

تأثیر باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون بر زنبور *Bathyplectes curculionis* (Hym.: Ichneumonidae) پارازیتوئید لارو سرخرطومی برگ یونجه

قدرت اله صباحی و خلیل طالبی

گروه گیاه‌پزشکی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران.

Effects of phosalone residues on alfalfa weevil larval parasitoid, *Bathyplectes curculionis* (Hym.: Ichneumonidae)

Q. Sabahi and Kh. Talebi

Plant Protection Department, University College of Agriculture and Natural Resources, University of Tehran, Iran.

چکیده

به منظور تعیین بهترین زمان سمپاشی برای مبارزه با سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica* (Gyllenhal)، کمترین تأثیر را بر مهمترین دشمنان طبیعی آفت داشته باشد، مطالعاتی طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در گروه گیاه‌پزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تهران، کرج انجام گرفت. کرت‌هایی به سطح ۱۰ متر مربع در مزرعه یونجه با محلول فوزالون (۳۵٪) به نسبت ۳ لیتر در هکتار سمپاشی گردید. میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش در روزهای مختلف پس از سمپاشی، روی پیله‌ی زنبور *Bathyplectes curculionis* (Thomson) و در برگ تازه‌ی یونجه اندازه‌گیری شد. برای اندازه‌گیری میزان باقیمانده و تعیین نفوذ احتمالی حشره‌کش به درون پیله‌ی زنبور از دستگاه HPLC استفاده شد. نتایج نشان داد که دو ساعت پس از تیمار با دز مزرعه‌ای، در سطح هر پیله‌ی زنبور میزان ۰/۷۵۱ میکروگرم حشره‌کش فوزالون وجود دارد. مقادیر باقیمانده در فواصل زمانی ۱، ۳، ۷، ۱۴، ۲۲ و ۳۰ روز پس از تیمار به ترتیب ۰/۴۶۶، ۰/۲۴۵، ۰/۱۱۵، ۰/۰۷۵، ۰/۰۴۴ و ۰/۰۱۹ میکروگرم در هر پیله اندازه‌گیری شد. مطالعات ردیابی فوزالون درون پیله نشان داد که حشره‌کش فوزالون به درون پیله‌ی زنبور نفوذ نمی‌کند. اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی این حشره‌کش در فواصل زمانی متفاوت پس از سمپاشی روی برگ‌های گیاه یونجه در شرایط مزرعه‌ای نشان داد که در ۲، ۷ و ۱۴ روز پس از سمپاشی به ترتیب $۰/۶۹ \pm ۰/۰۶۶$ ، $۰/۷۴ \pm ۰/۰۶۶$ و $۰/۳۱۹ \pm ۰/۰۶۶$ میلی‌گرم باقیمانده‌ی فوزالون در هر کیلوگرم برگ یونجه وجود دارد. میزان باقیمانده‌ی $۰/۹۹ \pm ۱۶/۳۴۵$ و $۰/۳۳ \pm ۳/۷۴۳$ میلی‌گرم باقیمانده‌ی فوزالون در هر کیلوگرم برگ یونجه وجود دارد. میزان باقیمانده‌ی $۰/۹۹ \pm ۱۶/۳۴۵$ که در روز هفتم پس از سمپاشی اندازه‌گیری شد، حد بحرانی باقیمانده برای بقای حشرات کامل پارازیتوئید می‌باشد؛ بنابراین سمپاشی نباید زودتر از یک هفته قبل از اوج جمعیت پارازیتوئید صورت گیرد.

واژگان کلیدی: باقیمانده‌ی فوزالون، تنظیم زمان سمپاشی، یونجه، *Bathyplectes curculionis*، سرخرطومی برگ یونجه

Abstract

A study was carried out to determine the suitable spraying time for phosalone against alfalfa weevil, *Hypera postica* (Gyllenhal) (Col.: Curculionidae), with the least adverse effects on its major parasitoid, *Bathyplectes curculionis* (Thomson) (Hym.: Ichneumonidae). Plots of 10 m² were sprayed with phosalone (35%) at 3.0 kg/ha, using a knapsack sprayer. The residues of phosalone in parasitoid cocoon and alfalfa foliage were measured at different time intervals after treatment using high performance liquid chromatography. Residues of phosalone on *B. curculionis* cocoons treated by dipping method were 0.751, 0.466, 0.245, 0.115, 0.075, 0.044 and 0.019 µg/cocoon in 2 hours, 1, 3, 7, 14, 22 and

30 days after treatment, respectively. Results of this experiment revealed that there was no penetration of the insecticide into the cocoon. In fresh foliage, the residues of phosalone were 74.066 ± 6.9 , 47.319 ± 2.1 , 16.345 ± 1.99 and 3.743 ± 0.33 mg/kg at 2, 4, 7 and 14 days after spraying, respectively. The residue level on foliage at day 7 is critical and this must be considered as the least interval time between the application of the phosalone and the peak of parasitoid population.

