کنه‌های شکارگر Phytoseiidae و کنترل بیولوژیکی حفاظتی

سجاد رحیمی[1]، دانشجوی کارشناسی‌ارشد حشره‌شناسی کشاورزی
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

افزایش بازده محصولات کشاورزی برای تأمین غذای جمعیت رو به رشد این سیاره و همچنین ارائه غذای باکیفیت‌تر با در نظر گرفتن نکات سلامتی و جلوگیری از آلودگی برای پایداری منابع از عواملی است که امروزه به عنوان یک اصل در کشاورزی در نظر گرفته می شود. در چندین کشور اقدامات مختلفی برای محدود کردن استفاده از آفت‌کش‌ها انجام شده است. به‌عنوان‌مثال، در سال ۲۰۰۹ مجلس و شورای اروپا دستورالعملی (EC/2009/128) با هدف دستیابی به استفاده پایدار از آفت‌کش‌ها، کاهش خطرات سلامتی و ترویج استفاده از مدیریت تلفیقی آفات و دیگر راهبردهای جایگزین محافظت از گیاهان تعیین کردند. برنامه‌های ملی باید در راستای رسیدن به چنین اهدافی (آموزش متخصصین، مقررات فروش آفت‌کش‌ها، تجهیزات استفاده از آفت‌کش‌ها) اجرا شود. در فرانسه طرح Ecophyto با هدف " کاهش مصرف آفت‌کش‌ها به نصف " تا سال ۲۰۲۵ پایه‌گذاری شده است. خانواده Phytoseiidae از کنه‌ها دارای بیش از ۲۴۰۰ گونه در سراسر جهان است که معمولاً در قالب سه راهبرد کنترل بیولوژیکی استفاده می‌شود.

Phytoseiulus persimilis

نخست، کنترل بیولوژیک کلاسیک (Classic) که شامل کنترل آفات تهاجمی و معرفی دشمنان طبیعی در منطقه مورد هدف، از ناحیه منشأ آفت است. این اقدامات معمولاً گران است و توسط دولت تأمین می‌شود. یک نمونه معرفی موفقیت‌آمیز *Typhlodromalus aripo* برای کنترل *Mononychellus tanajoa* در آفریقا است.

استراتژی دوم، کنترل بیولوژیک افزایشی (Augmentative)، شامل رهاسازی توده‌ای دشمنان طبیعی (بومی و غیربومی) در محصولات است. دشمنان طبیعی به‌طورمعمول توسط شرکت‌های خصوصی تجارتی می‌شوند و تولیدکنندگان محصولات کشاورزی باید آن‌ها را برای رهاسازی خریداری کنند. این دشمنان طبیعی معمولاً برای شکار خود تخصصی هستند و این راهبرد اساساً در گلخانه‌ها به‌کار گرفته می‌شود.یک مثال آن رهاسازی توده‌ای *Phytoseiulus persimilis* در گلخانه‌ها با یک بازار جهانی برابر با دوازده درصد کل بازار دشمن طبیعی‌است.سومین‌راهبرد،کنترل‌بیولوژیک‌حفاظتی(Conservation) شامل نگهداری و حفاظت دشمنان طبیعی در اکوسیستم کشاورزی، از طریق مدیریت آن است. این راهبرد کنترل بیولوژیکی معمولاً برای کنترل آفات بومی، به‌ویژه در فضاهای باز و محصولات چندساله بکار می‌رود. اکثر کنه‌های شکارگر عمومی‌خوار هستند (توانایی تغذیه از روی چندین شکار و همچنین روی ترشحات گیاهان، گرده و قارچ‌ها را دارند) و در اکوسیستم‌های کشاورزی به‌طور طبیعی روی محصولات و پوشش گیاهی مجاور فعال هستند. چنین خصوصیاتی آن‌ها را به‌عنوان گزینه‌های مناسبی برای ارائه خدمات اکوسیستم به عنوان دشمنان طبیعی گونه‌های آفات تبدیل می‌کند که می‌تواند نقشی در کاهش استفاده از آفت‌کش‌ها داشته باشد. برای اجرای کنترل بیولوژیک حفاظتی به یک دانش یکپارچه از تنوع زیستی کنه‌های شکارگر برای تعیین عوامل مؤثر بر

1. sajad.rahimi@ut.ac.ir

حضور این دشمنان طبیعی در نواحی تجمع و پراکندگی آن‌ها بین آن نواحی و محصولات موردنیاز است.

