Applied Entomology and Phytopathology **آفات و بیماری‌های گیاهی**

Vol. 92, No. 1, Sep. 2024 **جلد۹۲، شماره ۱، شهریور ۱۴۰۳**

DOI: 10.22092/jaep.2024.366055.1518

مقاله ترویجی

تجربه مدیریت تلفیقی آفات خیار گلخانه بر پایه کنترل بیولوژیک با عوامل تولید داخل

شهریار عسگری[۱]✉، شهرام فرخی[۲]، سیدحسن ملکشی[۳]، شهرام نعیمی[۴]، مسعود اربابی[۵]، شهرام شاهرخی[۶]

۱- استادیار، بخش تحقیقات کشت گلخانه‌ای، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی تهران، ورامین، ایران؛ ۲، ۳، ٤، ٥، ٦- دانشیار، استادیار، دانشیار، استاد، دانشیار، مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: خرداد ۱۴۰۳؛ تاریخ پذیرش: مهر ۱۴۰۳)

چکیده

مدیریت آفات بر پایه بیولوژیک (تیمار) با مدیریت بر پایه شیمیایی مرسوم کشاورز (شاهد)، در فصل کشت زمستانه-بهاره (۱۴۰۱-۱۴۰۰) در دو گلخانه ۱۳۰۰ مترمربعی خیار با ساختار فلزی منطقه ورامین، مقایسه شد. آفات با تقویت جمعیت طبیعی مگس شکارگر سنوزیا (*Coenosia attenuata*) و رهاسازی عوامل بیولوژیک (سه گونه کنه شکارگر *Neoseiulus californicus, Phytoseiulus persimilis, Amblyseius swirskii*) تولید داخل و بیماری‌های هوازاد و خاکزاد به‌ترتیب با قارچ‌کش‌های شیمیایی و زیستی کنترل شدند. پایش آفات دو گلخانه یک هفته در میان، به‌روش‌های: مشاهده و پرچم زدن گیاهان آلوده، نمونه‌برداری تصادفی از ۱۵ بوته و ثبت تعداد آفات در تله‌های کارتی چسبناک انجام شد. درصد آلودگی بوته‌ها به تریپس بالا و در هر دو گلخانه تیمار (٦۲ درصد) و شاهد (۳۱ درصد) زیاد بود. آلودگی به سفیدبالک و مگس مینوز دیده شد ولی به‌خوبی توسط مگس شکارگر سنوزیا در هر دو گلخانه کنترل شد. کنه‌های شکارگر نیز توسعه جمعیت کنه تارتن را در گلخانه تیمار متوقف کردند. عوامل بیولوژیک تا دمای میانگین روزانه ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت حداقل ٦۰-۵۰ درصد کنترل قابل قبولی روی آفات داشتند و می‌توانند جایگزین مناسبی برای کنترل شیمیایی مرسوم باشند.

واژه‌های **کلیدی**: محصول سالم، غیرشیمیایی، آفت، بیماری، پارازیتوئید، شکارگر

The experience of integrated management of cucumber greenhouse pests based on biological control with indoor produced agents

S. ASGARI[1]✉, S. FARROKHI[2], S.H. MALKESHI[3], S. NAEIMI[4], M. ARBABI[5], S. SHAHROKHI[6]

1. Assistant Profesor, of Greenhouse Cultivation Research Dept., Tehran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Varamin, Iran; 2, 3, 4, 5, 5. Associated, Assistant, Associated Profesor, Profesor, Associated Profesor, Iranian Research Institue of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran

Abstract

In two metal structure cucumber greenhouses (each unit ~1300 $m^{2)}$ in Varamin region, an IPM program based on biological control (treatment) was compared with the conventional pest control method (control) during winter-spring cultivation season (2021-2022). In the treatment greenhouse, pests were controlled by augmenting hunter fly, *Coenosia attenuata*, population and releasing indoor produced biological control agents of three predatory mite species, *Neoseiulus californicus*, *Phytoseiulus persimilis*, and *Amblyseius swirskii*. Moreover, air-borne and soil-borne diseases were managed with chemicals and bio-fungicides, respectively. Pest monitoring of two greenhouses was done every other week by three methods including a) observational survey and flaging the attacked plants, b) random sampling of 15 plants, and c) recording the number of pests on the sticky card traps. Percentage of plants infested with thrips was high in both treatment (62%) and control (31%) greenhouses. Leaf miners and whiteflies infestations were observed, but well controlled by predatory fly, *C. attenuata*, in both greenhouses. Predatory mites also stopped the development of spider mite population in the treatment greenhouse. Biological agents had an acceptable control on pests at average daily temperature up to 25°C and humidity of at least 50-60% and therefore, they can be a suitable alternative to conventional chemical control.

Keywords: Healthy product, non-chemical, pest, disease, parasitoid, predator

✉ **sh.asgari@areeo.ac.ir**

©2024, The Author(s). Published by Iranian Research Institute of Plant Protection (IRIPP). This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0)

مقدمه

سطح زیرکشت سبزی و صیفی جات گلخانه‌ای کشور در سال ۱۳۹۹ در حدود سیزده هزار هکتار بوده و خیار گلخانه ای با سطح تقریبی ۷۵۰۰ هکتار و متوسط عملکرد ۲۵۵ تن در هکتار (۲۵/۵ کیلو در مترمربع)، ۵۹ درصد سطح گلخانه‌ها را به‌خود اختصاص داده است و استان تهران با ۲۵۰۱ هکتار بیشترین سطح زیر کشت خیار گلخانه‌ای را در بین استان‌های کشور داشته است (Ahmadi *et al.* 2021). سالانه بیش از ۲ میلیون تن خیار گلخانه‌ای تولید می‌شود که فصل کشت آن برای حصول بیشترین سودآوری، عمدتاً زمستانه–بهاره می‌باشد. حداقل پنج آفت مهم در گلخانه‌های خیار خسارت می‌زنند که شامل شته‌ها، سفیدبالک‌ها، تریپس‌ها، مگس‌های مینوز و کنه‌ها هستند و بیشترین فعالیت و خسارت کمی و کیفی در این دوره روی محصول خیار گلخانه‌ای مربوط به کنه‌های تارتن است (Arbabi 2019). کنترل این آفات در بیشتر واحدهای تولیدی از جمله در استان تهران عمدتاً شیمیایی است که چون خیار مصرف تازه‌خوری دارد اثرات آن مستقیماً با سلامت مصرف کننده ارتباط دارد. بنابراین ضرورت تحقیق و بکارگیری روش‌های کم خطر، کارآمد، پایدار و اقتصادی به‌ویژه کنترل بیولوژیک، بیش از پیش مورد تأکید می‌باشد. کنترل بیولوژیک از سالم‌ترین و کارآمدترین روش‌های کنترل آفات می‌باشد. کارآمدی انواع شکارگرها و پارازیتوئیدهای آفات محصولات گلخانه‌ای وابسته به‌شرایط مناسب محیطی (میانگین دمای روزانه کمتر از ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت بیش از ۵۰ درصد) است، در حالی‌که مجهز نبودن گلخانه‌ها به سیستم‌های خنک کننده و تأمین کننده رطوبت کافی، عمدتاً در ماه‌های گرم بهار و تابستان (میانگین دمای بالای ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت کمتر از ٤٠ درصد) باعث محدودیت فعالیت عوامل مفید و کنه‌های شکارگر می‌باشد. از طرف دیگر به‌کارگیری آفت‌کش علیه آفات و بیماری‌های خیار گلخانه‌ای از دیگر محدودیت‌های بهره‌برداری از این عوامل مفید می‌باشد (Arbabi 2019).

تحقیقات متعددی در کاربرد عوامل بیولوژیک علیه آفات گلخانه در کشور انجام شده است (Shirazi *et al.* 2014، Farrokhi *et al.* 2013a,b, 2014، Arbabi 2007 Arbabi & Baniameri 2012 و Shahrokhi 2013) ولی به‌شکل یک بسته مدیریتی شامل تمام عوامل بیماری‌ها و آفات در یک دوره تولید نبوده است؛ تنها گزارش که به‌شکل بسته کامل مدیریت آفات در گلخانه خیار و گوجه‌فرنگی با عوامل بیولوژیک وارداتی (از شرکت هلندی کوپرت، Koppert) کار کرده‌اند مربوط به Farrokhi *et al.* (2013c) هست که عملکرد عوامل بیولوژیک را موفق ارزیابی کرده‌اند.

