

مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک شته‌های گلخانه

مهران رضایی

عضو هیات علمی گروه تولیدات گیاهی و گیاهپزشکی، پژوهشکده کشاورزی، سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی ایران، تهران

*پست الکترونیکی نویسنده مسئول: mrn.rezaei@gmail.com

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۷

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۳/۰۳

چکیده

شته‌ها از مهم‌ترین آفات کشاورزی بویژه در گلخانه‌ها می‌باشند. محیط گلخانه شرایط ایده‌آلی را از منظر دما و رطوبت برای رشد و نمو شته‌ها دارد، بنابراین در زمان کوتاه جمعیت بسیار بالایی از شته‌ها در گلخانه نمایان می‌شود. یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل جمعیت شته‌های آفت در محصولات گلخانه‌ای، روش کنترل بیولوژیک می‌باشد. دشمنان طبیعی متعددی از گروه پارازیتوئیدها، شکارگرها و عوامل بیماری‌زای حشرات برای کنترل شته‌های آفت در گلخانه‌ها وجود دارند. مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک شته‌های گلخانه شامل زنبورهای پارازیتوئید *Aphidius*، شکارگرهای بالتوری سبز، مگس‌های گل، پشه *Aphidoletes aphidimyza*، سن اوریوس، کفشدوزک هفت نقطه‌ای، کفشدوزک دو نقطه‌ای و قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana* می‌باشد. در اکثر گلخانه‌هایی که جمعیت شته مشاهده می‌شود، با انجام بازدید تخصصی جمعیت دشمنان طبیعی بویژه زنبورهای پارازیتوئید *Aphidius* نیز قابل مشاهده است. کمتر گلخانه‌ای وجود دارد که همراه با پراکنش شته، جمعیت دشمنان طبیعی آن حضور نداشته باشند. اجرای اقدامات حمایتی برای افزایش جمعیت دشمنان طبیعی در گلخانه‌ها ضروری می‌باشد. پیشگیری از سمپاشی‌های بی‌رویه، بکارگیری آفت‌کش‌های کم‌خطر برای دشمنان طبیعی و مصرف حشره‌کش‌های انتخابی از جمله اقدامات قابل توصیه می‌باشد. بنابراین، ضروری می‌باشد که کارشناسان و تولیدکنندگان محصولات گلخانه‌ای با دشمنان طبیعی شته‌های آفت آشنایی و توانایی تشخیص آن‌ها را از سایر آفات داشته باشند. در این مقاله مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیک شته‌های آفت گلخانه معرفی خواهند شد.

کلیدواژه: دشمنان طبیعی، پارازیتوئید، شکارگر، بیمارگر

متن مقاله

بیان مساله:

سازگاری با محیط زیست، توجه محققان زیادی را به خود جلب کرده است و به عنوان بخش مهمی از مدیریت تلفیقی آفات مطرح است. دشمنان طبیعی متعددی از گروه پارازیتوئیدها، شکارگرها و عوامل بیماری‌زای حشرات برای کنترل شته‌های آفت بویژه در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. دشمنان طبیعی که برای کنترل بیولوژیک شته‌های آفت مورد استفاده قرار می‌گیرند باید ظرفیت افزایش جمعیت بالایی داشته باشند تا بتوانند مانع از تشکیل کلنی و طغیان جمعیت آن‌ها شوند. خوشبختانه عوامل کنترل بیولوژیک بسیار مؤثر و کارآمدی برای مهار جمعیت شته‌های آفت در گلخانه موجود می‌باشند که در ادامه به معرفی آن‌ها پرداخته می‌شود (رضایی و همکاران، ۲۰۲۰).

۱- زنبورهای پارازیتوئید *Aphidius*

در میان دشمنان طبیعی شته‌های آفت، زنبورهای پارازیتوئید نقش کلیدی را در کنترل بیولوژیک شته‌های آفت ایفا می‌کنند. در اکثر گلخانه‌های آلوده به شته، جمعیت زنبورهای آفیدیوس قابل مشاهده می‌باشد. گونه‌های مختلف زنبورهای این جنس دارای شباهت ظاهری بسیار زیادی می‌باشند و شناسایی دقیق گونه نیاز به راهنمایی از افراد متخصص دارد. این زنبورها به دلیل باروری بالا در کنترل بیولوژیک شته‌ها بسیار مؤثر می‌باشند. زنبورهای آفیدیوس تمامی مراحل زندگی شته‌ها را پارازیت می‌کنند، اما سنین متوسط پورگی شته‌های میزبان برای تخم‌گذاری ترجیح داده می‌شود. پس از تفریخ تخم، لارو زنبور از محتویات بدن شته تغذیه نموده و رشد و نمو پیدا می‌کند. شته میزبان به رنگ قهوه‌ای یا طلایی تبدیل می‌شود. در نهایت حشره کامل با ایجاد سوراخ از مومیایی خارج می‌شود (شکل ۱). دوره زندگی در بسیاری از زنبورهای این زیر خانواده کوتاه (حدود ۲

