



وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

مبانی کنترل بیولوژیک در محصولات گلخانه ای



محمدجواد ارده و مهران غزوی

۱۳۸۹

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات و آموزش کشاورزی
موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

مبانی کنترل بیولوژیک در محصولات گلخانه ای

محمدجواد ارده و مهران غزوی

۱۳۸۹

سرشناسه	:	ارده محمد جواد ۱۳۴۵-
عنوان و نام پدید آور	:	مبانی کنترل بیولوژیک در محصولات گلخانه ای / محمد جواد ارده و مهران غزوی
مشخصات نشر	:	تهران موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور ۱۳۸۹
مشخصات ظاهری	:	۹۶ ص:؛ مصور.
شابک	:	۹۷۸-۶۰۰-۵۹۱۶-۰۴-۱
وضعیت فهرست نویسی	:	فیپا
یادداشت	:	کتابنامه
موضوع	:	گیاهان گلخانه ای - بیماریها و آفت ها - مبارزه بیولوژیک
موضوع	:	حشره های مضر - مبارزه بیولوژیکی
شناسه افزوده	:	غزوی، مهران
شناسه افزوده	:	موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور
رده بندی کنگره	:	SB۹۳۶/الف ۴ م ۲ ۱۳۸۹
رده بندی دیویی	:	۶۳۱/۵۸۳
شماره کتابشناسی ملی	:	۲۱۶۶۸۳۰

ISBA: 978-600-5916-04-1

شابک: ۹۷۸-۶۰۰-۵۹۱۶-۰۴-۱

مبانی کنترل بیولوژیک در محصولات گلخانه ای

مولفین: محمد جواد ارده و مهران غزوی

ناشر: موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور

کمیته انتشارات: حسن عسکری، ابراهیم ابراهیمی، فرامرز علی نیا، رسول زارع، منصوره ابولفتحی،

محسن مروتی، سید عباس حسینی نژاد، اسکندر زند، شهاب منظری و محمدرضا ملک زاده

قطع: وزیری

صفحه آرا: محمد جواد ارده

حق چاپ © محفوظ است.

مسئولیت صحت مطالب با نگارندگان است.

این کتاب با شماره ثبت ۸۹/۹۸۸ در تاریخ ۸۹/۸/۲۹ در مرکز اطلاعات و مدارک علمی کشاورزی به

ثبت رسیده است.

تهران، ولنجک، خ یمن، موسسه تحقیقات گیاهپزشکی کشور

تلفن: ۰۲۱-۲۲۴۰۳۰۱۲-۱۶

www.iriipp.ir

سخنی با خواننده گرامی:

مجموعه حاضر با توجه به گسترش روز افزون گلخانه ها، اهمیت تولید محصولات سالم برای جامعه و نیاز به روشهای هم سو با محیط زیست در کنترل آفات تهیه شده است. در این راستا سعی شده مطالب به زبان ساده، بر مبنای اصول علمی و با توجه به شرایط ایران ارائه شود. لذا مطالعه این مجموعه می تواند برای کارشناسان کشاورزی و گلخانه داران قابل استفاده و مفید باشد. با این حال احتمال وجود کاستی در این مجموعه دور از انتظار نیست و امکان کامل تر و بهتر شدن مطالب وجود دارد. از این رو نگارندگان بسیار خوشحال خواهند شد که نقد ها، نظرات و پیشنهاد های خوانندگان گرامی را دریافت دارند.

در تهیه و آماده شدن این مجموعه آقای دکتر محمد رضا عطاران نظرات ارزنده ای را ابراز داشته اند که جای قدر دانی دارد. همچنین از موسسه تحقیقات گیاه پزشکی کشور و همکاران محترم بخش خدمات فنی موسسه که برای قابل ارائه شدن این نوشتار در سایت تلاش کرده اند سپاس گذاری می نماید.

فصل اول

- اصول و مبانی گلخانه‌ها ۶
- نکات مورد توجه برای احداث گلخانه ۷
- منطقه احداث ۷
- سازه گلخانه ۸
- پوشش گلخانه‌ها ۱۱
- عوامل قابل کنترل در محیط‌های گلخانه ۱۳
- گلخانه‌های هیدروپونیک ۱۷

فصل دوم

- مبانی کنترل بیولوژیک ۱۹
- عوامل کنترل بیولوژیک ۲۰
- بیمارگرها (pathogen) ۲۰
- پارازیتوئیدها (Parasitoids) ۲۸
- شکارگرها (predator) ۳۱
- گیاهان گوشتخوار ۳۴
- رویکرد استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک ۳۶
- حفظ و حمایت ۳۶
- رها سازی عوامل کنترل بیولوژیک ۳۷
- کنترل بیولوژیک کلاسیک ۳۸
- انتخاب عامل بیولوژیک مناسب ۳۹
- کنترل کیفی ۴۰

فصل سوم

- آفات مهم محیط‌های گلخانه‌ای و عوامل کنترل کننده آنها ۴۱
- تریپس‌ها ۴۱
- عوامل کنترل کننده (بیمارگرها، پارازیتوئیدها و شکارگرها) ۴۲
- سفید بالک‌ها ۴۷

- ۴۹ ○ عوامل کنترل کننده (بیمار گرها، پرازیتوئیدها و شکار گرها)
- ۵۵ ● شته ها
- ۵۸ عوامل کنترل کننده شته ها (بیمار گرها، پرازیتوئیدها و شکار گرها)
- ۶۷ ● کنه ها
- ۶۸ عوامل کنترل کننده کنه ها (بیمار گرها، پرازیتوئیدها و شکار گرها)
- ۶۳ ● مینوزها
- ۷۳ عوامل کنترل کننده مینوزها (بیمار گرها، پرازیتوئیدها و شکار گرها)

فصل چهارم

- ۶۸ ● تحلیلی بر جایگاه کنترل بیولوژیک در ایران
- ۸۰ ○ نقش مستقیم
 - (۱) مدیران و برنامه ریزان (۲) وظیفه محققان و کارشناسان
 - (۳) کشاورزان و گلخانه داران (۴) وظیفه مصرف کنندگان
- ۸۴ ○ نقش غیر مستقیم
 - (۱) آفت (۲) عامل مناسب
 - (۳) شرایط آب و هوایی (۴) سازه گلخانه ها
- ۸۷ فهرست منابع و مآخذ

مقدمه

در طبیعت زنجیره‌ها و شبکه‌های متعدد غذایی وجود دارد که در مجموع تعادل غذایی را در محیط زیست ایجاد می‌کنند. اما گاهی این تعادل در اثر شرایط مختلف بر هم می‌خورد. به عنوان مثال ورود یک موجود به منطقه جدید ممکن است رشد بیش از حد جمعیت آن را در پی داشته و آن را به عنوان یک عامل مضر "آفت" برای تعادل موجود نمایان سازد. البته طبیعت نیز که شامل مجموعه‌ای از موجودات می‌باشد به این شرایط پاسخ داده و جمعیت حلقه(های) غذایی بالاتر (عوامل کنترل کننده آفت) نیز بیشتر شده تا سرانجام تعادل مناسب (البته اغلب با یک اختلاف زمانی) در طبیعت برقرار گردد.

مثال دیگر دخالت بشر در طبیعت به منظور تامین نیازهای خود می‌باشد تا شرایط را برای رشد گروهی از موجودات مهیا سازد (مثلا مزارع تک کشتی و، ایجاد مزارع در سطح وسیع). این تغییرات به نوبه خود رشد جمعیت موجودات ناخواسته "آفات کشاورزی" را نیز در پی خواهد داشت. آفات کشاورزی، رقیب بشر در مصرف منابع می‌شوند بطوریکه نیاز به کنترل جمعیت آنها اجتناب ناپذیر خواهد شد. یکی از راه‌های بظاهر آسان و سریع کنترل آفات، کنترل شیمیایی یا به عبارت دیگر بکار بردن آفت کش می‌باشد. اما خطرات استفاده از سموم آفت کش بر کسی پوشیده نیست، بنابراین سایر روش‌های کنترل آفات از جمله حمایت از حلقه (های) سوم زنجیره غذایی برای کنترل جمعیت آفات یا به اصطلاح "کنترل بیولوژیک" مطرح می‌گردد.

کنترل بیولوژیک در واقع رویکرد استفاده از عوامل زنده (بعنوان دشمنان طبیعی) برای کنترل جمعیت آفات (اعم از بومی و غیره بومی) می‌باشد. کنترل بیولوژیک از منظر اکولوژی و بوم‌شناسی میتواند به تنوع گونه‌ها و پایداری بیشتر از طریق حمایت از یک گونه (مفید) در مقابل گونه دیگر (خسارتزا و مضر)، کمک کند.

نیاز روز افزون بشر به محصولات گیاهی موجب رویکرد بیش از پیش او از کشت گسترده و وسیع "Extensive" به کشت متراکم و محدود "Intensive" شده است. یکی از روش‌های

کشت متراکم، استفاده از گلخانه‌ها می‌باشد که دارای شرایط مناسب‌تری برای تولید محصولات نسبت به شرایط طبیعی می‌باشند. در عین حال شرایط گلخانه اغلب برای آفات نیز مناسب بوده و در نتیجه باعث بروز خسارت بیشتر آفات، در مقایسه با شرایط مزرعه، می‌گردد. بنابراین لزوم مبارزه و کنترل آفات در گلخانه‌ها با اهمیت تر از مزارع می‌باشد. کنترل شیمیای آفات در گلخانه‌ها (همانند مزارع) با سموم آفت کش امکان پذیر است. اما کنترل شیمیایی در محیط‌های گلخانه‌ای به دلایل زیر مشکل سازتر است:

(۱) رشد بهتر آفات در گلخانه

(۲) مقاوم شدن سریع‌تر آفات به سموم

(۳) خطر زیاد باقیمانده سموم برای مصرف کنندگان (بدلیل تازه خوری محصولات)

بنابراین لزوم بکارگیری سایر روش‌های کنترل آفات از جمله کنترل بیولوژیک در گلخانه بیشتر احساس می‌گردد. علاوه بر این بدلیل محدود بودن محیط‌های گلخانه‌ها، امکان موفقیت کنترل بیولوژیک در آنها بیشتر است.

هدف از این کتاب ارائه اطلاعاتی در زمینه کنترل بیولوژیک بطور عموم و استفاده از این روش برای کاهش خسارت آفات در گلخانه‌ها بطور اخص می‌باشد. در این راستا فصل اول بطور خلاصه به ارائه اصول و مبانی احداث گلخانه‌ها اختصاص یافته است. فصل دوم به مبانی کنترل بیولوژیک پرداخته و در فصل سوم ضمن معرفی آفات مهم محصولات گلخانه‌ها، عوامل کنترل کننده آنها معرفی می‌شوند. در نهایت، فصل چهارم به تحلیلی بر جایگاه کنترل بیولوژیک در ایران می‌پردازد. امید است این مجموعه با توجه به رویکرد بیش از پیش استفاده از کنترل بیولوژیک در کشور مفید واقع گردد.

فصل اول:

اصول و مبانی گلخانه‌ها

تعریف گلخانه را میتوان بصورت کشت گیاهان در محیط‌های کنترل شده ارائه کرد. این کار در واقع با تغییر محیط طبیعی برای بهبود رشد و نمو گیاهان در برابر عوامل نامساعد صورت میگیرد. البته میتوان عوامل زنده خسارتزا (آفات) را نیز به عنوان عوامل نامساعد محسوب کرد. با این تعریف حتی قرار دادن یک گیاه درون بطری شیشه‌ای و یا استفاده از یک پوشش پلاستیکی نیز گلخانه محسوب میشود. البته گلخانه‌های بسیار بزرگ ممکن است تا چند هکتار نیز وسعت داشته باشند. در هر حال کشت و کار حمایت شده میتواند شامل موارد زیر باشد:

- استفاده از مالچ برای پوشش خاک به منظور ایجاد فضای مناسب‌تر رشد گیاهان
- ایجاد سایه بان برای حفظ گیاه در مقابل نور شدید آفتاب
- پوشش ردیف‌های کشت برای حفاظت گیاهچه‌ها (نشاءها) در مقابل سرمای اول

فصل زراعی

- نصب سقف پلاستیکی برای حفاظت محصول از صدمات باران
 - نصب حفاظ (مثلا توری) برای جلوگیری از ورود جانوران خسارتزا
 - سرانجام محیط‌های تقریباً محدود و بسته به نام گلخانه
- بطور کلی اهداف احداث گلخانه‌ها را (فارغ از اندازه و شکل) میتوان بدین صورت خلاصه کرد: ۱) حفظ گیاه در مقابل شرایط نامساعد محیطی (باد، بارش‌ها و حتی نور زیاد)، ۲) ایجاد شرایط مناسب دمایی در فصول بسیار سرد و گرم، ۳) صرفه جویی در مصرف آب با نگهداری رطوبت بیشتر در محیط گلخانه و سرانجام ۴) محافظت بهتر گیاه در مقابل خسارت آفات گیاهی.

گلخانه‌ها با داشتن این شرایط تاثیرات زیادی در تولید محصولات کشاورزی دارند که می‌توان به: راندمان بالای تولید محصولات، امکان چندین دوره کشت در یک سال زراعی و ارزش نسبتاً بالای تولیدات، به دلیل کیفیت بالا و نیز تولید خارج از فصل، اشاره کرد. در مجموع ارزش افزوده تولید محصولات گلخانه‌ای می‌تواند تا حدود ۳۰ برابر شرایط عادی در سال باشد. اگرچه ارزش صرفه جویی در مصرف آب را نیز باید به ارزیابی‌ها اضافه نمود. بنابراین گلخانه‌ها دارای مزیت‌های زیادی برای تولیدات محصولات تازه خوری بخصوص در نزدیک شهرها بوده و درآمد بسیار بالایی به ازاء هر واحد سطح نصیب کشاورزان می‌کند.

اگرچه گلخانه‌ها می‌توانند بسیار ساده و در حد یک پوشش پلاستیکی تا بسیار پیشرفته از کنترل دما، رطوبت و نور گرفته تا اندازه گیری گازهای گلخانه‌ای و تهیه مواد مغذی مورد نیاز گیاهان بطور اتوماتیک باشند. اما رعایت برخی از اصول و جنبه‌های مهم در احداث آنها لازم است که در زیر به آنها پرداخته می‌شود.

نکات مورد توجه برای احداث گلخانه

• منطقه احداث:

برای احداث گلخانه نکات بسیاری را میباید در نظر گرفت که از جمله می‌توان به مسائل منطقه‌ای شامل عرض جغرافیایی و ارتفاع از سطح دریا اشاره کرد. بطوریکه برای عرض‌های بیشتر و ارتفاع بالاتر هزینه گرم کردن محیط گلخانه بیشتر می‌گردد و در مقابل هزینه خنک کردن برای عرض‌های کمتر و ارتفاع پائین‌تر را باید تامین کرد. علاوه بر این طول دوره نور دهی و مقدار شدت تابش نیز تحت تاثیر این دو عامل می‌باشد؛ که نقش مستقیمی در تولید محصولات در طول فصل زراعی دارد. از این رو با صرفه ترین مناطق برای احداث گلخانه را میتوان بر اساس این دو عامل طوری انتخاب کرد که حداقل هزینه و حداکثر درآمد را بتوان بدست آورد. در این رابطه باید در نظر داشت که جهت جغرافیایی احداث گلخانه با مقدار نور و انرژی دریافتی از طرف گیاهان رابطه مستقیمی دارد که باید مد نظر قرار گیرد. در مجموع بهترین جهت جغرافیایی برای احداث گلخانه‌ها در شرایط ایران جهت شمالی

جنوبی می باشد بنحویکه بیشترین زمان نور دهی و نیز مقدار نور به گیاهان تابیده می شود. اگرچه این نکته مورد توافق همه پژوهشگران نیست، که شاید دلیل آن تاثیر تغییرات ارتفاع و فواصل کشت ردیف‌های کاشت گیاهان در درون گلخانه باشد.

• دسترسی به امکانات و بازار مصرف

در انتخاب محل احداث گلخانه باید دسترسی به امکاناتی مانند سوخت، برق و امکانات ارتباطی در نظر گرفته شود. علاوه بر این، دسترسی نسبتاً آسان به بازار مصرف (نزدیک شهرها) می تواند هزینه‌ها را کاهش دهد. از طرف دیگر گاهی هزینه در اختیار داشتن زمین‌های فوق ممکن است نتواند توجه اقتصادی لازم برای تولید محصولات کشاورزی را داشته باشد. بنابراین ارزیابی اقتصادی احداث گلخانه‌ها می‌باید با دقت صورت گیرد.

• سازه گلخانه:

سازه گلخانه باید حداقل سایه انداز را ایجاد نموده و در مقابل عواملی همچون باد، باران، تگرگ و برف مقاوم باشد. علاوه بر این در طراحی گلخانه‌ها باید حداکثر صرفه جویی در مقدار انرژی (برای گرم کردن و سرد کردن) نیز لحاظ گردد. از طرف دیگر سازه باید قادر به تحمل بسیاری از چیزهایی که ممکن است به آن آویزان شود (مانند لوله‌ها، پوشش، سایه بان و گلدان‌ها یا حتی برخی از گیاهان) را داشته باشد. همچنین در طراحی سازه فعالیت احتمالی فرد یا افرادی (به منظور تعمیر) بر روی سقف گلخانه را نیز باید در نظر گرفت.



به هر حال سازه گلخانه باید بتواند به بخوبی نور خورشید را عبور داده و در دست رس گیاه قرار دهد (حداقل سقف، یک سمت و دو انتهای گلخانه برای عبور نور شفاف باشد). در ساخت گلخانه سازه‌های مختلفی از جنس چوب، فلز، لوله‌های PVC: و حتی کابل‌های قطور برق استفاده می‌شود که در زیر به برخی از آنها اشاره می‌گردد.

چوب:

چوب بیشتر در گلخانه‌های سنتی مورد استفاده بوده است، اما اکنون بدلائل زیاد از جمله افزایش قیمت چوب و مسایل زیست محیطی استفاده از این نوع سازه برای ایجاد گلخانه‌های مدرن مورد توجه نیست. اما برای گلخانه‌های کوچک و یا نقاطی که تامین سایر سازه‌ها امکان پذیر نیست، هنوز این نوع سازه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این صورت چوب‌ها باید برای جلوگیری از پوسیدگی (بخصوص در قسمت‌هایی که بطور مستقیم با خاک در تماس هستند) تیمار گردند. البته مواد مورد استفاده برای این کار باید برای گیاهان مورد کشت و محیط زیست غیر سمی باشند.



سازه فلزی:

سازه‌های فلزی مورد استفاده در ساخت گلخانه‌ها بیشتر از نوع لوله‌های گالوانیزه می‌باشد. این سازه‌ها بدلیل سهولت نصب، ارزان بودن و امکان جابجایی مناسب ترین سازه قابل استفاده در ایران می‌باشند. و برخی از انواع آن را میتوان به راحتی جابجا کرد. این نوع گلخانه‌ها دارای شکل و اندازه بسیار متنوع می‌باشند، از این رو لوله‌هایی با قطرهای مختلف در ساخت آنها بکار می‌رود. در مجموع بیشتر گلخانه‌ها با سقف قوسی و ارتفاع متفاوت بوده و دارای دریچه‌هایی در سقف یا دیواره‌ها برای تهویه می‌باشند.

اشکال مختلف سازه‌های گلخانه‌ها

نیم دایره: سقف این نوع گلخانه‌ها در واقع بصورت نیم دایره احداث شده و تنها به وسیله یک پوشش (یک لایه یا دو لایه) پلاستیکی محصور می‌شوند. این نوع گلخانه برای محصولاتی با ارتفاع کوتاه (کاهو، گیاهان گلدانی) استفاده می‌شود. امروزه برای سهولت بیشتر نوع پایه دار آن، که برای کشت محصولاتی با ارتفاع بلندتر (مانند گوجه فرنگی، خیار و فلفل) مناسب است، احداث می‌گردند.



سقف شیروانی: این گلخانه‌ها پایه دار بوده و سقف شیروانی مانند دارند و برای نصب شیشه و پوشش‌هایی مانند آن مناسب هستند. البته گلخانه‌های سنتی که با چوب ساخته می‌شوند نیز بدین شکل می‌باشند. در نوع شیشه‌ای دریچه‌هایی در سقف تعبیه می‌گردد که در صورت نیاز باز شده و امکان تبادل هوا را فراهم می‌سازند. اما در نوع سنتی این دریچه‌ها اغلب نه در سقف که در دیواره‌ها دیده می‌شوند. در این شرایط رطوبت موجود در گلخانه با تماس به پوشش سرد بصورت قطره‌های آب بر روی گیاهان ریزش کرده و صدماتی را به گیاهان وارد می‌سازند.

گاهی برای صرفه جویی و استحکام چندین گلخانه را در کنار هم و بصورت پیوسته، و اغلب فاقد دیوار بینایی، احداث می‌کنند که این گلخانه‌ها برای کشت محصولاتی مانند گوجه فرنگی، خیار و فلفل بسیار مناسب می‌باشند.



پوشش گلخانه‌ها:

امروزه مواد شفاف بسیاری که در برابر تغییرات شدید دمایی و نفوذ اشعه ماوراء بنفش (UV) مقاوم هستند بکار گرفته می‌شود. موادی که برای پوشش گلخانه‌ها مصرف می‌شوند می‌توانند قابل انعطاف یا سخت، یک لایه یا دو لایه و صاف یا موج دار باشند. از این رو بر اساس نیاز و شرایط امکان انتخاب پوشش‌های متفاوت برای گلخانه داران فراهم است.

شیشه:

شیشه به عنوان پوشش گلخانه‌ای حداقل برای مدت یک قرن در اروپا مورد استفاده قرار گرفته است. در ابتدا قطعات نسبتاً کوچک و سنگینی از شیشه بکار می‌رفت که برای نصب آنها سازه‌های گلخانه‌ها نیز بسیار مستحکم طراحی می‌شد. اما گلخانه‌های جدید به وسیله شیشه‌های نسبتاً بزرگ و سبک پوشش داده می‌شوند که ضریب نفوذ نور در آنها بین ۷۱ الی ۹۲٪ بوده و طول عمر مفیدی حدود ۲۵ سال یا بیشتر دارند. با این حال شیشه در مقایسه با سایر پوشش‌ها مشکلاتی همچون سنگین بودن، هزینه اولیه نسبتاً بالا، غیر قابل انعطاف بودن و شکنندگی را داشته که استفاده از آنها را برای گلخانه داران محدود می‌سازد.

پوشش پلی اتیلن:

این پوشش سبک، قابل انعطاف، ارزان قیمت و کاربرد سهل تری نسبت به شیشه دارد. این نوع پوشش ممکن است یک لایه یا دو لایه بوده که هوای بین آنها در واقع مانند عایق از تبادل حرارت و اتلاف انرژی جلوگیری می کند. این سازه بیشتر در مناطقی که جریان باد و یا بارش های زیاد داشته باشد، مورد استفاده قرار می گیرد. قدرت نفوذ این پوشش ها نسبت به نور حدود ۸۵ الی ۸۷٪ بوده و طول عمر حدود دو الی چهار سال می باشد.

پوشش پلی وینیل کلراید:

پلی وینیل کلراید پوشش قابل انعطاف دیگری است که همانند شیشه نور را از خود عبور می دهد. این نوع پوشش به مقدار فراوان در ژاپن مورد استفاده قرار گرفته است. با این حال نکته ضعف این پوشش باریک بودن قطعات آن نسبت به پوشش پلی اتیلن می باشد.

پوشش های آکریلیکی Acrylic:

خصوصیات این پوشش ها عبارتند از: وزنی نسبتا سبک، کاربرد آسان، مقاوم به اشعه ماوراء بنفش و شرایط آب و هوایی می باشد. قدرت نفوذ پذیری این پوشش ها برابر با ۸۳٪ برای تک لایه ها و ۹۳٪ برای دو لایه ها می باشد. طول عمر این پوشش ها حدود ۲۰ سال یا بیشتر می باشد. با این حال این ترکیبات با فرسایش نسبتا زیاد، بسیار شکننده و گران قیمت هستند.

پوشش های پلی کربنات Polycarbonate:

خصوصیات این پوشش ها عبارتند از: وزنی نسبتا سبک، کاربرد آسان، مقاوم به تغییرات شرایط محیطی می باشد. پیشرفت های اخیر در صنعت تولید این محصولات سبب ایجاد لایه هایی با قدرت نفوذ بسیار بالا (۷۰٪ برای دو لایه و ۸۵٪ تک لایه ها) شده است و طول عمری حدود ۵ بین ۱۰ سال دارند. پوشش های قبلی این ترکیبات در مقابل خراش ها و هوا زدگی و اشعه UV بسیار حساس بوده اند. با این حال یک لایه از پلی اکریل بر سطح آنها تا حدودی این مشکلات را کاهش داده است.