در این پروژه تلاش شد تا با مدیریت تلفیقی آفات، با محوریت کنترل بیولوژیک و بهره‌برداری از عوامل مفید، شامل قارچ‌کش‌های زیستی تجاری داخلی و دشمنان طبیعی شامل شکارچیان و پارازیتوئیدهای آفات که توسط مجریان پروژه پرورش داده شدند، محصول سالم در گلخانه‌های خیار بهره‌برداران منطقه جنوب استان تهران تولید گردد.

مواد و روش‌ها

پرورش عوامل بیولوژیک

عوامل بیولوژیک مورد نیاز طبق جدول ۱، توسط مجریان پروژه در مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی استان تهران و مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور به‌میزان مورد نیاز پرورش داده و بهره‌برداری شدند؛ جمعیت طبیعی اولیه مگس شکارگر سنوزیا (*Coenosia attenuata* Stein) در هر دو گلخانه تیمار و شاهد حضور داشتند. برای تقویت جمعیت اولیه، در گلخانه تیمار اقدام به تدارک توده‌های کمپوست گردید. کمپوست حاصل از پایان کار پرورش قارچ در ورامین که پس از چند ماه دپو در فضای باز پوسیده شده بود، اوایل بهمن ماه ١٤٠٠ درون کیسه‌های بزرگ پلاستیک (به ابعاد حدود ۹۰×٦٠ سانت) با حجم حدود ۵۰–٤٠ کیلو در هر کیسه پر کرده و برای حصول اطمینان از عدم آلودگی به‌عوامل ناخواسته، ۲ هفته در قرنطینه

نگهداری شدند. با حصول اطمینان از عدم آلودگی، کیسه‌های کمپوست (جمعاً ۳۶ کیسه) در محل‌های بلامانع (در ردیف ستون‌های عمودی) در گلخانه تیمار چیده شدند (شکل ۱).

کمپوست با آبیاری مرتب در طی دوره تولید خیس نگه داشته شد و زیر کیسه‌ها چندین سوراخ برای خروج آب اضافی ایجاد شده بود. بدین‌ترتیب جمعیت مگس‌های پوسیده‌خوار (قارچ خوار) میزبان ازدیاد شد و در پی آن جمعیت خود مگس شکارگر افزایش قابل توجهی داشت.

انتخاب گلخانه (جامعه آماری)

گلخانه‌های فلزی قوسی با پوشش پلاستیک در مناطق ورامین و پیشوا عمومیت دارد؛ در منطقه جوادآباد ورامین، روستای محمدآباد عرب‌ها دو گلخانه فلزی حدود ۱۵۰۰ مترمربعی، مشابه هم، با ارتفاع تاج حدود ۶٫۵–۶ متر، هر یک دارای ٤ تونل با عرض ۸ متر و طول ٤۵ متر در جهت شرقی– غربی، که مربوط به یک کشاورز بودند (شکل ۲). گلخانه شاهد عبارت از نیمه غربی از گلخانه ۳۰۰۰ مترمربعی بود که با یک راهرو عریض، محل استقرار بخاری‌ها، از نیمه دیگر جدا می‌شد و گلخانه تیمار به‌وسعت تقریبی ۱۳۰۰ مترمربع کمی کوچک‌تر بود. گلخانه‌ها دارای دریچه‌های تهویه جانبی و سقفی (در طول هر تونل) و بدون سیستم خنک کننده، با سیستم گرمایش بخاری گازی فن‌دار با لوله‌های پلاستیکی هدایت کننده گرما در طول گلخانه و سیستم آبیاری قطره‌ای بودند.

شکل ۱– کیسه‌های کمپوست برای تقویت جمعیت مگس شکارگر سنوزیا در گلخانه تیمار

Fig. 1. Compost bags for augmenting the population of the predatory fly, *Coenosia attenuata*, in the treatment greenhouse

جدول ۱– دشمنان طبیعی آفات گلخانه خیار و موارد استفاده شده در این تحقیق*

Table 1. Natural enemies of cucumber greenhouse pests and those used in this research*

Biological agent (target pest)	Aim of release	Release amount (Number/m²)	Replication	Release interval (day)	Considerations
Eretmocerus eremicus **(Whiteflies)**	Prevention	1½-3	-	7-14	-
	Light control	3-6	min. 3x	7	Releasing until the result
	Heavy control	9	min. 3x	7	Releasing until the result
Encarsia Formosa **(Whiteflies)**	Prevention	1½-3	-	7-14	-
	Light control	3-6	min. 3x	7	Releasing until the result
	Heavy control	9	min. 3x	7	Releasing until the result
Amblyseius swirskii* **(Whiteflies & Thrips)**	Prevention	20	1x	-	Only on sweet pepper
	Light control	50	1x	-	Start release when thrips or whitefly appear
	Heavy control	100	1x	-	Only in infected areas and always in combination with other agents
Amblyseius californicus* **(Spider mite)**	Prevention	2	-	21	-
	Light control	6	1x	-	-
	Heavy control	-	-	-	-
Phytoselulus persimilis* **(Spider mite)**	Prevention	2	-	21	-
	Light control	6	1-2x	7	-
	Heavy control	20-50	2x	7	Only in infected areas
Orius laevigatus **(Thrips)**	Prevention	½	2x	14	Use only in crops that have pollen
	Light control	1	2x	14	-
	Heavy control	10	1x	-	Only in infected areas
Aphidius colemani **(Aphids)**	Prevention	0.15	-	7	-
	Light control	½	min. 3x	7	-
	Heavy control	½	min. 6x	3	-
Coenosia attenuate* **(Whiteflies & Leaf miners)**					Population increase by breeding on compost from the beginning of the growing season

شکل ۲- نمای بیرونی گلخانه منتخب

Fig. 2. The exterior view of selected greenhouse

در طی فصل سرد (زمستان و فروردین) یک لایه پوشش پلاستیک اضافی از داخل، جلوی دیواره‌های جانبی و بالا در ارتفاع سه متری برای حفظ گرما و کاهش مصرف انرژی کشیده شده بود. عملیات تولید (غیر از آفات و بیماری‌ها) در دو گلخانه مشابه هم مدیریت شد. در گلخانه تیمار مدیریت آفات به روش کنترل بیولوژیک و در گلخانه شاهد به روش شیمیایی معمول کشاورز، اجرا شد.

اقدامات پیشگیری از آفات و بیماری‌ها و کشت گلخانه‌ها

گلخانه‌ها در تابستان آفتاب‌دهی شده و تا اواخر پائیز، برای کشت بهاره–زمستانه خالی مانده بود. هر دو گلخانه تیمار و شاهد در ورودی دارای اتاقک ایزولاسیون پلاستیکی (دودره) و چاهک ضدعفونی بودند.

هردو گلخانه دارای پوشش توری (حدود ٤٠ مش) دو لایه در دیواره‌های جانبی و یک لایه در دریچه‌های سقفی بودند. طی فصل سرد، پوشش پلاستیکی دریچه‌ها بسته بود و فقط دریچه‌های سقفی باز و بسته می‌شد. برای عدم انتقال آفات، کارگران مجموعه‌ها متفاوت بوده یا قبل از جابجایی بین گلخانه‌ها ساعات وقفه را رعایت می‌کردند. در محدوده اطراف گلخانه علف هرز نبود. اما مزرعه کشت بهاره بادمجان با آفات مشابه محصول خیار گلخانه در جوار گلخانه‌ها بود که می‌توانست به‌عنوان منبع آلودگی بهاره گلخانه‌ها اثر داشته باشد. اواخر آذر ١٤٠٠، در فضای خزانه، بذور خیار رقم ناگین (پوشش‌دار) درون سینی‌ها در بستر پیت ماوس کشت شد و در هنگام انتقال نشاها به زمین اصلی (١٤٠٠/١٠/١٩)، محلول ٢٠٠ گرم تریکوروئین‌WP (با ماده فعال قارچ *Trichoderma harzianum* Rifai، محصول شرکت زیست فن‌آور سبز) با مقدار آب لازم تهیه و ریشه نشاهای گلخانه تیمار و گلخانه شاهد با آن محلول پاشی شد. بعد از نشاکاری، این مقدار قارچ‌کش زیستی ماهانه و از طریق سیستم آبیاری به بوته‌ها داده شد (حدود ٠/٠٤ گرم به‌ازای هر بوته یا معادل ٠/١٦ گرم در مترمربع). محلول قارچ‌کش یادشده در گلخانه تیمار، با مشاهده علایم بیماری از اوایل اسفند ١٤٠٠، هر دو هفته یکبار داده شد. همچنین، فرآورده روئین ١ (شرکت زیست فن‌آور سبز، حاوی باکتری *Bacillus subtilis*) یک هفته بعد از انتقال نشاء به میزان یک بسته ٢٠٠ گرمی در ١٠٠ لیتر آب یا حدود ٠/١٦ گرم در مترمربع از طریق سیستم آبیاری استفاده شد و هر بار یک هفته بعد از مصرف تریکودرما، تکرار شد (شکل ٣).