Key words: phosalone residue, timing, alfalfa, *Bathyplectes curculionis*, alfalfa weevil

مقدمه

علم بوم‌سم‌شناسی^۱ که به مطالعه‌ی تأثیر آفت‌کش‌ها بر محیط زیست می‌پردازد، تاریخچه‌ی نسبتاً کوتاهی دارد و تاریخچه‌ی اجرای دستورالعمل‌های واقعی برای به حداقل رساندن تأثیرات این مواد از آن هم کوتاه‌تر است. قبل از روی کار آمدن آفت‌کش‌های آلی مصنوعی، برخی تلاش‌ها برای کاهش تأثیرات جانبی آفت‌کش‌ها به عمل آمده ولی با استفاده‌ی گسترده از این آفت‌کش‌ها تلاش‌های مذکور کاهش یافته است. با این وجود ظرف ۲۰ سال گذشته تمایل برای بحث در زمینه‌ی تأثیرات جانبی مواد شیمیایی بر موجودات غیر هدف افزایش چشم‌گیری داشته است (Croft *et al.*, 1998).

امروزه فشارهای زیادی برای محدود کردن مصرف آفت‌کش‌ها وجود دارد که بخشی از آن به دلیل نگرانی از بروز ضایعات زیست محیطی و بهداشتی و بخشی نیز از قوانین و سیاست‌گذاری‌های بین‌المللی نشأت می‌گیرد. اثرات جانبی آفت‌کش‌ها، به‌خصوص بر جای ماندن باقیمانده روی محصولات کشاورزی و انتقال آنها از طریقه‌ی زنجیره‌ی غذایی به انسان و نیز قلع و قمع دشمنان طبیعی آفات توسط این مواد شیمیایی، مدت‌هاست که فکر دست‌اندرکاران مبارزه با آفات را به خود مشغول ساخته است. در همین راستا کنفرانس محیط زیست و توسعه که از طرف سازمان ملل در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو تشکیل گردید، در منشور ۲۱ خود مدیریت تلفیقی آفات را به عنوان استراتژی برتر برای رسیدن به کشاورزی پایدار و کاهش خطرات زیست محیطی آفت‌کش‌ها برگزید (Kogan, 1998).

برای داشتن یک برنامه‌ی مبارزه‌ی تلفیقی موفق باید برهم‌کنش اجزای این تلفیق بر یکدیگر مورد مطالعه قرار گیرد. اگر قرار باشد در مبارزه با آفت از مواد شیمیایی استفاده شود، باید از تأثیر این ترکیبات بر دشمنان طبیعی آفت اطلاع حاصل شود و کم‌خطرترین آنها

شناسایی شده و در مناسب‌ترین زمان مورد استفاده قرار گیرد. اندازه‌گیری باقیمانده‌ی حشره‌کش‌ها در گیاهان میزبان از آن روی مهم است که می‌تواند در تعیین میزان تأثیر این مواد بر بقای دشمنان طبیعی و به‌خصوص پارازیتوئیدها که برای میزبان‌یابی خود نیاز به جستجو در اماکن فعالیت آفت دارند، کمک نماید. این امر به ویژه در یک برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفت می‌تواند از اهمیت قابل توجهی برخوردار باشد. اطلاع از میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش در فواصل زمانی بعد از سمپاشی و تعیین سیر کاهش آن در طول زمان می‌تواند به ما در تنظیم زمان سمپاشی به نحوی که دشمنان طبیعی فعال در محیط از آن کمترین تأثیر سوء را دریافت کنند، کمک نماید. از آنجا که سرخرطومی برگ یونجه مهمترین آفت یونجه در ایران بوده و زنبور *Bathyplectes curculionis* (Thomson) از خانواده‌ی Ichneumonidae مهمترین پارازیتوئید آن می‌باشد (Sabahi & Kharazi-Pakdel, 2004)، در این تحقیق تلاش شده تا میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون که از جمله سموم حشره‌کش مورد استفاده در مبارزه با سرخرطومی برگ یونجه، *Hypera postica*، است، در پیله‌ی زنبور و نیز در برگ یونجه اندازه‌گیری شده و تأثیر آن بر پارازیتوئید مورد بررسی قرار گیرد.

