدر جناب آقای دکتر علی درخشان شادمهری که
زحمت راهنمایی این پایان نامه را عهده دار گردیدند و در تمامی مراحل انجام رساله از
راهنمایی‌های مدبرانه ایشان استفاده نمودم ابراز می‌دارم و توفیقات روز افزون ایشان را توأم
با صحت و سعادت خواستارم

در پایان از مدیریت محترم جهاد کشاورزی شهرستان سرخه و تمامی عزیزانی که در طول
انجام این پروژه مرا یاری کرده‌اند کمال تشکر و قدردانی را ابراز می‌نمایم.

تعهد نامه

اینجانب **مریم گاشی** دانشجوی دوره کارشناسی ارشد رشته **حشره شناسی کشاورزی** دانشکده **کشاورزی** دانشگاه صنعتی شاهرود نویسنده پایان نامه بررسی حساسیت جمعیت های مختلف شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L (Hemiptera: Aphididae) به چند حشره کش شیمیایی در شرایط آزمایشگاهی تحت راهنمایی جناب **آقای دکتر علی درخشان شادمهری** متعهد می شوم:

- 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 صنعتی شاهرود » و یا « **Shahrood University of Technology** » 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

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.

استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

چکیده

کلزا یکی از مهمترین گیاهان روغنی است که نقش عمده‌ای در تأمین روغن خوراکی انسان دارد. شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L.) یکی از آفات مهم و جدی کلزا در ایران است. دراکثر مناطق زارعین برای کنترل آن چندین بار سمپاشی می‌نمایند. در صورت مقاومت حشره آفت به سموم مورد استفاده نه تنها آفت کنترل نگردیده بلکه سبب افزایش هزینه‌های تولید و مشکلات زیست محیطی می‌گردد. لذا این پژوهش در جهت بررسی حساسیت جمعیت‌های شته مومی کلم در استان سمنان به حشره کش‌های متداول مورد استفاده بر علیه آن انجام گردید. در این تحقیق تأثیر غلظت‌های مختلف اکسی‌دیمتون متیل، ایمیداکلوپراید، پرمیکارب و تیمار ترکیبی اکسی‌دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید بر روی سه جمعیت این شته از شهرهای سمنان، شاهرود و گرمسار در سال زراعی ۱۳۹۹ در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. هر یک از حشره‌کش‌ها در پنج غلظت توصیه شده، دو غلظت بالاتر و دو غلظت پایین تر شامل پرمیکارب (۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ ppm) ایمیداکلوپراید (۲۵۰، ۳۷۵، ۵۰۰، ۶۲۵ و ۷۵۰ ppm) اکسی‌دیمتون متیل (۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ ppm) و تیمار ترکیبی (۳۷۵، ۵۶۲/۵، ۷۵۰، ۹۳۷/۵، ۱۱۲۵ ppm) مورد استفاده قرار گرفت. آزمایش‌های زیست‌سنجی به روش غوطه‌وری برگ انجام گرفت و مرگ و میر شته‌ها ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از تیمار شدن با حشره کش‌ها ثبت گردید. در دوز توصیه شده سموم مورد آزمایش بیشترین تلفات با ۸۶/۲۵ درصد مربوط به سم ترکیبی اکسی‌دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید در جمعیت شاهرود و کمترین تلفات با ۶۲/۵ درصد مربوط به سم اکسی‌دیمتون متیل بر روی دو جمعیت گرمسار و شاهرود مشاهده گردید. مقدار LC_{50} به دست آمده برای اکسی‌دیمتون متیل در جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود به ترتیب برابر با ۲۶۴/۷۷، ۲۶۸/۰۷، ۲۰۱/۵۳ و برای تیمار ترکیبی اکسی‌دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید ۱۶۳/۸۲، ۱۰۹/۹۸، ۴۸/۹۹ برای ایمیداکلوپراید ۱۶۹، ۱۵۵/۲۷، ۱۷۷/۲۲ و برای تیمار پرمیکارب ۱۵۲/۶۸، ۱۵۸/۵۷ و ۸۹/۸۶ ppm بود. با توجه به این نتایج می‌توان گفت که جمعیت شاهرود به بجز تیمار ایمیداکلوپراید به بقیه تیمارها پاسخ بهتری داده و به عنوان جمعیت حساس شناخته شد. LT_{50} به دست آمده برای سموم مورد استفاده نشان داد که تیمار ترکیبی ایمیداکلوپراید و اکسی‌دیمتون متیل با ۳۸/۷ ساعت به عنوان کمترین و ایمیداکلوپراید با ۵۴/۵ ساعت به عنوان بیشترین LT_{50} بود. نتایج این تحقیق می‌تواند در تدوین برنامه مدیریت تلفیقی شته مومی کلم موثر باشد.

کلمات کلیدی: شته مومی کلم، کلزا، اکسی‌دیمتون متیل، پرمیکارب، ایمیداکلوپراید

فهرست مطالب

فصل اول	۱
مقدمه و کلیات	۱
فصل دوم	۵
بررسی منابع	۵
۱-۲ گیاه‌شناسی کلزا	۶
۲-۲ آفات کلزا	۷
۱-۲-۲ شته مومی کلم:	۷
۳-۲ اهمیت اقتصادی شته‌ها	۱۰
۴-۲ آفت‌کش‌های مورد بررسی	۱۱
۵-۲ مبارزه شیمیایی با شته مومی کلم	۱۵
فصل سوم	۲۱
مواد و روش‌ها	۲۱
۱-۳ کشت کلزا	۲۲
۲-۳ جمع‌آوری شته	۲۲
۳-۳ ایجاد حشرات همسن برای آزمایشات زیست‌سنجی	۲۳
۴-۳ سموم مورد استفاده	۲۳
۵-۳ آزمون زیست‌سنجی	۲۴
۶-۳ تجزیه و تحلیل آماری	۲۶
فصل چهارم	۲۷
نتایج	۲۷
۱-۴ نتایج	۲۸
۲-۴ بررسی اثر سم و دوز بر روی حساسیت شته مومی کلم	۳۰
۳-۴ بررسی اثر سم و زمان بر روی شته مومی کلم	۳۰
۵-۴ بررسی اثر سم و جمعیت بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم	۳۳
۶-۴ بررسی اثر دوز، جمعیت و سم بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم	۳۴
۷-۴ برآورد LC _{۵۰} سموم مورد آزمایش در جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاه‌رود شته مومی کلم	۳۶

۴۴	۸-۴ بررسی LT _{۵۰} برای سموم مورد آزمایش در جمعیت‌های شته مومی کلم
۴۵	فصل پنجم
۴۵	بحث
۴۶	۱-۵ نتیجه گیری و بحث
۵۳	۲-۵ پیشنهادات
۵۴	منابع

فهرست جداول

جدول ۱-۴: تجزیه واریانس اثر سم، جمعیت، دوز و زمان بر روی حساسیت جمعیت‌های مختلف شته مومی کلم	۲۹
جدول ۲-۴: مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان، دوز و سم بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم	۳۲
جدول ۳-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل دوز، جمعیت و سم بر روی مرگ و میر جمعیت‌های شته مومی کلم	۳۵

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲: تصاویری از کلزا(اصلی) ۶
- شکل ۲-۲: ساختار قسمتهای مختلف شته مومی (بلکمن و ایستاپ، ۲۰۰۰)..... ۸
- شکل ۳-۲: شته ۵ روزه سمت راست (شکل اصلی) و کلنی شته سمت چپ (وفایی و همکاران، ۱۳۹۷) ۱۰
- شکل ۱-۳: کشت کلزا در گلدان (عکس اصلی)..... ۲۲
- شکل ۲-۳: مزرعه کلزا(عکس اصلی) ۲۳
- شکل ۳-۳: توری گذاری پتری دیش (عکس اصلی)..... ۲۴
- شکل ۴-۳: توزیع آگار در پتریدیش (مرحله ۱)، غوطه ور سازی در حشرهکش (مرحله ۲)، ۲۵
- قرار دادن برگ در پتری دیش (مرحله ۳) (عکس ها اصلی)..... ۲۵
- شکل ۵-۳: قرار دادن شته‌های ۵ روزه در پتری دیش آلوده به حشره‌کش (شکل سمت راست)، قرار دادن در ژرمیناتور (شکل سمت چپ)..... ۲۵
- شکل ۱-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سم و دوز بر روی شته مومی کلم ۳۰
- شکل ۲-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سم و زمان بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم..... ۳۱
- شکل ۳-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سم و جمعیت بر روی حساسیت شته مومی کلم ۳۳
- شکل ۴-۴: برآورد LC_{50} و نسبت مقاومت شته مومی کلم به اکسی دیمتون متیل در جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود..... ۳۶
- شکل ۵-۴: خطوط واکنش شته مومی کلم به لگاریتم غلظتهای اکسی دیمتون متیل- در جمعیت شاهرود (الف)، سمنان (ب) و گرمسار(ج) ۳۷
- شکل ۶-۴: برآورد LC_{50} و نسبت مقاومت به شته مومی کلم به تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید در جمعیت های گرمسار، سمنان و شاهرود..... ۳۸
- شکل ۷-۴: خطوط واکنش شته مومی کلم به لگاریتم غلظتهای اکسی دیمتون متیل- ایمیداکلوپراید در جمعیت گرمسار (الف)، سمنان (ب)، شاهرود (ج) ۳۹
- شکل ۸-۴: برآورد LC_{50} و نسبت مقاومت شته مومی کلم به ایمیداکلوپراید در جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود..... ۴۰
- شکل ۹-۴: خطوط واکنش شته مومی کلم به غلظت‌های ایمیداکلوپراید در جمعیت سمنان(الف) و گرمسار (ب)، شاهرود (ج)..... ۴۱

- شکل ۴-۱۰: برآورد LC_{50} و نسبت مقاومت شته مومی کلم به پرمیکارب در جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود..... ۴۲
- شکل ۴-۱۱: خطوط واکنش شته مومی کلم به لگاریتم غلظت‌های پرمیکارب در جمعیت گرمسار(الف) و سمنان (ب)، شاهرود (ج)..... ۴۳
- شکل ۴-۱۲: برآورد LT_{50} در محدوده اطمینان ۹۵٪ شته مومی کلم به ۴ حشره کش ۴۴

فصل اول

مقدمه و کلیات

جوامع بشری از ابتدای شکل‌گیری در ارتباط نزدیک با محیط پیرامون خود بوده و از آن، برای تهیه غذا و دارو استفاده کرده است. شناخت ساختار و کارکرد گیاهان و استفاده از آن‌ها به عنوان غذا و دارو به طور قطع از طریق آزمون و خطا بوده و به تدریج انسان توانسته احتیاجات خود را از محیط اطراف تأمین نماید. با شکل‌گیری تمدن‌ها و فراهم آمدن امکانات بیش‌تر، شناخت انسان به تدریج کامل‌تر شده است (جم زاد، ۱۳۸۸). بزرگ‌ترین تیره‌های گیاهی به گیاهان تیره چلیپاییان^۱ اختصاص دارد که ۶ درصد از کل گونه‌های گیاهی را در بر گرفته‌اند (صابری و همکاران، ۱۳۸۹). از قرن‌ها پیش گیاهان این تیره جهت مصارف خوراکی، تعلیف دام، صنعتی و اصلاح ساختمان خاک مورد استفاده بوده‌اند. بعضی از گونه‌های موجود در این تیره، صرفاً جهت مصرف خوراک دام، درحالی‌که برخی جهت تأمین روغن مصرفی یا به صورت خوراکی و کود سبز مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرند (خوشخوی و همکاران، ۱۳۸۷).

مسئله آفات و کنترل آنها یکی از مهمترین عواملی است که کشت و کار تیره چلیپاییان را در نقاط مختلف کشور تحت الشعاع قرار داده است (کاظم‌زاده ارجاس، ۱۳۸۲). از مهمترین آفات محصولات کشاورزی شته‌ها می‌باشند. نرخ تولیدمثلی این حشرات بالا می‌باشد و در مدت زمان کوتاهی بالغ می‌شوند و جمعیت خود را خیلی سریع و به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش می‌دهند (دیکسون^۲، ۱۹۸۹).

در سال‌های اخیر شته *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus) که به شته مومی کلم معروف است، به عنوان آفت کلیدی اثرات مخربی را روی گیاهان تیره چلیپاییان داشته است (اسلام و همکاران، ۲۰۰۵).

منشأ این شته منطقه پالتارکتیک و دامنه انتشار آن در مشرق، از ژاپن و هندوستان تا استرالیا و در اروپا، نواحی شمالی تا مدیترانه‌ای است (ریوانی^۳، ۱۹۶۲). فعالیت این شته در اکثر مناطق ایران به ویژه در مناطق شمالی و مرکزی بر روی بسیاری از گیاهان تیره چلیپاییان همانند گل کلم، کلم پیچ، کلم‌زینتی، کلم‌قمری، کلزا، تربچه، شلغم و چلیپاییان وحشی گزارش شده است (رضوانی، ۱۳۸۰). شته‌ها با خرطوم بسیار نازک خود از شیر گیاهی اندام‌های هوایی از جمله برگ‌ها، ساقه‌ها و گل‌های میزبان تغذیه کرده و سبب پیچیدگی، قاشقی

^۱ : Brassicaceae

^۲ : Dixon

^۳ : Rivany

شدن برگ گیاه میزبان و انهدام کامل بوته می‌شوند (ریوانی، ۱۹۶۲). این شته علاوه بر تغذیه از شیریه گیاهی، ناقل ۲۳ بیماری ویروسی از جمله ویروس موزاییک کلم CaMV و ویروس موزاییک شلغم TuMV می‌باشد (خانجانی، ۱۳۸۳). شته مومی کلم در اکثر مزارع کلزا به عنوان شته غالب توسط محققین گزارش شده و سالانه خسارت اقتصادی زیادی را به خود اختصاص داده است. خسارت شته به برگ، ساقه و گل‌های گیاه میزبان سبب کاهش عملکرد محصول و انهدام کامل بوته می‌شود (مدرس نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۳). یکی از دلایل عدم تشکیل و یا دفرمه شدن غلاف برگ، تراکم بالای آفت می‌باشد که موجب کوتاه شدن طول غلاف‌ها و کاهش وزن هزار دانه می‌شود (خانجانی، ۱۳۸۳). شدت حمله و خسارت شته مومی کلم در مزارع کلزا در ایران به قدری زیاد است که در صورت عدم کنترل، خسارت جبران ناپذیری به زراعت کلزا وارد می‌کند (مدرس نجف آبادی و همکاران، ۱۳۸۳).

مرحله گلدهی کلزا که از آن می‌توان به عنوان یکی از مهمترین مراحل رشد گیاه نام برد همزمان با اوج افزایش جمعیت شته‌ها در ۱۵ اردیبهشت رخ می‌دهد. بنابراین گیاهان تیره چلیپائیان که به عنوان مهمترین میزبان شته مومی کلم محسوب می‌گردند و چون دارای درصد بالایی از ماده گلوکوزینولات می‌باشند نقش مؤثری را تحت عنوان محرک اختصاصی در انتخاب و جلب میزبان ایفا می‌نمایند. برابر بررسی‌های انجام شده و گزارشات موجود شدت آلودگی و میزان خسارت به گیاه، ناشی از تهاجم شته مومی کلم در ایران معمولاً به قدری است که سمپاشی علیه این آفت دارای توجیح اقتصادی بوده و در صورت عدم مبارزه با این آفت، خسارت جبران ناپذیری به دنبال خواهد داشت (شهیدی، ۱۳۸۱). به منظور جلوگیری از بروز اثرات سوء ناشی از مصرف آفتکش‌ها از جمله ایجاد مقاومت حشرات به حشره‌کش‌ها، افزایش جمعیت آفات ثانویه، جایگزینی آفات، کاهش اثرات سموم، اثرات سرطان‌زایی و جهش‌زایی، اثرات سوء زیست محیطی، آلودگی محیط زیست و از بین رفتن دشمنان طبیعی آفات، استفاده از روش‌های سازگار با اکوسیستم در کنترل با آفات الزامی است؛ لذا برای مقابله با آفات باید برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات اجرا گردد. که یکی از مهمترین بخش‌های این برنامه روش کنترل بیولوژیک می‌باشد (دلفوسه^۱، ۲۰۰۵). انتخاب عامل کنترل بیولوژیک از اهمیت بالایی برخوردار بوده و به منظور

^۱: Delfosse

افزایش کارایی دشمنان طبیعی، انجام مطالعه و شناسایی عامل بیولوژیک انتخابی ضرورت دارد. به منظور ارزیابی و انتخاب عوامل کنترل کننده بیولوژیک معیارهای مختلفی وجود دارد. سمیت سموم مصرفی به عنوان مهمترین عامل ایجاد مسمومیت و مرگ میر برای انسان و آلودگی محیط زیست و همچنین بروز مقاومت آفات به انواع حشره کش‌ها، موجب گردیده که در سال‌های اخیر برنامه ریزی مناسب و متعدد برای جایگزینی ترکیبات کم خطر جدید با کارایی مناسب بخصوص حشره کش‌های بیولوژیک در راستای کاهش عوامل خسارت‌زای گیاهی صورت پذیرد. لازم بذکر است علاوه بر موارد فوق الذکر امروزه نگرانی‌های فراوانی در جامعه جهانی بروز نموده و باعث گردیده عمده مصرف کنندگان و سازمان‌های دولتی و همچنین سازمان‌های مردم نهاد در مورد اثرات زیان‌آور آفت‌کش‌های شیمیایی روی سلامت انسان و محیط زیست حساسیت بخرج داده و منجر به بروز واکنش‌های سیاسی در غالب افزایش محدودیت‌ها در زمینه مصرف این محصولات گردیده است (رایت و ولبورن^۱، ۲۰۰۲).

کلزا یکی از گیاهان دانه‌های روغنی در جهان می‌باشد که نقش عمده‌ای در تأمین روغن خوراکی انسان دارد و از این نظر مقام سوم را بعد از سویا و نخل روغنی دارد. واردات بیش از ۹۰ درصد روغن مورد نیاز کشور از خارج، لزوم ترویج این محصول را الزامی می‌کند. شته مومی کلم یکی از آفات مهم و جدی مناطق کلزا کاری ایران است و در صورت عدم مبارزه، بیش از نصف محصول از بین می‌رود زیرا در بوته‌های آلوده گل‌ها باز نشده و بذر تشکیل نمی‌شود (بهداد، ۱۳۸۱).

از آنجائیکه این آفت در اکثر مناطق مشکل ساز و زارعین برای کنترل آن چندین بار سمپاشی می‌نمایند. باتوجه به این که در صورت مقاومت حشره آفت به سموم مورد استفاده نه تنها آفت کنترل نگردیده بلکه سبب افزایش هزینه‌های تولید و مشکلات زیست محیطی می‌گردد. لذا این پژوهش در جهت بررسی حساسیت جمعیت‌های شته مومی کلم در استان سمنان به حشره کش‌های متداول مورد استفاده بر علیه آن انجام می‌گیرد.

^۱ : Wright and Welbourn

فصل دوم

بررسی منابع

۱-۲ گیاه‌شناسی کلزا

کلزا (شکل ۱-۱) با نام علمی *Brassica napus* L. مهمترین گونه زراعی جنس براسیکا^۱ و از تیره شب بو و از جنس کلم می‌باشد (عزیزی و همکاران، ۱۳۷۸).



شکل ۱-۲: تصاویری از کلزا (اصلی)

در طبیعت از تلاقی فرم‌هایی از گونه گیاه کلم *B. olerace* و شلغم *B. rapa* گیاه کلزا حاصل شده که یک گونه آمفی‌دیپلوئید، یکساله و روزبلند است. دارای دو تیپ کشت پائیزه و بهاره می‌باشد که عملکرد پائیزه به دلیل نزولات آسمانی بیشتر و دارای کیفیت روغن بهتری است (وانگ و همکاران^۲، ۲۰۱۳). در استان سمنان کشت کلزا از اواسط شهریور ماه شروع و تا اواسط مهرماه ادامه دارد. سطح زیر کشت این گیاه در ایران بیش از ۲۹۰ هزار هکتار می‌باشد. در حال حاضر یک هزار و ۹۸۰ هکتار از اراضی استان زیر کشت کلزا است. باتوجه به مسئله کم آبی در این استان الگوی کشت به سمت محصولات کم آب‌بر باید تغییر کند که کلزا یکی از این موارد است (بی‌نام، ۱۳۹۹).

کلزا به عنوان یک گیاه روغنی با بیش از ۴۰٪ روغن در دانه از گیاهان مهم جهت توسعه کشت نباتات روغنی و تولید روغن نباتی در ایران است که پس از سویا و نخل روغنی مقام سوم را در تأمین روغن نباتی جهان به خود اختصاص داده است (آلیاری، ۱۳۷۹).

^۱ : Cruciferea

^۲ : Wang et al

براساس تحقیقات بعمل آمده دمای ۲۰ تا ۲۵ درجه سانتیگراد بهترین دما جهت جوانه زنی بیش از ۹۰٪ بذر کلزا در مدت ۱ تا ۲ روز، می‌باشد. این گیاه در مرحله روزت (۸-۶ برگی) بیشترین تحمل را در برابر سرمازدگی از خود بروز داده البته مرحله گلدهی از حساسیت خاصی برخوردار است. در صورت برخورداری گیاه از رشد کافی در پاییز و ایجاد روزت قوی تحمل دما تا ۱۵- درجه سانتیگراد را بدون پوشش برف را خواهد داشت و مجموعاً با این شرایط گیاه تحمل تنش‌های محیطی را بخوبی سپری خواهد نمود (دهشیری، ۱۳۸۷). یکی از عوامل مهم در انتخاب اراضی جهت کشت کلزا، برخورداری از بافت خاک رسی نسبتاً سبک و شنی سبک است. این ویژگی باعث انجام زهکشی مناسب و جلوگیری از پدید آمدن حالت مردابی در اراضی می‌شود چرا که این حالت با توجه به ضعیف بودن قوه نامیه بذر و حساسیت بذر به عمق کشت زیاد و سله بستن زمین، خسارت زیان‌آوری را در طول دوره خروج گیاهچه و مرحله رشد رویشی به گیاه وارد می‌نماید. این گیاه در خاکهایی که pH آنها از ۵/۵ تا ۸ متغیر است قابل کشت می‌باشد ولی pH مناسب برای رشد و نمو کلزا با دسترسی آسان به عناصر غذایی حدود ۶/۵ می‌باشد. (والتون و همکاران^۱، ۱۳۹۹).

۲-۲ آفات کلزا

شته مومی کلم، سوسک گرده‌خوار، سوسک منداب، سفیده کلم، پرندگان از مهمترین آفات کلزا در ایران می‌باشند.