عوامل قابل کنترل در محیط‌های گلخانه ای:

دما:

اگرچه نیاز دمایی گیاهان متفاوت می‌باشد، اما یک گلخانه باید بتواند دمایی حدود ۱۵ تا ۳۰ را برای رشد گیاهان تامین نماید. متعادل کردن دما در محیط‌های گلخانه‌ای بسیار هزینه بر است، لذا گاهی پوشش برخی از گلخانه‌ها را در فصول گرم جمع آوری می‌کنند. در مقابل هنگام فصول سرد از آنها برای تولید قلمه که نیاز کمتری به دما دارند استفاده می‌شود. در هر حال نصب سیستم‌های کنترل دما در بسیاری از گلخانه‌ها توجیه اقتصادی دارد که بطور مختصر به توضیح آنها پرداخته می‌شود.

سیستم گرمایشی:

سیستم گرمایشی در گلخانه‌ها از اصلی ترین قدم‌ها در تولید محصولات خارج از فصل می‌باشد. در برخی از گلخانه‌ها بخاری‌ها و حتی کوره‌های قدیمی استفاده شده و لوله‌های خروجی دود حاصله از فضای بالای گلخانه عبور داده شده و انتقال گرما صورت می‌گیرد. در این سیستم خطر نشت گازهای مضر، مخاطرات زیادی را برای گیاهان و محصولات در پی دارد. امروزه اغلب سیستم گرمایش بهتری که شامل یک منبع دوجداره است در گلخانه‌ها نصب می‌شود. ماده سوختی درون محفظه داخلی سوخته و عبور هوا از بین دو جداره، گرمای حاصله را وارد گلخانه می‌کند. البته در گلخانه‌های مدرن انتقال گرما می‌تواند از طریق سیستم مرکزی (مانند شوفاژ) و به کمک لوله‌های آب گرم صورت گرفته و دمای گلخانه‌ها بطور دقیق حفظ گردد، که البته هزینه اولیه نسبتاً زیادی را در بر دارد. لذا صرفه اقتصادی هر یک از سیستم‌های فوق در شرایط مختلف متفاوت است.

منابع تامین کننده انرژی در گلخانه‌ها میتواند شامل گاز طبیعی، گاز مایع، سایر سوخت‌های نفتی، چوپ و حتی الکتریسیته باشد. البته هزینه‌های استفاده از این مواد بسته به مناطق و شرایط دارای مزیت‌های نسبی متفاوتی می‌باشد. علاوه بر این دسترسی آسان، هزینه‌های لازم و بکارگیری این منابع نیز باید در انتخاب آنها به عنوان منابع تامین انرژی مد نظر قرار گیرد.

نکته مهم دیگر هدر رفتن یا پرت حرارت از محیط گلخانه ها می باشد که به هر سه روش؛ تابشی، جابجایی و یا تماسی صورت می پذیرد. البته نوع سازه ها و پوشش های گلخانه ها تاثیر مستقیمی بر روی مقدار پرت حرارتی و در نتیجه افزایش مقدار انرژی مورد نیاز دارد.

سیستم خنک کننده:

برای کاهش دمای گلخانه ها در فصول گرم سال باید از سیستم های خنک کننده استفاده کرد. البته استفاده از سیستم های خنک کننده بخصوص در شرایط ایران بسیار گران می باشد. با این وجود خنک کردن میتواند بسیار ساده و شامل یک سایه بان و یا حتی استفاده از آب پاشی در سطح گلخانه باشد. اما شاید رایج ترین و اقتصادی ترین سیستم خنک کننده در شرایط ایران سیستم "فن و پد" (Fan & Pad) باشد. در این سیستم معمولا در یک طرف گلخانه جدارهایی از پوشال که بوسیله آب مرطوب می شوند قرار داده شده و در طرف دیگر هواکش (هایی) نصب می شوند، که هوای درون گلخانه را به بیرون می فرستد. در این سیستم هوای خارج از گلخانه ضمن عبور از بین پوشال مرطوب و خنک شده و وارد گلخانه میشود. معمولا این نوع سیستم قادر است دمای گلخانه را حدود پنج الی هفت درجه کمتر از محیط بیرون تامین نماید.

البته سیستم های پیشرفته تر برودت زا را نیز می توان در گلخانه ها نصب کرده و دمای معینی را برای محیط های گلخانه ای تامین کرد، اما هزینه نصب و نگهداری این سیستم ها بقدری زیاد است که معمولا برای گلخانه های خاص (مثلا گلخانه های تحقیقاتی) توجیه پذیر است.





نور:

گیاهان برای انجام فتوسنتز نیاز به دریافت نور دارند. خوشبختانه موقعیت جغرافیایی ایران طوریت که نور کافی (حتی در زمستان) برای رشد و تولید محصول، برای گیاهان تامین می گردد. در مقابل گاهی نور زیاد و به تبع آن افزایش دما، تولید محصول را کاهش می دهد، در این شرایط گیاه مقداری از انرژی تولید شده را صرف مقابله با عوارض شدت نور و متعادل کردن دما می کند. از این رو استفاده از سایه بانها در گلخانه های پیشرفته و یا پاشیدن گل بر روی پوشش گلخانه برای کاهش شدت نور مورد استفاده گلخانه داران می باشد. در هر حال در صورت نیاز به نصب سیستم نور مصنوعی در گلخانه ها، لامپ های نئون را می توان بکار برد.

رطوبت:

حفظ رطوبت نسبی بدلیل صرفه جویی در مقدار آب مصرفی از نکات مهم در گلخانه ها می باشد. از آنجائیکه گیاهان در شرایط طبیعی برای تولید هر کیلو ماده حدود دو تن آب مصرف میکنند، حفظ رطوبت نسبی در حد معقول بسیار مهم می باشد. البته عامل مهم وابسته به رطوبت نسبی مقدار تعرق گیاهان موجود در گلخانه می باشد. به عبارت دیگر گیاهان در رطوبت نسبی ۲۵٪ نسبت به ۵۰٪ حدود دو برابر بیشتر تعرق خواهند داشت. بهینه ترین رطوبت نسبی برای تولید اغلب محصولات بین ۷۰ الی ۸۵٪ می باشد و رطوبت نسبی بالاتر باعث شیوع بیماریهای گیاهی میگردند. در مقابل رطوبت نسبی پائین تر مصرف آب را بالا خواهد برد. در واقع مقدار صرفه جویی در مصرف آب در گلخانه ها بر اثر تفاوت رطوبت نسبی درون گلخانه نسبت فضای باز است. البته عوامل دیگری مانند وزش باد در فضای آزاد

بر مقدار نیاز آبی گیاهان می افزاید. البته سیستم "فن و پد" نیز می تواند در افزایش مقدار رطوبت نسبی مفید باشد.

باید در نظر داشت که شرایط گرم و مرطوب (رطوبت نسبی بیشتر از ۸۰٪) سبب رشد سریع عوامل بیماریزا می شود. در این شرایط اگر چه کاهش رطوبت نسبی نیز امکان پذیر است اما هزینه بسیاری را تحمیل خواهد کرد.

دی اکسید کربن:

عامل موثر دیگری که بر روی تولید مقدار محصول گیاهی اثر می گذارد، مقدار دی اکسید کربن است که بطور طبیعی حدود ۷۰۰ برابر کمتر از مقدار اکسیژن می باشد. این نسبت در گلخانه ها که در مقایسه با طبیعت محیط بسته ای هستند به مراتب کمتر می شود. به این دلیل در برخی گلخانه ها برای افزایش تولید محصولات استفاده از دستگاه های تولید CO₂ و یا یخ خشک برای رساندن مقدار آن به حدود ۱۲۰۰ ppm مرسوم است. در این شرایط بدلیل سرعت بخشیدن به چرخه کربنی در گیاه، تولید محصول در حدود ۱۰ الی ۲۰٪ افزایش می یابد.

گلخانه های هیدروپونیک

گلخانه های هیدروپونیک در واقع سیستم پیشرفته تر کشت محصولات می باشد که بستر کشت در آنها نقش نگه دارنده را بر عهده دارد. در این روش تامین عناصر مورد نیاز بطور مصنوعی و محلول در آب در اختیار گیاهان قرار داده می شود. این سیستم مزیت های بسیاری در مقابل سیستم های خاک کشت دارد که در زیر به برخی از آنها اشاره می شود.

- آفات و بیماری های موجود در خاک کشت را نمی توان به راحتی کنترل نمود. به عنوان مثال خاک گلخانه ها هر چند وقت یکبار بقدری آلوده می شود که ضد عفونی با مواد شیمیایی ضروری می شود تا جایی که تعویض خاک گلخانه بعد از چند سال اجتناب ناپذیر خواهد بود. در حالیکه در سیستم آب کشت، آب در تانک های خاص جمع آوری شده و ضمن تصفیه شدن به کمک اشعه UV عوامل میکروبی آن از بین می روند.

- جذب مواد غذایی لازم توسط گیاهان در خاک مشکل است. در حالیکه مواد مغذی مورد نیاز اغلب به صورت غیر آلی بوده و باید در آب حل شده تا قابل جذب باشند. که این حالت در سیستم آب کشت براحتی صورت می گیرد.
 - تبخیر حاصله از آبهای موجود در کانالهای آب میتواند به خشک شدن محیط و تامین مقداری از رطوبت مورد نیاز (بخصوص در مناطق گرم و خشک) کمک کند.
 - تولیدات سیستم آب کشت را میتوان در گروه محصولات سالم و حتی اورگانیک طبقه بندی نمود.
 - اغلب کشت و برداشت محصولات در این روش آسانتر از روشهای دیگر می باشد.
- البته از معایب این سیستم میتوان به هزینه زیاد احداث این نوع گلخانه ها و هزینه بر بودن ضدعفونی و گردش آب اشاره کرد. علاوه بر این در صورت بروز آلودگی در سیستم گردش آب، احتمال گسترش سریع آلودگی نیز تولید محصولات را تهدید میکند.



فصل دوم

مبانی کنترل بیولوژیک

زنجیره‌ها و شبکه‌های متعدد غذایی در طبیعت ضامن پایداری بوده و در مجموع یک تعادل غذایی را در محیط زیست ایجاد می‌کنند. بطور کلی این ارتباط‌ها را می‌توان به پنج دسته تقسیم بندی کرد، که شامل: ۱) رقابتی (Competition): هر دو موجود متضرر می‌شوند (-,-)، ۲) شکارگری و انگلی (Predation/Parasitism): یکی متضرر و دیگری سود می‌برد (+,-)، ۳) همزیستی Mutualism: که هر دو موجود سود می‌برند (+,+)، ۴) همسفرگی مثبت (Commensalism): یکی سود می‌برد در حالی که فرد دوم نه سود می‌برد و نه زیان می‌کند (+,0) و ۵) همسفرگی منفی (Amensalism): یکی ضرر میکند در حالیکه موجود دوم نه سود می‌برد و نه زیان می‌کند (0,-) (Sinclair et al. 2006).

در بین این پنج گروه حالت دوم (شکارگری و انگلی) در رویکرد کنترل بیولوژیک بیشتر معنا پیدا می‌کند. رابطه شکارگری و انگلی یک نوع برهمکنش بوم شناختی تقابلی (Antagonistic Ecological Interactions) است که در آن یک گونه از گونه دیگر نفع می‌برد. در این روابط شکارگر از شکار خود برای تغذیه استفاده می‌کند، در حالیکه انگل‌ها از میزبان نه تنها بعنوان منبع غذایی، بلکه بعنوان جایگاه زندگی نیز بهره می‌برند. البته در بسیاری از حالات این رابطه در واقع نوعی ارتباط مرحله‌ای می‌باشد تا ارتباط دائمی، به عبارت دیگر نه تنها شکارگرها بلکه بسیاری از انگل‌ها (بخصوص پارازیتوئیدها) فقط در بخشی از زندگی خود به میزبان وابسته می‌باشند و در بخش دیگر مستقل بوده و از زندگی آزاد برخوردارند.

همانگونه که قبلاً بیان شد کنترل بیولوژیک در واقع رویکرد استفاده از عوامل زنده (بعنوان دشمنان طبیعی) برای کنترل جمعیت آفات کشاورزی (اعم از بومی و غیره بومی) می‌باشد. کنترل بیولوژیک میتواند شامل ایجاد شرایط مساعد برای رشد بهتر جمعیت مورد نظر و یا افزایش جمعیت مورد نظر از طریق رهاسازی در محیط باشد. این تعریف کلی در واقع دامنه بسیار گسترده‌ای از موجودات را شامل می‌شود. اما منظور از عوامل کنترل بیولوژیک در

کشاورزی بیشتر استفاده از میکرواورگانیسم‌ها و بندپایان برای ایجاد تعادل جمعیت‌های طغیانی آفات کشاورزی می‌باشد، که در ذیل مورد بحث قرار می‌گیرد.

عوامل کنترل بیولوژیک

عوامل کنترل بیولوژیک شامل بیمارگرها، پارازیتوئیدها و شکارگرها بوده که برای کنترل و کاهش جمعیت آفات مورد استفاده قرار می‌گیرند. البته گاهی گیاهان شکارگر را نیز بعنوان عامل بیولوژیک محسوب می‌کنند، که در زیر به شرح این عوامل پرداخته می‌شود:

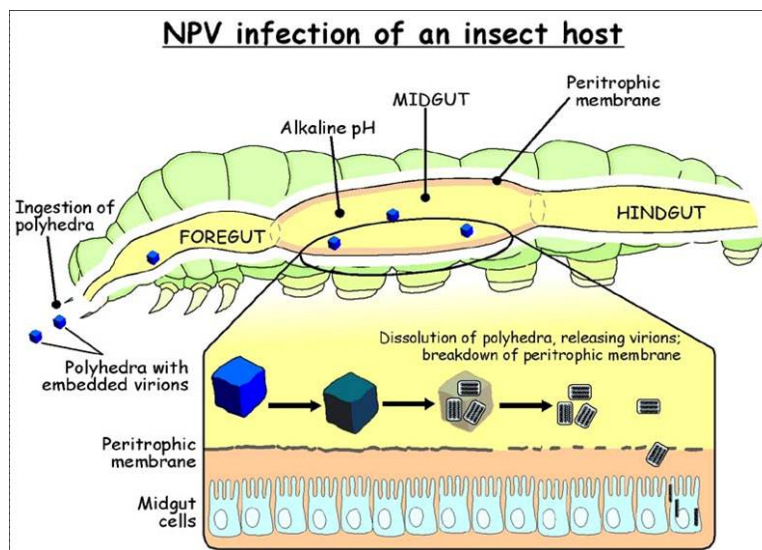
بیمارگرها:

شامل عوامل میکروبی (مانند ویروس‌ها، باکتری‌ها، تک‌سلولی‌ها، قارچ‌ها و نماتدها) بوده که قادر به ایجاد بیماری و مرگ و میر در حشرات می‌باشند. عوامل بیمارگر اغلب اختصاصی بوده و می‌توانند حالت اپیزوتی و همه‌گیری را ایجاد نمایند. از محاسن آنها میتوان به نداشتن باقی‌مانده سمی و عدم آلودگی محیطی نام برد. علاوه بر این آنها را میتوان به همراه سایر روش‌های کنترل کننده آفات مانند دیگر عوامل کنترل بیولوژیک بکار برد. برخی از این عوامل را حتی میتوان مانند سموم شیمیایی بکار برد از این رو به این گروه اصطلاحاً "سموم بیولوژیک" نیز می‌گویند. در این راستا اگرچه نگرش مناسبی در خصوص استفاده از این عوامل وجود دارد، اما تولید تجاری آنها اغلب به سال‌ها تحقیق و بهینه‌سازی روش‌های تولید و مصرف بستگی دارد. با این حال اکنون ترکیبات متعددی از این نوع محصولات را میتوان بصورت تجاری در بازار جهانی پیدا کرد. در اینجا به نمونه‌های از عوامل فوق اشاره می‌شود.

ویروس‌ها:

بیش از ۱۶۰۰ ویروس بعنوان بیمارگر حشرات گزارش شده اند با این وجود تعداد کمی از این ویروس‌ها به عنوان عامل بالفعل مطرح بوده و قادر به کنترل موثر جمعیت آفات می‌باشند. ویروس‌ها برای ایجاد بیماری باید از طریق دستگاه گوارش وارد بدن حشرات

شوند لذا بافت های تشکیل دهنده دستگاه گوارش زودتر از سایر بخش ها آلوده می شوند. به موازات پیشرفت بیماری اندام های داخلی نیز آلوده شده و علائم بیماری ظاهر می گردد. میزبان های آلوده اغلب کم تحرک بوده، تغذیه شان کاهش یافته و فلج می شوند. آن ها ظرف مدت پنج الی هشت روز از بین خواهند رفت. در صورت آلوده شدن اپیدرم حشره پوسته لاروی بعد از مرگ شکافته شده و ذرات ویروس در هوا منتشر و باعث ایجاد بیماری در سایر لاروها می شوند (انتقال افقی)، البته باد و بارش باران این کار را تسریع می کند. یکی دیگر از روش های انتقال ویروس، انتقال از یک نسل به نسل دیگر از طریق تخم های آلوده می باشد (انتقال عمودی).



مهمترین ویروس های بیمارگر حشرات را در سه گروه طبقه بندی می کنند که شامل: (۱) Nuclear Polyhedrosis Viruses (NPV) (۲) Granulosis Viruses (GV) و (۳) Cytoplasmic Polyhedrosis Viruses (CPV) می باشد. ویروس های NPV رنگ پوسته لاروی را تیره تر از معمول می کنند در حالیکه در مورد ویروس های GV لاروهای آلوده روشن تر می باشند. لاروهای آلوده به ویروس CPV با داشتن سر بزرگ و بدنی کوچک از دو گروه دیگر متمایز هستند در این گروه بیشتر سلول های روده میانی حشرات میزبان

درگیر می شوند (Kaushik 2004). تکثیر ویروس‌ها می‌باید در درون بدن میزبان (حشرات) صورت گیرد؛ از طرف دیگر بدلیل اختصاصی بودن، موارد مصرف ویروس‌های تولید شده محدود است. با این وجود تکثیر آنها به منظور تولید حشره کش میکروبی در بدن حشرات سریع‌الرشد (مانند لارو پروانه‌ها) امکان پذیر بوده و می‌تواند مقرون به صرفه باشد. از این رو در حال حاضر حدود شانزده محصول از این ویروس‌ها در بازار یافت می‌شود که بیشتر آنها برای کنترل لارو پروانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. برخی از این ویروس‌ها برای کنترل لارو بال پولکداران، بخصوص گونه‌های آفت جنگل (مانند ابریشم بافت ناجور)، تولید می‌شوند. شرایط حاکم بر جنگل امکان انتقال ویروس‌ها را از نسلی به نسل دیگر فراهم ساخته و مانع تابش شدید پرتو ماوراء بنفش به ذرات ویروس می‌گردد. در هر حال برای کاربرد ویروس‌ها باید موارد زیر را مد نظر قرار داد.

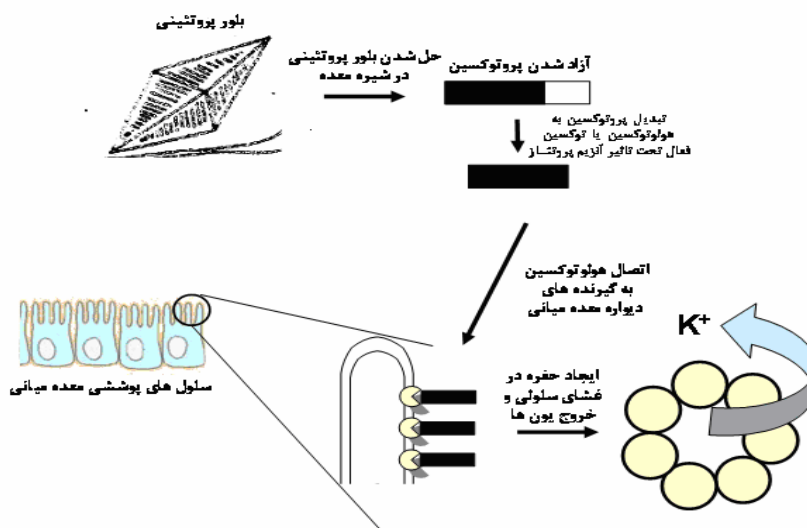
۱) بسیاری از ویروس‌ها بطور اختصاصی عمل می‌کنند و فقط بر روی مراحل لاروی موثراند، بنابراین مصرف کننده باید از مناسب بودن نوع ویروس و موثر بودن آن بر میزبان مورد نظر مطمئن باشد.

۲) ویروس‌ها در مقابل پرتو ماوراء بنفش آسیب پذیراند لذا آنها را می‌باید در هنگام غروب و یا در هوای ابری بکار برد.

باکتری‌ها:

اغلب باکتری‌های بیمارگر حشرات از جنس *Bacillus* بوده که مرگ و میر نسبتاً بالایی را در حشرات ایجاد می‌کنند. این باکتری‌ها باتونی شکل و دارای اسپور بوده و در خاک نیز یافت می‌شوند. تاثیر زهرابه آنها بعد از خورده شدن توسط میزبان آشکار می‌گردد. بیمارگری این باکتری به واسطه نوعی کریستال پروتئینی می‌باشد که بعد از بلعیده شدن، همانند سمی گوارشی در مدت ۲۴ الی ۴۸ ساعت باعث مرگ حشره میشود. هنگامی که باکتری درون معده حشره قرار می‌گیرد شرایط قلیائی معده و آنزیم‌های پروتئاز موجب فعال شدن ترکیب سمی می‌شود. بعد از تاثیر این باکتری دیواره دستگاه گوارش تخریب شده و

سبب نفوذ مواد درون معده به همولنف و گندخونی می شود. تغذیه حشره بعد از آلودگی و قبل از تلف شدن متوقف شده و به سرعت و یا حداکثر ظرف دو روز تلف خواهد شد. یکی از موثرترین گونه های باکتری که بصورت تجاری و در سطح وسیع در برنامه های کنترل بیولوژیک مورد استفاده است باکتری *B. thuringiensis* (Bt) می باشد. بکارگیری این باکتری مرگ و میر نسبتا بالایی را در لارو پروانه ها ایجاد می کند تا جایی که از این باکتری به عنوان یک سم بیولوژیک نام می برند. البته این باکتری به طور طبیعی، بخصوص در مناطقی که جمعیت حشرات بالاست، در خاک، روی گیاهان و درانبارهای غلات یافت می شود، اما اغلب مقدار آن به قدری نیست که بتواند مرگ و میر گسترده را در جمعیت آفت ایجاد کند. از طرف دیگر قدرت بیماریزگی این باکتری تحت تاثیر عوامل طبیعی بسرعت کم می گردد. بنابراین برای کنترل آفات باید این باکتری را تکثیر و در صورت لزوم در چند نوبت بکار گرفت (Bellows1999).



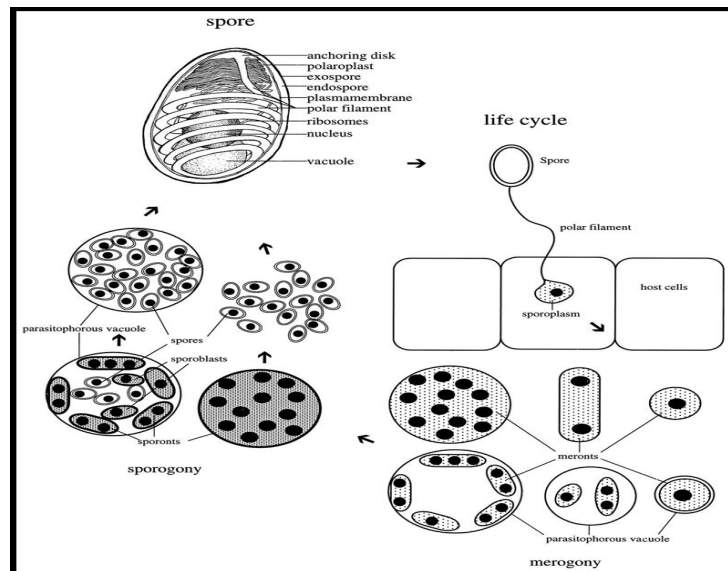
در ابتدا فقط از سوش های موثر بر روی لارو پروانه ها استفاده می شد اما امروزه سوش هایی که بر روی سایر آفات نیز موثر است به بازار عرضه می شود. گاهی هنگام تکثیر این باکتری شرایط طوری مهیا می گردد که فقط سم پروتئینی تولید و از تبدیل باکتری به اسپور جلوگیری می شود. زهرابه های پروتئینی تولید شده توسط سوش های مختلف این باکتری

دارای اختلافات کمی بوده با این وجود هر کدام از آنها برای کنترل آفت خاصی قابل استفاده می‌باشند. بطوریکه در حدود ۴۰ نوع سم حاصله از این باکتری برای کنترل لارو پروانه‌ها، سوسک‌ها و حتی پشه‌ها قابل استفاده می‌باشد.

