تحقیقات آفات گیاهی
۸۸-۷۷ :(۳)۱۰ -۱۳۹۹

علمی پژوهشی

کارایی چند حشره‌کش در کنترل لارو و حشره کامل سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica* در شرایط مزرعه

واحد رحیمی آرنائی و سیّدعلی صفوی*
گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران.

(تاریخ دریافت: ۹۹/۴/۱۷ تاریخ پذیرش: ۹۹/۸/۷)

چکیده

سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica* Gyllenhal مهم‌ترین آفت مزارع یونجه در ایران است. خسارت عمده آن مربوط به مرحله لاروی با تغذیه از برگ‌های گیاه به ویژه در چین اول است. در این تحقیق، میزان تلفات لاروها و حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه و کاهش خسارت روی برگ‌های گیاه با استفاده از چند حشره‌کش ترکیبی و گیاهی شامل لوفنورون+امامکتین بنزوات (پروکلیم‌فیت®)، لوفنورون+فنوکسی‌کارب (لوفوکس®)، تیاکلوپرید+دلتامترین (پروتئوس®) و آزادیراختین (نیم‌آزال®) با غلظت‌های توصیه شده ارزیابی شد. تعداد لاروها و حشرات کامل و تعداد برگ‌های خورده شده یک روز قبل از سمپاشی (شاهد) و روزهای ۱، ۳، ۷ و ۱۵ روز پس از سمپاشی مورد بررسی قرار گرفت. این آزمون‌ها به صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار در بهار سال ۱۳۹۶ در نزدیکی شهرستان نقده انجام گرفت. نتایج نشان داد که کارایی حشره‌کش‌های مورد استفاده با شاهد اختلاف معنی‌داری داشت. پانزده روز پس از سمپاشی حشره‌کش‌های لوفنورون + امامکتین بنزوات و فنوکسی‌کارب+لوفنورون با بیش از ۹۵ درصد تلفات نسبت به حشره‌کش‌های دیگر، کشندگی بیشتری روی لاروها داشتند. فنوکسی‌کارب+لوفنورون همراه با لوفنورون+امامکتین بنزوات و آزادیراختین موجب مرگ و میر بیشتری در حشرات کامل سرخرطومی یونجه شدند. درصد خسارت لاروها و حشرات کامل سرخرطومی ۱۵ روز پس از سمپاشی، در تیمارهای آزادیراختین، لوفنورون+امامکتین بنزوات و فنوکسی‌کارب + لوفنورون اختلاف آماری معنی‌داری نداشت. با در نظر گرفتن اهمیت اقتصادی لاروها به ویژه در چین اول یونجه و نتایج درصد تلفات و درصد خسارت در تیمارهای مختلف، می‌توان آزادیراختین را گزینه مناسب‌تری برای کنترل خسارت سرخرطومی برگ یونجه پیشنهاد نمود.

واژه‌های کلیدی: پروکلیم‌فیت®، لوفوکس®، پروتئوس®، نیم آزال®، سرخرطومی برگ یونجه

* نویسنده مسئول: a.safavi@urmia.ac.ir

مقدمه

سطح زیر کشت یونجه (*Medicago sativa* L.) در ایران در سال ۱۳۹۶ بیش از ۶۵۰ هزار هکتار بوده که تولیدی معادل ۶/۳۵ میلیون تن یونجه خشک را داشته است که استان آذربایجان غربی رتبه دوم تولید یونجه در کشور را به خود اختصاص داده است (آمارنامه کشاورزی، ۱۳۹۸). این گیاه برای احشام بسیار خوش‌خوراک و به خاطر داشتن پروتئین خام (٪۲۵-۱۶)، فیبر (٪۳۰-۲۰)، مواد معدنی و ویتامین‌ها مغذی است (Babu *et al.*, 2014). همچنین کشت این گیاه در تهویه خاک، تثبیت نیتروژن و مواد آلی خاک، بهبود خاک در قالب تناوب زراعی نقش بسزایی دارد (Pierzynski *et al.*, 2005). یونجه گیاهی چندساله است و به دو صورت علوفه سبز و خشک در تامین نیاز دام‌ها برای تولید لبنیات و گوشت در صنعت دامپروری استفاده می‌شود (کریمی، ۱۳۷۹). سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica* Gyll. (Col.: Curculionidae) آفت مهم یونجه‌کاری‌ها در بیشتر نقاط ایران و جهان است. هم لاروها و هم حشرات کامل به ساقه‌ها و جوانه‌های انتهایی خسارت زده و باعث تضعیف گیاه و تاخیر رشد آن می‌شوند (Blodgett and Lenssen, 2004). با این حال، خسارت عمده در مرحله لاروی است (Pitre, 1969; Reddy *et al.*, 2016) و در آلودگی‌های شدید باعث بی‌برگی و از بین رفتن چین اول یونجه می‌شود (Blodgett and Lenssen, 2004). علاوه بر چین اول، تغذیه این آفت موجب کاهش کیفیت و مقدار محصول در چین‌های بعدی نیز می‌شود (Fick and Liu, 1976; Karar *et al.*, 2017). در ایران به طور متوسط حدود یک میلیون و دویست هزار تن علوفه خشک در چین اول تنها به وسیله این آفت از بین می‌رود که از لحاظ اقتصادی حدود ۳۳ درصد محصول یونجه است (خانجانی و پورمیرزا، ۱۳۸۳). روش‌های مختلفی برای مدیریت جمعیت این آفت در مزارع پیشنهاد شده است. سوزاندن زمستانی (Stringer *et al.*, 1994; Talebi Jahromi *et al.*, 2002) و بهاری یونجه (Schaber and Entz, 1988)، چرانیدن مزارع (کمانگر و حبیبی، ۱۳۸۵)، برداشت زودهنگام محصول (Blodegett *et al.*, 2000) از روش‌های به‌نسبت موثر در کنترل سرخرطومی برگ یونجه است، ولی هیچ‌کدام کنترل مناسب و مطلوبی روی سرخرطومی یونجه نداشته است (Blodegett *et al.*, 2000; Moradi-vajargah *et al.*, 2013). استفاده از ارقام مقاوم (مظاهری لقب و یزدی صمدی، ۱۳۷۳؛ کاکایی و همکاران، ۱۳۹۵) و دشمنان طبیعی از جمله زنبورهای پارازیتوئید (Flanders *et al.*, 1994)، شکارگرها (سعیدی، ۱۳۸۶)، قارچ‌های بیمارگر (Yucel *et al.*, 2018) و باکتری *Bacillus thuringiensis* (Shrestha *et al.*, 2018) از دیگر روش‌های کنترل سرخرطومی برگ یونجه است که با وجود موثر بودن، به تنهایی چندان کاربردی و قاطع نیستند.

