دانش گیاهپزشکی ایران
دورهٔ ۴۵، شمارهٔ ۲، پاییز و زمستان ۱۳۹۳ (ص ۳۶۹-۳۵۷)

تأثیر عصارهٔ گیاهان شاتره و کلپوره و آفت‌کش پی‌متروزین بر کشندگی و تغییرات آنزیم استراز سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* روی رقم حساس و مقاوم گوجه‌فرنگی

معصومه ثمره‌فکری[۱]، محمدامین سمیع[۲*]، بیداله شاهوزهی[۳]، سهراب ایمانی[۴] و مهدی ضرابی[۵]

۱. استادیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد جیرفت

۲. دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه ولی‌عصر رفسنجان

۳. گروه بیوشیمی بالینی، مرکز تحقیقات فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان

۴. استادیار گروه حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران

۵. استادیار گروه علوم و تکنولوژی محیطی، دانشکدهٔ علوم و فنون نوین، دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۲/۱۴ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۹/۲۳)

چکیده

در این پژوهش تأثیر عصارهٔ گیاهان شاتره (*Fumaria parviflora* (Lam.)، کلپوره (*Teucrium polium* (L و آفت‌کش پی‌متروزین روی کشندگی و فعالیت آنزیم استراز عمومی حشرات کامل سفیدبالک پنبه *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hem.: Aleyrodidae) در دمای ۲±۲۷ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۰ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی ارزیابی شد. برای آزمایش‌های زیست‌سنجی، بوته‌های دو تا چهار برگی گوجه‌فرنگی رقم مقاوم کال‌جی‌ان‌تری و حساس ارگون در غلظت‌های مختلف عصاره‌ها غوطه‌ور گردید و ۷۲ ساعت بعد از تیمار کردن، مرگ‌ومیر محاسبه شد. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۳ تکرار برای هر تیمار انجام گرفت و آب مقطر و متانول به عنوان شاهد استفاده شد. برای ارزیابی اثر تیمارها بر فعالیت آنزیم استراز، بوته‌های دو تا چهار برگی گوجه‌فرنگی ارقام ذکرشده آغشته به غلظت LC_{25} عصاره‌ها و حشره‌کش شد. نتایج نشان داد که میزان LC_{50} عصارهٔ گیاهان شاتره و کلپوره و آفت‌کش پی‌متروزین برای حشرات کامل پرورش‌یافته روی رقم حساس به‌ترتیب ۱۷/۲۶، ۹۳/۸۸ و ۰/۰۲۶ و برای رقم مقاوم به‌ترتیب ۱۳/۲۶، ۶۸/۳۶ و ۰/۰۱۹ گرم بر لیتر بود. آثار زیرکشندگی عصاره‌ها و آفت‌کش روی میزان فعالیت آنزیم استراز نسبت به شاهد معنادار بود. میزان آنزیم استراز، برای شاهد و حشرات کامل تیمارشده با عصارهٔ گیاهان شاتره و کلپوره، آفت‌کش پی‌متروزین روی رقم حساس به‌ترتیب ۰/۰۰۱۶۱، ۰/۰۰۸۶، ۰/۰۰۹ و ۰/۰۰۳۸ و روی رقم مقاوم ۰/۰۲۷، ۰/۰۰۶۸، ۰/۰۰۹۷ و ۰/۰۰۴۳ میکروگرم آلفانفتیل استات در دقیقه بر میلی‌گرم پروتئین بود؛ بنابراین میزان سمیت عصاره‌ها و آفت‌کش در حشرات پرورش‌یافته روی رقم مقاوم بیشتر از رقم حساس به‌دست آمد. آفت‌کش پی‌متروزین بیشترین سمیت را به خود اختصاص داد و از میان عصاره‌ها سمیت شاتره بیشتر از کلپوره تعیین گردید. میزان فعالیت آنزیم استراز در حشرات تیمارشده روی رقم مقاوم کمتر از رقم حساس به‌دست آمد. با توجه به این نتایج، کاربرد توأم رقم مقاوم گیاهی با عصاره‌های گیاهی یا آفت‌کش می‌تواند به عنوان راهکار مناسب علیه سفیدبالک پنبه در برنامه‌های IPM به‌کار رود.

واژه‌های کلیدی: اثرات کشندگی و زیرکشندگی، ارقام مقاوم، زیست‌سنجی، غلظت LC_{50}.

* تلفن: ۰۹۱۳۳۱۳۹۵۵۰
E-mail: samia_aminir@yahoo.com

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

سفیدبالک پنبه[1] *B. tabaci* یکی از آفات مهم گوجه‌فرنگی است که با مکیدن شیرهٔ گیاهی (Husain & Trehan, 1940) سبب کاهش کمی و کیفی تولید می‌شود (Gerling, 1990). کشت گیاهان مقاوم یکی از روش‌های مبارزه با این آفت است. ژنوتیپ مقاوم با اثر روی مورفولوژی، بیولوژی و فیزیولوژی آفت سبب کاهش جمعیت آن می‌شود (Toscano *et al*., 2002; Fancelli *et al*., 2003; Bogorni & Vendramim, 2005; Baldin *et al*., 2007). قسمت‌های مختلف یک گیاه و سن برگ (Mound, 1965a; Ohnesorge *et al*, 1980)، پرزدار بودن برگ (Bethke & Henneberry, 1984)، در تغذیه، تخم‌گذاری، انتخاب و تغییرات جمعیت سفیدبالک‌ها مؤثر است (Hassell & Southwood, 1978). پرزها و کرک‌ها می‌توانند یک سد فیزیکی (Duffy, 1986) و همچنین یک میکروکلیمای مناسب برای گیاه‌خواران به‌وجود آورند (Willmer, 1986). کاربرد توأم گیاه مقاوم و آفت‌کش علیه حشره (به دلیل احتمال افزایش یا کاهش حساسیت حشره به روش دیگر) اثرات مستقل، افزایشی[2] و متضاد[3] ایجاد می‌کند (Quisenberry & Schutzko, 1994; Janini *et al*., 2011; Sarbaz *et al*., 2013). گیاهان مقاوم پراکندگی حشره را هم در مزرعه و هم روی گیاه تغییر می‌دهند که این عامل ممکن است سبب تأثیر کمتر حشره‌کش‌ها شود. همچنین حشره‌کش‌ها ممکن است به‌طور بالقوه توانایی ارقام مقاوم را در برابر آفت (تراکم و مراحل انتخاب میزبان) تغییر دهند. برای بهره‌برداری مؤثر از هر دو روش مدیریت آفات (آفت‌کش و ارقام مقاوم) در تولید محصول، لازم است نوع اثر متقابل (اثرات مستقل، افزایشی و متضاد) بین آنها بررسی شود تا از پرهزینه شدن راهبرد انتخابی برای مدیریت تلفیقی آفت جلوگیری شود (Quisenberry & Schutzko, 1994).

گیاهان به دلیل اینکه منبع غنی از مواد شیمیایی فعال‌اند، می‌توانند جایگزینی برای آفت‌کش‌های متداول باشند (Kim *et al*., 2005). بین عصاره و ژنوتیپ یک نوع گیاه تأثیر متقابل وجود دارد و برخی ژنوتیپ‌ها تأثیر عصاره را افزایش می‌دهند (Torrecillas & Vendramim, 2001; Vendramim & Thomazini, 2001). تاکنون اثر حشره‌کشی عصارهٔ بسیاری از گیاهان بررسی شده است. عصارهٔ برگ و بذرهای چریش *Azadirachta indica* A. Juss، میوهٔ زیتون تلخ *Melia azedarach* L.، *Sterculia foetida* L.، بادام، شاهی *Lepidium sativum* L.، استبرق، اکالیپتوس، سیر، داتوره، آلوئه‌ورا، شاتره، آویشن، رزماری و رازیانه روی سفیدبالک پنبه اثر حشره‌کشی دارند (Souza & Vendramim, 2005; Vasconcelos *et al*., 2006; Abou-Fakhr *et al*., 2006; Bleicher *et al*., 2007; Nascimento *et al*., 2008; Ateyyat *et al*., 2009; Ali *et al*., 2010; Sertkaya *et al*., 2010; Jafarbeigi *et al*., 2011).