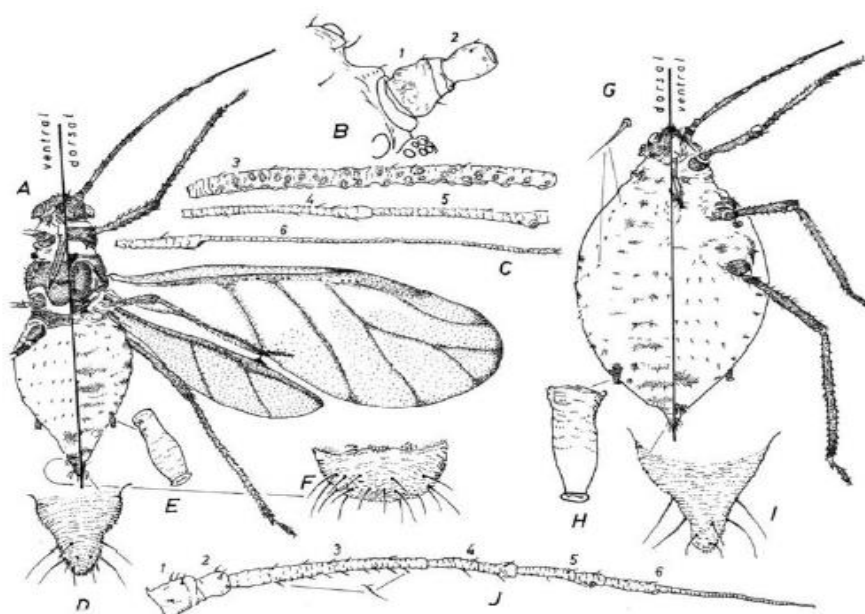
۲-۲-۱ شته مومی کلم:

شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididae) یکی از مهمترین آفات گیاهان خانواده چلیپاییان و کلزا محسوب می‌شود (الیز و فارل^۲، ۱۹۹۵).

^۱: Walton et al

^۲: ellis and Farrell

رنگ بدن سبز یا آبی مایل به خاکستری با پوشش مومی پودری سفید بوده است. شکل بدن بیضی نسبتاً کشیده و در افراد بی‌بال هشت لکه قهوه‌ای تیره اسکالریتی نسبتاً بزرگ روی بندهای شکمی به صورت نوار عرضی دیده می‌شوند. در افراد بالدار طول بدن بین ۱/۶ تا ۲/۸ میلی‌متر است. (شکل ۲-۲) ماده‌های



شکل ۲-۲: ساختار قسمت‌های مختلف شته مومی (بلکمن و ایستاپ، ۲۰۰۰)

بال‌دار در بعضی مواقع کوچک‌تر از بی‌بال‌ها و با رگ‌بال‌های مشخص می‌باشند. سر و قفسه سینه، قهوه‌ای تیره تا سیاه بوده و شکم زرد متمایل به سبز، دارای دو لکه تیره در قسمت جلویی بندهای شکم، شاخک شش بندی و قهوه‌ای تیره و در طرفین شکم دو زائده (کورنیکول) لوله‌ای شکل وجود دارد. دم مثلثی شکلی در وسط دو زائده مزبور قرار دارد (بلکمن و ایستاپ^۱، ۲۰۰۰).

گیاهان زراعی میزبان این آفت می‌توان به خردل، تربچه، خردل هندی، کلزا، کلم، شلغم، و منداب اشاره نمود. تعدادی از علف‌های هرز از جمله تربچه وحشی، کیسه کشیش، شلمی و قدومه از جمله میزبان‌های شته مومی کلم به شمار می‌روند که حساسترین میزبان شته مومی کلم، کلزا و کلم می‌باشد (کیهانیان، ۱۳۸۷).

تولیدمثل شته مومی به دو صورت بوده که به شرح آن می‌پردازیم. در آب و هوای معتدل و گرم کلنی شته مومی شامل افراد ماده بی‌بال بوده که دائماً به صورت زنده‌زایی و بدون دخالت افراد نر تولید پوره می‌نماید

^۱ : Blackman and Eastop

که از آنها ماده‌های زنده‌زا به وجود می‌آید و چندین نسل در سال به وجود می‌آید. در این مناطق معتدل در زمستان شته هم به صورت پوره و هم افراد کامل دیده می‌شود. در مناطق سرد روش تولیدمثل شته تغییر کرده و در فصل پاییز با توجه به کاهش شدید درجه حرارت و طول دوره روشنایی، افراد نر با ماده‌ها جفت‌گیری نموده و پس از آن تخم‌گذاری در زیر یا روی بقایای گیاهی کلزا، سطح خاک و یا روی برگ‌های مسن صورت می‌گیرد. پس از گرم شدن هوا در اواخر اسفند و اوایل بهار تخم‌ها باز شده و شته ماده از آن خارج و با توجه به شرایط محیطی شروع به تولید مثل می‌کنند. یک دوره زندگی شته مومی ۴۰-۳۰ روز به طول می‌انجامد. دوره پورگی ۸-۱۲ روز بوده و معمولاً ۵-۶ پوره توسط هر ماده در روز تولید می‌شود. پوره‌های تازه متولد شده کوچک و دارای ۵/۰ میلی متر طول می‌باشند. این شته دارای ۴ مرحله پورگی است. تعداد نسل این آفت در مناطق مرطوب تا ۲۰ نسل گزارش شده است (بلکمن و ایستاپ، ۲۰۰۰). این آفت برگ‌ها، ساقه، گلچه و کپسول‌های در حال رشد را مورد تهاجم قرار داده و با مکیدن شیره گیاهی سبب کاهش شدید رشد و دفرمه شدن برگ‌ها می‌شود (کیهانیان و همکاران، ۱۳۸۴). این شته علاوه بر کاهش ارزش بازارپسندی گیاه باعث قاشقی شدن حاشیه برگ‌ها و بدشکلی آن‌ها و در نتیجه کاهش محصول و انهدام کامل بوته می‌گردد (بهداد، ۱۳۷۵). خسارت دیگر شته‌ها به این صورت است که باعث تولید عسلک روی گیاه و در نتیجه رشد قارچ سیاه مولد فوماژین می‌شود. عسلک تولیدشده توسط این شته باعث رشد کپک‌های سیاه می‌شود که فتوسنتز گیاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد (احمد و اسلام^۱، ۲۰۰۵).

^۱ : Ahmad and Aslam ۲۰۰۵



شکل ۲-۳: شته ۵ روزه سمت راست (شکل اصلی) و کلنی شته سمت چپ (وفایی و همکاران، ۱۳۹۷)

این شته روی طیف وسیعی از گیاهان، ناقل حدود ۲۳ نوع بیماری ویروسی می‌باشد. از جمله این ویروس‌ها می‌توان به ویروس لکه حلقه‌ای نکروز کلم، موزائیک تربچه، موزائیک شلغم، ویروس لکه حلقه‌ای سیاه کلم و ویروس گل کلم اشاره کرد. تغذیه این شته از بوته‌های جوان باعث کاهش ۸۰٪-۷۰ عملکرد می‌شود. همچنین این شته باعث کاهش ۱۱٪ محتوای روغن بذر می‌شوند. شته مذکور با ایجاد کلنی‌های بزرگ روی برگ، ساقه و جوانه‌های کلزا باعث پیچش برگ‌ها و خسارت سنگین به محصول می‌شود (رستمی و همکاران، ۱۹۹۸).

۲-۳ اهمیت اقتصادی شته‌ها

شته‌ها به دلیل توانایی تولیدمثل جنسی و غیرجنسی و دارا بودن حالت چند شکلی، زندگی پیچیده‌ای دارند. تا قبل از سال ۱۹۵۰ میلادی که این حشرات به عنوان ناقل ویروس‌های بیماری‌زا گزارش نشده بودند، به عنوان آفات مهم کشاورزی شناخته نمی‌شدند (خانجانی، ۱۳۸۴). خسارت‌های مستقیم و غیرمستقیم شته‌ها شامل مکیدن شیره آوندهای گیاهی و انتقال عوامل بیماری‌زا از یک گیاه به گیاه دیگر می‌باشد. میزان خسارتی که در اثر تزریق مواد سمی به درون بافت گیاه و یا با انتقال ویروس‌های بیماری‌زا در گیاه رخ می‌دهد، بیشتر از خسارتی است که در اثر تغذیه مستقیم از گیاه ایجاد می‌شود (ستار و همکاران^۱، ۲۰۰۵). تغذیه شته‌ها از

^۱: Satar et al

کلیه قسمت‌های گیاه موجب ضعف عمومی، عقب افتادن رشد، دیررسی، عدم تلقیح گل‌ها، پیچیدگی برگ‌ها و جوانه‌ها، کوتاه شدن غلاف‌ها و کوچک شدن دانه‌ها و اختلال در امر برداشت محصول می‌شود (کیهانیان و همکاران، ۲۰۰۸).

۲-۴ آفت‌کش‌های مورد بررسی

برای کنترل آفات از روش‌های مختلفی از جمله کنترل بیولوژیک، زارعی، شیمیایی و... استفاده می‌شود بنابراین جهت مبارزه شیمیایی، آفت‌کشهای اختصاصی بکار برده می‌شود لذا علاوه بر وجود بذر مناسب، خاک حاصلخیز و آبیاری مطلوب، روش مناسب حفاظت از گیاه هم برای تولید حداکثر محصول، لازم است. علیرغم توسعه حشره‌کش‌های مدرن امروزی باز هم خسارات سنگینی به محصولات زراعی و انباری وارد می‌شود (ایکبال و همکاران^۱، ۲۰۱۱). یکی از اصول بسیار مهم در کشاورزی که تأثیر قابل توجهی روی افزایش تولید در واحد سطح دارد، آن است که محصول در مراحل مختلف تولید، از گزند عوامل نامساعد و زیان آور حفظ شود (حاج آخوندی و همکاران، ۲۰۰۶). همواره بخشی از تولیدات کشاورزی در اثر حمله این نوع عوامل از لحاظ کمی و کیفی آسیب می‌بینند و در برخی موارد کل محصول از بین می‌رود (ایکبال و همکاران، ۲۰۱۱). کنترل شیمیایی اغلب به دلیل عدم آشنایی کافی مصرف‌کنندگان به اصول صحیح مبارزه، بیش از حد انجام می‌گیرد. استفاده مداوم از سموم شیمیایی در دراز مدت باعث مقاوم شدن حشرات نسبت به آفت‌کش‌ها و ظهور آفات درجه دوم می‌شود (بی و همکاران^۲، ۲۰۰۷). انتخاب بهترین سم و استفاده از غلظت مناسب و مورد نیاز از هر حشره‌کش برای هر آفت می‌تواند کمک شایانی در مدیریت مبارزه با آفات و جلوگیری از طغیان مجدد آنان داشته باشد.

در حال حاضر بیش از ۸۰۰ نوع از سموم کشاورزی از جمله آفت‌کش‌های مختلف تولید می‌گردد که به صورت گسترده در کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بعد از سم پاشی، باقیمانده‌ی سموم می‌تواند وارد محیط زیست و منابع آبهای سطحی و زیرزمینی شده و صدمات جبران ناپذیری به اکوسیستم‌ها وارد نماید (بورز^۳،

^۱ : iqbal et al

^۲ : Bi et al

^۳: Burrows

۲۰۰۲). تعریفی که سازمان حفاظت از محیط زیست آمریکا از آفت کش ارائه داده است بدین صورت است که آفت کش ماده یا مخلوطی از مواد است که به منظور پیشگیری، نابودی، دفع یا کاهش هرگونه آفت به کار می رود (اسلام و همکاران^۱، ۲۰۰۱). با توجه به اهمیت اقتصادی گیاه کلزا بررسی آفات و راههای غلبه بر آنها دارای اهمیت است. در این پژوهش به بررسی اثر چهار آفت کش ایمیداکلوپراید، پرمیکارب و اکسی دیمتون متیل و آفت کش ترکیبی اکسی دیمتون متیل و پرمیکارب بر روی شته مومی کلم پرداخته شد. ایمیداکلوپراید با فرمول مولکولی $C_{11}H_{10}ClN_2O_2$ حشره کش سیستمیک با اثر تماسی، گوارشی از گروه کلرونیکوتینیل یا نئونیکوتینوئید بوده که به طور گسترده جهت کنترل تعداد زیادی از آفات در کشاورزی بیش از ۱۴۰ نوع محصول کشاورزی) به کار می رود میزان کاربرد آن از ۰/۳ تا ۰/۵ کیلوگرم بر هکتار متفاوت است (لاگلانته و همکاران^۲، ۲۰۰۷). این ترکیب در آب بسیار محلول بوده و تقریباً غیر فرار است.

طبق مطالعات مختلف، ایمیداکلوپراید همانند نیکوتین عمل می کند، بدین صورت که باعث فلج شدن و نهایتاً مرگ حشره می گردد. در واقع این سم به عنوان بازدارنده گیرنده های استیل کولین نیکوتینیک در سیستم عصبی عمل کرده و به طور مؤثری با بلوکه کردن سیگنال های ایجاد شده، باعث اختلال در فعالیت طبیعی عصب می شود (ویرادیا^۳، ۲۰۱۱). در پستانداران، اثرات اولیه تماس دهانی در دوز حاد شامل سرگیجه، بی حسی، مشکلات تنفسی و حرکتی، کندی رشد و... است. تماس با دوزهای بالاتر باعث ایجاد اثرات وخیم تر در تیموس، مغز استخوان و پانکراس و نیز اثرات هماتولوژیکی و قلبی می شود. اثرات اولیه ی طولانی مدت آن شامل تأثیر روی کبد، تیروئید و کاهش وزن است. مسمومیت با غلظت های کم این ماده در مدت زمان طولانی میتواند علائمی شامل بی حسی، مشکلات تنفسی، عدم تعادل و مشکلات عصبی را ایجاد نماید (حسن زاده و همکاران، ۲۰۱۱).

ایمیداکلوپراید اولین عضو گروه نیکوتینوئیدها بود که در مقابل بسیاری از حشرات مقاوم در برابر کاربامات ها، فسفرها و پیروتریئیدها مؤثر بوده است. حشره کش های نیکوتینوئیدی مانند ایمیداکلوپراید، تیامتوکسام،

^۱ : Aslam et al

^۲ : Lagalante et al

^۳ : Viradiya

استامی پراید معمولاً در برابر طیف گسترده‌ای از آفات گیاه‌خوار مانند شته‌ها و مگس‌های سفید در گلخانه و یا مزارع استفاده می‌شود (بی و همکاران، ۲۰۰۷).

اثرات سموم ایمیداکلوپراید، کربوسولفان و تریازوفوس در کنترل شته مومی کلزا در طول فصل زراعی ۹۸-۹۹ مورد بررسی قرار گرفت. تا ۹ روز بعد از کاربرد سموم، همه حشره‌کش‌ها کنترل مؤثری داشتند. اما در تریازوفوس به علت اثرات پایدارش در طول آزمایش بهترین تأثیر را داشت (اسلام و همکاران، ۲۰۰۱).

پرمیکارب (پرمور) با فرمول شیمیایی $C_{11}H_{18}N_4O_2$ حشره‌کشی از گروه کارباماتها بوده که بصورت تماسی، تدخینی و سیستمیک علیه شته روی درختان میوه و گیاهان زینتی مؤثر است. پرمور حشره‌کش عصبی می‌باشد که مکانیسم آن مهار کننده آنزیم کولین استراز است. این حشره‌کش از ریشه جذب شده و به تمام بافتهای چوبی منتقل میشود. LD_{۵۰} این حشره‌کش ۱۰۰-۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای تمام پستانداران می‌باشد (طالبی جهرمی، ۱۳۸۶).

پرمیکارب از جمله حشره‌کش‌هایی است که برای کنترل شته سبز هلو تأثیر انتخابی بسیار مطلوبی را نشان داده است و دارای باقی مانده سمی کم در محیط و همینطور سمیت کم برای دشمنان طبیعی شته‌ها می‌باشد (لوگینوا^۱، ۲۰۰۰). با وجود این که پرمیکارب شته‌کش اختصاصی بوده و جمعیت را کنترل کرده اما تأثیر کمتری نسبت به پروتئوس داشته است.

حشره‌کش‌های نیکوتینوئیدی در کنترل شته‌رز در مقایسه با پرمیکارب مؤثرتر بودند. حشره‌کش پرمیکارب که هم اکنون توسط کشاورزان در سطح وسیع علیه شته مومی کلم (کلزا) استفاده می‌شود، نتوانسته مانع افزایش مجدد جمعیت شته مومی گردد، این سم هر چند انتخابی شته‌ها می‌باشد و علاوه بر خاصیت تماسی خاصیت سیستمیک هم دارد اما بدلیل محلول‌پاشی روی برگ‌ها تنها در جمعیت‌های پایین شته مؤثر است (رخشانی و همکاران، ۲۰۰۵).

بررسی کارایی حشره‌کش‌های ایمیداکلوپراید در ۱۵ روز بعد از سمپاشی، از سایر حشره‌کش‌ها بهتر بوده، به طوری که میانگین تراکم جمعیت شته در کرت‌های آزمایشی مربوط به آن ۸۰-۹۰ درصد کمتر از شاهد بود

^۱ : Loginova et al

سموم نیکوتینوئید در حال حاضر، بدون ایجاد مقاومت نسبت به حشره کش‌های قدیمی‌تر مانند پیروترئوئیدها، فسفرها و کاربامات‌ها برای کنترل حشرات در بسیاری از محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد (لاگلانت^۱، ۲۰۰۷).

حساسیت شته مومی کلزا نسبت به حشره کش‌های پریمیکارب و لامبدا سی‌هالوترین مورد مطالعه قرار گرفت. زیست‌سنجی با استفاده از دیسک‌های برگ کلزا که در محلول سمی مورد آزمایش غوطه‌ور شدند نشان داد که، شته کلزا سه تا چهار برابر حساسیت کمتری نسبت به پریمیکارب و لامبدا سی‌هالوترین دارد (لاوری و همکاران^۲، ۲۰۰۶).

مطالعه پایه‌ای بر روی حشره کش‌های برخی از شته‌های مختلف در استرالیا از قبیل شته مومی انجام شد. نتایج پژوهش اثر حشره کش^۳ پریمیکارب، سیپرمترین و دیمتوات نشان داد که این شته نسبت به شته‌های دیگر از جمله *Rhopalosiphum padi* نسبت به سموم مورد استفاده حساسیت بیشتری داشته است (کلواستون و همکاران^۳، ۲۰۱۶).

سم حشره کش ارگانو فسفره اکسی دیمتون متیل ۲۵٪، با نام تجاری متاسیتوکس و سیتوکسی-آر به بازار عرضه می‌گردد فرمول مولکولی آن $C_{11}H_{10}O_4PS_2$ می‌باشد. این ترکیب سیستمیک و پایدار با اثر تماسی و گوارشی بوده و دارای خاصیت شته‌کشی و کنه‌کشی می‌باشد. این سم بسیار خطرناک بوده و در آب و بسیاری از حلال‌های آلی به خوبی حل می‌شوند. در بازار به صورت امولسیون ۲۵٪ وجود دارد و برای کنترل شته، پسیل، تریپس، آفت پنبه و سیب به کار می‌رود (خانجانی و همکاران، ۱۳۸۳).

تأثیر سه حشره کش از جمله تریکلروفن، کلروپیریفوس، اکسی دیمتون متیل بر شته مومی کلم مورد استفاده قرار گرفت. که در بالاترین و کمترین غلظت ۹۱/۱۶ و ۲۵٪ اکسی دیمتون متیل اثر مهاری داشته است. LC_{50} و LC_{90} گزارش شده در غلظت‌های ۱۹/۶۲ پی‌پی‌ام و ۳۵۶/۲۷ پی‌پی‌ام بوده است. زمانی که غلظت‌های متفاوت تری‌کلروفن مورد استفاده قرار گرفته شد ۲۱/۲۷ و ۸۷/۲۳٪ یعنی کمترین و بیشترین مرگ و میر در دوز

^۱ : lagalante

^۲ : Lowery et al

^۳ : Clouston et al

حشره‌کشی ۳۰ و ۴۸۰ پی‌پی‌ام بوده است. نتایج نشان داد که مؤثرترین حشره‌کش اکسی‌دیمتون متیل با LC_{۵۰} برابر ۱۹/۶۲ پی‌پی‌ام و پس از آن کلرپیریفوس با LC_{۵۰} برابر ۵۹/۶۴ و تری‌کلروفن با LC_{۵۰} برابر ۹۵/۶۹ پی‌پی‌ام بوده است. بنابراین عملکرد اکسی‌دیمتون متیل بر روی حشرات از طریق تماس و عمل سیستمیک انجام می‌شود که مهمترین علت کاهش LC_{۵۰} این حشره‌کش است در حالی که دو حشره‌کش دیگر بر روی معده حشره اثر می‌گذارند (مسلمی و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به اهمیت اقتصادی کلزا و خسارت‌های فراوان این شته که سبب کاهش محصول و کاهش میزان روغن میشود و از آنجایی که تحقیقات کمی روی اثر حشره‌کش‌ها در دوزهای مختلف بر روی جمعیت‌های متفاوت شته مومی انجام گرفته، مقایسه چند حشره‌کش و توصیه بهترین سم به همراه غلظت مناسب برای مبارزه و جلوگیری از طغیان آفت، میتواند کمک زیادی در کنترل این آفت داشته و سبب افزایش بازار پسندی این محصول شود.

۲-۵ مبارزه شیمیایی با شته مومی کلم

یک حشره‌کش مناسب برای استفاده در برنامه‌ی مدیریت تلفیقی می‌باید جمعیت آفت را به خوبی کنترل کند، اما کمترین سمیت را بر دشمنان طبیعی داشته باشد. بنابراین، قبل از کاربرد حشره‌کش‌ها در کنترل تلفیقی باید از کم خطر بودن آنها برای دشمنان طبیعی مطمئن شد (کانازاکی و همکاران^۱، ۲۰۱۰).

کاربرد ایمیداکلوپراید SL-۲۰۰ برای کنترل شته مومی کلم در مرحله تشکیل غلاف بعد از گذشت ۹ روز از زمان تیمار کنترل مطلوبی بر روی شته‌ها داشته است (مونیر و اسلام^۲، ۲۰۰۱).

بررسی اثر سمیت حشره‌کش‌های پرمترین، متامیدوفوس و کارباریل بر روی شته مومی انجام شد. بررسی آزمایشگاهی به روش صفحات برگی در دمای ۲۵ و ۱۵ درجه سانتی‌گراد انجام شد. ترتیب سمیت شیمیایی عبارت بود از: پرمترین < متامیدوفوس < کارباریل. پرمترین در دو دما سمیت نشان داده ولی کارباریل باعث شیوع بیماری شده است (کومار و چاپمن^۳، ۲۰۱۳).