مروری بر تحقیقات انجام شده روی سرخرطومی برگ یونجه نشان می‌دهد که از زمان معمول شدن مصرف حشره‌کش‌های مصنوعی، ترکیبات مختلفی علیه این آفت استفاده شده است. برخی محققین کاربرد دی‌الدرین، دیازینون، آلدرین، تریکلروفون و لیندین را در مبارزه با آفت توصیه کرده‌اند (Vodjdani & Daftari, 1963). همچنین تأثیر حشره‌کش‌های اندوسولفان، متیداتیون، فنتوات و کاربوفوران روی سرخرطومی برگ یونجه آزمایش شده است (Esmaili, 1970).

حشره‌کش‌های متیداتیون، دیازینون، مالاتیون و آزینفوس متیل نیز روی سرخرطومی برگ یونجه مورد آزمایش قرار گرفته است (Habibi, 1976). محققین دیگر حشره‌کش‌های اتریمنفوس (امولسیون ۵۰٪)، کلرپیریفوس (امولسیون ۴۰/۸٪)، دیازینون (پودر و تابل ۴۰٪)، فپرونیل (گرانول ۰/۲٪)، دیفلوبنزورون (پودر و تابل ۲۵٪)، آدمیرال (امولسیون ۱۰٪) و باکتوسپین (۱۶۰۰۰ واحد) را روی این آفت آزمایش نموده و میزان تلفات را برای این حشره‌کش‌ها به

ترتیب ۸۵/۲، ۸۰/۷، ۷۷/۴، ۳۸/۸، ۲۵/۸، ۵/۲ و ۳/۶ درصد ذکر کرده‌اند (Karimpour & Pourmirza, 2000).

در ایران، تأثیر حشره‌کش‌های کلریپریفوس، اتریمفوس، مالاتیون و فوزالون بر طول عمر و مرگ و میر زنبور *B. curculionis* مورد بررسی قرار گرفته است (Sabahi et al., 2001). در خارج از کشور، محققین پیله‌های در حال دیپوز و غیر دیپوزی *B. curculionis* را با کاربوفوران، متوکسی کلر، متیل پاراتیون، فوسمت و کاربوفوران رادیواکتیو تیمار کرده و اظهار داشته‌اند که پیله‌های در حال دیپوز در برابر کلیه‌ی حشره‌کش‌ها در دزهای مختلف غیر قابل نفوذ بوده در حالی که در حالت غیر دیپوزی قابل نفوذند (Bartell et al., 1976).

در تحقیق حاضر که طی سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ در گروه گیاه‌پزشکی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه تهران انجام گرفته تلاش شده تا با اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون در پیله‌ی زنبور و نیز در برگ تازه‌ی یونجه، و مقایسه‌ی آن با LC_{50} حشره‌کش فوزالون روی زنبور بهترین زمان مبارزه‌ی شیمیایی با سرخرطومی برگ یونجه که تأثیر مخرب کمتری بر زنبور پارازیتوئید آن داشته باشد، تعیین گردد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری

لاروها و حشرات کامل سرخرطومی برگ یونجه از اواسط فروردین ماه تا اواسط مرداد سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۱ از مزرعه‌ی یونجه دانشکده‌ی کشاورزی در کرج، جمع‌آوری گردید. این عمل به کمک تور حشره‌گیری انجام شد. با توجه به ویژگی رفتاری حشره، در ساعات خنک روز و اغلب صبح زود نمونه‌برداری صورت گرفت. پیله‌های تخم مرغی شکل زنبور *B. curculionis* در مراحل نابالغ نیز جمع‌آوری شد، به این منظور این پیله‌ها که درون گهواره‌ی لاروی میزبان بر روی اندام‌های هوایی یونجه تشکیل شده بود، همراه با ساقه‌ها و برگ‌های آلوده‌ی گیاه از مزرعه جمع‌آوری شده و جداسازی آنها در آزمایشگاه انجام گرفت. این پیله‌ها از اواسط فروردین ماه به تعداد کم در مزرعه یافت شد ولی بیشترین تعداد آن در اواسط اردیبهشت ماه مشاهده و جمع‌آوری گردید.

