

سمیت و تاثیر بیوشیمیایی چند آفت کش روی پسیل معمولی پسته، (*Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psyllidae) در شرایط مزرعه‌ای

علی علیزاده*^۱ نسرین موسایی^۱ و آرزو علی پور^۱

۱- گروه گیاه پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ولی عصر (عج) رفسنجان، رفسنجان

(تاریخ دریافت: ۹۶/۹/۱۸ تاریخ پذیرش: ۹۶/۱۲/۲۰)

چکیده

پسیل معمولی پسته *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer یکی از مهم‌ترین آفات پسته است که پوره‌ها و حشرات کامل آن از شیر گیاهی تغذیه می‌کنند. در این پژوهش اثر سه غلظت از آفت‌کش‌های اسپیرودیکلوفن، اسپینوساد، آزادیراختین و محلول سم‌پاشی تیمول که شامل غلظت‌های توصیه شده و دو غلظت، یکی نصف و دیگری دو برابر این غلظت بود، روی پوره‌های پسیل پسته بررسی شد. تاثیر این آفت‌کش‌ها بر میزان فعالیت آنزیم‌های استراز و آنزیم گلوکوتایون اس ترانسفراز (GST) نیز مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که محلول سم‌پاشی تیمول در غلظت ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر نسبت به سایر آفت‌کش‌ها از کارایی بهتری در کنترل پسیل معمولی پسته برخوردار بود و موجب کاهش جمعیت پوره‌های پسیل پسته به ترتیب به ۹۵/۴۰، ۹۴/۱۲، ۸۲/۳۰، ۵۵/۵۱ و ۲۹/۴۸ درصد در زمان‌های ۱، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از محلول‌پاشی شد. آفت‌کش‌های اسپیرودیکلوفن، اسپینوساد، آزادیراختین و محلول سم‌پاشی تیمول به ترتیب در غلظت‌های ۱۲۰، ۱۲۰، ۲۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر دارای بیشترین تاثیر در میزان مهارکنندگی آنزیم استراز در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی بودند. بیشترین میزان مهارکنندگی آنزیم گلوکوتایون اس ترانسفراز توسط آفت‌کش‌های اسپیرودیکلوفن، اسپینوساد، آزادیراختین و محلول سم‌پاشی تیمول به ترتیب در غلظت‌های ۱۸۰، ۲۴۰، ۲۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر بود. با توجه به کارایی محلول سم‌پاشی تیمول و رقابت آن با سایر آفت‌کش‌ها چنین به نظر می‌رسد که در کاهش هزینه‌های تولید (مقرون به صرفه بودن) و استفاده از ترکیبات سازگار با محیط زیست بتواند داوطلب مناسبی جهت کنترل پسیل پسته منظور شود.

واژه‌های کلیدی: آزادیراختین، اسپیرودیکلوفن، اسپینوساد، تیمول

مقدمه

پسته (*Pistacia vera* L.) به عنوان یکی از مهم‌ترین محصولات باغی و سومین کالای صادراتی ایران از اهمیت اقتصادی ویژه در بین محصولات کشاورزی برخوردار است که به دلیل کیفیت بالای آن در بین کشورهای تولید کننده این محصول از مرغوبیت ویژه‌ای برخوردار است (Amir, Ghasemi and Souzani, 2008). با نگرش به اهمیت محصول، پژوهش‌های گسترده‌ای پیرامون راه‌های کاهش آلودگی به آفات و بیماری‌های مهم پسته انجام شده است. به دلیل افزایش مصرف پسته ایران در خارج کشور، این محصول از لحاظ صادراتی دارای ارزش فوق العاده‌ای می‌باشد، لذا شناسایی و کنترل غیرشیمیایی آفات مهم و محدود کننده تولید این محصول امری ضروری به نظر می‌رسد. از جمله عوامل مهم کاهش محصول در باغ‌های پسته کشور، فعالیت آفات مختلف می‌باشد که در این میان سهم حشرات در کاهش تولید نهایی بسیار چشمگیرتر از سایر عوامل زنده خسارت‌زاست (Mehrnejad, 2002). از بین کنه‌ها و حشرات مختلفی که به پسته صدمه می‌زنند، شیره خشک یا پسیل معمولی پسته، *Agonoscena pistaciae* Burckhardt and Lauterer مهم‌ترین آفت از گروه آفات درجه اول پسته ایران است (Mehrnejad, 1998). این گونه از پسیل، گونه غالب در بین پسیل‌های پسته در ایران به‌شمار می‌رود. این حشره در حال حاضر آفت کلیدی و خسارت‌زا باغ‌های پسته ایران به‌شمار می‌رود و مهم‌ترین آفت پسته کشور است (Samea et al., 2005). پسیل معمولی پسته بلافاصله پس از متورم شدن و باز شدن جوانه‌های پسته در روزهای اول بهار شروع به فعالیت می‌کند و جمعیت آن به‌طور معمول سریع افزایش می‌یابد. وجود تراکم شدید جمعیت حشره هم‌زمان با شروع مغز بستن و یا پس از آن، موجب اختلال در روند پرشدن مغز می‌شود و در نتیجه خسارت جبران ناپذیری به محصول پسته وارد می‌شود، به‌طوری‌که گاهی محصول ۳ سال متوالی را متأثر می‌سازد (Panahi et al., 2002). به‌همین دلیل باغداران پسته، حساسیت شدیدی نسبت به این آفت دارند و به‌طور مداوم با به‌کارگیری آفت‌کش‌ها سعی در کنترل آن دارند، به‌طوری

که برای مهار خسارت آفت گاهی درختان پسته را تا ۶ بار در سال سم‌پاشی می‌کنند. این عمل سبب افزایش میزان مصرف آفت‌کش‌ها و آلودگی محیط‌زیست می‌شود. بنابراین، گسترش و طغیان این آفت ضرورت بازنگری در کنترل شیمیایی برای کاهش میزان مصرف سموم را ایجاب می‌کند. در کنترل این آفت می‌توان از سموم کم‌خطر، با غلظت و زمان مصرف مشخص اقدام به کنترل این آفت کرد. ترکیبات گیاهی به‌طور وسیع در کنترل پسیل پسته استفاده می‌شوند و احتمالاً به‌عنوان یکی از اجزای مدیریت کنترل آفات پسته خواهند بود. از مزایای عمده و قابل توجه این آفت‌کش‌ها، پایداری کوتاه مدت آن‌ها در محیط‌زیست، عدم تاثیر نامطلوب روی عوامل مفید و زنده موجود در محیط‌زیست و هم‌چنین میزان مصرف پایین آن‌ها در مقایسه با آفت‌کش‌هایی است که در سالیان گذشته مورد استفاده قرار گرفته است.

