Archive of SID

تحقیقات آفات گیاهی
۶۸-۵۵ :(۱) ۱۰ - ۱۳۹۹

اثرات زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی فراسنجه‌های جدول زندگی شته خردل، *Lipaphis erysimi* (Kalt)

سعیده حسینی، حبیب عباسی پور، علیرضا عسکریان‌زاده* و علی نوروزی
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱/۱۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۳/۲۶)

چکیده

کلزا به عنوان یک گیاه دانه روغنی در سطح وسیعی از جهان کشت می‌شود. شته خردل *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae)، یکی از مهم‌ترین آفات کلزا است. در این تحقیق، غلظت‌های کشنده و زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی ویژگی‌های زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی شته خردل بررسی شد. آزمایش‌ها در دمای ۲±۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شد. فراسنجه‌های جدول زندگی شته خردل به روش جدول زندگی تک جنسی کری (Carey) محاسبه شد. میزان LC_{50}، LC_{25} و LC_{10} حشره‌کش فلوپیرادیفورون به ترتیب ۰/۳۸۵، ۰/۰۹۳ و۰/۰۲۶ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد. مقدار نرخ ذاتی رشد جمعیت ۰/۳۴، ۰/۳۰ و ۰/۲۳ ماده به ازای ماده روز، نرخ متناهی افزایش جمعیت ۱/۴۱، ۱/۳۶ و ۱/۲۷ ماده به ازای ماده روز، متوسط مدت زمان یک نسل ۱۰/۸۴، ۹/۹۸ و ۹/۰۰ روز و زمان دو برابر شدن جمعیت ۰/۴۹، ۰/۵۰ و ۰/۵۴ روز به ترتیب در تیمار شاهد، LC_{10} و LC_{25} به‌دست‌آمد. بیشترین میزان نرخ‌های تولیدمثل و نرخ‌های رشد جمعیت شته خردل به ترتیب مربوط به تیمار شاهد، LC_{10} و LC_{25} بود. آزمایش‌ها نشان داد غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون فراسنجه‌های نرخ خالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و میانگین طول دوره یک نسل را به طور معنی‌داری کاهش و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت شته خردل را افزایش داد. بنابراین با توجه به نتایج این تحقیق حشره‌کش فلوپیرادیفورون پتانسیل خوبی در کنترل شته خردل در غلظت‌های کشنده و زیرکشنده دارد.

واژه‌های کلیدی: شته خردل، غلظت زیرکشنده، جدول زندگی، فلوپیرادیفورون

* نویسنده مسئول askarianzadeh@shahed.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

با توجه به این‌که بیش از ۹۰٪ روغن خوراکی کشور از طریق واردات تامین می‌شود (Mohajer, 2018) و توسعه کشت کلزا در برنامه‌های خودکفایی کشور به‌صورت ویژه‌ای مورد اهمیت قرار گرفته است، یافتن راهکارهایی برای کنترل آفات این محصول و همچنین حمایت از دشمنان طبیعی آفات آن، ضروری به نظر می‌رسد. شته خردل، *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) به‌عنوان آفت مهم محصولات روغنی خانواده براسیکا به‌خصوص کلزا در هند و نیوزلند محسوب می‌شود (Singhvi *et al*., 1973; Lammerink and Banfield, 1980; Bakhetia, 1984). در حال حاضر این شته در ایران نیز آفت اصلی و غالب کلزا در مناطق گرمسیر کشور می‌باشد (Khajehzadeh *et al*., 2010). این شته از طریق مکیدن شیره گیاهی به‌صورت مستقیم و انتقال ویروس و عوامل بیماری‌زای گیاهی به‌طور غیرمستقیم باعث کاهش عملکرد محصول می‌شود (Yue and Liu, 2000). روش‌های متعدد از قبیل استفاده از ارقام مقاوم، استفاده از دشمنان طبیعی، روش‌های کنترل زراعی و استفاده از اسانس‌ها و عصاره‌های گیاهی با فرمولاسیون‌های مختلف برای کنترل شته‌های کلزا و شته خردل مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما روش غالب در بیشتر مناطق دنیا و ایران، روش‌های کنترل شیمیایی و مصرف آفت‌کش‌ها می‌باشد. استفاده بی‌رویه از سموم شیمیایی و افزایش تعداد دفعات سم‌پاشی باعث شده این آفت نسبت به بیشتر سموم شیمیایی مقاومت نشان دهد (Adachi-Hagimori *et al*., 2010). همچنین، کاربرد روزافزون مواد شیمیایی توانایی بالقوه دشمنان طبیعی آفات را به شدت کاهش می‌دهد (Azizi *et al*., 2014). بررسی‌ها نشان داده است که تنها راه کنترل موفق و پایدار بسیاری از آفات، استفاده هم‌زمان از عوامل زیستی و ترکیبات شیمیایی در چارچوب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات است؛ زیرا هر کدام از این روش‌ها به تنهایی نواقصی دارند که تامین‌کننده اهداف مدیریت تلفیقی نمی‌باشند (Mardani, 2012). آثار زیرکشنده حشره‌کش با دوز کشنده مشخص نمی‌شود (Wennergen and Stark, 2000).

امروزه، جدول زندگی به عنوان یک روش قابل اطمینان برای تعیین سمیت آفت‌کش‌ها و بهترین زمان مبارزه با آفات و از ابزار مهم در مطالعه مبارزه با آفات پیشنهاد شده است. در واقع جدول زندگی تاثیر سم بر زنده‌مانی و عوامل محدود کننده نرخ رشد جمعیت آفت را مشخص می‌کند (Chi, 1990). پژوهش‌های بسیاری در زمینه اثر غلظت‌های زیرکشنده روی میزبان شته در جنس‌های گوناگون انجام گرفته است، از جمله می‌توان به بررسی غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش‌های تیامتوکسام و پریمیکارپ روی شته خردل (Rezaei *et al*., 2014)، تاثیر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورن روی شته سبز هلو *Myzus persicae* (Sulzer) (Tang *et al*., 2019)، اثرات غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش‌های فورادان، اورتن روی تولیدمثل شته پنبه *Aphis gossypii* (Glover) (Kerns *et al*., 1998)، اثر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش ایمیداکلوپرید روی شته سبز هلو (Ayyanath, 2013)، تاثیر غلظت زیرکشنده حشره‌کش سولفاکسفلور روی دو گونه شته گندم *Sitobion avenae* (Fabricius) و *Rhopalosiphum padi* (L.) (Juan-Juan *et al*., 2019)، اثر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش ایندوکساکارب و سایپرمترین روی شته گندم *R. padi* (Zuo *et al*, 2016) و تاثیر غلظت‌های زیرکشنده چهار حشره‌کش ایمیدوکلروپراید، استامی پراید، دلتامترین و لامبداسای هالوترین روی شته سبز هلو (Sial *et al*., 2018) اشاره کرد. در این تحقیق نیز اثرات کشنده و زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته خردل *L. erysimi* در شرایط آزمایشگاهی بر اساس فراسنجه‌های زیستی و جدول زندگی تعیین شد.