اخیرا ژن سازنده زهرابه باکتری را به کمک مهندسی ژنتیک وارد بافت گیاه کرده و ارقام مقاوم را ایجاد می‌کنند. محل استقرار، نفوذ و تاثیر زهرابه های فوق در دستگاه گوارش حشرات اختصاصی می‌باشد. از این رو زهرابه های سوش های مختلف باکتری ها ممکن است به طور عمومی (بر روی یک راسته از حشرات) و یا به طور اختصاصی (فقط بر روی یک گونه) موثر باشند. بعنوان مثال یک سوش از باکتری *B. thuringiensis* var. *kurstaki* بر روی تعداد وسیعی از لارو پروانه‌ها موثر می‌باشد. در مقابل سوش *B. popilliae* var. *popilliae* فقط بر روی لاروهای سوسک ژاپنی موثر است و بر روی گونه نزدیک آن یعنی جنس *Cyclocephala* بی تاثیر می‌باشد (Bellows 1999).

تک سلولی‌ها:

تک سلولی‌ها بطور طبیعی در بسیاری از حشرات ایجاد بیماری و مرگ و میر می‌کنند، اما اهمیت آنها بیشتر بخاطر ایجاد ضعف در میزبان می‌باشد. یکی از اثرات معمول آلودگی به تک سلولی‌ها کم شدن تعداد نتاج میزبان می‌باشد. از این رو اگرچه تاثیر تک سلولی‌ها در کاهش طبیعی جمعیت حشرات قابل ملاحظه است اما تعداد کمی از آنها خصوصیات مناسب را بعنوان حشره کش دارا هستند، که میتوان به گونه‌های دو جنس *Nosema* و *Vairimorpha* اشاره کرد (Bellows 1999). تک سلولی‌های فوق بیشتر در لارو پروانه‌ها و راست بالان ایجاد بیماری می‌کنند. به عنوان مثال گونه *N. locustae* با نام تجاری NOLO Bait برای کنترل جمعیت ملخ‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. مرگ و میر در ملخ‌های آلوده به این تک سلولی، طی سه الی شش هفته اتفاق می افتد. البته گاهی پوره‌های آلوده از بین نمی روند، اما بیماری بر مقدار تغذیه و تعداد نتاج آنها تاثیر منفی دارد. علاوه بر این وجود این تک سلولی بر روی تخم‌ها آلودگی را برای نسل بعد به دنبال خواهد داشت.



قارچ‌ها:

تاکنون بیش از ۷۵۰ گونه قارچ بیمارگر حشرات شناسایی شده که بیماریزایی آنها روی گروه‌های مختلفی از حشرات شامل سفیدبالک‌ها، شته‌ها، شپشک‌ها، سخت بالپوشان، بالپولکداران، راست بالان، کنه‌ها و همچنین نماتدها و حتی در برخی از موارد قارچ‌های بیماریزای گیاهی به اثبات رسیده است. اگرچه در بین آنها برخی دامنه میزبانی گسترده دارند (*Beauveria bassiana*) اما برخی نیز بسیار اختصاصی (*Hirsutella thompsonii*) عمل می‌کنند (Hajek A. E. 2004).

بسیاری از گونه‌های قارچ‌ها که در حشرات ایجاد بیماری می‌کنند به روش غیر جنسی (تولید کنیدی) تکثیر می‌شوند. کنیدی بسته به شرایط محیطی قدرت زنده ماندن بسیار متفاوتی دارد، اما پرتو ماوراء بنفش و از دست دادن آب در از بین رفتن قدرت بیمارگری آنها بسیار موثر است. برای جوانه زدن علاوه بر سلامت کنیدی و تماس با میزبان مناسب، وجود قطره آب و یا رطوبت بالا (رطوبت نسبی ۸۰ الی ۹۰٪) بخصوص در ابتدای آلودگی بسیار مهم و ضروری می‌باشد.

بر خلاف باکتری‌ها و ویروس‌ها، قارچ‌ها قادرند بطور فعال و به کمک اندامک خاص از راه جلد به درون بافت‌های حشرات نفوذ و ایجاد بیماری کنند. البته در اغلب موارد محل نفوذ قارچ‌ها از طریق روزنه‌های تنفسی و یا محل اتصال اندام حسی می‌باشد. مرگ و میر حشرات آلوده شده ظرف مدت چهار الی ده روز قابل مشاهده است که شدت آن بستگی به نوع قارچ بیمارگر و شدت آلودگی دارد. مرگ و میر هم به لحاظ رشد قارچ در درون بدن حشره و هم بخاطر ترشح زهرابه درون همولف آن می‌باشد. بعد از مرگ میزبان قارچ تمام بافت‌های بدن را آلوده کرده و سرانجام سطح کوتیکول میزبان شکافته شده و اسپورهای قارچ در محیط پراکنده می‌شوند.

همانگونه که گفته شد قارچ‌های بیمارگر حشرات بسیار متنوع می‌باشند، که شاید جنس‌های *Beauveria*، *Metarhizium* و *Lecanicillium* (= *Verticillium*) معروفترین آنها باشند. اما برخی از جنس‌ها (مانند *Hirsutella* و *Paecilomyces*) اخیراً مورد اقبال قرار گرفته‌اند. به هر حال دامنه میزبانی در آنها گاهی به چند صد گونه و چندین خانواده از حشرات میرسد. گاهی از روی علائم میزبان آلوده می‌توان قارچ‌های بیمارگر را از هم تمیز داد (*Beauveria* سفید رنگ و *Metarhizium* سبز رنگ می‌نماید).

از جمله محاسن قارچ‌های بیمارگر حشرات امکان ذخیره سازی می‌باشد. به علاوه برخی از قارچ‌های بیمارگر حشرات را میتوان بر روی محیط‌های کشت تکثیر کرده و به راحتی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک بکار برد، در مقابل برای تکثیر برخی از آنها به میزبان اصلی نیاز است. مثلاً برخی از این قارچ‌ها اکنون بطور گسترده برای کنترل بسیاری از آفات درون گلخانه (شامل سفید بالک‌ها، شته‌ها و تريپس‌ها) مورد استفاده قرار می‌گیرد. از جمله قارچ *Lecanicillium* که برای کنترل سفید بالک‌ها و تريپس‌ها در گلخانه‌ها استفاده می‌شود (van Lenteren J. C. 2003).

نماتدها:

در حال حاضر دو جنس *Steinernema* با ۱۶ گونه و *Heterorhabditis* با ۶ گونه دارای بیشترین گونه‌های انگل حشرات هستند. لاروهای جوان نماتدهای بیمارگر حشرات از طریق دهان، مخرج، سوراخ‌های تنفسی و یا نفوذ مستقیم از طریق پوست وارد همولنف حشره میزبان می‌شوند (Gaugler, 2002).

اغلب نماتدها با نوعی باکتری همزیست که در تغذیه آنها نقش دارند همراه می‌باشند. این باکتری‌های همزیست توسط نماتدها وارد همولنف میزبان شده و سبب مرگ میزبان ظرف ۲۴ الی ۷۲ ساعت می‌شوند. نماتد از باکتری‌ها به عنوان غذا استفاده می‌کند. در این شرایط اگرچه عامل اصلی مرگ میزبان باکتری‌ها می‌باشند، اما خود نماتدها نیز مواد سمی را در همولنف ترشح می‌کنند. نماتدها دو نسل را درون میزبان سپری کرده و سپس لاروهای سن دوم از تغذیه باز ایستاده و مقداری باکتری‌ها را درون بدن "اتاقک نگهداری باکتری" ذخیره می‌کنند. این لاروها ضمن تبدیل شدن به لارو سن سوم و در حالیکه از پوسته سن دوم همچون سپر و محافظ بهره می‌گیرند (و به لارو نفوذ کننده معروف اند) به جستجوی میزبان جدید می‌روند.

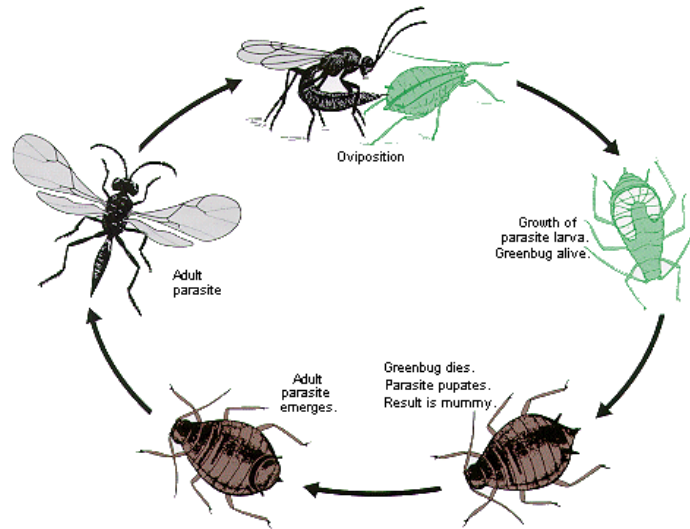
در بین نماتدها نیز حالت اختصاصی دیده شده مثلاً یک جنس دیگر بنام *Neosteinernema* که فقط شامل یک گونه *N. longicurvicauda* می‌باشد بعنوان انگل موریانه‌ها فعالیت می‌کند (Grewal et al. 2006).



پارازیتوئیدها (Parasitoids):

این عوامل اغلب از حشرات بوده (بیشتر زنبورها و مگس‌ها) که بخشی از زندگی خود را (مراحل لاروی) درون بدن میزبان سپری کرده و سرانجام سبب مرگ میزبان می‌شوند. برای در هم شکستن مقاومت میزبان، بسیاری از پارازیتوئیدها مواد شیمیایی خاصی را به همراه تخم وارد بدن میزبان می‌کنند. این مواد، که ممکن است ترکیبی از چند ماده باشند، در فلج کردن و تغییر بافت میزبان موثر هستند. بافت تخریب شده نه تنها سیستم دفاعی میزبان را در هم می‌شکند بلکه بستر مناسبی را نیز برای رشد لارو پارازیتوئید فراهم می‌سازد. گروه دیگر از پارازیتوئیدها از عوامل میکروبی (مانند ویروسها) نیز برای فلج کردن میزبان استفاده می‌کنند. مثلاً زنبورهای پارازیتوئید داخلی با تزریق ویروس *Polydnaviruses* در هنگام تخمگذاری سبب ایجاد بیماری در میزبان شده و شرایط بهتری را برای رشد لاروهای خود فراهم می‌سازند (Edson *et al.*, 1981). البته ریسک آلودگی به این عوامل ممکن است شرایط را برای لارو پارازیتوئید دشوار سازد؛ بطوریکه شرایط میزبان برای تولید ویروس، باکتری و یا قارچ‌های بیمارگر مهیا شده و لارو پارازیتوئید نتواند بخوبی رشد و نمو خود را کامل کند. که در این شرایط لارو پارازیتوئیدها اقدام به ترشح مواد باکتری کش و یا

جلوگیری کننده رشد (antibiotic or antiseptic) در درون بدن میزبان می کنند. علاوه بر این اغلب لارو پارازیتوئیدها بافت گوارشی میزبان که منبع و محل رشد و نمو بسیاری از باکتریها می باشد را بعنوان آخرین منبع غذایی مورد استفاده قرار میدهند (Godfray 1993).



The life cycle of an aphid parasite. *Lysiphlebus testaceipes*.

از طرف دیگر بسیاری از لاروها از سلولهای Teratocytes که به همراه جنین رشد میکنند استفاده میکنند. این سلولها با استفاده از بافت میزبان تکثیر شده و لارو پارازیتوئید بجای تغذیه مستقیم از بافت میزبان از آنها تغذیه میکنند.

در مقابل میزبان نیز در برابر مهاجم، لارو پارازیتوئید، به طرق مختلف مقاومت می نماید که از جمله میتوان به تحرک زیاد در موقع احساس خطر و یا رها کردن و افتادن لاروها بر روی زمین اشاره کرد. به عنوان مثال برخی میزبانها با ایجاد بافت مقاوم در اطراف تخم و یا لارو پارازیتوئیدها آنها را در بافت سخت احاطه (Encapsulate) کرده و ضمن جلوگیری از فعالیت آنها سبب مرگ و میرشان می شوند. از این رو در برخی موارد پارازیتوئیدها تخم خود را در نزدیکی سیستم عصبی میزبان قرار میدهند، زیرا سیستم دفاعی میزبان نمیتواند سیستم عصبی را توسط بافت سخت ایزوله نماید (Encapsulate).

پارازیتوئیدها را می توان از جنبه های مختلف تقسیم بندی کرد. برخی از پارازیتوئیدها داخلی بوده و تخم های خود را درون بدن میزبان قرار می دهد. در مقابل برخی از پارازیتوئیدها خارجی بوده و در سطح خارجی بدن میزبان مستقر می شود. در بین این گروه نیز برخی از پارازیتوئیدها ابتدا بصورت خارجی بوده و سپس وارد بدن میزبان می گردد.

گاهی پارازیتوئیدها هر میزبان را فقط برای قرار دادن یک تخم انتخاب می کنند (حالت انفرادی) و در مقابل که حالت تجمعی نام دارد تعداد بیشتری تخم بر روی هر میزبان قرار داده می شود. گاهی یک پارازیتوئید انفرادی بر حسب شرایط مجبور به قرار دادن بیش از یک تخم بر روی میزبان می شود که به این حالت **سوپر پارازیتوئید** گویند. البته سوپر پارازیتوئید به حالتیکه میزبان توسط دو حشره از یک گونه مورد انتخاب قرار گیرد نیز اطلاق می شود. حال آنکه اگر دو پارازیتوئید از دو گونه مختلف باشد بنام **مولتی پارازیتوئید** معروف است. گاهی خود پارازیتوئید نیز مورد حمله پارازیتوئید دیگر قرار می گیرد که به این حالت **هیپر پارازیتوئید** گویند.

از طرف دیگر پارازیتوئیدها را گاهی بر اساس مراحل رشدی میزبان مورد انتخاب (**تخم، لارو، شفیره و حشره کامل**) تقسیم بندی می نمایند.

نوع دیگر تقسیم بندی پارازیتوئیدها، ارتباط با میزبان می باشد. برخی از پارازیتوئیدها اجازه رشد و نمو را به میزبان نمیدهند (Idiobiont)، در حالیکه برخی از میزبان ها بعد از پارازیت شدن برای مدتی زنده بوده و به رشد و نمو ادامه داده و سپس از بین می روند (Koinobiontic).

پارازیتوئیدها را میتوان بر اساس نحوه تغذیه نیز تقسیم بندی کرد (Godfray 1993):

۱- پارازیتوئیدهای Pro-ovigenic: که حشره بالغ برای ادامه زندگی به تغذیه نیاز دارد، اما این تغذیه بر روی تعداد تخم گذاشته شده بی تاثیر است. تعداد پارازیتوئیدهایی که در این دسته قرار می گیرند بسیار محدود می باشند.

۲- پارازیتوئیدهای Synovigenic: که برای ادامه زندگی و تخم گذاری نیاز به تغذیه دارند. این گروه را میتوان به سه زیر گروه تقسیم نمود:

الف)- برای ادامه زندگی و تخم گذاری نیاز به تغذیه میزبانی ندارند

ب)- برای تخم گذاری نیاز به تغذیه میزبانی دارند.

ج) هم برای تخم گذاری و هم برای ادامه زندگی نیاز به تغذیه میزبانی دارند.

نحوه تغذیه میزبانی در تکامل قطعات دهانی و اندازه پارازیتوئیدها موثر بوده است. در گروه اول قطعات دهانی طوری تکامل پیدا کرده که شهد را از عمق گل برداشت نموده و انرژی لازم را تامین می کنند (اگرچه مقدار اسیدامینه نیز در آنها یافت می شود). در حالیکه در دو گروه دیگر قطعات دهانی طوریت که مایعات خارج شده از زخم را مصرف کرده و پروتئین ها، ویتامین ها و نمک های لازم برای ادامه زندگی و تولید مثل در اختیار پارازیتوئید قرار می دهد.

شکارگرها (Predator):

شکارگرها همانطور که از نامشان پیداست از آفات به عنوان منبع غذایی استفاده کرده و جمعیت آنها را تحت کنترل در می آورند. البته در این کتاب منظور از شکارگرها موجودات بی مهره می باشد زیرا مهره داران بدلیل دامنه میزبانی بسیار گسترده در برنامه های کنترل بیولوژیک جدید کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

بیشتر حشرات کامل شکارگر قادر به پرواز و جستجو می باشند، در حالیکه لاروها اغلب قادر به طی مسافت طولانی نیستند. از این رو قدرت زنده مانی لارو شکارگرها به کیفیت و کمیت میزبانهای در دسترس بستگی دارد. به طوریکه احتمال زنده مانی نتاج شکارگرهایی که از میزبانهایی با جمعیت متراکم (مانند شته ها) تغذیه میکنند، برای به حداکثر رساندن سازگاری بسیار مهم می باشد. همخواری در شکارگرها نیز تاثیر مستقیم بر بهره وری و زنده مانی لاروهای شکارگرها دارد. از این رو شرایط مناسب تخمگذاری برای یک شکارگر،

شاید بیشتر از رابطه سه جانبه گیاه، آفت و شکارگر (که اغلب برای مطالعه روابط شکار-شکارگر در نظر گرفته می‌شود) اهمیت داشته باشد (Greenstone Pfannenstiel 2005).

رابطه‌ی دیگری که بین شکارگر و میزبان مطرح می‌شود نسبت طول دوره رشدی شکارگر به طول دوره رشدی میزبان (Generation Time Ratio) می‌باشد (GTR). البته اغلب در سیستم شکارگری و شکار نسبت طول دوره رشدی شکارگر برابر چندین دوره رشدی شکار می‌باشد. هنگامی که GTR بالا بوده و همخواری نیز عمومیت داشته باشد تخم‌های که دیر در محل حضور میزبان و لاروهای شکارگر گذاشته شوند به احتمال بسیار زیاد توسط لاروهای بزرگ‌تر خورده خواهند شد. علاوه بر این بدلیل GTR بالا احتمال کمی برای کامل کردن دروه رشدی لاروها خارج شده از این تخم‌ها (بدلیل کمبود میزبان) وجود دارد. از این رو حشرات ماده شکارگرهایی که بتوانند ارزیابی مناسب تری از این شرایط (امکان همخواری و محدودیت جمعیت میزبان) داشته باشند در تخم گذاری و بقای نسل موفق‌تر خواهند بود. باید در نظر داشت که همخواری نیز در زمانی اتفاق می‌افتد که لاروهای شکارگر باهم برخورد کنند. در این شرایط اگر تعداد تخم گذاشته شده در کنار جمعیت

میزبان زیاد باشد پدیده همخواری باعث کم شدن جمعیت نهایی شکارگر می گردد. البته GTR بسیار بالا در شکارگرها، امکان موفقیت کنترل جمعیت میزبان را کاهش می دهد. البته گاهی حشره کامل شکارگر وجود لاروها را درون جمعیت میزبان تشخیص داده و از تخم ریزی مجدد خوداری می کنند، تا احتمال مرگ و میر را کاهش دهند (Dixon 2000). شکارگرها را همانند پارازیتوئیدها می توان به گروه های مختلف تقسیم بندی نمود. در یک تقسیم بندی آنها را می توان به همه خوار، محدود خوار و حتی تک خوار تقسیم بندی نمود. شکارگرهای همه خوار به عنوان مجموعه ای از فون موجود در طبیعت میتوانند در کنترل بیولوژیک و کاهش جمعیت بسیاری از آفات نقش اساسی داشته باشند (Obrycki *et al.* 1997). باید توجه داشت که این شکارگرها بدلیل همه خوار بودن ممکن است از سایر میزبان های غیر هدف تغذیه کرده و در نتیجه ترجیح غذایی آنها متفاوت گردد. این شرایط ممکن است تاثیر شکارگر در کنترل جمعیت آفت در یک برنامه کنترل بیولوژیک را محدود سازد. علی رغم این نکته همه چیز خوار بودن، قدرت تحمل این شکارگر را در طبیعت، هنگام کم بودن جمعیت آفت، بیشتر می سازد (Chang and Kareiva 1999). با این حال گاهی این منبع غذایی به ظاهر فرعی جای غذای اصلی (آفت مورد نظر) را گرفته و در هنگام طغیان جمعیت آفت شکارگر رقبتی به تغذیه از آفت را ندارد. این امر خود باعث کاستن از قدرت کنترل کنندگی این گونه شکارگرها در یک برنامه کنترل بیولوژیک می شوند. البته باید در نظر داشت که این شکارگرها به هر حال در طبیعت به مرحله گرسنگی رسیده و از میزبانهای فوق نیز تغذیه خواهند کرد. البته همانگونه که گفته شد بسیار از این شکارگرها جمعیت خود را در ابتدای فصل به کمک میزبان های غیر اصلی حفظ و حتی گسترش داده و در موقع حمله آفت اصلی جمعیت آنها را تحت کنترل قرار میدهند. این امر باعث می شود که قدرت کنترل کنندگی آنها بالا رفته و به محض ورود آفت جمعیت آنها را تحت کنترل در آورند. تا جایی که برخی از محققین بر این باوراند که همه خوارها بهتر از تک خوارها می توانند در کنترل جمعیت آفات موثر واقع شوند (Murdoch *et al.* 1985). از طرف دیگر محدود خوارها گاهی برای کنترل جمعیت آفات طغیانی مناسب تراند. البته استفاده از شکارگرهای اختصاصی نیز محدودیت هایی دارد مثلاً هنگامی که جمعیت آفت

بالا است شکارگر غذای کافی برای افزایش جمعیت در اختیار دارد. این در حالیست که گاهی افزایش جمعیت شکارگر جمعیت آفت را بقدری پایین می آورد که غذای کافی برای پایداری و بقای جمعیت باقی نمی ماند. این امر رشد جمعیت شکارگر را محدود کرده و به نوبه خود می تواند طغیان مجدد آفت را در پی داشته باشد.

شکارگرها را می توان براساس نحوه تغذیه به شکارگرهای مکنده و جونده تقسیم کرد. شکارگرهای مکنده با ایجاد زخم در بدن شکار، محتویات بدن آنها را به کمک قطعات دهانی مکنده خود مصرف می کنند. در مقابل شکارگرهای جونده (قطعات دهانی جونده) تمام طعمه را خورده و مورد استفاده قرار می دهد. در بسیاری از موارد استفاده مشترک از یک منبع غذایی محدود توسط شکارگرها، سبب رقابت بین آنها را می شود، که به این حالت "Intraguild Predation" گویند (Barbosa, & Castellanos 2005). این رقابت گاهی باعث تقابل بین شکارگرها شده و احتمال موفقیت یک برنامه کنترل بیولوژیک را پایین می آورد. علاوه بر این یک رقیب قهار که سبب حذف رقبای خود شود خیلی مناسب نیست زیرا پایداری محیط و شبکه های غذایی را متزلزل می سازد.

گیاهان گوشتخوار:

برخی از گیاهان قادر به شکار حشرات، عنکبوت ها و سایر بند پایان کوچک بوده و از آنها بعنوان منبع تامین کننده نمک ها و پروتئین استفاده می کنند. این گیاهان شکار خود را به روش های مختلف جلب کرده و بعد از به دام انداختن (به کمک آنزیمها) بافت های آنها را به مصرف می رسانند. توانایی گیاهان گوشتخوار در تامین نیازهای خود از دو منبع غذای (شکار و فتوسنتز) آنها را در تحمل شرایط نامساعد محیط بسیار توانا ساخته است. لذا در طبیعت مناطقی که برای رشد گیاهان نامناسبند (فاقد منابع غذایی قابل دسترس و کافی) برای رشد گیاهان گوشتخوار قابل تحمل اند. این مناطق اغلب دارای خاک اسیدی یا رسی بوده، که جذب مواد مغذی را توسط گیاهان مشکل می سازد. البته مشخص شده که منبع غذایی حاصل از شکار نه تنها برای رشد و نمو گیاهان، بلکه برای بندپایان که بطور اختصاصی از گیاهان فوق تغذیه می کنند ضروری می باشد (Jolivet 1998).