گیاهان به‌عنوان مناطق حفاظت‌شده برای کنه‌های شکارگر

اغلب کنه‌های شکارگر از خانواده Phytoseiidae به گونه‌های معینی از شکار وابسته نیستند، زیرا آن‌ها عمومی‌خوار هستند بااین‌حال، به‌شدت تحت تأثیر ویژگی‌های گیاه، به‌ویژه ساختار فیلوپلان (Phylloplan) هستند. بعضی از محققین گزارش دادند که ویژگی‌های فیلوپلان (ویژگی‌های فنوتیپی سطح برگ)، تراکم کنه‌های شکارگر را بیش از دسترسی به شکار تحت تأثیر قرار می‌دهد. مک مورتی و همکارانش در سال ۲۰۱۳، خانواده Phytoseiidae را به چهار دسته اصلی بسته به عادات غذایی تقسیم کردند: ۱- تخصصی ۲- انتخابی ۳- عمومی ۴-گرده‌خوار.

دوماتیا (Domatia) و برگ کرکی، ویژگی‌های گیاهی ثبت شده‌ای هستند که بیشتر بر رفتار و زیست‌شناسی کنه‌ها مؤثر است. اشمیت در ۲۰۱۴ بازنگری بسیار خوبی از این روابط را ارائه داد. فرضیه‌های پیشنهادشده برای توضیح چنین روابط عبارت‌اند از:

۱- فرار از هم‌خوارگی و شکارگری ۲- حفظ شرایط مناسب رطوبت، به‌ویژه برای بقای تخم‌ها ۳- نگهداری گرده و دیگر مواد غذایی حاضر در دوماتیا.

Acarodomatia

بااین‌حال، برخی از ساختارها برای کنه‌های شکارگر مناسب نیستند. به‌عنوان نمونه، گزارش‌شده تریکوم‌های غده‌ای Solanaceae شکارگرها را به دام می‌اندازند و مانع حرکت آن‌ها می‌شوند. ساختارهایی که مؤثر بر کنه‌های شکارگر هستند کاملاً مشخص نیستند. برای نمونه مطالعات کمی بر روی ارتفاع رگبرگ، حضور نکتارها، انواع تریکوم‌ها و دوماتیا متمرکز شده است. حتی گفته‌شده است گال‌های قدیمی کنه‌های Eriophyid می‌توانند به‌عنوان پناهگاهی برای کنه‌های شکارگر استفاده شوند. بعضی از نویسندگان نشان دادند که شهدهای خارج گل (EFN) تأثیر مثبتی بر پیشرفت کارایی کنه‌های شکارگر دارند. افزودن قند مصنوعی (نکتارهای ساختگی) بر روی *Vitis riparia* و *Vitis munsoniana*، تراکم کنه‌های قارچ‌خوار (برخی از Phytoseiidae و بسیاری از Tydeiidae) را افزایش داده و بر روی سفیدک پودری تأثیر منفی مرتبطی گذاشت.

گرده نیز می‌تواند بر تراکم کنه‌های شکارگر مؤثر باشد. بعضی از آن‌ها حتی روی گرده بهتر از گل رشد می‌کنند. مطالعات متعددی نیز نشان داد که گیاهانی با برگ‌های مودار می‌توانند گرده را بهتر از گیاهانی که دارای برگ‌های صاف هستند به دام اندازند. در سال ۲۰۰۳ گزارش شد بر روی برگ‌های مودارتر سیب به دلیل بیشترین مقدار گرده و اسپور قارچ، تراکم‌های بالاتری از *Typhlodromus pyri* وجود دارد.

بعضی از نویسندگان نیز گزارش دادند که برخی از گونه‌های کنه‌های شکارگر می‌توانند از گیاهان تغذیه کنند. شواهدی از رفتار تغذیه گیاهی روی آووکادو دیده می‌شود که نشان می‌دهد ویژگی‌های گیاهی بر رفتار تغذیه گیاهی تأثیر می‌گذارد. بافت گیاهی ممکن است یک غذای جایگزین و منبع آب باشد اما به دلیل کم بودن ارزش تغذیه‌ای آن اجازه تولید تخم را نمی‌دهد؛ بنابراین معلوم نیست که آیا آن شکارگرها هنگام استفاده از منابع غذایی دیگر از گیاهان تغذیه می‌کنند؟ تأثیر ترکیبات گیاهی در ارتباط بین گیاهان و کنه‌های گیاهی به‌خوبی بررسی نشده است. ارتباط میان کنه‌های شکارگر و گیاه پیچیده است و تمام عوامل مؤثر بر وقوع آن‌ها روی گیاهان شناخته‌شده نیستند.