مواد و روش‌ها

فلوپیرادیفورون

www.SID.ir

Archive of SID

در این پژوهش از حشره‌کش فلوپیرادیفورون با نام تجاری سیوانتو و فرمولاسیون SL 20% (مایع قابل حل در آب) ساخت شرکت بایر کراپ ساینس آلمان استفاده شد.

پرورش شته خردل *L. erysimi*

کلنی اولیه شته خردل از مزارع کلزای بخش جعفرآباد استان قم جمع‌آوری و به گلدان‌هایی با ارتفاع ۱۲ و قطر ۱۰ سانتی‌متر که درون آن با پیت ماس، ورمی کمپوست و خاک زراعی به نسبت ۴:۳:۳ پر شده بود، انتقال داده شد. رقم کلزا هایولا۵۰ بود.گلدان‌های حاوی کلنی شته در شرایط استاندارد اتاقک رشد در دمای ۲±۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. در این تحقیق از نسل سوم این شته‌ها استفاده شد. بدین منظور، بعد از تشکیل کلنی اولیه تعدادی از ماده‌های بالغ روی یک برگ از گلدان جداگانه منتقل شد و پس از اولین پوره‌زایی ماده بالغ حذف شده و این عمل برای سه نسل تکرار شد. گلدان‌ها با طلقی شفاف به ارتفاع ۱۸ سانتی‌متر پوشانده شده و به منظور تهویه، درپوشی از توری نازک روی آن‌ها قرار داده شد.

آزمایش‌های زیست سنجی

ابتدا آزمایش‌های اولیه برای تعیین میزان ۵ و ۷۵٪ کشندگی انجام شد و سپس آزمایش‌های تکمیلی زیست-سنجی برای تعیین LC_{50}، LC_{25} و LC_{10} انجام شد. به منظور تعیین غلظت‌های اولیه، مقادیر غلظت‌ها طوری انتخاب شد که هر دز، نسبت به دز قبلی خود رابطه عددی داشته باشد و یا فواصل لگاریتمی بین آن‌ها صادق باشد. برای این منظور ابتدا با یک‌سری آزمایش‌های مقدماتی حد بالا و حد پایین غلظت مشخص شد و سپس غلظت‌های بین حد بالا و حد پایین مشخص شد. بدین منظور ابتدا ده شته خردل را درون ظروفی به ابعاد ۳۱×۲۵ میلی‌متر قرار داده و روی ظرف با پارافیلم پوشانده شد و سپس با سمپلر ۲۰۰ میکرولیتر از جیره غذایی حشره به همراه غلظت مورد نظر از سم را روی پارافیلم قرار داده و یک لایه دیگر از پارافیلم روی آن کشیده شد، به‌صورتی‌که جیره غذایی مخلوط با سم بین دو لایه پارافیلم قرار گرفت. در واقع، در این روش لایه پارافیلم اول روی ظرف محتوی شته‌ها کشیده شده و لایه پارافیلم دوم روی لایه پارافیلم اول کشیده می‌شود. بین دو لایه مخلوط ماده غذایی و درصد مشخص حشره‌کش قرار می گیرد و شته‌ها استایلت خود را در پارافیلم فرو برده و به طور مستقیم از مخلوط ماده غذایی بین دو لایه پارافیلم تغذیه می کنند و در واقع شبیه سازی برگ انجام می‌گیرد. برای جیره غذایی حشره از ساکارز ۲۰ درصد استفاده شد (Mittlrt *et al*., 1963). به شته‌ها مدت دو تا چهار ساعت قبل از انجام آزمایش گرسنگی داده شد. برای هر غلظت سه تکرار در نظر گرفته شد و برای شاهد از جیره غذایی حشره بدون سم استفاده شد. ظروف درون اتاقک رشد با دمای ۲±۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شد و سپس میزان مرگ و میر ثبت شد. مقادیر LC_{50}، LC_{25} و LC_{10} از روش لگاریتم – پروبیت در نرم‌افزار SPSS-19 به‌دست‌آمد. در رویه لگاریتم–پروبیت با داشتن تعداد کشته شده‌ها ، تعداد کل افراد و مقادیر غلظت در رگرسیون پروبیت نرم‌افزار، نتایج غلظت کشنده یک تا ۹۹ درصد را همراه با معنی‌داری رگرسیون ارائه می‌دهد.

بررسی جدول زندگی

۱۲۰ عدد شته ماده بالغ بکرزا در شرایط اتاقک رشد انتخاب شده و با روش پارافیلم در معرض دز زیرکشنده LC_{25} و LC_{10} حشره‌کش قرار گرفتند. افراد زنده مانده با استفاده از قلم موی ظریف به برگ‌های کلزا داخل ظروف پتری با قطر ۱۰ سانتی‌متر و ارتفاع یک سانتی‌متر منتقل شدند. برای حفظ رطوبت برگ، کف ظروف پتری یک لایه نازک اسفنج مرطوب قرار داده شد و برگ به صورت وارونه روی آن قرار گرفت، سپس اطراف برگ و کناره-های پتری با پنبه مرطوب پوشانده شد. در هر برگ یک عدد شته قرار داده شد. شته‌های مذکور به صورت روزانه بررسی و مرگ و میر و زاد ولد آن‌ها ثبت شد. پوره‌های متولد شده در هر روز و برای هر شته شمارش و حذف شدند. ثبت مرگ و میر و زاد و ولد روزانه تا زمان مرگ هر یک از شته‌های ماده بالغ ادامه یافت. برای هر دوز ۲۰ حشره در نظر

www.SID.ir

Archive of SID

گرفته شد. ۲۰ حشره نیز به عنوان شاهد در نظر گرفته شد که در آن شته‌ها فقط از جیره غذایی تغذیه کرده بودند. آزمایش‌ها درون اتاقک رشد با شرایط دمایی ۲±۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

تجزیه داده‌ها

داده‌ها به روش جدول زندگی تک‌جنسی تحلیل شدند. بر این اساس فراسنجه‌هایی که در جدول زندگی می‌توان محاسبه نمود، شامل نرخ زنده‌مانی (l_x)، باروری ویژه سنی جمعیت (تعداد افراد ماده تولید شده در هر روز در سن معین) (m_x)، نرخ ناخالص تولید مثل (GRR)، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، نرخ ذاتی افزایش جمعیت (بیشترین نرخ افزایش جمعیت برای یک گونه در شرایط فیزیکی و زیستی مشخص) (r)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، مدت زمان یک نسل (T)، امید به زندگی (e_x)، نرخ ذاتی تولد (b) و نرخ ذاتی مرگ و میر (d) می‌باشد که بر اساس فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

نرخ زنده مانی ویژه سنی(l_x): نسبت افراد زنده مانده تا سن x که از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$lx=nx/n_0 \qquad (۱$$

باروری ویژه سنی جمعیت (m_x): میانگین تعداد نتاج تولید شده توسط هر حشره ماده در فاصله زمانی x تا x+1

$$m_x = \frac{\sum_{j=1}^{\beta} s_{xj} f_{xj}}{\sum_{j=1}^{k} s_{xj}} \qquad (۲$$

x: سن

j: مرحله زیستی

β: تعداد مرحله زیستی (Chi and Liu, 1985).