این گیاهان مخصوص مناطق گرمسیر بوده و استفاده از آنها (حتی به صورت تزئینی) در کشور ما مرسوم نیست. با این حال در برخی از کشورهای اروپایی برخی از این گیاهان (مثلاً خانواده Droseraceae) را به عنوان گیاهان زینتی در گلخانه‌ها پرورش داده و مورد استفاده قرار می‌دهند که شاید در برنامه کنترل بیولوژیک آفات در این گونه گلخانه‌ها مفید باشد.



رویکرد استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک

برنامه کنترل بیولوژیک را میتوان با سه رویکرد کلی به اجراء در آورد که عبارتند از:

۱) حفظ و حمایت Conservation: اعمال و بکارگیری روش‌هایی که موجب حمایت عوامل کنترل بیولوژیک موجود در منطقه با هدف کنترل آفات بومی یا غیره بومی صورت می‌گیرد.

۲) رها سازی (Augmentation): رها سازی عوامل کنترل کننده برای کنترل جمعیت طغیانی آفات

۳) کنترل بیولوژیک کلاسیک (Classical biological control): در این روش برای کنترل جمعیت آفتی که در یک منطقه حالت طغیانی پیدا کرده از عوامل کنترل بیولوژیک موجود در منطقه دیگر استفاده می‌گردد.

حفظ و حمایت:

برای حفظ و حمایت عوامل کنترل بیولوژیک موجود در یک منطقه راه‌های بسیاری وجود دارد. مثلاً (۱) استفاده از غذای کمکی برای جلب و احیانا بقای عوامل کنترل بیولوژیک، (۲) ایجاد سرپناه‌های موقتی در طبیعت، (۳) کشت گیاهان مناسب گلدار (ترشح کننده نکتار) و ...

البته تهیه غذای کمکی می‌تواند باعث تغییر رژیم غذایی شکارگر از آفت هدف به غذای در نظر گرفته شده گردد و توانایی کنترل کنندگی عامل بیولوژیک را محدود سازد (Madsen et al. 2004). علاوه بر این گاهی استفاده از میزبان واسط برای شکارگرهای تک‌خوار سبب کاهش قدرت زاد و ولد و در نتیجه محدود شدن رشد جمعیت آنها نیز می‌گردد، در حالیکه درست برعکس در مورد همه خوارها می‌تواند نتیجه معکوس داشته باشد.

رها سازی عوامل کنترل بیولوژیک:

در این روش عوامل کنترل بیولوژیک مورد پرورش و تکثیر قرار گرفته و سپس در محیط مورد نظر رها سازی می‌شوند. رها سازی بیشتر در مواردی مطرح می‌شود که (۱) عامل کنترل کننده وجود ندارد، (۲) تراکم مناسبی ندارد و (۳) جمعیت کافی در زمان مورد نیاز را ندارد. گاهی برای رها سازی می‌توان عوامل کنترل بیولوژیک را مستقیماً از طبیعت (نقاطی که تراکم کافی وجود دارد) جمع‌آوری کرده و در مناطقی که نیاز است دوباره رها سازی نمود. در این حالت اگرچه در هزینه پرورش صرفه جویی می‌گردد، اما عدم اطمینان از در اختیار داشتن به موقع، به مقدار کافی و با کیفیت مناسب عوامل مورد نیاز از جمله دغدغه‌های این روش است. رها سازی عوامل کنترل بیولوژیک را می‌توان به دو دسته تقسیم کرد (Zheng, et al. 2005, Bellows, 1999):

تلقیح اولیه: (Inoculative releases)

در این شرایط تعداد نسبتاً کمی از عوامل کنترل بیولوژیک را در ابتدای فصل و اغلب برای یک بار رها سازی می‌کنند. هدف از اینگونه رها سازی در واقع ایجاد و حمایت از جمعیت

اولیه در محیط می‌باشد. جمعیت فوق در طی فصل رشد افزایش یافته و جمعیت آفات را کنترل می‌کند. بنابراین در واقع نتاج عوامل رهاسازی شده، کنترل جمعیت آفت را به عهده می‌گیرند. گاهی در این روش برای استقرار بهتر عامل کنترل بیولوژیک یک آلودگی اولیه بطور مصنوعی در ابتدای فصل ایجاد می‌کنند تا عامل کنترل کننده بتواند در محیط مستقر و ادامه نسل دهد.

رهاسازی پی در پی: (Inundative releases)

در این حالت جمعیت نسبتاً زیادی از عوامل کنترل بیولوژیک را بطور متناوب در طبیعت رهاسازی می‌کنند تا جمعیت آفت در طول فصل کنترل شود. رهاسازی‌های متعدد با هدف کاهش سریع جمعیت آفت را می‌توان به مانند روش کنترل شیمیایی محسوب کرد. البته در این روش هزینه نسبتاً بالایی برای تکثیر و پرورش انبوه عوامل بیولوژیک صرف می‌گردد. اما مزایای آن امکان برنامه ریزی برای تامین مقدار کافی از عوامل مورد نیاز در زمان معین می‌باشد.

کنترل بیولوژیک کلاسیک:

گاهی اوقات (اغلب بعد از ورود یک آفت به منطقه جدید) عامل (یا عوامل) کنترل کننده آن نیز از منطقه اولیه به منطقه جدید آورده می‌شود. ورود این عوامل به محیط جدید می‌تواند با هدف استقرار دائمی صورت گیرد. در این شرایط عامل کنترل کننده نیازمند مدت زمانی، برای استقرار در محیط جدید می‌باشد. البته باید در نظر داشت که شرایط محیطی می‌تواند بر موثر بودن عامل کنترل کننده تاثیر مستقیم داشته باشد. لذا ارزیابی اثرات محیطی از نکات قابل توجه در این مقوله می‌باشد. از طرف دیگر ورود هر نوع موجود زنده (از جمله عوامل کنترل بیولوژیک) به محیط جدید می‌تواند اثرات نامطلوبی بر محیط زیست و سیستم‌های کشاورزی داشته باشد. لذا ارزیابی و معین کردن خطرات احتمالی، که اغلب با هدف کمک به طبیعت صورت می‌گیرد، از ضروریات می‌باشد. از این رو ورود و رهاسازی عوامل کنترل بیولوژیک به محیط جدید اغلب نیازمند دقت‌های لازم است (van Lenteren 2006).

گاهی عامل بیولوژیک در کشور مبداء به تولید انبوه رسیده و در محل جدید رهاسازی می‌گردد. در این شرایط روش تولید انبوه می‌باید براساس قوانین استاندارد بین‌المللی (مثلاً IOBC یا معادل آن) مورد ارزیابی قرار گیرد. اما اگر به هر دلیل شرایط پرورش براساس استاندارد بین‌المللی نباشد، باید قوانین قرنطینه برای جلوگیری از ورود آفات و یا هر گونه عامل ناشناس دیگر به محیط جدید به مورد اجراء گذاشته شود.

برخی از اطلاعات مورد نیاز برای ورود عوامل کنترل بیولوژیک بشرح زیر می‌باشد.

- ۱- نام و نشانی مرجع ارسال کننده و فرد دست اندر کار
- ۲- اطلاعات مربوط به منشاء عامل، پراکنش، بیولوژی، دامنه میزبانی، دشمنان طبیعی، نیازهای فیزیکی برای استقرار، آلودگی، تاثیر در محیط اطراف، موارد استفاده قبلی به عنوان عامل کنترل کننده.
- ۳- هدف اصلی از رهاسازی (کدام آفت، بر روی کدام محصول تحت چه شرایطی و...) و احتمال مفید بودن
- ۴- اطلاعات مربوط به رهاسازی‌های قبلی یا در محل‌های دیگر، توسط چه کسی و چه نتیجه‌ای داشته است.
- ۵- اگر عامل قبلاً وارد نشده، نحوه شناسایی دقیق عامل، مشخصه بارز شناسایی و یا مشخصات قابل تمایز

انتخاب عامل بیولوژیک مناسب

دو رویکرد را می‌توان برای انتخاب عوامل کنترل بیولوژیک در نظر گرفت: (۱) توانایی فردی (مانند طول عمر، تعداد تخم و...) "Reductionist" و (۲) نقش گونه در محیط و در تعامل با گونه‌های دیگر "Holistic"

توانایی‌های فردی در بسیاری از موارد به هم وابسته هستند لذا آنها را می‌توان در یک شاخص واحد خلاصه کرد. مثلاً I_m در واقع مجموع برآیند فاکتورهای متعدد از جمله طول عمر، زاد آوری و مرگ میر می‌باشد. اما تعامل یک گونه با شرایط محیطی بسیار پیچیده

بوده و امکان ارائه یک شاخص برای ارزیابی آن بسیار دشوار است. در هر حال نکات مهمی که برای انتخاب عامل مناسب کنترل بیولوژیک باید در نظر گرفت عبارتند از:

۱- همخوانی زیستی با دوره زندگی آفت مورد نظر

۲- همخوانی زیستی با شرایط محیطی

۳- قدرت زاد و ولد متناسب

۴- عدم تاثیر منفی بر روی محیط

۵- عدم تاثیر منفی بر سایر عوامل کنترل بیولوژیک

علاوه بر عوامل برشمرده در بالا رفتارشناسی حشرات نیز نقش بسیار مهمی را در طبیعت بازی می‌کند. بعنوان مثال شاید یک عامل کنترل کننده از لحاظ باروری و زاد آوری بر عامل دیگر برتری داشته باشد. ولی قدرت جستجوگری لازم برای یافتن میزبان کافی را در طبیعت نداشته باشد. بنابراین با توجه به پراکنش آفات در طبیعت، عامل کنترل بیولوژیک که توانایی بیشتری برای یافتن میزبان دارد موفق‌تر خواهد بود (Albajes, et al. 1999).

کنترل کیفی

سیستم‌های (حتی مناسب) پرورش انبوه عوامل کنترل بیولوژیک می‌تواند سبب تحلیل رفتن خصوصیات زیستی عامل کنترل کننده و در نتیجه کاهش قدرت کنترل کنندگی آن در هنگام رهاسازی گردد. زیرا حتی اگر عامل مناسب به درستی انتخاب گردد، اما برای پرورش و تکثیر انبوه شرایط لازم فراهم نگردد، قدرت کنترل کنندگی تحت تاثیر قرار خواهد گرفت. لذا امروزه مبحث ارزیابی توانایی عوامل کنترل کننده (کنترل کیفی) در موفقیت برنامه کنترل بیولوژیک از اهمیت بسیاری برخوردار گردیده است (van Lenteren 2003). باید توجه داشت که کنترل کیفی هر عامل منحصر به فرد بوده و باید با شاخص‌های متفاوتی ارزیابی گردد. از طرف دیگر ارزیابی تمامی این شاخص‌ها در سطح وسیع اغلب ناممکن می‌باشد. لذا امروزه برخی از خصوصیات مهم، اعم از خصوصیات زیستی (نسبت

جنسی، طول عمر و تعداد تخم گذاری) و رفتاری (قدرت تحرک و پرواز)، را به عنوان شاخص مد نظر قرار می دهند.

ارزیابی کنترل کیفی مانند بسیاری از مباحث کنترل بیولوژیک بسیار گسترده بوده، که پرداختن به همه آنها فراتر از گنجایش این کتاب می باشد. لذا خوانندگان علاقه مند برای کسب اطلاعات بیشتر می توانند به کتاب های تخصصی تر مراجعه نمایند.

فصل سوم

آفات مهم محیط‌های گلخانه‌ای و عوامل کنترل کننده آنها

پنج گروه مهم آفات محصولات گلخانه‌ای (به ترتیب الفبا) شامل تریپس‌ها، سفید بالک‌ها، شته‌ها، کنه‌ها و مینوزها می‌باشند.

تریپس‌ها

تریپس‌ها از جمله آفات کلیدی محصولات گلخانه‌ای بوده که کنترل آنها بسیار مشکل می‌باشد. تریپس‌ها حدود پنج هزار گونه توصیف شده دارند. قطعات دهانی تریپس‌ها طوریت که با ایجاد خراش در سطح برگ سبب تولید زخم شده و از شیر گیاهی خارج شده تغذیه می‌کنند. این کار سبب بدشکل شدن میوه‌ها شده که به نوبه خود ارزش اقتصادی محصول را به شدت کاهش می‌دهد.

در سایر نقاط دنیا بیشترین خسارت را تریپس گلخانه‌ای *Frankliniella occidentalis* وارد می‌سازد اما این گونه تا چند سال اخیر به عنوان آفت قرنطینه در ایران محسوب می‌گردید، و گونه *Thrips tabaci* (تریپس پیاز) آفت مهم گلخانه‌ها معرفی می‌شد. دوره زندگی تریپس‌ها شامل شش مرحله: تخم، دو مرحله لاروی، مرحله پیش شفیرگی و شفیرگی و سرانجام حشره بالغ، می‌باشد. این دوره حدود یک ماه طول می‌کشد، اگرچه دما تاثیر مستقیم بر روی طول این دوره دارد.

تریپس گلخانه *Frankliniella occidentalis*:

تریپس گلخانه در واقع بومی آمریکا بوده و به سایر نقاط جهان انتشار پیدا کرده است. این تریپس دامنه میزبانی گسترده‌ای داشته و به محصولات گلخانه‌ای نیز خسارت زیادی وارد می‌سازد. حشرات ماده با طول حدود ۱/۲ میلیمتر و با رنگ‌های متغیر از زرد تا قهوه‌ای بوده

و به روش بکرزائی تکثیر پیدا کرده و حشرات نر به ندرت مشاهده می شوند. حشره ماده قادر به گذاردن حدود ۴۰ الی ۱۰۰ تخم سفید رنگ بوده که درون بافت گیاه قرار داده شده و ظرف مدت یک ماه به حشره کامل تبدیل می شوند.

تریپس پیاز *Thrips tabaci*

تریپس پیاز یک حشره بسیار کوچک (ماده‌ها حدود ۰/۸ الی ۱/۰ میلی متر طول) می باشد، بنابراین به سختی با چشم غیر مسلح دیده می شوند. رنگ بدن حشرات کامل متغیر بوده به طوری که نمی تواند به عنوان عامل متمایز کننده محسوب گردد. با این حال حشرات اغلب زرد رنگ با لکه های قهوه ای رنگ بر روی قفسه سینه و قسمت میانی شکم دیده می شوند. شاخک خاکستری بوده که بند اول آن روشن تر از سایر بندها می باشد. سر کوچک با چشم های سیاه و چشم ساده قرمز رنگ می باشد. بال های جلویی خاکستری متمایل به قهوه ای می باشد. طول پیش کرده بیشتر از عرض آن بوده و واجد تعداد کمی مو کوتاه است. رنگ نرها روشن تر از ماده ها و سر آنها قهوه ای تیره است و بندرت میتوان آنها را مشاهده کرد.

هر حشره ماده حدود بیست تخم در درون پارانشیم برگ، گل یا میوه گیاه قرار می دهد. تخم ها زرد رنگ و کوچک، تقریباً بیضوی با انتهای باریک شده و به طور متوسط ۰/۱۲ میلی متر طول و ۰/۰۸ میلی متر قطر دارند. سن اول لاروی شفاف تا تقریباً زرد متمایل به سفید بوده و ۰/۳۶ تا ۰/۶۸ میلی متر طول دارند. سن دوم لاروی زرد رنگ بوده و سر آن از قفسه سینه کم عرض تر می باشد. بدن بین ۰/۶۸ الی ۱/۰ میلی متر طول دارد. لاروها در مراحل آخر رشد روی سطح زمین افتاده و در درون خاک یا بقایای گیاهی مخفی شده وارد مرحله پیش شفیرگی می شوند. پیش شفیره ها به رنگ زرد متمایل به صورتی و معمولاً ثابت هستند مگر به نحوی تحریک گردند. شفیره ها نیز زرد متمایل به صورتی، غیر فعال و سفت می باشند. طول بدن شفیره های ماده همانند طول بدن حشرات کامل از طول بدن شفیره های نر کوچک تر می باشند.



عوامل کنترل کننده:

بیمارگرها:

هنوز بیمارگر موثر و مناسب اختصاصی برای تریپس‌ها معرفی نشده است با این حال برخی از قارچ‌های بیمارگر حشرات که دامنه میزبانی گسترده‌ای دارند (مانند *Beauveria* *Lecanicillium* و *Metarhizium*) می‌توانند جمعیت این آفت را نیز تحت تاثیر قرار دهند.

پارازیتوئیدها:

تاکنون چندین گونه پارازیتوئید تریپس گزارش شده است که از بین آنها می‌توان به جنس *Ceranisus* و *Thripobius* اشاره کرد. این پارازیتوئیدها انفرادی و بسیار کوچک (بین ۰/۵ الی ۱/۱ میلی متر طول) بوده و به پوره‌ها و گاهی شفیره تریپس حمله می‌کنند. در بین پارازیتوئیدها گونه‌هایی (به خصوص از جنس *Ceranisus*) پراکنش جهانی داشته و به عنوان پارازیتوئید *T. tabaci* در سطح مزرعه و گلخانه‌ها معرفی شده‌اند، اما پرورش و به کارگیری آنها بسیار دشوار می‌نماید.

شکارگرها:

شکارگرها مهمترین و مناسب ترین عوامل کنترل کننده تریپس ها می باشند. این شکارگرها می توانند شامل سن ها، کنه ها، تریپس ها و حتی شکارگرهای عمومی مانند بالتوری ها باشند. در اینجا از سن ها جنس اوریوس "*Orius*"، از تریپس ها جنس "*Aeolothrips*" و از کنه ها جنس *Amblyseius* معرفی می شوند.

اریورس *Orius*:

اریوس ها بعنوان شکارگر موثر تریپس ها معرفی شده اند اما قادر به تغذیه از کنه های قرمز، دو لکه ای و حتی شته ها نیز بوده و از این رو نقش اساسی در کنترل بیولوژیک جمعیت آفات دارند. حشرات کامل به طول حدود ۲ میلی متر می باشند که از لحاظ ظاهری هر دو جنس به هم شبیه بوده ولی نرها کمی کوچکتراند. سر و قفسه سینه سیاه براق می باشد. بند دوم شاخک زرد کم رنگ بوده در حالیکه سایر بندها قهوه ای می باشند. بال های جلویی دارای یک قسمت تیره در قاعده بوده و بقیه بال غشایی، شفاف و بی رنگ می باشد که سفید رنگ به نظر می رسد. به هر حال تشابه زیادی بین گونه های این جنس وجود دارد به نحوی که استفاده از نشانگرهای ملکولی میتواند در تمایز گونه ها راه گشا باشد.

تخم ها در حدود ۰/۵*۰/۱ میلی متر و به رنگ شیری مایل به سفید بوده و طوری درون بافت گیاهی قرار داده می شوند که نوک آنها قابل مشاهده است. دوره جنینی حدود شش روز در دمای ۲۳ درجه سانتی گراد طول می کشد که در اواخر این مرحله چشم های قرمز رنگ از زیر غشاء تخم نمایان می گردد. رنگ و اندازه پوره ها از زرد کم رنگ و طول ۰/۲ میلی متر (پوره سن اول) تا تیره و طول ۰/۵ میلی متر (پوره سن آخر) متغیر می باشد. پوره ها طی یک دوره ۱۹ روزه و بعد پنج سن پورگی به حشره بالغ تبدیل می شوند. پوره های سنین بالا اگرچه شباهت زیادی به حشرات بالغ دارند اما بالها و اندام تناسلی در آنها رشد نکرده و فعال نیستند.

زمستان گذرانی این سن ها به صورت حشرات کامل در بقایایی گیاهی می باشد. در بهار و به محض مساعد شدن هوا شروع به فعالیت کرده و از کنه های گیاهی، شته ها، آفاتی که بدنی نرم دارند و حتی تخم حشرات تغذیه می کنند. این سن ها در طول فصل رشد فعال بوده و علاوه بر کنترل جمعیت آفات کوچک بر روی بسیاری از محصولات باغی و زراعی، قادر به تغذیه از گرده و نکتار گل ها نیز می باشند.



این سن ها دارای قدرت جستجو گری بالا بوده و از میزبان های خود به خوبی تغذیه می کنند، به طوری که همراه با افزایش تراکم آفت، جمعیت آنها نیز به سرعت رشد میکند. ممکن است این شکارگر از سایر عوامل کنترل بیولوژیک نیز تغذیه کند و در مقابل خود نیز طمعه شکارگرهای عمومی دیگر (مانند بالتوری و عنکبوت ها) شود. اما در مجموع این موارد تاثیر سویی بر روی برنامه کنترل بیولوژیک نخواهد داشت.

Aeolothrips

گونه های تریپس *Aeolothrips* به عنوان شکارگر در اروپا مورد استفاده قرار می گیرند. این تریپس ها از تریپس های گیاه خوار بزرگتر بوده و با نوارهای مشخص سفید و سیاه بر روی

بال قابل تمایز می‌باشند. حشرات کامل قهوه‌ای کم رنگ تا سیاه رنگ می‌باشند. بالها ریشک دار و پوره‌ها شبیه به حشرات کامل بوده اما بدون بال هستند.



بیشترین فعالیت این تریپس‌ها درون گل‌ها بوده و از بند پایان کوچک و گرده گلها تغذیه می‌کنند. هر دو حشره نر و ماده علاوه بر شکار از تریپس‌ها می‌توانند از تخم و پوره‌های پسیل‌ها، کنه‌ها و حتی شته‌ها نیز تغذیه کنند. البته بیشتر این گونه‌ها بعنوان شکارگرهای اختیاری محسوب می‌شوند (Facultative Predators). در بین گونه‌های این تریپس گونه *A. intermedius* به عنوان شکارگر تریپس پیاز گزارش شده، اما تحقیقات نشان داده که این تریپس عامل مناسبی برای استفاده در شرایط گلخانه نمی‌باشد.

Amblyseius

کنه‌های بالغ و نمف‌های این شکارگر، از تریپس‌ها و کنه‌های گیاهی تغذیه می‌کنند. تا جایی که امروزه یکی از گونه‌های این کنه شکارگر (*A. cucumeris*) به صورت تجاری در گلخانه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

کنه ماده قادر به گذاردن ۳۵ تخم سفید رنگ و کوچک بوده که به کرک‌های کنار رگبرگ‌ها و سطح پشتی برگ‌ها چسبانده می‌شوند. این تخم‌ها ظرف مدت ۳ روز تفریخ می‌شوند و لاروهای نئونات (لاروهای که تغذیه نمی‌کنند) از آن خارج می‌شوند. لاروها بعد از دو روز وارد مرحله نمفی شده و طی دو مرحله نمفی (به مدت هفت روز) و کنه بالغ (به مدت ۳۰ روز) از تریپس‌ها تغذیه می‌کنند. البته این شکارگر (به دلیل جثه کوچک)

پوره‌های تریپس را ترجیح می‌دهد. لذا قبل از افزایش جمعیت تریپس‌ها باید مورد استفاده قرار گیرند. به هر حال برای کنترل تریپس‌ها توسط این شکارگر حدود سه هفته وقت لازم است.



سفید بالک‌ها

سفید بالک‌ها متعلق به خانواده Aleyrodidae با دامنه میزبانی بسیار زیاد (حدود ۶۰۰ گیاه) یکی از آفات مهم و کلیدی محصولات گلخانه‌ای به شمار می‌روند که به خوبی با شرایط گلخانه‌ای نیز سازش پیدا کرده اند. حشرات کامل قطعات دهانی خود را وارد بافت برگ گیاه کرده و از شیر گیاهی تغذیه می‌کنند. این آفات با مکیدن شیر گیاهی باعث زرد شدن و در جمعیت‌های بالا باعث ریزش و خشک شدن برگ گیاهان می‌شوند. جمعیت بالای این آفت سبب بدشکلی، کاهش رشد و زردی در گیاهان شده و بدشکلی و کالی میوه را به دنبال دارد. سفید بالک‌ها همچنین ناقل بیش از یک صد ویروس گیاهی می‌باشند.

حشرات ماده تخم‌های خود را در سطح زیرین برگ‌ها قرار می‌دهند. تخم‌ها کوزه‌ای شکل بوده و با حدود ۰/۲ میلی‌متر طول و حدود ۰/۱ میلی‌متر قطر، به وسیله پایه‌ای به سطح برگ می‌چسبند. تخم‌های تازه گذاشته شده نرم و زرد رنگ بوده و ظرف پنج تا هفت روز مرحله

جنینی به تدریج به رنگ قهوه‌ای متمایل می‌شود. هر حشره ماده به طور متوسط حدود ۱۶۰ (حداقل ۵۰ و حداکثر ۴۰۰) تخم می‌گذارد.