^۱ : Kanzaki and Tanaka

^۲ : Aslam and Munir

^۳ : Kumar and Verma

مقاومت شته مومی کلم نسبت به حشره‌کش‌ها در پاکستان مورد بررسی قرار گرفت. سطح خیلی کمی از مقاومت در برابر حشره‌کش اندوسولفان و اورگانوفسفاتها مشاهده شد. مقاومت در برابر مکتومیل، سایپرترین، بیفنترین و دلتامترین با استفاده پی‌درپی و یا منظم از آنها افزایش یافت. مقاومت در برابر این حشره‌کش‌ها در سال ۲۰۰۷ و ۲۰۰۸ بسیار کم بوده است، اما در سال ۲۰۰۹ و ۲۰۱۰ به میزان متوسط تا زیاد افزایش یافته است (به جز سوپرتین و بیفنترین). با توجه به آلودگی‌های شدیدی که این شته ایجاد می‌کند استفاده از حشره‌کش‌های که هیچ و یا مقاومت خیلی کمی از خود نشان دادند به صورت چرخشی توصیه می‌شود (احمد و همکاران، ۲۰۱۳).

در مطالعه‌ای تأثیر اصلاح pH آب در کارایی چهار حشره‌کش اکسی دیمتون متیل (EC^{۲۵}%)، دیازینون (EC^{۶۰}%)، استامی پراید (WP^{۲۰}%) و ایمیداکلوپراید (SC^{۳۵}%) روی جمعیت شته سیاه باقلا در شرایط مزرعه‌ای در طول دو سال زراعی در قالب طرح بلوک‌های کاملاً تصادفی مورد ارزیابی قرار گرفت. غلظت‌های ۱۰۰، ۵۰ و ۲۵ درصد غلظت توصیه شده‌ی مزرعه‌ای هر کدام از حشره‌کش‌ها توسط آب معمولی و آب اصلاح شده با محلول کاهنده pH لونسول تهیه شد. درصد مرگ و میر تصحیح شده شته‌ها در ۲۴ ساعت بعد از تیمار (برای ارزیابی اثرات کوتاه مدت) و تعداد تجمعی شته‌ها در طول تاریخ‌های مختلف پس از سم پاشی در تیمارهای مختلف (برای مطالعه اثرات دراز مدت اصلاح آب) در هر سال زراعی محاسبه و مورد تجزیه و تحلیل واریانس قرار گرفت. اصلاح آب هیچ تأثیر معنی داری در سمیت کوتاه مدت حشره‌کش‌های مورد آزمایش نداشت (یارمحمدی و همکاران، ۱۳۹۶).

بیشترین بحث در ارتباط با کاربرد حشره‌کش‌های شیمیایی برای کنترل شته مومی کلم، آلودگی کلم با بقایای مواد شیمیایی و توسعه مقاومت این آفت به ترکیبات شیمیایی است. در تحقیقی سمیت اسپروتترامات، اسپیرومسیفن، تیامتوکسام+لامبدا‌سای‌هالوترین و آزادیراختین روی حشرات کامل و پوره‌های شته مومی کلم با روش‌های تماسی، سیستمیک و تماسی-سیستمیک سموم مورد آزمون قرار گرفت. استفاده از روش‌های مختلف برای بررسی احتمال وجود اختلاف در کشندگی حشره‌کش‌ها صورت گرفت. نتایج نشان داد تیامتوکسام+لامبدا‌سای‌هالوترین در روش تماسی روی حشرات کامل شته مومی کلم نسبت به حشره‌کش‌های دیگر

کارایی بالاتری داشته و در روش سیستمیک روی حشرات کامل نسبت به اسپیروترامات کارایی بالاتری داشت. اسپیرومسیفن روی حشرات کامل در روش تماسی- سیستمیک نسبت به سه ترکیب دیگر کشندگی کمتری داشت. تیمتوکسام+لامبداسای هالوترین در روش تماسی روی پوره‌های این آفت نسبت به اسپیرومسیفن کارایی بالاتری داشته و در روش سیستمیک روی پوره‌های شته مومی کلم نسبت به اسپیروترامات و آزادیراختین تأثیر بالاتری داشته و در روش تماسی- سیستمیک روی پوره‌ها نسبت به اسپیرومسیفن و آزادیراختین کارایی بالاتری داشت. نتایج نشان داد که حشره کش تیمتوکسام+لامبداسای هالوترین برای حشرات کامل و پوره های شته مومی کلم از سمیت بالاتری برخوردار بود. لذا این ترکیب در برنامه های کنترل تلفیقی این آفت قابل توصیه است (علیزاده و همکاران، ۱۳۹۸).

استفاده از ترکیب ژنتیکی ژنوتیپ‌ها و تولید ژنوتیپ‌های مقاوم به آفات که باعث کاهش مصرف سموم می‌شود، راه حل مناسب برای کنترل آفات می‌باشد. این روش ضمن کاهش هزینه‌ها، با محیط زیست سازگاری داشته و با سایر روش‌های مبارزه نیز قابل تلفیق باشد (سرور و همکاران^۱، ۲۰۰۰).

تفاوت در میزان مقاومت به جمعیت نیوزیلندی شته مومی کلم در تعدادی از گونه‌های جنس *Brassica* گزارش شد. نتایج گزارش شده نشان داد که گونه‌های این جنس با اولین هجوم شته‌ها تا ۹۰ درصد آلوده شدند (سینگ و همکاران^۲، ۱۹۹۴).

مقاومت ۱۰ واریته‌ی کلزا به شته مومی کلم در شرایط مزرعه‌ای گزارش شد که کلیه واریته‌های مورد ارزیابی توسط جمعیت‌های شته مومی آلوده شدند اما واریته KS-۷۵ از مقاومت بیشتری به این آفت برخوردار بود. این محققان پیشنهاد کاشت زود هنگام این رقم را برای ممانعت از آلودگی شدید به آفت ارائه دادند (اسلام و همکاران، ۲۰۰۵).

مقاومت ۶ ژنوتیپ مختلف کلزا به شته مومی کلم در مزرعه و آزمایشگاه مورد بررسی قرار گرفت دو ژنوتیپ دارای مقاومت نسبی به این آفت شدند (الیز و فارل^۳ ۱۹۹۵).

^۱ : Sarwar *et al*

^۲ : Singh *et al*

^۳ : Ellis and Farrell

تأثیر دو سم ایمیداکلوپراید و پروتئوس بطور جداگانه و در ترکیب با یکدیگر روی شته مومی کلم مورد بررسی قرار گرفت. آزمایشات در شرایط گلخانه با دمای 25 ± 5 درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی 60 ± 10 درصد و دوره نوری ۸: ۱۶ (تاریکی: روشنایی) روی کلم سفید واریته *Capitata* انجام شد. غلظت‌های ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۵۰۰، ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام از سم ایمیداکلوپراید و غلظت‌های ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۲۰۰۰ پی‌پی‌ام از سم پروتئوس مورد آزمایش قرار گرفتند. میزان LC_{50} و LC_{20} طی مدت ۵۲ ساعت برای دو حشره‌کش کنفیدور و پروتئوس به ترتیب $275/956$ ، $874/530$ ، $650/720$ ، $672/330$ پی‌پی‌ام محاسبه گردید. نتایج نشان داد، میزان سمیت پروتئوس بیشتر از کنفیدور بود و با افزایش غلظت میزان کشندگی در هر دو افزایش یافت. میزان کشندگی پروتئوس و کنفیدور به ترتیب ۵۰ و $46/6$ درصد محاسبه گردید و در بررسی اثر ترکیبی سموم، تیمار اختلاط دو حشره‌کش در مقایسه با کاربرد جداگانه اختلاف معنی‌داری داشته و تلفاتی معادل ۸۳ درصد نشان داد که نشانگر خاصیت افزایشی در تأثیر توأم عوامل می‌باشد (دادرس و همکاران، ۱۳۹۴).

سموم آفت‌کش مؤثرترین و ساده‌ترین روش کنترل و کاهش خسارت آفت شته می‌باشد. به رغم اثر سریع سموم به دلیل باقیمانده بالای سموم در محصولات و افزایش مخاطرات آن بر سلامتی انسان، ایجاد گونه‌های مقاومت به سموم در میان آفات و بیماری‌ها، آلودگی‌های زیست محیطی، هزینه بالای آن و تأثیر ضعیف سموم به دلیل سطح مومی بدن شته باعث توجه محققین به سایر روش‌های کنترل و مبارزه شده است (لیو و یو^۱، ۲۰۰۲).

به نظر می‌رسد کنترل تلفیقی آفت راه مناسب و مؤثری برای مبارزه با آن می‌باشد. استفاده از ارقام متحمل که خسارت کمتری در اثر حمله آن داشته باشند، می‌تواند در روش تلفیقی مبارزه به کار گرفته شود. آلودگی مزارع کلزا به شته مومی کلم به مجموعه‌ای از عوامل زنده و غیرزنده بستگی دارد. فنولوژی و خصوصیات ژنتیکی گیاه، جمعیت اولیه شته و پتانسیل حیاتی آن برای تولیدمثل از عوامل زنده و آب و هوا از عوامل غیرزنده می‌باشد. تفاوت ژنوتیپ‌های کلزا نسبت به هجوم شته‌ها به دلیل تفاوت ژنتیکی آنها می‌باشد (سرور و همکاران، ۲۰۰۴).

^۱ : Liu & Yue

مقاومت گیاهان به آفات ممکن است به وسیله چندین ژن کنترل و منتقل شود که این نوع مقاومت اصطلاحاً پلی ژنیک نامیده می شود و یا توسط تک ژن کنترل و منتقل می شود که آن را منوژنیک می نامند. برای ارزیابی تحمل ژنوتیپ های کلزا به شته مومی کلم و سایر شته های کلزا آزمایشات متعدد توسط محققین سراسر دنیا انجام گرفته که با معرفی ارقام و ژنوتیپ های مقاوم و متحمل همراه بوده است (میتچل و همکاران^۱، ۲۰۰۰).

اثر چهار حشره کش، هگزا فلومورون (کنسالت)، ایندوکساکارب (آوانت)، تیودی کارب (لاروین) و کلرپایر فوس اتیل (دورسبان) و هم افزای پایپرونیل بوتوکساید روی هفت جمعیت: حساس، نجف آباد، مبارکه، خمینی شهر، فلاورجان، جنوب تهران و محمد شهر کرج روی مرحله پورگی سن سوم شته مومی کلزا به روش فروبردن برگ در محلول حشره کش بررسی شدند. نتایج نشان داد اثر این حشره کش ها در مقایسه با شاهد اختلاف معنی نداری نداشت (حججی و همکاران، ۱۳۹۱).

اثرات سموم ایمیداکلوپراید، کربوسولفان و تریازوفوس در کنترل شته مومی کلزا در طول فصل زراعی ۹۸-۹۹ مورد بررسی قرار دادند. تا ۹ روز بعد از کاربرد سموم، همه حشره کش ها کنترل مؤثری داشتند. اما تریازوفوس به علت اثرات پایدارش در طول آزمایش بهترین تأثیر را داشت (اسلام و همکاران، ۲۰۰۱).

در آزمایشی دیگر این محققین اثرات سموم ایمیداکلوپراید، اندوسولفان، کربوسولفان، دی فنتیون و اتوفن پروکس روی شته مومی کلم مورد بررسی قرار گرفت. این بررسی روی دو میزبان *Brassica olerace*، *Brassica rapa* انجام شد. همه حشره کش های مورد آزمایش روی هر دو محصول، به طور مؤثری شته را کنترل کردند (اسلام و همکاران، ۲۰۰۱).

در تحقیقی اثر دیمتوات، پریمیکارب، استامی پراید و تریازامات در کنترل شته مومی کلم را مورد مطالعه قرار گرفته است. در این تحقیق همه حشره کش های مورد آزمایش اثرات بیولوژیکی بالایی را در آفت نشان دادند. همچنین اثر دیمتوات، پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و تیاکلوپراید را علیه شته های آلوده کننده فلفل مورد بررسی

^۱ : Michel et al

قرار دادند. که نئونیکوتینوئیدها اثرات بالایی را نشان دادند (بالای ۹۵ درصد). پرمیکارب تأثیر کافی را نداشت (زیر ۸۵ درصد) و دیمتوات تأثیر پایینی را در کنترل جمعیت آفت داشتند (مارسیس و همکاران^۱، ۲۰۰۲).

^۱ : Marcic et al

فصل سوم

مواد و روش‌ها

۳-۱ کشت کلزا

به منظور تأمین گیاه مورد نیاز به عنوان میزبان شته مومی، بذرهای کلزا رقم اکاپی از مؤسسه تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر در کرج تهیه شد. ۵۰ گلدان پلاستیکی با قطر دهانه ۱۲ و ارتفاع ۱۵ سانتی متر (شکل ۳-۱) تهیه و بذرها کاشته شد. آبیاری گلدان‌ها هر ۲ روز یکبار انجام شد. بوته‌ها در مرحله ۵ تا ۷ برگی جهت پرورش شته مومی کلم (کلزا) و انجام آزمایش‌های مختلف مورد استفاده قرار گرفتند (شکل ۳-۱).



شکل ۳-۱ کشت کلزا در گلدان (عکس اصلی)

۳-۲ جمع آوری شته

برای تهیه کلنی شته مومی جهت انجام آزمایش‌ها، نمونه‌هایی از جمعیت شته مومی در بهار ۱۳۹۹ از مزارع کلزا شهرستان‌های شاهرود، سمنان و گرمسار (شکل ۳-۲) قبل از مبارزه شیمیایی جمع آوری و به عنوان سه جمعیت متفاوت با سابقه سم پاشی‌های متفاوت در سال‌های گذشته برروی گیاه کلزا در آزمایشگاه پرورش داده شد.



شکل ۳-۲ مزرعه کلزا (عکس اصلی)

۳-۳ ایجاد حشرات همسن برای آزمایشات زیست سنجی

برای ایجاد حشرات همسن ابتدا برگ‌های کلزا به اندازه‌های یکسان بریده شد. تعدادی حشره به طور تصادفی انتخاب و به کمک قلم مو نازک روی برگ بوته‌های کلزا در پلیت حاوی آگار ۱٪ تحت دمای 25 ± 3 درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شدند. پس از ۲۴ ساعت حشرات اولیه از روی برگ‌ها برداشته شده و پوره‌های سن یک در پلیت نگهداری و پس از ۵ روز از پوره‌ها در آزمایشات استفاده شدند.

۳-۴ سموم مورد استفاده

در این پژوهش بررسی حساسیت سه جمعیت از شته مومی کلزا به چهار حشره کش پرمیکارب (پرمور) $WP50\%$ گل سم گرگان، اکسی دیمتون متیل (متاسیستوکس) $EC25\%$ آریا شیمی ایمیداکلوپراید (کنفیدور) $SC35\%$ گل سم گرگان و ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید در ۵ غلظت و ۳ تکرار و ۴ زمان (به منظور برآورد LT_{50}) انجام شد. برای انجام آزمایش از دوز توصیه شده سازمان حفظ نباتات و دو دوز بالاتر و پایین‌تر (25% و 50% بالاتر و پایین‌تر از دوز اصلی) استفاده شده است. دوز توصیه شده سازمان حفظ نباتات برای سم پرمیکارب را ۱ کیلوگرم در هکتار در نظر گرفته است و طبق محاسبات غلظت‌های مورد استفاده برابر ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ پی‌پی‌ام می‌باشد. میزان غلظت توصیه شده از سم ایمیداکلوپراید، ۰/۵ لیتر در هکتار بوده که غلظت مورد استفاده آن نیز برابر ۲۵۰، ۳۷۵، ۵۰۰، ۶۲۵ و ۷۵۰ پی‌پی‌ام بوده است.

میزان غلظت توصیه شده برای سم اکسی دیمتون متیل برابر ۱ لیتر در هکتار بوده است که به ترتیب برابر ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰، ۱۲۵۰ و ۱۵۰۰ پی پی ام است. دوز مورد استفاده برای دو سم ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید به نسبت ۵۰:۵۰ برابر ۳۷۵، ۵۶۲/۵، ۷۵۰، ۹۳۷/۵، ۱۱۲۵ پی پی ام می باشد. در تمام آزمایشات آب مقطر به عنوان تیمار شاهد استفاده شد.

۳-۵ آزمون زیست سنجی

روش زیست سنجی باید به گونه ای انتخاب گردد که قابل تکرار بوده و بتوان تا حد امکان از وسایل ساده در انجام این آزمایش استفاده شود (مروف^۱، ۱۹۸۸) آزمایش های مرسوم زیست سنجی شامل دیسک برگ، قطره گذاری، پاششی و غوطه وری می باشد در این پژوهش از روش غوطه وری کردن برگ در محلول سمی استفاده شد.

در این آزمون تعداد چهار حشره کش با پنج غلظت از هر حشره کش (پریمیکارب، اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید و ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید) بر روی سه جمعیت شته مومی کلم (سمنان، گرمسار و شاهرود) با سه تکرار انجام شد. تعداد ۱۸۹ پتری دیش حاوی برگ کلزا آلوده به سموم تهیه شد و در هر پتری دیش بیست عدد شته پنج روزه در معرض حشره کش قرار گرفتند. برای انجام آزمایشات زیست سنجی در ابتدا برای جریان یافتن هوا قسمتی از ظرف برداشته و روی آن با توری پوشانده شد (شکل ۳-۳).



شکل ۳-۳- توری گذاری پتری دیش (عکس اصلی)

^۱ : Maruf,

در مرحله بعد دیسک‌های برگ‌ی به قطر سه سانتی متر هم اندازه قطر پتری دیش از برگ‌های کلزا جداسازی و به مدت ۵-۱۰ ثانیه درون محلول‌های حشره‌کش قرار داده شد. بعد از تبخیر سم اضافی از روی برگ‌ها، سطح پشتی برگ درون پتری دیش اتوکلاو شده روی بستر نازک ژل آگار (۲-۳ میلیمتر) ۱٪ (به منظور حفظ رطوبت برگ) قرار داده شد (شکل ۳-۴). به منظور ساخت بستر آگار، ۱۰ گرم از آگار را در ۱ لیتر آب مقطر جوشانده تا شفاف شود. در نهایت نمونه آماده شده را در اتوکلاو با شرایط دمایی ۱۲۱ درجه سانتیگراد به مدت ۱۵ دقیقه قرار داده تا استریل شود. سپس توسط قلم موی نازک، تعداد ۲۰ عدد شته مومی کلزا ۵ روزه به روی پتری دیش منتقل شده و درون اتاقک رشد با شرایط دمایی 25 ± 3 درجه سانتیگراد، رطوبت نسبی 60 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار داده شد (شکل ۳-۵).



مرحله ۳



مرحله ۲



مرحله ۱

شکل ۳-۴- توزیع آگار در پتری‌دیش (مرحله ۱)، غوطه‌ور سازی در حشره‌کش (مرحله ۲)، قرار دادن برگ در پتری دیش (مرحله ۳) (عکس‌ها اصلی)



شکل ۳-۵- قرار دادن شته‌های ۵ روزه در پتری دیش آلوده به حشره‌کش (شکل سمت راست)، قرار دادن در ژرمیناتور (شکل سمت چپ)

۳-۶- تجزیه و تحلیل آماری

تعیین مقدار LC_{50} و LT_{50} سموم مختلف و مقایسه آن در جمعیت‌های مورد آزمایش با استفاده از نرم افزار Polo-plus انجام گرفت و نمودارهای مقایسه‌ای با استفاده از نرم افزار Spss ترسیم گردید. مقایسه میانگین‌ها توسط آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵٪ انجام و به‌منظور تعیین روابط از تجزیه پروبیت استفاده شد.

فصل چهارم

نتایج

۴-۱ نتایج

این آزمایش به صورت فاکتوریل با چهار فاکتور زمان (۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت)، جمعیت (گرمسار، سمنان و شاهرود) و سم (پرمیکارب، اکسی دیمتون متیل، ایمیداکلوپراید و ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید) و دوز سم (دوز توصیه شده سازمان حفظ نباتات و دو دوز بالا و پایین آن) بر پایه طرح کاملاً تصادفی در سال زراعی ۱۳۹۹ در سه تکرار اجرا شد. نتایج آماری تجزیه واریانس بر روی حساسیت جمعیت‌های مختلف شته مومی کلم در جدول ۴-۱ آورده شده است. نتایج نشان داد که اثر متقابل سه گانه دوز، زمان، جمعیت و جمعیت، سم، زمان و اثر متقابل چهارگانه سم، دوز، جمعیت و زمان تفاوت معناداری را نشان نداد و مابقی تیمارها و متغیرها دارای تفاوت آماری معناداری در سطح ۱٪ و ۵٪ می‌باشند.