نرخ ناخالص تولید مثل (GRR) که نشانگر کل ماده‌های تولید شده توسط یک حشره ماده است، به شرطی که در طول تمام دوره‌های سنی زنده مانده باشد.

$$GRR = \sum m_x \qquad (۳$$

نرخ خالص تولید مثل (R_0) که میانگین تعداد نتاج تولید شده توسط هر حشره ماده در طول یک نسل می‌باشد.

$$R_0 = \sum l_x m_x \qquad (۴$$

استعداد ذاتی رشد و یا نرخ رشد جمعیت (r) که در شرایط بهینه آزمایشگاهی پرورش داده می‌شود. برای محاسبه r از معادله اویلر- لوتکا استفاده شد (Goodman, 1982).

$$r = \sum e^{-rx} l_x m_x = 1 \qquad (۵$$

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) که نشان‌دهنده این است که جمعیت نسبت به روز قبل چند برابر افزایش یافته است.

$$\lambda = e^r \qquad (۶$$

میانگین طول مدت یک نسل (T) یا میانگین زمانی است که در طول آن نتاج تولید شده‌اند.

$$T = \text{Log } R_0 / r \qquad (۷$$

مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT):

$$DT = \ln 2/r \qquad (۸$$

میزان تولد روزانه (b) به ازای هر فرد در جمعیت پایدار

$$b = 1/\sum e^{-rx} l_x \qquad (۹$$

میزان مرگ و میر روزانه (d) به ازای هر فرد در جمعیت پایدار

$$d = b-r \qquad (۱۰$$

برای مقایسه میانگین و برآورد خطای استاندارد پارامترهای $GRR, R_0, \lambda, r, T, DT, b$ و d از روش جک نایف استفاده شد (Mayer *et al.*, 1986). داده‌ها در نرم‌افزار اکسل ۲۰۱۳ و SPSS-19 در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تیمار و ۲۰ تکرار، مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون توکی و در سطح احتمال یک درصد انجام شد. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار سیگما پلات ورژن ۱۴ استفاده شد.

نتایج

آزمایش‌های زیست‌سنجی حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته خردل، *L. erysimi*

طبق نتایج به‌دست‌آمده از آزمایش‌های زیست‌سنجی حشره‌کش فلوپیرادیفورون در جدول ۱، این حشره‌کش در غلظت‌های زیرکشنده نیز روی شته خردل تاثیر گذاشت. میزان LC_{50}، LC_{25} و LC_{10} برای حشره‌کش فلوپیرادیفورون در این آزمایش به ترتیب ۰/۳۸۵، ۰/۰۹۳ و ۰/۰۲۶ میلی‌گرم بر لیتر محاسبه شد.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- مقادیر دوزهای کشنده و زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورن روی شته خردل *Lipaphis erysimi* بعد از ۲۴ ساعت

Table 1. Lethal and sublethal effects of flupyradifurone insecticide on mustard aphid *Lipaphis erysimi* after 24

Treatment	df	LC_{50} (mg/L) Lower-Upper	LC_{25} (mg/L) Lower-Upper	LC_{10} (mg/L) Lower-Uppe	Intercept ± SE	Slope ± SE	χ^2	p-value
Flupyradifurone	7	0.385 0.270 - 0.565	0.093 0.054 - 0.138	0.026 0.011- 0.046	0.453 ± 0.11	1.093 ± 0.132	1.927	0.0001

نتایج اثر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون بر ویژگی‌های زیستی شته خردل، *L. erysimi*

برخی ویژگی‌های زیستی شته خردل از جمله طول عمر یک شته، طول عمر بالغ، طول دوره پوره‌زایی، طول دوره پس از باروری و تعداد نتاج در جدول ۲ مقایسه شده است. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌های به‌دست‌آمده نشان داد که بین غلظت‌های زیرکشنده LC_{10}، LC_{25} و تیمار شاهد اختلاف معنی‌داری در سطح یک درصد وجود دارد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مقایسه میانگین داده‌ها (جدول ۲) تیمارهای زیرکشنده از نظر ویژگی‌های زیستی با یکدیگر و با شاهد، تفاوت دارند (P = ۰/۰۰۰۱) . بنابراین هر تیمار در گروه جداگانه‌ای قرار گرفت. شواهد پژوهش نشان داد که طول عمر شته بالغ ($F_{(2, 59)}$ = 343.87, P=0.0001)، طول عمر شته ($F_{(2, 59)}$ = 343.87, P=0.0001)، طول دوره پوره‌زایی ($F_{(2, 59)}$ = 52.33, P=0.0001)، طول دوره بعد از پوره‌زایی ($F_{(2, 59)}$ = 168.69, P=0.0001) و تعداد نتاج ($F_{(2, 59)}$ = 88.52, P=0.0001) تحت تاثیر حشره‌کش قرار داشته و با افزایش غلظت آن از طول دوره‌های زیستی و تعداد نتاج کم می‌شود.

نتایج اثر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون بر فراسنجه‌های جدول زندگی شته خردل، *L. erysimi*

در این تحقیق نسبت زنده‌مانی یا نرخ زنده‌مانی (l_x) که احتمال زنده ماندن یک فرد تا سن معین x می‌باشد، با افزایش سن کاهش یافت (شکل ۱). در تیمار LC_{25} این روند نزولی بود و از سن ۱۰ روز به بعد افت شدیدی مشاهده شد. در تیمار شاهد نیز بعد از سن ۲۱ روز روند نزولی دیده شد. بنا بر شواهد به‌دست‌آمده در این تحقیق، با افزایش غلظت حشره کش، زنده‌مانی ویژه سنی کاهش یافته است. نرخ باروری (m_x) بیانگر تعداد افراد تولید شده به ازای هر فرد زنده در سن x است. بنا بر شکل ۲ روند پوره‌زایی در تیمار LC_{25} تا روز ۱۳ و در تیمار شاهد تا روز ۱۹ ادامه داشته است. نتایج نشان داد که حشره‌کش فلوپیرادیفورون در غلظت‌های زیرکشنده نیز روی نرخ باروری تاثیر داشته و می‌تواند به میزان قابل توجهی آن را کاهش دهد. زایش ویژه سنی (l_xm_x) تلفیقی از باروری و زنده‌مانی است و بیانگر روند تعداد افراد اضافه شده به جمعیت در هر روز می‌باشد. به وسیله این منحنی می‌توان دریافت که جمعیت حشره در چه روزی بیشترین افزایش جمعیت را داشته است. این فراسنجه در مدیریت کنترل آفات کاربرد دارد. بر این اساس، بالاترین نقطه این منحنی در تیمار شاهد، LC_{10} و LC_{25} به ترتیب ۷/۸۷، ۴/۸۵ و ۲/۴۵ بوده که به ترتیب در روزهای ۱۱، ۱۰ و ۸ به‌دست‌آمده است (شکل ۳). این نتایج بیانگر تاثیر حشره‌کش در غلظت‌های زیرکشنده روی شته خردل بوده و نشان داد که فراسنجه زایش ویژه سنی در تیمارهای آفت‌کش نسبت به تیمار شاهد به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲- مقایسه ویژگی‌های زیستی شته خردل تحت تاثیر غلظت‌های زیرکشنده فلوپیرادیفورون و تیمار شاهد (میانگین ±خطای معیار)

Table 2. Comparison of biological characteristics of mustard aphid under the sublethal effects of flupyradifurone insecticide and control treatment (Mean ± SE)

Biology Parameter	Control	LC_{10}	LC_{25}
Adult longevity (day)	18.05± 1.3788a	9.2± 1.6415b	5.2± 0.9581c
Total longevity (day)	25.55± 1.9861a	16.7± 1.6415b	12.7± 0.9514c
Reproductive period (day)	9.35± 1.9808a	7.2± 0.8335b	5.05± 0.8255c
Post reproductive period (day)	8.7 ± 2.2501a	2± 1.4142b	0.15± 0.3663c
Numbers of progeny (Nymph)	42.4± 13.0359a	21.25± 5.0249b	8.5± 1.8778c

Means followed by a different letter within a row are significantly different (by using HSD Tukey test, P<0.01).