کنترل شیمیایی از روش‌های معمول در کنترل سرخرطومی برگ یونجه است که تا کنون برای مدیریت این آفت در مزارع یونجه اعمال می‌شود (Reddy *et al.*, 2016). با این حال، تعداد قابل توجهی از حشره‌کش‌های مورد استفاده برای حشرات گرده‌افشان و سایر حشرات مفید مانند زنبورهای پارازیتوئید مضر هستند (Johansen *et al.*, 1983; Kingsley *et al.*, 1993; Pitts-Singer, 2008). آلودگی‌های زیست محیطی و مخاطرات ناشی از کاربرد وسیع آفت‌کش‌های شیمیایی روی زنبورهای عسل و سایر حشرات مفید مانند پارازیتوییدها و مساله مقاومت به حشره-کش‌ها نیز از مشکلات کاربرد طولانی مدت آنها علیه سرخرطومی برگ یونجه است (Pitts-Singer, 2008; Reddy *et al.*, 2016). بنابراین، ضمن تغییر نوع حشره-کش‌ها، می‌توان میزان مصرف آنها را نیز در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات کاهش داد (Reddy *et al.*, 2016).

لوفنورون + امامکتین بنزوات حشره‌کشی است که به صورت گرانول قابل پخش در آب (50% WG) عرضه می-شود و حاوی دو ماده موثر ۱۰ درصد امامکتین بنزوآت و ۴۰ درصد لوفنورون است. امامکتین بنزوآت از گروه آورمکتین و تشدید کننده گابا در سیستم عصبی است که سبب ممانعت از انقباض ماهیچه‌ها و تغذیه به خصوص در لارو بالپولکداران

حساس می‌شود (Ishaaya *et al.*, 2002). لوفنورون (10.5% EC) یک حشره‌کش هورمونی است و مانع تشکیل کیتین در جلد جدید حشرات حساس می‌شود (Merzendorfer, 2013). فنوکسی‌کارب + لوفنورون از دو ماده مؤثر فنوکسی‌کارب (۷۵ گرم در لیتر) و لوفنوران (۳۰ گرم در لیتر) تشکیل شده است. فنوکسی‌کارب + لوفنورون با دو نحوه اثر تماسی و گوارشی در ایران به منظور مبارزه با پروانه چوبخوار پسته به ثبت رسیده و قادر به کنترل مراحل مختلف زندگی آفت است. میزان مصرف ۱/۵ لیتر در هزار لیتر آب است (نوربخش و صحراییان، ۱۳۹۵). تیاکلوپرید + دلتامترین (11% OD) حشره‌کش سیستمیک و تماسی است که طیف تأثیر وسیعی دارد و بیشتر حشرات مکنده (عسلک پنبه و تریپس پیاز) و تعدادی از حشرات دارای قطعات دهانی جونده (کرم قوزه پنبه) را در محصولات زراعی به خوبی کنترل می‌نماید. مقدار مصرف آن یک لیتر در هکتار است. (نوربخش و صحراییان، ۱۳۹۵). آزادیراختین حشره‌کشی سیستمیک با اثرهای متفاوت روی آفات است. تاثیر اولیه به صورت اختلال در فرایند انتخاب گیاه میزبان از سوی حشره و اثر ثانویه ناشی از ایجاد نارسایی در حرکات لوله گوارش حشره است که موجب خاصیت ضد تغذیه‌ای می‌شود. این حشره‌کش با جلوگیری از تغییر جلد و پوست‌اندازی حشره، موجب مرگ آفت قبل از پوست اندازی می‌شود. آزادیراختین روی بیشتر حشرات مکنده و ساینده، کرم سفید ریشه، نماتودها و همچنین قارچ‌ها موثر است (Tang *et al.*, 2002).

طالبی جهرمی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی مزرعه‌ای کنترل بهاره سرخرطومی برگ یونجه در کرج، حشره‌کش اتریمفوس (اکامت®) ٪۵۰ همراه با سوزاندن بقایای گیاهی را توصیه نمودند. در کنترل مزرعه‌ای این آفت در همدان نیز روش‌های غیرشیمیایی مانند کف‌بر کردن و استفاده از شعله‌افکن به جای کاربرد حشره‌کش اتریمفوس توصیه شده است (خانجانی و پور میرزا، ۱۳۸۳). با این حال، کمانگر و حبیبی (۱۳۸۵) در مقایسه تاثیر چند آفت‌کش میکروبی، گیاهی و شیمیایی، حشره‌کش اتریمفوس را در کاهش جمعیت سرخرطومی برگ یونجه و افزایش عملکرد علوفه موثرتر دانستند. کارایی آزمایشگاهی و مزرعه‌ای حشره‌کش‌های لوفنورون، دینوتفوران و تیامتوکسام علیه سرخرطومی برگ یونجه در حوالی اردبیل نشان‌دهنده کنترل بهتر لوفنورون نسبت به سایر حشره‌کش‌های شیمیایی بود (Moradi-vajargah *et al.*, 2013). با وجود این، استفاده از لوفنورون در مزارع یونجه پاکستان در مقایسه با اسپینوزاد، کلرانترانیلی‌-پرول و متوکسی‌فنوزاید کارایی پایین‌تری در کنترل سرخرطومی برگ یونجه نشان داد (Karar *et al.*, 2017). همچنین، بررسی آزمایشگاهی چند ترکیب تجاری کم‌خطر بر اساس قارچ‌های بیمارگر حشرات، اسپینوزاد و چریش نشان داد که فراورده تجاری بر اساس اسپینوزاد (Entrust WP®) کشندگی بهتری روی لاروهای سرخرطومی برگ یونجه دارد (Reddy *et al.*, 2016).

در این تحقیق، تاثیر مزرعه‌ای چند نوع حشره‌کش به‌نسبت جدید و بعضی از حشره‌کش‌های ترکیبی با چگونگی تاثیر متفاوت روی لارو و حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه ارزیابی شده است. حشره‌کش‌های ترکیبی با کاهش مقادیر هر حشره‌کش و استفاده از اثر ترکیبی آنها بروز مقاومت ناشی از کاربرد حشره‌کش‌های ضربه‌ای و قاطع قدیمی در جمعیت‌ها را به تاخیر می‌اندازند. بنابراین، حشره‌کش‌های امامکتین + لوفنورون با ترکیبی از حشره‌کش‌های عصبی و مختل‌کننده پوست‌اندازی، فنوکسی‌کارب + لوفنورون شامل تقلید کننده هورمون جوانی و مختل‌کننده پوست‌اندازی، دلتامترین + تیاکلوپرید با ترکیب پایروتروئید و شبه‌نیکوتینی و حشره‌کش گیاهی آزادیراختین با اثر گوارشی و فیزیولوژیک، با شیوه تاثیر متفاوت انتخاب شدند تا تفاوت اثر آنها روی زنده‌مانی لاروها و حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه و کاهش خسارت آفت در استان آذربایجان غربی بررسی شده و ترکیب مناسب‌تر توصیه شود.