شته‌ها از مهم‌ترین آفات کشاورزی بویژه در گلخانه‌ها می‌باشند. محیط گلخانه شرایط ایده‌آلی را از منظر دما و رطوبت برای رشد و نمو شته‌ها دارد. بنابراین در زمان کوتاه جمعیت بسیار بالایی از شته‌ها در گلخانه نمایان خواهد شد. آلودگی گیاه به شته نه تنها موجب ضعیف شدن و مرگ گیاه می‌شود که ناشی از مکیدن شیره گیاهی و ترشح عسلک است، بلکه انتقال بیماری‌های ویروسی گیاهی را نیز به همراه دارد. تولید عسلک موجب پرورش قارچ‌های ساپروفیت می‌شود که برگ‌ها با قشر دوده مانندی به نام فوماژین پوشیده خواهند شد و همراه با گرد و خاک لایه ضخیمی روی برگ‌ها بوجود می‌آید (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴). اگر کنترل به موقع برای شته‌ها انجام نگیرد، محصولی با کیفیت و کمیت پایین بدست خواهد آمد. استفاده بی‌رویه از آفت‌کش‌های شیمیایی برای کنترل شته‌ها نه تنها مقاومت آن‌ها را در پی داشته بلکه باعث بروز اثرات سوء زیادی بر موجودات غیر هدف و محیط زیست نیز شده است. سرعت بالای رشد و نمو، نرخ بالای افزایش جمعیت، بکرزایی، زنده‌زایی و چند شکلی موجب بروز مقاومت سریع شته‌ها به کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی مختلف شده است. از مهم‌ترین گونه‌های شته‌های گلخانه می‌توان به شته جالیز و شته سبز هلو اشاره داشت که دارای دامنه میزبان گیاهی گسترده می‌باشند (رضایی و همکاران، ۲۰۲۲).

یکی از مؤثرترین روش‌های کنترل جمعیت شته‌های آفت در محصولات گلخانه‌ای، روش کنترل بیولوژیک می‌باشد. کنترل بیولوژیک به دلیل بی‌خطر بودن و



شکل ۲- تخم‌گذاری زنبور پارازیتوئید آفیدیوس در بدن شته میزبان (Biobest academy)



شکل ۳- شته‌های مومیایی شده توسط زنبور پارازیتوئید روی برگ گیاه میزبان

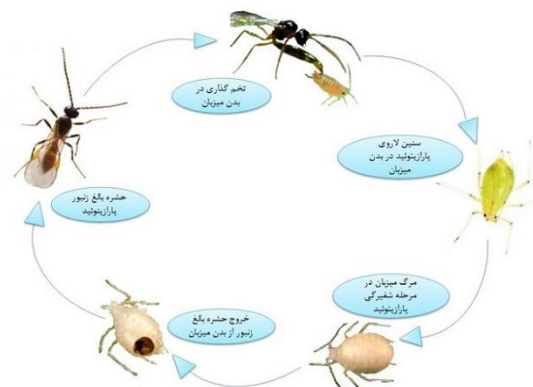
۲- بالتوری سبز

بالتوری سبز با نام علمی *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) (Stephens) یکی از دشمنان طبیعی مؤثر شته‌ها می‌باشد. این شکارگر از مراحل مختلف زیستی حشرات دیگری از جمله شپشک‌ها، سفیدبالک‌ها، سپردارها، تریپس‌ها، کنه‌ها و مرحله تخم بالپولکداران و سخت بالپوشان تغذیه دارد (شکل ۴).

بالتوری سبز با قطعات دهانی خود بدن آفت را پاره کرده و از محتویات بدن آن تغذیه می‌کند. لاروهای این شکارگر به دلیل تغذیه بالا از تمامی مراحل زندگی شته‌ها به شیر شته‌ها معروف هستند (شکل ۵). تنها مرحله لاروی بالتوری شکارگر است و حشرات کامل از

الی (۳ هفته) می‌باشد. از جمله مواردی که موجب موفقیت زیرخانواده Aphidiinae در کنترل بیولوژیک شته‌های میزبان شده است، قدرت پراکنش، فعالیت جست‌وجوگری بالا و توانایی آن‌ها در مکان‌یابی کلنی شته‌ها توسط گیرنده‌های شیمیایی می‌باشد (شکل ۲). زنبورهای آفیدیوس بصورت میانگین روزانه در بدن ۵۰ شته میزبان تخم‌گذاری می‌کنند (رضایی و همکاران، ۲۰۱۹).