استرازها (نوع A و B و C) مهم‌ترین گروه آنزیم‌های هیدرولیزکننده‌اند (Hodgson and Levi, 1997). تاکنون پژوهش‌های گوناگونی مبنی بر اثر عصاره‌های گیاهی و آفت‌کش‌ها روی فعالیت آنزیم استراز در حشرات انجام گرفته است (Mahdavi Moghadam *et al*., 2011; Khosravi *et al*., 2011; Liu *et al*., 2003; Ahmadi, 2009). پژوهش Bloch & Wool (1992) نشان داد که بین فعالیت استراز و مقاومت *B.tabaci* به حشره‌کش‌ها ارتباط وجود دارد. بررسی‌های Helmi (2010) روی تغییرات الکتروفورتیکی ایزوزیم‌های استراز در میان جمعیت‌های *B.tabaci* که از روی ۹ میزبان جمع‌آوری شده بود، نشان داد که گونه‌های *B.tabaci* ممکن است در ارتباط با میزبان‌های مختلف ژنوتیپ‌های مختلفی داشته باشند. فعالیت استراز در جمعیت *B. tabaci* پایه‌های ژنتیکی دارد و آلل‌های غالب مربوط به ژن آنزیم استراز ممکن است در دو جمعیت متفاوت باشد (Shchukin & Wool, 1994). تغییرات در فعالیت استراز در *B. tabaci* ممکن است به‌شدت توسط فاکتورهای غیرژنتیکی مانند آفت‌کش‌ها تحت تأثیر قرار گیرد (Dittrich *et al*., 1990).

کلپوره یا مریم نخودی (Teucrium polium (L. گیاهی از خانوادهٔ Lamiaceae است. عصارهٔ گیاه کلپوره محتوی ترکیبات آلکالویید، گلیکوزید، تری‌ترپن، استرول، فلاونویید، ترکیبات ترپنوییدی، تانن، مشتقات تلخ فوران و ساپونین است (Amir Heidari, 1994). بیشترین مواد تشکیل‌دهندهٔ اسانس آن بتاپینن،

1. Cotton whitefly
2. Synergist
3. Antagonist

Archive of SID

www.SID.ir

بتاکاریوفیلن و فارنسن است (Mirza, 1991). اسانس و عصارهٔ گونه‌های مختلف این گیاه خاصیت حشره‌کشی دارند (Koschier & Sedy, 2003; El-Shazly & Hussein, 2004; Mahdavi Arab *et al*., 2007; Irannejad *et al*., 2012a). عصارهٔ این گیاه روی رشد و زادآوری بالتوری سبز کم‌اثر است (Irannejad *et al*., 2012b).

شاتره (Lamark) *Fumaria parviflora* از گیاهان دارویی خانوادهٔ Fumariaceae است. قسمت هوایی گیاه حاوی حدود یک درصد آلکالوییدها است که بیشتر این آلکالوییدها از مشتقات بنزیل ایزوکنیولین‌اند. مهم‌ترین این آلکالوییدها شامل فومارین (پروتوپین)، فوماری‌لین و سیناکتین‌اند. از دیگر ترکیبات شاتره می‌توان فلاونوییدها، اسیدهای گیاهی به‌ویژه اسید فوماریک و موسیلاژ را نام برد (Zargari, 1992). عصارهٔ شاتره سمیت زیادی روی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات (Mahdavi Arab *et al*., 2007) و سفیدبالک پنبه دارد (Jafarbeigi *et al*., 2011). پیمتروزین، از مشتقات پیریدین آزومتین یک حشره‌کش جدید با خاصیت انتخابی علیه آفات مکنده از جمله شته‌ها و سفیدبالک‌ها است (Li *et al*., 2001). پی‌متروزین به‌لحاظ نحوهٔ تأثیر نیز منحصربه‌فرد است (Nicholson *et al*.,1995; Lawson *et al*., 1999). این آفت‌کش از نفوذ استایلت‌ها به درون بافت‌های گیاهی جلوگیری می‌کند (Fluckiger *et al*., 1992). حساسیت آفات در برابر پی‌متروزین به گیاه میزبان بستگی دارد (Talebi Jahromi, 2006). کارایی پی‌متروزین علیه سفیدبالک پنبه روی گوجه‌فرنگی توسط Nicholson *et al*. (1995) و Schuster & Polston (1997) گزارش شده است. پی‌متروزین بیشترین سمیت را برای بالغ‌ها و پوره‌های سن اول و آخر دارد و پوره‌های سن دو، سه و چهار سفیدبالک‌ها حساسیت کمتری دارند (Li *et al*., 2001; Bi *et al*., 2002; Polston & Sherwood, 2003; Jafarbeigi *et al*., 2012).

با نگرش به استفادهٔ زیاد از حد آفت‌کش‌ها به‌وسیلهٔ کشاورزان گلخانه‌دار برای کنترل آفات گلخانه‌ای به‌ویژه سفیدبالک‌ها و خطرات زیست‌محیطی و مقاومت ایجادشده نسبت به برخی آفت‌کش‌ها به‌وسیلهٔ آفات و اهمیت محصولات تازه‌خوری، به‌ویژه گوجه‌فرنگی در سبد غذایی خانواده‌ها، این پژوهش روی گوجه‌فرنگی متمرکز شده است. با این انگیزه، در این پژوهش اثرهای عصارهٔ گیاهان کلپوره و شاتره به همراه آفت‌کش پی‌متروزین (که اثر کشندگی خوبی روی سفیدبالک پنبه دارد (Jafarbeigi *et al*., 2012) روی تلفات، و تغییرات آنزیم استراز عمومی سفیدبالک پنبه روی ارقام حساس و مقاوم گوجه‌فرنگی ارزیابی شد.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاهان میزبان و سفیدبالک

حشرات کامل سفیدبالک پنبه از جمعیت موجود در گلخانه به نام[1] VRU sours برداشت شد. به منظور شناسایی دقیق گونه، شفیره‌ها تحت مطالعات تاکسونومیکی قرار گرفتند که این توده، گونهٔ *B. tabaci* شناسایی شد (Samih *et al*., 2006). گیاهان پنبه به منظور نگهداری منبع حشره و ارقام گوجه‌فرنگی شامل رقم مقاوم (کال‌جی‌ان‌تری[2]) و حساس (ارگون[3]) برای انجام آزمایش‌های این پژوهش کشت شدند (Samareh Fekri *et al*., 2013). رقم ارگون متوسطرس و بوته‌ای نسبتاً قوی (که میوه را از آفتاب‌سوختگی در امان نگه می‌دارد) و میوهٔ بلوکی به وزن ۱۴۰-۱۱۰ گرم دارد. رقم کال‌جی‌ان‌تری با رشد محدود و عملکرد بالا، دارای میوهٔ تخم‌مرغی شکل، پوست نسبتاً ضخیم، میوه‌ای سفت‌بافت بوده و از قابلیت مناسب برای حمل و انتقال به نقاط دوردست برخوردار است. این رقم در مزارع مناطق جنوب کشور در سال‌های اخیر در سطح وسیعی استفاده شده است. حشرات کامل سفیدبالک پنبه به‌صورت انبوه روی پنبه و دو رقم گوجه‌فرنگی در قفس‌هایی به ابعاد ۸۰×۵۰×۶۰ سانتی‌متر پرورش داده شدند. پرورش در دمای ۲±۲۷ درجهٔ سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۵۵ درصد و دورهٔ نوری ۱۶ ساعت روشنایی و هشت ساعت تاریکی صورت گرفت.

عصارهٔ گیاهی و آفت‌کش

در آزمایش‌های زیست‌سنجی از عصارهٔ گیاهان شاتره و کلپوره استفاده شد. نمونه‌های گیاهی در این پژوهش با توجه به بررسی منابع مختلف مبنی بر داشتن اثر حشره‌کشی انتخاب شدند (Mahdavi Arab *et al*.,

1. Vliasr Rafsanjan University source
2. Cal-Jn3
3. Ergon

Archive of SID

www.SID.ir

2008; Jafarbeigi *et al*., 2011 & 2012; Irannejad *et al*., 2012[a]). گیاهان مورد نظر از برخی مناطق استان کرمان در اردیبهشت و خرداد ۱۳۹۰ جمع‌آوری و بخش رده‌بندی گیاهی دانشگاه آزاد اسلامی جیرفت (وکیلی) آنها را شناسایی کرد. در این پژوهش مخلوط گل، برگ، ساقه و ریشهٔ شاتره و قسمت‌های شاخه، برگ و گل کلپوره برای تهیهٔ عصاره بر اساس روش شرح داده شده توسط Kesmati *et al*. (2006) به‌کار رفت. همچنین از حشره‌کش پی‌متروزین (شرکت سینجنتا Chess®, WP 25%)، که سازمان حفظ نباتات در ایران برای کنترل برخی آفات سبزی، جالیزی، پنبه و درختان میوه (Sheikhi Garjan *et al*., 2009) آن را توصیه کرده است، به عنوان تیمار کنترل مثبت و آب مقطر به عنوان تیمار کنترل منفی استفاده شد.