بیش از ۳۷۴،۰۰۰ گونه گیاهی (۲۰۱۶) و ۲۴۰۰ گونه کنه‌های شکارگر (۲۰۱۸) وجود دارد. این تعداد کلان از گیاه و کنه شکارگر، به‌وضوح تعاملات پیچیده و بی‌شمار را باعث خواهد شد.

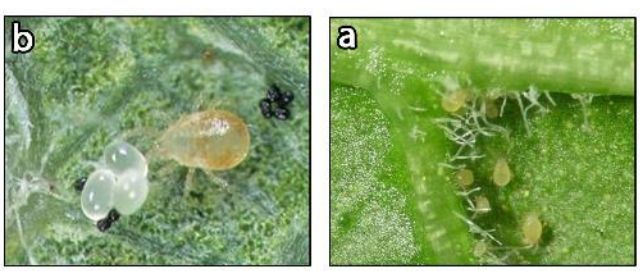
در چارچوب کنترل بیولوژیک حفاظتی، دانستن اینکه کدام گیاهان موردعلاقه کدام یک از کنه‌های شکارگر هستند، یک گام کلیدی است.

چگونه می‌توان گیاهان موردعلاقه را برای گونه‌های کنه‌های شکارگر مدنظر تعیین کرد؟

اطلاعات مربوط به وقوع گونه‌های کنه‌های شکارگر روی گیاهان از چندین نشریه مربوط به بررسی‌های فونتیک موجود است. چالش اصلی بازیابی، جمع‌آوری و تجزیه‌وتحلیل این اطلاعات برای تعیین اینکه کدام گونه‌های شکارگر در محصولات حاضر هستند و احتمال پیدا کردن این گونه‌ها در گیاهان غیر محصول چقدر است، می‌باشد.

تیکسیر و همکارانش، این اطلاعات را از ۱۹۵۹ نشریه در پایگاه داده حاوی ۳۰۶۸۴ گزارش در سراسر جهان از ۲۴۰۰ گونه Phytoseiidae، روی ۴۹۰۰ گونه گیاهی در دویست و بیست و هشت کشور، گردآوری کرده است.

این پایگاه داده اجازه می‌دهد تا گونه‌های کنه‌های شکارگر گزارش‌شده برای هر گیاه و محل را تعیین کرد. به‌عنوان مثال از اطلاعات استخراج شده از پایگاه داده، جدول ۱ شامل گونه‌های کنه‌های شکارگر در سراسر جهان روی *Convolvulus arvensis* که یک‌گونه علف هرز معمولی است را نشان می‌دهد. بیست‌وپنج گونه متعلق به یازده جنس ثبت شده است و از میان آن‌ها شانزده مورد یک‌بار گزارش شدند. سه گونه *Amblyseius swirski (a)*، *P. persimilis* و *Typhlodromus athiasae (b)* بیشتر دیده شده است.



هدف این است که از اطلاعات موجود در این پایگاه داده برای تعیین و پیش‌بینی احتمال وقوع گونه‌های کنه‌های شکارگر در گیاهان محصول و غیرمحصول استفاده شود. در همین خصوص، سه رویکرد پیشنهاد شده است. اولاً، تجزیه‌وتحلیل اطلاعات برای تعیین نحوه توزیع فعلی کنه شکارگر می‌تواند به تعیین گونه‌هایی که احتمالاً محصولات (مثلاً انگور و مرکبات) در مناطق مختلف جهان یافت می‌شود، کمک کند. سپس، برای شایع‌ترین گونه‌های کنه‌های شکارگر، گیاهان غیرمحصول محتمل آن‌ها را موردبررسی قرار دهند. دوم، به دلیل اینکه صفات گیاهی بر تنوع کنه‌های شکارگر تأثیر می‌گذارد، تجزیه‌وتحلیل وقوع آن‌ها در رابطه با برخی از صفات گیاهی به‌منظور تعیین اینکه ویژگی‌های گیاهان می‌توانند شاخص‌های حضور برخی از گونه‌های کلیدی کنه‌های شکارگر باشد، فراهم شود. درنهایت به دلیل اینکه ارتباط بین گیاهان و کنه‌های شکارگر ممکن است یک اساس تکاملی داشته باشد، تجزیه‌وتحلیل روابط فیلوژنتیکی گیاهان و تنوع گونه‌های کنه‌های شکارگر مرتبط، به‌منظور تعیین نحوه استفاده از خانواده یا جنس گیاهان برای پیش‌بینی وقوع گونه‌های کنه‌های شکارگر فراهم شود.