یکی از گونه‌های شناخته شده این جنس زنبور پارازیتوئید *Aphidius matricariae* می‌باشد. این زنبور پارازیتوئید به صورت گسترده در محصولات گلخانه‌ای برای کنترل شته‌های آفت بویژه شته جالیز و شته سبز هلو مورد استفاده قرار می‌گیرد و تاکنون بیش از ۴۰ گونه شته به عنوان میزبان آن گزارش شده‌اند. این گونه پارازیتوئید قادر به پیدا کردن و پارازیت کردن میزبان در تراکم‌های پایین می‌باشد، بنابراین بهترین استراتژی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک رهاسازی آن قبل از بالا رفتن و مستقر شدن جمعیت شته‌ها می‌باشد. در حال حاضر زنبور *A. matricariae* یکی از مهم‌ترین عوامل در سبک کالایی شرکت‌های تولید کننده محصولات بیولوژیک بوده که به صورت شته‌های مومیایی شده در بسته‌های گوناگون برای رهاسازی ارائه می‌شود. نرخ رهاسازی برای این زنبور پارازیتوئید تعداد نیم یا یک زنبور در متر مربع گلخانه پیشنهاد شده است (رضایی و همکاران ۲۰۲۱) (شکل ۳).



شکل ۱- چرخه‌ی زیستی زنبور پارازیتوئید آفیدیوس



شکل ۵- مرحله لاروی بالتوری سبز در حال تغذیه از شته آفت (Biobest academy)



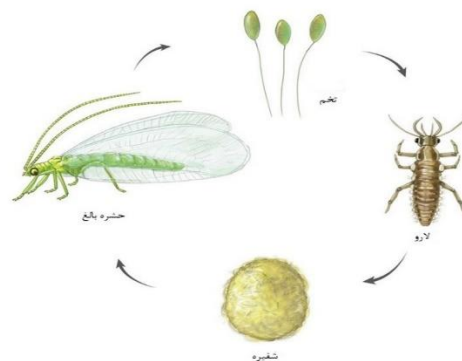
شکل ۶- حشره کامل بالتوری سبز (Biobest academy)



شکل ۷- تفریخ تخم و ظهور لارو سن اول بالتوری سبز (Koppert)

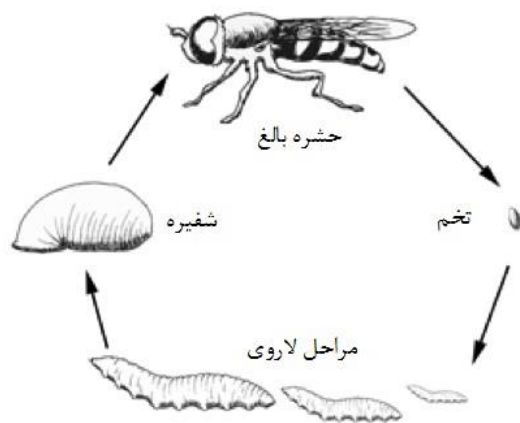
گرده، عسلک و شهد تغذیه دارند (شکل ۶). این دشمن طبیعی در بسیاری از نقاط جهان در مرحله تخم رهاسازی می‌شود. لارو این شکارگر بسیار حریص و پرخوار می‌باشد و قادر است یک شفیره سفیدبالک را در مدت کمتر از یک دقیقه مصرف کند. نرخ رهاسازی بالتوری سبز وابسته به محصول و تراکم آفت می‌تواند از ۲ تا ۲۰ عدد شکارگر در متر مربع متفاوت باشد (فراهانی، ۱۳۹۶).

تخم‌های بالتوری روی ساقه‌های باریک در سطح زیرین برگ قرار داده می‌شوند. از آنجایی که این حشره دارای رفتار همخواری است تخم‌های خود را برای جلوگیری از خوردن شدن توسط هموعان روی ساقه قرار می‌دهد (شکل ۷). لاروها قهوه‌ای رنگ و در قسمت جلوی سر دارای یک جفت آرواره گیره مانند هستند که برای سوراخ کردن بدن میزبان استفاده می‌شود. لاروها پس از تفریخ شروع به شکار می‌کنند. سه مرحله لاروی دارد که رشد و نمو آن‌ها حدود ۳ تا ۴ هفته به طول می‌انجامد. هر لارو شکارگر در مجموع حدود ۴۰۰ شکار را مورد حمله قرار می‌دهد. دوره رشد و نمو مراحل نابالغ ۲۰ تا ۲۵ روز در شرایط گلخانه به طول می‌انجامد. حشرات بالغ به رنگ سبز کم رنگ، دارای شاخک بلند و چشم‌های طلایی می‌باشند. بال‌های غشایی بلندی دارند که اطراف شکم را می‌پوشانند (فراهانی، ۱۳۹۶). طول عمر حشرات کامل بسته به دمای محیط حدود ۱۴ روز می‌باشد. ماده‌های بالغ حدود ۱۰۰ تخم را در طول عمر خود تولید می‌کنند.