تعیین میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش در پیله‌های زنبور *B. curculionis*

از حشره‌کش فوزالون، به صورت مایع امولسیون شونده ۳۵ درصد، ساخت کارخانه گل سم گرگان سفارش شرکت خدمات حمایتی کشاورزی ایران، برای انجام آزمایش‌ها استفاده شد. برای اندازه‌گیری میزان باقیمانده و تعیین نفوذ احتمالی حشره‌کش به درون پیله‌ی زنبور از دستگاه HPLC ساخت کارخانه‌ی شیماتزو^۱ مدل 6A استفاده شد. فاز متحرک شامل محلول آب و استونیتریل (۵۰:۵۰ حجمی)، با سرعت دو میلی‌لیتر در دقیقه بود. ستون CLC-ODS شیم-پک^۲ به ابعاد ۶×۱۵۰ میلی‌متر با روش فاز معکوس مورد استفاده قرار گرفت. آشکار ساز از نوع ماوراء بنفش با طول موج ۲۲۰ نانومتر بود. برای محاسبات مربوط به منحنی‌ها از سامانه‌ی کنترل کروماتوپک^۳ مجهز به چاپگر استفاده گردید.

حدود ۲۰۰ عدد پیله‌ی زنبور که از نظر اندازه و رنگ یکسان بود (رنگ پیله‌های در حال دیابوز قهوه‌ای تیره و بقیه قهوه‌ای روشن یا کرم رنگ است (Bartell et al., 1976) که با توجه به فراوانی بیشتر دسته‌ی اول در آزمایش از پیله‌های قهوه‌ای تیره استفاده شد) به روش غوطه‌ور سازی در محلول حشره‌کش به میزان توصیه شده (مصرف سه لیتر در هکتار فرمولاسیون تجاری و بر اساس کاربرد ۶۰۰ لیتر محلول سمی در هکتار)، تیمار گردید. پس از حدود ۱۰ ثانیه غوطه‌وری، پیله‌ها به روی کاغذ صافی منتقل شد و با ایجاد جریان هوا امکان خشک شدن محلول حشره‌کش فراهم گردید. این پیله‌ها در معرض هوای آزاد قرار گرفتند و در فواصل ۱، ۳، ۷، ۱۵، ۲۲ و ۳۰ روز پس از تیمار برای تعیین باقیمانده روی پیله و احتمال نفوذ سم آزمایش شدند. در هر آزمون، ۱۰ عدد پیله‌ی زنبور تیمار شده به طور تصادفی انتخاب و لارو موجود در پنج پیله به کمک اسکالپل و پنس از پوسته‌ی پیله خارج شد. برای جلوگیری از آلوده شدن لارو به باقیمانده‌ی سم روی پوسته‌ی پیله تمهیدات لازم در نظر گرفته شد. به کمک یک میلی‌لیتر متانول، حشره‌کش موجود در سطح پنج عدد پیله‌ی کامل، پنج عدد پوسته‌ی پیله و پنج عدد لارو به صورت جداگانه استخراج و پس از کاهش حجم حلال تا ۱۰ میکرولیتر، که با دمیدن هوا توسط پمپ صورت گرفت، نیمی از این میزان به دستگاه تزریق

۱- Shimadzu ©

۲- Shim-Pack

۳- Chromatopack

گردید. بر اساس سطح زیر منحنی پیک‌های مربوط به حشره‌کش و مقایسه‌ی آن با میزان استاندارد، مقدار باقیمانده‌ی حشره‌کش در هر یک از تیمارهای فوق‌الذکر اندازه‌گیری شد. این آزمایش شامل دو تکرار بود.

تعیین باقیمانده‌ی فوزالون در برگ یونجه

برای اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش در برگ‌های یونجه به روش Dorough & Randolph (1967) عمل شد. برای این کار قطعه‌ای از مزرعه انتخاب و به کمک سمپاش دستی فوزالون ۳۵٪، در دز مزرعه‌ای (مصرف سه لیتر در هکتار فرمولاسیون تجاری و بر اساس کاربرد ۶۰۰ لیتر محلول سمی در هکتار) تیمار شد. پاشیدن محلول تا حد جاری شدن آن روی برگ‌های گیاه ادامه یافت. سپس در فواصل زمانی ۲، ۴، ۷ و ۱۴ روز نمونه‌هایی از گیاه تیمار شده جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش در نمونه‌ها به کمک دستگاه HPLC تعیین گردید.