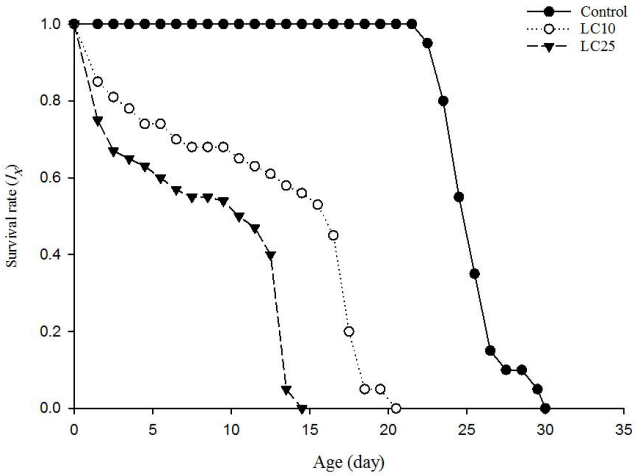
نتایج اثر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون بر فراسنجه‌های جدول زندگی شته خردل، *L. erysimi*

نسبت زنده‌مانی یا نرخ زنده‌مانی (l_x) که احتمال زنده ماندن یک فرد تا سن معین x می‌باشد، با افزایش سن کاهش یافت (شکل ۱). در تیمار LC_{25} این روند نزولی بود و از سن ۱۰ روز به بعد افت شدیدی مشاهده شد. در تیمار شاهد نیز بعد از سن ۲۱ روز روند نزولی دیده شد. بنا بر شواهد به‌دست‌آمده در این تحقیق، با افزایش غلظت حشره کش، زنده‌مانی ویژه سنی کاهش یافته است. نرخ باروری (m_x) بیانگر تعداد افراد تولید شده به ازای هر فرد زنده در سن x است. بنا بر شکل ۲ روند پوره‌زایی در تیمار LC_{25} تا روز ۱۳ و در تیمار شاهد تا روز ۱۹ ادامه داشته است. نتایج نشان داد که حشره‌کش فلوپیرادیفورون در غلظت‌های زیرکشنده نیز روی نرخ باروری تاثیر داشته و می‌تواند به میزان قابل توجهی آن را کاهش دهد. زایش ویژه سنی (l_xm_x) تلفیقی از باروری و زنده‌مانی است و بیانگر روند تعداد افراد اضافه شده به جمعیت در هر روز می‌باشد. به وسیله این منحنی می‌توان دریافت که جمعیت حشره در چه روزی بیشترین افزایش جمعیت را داشته است. این فراسنجه در مدیریت کنترل آفات کاربرد دارد. بر این اساس، بالاترین نقطه این منحنی در تیمار شاهد، LC_{10} و LC_{25} به ترتیب ۷/۸۷، ۴/۸۵ و ۲/۴۵ بوده که به ترتیب در روزهای ۱۱، ۱۰ و ۸ به‌دست‌آمده است (شکل ۳). این نتایج بیانگر تاثیر حشره‌کش در غلظت‌های زیرکشنده روی شته خردل بوده و نشان داد که فراسنجه زایش ویژه سنی در تیمارهای آفت‌کش نسبت به تیمار شاهد به صورت قابل ملاحظه‌ای کاهش یافته است.

امید به زندگی (e_x) تعداد روزهای باقی مانده از عمر افراد در سن x را نشان می‌دهد. طبق شکل ۴، مقادیر امید به زندگی در روز اول پس از تولد در تیمار شاهد، LC_{10} و LC_{25} به ترتیب ۴۰/۴۰، ۱۲/۳۱ و ۷/۴۸ روز به‌دست‌آمد. امید به زندگی در تیمار شاهد بیش از سایر تیمارها بود و این فراسنجه پس از بالغ شدن در همه تیمارها به تدریج کاهش یافت. شیب کاهش در تیمار شاهد بیشتر از سایر تیمارها بود.

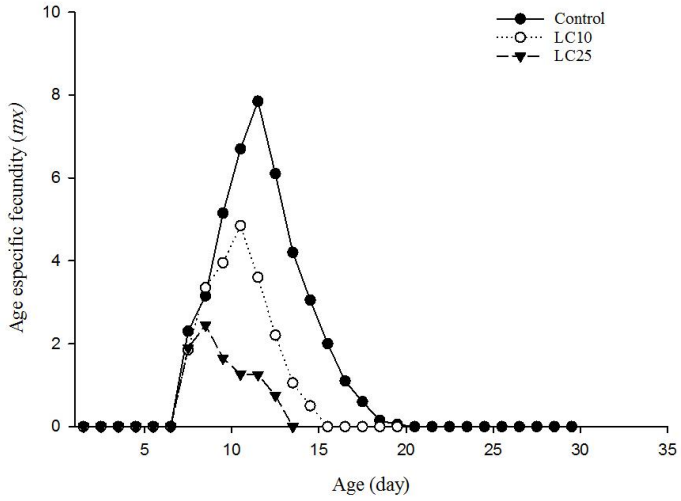
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- نرخ زنده‌مانی ویژه سنی (l_x) شته خردل *Lipaphis erysimi* در تیمار شاهد و غلظت‌های زیرکشنده تیمار فلوپیرادیفورن در شرایط آزمایشگاهی

Figure 1. Survival rate (l_x) of *Lipaphis erysimi* in control treatment and sublethal concentrations of flupyradifurone under laboratory conditions