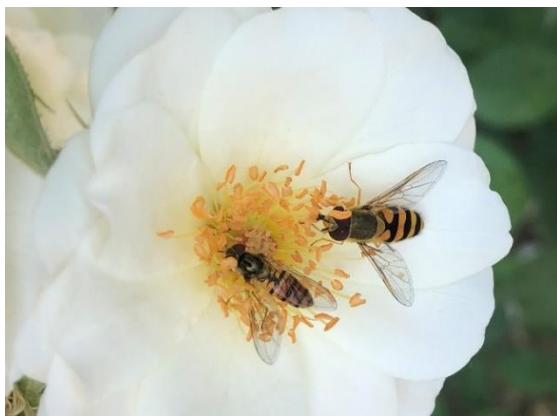


شکل ۴- چرخه زیستی بالتوری سبز

۳- مگس‌های گل (Hoverflies)



شکل ۸- چرخه‌ی زیستی مگس گل

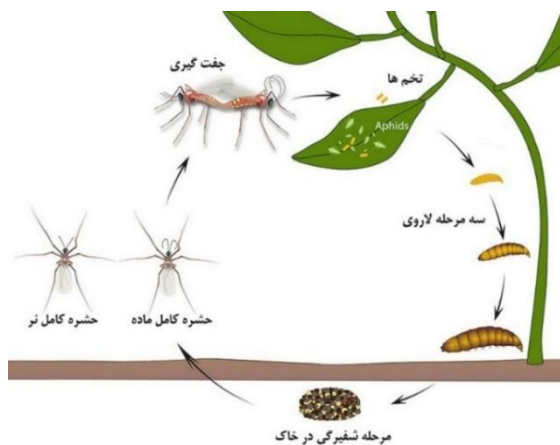


شکل ۹- حشرات کامل مگس گل در حال تغذیه از گرده گیاه



شکل ۱۰- مرحله لاروی مگس گل در حال تغذیه از شکار (Biobest academy)

مگس‌های گل به راسته دوبالان و خانواده Syrphidae تعلق دارند. برخی از گونه‌های آن‌ها از مهم‌ترین دشمنان طبیعی شته‌ها می‌باشند (شکل ۸). سه گونه مهم این خانواده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک شته‌های آفت شامل *Scaeva albomaculata* (Macquart)، *Eupeodes corollae* (Fabricius) و *Episyrphus balteatus* (De Geer) می‌باشد. ترکیب رنگ بدن مگس‌های گل همانند بسیاری از زنبورهای عسل بوده اما مشابه با سایر مگس‌ها دارای یک جفت بال می‌باشند و توانایی نیش زدن ندارند (شکل ۹). لاروهای این مگس شکارگر از هر دو مرحله پورگی و حشرات کامل شته‌ها تغذیه دارند (شکل ۱۰). همچنین از حشرات دیگری مانند پسیل‌ها، سفیدبالک‌ها، تریپس‌ها و کنه‌های تارتن نیز تغذیه می‌کنند. حشرات کامل آن‌ها در گرده‌افشانی محصولات کشاورزی نیز مؤثر می‌باشند، بنابراین رهاسازی آن‌ها در شرایط گلخانه موجب تسهیل گرده‌افشانی خواهد شد. لاروهای مگس گل شب فعال بوده و فعالیت آن‌ها با کاهش دوره روشنایی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. حشرات کامل از شهد و گرده گیاهان تغذیه دارند. برخلاف حشرات کامل که به شرایط خشکی مقاوم می‌باشند، لاروهای این شکارگر برای استقرار و فعالیت نیاز به رطوبت دارند. حشرات کامل کلنی‌های بزرگ شته را برای تخم‌گذاری انتخاب می‌کنند. هر لارو به صورت میانگین از ۳۰۰ تا ۴۰۰ شته تغذیه می‌کند. نرخ رهاسازی این شکارگر بسته به شرایط گوناگون متفاوت است، در حالت کلی تعداد ۱۰۰ تا ۶۰۰ شفیره در هکتار توصیه می‌شود (جیتانجالی میشر، ۲۰۱۶).



شکل ۱۱- چرخه زیستی پشه شکارگر
(Plantsman) *Aphidoletes aphidimyza*



شکل ۱۲- حشره کامل جنس پشه شکارگر
(Biobest academy) *Aphidoletes aphidimyza*



شکل ۱۳- تغذیه مرحله لاروی پشه شکارگر
(Biobest) *Aphidoletes aphidimyza*
(academy)