شکل ۳- مصرف قارچ‌کش‌های زیستی با محلول‌پاشی نشاها قبل از کشت و با سیستم آبیاری بعد ازکشت

Fig. 3. Use of biological fungicides by spraying seedlings before planting and with irrigation system after planting.

در گلخانه شاهد، علاوه بر این‌ها، قارچ‌کش یونیفرم، ٢ در هزار نیز برای گیاهچه‌ها استفاده شد. کود فسفیت پتاسیم (TKO) برای تقویت گیاهان و افزایش مقاومت بوته‌ها به سفیدک دروغی خیار در دو نوبت در هر دو گلخانه شاهد و تیمار محلولپاشی شد (جدول ٢)

عملیات پایش آفات

در هر دو گلخانه، پایش آفات با روش به‌شرح ذیل انجام شد (Baniameri 2016 و Parker *et al*. 2016):

الف- پایش مشاهده‌ای بوته‌ها

از زمان کشت در گلخانه پایش‌ها بصورت یک هفته در میان با بررسی چشمی برای مشاهده بوته‌های غیرطبیعی با علائم زردی و رنگ پریدگی، کوتولگی، پیچش برگ و بوته و خشکیدگی ناشی از آفات یا بیماری‌ها انجام می‌شد. در صورت مشاهده بوته آلوده، ضمن علت‌یابی و رفع آن، با بستن نوار رنگی به‌عنوان گیاه نشانگر علامتگذاری می‌شد تا در پایش بعدی وضعیت آن بوته و بوته‌های اطراف آن مد نظر قرار گیرد.

ب- تعیین درصد آلودگی

پانزده بوته از نقاط مختلف گلخانه بصورت تصادفی انتخاب، آلودگی آن‌ها به آفات، شامل پنج آفت مهم (سفیدبالک، تریپس، مینوز، کنه و شته) یا بیماری‌ها (بوته‌میری) ثبت می‌شد. به این منظور تا مرحله حدود ۱۰ برگی بوته‌ها، کل بوته بررسی می‌شد ولی پس از آن، سه برگ از سه ارتفاع شامل یک سوم بالایی، میانی و پائینی و دو گل هر بوته از نظر حضور و عدم حضور هر یک از آفات یاد شده در هر مرحله رشدی بررسی و ثبت می‌شد و درصد بوته‌های آلوده به آفات مذکور تعیین می‌شد.

ج- شمارش آفات روی کارت‌های زرد و آبی چسبناک

در هر دو گلخانه، کارت‌های زرد و آبی چسبناک به ابعاد ۲۰×۱۰ سانت و به تعداد پنج عدد از هرکدام به ازای یک کارت از هر رنگ در ۲۵۰-۲۰۰ مترمربع جهت پایش وقوع و تغییرات جمعیت آفات نصب و شماره‌گذاری شد (شکل ٤).

روی کارت‌های چسبناک نیز تعداد آفات بالغ پروازی چسبیده شامل شته، تریپس، سفیدبالک و مگس مینوز و نیز مگس شکارگر سنوزیا و میزبان آن یعنی مگس‌های پوسیده‌خوار شمارش و ثبت می‌شدند؛ تا زمانیکه کارت بعلت جمعیت زیاد افراد شکار شده و سخت شدن شمارش یا عدم کارآیی تعویض شود. نصب کارت‌ها و پایش دو هفته یک‌بار، از زمان نشا بوته در هر دو گلخانه شروع شد و تا بعد از پایان اقدامات کنترل (۱٤۰۱/۳/۱۸) بصورت مرتب ادامه یافت.

شکل ٤- نصب کارت‌های زرد و آبی چسبناک در گلخانه‌ها

Fig. 4. Installing sticky yellow and blue cards in greenhouses.

پایش و نمونه‌برداری بیماری‌ها

پس از نشاکاری، با پایش دوره‌ای، وقوع بیماری بوته‌میری در دو گلخانه تیمار و شاهد به روش تجمیعی ثبت و سپس درصد وقوع بیماری (Disease incidence) تعیین گردید.

در گلخانه تیمار علاوه بر بیماری‌های خاکزاد، بیماری‌های هوازاد نیز مدیریت شد. بوته‌میری و سفیدک داخلی خیلی کم بود ولی سفیدک سطحی در هر دو گلخانه با شدت بالا دیده شد که زمان وقوع و تیمارهای اعمال شده در دو گلخانه متفاوت بود (جدول ۲). در هر گلخانه چهار ردیف و از هر ردیف ۱۰ بوته به‌صورت تصادفی انتخاب و علامت‌گذاری شد. ارزیابی در دو گلخانه تیمار، در سه نوبت: قبل از سمپاشی (۱٤۰۱/۱/۲۷)، سه روز بعد از سمپاشی اول (۱٤۰۱/۲/۹) و سه روز بعد از سمپاشی دوم (۱٤۰۱/۲/۲۵) انجام شد. در هر بوته شماره‌گذاری شده، برگ واقع در ثلث بالایی بوته که واجد بیشترین سطح آلودگی بود با ارزیابی تخمین سطح آلوده برگ انجام شد. برای هر برگ نمونه، بر اساس درصد سطح آلوده، شاخص شدت بیماری (=DSI Disease Severity Index) با اختصاص نمره ۷-۱ تعیین و میانگین شدت بیماری برای هر ردیف (۱۰ بوته) در هر نوبتِ ارزیابی مشخص گردید. بعد از کنترل بیماری، پایش تا زمان واگذاری مدیریت گلخانه تیمار به کشاورز (۱٤۰۱/۳/۱۸) ادامه یافت.

عملیات کنترل آفات و رهاسازی دشمنان طبیعی

با پایش جمعیت و مشاهده اولین آفات، دشمنان طبیعی آن‌ها با نسبت توصیه شده از سوی سازمان حفظ نباتات (جدول ۱) (Anon 2018) برای پیشگیری و یا کنترل خفیف (درمان سبک) رهاسازی و تکرار لازم نیز انجام شد.

ابتدا سفیدبالک (۱۴۰۱/۱/۴) مشاهده شد که به‌دلیل جمعیت بالای مگس شکارگر سنوزیا *C. attenuata*، نیاز به رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید نبود و جمعیت آفت افزایش نیافت (شکل ۵).

شکل ۵- مگس شکارگر سنوزیا در حال شکار سفیدبالک بالغ

Fig. 5. Hunter fly, *Coenosia attenuata*, preying on adult whitefly

سپس تریپس دیده شد (۱۴۰۱/۱/۹) که با تأمین کنه شکارگر سورسکی لازم، رهاسازی (۱۴۰۱/۲/۱۱) در گلخانه تیمار انجام شد که مصادف با مشاهده کنه تارتن نیز بود. نوبت اول حدود ۵۰-۴۵ هزار (در حد کنترل سبک) و در نوبت دوم (۱۴۰۱/۳/۹) نیز همین تعداد کنه سورسکی رهاسازی گردید (شکل ٦).

شکل ٦- رهاسازی کنه سورسکی علیه تریپس و کنه تارتن

Fig. 6. Releasing *Amblyseius swirskii*, against thrips and spider mite.