به این منظور ابتدا حدود ۲۰ گرم نمونه‌ی برگ تازه به کمک قیچی خرد شده و به یک بطری دردار منتقل شد. ۷۵ میلی‌لیتر استون و به همین میزان هگزان به برگ‌ها اضافه گردید. پس از این مرحله، به مدت حدود ۲۰ دقیقه به کمک دستگاه تکان دهنده‌ی بازودار، به هم زدن محتویات بطری انجام گرفته و سپس محتویات مذکور از کاغذ صافی عبور داده شد. محلول زیر صافی در دکانتور ریخته و به آن ۵۰ میلی‌لیتر محلول پنج درصد سولفات سدیم اضافه شد. محتویات دکانتور ۱۵ ثانیه به هم زده شد و گاز تولید شده از دکانتور تخلیه گردید. در این هنگام دو فاز به رنگ‌های متفاوت در دکانتور تشکیل شد که فاز پایینی از دکانتور خارج گردید و فاز بالایی از سولفات سدیم خشک عبور داده شد. این کار به کمک قیف و کمی پشم شیشه که نمک را در قیف نگه می‌داشت، انجام گردید.

فاز سنگین‌تر که قبلاً خارج شده بود مجدداً به دکانتور برگردانده و به آن ۲۵ میلی‌لیتر هگزان اضافه شد. پس از به هم خوردن محتویات و تشکیل فازها، فاز هگزان از روی نمک سولفات سدیم عبور داده شد. حجم محلول حاصله به کمک یک دستگاه تبخیر کننده‌ی دوار^۱

^۱ - Rotary evaporator

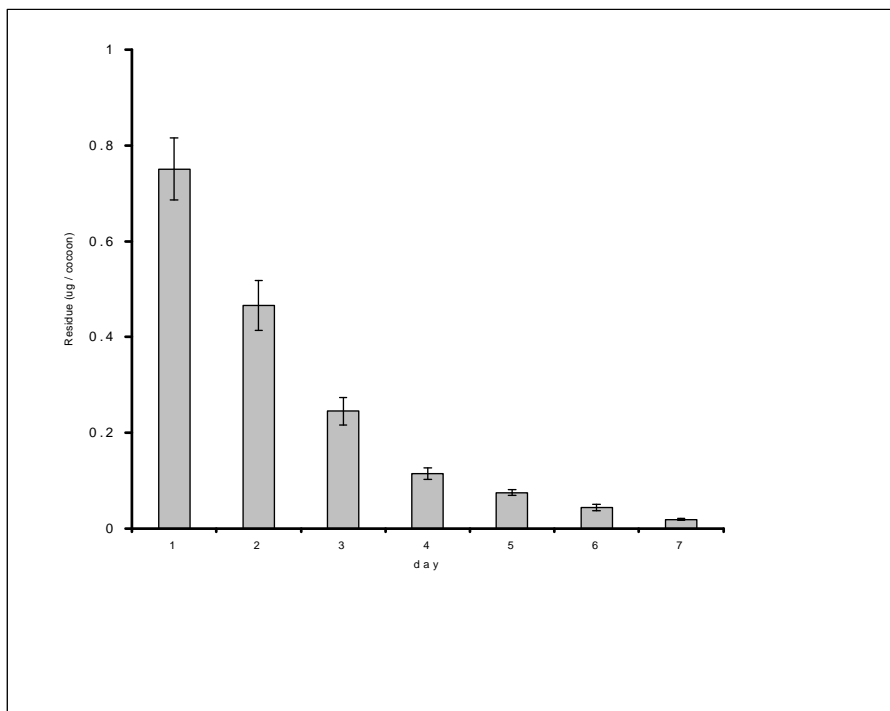
به پنج میلی‌لیتر و سپس به کمک یک پمپ دمنده هوا به یک میلی‌لیتر کاهش یافت. سپس ۱۰۰ میکرولیتر از آن روی صفحه‌ی سیلیکاژل قطره‌گذاری شد. ۷۵ میکرولیتر محلول استاندارد فوزالون ۵۰۰ پی پی ام (حل شده در اتیل استات)، همراه با نمونه روی صفحه قرار داده شد. صفحه‌ی سیلیکاژل به درون تانک محتوی ۲۰ درصد اتیل استات و ۸۰ درصد اتر نفت، منتقل شد و پس از رسیدن محلول به سطح مورد نظر، صفحه از تانک خارج گردید. پس از خشک شدن صفحه، محل لکه‌های مربوط به حشره‌کش به کمک نمونه استاندارد مشخص شد. سپس این قسمت‌ها از صفحه جدا و حشره‌کش موجود در آن به کمک پنج میلی‌لیتر اتیل استات شسته شد. حجم اتیل استات محتوی باقیمانده با دمیدن هوا به نیم میلی‌لیتر رسانده شد. میزان دو میکرولیتر آن به دستگاه HPLC تزریق گردید و حشره‌کش موجود در نمونه به کمک محلول استاندارد فوزالون تعیین شد. استاندارد مربوطه با خلوص ۹۹/۵ درصد از شرکت Rhone-Poulence فرانسه تهیه گردید. مقدار بازیافت فوزالون ۹۱/۶ درصد برآورد شد. این آزمایش نیز در دو تکرار انجام گرفت.