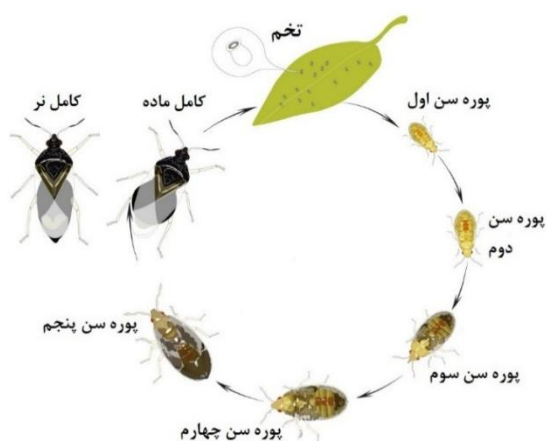
۴- پشه شکارگر *Aphidoletes aphidimyza*

پشه شکارگر *Aphidoletes aphidimyza* (Rondani) یکی از شکارگرهای اختصاصی شته‌ها می‌باشد که بیش از ۸۰ گونه شته به عنوان طعمه این شکارگر گزارش شده است. این دشمن طبیعی از سال ۱۹۷۳ برای کنترل بیولوژیک شته‌های گلخانه در کشورهای مختلف به صورت تجاری تولید و رهاسازی شده است. حشرات کامل دارای قدرت پرواز و رفتار جستوجوگری بسیار خوبی در گلخانه می‌باشند. افراد ماده کلنی شته را حتی در جمعیت بسیار کم در گلخانه پیدا می‌کنند و سپس تخم‌گذاری دارند (شکل ۱۱). مراحل لاروی شکارگر بوده و حشرات کامل از شهد و عسلک ترشح شده توسط شته‌ها تغذیه می‌کنند (شکل ۱۲). حشرات کامل شب فعال هستند و در طول روز به استراحت می‌پردازند. برای تکمیل چرخه زیستی بویژه مرحله شفیرگی نیاز رطوبت کمی در خاک می‌باشد (هنرور و همکاران، ۱۳۹۷).

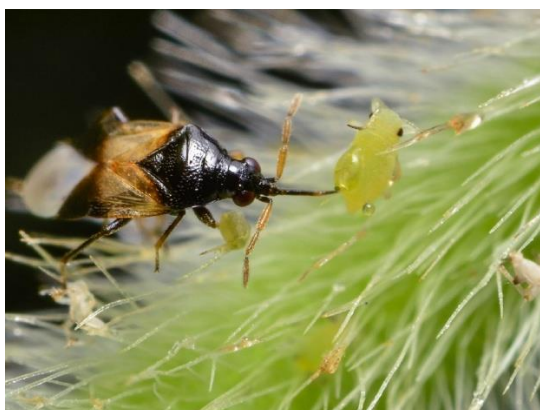
لاروها ابتدا با تزریق سم در پای شته، شکار را فلج نموده و سپس با قطعات دهانی بدن شته را سوراخ کرده و از محتویات بدن شکار تغذیه می‌کنند (شکل ۱۳). شته‌ها بلافاصله با تزریق بزاق سمی کشته می‌شوند. این شکارگر تنها از تعداد محدودی از شته‌های کشته تغذیه دارد. لاروهای این پشه قادر می‌باشند حدود ۵۰ تا ۶۰ فرد شته جالیز یا شته سبز هلو را مورد تغذیه قرار دهند (هنرور و همکاران، ۱۳۹۷). نرخ رهاسازی در حالت پیشگیرانه از طغیان جمعیت شته‌ها تعداد ۰/۵ - ۰/۲۵ شکارگر در متر مربع گلخانه توصیه شده است.

انجام می‌شود، در زمانی که شدت نور پایین و دریاچه‌های گلخانه بسته باشد (Copping, 2004).

دوره رشد و نمو وابسته به دما می‌باشد؛ در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، تخم‌ها با گذشت چهار روز تفریخ می‌شوند، دوره رشد و نمو مراحل پورگی ۱۴ تا ۱۵ روز به طول می‌انجامد. طول عمر افراد بالغ وابسته به دما و رژیم غذایی متفاوت می‌باشد. افراد نر طول عمر کوتاه‌تری را در مقایسه با افراد ماده دارند. در شرایط گلخانه حشرات بالغ این سن شکارگر با تغذیه از تخم بالپولکداران، حدود ۵۰ روز زنده خواهد ماند (Copping, 2004).



شکل ۱۴- چرخه زیستی سن شکارگر اوربوس



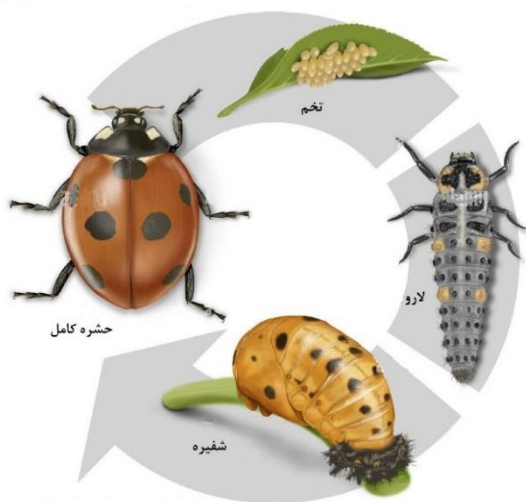
شکل ۱۵- حشره کامل سن شکارگر اوربوس

۵- سن شکارگر اوربوس (*Orius spp.*)

گونه‌های مختلف جنس اوربوس که به سن‌های گل مشهور می‌باشند از حشرات همه چیزخوار بوده و از بندپایان کوچک با بدن نرم تغذیه می‌کنند. افراد این جنس نقش بسزایی را در کنترل آفات مکنده شامل شته‌ها، تریپس‌ها، سفیدبالک‌ها و کنه‌ها دارند. در میان سایر شکارگرها به دلیل قدرت بالای تولید مثل، فقدان دیابوز، توانایی باقی ماندن در تراکم‌های کم شکار، استفاده از غذای جایگزین مثل گرده و همچنین قدرت بالای جست‌وجوگری از عوامل مؤثر در کنترل بیولوژیک آفات هستند. گونه‌های مختلفی از این جنس شامل *Orius albidipennis* (Reuter), *Orius niger* (Wolff) و *Orius laevigatus* (Fieber) می‌توان نام برد که در برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات نقش مؤثری دارند (Copping, 2004).