برای کنه تارتن هم به‌دلیل کافی نبودن جمعیت کلنی کنه‌های شکارگر (در حد کنترل سبک)، چند بار سمپاشی با آفت‌کش‌های گیاهی (کم‌خطر) شامل پست اوت (۱ در هزار) دو نوبت متوالی، ماریاپرو-ام (۲ در هزار + ۰/۵ در هزار کاورینو) و کنه‌کش اس کوئینوسیل (کنه مایت) (۱ در هزار) یک نوبت، تا اوایل خرداد انجام گرفت. با تأمین نسبی کلنی کنه‌های شکارگر، رهاسازی آن‌ها در تاریخ ۱۴۰۱/۳/۹ حدود ۵۰۰۰ عدد از کنه کالیفرنیکوس (*Neoseiulus californicus* McGregor) و ۱۵۰۰ عدد کنه پرسیمیلیس (*Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot) (در حد کنترل سبک) و در محدوده‌های داغ آلودگی کنه تارتن در ۱۲۰۰ مترمربع گلخانه تیمار انجام شد. آفت مگس مینوز نیز در زمان شروع آلودگی به‌دلیل جمعیت تقویت شده مگس شکارگر سنوزیا در گلخانه تیمار و فراوانی آن در هر دو گلخانه، کنترل شد و اقدام دیگری صورت نگرفت. شته در هر دو گلخانه آلودگی ایجاد کرد که به‌دلیل از بین رفتن کلنی پرورشی زنبورهای پارازیتوئید (*Aphidius colemani* Viereck)، سمپاشی با صابون حشره کش پالیزین و بدنبال عدم کسب نتیجه کافی با حشره کش چس (کم خطر برای سایر دشمنان طبیعی) جهت کنترل آفت اقدام گردید.

ثبت و تحلیل داده‌ها

ثبت داده شامل، تعداد بوته‌های آلوده به‌هر آفت از ۱۵ بوته نمونه‌برداری شده، آمار فراوانی آفات (چهارآفت پروازی) روی کارت‌های چسبناک زرد و آبی در هر بار پایش و فراوانی بوته‌های بیمار (بوته میری) در طول دوره تولید بود. بر این اساس درصد بوته‌های آلوده به‌هر آفت و درصد وقوع بیماری در هر یک از گلخانه‌ها تعیین شد. این داده‌ها، بین گلخانه‌های تیمار (کنترل بیولوژیک) و شاهد (کنترل شیمیایی بهره‌بردار) با هم مقایسه و اثرات دو روش در کنترل جمعیت آفات و بیماری‌ها تحلیل شد. برای رسم نمودارها از برنامه Excel استفاده شد.

برای تفسیر نقش تیمارها در ممانعت از گسترش بیماری سفیدک سطحی، سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (Area Under the Disease Progress Curve) (AUDPC) با استفاده از میانگین شدت بیماری طبق فرمول Campbell and Madden (1990) به‌صورت زیر محاسبه شد :

$$AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1}\left(\frac{y_i + y_{i+1}}{2}\right)(t_{i+1} - t_i)$$

در این فرمول n تعداد دفعات ارزیابی، i نوبت ارزیابی، y_i و t_i به‌ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی قبلی، y_{i+1} و t_{i+1} به‌ترتیب میانگین شدت بیماری و زمان در ارزیابی حاضر هستند. مقایسه دو روش کنترل سفیدک سطحی خیار در دو گلخانه تیمار و شاهد، با مقایسه شدت بیماری و سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری در دو گلخانه، تفسیر شد.

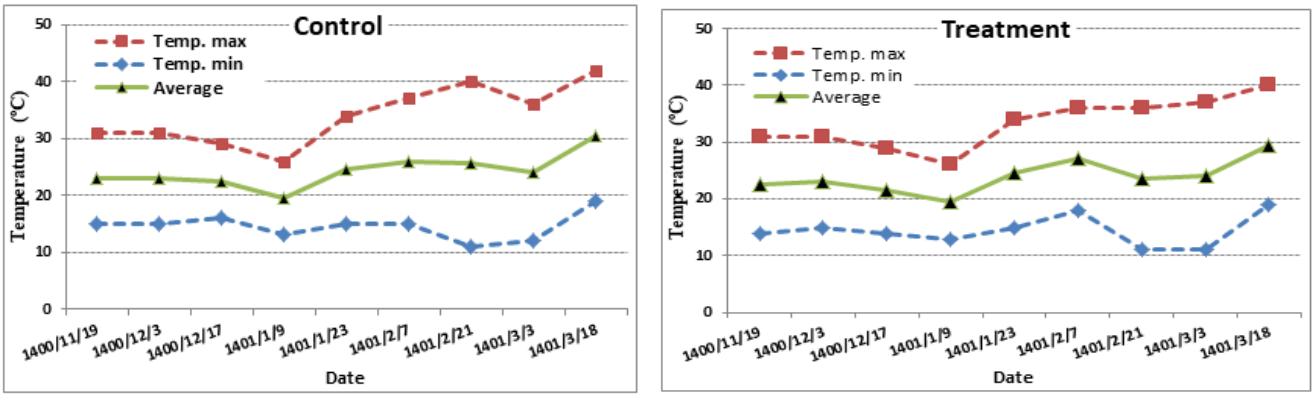
نتایج

پایش تغییرات جمعیت آفات

پایش جمعیت آفات با بازرسی بوته‌ها

به‌دلیل سردی محیط بیرون در زمان انتقال نشاء به گلخانه و پس از آن، آفتی از بیرون نفوذ نکرد و بوته‌ها تا مدت‌ها بدون آلودگی بودند. تغییرات دمای گلخانه‌های تیمار و شاهد در طول فصل کشت در نمودار ۱ آمده است.

مشاهدات و اقدامات در هر دو گلخانه تیمار و شاهد در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به نظارت کارشناسی اقدامات تولید نظیر مدیریت دما و تهویه، خاک‌دهی پای بوته، کوددهی و تقویت بوته‌ها و سایر رسیدگی‌ها بهتر از گلخانه‌های معمول منطقه بود. همچنین چون فعال کردن گلخانه اصلی و انتقال نشاء در فصل سرد و دی ماه صورت گرفت و نیز به‌دلیل رعایت بیشتر مسایل پیشگیری آفات و بیماری‌ها، تاریخ شروع آلودگی به آفات با تاخیر نسبت به گلخانه‌های منطقه و از اوایل سال ۱۴۰۱ اتفاق افتاد و شدت آن‌ها هم کمتر بود. اولین کنه‌های تارتن پنج اسفند ۱۴۰۰ بصورت موردی در گلخانه شاهد دیده شد ، کنه زمستان‌گذران در خاک گلخانه، که از اواسط اسفند با آفت‌کش آبامکتین دو هفته یکبار کنترل شد و با کنه‌کش‌های کم خطر ادامه یافت (جدول ۲)؛ ولی در گلخانه تیمار لکه آلوده به کنه، ۱۴۰۱/۲/۱۱ در سمت دیواره شمالی مشاهده شد که نشانگر ورود از بین توری و از بیرون گلخانه بود که با توجه به‌عدم وجود ذخیره کافی از کنه شکارگر پرسیمیلیس و کالیفرنیکوس در این تاریخ، استفاده از آن‌ها در گلخانه تیمار مقدور نگردید ولی رهاسازی کنه سورسکی (۱۴۰۱/۲/۱۲) تا حدودی در مهار کنه تارتن تأثیر داشت.



نمودار ۱- تغییرات دمای گلخانه‌های تیمار و شاهد ۱۴۰۱-۱۴۰۰

Chart 1. Temperature changes in the treatment and control greenhouses (2021-2022).