با ورود هر گونه ترکیب ناگوار به بدن حشره احتمال ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی در بدن حشره وجود دارد. به‌طور کلی وقتی یک ترکیب ناگوار وارد بدن حشره می‌شود ممکن است چند حالت به‌وجود آید. ترکیب ممکن است بدون تغییر باقی بماند یا خود به خود شکسته شود و یا تحت تاثیر آنزیم‌ها متابولیزه شده و تغییر کند. متابولیسم آفت‌کش‌ها که گروهی از ترکیبات ناگوار هستند به‌وسیله گروه‌های متعددی از آنزیم‌ها انجام می‌شود و اصلی است که بر پایه آن سمیت مواد خارجی داخل بدن تغییر می‌کند. اگر سطح چنین آنزیم‌هایی در بدن حشره بالا باشد و بتواند این ترکیبات را تجزیه کند، در واقع در برابر این ترکیبات، از خود مقاومت فیزیولوژیکی نشان داده است. مقاومت حشرات در برابر حشره‌کش‌ها یکی از مسائل مهم اقتصادی، اکولوژیکی و بهداشتی است که به‌صورت یک عامل محدود کننده کنترل شیمیایی درآمده است. تغییر در سرعت سم‌زدایی یکی از سازوکارهای مهم مقاومت است. در این نوع سازوکار آنزیم‌هایی که در تجزیه حشره‌کش‌ها موثرند از نظر کیفی و کمی تغییر می‌کنند. به‌طور معمول سه گروه از آنزیم‌ها یعنی مونواکسیژنازها، هیدرولازها و

تیمارها به صورت تصادفی روی درختان محلول پاشی شدند. در این آزمایش در تیمار شاهد آب پاشی و در تیمارهای دیگر محلول پاشی حشره کش های اسپیرودیكلوفن، آزادیراختین، اسپینوساد و محلول سم پاشی تیمول به همراه آب انجام گرفت. لازم به ذکر است که ابتدا در تیمار شاهد آب پاشی انجام شده و سپس به ترتیب در سایر تیمارها محلول پاشی انجام شد. نمونه برداری های بعد از محلول پاشی به این صورت بود که از تیمارهای مختلف در هر تکرار آزمایش، ۱، ۳، ۷، ۱۴ و ۲۱ روز بعد از محلول پاشی انجام و نمونه ها به آزمایشگاه منتقل و تعداد پوره های زنده موجود روی برگ ها شمارش شدند. سپس تعداد ۲۰۰ عدد از پوره های زنده در هر تکرار به میکروتیوب منتقل و تا زمان انجام آزمون های سنجش آنزیم های استراز و گلو تاتیون اس ترانسفراز در فریزر با دمای ۲۰- نگهداری شدند. در این پژوهش از آفت کش های اسپیرودیكلوفن (انویدر) ساخت شرکت بایر آلمان Sc 24% اسپینوساد (تریسر) Sc 24% آزادیراختین (نیم آزال) EC 1% و صابون حشره کش تیمول WS استفاده شد.

اندازه گیری فعالیت استرازاها

اساس اندازه گیری فعالیت آنزیم های استراز به صورت زیر بود. پوره های پسیل در ۲۰۰ میکرو لیتر بافر ۰/۱ مولار فسفات (pH 7) حاوی یک دهم درصد تراتیون^۷ X-100 همگن شدند. سانتریفیوژ محلول همگن در ۱۵۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه در ۴ درجه سلسیوس انجام شد و رو نشین به عنوان منبع آنزیمی در آزمایش ها مورد استفاده قرار گرفت. طبق روش ون آسپرین (Van Asperen, 1983) سنجش آنزیم با اضافه کردن ۱۰ میکرو لیتر نمونه آنزیم به ۴۰ میکرو لیتر بافر فسفات (pH 7) و ۱۰ میکرو لیتر زیر نهشت بتا نفتیل استات^۸ (۱۰ میلی مولار در استون) آغاز شد. سپس ۵۰ میکرو لیتر نمک فاست بلو آر آر به مخلوط واکنش اضافه شد و بتا نفتول آزاد شده به طور مداوم در ۴۰۵ نانومتر به صورت زمان دار برای مدت ۲۰ دقیقه با استفاده از دستگاه میکرو پلیت ریدر اندازه گیری شد. مقدار

گلو تاتیون اس ترانسفرازها مشمول این تغییرات هستند (Talebi Jahromi, 2010).

این پژوهش با اهداف بررسی اثر آفت کش های اسپینوساد^۱ آزادیراختین^۲ اسپیرودیكلوفن^۳ و صابون حشره کش روی پسیل معمولی پسته *A. pistaciae* و تعیین میزان فعالیت آنزیم های استراز^۴ و گلو تاتیون اس ترانسفراز^۵ در بدن حشره بعد از استفاده از این آفت کش ها می باشد.

مواد و روش ها

نمونه برداری

محل اجرای طرح در بخش مرکزی شهرستان رفسنجان با موقعیت جغرافیایی $30^{\circ}24'24''N$ $55^{\circ}59'38''E$ از مناطق عمده پسته کاری ایران و دنیا قرار دارد. رفسنجان یکی از شهرستان های استان کرمان است که با مساحت ۷۶۷۸ کیلومتر مربع در شمال غرب استان کرمان واقع شده است. به منظور انجام آزمایش یک باغ پسته در اندازه ۵ هکتار با در نظر گرفتن کلیه مسائل مربوط به اصول باغبانی از جمله یکسان بودن رقم پسته کاشته شده (رقم کله قوچی)، نحوه کوددهی، سم پاشی و غیره در شهرستان رفسنجان انتخاب شد. ردیف های باغ مورد نظر بر اساس طرح بلوک کامل تصادفی به ۳ تکرار و هر تکرار شامل ۱۵ تیمار بلوک بندی شد. تعداد ۱۰ برگ از درختان مشخص شده به عنوان نمونه جدا شده و سپس نمونه های مربوط به هر درخت به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه پوره های سنین مختلف پسیل پسته در هر دو سطح رویی و زیرین برگ ها به وسیله استریومیکروسکوپ (مدل KE-20 بزرگنمایی ۴۰۰) شمارش و تعیین تراکم شد. در این مرحله سه غلظت از هر کدام از آفت کش ها در نظر گرفته شد که شامل میانگین غلظت های توصیه شده آفت کش ها در مزرعه برای آفات گوناگون به عنوان غلظت میانی و دو غلظت، یکی نصف و دیگری دو برابر این غلظت بود. در هر تکرار (بلوک)

1. Spinosad

2. Neem azal

3. Spirodiclofen

4. Insecticidal soap

5. Esterase

6. Glutathion S-transferase

7. Triton

8. Naftilasetat

حاصل از تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین سه غلظت آفت کش نشان داد که بین سه غلظت و تاثیر هر کدام از غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P=0$ ، $df=14,30$ و $F=100/61$)، به این صورت که بین غلظت‌های ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در روزهای اول و سوم و بین غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روزهای ۱، ۳ و ۷ بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. غلظت‌های ۵۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز در تمامی روزها به‌جز روز ۲۱ دارای تفاوت معنی‌داری با یکدیگر بودند. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی نشان داد که میزان تاثیر غلظت ۵۰۰ میلی‌گرم بر لیتر در کاهش جمعیت پوره‌ها در روزهای اول و سوم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، غلظت‌های ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز به همین صورت بودند. علاوه بر این هر سه غلظت طی روزهای اول تا سوم بعد از محلول‌پاشی، بیشترین تاثیر را در کاهش جمعیت پوره‌های پسیل پسته داشتند و بعد از یک هفته روند تاثیر به صورت کاهشی بود. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌های مختلف این صابون نشان داد که با افزایش غلظت، میزان تلفات نیز افزایش می‌یابد (شکل ۱). با توجه با این که صابون تیمول دارای اثر فیزیکی روی حشرات بوده و با ایجاد اختلال در سیستم تنفسی و صدمه به اسکلت خارجی حشرات موجب مرگ سریع آن‌ها می‌شود، در نتیجه می‌توان انتظار داشت که میزان تاثیر صابون با افزایش غلظت، افزایش یابد و همچنین تاثیر آن طی یک هفته بعد از کاربرد نسبت به سایر روزها بیشتر باشد. در پژوهشی که توسط دانای طوس و همکاران (Danay-Tous *et al.*, 2013) انجام شد، تاثیر صابون‌های حشره‌کش پالیزین و تنداکسیر را روی پوره‌های پسیل معمولی پسته *A. pistaciae* بررسی کردند که نتایجی مشابه با این پژوهش مشاهده شد.