سن شکارگر اوربوس دارای هفت مرحله‌ی رشدی می‌باشد که شامل تخم، پنج مرحله پورگی و حشره کامل است (شکل ۱۴). تخم‌ها در بافت گیاه معمولاً در ساقه، سطح زیرین برگ یا در رگبرگ اصلی گذاشته می‌شوند. این سن شکارگر تمامی مراحل زندگی حشرات کوچک را شکار می‌کند (شکل ۱۵). سن اوربوس ابتدا شکار را توسط پاهای جلوی خود گرفته و از حرکت آن جلوگیری می‌کند. سپس با خرطوم خود از محتویات بدن شکار تغذیه می‌کند و بدن شکار خشک می‌شود (شکل ۱۶). همچنین در عدم وجود شکار، رفتار همخواری و تغذیه از دیگر گونه‌های حشرات مفید نیز مشاهده می‌شود. این دشمن طبیعی به صورت طبیعی یا وارداتی در اکثر نقاط جهان در دسترس می‌باشد. نرخ رهاسازی یک بالغ شکارگر برای دو گیاه آلوده می‌باشد. رهاسازی نزدیک محل آلوده در صبح زود یا اواخر عصر

۵ تا ۱۰ لارو در متر مربع گلخانه می-باشد
(Copping, 2004).



شکل ۱۷- چرخه زیستی کفشدوزک هفت نقطه‌ای



شکل ۱۸- حشره کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای



شکل ۱۹- مرحله لاروی کفشدوزک هفت نقطه‌ای



شکل ۱۶- مرحله پورگی سن شکارگر اورپوس

۶- کفشدوزک هفت نقطه‌ای

کفشدوزک‌های شکارگر خانواده‌ی Coccinellidae از مهمترین عوامل کنترل بیولوژیک آفات در بسیاری از نقاط جهان می‌باشند که در برنامه‌های مدیریت تلفیقی شته‌های آفت کاربرد دارند. کفشدوزک هفت نقطه‌ای *Coccinella septempunctata* L. (Coleoptera: Coccinellidae) یکی از مهم‌ترین شکارگرهای عمومی شناخته شده در اکوسیستم‌های مختلف کشاورزی از جمله گلخانه و مزرعه است که در کنترل بیولوژیک آفات مختلفی از جمله شته‌ها نقش مؤثری دارد. این کفشدوزک در بیشتر زیست بوم‌های کشاورزی مشاهده می‌شود و در کمتر مکانی، کلنی شته را بدون وجود یکی از مراحل زیستی این حشره می‌توان مشاهده کرد. لاروها و حشرات کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای اغلب از شته‌ها و شپشک‌ها تغذیه می‌کنند و توانایی جست‌وجوی بالایی دارند (شکل ۱۷). هر کفشدوزک می‌تواند در طول عمر خود از صدها شته تغذیه نماید (شکل ۱۸). این کفشدوزک در دمای ۲۵ درجه سلسیوس حدود ۳۰۷ تخم تولید می‌کند و متوسط تخم‌گذاری روزانه حدود ۲۴ عدد تخم می‌باشد. افراد ماده در دمای ذکر شده حدود ۴۹ روز زندگی می‌کنند. لارو سن چهارم این کفشدوزک حدود ۱۸۰ پوره شته را شکار می‌کند (شکل ۱۹). نرخ رهاسازی بسته به تراکم شته از ۱ تا ۵ حشره کامل یا