تعیین غلظت‌های مناسب عصاره‌های گیاهی و آفت‌کش انتخابی

جهت تعیین غلظت آفت‌کش‌های انتخابی به منظور بررسی اثر کشندگی ۵۰ درصد آنها روی سفیدبالک پنبه، یکسری آزمایش‌های مقدماتی روی حشرات کامل سفیدبالک پنبه انجام گرفت. در این مرحله غلظت‌های مختلفی از هر عصارهٔ گیاهی شاتره و کلپوره و آفت‌کش روی حشرات کامل در سه تکرار (برای هر رقم جداگانه) آزمایش شد (Jafarbeighi *et al*., 2011). برای تیمار کردن حشرات کامل از روش غوطه‌ورسازی برگ در آفت‌کش و عصاره‌ها استفاده شد (Wang *et al*., 2008). برای تهیهٔ غلظت مشخص، ابتدا وزن مورد نظر از عصارهٔ خشک در ۲ میلی‌لیتر حلال متانول حل شد. حلال متانول بر اساس آزمون‌های پیش‌تست انتخاب گردید. برای تهیهٔ همهٔ غلظت‌ها، از حجم یکسان حلال متانول استفاده شد و بعد از حل کردن در متانول با آب مقطر به حجم رسانده شد. مثلاً، برای تهیهٔ غلظت ۸ گرم بر لیتر از عصارهٔ شاتره مقدار ۰/۲۴ گرم از عصارهٔ خشک در ۲ میلی‌لیتر متانول حل شد و تویین ۸۰ به عنوان مادهٔ همراه به میزان ۰/۰۲ درصد اضافه شد و با آب مقطر به حجم ۳۰ میلی‌لیتر رسانده شد.

شاهد با ۲ میلی‌لیتر از متانول ۸۰ درصد به اضافهٔ آب مقطر تهیه شد. نشاهای ۴-۲ برگی گوجه‌فرنگی از دو رقم ارگون و کال‌جی‌ان‌تری انتخاب و بعد از فرو بردن در محلول آفت‌کش و عصاره‌ها به مدت ۱۵ ثانیه، در داخل لیوان‌ها قرار داده شد. تعداد ۲۰ حشرهٔ کامل هم‌سن سفیدبالک پنبه که کمتر از ۲۴ ساعت از عمرشان گذشته بود، از منبع پرورش حشرات هم‌سن به‌طور تصادفی برداشته شد و با استفاده از ویال شیشه‌ای به آرامی از طریق دریچهٔ روی در قفس به محیط داخل آن تکانده شد و حشرات تلف‌شده بعد از گذشت ۷۲ ساعت شمارش شد. دلیل انتخاب این زمان، برقراری هماهنگی بین زمان آزمایش زیست‌سنجی و آزمایش تعیین آنزیم استراز بود که طی آن بتوان زمان کافی برای مشاهدهٔ تغییرات را داشت. بر این اساس، زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت بررسی شد. در دو زمان ۲۴ و ۴۸ ساعت مرگ‌ومیر کافی رخ نداد و اختلاف معنادار بین دو زمان ۷۲ و ۹۶ ساعت دیده نشد. بنابراین زمان ۷۲ ساعت ملاک قرار گرفت. مرگ‌ومیر به‌صورت درصد حشرات کامل مرده به تعداد اولیه در هر تکرار محاسبه شد. سپس درصد مرگ‌ومیر اصلاح‌شده محاسبه گردید (Abbott, 1925). این آزمایش چندین بار انجام گرفت تا دامنهٔ غلظت‌های مورد نظر به‌دست آمد. با انجام آزمایش‌های مقدماتی، غلظت پایین (مربوط به تلفات ۲۵ درصد) و غلظت بالا (مربوط به تلفات ۷۵ درصد) عصاره‌ها مشخص و سپس در فاصلهٔ لگاریتمی تعداد ۵ غلظت انتخاب شد. با استفاده از نتایج این آزمایش، غلظت‌های مورد نیاز برای انجام آزمایش‌های زیست‌سنجی تعیین گردید (Robertson & Preisler, 1991).

آزمایش‌های اصلی برای حشره‌کش پی‌متروزین در ۵ غلظت (۰/۰۱۷، ۰/۰۲۳، ۰/۰۳۱، ۰/۰۴۳، ۰/۰۶)، عصارهٔ شاتره در ۵ غلظت (۸، ۱۱/۵۷۰، ۱۶/۷۳۳، ۲۴/۲۰۰، ۳۵) و عصارهٔ کلپوره در ۵ غلظت (۵۰، ۶۸/۸۷، ۹۴/۸۶، ۱۳۰/۶۷، ۱۸۰) بر حسب گرم بر لیتر در سه تکرار روی رقم کال‌جی‌ان‌تری و آزمایش‌های اصلی برای حشره‌کش پی‌متروزین در ۵ غلظت (۰/۰۱۴، ۰/۰۲۰، ۰/۰۲۹، ۰/۰۴۳، ۰/۰۶۳)، عصارهٔ شاتره در ۵ غلظت (۱۰، ۱۴/۱۴، ۲۰، ۲۸/۲۸، ۴۰) و عصارهٔ کلپوره در ۵ غلظت (۵۴، ۷۶/۹۵، ۱۰۱/۲۹، ۱۳۸/۷۲، ۱۸۵) بر حسب گرم بر لیتر روی رقم ارگون انجام گرفت. روش تیمار کردن و تعداد حشرات استفاده‌شده مشابه آزمون‌های مقدماتی (که در بالا شرح داده شد) بود و از داده‌ها به منظور

Archive of SID

www.SID.ir

برآورد منحنی‌های غلظت- پاسخ (مرگ) استفاده شد.

ارزیابی اثر عصاره‌ها و حشره‌کش پی‌متروزین بر فعالیت آنزیم استراز سفیدبالک پنبه

ابتدا سفیدبالک‌ها روی ارقام گوجه‌فرنگی کال‌جی‌ان‌تری و ارگون به مدت سه نسل در قفس‌های پرورشی در گلخانه پرورش یافت و از این حشرات برای ارزیابی آنزیم استراز استفاده شد. از هر یک از عصاره‌های گیاهی و همچنین آفت‌کش پی‌متروزین غلظت LC_{25} تهیه شد. بوته‌های دو تا چهار برگی گوجه‌فرنگی ارقام ذکرشده به روش غوطه‌وری به حشره‌کش‌ها آغشته شدند و در قفس‌های لیوانی قرار داده شدند. تعداد ۱۲۰ حشرهٔ کامل سفیدبالک روی آنها رهاسازی شده و بعد از ۷۲ ساعت حشرات زنده از داخل قفس‌های لیوانی جمع‌آوری شدند و برای هر تیمار ۳ تکرار در نظر گرفته شد. بوته‌های شاهد در آب مقطر همراه با متانول غوطه‌ور شدند.

ارزیابی آنزیم استراز بر اساس روش Lee *et al.* (2000) انجام گرفت. ۲۰۰ حشرهٔ کامل سفیدبالک تیمارشده با هر یک از عصاره‌ها و آفت‌کش (که زنده مانده بودند) در ۱۰۰ میکرولیتر بافر فسفات سدیم ۰/۰۲ مولار (PH=7.4) حاوی تریتون X-100 به نسبت یک صدم درصد (W/V) هموژنیزه شدند. سپس نمونه‌ها با ۱۴۰۰۰ دور در دقیقه در دمای ۴ درجه سلسیوس به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شدند. مایع رویی به عنوان منبع آنزیم برای ارزیابی استفاده شد (Rauch & Nauen, 2003). مقدار ۵۰ میکرولیتر از مایع رویی مربوط به هر یک از نمونه‌ها به چاهک مربوط به خودش در میکروپلیت انتقال داده شد. سپس ۵۰ میکرولیتر سوبسترا آلفا نفتیل استات (۰/۰۶ گرم در ۱۰ میلی‌لیتر استون در ۵۰۰ میکرولیتر بافر) به آن اضافه شد. ۵۰ میکرولیتر محلول رنگی فست بلو آر آر (فولکا، سوئیس) رنگ[1] ۰/۰۷۵ گرم + ۰/۸۷۵ گرم SDS در ۵۰ میلی‌لیتر آب مقطر به عنوان نشانگر رنگ اضافه شد و به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق (۲±۲۷ درجهٔ سانتیگراد) قرار داده شد. شدت رنگ حاصل به‌طور کمی (OD) در طول موج ۴۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه میکروپلیت ریدر مدل (ELX808 Bio-Tek) خوانده شد. مقدار نفتول تولیدشده در مخلوط واکنش با استفاده از منحنی استاندارد تولید نفتول در مقادیر مختلف به‌دست آمد. برای تهیهٔ این منحنی طبق روش Lee *et al.* (2000) عمل گردید. ابتدا محلول‌هایی با غلظت‌های مختلف نفتول به‌صورت سریال‌های رقیق شده تهیه شد. سپس جذب آن در طول موج ۴۵۰ نانومتر خوانده شد.