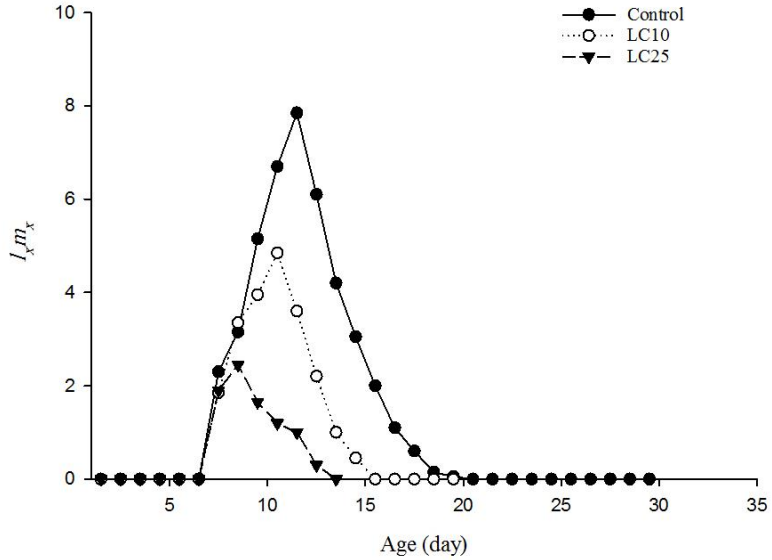


شکل ۲- باروری ویژه سنی جمعیت (m_x) شته خردل، *Lipaphis erysimi* در تیمار شاهد و غلظت‌های زیرکشنده تیمار فلوپیرادیفورن در شرایط آزمایشگاهی

Figure 2. Age-specific fecundity (m_x) of *Lipaphis erysimi* in control treatment and sublethal concentrations of flupyradifurone under laboratory conditions

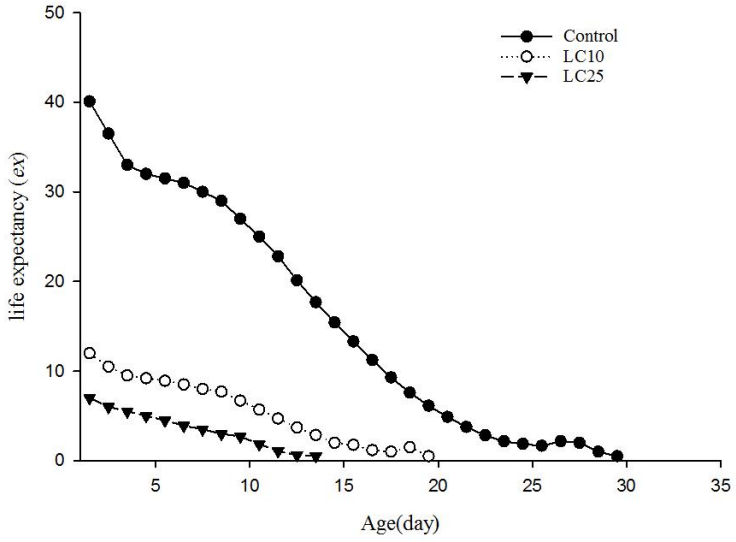
www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۳- زایش ویژه سنی (l_xm_x) شته خردل، *Lipaphis erysimi* در تیمار شاهد و غلظت‌های زیرکشنده تیمار فلوپیرادیفورن در شرایط آزمایشگاهی

Figure 3. Age-specific maternity (l_xm_x) of *Lipaphis erysimi* in control treatment and sublethal concentrations of flupyradifurone under laboratory conditions



شکل ۴- امید به زندگی (e_x) شته خردل، *Lipaphis erysimi* در تیمار شاهد و غلظت‌های زیرکشنده تیمار فلوپیرادیفورن در شرایط آزمایشگاهی

Figure 4. Life expectancy (e_x) of *Lipaphis erysimi* in control treatment and sublethal concentrations of flupyradifurone under laboratory conditions

www.SID.ir

Archive of SID

اثرات زیرکشندگی حشره‌کش فلوپیرادیفورون بر فراسنجه‌های جمعیت و تولید مثل شته خردل *L. erysimi*

نتایج مقایسه میانگین فراسنجه‌های جدول باروری شته خردل تیمار شده با غلظت‌های زیرکشنده سم فلوپیرادیفورون و تیمار شاهد در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳- نتایج مقایسه میانگین فراسنجه‌های جدول باروری (جمعیت و تولید مثل) شته خردل، *Lipaphis erysimi*

Table 3. Mean comparison results of fertility life table parameters (population and reproduction) of mustard aphid, *Lipaphis erysimi*

Parameter of fertility life table	Control	LC_{10}	LC_{25}
Gross rate reproduction *(GRR)* (Female/female/generation)	42.41 ± 0.15 a	21.35 ± 0.58 b	9.26 ± 0.02 c
Net rate reproduction (R_0) (Female/female/generation)	42.41 ± 0.15 a	21.25 ± 0.05 b	8.49 ± 0.01 c
Intrinsic rate of natural increase *(r)* (Female/female/day)	0.34 ± 0.00 a	0.30 ± 0.00 b	0.23 ± 0.00 c
Finite rate of increase (λ) (Female/female/day)	1.41 ± 0.00 a	1.36 ± 0.00 b	1.27 ± 0.00 c
Mean generation time *(T)* (day)	10.84 ± 0.12 a	9.98 ± 0.20 b	9.00 ± 0.19 c
Doubling time (*DT*) (day)	0.49± 0.00c	0.50±0.00b	0.54±0.00a
Intrinsic birth rate (*b*) (Female/female/day)	3.96±0.00a	2.86±0.00b	1.78±0.00c
Intrinsic death rate (*d*) (Femele/female/day)	3.61±0.01a	2.55±0.01b	1.54±0.00c

Means followed by a different letter within a row are significantly different (by using HSD Tukey test, P<0.01)

مقایسه میانگین‌های نرخ خالص تولیدمثل (R_0) تیمارها نشان داد که با افزایش غلظت، نرخ خالص کاهش می‌یابد؛ به طوری که میزان آن در غلظت LC_{25} تقریباً نصف غلظت LC_{10} شد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) معیاری برای سنجش پتانسیل تولیدمثل شته تحت تاثیر عوامل مختلف می‌باشد (Walthall and Stark, 1997). مقدار r برای تیمار شاهد ۰/۳۴ ماده به ازای ماده در روز بود و با افزایش غلظت حشره‌کش از میزان نرخ ذاتی رشد کاسته شد. بنابراین، حشره‌کش فلوپیرادیفورون در غلظت‌های زیرکشنده روی استعداد یا نرخ ذاتی رشد شته خردل تاثیر داشته است. در نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، مقایسه میانگین تیمارها حاکی از آن است که تیمار شاهد با مقدار ۱/۴۱ ماده به ازای ماده در روز بیشترین نرخ و تیمارهای LC_{10} و LC_{25} به ترتیب کمترین نرخ را دارا هستند. بیشترین وکمترین مقدار متوسط زمان یک نسل (*T*) به ترتیب در تیمار شاهد و غلظت LC_{25}، به میزان ۱۰/۸۴ و۹/۰۰ روز مشاهده شد. در نتیجه، متوسط مدت زمان یک نسل که نشانگر میانگین زمانی است که در طول آن نتاج تولید شده‌اند، تحت تاثیر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورن کاهش یافت، همچنین بیشترین مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (*DT*) در غلظت LC_{25}، ۰/۵۴ روز و کمترین، در تیمار شاهد به مقدار ۰/۴۹ روز بود. بنابراین، افزایش غلظت حشره‌کش باعث افزایش مدت این دوره شد.