مواد و روش‌ها

آزمایش در فروردین و اردیبهشت سال ۱۳۹۶ در مزرعه‌ای در حوالی روستای آرنا (″35 ′18 °45 شرقی و

″9 ′0 °37 شمالی) شهرستان نقده واقع در ۹ کیلومتری جاده نقده ـ اشنویه، استان آذربایجان‌غربی اجرا شد. مزرعه مورد نظر به مساحت یک هکتار با یونجه چهار ساله بود. این آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با ۳ تکرار و شاهد برای هر تکرار به منظور بررسی کارایی حشره‌کش-های لوفنورون + امامکتین، تیاکلوپرید + دلتامترین، آزادیراختین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون در کنترل سرخرطومی برگ یونجه در شرایط مزرعه‌ای انجام شد. ابعاد بلوک‌ها ۴۲ متر مربع (۷×۶ متر)، حاشیه بین بلوک‌ها حداقل ۲ متر و فاصله بین بلوک‌ها ۶ متر بود. سایر شرایط داشت و برداشت طبق روش رایج منطقه به صورت یکسان برای تمام مناطق مورد آزمایش انجام شد. در طول دوره آزمایش دمای روز $5^{\circ}C \pm 18$ و شب $4^{\circ}C \pm 7$، رطوبت نسبی ۱۵ ± ۷۰ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی ۱۰ ساعت تاریکی بود.

حشره‌کش‌های مورد ارزیابی

حشره‌کش‌های مورد ارزیابی در این تحقیق و غلظت‌های توصیه شده آنها علیه آفت مذکور با توجه به برچسب این حشره‌کش‌ها به صورت زیر استفاده شد:

۱ـ لوفنورون + امامکتین (Proclaim fit® 50% WG) شرکت سینجنتا، سوئیس: ۱۰۰ گرم در هکتار (۲۰۰ گرم در هزار لیتر آب)

۲ـ فنوکسی کارب + لوفنورون (Lufox® 10.5% EC) شرکت سینجنتا، سوئیس: ۱/۵ لیتر در هکتار (۳ لیتر در هزار لیتر آب)

۳ـ تیاکلوپرید + دلتامترین (Proteus® 11% OD) ساخت شرکت بایر، نیوزیلند: ۱ لیتر در هکتار (۲ لیتر در هزار لیتر آب)

۴ـ آزادیراختین (NeemAzal® 1% EC) ساخت شرکت تریفولیو — ام، آلمان: ۱/۵ لیتر در هکتار (۳ لیتر در هزار لیتر آب)

آب با حجم یکسان با تیمارها برای شاهد در نظر گرفته شد و روی گیاهان پاشیده شد.

روش نمونه‌برداری

در این تحقیق به منظور انجام نمونه‌برداری از جمعیت سرخرطومی برگ یونجه قبل و به فواصل معینی بعد از سمپاشی، از کادرهای مربعی شکل (Hilburn, 1985) به ابعاد ۲۰×۲۰ سانتی‌متری استفاده شد. به این ترتیب که در هر نوبت نمونه‌برداری با حرکت در قطعه‌های مورد نظر، کادرهای مربعی شکل به صورت تصادفی در قسمت‌های مختلف قطعه‌ها انداخته، سپس محتویات درون هر کادر با احتیاط چیده شد (با قطع کردن قسمت بالایی ساقه‌ها و جوانه-های شاداب یونجه که محل استقرار لاروها و حشرات کامل آفت می‌باشند). ساقه‌های موجود در هر کادر روی یک صفحه سفید درون سینی تکان داده شد و تعداد لاروها شمارش و یاداشت شد. در مورد حشرات کامل نیز این کار با احتیاط بیشتری صورت پذیرفت. نمونه‌برداری در ساعات نیمه گرم و آفتابی روزهای بهاری در موقع تغذیه لاروها و حشرات کامل از برگ‌ها و جوانه انتهایی یونجه صورت گرفت. برای برآورد خسارت برگ‌های خسارت دیده، تعداد ۱۰ شاخه یونجه به طور تصادفی و با استفاده از کادر در داخل هر بلوک انتخاب و تعداد برگ سالم و خورده شده شمارش شدند. نمونه‌برداری یک روز قبل از سمپاشی (یک نوبت لارو یک نوبت حشره کامل) و ۲۴، ۴۸، ۷۲ ساعت، یک هفته و ۱۵ روز بعد از سمپاشی به منظور تعیین تعداد لاروها و حشرات کامل زنده سرخرطومی و برگ‌های سالم انجام گرفت.

روش سمپاشی

در عملیات سمپاشی، ۲۰ قطعه زمین هر کدام به مساحت ۴۲ متر مربع به طور تصادفی در مزرعه انتخاب شد، به نحوی که تاثیر هر یک از حشره‌کش‌های مورد آزمایش و شاهد روی چهار قطعه زمین بررسی شد. در فروردین ماه سال ۱۳۹۶ زمانی‌که ارتفاع یونجه به ۲۵ سانتی‌متر رسید، سمپاشی اول علیه لاروها انجام گرفت. حشره‌کش‌های مورد نظر هریک مطابق غلظت توصیه شده روی برچسب قوطی‌های حشره-کش‌ها، توسط سمپاش پشتی کتابی (۲۰ لیتری) ضمن حرکت یکنواخت رو به جلو و با مسیر حرکت نیم‌دایره‌ای نازل به قطعه‌های مورد نظر برای هر حشره‌کش پاشیده شدند.

قطعات شاهد به مقدار مشابه آب‌پاشی شدند. نمونه‌برداری از لاروهای سرخرطومی برگ یونجه، یک روز قبل از سمپاشی و ۱، ۲، ۳، ۷ و ۱۵ روز بعد از سمپاشی انجام پذیرفت. در هر بار نمونه‌برداری در مزرعه، ساقه های یونجه داخل کادر مربعی شکل، روی یک صفحه سفید تکان داده شد و تعداد لاروهای زنده روی هر ساقه شمارش و ثبت شد.

در اردیبهشت ماه سال ۱۳۹۶ زمانی که حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه ظاهر شدند، سمپاشی دوم همانند سمپاشی اول در ۲۰ قطعه ۴۲ متر مربعی انجام شد، به نحوی که اثر هر یک از حشره‌کش‌های مورد آزمایش و شاهد روی ۴ قطعه زمین بررسی شد. زمان و روش نمونه‌برداری‌ها مانند لاروهای سرخرطومی بود و تعداد حشرات کامل زنده روی هر ساقه شمارش و ثبت شد و خسارت برگ‌ها طبق روش ذکر شده بررسی شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

شمارش لاروها و حشرات کامل زنده یک روز قبل از سمپاشی و ۱، ۳،۲، ۷ و ۱۵ روز پس از سمپاشی صورت گرفت. درصد کارایی حشره‌کش‌ها با فرمول هندرسون ــ تیلتون و در هر مورد بر اساس زنده‌مانی لاروها و حشرات کامل در شاهد تصحیح و محاسبه شد (Henderson and Tilton, 1955). در رابطه زیر، Ta تعداد لاروهای زنده در قطعات تیمار به ترتیب قبل و بعد از سمپاشی و Cb و Ca تعداد لاروهای زنده در قطعات شاهد به ترتیب قبل و بعد از آب‌پاشی صورت گرفت.