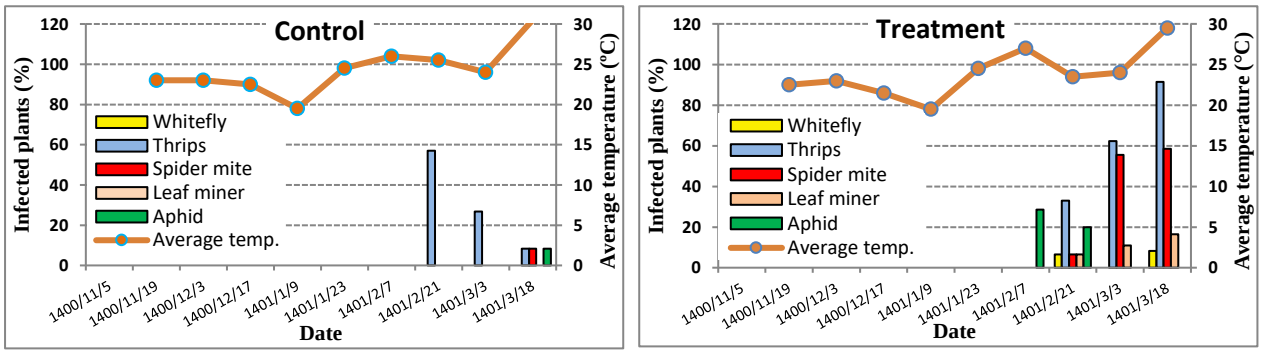
جدول ۲- مشاهدات و عملیات انجام شده در گلخانه‌های تیمار و شاهد (سال ۱٤۰۱-۱٤۰۰)

Table 2. Observations and operations carried out in the treatment and control greenhouses (2021-2022).

Application	Treatment greenhouse (biological control)	Control Greenhouse (chemical control)
Soil solarization	July-August	July-August
Seed planting in the treasury (Nagin cultivar)	19-12-2021	19-12-2021
Transplanting into the greenhouse	9-1-2022	9-1-2022
Before transplanting: Spraying trichoderma (Tricho Rouein) (200 gr/100 liter) on the seedlings allocated for 1000 m^2 greenhouse area, After transplanting: 200 gr/100 lit through irrigation system	9-1-2022 (Before transplanting application and after transplanting as monthly repetition through irrigation system and due to observed infected cases, two times per month from late February to the end of diseases)	9-1-2022 (Before transplanting application and after transplanting as monthly repetition through irrigation system and due to observed infected cases, two times per month from late February to the end of diseases)
Using *Bacillus subtilis* (Rouein 1)(200 gr/100 lit) through drip irrigation	19-1-2022 (Monthly repetition through irrigation system)(two times per month from late February to the end of diseases)	19-1-2022 (Monthly repetition through irrigation system)(two times per month from late February to the end of diseases)
Installation of yellow and blue cards and min-max thermometer	11-1-2022	11-1-2022
Start monitoring trap cards and plants (once every two weeks)	25-1-2022	25-1-2022
Soiling the feet of the plants	5-2-2022	5-2-2022
Spraying potassium phosphite (TKO) fertilizer to strengthen the plant against powdery and downy mildews	2-3-2022 (replicated 16-3-2022, 30-3-2022)	2-3-2022 (replicated 16-3-2022, 30-3-2022)
Picking the compost bags in the greenhouse to population enhancement of hunter fly, *Coenosia* sp.	13-2-2022	-
The first observation of plant infection by soil borne diseases	15-2-2022 (Spraying Tricho Rouein & Rouein 1from Feb. 20- two times per month)	15-2-2022 (Spraying Tricho Rouein & Rouein 1on Feb. 20, spraying fungicide Uniform 1-3-2022)
The first observation of plant infection by powdery mildew	24-3-2022 (Spraying phosphite 30-3-2022, spraying fungicide Caliban 26-4-2022 , 12-5-2022)	22-2-2022 (Spraying fungicide Diforobin (OrtivaTop) 2-3-2022, spraying phosphite 16-3-2022, 30-3-2022, spraying fungicide Domark 19-4-2022)
The first observation of plant infection by downy mildew	29-3-2022 (Spraying phosphite 30-3-2022)	15-2-2022 (Spraying phosphite 2&16&30-3-2022, spraying fungicide Infinito 14-4-2022)
The first observation of infestation by spider mite, *Tetranychus urticae*	1-5-2022 (*A. swirskii* mite release specially on hot spots 2&30-5-2022, spraying acaricide (Pest Out) 14&17-5-2022, spraying water 26-5-2022 and acaricide (Kanemite) in the next day, spraying acaricide (Danisaraba) 28-5-2022, predator release (*P. pesimilis* n=1500)&(*N. californicus* n=5000) on hot spots 30-5-2022, In the next, pest management left to the grower 8-6-2022)	24-2-2022 (seen in small number but in large number in late April, spraying acaricide (Abamectin) from early March (biweekly) and late April (weekly), spraying acaricide (Pest Out) 14&17-5-2022, spraying water 26-5-2022 and acaricide (Kanemite) in the next day, spraying acaricide (Danisaraba) 28-5-2022, spraying acaricide (Nissorun+Oil) 5-6-2022)
The first observation of infestation by whiteflies	24-3-2022 (control by hunter fly, *Coenosia* sp.)	24-3-2022 (control by hunter fly, *Coenosia* sp.)
The first observation of infestation by thrips	29-3-2022 (*A. swirskii* mite release n=45000-50000 1&2-5-2022 and repeat in the same number 30-5-2022)	29-3-2022 (spraying insecticide (Decis) 4-4-2022 and repetition biweekly until pest control)
The first observation of infestation by leaf miners	29-3-2022 (control by hunter fly, *Coenosia* sp.)	27-4-2022 (control by hunter fly, *Coenosia* sp.)
The first observation of infestation by aphids	25-4-2022 (spot spraying insecticide (Palizin) 30-4-2022, spraying insecticide (Chess) 5-5-2022)	25-4-2022 (spraying insecticide (Chess) 5-5-2022)

با افزایش میانگین دما و شدت گرفتن فعالیت آفت، سمپاشی با آفت‌کش‌های گیاهی، ابتدا به‌صورت لکه‌ای و سپس سراسری در چندین نوبت استفاده شد (جدول ۲). آفت‌کش‌های گیاهی هر چند روی دشمنان طبیعی کم‌خطر هستند ولی به اندازه کنه‌کش‌های شیمیایی مورد مصرف در گلخانه شاهد، تأثیر قاطعی نداشتند. بعد از مدتی کنترل با کنه‌کش‌های گیاهی، زمانی که میانگین جمعیت کنه فعال به‌ازای برگ به‌کمتر از پنج عدد رسید، رهاسازی همزمان کنه‌های شکارگر یاد شده (پرسیمیلیس حدود ۱۵۰۰ و کالیفرنیکوس ۵۰۰۰ عدد) در تاریخ ۱۴۰۱/۳/۹، توسعه جمعیت کنه تارتن را متوقف کرد (نمودار ۲) ولی گرمای فزاینده گلخانه‌ها و رطوبت کم (حدود ۴۰-۳۰ درصد) مانع فعالیت کارآمد آن‌ها بود. در این شرایط جمعیت تریپس نیز رو به افزایش بود، بنابراین از ۱۸ خرداد ادامه کنترل آفات به گلخانه‌دار سپرده شد.

طبق نمودار ۲، آفات کنه و تریپس در گلخانه تیمار مهمتر بودند در صورتی که در گلخانه شاهد فقط تریپس کمی خودنمایی کرد. تریپس در گلخانه تیمار، از زمان مشاهده (۱۴۰۱/۱/۹ روی کارت‌های چسبناک) و رهاسازی کنه شکارگر سورسکی (۱۴۰۱/۲/۱۲) هنوز روی بوته‌های نمونه‌برداری دیده نشده بود؛ ولی از ۱۴۰۱/۲/۲۱ (عمدتاً در روی گل‌ها) مشاهده شد (گونه تریپس گل غربی) که بالای ۳۰ درصد بوته‌ها را آلوده کرده بود و کنه شکارگر سورسکی به‌ویژه با پیشرفت فصل و روند افزایشی دما، تأثیر کاهشی قابل قبولی در کنترل جمعیت آن نداشت و در نهایت به آلودگی حدود ۹۰ درصد بوته‌ها (۱۴۰۱/۳/۱۸) منجر شد؛ بنابراین جهت کنترل بیولوژیک این آفت باید از عوامل مفید کمکی دیگر نیز استفاده کرد. آفات مگس مینوز و سفیدبالک در نتیجه حضور جمعیت تقویت شده و تراکم بالای مگس‌های شکارگر سنوزیا در زمان ظهور این آفات، بخوبی کنترل شد و نتوانستند به آلودگی تا ۲۰ درصد بوته‌ها برسند (نمودار ۲). البته کنه سورسکی هم در کنترل سفیدبالک نقش مهمی داشت. شته نیز در هر دو گلخانه با یک سمپاشی کنترل شد و ادامه نیافت.