روش تجزیهٔ اطلاعات و آمار

داده‌های به‌دست‌آمده از آزمایش‌های زیست‌سنجی با استفاده از نرم‌افزار Polo- Plus و Probit Analysis و روش تجزیهٔ پروبیت تجزیه شد و روابط غلظت- پاسخ برای عصاره‌ها روی سفیدبالک پنبه تعیین گردید. تجزیهٔ داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام گرفت. قبل از تجزیهٔ داده‌ها برقراری شرایط آنالیز واریانس از جهت نرمال بودن و تصادفی بودن خطاها، همگنی واریانس‌ها و همبستگی واریانس‌ها با میانگین با استفاده از نرم‌افزار Minitab 14.0 بررسی و تبدیل‌های لازم انجام گرفت. مقایسه‌ها و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال پنج درصد انجام گرفت. منحنی‌ها و نمودارها به کمک نرم‌افزار Sigmaplot 12.0 رسم گردید.

نتایج و بحث

غلظت کشنده ۵۰ درصد و نتایج تجزیهٔ پروبیت داده‌های زیست‌سنجی عصاره‌های گیاهی و آفت‌کش در جدول ۱ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که آفت‌کش پی‌متروزین با مقدار ۰/۰۲۷ و ۰/۰۲۶ گرم بر لیتر بیشترین و عصارهٔ کلپوره با مقدار ۸۶/۶۸ و ۹۳/۸۸ گرم بر لیتر کمترین سمیت و بیشترین LC_{50} را به‌ترتیب روی رقم کال‌جی‌ان‌تری و ارگون دارد. کشندگی عصارهٔ شاتره روی رقم مقاوم کال‌جی‌ان‌تری و حساس ارگون به‌ترتیب ۶/۵۳ و ۵/۴۳ برابر عصارهٔ کلپوره است. نتایج نشان داد که در هر دو رقم سمیت عصارهٔ شاتره به‌صورت معنادار بیشتر از عصارهٔ کلپوره است. با توجه به نتایج زیست‌سنجی در دو رقم گوجه‌فرنگی تیمارشده با عصاره‌های کلپوره و شاتره (جدول ۱) در رقم مقاوم کال‌جی‌ان‌تری مقدار LC_{50} کمتر از رقم حساس ارگون و همچنین شیب خط غلظت- پاسخ در رقم مقاوم بیشتر

1. Dye

Archive of SID

www.SID.ir

از رقم حساس به‌دست آمد. نتایج نشان می‌دهد که رقم مقاوم، سمیت هر دو عصاره (شاتره و کلپوره) را افزایش داده است. نتایج نشان داد که در دو رقم گوجه‌فرنگی تیمارشده با آفت‌کش پیمتروزین مقدار LC_{50} در رقم حساس اندکی کمتر از رقم مقاوم است (غیر معنادار) درحالی‌که شیب خط غلظت- پاسخ در رقم مقاوم بیشتر از رقم حساس است. بنابراین رقم گیاهی سمیت آفت‌کش را تغییر نداده است.

جدول ۱. غلظت کشندهٔ ۵۰ درصد جمعیت (بر حسب گرم بر لیتر) و شیب خطوط غلظت- پاسخ آفت‌کش پیمتروزین و دو عصارهٔ گیاهی علیه حشرات کامل سفیدبالک پنبه روی دو رقم گوجه‌فرنگی

رقم گوجه‌فرنگی	تیمار	خطای معیار± شیب خط	LC_{50}	حدود اطمینان ۹۵ درصد	X^2
کال‌جی‌ان‌تری	شاتره	۳ ±۰/۴۵	۱۳/۲۶b	۹/۲۹-۱۶/۶۲	۲/۸۲
	کلپوره	۲/۸۵±۰/۴۷	۸۶/۶۸a	۶۸/۳۶-۱۰۴/۳۶	۱/۹۵
	پیمتروزین	۳/۵۱±۰/۵۱	۰/۰۲۷c	۰/۰۱۹-۰/۰۳۲	۱/۷۸
ارگون	شاتره	۲/۹۲±۰/۴۵	۱۷/۲۶b	۱۳/۰۹-۲۱/۱۳	۲/۴۱
	کلپوره	۲/۷۰±۰/۴۳	۹۳/۸۸a	۷۵/۱۱-۱۱۳/۲۷	۲/۰۹
	پیمتروزین	۲/۸۰±۰/۴۰	۰/۰۲۶c	۰/۰۲۲-۰/۰۳۱	۱/۵۴

درجهٔ آزادی برای تمام تیمارها ۱۳ است.

یکی از اثرات عمومی مقاومت آنتی‌بیوز روی حشرهٔ آفت این است که باعث کاهش توانایی متابولیسم، اندازه و وزن بدن حشرهٔ گیاهخوار می‌شود (Van Emden, 1986)، از آنجایی که میزان سمیت حشره‌کش‌ها تابعی از وزن بدن موجود زنده است، انتظار می‌رود حشراتی که روی رقم مقاوم تغذیه کرده‌اند، حساسیت بیشتری به غلظت معینی از حشره‌کش نشان دهند. به عبارت دیگر، برای ایجاد تلفات معین در جمعیت حشراتی که روی رقم مقاوم تغذیه می‌کنند، در مقایسه با رقم حساس به غلظت کمتری از حشره‌کش نیاز است (Van Emden, 1990). تغییرات حساسیت شته‌ها نسبت به حشره‌کش‌های شیمیایی در اثر تغذیه از ارقام مقاوم و حساس توسط Khalghani (1994) به اثبات رسیده است. تأثیر سم ایمیداکلوپراید علیه سفیدبالک پنبه روی دو رقم حساس و مقاوم پنبه در منطقهٔ کاشمر بررسی شد (Sarbaz *et al*., 2013) و میزان LC_{50} در رقم مقاوم کمتر از رقم حساس گزارش شد و همچنین شیب خط غلظت- پاسخ در رقم مقاوم بیشتر از رقم حساس به‌دست آمد. تأثیر رقم مقاوم روی افزایش سمیت عصاره‌های گیاهی روی سفیدبالک پنبه توسط Baldin *et al*. (2007) و پروانهٔ مینوز گوجه‌فرنگی *Tuta absoluta* (Meyrick) Vendramim & Thomazini (2001) گزارش شد که با نتایج پژوهش حاضر هم‌خوانی دارد.

بررسی‌های Jafarbeighi *et al*. (2012) مبنی بر تأثیر عصارهٔ اتانولی گیاهان شاتره و کلپوره که بر اساس روش سوکسله تهیه شده بود، علیه سفیدبالک پنبه به روش غوطه‌وری نشان داد که سمیت عصارهٔ کلپوره بیشتر از عصارهٔ شاتره است؛ درحالی‌که در تحقیق حاضر سمیت عصارهٔ شاتره بیشتر از کلپوره به‌دست آمد و این شاید به دلیل کاربرد حلال‌های متفاوت (متانول و اتانول) در عصاره‌گیری (Samih & Nejati, 2014) و همچنین روش‌های متفاوت عصاره‌گیری (ماسراسیون و سوکسله) باشد (Gholami *et al*., 2013).

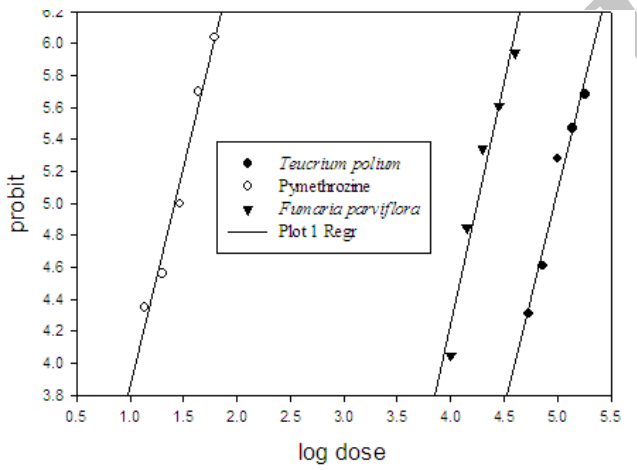
پژوهش‌های Mahdavi Arab *et al*. (2008) مبنی بر اثر حشره‌کشی عصارهٔ متانولی گیاهان کلپوره و شاتره علیه سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات نشان داد که سمیت عصارهٔ شاتره بیشتر از کلپوره است که با نتایج این پژوهش هماهنگ است. کارایی پی‌متروزین در برخی محصولات از جمله گوجه‌فرنگی علیه سفیدبالک پنبه گزارش شده است (Nicholson *et al*., 1995; Schuster & Polston, 1997). سمیت حشره‌کش‌های پی‌متروزین و دیازینون علیه حشرات کامل سفیدبالک پنبه روی گوجه‌فرنگی رقم باکرز به روش غوطه‌وری برگ بررسی و LC_{50} پی‌متروزین ۰/۱۸ گرم بر لیتر گزارش شد (Samih *et al*., 2011) درحالی‌که در تحقیق حاضر LC_{50} روی رقم‌های گوجه‌فرنگی کال‌جی‌ان‌تری و ارگون به‌ترتیب ۰/۰۲۷ و ۰/۰۲۶ گرم بر لیتر به‌دست آمد که علت این اختلاف می‌تواند به دلیل رقم‌های متفاوت