مقایسه میانگین هشت فراسنجه جدول باروری تیمارها نشان داد که تمام فراسنجه‌ها در تیمارهای LC_{10}، LC_{25} و شاهد اختلاف معنی‌داری با هم داشته و در سه گروه جداگانه قرار گرفتند (P =۰/۰۰۰۱).

www.SID.ir

Archive of SID

بحث

در این تحقیق، آزمایش‌های زیست‌سنجی و جدول زندگی با استفاده از حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته خردل انجام شد. میزان LC_{50} حشره‌کش‌های مختلف روی شته خردل در پژوهش‌های دیگر مورد بررسی قرار گرفته است؛ از جمله آزمایش رضایی که میزان LC_{50} حشره کش تیامتوکسام و پریمیکارپ را روی شته خردل ۲۶/۵ و ۳۳/۵۴ میلی‌گرم بر لیتر به‌دست آورد (Rezaei, 2014) و همچنین پژوهشی در کراچی هند، که میزان LC_{50} را برای آفت‌کش‌های آبامکتین، لامباداسای هالوترین، استامی‌پراید، ایمیدوکلروپراید، کلروپیروفوس و بیفنترین روی شته خردل به ترتیب ۰/۶۳، ۰/۵۷، ۰/۸۲، ۰/۶۷، ۱/۷۴ و ۲ پی‌پی‌ام محاسبه نمودند (Ujjan *et al*., 2014). این نتایج نشان می‌دهد سمیت حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته خردل بیشتر از حشره‌کش‌های دیگر است. در تحقیقات فوق، آزمایش‌های زیست‌سنجی بر اساس غوطه‌وری برگ و یا پاشش سم روی برگ انجام شده است، ولی در این تحقیق روش پارافیلم مورد استفاده قرار گرفته است بنابراین ممکن است روی نتایج به‌دست‌آمده موثر باشد. بررسی اثرات زیرکشنده حشره‌کش‌ها برای ارزیابی اثر حشره‌کش در کنترل آفت و تاثیر آن بر موجودات غیر هدف مهم است (Biondi *et al*, 2012). بررسی‌های ما در زمینه تاثیر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته خردل نشان می‌دهد این حشره‌کش ویژگی‌های زیستی و فراسنجه‌های جدول زندگی شته خردل مانند نرخ خالص تولید مثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و طول دوره یک نسل را به‌طور معنی‌داری کاهش و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت را افزایش داد. اگر چه تاثیر غلظت‌های زیرکشنده این حشره‌کش روی شته خردل برای اولین‌بار در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته، اما تحقیقات بسیاری در مورد تاثیر غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش‌های گوناگون روی شته‌ها انجام گرفته است. طاهری و همکاران طی آزمایش غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش تیاکلوپراید LC_{10}: ۵۸/۸ ppm و ppm LC_{25}: ۲۲/۰۵ روی شته مومی *Brevicoryne brassicae* (L.) نتیجه گرفتند که میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت، مدت زمان طول نسل، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت و میانگین پوره‌های تولید شده توسط هر ماده، تحت تاثیر غلظت زیرکشنده تیاکلوپراید کاهش می‌یابد (Taheri *et al*., 2014) . اثر غلظت زیرکشنده (LC_{30}) حشره‌کش‌های ایمیداکلوپرید (۱۰$^{-5}$× ۰/۶۸ mol/L) و پی‌متروزین (۱۰$^{-4}$×۰/۶۹ mol/L) نیز روی همین شته آزمایش شده و نتایج نشان داد که این دو حشره‌کش نیز در غلظت‌های زیرکشنده روی نرخ ذاتی افزایش جمعیت و میانگین طول مدت نسل و زمان دو برابر شدن جمعیت تاثیر داشته و آن‌ها را کاهش می‌دهند (Lashkari *et al*., 2007). لئوناردو و همکاران گزارش دادند که غلظت‌های زیرکشنده (LC_{25}) حشره‌کش‌های تیامتوکسام و ایمیداکلوپرید باعث کاهش ظرفیت تولیدمثل و زنده‌مانی شته سویا *Aphis glycines* (Matsumura) می‌شود و فراسنجه‌های نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت را به طور معنی‌داری کاهش می‌دهد (Leonardo *et al*., 2008) و همچنین غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش مالاتیون روی این شته نیز باعث کاهش نرخ خالص تولیدمثل، نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ متناهی افزایش جمعیت شد (Li *et al*., 2014). بر اساس بررسی‌های لی و همکاران، غلظت‌های زیرکشنده حشره‌کش ایمیداکلوپرید (LC_{10}, LC_{20}, LC_{25}) روی شته *R. padi* سبب کاهش زنده‌مانی پوره‌ها، کاهش نرخ رشد جمعیت و افزایش مدت زمان رشد بعضی از مراحل رشدی می‌شود و در هر سه غلظت، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولیدمثل، کاهش داشته است (Li *et al*., 2018). خواجه‌زاده و همکاران، میانگین طول عمر شته بالغ، طول عمر یک شته، تعداد نتاج و دوره تولیدمثلی شته خردل را به ترتیب ۱۸/۴۲، ۲۶/۰۷، ۴۳/۵ و ۸/۵ گزارش دادند که با تحقیقات حاضر در تیمار شاهد تا حدی مطابقت دارد (Khajehzadeh *et al*., 2010). تحقیقی در پاکستان، میانگین طول عمر شته بالغ خردل را روی پنج رقم مختلف خانواده کلمیان به نام‌های Kohlrabi، cabbage، Ornamental cabbage، Cabbage