نتایج

باقیمانده در پیله‌های زنبور *B. curculionis*

اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون به کمک دستگاه HPLC در فواصل زمانی متفاوت روی پیله‌های زنبور که به روش غوطه ورسازی با فوزالون در دز مزرعه‌ای (به قسمت مواد و روش‌ها رجوع شود) تیمار شده بود، نشان داد که دو ساعت پس از تیمار در هر پیله‌ی زنبور میزان $0/065 \pm 0/051$ میکروگرم (\pm SE) حشره‌کش فوزالون وجود دارد. این میزان طی یک روز پس از تیمار به $0/052 \pm 0/466$ میکروگرم رسید.

مقادیر باقیمانده در فواصل زمانی ۳، ۷، ۱۴، ۲۲ و ۳۰ روز پس از تیمار به ترتیب $0/029 \pm 0/245$ ، $0/012 \pm 0/115$ ، $0/006 \pm 0/075$ ، $0/007 \pm 0/044$ و $0/002 \pm 0/019$ میکروگرم در هر پیله اندازه‌گیری شد (شکل ۱). این آزمایش تنها در یک مورد (یک روز پس از تیمار) نفوذ فوزالون را در بدن لارو موجود در پیله نشان داد که مقدار اندازه‌گیری شده $0/144$ میکروگرم در هر لارو بود.



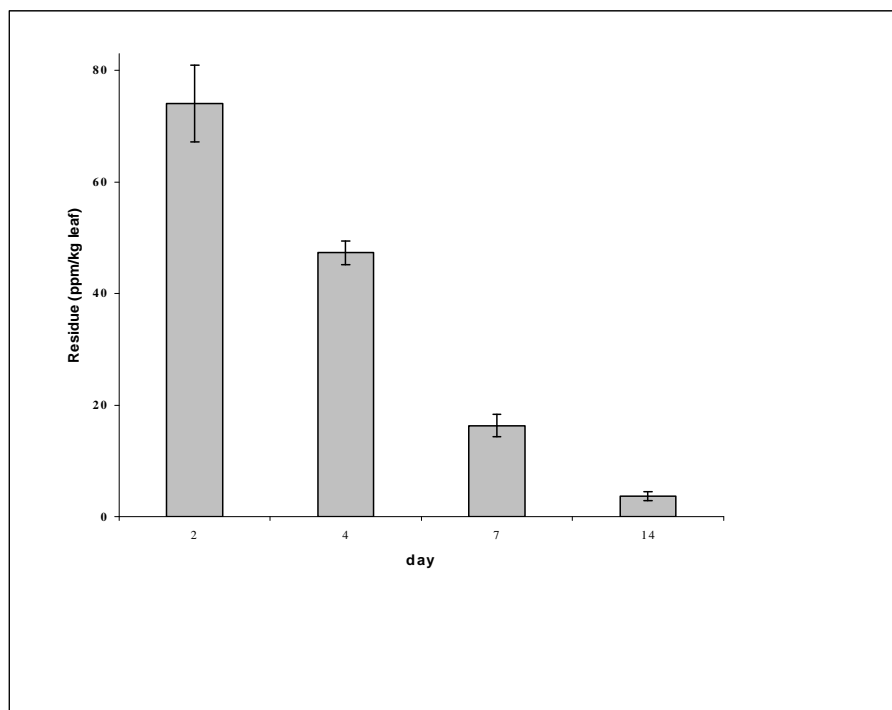
شکل ۱. میانگین (\pm SE) باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون در پیله‌ی زنبور *B. curculionis* در روزهای مختلف پس از تیمار به روش غوطه‌ور سازی پیله در محلول با غلظت مزرع‌ای حشره‌کش.

Fig. 1. Mean (\pm SE) residue level of phosalone in cocoons of *B. curculionis* at different days after treatment.