نفتول تولید شده در مخلوط واکنش با استفاده از منحنی استاندارد ضد تولید نفتول در دزهای مختلف به‌دست آمد. تعیین میزان پروتئین در محلول بر اساس روش برادفورد (Bradford, 1967) با کاربرد پروتئین استاندارد سرم آلبومین گاوی (BSA) مشخص شد.

اندازه‌گیری فعالیت گلوکوتایون‌اس‌ترانسفراز (GST)

پوره‌های پسیل در ۲۰۰ میکرولیتر از بافر فسفات سرد ۱۰ میلی‌مولار (pH 7) هموژنایز شدند. بعد از هموژنایز کردن نمونه‌ها در ۱۰۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سلسیوس سانتریفیوژ شدند. فعالیت گلوکوتایون‌اس‌ترانسفراز با استفاده از زیرنهشت ۱، ۲ کلرو و ۴ دی‌نیتروبنزن^۹ (CDNB) و گلوکوتایون احیاء شده (GSH) طبق روش هایبینگ و همکاران (Habing *et al.*, 1976) با کمی تغییرات سنجش شد. مقدار ۲۰۰ میکرولیتر مخلوط واکنش که شامل CDNB (۱ میلی‌مولار) و گلوکوتایون احیاء شده در بافر فسفات (۰/۱ مولار و pH 7) بود به همراه ۱۰ میکرولیتر آنزیم، داخل کیووت‌ها (سل‌های) دستگاه اسپکتروفتومتر ریخته و سنجش آنزیم با طول موج ۳۴۰ نانومتر انجام شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

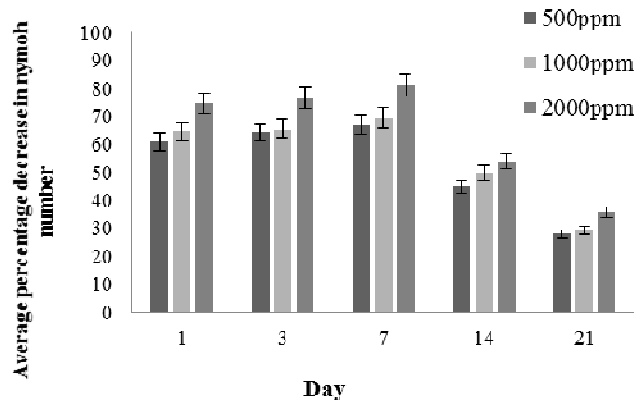
بر اساس نمونه‌برداری انجام شده در روز قبل از محلول‌پاشی و در نظر گرفتن شاهد، با استفاده از فرمول هندرسون-تیلتون درصد تاثیر هر یک از تیمارها محاسبه و مقایسه میانگین‌ها در قالب طرح بلوک کامل تصادفی بر طبق آزمون چند دامنه‌ای دانکن توسط نرم‌افزار SPSS21 انجام و رسم نمودارها با نرم‌افزار SigmaPlot10.0 و Excel انجام شد.

نتایج و بحث

اثر تیمارهای مختلف روی تعداد پوره‌های پسیل پسته

تاثیر غلظت‌های مختلف تیمول در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی روی پوره‌های پسیل پسته بررسی و نتایج

⁹. 1, Chloro2 and 4 dinitrobenzene



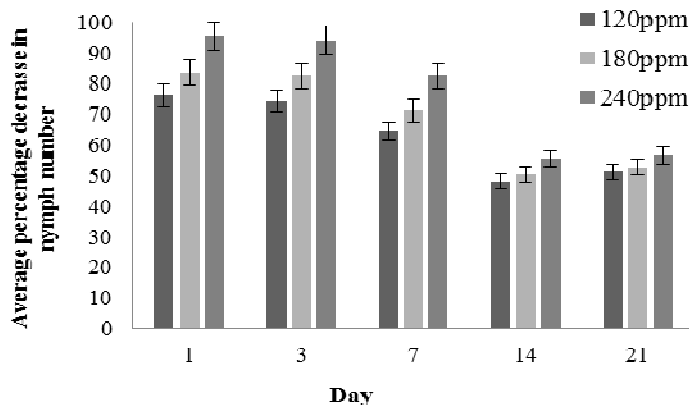
شکل ۱- میانگین درصد کاهش تعداد پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در تیمول
Figure 1. Average percentage reduction in number of *Agonoscena pistaciae* nymphs in different days after spraying in Tymol

سه روز بعد از کاربرد، بیشترین تاثیر را در کاهش جمعیت پوره‌ها داشتند. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش نشان داد که با افزایش غلظت، میزان تلفات نیز افزایش می‌یابد (شکل ۲). همان‌گونه که پیش از این اشاره شد، اسپیرودیکلوفن موجب مهار بیوسنتز چربی در بدن حشرات می‌شود و با توجه به این‌که اندام‌های چربی نقش بسیار مهمی در بدن حشرات از جمله ساخت هورمون‌های پوست‌اندازی، هورمون‌های تولیدمثلی و غیره ایفا می‌کنند، در نتیجه می‌توان انتظار داشت که بعد از استفاده از آفت‌کش اسپیرودیکلوفن، جمعیت آفت مورد نظر به این دلیل که پوره‌ها قادر به پوست‌اندازی و رفتن به مراحل سنی بالاتر نبوده و هم‌چنین افراد بالغ نیز قادر به تولید تخم و ادامه روند تولیدمثلی نمی‌باشند، کاهش یابد. تاثیر اسپیرودیکلوفن و لامبدا‌سای‌هالوترین روی کنه *Tarsonemus pallidus* Kramer بررسی و نتایج نشان داد که اسپیرودیکلوفن در غلظت (۰/۲ لیتر در هکتار) به میزان ۳۹/۷ درصد در روز هفتم بعد از محلول‌پاشی و ۵۰/۶ درصد در روز ۲۱ بعد از محلول‌پاشی و همچنین در غلظت (۰/۴ لیتر در هکتار) به میزان ۷۹/۳ درصد در روز هفتم بعد از محلول‌پاشی و ۵۹ درصد در روز ۲۱ بعد از محلول‌پاشی تاثیر داشت (Valiuskait, 2005). نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش حاضر مشابهت داشت. در پژوهش حاضر نیز مشخص شد که

تاثیر غلظت‌های مختلف اسپیرودیکلوفن در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی روی پوره‌های پسیل پسته بررسی و نتایج حاصل از تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین سه غلظت آفت‌کش نشان داد که بین سه غلظت و تاثیر هر کدام از غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($P=0$ ، $df=14,30$ و $F=102/73$)، به این صورت که بین تیمارهای ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روزهای ۱۴ و ۲۱ بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار مشاهده نشد، اما در دیگر روزها دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند. تیمارهای ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر لیتر در روزهای ۷ و ۱۴ بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما در دیگر روزها بین این تیمارها تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. تیمارهای ۱۲۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز در تمامی روزهای بعد از محلول‌پاشی دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی نشان داد که میزان تاثیر تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم بر لیتر در کاهش جمعیت پوره‌ها در روزهای اول و سوم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت، اما بین روزهای هفتم، چهاردهم و بیست و یکم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، تیمارهای ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز به همین صورت می‌باشند. علاوه بر این هر سه غلظت، طی

از پژوهش‌ها را می‌توان به وجود تفاوت در نوع آفت و دز مورد استفاده در پژوهش نسبت داد.