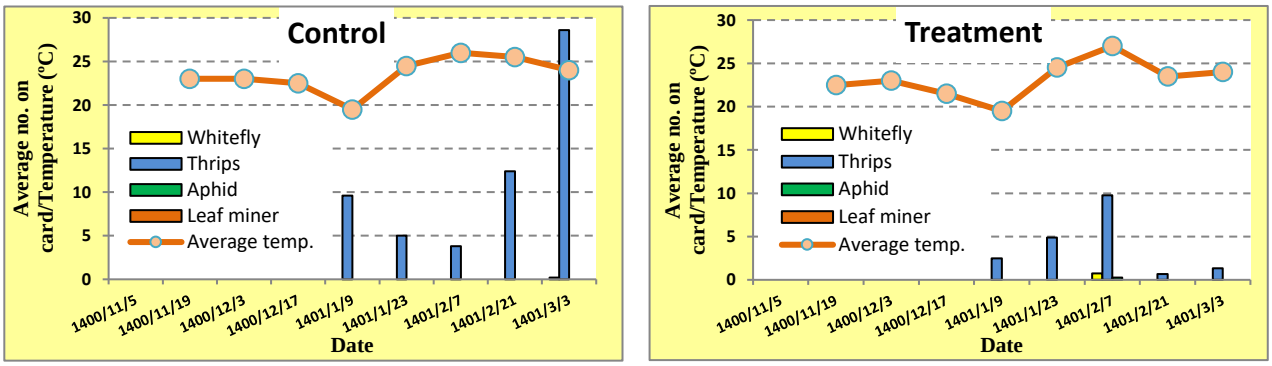


نمودار ۲- میانگین درصد بوته‌های خیار آلوده به آفات در گلخانه‌های تیمار و شاهد (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

Chart 2. Average percentage of cucumber plants infested with pests in the treatment and control greenhouses (2021-2022)

۲- پایش جمعیت آفات با کارت‌های تله چسبناک

در نمودار ۳، وضعیت فراوانی جمعیت آفات پروازی شکار شده روی تله‌های کارتی چسبناک زرد در گلخانه‌های تیمار و شاهد مشاهده می‌شود. طبق نمودار، در هر دو گلخانه، تنها آفت قابل ملاحظه روی کارت‌های زرد جمعیت کم تریپس می‌باشد. جمعیت تریپس (گل غربی) در گلخانه تیمار (۱۴۰۱/۱/۹) با آلودگی بوته‌ها به سفیدک سطحی همزمان بود، بنابراین پس از مدتی انتظار برای کنترل بیماری، رهاسازی کنه شکارگر سورسکی (۱۴۰۱/۲/۱۰) انجام شد؛ پس از آن جمعیت تریپس روی کارت زرد (که بیشتر به تریپس پیاز *Thrips tabaci*، نسبت داده می‌شود) کاهش داشت در صورتی که در گلخانه شاهد این رشد جمعیت ادامه یافت (نمودار ۳).



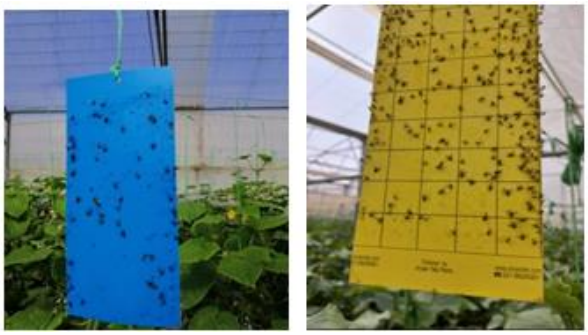
نمودار ۳- تعداد آفات روی کارت‌های زرد چسبناک در گلخانه‌های تیمار و شاهد (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

Chart 3. Number of pests on the yellow sticky cards in the treatment and control greenhouses (2021-2022)

پس از رهاسازی کنه شکارگر سورسکی کاهش یافت ولی به‌دنبال سمپاشی با کالیبان (۱۴۰۱/۲/۲۲) علیه سفیدک سطحی، در پایش بعدی کمی افزایش یافت که موجب ایجاد شبهه در بروز اثرات منفی آن بر جمعیت کنه شکارگر می‌باشد که قابل بررسی است. افزایش جمعیت تریپس طبق آخرین نمونه‌برداری از بوته (تاریخ ۱۴۰۱/۳/۱۸) تا آلودگی بیش از ۹۰ درصد بوته‌ها رسید. سفیدبالک به تعداد خیلی اندک در گلخانه تیمار و حدود یکماه بعد به تعداد ناچیزی در گلخانه شاهد دیده شد که به‌دلیل جمعیت بالای مگس شکارگر سنوزیا در هر دو گلخانه جمعیت آن پا نگرفت (نمودار ۳). حشره‌کش پالیزین آلودگی شته را در گلخانه تیمار (وقوع ۱۴۰۱/۲/۵) کنترل کافی نکرد و در پایش ۴-۳ روز بعد از سمپاشی، آفت فعال بود، بنابراین از حشره‌کش پی‌متروزین یا چس (کم خطر برای دشمنان طبیعی) استفاده شد که مؤثر بود و آفت کنترل شد.

پایش تغییرات جمعیت مگس شکارگر سنوزیا در کارت‌های تله

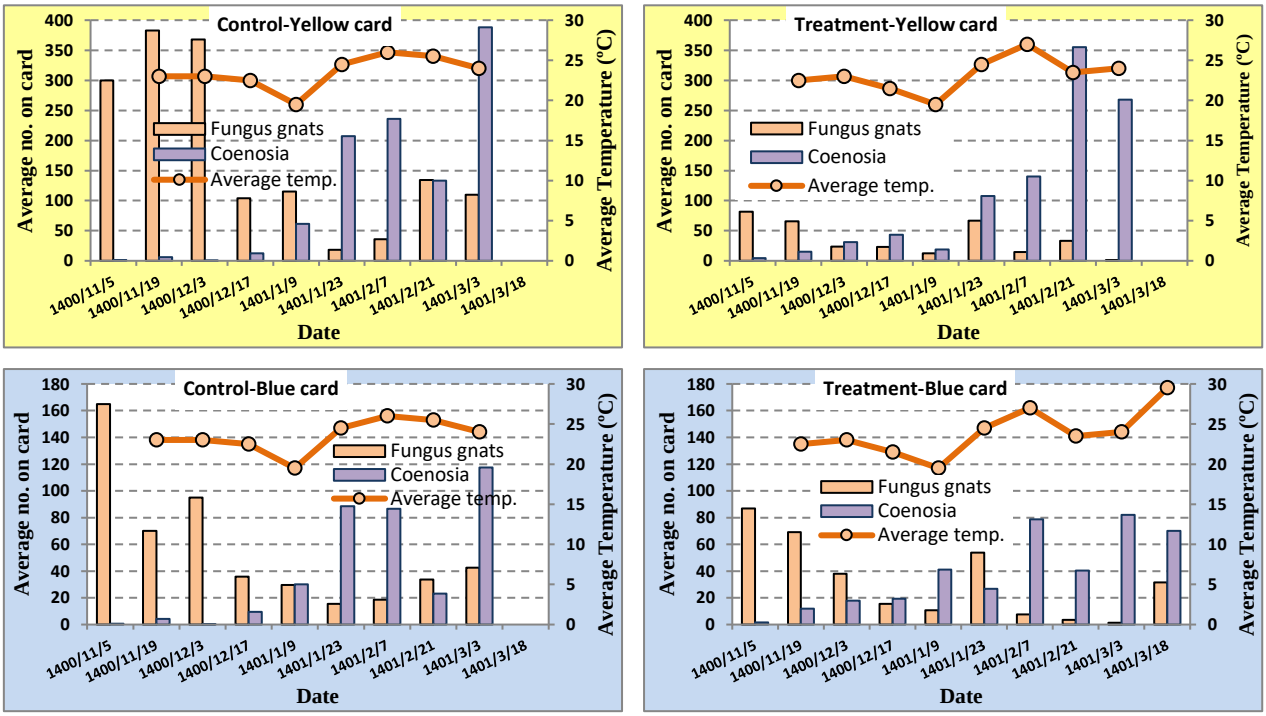
به‌دنبال استقرار کیسه‌های کمپوست در گلخانه تیمار، برای تقویت جمعیت مگس شکارگر سنوزیا، جمعیت آن افزایش خوبی داشت (نمودار ٤). جذب این مگس‌ها به کارت‌های زرد خیلی بیشتر از کارت‌های آبی بود (شکل ۷)؛ بنابراین توصیه می‌گردد که از کارت‌های تله چسبناک به‌ویژه کارت‌های زرد و در حداقل تعداد ضروری و یک عدد در ۲۵۰-۲۰۰ مترمربع و فقط برای پایش استفاده گردد.