جدول ۴-۱: تجزیه واریانس اثر سم، جمعیت، دوز و زمان بر روی حساسیت جمعیت‌های مختلف شته مومی کلم

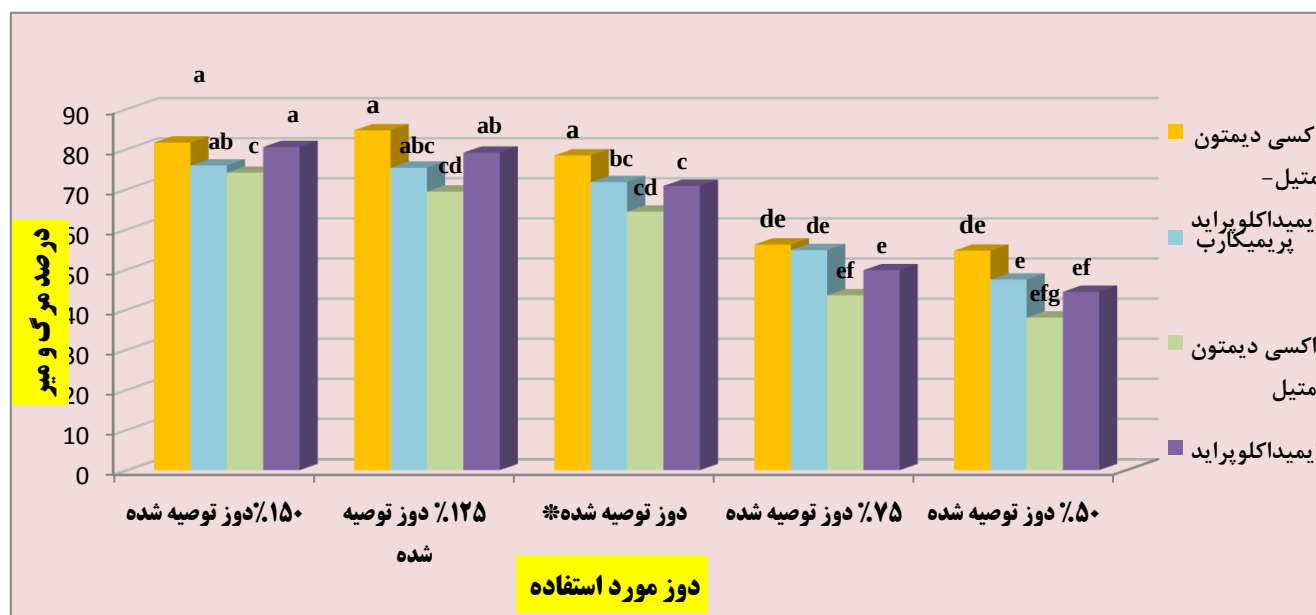
منابع تغییرات	درجه آزادی	مجموع مربعات	میانگین مربعات	آزمون F
جمعیت	۲	۱۹۵/۵	۹۷/۷۵۱	۵۶/۳**
سم	۳	۵۲۵/۹۶	۱۷۵/۳۲	۱۰۰/۹۸**
زمان	۳	۹۵۱۶/۵	۳۱۷۲/۲	۱۸۲۷/۱۷**
دوز	۵	۲۱۲۱۱	۴۲۴۲/۲	۲۴۴۳/۵۳**
دوز، جمعیت	۱۰	۶۴/۷۸۹	۶/۴۷۸۹	۳/۷۳**
جمعیت، زمان	۶	۲۴/۰۰۷	۴/۰۰۱۲	۲/۳*
جمعیت، سم	۶	۱۳۹/۶۱	۲۳/۲۶۸	۱۳/۴**
زمان، دوز	۱۵	۱۵۱۹/۶	۱۰۱/۳۱	۵۸/۳۵**
سم، دوز	۱۵	۱۹۸/۹۷	۱۳/۲۶۴	۷/۶۴**
سم، زمان	۹	۶۵/۳۰۷	۷/۲۵۶۳	۴/۱۸**
دوز، زمان، جمعیت	۳۰	۴۱/۳۶۸	۱/۳۷۸۹	۰/۷۹ ^{ns}
سم، جمعیت، دوز	۳۰	۱۸۳/۱۶	۶/۱۰۵۲	۳/۵۲**
جمعیت، سم، زمان	۱۸	۵۰/۶۹۷	۲/۸۱۶۵	۱/۶۲ ^{ns}
سم، دوز، زمان	۴۵	۱۷۴/۳۵	۳/۸۷۴۵	۲/۲۳**
سم، دوز، جمعیت، زمان	۹۰	۱۷۴/۸۷	۱/۹۴۳	۱/۱۲ ^{ns}
خطای آزمایشی	۵۷۶	۱۰۰۰	۱/۷۳۶۱	
کل	۸۶۳	۳۵۰۸۶		

^{ns}، * و ** به ترتیب غیر معنی دار، معنی دار در سطح احتمال ۵٪ و ۱٪

ضریب تغییرات (CV): ۱۱/۹۳۹۴

۲-۴ بررسی اثر سم و دوز بر روی حساسیت شته مومی کلم

در شکل ۱-۴ اثر سم و دوزهای تعیین شده بر روی میانگین تلفات شته مومی کلم نشان داده شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که، بین تیمارها اختلاف آماری معنادار وجود دارد، مقایسه میانگین تلفات



شکل ۱-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سم و دوز بر روی شته مومی کلم

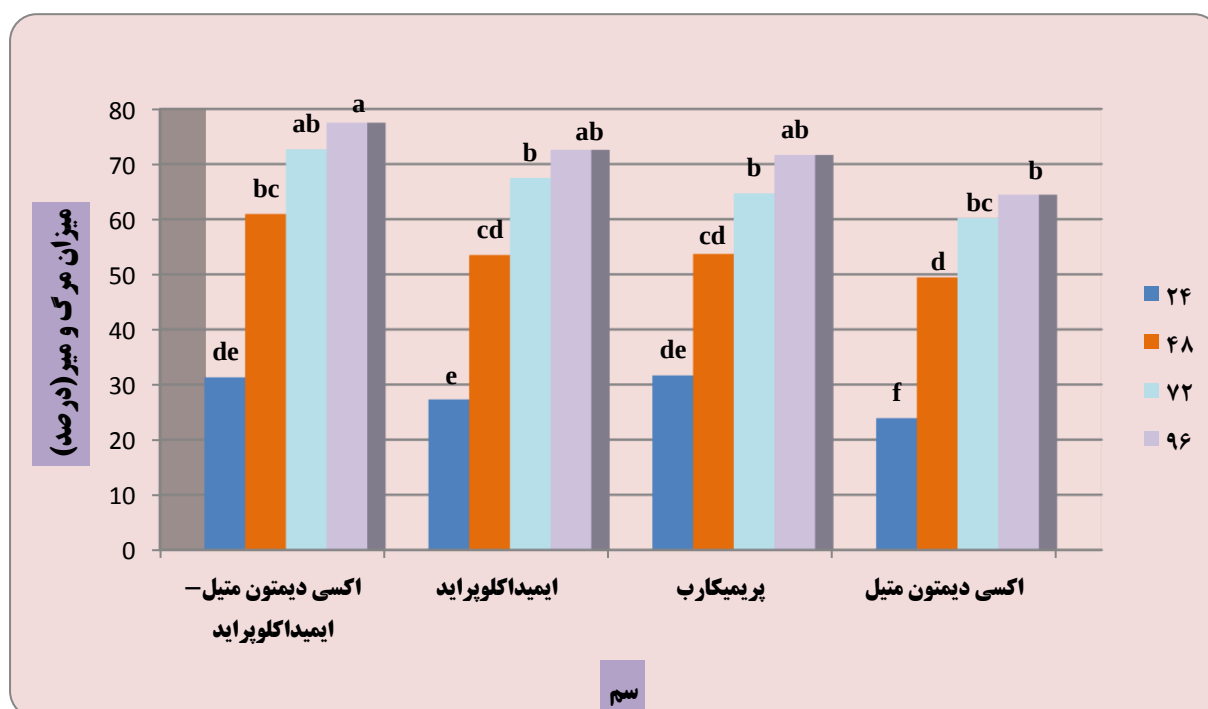
شته با غلظت‌های مختلف، نشان داد، سم ایمیداکلوپراید در دوز ۱۲.۵٪ با دوزهای پایین تر از نظر آماری تفاوت معناداری را نشان داد و به عنوان دوز مؤثر مورد تأیید بوده است. در تیمارهای دیگر دوز توصیه شده با دوزهای بالاتر تفاوت معناداری را نشان نداد و دوز توصیه شده به عنوان دوز مؤثر بوده است. بنابراین بیشترین درصد مرگ و میر مربوط به تیمار ۱۲.۵٪ ایمیداکلوپراید و کمترین تأثیر گذاری مربوط به تیمار اکسی دیمتون متیل می‌باشد.

۳-۴ بررسی اثر سم و زمان بر روی شته مومی کلم

در شکل ۲-۴ نتایج اثر متقابل میانگین دوزهای سموم و زمان نشان داده شده است که تیمارهای مورد نظر در سطح ۵٪ معنادار بوده است. زمان سرعت کشندگی را نشان می‌دهد. با افزایش زمان میزان تأثیر گذاری نیز افزایش یافته است. در ۲۴ ساعت اول بیشترین و کمترین تأثیر گذاری مربوط به پرمیکارب با ۳۱/۶۵٪ و اکسی

دیمتون متیل با ۲۳/۸٪ تلفات بوده است. پس از ۹۶، ۷۲، ۴۸ ساعت پس از تیمار کردن بیشترین تأثیرگذاری مربوط به تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید با ۶۰/۹۵، ۷۲/۷ و ۷۷/۵ درصد تلفات و کمترین تأثیرگذاری مربوط به تیمار اکسی دیمتون متیل می باشد. درصد تلفات در ۹۶ ساعت پس از قرار گرفتن در مجاورت تیمارهای اکسی دیمتون متیل، پریمیکارب، ایمیداکلوپراید و تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید بترتیب ۶۴/۴۵، ۷۱/۶۵، ۷۲/۶، ۷۷/۵ بوده است.

بنابراین سم پریمیکارب در ۲۴ ساعت اول و سم ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید در زمان ۹۶، ۷۲، ۴۸ بیشترین درصد مرگ و میر را داشته است.



شکل ۴-۲: مقایسه میانگین اثر متقابل سم و زمان بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم

۴-۴ بررسی اثر متقابل زمان، دوز و سم بر روی شته مومی کلم

در جدول ۲-۴ نتایج بررسی اثرات متقابل سه گانه زمان، دوز و سم بر روی جمعیت شته مومی کلم نشان داده شده است. نتایج آماری نشان داد که میانگین تلفات شته مومی کلم در دوز توصیه شده با دوزهای بالاتر طی ۹۶ ساعت پس از تیمار کردن، از نظر آماری اختلاف معناداری را نشان نداد اگر چه از نظر عددی تفاوت وجود دارد. بیشترین درصد مرگ و میر طی ۹۶ ساعت پس از تیمار کردن مربوط به تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید و کمترین درصد مرگ و میر مربوط به اکسی دیمتون متیل می باشد.

جدول ۴-۲: مقایسه میانگین اثرات متقابل زمان، دوز و سم بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم

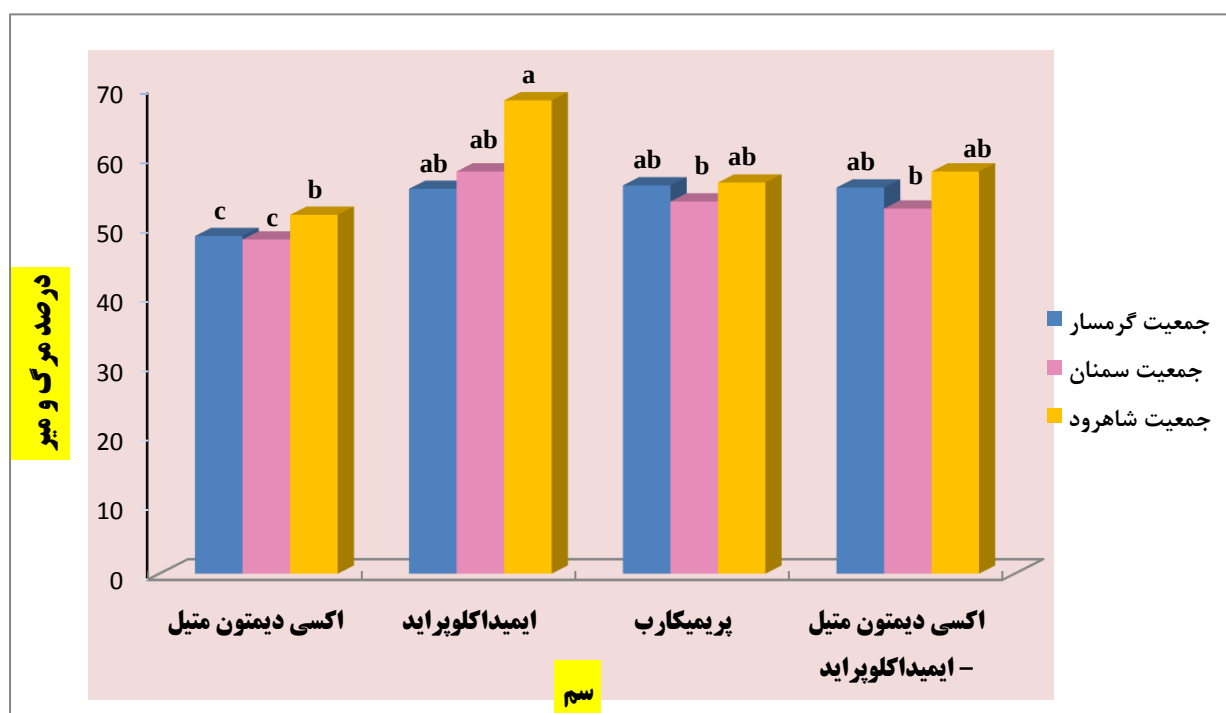
سم دوز	زما ن	پرمیکارب (تعداد تلفات)	پرمیکارب (درصد تلفات)	اکسی دیمتون متیل - ایمیداکلوپراید (تعداد تلفات)	اکسی دیمتون متیل - ایمیداکلوپراید (درصد تلفات)	اکسی دیمتون متیل (تعداد تلفات)	اکسی دیمتون متیل (درصد تلفات)	ایمیداکلوپراید (تعداد تلفات)	ایمیداکلوپراید (درصد تلفات)
۵۰٪ دوز توصیه شده	۲۴	۵/۱۱±۰/۶۸ ^{de}	۲۵/۵۵	۳/۳۳±۰/۷۳ ^{def}	۱۶/۶۵	۳/۱۱±۰/۳۱ ^{ef}	۱۵/۵۵	۳/۶۷±۰/۲۴ ^{ef}	۱۸/۳۵
	۴۸	۷/۸۹±۰/۷۳ ^{cd}	۳۹/۴۵	۷/۸۹±۱/۲۴ ^c	۳۹/۴۵	۶/۴۴±۰/۵۳ ^{de}	۳۲/۲	۷/۵۶±۰/۴۱ ^d	۳۷/۸
	۷۲	۹/۴۴±۰/۷۵ ^{bc}	۴۷/۲	۱۰/۶۷±۰/۶۵ ^b	۵۳/۳۵	۱۰/۱۱±۰/۶۵ ^c	۵۰/۵۵	۱۰/۷۸±۰/۴۶ ^{bc}	۵۳/۹
	۹۶	۹/۵۶±۰/۶۳ ^{bc}	۴۷/۸	۱۰/۸۹±۰/۸۷ ^{ab}	۵۴/۴۵	۱۰/۷۸±۰/۵۷ ^c	۵۳/۹	۱۱/۵۶±۰/۵۳ ^{bc}	۵۷/۸
۷۵٪ دوز توصیه شده	۲۴	۵/۸۹±۰/۳۹ ^{de}	۲۹/۴۵	۴/۳۳±۰/۴۴ ^{def}	۲۱/۶۵	۳/۵۶±۰/۳۴ ^{ef}	۱۷/۸۶	۳/۵۶±۰/۲۴ ^{ef}	۱۷/۸
	۴۸	۱۰/۲۲±۰/۴ ^c	۵۱/۵	۹/۳۳±۰/۷۸ ^c	۴۶/۶۵	۸±۰/۵ ^{cd}	۴۰	۸/۵۶±۰/۳۸ ^{cd}	۴۲/۸
	۷۲	۱۱/۱۱±۰/۳۵ ^b	۵۵/۵۵	۱۱/۷۸±۰/۸۶ ^b	۵۸/۹	۱۰/۶۷±۰/۸۷ ^c	۵۳/۳۵	۱۰/۱۱±۰/۳۹ ^b	۵۰/۵۵
	۹۶	۱۴/۶۷±۰/۲۹ ^b	۷۳/۳۵	۱۶/۵۶±۰/۷۱ ^{ab}	۸۲/۸	۱۲/۶۷±۰/۷۶ ^{bc}	۶۳/۳۵	۱۴/۶۷±۰/۴۴ ^b	۷۳/۳۵
دوز توصیه شده	۲۴	۸/۳۳±۰/۵۸ ^{cd}	۴۱/۶۵	۷/۶۷±۰/۳۳ ^d	۳۸/۳۵	۶/۱۱±۰/۴۵ ^d	۳۰/۵۵	۶/۴۴±۰/۴۷ ^{de}	۳۲/۲
	۴۸	۱۴/۱۱±۰/۸۷ ^b	۷۰/۵۵	۱۶±۱/۱۲ ^{ab}	۸۰	۱۲/۲۲±۰/۵۲ ^{bc}	۶۱/۱	۱۳/۴۴±۰/۶ ^b	۶۷/۲
	۷۲	۱۶/۶۷±۰/۵۸ ^{ab}	۸۳/۳۵	۱۹/۲۲±۰/۴ ^a	۹۶/۱	۱۶/۲۲±۰/۵۵ ^{ab}	۸۱/۱	۱۷/۸۹±۰/۴۵ ^a	۸۹/۴۵
	۹۶	۱۸/۳۳±۰/۴۷ ^a	۹۱/۶۵	۱۹/۸۹±۰/۱۱ ^a	۹۹/۴۵	۱۷±۰/۵۵ ^{ab}	۸۵	۱۸/۸۹±۰/۳۵ ^a	۹۴/۴۵
۱۲۵٪ دوز توصیه شده	۲۴	۹/۳۳±۰/۴۱ ^c	۴۶/۶۵	۱۰/۲۲±۰/۶۲ ^c	۵۱/۵	۷/۵۶±۰/۳۴ ^d	۳۸/۳۵	۸/۷۸±۰/۳۶ ^{cd}	۴۳/۹
	۴۸	۱۵/۱۱±۰/۴۲ ^b	۷۵/۵۵	۱۸/۸۹±۰/۲۶ ^a	۹۴/۴۵	۱۴/۸۹±۰/۴۵ ^b	۷۴/۴۵	۱۶/۷۸±۰/۵۲ ^{ab}	۸۳/۹
	۷۲	۱۷/۲۲±۰/۲۲ ^a	۸۶/۱	۱۹/۲۲±۰/۱۵ ^a	۹۶/۱	۱۶/۳۳±۰/۴۷ ^{ab}	۸۱/۶۵	۱۸/۶۷±۰/۳۳ ^a	۹۳/۲۵
	۹۶	۱۸/۶۷±۰/۳۳ ^a	۹۳/۳۵	۱۹/۴۴±۰/۱۸ ^a	۹۷/۲	۱۶/۷۸±۰/۴۹ ^{ab}	۸۳/۹	۱۹/۱۱±۰/۲۶ ^a	۹۵/۵۵
۱۵۰٪ دوز توصیه شده	۲۴	۸/۸۹±۰/۳۱ ^{cd}	۴۴/۴۵	۱۰/۵۶±۱/۰۴ ^c	۵۲/۸	۷/۷۸±۰/۳۳ ^d	۳۸/۹	۹/۸۹±۰/۷ ^c	۴۹/۴۵
	۴۸	۱۵±۰/۲۴ ^b	۷۵	۱۷/۸۹±۰/۴۸ ^a	۸۹/۴۵	۱۶/۶۷±۰/۷۳ ^{ab}	۸۳/۳۵	۱۶/۸۹±۰/۷۳ ^{ab}	۸۴/۴۵
	۷۲	۱۷/۶۷±۰/۴۱ ^a	۸۸/۳۵	۱۸/۲۲±۰/۴۹ ^a	۹۱/۱	۱۷/۳۳±۰/۵۳ ^a	۸۶/۶۵	۱۸/۳۳±۰/۴۴ ^a	۹۱/۶۵
	۹۶	۱۹/۲۲±۰/۳۲ ^a	۹۶/۱	۱۸/۶۷±۰/۳۷ ^a	۹۳/۲۵	۱۷/۵۶±۰/۴۷ ^a	۸۷/۸	۱۹/۳۳±۰/۲۹ ^a	۹۶/۶۵

غلظت‌های مورد استفاده در پرمیکارب و اکسی دیمتون متیل ۱۵۰۰، ۱۲۵۰، ۱۰۰۰، ۷۵۰ و ۵۰۰ پی‌پی‌ام، غلظت مورد استفاده ایمیداکلوپراید، ۷۵۰، ۶۲۵، ۵۰۰.

۲۵۰ پی‌پی‌ام، اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید ۱۱۲۵، ۹۳۷/۵، ۷۵۰، ۵۶۲/۵ و ۳۷۵ پی‌پی‌ام

۴-۵ بررسی اثر سم و جمعیت بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم

در شکل ۳-۴ نتایج اثر سموم بر روی جمعیت‌های شته مومی کلم در شاهرود، سمنان و گرمسار نشان داده شده است. در جمعیت گرمسار و سمنان بین تیمار اکسی دیمتون متیل با تیمارهای دیگر اختلاف معنادار وجود دارد به طوریکه کاهش درصد تلفات مشاهده شد. در مابقی تیمارها اختلاف معناداری مشاهده نگردید. در جمعیت گرمسار کمترین و بیشترین درصد مرگ و میر مربوط به تیمار اکسی دیمتون متیل و پرمیکارب می‌باشد و در جمعیت سمنان بیشترین و کمترین درصد مرگ و میر مربوط به ایمیداکلوپراید و تیمار اکسی دیمتون متیل می‌باشد. در جمعیت شاهرود بین تیمار اکسی دیمتون متیل با تیمار ایمیداکلوپراید اختلاف معناداری مشاهده شد. بیشترین درصد مرگ و میر مربوط به ایمیداکلوپراید و کمترین درصد مرگ و میر مربوط به تیمار اکسی دیمتون متیل می‌باشد.



شکل ۳-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل سم و جمعیت بر روی حساسیت شته مومی کلم

در بررسی اثر تیمار اکسی دیمتون متیل جمعیت گرمسار و سمنان با جمعیت شاهرود اختلاف معناداری مشاهده گردید، بطوریکه کمترین درصد مرگ و میر مربوط به جمعیت سمنان و بیشترین درصد مرگ و میر مربوط به جمعیت شاهرود می‌باشد. در بررسی مابقی تیمارها بین هر سه جمعیت اختلاف معنادار مشاهده نگردید، بطوریکه در بررسی تیمار ترکیبی و پریمیکارب بیشترین و کمترین درصد مرگ و میر مربوط به جمعیت شاهرود و سمنان می‌باشد. در بررسی تیمار ایمیداکلوپراید بیشترین و کمترین درصد مرگ و میر مربوط به جمعیت شاهرود و گرمسار می‌باشد.

۴-۶ بررسی اثر دوز، جمعیت و سم بر روی حساسیت جمعیت شته مومی کلم

نتایج اثر سم‌ها بر روی جمعیت‌های مورد آزمایش در جدول ۴-۳ آورده شده است. نتایج به دست آمده نشان داده اختلاف معنادار برای سموم در جمعیت‌های مورد بررسی در سطح ۵٪ وجود دارد.