شکل ۲۱- مرحله لاروی کفشدوزک دو نقطه‌ای

۸- قارچ بیمارگر *Beauveria bassiana*

یکی از ابزارهای حائز اهمیت در برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات، استفاده از میکروارگانیسم‌های مفید مانند، باکتری‌ها، قارچ‌ها و ویروس‌ها است که با نام حشره‌کش‌های میکروبی شناخته و طبقه‌بندی می‌شوند. در میان عوامل کنترل میکروبی، قارچ‌های بیمارگر حشرات با داشتن ویژگی‌هایی از قبیل شدت بیمارگری بالا، قدرت نفوذ کوتیکولی، طیف میزبانی گسترده و در عین حال بی‌خطر بودن برای انسان و جانوران اهلی، توانایی همه‌گیری در جمعیت میزبان و توانایی رشد روی محیط‌های غذایی مختلف، از جایگاه ویژه‌ای برخوردار می‌باشند. قارچ بیمارگر *B. bassiana* به عنوان یک گونه عمومی طیف وسیعی از بندپایان، بیش از ۷۰۰ گونه، را مورد حمله قرار می‌دهد. این قارچ بیمارگر به صورت طبیعی در خاک وجود دارد و دارای پراکنش جهانی است. پس از این که اسپور قارچ به بدن میزبان چسبید، با فراهم شدن شرایط محیطی جوانه می‌زند و میسلیم‌های آن به درون بافت بدن و هموسل بدن حشره وارد می‌شوند. قارچ بیمارگر درون هموسل بدن آفت به صورت مخمری تکثیر شده و سپس هیف‌های قارچ از سطح بدن خارج می‌شوند. در این مرحله مرگ حشره اتفاق می‌افتد که بدن حشره با میسلیم‌های قارچ پوشیده می‌شود (شکل ۲۲). از هر میزبان آلوده، صدها هزار هاگ تولید می‌شود که در شرایط مناسب، به صورت یک آلودگی همه‌گیر، به سایر حشرات سرایت می‌کند. جدایه‌ها و سوش‌های مختلف

۷- کفشدوزک دو نقطه‌ای

کفشدوزک دو نقطه‌ای با نام علمی *Adalia bipunctata* (L.) (Coleoptera: Coccinellidae) یکی از شکارگرهای چندخوار (پلی‌فاژ) رایج شته‌ها در کشورهای مختلف جهان می‌باشد. این شکارگر علاوه بر شته‌ها از حشرات کوچک دیگر، تخم حشرات و کنه‌ها نیز تغذیه دارد و به عنوان شکارگر مؤثر شته سبز هلو روی طیف وسیعی از محصولات کشاورزی شناخته می‌شود. حشرات کامل کفشدوزک دو نقطه‌ای در الگوی رنگ بالپوش‌ها دارای چند ریختی می‌باشند و تا کنون ۴۰ ریخت از این گونه در جهان گزارش شده است (شکل ۲۰). سیکل زندگی این شکارگر مشابه با کفشدوزک هفت نقطه‌ای دارای چهار مرحله تخم، لارو، شفیره و حشره کامل می‌باشد (مردانی طلایی و همکاران، ۱۴۰۴). بررسی زیست‌شناسی کفشدوزک دو نقطه‌ای با تغذیه از شته سبز هلو در دمای ۲۰ درجه سلسیوس نشان داد که میانگین طول عمر حشرات کامل ماده ۷۶/۲ روز و تعداد کل تخم‌های گذاشته شده ۶۷۶/۲ عدد است. نرخ رهاسازی با هدف پیشگیرانه و کنترل کنندگی آفت متفاوت است اما در حالت کلی تعداد ۵ تا ۱۰ حشره کامل در متر مربع توصیه می‌شود (شکل ۲۱).



شکل ۲۰- حشره کامل کفشدوزک دو نقطه‌ای

این قارچ در طبیعت وجود دارند که باید مناسب‌ترین جدایه را انتخاب و در برنامه‌های کنترل بیولوژیک به کار گرفت. جدایه‌های مختلف آن، در دمای مناسب و رطوبت بالا، در طیف وسیعی از حشرات از جمله شته‌ها، کنه‌ها، سفیدبالک‌ها، تریپس‌ها، زنجرک‌ها، پسیل‌ها، مگس‌های میوه، لارو بالپولکداران و برخی حشرات خاکزی ایجاد بیماری و تلفات می‌کنند (لطیفیان، ۱۳۹۱).



شکل ۲۲- از بین بردن شته توسط قارچ بیمارگر
Beauveria bassiana

توصیه ترویجی

۱. دشمنان طبیعی متنوعی از گروه‌های مختلف (پارازیتوئیدها، شکارگرها و بیمارگرها) برای کنترل بیولوژیک شته‌های آفت موجود می‌باشند که پتانسیل بالایی در مدیریت جمعیت این آفات، به‌ویژه در محیط‌های گلخانه‌ای، دارند. در اکثر گلخانه‌هایی که جمعیت شته مشاهده می‌شود، با انجام بازدید تخصصی جمعیت دشمنان طبیعی بویژه زنبورهای پارازیتوئید *Aphidius* نیز قابل مشاهده است. کمتر گلخانه‌ای وجود دارد که همراه با پراکنش شته آفت، جمعیت دشمنان طبیعی آن حضور نداشته باشند (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴). بنابراین، ضروری می‌باشد که کارشناسان و تولیدکنندگان محصولات گلخانه‌ای با دشمنان طبیعی شته‌ها آشنا باشند و بتوانند آن‌ها را از سایر حشرات متمایز کنند.