شکل ۷- تفاوت شکار مگس سنوزیا در تله‌های کارت زرد و آبی در یک گلخانه

Fig. 7. The difference between catching the *Coenosia attenuata*, in yellow and blue cards in a greenhouse

فراوانی بالای جمعیت این مگس شکارگر قبل از وقوع آفات، کنترل خوبی روی مگس مینوز و سفیدبالک‌های مشاهده شده در گلخانه تیمار ایجاد کرد به نحوی که جمعیت آنها رشد نیافت و اقدام کنترلی دیگری علیه آنها نیاز نشد (نمودار ۳). البته جمعیت مگس شکارگر در گلخانه شاهد نیز بالا بود (نمودار ٤) که علت مهم آن شاید مربوط به تمایلی بود که مگس‌های شکارگر برای تجمع بیشتر در سمت غربی گلخانه‌ها (تیمار و شاهد) داشتند و چون نیمه غربی گلخانه یکپارچه ۳۰۰۰ متری به‌عنوان شاهد بهره‌برداری شد می‌تواند دلیلی بر فراوانی آن باشد؛ البته میزان مصرف (کم) و نوع آفت‌کش‌ها (کم خطر برای شکارگر) نیز می‌تواند دلیل آن بوده باشد. به‌هرحال در گلخانه شاهد هم دو آفت یاد شده پا نگرفتند.



نمودار ٤- تعداد مگس سنوزیا و مگس‌های پوسیده خوار میزبان آن در کارت‌های تله در گلخانه‌های تیمار و شاهد (۱۴۰۱-۱۴۰۰)

Chart 4. Number of *Coenosia attenuata*, and its hosts, fungus gnats, on sticky cards in the treatment and control greenhouses (2021-2022)

پایش آلودگی بوته‌ها به بیماری‌ها

در بهمن ماه ۱۴۰۰ در ابتدای دوره تولید در هر دو گلخانه، چند بوته علائم پوسیدگی ریشه و طوقه را نشان دادند که پس از کشت نمونه‌های آلوده، عامل بیماری *Fusarium oxysporum* تشخیص داده شد. در ادامه و زمان چند برگی شدن بوته‌ها، علائم لکه برگی در تعدادی از بوته‌ها در هر دو گلخانه مشاهده شد. پس از برداشت نمونه‌های برگ آلوده، عامل بیماری (*Phytophthora infestans*) مشاهده شد. با اینحال، بر اساس بازدیدهای دوره‌ای و مستمر، در گلخانه تیمار و شاهد، بیماری‌های خاکزاد خیارشامل پوسیدگی‌های ریشه و طوقه و بوته‌میری، به‌جز موارد پراکنده و محدود به چند بوته، مشاهده نشد.

اولین وقوع سفیدک سطحی ۱۴۰۰/۱۲/٤ و سفیدک داخلی ۱۴۰۰/۱۲/۹ در گلخانه شاهد حدود یک ماه زودتر از گلخانه تیمار اتفاق افتاد. همچنین، سفیدک داخلی خیار در گلخانه تیمار به‌صورت ناچیز و پراکنده مشاهده شد حال آن که این بیماری با درصد وقوع و شدت زیاد در گلخانه شاهد وجود داشت. بزرگترین مشکل بیماری‌شناسی در گلخانه تیمار، سفیدک سطحی بود که مدیریت آن کاملاً ضروری به‌نظر می‌رسید. البته این بیماری در گلخانه شاهد هم به‌همان نسبت وجود داشت که بعد از سفیدک دروغی، چالش اصلی بیماری‌شناسی بود. در گلخانه تیمار لکه‌های اولیه سفیدک پودری ابتدا در برگ‌های مسن پایینی دیده شد (۱۴۰۱/۱/٤) که از ترکیب کالیبان استفاده شد تا از گسترش بیماری در گلخانه به‌خصوص به‌سمت برگ‌های جوان بالایی جلوگیری به‌عمل آید. میانگین شاخص شدت بیماری سفیدک سطحی در سه زمان ارزیابی، در گلخانه تیمار به‌ترتیب ۰/٤، ۱/۵ و ۰/٤ و در گلخانه شاهد هم به‌ترتیب ۰/۸، ۱/۵ و ۰/۳ بود که اختلاف قابل توجهی با هم نداشتند. مقادیر سطح زیر منحنی پیشرفت بیماری (AUDPC) نیز برای گلخانه تیمار و شاهد به‌ترتیب ۳٦/۹۵ و ٤۲/۱۲ درصد تقریباً متفاوت نبودند.

بحث

طبق نتایج به‌دست آمده و مطابق با یافته‌های Asgari *et al.* (2023)، با تجهیز گلخانه‌ها و انجام عملیات خوب کشاورزی (GAP)، کنترل بیولوژیک آفات و بیماری‌ها و تولید محصولات سالم دست یافتنی است؛ ولی در اکثر گلخانه‌های غیرمجهز فعلی این مهم فقط زمانی که دمای میانگین زیر ۲۵ درجه سلسیوس و رطوبت بالای ۶۰-۵۰ درصد تأمین باشد، مقدور خواهد بود. این شرایط هم برای آفات و هم برای دشمنان طبیعی مطلوب است و در این شرایط عوامل بیولوژیک در گلخانه می‌توانند بخوبی آفات را کنترل کنند و تقریبا نیاز به کنترل شیمیایی نیست. همان‌طور که در این تحقیق دیده شد تا اواخر اردیبهشت که شرایط فوق برقرار بود در گلخانه تیمار آلودگی بوته‌ها به تریپس زیر ۴۰ درصد و به کنه زیر ۱۰ درصد توسط کنه شکارگر سورسکی حفظ شده بود ولی با افزایش دما و کاهش رطوبت از کارآیی شکارگر کاسته شده و آلودگی‌ها افزایش یافت.

نشاها در خزانه تهیه شده و زمانی که سرمای بیرون فعالیت آفات را متوقف کرده بود گلخانه اصلی راه‌اندازی شده و نشاها منتقل شدند. بنابراین تاریخ کشت در گلخانه اصلی باید طوری منظور شود که دمای بیرون بقدر کافی سرد شده باشد (تقریباً زیر ۱۰ درجه سلسیوس) که حشرات غیرفعال و غیرپروازی باشند و به گلخانه‌ها ورود نکنند. علاوه بر ملاحظه تاریخ کاشت، رعایت برخی مسایل پیشگیری باعث شد که وقوع آفات خیلی به تاخیر بیافتد. مدیریت دما و رطوبت گلخانه در دوره سرد محیط بیرون، در بروز و شدت بیماری‌های هوازاد شامل انواع سفیدک‌های پودری و دروغی موثر بود. طوری که در اواخر سال و اوایل سال بعد در شرایط دمایی زیر ۲۵ درجه سلسیوس، تهویه ناکافی (به‌خاطر سرمای محیط بیرون گلخانه) و رطوبت بالا بیماری‌های هوازاد شایع شد و کنترل آن‌ها گاهی با کاربرد عوامل بیولوژیک تداخل داشت؛ مثلاً کنه شکارگر سورسکی، *A. swirskii* برای کنترل تریپس‌ها رهاسازی شده بود ولی تأثیر قارچ‌کش‌ها، به‌ویژه با خاصیت کنه‌کشی، روی آن‌ها نامعلوم بود. بطورکلی اثرات آفت‌کش‌ها (کنه‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها)، مواد کودی پاششی و تنظیم کننده‌های رشد گیاه بر عوامل بیولوژیک، به‌دلیل همپوشانی زمان مصرف آنها، قابل بررسی است.