در جمعیت گرمسار سم ایمیداکلوپراید بین دوز توصیه شده با دوز ۱۲۵٪ توصیه شده اختلاف معناداری را نشان داد و در مابقی تیمارها بین دوز توصیه شده و دوزهای بالاتر اختلاف معناداری مشاهده نگردید. بیشترین و کمترین درصد مرگ و میر مربوط به تیمار ایمیداکلوپراید و اکسی دیمتون متیل می‌باشد. در جمعیت سمنان بجر تیمار پریمیکارب در بقیه تیمارها بین دوز توصیه شده و دوزهای بالاتر تفاوت معنادار مشاهده نگردید. بیشترین درصد مرگ و میر مربوط به تیمار ترکیبی به عنوان جمعیت حساس و نسبت به تیمار اکسی دیمتون متیل با کمترین درصد مرگ و میر مقاومت داشته‌اند.

در جمعیت شاهرود بجر تیمار اکسی دیمتون متیل در بقیه تیمارها تفاوت معنادار بین دوز توصیه شده و دوزهای بالاتر مشاهده نگردید. این جمعیت نسبت به تیمار ترکیبی با بیشترین درصد مرگ و میر، حساس و نسبت به اکسی دیمتون متیل با کمترین درصد تلفات، مقاوم می‌باشد.

بنابراین جمعیت گرمسار به سموم اکسی دیمتون متیل و سم ترکیبی (اکسی دیمتون متیل - ایمیداکلوپراید) با کمترین درصد مرگ و میر مقاوم و جمعیت شاهرود با بیشترین درصد مرگ و میر، حساس می‌باشد.

با توجه به نتایج به دست آمده می‌توان گفت که، سم کاربردی برای از بین بردن شته مومی کلم در استان سمنان ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید و پس از آن ایمیداکلوپراید می‌باشد.

جدول ۳-۴: مقایسه میانگین اثر متقابل دوز، جمعیت و سم بر روی مرگ و میر جمعیت‌های شته مومی کلم

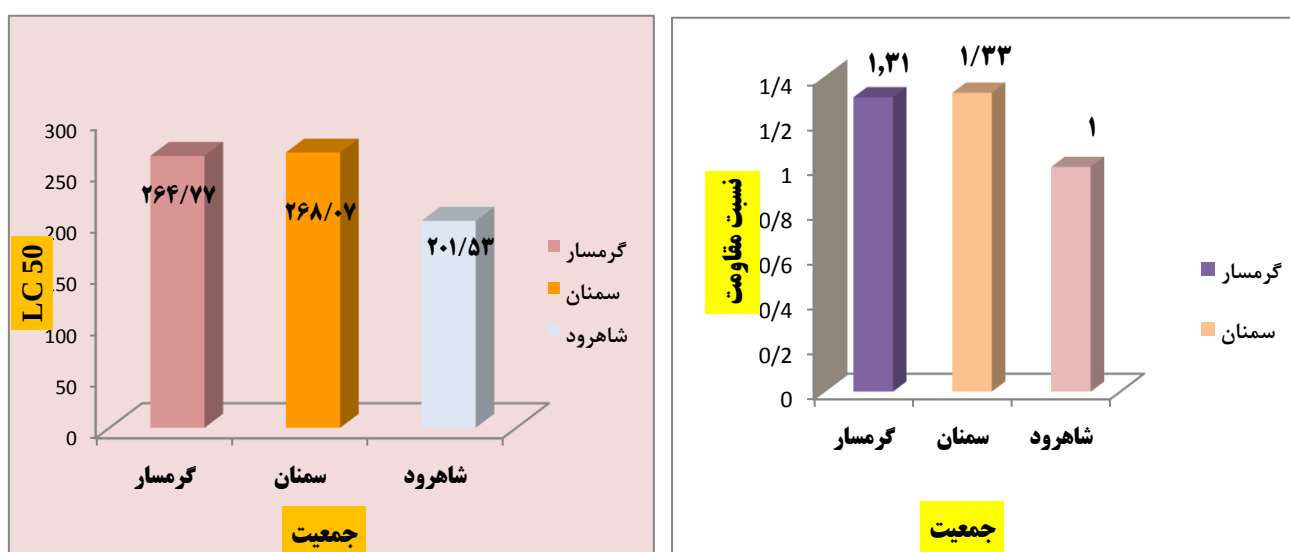
جمعیت	دوز سم	۱۵۰٪ دوز توصیه شده (درصد)	۱۲۵٪ دوز توصیه شده (درصد)	۱۲۵٪ دوز توصیه شده	دوز توصیه شده (درصد)	دوز توصیه شده	۷۵٪ دوز توصیه شده (درصد)	۷۵٪ دوز توصیه شده	۵۰٪ دوز توصیه شده (درصد)	۵۰٪ دوز توصیه شده
گرمسار	اکسی دیمتون متیل	۷۴/۱۵	۱۴/۸۳±۱/۳۸ ^{bc}	۶۸/۷۵	۱۳/۷۵±۱/۱۴ ^c	۶۲/۵	۱۲/۵±۱/۵۱ ^{cd}	۴۱/۲۵	۸/۲۵±۱/۱۲ ^{de}	۷/۴۲±۱/۰۶ ^f
	اکسی دیمتون متیل – ایمیداکلوپراید	۷۶/۶۵	۱۵/۳۳±۱/۱۲ ^b	۸۲/۹	۱۶/۵۸±۱/۳۲ ^{ab}	۷۲/۹	۱۴/۵۸±۱/۵۸ ^{bc}	۴۵/۸۵	۹/۱۷±۱/۴ ^d	۹/۲۵±۱/۳۴ ^{de}
	ایمیداکلوپراید	۸۳/۷۵	۱۶/۷۵±۰/۸۱ ^{ab}	۸۱/۳۵	۱۶/۲۵±۱/۱۲ ^{ab}	۶۷/۱	۱۳/۴۲±۱/۵۷ ^c	۵۱/۶۵	۱۰/۳۳±۱/۲۵ ^d	۸/۷۵±۱/۰۸ ^{de}
	پریمیکارب	۷۵/۴	۱۵/۰۸±۱/۱ ^b	۷۵/۴	۱۵/۰۸±۱/۰۶ ^b	۷۸/۳۵	۱۵/۶۷±۱/۰۵ ^b	۵۶/۶۵	۱۱/۳۳±۱/۱۱ ^{cd}	۸/۲۵±۰/۹۵ ^{de}
سنان	اکسی دیمتون متیل	۷۲/۱	۱۴/۴۲±۱/۲۲ ^{bc}	۶۶/۲۵	۱۳/۲۵±۱/۲۱ ^c	۶۸/۳۵	۱۳/۶۷±۱/۴۲ ^c	۴۲/۱	۸/۴۲±۱/۲۲ ^{de}	۶/۹۲±۰/۹۴ ^{ef}
	اکسی دیمتون متیل – ایمیداکلوپراید	۷۷/۱	۱۵/۴۲±۱/۱۴ ^b	۸۱/۲۵	۱۶/۲۵±۱/۲۷ ^{ab}	۷۶/۲۵	۱۵/۲۵±۱/۵۴ ^b	۵۷/۵	۱۱/۵±۱/۶۱ ^{cd}	۱۰±۱/۴۹ ^d
	ایمیداکلوپراید	۷۵/۴	۱۵/۰۸±۱/۳ ^b	۷۴/۱۵	۱۴/۸۳±۱/۳۳ ^{bc}	۷۱/۶۵	۱۴/۳۳±۱/۲۹ ^{bc}	۴۹/۱۵	۹/۸۳±۱/۳۵ ^d	۹/۳۳±۱/۰۳ ^{de}
	پریمیکارب	۷۵	۱۵±۱/۲۴ ^b	۷۲/۹	۱۴/۵۸±۱/۲۴ ^{bc}	۶۳/۷۵	۱۲/۷۵±۱/۳۳ ^{cd}	۵۱/۶۵	۱۰/۳۳±۱/۱۶ ^d	۹/۳۳±۱/۱۷ ^{de}
شاه‌رود	اکسی دیمتون متیل	۷۶/۲۵	۱۵/۲۵±۱/۳۳ ^b	۷۳/۳۵	۱۴/۶۷±۱/۱۶ ^{bc}	۶۲/۵	۱۲/۵±۱/۱۴ ^{cd}	۴۷/۵	۹/۵±۱/۱۴ ^d	۸/۵±۱/۰۳ ^{de}
	اکسی دیمتون متیل – ایمیداکلوپراید	۹۱/۲۵	۱۸/۲۵±۰/۹۶ ^a	۹۰	۱۸±۰/۹۴ ^a	۸۶/۲۵	۱۷/۲۵±۱/۴۴ ^a	۶۵/۰۸	۱۳/۰۸±۱/۴۶ ^c	۱۳/۵۸±۱/۴۱ ^c
	ایمیداکلوپراید	۸۲/۵	۱۶/۵±۱/۳۹ ^{ab}	۸۲/۱	۱۶/۴۲±۱/۳۸ ^{ab}	۷۳/۷۵	۱۴/۷۵±۱/۶۸ ^{bc}	۴۸/۷۵	۹/۷۵±۱/۴۱ ^d	۸/۵۸±۱/۲۹ ^{de}
	پریمیکارب	۷۷/۵	۱۵/۵±۱/۳۱ ^b	۷۷/۹	۱۵/۵۸±۱ ^b	۷۳/۳۵	۱۴/۶۷±۱/۲۵ ^{bc}	۵۶/۲۵	۱۱/۲۵±۰/۸۴ ^{cd}	۱۰/۹۲±۰/۸۳ ^d

غلظت‌های مورد استفاده در پریمیکارب و اکسی دیمتون متیل ۱۵۰۰، ۱۲۵۰، ۱۰۰۰ و ۷۵۰ و ۵۰۰ و صفر پی پی‌ام، غلظت مورد استفاده ایمیداکلوپراید، ۷۵۰، ۶۲۵، ۵۰۰، ۳۷۵ و ۲۵۰ و صفر پی پی‌ام، اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید ۱۱۲۵، ۹۳۷/۵، ۷۵۰، ۵۶۲/۵ و ۳۷۵ و صفر پی‌پی

۴-۷ برآورد LC₅₀ سموم مورد آزمایش در جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود

شته مومی کلم

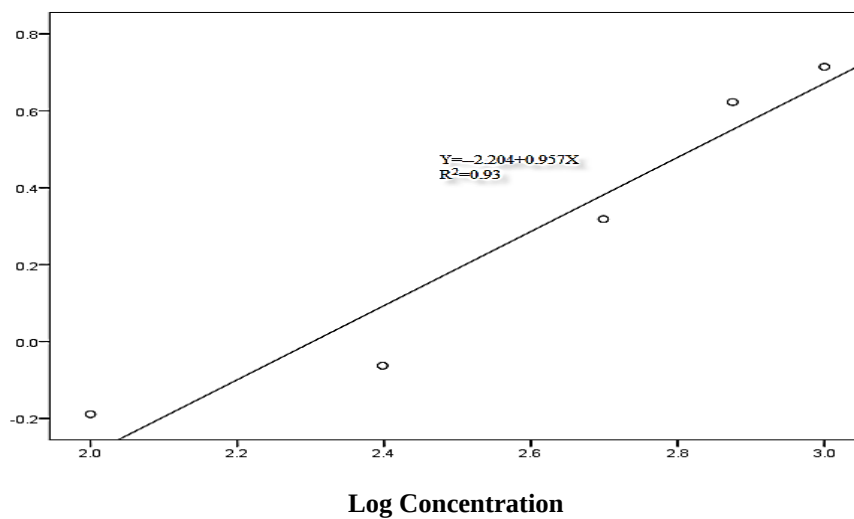
طبق داده‌ها شکل (۴-۴) مقدار LC₅₀ به دست آمده تحت تأثیر تیمار اکسی دیمتون متیل برای جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود به ترتیب برابر با اعداد ppm ۲۶۴/۷۷، ۲۶۸/۰۷، ۲۰۱/۵۳ بوده است. در نتیجه برای تیمار اکسی دیمتون متیل جمعیت‌های شاهرود و سمنان به ترتیب به عنوان حساس‌ترین و مقاوم‌ترین جمعیت به شمار آمدند. نسبت مقاومت جمعیت سمنان ۱/۳۳ برابر جمعیت شاهرود می‌باشد.



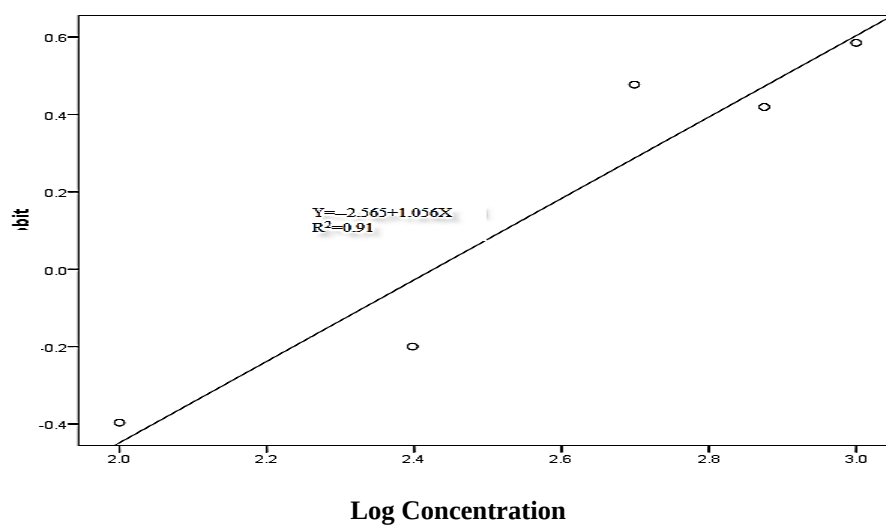
شکل ۴-۴: برآورد LC₅₀ و نسبت مقاومت شته مومی کلم به اکسی دیمتون متیل در جمعیت‌های گرمسار،

سمنان و شاهرود

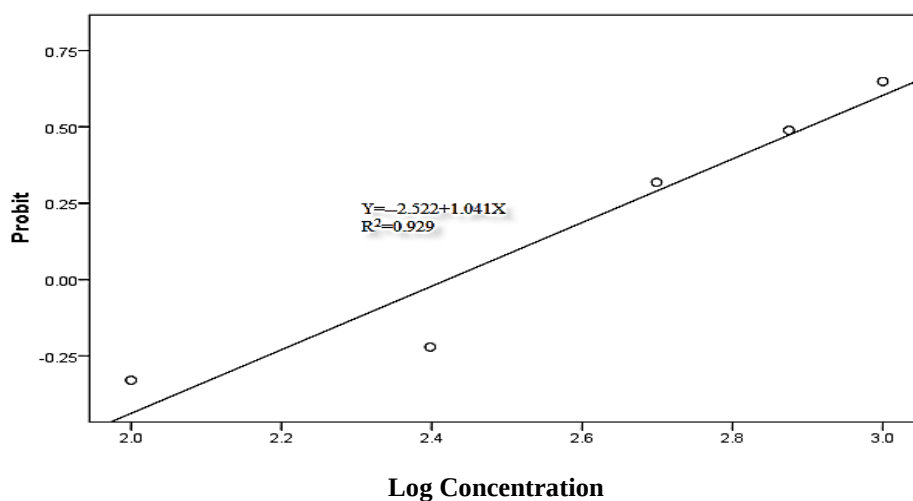
(الف)



(ب)



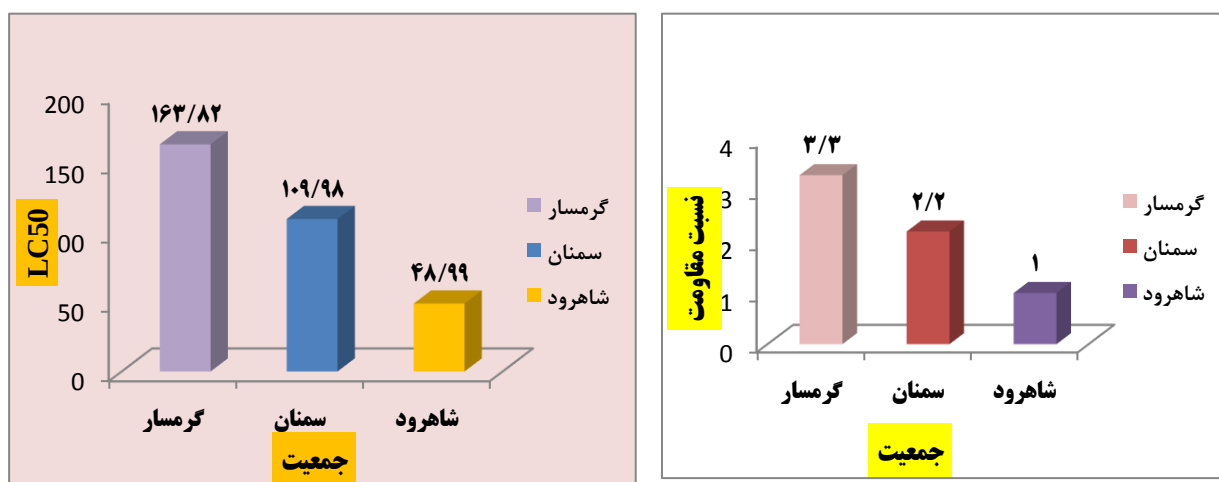
(ج)



شکل ۴-۵: خطوط واکنش شته مومی کلم به لگاریتم غلظتهای اکسی دیمتون متیل - در جمعیت شاهرود (الف)،

سمنان (ب) و گرمسار (ج)

خطوط واکنش شته مومی کلم مربوط به حشره کش اکسی دیمتون متیل، نشان دهنده همبستگی مستقیم بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات است. شیب خط بیان کننده میزان تغییرات غلظت متغیر وابسته به ازاء هر واحد تغییر در متغیر مستقل می باشد. هر چه شیب خط بیشتر باشد غلظت سم مورد استفاده بیشتر شده و میزان مرگ و میر با توجه به غلظت افزایش چشمگیری را نشان نداده و احتمال انتخاب افراد مقاوم تسریع می یابد.



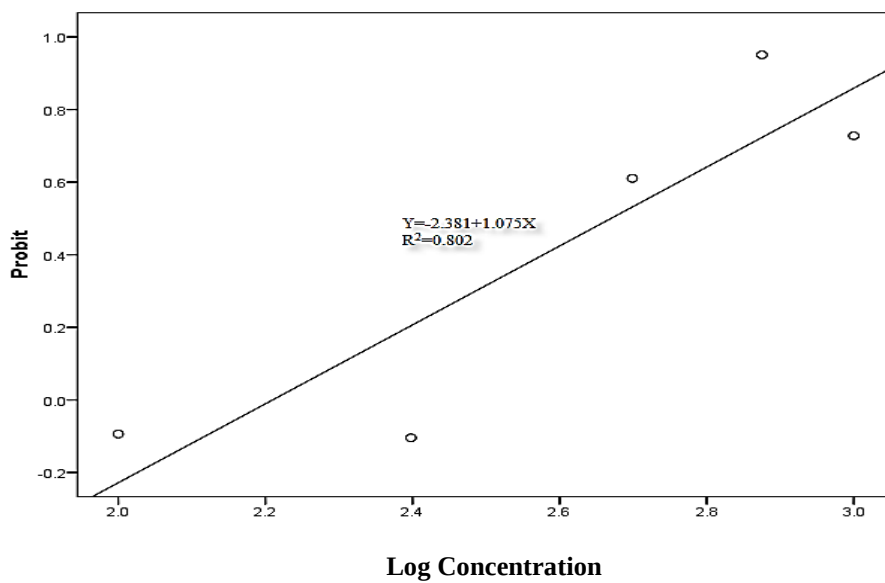
شکل ۴-۶: برآورد LC_{50} و نسبت مقاومت به شته مومی کلم به تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و

ایمیداکلوپراید در جمعیت های گرمسار، سمنان و شاهرود

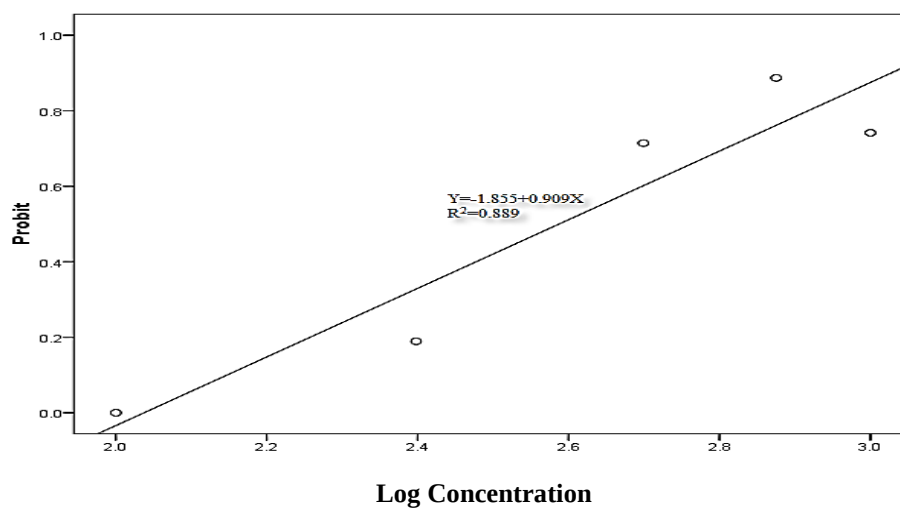
مقدار LC_{50} به دست آمده برای شته های تحت تأثیر اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید در جمعیت های گرمسار، سمنان و شاهرود به ترتیب برابر با ۱۶۳/۸۲، ۱۰۹/۹۸، ۴۸/۹۹ ppm بوده است.

در نتیجه برای تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید جمعیت های شاهرود و گرمسار به ترتیب با بیشترین و کمترین مقدار LC_{50} به عنوان حساس ترین و مقاوم ترین جمعیت به شمار آمدند. نسبت مقاومت جمعیت گرمسار ۳/۳ برابر جمعیت شاهرود می باشد.