Archive of SID

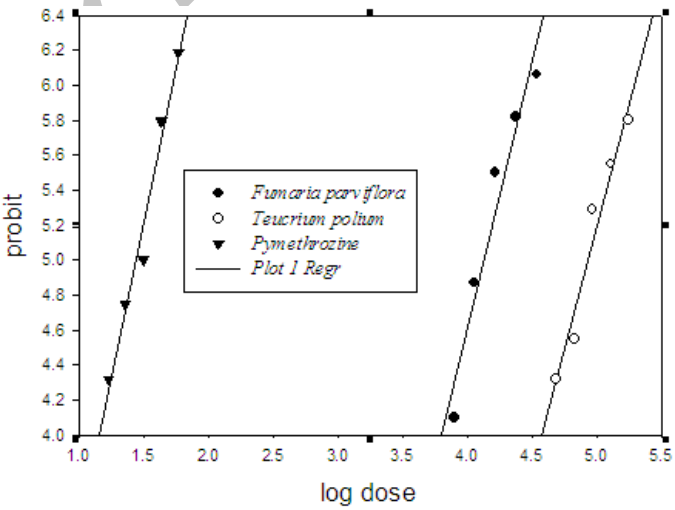
www.SID.ir

گیاهی، نژاد متفاوت حشره و شرایط متفاوت آزمایشگاهی باشد.

نسبت تغییرات اثر یک آفت‌کش در رابطه با یک واحد تغییر در غلظت به‌وسیلهٔ شیب خط بیان می‌شود (Talebi Jahromi, 2006). شیب خط بیان‌کنندهٔ تنوع در تغییر حساسیت یک جمعیت مشخص از حشرهٔ تحت آزمایش است. خط با شیب تند[1] بیان‌گر تغییرات کم و افزایش شدید در حساسیت جمعیت است (عصارهٔ شاتره) درحالی‌که خط با شیب کم[2] نشان‌دهندهٔ تغییر زیاد و کاهش در حساسیت جمعیت مورد آزمایش است (عصارهٔ کلپوره) (Alizadeh *et al.*, 2011)؛ (جدول ۱ و شکل‌های ۱ و ۲). به عبارتی تفاوت بین غلظت‌های بالا و پایین عصارهٔ شاتره کم است و در واقع حساسیت جمعیت سفیدبالک پنبه به این عصاره همگن است و با اندکی افزایش در غلظت، میزان مرگ‌ومیر شدیداً افزایش می‌یابد. درحالی‌که دربارهٔ عصارهٔ کلپوره با افزایش زیاد در غلظت، میزان مرگ‌ومیر به‌طور شایان‌توجهی افزایش می‌یابد (Robertson & Preisler, 1992). این موضوع در کنترل آفات بسیار مهم است و بایستی در استفاده از این حشره‌کش‌ها دقت زیادی داشت؛ چرا که اشتباه در تنظیم غلظت سبب می‌شود که با استفاده از غلظت‌های بالاتر، جمعیت را تحت فشار قرار داده و انتخاب افراد مقاوم تسریع شود.



شکل ۱. منحنی غلظت- پاسخ (میلی‌گرم بر لیتر) دو عصارهٔ گیاهی و آفت‌کش پی‌متروزین روی سفیدبالک پنبه روی گوجه‌فرنگی رقم ارگون



شکل ۲. منحنی غلظت- پاسخ (میلی‌گرم بر لیتر) دو عصارهٔ گیاهی و آفت‌کش پی‌متروزین روی سفیدبالک پنبه روی گوجه‌فرنگی رقم کال‌جی‌ان‌تری

1. Steep line
2. Flat line

www.SID.ir

با توجه به اینکه شیب خط، اثر متغیرهایی را که در بروز پاسخ و چگونگی اندازه‌گیری آن دخالت دارند نشان می‌دهد، وقتی دو خط موازی‌اند، یعنی شیب خط یکسانی دارند، دو ترکیب احتمالاً نحوهٔ تأثیر یکسانی دارند (البته درست بودن قاطع این داوری، به شواهد آنزیمی نیاز دارد). در این پژوهش مشخص شد که عصاره‌ها شیب خط یکسان دارند (جدول ۱ و شکل‌های ۱ و ۲). بنابراین احتمال یکسان بودن نحوهٔ اثر این عصاره‌ها وجود دارد. وقتی پاسخ اثر متقابل یا برهم‌کنش مربوط به یک ترکیب یا یک محل تأثیر باشد (مثلاً با یک آنزیم یا یک واکنش متابولیکی خاص) یعنی آفت‌کش جایگاه اثر اختصاصی داشته باشد، در این صورت شیب خط زیاد خواهد بود و بر عکس وقتی ترکیب جایگاه تأثیر عمومی‌تری داشته باشد، شیب خط کم می‌شود (Talebi-Jahromi, 2006). در این صورت ممکن است شیب خط اطلاعاتی راجع به نحوهٔ تأثیر ترکیب نیز بدهد. بنابراین عصارهٔ کلپوره که دارای شیب کمتری است و می‌تواند دارای چند نقطه اثر باشد. عصارهٔ شاتره دارای شیب خطی بیش از کلپوره است، لذا احتمال این وجود دارد که این عصاره دارای محل اثر محدودتری باشد. علاوه بر این حتی این احتمال نیز وجود دارد که عصارهٔ شاتره تنها یک جایگاه اثر داشته باشد. همچنین از شیب خط برای مقایسهٔ سمیت نیز استفاده می‌شود. چون محاسبهٔ LC_{50} به‌تنهایی نمی‌تواند برای اندازه‌گیری سمیت کافی باشد. دو خط ممکن است LC_{50} یکسانی داشته باشند، ولی در خط اول بروز سمیت برای آفت‌کش در غلظت پایین‌تری اتفاق افتاده باشد، درحالی‌که در خط دوم کمترین تا بیشترین تأثیرها در محدودهٔ کوچک‌تری از تغییرات غلظت اتفاق افتاده باشد (Talebi-Jahromi, 2006). چون X^2 محاسبه شده از X^2 جدول کمتر است، در نتیجه خطوط غلظت-پاسخ برای همهٔ عصاره‌ها و آفت‌کش‌ها تأیید می‌شود.

نتایج سنجش میزان استراز حشرات کامل سفیدبالک پنبه روی دو رقم گوجه‌فرنگی با سوبسترای آلفا نفتیل استات نشان داد که در فعالیت آنزیم استراز بین تیمارها روی رقم ارگون ($F_{3,11}$=61.87, P=0.0000) و کال‌جی‌ان‌تری ($F_{3,11}$=26/19, P=0.0000). اختلاف معنادار وجود دارد. با توجه به مقایسهٔ میانگین‌هایی که در جدول ۲ آورده شده است، تیمار پی‌متروزین فعالیت آنزیم استراز را روی هر دو رقم کاهش داده است و تیمارهای عصاره‌های کلپوره و شاتره روی هر دو رقم تفاوت معناداری در فعالیت آنزیم استراز با هم نداشتند ولی نسبت به شاهد باعث کاهش فعالیت آنزیم شده‌اند.

برخی استرازها خواص کاتالیتیکی محدودی دارند، اما به‌طور مؤثر طی فرایند منزوی کردن و به‌واسطهٔ 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(Dittrich *et al*., 1990). استرازها به دو صورت در سم‌زدایی نقش دارند، ممکن است این آنزیم‌ها مواد سمی را هیدرولیز کنند، یا اینکه باعث منزوی کردن مواد سمی شده و به‌طور موقت سموم را از همولمف خارج کنند و فرصت کافی برای بقیهٔ آنزیم‌های سم‌زدا فراهم آورند (Stark & Banks, 2003). نتایج نشان می‌دهد که احتمالاً استرازهای موجود در کل بدن سفیدبالک نقش مهمی در غیرسمی کردن یا منزوی کردن عصاره‌ها و آفت‌کش دارد. احتمالاً آنزیم‌های موجود در بدن سفیدبالک با مواد موجود در عصاره درگیر شده و مقداری از این مواد منزوی شده و باعث کاهش دسترسی این مواد به مکان هدف خواهد شد. البته این موضوع باید در تحقیقات آینده بررسی شود.