تاثیر اسپیرودیكلوفن با افزایش میزان غلظت افزایش یافته و هم‌چنین طی سه روز اول بعد از محلول‌پاشی، این آفت کش بیشترین درصد تاثیر را داشت. البته تفاوت بین اعداد حاصل

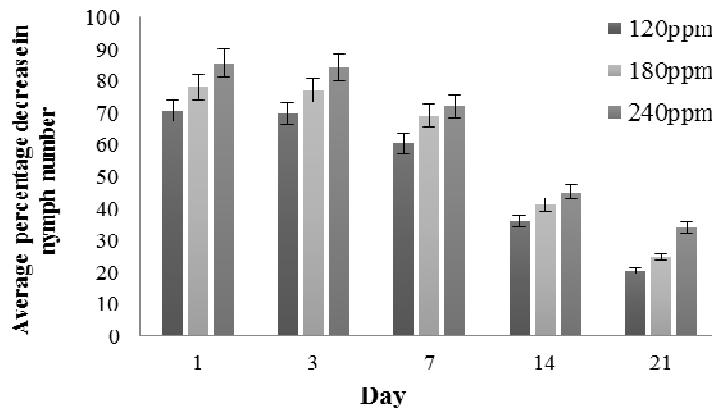


شکل ۲- میانگین درصد کاهش تعداد پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در اسپیرودیكلوفن

Figure 2. Average percentage reduction in number of *Agonoscena pistaciae* nymphs in different days after spraying in spiroticlofen

مشاهده شد، تیمارهای ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز به همین صورت می‌باشند. علاوه بر این هر سه غلظت طی روزهای اول تا هفتم بعد از محلول‌پاشی بیشترین تاثیر را در کاهش جمعیت پوره‌ها داشتند و بعد از یک هفته روند تاثیر به صورت کاهشی بود. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌های مختلف نشان داد که با افزایش غلظت، میزان تلفات نیز افزایش می‌یابد (شکل ۳). همان‌گونه که در این شکل مشاهده می‌شود، تاثیر آفت کش اسپینوساد از روز اول تا روز هفتم بعد از محلول‌پاشی به صورت افزایشی بوده است که می‌توان این نتیجه را به این گونه توجیه کرد که اسپینوساد از گروه حشره‌کش‌های کند اثر بوده و به مرور زمان باعث فلج شدن حشرات و در نهایت مرگ آن‌ها می‌شود. تاثیر غلظت‌های مختلف آزادیراختین در روزهای مختلف بین تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم تنها در روز هفتم و چهاردهم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد. تیمارهای ۵۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تمامی روزهای بعد از محلول‌پاشی دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی نشان داد که میزان تاثیر تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در کاهش جمعیت پوره‌ها در روزهای اول، سوم و هفتم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشت، اما بین روزهای چهاردهم و بیست و یکم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار

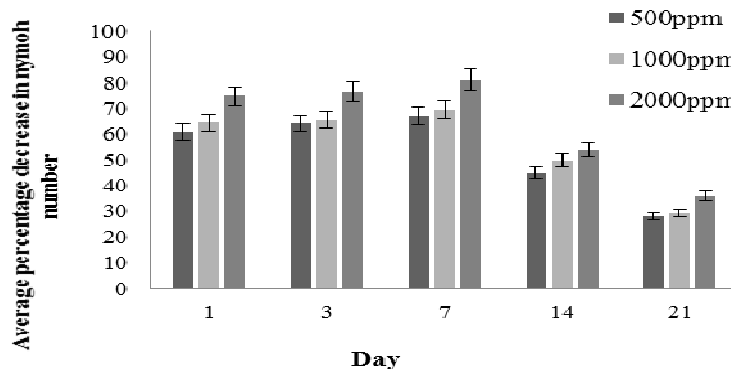
تاثیر غلظت‌های مختلف اسپینوساد در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی روی پوره‌های پسیل پسته بررسی و نتایج حاصل از تجزیه واریانس و محاسبه‌های آماری بین سه غلظت آفت کش نشان داد که بین سه غلظت و تاثیر هر کدام از غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار وجود دارد ($F = 50.52$ و $df = 14, 30$ ، $P = 0$)، به این صورت که بین تیمارهای ۱۲۰ و ۱۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در تمامی روزهای بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. تیمارهای ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در روزهای ۱۴ و ۲۱ بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند، اما در دیگر روزها دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند. تیمار ۲۴۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی دارای تفاوت معنی‌دار با یکدیگر بودند. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌ها در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی نشان داد که میزان تاثیر تیمار ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم در کاهش جمعیت پوره‌ها در روزهای اول، سوم و هفتم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار با یکدیگر نداشت، اما بین روزهای چهاردهم و بیست و یکم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار



شکل ۳- میانگین درصد کاهش تعداد پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در اسپینوساد
Figure 3. Average percentage reduction in number of *Agonoscena pistaciae* nymphs in different days after spraying in spinosad

علاوه بر این، هر سه غلظت طی روزهای اول تا هفتم بعد از محلول‌پاشی بیشترین تاثیر را در کاهش جمعیت پوره‌ها داشتند. نتایج مربوط به تاثیر غلظت‌های مختلف آفت‌کش نشان داد که با افزایش غلظت، میزان تلفات نیز افزایش می‌یابد (شکل ۴).

میلی‌گرم بر کیلوگرم در کاهش جمعیت پوره‌ها در روزهای اول و سوم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت اما بین روزهای هفتم، چهاردهم و بیست و یکم بعد از محلول‌پاشی تفاوت معنی‌دار مشاهده شد، تیمارهای ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیز به همین صورت می‌باشند.



شکل ۴- میانگین درصد کاهش تعداد پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در آزادیراچتین
Figure 4. Average percentage reduction number of *Agonoscena pistaciae* nymphs in different days after spraying in Azadirachtin

غلظت‌های بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم درصد تاثیر بیشتری در کنترل آفت داشته است. در ارتباط با کاهش روند تاثیر آزادیراچتین بعد از هفت روز می‌توان گفت این پدیده ناشی از کم دوام بودن عصاره چریش در برابر شرایط

آرپا و لوون (Arpaia and Loon, 1993) با بررسی تاثیر آزادیراچتین در برابر مگس مینوز *Liriomyza trifolii* Blanchard روی بوته‌های لوبیا نتایج مشابهی با این پژوهش به دست آوردند، در این بررسی مشخص شد که