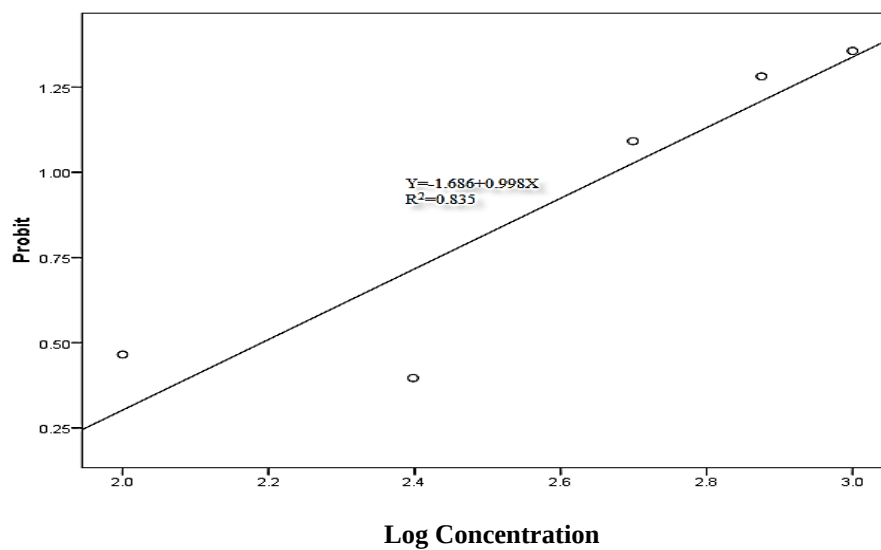
(الف)



(ب)



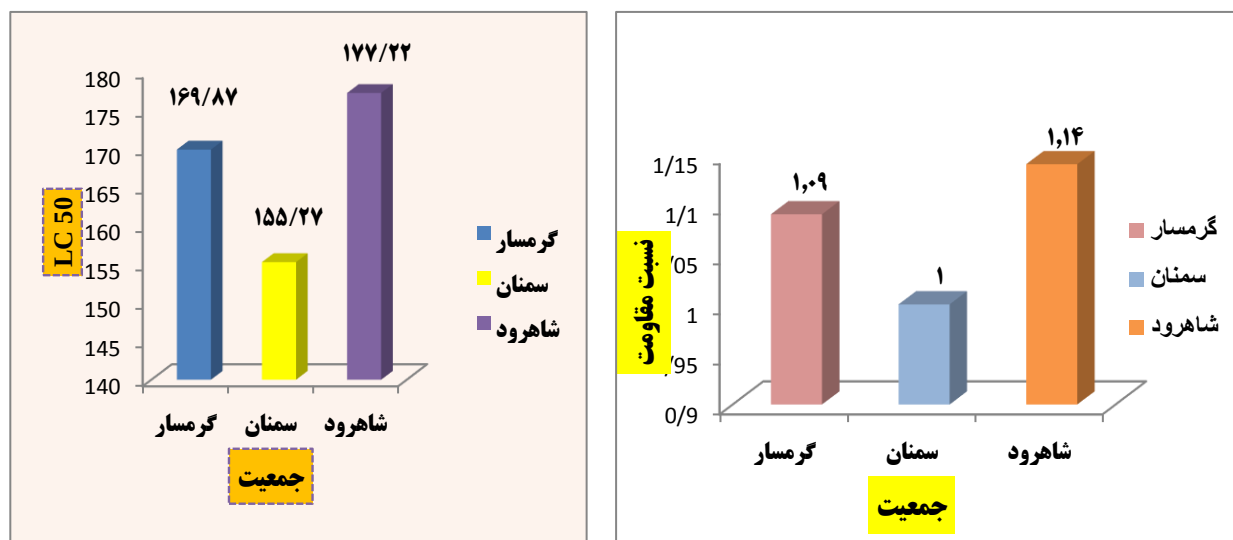
(ج)



شکل ۴-۷: خطوط واکنش شته مومی کلم به لگاریتم غلظت‌های اکسی دیمتون متیل - ایمیداکلوپراید در جمعیت

گرمسار (الف)، سمنان (ب)، شاهرود (ج)

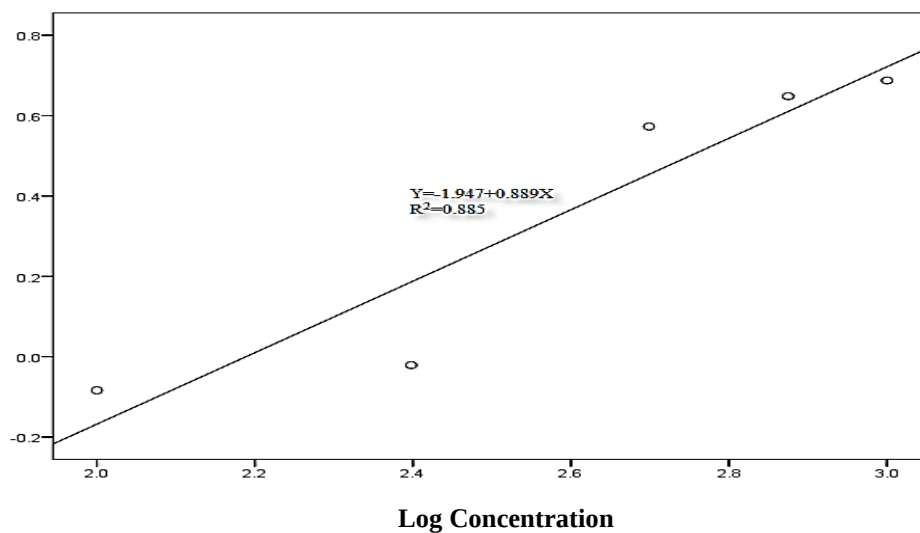
خطوط واکنش شته مومی کلم مربوط به حشره کش ترکیبی اکسی دیمتون متیل- ایمیداکلوپراید، نشان دهنده همبستگی مستقیم بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات است. شیب خط بیان کننده میزان تغییرات غلظت متغیر وابسته به ازاء هر واحد تغییر در متغیر مستقل می باشد. هر چه شیب خط بیشتر باشد غلظت سم مورد استفاده بیشتر شده و میزان مرگ و میر با توجه به غلظت، افزایش چشمگیری را نشان نداده و احتمال انتخاب افراد مقاوم تسریع می یابد.



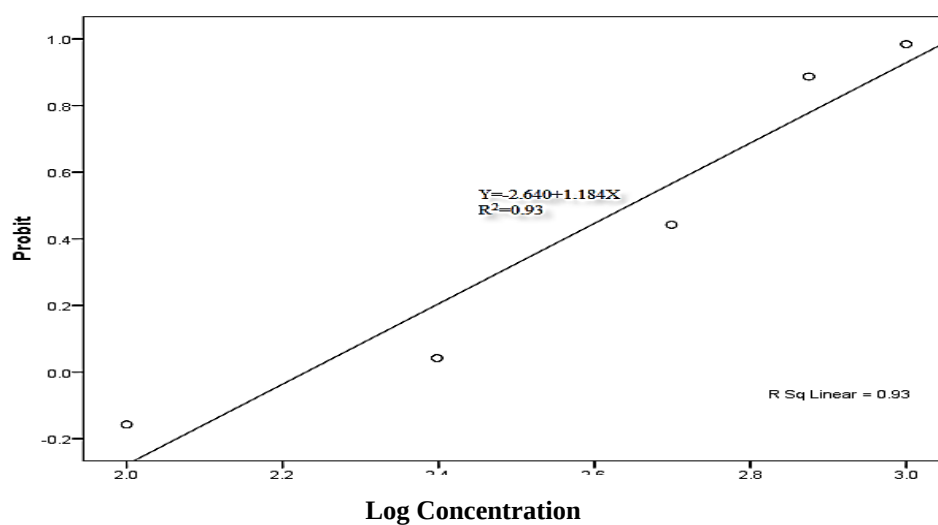
شکل ۸-۴: برآورد LC₅₀ و نسبت مقاومت شته مومی کلم به ایمیداکلوپراید در جمعیت های گرمسار، سمنان و شاهرود

نتایج به دست آمده (شکل ۸-۴) نشان داد که، کمترین LC₅₀ مربوط به جمعیت سمنان با عدد ۱۵۵/۲ PPM و بیشترین آن مربوط به جمعیت شاهرود با عدد ۱۷۷/۲ PPM است. نسبت مقاومت جمعیت شاهرود ۱/۱۴ برابر جمعیت سمنان می باشد.

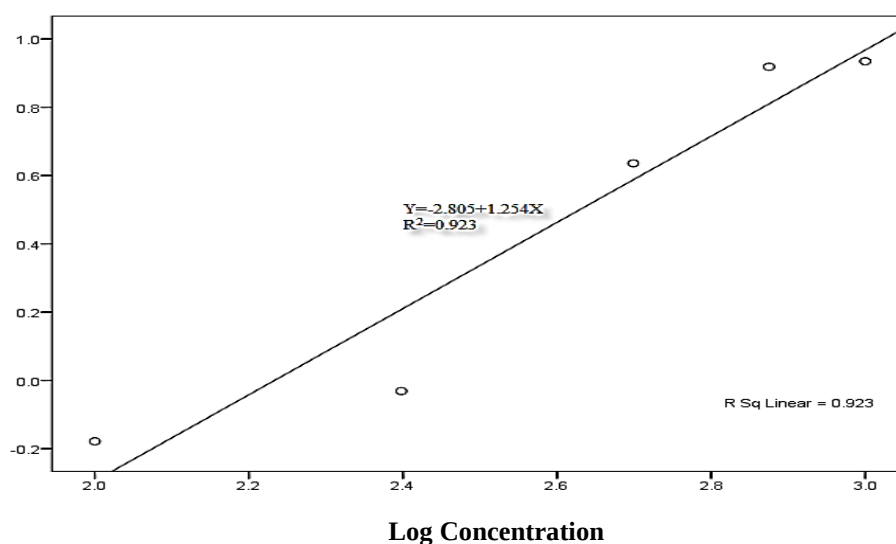
(الف)



(ب)

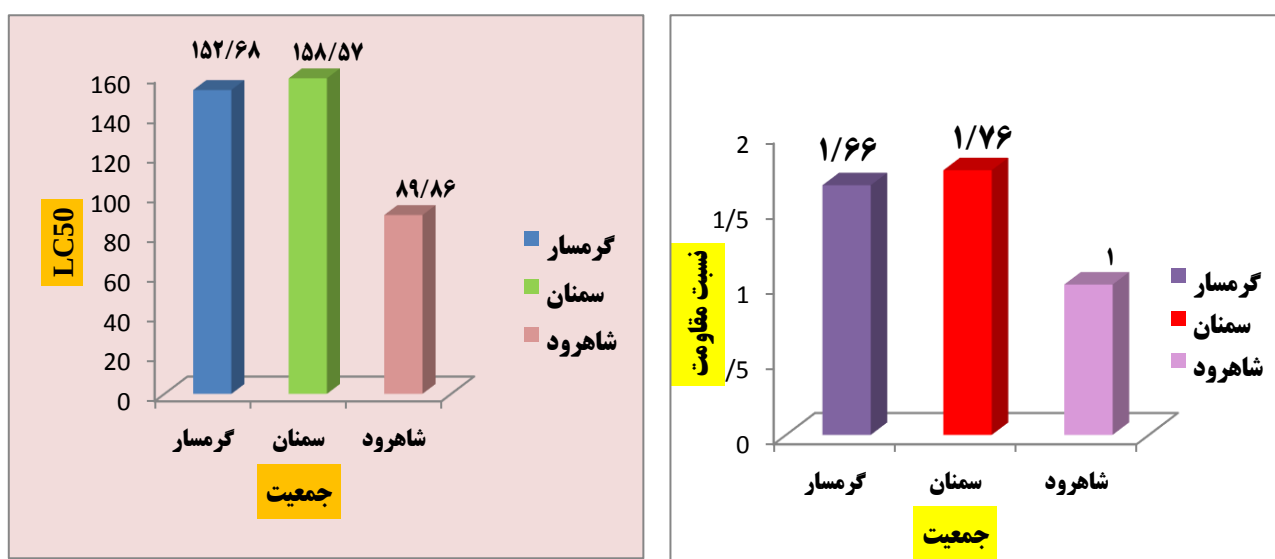


(ج)



شکل ۴-۹: خطوط واکنش شته مومی کلم به غلظت‌های ایמידاکلوپراید در جمعیت سمنان (الف) و گرمسار (ب)،
شاهرود (ج)

خطوط واکنش شته مومی کلم مربوط به حشره کش ایمیداکلوپراید، نشان دهنده همبستگی مستقیم بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات است. شیب خط بیان کننده میزان تغییرات غلظت متغیر وابسته به ازاء هر واحد تغییر در متغیر مستقل می باشد. هر چه شیب خط بیشتر باشد غلظت سم مورد استفاده بیشتر شده و میزان مرگ و میر با توجه به غلظت، افزایش چشمگیری را نشان نداده و احتمال انتخاب افراد مقاوم تسریع می یابد.

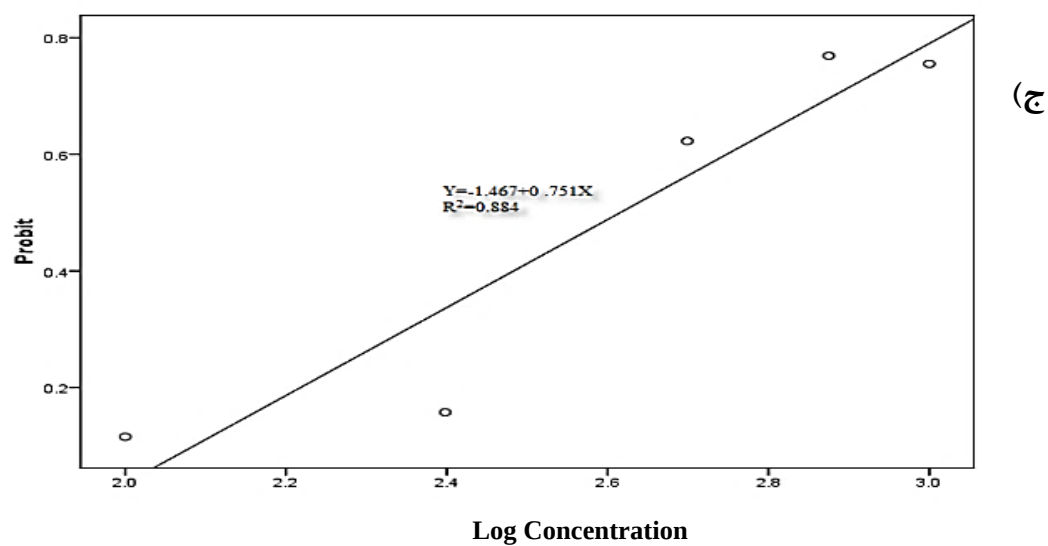
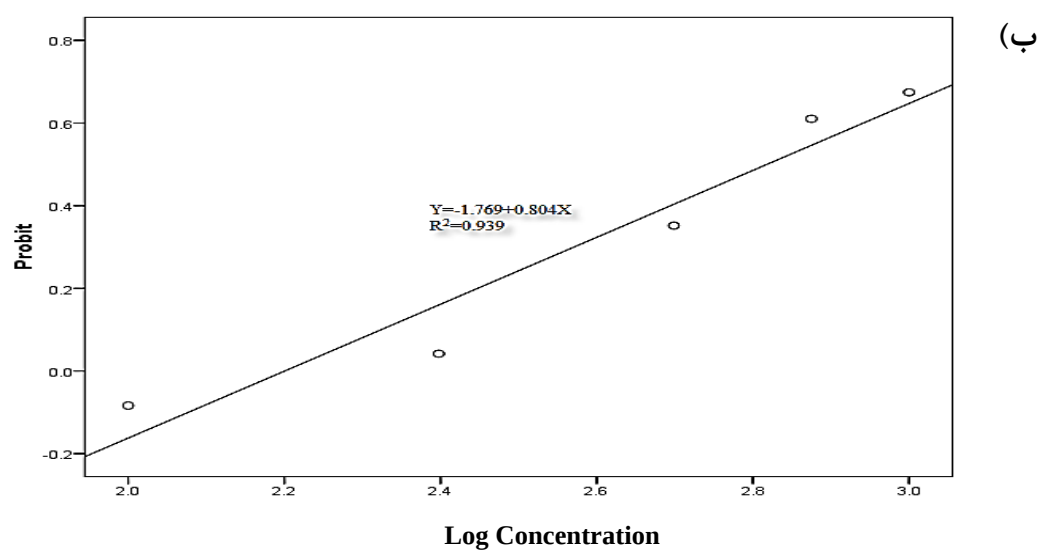
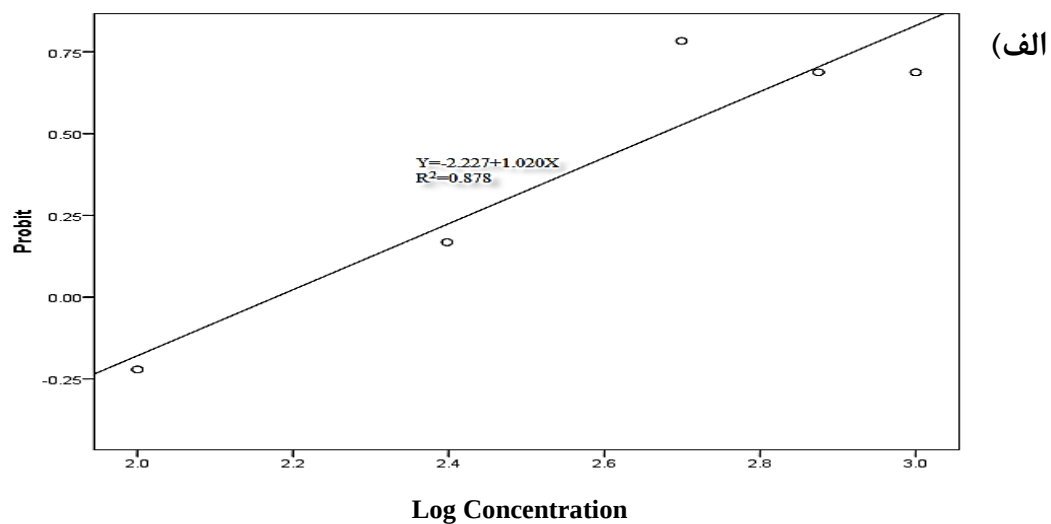


شکل ۴-۱۰: برآورد LC_{۵۰} و نسبت مقاومت شته مومی

کلم به پرمیکارب در جمعیتهای گرمسار، سمنان و شاهرود

نتایج به دست آمده نشان داد که، کمترین LC_{۵۰} مربوط به جمعیت شاهرود با عدد ۸۹/۸۶ PPM و بیشترین آن مربوط به جمعیت سمنان با عدد ۱۵۸/۵۷ PPM است (شکل ۴-۱۰). در بین جمعیتهای جمع آوری شده از مزارع کلزا جمعیتهای شاهرود و سمنان به ترتیب کمترین و بیشترین مقاومت را نسبت حشره کش پرمیکارب داشته و در نتیجه این دو جمعیت به ترتیب به عنوان جمعیت حساس و جمعیت مقاوم برای این تیمار در نظر گرفته شده اند.

نسبت مقاومت جمعیت سمنان ۱/۷۶ برابر جمعیت شاهرود می باشد.



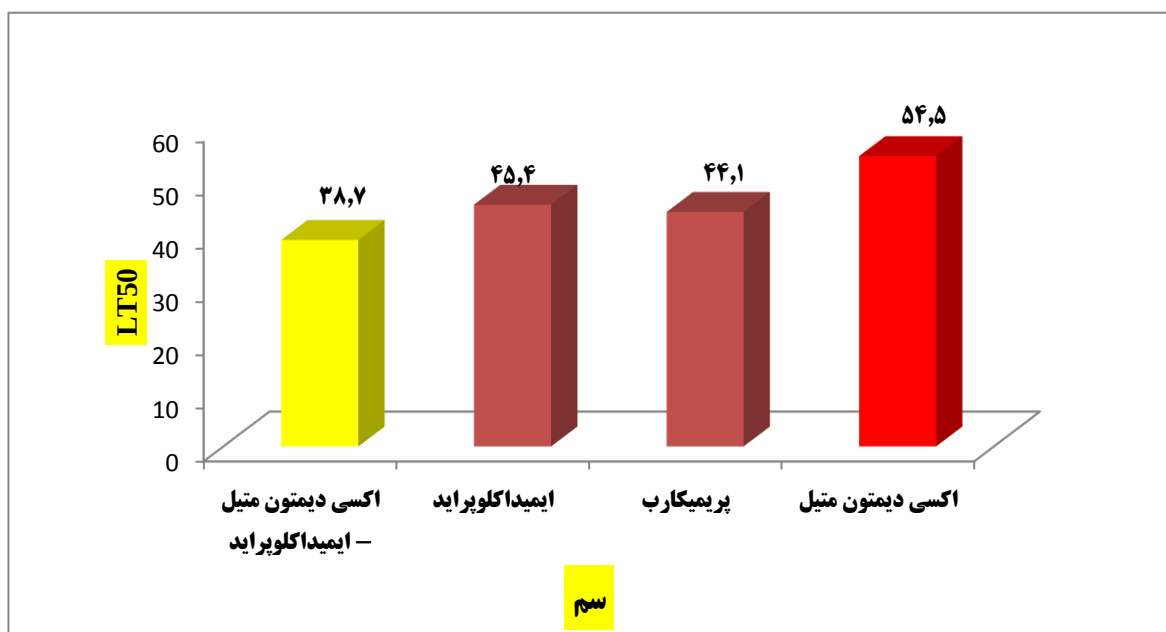
شکل ۴-۱۱ خطوط واکنش شته مومی کلم به لگاریتم غلظت‌های پرمیکارب

در جمعیت گرمسار(الف) و سمنان (ب)، شاهرود (ج)

خطوط واکنش شته مومی کلم مربوط به حشره کش پرمیکارب، نشان دهنده همبستگی مستقیم بین لگاریتم غلظت و پروبیت درصد تلفات است. شیب خط بیان کننده میزان تغییرات غلظت متغیر وابسته به ازاء هر واحد تغییر در متغیر مستقل می باشد. هر چه شیب خط بیشتر باشد غلظت سم مورد استفاده بیشتر شده و میزان مرگ و میر با توجه به غلظت، افزایش چشمگیری را نشان نداده و احتمال انتخاب افراد مقاوم تسریع می یابد.

۴-۸ بررسی LT_{50} برای سموم مورد آزمایش در جمعیت های شته مومی کلم

شکل ۴-۱۲: برآورد LT_{50} در محدوده اطمینان ۹۵٪ شته مومی کلم به ۴ حشره کش



نتایج به دست آمده نشان داد که، کمترین LT_{50} مربوط به تیمار اکسی دیمتون متیل - ایمیداکلوپراید با

عدد ۳۸/۷ ساعت و بیشترین آن مربوط به اکسی دیمتون متیل با عدد ۵۴/۵ ساعت بود (شکل ۴-۱۲).

در نتیجه جمعیت های مورد آزمایش نسبت به سم ترکیبی حساس (یعنی بیشترین اثر در زمان کوتاه) و نسبت

به سم اکسی دیمتون متیل مقاوم باشد.