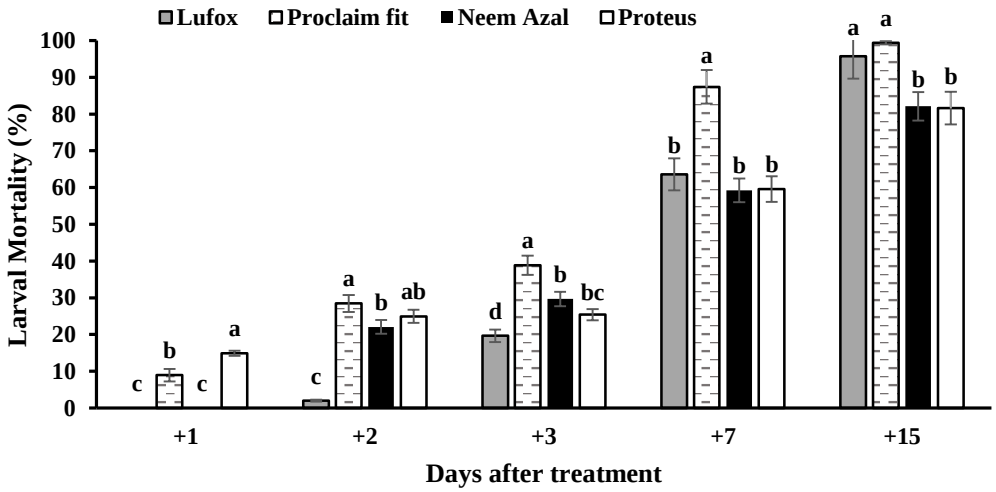
$$\text{درصد تلفات} = \left[1 - \frac{Ta \times Cb}{Tb \times Ca}\right] \times 100$$

همچنین، با شمارش برگ‌های سالم قبل (Cb) و بعد (Ca) از پاشش آب در شاهد و قبل (Tb) و بعد (Ta) از سمپاشی در قطعات تیمار از همین رابطه برای محاسبه درصد خسارت لاروها و حشرات کامل استفاده شد. داده‌های درصد تلفات از طریق تبدیل زاویه نرمال شده و مورد تجزیه واریانس قرار گرفتند. آزمون فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با چهار تیمار (حشره‌کش) در چهار تکرار در پنج نوبت نمونه‌برداری پس از تیمار لارو و حشرات کامل صورت گرفت. تمام محاسبات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS 22 و رسم نمودارها با Ms Excel 2019 انجام پذیرفت. مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون Tukey در سطح آماری یک درصد صورت گرفت.

نتایج

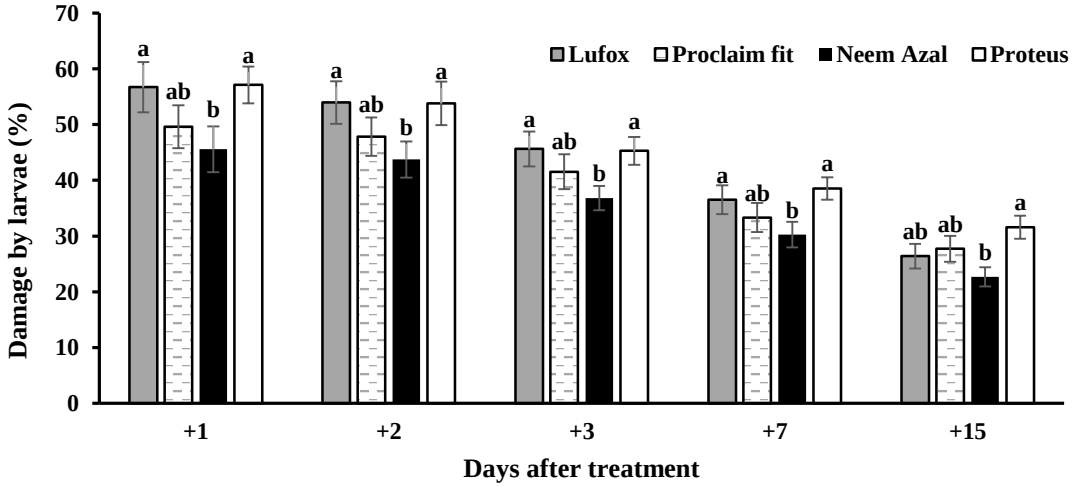
درصد کارایی حشره‌کش‌ها روی لاروهای سرخرطومی برگ یونجه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که حشره‌کش‌های مورد استفاده ($F_{۳,۵۷}$ = ۱۰۲/۱۷ ؛p < ۰/۰۰۱) تاثیر معنی‌داری روی تلفات جمعیت لاروی سرخرطومی یونجه داشت و این تاثیر در زمان‌های مختلف نمونه‌برداری ($F_{۴,۵۷}$ = ۱۰۸/۴۳ ؛p < ۰/۰۰۱) پس از تیمار حشره‌کش‌ها نیز متفاوت بود. کرت‌های آزمایشی تاثیری روی تیمارها نداشتند ($F_{۳,۵۷}$ = ۱۱/۲۴ ؛p < ۰/۰۷۱). نتایج مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون توکی مشخص کرد که در روز اول پس از سمپاشی، تیاکلوپرید + دلتامترین کشندگی بیشتری نسبت به سایر حشره‌کش‌ها داشت و آزادیراختین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون تاثیری در زنده‌مانی لاروها نداشتند. تاثیر لوفنورون + امامکتین در روزهای سوم و هفتم پس از تیمار به طور معنی‌داری بیشتر از بقیه حشره‌کش‌ها بود. پانزده روز پس از سمپاشی حشره‌کش‌های لوفنورون + امامکتین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون با بیش از ۹۵ درصد تلفات نسبت به حشره‌کش‌های دیگر کشندگی بیشتری روی لاروها داشتند. در همین زمان، آزادیراختین و تیاکلوپرید + دلتامترین با حدود ۸۲ درصد تلفات در لاروها در درجه بعدی قرار داشتند (شکل ۱).



شکل ۱ - درصد تلفات (تصحیح شده) لاروهای سرخرطومی برگ یونجه *Hypera postica* در روزهای مختلف پس از سمپاشی با چند حشره‌کش. حروف مشابه در هر روز نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار است (آزمون توکی، $p < 0.01$).

Figure 1. Percent mortality (corrected) of alfalfa weevil *Hypera postica* larvae after varying days of treatment with some insecticides Similar letters in each day show no statistically significant differences (Tukey HSD, $p < 0.01$).