www.SID.ir

Archive of SID

Chinese و Bak choi به ترتیب ۱۲/۵۹، ۱۵/۳۹، ۱۷/۶۲، ۱۲/۲ و ۱۲/۰۸ به‌دست‌آوردند (Qayyum *et al.*, 2018) که این اختلاف با پژوهش حاضر می‌تواند مربوط به شرایط آزمایش و نوع رقمی که شته خردل بر روی آن پرورش یافته، باشد (Durmusoglu *et al.*, 2015; Qayyom *et a.l*, 2018). در چین طول عمر شته بالغ، طول عمر شته و طول دوره تولید مثلی شته سبز هلو را در غلظت زیرکشنده LC_{25} حشره‌کش فلوپیرادیفورون و تیمار شاهد مورد آزمایش قرار داده و مقادیر آن را برای غلظت زیرکشنده LC_{25} در نسل دوم به ترتیب ۱۲/۰۷، ۱۷/۰۰، ۹/۹۸ روز و برای تیمار شاهد به ترتیب ۱۴/۹۶، ۱۸/۷۲، ۱۲/۲۹ روز محاسبه کردند (Tang *et al.*, 2019). این نتایج نشان می‌دهد که حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی شته سبز هلو نیز تاثیر داشته و ویژگی‌های زیستی آن را در نسل دوم نسبت به تیمار شاهد تا حدی کاهش داده است، که نتایج این تحقیق با یافته‌های پژوهش حاضر مطابقت دارد. در بررسی‌های تقی زاده مقدار r شته خردل روی ارقام مختلف کلزا، ناتالی، نپتون، دانوب و اوکاپی به ترتیب ۰/۳۰، ۰/۲۶، ۰/۲۳ و ۰/۲۱ ماده به ازای ماده روز به‌دست‌آمد (Taghizadeh, 2019) که مقدار r شته خردل روی رقم ناتالی به مقدار r شته خردل مورد آزمایش روی رقم هایولا ۵۰ در تیمار شاهد نزدیک بود. حسینی و همکاران، طی بررسی‌های خود، روی شته خردل مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت را در تیمار شاهد ۰/۳۴ ماده به ازای ماده روز و مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت را ۱/۴۲ ماده به ازای ماده روز محاسبه کردند (Hosseini *et al.*, 2013) که با یافته‌های تحقیق حاضر در تیمار شاهد به طور کامل مطابقت دارد. در تحقیقی دیگر، میزان r برای شته خردل روی میزبان *Brassica oleracea* (L.) در دماهای مختلف ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ درجه سلسیوس با رطوبت نسبی ۷۰ درصد و دوره روشنایی ۱۴ ساعت به ترتیب ۰/۰۶، ۰/۲۴، ۰/۲۸ و ۰/۲۳، میزان نرخ متناهی افزایش جمعیت ۱/۰۶، ۱/۲۷، ۱/۳۳ و ۱/۲۵ و میزان مدت زمان دو برابر شدن جمعیت ۱۱/۵۵، ۲/۸۰، ۲/۴۸ و ۳/۰۱ روز محاسبه شد (Karlla *et al.*, 2002). اختلاف میزان فراسنجه‌های به‌دست آمده در این تحقیق با پژوهش حاضر ممکن است مربوط به میزبان متفاوت و شرایط آزمایشگاهی باشد (Durmusoglu *et al.*, 2015; Qayyom *et a.l*, 2018). با توجه به نتایج به‌دست‌آمده در این پژوهش و از آنجا که کم‌خطر بودن حشره‌کش فلوپیرادیفورون روی بندپایان غیرهدف در منابع گزارش شده است (Nauen *et al.*, 2015; Cropscience.bayer, 2019)، در صورت انجام آزمایش‌های تکمیلی توسط سازمان حفظ نباتات و ثبت در فهرست سموم مجاز این حشره‌کش می‌تواند گزینه مناسبی برای مدیریت تلفیقی شته خردل در مزارع کلزا باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان از حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه شاهد در اجرای این طرح به عنوان پایان نامه دانشجوی کارشناسی ارشد تشکر و قدردانی می‌نمایند.

References

Adachi- Hagimori, T. and Shibao, M. 2010. Control of *Myzus persicae* and *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) by adults and larvae of a flightless strain of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) on non-heading Brassica cultivars in the greenhouse. **Biocontrol** 56(2): 207-213.

Ayyanath, M. M. 2013. Effect of sublethal concentrations of imidacloprid and precocene on green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae): A study of hormesis at the gene, individual and population level. PhD. thesis, University of Guelph.

Azizi, M., Soltani, A.and Khavari Khorasani, S. 2008. Canola (physiology, agronomy, breeding and biotechnology). Jihad University of Mashhad Press.230p. (In Farsi)

Bakhetia, D. R. C. 1984. Chemical control of *Lipaphis erysimi* (Kalt.) on rapeseed and mustard crop in Punjab. **Journal of Research Punjab Agriculture University** 21: 63-75.

Biondi, A., Desneux, N., Siscaro, G. and Zappalà, L. 2012. Using organic-certified rather than synthetic pesticides may not be safer for biological control agents: selectivity and side effects of 14 pesticides on the predator *Orius laevigatus*. **Chemosphere** 87(7): 803–812.

www.SID.ir

Archive of SID

Blackman, R. L. and Eastop, V. F. 1984. Aphids on the world's crops: An identification and information guide. John Wiley and Sons: Chi Chester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore. 466 p.

Chi, H. 1990. Timing of control based on the stage structure of pest populations: a simulation approach. **Journal of Economic Entomology** 83: 1143-1150.

Chi, H. and Liu, H. 1985. Two new methods for the study of insect population ecology. **Bulletin of the Institute of Zoology, Academia Sinica** 24(2): 225-240.

Choudhury, S. and Pal, S. 2005. Efficacy of some newer insecticide against mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. **Shashpa** 12(2): 125-126.

Cropscience, Bayer. 2019. Sivanto®, from http://www.cropscience. bayer.us

Dotasara, S. K., Agrawal, N., Singh, N. and Swami, D. 2017. Efficacy of some newer insecticides against mustard aphid *Lipaphis erysimi* Kalt. in cauliflower. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 5(2): 654-656.

Durmusoglu, E., Hatipoglu, A., Gurkan, M. and Moores, G. 2015. Comparison of different bioassay methods for determining insecticide resistance in European Grapevine Moth, *Lobesia botrana* (Denis & Schiffermüller) (Lepidoptera: Tortricidae). **Turkish Journal of Entomology** 39(3): 271-276.

Goodman, D. 1982. Optimal life histories, optimal notation, and the value of reproductive value. The **American Naturalist** 119(6): 803-823.

Hosseini, M., Ghorbani, R., Nasiri Mahallati, M. and Falahatpour, F. 2013. Effect of nitrogen fertilizer in canola on biology parameters and population fluctuations of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Hem: Aphididae). **Plant Pest Research** 3(4): 27-39. (In Farsi)

Juan-Juan, X., Wen-xin, Y., Xiao-qing, Y., Jun-ping, G., Xi-wu, G. and Xiao-peng, Z. 2019. Sublethal effects of sulfoxaflor on the fitness of two species of wheat aphids, *Sitobion avenae* (F.) and *Rhopalosiphum padi* (L.). **Journal of Integrative Agriculture** 18(7): 1613–1623.

Karlla. B., Godoy, E. and Francisco, J. 2002. Age-Specific life tables of *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hemiptera: Aphididae) under laboratory and field conditions. **Neotropical Entomology** 31(1): 041-048.

Kerns, D. L., Yuma, A. Z., Stewart, S. D., Raymond, M. S. and McKenzie, C. L. 1998. Sublethal effects of insecticides on cotton aphid reproduction. Reprinted from the Proceedings of the Beltwide Cotton Conference Volume 2:1067-1073.

Khajehzadeh, Y., Malekeshi, H. and Keyhanian, A. 2010. Population fluctuations of canola aphid, biology of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. and efficiency of natural enemies on canola field in Khuzestan province. **Journal of Plant Protection Sciences of Iran** 31(1): 165-178. (In Farsi)

Lammerink, J., Banfield, R. A. 1980. Effect of aphid control by disulfoton on seed yield components and seed quality of oilseed rape. **New Zealand Journal of Experimental Agriculture** 8: 45-48.

Lashkari, M. R., Sahragard. A. and Ghadamyari, M. 2007. Sublethal effects of imidacloprid and pymetrozine on population growth parameters of cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* on rapeseed, *Brassica napus* L. **Insect Science** 14: 207-212.

Leonardo, C. M., Tomas, C. H. and Blair, D. S. 2008. Development of methods to evaluate susceptibility of soybean aphid to imidacloprid and thiamethoxam at lethal and sublethal concentrations. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 128(2): 330-336.

Li, W., Lu, Z., Li, L., Dong, S., Men, X. and Ye, B. 2018. Sublethal effects of imidacloprid on the performance of the bird cherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi*. **PLOS ONE** 13(9): e0204097.