فصل پنجم

بحث

۵-۱ نتیجه گیری و بحث

سموم مورد استفاده در این تحقیق بر اساس لیست سموم توصیه شده علیه این آفت توسط سازمان حفظ نباتات شامل پرمیکارب، ایمیداکلوپراید، اکسی دیمتون متیل و ترکیب ایمیداکلوپراید و اکسی دیمتون متیل می باشد. مطالعات زیادی در رابطه با اثرات کشنده آفت کش ها بر روی شته مومی کلم انجام شده است. اما مطالعات در مورد اثرات دوزهای متفاوت سم ها (دوز توصیه شده و ۵۰٪، ۷۵٪، ۱۲۵٪ و ۱۵۰٪ دوز توصیه شده) بر روی آن ها بسیار کم بوده است. در این پژوهش علاوه بر بررسی پنج دوز سموم مختلف، به بررسی اثر زمان و همچنین سه جمعیت مختلف شته مومی کلم از سه شهرستان استان سمنان پرداختیم. برای تدوین برنامه مدیریت تلفیقی شته مومی کلم آگاهی از اثرات آفت کش ها در دوزهای مختلف بر روی این شته لازم است. قرار گرفتن در معرض دوز کشنده و یا زیر کشنده آفت کش اطلاعات مهمی در مورد سازگاری کنترل شیمیایی و بیولوژیکی و همچنین اثر آن بر روی شته مومی کلم فراهم می کند. از سموم متفاوت در دوزهای مختلفی برای کنترل شته مومی کلم استفاده می شود. این روش کنترل باعث می شود در مناطقی که کشت این محصول اهمیت دارد، مصرف سموم بالاتر بوده و فشار آفت کش روی این جمعیت ها بیشتر شده و در نهایت باعث مقاومت این آفت به سموم مختلف شود.

در این پژوهش سه جمعیت از شهرهای گرمسار، سمنان و شاهرود مورد بررسی قرار گرفت. بیشترین و کمترین تأثیرگذاری (تلفات در جمعیت شته ها) مربوط به سم ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید و اکسی دیمتون متیل بوده است.

برای آفت کش های ایمیداکلوپراید دوز ۱۲۵٪ توصیه شده و مابقی آفت کش ها دوز توصیه شده مؤثر بوده و در جمعیت های تحت آزمایش مقاومتی مشاهده نگردید.

در بین جمعیت های جمع آوری شده از مزارع کلزا تحت تیمار ایمیداکلوپراید، جمعیت سمنان با ۱۵۵/۲ ppm و شاهرود با ۱۷۷/۲ ppm به ترتیب دارای کمترین و بیشترین LC_{50} بوده و به عنوان جمعیت حساس و جمعیت مقاوم در نظر گرفته شد.

جعفری نسب و همکاران (۱۳۹۴) به بررسی اثر آفت کش ایمیداکلوپراید، استامی پراید، پرمیکارب و دیازینون روی میزان مرگ و میر شته رز پرداختند. نتایج آنها نشان داد که در بین غلظت‌های مورد آزمایش ترکیب ایمیداکلوپراید از گروه نیکوتینوئید پس از گذشت ۱۴ روز حداکثر تأثیر و بالاترین تلفات را در جمعیت شته رز نشان داده و مانع از اوج گیری مجدد جمعیت شته شده است. در این پژوهش غلظت توصیه شده حشره کش‌های ایمیداکلوپراید و استامی پراید برای کنترل شته رز مؤثر بوده است.

نتایج به دست آمده از این پژوهش با نتایج جعفری نسب و همکاران همخوانی دارد به گونه‌ای که دوز توصیه شده برای کنترل شته مومی مناسب بوده است و نیاز به استفاده‌ی دوزهای بالاتر نیست.

نتایج به دست آمده از تحقیقات اسلام و همکاران^۱ (۲۰۰۱) ایمیداکلوپراید را به عنوان یک حشره کش مناسب در کنترل شته مومی کلزا معرفی کرد و نتایج حاصله تا حدودی مشابه نتایج تحقیق حاضر می‌باشد به گونه‌ای که سم ایمیداکلوپراید پس از سم ترکیبی بیشترین تلفات را داشته است.

در پژوهشی، تأثیر حشره کش ایمیداکلوپراید علیه شته مومی کلم بعد از پنج روز ۱۰۰ درصد مرگ و میر مشاهده شد (فارج و همکاران^۲، ۲۰۰۷). نتایج پژوهش حاضر نیز تأیید کننده مؤثر بودن این سم است به گونه‌ای که درصد تلفات سم ایمیداکلوپراید بعد از چهار روز ۹۶/۶۵ بوده است.

بررسی حشره کش ایمیداکلوپراید در کنترل شته‌های *Brevicoryne brassicae* و *Myzus persicae* و *Macrosiphum rosae* نشان داد که، سموم نیکوتینوئیدی، بدون ایجاد مقاومت نسبت به حشره کش‌های دیگر مانند پایریتروئیدها، فسفرها و کاربامات‌ها اثرگذار هستند و برای کنترل حشرات در بسیاری از محصولات مورد استفاده قرار می‌گیرد (کلید و همکاران^۳، ۲۰۱۰).

نتایج تحقیق حاضر نیز نشان داد که سم ایمیداکلوپراید بر روی شته مومی کلم در دوزهای بالاتر از دوز توصیه شده مؤثر بوده است. به گونه‌ای که در جمعیت گرمسار تیمار ایمیداکلوپراید در غلظت ۱۲۵٪ دوز توصیه شده با ۸۱/۲۵٪ و پس از آن تیمار پرمیکارب با ۷۸/۳۵٪ بیشترین کشندگی را داشت.

^۱ : Aslam et al.

^۲ : Farage et al.

^۳ : Cloyd et al.

در پژوهشی دیگر تأثیر پریمیکارب به عنوان شته‌کش اختصاصی در کنترل جمعیت شته مؤثر بوده اما تأثیر کمتری نسبت به سایر سموم دارد. نتایج آنان بیانگر این است که حشره‌کش‌های نیکوتینوئیدی همچون ایمیداکلوپراید در کنترل شته رز در مقایسه با پریمیکارب مؤثرتر بودند. در حال حاضر پریمیکارب توسط کشاورزان در سطح وسیع علیه شته مومی کلم (کلزا) استفاده می‌شود، ولی متأسفانه نتوانسته مانع افزایش مجدد جمعیت شود. این سم انتخابی شته‌ها می‌باشد و علاوه بر خاصیت تماسی خاصیت سیستمیک هم دارد اما به دلیل محلول‌پاشی روی برگ‌ها تنها در جمعیت‌های پایین شته مؤثر است. نتایج به دست آمده از پژوهش ما نیز تأیید کننده این موضوع بوده است به گونه‌ای که سموم دیگر همچون ایمیداکلوپراید در مقابل پریمیکارب در کنترل شته مومی مؤثرتر بوده‌اند (رخشانی و همکاران، ۲۰۰۵).

طبسیان و همکاران (۲۰۱۱)^۱ سموم پی متروزین، پریمیکارب، اکسی‌دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید را بر روی شته جالیز (*Aphis gossypii*) در دو جمعیت از جالیز و پنبه بررسی کردند. نتایج بیانگر این بوده است که کلنی‌های شته‌ها روی پنبه به‌طور متوسط سه تا چهار برابر حساسیت کمتر به اکسی‌دیمتون متیل، دو برابر حساسیت کمتر به پریمیکارب و ۱/۶ برابر حساسیت کمتر به ایمیداکلوپراید و تقریباً ۰/۷ برابر بیشتر به پی متروزین نسبت به کلنی‌های شته جالیز داشته است. نتایج تحقیق پیشرو نیز نشان داد که اکسی‌دیمتون متیل و پریمیکارب نسبت به سموم مورد استفاده دیگر در این پژوهش درصد کشندگی کمتری داشتند. نتایج این تحقیق نشان داد که اختلاف معنی‌دار در سطح ۱٪ در جمعیت‌های مختلف شته وجود دارد، که نشان دهنده ناهمگن بودن جمعیت به تأثیر پذیری از این حشره‌کش است.

در پژوهش حاضر ارزیابی LC_{۵۰} شته مومی در شهرستان‌های گرمسار، سمنان، شاهرود مورد بررسی قرار گرفت. طبق داده‌ها LC_{۵۰} سم اکسی‌دیمتون متیل برای جمعیت‌های گرمسار، سمنان و شاهرود به ترتیب برابر با ۲۶۴/۷۷، ۲۶۸/۰۷، ۲۰۱/۵۳ پی‌پی‌ام بوده است. حساسیت جمعیت شته مومی شاهرود نسبت به جمعیت‌های گرمسار و سمنان ۱/۳۱ و ۱/۳۳ برابر بوده است و حساسیت بیشتری را نسبت به سم اکسی‌دیمتون متیل نشان داده است.

^۱ : Tabacian et al

به منظور جلوگیری از افزایش جمعیت شته مومی کلم، دوز توصیه شده سم ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید برای کنترل این شته مناسب بوده است، در بین غلظت‌های توصیه شده در روزهای مختلف بیشترین تأثیر مربوط به ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید با عدد ۹۹٪/۴۵ بوده است. نکته جالب توجه برای این تیمار ترکیبی اثرگذاری بالای این سم نسبت به سموم مورد استفاده دیگر در جمعیت مورد مطالعه است. حساسیت جمعیت شاهرود (LC_{۵۰} برابر ۴۸/۹۹ppm) نسبت به جمعیت‌های گرمسار و سمنان ۳/۳۴ و ۲/۲۴ برابر بوده است و حساسیت بیشتری را نسبت به سم اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید نشان داده است. همچنین این تیمار ترکیبی به عنوان جمعیت حساس (یعنی بیشترین اثر در زمان کوتاه) با LT_{۵۰} ۳۸/۷ ساعت بوده است.

مثال دیگر ایجاد مقاومت در شته سبز هلو نسبت به سموم اکسی دیمتون متیل و پیریمیکارب بوده که مقاومت نسبت به این دو سم نشان داده شده است (ناباشیما و همکاران^۱، ۲۰۰۳).

در پژوهش ما نیز سم اکسی دیمتون میتل پایین‌ترین درصد مرگ و میر را با میزان ۸۷/۸٪ داشته است. که با پژوهش ناباشیما و همکاران (۲۰۰۳) مطابقت دارد.

مطالعات بسیاری در خصوص مقاومت شته‌ها به سموم مختلف انجام شده است. استفاده از ارگانوفسفاتها نیز طی سال‌های متوالی، باعث مقاومت حشرات به این سموم شده است. باس و همکاران^۲ (۲۰۱۴) به بررسی اثر سم دیازینون بر روی شته سبز هلو (*Myzus persicae*) پرداختند. نتایج آنان نشان داد که در این شته، نسبت به این سم مقاومت ایجاد شده است. یکی از دلایل مقاومت نسبت به سموم بروز جهش در ژنهای آن بوده است، که یکی از دلایل آن سمپاشی‌های بی‌رویه و در پی آن تغییر در حساسیت شته‌ها و ظهور ژن‌های جدید است. این تغییرات به اندازه‌ای بالا است که باعث شکست در کنترل شته‌ها و ایجاد مقاومت شده است. کنترل آفات غالب در منطقه باعث افزایش پتانسیل مقاومت شته‌ها و انتخاب مکانیسم‌های جدید مقاومت می‌شود (نائون و همکاران، ۲۰۰۸؛ آسبرن و همکاران^۳، ۲۰۰۵).

^۱ : Nabeshima et al

^۲ : Bass et al

^۳ : Ausborn et al. and Nauen et al

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که هر چهار تیمار ایمیداکلوپراید، پرمیکارب، اکسی دیمتون متیل و ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید بر روی شته مومی مؤثر بودند. برای ۳ سم اکسی دیمتون متیل، پرمیکارب و سم ترکیب اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید دوز توصیه شده سازمان حفظ نباتات مناسب بوده است چرا که، دوزهای بالاتر همان تأثیر را داشتند. و برای تیمار ایمیداکلوپراید دوز ۱۲۵٪ مؤثر بوده و دوزهای پایین تر مقاومت مشاهده گردید. میزان تلفات برای اکسی دیمتون متیل، ایمیداکلوپراید و تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید و پرمیکارب به ترتیب ۶۴/۴۵، ۷۰/۸۵، ۷۸/۴۵ و ۷۱/۸ درصد بوده است. بیشترین و کمترین تأثیرگذاری مربوط به سم ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید و اکسی دیمتون متیل می باشد.

حساسیت شته مومی کلم برای تیمار ترکیبی اکسی دیمتون متیل و ایمیداکلوپراید در جمعیت شاهرود با LC_{۵۰} برابر ۴۸/۹۹ppm بوده است. حساسیت حشرات شاهرود نسبت به گرمسار و سمنان به ترتیب ۳/۳ و ۲/۲۴ برابر بوده است.

در مورد سم اکسی دیمتون متیل طبق داده های حاضر مقدار LC_{۵۰} به دست آمده برای جمعیت شاهرود ppm ۲۰۱/۵۳ بوده است. حساسیت حشرات شاهرود نسبت به گرمسار و سمنان ۱/۳۱ و ۱/۳۳ برابر بوده است و حساسیت بیشتری را نسبت به سم اکسی دیمتون متیل نشان داده است.

LC_{۵۰} به دست آمده برای تیمار پرمیکارب مربوط به جمعیت شاهرود ppm ۸۹/۸۶ و بیشترین آن مربوط به جمعیت سمنان ppm ۱۵۸/۵۷ بود. در نتیجه این دو جمعیت به ترتیب به عنوان جمعیت حساس و جمعیت مقاوم در نظر گرفته شد.

برای سم ایمیداکلوپراید کمترین LC_{۵۰} مربوط به جمعیت سمنان ppm ۱۵۵/۲ و بیشترین آن مربوط به جمعیت شاهرود ppm ۱۷۷/۲ بود. در نتیجه این دو جمعیت به ترتیب به عنوان جمعیت حساس و جمعیت مقاوم در نظر گرفته شد.

مکانیسم عمل پرمیکارب به گونه‌ای است که، آنزیم مونواکسیژناز را مهار می‌کند (ژو و همکاران^۱، ۲۰۱۱). که این سم پس از ورود به بدن حشره به کمک سیستم مونواکسیژناز به رادیکال فعال تغییر کرده و این رادیکال‌ها با یون آهن موجود در سیتوکروم P450 کمپلکس تشکیل داده و مانع فعالیت آن می‌شود (اسکات^۲، ۱۹۹۹). دوز مصرفی، زمان استفاده از حشره‌کش و گونه حشره در مهارکنندگی آنزیم مونواکسیژناز دارای اهمیت است (یانگ و همکاران^۳، ۲۰۰۶). استفاده از سم تیومتوکسام با اثر مهارکنندگی آنزیم مونواکسیژناز در شته *Aphis craccivora* باعث کاهش مقاومت این شته شده است (صالح و همکاران، ۲۰۱۶).

تحقیقات زیادی در مورد کارکرد استراز در حشرات انجام شده است. این آنزیم به عنوان یکی از مکانیسم‌های اصلی مقاومت نسبت به آفت‌کش‌ها به ویژه ترکیبات فسفره آلی محسوب می‌شود (یو، ۲۰۰۶؛ لیو و همکاران^۴، ۲۰۰۷). سم فوزالان در حشراتی مانند پشه کولکس، مگس زیتون *Bactrocera olea* (وانتاس و همکاران^۵، ۲۰۰۱) به طور مداوم استفاده شد. به دلیل استفاده مداوم از سم فوزالون افزایش این آنزیم گزارش شده است. در بسیاری از موارد مقاومت در برابر حشره‌کش‌ها مانند اکسی دیمتون متیل، ایمیداکلوپراید و پرمیکارب در شته پنبه به افزایش بیان استراز ارتباط داشته است (وانگ و همکاران، ۲۰۰۲؛ سیلور و همکاران، ۲۰۰۶)^۶. با توجه به موارد فوق می‌توان گفت جمعیت شته مومی کلم شاه‌رود به عنوان حساس‌ترین جمعیت نسبت به سموم مورد استفاده در این پژوهش بوده است. این تفاوت می‌تواند به دلیل جهش در ژنوم و اختلاف در ساختار ژنتیکی آنها با یکدیگر باشد. مورد دیگر در مناطقی که کشت بالای کلزا انجام می‌شود برای جلوگیری از طغیان شته سم‌پاشی‌های مکرر انجام شده که در نتیجه آن مقاومت ایجاد می‌شود و با توجه به این که سمنان و گرمسار از لحاظ موقعیت جغرافیایی نزدیک به یکدیگر بوده اثر گذاری سموم نیز برای آنان یکسان

^۱ : Zhu et al

^۲ : scott

^۳ : Young et al

^۴ : Yu and liu et al

^۵ : Vontas et al

^۶ : Wang et al and Silver et al

است. در جمعیت شاهرود نیز عدم استفاده از این سموم می‌تواند دلیل محکمی برای حساس بودن این جمعیت باشد.

با توجه به اهمیت استفاده از دوز صحیح حشره کش‌ها در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، نتایج این تحقیق می‌تواند در تدوین برنامه مدیریت تلفیقی شته مومی کلم در مزارع کلزای استان سمنان مورد استفاده قرار گیرد.

۵-۲ پیشنهادات

- بررسی حساسیت جمعیت شته مومی کلم بر روی رقم‌های دیگر کلزا
- بررسی و مطالعه مقاومت شته موی کلم بر روی میزبان‌های دیگر
- بررسی‌های آزمایشگاهی حساسیت چپجمعیت شته به سموم مورد استفاده و توام با مقیاس وسیع در

مزرعه

- بررسی اثر تغذیه بر روی مقاومت شته موی کلم

منابع

- آلیاری، ه. (۱۳۷۹). دانه‌های روغنی، زراعت و فیزیولوژی. انتشارات عمیدی. ۱۸۲ صفحه.
- احمدی، م. (۱۳۷۸). کیفیت و کاربرد دانه‌های روغنی. کرج، نشر آموزش کشاورزی ۱۱۳ صفحه.
- بی نام. (۱۳۸۷). وضعیت تولید دانه های روغنی در کشور. مجله آفتابگردان. شماره ۲۸.
- بهداد، ا. (۱۳۸۱). حشره شناسی مقدماتی و آفات مهم گیاهی ایران. انتشارات نشاط اصفهان. ۸۲۴ صفحه.
- بهداد، ا. (۱۳۷۵). دائرة المعارف گیاهپزشکی ایران. نشر یادبود، اصفهان.
- جمزاد، ز. (۱۳۸۸). آویشن‌ها و مرزهمای ایران. انتشارات مؤسسه تحقیقات جنگل‌ها و مراتع کشور، ۱۷۱ صفحه.
- جعفری نسب، ب. رفیعی کرهرودی، ز. غلامیان، ا. (۱۳۹۳). بررسی خاصیت حشره کشی ایمیداکلوپراید، استامی پراید، پرمیکارب و دیازینون روی میزان مرگ و میر شته رز (*Macrosiphum rosae* L. (Hem. , Aphididae) (نشریه حفاظت گیاهان) علوم و صنایع کشاورزی. جلد ۲۹، شماره ۳، صفحه ۴۶۹-۴۶۶
- خواجه زاده، ی، کاظم زاده، ا، ملکشی، س. (۱۳۹۳). بررسی تغییرات جمعیت دشمنان طبیعی شته مومی کلم و کارایی آنها در مزارع کلزای شهرستان اهواز. هفدهمین کنگره گیاهپزشکی ایران.
- خانجانی، م. (۱۳۸۳). آفات گیاهان زراعی ایران. انتشارات دانشگاه بوعلی سینا، همدان. ۷۳۱ صفحه.
- خوشخوی، م. (۱۳۸۷). گیاه افزایی (از دیاد نباتات) مبانی و روش‌ها، ترجمه. چاپ پنجم، جلد اول، انتشارات دانشگاه شیراز، ۳۷۷ صفحه.
- دادرس، س. امامی، ک. آرمیده، ش. و صفرعلیزاده، م. بررسی سمیت دو حشره کش ایمیداکلوپراید و پروتئوس روی شته مومی (*Brevicoryne brassicae* L. (Hemiptera: Aphididea) اولین کنگره ملی توسعه و ترویج مهندسی کشاورزی و علوم خاک ایران، تهران
- دهشیری، ع. (۱۳۷۸). زراعت کلزا. وزارت جهاد کشاورزی، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج کشاورزی، معاونت ترویج، ۶۳ صفحه
- رخشانی، ا. (۱۳۸۵) مطالعه مورفولوژیک و روابط فیلوژنیک زنبورهای زیرخانواده
- ۲۸ *Aphidiinae*. (Hym. : Braconidae) SrDNA با استفاده از ژن رساله دکتری حشره‌شناسی کشاورزی
- دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس ۳۸۵ صفحه.

- رحمانی، ش.، باندانی، ع. ر.، عظیمی، س. (۱۳۹۵). تأثیر حشره کش‌های پریمی‌کارب و تیامتوکسام بر فعالیت آنزیم‌های سم‌زدای شته سیاه باقلا. مهندسی ژنتیک و ایمنی زیستی، صفحه ۱۵۳-۱۵۴.
- رضوانی، ع. (۱۳۸۰). کلید شناسایی شته‌های ایران. انتشارات سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، وزارت جهاد کشاورزی
- زواره، م و امام، ه. (۱۳۷۹). راهنمای شناسایی مراحل زندگی در کلزا. مجله علوم زراعی ایران، جلد ۲-۱، شماره ۱، صفحه ۱۴.
- شهیدی، ا و فروزان، ک. (۱۳۷۶). کلزا، شرکت سهامی خاص توسعه و کشت دانه‌های روغنی، تهران، ایران صفحات ۸۷-۹۲.
- شهیدی، ا. (۱۳۸۱). شته‌های کلزا. معاونت ترویج و نظام بهره‌بردار.
- شهیدی، ا. و فروزان ک. (۱۳۷۶). کلزا: شرکت سهامی خاص توسعه کشت دانه‌های روغنی، ۵۰ ص.
- عزیزی، م و سلطانی، ا. (۱۳۷۸). کلزا فیزیولوژی، زراعت، به نژادی و تکنولوژی زیستی. جهاد دانشگاهی مشهد، مشهد، ایران.
- قنبری، ع. (۱۳۹۷). بررسی وضعیت کشت دانه‌های روغنی در ایران. ۶ صفحه
- کیهانیان، ع. تقی‌زاده، م. خواجه زاده، ی. (۱۳۸۷). بررسی فونستیک حشرات زیان آور و دشمنان طبیعی آن در مزارع کلزای نقاط مختلف ایران. ۷-۱: ۶۸
- صابری، م. طولی ع. (۱۳۸۹). اثر تیمارهای مختلف پرایمینگ بر ویژگی‌های جوانه زنی بذر (*Puccinellia distans* L) فصلنامه علمی، پژوهشی و تحقیقات مرتع و بیابان ایران - جلد ۱۷، شماره ۱، صفحه ۵۱-۶۰.
- طالبی جهرمی، خ. (۱۳۸۶). سم شناسی آفت کشها. چاپ دوم، انتشارات دانشگاه تهران. ۴۶۲ صفحه
- مدرس، م. (۱۳۸۰). فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آنها. چاپ اول، انتشارات دانشگاه فردوسی مشهد. ۳۳۵ صفحه.
- مصطفوی راد، م، طهماسبی سروستانی، ز. انصاری، م. ح. (۱۳۹۵). دانش و تکنولوژی تولید دانه روغنی کلزا. انتشارات جهاد دانشگاهی گیلان. ۱۶۶ ص.