در حشرات جمع‌آوری‌شده از روی گوجه‌فرنگی رقم کال‌جی‌ان‌تری تیمارشده با عصارهٔ شاتره میزان فعالیت آنزیم استراز عمومی ۱/۸ برابر نسبت به شاهد کاهش نشان داد. درحالی‌که در حشراتی که از روی رقم ارگون تیمار شده و با عصارهٔ شاتره جمع‌آوری شده بودند، میزان فعالیت آنزیم نسبت به شاهد ۳/۹ برابر کاهش نشان داد. در حشرات تیمارشده با عصارهٔ کلپوره روی گوجه‌فرنگی رقم کال‌جی‌ان‌تری میزان فعالیت آنزیم استراز حدود ۱/۷ برابر نسبت به شاهد کاهش نشان داد، ولی در حشرات تیمارشده با عصارهٔ کلپوره روی گوجه‌فرنگی رقم ارگون حدود ۲/۷ برابر نسبت به شاهد کاهش نشان داد. همچنین در حشرات تیمارشده با آفت‌کش پی‌متروزین روی گوجه‌فرنگی رقم کال‌جی‌ان‌تری میزان فعالیت آنزیم استراز عمومی نسبت به شاهد ۴/۲ برابر کاهش نشان داد، درحالی‌که در حشرات تیمارشده با آفت‌کش پی‌متروزین روی

Archive of SID

www.SID.ir

گوجه‌فرنگی رقم ارگون حدود ۶/۲ برابر نسبت به شاهد کاهش نشان داد.

در اثر توأم تیمارهای شاهد، کلپوره و پیمتروزین با رقم مقاوم، فعالیت آنزیم استراز کاهش یافته (جدول ۲) و کشندگی (جدول۱) افزایش یافته است که نشان‌دهندهٔ تشدیدکنندگی اثر آفت‌کش روی رقم مقاوم است. در اثر توأم تیمار شاتره و رقم مقاوم رفتار متفاوت از آنچه در بالا گفته شد رخ داده است. به این صورت که رقم مقاوم و عصاره سبب افزایش فعالیت آنزیم استراز شده است. با نگرش به اینکه بین کشندگی این عصاره روی دو رقم حساس و مقاوم گوجه‌فرنگی اختلاف معناداری وجود ندارد، بنابراین گاهی استفادهٔ توأم عصاره و رقم مقاوم سبب کاهش اثر آفت‌کشی عصاره شده و در بحث کنترل بیولوژیک و استفاده از دشمنان طبیعی این پدیده مثبت خواهد بود. نقطه‌ای که در آن استفادهٔ توأم عصاره و رقم مقاوم اثر کشندگی را روی دشمن طبیعی کم کرده و روی آفت افزایش دهد، نقطهٔ مطلوب خواهد بود. پیدا کردن این نقطه نیازمند بررسی‌های چهارجانبه و هم زمان روی عصارهٔ گیاهی، آفت، دشمن طبیعی و رقم مقاوم است. از کنار هم گذاشتن نتایج این پژوهش و پژوهش Irannejad *et al.* (2012a) در بررسی آثار جانبی عصارهٔ شاتره و کلپوره روی بالتوری سبز، این مدل چهارگانه به‌دست می‌آید. اما با نگرش به سمیت شاتره روی آفت بر اساس این پژوهش و بالتوری سبز در پژوهش فوق نقطهٔ مطلوب به‌دست نیامده است. اما با تغییراتی که در پازل‌های این مدل چهارگانه ایجاد می‌شود، پیدا کردن این نقطه دور از دسترس نیست.

جدول ۲. مقایسهٔ میانگین‌های مربوط به اثر دو عصارهٔ گیاهی و آفت‌کش روی دو رقم گیاهی روی فعالیت آنزیم استراز عمومی با سوبسترای آلفا نفتیل استات در حشرات کامل سفیدبالک پنبه

تیمار	خطای معیار± میانگین فعالیت استراز (برحسب میکروگرم آلفا نفتیل در دقیقه به ازای هر میلی‌گرم پروتئین)	
	کال‌جی‌ان‌تری	ارگون
شاهد	۰/۰۱۶۱ ±۰/۰۰۰۱a	۰/۰۲۷۱ ±۰/۰۰۰۲۲a
شاتره	۰/۰۰۸۶±۰/۰۰۱b	۰/۰۰۶۸±۰/۰۰۱b
کلپوره	۰/۰۰۹۰±۰/۰۰۰۴b	۰/۰۰۹۷±۰/۰۰۰۶b
پی‌متروزین	۰/۰۰۳۸±۰/۰۰۰۱c	۰/۰۰۴۳±۰/۰۰۰۶c

حروف مشابه در ستون نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار در سطح احتمال ۵٪ برای هر پارامتر است.

رقم مقاوم ممکن است سبب تغییرات فیزیولوژیک در داخل بدن حشره شود (Van Emden, 1990). این محقق همچنین معتقد است که مواد شیمیایی انتقال‌یافته از گیاه به داخل بدن حشره می‌تواند اثر منفی روی تغییرات آنزیم داشته باشد (Van Emden, 1990). بررسی‌های Helmi (2010) نشان داد که ایزوزیم‌های استراز در میان جمعیت‌های *B. tabaci* که از روی ۹ میزبان جمع‌آوری شده بودند، تغییرات الکتروفورتیکی دارند، او بیان کرد که گونه‌های *B. tabaci* ممکن است در ارتباط با میزبان‌های مختلف ژنوتیپ‌های مختلفی داشته باشند. مقاومت به پیرتروئید و فعالیت استراز در دو جمعیت *B.tabaci* توسط Shchukin & Wool (1994) بررسی شد. آنها بیان کردند که فعالیت استراز در یک جمعیت افزایش یافت، درحالی‌که در جمعیت دیگر افزایشی نشان نداد و هیچ تغییری در مقاومت و فعالیت استراز در نمونه‌های شاهد تشخیص داده نشد. آنها پیشنهاد دادند که فعالیت استراز پایه‌های ژنتیکی دارد و آلل‌های غالب فعالیت استراز ممکن است در دو جمعیت متفاوت باشد. در تحقیق حاضر اختلاف در میزان فعالیت آنزیم استراز در حشرات جمع‌آوری‌شده از روی دو رقم گوجه‌فرنگی نیز ممکن است پایهٔ ژنتیکی پیدا کرده باشد. با توجه به اینکه گزارش‌های متعددی از سمیت ترکیبات آلکالوئیدی و ترپنوئیدی روی حشرات وجود دارد و براساس پژوهش‌های انجام‌گرفته گونه‌های گیاهی فوق نیز مقادیر زیادی از ترکیبات ثانویهٔ گیاهی دارند (Amir Heidari, 1994; Zargari, 1992)، بنابراین خاصیت حشره‌کشی عصاره‌های این پژوهش روی سفیدبالک پنبه نیز احتمالاً مربوط به این ترکیبات است. با در نظر گرفتن آثار مخرب زیست‌محیطی

Archive of SID

www.SID.ir

سموم شیمیایی و کم‌خطرتر بودن ترکیبات گیاهی برای انسان و محیط زیست، به نظر می‌رسد از این‌گونه ترکیبات پس از انجام مطالعات بیشتر و تعیین غلظت مناسب آنها می‌توان در کوتاه‌مدت به عنوان جایگزین مناسب‌تری در کنترل آفات استفاده کرد.

امروزه تحقیقات زیادی در زمینهٔ اهمیت استرازها و درگیر بودن این آنزیم‌ها در سم‌زدایی بین جمعیت‌های حشرات دیگر انجام گرفته است. یافته‌های پژوهشگران روی پسیل گلابی (Foerster) *Psylla pyricolla* و *Cacopsyllid pyri* (L.) درگیر بودن استرازها را در سم‌زدایی آفت‌کش‌ها نشان می‌دهد (Van de Baan & Croft, 1990; Barata *et al.*, 2004). ترکیبات بیوشیمیایی و میزان فعالیت آنزیم استراز در بدن کفشدوزک *C. montrozieri* بعد از استفاده از دو حشره‌کش آبامکتین و ایمیداکلوپراید کاهش یافت (Ahmadi, 2009). بنابراین نتایج این تحقیق از لحاظ کاهش فعالیت آنزیم استراز در اثر کاربرد آفت‌کش‌ها با نتایج محققان دیگر هم‌خوانی دارد. در بررسی‌هایی که Matowo *et al.* (2010) انجام دادند، مشخص شد افزایش فعالیت MFO و استرازهای نوع B در سم‌زدایی پرمترین روی *Anophele arabiensis* (Patton) مؤثر است. نتیجه‌گیری کلی این پژوهش این است که حساسیت سفیدبالک پنبه تغذیه کرده از رقم مقاوم گیاهی نسبت به آفت‌کش پی‌متروزین، عصارهٔ کلپوره و شاتره افزایش یافته و این افزایش در عصارهٔ شاتره بیشتر از دیگر تیمارها بوده است، ولی فعالیت آنزیم استراز را تنها در تیمار شاتره افزایش داده است. حال اینکه چگونه این دو موضوع کنار هم گذاشته شده و بین آنها هماهنگی ایجاد شود، نیاز به پژوهش بیشتر دارد.