محیطی می‌باشد. بر اساس بررسی‌های محققین در این زمینه مشخص شده است که آزادیراختین به تدریج در برابر اشعه ماورای بنفش نور خورشید تجزیه شده و تاثیر خود را از دست می‌دهد (Shmutterer, 1990). مقایسه تغییرات جمعیت در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که صابون تیمول در تمامی غلظت‌ها تا ۲۱ روز بعد از محلول‌پاشی ضمن قرار گرفتن در گروه اول آماری، دارای بیشترین درصد تاثیر نسبت به سایر تیمارها بوده است. علاوه بر این نتایج نشان داد که پیشینه تاثیر تیمارهای مربوط به صابون تیمول تا روز سوم پس از کاربرد بوده و بعد از آن شاهد کاهش درصد تاثیر آن‌ها می‌باشیم. اگر چه، این تیمارها نیز در گروه اول آماری قرار گرفته‌اند. حشره‌کش آزادیراختین نیز در بیشتر روزهای شمارش ضمن تفاوت معنی‌دار آماری با سایر تیمارها کمترین میزان تاثیر را داشت. حشره‌کش‌های اسپیرودیكلوفن و اسپینوساد بعد از صابون تیمول به ترتیب دارای تاثیر به‌سزایی در کاهش جمعیت پوره‌های پسیل پسته به ویژه در هفته اول بعد از کاربرد داشتند. البته پژوهش‌هایی نیز در ارتباط با تاثیر نامطلوب این دو آفت‌کش روی دشمنان طبیعی پسیل پسته گزارش شده است. مدینا و همکاران (Medina et al., 2013) تاثیر سه حشره‌کش آزادیراختین، اسپینوساد و تبوفنوزوئید را روی بقا و تولیدمثل حشره کامل بالتوری سبز، *Chrysoperta carnea* Stephens به دو روش تماس مستقیم و گوارشی بررسی کردند. تبوفنوزوئید و پیری پروکسیفن روی بقا حشره کامل بی‌خطر تشخیص داده شدند، اما اسپینوساد در بالاترین غلظت بعد از ۷۲ ساعت، در روش تماس مستقیم حشرات کامل را ۳۹/۸٪ و در روش گوارشی ۸۷/۳٪ کاهش داد. بصیرت (Basirat, 2003) اثرات جانبی آفت‌کش‌های اسپیرودیكلوفن با غلظت (۴۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) و اسپینوساد با غلظت (۸۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) را روی لارو کفشدوزک *Oenopia conglobata* Linnaeus بررسی کرد و نتایج نشان داد که اسپیرودیكلوفن در گروه آفت‌کش‌های با خطر جزئی و اسپینوساد در گروه آفت‌کش‌های با خطر متوسط قرار دارد. در آزمایش‌های صورت گرفته توسط بصیرت و همکاران (Basirat et al.,

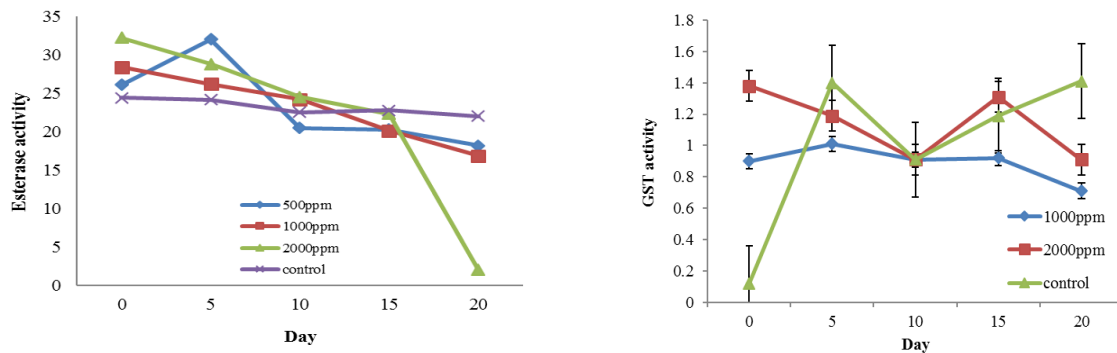
2008) در بررسی اثرات جانبی حشره‌کش‌های تیاكلوپرید، اسپیرودیكلوفن و اسپینوساد بر دو گونه از دشمنان طبیعی یعنی مرحله حساس (حشره کامل) و مقاوم (پوره مومیایی) زنبور پسیلافاگوس و مرحله حساس (لارو) و مقاوم (حشره کامل) کفشدوزک *O. conglobata* این گونه نتیجه گرفته شد که تاثیر حشره‌کش‌های تیاكلوپرید و اسپینوساد روی دو حشره مفید بیش‌تر از میتاک، اما تاثیر حشره‌کش اسپیرودیكلوفن روی مراحل ذکر شده دو حشره کم‌تر از حشره‌کش میتاک است. بنابراین، با توجه به نتایج به‌دست آمده از این بخش از پژوهش می‌توان گفت صابون تیمول به دلیل تاثیر مطلوب در برابر پسیل پسته و کارایی خوب آن در مقایسه با دیگر آفت‌کش‌ها، به منظور تولید محصول سالم، کاهش هزینه‌های مصرفی (مقرون به صرفه بودن)، کاهش خطرات زیست محیطی و تاثیر روی دشمنان طبیعی و به حداقل رساندن مصرف آفت‌کش‌های شیمیایی می‌شود.

اثر دزهای مختلف تیمول، اسپیرودیكلوفن، اسپینوساد و آزادیراختین بر میزان فعالیت آنزیم‌های استراز و گلوکوتایون ترانسفراز

اثر غلظت‌های مختلف صابون تیمول (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) روی پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با استفاده از سوبسترای بتا نفتیل استات سنجش شد و نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایش و شاهد اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P=0$ ، $df=30,14$ و $F=12/079$). همان‌گونه که در شکل ۵ مشاهده می‌شود، غلظت بالای صابون تیمول باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های استراز و غلظت پایین صابون باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های استراز شده است. علاوه بر این در هر سه غلظت، فعالیت آنزیم‌های استراز در روزهای اول بعد از محلول‌پاشی نسبت به روزهای دیگر افزایش یافته است (شکل ۵). اثر غلظت‌های مختلف صابون تیمول (۵۰۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) در میزان مهار فعالیت آنزیم گلوکوتایون اس ترانسفراز (GST) با استفاده از سوبسترای ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن (CDNB) روی پوره‌های پسیل پسته سنجش شد و نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد

روزهای اول بعد از کاربرد می‌تواند به این دلیل باشد که احتمالاً زمانی که آفت تحت استرس مواد خارجی از جمله آفت‌کش‌ها قرار می‌گیرد، فعالیت آنزیم‌های سم‌زدا افزایش یافته و باعث کاهش سمیت مواد خارجی می‌شوند (Hassall, 1983).

($F = 13/82$ و $df = 30, 14$, $P = 0$) با توجه به نتایج، بیشترین میزان مهارکنندگی آنزیم مربوط به تیمار (۱۰۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بود (شکل ۵). افزایش میزان فعالیت آنزیم‌های استراز و گلوکوتایون‌استرانسفراز در غلظت بالای محلول سم‌پاشی تیمول و همچنین افزایش میزان فعالیت آنزیم‌ها در