با این‌وجود نواقصی نیز قابل‌ذکر است چراکه محدودیت مشترک برای این سه رویکرد این است که تراکم کنه‌های شکارگر همیشه در نشریات ثبت نشده است. علاوه بر این، روش‌های نمونه‌گیری و نحوه گزارش نتایج متفاوت است که برای تعمیم دادن به‌طورکلی دچار تردید می‌شویم.

TABLE 1 | Species of predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and number of reports on *Convolvulus arvensis* L. around the world.

Genus	Species	Number of reports
Amblyseius	*andersoni*	1
	largoensis	2
	meridionalis	1
	swirskii	1
Euseius	*stipulatus*	3
Galendromimus (Nothoseius)	*borinquensis*	1
Galendromus (Galendromus)	*occidentalis*	1
Phytoseiulus	*macropilis*	1
	persimilis	6
Neoseiulus	*californicus*	2
	comitatus	1
	conterminus	1
	fallacis	1
	herbarius	1
	longilaterus	1
	umbraticus	1
	setulus	1
Phytoseius	*plumifer*	3
Proprioseiopsis	*messor*	2
	rotundus	1
Typhlodromips	*sessor*	1
Typhlodromus (Anthoseius)	*recki*	3
	kerkirare	1
Typhlodromus (Typhlodromus)	*athiasae*	4
	pyri	2

Data are issued from the own author database: occurrence of predatory mite species and their associated number of records all over the world (unpublished data).

جدول ۱- گونه‌های کنه‌های شکارگر Phytoseiidae و تعداد گزارش آن‌ها بر روی *Convolvulus arvensis* در سرتاسر جهان.

روابط تکاملی بین گیاهان و کنه‌های شکارگر

در این خصوص فرضیاتی مطرح است: (۱) گیاهان و کنه‌های شکارگر دارای یک تاریخ تکاملی مشترک هستند (۲) یک رابطه فنولوژیکی بین گیاه و کنه‌های شکارگر وجود دارد. وبر و همکاران در ۲۰۱۶ نشان دادند که شصت‌ویک درصد از هشتادوهفت خانواده گیاهی شامل گونه‌های Domatia هستند. همچنین گزارش شده است که آن‌ها دارای گونه‌های با شهدهای خارج از گل (EFNs) نیز هستند و این دو ویژگی به طور تصادفی در همان کلادها (Clades) در دولپه‌ای‌های

نو (Eudicots) رخ داده است. البته این محقق در ۲۰۱۲ نیز بر روی جنس Viburnum تمرکز کرد و بیان کرد که شهدهای خارج از گل (EFNs) و دوماتیای کنه با هم ایجادشده‌اند و این دو ویژگی به لحاظ تکاملی یک همبستگی دارند. چگونه این تکامل گیاه (و روابط) می تواند بر تنوع کنه شکارگر تأثیرگذار باشد؟ اثرات افزایشی زیستگاه (Domatia) و موادغذایی (EFNs) بر روی فراوانی کنه‌های شکارگر به‌ویژه کنه‌های Tydeidiae و همچنین به میزان کمتر در Phytoseiidae نیز موردبررسی قرار گرفته است. دسترسی به پایگاه داده مورداستفاده توسط متخصصان تکامل- اکولوژی گیاهان و برآورد اطلاعات مربوط به وقوع کنه‌های شکارگر ممکن است اساس را برای ارزیابی رابطه میان گیاه و کنه‌های شکارگر ارائه دهد.

مدیریت جنگل زارعی (Agroforestry)

مطالعات کمی بر روی تأثیر مدیریت جنگل زراعی (کاشت درختان در محصولات زراعی) بر است که در آن انگورها با درخت بارانک *Sorbus domestica* یا کاج کندر *Pinus pinea* کاشته شده‌اند. یک بررسی ده‌ساله نشان داد که جنگل زراعی تنوع زیستی را افزایش نمی‌دهد. در این بررسی بیان شد ویژگی‌های ارقام درخت انگور تراکم کنه‌های شکارگر را نسبت به مدیریت جنگل زراعی بیشتر تحت تأثیر قرار می‌دهند. علاوه بر این، اثر جنگل زراعی با توجه به ارقام انگور متفاوت بود. روی واریته Grenache، تراکم‌های پایین‌تر در انگورهای کاشته شده با درخت بارانک و تراکم بالاتر در انگورهای کاشته شده با کاج کندر در مقایسه با قطعه‌های تک‌کشتی مشاهده شد.