Li, J., Xiao, D., Gao, X. and Song, D. 2014. Sublethal effects of malathion on biological traits and life table parameters of the soybean aphid, *Aphis glycines* (Matsumura). **Chinese Journal of Pesticide Science,** (2): 119-124.

Mandal, D., Bhowmik, P. and Chatterjee, M. L. 2012. Evaluation of new and conventional insecticides for the management of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* Kalt. (Homoptera: Aphididae) on rapeseed (*Brassica juncea* L.). **Journal of Plant Protection Sciences** 4(2): 37-42.

Mardani, A. 2012. Sublethal effect of proteus and pymetrozine insecticides on life table parameters of *Lysiphlebus fabarum* (Marshall). M.Sc. thesis, Entomology, Faculty of Agriculture, University of Tehran. (In Farsi)

Meyer, J. S., Igersoll, C. G., MacDonald, L. L. and Boyce, M. S. 1986. Estimating uncertainty in

www.SID.ir

Archive of SID

population growth rates: Jackknife vs. Bootstrap techniques. **Ecology** 67: 1156-1166.

Mittler, T. E. and Dadd, R. H. 1963. Studies on the artificial feeding of the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) I. Relative uptake of water and sucrose solutions. **Journal of Insect Physiology** 9(5): 623-645.

Mohajer, A. 2018. Status of planting of canola in Iran, http://www.iribnews.ir. (In Farsi)

Nauen, R, Jeschke, P., Velten. R, Beck, M.E., Ebbinghaus- Kintscher, U., Thielert, W. Wolfel, K., Haas, M., Kunz, K. and Raupach, G. 2015. Flupyradifurone: a brief profile of a new butenolide insecticide. **Pest Management Science** 71:850–862.

Patel, Sh., Yadav, S. K. and Singh, Ch. 2017. Bio-efficacy of insecticides against *Lipaphis erysimi* (Kalt.) in mustard ecosystem. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 5(2): 1247-1250.

Qayyum, A., Aziz, M., Iftikhar, A., Hafeez, F. and Atlihan, R. 2018. Demographic parameters of *Lipaphis erysimi* (Hemiptera: Aphididae) on different cultivars of *Brassica* vegetables. **Journal of Economic Entomology** 111(4): 2001.

Rasool Khan, R., Rasool, I., Ahmed, S., Ovideo, A., Arshad, A. and Zia, Kh. 2012. Individual and combined efficacy of different insecticides against *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hem.: Aphididae). **Pakistan Entomologist** 34(2): 157-160.

Rezaei, N. 2014. Effect of two insecticides on biology parameters of mustard aphid, *Lipapis erysimi* (Kalt) and its parasitoid wasp *Diaeretiella rapae* (M'Intosh) and mechanism of the insecticides on metabolism of energy. Ph.D. thesis, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University. (In Farsi)

Sial, M., Zhao, Z., Zhang, L., Zhang, Y., Mao, L. and Jiang, H. 2018. Evaluation of insecticides induced hormesis on the demographic parameters of *Myzus persicae* and expression changes of metabolic resistance detoxification genes. **Scientific Report** (8):16601.

Singhvi, S., Verma, N. and Yadava, T. 1973. Estimation of losses in rapeseed (*B. compestris* L. var. toria) and mustard (*B. juncea* Cross) due to mustard. **Haryana Agricultural University** 3: 5-7.

Taghizadeh, R. 2019. Comparative life table of mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kaltenbach) (Hemiptera: Aphididae) on canola cultivars. **Journal of Agricultural Science and Technology** 21(3): 627-636.

Taheri, M., Safavi, A. 2014. Population growth parameters of the cabbage aphid, *Brevicoryne brassicae* (L.) (Hemiptera: Aphididae), exposed to sublethal doses of thiacloprid. **Phytopathology and Plant Protection** 47(4): 464-471.

Tang, Q., Ma, K., Chi, H., Hou, Y. and Gao, X. 2019. Transgenerational hermetic effects of sublethal dose of flupyradifurone on the green peach aphid, *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **PLOS ONE** 14(1): e0208058.

Ujjan, A. A., Khanzadeh, M. and Shahzad, S. 2014. Insecticide and papaya leaf extract toxicity to mustard aphid (*Lipaphis erysimi* Kalt.). **Journal of Agri-Food and Applied Sciences** 2(2): 45-48.

Walthall, W.K. and Stark, J.D. 1997. Comparison of two population-level ecotoxicological endpoints: the intrinsic (r_m) and instantaneous (r) rates of increase. **Environmental Toxicology and Chemistry** 16(5): 1068–1073.

Wennergen, U. and Stark, J. D. 2000. Modeling long-term effects of pesticides on population: beyond just counting dead animals. **Ecology and Application** 10: 295-302.

Yue, B. and Liu, X. 2000. Host selection, development, survival, and reproduction of turnip aphid (Hem.: Aphididae) on green and red cabbage varieties. **Journal of Economic Entomology** 93(4): 1308-1314.

Zuo, Y., Wang, K., Lin, F., Li, Y. and Peng, X. 2016. Sublethal effects of indoxacarb and beta-cypermethrin on *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae) under laboratory conditions. **Florida Entomologist** 99(3): 445-450.

www.SID.ir

Archive of SID

Plant Pest Research
2020-10 (1): 55-68

Sublethal effects of flupyradifurone insecticide on the life table parameters of the mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt)

S. Hosseini, H. Abbasipour, A. Askarianzadeh* and A. Noroozi
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Shahed University, Tehran, Iran

(Received: April 6, 2020- Accepted: June 15, 2020)

Abstract

Canola is cultivated as an oil seed plant all over around the world. The mustard aphid, *Lipaphis erysimi* (Kalt.) (Hem.: Aphididae) is one of the most important canola pests. In this study, the lethal and sublethal effects of flupyradifurone were evaluated on biological characteristics and life table parameters of the mustard aphid. The experiments were carried out at 20±2ºC, 65±5% RH and 16L: 8D photoperiods. The life table parameters of *L. erysimi* were calculated using Carey's life table method. The LC_{50}, LC_{25}, and LC_{10} values of the flupyradifurone insecticide were 0.385, 0.093, and 0.026 mg/L, respectively. The intrinsic rate of increase (r= 0.34, 0.30, and 0.23 Female/female/day), finite rate of increase (λ= 1.41, 1.36, and 1.27 Female/female/day), mean generation time (T= 10.84, 9.98, and 9.00 d) and doubling time (DT= 0.49, 0.50, and 0.54 d) were calculated in control, LC_{10}, and LC_{25} treatments, respectively. The highest rates of reproduction and population growth rates of the mustard aphid, *L. erysimi* population were related to control, LC_{10}, and LC_{25} treatments, respectively. Experiments showed that the sublethal effects of flupyradifurone significantly reduced gross rate reproduction, intrinsic rate of increase, finite rate of increase and mean generation time and increased doubling time of mustard aphid. Therefore, according to the results of this study, the insecticide flupyradifurone has a good potential in controlling mustard aphids in lethal and sub-lethal concentrations.

Key words: Mustard aphid, sublethal dose, life table, flupyradifurone

* Corresponding author: askarianzadeh@shahed.ac.ir

www.SID.ir