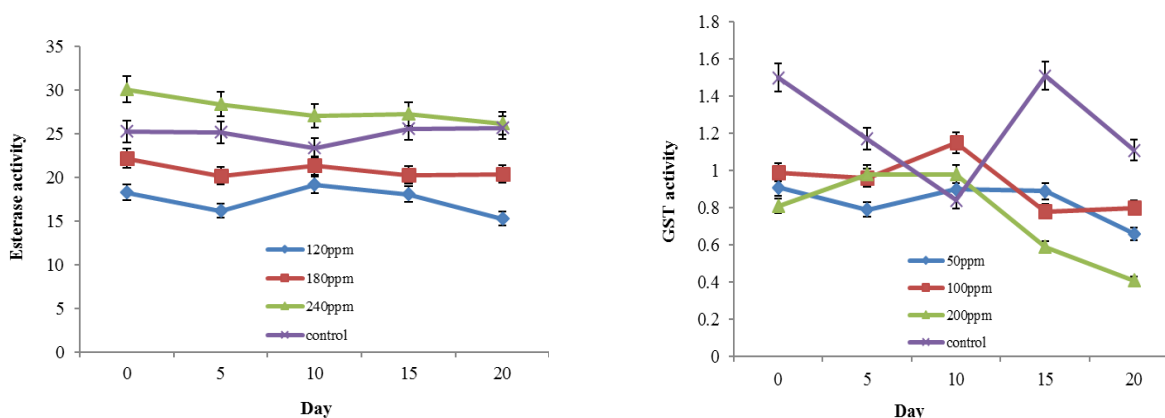


شکل ۵- میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با سوبسترا بتا نفتیل استات و گلوکوتایون‌اس ترانسفراس با سوبسترا ۱، ۲ و ۴ دی نیترو بنزن در تیمول

Figure 5. Activity of Esters with beta-naphthyl acetate substrate and Glutathione-transferase with substrate 1, chloro-2 and 4-di-nitrobenzene in Tymol

مقاومت این کنه به اسپیرودیکلوفن نشان دادند که در چند جمعیت مقاوم، فعالیت کربوکسیل استراز نسبت به جمعیت حساس افزایش معنی‌داری دارد. اثر غلظت‌های ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر لیتر در میزان مهار فعالیت آنزیم گلوکوتایون‌اس ترانسفراس (GST) با استفاده از سوبسترای ۱، ۲ و ۴ دی نیترو بنزن (CDNB) روی پوره‌های پسیل پسته سنجش و نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($F = 2/35$ و $df = 30, 14$, $P = 0/024$). با توجه به این نتایج، بیشترین میزان مهارکنندگی فعالیت آنزیم مربوط به غلظت ۱۸۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود (شکل ۶). اثر غلظت‌های ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم اسپینوساد روی پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با استفاده از سوبسترای بتا نفتیل استات سنجش و نتایج نشان داد که

اثر غلظت‌های ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آفت‌کش اسپیرودیکلوفن روی پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با استفاده از سوبسترای بتا نفتیل استات سنجش و نتایج نشان داد که بین تیمارهای آزمایش اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($F = 38/045$ و $df = 14, 30$, $P = 0/02$) (شکل ۶). با توجه به نتایج، اسپیرودیکلوفن در غلظت بالا باعث افزایش فعالیت آنزیم‌ها شده است که احتمالاً افزایش فعالیت آنزیم‌های استراز در جهت تجزیه یا منزوی کردن حشره‌کش بوده است. با توجه به این که اسپیرودیکلوفن دارای پیوند استری است، فعالیت آنزیم‌های استراز در غیر سمی کردن این ترکیب می‌تواند موثر باشد. راج و ناوون (Rauch and Nauen, 2002) بیشترین علت تجزیه اسپیرودیکلوفن در *T. urticae* Kramer را شکسته شدن پیوند استری بیان کردند، همچنین در بررسی متابولیسمی

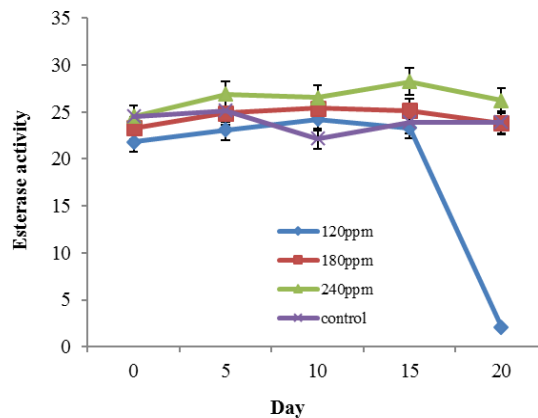


شکل ۶- میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با سوبسترا بتا نفتیل استات و گلو تاتیون اس ترانسفراس با سوبسترا ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن در اسپیرودیکلوفن

Figure 6. Activity of Esters with beta-naphthyl acetate substrate and Glutathione-transferase with substrate 1, chloro-2 and 4-di-nitrobenzene in spirodiclofen

۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن (CDNB) روی پوره‌های پسیل پسته سنجش شده و نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P = 0$ ، $df = 30$ ، $F = 16/059$). همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، تیمار ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم نسبت به سایر تیمارها بیشترین تاثیر را در میزان مهار فعالیت آنزیم داشته است. اثر غلظت‌های ۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم آزادپراختین روی پوره‌های پسیل پسته در روزهای مختلف بعد از محلول‌پاشی در میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با استفاده از سوبسترای بتا نفتیل استات در شکل ۸ نشان داده شده است. به‌طور کلی، نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P = 0$ ، $df = 30$ ، $F = 9/708$). اثر غلظت‌های مختلف آزادپراختین (۵۰، ۱۰۰ و ۲۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر میزان مهار فعالیت آنزیم گلو تاتیون اس ترانسفراس (GST) با استفاده از سوبسترای ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن (CDNB) روی پوره‌های پسیل پسته سنجش شده و نتایج نشان داد که بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P = 0/01$ ، $df = 30$ ، $F = 4/169$). همان‌گونه که در شکل ۸ مشاهده می‌شود، غلظت بالای آفت‌کش آزادپراختین، فعالیت آنزیم‌های استراز و آنزیم گلو تاتیون

بین تیمارها اختلاف معنی‌دار وجود دارد ($P = 0$ ، $df = 30$ ، $F = 26/54$). همان‌گونه که در شکل ۷ مشاهده می‌شود، اسپینوساد در غلظت‌های پایین و توصیه شده، فعالیت آنزیم‌های استراز را کاهش و در غلظت بالا باعث افزایش فعالیت آنزیم‌ها شده است. برخی استرازها خواص کاتالیتیکی محدودی دارند، اما به‌طور موثر طی فرآیند منزوی کردن و به‌واسطه ترکیب شدن با حشره‌کش‌ها و مواد سمی آن‌ها را از مکان هدفشان دور می‌کنند و به این وسیله در دسترس بودن آن‌ها را کاهش می‌دهند (Kono and Tomita, 1992). احتمالاً استرازهای موجود در بدن پسیل معمولی پسته نقش بسیار مهمی در غیر سمی کردن یا منزوی کردن آفت‌کش دارند. سوزوکی و همکاران (Suzuki et al., 1993) نقش مستقیم استرازهای بیش از اندازه تولید شده در شته جالیز مقاوم را در منزوی کردن فنیتروتیون ثابت نمودند. یافته‌های پژوهشگران روی پسیل گلابی *Psylla Cacopsylla pyri* Linnaeus و *piricola* Geoffroy درگیر بودن استرازها را در سم‌زدایی آفت‌کش‌ها نشان می‌دهد (Barata et al., 2004). اثر غلظت‌های ۱۲۰، ۱۸۰ و ۲۴۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر میزان فعالیت آنزیم گلو تاتیون اس ترانسفراس (GST) با استفاده از سوبسترای



شکل ۷- میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با سوبسترا بتا نفتیل استات و گلو تاتیون اس ترانسفراز با سوبسترا ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن در اسپینوساد