مدرس نجف آبادی، سیدسعید، (۱۳۸۸)، شناسائی دشمنان طبیعی شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae*) و مطالعه تغییرات جمعیت آنها، اولین همایش ملی دانه‌های روغنی، اصفهان.

ملیحی ش، معبودی م، فرنود ف. (۱۳۸۶). بررسی سازوکار مقاومت شته سبز هلو (*Myzus persicae* (Sulzer) به حشره‌کش‌های پیریمیکارب و اکسی‌دیمتون متیل. فصلنامه علوم کشاورزی ایران، سال سی و هشتم شماره ۲ وفایی، ف. یدائی، ح. (۱۳۹۷). اجرایی کنترل شته مومی کلم: *Brevicoryne Brassicae* L. سازمان حفظ نباتات معاونت کنترل آفات.

یاراحمدی، ف و رجب پور، ع. (۱۳۹۶). میزان کارایی آفت کش‌های اکسی‌دیمتون متیل (EC۲۵٪)، دیازینون (۶۰٪) (EC)، استامی پراید (WP۲۰٪) و ایمیداکلوپراید (SC۳۵٪) در حضور کاهش دهنده pH لونسول روی شته سیاه باقلا *Aphis fabae* نشریه آفت کش، در علوم گیاه‌پزشکی، سال چهارم، جلد ۲. صفحه ۱۱۲-۱۲۵.

علیزاده، ص و صفوی، س. ع. (۱۳۹۸). سمیت اسپیروتترامات، اسپیرومسیفن، تیامتوکسام + لامبدا سای هالوترین و آزادیراختین روی شته مومی کلم (*Brevicoryne brassicae* (Hem. : Aphididae)). تحقیقات آفات گیاهی. دوره ۹، شماره ۱. صفحه ۳۷-۴۹.

Aslam, M. , M. Razaq and A. Shahzad. ۲۰۰۵. Comparison of different canola (*Brassica napus* L.) varieties for resistance against cabbage aphid (*Brevicoryne brassicae* L.). *Agric. Res.* ۳۲: ۲۳-۷.

Ahuja, I. , Jens Rohloff, J. and Magnar Bones, A. ۲۰۰۹. Defence mechanisms of Brassicaceae: Implications for plant-insect interactions and potential for integrated pest management. A review. *Agronomy for Sustainable Development.* ۳۰ (۲۰۱۰) ۳۱۱-۳۴۸

Ahmad, M. and Akhtar S. ۲۰۱۳. Development of insecticidal Resistance in Field Populations of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae) in Parkistan. *Journal of Economic Entomology*, P. ۹۵۴-۹۵۸.

Aslam M. , and Munir A. ۲۰۰۱. Efficacy of Different Insecticides for the control of Aphid, *Brevicoryne brassicae* (Linn.) (*Homoptera: Aphididae*) on canola, *Brassica napus* (L.). *Journal of Research Science, Bahauddin Zakariya University*, ۱۲(۲): ۱۶۳-۱۶۶.

Aslam, M. , Razaq, M. and Shahzad. A. ۲۰۰۵. Comparison of different canola (*Brassica napus* L.) Varieties for resistance against cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.). *International Journal of Agriculture and Biology*, ۷: ۷۸۱-۷۸۲.

Ausborn, J. , Wolf, H. , Mader, W. and Kayser, H. ٢٠٠٥. The insecticide pymetrozine selectively affects chordotonal mechanoreceptors. *Journal of Exp. Biol.* ٢٠٨: ٤٤٥١-٤٤٦٦.

Acheampong, S. and Stark, J. D. ٢٠٠٤. Effects of agricultural adjuvant Sylgard ٣٠٩ and the insecticide pymetrozine on demographic parameters of the aphid parasitoid, *Diaeretiella rapae*. *Biological Control*, ٣١ (٢): ١٣٣-١٣٧.

Bass, Ch. , M. Puinean, A. , T. Zimmer, Ch. , Denholm, I. , M. Field, L. , P. Foster, S. , Gutbrod, O. , Nauen, R. , Slater, R. and S. Williamson, M. ٢٠١٤. The evolution of insecticide resistance in the peach potato aphid, *Myzus persicae*. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*, ٥١: ٤١-٥١.

Bi, J. L. and Toscano, N. C. ٢٠٠٧. Current status of the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, susceptibility to neonicotinoid and conventional insecticides on strawberries in Southern California. *Pest Management Science* ٦٣ (٨): ٧٤٧-٧٥٢.

Bernard S, Sevilor K, Samuel Nanga Na, Hannah Rachid. ٢٠١٨. Effect of temperature on the biological parameters of the cabbage aphid *Brevicoryne brassicae*. *Ecology and evolution* Volume٨, Issue٢٣

Blackman, R. and V. Eastop. ٢٠٠٠. *Aphids on the world's crops an identification and information guide*. New York: Willey and sons, Second Google Scholar.

Burrows HD, Canle LM, Santaballa JA, Steenken S. Reaction pathways and mechanisms of photodegradation of pesticides. *J Photochem Photobiol.* ٢٠٠٢ Jun; ٦٧(٢): ٧١-١٠٨.

Cezar J. , Silveira N. , Antonio Lopes D. and Sleby Pereira S. ٢٠٠١. Chemical control of Aphids, *Myzus persicae* and *Brevicoryne brassicae*, On cauliflower with Insecticides Applied in the Transplant Holes. *Pesquisa Agropecuaria Tropical*, ٣١(٢): ٩-١١.

Cloyd, R. A. , and Bethke J. A. ٢٠١٠. Impact of neonicotinoid insecticides on natural enemies ingreenhouse and interiorscape environments. *Pest Management Science.* ٦٧: ٣-٩.

Cao, C. , Zhang, J. , Gao X. , Liang, P. and Guo, H. ٢٠٠٨. Overexpression of carboxylesterase gene associated with organophosphorus insecticide resistance in cotton aphids, *Aphis gossypii* (Glover). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, ٩٠ (٣): ١٧٥-١٨٠.

Chai, RY. and Lee, CY. ٢٠١٠. Insecticide resistance profiles and synergism in field populations of the German cockroach (Dictyoptera: Blattellidae) from Singapore. *Journal of Entomology*, ١٠٣: ٤٤٠-٤٧١.

David J. P, Boyer S, Mesneau A, Ball A, Ranson H. Dauphin-Villemant C. ٢٠٠٦. Involvement of cytochrome P٤٥٠ monooxygenases in the response of mosquito larvae to dietary plant xenobiotics. *Insect Biochemistry Molocular Biology* ٣٦: ٤١٠-٤٢٠.

Delfosse, E. S. ٢٠٠٥. Risks and ethics in biological control. *Biological Control* ٣٥: ٣١٩- ٣٢٩

Dixon, A. F. G. (۱۹۸۹) Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. pp. ۲۶۹-۲۸۵ in Minks, A. K. & Harrewijn, P. (Eds) Aphids , their biology, natural enemies and control, Vol. ۲A. Elsevier, Amsterdam

Ellis, P. R. and J. A. Farrell. ۱۹۹۰. Resistance to cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) in six Brassica accessions in New Zealand. J. of Crop and Hort. Sci. Vol. ۲۴: ۲۰-۲۹.

Farage N. A. , and Gesraha M. A. ۲۰۰۷. Impact of four Insecticides on the Parasitoid Wasp ,(Diaertiella rapae) and its Host Aphid, *Brevicoryne brassicae*, under Laboratory conditions. Research journal of Agriculture and Biological Sciences, ۳ (۰): ۰۲۹-۰۳۳.

Hassanzadeh N, Bahramifar N, Esmaili Sari A. Investigation of Imidacloprid Residue in ۲۱ Days Latent Period and its Decrease With Different Treatment in Greenhouse Cucumber. Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology). ۲۰۱۱; ۲۴(۴): ۴۱۳-۴۱۸. (Persian)

Hadjiakhoondi A. , Vatandoost H. , Khanavi K. , Sadeghipour-Roodsaric H. R. , Vosoughi M. , and Kazemi M. ۲۰۰۶. Fatty Acid Melia azedarach L. Fruits against Malaria Vector Composition and Toxicity of *Anopheles stephensi*. Iranian Journal of Pharmaceutical Science, ۲(۲): ۹۷-۱۰۲. (In Persian)

Islam, S. and R. Chapman. ۲۰۰۱. *Effect of temperature on predation by Tasmanian lacewing larvae*. in Proceedings of the New Zealand Plant Protection Conference. New Zealand Plant Protection Society; ۱۹۹۸.

Iqbal M. F. , Kahloon M. H. , Nawaz M. R. , and Javaid M. I. ۲۰۱۱. Effectiveness of some botanical extracts on wheat aphid. Short Communication, Journal of Animal and Plant Sciences, ۲۱(۱): ۱۱۴-۱۱۵

Kumar A, Verma A, Kumar A. Accidental human poisoning with a neonicotinoid insecticide, imidacloprid: A rare case report from rural India with a brief review of literature. Egyptian Journal of Forensic Sciences. ۲۰۱۴; ۳(۴): ۱۲۳-۱۲۶.

Keyhanian M. , Khajehzadeh Y. , Khanizad A. , and Tagadossi M. V. ۲۰۰۸. The effect of planting date and varieties of canola on yield and population of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. Proceeding of the ۱۸th Iranian Plant Productions Congress, ۸- ۱۱ Aug. ۲۰۰۸, Hamadan, Iran.

Kanzaki, S. H. , and Tanaka, T. ۲۰۱۰. Different responses of a solitary (*Meteorus pulchricornis*: Braconidae) and a gregarious (*Cotesia kariyai*: Braconidae) endoparasitoid to four insecticides in the host *Pseudaletia separata* (Noctuidae: Lepidoptera). Journal of Pesticide Science ۳۰: ۱-۹.

Kumar, S. , Yadav, S. P. , Daler Singh, D. and Prasad, R. ۲۰۱۶. Studies on powdery mildew of rapeseed-mustard (*Brassica juncea* L.) caused by *Erysiphe cruciferarum* and its management. Journal of Pure and Applied Microbiology. ۹(۲): ۱-۶.

Liu, N. and Yue, X. ۲۰۰۰. Insecticide resistance and crossresistance in the house fly (Diptera: Nuscidae). *Journal of Econ Entomology*. ۹۳: ۱۲۶۹.

Lowery, D. T. , Smirle, M. , Foottit, R. G. and Beers, E. H. ۲۰۰۶. Susceptibilities of apple aphid and spirea aphid collected from apple in the Pacific Northwest to selected insecticides. *Journal of Economic Entomology*, ۹۹ (۴): ۱۳۶۹-۱۳۷۴.

Lagalante A. F. , and Greenbacker P. W. ۲۰۰۷. Flow injection analysis of imidacloprid in waters and agricultural matrixes by photochemical dissociation, chemical reduction, and nitric oxide detection. *Analytica Chimica Acta* ۵۹۰, ۱۵۱-۱۵۸.

Loginova E. ۲۰۰۰. The effect of various chemical compounds in controlling aphids on pepper in glasshouses. *Gradinarskar Lozarska Nauka*, ۲۱(۱), ۶۳-۷۰.

Marcic, D. , P. Kljajić, S. Krnjajić and I. Perić. ۲۰۰۷. Studies of the efficacy of insecticides against pepper-infesting aphids (Aphididae). *Acta Hort*. ۷۲۹: ۴۸۳-۴۸۷

McCaffery, A. R. , Maruf, G. M. , Walker, A. J. and Styles, K. ۱۹۹۸. Resistance to pyrethroids in *Heliothis* Spp. ; bioassay methods and incidence in populations from India and Asia. *Proc. Brighton Crop Prot'n Conference*, ۴۳۳-۴۳۸.

Moslemi Z, Habibi D, Asgharzadeh A, Ardakani MR, Mohammadi A, Sakari A, ۲۰۱۱. Effects of super absorbent polymer and plant growth promoting rhizobacteria on yield and yield components of maize under drought stress and normal conditions. *Afr. J. Agric. Res*. ۶: ۴۴۷۱-۶.

Michel, B. E. and Kaufmann, M. R. , ۲۰۰۰. The osmotic potential of polyethylene glycol ۶۰۰۰. *Plant Physiology*, ۵۱: ۹۱۴-۹۱۶

MacLachlan, J. , Wotherspoon, A. T. L. , Ansell, R. O. and Brooks, C. J. W. ۲۰۰۳. Cholesterol oxidase: sources, physical properties and analytical applications. *J Steroid Biochem Mol Biol*. (۷۲): ۱۶۹-۱۹۵

Martin, T. , Ochou, O. G. , Vaissayre, M. and Fournier, D. ۲۰۰۳. Organophosphorus insecticides synergize pyrethroids in the resistant strain of cotton bollworm, *Helicoverpa armigera* (Hubner) from West Africa. *Journal of Econ Entomology*, ۹۶(۲): ۴۶۸-۴۷۴.

Nauen, R. and Denholm, I. ۲۰۰۵. Resistance of insect pests to neonicotinoid insecticides: Current status and future prospects. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, ۵۸: ۲۰۰-۲۱۵.

Nusarat S , Snehal V Ki, Mansura S. (۲۰۱۴). Biodegradation of Imidacloprid, the New Generation Neurotoxic Insecticide Ulfat I Baig Vol. ۳, Issue ۹, September ۲۰۱۴

Rosenheim, J. A. and M. A. Hoy. ۱۹۸۸. Sublethal effects of pesticides on the parasitoid *Aphytis melinus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *J. Econ. Entomol*. ۸۱: ۴۷۶-۴۸۳.

Rakhshani, E. , Talebi, A. , Stary, P. , Tomanovic, Z. Kavallieratoes, N. G. and Manzari, S. ۲۰۰۸. A review of *Aphidius* in Iran: host association, distribution and taxonomic notes. *Zootaxa*, ۱۷۶۷: ۳۷-۵۴.

Rivany, E. ۱۹۶۲. *Field Crop Pests in the New East*. Wiley Pub. , London

Sarwar, M. , N. Ahmad, Q. H. Siddiqui, A. Ali and M. Tofique. ۲۰۰۲. Genotypic response in canola (*Brassica* spp.) against aphid (Aphididae: Homoptera) attack. *The Nucleus a Quar. Sci. J. of Pakistan Atomic Energy Commission NCLEAM*. ۴۱: ۸۷-۹۲.

Scott, J. G. ۱۹۹۹. Cytochromes P₄₅₀ and insecticide resistance, *Insect Biochemistry Molecular Biology*, ۲۹: ۷۵۷-۷۷۷.

Saleh Abdallah, I. , Abou-Yousef, H. M. , Atef Fouad, E. and Abd El-Hady Kandil, M. ۲۰۱۶. The role of detoxifying enzymes in the resistance of the cowpea aphid to thiamethoxam. *Journal of Pant Protection Reaserach*. ۵۶: ۱-۶.

Scott, J. G. , Liu, N. and Wen, Z. ۲۰۰۱. Insect cytochromes P₄₅₀: Diversity, insecticide resistance and Tolerance to plant toxins. *Biochemistry Physiology*, ۱۲۱۹(C): ۱۴۷-۱۵۵

Satar S. , Kersting U. , and Ulvsoy M. ۲۰۰۵. Temperature dependent life history traits of *Brevicoryne brassicae* (Hom. : Aphididae) on white cabbage. *Turkish Journal of Agriculture*, ۲۹: ۳۴۱-۳۴۶.

Singh, R. , P. R. Ellis, D. A. C. Pink, and K. Phleps, ۱۹۹۴. An investigation of the resistance to cabbage aphid in *Brassica* species. *Annals of Applied Biol.* ۱۲۵: ۴۵۷-۴۶۵.

Satar S. , Kersting U. , and Ulvsoy M. ۲۰۰۵. Temperature dependent life history traits of *Brevicoryne brassicae* (Hom. : Aphididae) on white cabbage. *Turkish Journal of Agriculture*, ۲۹: ۳۴۱-۳۴۶

Talpur F, Sherazi s, Saba N, Khaskheli A. (۲۰۱۴). Chemical Characterization of Canola and Sunflower Oil Deodorizer Distillates. *Pol. J. Food Nutr*, ۶۴(۲): ۱۱۵-۱۲۰.

Tabasian, H. , Ravan, S. , Bandani, A. R. and Siahsar, B. A. ۲۰۱۰. The effect of esterase activity in resistance of *Aphis gossypii* to selective insecticides. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, ۸ (۳&۴): ۱۱۰۸-۱۱۱۲.

Viradiya K, Mishra A. ۲۰۱۱. Imidacloprid poisoning. *J Assoc Physicians India*. ; ۵۹(۹): ۵۹۴-۵۹۵.

Vontas, J. G. , Small, G. J. and Hemingway, J. ۲۰۰۱. Glutathione S-transferases as antioxidant defense agents confer pyrethroid resistance in *Nilaparvata lugens*. *Biochemical Journal*, ۳۵۷: ۶۵-۷۲.

Wang Z, Yang C, Chen H, Wang P, Wang P, Song Ch, Zhang X, Wang D (۲۰۱۳). Multi-gene co-expression can improve comprehensive resistance to multiple abiotic stresses in *Brassica napus* L.. *Plant Science*. ۲۴۷: ۴۱۰-۴۱۹.

Wang, J. Y, McCommas, S. and Syvanen, M. ٢٠٠١. Molecular cloning of a glutathione S transferase overproduced in an insecticide-resistant strain of the house fly (*Musca domestica*). Molecular Gen Genet, ٢٢٧: ٢٦٠-٢٦٦.

Walton G, Mendham N, Robertson M and Potter T. (١٩٩٩) PHENOLOGY, PHYSIOLOGY AND AGRONOMY. Chapter ٣. In: canola in austerlia. AG green, eds. Pp ٩-١٤

Wright D. A and Welbourn P. ٢٠٠٢. The emergence of environmental toxicology as science. In: Environmental toxicology. p. ٥. Cambridge, New York/USA

Yu, S. J. ٢٠٠٦. Plant-allelochemical-adapted glutathione transferase in Lepidoptera, ACS Symposium American chemistry Society, ٥٠٥: ١٧٤-١٩٠.

Young, S. J. , Gunning, R. V. and Moores, G. D. ٢٠٠٦. Effect of pretreatment with piperonyl butoxide on pyrethroid efficacy against insecticide resistance *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae) and *Bemisia tabaci*(Stenorrhyncha: Aleyrodidae). Pest Management Science, ٦٢: ١١١-١١٩.

Zhu, Y. C. , West, S. , Snodgrass, G. and Luttrell, R. ٢٠١١. Variability in resistance-related enzyme activities in field population of the tarnished plant bug, *Lygus lineolaris*, Pest Biochemistry Physiology, ٩٩: ٢٦٥-٢٧٤.

Abstract

Rapeseed is one of the most important oilseed crops that plays a major role in providing human edible oil. Cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* L. , is one of the most important and serious pests of rapeseed in Iran. In most areas, farmers spray insecticides several times to control it. If the pest is resistant to the insecticides used, not only the pest is not controlled but it also increases production costs and environmental problems. Therefore, this study was conducted to investigate the susceptibility of cabbage aphid populations in Semnan province to common insecticides used against it. In this study, the effect of different concentrations of oxidimethonmethyl, imidacloprid, primicarb and combined treatment of oxidimethomethyl, imidacloprid on three populations of this aphid from Semnan, Shahroud and Garmsar in the crop year ۲۰۲۰ in the laboratory conditions. Each of the insecticides was used in five concentrations , recommended concentration, two higher and two lower concentrations of recommended concentration including primicarb (۵۰۰, ۷۵۰, ۱۰۰۰, ۱۲۵۰ and ۱۵۰۰ ppm), imidacloprid (۲۵۰, ۳۷۵, ۵۰۰, ۶۲۵ and ۷۵۰ ppm), oxydimethone methyl (۵۰۰, ۷۵۰, ۱۰۰۰, ۱۲۵۰ and ۱۵۰۰ ppm) and combination treatment (۳۷۵, ۵۶۲. ۵, ۷۵۰, ۹۳۷. ۵, ۱۱۲۵ ppm) were used. Biometric tests were performed by leaf dip method and aphid mortality was recorded ۲۴, ۴۸, ۷۲ and ۹۶ hours after treatment with insecticides. At the recommended dose of the tested insecticides, the highest mortality with ۸۶. ۲۵% was related to oxy dimethyl methyl-imidaclopride in Shahroud population and the lowest mortality with ۶۲. ۵% was related to oxy dimethyl methyl on Garmsar and Shahroud populations. The amount of LC_{۵۰} obtained for oxy dimethyl methyl in Garmsar, Semnan and Shahroud populations was equal to ۲۶۴. ۷۷, ۲۶۸. ۰۷, ۲۰۱. ۵۳ respectively, for the combined treatment of oxy dimethyl methyl and imidacloprid ۱۶۳. ۸۲, ۱۰۹. ۹۸, ۴۸. ۹۹ for imidacloprid ۱۶۹. ۸۷, ۱۵۵. ۲۷, ۱۷۷. ۲۲ and for primicarb treatment ۱۵۲. ۶۸, ۱۵۸. ۵۷ and ۸۹. ۸۶ respectively. According to these results, it can be said that the population of Shahroud, except for imidacloprid treatment, responded better to other treatments and was recognized as a sensitive population. The LT_{۵۰} obtained for the toxins used showed that the combined treatment of imidacloprid-oxydimethonmethyl with ۳۸. ۷ hours was the lowest and imidacloprid with ۵۴. ۵ hours was the highest LT_{۵۰}. The results of this study can be effective in developing an integrated pest management plan for *Brevicoryne brassicae* L.



Faculty of Agriculture
M.Sc. Thesis in Entomology

**Susceptibility of different populations of cabbage aphid
Brevicoryne brassicae L. (Hemiptera: Aphididae) to some
chemical insecticides under laboratory conditions.**

By: Maryam kashi

**Supervisor:
Dr. Ali derakhshan shadmehri**

October ۲۰۲۱