پوره‌ها یا لاروهای سن اول دارای سه جفت پا بوده و بعد از خارج شدن از تخم در سطح برگ کمی حرکت کرده (گاهی تا چندین سانتیمتر) و در جای مناسب مستقر می‌شوند. این حشرات دارای چهار مرحله پورگی (که فاقد اندام حرکتی اند) بوده، که طول آنها از ۰/۲ (سن اول) الی ۰/۶ میلی‌متر متغیر می‌باشد. در اواخر سن سوم به تدریج چشم‌های مرکب که به صورت نقاط قرمز مایل به قهوه‌ای می‌باشد در زیر پوسته نمایان می‌گردد. یکی از اختصاصات ظاهری پوره‌های این خانواده وجود سوارخ مخرجی مخروطی شکل بوده که دارای دو زائده به نام "اوپرکول" (Operculum) و اندام زبان مانند (ligula) می‌باشد. حشرات بالغ با طول ۰/۸ میلیمتر و به رنگ سفید بوده که ناشی از ترشح ماده موم مانند در سطح بدن و بال‌ها می‌باشد.

دو گونه از سفید بالک‌ها (*Trialeurodes vaporariorum* و *Bemisia tabaci*) از آفات مهم محصولات کشاورزی بوده که بر روی محصولات گلخانه‌ای نیز فعالیت می‌کنند. تمایز این دو گونه اغلب با بیست برابر بزرگ نمایی مرحله شفیرگی (حتی در سطح مزرعه) به راحتی امکان پذیر است. البته ظاهر حشرات کامل و نیز پوسته‌های تخم‌ها می‌تواند در این زمینه راه گشا باشد.

در جدول زیر خصوصیات قابل تمایز این دو گونه ارائه شده است. البته خصوصیات دقیق تری نیز برای تمایز لاروها، پوره‌ها و حشرات کامل وجود دارد که می‌توان در منابع تخصصی یافت.



تمایزهای بین *Bemisia tabaci* و *Trialeurodes vaporariorum*

	<i>Bemisia tabaci</i>	<i>Trialeurodes vaporariorum</i>	
ظاهر	نوع قرار دادن	بصورت دایره کامل بر سطح زیرین برگ	بصورت پراکنده بر سطح زیرین برگ
	رنگ	سفید مایل به زرد، تبدیل به قهوه‌ای تیره تاسیاه و سیاه رنگ در موقع تفریح	سفید مایل به زرد، تبدیل به قهوه‌ای روشن، تقریباً شفاف تا قهوه‌ای طلایی رنگ در موقع تفریح
	شکل	اغلب صاف شده و تا می‌گردد	اغلب به صورت افراشته باقیمانده و شکل خود را حفظ می‌کند
ساختار	رنگ	معمولاً کرم تبدیل به سیاه در موقع پارازیت شدن	اغلب کاملاً زرد، تاحدودی کرم رنگ، تبدیل به قهوه‌ای در موقع پارازیت شدن
	شکل	بیضوی و تخم مرغی شکل، در انتها گرد، توسط palisade اطراف به شکل قرص دیده میشود، شکل عمومی تحت تاثیر کرکهای گیاه قرار ندارد	بیضوی و تخم مرغی شکل، اغلب در انتها زاویه دار، شکل عمومی تحت تاثیر کرکهای گیاه تغییر شکل یافته
	سطح پشتی	فاقد موی پشتی، اما papillae سطح پشتی و کناری وجود دارند،	یک تا هفت جفت موی پشتی کاملاً رشد کرده به خصوص در گیاهانی که دارای کرکهای زیاد هستند، فاقد papillae پشتی و کناری
	Excretory apparatus	سوراخ مخرجی دوکی شکل subcordate and lingula lobed.	سوراخ مخرجی دوکی شکل و سه گوش، زبانک متورم و کاملاً گوشه دار
	پراکندگی	اغلب گروهی بوده و تراکم آنها در سطح برگ بسیار بالاست.	اغلب پراکنده بوده و تراکم آنها در سطح برگ کم است مگر در برگهای کاملاً صاف
رفتار	رنگ	بدن زرد کم رنگ	بدن زرد پر رنگ
	شکل بالها	لبه جلویی بال خمیده	لبه جلویی بال صاف
	حالت استراحت	ظاهری پهن شده، و در انتها بهی صورت گرد دیده می‌شوند، بالها تا حد زیادی افقی نگه داشته می‌شوند	ظاهری کشیده، در انتها واضح و مشخص، بالها با زاویه تند و تقریباً عمودی قرار می‌گیرند
	نحوه پرواز	اغلب غیر مستقیم	اغلب مستقیم

عوامل کنترل کننده:

بیمارگرها:

از قارچ‌ها به عنوان موثرترین گروه عوامل بیمارگر کنترل کننده سفیدبالک‌ها می‌توان نام برد. در بین قارچ‌ها نیز سه گونه *Aschersonia aleyrodis*، *Beauveria bassiana* و *Lecanicillium muscarium* بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند. به عنوان مثال گزارش شده که قارچ *L. muscarium* پس از ۷ روز حدود ۹۵ درصد تلفات در پوره‌های *T.*

vaporariorum و *B. tabaci* ایجاد کرده اند (Mead & Byrne, 1991). این قارچ‌ها هم تحت شرایط گلخانه‌ای و هم در شرایط آزمایشگاهی بالاترین میزان مرگ و میر را در پوره‌ها ایجاد می‌کنند. البته احتمال آلودگی لاروهای سن اول به این قارچ‌ها به دلیل تحرک بالا، بیشتر است. با این حال سایر مراحل رشدی سفیدبالک‌ها نیز به این قارچ حساس بوده و آلوده می‌شوند.



نیاز به رطوبت بالا برای ایجاد بیماری از جمله محدودیت‌های به کارگیری این قارچ‌ها در شرایط ایران می‌باشد. با این حال می‌توان رطوبت گلخانه‌ها را به طور مصنوعی برای رشد این قارچ‌ها مناسب ساخت و یا از فرمولاسیون مناسب برای شرایط ایران از آن‌ها استفاده کرد.

پارازیتوئیدها:

از مهم‌ترین پارازیتوئیدهای این آفات می‌توان به زنبورهای خانواده Aphelinidae اشاره کرد. در این خانواده گونه‌هایی از جنس *Encarsia*، *Eretmocer* و *Amitus* به عنوان دشمنان طبیعی موثر شناخته شده و جهت کنترل سفیدبالک‌ها در شرایط گلخانه‌ای بکار برده می‌شوند. ۳۴ گونه از زنبور *Encarsia*، ۱۴ گونه *Eretmocer* و چندین گونه *Amitus* در کنترل سفیدبالک‌ها نقش دارند. از این بین گونه‌های *Encarsia formosa* و *Eretmocer mundus* بیشترین استفاده عملی را در کنترل بیولوژیک به خود اختصاص می‌دهند.

زنبور *Encarsia*

این زنبور به عنوان یک عامل موثر در کنترل سفید بالک گلخانه (*T. vaporariorum*) در بسیاری از گلخانه‌های جهان مورد استفاده می‌باشد (van Lenteren and Woets, 1988; Fransen and van Lenteren, 1994; Hu et al., 2002). استفاده از این زنبور به صورت تجاری به سال‌های ۱۹۷۰ میلادی بر می‌گردد. یکی از دلایل موفقیت این پارازیتوئید رشد و نمو نسبتاً سریع آن در درون میزبان می‌باشد. به عبارت دیگر رشد جمعیت این پارازیتوئید به مراتب بالاتر از رشد جمعیت آفت بر روی بسیاری از محصولات می‌باشد. یکی از راه‌های کنترل آفت در شرایط گلخانه رها سازی هفتگی به محض مشاهده اولین سفید بالک‌ها می‌باشد. این پارازیتوئید پوره‌های سن سوم و چهارم را ترجیح می‌دهند.



طول دوره لاروی این زنبور در دمای ۲۲/۵ الی ۲۵ درجه حدود هشت الی ده روز بوده که بعد از این مدت لارو تبدیل به شفیره سیاه رنگ شده و بعد از حدود ده روز زنبور بالغ خارج

می‌شود. با این حال کمینه دما برای فعالیت این پارازیتوئید بین ۱۰ الی ۱۳ و بیشینه دما حدود ۳۹ درجه سانتیگراد می‌باشد (van Roermund and van Lenteren 1992). در دماهای کمتر و بالاتر از این دما جمعیت آفت رشد و نمو سریع‌تری نسبت به پارازیتوئید داشته و بنابراین کنترل آن مشکل می‌گردد.

زنبور *Eretmocer*

این زنبورها دارای اندازه‌ای کوچک با حدود ۰/۷۲ الی ۰/۷۷ در حشرات ماده و ۰/۵۸۱ الی ۰/۸۰۱ برای نرها می‌باشد. این زنبور در واقع یک پارازیتوئید خارجی-داخلی (ecto-endoparasitoid) می‌باشد. بدین نحو که تخم‌های خود را در زیر بدن میزبان روی سطح برگ قرار داده و لارو بعد از خارج شدن از تخم وارد بدن میزبان می‌گردد. تخم‌های تازه گذاشته شده بیضی و بی رنگ بوده که در روز بعد قهوه‌ای رنگ می‌شوند. لاروهای سن اول طی مراحل پیچیده‌ای وارد بدن میزبان می‌گردند. جنسیت لاروها تا مراحل نهایی رشد و شفیره شدن نامشخص است که در این مرحله، که با نمایان شدن شاخک‌ها در زیر پوسته شفیرگی همراه است، می‌توان جنسیت را تشخیص داد. در این مرحله بند دوم شاخک در حشرات نر قهوه‌ای بوده که از زیر پوسته پورگی میزبان قابل مشاهده می‌باشد. این گونه سنین دوم و سوم را برای تخمگذاری ترجیح می‌دهد ولی قادر به پارازیت کردن تمام مراحل پورگی می‌باشد.

حشرات ماده پارازیتوئید هر دو جنس *Encarsia* و *Eretmocer* علاوه بر پارازیت کردن پوره‌ها از طریق تغذیه میزبانی نیز سبب کاهش جمعیت آفت می‌گردند. اما آنها ترجیح میزبانی متفاوتی دارند به عنوان مثال گونه *E. formosa* پوره‌های *T. Vaporariorum* و گونه *E. mundus* پوره‌های *B. tabaci* را ترجیح می‌دهند وجه دیگر تمایز این دو گونه در هنگام شفیره شدن است، که شفیره‌های *Eretmocer* زرد مایل به قهوه‌ای ولی شفیره‌های *Encarsia* خاکستری مایل به سیاه می‌باشند (Ardeh.2004).

شکارگرها:

از دیگر دشمنان طبیعی سفیدبالک‌ها می‌توان به کفشدوزک‌ها اشاره نمود. کفشدوزک‌ها به دلیل قدرت شکارگری بالا و پرخوری یکی از عوامل بسیار مناسب برای کنترل سفیدبالک‌ها در تراکم بالا می‌باشند.

Delphastus pusilus

کفشدوزک *D. pusilus* یکی از دشمنان طبیعی این آفت به شمار می‌رود. این کفشدوزک، با حدود یک و نیم میلی متر طول از جمله شکارگرهای اختصاصی سفیدبالک‌ها بوده و به صورت تجاری نیز در اروپا مورد استفاده قرار می‌گیرد. حشرات ماده روزانه ۳ الی ۴ تخم در نزدیکی محل استقرار سفیدبالک‌ها قرار می‌دهند. لاروها از قدرت شکارگری بالایی برخوردار بوده و در مجموع طول دوره لاروی آنها حدود سه هفته طول می‌کشد. مرحله شفیره‌گی (حدود شش روز) اغلب به صورت گروهی بر روی برگ‌های پائینی، بقایای گیاهی و سایر محل‌های حفاظت شده سپری می‌شود. حشرات کامل قدرت پرواز و میزبان‌یابی خوبی داشته و برای تغذیه، تخم‌ها و لارو سن یک میزبان را ترجیح می‌دهند. به عنوان مثال حشرات کامل قادر به از بین بردن ۱۶۰ تخم و یا ۱۲ پوره بزرگ در روز هستند. با این وجود به دلیل نیاز بالای این حشرات به تغذیه ممکن است کنترل سفیدبالک‌ها در تراکم پائین توسط آنها مشکل باشد.

Clitostethus arcuatus

حشرات کامل و لاروهای این کفشدوزک نیز از تخم و پوره‌های سفیدبالک تغذیه می‌کنند. حشرات کامل با داشتن یک علامت نعل اسبی بر روی بالپوش‌ها به راحتی شناسایی می‌باشند. این کفشدوزک دارای چهار سن لاروی بوده که از نظر ظاهری در ناحیه سر و انتهای بدن باریک و در ناحیه وسط پهن تر می‌باشند. میانگین طول دوره رشدی از تخم تا حشره کامل حدود ۱۹ روز می‌باشد. لارو سن چهارم پس از تکمیل رشد خود از تغذیه و حرکت باز ایستاده، انتهای بدن خود را به محلی که در روی آن قرار دارد چسبانده و ثابت شده و دوره پیش شفیرگی را به مدت ۱ تا ۲ روز سپری می‌کند. طول عمر حشرات کامل نر

و ماده در صورت تغذیه از سفید بالک زبان گنجشک به ترتیب ۶۲ و ۷۳ روز می‌باشد و در این مدت هر کدام قادرند حدود ۴۰۰۰ تخم سفید بالک را مصرف کنند.



کفشدوزک دوازده نقطه‌ای *Coleomegilla maculata* نیز یکی دیگر از شکارگرهای سفیدبالک‌ها می‌باشد. این کفشدوزک بر روی بسیاری از محصولات زراعی و باغی فعالیت می‌کند. رفتار همه خواری این شکارگر امکان بقای آن را در زمانی که تراکم سفیدبالک‌ها پائین است فراهم می‌سازد. علاوه بر این امکان پرورش آنها بر روی غذای مصنوعی حاوی جگر گوسفند نیز وجود دارد. این کفشدوزک همه خوار بوده و می‌تواند از سایر آفات مانند شته سبز هلو، کنه دولکه‌ای و حتی تخم پروانه‌ها تغذیه و جمعیت آنها را کنترل نماید.

در برخی موارد برای یک برنامه کنترل بیولوژیک رهاسازی چند عامل به طور همزمان مفیدتر می‌باشد. به عنوان مثال کنترل سفید بالک در دمای کم به کمک زنبور *E. formosa* به سختی امکان پذیر می‌باشد. لذا در این شرایط بهتر است از دو عامل در کنار هم بهره گرفت. به عنوان مثال در برخی از نقاط از سن‌های شکارگر خانواده Miridae (مانند *Macrolophus caliginosus* و *Nesidiocorsis tenuis*) استفاده می‌گردد. اما در ادامه فصل جمعیت *E. formosa* تحت تاثیر جمعیت شکارگرها کاهش می‌یابد. اما استفاده از

چند عامل نیز اثرات متقابل آنها را در پی دارد، بنابراین زمان و تعداد رها سازی شکارگرها و پارازیتوئیدها برای کنترل موثر سفید بالکها باید مد نظر قرار گیرد. مثلاً تغذیه کفشدوزک *D. pusillus* (که باز هم چند خوار می باشد) از شفیره های پارازیته شده بسته به پیشرفت مرحله رشدی پارازیتوئید درون میزبان دارد (Hoelmer et al., 1994). به طوری که شکارگر از پوره های حاوی لارو سنین اول پارازیتوئید تغذیه کرده، ولی از تغذیه پوره های حاوی لاروهای سنین بالاتر پارازیتوئید خود داری می کنند.

در خصوص استفاده از قارچ های بیماریزای حشرات برای کنترل آفات می باید تاثیر آنها بر روی سایر عوامل (اعم از تاثیر مستقیم و یا تاثیر غیر مستقیم) مد نظر قرار گیرد. مثلاً مشخص شده که کاربرد همزمان قارچ *Aschersonia aleyrodis* و زنبور *E. formosa* تاثیر منفی بر روی هم نداشته است. به طوریکه زنبور پارازیتوئید از پارازیته کردن پوره های آلوده به قارچ خودداری کرده لذا کاربرد همزمان این دو عامل بهتر از زمانی که به طور جداگانه مصرف شوند موثر بوده اند (Landa, 1984).

شته ها

بیش از ۴۴۰۰ گونه از شته ها در سطح دنیا شناسایی شده اند که از بین آنها ۲۵۰ گونه بر روی محصولات زراعی و باغی فعالیت می کنند (رضوانی ۱۳۸۳). با این وجود فقط ۱۰۰ گونه بطور اقتصادی به محصولات کشاورزی خسارت وارد می کنند. بیشتر شته های خسارتزا متعلق به زیر خانواده Aphidinae می باشند که با بیش از ۲۷۵۰ گونه بزرگترین زیر خانواده به شمار می روند.

شته ها بر روی جوانه ها، ساقه های جوان و سطح زیرین برگ ها رشد و نمو می کنند و معمولاً به سمت قسمت های تازه تر گیاه حرکت کرده و ضمن استقرار در آنجا از شیر گیاهان تغذیه می کنند. قطعات دهانی شته ها از نوع زننده مکنده بوده و با نفوذ آن به درون بافت گیاهی اقدام به تغذیه از شیر گیاهی می کنند. تغذیه شته ها باعث زرد شدن، پیچیدگی و بدشکلی برگ گیاهان شده که شدت آن بستگی به مرحله رشدی گیاه نیز دارد. به علاوه پوشیده

شدن سطح گیاهان و رشد برخی از قارچ‌ها در اثر ترشح عسلک بر شدت خسارت می‌افزاید.

شته‌ها با داشتن دو زائده کورنیکول در پشت بدن به راحتی قابل شناسایی می‌باشند. رنگ کورنیکول به همراه شکل و رنگ شاخک‌ها تا حدود زیادی در شناسایی شته‌ها موثر است. خصوصیات مشترک دیگر شته‌ها شاخک پنج تا شش بندی شامل دو بند قاعده‌ای و بند انتهایی حلقه حلقه دیده شده، پنجه دو بندی که بند اول به مراتب کوچک‌تر از بند دوم و دم برای ترشح عسلک به فاصله دورتر از مخرج می‌باشد. این خصوصیات اگرچه در برخی از گونه‌ها ممکن است تحلیل رفته و یا رشد یافته‌تر باشند اما در تمام گونه‌ها دیده می‌شوند.

بسیاری از شته‌ها برای تطابق با شرایط محیطی، دو سیکل زندگی جداگانه دارند. به طوری که بخشی از زندگی خود را بر روی درختان و قسمت دیگر را بر روی گیاهان یکساله سپری می‌کنند. شته‌ها قادرند در شرایط مناسب با یک سیکل زندگی تطبیق پیدا کرده و به روش بکرزائی تولید مثل کنند. علاوه بر این شته‌ها زنده‌زا بوده و حشره ماده به جای تخم‌گذاری، پوره‌های سن اول را به دنیا می‌آورد. شاید به این دلیل و نیز چرخه زندگی نسبتاً کوتاه (حدود هفت روز) است که افزایش سریع جمعیت شته‌ها را سبب می‌شود (رضوانی ۱۳۸۰). حشرات بالغ ممکن است واجد و یا فاقد بال باشند که تولید آنها اغلب برای فرار از شرایط نامساعد محیط یا تراکم بیش از حد جمعیت صورت می‌گیرد. از این‌رو هر چه تعداد و زمان آلودگی طولانی‌تر شود، نسبت افراد بالدار نیز بیشتر می‌شود.

شته‌ها ویژگی‌های خاصی مانند همه جایی بودن، میزبان‌های متعدد، متغیر بودن رنگ، سیکل زندگی، ارتباط با میزبان و مقاومت به سموم کشاورزی را دارا هستند. اما شاید مهمترین خسارت آنها انتقال ویروس‌های بیماری زای گیاهی (بیش از ۱۰۰ نوع ویروس) باشد. از این رو کنترل بیولوژیک شته‌ها باید با دقت بیشتری اعمال گردد زیرا جمعیت محدود شته‌ها نیز قادر به انتقال ویروس‌های گیاهی می‌باشند (رضوانی ۱۳۸۰).

حدود بیست گونه از شته‌ها را می‌توان در گلخانه‌ها مشاهده کرد که سه گونه از آنها شته سبز هلو (*Myzus persicae*)، شته جالیز (*Aphis gossypi*) و شته سیاه باقلا (*Aphis fabae*) انتشار بیشتری دارند. این گونه‌ها در طول فصل و به تناوب می‌توانند بر روی قسمت‌های

مختلف گیاهان فعالیت کنند. که در زیر برخی از خصوصیات آنها ارائه می شود (رضوانی ۱۳۸۰, van Emden & Harrington 2007).

شته سبز هلو

این شته اگرچه به نام شته سبز معروف است، اما رنگ‌های متنوعی از سبز تا زرد و حتی مایل به قرمز (که در شرایط سرد پر رنگ‌تر نیز می‌شود) در بین آنها می‌توان مشاهده کرد. رنگ سطح پشتی شکم در شته‌های بالدار سیاه براق بوده در حالیکه در مراحل بی بال حتی در ژنوتیپ‌های که رنگ معمول آنها سبز رنگ است، به رنگ قرمز و یا صورتی نیز دیده می‌شوند. کورنیکول در این شته هم‌رنگ بدن بوده ولی گاهی در انتها تیره‌تر است. یک برجستگی، به عنوان علامت شناسایی، درست در جلوی سر و بین دو شاخک وجود دارد.

شته جالیز

این شته در گلخانه‌ها به وفور یافت شده و از زرد روشن تا سبز کاملاً تیره مشاهده می‌شود. این شته فاقد برجستگی خاص بین دو شاخک می‌باشد. با این وجود تمام طول کورنیکول تیره بوده و تحت تاثیر رنگ بدن قرار ندارد. خسارت این شته به خیار می‌تواند بسیار گسترده و جبران ناپذیر باشد. به علاوه این گونه قادر به انتقال بیش از ۵۰ نوع ویروس خسارت‌زای گیاهی نیز می‌باشد. در شرایط مناسب این شته بطور پیوسته در طبیعت حضور داشته و از طریق بکرزایی تولید مثل می‌کند. با این وجود در روزهای گرم، طولانی و خشک سال این شته در جمعیت‌های کوچک بر روی میزبان‌هایی، که به ندرت در شرایط عادی دیده می‌شوند (مانند چمن Poaceae) حضور داشته و شرایط سخت را سپری می‌کند.

شته سبز هلو اغلب بر روی برگ‌های بالایی گیاهان یافت می‌شود، اگرچه در قسمت‌های پائین‌تر نیز مشاهده می‌شود. در حالی که شته جالیز در تمام سطح گیاه و در سطح زیرین برگ‌ها قابل مشاهده می‌باشد، با این وجود یافتن آنها در تراکم‌های کم و در قسمت‌های پائینی مشکل‌تر است. این مشکل به همراه رشد سریع در درون موم‌ها باعث مشکلات فراوان می‌گردد.

شته *Aphis fabae*

این شته به رنگ سبز متمایل به قهوه‌ای تا سیاه رنگ بوده و حدود دو الی دو و نیم میلی متر طول دارد. شاخک سیاه رنگ بوده (حدود دو سوم طول بدن) می‌باشد. این شته شباهت زیادی به شته سبز هلو دارد با این تفاوت که بدن این شته براق بوده و در قاعده کورنیکول تیره رنگ می‌باشد. پاها به رنگ زرد روشن، دم و پنجه‌ها قهوه‌ای تیره دیده می‌شوند. این شته نیز به مقدار نسبتاً زیاد در محیط‌های مختلف از جمله گلخانه‌ها یافت می‌شود، اما نسبت به دو شته قبلی دارای تراکم کمتری است.

عوامل کنترل کننده شته‌ها:

به دلیل مشکل کنترل شته‌ها در گلخانه‌ها، محققان بسیاری در جهت یافتن عوامل کنترل بیولوژیک مناسب تحقیقات خود را انجام می‌دهند. از این رو امروزه تعداد زیادی عوامل کنترل کننده را می‌توان به صورت تجاری (حداقل تا هشت عامل بیولوژیک) برای کنترل شته‌ها برشمرد، که هر کدام با دستور العمل خاص عرضه می‌شود. با این حال هنوز نکات کافی برای تحقیقات در زمینه بهبود کارآیی عوامل کنترل کننده شته‌ها، روش‌های مناسب رهاسازی و برنامه‌های رهاسازی وجود دارد (van Emden & Harrington 2007).. در اینجا برخی از عوامل کنترل کننده شته‌ها مورد بررسی قرار می‌گیرند

بیمارگرها:

از بین بیمارگرها چندین قارچ را به عنوان عامل کنترل بیولوژیک شته‌ها نام برده اند *Neozygites* و *Entomophthora planchoniana* *Erynia (=Pandora) neoaphidis* *fresenii*). که شاید قارچ *L. muscarium* به عنوان موثرترین آنها مطرح باشد. با این حال هنوز هیچکدام را بیمارگر مناسب و موثر برای کنترل شته‌ها در شرایط گلخانه یا مزارع برای شرایط ایران نمی‌توان معرفی نمود.