سپاسگزاری

این تحقیق با استفاده از امکانات پژوهشی دانشگاه ولی‌عصر(عج) رفسنجان و دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام گرفته است. بدین وسیله از معاونت پژوهشی این دانشگاه‌ها سپاسگزاری می‌شود.

REFERENCES

1. Abbott, W. (1925). A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18, 265-267.
2. Abou-Fakhr Hammad, E. & McAuslane, H. J. (2006). Effect of *Melia azedarach* L. extract on *Bemisia argentifolii* (Hemiptera: Aleyrodidae) and its biocontrol agent *Eretmocerus rui* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Environmental Entomology*, 35(3), 740-745.
3. Ahmadi, F. (2009). The study of side effects of abamectin and imidacloprid, on biological and biochemical parameters of *Cryptolaemus montrouzieri* (Col., Coccinellidae). M.Sc. Thesis of Agricultural Entomology, Zabol University, 120 pp. (In Farsi)
4. Ali, S., Khan, M., Sahi, S & Hassan, M. (2010). Evaluation of plant extracts and salicylic acid against *Bemisia tabaci* and cotton leaf curl virus disease. *Pakistan Journal. Phytopathology*, 22, 98-100.
5. Alizadeh, A., Talebi, K., Hosseininaveh, V. & Ghadamyari, M. (2011). Metabolic resistance mechanisms to phosalone in the common pistachio psyllid, *Agonoscena pistaciae* (Hem: Psyllidae). *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 101(2), 59-46.
6. Amir Heidari, B. (1994). Collection and Identification of phytochemical compound of *Teucrium polium* species in Kerman province. Pharmacy thesis, Faculty of Pharmacy, Kerman University of Medical Sciences. (In Farsi)
7. Ateyyat, M. A., Al-Mazra'awi, M., Abu-Rjai. T. & Shatnawi, M. A. (2009). Aqueous extracts of some medicinal plants are as toxic as Imidacloprid to the sweet potato whitefly, *Bemisia tabaci*. *Journal of Insect Science* 9 (15), 1536-2442.
8. Baldin, E. L. L., Vendramim, J. D. & Lourenção, A. L. (2007). Interaction between resistant tomato genotypes and plant extracts on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B. *Scientia Agricola* 64,476-481.
9. Barata, C., Solayan, A. & 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.
10. Bethke, J.A. & Henneberry, J. J. (1984). *Bemisia tabaci:* effect of cotton leaf pubescence on abundance. *Southwest Entomology*, 9, 91-94.
11. Bi, J., Toscano, N. & Ballmer, G. (2002). Greenhouse and field evaluation of six novel insecticides against the greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* on strawberries. *Crop Protection*, 21, 49-55.
12. Bleicher, E., Goncalves, M.E.D.C. & Silva, D.D. (2007). Effects of neem derivatives sprayed on melon crop to control silverleaf whitefly. *Horticultura Brasileira*, 25 (1), 110-113.

Archive of SID

www.SID.ir

13. Bloch, G. & Wool, D. (1992). Resistance to methidathion and esterase activity in the sweetpotato whitefly (*Bemisia tabaci*). In ''*Environmental Quality and Ecosystem Stability''* (A. Gasith, A. Adin, Y. Steinberger, and J. Garty, Eds.). ISEEQS Publications, Jerusalem, Israel.
14. Bogorni, P. C. & Vendramim, J. D. (2005). Efeito subletal de extratos aquosos de *Trichilia* spp.sobre 0 desenvol vimento de *spodoptera frugiperda* (J.E.smith) (Lepidoptera:Noctuidae) em milho. *Neotropical Entomology*, 34, 311-317
15. Ditrich, ., Ernst, G.H. & Ruesch, O. (1990). Resistance mechanism in sweetpotato whitefly populations from Sudan,Turkey,Guatemala and Nicaragua. *Journal of Economic Entomology*, 83, 1665-1670.
16. Duffey, S. S. (1986). Plant glandular trichoms: their partial role in defense against insects. p. 151-172. In: *Insects and The Plant Surface* (B.E Juniper, T.R.E Southwood, eds.). Edward Arnold. London. 360pp.
17. El-Shazly, A. M. & Hussein, K. T. (2004). Chemical analysis and biological of the essential oil of *Teucrium leucocladum* Boiss. (Lamiaceae). *Biochemical Systematics and Ecology*, 32, 665-674.
18. Fancelli, M., Vendramim, J. D., Lourencao, A. L. & Dias, C. T. S. (2003). Atraractividade e preferencia para oviposicao de *Bemisia tabaci* biotipo B em genotipos de tomaterio. *Neotropical Entomology*, 32, 319-322.
19. Fluckiger, C. R., Kristinsson, H. & Senn, R. (1992). CGA215944, A novel agent to control aphids and whiteflies. Proceeding of *BrightonCrop Protection Conferenc,Pests and Disease*, 43-50.
20. Gerling, D. (1990). *Whiteflies: their bionomics, pest status and management. Intercept Limited.*
21. Gholami, T., Samih, M. A. & Nejati, M. (2013). Effect of two extraction methods of *Rubia tinctorum* on mortality of cotton whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.). 2nd National Congress on Medicinal Plants.15, 16 May 2013, Tehran- Iran, 1280. (In Farsi)
22. Hassell, M. P. & Southwood, T. R. (1978). Foraging strategies of insects. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 9, 75-98.
23. Helmi, A. (2010). Isozymes electrophoretic variations among hosts and localities for populations of *Bemisia tabaci* (Genn.) in Egypt (Hemiptera: Alyrodidae). *Munis Entomology and Zoology* 5, 707-715
24. Hodgson,,E & Levi, E. (1997). *Modern toxicology* .2nd ed Appelton & Lange.
25. Husain, M. & Trehan, K. (1940). Final report on the scheme of investigation on the whitefly of cotton in the Punjab. *Indian Journal of Agricultural Science*, 10, 101-109.
26. Irannejad M. K., Samih M. A., Talebi Jahromi K. & Alizadeh A. (2012a). The effect of some pesticides and plant extracts on functional response of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to different densities of *Agonoscena pistaciae. Journal of Plant Protection (Agricultural Science and Technology*, 26(3), 316-326. (In Farsi)
27. Irannejad M. K., Samih M. A., Talebi Jahromi K., Alizadeh A. (2012b). Investigation on the effects of some pesticides and plant extracts on life table of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neu.: Chrysopidae). *Plant protection Science* 43(1), 33-46. (In Farsi)
28. Jafarbeigi F., Samih M.A., Zarabi M., Esmaiili S. & Izadi H. (2011). Study on susceptibility of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Biotype A) to *Caiotropis procera* and *Fumaria parviflora* plant extracts in control conditions. Global Conference on Entomology-(GCE), March 5-9,Chiang Mai, Thailand, oral 471
29. Jafarbeigi F., Samih M. A., Zarabi M. & Esmaeily S. (2012). The Effect of Some Herbal Extracts and Pesticides on the Biological Parameters of *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hem.: Aleyrodidae) Pertaining to Tomato Grown Under Controlled Conditions. *Journal of Plant Protection Research*, 52(4), 391-396.
30. Janini J.C., Boiça Júnior A.L., Jesus F.G., Silva A.G., Carbonell S.A. & Chiorato A.F. (2011). Effect of bean genotypes, insecticides, and natural products on the control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) and *Caliothrips phaseoli* (Hood)(Thysanoptera: Thripidae). *Acta Scientiarum. Agronomy*, 33, 445-450.
31. Kesmati, M., Raei, H. & Zadkarami, M. (2006). Comparison between sex hormones effects on locomotor activity behavior in presence of *matricaria chamomilla* hydroalcholic extract in gonadectomized male and female adult mice. *Journal of Iran Biology*, 19, 98-108. (In Farsi)
32. Khalghani, J. (1994). The interaction of host plant resistance to cereal aphids with biological and chemical control methods with respect to integrated pest management: field and laboratory studies. University of Newcastle upon Tyne.
33. Khosravi, R., Jalali Sendi, J., Ghadamyari, M. & Yazdani, E. (2011). Effect of sweet wormwood *Artemisia annua* crude leaf extracts on some biological and physiological characteristics of the lesser mulberry pyralid, *Glyphodes pyloalis*. *Journal of Insect Science*, 11,156-167.
34. Kim, D., Park, J., Kim, S. & Kuk, K. (2005). Screening of some crude plant extracts for their acaricidal and insecticidal efficacies. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 8(1), 93-100.
35. Koschier, E. & Sedy, K. (2003). Labiate essential oils affecting host selection and acceptance of Thrips tabaci. *Crop Protection*, 22(7), 929-934.
36. Lawson, D.S., Dunbar, D.M. & White, S. (1999). Proceeding of the Beltwide Cotton Conference,Nashville. *Proceeding of Natinal Cotton Conferrence Memship*, 2-1106.