باقیمانده‌ی فوزالون در برگ‌های یونجه

اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون به کمک دستگاه HPLC، در فواصل زمانی متفاوت پس از سمپاشی روی برگ‌های گیاه یونجه نشان داد که دو روز پس از سمپاشی میزان باقیمانده به $74/066 \pm 6/9$ پی پی ام در هر کیلوگرم برگ تازه‌ی یونجه می‌رسد. میزان باقیمانده‌ی فوزالون در فواصل زمانی ۴، ۷ و ۱۴ روز پس از سمپاشی به ترتیب

اندازه‌گیری شد (شکل ۲).
 $۳/۷۴۳ \pm ۰/۳۳$ و $۱۶/۳۴۵ \pm ۱/۹۹$ ، $۴۷/۳۱۹ \pm ۱/۲$ پی پی ام در هر کیلوگرم برگ یونجه



شکل ۲. میانگین (\pm SE) باقیمانده‌ی حشره‌کش فوزالون در برگ تازه‌ی یونجه (ppm/kg leaf) در روزهای مختلف پس از سمپاشی گیاهان با غلظت مزرعه‌ای حشره‌کش.

Fig. 2. Mean (\pm SE) residue level of phosalone in fresh alfalfa leaves (ppm/kg leaf) at different days after application of insecticide at recommended dose.

بحث

اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی فوزالون در محتویات پيله‌های زنبور پس از تیمار با حشره‌کش نشان داد که به جز در یک مورد (میزان $۰/۱۴۴$ میکروگرم در فاصله‌ی زمانی ۲۴ ساعت پس از تیمار در بدن هر لارو)، درون پيله اثری از باقیمانده‌ی حشره‌کش وجود ندارد و

یا میزان آن به حدی پائین است که قابل اندازه‌گیری نیست. این نتیجه نقش پوسته‌ی پيله را در حفاظت از پارازیتوئید به خوبی نشان می‌دهد. اهمیت این حفاظت وقتی بیشتر روشن می‌شود که به طولانی بودن مدت زمانی که حشره به صورت پيله است (حدود ۱۰ ماه) توجه شود. طی این مدت طولانی پوسته پيله نقش مؤثری را در حفاظت از پارازیتوئید در برابر آفت‌کش‌ها بر عهده خواهد داشت.

این نتایج هم سو با یافته‌هایی است که *Bartell et al.* (1976) از قابلیت نفوذ پيله‌های زنبور *B. curculionis* داشته‌اند. این محققین به نقش دیپوز در قابلیت نفوذ پوسته‌ی پيله نیز اشاره کرده‌اند و بر اساس نتایج آنها در زمانی که پارازیتوئید به دیپوز نرفته، پوسته‌ی پيله قابل نفوذ توسط حشره‌کش‌هاست (*Bartell et al.*, 1976). این نتیجه گیری می‌تواند در توجیه یافتن باقیمانده در بدن لارو مورد اشاره در بالا به کار رود.

اندازه‌گیری میزان باقیمانده‌ی فوزالون در سطح پيله‌ی زنبور *B. curculionis* نشان داد که در شرایط آزمایشگاهی حتی پس از گذشت یک ماه از تیمار میزان باقیمانده‌ی فوزالون در سطح هر پيله به ۰/۰۱۹ میکروگرم می‌رسد. از طرفی برخی مطالعات نشان داده که حدود ۰/۰۲۸ میکروگرم در هر سانتی‌متر مربع (حدود ۰/۰۰۴ میکروگرم در سطحی معادل با سطح پيله‌ی زنبور) برای ایجاد ۵۰ درصد تلفات در این زنبور کافی است (*Sabahi, 2002*). بنابراین، در صورتی که پارازیتوئید در اثر تماس کلیه‌ی باقیمانده‌ی سم در سطح پيله را جذب کند، میزان باقیمانده پس از این مدت نیز قادر است حشره کامل را از بین ببرد. مقدار باقیمانده‌ی سم در سطح پيله به خصوص در روزهای اولیه‌ی پس از سمپاشی که میزان باقیمانده‌ی سم بسیار بالاست، می‌تواند به مرگ حشره‌ی تازه ظاهر شده بیانجامد. این موضوع برای ظهور حشرات کامل زنبور که از پيله‌های زمستان‌گذران تیمار شده با حشره‌کش خارج می‌شوند و نیز حشرات کامل نسل اول که در اواسط اردیبهشت ظاهر می‌گردند، بسیار حائز اهمیت است. با این وجود برای حشرات کامل نسل دوم که به مدت طولانی در حالت دیپوز درون پيله باقی می‌مانند، در صورتی که مجدداً در معرض حشره‌کش قرار نگیرند، باقیمانده‌ی حاصله تأثیر قابل توجهی بر حشرات کامل نخواهد داشت.