پارازیتوئیدها:

تعداد بسیار زیادی پارازیتوئید را می توان برای شته ها نام برد. بیشتر این گونه ها متعلق به خانواده های Aphidiidae (شامل *Aphidius colemani* (Viereck), *A. ervi* (Haliday), *Lysiphlebus* spp. و *Praon* spp.) و Aphelinidae (شامل *Aphelinus* spp.) می باشند. این عوامل بخاطر نرخ زاد و ولد نسبتا بالا از جمله عوامل موثر کنترل بیولوژیک شته ها می باشند. بسیاری از این زنبورها قادر به دریافت علائم شیمیای منتشر شده از طرف گیاهان آلوده بوده و به سمت گیاه حرکت می کنند و در فاصله نزدیکتر وجود عسلک راهنمای خوبی برای یافتن کلنی شته توسط آنها می باشد. شته ها نیز حضور این زنبور را از طریق ترشح فرمون به همدیگر اعلام می کنند. این کار باعث وحشت در کلنی شده و بسیاری از شته ها خود را رها کرده و روی قسمت های پائین تر و حتی روی زمین می افتند. با این حال چند نمونه از پارازیتوئیدها که به عنوان عامل کنترل کننده مناسب شته ها معرفی شده اند، در اینجا معرفی می شوند (Albajes, et al. 1999).

Aphidius

گونه های این زنبور دیاپوز نداشته بلکه در اوایل بهار، پاییز و حتی زمستان فعال هستند. اما در فصل تابستان سایر پارازیتوئیدها فعال شده و جمعیت این گونه را تحت شعاع قرار می دهند. این پارازیتوئید، شته های با جثه کوچک تر را ترجیح می دهد و شته های پابلند برای این زنبور مناسب نیستند. این گونه برای زمانی که جمعیت شته ها پائین است نیز مناسب می باشد.

Aphidius colemani

این زنبور استوانه ای سیاه با پاهای قهوه ای، شاخک های بلند و رگک بالهای مشخص می باشد. طول حدود ۲ میلی متر بوده که البته تحت تاثیر جثه میزبان نیز قرار می گیرد. این زنبور شکم خود را از بین پاها عبور داده و یک تخم در بدن شته قرار می دهند. سرعت تخمگذاری در آنها بسیار بالا بوده و در کسری از ثانیه اتفاق می افتد. بعد از تفریخ تخم، لارو پارازیتوئید شروع به تغذیه از بافت های بدن میزبان می کند. در طول دوران جنینی پارازیتوئید، شته های پارازیت شده قادر به ادامه زندگی بوده و گاهی شدت تغذیه آنها بیشتر شده تا جایی که

پوره‌های سن چهارم و حشرات کامل به مرحله تخم گذاری نیز خواهند رسید. اما در نهایت بعد از گذشت هفت روز بدن شته بر روی گیاه ثابت باقی مانده، متورم شده و مومیایی می‌گردد. سطح بدن شته قهوه‌ای متمایل به طلایی و عاج مانند می‌شود. چهار روز بعد از مومیایی شدن یک زنبور کامل از آن خارج خواهد شد. بهترین شرایط دمایی برای فعالیت این پارازیتوئیدها بین ۱۸ الی ۲۵ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۰٪ می‌باشد. طول دوره زندگی زنبور حدود ۱۴ روز است که کمی طولانی‌تر از طول دوره شته‌ها می‌باشد. البته این مشکل با قرار دادن تعداد زیاد تخم گذاشته توسط زنبور جبران می‌گردد. طول عمر حشرات ماده حدود دو الی سه هفته می‌باشد با این وجود بیشتر تخم گذاری در چهار روز اول صورت می‌گیرد. حشرات نر از تخم‌های تلقیح نشده حاصل می‌شوند که ممکن است در ابتدای تخم گذاری (هنوز اسپرم مورد استفاده قرار نگرفته) و یا در انتهای تخم گذاری (زمانیکه اسپرم کمی وجود دارد) صورت گیرد. در هر حالت نسبت جنسی اغلب دو به یک (ماده/نر) می‌باشد.

Apidius ervi

حشره کامل این گونه سیاه رنگ و به طول چهار الی پنج میلیمتر می‌باشد. هر حشره ماده قادر به گذاردن ۳۵۰ تخم در طول زندگی می‌باشد که بیشترین آنها در پنج روز اول گذارده می‌شود. اندازه *Apidius ervi* بزرگتر از *Aphidius colemani* می‌باشد و در عین حال میزبان‌های بزرگتر را نیز انتخاب می‌کند. زمان لازم برای ظهور حشرات کامل از تخم ۱۹ در مقابل ۱۴ روز در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد و طول دوره زندگی ۲۰ در مقابل ۲۹ روز در دمای ۱۵ درجه سانتیگراد، به ترتیب، برای آنها گزارش شده است. این پارازیتوئید، شته‌های با جثه کوچک‌تر را ترجیح می‌دهد.

Aphelinus

این زنبور حدود سه میلی متر طول دارد و مانند زنبور *A. ervi* شته‌های بزرگ‌تر را ترجیح می‌دهد. از جمله محاسن دیگر این زنبور طول عمر نسبتاً طولانی و تغذیه میزبانی می‌باشد.

تخم ریزی زنبورهای ماده در روزهای اول کم بوده، اما از روز چهارم به بعد روزانه قادر به گذاردن ۱۰ الی ۱۵ تخم تا پایان عمر (حدود ۱۵ الی ۲۵ روز) می‌باشند. حشرات ماده در طول زندگی قادر به از بین بردن حدود ۲۰۰ شته از طریق تخم گذاری و حدود ۴۰ شته از طریق تغذیه هستند. این زنبور راه رفتن و جهیدن را به پرواز کردن ترجیح می دهد لذا سرعت پراکنش آن محدود می‌شود. بنابراین برای کنترل بهینه شته‌ها نه تنها به انتخاب عامل مناسب، بلکه به نحوه رهاسازی (چگونه و چه وقت) نیز بستگی دارد، لذا زنبورها باید تا حد امکان نزدیک به مراکز آلوده رها سازی شوند.

زنبور *A. ervi* اغلب به عنوان تکمیل کننده گونه *A. colemani* در برنامه کنترل شته‌ها بکار می‌رود. بنابراین با این دو گونه پارازیتوئید، اغلب شته‌های موجود در گلخانه‌ها را می‌توان کنترل کرد. اما گاهی اوقات شته *A. solani*، با وجود اینکه در طبیعت به وسیله *A. ervi* پارازیت می‌شود، در قسمت‌های پایینی گیاه مستقر شده، خسارت زیادی به گیاه وارد ساخته و کنترل آن به کمک پارازیتوئیدها مشکل می‌گردد.

در ابتدا به کشاورزان توصیه می‌شد که در صورت مشاهده اولین شته اقدام به رهاسازی پارازیتوئیدها کنند، اما در عمل مشخص شد که گاهی جمعیت‌های پایین به راحتی از دید کشاورزان مخفی مانده و جمعیت غیر قابل کنترل به روش بیولوژیک را ایجاد می‌کند. برای حل این مشکل روش استفاده از گیاهان حامل برای انتقال پارازیتوئیدها به درون گلخانه‌ها ابداع گردید. محاسن این روش داشتن جمعیت مناسب عامل کنترل کننده در طول فصل و نپرداختن هزینه تولید انبوه اعلام می‌گردید. با این وجود استفاده از این روش چندان مورد اقبال واقع نشد، زیرا هزینه و تلاش زیادی برای پرورش و نگهداری گندم صرف می‌گردید و گاهی زمان به کار گیری آنها مناسب نبوده است.

علاوه بر این رهاسازی دو پارازیتوئید (شته *Rhopalosiphum padi* برای *A. colemani* و شته *Sitobion avenae* برای *A. ervi*) بطور همزمان برای کنترل دو شته فوق نیز ممکن نبود، چون یکی اغلب جایگزین دیگری می‌شد. البته باید مشکلات هیپرپارازیتوئید را نیز به آن اضافه نمود. بنابراین امروزه کشاورزان خریداری عوامل بیولوژیک و رهاسازی تدریجی آنها را ترجیح می‌دهند.



شکارگرها:

پشه شکارگر *Aphidoletes aphidimyza*:

حشرات کامل با طول حدود ۲ الی ۳ میلی متر، جثه ضعیف، شاخک های بلند و پاهای ظریف، در مجموع بسیار شبیه به پشه ها هستند. تخمها با حدود یک الی سه میلی متر طول، بیضی شکل و نارنجی رنگ که در نزدیکی تجمع شته ها گذاشته می شوند. تخم ها ظرف مدت دو الی سه روز تفریخ شده و از شته ها تغذیه می کنند. سه مرحله لاروی نیز ظرف مدت ۵ الی ۷ روز سپری شده و در آخر بر روی خاک افتاده و شفیره می شوند. این مرحله تقریباً طولانی و حدود ۸ الی ۱۰ روز به طول می انجامد. حشرات کامل شکارگر نبوده و از عسلک تغذیه می کنند. قدرت شکارگری لاروها متغیر و بین ۱۰ الی ۱۰۰ شته می باشد. این پشه ها در هنگام تخم گذاری جمعیت شته ها را تحریک نمی کنند، که یک مزیت نسبت به پارازیتوئیدها می باشد زیرا جمعیت شته در هنگام حمله پارازیتوئیدها دچار وحشت و پراکندگی شده و شرایط را برای تشکیل کلنی های جدید فراهم می سازد. در حالیکه حضور و تغذیه این شکارگر، جمعیت شته ها را کمتر تحریک می کند.

این پشه ها برای کامل کردن دوره زندگی خود نیاز به دوره روشنایی طولانی دارند و اگر طول دوره روشنایی به کمتر از ۱۵/۵ ساعت برسد، به دیابوز خواهند رفت. لذا استفاده از این شکارگرها از اواخر بهار تا اوایل پاییز امکان پذیر است. اگرچه گزارشاتی در خصوص استفاده از آنها در زمستان نیز در دسترس می باشد. در این شرایط حشرات بالغ تخمریزی کرده و لاروها نیز از شته ها تغذیه می کنند اما نسل بعدی در کار نبوده و شفیره ها وارد دیابوز

می‌شوند. مگر اینکه نور کافی (حتی با روشن کردن لامپ معمولی) تامین گردد. حشرات کامل شب فعال بوده و برای جفت گیری و تخم ریزی نیاز به یک دوره تاریکی دارند. لذا روشنایی تمام وقت نیز تاثیر منفی بر روی تکثیر این پشه‌ها دارد. به علاوه نوری که شباهت به روشنایی دم صبح داشته باشد، تاثیر منفی بر روی جفت گیری دارد. از طرف دیگر سطح زمین نیز باید طوری باشد (خاکی-شنی) که لارو بتواند شرایط و فضای مناسب را برای تبدیل شدن به شفیره در اختیار داشته باشد. زیرا افتادن لارو بر روی پلاستیک و یا زمین نامناسب باعث مرگ و میر آنها می‌شود. یکی از راه‌های مناسب برای رفع این مشکل و کمک به حفظ جمعیت این شکارگر استفاده از گیاهان حامل می‌باشد.



مگس‌های Syrphid:

جثه حشرات کامل مگس‌های شکارگر نسبتاً بزرگ (۱۳ میلی متر)، با سر و قفسه سینه سیاه و شکم با نوارهای زرد و مشکی که در مجموع شبیه به زنبورها بوده و دارای ظاهری زیبا می‌باشند. از نظر رفتاری نیز این مگس‌ها از یک گل به گل دیگر پرواز کرده و از شهد و گرده گلها تغذیه می‌کنند. تخم‌های این مگس براق بوده و بصورت تک تک در نزدیک تجمع شته‌ها قرار داده می‌شود. تخم‌ها در حدود یک میلی متر قطر داشته و ظرف مدت دو الی سه روز تفریخ می‌شوند. لاروها فاقد پا و به رنگ خاکستری مات، قهوه‌ای روشن و یا سبز روشن و با طول ۱ الی ۱۳ میلی متر دیده می‌شوند. این لاروها با داشتن اندام فعال داخلی که در دو طرف بدن و در زیر پوست نمایان است به راحتی قابل شناسایی می‌باشند. لاروها فعالیت انفرادی داشته و به کمک سر باریک خود به طور فعال به جستجوی میزبان می‌روند.

به محض یافتن یک میزبان (شته‌ها) لاروها قطعات دهانی خود را وارد بدن آن کرده و محتویات بدن را مکیده و پوسته‌ای را باقی می‌گذارند. طول دوره لاروی در حدود یک ماه است و در این مدت بیش از یکصد شته توسط آنها شکار می‌گردد. شفیره‌ها به رنگ قهوه‌ای بر روی گیاه و یا در سطح خاک تشکیل می‌شوند.



3.10 *Chrysopa* larva.



بالتوری

خانواده Chrysopidae با ۸۷ جنس و حدود ۱۳۰۰ گونه به عنوان عوامل مفید کنترل بیولوژیک طبیعی در تمام زیست بوم‌ها یافت می‌گردد. لاروهای این شکارگر به خوبی از آفات کوچک مانند شته‌ها، سفیدبالک‌ها، تریپس و تخم حشرات تغذیه می‌کنند. حشرات کامل نیز شکارگرهای خوبی هستند، اگرچه برخی از آنها از گرده تغذیه می‌کنند. اغلب گونه‌ها نیز به رنگ سبز و یا مایل به سبز و برخی نیز قهوه‌ای رنگ می‌باشند. قطعات دهانی این شکارگرها از نوع جونده بوده در حالیکه لاروها از طریق مکیدن، محتویات بدن لارو را می‌خورند. شاخک‌ها بلند و نخی شکل بوده و بال‌ها رگ بندی نسبتاً کاملی دارند که در شناسایی آنها بکار می‌رود.

تخم‌ها اغلب بیضی شکل بوده و هر کدام بر روی یک پایه نازک و در کنار هم قرار داده می‌شوند. لاروها بعد از پنج الی هفت روز از تخم خارج و اغلب ضمن تغذیه از پایه تخم به پایین آمده و به جستجوی شکار می‌پردازند. این شکارگر سه سن لاروی را در مدت ۸ الی ۱۲ روز (بسته به شرایط دمایی) سپری کرده و به شفیره زرد رنگ تبدیل می‌شوند. شفیره در مراحل پایانی سبز شده و دو لکه قهوه‌ای که همان چشم‌ها هستند از زیر پوسته نمایان

می شوند. طول عمر حشره کامل طولانی و تا ۷۰ روز نیز می رسد و زمستان را به صورت حشره کامل سپری می کند.

جمعیت بالتوری را هم از طریق حفظ و حمایت و هم از طریق پرورش و رها سازی می توان در محیط افزایش داد. امروزه روش های پرورش به کمک مواد غذایی متفاوت اعم از مصنوعی و یا طبیعی را می توان در منابع یافت.



کفشدوزک ها:

گونه های متعددی از کفشدوزک ها به عنوان معروف ترین شکارگرهای شته ها شناخته شده اند. با این وجود به دلیل چند خوار بودن استفاده گسترده از آنها در برنامه های کنترل بیولوژیک محدود می باشد.

کفشدوزک هفت نقطه ای *Coccinella septempunctata*:

این کفشدوزک با داشتن هفت نقطه بر روی بدن و طول حدود ۸ میلی متر یکی از بزرگ ترین کفشدوزک ها و معروف ترین شکارگرهای شته ها می باشد. حشرات ماده قادرند حدود ۲۰۰ عدد تخم در طول زندگی بگذارند. تخم ها به رنگ زرد متمایل به نارنجی و به صورت دسته جمعی در نزدیکی تجمع شته ها قرار داده می شود. طول دوره لاروی حدود ۱۰ الی ۳۰ روز بوده که طی آن بیش از یک صد شته را خورده و اندازه آنها تا ۱۳ میلی متر (بزرگتر از حشره کامل) نیز می رسد. لاروهای شکارگر بسیار فعال بوده و گاهی تا ۱۲ متر برای جستجوی شکار جابجا می شوند. سپس لاروها مرحله شفیرگی را بین ۳ الی ۱۲ روز (بسته به شرایط دمایی) سپری می کنند. حشرات کامل می توانند بین چند هفته تا چند ماه

زنده بمانند. زمستان گذرانی این کفشدوزک به صورت حشره کامل بوده و با شروع فصل بهار فعالیت خود را از سر می گیرند.

کفشدوزک دولکه‌ای *Adalia bipunctata*

این کفشدوزک با طول حدود ۵ میلی متر از کفشدوزک هفت نقطه‌ای کوچک تراند. در وسط بالپوش‌ها دو لکه وجود دارد که در برخی موارد به صورت چهار تایی به نظر می آیند. طول دوره لاروی حدود ۲ الی ۳ هفته می باشد. رنگ آمیزی تا حدودی فعالیت حشره را منعکس می کند. مثلاً حشره کامل که دسته جمعی زمستان گذرانی می کند قرمز رنگ می باشد در حالی که رنگ سیاه قدرت تولید مثل بالایی دارد.

Chilocorus renipustulatus

کفشدوزک چهار لکه‌ای با حدود چهار میلی متر طول از دو کفشدوزک قبلی کوچکتر می باشد. گاهی در نگاه اول این کفشدوزک بسیار شبیه به کفشدوزک دولکه‌ای می باشد اما وجود لکه‌های قهوه‌ای را می توان با دقت بیشتر مشاهده کرد. علاوه بر این بدن کفشدوزک‌های این جنس اغلب گرد می باشند در حالی که بدن در کفشدوزک دو لکه‌ای بیضی شکل است. محل قرار گرفتن لکه‌ها بیشتر از گونه دو لکه‌ای به سمت جلو متمایل بوده و دو لکه‌ای جلویی به شکل گاما می باشند.



کنه‌ها

کنه دولکه‌ای "*Tetranychus urticae*" دارای میزبان‌های متعدد از گیاهان زراعی تا درختان مثمر و غیر مثمر می‌باشد. کنه دولکه‌ای اغلب به همراه گونه دیگری (*T. cinnabarinus*) که شباهت بسیاری به آن دارد، در محیط‌های گلخانه‌ای فعالیت می‌کند.

کنه ماده بیضی شکل و حدود ۰/۵ میلی متر طول دارد ولی کنه‌های نر کوچک‌تر (۰/۳ میلی متر) و استوانه‌ای هستند. رنگ بدن کنه‌های بالغ اغلب تحت تاثیر میزبان گیاهی بوده و از سبز تا قهوه‌ای متغیر می‌باشد. از مشخصات مهم کنه دولکه‌ای وجود دو لکه در سطح پشتی است که بسته به میزبان گیاهی به رنگ سبزینه تا قهوه‌ای متمایل به قرمز متغیر می‌باشد. کنه‌های بالغ در طول زندگی خود حدود یکصد تخم بیضی شکل و زرد رنگ (به قطر ۰/۱ میلی متر) می‌گذارند که طی ۳ الی ۱۰ روز (بسته به شرایط محیط) تفریخ می‌شوند. لاروهای خارج شده واجد سه جفت پا بوده که بعد از این مرحله، مراحل نمفی را سپری می‌کنند. نمف‌ها شبیه به کنه‌های بالغ بوده و طی سه مرحله رشدی به کنه بالغ تبدیل می‌شوند.

لاروها و سایر مراحل زیستی بطور آزاد و یا در زیر تارهای تنیده شده در سطح زیرین برگ مستقر می‌شوند. تغذیه از قسمت پارانشیم گیاهی و بامکیدن محتویات سلول‌ها صورت می‌گیرد. مراحل نابالغ کنه‌ها زمان زیادی را برای تغذیه صرف می‌کنند. بدن کنه‌ها در موقع تغذیه کاملاً به سمت جلو خم می‌شود به طوری که پا‌های عقبی آنها از سطح برگ جدا می‌شود. در مراحل اولیه تغذیه، سبزینه تخریب می‌شود که به نوبه خود سبب مختل شدن فعالیت فیزیولوژیکی میزبان می‌شود. در حالات پیشرفته روزنه‌های برگ بسته شده کاهش تبادل گازهای (CO₂ و O₂) و مختل شدن تنفس و فتوسنتز را در پی دارد. البته خسارت وارد شده بستگی کامل به تراکم کنه‌ها دارد به طوری که در تراکم پایین خسارت کم ولی با افزایش تراکم، رشد و نمو زایشی و رویشی گیاه مختل می‌گردد. خسارت وارده به گیاهان را می‌توان به روش‌های مختلف (مثلاً معیارهای یک الی پنج) ارزیابی کرد.

طول دوره هر نسل در شرایط مناسب حدود ۱۰ روز می‌باشد، از اینرو در شرایط مناسب تعداد نسل آنها بسیار زیاد می‌باشد. زمستان گذرانی کنه‌ها به صورت ماده‌های بالغ (که به رنگ قرمز مایل به نارنجی تبدیل می‌شوند) یا تخم در بقایای گیاهی و زیر پوستک درختان بوده و با شروع بهار فعالیت خود را از سر می‌گیرند.

عوامل کنترل کننده کنه‌ها:

بیمارگرها:

هنوز عوامل میکروبی مناسب، موثر و اختصاصی برای کنترل کنه‌ها معرفی نشده است. از طرفی مقاوم شدن کنه‌های نباتی به ترکیبات شیمیایی درخواست‌های زیادی را برای استفاده از این عوامل جهت کنترل کنه‌های نباتی ایجاد کرده است. در این راستا تحقیقاتی در خصوص امکان استفاده از قارچ‌های بیماری زای حشرات (مانند *Entomophthora*, *Beauveria* و *Metarhizium*) برای کنترل کنه‌ها صورت گرفته است. علاوه بر این تحقیقاتی در خصوص بیمارگری برخی از گونه‌های قارچ "*Hirsutella*" که تا حدودی حالت اختصاصی داشته و بر روی کنه‌ها فعالیت می‌کند نیز صورت گرفته است. با این وجود تا کاربرد آنها در یک برنامه کنترل بیولوژیک هنوز راه درازی وجود دارد (Poinar, & Poinar 1998).

پارازیتوئیدها:

هنوز هیچ پارازیتوئیدی برای کنه‌های گیاهی گزارش نشده یا حداقل بطور جدی مورد بررسی قرار نگرفته و از دید محققین به دور مانده است.

شکارگرها:

شکارگرها شاید به عنوان موثرترین و قابل استفاده ترین عوامل کنترل کننده کنه‌ها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک مورد نظر بوده‌اند. به طوریکه شکارگرهایی از راسته‌های مختلف را می‌توان برای کنترل کنه‌ها معرفی نمود. در اینجا به یک گونه از کفشدوزک‌ها و یک گونه از کنه شکارگر، که در برنامه های کنترل بیولوژیک می‌توانند موثر باشند، اشاره قرار می‌شود.

کنه شکارگر *Phytoseiulus persimilis*

این کنه مخصوص مناطق نیمه گرمسیری بوده که به عنوان اولین عامل برای کنترل جمعیت کنه دو لکه‌ای در شرایط گلخانه‌های گیاهان زینتی و نیز جالیزی مورد استفاده قرار گرفته است. کنه‌های بالغ به رنگ قرمز روشن مایل به قهوه‌ای با پا‌های بلند و بدنی گلابی شکل هستند. در حالیکه کنه‌های نا بالغ به رنگ زرد می‌باشند. گاهی در شرایط سرد زمستان برخی از کنه‌های دو لکه‌ای به رنگ قرمز مایل به نارنجی تبدیل می‌شوند، اما بدلیل تحرک کمتر از کنه‌های شکارگر قابل شناسایی می‌باشند. تخم‌ها بیضی و حدود ۰/۳ میلی متر طول دارند. کنه‌های بالغ و نمف‌ها بسیار فعال بوده و از کنه‌های دو لکه‌ای تغذیه می‌کنند.