۱. امروزه گونه‌های متعددی از دشمنان طبیعی شته‌ها به‌صورت تجاری تولید و عرضه می‌شوند. ضروری می‌باشد با رعایت نرخ رهاسازی مناسب، این عوامل به‌صورت پیشگیرانه یا درمانی در گلخانه‌ها رهاسازی شوند (رضایی و همکاران، ۲۰۲۰). با توجه به زنده‌زایی و چرخه‌ی سریع تکثیر شته‌ها، برای جلوگیری از طغیان جمعیت آن‌ها، توصیه می‌شود عوامل کنترل بیولوژیک به‌صورت پیشگیرانه رهاسازی و در محیط گلخانه مستقر شوند.

۲. برای حفاظت از دشمنان طبیعی در گلخانه‌ها، توصیه می‌شود از سمپاشی‌های بی‌رویه خودداری شود، از آفت‌کش‌های کم‌خطر برای این موجودات مفید استفاده گردد و در صورت نیاز، حشره‌کش‌های انتخابی به کار گرفته شوند.

۳. از آنجایی که پراکنش شته‌ها در گلخانه‌ها معمولاً به‌صورت لکه‌ای است، پایش مستمر و کنترل شیمیایی موردی (و نه گسترده) توصیه می‌شود تا از آسیب به دشمنان طبیعی جلوگیری شود.

۴. علاوه بر رهاسازی مستقیم مراحل مختلف زیستی عوامل کنترل بیولوژیک، روش گیاهان حامل نیز برای استقرار، تکثیر و رهاسازی دشمنان طبیعی توصیه می‌شود (رضایی و همکاران، ۱۳۹۴).

۵. کنترل شرایط محیطی گلخانه (به‌ویژه دما و رطوبت) برای استقرار موفق جمعیت عوامل کنترل بیولوژیک ضروری است. بنابراین، تنظیم این شرایط به‌صورت بهینه جهت تسهیل استقرار و تکثیر دشمنان طبیعی توصیه می‌شود.



منابع:

- رضایی، م.، طالبی، ع. ا. و فتحی‌پور، ی. ۱۳۹۴. بررسی تولید تجاری و روش‌های رهاسازی زنبور *Aphidius colemani* (Hymenoptera: Braconidae) در شته‌های گلخانه. سومین همایش ملی کنترل بیولوژیک در کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه فردوسی مشهد ۱۳ و ۱۴ بهمن، صفحات ۱۶۸-۱۷۳.
- فراهانی، س. ۱۳۹۶. ایمنی زیستی با استفاده از پرورش بالتوری سبز. مجله ایمنی زیستی، ۱۰ (۱): ۴۹-۵۶.
- لطیفیان، م. ۱۳۹۱. همه‌گیر شناسی بیماری‌های حشرات. انتشارات آهنگ قلم، ۱۹۶ ص.
- مردانی طلایی، م.، رزمجو، ج.، نوری قنبلانی، ق.، حسن‌پور، م. و ناصری، ب. ۱۴۰۴. اثرات پایین به بالای کودهای مختلف بر تغییرات جدول زندگی دو جنسی کفشدوزک دو نقطه‌ای، *Adalia bipunctata* L. گیاه پزشکی، ۴۸ (۱): ۵۳-۳۳.
- هنرور، پ.، حسن‌پور، م. و رزمجو، ج. ۱۳۹۷. مطالعه‌ی برخی ویژگی‌های رفتاری پشه‌ی شکارگر *Aphidoletes aphidimyza* Rondani روی شته‌ی جالیز، *Aphis gossypii* Glover در شرایط آزمایشگاهی. کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌های گیاهی، ۷ (۱): ۵۷-۴۷.
- Copping, L.G. 2004.** A world compendium: the manual of biocontrol agents. BCPC, Hampshire.
- Geetanjali Mishra, O. 2016.** Syrphid flies (the hovering agents). In: Omkar (ed.), Ecofriendly Pest Management for Food Security. Elsevier Inc. pp 259-279.
- Rezaei, M., Talebi, A. A., Fathipour, Y., Karimzadeh, J., and Mehrabadi, M. 2019.** Foraging behavior of *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae) on tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae* (Hemiptera: Aphididae). Bulletin of Entomological Research, 109(6), 840-848.
- Rezaei, M., Talebi, A. A., Fathipour, Y., Karimzadeh, J., and Mehrabadi, M. 2021.** Age-dependent functional response of *Aphidius matricariae* (Hymenoptera: Braconidae) on tobacco aphid, *Myzus persicae nicotianae* (Hemiptera: Aphididae). Journal of Asia-Pacific Entomology, 24(1), 470-476.
- Rezaei, M., Talebi, A. A., Fathipour, Y., Karimzadeh, J., Mehrabadi, M., and Reddy, G. V. 2022.** Optimization of mass rearing of *Aphidius matricariae* on tritrophic plant-aphid-parasitoid systems. BioControl, 67(4), 375-386.
- Rezaei, M., Talebi, A. A., Fathipour, Y., Karimzadeh, J., Mehrabadi, M., and Reddy, G. V. 2020.** Effects of cold storage on life-history traits of *Aphidius matricariae*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 168(11), 800-807.