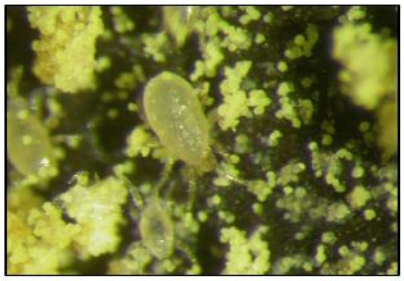
در پایان این کار چندین فرضیه مطرح شد:

(۱) کیفیت و مقدار مختلف گرده تولیدشده توسط دو درخت کاشته شده (همراه کاج کندر، گرده‌افشانی شونده توسط باد؛ درخت بارانک گرده‌افشانی شونده توسط حشرات).

(۲) توانایی‌های مختلف ارقام Grenache و Syrah برای به دام انداختن گرده با توجه به کرک‌های مختلف برگ‌هایشان.

(۳) تأثیر بر زیستگاه های کنه‌های شکارگر به علت تفاوت در تحمل تنش‌های خشکی، با توجه به درختان کاشته‌شده همراه.

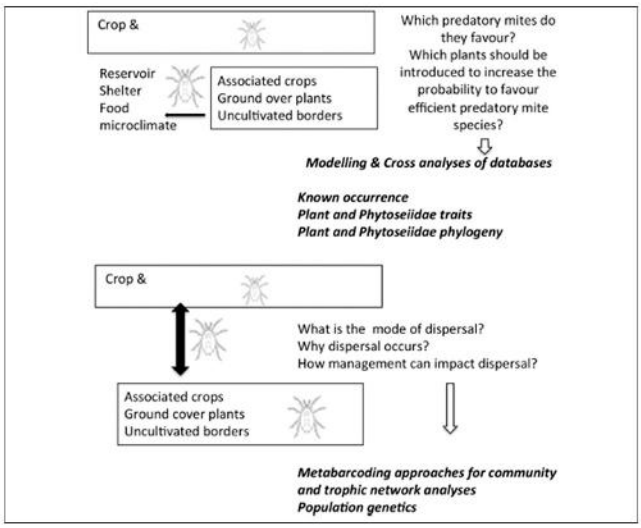
با وجود این مطالعه ده‌ساله، هیچ نتیجه‌گیری روشنی مبنی بر اثر مثبتی از مدیریت جنگل‌زراعی با توجه به درختان کشت شده همراه *P. pinea* و *S. domestica* نمی‌توان گرفت. ممکن است تعاملات پیچیده‌ای بین فیزیولوژی گیاه (مثلاً استرس) و کنه‌های شکارگر وجود داشته باشد. به‌علاوه، تأثیرات با توجه به درختان کاشته شده همراه متفاوت است و می‌توانیم فرض کنیم که دیگر درخت‌های موجود به‌خصوص ترجیحاً در مورد *Kampimodromus aberrans* (Phytoseiidae) می‌توانند جالب‌تر باشند (مانند *C. Australis* یا *F. carica*).



K. aberrans

مدیریت زراعی اکوسیستم برای تعیین ساختارهای جمعیت کنه های شکارگر، روی گیاه یا خارج از آن، می‌تواند پاسخگوی مناسبی باشد و می‌تواند عامل حفاظت برای کنه‌های شکارگر باشد (به‌عنوان‌مثال تأمین غذای جایگزین) اما در کنار آن می‌تواند شرایط میکروکلیمای موجود نیز تأثیرگذار باشد. البته باید گفت تعاملات و روابط پیچیده‌ای در این بین وجود دارد یعنی حضور کنه‌ی شکارگر روی گیاه غیر زراعی الزاما باعث بروز کنترل بیولوژیک در گیاه زراعی مجاور خود نخواهد شد. پس در اینجا مقیاس مدیریت زراعی اکوسیستم اهمیت پیدا می‌کند و متأثر از مسائل مختلفی است.

واضح است که پیشرفت روش‌های شناختی (متابارکدینگ، ژنتیک جمعیت) و تحلیلی (تجزیه‌وتحلیل متقابل پایگاه داده) نوین و همچنین رویکردهای بین‌رشته‌ای (برای مثال، گیاه‌شناسی، اکولوژی گیاه و کنه، زراعت، اکو فیزیولوژی گیاه، ژنتیک و غیره) چشم‌اندازی از آینده برای مدیریت بهتر سیستم‌های کشاورزی و افزایش تعاملات مثبت بیولوژیکی را تشکیل می‌دهد.



Synthesis of the key Questions and Further Future Approaches (in Bold and Italics) for Agro-Environmental Management of Predatory Mites in Agro-Ecosystem.

منبع:

Tixier, M. S. 2018. Predatory mites (Acari: phytoseiidae) in agro-ecosystems and conservation biological control: a review and explorative approach for forecasting plant-predatory mite interactions and mite dispersal. Frontiers in Ecology and Evolution. 6:12.