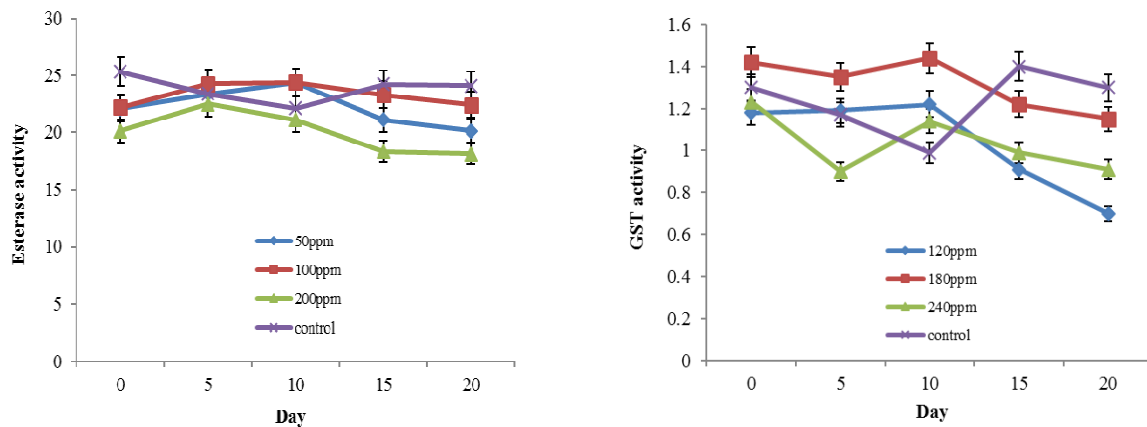
Figure 7. Activity of Esters with beta-naphthyl acetate substrate and Glutathione-transferase with substrate 1, chloro-2 and 4-di-nitrobenzene in spinosad

داد که از نظر آماری اختلاف معنی داری در فعالیت استرازی بین تیمارها وجود دارد ($P < 0.05$). با توجه به این نتایج، تیمار اسپینوساد نسبت به سایر تیمارها به میزان بیشتری فعالیت آنزیم گلو تاتیون اس ترانسفراز را افزایش داد (شکل ۹). به طور کلی مقایسه تغییرات جمعیت در تیمارهای مختلف نشان می‌دهد که محلول سم پاشی تیمول در تمامی غلظت‌ها تا بیست و یک روز بعد از محلول پاشی ضمن قرار گرفتن در تیمارها بوده است. حشره کش‌های اسپیرودیکلوفن و اسپینوساد بعد از صابون تیمول به ترتیب دارای تاثیر به سزایی در کاهش جمعیت پوره‌های پسیل پسته به ویژه در هفته اول بعد از کاربرد بودند. گروه اول آماری، دارای بیشترین درصد تاثیر نسبت به حشره کش آزادیراختین نیز در بیشتر روزهای شمارش ضمن تفاوت معنی دار آماری با سایر تیمارها کمترین میزان تاثیر را داشت است. نتایج حاصل از تاثیر بیوشیمیایی آفت کش‌ها روی پوره‌های پسیل پسته نشان داد که در تیمارهای اسپیرودیکلوفن و اسپینوساد بیشترین میزان مهارکنندگی آنزیم‌های استراز در غلظت‌های پایین این آفت کش‌ها به ترتیب غلظت ۱۲۰ و ۱۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم و در تیمارهای آزادیراختین و محلول سم پاشی تیمول، در غلظت بالای این آفت کش‌ها به ترتیب ۲۰۰

استرانسفرز را به میزان بیشتری کاهش می‌دهد. با توجه به این نتیجه، می‌توان گفت که آزادیراختین به عنوان یک مهارکننده رقابتی عمل کرده است. چرا که در مهارکننده رقابتی، میزان آنزیم مهار شده به غلظت سوبسترا، غلظت مهارکننده و میل ترکیبی مهارکننده و سوبسترا به اتصال به جایگاه اثر آنزیم بستگی دارد (Fish and Madihally, 2004).

مقایسه اثر آفت کش‌ها بر میزان فعالیت آنزیم‌های استراز و گلو تاتیون ترانسفراز پوره‌های پسیل پسته

مقایسه فعالیت آنزیم‌های استراز بعد از به کار بردن دزهای توصیه شده آفت کش‌ها روی پوره‌های پسیل پسته با استفاده از سوبسترای بتا نفتیل استات سنجش شده و نتایج نشان داد که از نظر آماری اختلاف معنی داری در فعالیت استرازی بین تیمارها وجود دارد ($P < 0.05$). با توجه به این نتایج، تیمار اسپیرودیکلوفن نسبت به سایر تیمارها به میزان بیشتری باعث افزایش فعالیت آنزیم‌های استراز شد. علاوه بر این، تیمار اسپینوساد نیز نسبت به سایر تیمارها فعالیت آنزیم‌های استراز را به میزان بیشتری کاهش داد (شکل ۹). میزان فعالیت آنزیم گلو تاتیون اس ترانسفراز بعد از به کار بردن دزهای توصیه شده آفت کش‌ها روی پوره‌های پسیل پسته با استفاده از سوبسترای ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن سنجش و نتایج نشان

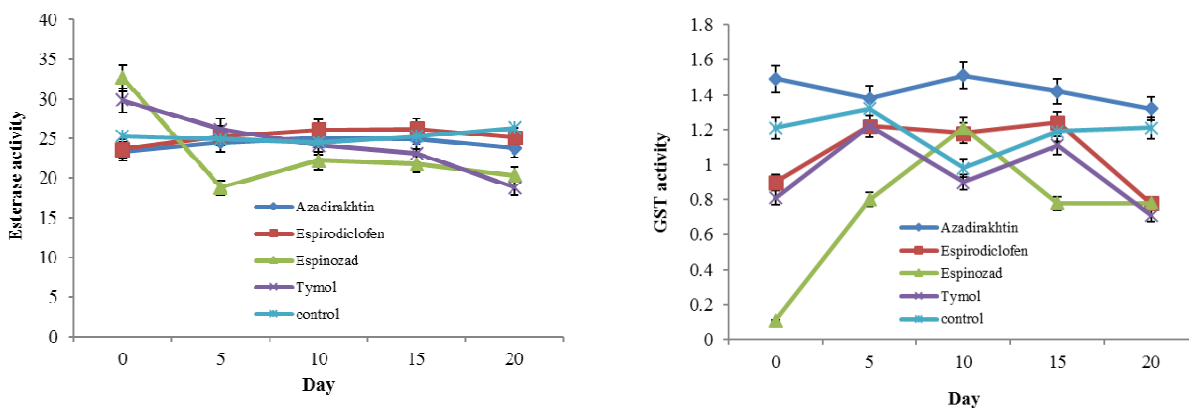


شکل ۸- میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با سوبسترا بتا نفتیل استات و گلوکاتایون اس ترانسفراز با سوبسترا ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن در آزادیراختین

Figure 8. Activity of Esters with beta-naphthyl acetate substrate and Glutathione-transferase with substrate 1, chloro-2 and 4-di-nitrobenzene in Azadirachtin

میلی گرم بر لیتر بود. نتایج حاصل از مقایسه اثر دزهای توصیه شده آفت کش‌ها در میزان فعالیت آنزیم‌های استراز و گلوکاتایون اس ترانسفراز در پوره‌های پسیل پسته نشان داد که تیمار اسپینوساد نسبت به سایر تیمارها به‌طور معنی‌داری باعث کاهش فعالیت آنزیم‌های استراز و افزایش فعالیت آنزیم گلوکاتایون اس ترانسفراز شده است.