شکل ۲ - درصد خسارت (تصحیح شده) لاروهای سرخرطومی برگ یونجه *Hypera postica* در روزهای مختلف پس از سمپاشی با چند حشره‌کش. حروف مشابه در هر روز نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار است (آزمون توکی، $p < 0.01$).

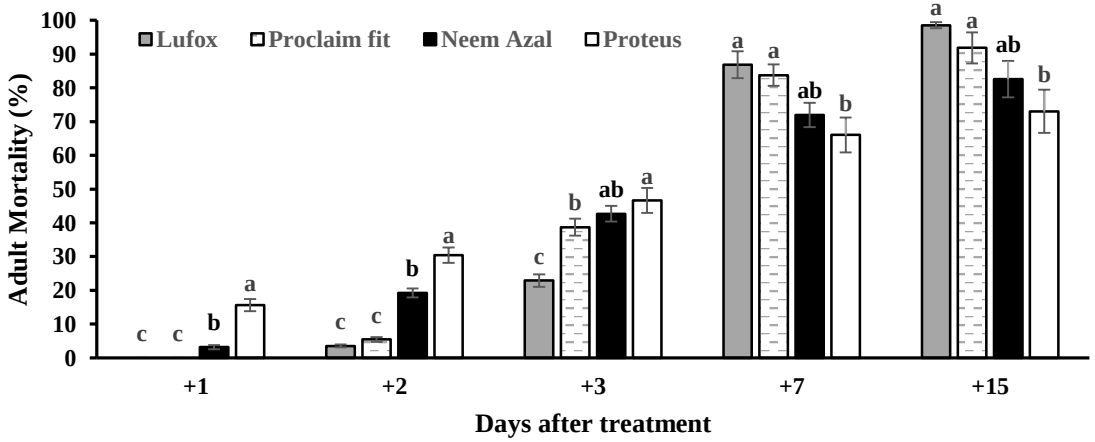
Figure 2. Percent damage (corrected) of alfalfa weevil *Hypera postica* larvae after varying days of treatment with some insecticides Similar letters in each day show no statistically significant differences (Tukey HSD, $p < 0.01$).

درصد کارایی حشره‌کش‌ها روی خسارت لاروهای سرخرطومی در برگ یونجه

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، درصد خسارت لاروها روی برگ‌های یونجه تحت تاثیر نوع حشره‌کش (p < ۰/۰۰۰۱؛ $F_{۳,۵۷}$ = ۸۶/۱۵) و زمان پس از تیمار حشره‌کش‌ها (p < ۰/۰۰۰۱؛ $F_{۴,۵۷}$ = ۱۴۲/۰۳) قرار گرفت، ولی اثر بلوک (کرت‌های آزمایشی) معنی‌دار نبود (p > ۰/۰۳۲؛ $F_{۳,۵۷}$ = ۱۷/۹۸). نتایج آزمون توکی برای مقایسه میانگین درصد خسارت برگ‌ها نشان داد که در روزهای اول تا هفتم پس از سمپاشی کرت‌های تیمار شده با آزادیراختین از نظر آماری، درصد خسارت برگی پایین‌تری نسبت به سایر تیمارها متحمل شدند، هر چند از این نظر اختلاف آماری معنی‌داری با لوفنورون + امامکتین مشاهده نشد. در روز پانزدهم گیاهان تیمار شده با آزادیراختین بدون اختلاف آماری قابل توجه با فنوکسی کارب + لوفنورون و لوفنورون + امامکتین، در مقایسه با شاهد کمتر از ۳۰ درصد متحمل خسارت لاروهای سرخرطومی به برگ‌ها بودند (شکل ۲).

درصد کارایی حشره‌کش‌ها روی حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه

اختلاف آماری معنی‌داری بین حشره‌کش‌های مورد استفاده (p < ۰/۰۰۳۲؛ $F_{۳,۵۷}$ = ۶۷/۳۸) از نظر تاثیر روی زنده‌مانی حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه بر اساس نتایج تجزیه واریانس داده‌ها وجود داشت. از نظر تاثیر حشره-کش‌ها در طول مدت نمونه‌برداری نیز اختلاف معنی‌داری بین تیمارها وجود داشت (p < ۰/۰۰۲۸؛ $F_{۴,۵۷}$ = ۹۳/۲۶). با این حال، کرت‌های آزمایشی تفاوت معنی‌داری نداشتند (p < ۰/۰۷۸؛ $F_{۳,۵۷}$ = ۶/۴۷). بیشترین درصد تلفات حشرات کامل سرخرطومی در روزهای ابتدایی پس از تیمار بوسیله تیاکلوپرید + دلتامترین ایجاد شد. در روزهای هفتم و پانزدهم پس از سمپاشی، فنوکسی‌کارب + لوفنورون بیشترین تاثیر را در زنده‌مانی حشرات کامل سرخرطومی یونجه نشان داد، هر چند اختلاف آماری معنی‌داری با لوفنورون + امامکتین و آزادیراختین نداشت (شکل ۳).

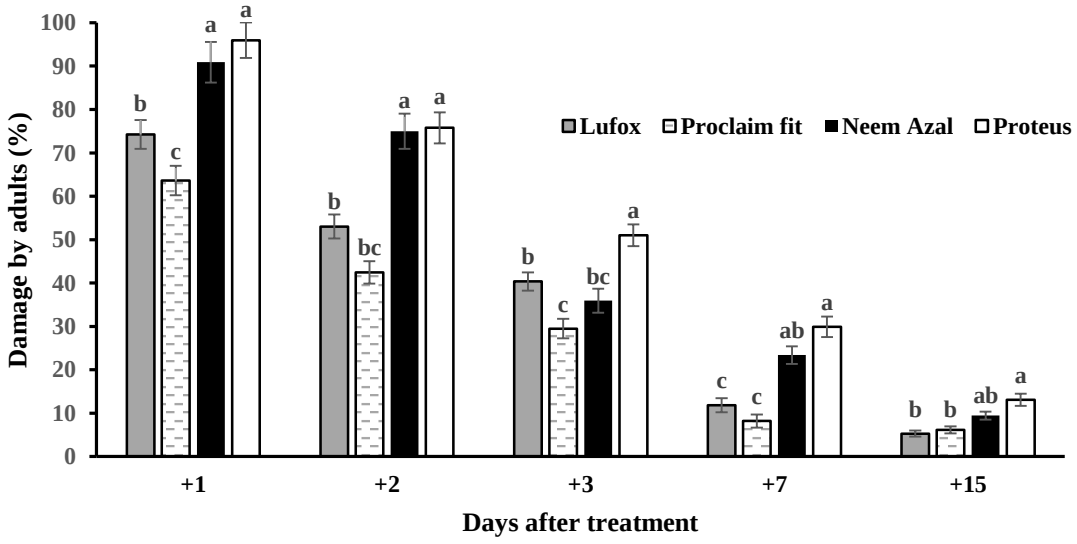


شکل ۳ - درصد تلفات (تصحیح شده) حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه *Hypera postica* در روزهای مختلف پس از سمپاشی با چند حشره‌کش. حروف مشابه در هر روز نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار است (آزمون توکی، $p < 0.01$).