Archive of SID

www.SID.ir

37. Lee, S., Lees, E.M. & Campbell, B.C. (2000). Purification and characterization of an esterase conferring resistance to fenitrothion in *Oryzaephilus surinamensis* (L.) (Insecta, Coleoptera, Silvanidae). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48, 4991-4996.
38. Li, A. Y. S., Dennehy, T. J., Li, S. X.H., Wigert, M. E., Zaborac, M. & Nichols, R. (2001). *Sustaining Arizona's fragile success in whitefly resistance management.*
39. Liu, T., Sparks A. & Chen, W. (2003). Toxicity, persistence and efficacy of indoxacarb and two other insecticides on *Plutella xylostella* (Lepidoptera: Plutellidae) immatures in cabbage. *International Journal of Pest Management*, 49, 235-241.
40. Mahdavi Arab, N., Ebadi, R., Hatami, B. & Talebi Jahromi, Kh. (2008). Insecticidal effect of some plant extracts on *Callosobrochus maculates* F. in laboratory and *Laphigma exigua* H. in green house. *Journal of Science and Technology of Agriculture and Natural Resources*,11(42), 221-234. (In Farsi)
41. Mahdavi Moghadam, M., Ghadamyari, M. & Talebi Jahromi, Kh. (2011). Effects of Artemisia annua oil on detoxifying enzymes of *Tetranychus urticae. Journal of Plant Protection*, 26(3), 233-243. (In Farsi)
42. Matowo, J., Kulkarni, M. A., Mosha, F. W., Oxborough, R. M., Kitau, J. A., Tenu, F. & Rowland, M. (2010). Biochemical basis of permethrin resistance in *Anopheles arabiensis* from Lower Moshi, north-eastern Tanzania. *Malaria Journal*, 9, 193-202.
43. Mirza, M. (1991). A qualitative study OF Chemical composition of essential oil of *Teucrium polium* . *Medicinal and Aromatic Plants Research of Iran*, 10, 27-38. (In Farsi)
44. Mound, L. A. (1965). Effects of leaf hair on cotton whitefly population in the Sudan Gezira. *Empire Cotton Growing Review*, 42, 33-40.
45. Nascimento, F. J. do, Diniz Filho, E. T., Mesquita, L. X. de, Oliveira, A. M. de & Pereira,T.F.C. (2008). Extratos plant in control of pests. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentavel*, 3(3), 1-5.
46. Nicholson, W., Senn R., Flückiger, C. & Fuog, D. (1995). *Pymetrozine-A novel compound for control of whiteflies. Bemisia, 635-639.*
47. Ohnesorge, B., Sharar, N. & Allawi T. (1980). Population studies on the tobacco whitefly *Bemisia tabaci* (Genn.) (Homoptera: Aleyrodidae) during the winter season: I. Spatial distribution on some host plants. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 90, 226-232.
48. Polston, J. & Sherwood, T. (2003). Pymetrozine interferes with transmission of tomato yellow leaf curl virus by the whitefly *Bemisia tabaci*. *Phytoparasitica*, 31, 490-498.
49. Quisenberry S. & Schotzko D. (1994). Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae) population development and plant damage on resistant and susceptible wheat. *Journal of Economic Entomology*, 87, 1761-1768.
50. Rauch, N. & Nauen, R. (2003). Identification of biochemical markers linked to neonicotinoid cross-resistance in *Bemesia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). *Insect Biochemistry and Physiology*, 54, 165-176.
51. Robertson, J. L. & Preisller, H. K. (1992). *Pesticide Biassays with Arthropods.* CRC Press, USA.
52. Samareh Fekri, M. S., Samih, M. A., Imani, S. & Zarabi, M. (2013). Study of Host Preference and the Comparison of some Biological Characteristcs of Bemisia Tabasi (Genn) on Tomato Varieties. *Journal of Plant Protection Research*, 53, 137-142.
53. Samih M. A., Esmaiili, S., Zarabi, M. & Jafarbeigi, F. (2011). Evaluation of *Bemisia tabaci* (Genn.) adult's susceptibility to Diazinon and Pymetrozin under control conditions. Global Conference on Entomology-(GCE), March 5-9, 2011 Chiang Mai, Thailand oral 389.
54. Samih, M. A. & Nejati, M. (2014). Effect of solvent type for extraction of C*alotropis procera* (Willd.)on adults mortality of *Bemisia tabaci* (Gen.), 3rd Integrated Pest Management Conference (IPMC) 21 & 22 January 2014, Kerman, Iran, 236-240. (In Farsi)
55. Samih, M. A., Kamali, K., Jalali-Javaran, M. & Talebi, A.A. (2006). Identification and disperasion of *Bemisia tabaci* (Genn.) and *Bemisia argentifolii* Bellows and Perring in cotton fields in Iran using RAPD-PCR technique. *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, 37(3), 413-424. (In Farsi)
56. Sarbaz, Sh., Moravej, Gh., Hoseini, M. & Heidarzadeh, A. (2013). Comparison of different varieties of cotton contamination of cotton whitefly And effect of the insecticide imidaclopride on pest control on Susceptible and resistant cultivars in Kashmar. Proceedings of *the 20th Iranian Plant Protection Congress*. pp.699. (In Farsi)
57. Schuster, D.J. & Polston, J.E. (1997). Management of whitflies and armyworm of fresh market tomatoes fall 1995. *Arthropod Manage Tests*, 22, 182-183.
58. Sertkaya, E., Kaya, K. & Soylu, S. (2010). Chemical compositions and insecticidal activities of the essential oils from several medicinal plants against the cotton whitefly, *Bemisia tabaci*. *Asian Journal of Chemistry*, 22 (4), 2982-2990.
59. Shchukin, A. & Wool, D. (1994). Pyrethroid resistance and esterase activity in selected laboratory populations of sweetpotato whiteflies *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae). *European Journal Of Entomology*, 91, 285-285.
60. Sheikhi Garjan, A., Najafi, H., Abbasi, S., Saber, F. & Rashid, M. (2009) The pesticide guide of iran. Capital book Press.

Archive of SID

www.SID.ir

61. Souza, A. P. & Vendramim J. D. (2005). Translaminar, systemic and topical effect of aqueous extract of neem seed on *Bemisia tabaci* (Genn.) biotype B on tomato plants. *Neotropical Entomology* 34, 83-87.
62. Stark, J. D. & Banks J. E. (2003). Population-level effects of pesticides and other toxicants on arthropods. *Annual Review of Entomology*, 48, 505-519.
63. Talebi Jahromi, Kh. (2006). *Pesticides toxicology*. University of Tehran Press. (In Farsi)
64. Torrecillas, S. M. &Vendramim J. D. (2001). Extratos aquosos de ramos de *Trichilia pallida* eo desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* em genótipos de milho. *Scientia Agricola Piracicaba*, 58, 27-31.
65. Toscano, L. C., Boiça, A. L. & Maruyama,W. I. (2002). Nonpreference of whitefly for oviposition in tomato genotypes. *Scientia Agricola*, 59, 677-681.
66. Van de Baan, H. E. & Croft, B. A. (1990). Factors influencing insecticide resistance in *Psyllid pyricola* (Homoptera: Psyllidae) and susceptibility in the predator *Deraeocoris brevis* (Heteroptera: Miridae), *Environmental Entomology*, 19, 1223-1228.
67. Van Emden, H. (1986). *The interaction of plant resistance and natural enemies: effects on populations of sucking insects*. Chichester: Ellis Horwood Limited.
68. Van Emden, H. (1990). *Plant diversity and natural enemy efficiency in agroecosystems. Critical issues in biological control*/edited by Manfred Mackauer and Lester E. Ehler, Jens Roland
69. Vasconcelos, G. J. N., Junior, M. & Barros, R. (2006). Extratos aquosos de *Leucaena leucocephala* e *Sterculia foetida* no controle de *Bemisia tabaci* biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). *Cience Rural*, 36(5), 73-79.
70. Vendramim, J. D. & Thomazinia, D. (2001). Traça *Tuta absoluta* (Meyrick) em cultivares de tomateiro tratadas com extratos aquosos de *Trichilia pallida* Swartz. *Scientia Agricola*, 58, 607-611.
71. Wang, S. Q., Guo, Y. L., Pang, S. T. & Shi, Z. H. (2008). Toxicities of different pesticides to B biotype *Bemisia tabaci*. *Acta Agriculturae Zhejiangensis*, 20(5), 367-371.
72. Willmer, P. (1986). *Microclimatic effects on insects at the plant surface*. p. 65-80. In: Insects and the Plant Surface. (B. Juniper, R Southwoodeds.). Edward Arnold, London. 360pp.
73. Zargari A. (1992). *Medicinal plants*. University of Tehran Pub. (In Farsi)

Archive of SID

www.SID.ir