و ۲۰۰۰ میلی گرم بر لیتر رخ داد. بیشترین میزان مهارکنندگی آنزیم گلوکاتایون اس ترانسفرازها نیز در تیمارهای اسپیرودیکلوفن و محلول سم‌پاشی تیمول مربوط به غلظت‌های توصیه شده آن‌ها به ترتیب ۱۸۰ و ۱۰۰۰ میلی گرم بر کیلوگرم و در تیمارهای اسپینوساد و آزادیراختین مربوط به غلظت بالای این آفت کش‌ها به ترتیب ۲۴۰ و ۲۰۰



شکل ۹- میزان فعالیت آنزیم‌های استراز با سوبسترا بتا نفتیل استات و گلوکاتایون اس ترانسفراز با سوبسترا ۱، کلرو ۲ و ۴ دی نیترو بنزن در تیمارهای آزادیراختین، اسپینوساد، اسپیرودیکلوفن و تیمول

Figure 9. Activity of Esters with beta-naphthyl acetate substrate and Glutathione-transferase activity with substrate 1, chloro-2 and 4-di-nitrobenzene in Azadirachtin, Spinosad, Spirodiclofen and Thymol

References

- Amir Ghasemi, T. and Souzani, J.** 2008. Pistachio or green gold of Iran (planting, harvesting and harvesting). **Publications of the National Organization of Natural Resources and Engineering. Tehran. Iran** (In Farsi).
- Arpaia, S. and Loon, J. V.** 1993. Effects of Azadirachtin after systemic uptake into *Brassica oleracea* on larvae of *Pieris brassicae*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 66(1): 39-45.
- Barata, C., Solayan, A. and Porte, C.** 2004. Role of B-esterases in assessing toxicity of organophosphorous (chlorpyrifos, malathion) and carbamate (carbofuran) pesticides to *Daphnia magna*. **Aquatic Toxicology** 66: 125-139.
- Basirat, M.** 2003. Effect of several insecticides on pistachio seedlings and its side effects on two species of natural enemies. **The final report of the research project of the Pistachio Research Institute of Iran**, pp. 29.
- Basirat, M. Afshari, M. R., Mirzai, R., Rajabi, A. and Alawi, H.** 2008. Effect of three insecticides on pistachio common pods and their side effects on two species of natural enemies. **Proceedings of the 18th Iranian Plant Protection Congress, 3-6th of September, Hamadan University**. pp. 157 (In Farsi).
- Bradford, M. M.** 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Biochemistry** 72: 248-254.
- Danay-Tous, A. H., Farazmand, H., Oliaei-Torshiz, A. and Sirjani, M.** 2013. Effect of red pepper and garlic extract on pistachio psylla nymph, *Agonosceana pistaciae* in field conditions. **Biocontrol in Plant Protection** 1 (2): 131-136.
- Fish, W. W. and Madihally, S. V.** 2004. Modeling the inhibitor activity and relative binding affinities in enzyme-inhibitor-protein systems: application to developmental regulation in a PG-PGIP system. **Biotechnology Progress** 20(3): 721-727.
- Hassall, K. A.** 1983. The chemistry of pesticide, their metabolism, mode of action and used in crop protection, The Mackmillan Press. LTD. London and Basingtoke, 372 pp.
- Kono Y. and Tomita T.** 1992. Characteristics of highly active carboxylesterases in insecticide-resistant *Culex pipiens quinquefasciatus*. **Japanese Journal of Sanitary Zoology** 43(4): 297-305.
- Medina, M. P., Budia, F., Tirry, L., Smagghe, G. and Viuela, E.** 2001. Compatibility of Spinosad, Tebufenozide and Azadirachtin against *Chrysoperla carnea* (Stephens) under laboratory conditions. **Biological Control Science and Technology** 11: 597-610.
- Mehrnejad, M.** 2002. Effective factors in reducing the population of *Psyllaephagus pistaciae* parasitoid Pistachio Common Pseudo. **Proceedings of the 15th Iranian Plant Protection Congress, Kermanshah**, pp. 175 (In Farsi).
- Mehrnejad, M. R. and Copland, M. J. V.** 1998. Host acceptance by the parasitoid, an endoparasitoid of the common pistachio psylla. **The 6th European Congress of Entomology T August 23-29, Czech Republic** (In Farsi).
- Panahi, B.** 2002. A guide to planting pistachios was taken. **Agriculture education publication**. 149 pages.
- Rauch, N. and Nauen, R.** 2002. Spirodiclofen resistance risk assessment in *Tetranychus urticae* (Acari.: Tetranychidae) a biological approach. **Pesticide Biochemistry and Physiology** 74: 91-101.
- Samea, M. A. Alizadeh, A. S. and Saberi Rice, R.** 2005. Pistachios and pests in Iran and their combined management. Tehran University Press, p. 301.
- Shmutterer, H.** 1990. Properties and potential of natural pesticides from the neem tree, *Azadirachta indica*. **Annual Review of Entomology** 35: 271-297.
- Suzuki, K., Haman, H., and Konno, Y.** 1993. Carboxylesterase of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae), responsible for fenitrothion resistance as a sequestering protein. **Applied Entomology and Zoology** 28(4): 439-450.

- Talebi Jahromi, Kh.** 2010. Toxicology of pesticides, insecticides, University Press, pp. 242-253.
- Valiuskait, A., Raudonis, L. and Survilien, E.** 2005. Analysis of micromycetes composition of sour cherry fruits in Lithuania. **Phytopathology** 35: 197-201.
- van Asperen, K.** 1983. A study of housefly esterase by means of a sensitive colorimetric method **Journal of Insect Physiology** 8: 401-416.
- Habig, W. H., Pabst, M. J. and Jakoby, W. B.,** 1976. Glutathione S-transferase A. from rat liver, **Biochemical** 175: 710-716.

Toxicity and biochemical effects of some pesticides on the pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* (Hem.: Psyllidae) in the field conditions

A. Alizadeh*¹, N. Mosaei¹ and A. Alipour¹

1. Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Vali-e-Asr University of Rafsanjan

(Received: November 9, 2017- Accepted: March 11, 2018)

Abstract

The common Pistachio psylla, *Agonoscena pistaciae*, is one of the most important pests that feeding on the sap both in nymphal and adult stage. In this study, the effects of spiroticlofen, spinosad, azadirachtin and Thymol soap were studied on the psyllid nymphs. At the same time, the impact of these pesticides on the activity of esterase and glutathione S-transferase (GST) enzymes were studied. In this research, three doses of each pesticide were selected (Recommended dose, 2-fold recommended dose and 1/2 recommended dose). The results showed that thymol soap had better performance in controlling pistachio psylla with concentration of 2000 mg/l compared to other pesticides. The populations of nymphs were reduced to 95.40, 94.12, and 82.30, 55.51 and 29.48 percent at 1, 3, 7, 14 and 21 days after application. The biochemical results of this study showed that spiroticlofen, spinosad, azadirachtin and Thymol soap, had the greatest impact on the inhibition of esterase enzyme in concentrations 120, 120, 200 and 2000 mg/l, respectively in different days after spraying. Most of the inhibition in glutathione S-transferase was observed in spiroticlofen, spinosad, azadirachtin and Thymol spraying soap in concentrations of 180, 240, 200 and 1000 mg/l, respectively. Because of the effectiveness of Thymol spraying soap, its competitiveness with other pesticides, and reduction in production costs (cost-effectiveness) and compatibility with environment, it seems that this insecticide could be a good candidate for psylla control.

Key words: Azadirachtin, Spinosad, Spiroticlofen, Thymol