کنه ماده می‌تواند بین دو الی سه تخم در هر روز قرار دهد و در طول عمر خود (طی ۳۵ روز) حدود ۶۰ تخم بگذارد. اندازه تخم‌ها دو برابر تخم کنه دولکه‌ای بوده و ظرف مدت دو روز تفریخ می‌شوند. سن اول کنه (لاروها) تغذیه نمی‌کند، اما سنین بعدی و کنه‌های بالغ از تمام مراحل کنه تغذیه می‌کنند. به طوری که بین پنج الی ۳۰ کنه دولکه‌ای در روز را شکار می‌کنند. نسبت جنسی در این کنه چهار به یک بوده و بدون دیابوز در طول سال در گلخانه‌ها فعال هستند. چرخه زندگی این کنه حدود پنج روز در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد و ۲۵ روز در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد می‌باشد (Naher & Haque 2007).

تاثیر دما بر فعالیت کنه شکارگر *P. persimilis* به اثبات رسیده به طوری که در دمای بالاتر از ۲۳ درجه قدرت شکارگری آنها کم می‌شود. بهترین شرایط برای فعالیت این کنه دمای ۱۸ الی ۲۷ درجه سانتی گراد و رطوبت نسبی ۸۰٪ می‌باشد. در این شرایط زاد و ولد کنه شکارگر سریع‌تر از کنه دولکه‌ای می‌باشد اما در دماهای بالا و پائین‌تر زاد و ولد کنه دولکه‌ای بیشتر می‌گردد. در مجموع ثابت شده که دمای بالای ۲۵ درجه سانتی گراد برای فعالیت کنه شکارگر که فقط از تخم کنه دولکه‌ای تغذیه کرده تاثیر سوء دارد. در حالیکه در صورت تغذیه از کنه بالغ دمای بالاتر نیز قابل تحمل بوده است. بنابراین مقدار رهاسازی این کنه می‌باید بر اساس دمای محیط در نظر گرفته شده و بکارگرفتن آنها در مناطق گرم مورد تجدید نظر قرار گیرد (Skirvin and Fenlon ۲۰۰۳).

کفشدوزک استوتروس (*Stethorus punctum* (Leconte)

کفشدوزک استوتروس معمولاً به عنوان یکی از مهمترین و متداولترین شکارگرهای کنه‌های دو نقطه‌ای در محیط‌های طبیعی محسوب می‌شود. این کفشدوزک شکارگر اختصاصی کنه‌های گیاهی (به خصوص کنه قرمز اروپایی و کنه دولکه‌ای) بوده و از تمام مراحل زیستی کنه‌های گیاهی تغذیه می‌کند (حاجی زاده ۱۳۷۴).

حشرات کامل با ۱/۵ میلی‌متر طول به شکل بیضی و به رنگ مشکی براق پوشیده از موهای پراکنده به رنگ زرد مایل به سفید می‌باشند. درحالی که تخم‌ها کوچک (۰/۳۷ میلی‌متر)، تخم مرغی شکل و به رنگ سفید کم رنگ بوده و به تدریج تیره رنگ می‌شوند. لاروها خاکستری مایل به سیاه با موهای سیاه چند شاخه‌ای و لکه‌هایی در سطح بدن می‌باشند. بدن لاروها سیزده بندی بوده و در مراحل پایانی رشد به رنگ قرمز در می‌آید. شفیره این کفشدوزک‌ها سیاه و کوچک بوده، محل بال‌ها مشخص و تمام بدن با موهای کوتاهی پوشیده شده است. حشرات کامل تازه خارج شده برای چند ساعت قرمز متمایل به نارنجی بوده و سپس مشکی می‌شوند.

این کفشدوزک تخم‌های خود را به صورت تک تک بر روی سطح رویی و زیری برگ و نزدیک نقاط تجمع کنه‌ها قرار می‌دهد. تخم‌ها بعد از گذشت یک دوره پنج روزه تفریخ شده و لاروها شروع به تغذیه از تمام مراحل کنه‌ها می‌کنند. دوره زندگی لاروی این حشره که شامل چهار مرحله سنین لاروی است حدود ۱۲ روز به طول می‌انجامد. بعد از این مدت لاروها خود را بر روی برگ ثابت کرده و وارد مرحله شفیرگی می‌شوند. طول دوره شفیرگی به طور متوسط حدود پنج روز می‌باشد (حاجی زاده ۱۳۷۴؛ Sarmah and Bhattacharyya, 2002).

این کفشدوزک از تمام مراحل زیستی کنه‌های گیاهی تغذیه می‌کند. بیشترین تغذیه در سن سوم لاروی و سپس در مرحله حشره کامل صورت می‌گیرد. لاروها از طریق مکیدن محتویات بدن میزبان تغذیه کرده در حالیکه حشرات کامل از طریق جویدن تغذیه می‌کنند. لاروهای سن سوم، چهارم و حشره کامل می‌توانند در حدود هشت الی نه کنه را در ساعت یا در حدود ۷۵ الی ۱۰۰ کنه را در طی شبانه روز شکار کنند. اگرچه این کفشدوزک در

تراکم پائین کنه (حداقل دو الی پنج کنه روی هر برگ) نیز به فعالیت خود ادامه می دهد اما برای تولید مثل به تراکم هشت الی ده کنه بر روی هر برگ نیازمند است. این کفشدوزک در شرایط طبیعی سه نسل در سال دارد، اما در شرایط مساعد، طول دوره زندگی این حشره از زمان تخمگذاری تا ظهور حشرات بالغ حدود ۲۳ روز است. حداکثر تراکم شفیره های این کفشدوزک در اواسط تابستان بوده به طوری که در آخر حشرات بالغ به فراوانی دیده می شوند. این کفشدوزک به صورت حشره کامل در لابلای بقایای گیاهی و زیر پوسته درختان میوه زمستان گذرانی می کند (حاجی زاده ۱۳۷۴).

مقایسه قدرت شکارگری *P. persimili* با *S. punctillum* توان بیشتر کفشدوزک را نشان داده است. البته باید توجه داشت که کنه فوق بیشتر از تخم تغذیه می کند در حالیکه این کفشدوزک ترجیح می دهد از کنه های بالغ استفاده کند. علاوه بر این تراکم کم کنه های گیاهی برای کنه های شکارگر بهتر است تا کفشدوزک ها، زیرا کنه های شکارگر در تراکم کمتر می توانند به زندگی خود ادامه دهند. در مجموع تراکم یک کفشدوزک به همراه تراکم ۰/۲ الی ۲ کنه شکارگر بر روی هر دو برگ می تواند جمعیت های بالای کنه ها (در حدود ۱۵ عدد تخم و ۱۵ عدد حشره کامل) را بخوبی کنترل کند.



مینوزها:

جنس *Liriomyza* در سال ۱۸۹۴ شناخته شد و تا کنون حدود ۳۰۰ گونه آن شناخته شده است. گونه های آن پراکندگی جهانی داشته ولی اغلب در منطقه معتدل یافت می شود، و در مناطق گرمسیری تنوع کمتری دارند. در بین گونه های فوق، ۲۳ گونه به لحاظ خسارت وارده به محصولات کشاورزی دارای اهمیت اقتصادی می باشند. دو گونه از این جنس (*L.*

L. sativum و *trifolii*) به عنوان مینوزهای مهم محصولات گلخانه‌ای به شمار می‌روند که در اینجا مشخصات گونه *L. trifolii* مورد اشاره قرار می‌گیرد (Parrella, 1987).

حشرات بالغ دارای اندازه کوچک با طول حدود ۲ میلی‌متر و عرض بال ۱/۲۵ الی ۱/۹ میلی‌متر می‌باشند. سر به رنگ زرد، چشم‌ها قرمز رنگ و قفسه سینه و شکم خاکستری مایل به سیاه می‌باشد. البته سطح زیرین بدن و پاها زرد رنگ می‌باشد. تخم‌ها بیضی شکل و کوچک، در حدود ۱ میلی‌متر طول و حدود ۰/۲ میلی‌متر قطر می‌باشد. لاروهای جوان بی رنگ می‌باشند ولی خیلی زود سفید رنگ می‌شوند. از روی اندازه بدن یا قطعات دهانی می‌توان سن لاروی را مشخص نمود که قطعات دهانی به طور واضح‌تر می‌باشد. شفیره‌های بزرگ‌تر اغلب حشرات ماده می‌شوند، بنابراین اندازه حشره ماده بزرگتر از حشره نر است. نسبت جنسی در این حشرات اغلب مساوی یا تا حدودی متمایل به جنس ماده می‌باشد، اگرچه حشرات نر سریع‌تر از حشرات ماده از پوسته شفیرگی خارج می‌شوند.

طول دوره تخم حدود ۲/۷ و طول دوره هر سن لاروی حدود ۱/۴، ۱/۴ و ۱/۸ روز می‌باشد. در صورتی که زمان لازم برای مرحله شفیرگی ۹/۳ روز می‌باشد. دوره زندگی مگس‌های مینوز در شرایط گرم و مناسب طی ۲۱ الی ۲۸ روز سپری می‌شود. حشرات ماده اغلب در طی روز به تغذیه و تخمگذاری مشغول بوده و حدود یک هفته زنده می‌مانند. در صورتی که حشرات نر اغلب بیش از دو الی سه روز زنده نمی‌مانند که ممکن است به خاطر عدم تغذیه مناسب باشد. شرایط رشدی برای این حشره تا دمای ۳۰ درجه مناسب‌تر می‌شود، اما با بالا رفتن دما از این حد شرایط نامساعد شده و مرگ میر زیادی در لاروها رخ خواهد داد (Parrella, 1987).

اغلب لارو مینوزها با ایجاد تونل در برگ (در سطح بالایی یا در سطح پائینی) از پارانشیم گیاهی تغذیه کرده و به گیاهان خسارت وارد می‌کنند. البته برخی از گونه‌ها در سایر قسمت‌های گیاه، مانند ساقه، غدد سبب زمینی و حتی قسمت‌های از بذر نیز فعالیت می‌کنند. قطر تونل حفر شده در ابتدا کم و با بزرگتر شدن لارو قطر تونل نیز افزایش می‌یابد. شکل ظاهری مینوزها اغلب نا منظم می‌باشد. البته شکل‌های ایجاد شده تحت تاثیر مراحل رشدی برگ مربوطه و نوع گیاه نیز قرار می‌گیرد.

حشرات کامل اغلب در ساعات اولیه صبح و با ایجاد سوراخی در انتهای پستی پوسته شفیرگی از شفیره خارج می‌شوند. این مرحله حدود ۵ دقیقه الی یک ساعت طول می‌کشد حشرات تازه خارج شده مانند بسیاری از حشرات به سمت نور جلب شده و به سمت قسمت‌های بالایی گیاه حرکت می‌کنند.

تخم‌ها در قسمت میانی گیاه قرار داده شده و به نظر می‌رسد که حشره بالغ برگ‌های خیلی جوان را ترجیح نمی‌دهد. حشره ماده ضمن ایجاد سوراخ‌های ریز در سطح برگ از آنها برای تغذیه و تخم‌گذاری استفاده می‌کند. سوراخ‌های تخم‌گذاری اغلب در سطح زیرین و درست در داخل بافت گیاه میزبان ایجاد می‌شوند. البته گیاه میزبان نیز تاثیر مستقیمی بر مراحل زیستی آفت دارد. به عنوان مثال تعداد تخم گذاشته شده بر روی کرفس حدود ۳۵ الی ۳۹ تخم در روز بوده و در مجموع حدود ۲۰۰ الی ۴۰۰ عدد تخم می‌گذارد. این در حالیست که تعداد تخم‌های گذاشته شده بر روی گوجه فرنگی نیز برابر کرفس بوده اما قدرت زاد آوری، بقای لاروها و طول عمر حشرات بالغ حاصل، کمتر می‌باشد (میزبان نامناسب). علاوه بر این اگرچه حشرات ماده از شیرخوار شده از تمام زخم‌های ایجاد شده به وسیله تخم‌ریز استفاده می‌کنند اما زمان کمتری را برای تغذیه از میزبان‌های نامناسب صرف می‌کنند.



عوامل کنترل کننده مینوزها:

بیمارگرها:

هنوز بیمارگر مناسبی برای کنترل مینوزها مشخص و معرفی نشده که یکی از دلایل آن ممکن است فعالیت لاروها در درون بافت گیاهی (که مانع از تماس مستقیم عوامل بیمارگر با لاروها می شود) باشد.

پارازیتوئیدها:

کنترل بیولوژیک مینوزها در بسیاری از محصولات با استفاده از پارازیتوئیدها امکان پذیر می باشد. گاهی این پارازیتوئیدها در اوایل تابستان از محیط اطراف وارد گلخانه شده و می توانند تا حدی جمعیت مینوزها را کنترل کنند. اما رهاسازی لارو و شفیره پارازیتوئیدها برای کنترل جمعیت این آفت در حد قابل قبول اجتناب ناپذیر گردد. امروزه بیشتر دو گونه پارازیتوئید به طور تجاری و انبوه برای کنترل مینوز مورد استفاده قرار می گیرد که در زیر به آنها پرداخته می شود (Gonçalves & Almeida 2005).

Diglyphus isaea

این پارازیتوئید زنبوری سیاه رنگ با دو الی سه میلی متر طول از خانواده Eulophide می باشد، که تقریباً در تمام دنیا به طور گسترده برای کنترل مینوزها، هم در شرایط گلخانه و هم در محیط باز، مورد نظر قرار گرفته است. این زنبور را می توان بر اساس شاخک کوتاه آن از گونه دیگر (*Dacnusa sibirica*) متمایز نمود. حشره ماده این پارازیتوئید با نیش خود لاروهای سن دوم و سوم را فلج و اقدام به قرار دادن یک تخم در کنار آنها می نماید (پارازیتوئید خارجی). لارو زنبور بعد از تفریخ تخم شروع به تغذیه از لارو فلج شده مینوز می کند که با عدم پیشرفت تونل لاروی قابل تشخیص است. البته فقط قسمتی از مرگ و میر آفت بر اثر تخمگذاری بوده و بخشی از تلفات نیز در اثر تغذیه میزبانی صورت می گیرد. این حالت به علاوه قدرت جستجوگری بالا، بر توانایی کنترل کنندگی این زنبور می افزاید.

هر حشره ماده بین ۶۰ الی ۱۰۰ عدد تخم بسته به شرایط می‌گذارد. این زنبور دارای سه مرحله لاروی بوده که سن اول آن شفاف، سن دوم زرد رنگ و سن سوم آبی مایل به سبز می‌باشد. مرحله نهایی لاروی در انتهای سوراخ مینوز تبدیل به شفیره می‌شود. در این مرحله لکه‌های سیاه رنگ (به خاطر انباشت فضولات) بر روی برگ، که همان اتاچک شفیره در پارانشیم برگ است، قابل مشاهده می‌باشد. شفیره در ابتدا سبز رنگ ولی به تدریج سیاه رنگ و سرانجام زنبور کامل با سوراخ کردن آن از سطح بالایی برگ خارج می‌شود. نسبت جنسی *D. isaea* در تولید انبوه بیشتر به سمت نرها (تا ۰/۷) متمایل می‌باشد که باعث گران شدن هزینه تولید و رها سازی می‌شود.



Dacnusa sibirica

این زنبور متعلق به خانواده Broconidae و همانند گونه قبلی به صورت پارازیتوئید انفرادی بوده و به تمامی سنین لاروی مینوزها حمله می‌کند. حشرات کامل رنگ سیاه و حدود ۲ الی ۳ میلی متر طول دارند. شاخک‌ها کاملاً رشد کرده و انعطاف پذیر می‌باشند. حشرات ماده به کمک این شاخک‌ها و نیز تخم‌ریز، محل لاروهای مینوز را درون تونل حفر شده تشخیص داده و اقدام به تخم گذاری بر روی آنها می‌کنند. هر حشره ماده ظرف دو هفته طول عمر خود تا ۹۰ تخم می‌گذارد. تخم ظرف مدت چهار روز تفریخ شده و لاروها ظرف مدت دو هفته دوره زندگی خود را کامل کرده و به زنبور کامل تبدیل می‌شوند.

از دو گونه پارازیتوئید گفته شده گونه *D. sibirica* دمای پایین تر را ترجیح می‌دهد. لذا اغلب برای کنترل نسل اول مینوزها مفید می‌باشد در حالی که گونه دوم *D. isaea* برای

نسل‌های بعد که دما بالاتر می‌رود مفیدتر است. البته باید سایر شرایط نیز در انتخاب هر یک از دو گونه فوق مد نظر قرار گیرد. مثلاً گونه *D. sibirica* لارو سن آخر مینوز را برای تخم‌گذاری ترجیح می‌دهند که در آن شرایط تونل‌های بزرگ در برگ ایجاد شده است. لذا در محصولاتی که فقط از میوه آنها استفاده می‌شود و یا اینکه ظاهر آنها در بازار پسندی نقش کمتری دارند توصیه می‌شود. نکته دیگر اینکه *D. isaea* قادر به تخم‌گذاری بر روی میزبان‌های پارازیت شده به وسیله *D. sibirica* می‌باشد و در شرایط گرم غالب می‌باشد. سرانجام اینکه گونه *D. sibirica* تغذیه میزبانی ندارد و نمیتوان این جنبه را به کارآیی آنها در کنترل بیولوژیک اضافه نمود.



مقدار رهاسازی بسته به گونه مینوز، نوع محصول، مرحله رشدی گیاه و فصل سال متغیر می‌باشد. با این وجود در تراکم بالای آفت کنترل آن صرفاً به کمک پارازیتوئید میسر نیست. بلکه باید با نصب تله‌های زرد رنگ وجود حشرات کامل مینوز و زمان رهاسازی پارازیتوئید را تعیین کرد. وجود مینوزها را می‌توان از طریق مشاهده سوراخ‌های تغذیه نیز مشخص کرد که نیاز به مهارت و آشنایی با خسارت این آفت دارد.

برای حمایت از جمعیت پارازیتوئیدها نباید از سموم پایدار در گلخانه‌ها استفاده نمود. با این حال روغن‌ها، یا سمومی مانند چریش (Azadirachtin) و پیرتروئیدهای طبیعی برای کاهش جمعیت مینوز قبل از رها سازی پارازیتوئید می تواند مفید باشد. یکی دیگر از گونه‌های که میتواند بعنوان پارازیتوئید انفرادی مینوزها مطرح باشد گونه *Hemiptarsenus varicornis* می‌باشد. این پارازیتوئید ۴۸ درصد تلفات را در اثر تخمگذاری و ۵۲ درصد را در اثر تغذیه میزبانی در مینوزها ایجاد می‌نماید. لارو مینوز ظرف چند دقیقه بعد از تخمگذاری فلج می‌گردد اما بلافاصله در اثر تغذیه میزبانی خواهد مرد. طول عمر نرها در این حشرات به مراتب کوتاه‌تر از ماده‌ها می‌باشد.

شکارگرها:

شاید بتوان چند شکارگر را برای مینوزها معرفی نمود (مثلا گونه‌های از جنس *Macrolophus* و گونه‌های از مورچه‌ها). در این بین شاید نقش مورچه‌ها در شرایط طبیعی برای کنترل مینوزها، بخصوص با جمع آوری شفیره‌ها، درخور مطالعه و ارزیابی باشد. اما هنوز شکارگر اختصاصی مناسب و موثری برای کنترل مینوزها در شرایط گلخانه‌ها شناخته نشده است.

مگس‌های شکارگر متعلق به جنس *Coenosia* از جمله شکارگرهای بسیار فعال راسته دوبالان می باشد. این حشرات به رنگ خاکستری بوده و تخمهای خود را درون خاک قرار می دهند. لارو آنها نیز شکارگر بوده ولاروهای سایر مگس‌هاییکه در درون خاک فعال هستند تغذیه میکنند. با این وجود حشرات بالغ این مگس از حشرات کامل بسیاری از آفات از جمله مگس مینوز و سفیدبالک ها تغذیه کرده و نقش مهمی در کنترل جمعیت آفات در طبیعت بازی میکنند. این شکارگر قادر است بخوبی در گلخانه ها نیز فعال باشد و جمعیت آفت را کنترل نماید. حشرات کامل از لحاظ رفتاری اغلب در کمین شکار ایستاده و حشرات در حال پرواز را شکار کرده و می خورند. بنابراین به حشراتیکه در حال استراحت هستند حمله نمیکنند (Hoebeke et al. 2003). اخیرا توانایی این شکارگر در شکار آفات و نیز امکان بکار گیری آن به روش حفظ و حمایت در گلخانه ها، اقبال محققین را بخود

جلب کرده بطوریکه امروزه در کشور تایلند از این شکارگر برای کنترل مگس مینوز در سطح بسیار وسیع استفاده می‌شود (از این رو به نظر میرسد که استفاده از این شکارگر در ایران بتواند نتایج خوبی در کنترل آفات درون گلخانه بخصوص مینوز را در پی داشته باشد.



فصل چهارم

تحلیلی بر جایگاه کنترل بیولوژیک در ایران

اگرچه کنترل بیولوژیک در ایران سابقه‌ای نسبتاً طولانی دارد اما کاربرد برنامه‌های آن در گلخانه‌ها هنوز در ابتدای راه می‌باشد. در بسیاری از مناطق دنیا شباهت شرایط گلخانه‌ها (از سازه گرفته تا محصولات تولید شده) به مراتب از شباهت شرایط مزارع تولید همان محصولات بیشتر است. لذا امکان طراحی و ارائه برنامه‌های کنترل بیولوژیک در گلخانه‌ها فراگیرتر به نظر می‌رسد. اما جنبه‌های متفاوتی نیز وجود دارد که موفقیت کنترل بیولوژیک در گلخانه‌ها به شناخت و درک درست از آنها بستگی دارد. به علاوه یک برنامه کنترل بیولوژیک باید براساس امکانات و شرایط موجود هر منطقه طراحی و اجرا گردد. مثلاً یک برنامه کنترل بیولوژیک موفق در شرایط شمال اروپا لزوماً برای شرایط کشور ما مناسب نیست. اگرچه استفاده از اطلاعات، تجارب و تحقیقات آنها می‌تواند بسیار راه‌گشا و مفید باشد.

در این بخش سعی شده است عوامل موثر در موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک آفات در گلخانه‌ها را برشمرده و تحلیلی از نقش هر کدام برای شرایط ایران ارائه گردد. در این راستا نقش بشر به دو بخش مستقیم و غیر مستقیم قابل تقسیم است:

• نقش مستقیم:

(۱) مدیران و برنامه ریزان (۲) محققان و پژوهشگران (۳) کشاورزان و گلخانه داران

(۴) مصرف کنندگان

• نقش غیر مستقیم:

(۱) آفت (۲) شرایط محیطی (۳) عامل مناسب (۴) سازه گلخانه

• نقش مستقیم:

(۱) مدیران و برنامه ریزان

اگرچه مدیران و برنامه ریزان شاید بطور مستقیم نقشی در اجراء برنامه‌های کنترل بیولوژیک نداشته باشند اما وظیفه آنها نقش به سزایی در موفقیت این برنامه‌ها دارد. در ایران تولید محصول همانند بسیاری از برنامه‌ها به صورت هدفمند و براساس نیاز بازار تنظیم نمی‌گردد. از این رو گاهی تولید محصول کشاورزی زیاد بوده و در نتیجه قیمت محصول تولید شده به قدری پائین می‌آید که درآمد حاصل کفاف هزینه تولید را نمی‌دهد. در مقابل گاهی تولید محصول کم شده و قیمت بالا می‌رود و مدیران راه واردات را در پیش می‌گیرند که در هر دو حالت تولیدکنندگان متضرر می‌شوند. علاوه بر زیان کوتاه مدت واردات برای تولید کنندگان، احتمال بروز مشکلات ناشی از واردات آفات و بیماری‌های جدید؛ تولید محصولات را در بلند مدت به مخاطره می‌اندازد.

یکی از راه حل‌ها می‌تواند ایجاد اتحادیه تولید کنندگان و تنظیم برنامه‌های تولید محصولات بر اساس نیاز بازار مصرف باشد. علاوه بر این با کمک این شبکه از یک طرف می‌توان آگاهی لازم برای پیشبرد سایر برنامه‌ها از جمله برنامه‌های کنترل بیولوژیک و تولید محصولات سالم را از بخش‌های تحقیقاتی با سرعت بیشتر به سطح بهره برداران انتقال داد، از طرف دیگر مشکلات پیش روی تولید کنندگان به طور شفاف و مستقیماً به مراجع تصمیم گیرنده و مراکز تحقیقاتی انتقال یافته و راه حل‌های مناسب مورد بررسی، ارزیابی و ارائه و یا در صورت لزوم به بخش تحقیق ارجا داده شود.