Figure 3. Percent mortality (corrected) of alfalfa weevil *Hypera postica* adults after varying days of treatment with some insecticides Similar letters in each day show no statistically significant differences (Tukey HSD, $p < 0.01$).

تاثیر حشره‌کش‌ها روی درصد خسارت حشرات کامل سرخرطومی در برگ یونجه

تجزیه واریانس داده‌های درصد خسارت حشرات کامل روی برگ‌های یونجه نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمار حشره‌کش‌های مورد استفاده ($F_{۳,۵۷}$ = ۳۸/۵۴ ؛p < ۰/۰۰۷۱) و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری ($F_{۴,۵۷}$ = ۴۸/۴۳ ؛p < ۰/۰۰۵۶) تیمارها بود. اما اثر آماری قابل توجهی در رابطه با بلوک‌ها مشاهده نشد ($F_{۳,۵۷}$ = ۵/۰۸ ؛p < ۰/۱۱۰۷). نتیجه مقایسه میانگین تیمارها حاکی از افزایش درصد برگ‌های سالم با گذشت زمان نمونه‌برداری در تمام تیمارهای حشره‌کش در مقایسه با شاهد بود. در روزهای اول تا هفتم پس از سمپاشی، کرت‌های تیمار شده با آزادیراختین بدون وجود اختلاف معنی‌دار با تیمارهای لوفنورون + امامکتین خسارت کمتری نسبت به شاهد متحمل شدند. روند کم و بیش مشابهی در روز پانزدهم در واحدهای تیمار شده با آزادیراختین، لوفنورون + امامکتین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون مشاهده شد (شکل ۴).



شکل ۴ – درصد خسارت (تصحیح شده) حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه *Hypera postica* در روزهای مختلف پس از سمپاشی با چند حشره‌کش. حروف مشابه در هر روز نشان‌دهنده عدم وجود اختلاف آماری معنی‌دار است (آزمون توکی، $p < 0.01$).

Figure 4. Percent damage (corrected) of alfalfa weevil *Hypera postica* adults after varying days of treatment with some insecticides Similar letters in each day show no statistically significant differences (Tukey HSD, $p < 0.01$).

بحث

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که لاروهای سرخرطومی برگ یونجه در روز نخست پس از سمپاشی تلفات بیشتری را به ترتیب در مواجهه با حشره‌کش تیاکلوپرید + دلتامترین و لوفنورون + امامکتین داشتند و دو حشره‌کش آزادیراختین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون هیچ تلفاتی در این روز نداشتند. به نظر می‌رسد که علت تاثیر سریع تیاکلوپرید + دلتامترین وجود دو ترکیب شبه‌نیکوتینی جدید (تیاکلوپرید) و پایروتروئید (دلتامترین) با تاثیر سریع روی لاروها باشد و علت تاثیر کند فنوکسی‌کارب + لوفنورون ناشی از وجود دو ترکیب مختل‌کننده رشد با تاثیر کندتر نسبت به حشره‌کش‌های قبلی باشد. تاثیر کشندگی فنوکسی‌کارب + لوفنورون به تدریج از روز دوم شروع شد، ولی تا روز هفتم به طور قابل توجهی کمتر از اثر لوفنورون + امامکتین بود. اما ۱۵ روز پس از تیمار اختلاف آماری معنی‌داری در کشندگی آنها روی لاروهای سرخرطومی مشاهده

نشد. دلیل تاثیر کشندگی سریع‌تر لوفنورون + امامکتین وجود امامکتین بنزوات با تاثیر مختل‌کنندگی انتقال پیام‌های عصبی است (اشتری و همکاران، ۱۳۹۷). در مورد تاثیر حشره‌کش‌ها روی حشرات کامل نیز روند کم و بیش مشابهی ثبت شد. کشندگی لوفنورون + امامکتین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون از روز دوم سمپاشی مشاهده شد و در این مدت بیشترین تاثیر کشندگی مربوط به تیاکلوپرید + دلتامترین بود. برعکس، در پایان نمونه‌برداری از زنده‌مانی حشرات کامل در روز پانزدهم، تیاکلوپرید + دلتامترین در مقایسه با دو ترکیب حاوی لوفنورون تلفات کمتری روی حشرات کامل داشت. اما آزادیراختین تفاوت آماری قابل توجهی با این حشره‌کش‌ها نداشت (شکل ۳). در تایید تاثیر مناسب آزادیراختین روی سرخرطومی یونجه، در تحقیقی عصاره گیاهی چریش (*Azadirachta indica*) در مقایسه با عصاره خرزهره و اوکالیپتوس مرگ و میر بیشتری در لاروها (۷۳/۳۳ درصد پس از ۴ روز) و حشرات کامل (۹۶/۶۶ درصد پس از ۸ روز) سرخرطومی برگ یونجه ایجاد کرد (Neima and Mustafa, 2016). با این حال، ردی و همکاران (Reddy *et al.*, 2016) با استفاده از چند ترکیب با منشا بیولوژیک نتیجه‌گیری کردند که فرمولاسیونی از آزادیراختین (Aza-Direct®) سمیت متوسطی نسبت به سایر ترکیبات به ویژه اسپینوساد (Entrust®) روی لاروهای سن دوم سرخرطومی برگ یونجه دارد. همچنین، مرادی واجارگاه و همکاران (Moradi-vajargah *et al.*, 2013) با ارزیابی آزمایشگاهی و مزرعه‌ای سه حشره‌کش دینوتفوران، تیامتوکسام و لوفنورون روی لاروهای سن دوم و حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه، به این نتیجه رسیدند که حشره‌کش لوفنورون در مقایسه با دو حشره‌کش دیگر تاثیر کشندگی بهتری داشت و قابل توصیه بود. در تحقیق حاضر نیز تاثیر مطلوب ترکیبات حشره‌کش حاوی لوفنورون به ویژه چند روز پس از سمپاشی روی تلفات لاروها و حشرات کامل مشهود بود. با این حال، بررسی‌های مزرعه‌ای کرار و همکاران (Karar *et al.*, 2017) نشان داد که لوفنورون نسبت به اسپینوساد، امامکتین بنزوات و بیفنترین سمیت کمتری روی سرخرطومی برگ یونجه داشت. در تحقیق حاضر، حشره‌کش لوفنورون همراه امامکتین (با نام تجاری لوفنورون + امامکتین) و همراه با فنوکسی‌کارب (با نام تجاری لوفوکس®) روی مراحل لارو و حشره کامل سرخرطومی تاثیر کشندگی مطلوبی نشان دادند.