ارزیابی میزان باقیمانده‌ی فوزالون در برگ‌های تازه‌ی یونجه نشان داد که یک هفته پس از سم‌پاشی میزان ۱۶/۳۴ پی‌پی‌ام از حشره‌کش در هر کیلوگرم برگ گیاه موجود است. از طرفی برخی مطالعات نشان داده که پایداری این حشره‌کش در شرایط مزرعه‌ای بر حسب $SE PTT^{150} \pm$ (طول مدت پایداری با تأثیر ۵۰ درصد کشندگی)، $۰/۶۵ \pm ۶/۳$ روز می‌باشد (Sabahi & Talebi, 2003). بنابراین میزان ۱۶ پی‌پی‌ام فوزالون در هر کیلوگرم برگ تازه‌ی یونجه می‌تواند حد بحرانی تأثیر باقیمانده‌ی این حشره‌کش برای بقای حشرات کامل پارازیتوئید باشد. از این رو، اگر سمپاشی علیه سرخرطومی برگ یونجه با فوزالون صورت می‌گیرد، باید حداقل فاصله‌ی زمانی بین زمان سمپاشی و اوج جمعیت حشرات کامل پارازیتوئید یک هفته در نظر گرفته شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با کمک‌های مالی دانشگاه تهران و سازمان تحقیقات و آموزش وزارت جهاد کشاورزی به انجام رسیده که بدین‌وسیله قدردانی می‌شود.

منابع

- Bartell, D. P., Sanborn, J. R. & Wood, K. A.** (1976) Insecticide penetration of cocoons containing diapausing and nondiapausing *Bathyplectes curculionis*, an endoparasite of the alfalfa weevil. *Environmental Entomology* 5, 659-661.
- Croft, B. A., Jepson, P. C. & Heneghan, P. A.** (1998) Issues associated with pesticide toxicology and arthropod natural enemies in the pre- and post-registration stages of chemical development. pp. 7-21 in Haskell, P. T. & McEwen, P. (Eds) *Ecotoxicology, pesticides and beneficial organisms*. 428 pp. Kluwer Academic Publishing.
- Dorough, H. W. & Randolph, N. M.** (1967) Dissipation of Zolone insecticide from treated alfalfa. *Journal of Economic Entomology* 60, 285-286.
- Esmaili, M.** (1970) Testing of five insecticides on alfalfa weevil *Hypera postica* in Karaj. *Iranian Journal of Agricultural Science* 2, 3-12. [In Persian].

- Habibi, J.** (1976) Bioecological survey on alfalfa weevil in Karaj. *Applied Entomology and Phytopathology* 44, 33-40. [In Persian].
- Karimpour, Y. & Pourmirza A. A.** (2000). Comparative effect of different insecticides on alfalfa weevil *Hypera postica*. *Proceeding of 14th Iranian Plant Protection Congress*, Vol I, Pests, 29.
- Kogan, M.** (1998) Integrated pest management: historical perspectives and contemporary developments. *Annual Review of Entomology* 43, 243-270.
- Sabahi, Q.** (2002) Evaluation the sensitivity of alfalfa weevil parasitoids to four Organophosphorus insecticides. Ph.D. Thesis, University of Tehran 143 pp. [In Persian with English summary].
- Sabahi, Q. & Kharazi-Pakedel, A.** (2004) The effect of larval parasitoids for controlling alfalfa weevil *Hypera postica* (Gyllenhal) in Karaj. *Applied Entomology and Phytopathology* 72, 15-28. [In Persian with English summary].
- Sabahi, Q., Talebi, Kh. & Kharazi-Pakedel, A.** (2001) Effects of different dose of four insecticides on mortality and longevity of *Bathyplectes curculionis* (Thomson) the larval parasitoid of alfalfa weevil. *Applied Entomology and Phytopathology* 69, 69-77. [In Persian with English summary].
- Sabahi, Q. & Talebi, Kh.** (2003) Persistence of four organophosphorus insecticide in alfalfa field based on persistence toxicity time (PTT₅₀) of alfalfa weevil parasitoid, *Bathyplectes curculionis* (Thomson). *Proceeding of 3rd Congress of Optimizing Pesticide and Fertilizer Use, Karaj, Iran*, 552. [In Persian].
- Vojdani, S. & Daftari, A.** (1963) *Alfalfa weevil Hypera postica in Karaj*. 34 pp. Publishing of Plant Protection Department, Faculty of Agriculture, University of Tehran.