این گونه تشکلهای در قدم بعدی می‌توانند برای دست یافتن به بازارهای جهانی و عرضه محصولات تولیدی تلاش کنند. در این راستا برای در اختیار گرفتن بازار جهانی نه تنها تولید بلکه کیفیت محصولات تولید شده از اهمیت خاصی برخوردار است. از این رو وظیفه سیاست گزاران، برنامه ریزان و مدیران بایستی در جهت تدوین و ارائه برنامه‌های مناسب برای توسعه پایدار تولیدات کشاورزی و بالا بردن کیفیت محصولات به منظور ارتقاء سلامت جامعه و عرضه به بازار جهانی باشد. یکی از نکته‌های اساسی در کیفیت محصولات کشاورزی، عدم وجود باقیمانده سموم کشاورزی و سلامت آنها می‌باشد. لذا ارزش گذاری محصولات

تولیدی بر اساس مقدار باقیمانده سموم می‌تواند تولید کنندگان را بیش از پیش به سمت تولید محصولات سالم سوق دهد.

تجربه ثابت کرده حمایت از تولید کنندگان بدون ارزیابی محصولات تولیدی همواره باعث کاهش کیفیت می‌شود. بنابراین رویکرد حمایت از تولید عوامل کنترل بیولوژیک (و اخیراً" وارد سازی آنها) بدون ارزیابی سلامت محصولات تولیدی هیچ گونه تضمینی در خصوص تولید محصول سالم در پی نخواهد داشت. بنابراین حمایت‌ها باید در قبال تولید محصول سالم صورت گیرد نه حمایت در جهت در اختیار قرار دادن نهاده‌ها (عوامل کنترل بیولوژیک). اگر چه هم اکنون نیز هزینه‌های نسبتاً زیادی در جهت تولید و عرضه عوامل کنترل بیولوژیک صورت می‌گیرد، اما هیچ نظارتی بر سلامت محصولات نهایی تولید شده وجود ندارد. در نتیجه از یک طرف هیچ ضمانتی در قبال مناسب بودن، به موقع استفاده کردن و موثر بودن عوامل کنترل بیولوژیک وجود ندارد. از طرف دیگر ارزش مادی و معنوی محصولاتی که به درستی در یک روند تولید محصول سالم به بازار عرضه می‌شوند معلوم نیست.

مسئله وارد سازی عوامل کنترل بیولوژیک، تصمیم‌گیری علمی، کارشناسی و کاربردی را می‌طلبد و تا جای که ممکن است باید از رویکردهای سطحی، سلیقه‌ای و تصمیمات از بالا به پائین پرهیز گردد. اگرچه همان گونه که بیان گردید؛ ۱) عوامل مناسب برای کنترل آفات در شرایط ایران ممکن است منطبق با عوامل مورد استفاده در سایر نقاط نباشد. ۲) هنوز مبنا و مرجعی برای ارزش گذاری مادی و یا معنوی محصولات سالم ایجاد نشده است. لذا حمایت از وارد سازی عوامل کنترل بیولوژیک هیچ گونه تضمینی در قبال تولید محصول سالم را در پی نخواهد داشت.

۲) وظیفه محققان:

شاید وظیفه محققین به مراتب سنگین‌تر از سایر افراد باشد زیرا محققین نه تنها باید در جهت یافتن راه حل (البته قابل اجراء) برای مشکلات تلاش کنند. بلکه باید در به کارگیری و اجرای راه حل‌های پیشنهادی به کشاورزان و توجیه کارشناسان و حتی مدیران کوشا باشند.

از این رو نگرش آنها در توصیه و ارائه راه حل‌ها باید (حتی الامکان) همه جانبه و فراگیر باشد. بنابراین یک محقق باید بتواند اهمیت موضوعات را تمیز داده و براساس یک برنامه بلند مدت برنامه تحقیقاتی را ارائه دهد. به عبارت دیگر تحقیقات باید براساس نیازها و ضرورت‌ها و بطور جامع دیده شود و از نگرش ذهنی و مجزا و صرفاً برای تحقیق که کاربرد نتایج آنها در هاله‌ای از ابهام است، پرهیز گردد. در این صورت به تحقیقات از منظر کاربردی نگاه شده و برای رفع مشکلات مفید خواهد بود. لذا محققین باید از شرایط موجود در محیط‌های کشاورزی آگاهی کافی داشته باشند تا بتوانند تحقیقات را برای دستیابی به راه حل‌های قابل اجراء طراحی و پیشنهاد کنند.

البته این به این معنی نیست که از تغییر و تحول در سیستم موجود گریزان باشیم بلکه توصیه‌ها باید به لحاظ اجرایی، اقتصادی و اجتماعی توجیه پذیر باشند. بنابراین گاهی باید راه حل ایده آلی (اما غیر قابل اجراء در سطح کلان) را تعدیل کرده و به توصیه راه حل کم خطرتر (اما کاربردی) در مقابل راه حل‌های پرخطرتر اکتفا نمود. به عنوان مثال امروزه در بسیاری از گلخانه‌ها استفاده از سموم به طور سیستمیک (مثلاً هفتگی) مرسوم می‌باشد در این شرایط درخواست تولید محصولات به روش کاملاً طبیعی (Organic) که نیاز به تغییرات بسیاری دارد، قابل اجراء نیست. بنابراین ابتدا باید توصیه‌ها در جهت تولید محصولات سالم و جلوگیری از مصرف بی رویه سموم ارائه گردد. در قدم بعدی باید سموم کم خطر ترویج گردد و سرانجام باید به کمک عوامل کنترل بیولوژیک جمعیت آفت را مدیریت نمود. در غیر این صورت استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک نمی‌تواند نقش خود را به خوبی انجام دهند.

نکته دیگر اینکه نباید دنباله رو محض تحقیقات و توصیه‌های صورت گرفته در سایر نقاط بود و عوامل مفید موجود در محیط طبیعی ایران را نادیده گرفت. به عبارت دیگر یک محقق نباید به عنوان مبلغ روش‌های مورد استفاده در سایر نقاط باشد بلکه باید ضمن اطلاع و استفاده از آن نتایج، سعی در ابداع و ارائه روش‌های علمی و عملی متناسب با شرایط ایران نماید.

سرانجام یک محقق نباید به دنبال تجهیزات پیشرفته بوده و منتظر ایجاد شرایط ایده آلی برای انجام تحقیقات باشد. زیرا اغلب برای تامین هزینه ها و امکانات ایده آل، زمان بسیاری از دست خواهد رفت. لذا ضمن تلاش برای بهبود شرایط باید از حداقل امکانات موجود بهترین استفاده را برای انجام تحقیقات نمود.

۳) کشاورزان و گلخانه داران

در ایران همانند بسیاری از مناطق دنیا توانایی ها، تجارب و اطلاعات گلخانه داران به مراتب از سایر کشاورزان بیشتر است. با این حال شاید هزینه و ریسک نسبتا بالای تغییرات در گلخانه ها، تحولات این بخش را محدود می کند. اما لزوم بهره گیری از دانش روز برای تعالی این بخش از تولید، به خصوص در شرایطی که نه تنها تولید بیشتر بلکه سلامت محصولات تولیدی مد نظر است، کاملا ضروری می نماید. در این راستا شاید از لحاظ مقدار تولید تا حدودی به حد استانداردها نزدیک باشیم، اما به لحاظ سلامت محصولات تولیدی کاستی ها فراوانند.

یکی از موانع تولید محصول سالم استفاده سیستماتیک (مثلا هر هفته) از سموم توسط برخی از گلخانه داران با هدف پیش گیری از خسارت آفات می باشد. اما بیشتر این سموم از منظر آلودگی، در گروه پر خطر برای محیط زیست و مصرف کنندگان می باشند. در راستای کنترل این مشکل، شناخت ابتدایی از آفات، خسارت قابل تحمل گیاهان و عوامل و شرایط موثر در ایجاد خسارت، می تواند در مدیریت خسارت آفات و بهینه مصرف کردن سموم مفید باشد. مثلا خسارت مینوز در تراکم های پائین جمعیتی برای گیاه گوجه فرنگی قابل تحمل است لذا نیازی به سم پاشی بی رویه و سیستماتیک علیه این آفت نیست.

۴) وظیفه مصرف کنندگان: مصرف کنندگان باید تولید محصولات سالم را

حمایت کنند و در صورت ارائه این محصولات با خرید و مصرف آنها نه تنها نسبت به سلامتی خود مشتاق باشند بلکه در پایداری و حفاظت محیط زیست سهم گردند.

• نقش غیر مستقیم:

(۱) آفت

شناخت جنبه‌های مختلف آفت که شامل شناسایی، زیست شناسی، دامنه میزبانی و ... است نقش اساسی در موفقیت کنترل بیولوژیک دارد. به عنوان مثال فعالیت همزمان چندین گونه از شته‌ها، کنه‌ها، سفید بالک‌ها و مینوزها در شرایط مختلف در کنار هم و با تراکم مختلف در گلخانه‌ها قابل مشاهده است. حال اینکه کدام گونه از آفات فوق و در کدام فصول فعال هستند؛ از اطلاعات لازم و ابتدایی در انتخاب عوامل و روش‌های مناسب کنترل می‌باشد. مثلاً تراکم گونه‌های شته فعال در گلخانه‌ها باید در انتخاب پارازیتوئید اختصاصی و موثر آنها مد نظر قرار گیرد. هر چه اطلاعات در دسترس در خصوص آفت بیشتر و کامل‌تر باشد احتمال موفقیت بیشتر می‌شود. اما نباید این گونه تصور کرد که تا شناخت کامل تمام جنبه‌های مطرح شده در بالا، بکارگیری عوامل کنترل بیولوژیک و یا برنامه‌های در دسترس باید متوقف گردد. بلکه باید ضمن به کارگیری روش‌های موجود به ارزیابی کارایی آنها پرداخته و سعی در بهبود روش‌های فوق نمود.

(۲) عامل مناسب

قدرت کنترل کنندگی و ترجیح میزبانی نقش مهمی را در موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک ایفا می‌کند. مثلاً قدرت کنترل کنندگی متوسطی برای پارازیتوئیدها نسبت به شکارگرها می‌توان قائل شد، اگر چه هر پارازیتوئید اغلب فقط یک میزبان را در چرخه زندگی خود از بین می‌برد. در حالیکه برای کامل شدن چرخه زندگی یک شکارگر چندین میزبان (گاهی بیش از یک صد میزبان) مورد استفاده قرار می‌گیرد. از این رو شاید شکارگرها در کنترل جمعیت طغیانی آفات موثرتر و موفق‌تر از پارازیتوئیدها باشند. همانگونه که مطرح شد شرایط ایران برای رشد سریع آفات مهیاتر است از این رو امکان کنترل آفات به کمک شکارگرها بیشتر از بکارگیری پارازیتوئیدها می‌باشد.

نکته دیگر در موفقیت برنامه‌های کنترل بیولوژیک ترجیح میزبانی می‌باشد. مثلاً زنبور پارازیتوئید *E. formosa* به خوبی جمعیت سفید بالک *T. vaporariorum* را کنترل می‌کند. در مقابل سفیدبالک *B. tabaci* میزبان مناسبی برای زنبور پارازیتوئید *E. mundus* می‌باشد.

حال اگر اطلاعات کافی در خصوص آفت خسارت زا در دسترس باشد و عامل متناسب نیز انتخاب گردد، درصد موفقیت برنامه کنترل بیولوژیک بیشتر خواهد بود. به علاوه عوامل معرفی شده (اعم از پارازیتوئیدها یا شکارگرها) در اروپا بیشتر توان کنترل کنندگی دارند. مثلاً کنه شکارگر *P. persimili* در شرایط خنک شمال اروپا به خوبی فعالیت کرده و با توجه به نرخ زاد و ولد کم در کنه‌های دو لکه‌ای به خوبی آنها را کنترل می‌کند. در حالی که به نظر می‌رسد شرایط ایران برای افزایش رشد جمعیت کنه دولکه‌ای به مراتب بهتر بوده و در مقابل بر روی فعالیت کنه شکارگر تاثیر منفی دارد. لذا امکان موفقیت کنه شکارگر در کنترل کنه دولکه ای کاهش می‌یابد.

۳) شرایط آب و هوایی:

اگر اطلاعات کافی از آفت در اختیار باشد و عامل موثر نیز به درستی انتخاب شود هنوز شرایط محیطی در موفقیت برنامه کنترل بیولوژیک موثر می‌باشد. کشور ما از لحاظ آب و هوایی در منطقه گرم و خشک قرار گرفته است بنابراین اینکه کدام دسته از عوامل کنترل بیولوژیک برای ایران مفید ترند و در محیط بهتر استقرار یافته و به طور موثر جمعیت آفت را کنترل کند باید مبتنی بر این شرایط استوار گردد. شرایط اقلیمی حاکم بر ایران برای رشد و نمو سریع آفات فراهم‌تر از مناطق اروپای شمالی می‌باشد. بنابراین عواملی که قدرت کنترل کنندگی بیشتری دارند مناسب‌ترند. از بین سه گروه عوامل کنترل بیولوژیک، عوامل بیمارگر به رطوبت بالا و دمای متوسط نیاز دارند. علاوه بر این نور شدید نیز فعالیت آنها را به شدت تحت تاثیر قرار می‌دهد. در مقابل رطوبت کم، دمای نسبتاً بالا و نور زیاد کمتر فعالیت پارازیتوئیدها و شکارگرها را تحت تاثیر قرار داده و در برخی موارد حتی شرایط فوق را بهتر تحمل می‌کنند. از این رو به کارگیری بیمارگرها در برنامه‌های کنترل بیولوژیک در مناطقی مانند کشورهای شمال اروپا مناسب‌تر و کارآتر می‌باشند و در مقابل پارازیتوئیدها و شکارگرها شرایط ایران را بهتر از بیمارگرها تحمل می‌کنند. اگرچه امروزه بیمارگرها را با فرمولاسیون‌هایی به بازار عرضه می‌کنند که امکان فعال ماندن آنها را در شرایط نامناسب گفته شده نیز فراهم آورده است.

شرایط محیطی در انتخاب بین پارازیتوئیدها و شکارگرها نیز باید مورد دقت قرار گیرند. به عنوان مثال، در شرایط ایران، جمعیت کنه‌های گیاهی در فصول گرم به سرعت بالا رفته و به همراه خشکی هوا خسارت نسبتاً زیادی را به محصولات کشاورزی وارد می‌سازند. در حالی که فعالیت کنه شکارگر *P. persimilis* در دمای بالا و رطوبت پائین مختل شده و جمعیت طغیانی کنه گیاهی را نمی‌تواند کنترل کند. اما گونه‌های کفشدوزک *Stethorus* که بومی ایران نیز هستند در شرایط گرم و خشک مزرعه به خوبی فعال بوده و به دلایل پرخوری قادر به کنترل جمعیت طغیانی کنه دولکه‌ای هستند. از این رو ارزیابی کنترل کنندگی گونه‌های کفشدوزک *Stethorus* در گلخانه‌های ایران باید مد نظر قرار گیرد. البته شاید با دقت بیشتر و بهتر بتوان عوامل موثر دیگری در ایران یافت که باید آنها را نیز به دامنه ارزیابی‌ها وارد نمود.

۴) سازه گلخانه‌ها

استفاده از ابزار و تکنولوژی مناسب در گلخانه‌ها در موفقیت برنامه کنترل بیولوژیک بسیار مهم می‌باشد. در این راستا تغییرات بسیاری با صرف هزینه نسبتاً کم در ساختار سازه‌ها امکان پذیر می‌باشد که می‌توان به نصب توری مناسب در محل دریچه‌ها و یا نصب دو درب در مسیر ورودی به نحوی احتمال ورود آفات از محیط اطراف به دورن گلخانه محدود کرد. مثلاً در برخی از کشورها (مراکش) لزوماً "پلاستیک به عنوان پوشش گلخانه‌ها استفاده نمی‌گردد بلکه از توری‌های با روزنه‌های بسیار کوچک که حتی از نفوذ آفات ریزی مانند تریپس جلوگیری می‌کنند، استفاده می‌گردد. این نوع پوشش‌ها می‌توانند در مناطق جنوبی ایران (جیرفت) نیز قابل استفاده باشند و در سایر نقاط برای نصب در دریچه‌های تهویه قابل توصیه است. البته برای تهویه بیشتر و بهتر می‌توان سطح بیشتری را برای دریچه‌ها در فصول گرم سال در نظر گرفت.

فهرست منابع و مآخذ.

- امامی، م. س. و اربابی، م. (۱۳۸۴) مطالعه حشرات شکارگر کنه قرمز اروپایی در سمیرم اصفهان و بررسی زیست شناختی کفشدوزک *Stethorus gilvifrons* Mulsant در آزمایشگاه. مجله زیست شناسی ایران ص ۱۵۷-۱۶۴.
- حاجی زاده، ج (۱۳۷۴). شناسایی کفشدوزکهای جنس *Stethorus* Weise در استان تهران و مطالعه بیولوژی، کارایی و امکان پرورش انبوه کفشدوزک . (*S. gilvifrons* Muls.) دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران.
- حاجی زاده، ج (۱۳۸۳) کفشدوزک های کنه خوار جنس *Stethorus* Weise و نقش آنها در کنترل کنه های زیان آور گیاهی. در آزما مینا و میراب زاده عباس، در " مباحثی پیرامون کاربرد دشمنان طبیعی در کنترل بیولوژیک آفات " (۱۳۸۳) ص ۱۱۷-۱۴۷.
- رضوانی، ع ۱۳۸۳؛ شته های درختان و درختچه های ایران. انتشارات مؤسسه. تحقیقات آفات و بیماری های گیاهی، تهران ۲۷۰ صفحه
- رضوانی، ع ۱۳۸۰؛ کلید شناسایی شته های ایران ناشر: سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، دفتر خدمات و تکنولوژی آموزشی (نشر آموزش کشاورزی) ۳۰۵ صفحه
- Albajes, R., Gullino, M. L. van Lenteren, J. C. Elad Y. (1999). Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops. Published by Springer, 545 pp.
- Ardeh M.J. (2004) Whitefly control potential of *Eretmocerus* parasitoids with different reproductive modes. Ph. D Thesis Wageningen univ. 112pp.
- Barbosa, P. Castellanos I. (2005) Ecology of predator-prey interactions. Published by Oxford University Press US, 394 pp.
- Bellows, T. S. Fisher, T. W. Caltagirone L. E. (1999) Handbook of biological control: principles and applications of biological control. Published by Academic Press, 1046 pp.
- Chang, G.C., Kareiva, P., (1999). The case for indigenous generalists in biological control. In: Hawkins, B.A., Cornell, H.V. (Eds.), 234 W.E. Snyder et al. / Biological Control 30 (2004) 229-235 Theoretical Approaches to Biological Control. Cambridge University Press, New York, pp. 103-115.
- Dent D. (2000) Insect pest management. Published by CABI, 410 pp.
- Dixon A. F. G. (2000) Insect predator-prey dynamics: ladybird beetles and biological control. Published by Cambridge University Press, 257 pp.
- Edson K. M., Vinson S. B., Stoltz D. B. and Summers M. D. (1981) Virus in a parasitoid wasp: Suppression of the cellular immune response in the parasitoid's host. Science 211, 582-583.

- Flint, M. L. Dreistadt, S. H. Clark J. K. (1999). Natural Enemies Handbook: The Illustrated Guide to Biological Pest Control. Published by University of California Press, 154 pp.
- Fransen, J.J. and van Lenteren J.C. (1994). Survival of the parasitoid *Encarsia formosa* after treatment of parasitized greenhouse whitefly larvae with fungal spores of *Aschersonia aleyrodis* . Entomologia Experimentalis et Applicata. 71: 235-243.
- Gaugler R. (2002) Entomopathogenic nematology. Published by CABI, 388 pp.
- Godfray H. C. J. (1993) Parasitoids: behavioral and evolutionary ecology. Published by Princeton University Press, 473 pp.
- Gonçalves M. A. Almeida L. (2005) Biology of two parasitoids of leafminers *Liriomyza* spp., *Diglyphus isaea* and *D. poppoea*, in southern Portugal. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol.3 (2): 154 - 156.
- Gorski R; B, Eajfer (2003) Control of red spider mite on indoor crops using the ladybird *Stethorus punctillum*. Ochrona-Roslin. 2003, 47: 1, 10-11.
- Greenstone M. H. Pfannenstiel R. S. (2005). Overview of the role of generalist predators in biological control. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods. USDA Forest Service Publication FHTET. 438-479.
- Grewal, P. S., Ehlers, R. U. Shapiro, D. I. (2006). Nematodes as biocontrol agents. Published by CABI, 505 pp.
- Hajek A. E. (2004) Natural enemies: an introduction to biological control. Published by Cambridge University Press, 378 pp.
- Hoebeke, E.R., Sensenbach, E.J., Sanderson, J.P., Wraight, S.P. (2003) First report of coenosia attenuata stein (diptera: muscidae), an old world 'hunter fly,'. Proceedings of the Entomological Society of Washington. 105, 769-775.
- Hu, J.S., Gelman, D.S. and Blackburn, M.B. (2002). Growth and development of *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) in the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae): Effect of host age. Archives of Insect Biochemistry and Physiology. 49: 125-146.
- Jolivet P. (1998) Interrelationship Between Insects and Plants. Published by CRC Press, 309 pp.
- Kaushik N. (2004) Biopesticides for sustainable agriculture: prospects and constraints. Published by TERI Press, 239 pp.
- Madsen, M., Terkildsen, S., and Toft, S. (2004). Microcosm studies on control of aphids by generalist arthropod predators: effects of alternative prey. BioControl 49, 483-504.
- Mead, D.L. and Byrne, D.N. (1991): The use of *Verticillium lecanii* against subimaginal instars of *Bemisia tabaci* . Journal of Invertebrate Pathology. 57 : 296–298.
- Murdoch WW, Chesson J, Chesson PL. (1985) Biological control in theory and practice. American Naturalist. 125:344–366.

- Naher L. Haque M. (2007) Biological Control of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) Using *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae). Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6): 550-553.
- Obrycki, J. J. and T. J. Kring. (1998) Predaceous Coccinellidae in biological control. Annu. Rev. Entomol 295-321.43.
- Parrella, MP (1987) Biology of *Liriomyza*, Annual Review of Entomology 32, 201-224.
- Poinar, G. Poinar R. (1998) Parasites and pathogens of mites. Annu. Rev. Entomol.. 43:449-69.
- Salvo I. A. Valladares G. R. (2007) Leafminer parasitoids and pest management. Cien. Inv. Agr. 34(3): 125-142. 2007
- Sinclair A. R. E., Fryxell, J. M., Caughley G.; (2006). Wildlife ecology, conservation, and management. Edition: 2, Published by Wiley-Blackwell 469 pp.
- Smith H.A Evans G.A. Mensorley R. (2000) A survey of parasitoids of *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (homoptera: aleyrodidae) in eastern guatemala. Florida Entomologist 83 (4) 492-496.
- van Driesche R. Hoddle M. S. (1998) Western Flower Thrips in Greenhouses: A Review of its Biological Control and Other Methods. <http://www.biocontrol.ucr.edu/WFT.html>
- van Emden, H. F. Harrington R. (2007) Aphids as crop pests. Published by CABI, 717pp.
- van Lenteren J. C. (2003) Quality control and production of biological control agents: theory and testing procedures Published by CABI, 327 pp.
- van Lenteren J.C. (2006). IOBC Internet Book of Biological Control. IOBC. 96pp.
- van Lenteren J C, Woets J (1988) Biological and integrated pest control in greenhouses. Annu Rev Entomol 33: 239-269.
- van Roermund, J.J.W. and van Lenteren, J.C. (1992). The parasite host relationship between *Encarsia formosa* (Hymenoptera: Aphelinidae) and *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) XXXV. Life History Parameters of the Greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* , and the parasitoid *Encarsia formosa* . Wageningen Agricultural University Papers. 92. 106-47.
- Winotai A (2007). Utilization of native predatory fly, *Coenosia exigua* (Diptera: Muscidae), for biocontrol of *Liriomyza huidobrensis*. NIAES International Symposium Invasive Alien Species in Monsoon Asia: Status and Control. (Oct. 22-23,)
- Zheng, I. Zhou, y., Song k. (2005) Augmentative biological control in greenhouses in china. Second International Symposium on Biological Control of Arthropods.538-545.

**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Principals of Biocontrol for Greenhouses Production

M.J Ardeh & M. Ghazavi

2010

**Ministry of Jihad-e-Agriculture
Agricultural Research Education & Extension Organization
Iranian Research Institute of Plant Protection**

Principals of Biocontrol for Greenhouses Production

M.J Ardeh & M. Ghazavi

2010

ISBA: 978-600-5916-04-1