از نظر تاثیر کاربرد حشره‌کش روی کاهش درصد خسارت سرخرطومی روی برگ‌های یونجه تا کنون تحقیق جامعی صورت نگرفته است. نتایج تحقیق حاضر نشان‌دهنده کاهش قابل توجه میزان خسارت لاروها روی برگ‌های یونجه با استفاده از تمام حشره‌کش‌های مورد استفاده در این تحقیق بود (شکل‌های ۳ و ۴). در فاصله یک روز پس از سمپاشی خسارت لاروی در کرت‌های تیمار شده با آزادیراختین و لوفنورون + امامکتین به بیش از پنجاه درصد در مقایسه با شاهد کاهش یافت. در پایان نمونه‌برداری در روز ۱۵، در گیاهان تیمار شده با آزادیراختین بدون اختلاف معنی‌دار با دو ترکیب حشره‌کش لوفنورون + امامکتین و فنوکسی کارب + لوفنورون خسارت برگ‌ها به حدود ۲۵ درصد شاهد کاهش یافت. در تیمار گیاهان علیه حشرات کامل نیز پس از ۱۵ روز غیر از تیاکلوپرید + دلتامترین اختلافی بین سایر تیمارهای حشره‌کش مشاهده نشد و میزان خسارت به محصول به کمتر از ۱۰ درصد تقلیل یافت. با وجود در صد تلفات پایین‌تر در پایان نمونه‌برداری در تیمار حشره‌کش آزادیراختین نسبت به لوفنورون + امامکتین و فنوکسی‌کارب + لوفنورون، درصد خسارت به برگ‌های یونجه در آنها یکسان بود. این امر می‌تواند نشان‌دهنده خصوصیت بازدارندگی تغذیه حشره‌کش آزادیراختین باشد (Tang *et al.*, 2002)،که با وجود زنده‌مانی بالاتر لاروها، خسارت آنها کاهش می‌یابد.

نظر به اینکه خسارت سرخرطومی برگ یونجه به طور عمده مربوط به لاروها و در چین اول محصول است و در مشاهدات میدانی در این بررسی نیز مشهود بود، بنابراین برای نتیجه‌گیری کاربردی‌تر، ضمن توجه به تغییرات جمعیتی حشرات کامل، بهتر است نوسان جمعیت لاروها و میزان خسارت آنها بیشتر مدنظر قرار گیرد. ضمن در نظر گرفتن

درصد مرگ و میر لاروی و به ویژه کاهش درصد خسارت که هدف اصلی در کنترل آفت است، تاثیر سموم استفاده شده در این تحقیق روی دشمنان طبیعی سرخرطومی برگ یونجه هنوز مشخص نیست و باید در تحقیق‌های دیگر بررسی شود. گزارش‌هایی مبنی بر تاثیر نامطلوب لوفنورون + امامکتین (اشتری و همکاران، ۱۳۹۷)، فنوکسی کارب + لوفنورون (Hooshmandi *et al.*, 2015) و تیاکلوپرید + دلتامترین (Jarrahi and Safavi, 2016) روی برخی از دشمنان طبیعی وجود دارد. طبق بعضی از بررسی‌ها، ترکیب تجاری آزادیراختین تاثیر نامطلوب چندانی روی خصوصیات زیستی و کارایی جستجوگری حشرات کامل شکارگرها و پارازیتوئیدها نداشته است (El-Wakeil *et al.*, 2006; Jarrahi and Safavi; 2016). در حال حاضر، می‌توان آزادیراختین را برای کنترل سرخرطومی برگ یونجه توصیه نمود. اما تاثیر سموم مورد استفاده در این تحقیق باید روی دشمنان طبیعی و گرده‌افشان‌ها (که جمعیت بالایی در مزارع یونجه دارند) و سایر آفات در مزارع یونجه مطالعه شده و توصیه نهایی صورت گیرد.

سپاسگزاری

این مقاله با حمایت مالی دانشگاه ارومیه انجام شده است که بدین وسیله قدردانی می‌شود.

References

Agricultural Statistics. 2019. Iran agricultural statistics. Retrieved September 24, 2019. From http://www.agriis.ir/browse/?keyword=alfalfa%20meal.

Ashtari, S., Sabahi, Q. and Talebi-Jahromi, K. 2018. Effects of some insecticides against tomato leaf miner *Tuta absoluta* (Lepidoptera: Gelechiidae) and egg parasitoids *Trichogramma brassicae* and *T. evanescens* (Hym.: Trichogrammatidae). **Iranian Journal of Plant Protection Science** 49(2): 341-351.

Babu, C., Iyanar, K., Velayudham, K. and Kalamani, A. 2014. A high yielding lucerne variety CO_2. **Electronic Journal of Plant Breeding** 5(3): 345-349.

Blodgett, S. L. and Lenssen, A. W. 2004. Distribution of alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) larvae among post cutting locations. **Journal of Economic Entomology** 97: 1319–1322.

Blodgett, S. L., Lensson, A. W. and Cash, S. D. 2000. Harvest with raking for control of alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae). **Journal of Entomology Science** 35: 129-135.

El-Wakeil, N. E., Gaffar, N. M. and Vidal, S. 2006. Side effect of some Neem products on natural enemies of *Helicoverpa* (*Trichogramma* spp.) and *Chrysoperla carnea*. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 39(6): 445-455.

Fick, G. W. and Liu, B. W. Y. 1976. Alfalfa weevil effects on root reserves, development rate, and canopy structure of alfalfa. **Agronomy Journal** 68: 595–599.

Flanders, K. L., Radcliffe, E. B. and Krueger, C. A. 1994. Natural enemies of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Minnesota. **The Great Lakes Entomologist** 27(1): 7-18.

Henderson, C. F. and Tilton, E. W. 1955. Tests with acaricides against the brow wheat mite. **Journal of Economic Entomology** 48:157-161.

Hilburn, D. J. 1985. Population dynamics of overwintering life stages of the alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal). PhD. Thesis. Virginia Polytechnic Institute and State University.

Hooshmandi, M., Alichi, M. and Minaei, K. 2015. Sublethal toxicity of two insect growth regulators on *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) under laboratory conditions. **Archives of Phytopathology and Plant Protection** 48(2): 200-204.

Ishaaya, I., Kontsedalov, S. and Horowitz, A. R. 2002. Emamectin, a novel insecticide for controlling field crop pests. **Pest Management Science** 58: 1091-1095.

Jarrahi, A. and Safavi, S. A. 2016. Parasitism rate of *Habrobracon hebetor* to *Ephestia kuehniella* larvae: residual effect of deltamethrin, fenvalerate and azadirachtin. **Journal of Insect Behavior** 29: 548-556.

Johansen, C. A., Mayer, D. F., Eves, J. D. and Kious, C. W. 1983. Pesticides and bees. **Environmental Entomology** 12: 1513–1518.

Kakaei, M., Mazahery-Lagab, H. and Khanjani, M. 2016. Variability of resistance to alfalfa weevil (*Hypera postica* Gyll.) attack in different alfalfa genotypes in Hamedan condition. **Plant Production Technology** 16(1): 57-67. (in Persian)

Kamangar, S. and Habibi, J. 2006. Evaluation of some methods in control of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Col.: Curculionidae). **Journal of Entomological Society of Iran** 26(1): 1-12. (in Persian)

Karar, H., Khaliq, A., Hussain, A., Husnain, A., Razzaq, A., Abdullah, A. and Akhtar, S. 2017. Relative efficacy of various insecticides against alfalfa weevil, *Hypera postica* G. (Coleoptera: Curculionidae) on Lucerne (*Medicago sativa* L.) crop and elaboration of hazardous effects on predators. **Journal of Entomology and Zoology Studies** 5(3): 1582-1587.

Karimi, H. 2000. Alfalfa. University Publication Center, Tehran. (in Persian)

Khanjani, M. and Pour-mirza, A. A. 2004. A comparison of various control methods of alfalfa weevil, *Hypera postica* (Col.: Curculionidae) in Hamedan. **Journal of Entomological Society of Iran** 24(1): 67-81. (in Persian)

Kingsley, P. C., Bryan, M. D., Day, W. H., Burger, T. L., Dysart, R. J. and Schwalbe, C. P. 1993. Alfalfa weevil (Coleoptera: Curculionidae) biological control: spreading the benefits. **Environmental Entomology** 22: 1234–1250.

Mazaheri-Laghab, H. and Yazdi-Samadi, B. 1994. Resistance of alfalfa varieties to alfalfa weevil (*Hypera postica* Gyll.). **Iranian Journal of Agriculture Science** 25(1): 11-17. (in Persian)

Merzendorfer, H. 2013. Chitin synthesis inhibitors: old molecules and new developments. **Insect Science** 20: 121-138.

Neima, H. A. and Mustafa, R. A. 2016. Insecticidal effect of some plant extracts on the alfalfa weevil *Hypera postica* (Col.: Curculionidae). **Journal of Entomology and Zoology Studies** 4 (6): 545-549.

Noorbakhsh, S. and Sahraeian, H. 2016. List of important pests, diseases and weeds of agricultural major crops, pesticides and recommended method for their control. Iranian Plant Protection Organization. 200 pp (in Persian).

Pierzynski, G. M., Sims, J. T. and Vance, G. F. 2005. Soils and environmental quality: soil nitrogen and environmental quality. CRC Press, Boca Raton, FL.

Pitre, H. N. 1969. Field studies on the biology of the alfalfa weevil, *Hypera postica* in northeast Mississippi. **Annals of the Entomological Society of America** 62: 1485–1489.

Pitts-Singer, T. L. 2008. Past and present management of alfalfa bees, In James, R. R. and Pitts-Singer, T. L. (Eds.). Bees in Agricultural Ecosystems. Oxford University Press, New York, USA. pp. 105–123.

Reddy, G. V. P., Antwi, F. B., Shrestha, G. and Kuriwada, T. 2016. Evaluation of toxicity of biorational insecticides against larvae of the alfalfa weevil. **Toxicology Reports** 3: 473-480.

Saeidi, K. 2007. Preliminary study on the natural enemies of alfalfa weevil, *Hypera postica* in Yasuj. **Journal of Research in Agricultural Science** 3(1): 1-13. (in Persian)

Schaber, B. D. and Entz, T. 1988. Effect of spring burning on insects in seed alfalfa fields. **Journal of Economic Entomology** 81: 668-672.

Shrestha, G., Reddy, G. V. P. and Jaronski, S. T. 2018. Field efficacy of *Bacillus thuringiensis galleriae* strain SDS-502 for the management of alfalfa weevil and its impact on *Bathyplectes* spp. parasitization rate. **Journal of Invertebrate Pathology** 153: 6-11.

Stringer, W. C., Alverson, D. R., Campbell, K. L., Graham, W. D. and Bottcher, A. B. 1994. Use of fire as a management tool in alfalfa production ecosystems. **Journal of the Kansas Entomological Society** 67: 268-278.

Talebi Jahromi, Kh., Omidi, M. and Sabahi, Gh. 2002. A study of the three methods for alfalfa weevil control with special reference to flaming of the plant stubble and debris. **Iranian Journal of Agriculture Science** 33(2): 325-332. (in Persian)

Tang, Y. Q., Weathersbee, A. A. and Mayer. R. T. 2002. Effect of neem seed extract on the brown citrus aphid (Hemiptera: Aphididae) and its parasitoid *Lysiphlebus. testaceipes*. (Hymenoptera: Aphidiidae). **Environmental Entomology** 31(1):172-176.

Yucel, B., Gozuacik, C., Gencer, D., Demir, I. and Demirbag, Z. 2018. Determination of fungal pathogens of *Hypera postica* (Gyllenhall) (Coleoptera: Curculionidae): isolation, characterization, and susceptibility. **Egyptian Journal of Biological Pest Control** 28: 39.

Plant Pest Research
2020- 10(3): 77-88

Research paper

Efficacy of some insecticides on larvae and adults of alfalfa weevil, *Hypera postica* in field conditions

V. Rahimi-Arnaei and S. A. Safavi*
Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Urmia University, Urmia, Iran

(Received: July 7, 2020- Accepted: October 28, 2020)

Abstract

Alfalfa weevil, *Hypera postica* Gyllenhal is the most important pest of alfalfa fields in Iran. Main damage is related to larvae by feeding on plant leaves especially on first cutting. In this study, mortality of alfalfa weevil larvae and adults and damage reduction on plant leaves were assessed by using the recommended concentrations of some combinatory and botanical insecticides including lufenuron+ emamectin benzoate (Proclaim fit®), lufenuron+fenoxycarb (Lufox®), thiacloprid+deltamethrin (Proteus®), and azadirachtin (Neem-Azal®). Numerous observations were made on the mortality of insect larvae and adults and also the number of damaged (eaten) leaves of plants on one day before spraying (control) and 1, 3, 7, and 15 days after spraying. A factorial experiment with RCB design was adopted with three replications in Nagadeh suburbs in the spring 2018. Results showed that there was a significant difference in efficacy of used insecticides with control. lufenuron+emamectin benzoate and lufenuron+fenoxycarb had higher lethality on larvae with more than 95% after 15 days of treatment. Lufenuron+fenoxycarb along with lufenuron+emamectin benzoate and azadirachtin imposed more mortality adult alfalfa weevils. There were no statistically significant differences on the percent damages of larvae and adults among azadirachtin, lufenuron+emamectin benzoate and lufenuron+fenoxycarb treatments after 15 days. Considering the economic importance of weevil larvae especially in the first cut and the results of mortality and damage percent in different treatments, azadirachtin can be recommended as the most appropriate option in damage control of alfalfa weevil.

Key words: Proclaim fit®, Lufox®, Proteus®, Neem-Azal®, *Hypera postica*

*Corresponding author: a.safavi@urmia.ac.ir