در ماه‌های گرم دوره تولید، با افزایش دما و خشکی هوا، گلخانه‌دار در ساعات گرم روز برای حفظ رطوبت گلخانه، دریچه‌ها را کم باز می‌کرد و گرمای زیاد و رطوبت پائین، علاوه بر محدود کردن فعالیت دشمنان طبیعی و حتی برخی آفات، موجب طغیان جمعیت کنه تارتن می‌شد و نیاز به کنترل‌های متعدد شیمیایی داشت. در صورت تجهیز گلخانه به سیستم پد و فن و رطوبت ساز، امکان تنظیم دما و تأمین رطوبت وجود دارد و می‌توان هم از تراکم کنه تارتن کاست و هم از دشمنان طبیعی، از جمله کنه‌های شکارگر، بهره برد. توصیه شده که کنه‌کش‌های گیاهی زمانی که جمعیت پنج کنه در سطح زیرین ۳۰ درصد از برگ‌ها مشاهده شود، استفاده گردد و برای جلوگیری از مقاومت آفت، بصورت چرخشی و با فاصله حداقل ۱۰ روز بکار روند طوری که هر کنه‌کش حداقل سه ماه یک‌بار استفاده شود (Arbabi & Imami 2020). در مطالعه ما نیز به‌همین صورت استفاده شد. اما کنه‌کش‌های گیاهی، به‌ویژه با گرم‌تر شدن گلخانه، به‌تنهایی برای کنترل کنه تارتن کافی نبود؛ بنابراین مصرف این ترکیبات در برنامه مدیریت آفات و در کنار روش کنترل بیولوژیک قابل توصیه است، وگرنه باید از کنه‌کش‌های مؤثرتر استفاده کرد.

آلودگی تریپس ابتدا در کارت‌های چسبناک مشاهده شد و زمانی که دمای میانگین حدود ۲۰ درجه سلسیوس بود شکار کارت‌های زرد (با غالبیت تریپس پیاز) بیشتر بود و با افزایش میانگین دما به ۲۵ درجه سلسیوس شکار کارت‌های آبی (با غالبیت تریپس غربی گل) بیشتر شد که با مطالعات Naderi & Poorjavad (2021) همخوانی داشت؛ طبق گزارش آن‌ها افزایش دما باعث افزایش جمعیت تریپس غربی گل می‌شود طوری که نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ خالص تولید مثل تریپس پیاز در دمای ثابت ۲۵ درجه سلسیوس بیشتر

از تریپس غربی گل بوده ولی در دمای ۲۷ درجه سلسیوس این شاخص‌ها برای تریپس غربی گل بیشتر است. همچنین تریپس پیاز به‌دلیل رقابت درون گونه‌ای، در رقابت بین گونه‌ای با تریپس غربی گل مغلوب می‌گردد. کنه شکارگر سورسکی از پوره‌های سن اول و کمی سن دوم تریپس تغذیه می‌کند و چند هفته طول می‌کشد تا اثر آن دیده شود و بعید است بتواند به‌طور کامل جمعیت تریپس (غربی گل) را کنترل کند (Rezaii 2021) که نتایج ما هم این موضوع را نشان داد به‌طوری که استفاده از یک عامل کمکی (مثل سن شکارگر اوریوس *Orius* sp.) برای کنترل بهتر تریپس قابل توصیه بود.

با استقرار بسترهای کمپوست مرطوب، جمعیت سنوزیا از اوایل دوره تولید تقویت شد که موجب کنترل مطلوب روی مگس مینوز و سفیدبالک شد طوری که هیچ کنترل دیگری نیاز نبود. در ضمن این شکارگر دماهای بالا را نیز بهتر از بقیه عوامل بیولوژیک تحمل کرده و فعال بود؛ بنابراین باید علاوه بر تقویت جمعیت این شکارگر، با محدود کردن و دقت در سمپاشی‌ها در جهت حفظ و حمایت آن‌ها اقدام نمود. شبیه این نتایج، Shirazi *et al*. (2014) هم با تقویت جمعیت سنوزیا، در کنترل مگس مینوز خیار گلخانه تجربه موفقی داشتند.

در هر دو گلخانه بیماری‌های خاکزاد نیز بخوبی با عوامل بیولوژیک (تریکودرما) کنترل شدند. کنترل بیولوژیک انواع قارچ‌های خاکزاد توسط گونه‌های مختلف قارچ تریکودرما در مطالعات متعددی موفقیت آمیز گزارش شده است، مثلاً Khani *et al*. (2016) جدایه‌های مختلف ۳ گونه قارچ تریکودرما را در کنترل فیتوفتورا، عامل بوته‌میری خیار گلخانه، مؤثر اعلام کرده و روش تیمار بذر را در مقایسه با تیمار خاک در کاهش بیماری مؤثرتر گزارش کرده‌اند.

بر اساس نتایج این تحقیق، می‌توان گفت که در صورت تجهیز گلخانه‌ها و رعایت اصول پیشگیری آفات و بیماری‌ها و با پایش مناسب آن‌ها، مدیریت تلفیقی بر پایه بیولوژیک در گلخانه خیار کاملاً دست یافتنی است. امید می‌رود که ضمن حمایت گلخانه‌داران برای تجهیز گلخانه‌ها و ترویج و تشویق تولید محصول سالم، برای محصولات ناسالم با باقیمانده‌های غیرمجاز آفت‌کش‌ها، محدودیت‌های قانونی وضع و اجرا شود.

سپاسگزاری

این تحقیق با حمایت مالی سازمان جهاد کشاورزی استان تهران انجام گردید که موجب امتنان است. همچنین نگارندگان از همکاری‌های خانم‌ها آرزو پژمان، لاله دهقان، سمیه کنگرلو و آقایان کریم عرب سلمانی، علی اکبر حسنی، محسن سیلسپور (محققان و کارشناسان محترم مرکز تحقیقات کشاورزی استان تهران) و آقایان عزیز شیخی گرجان، رسول مرزبان، مجتبی خانی، محمدرضا شصتی و مسعود گلبنی (محققان و کارشناسان محترم مؤسسهٔ تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور) قدردانی می‌نمایند.

References

AHMADI, K., F. HATAMI, R. HOSSEINPOUR, H. ABDSHAH and H. EBADZADEH, 2021. Agricultural statistics of 2020: horticultural products. Information and Communication Technology Center of the Ministry of Jihad-e- Agriculture (in Persian).

ANON, 2018. Project guidelines for developing the use of biological control agents in the integrated pest management of greenhouse crops of the country. Development group for the use of biological agents, Iranian Plant Protection Organization. 51 pp. (in Persian).

ARBABI, M., M. S. IMAMI. 2020. Greenhouse cucumber spider mite management. Iranian Research Institute of Plant Protection. 11 pp. (in Persian with English summary). 58302.

ARBABI, M. 2019. Review of effectiveness and use of *Phytoseiulus persimilis* A.H. in three decades in Iran. Biocontrol in Plant Protection, 7(1): 111-126 (in Persian with English summary).

ARBABI, M. and V. BANIAMERI, 2012. Evaluation of methods & releasing time of predatory mites to control greenhouse cucumber spider mite in Tehran province. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). 19 pp. (in Persian with English summary). 47746.

ARBABI, M. 2007. Study on effectiveness of *Phytoseiulus persimilis* in control of cucumber two spotted spider mite (*Tetranychus urticae complex*) in woody and iron greenhouse structures in Varamine region. Pajouhesh & Sazandegi, No.73: 96-104 (in Persian with English summary).

ASGARI, S., S. FARROKHI, S. H. MALKESHI, S. NAEIMI, M. ARBABI, S. SHAHROKHI, 2023. Integrated management of cucumber greenhouse pests based on using domestically produced biological control agents. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), 74 pp. (in Persian with English summary). 63471.

BANIAMERI, V., 2016. Integrated management of greenhouse cucumber pests based on biological control. Greenhouse, scientific and news encyclopedia (in Persian). Retrieved 2024 from: http://www.golkhaneh.net

CAMPBELL, C.L. and L.V. MADDEN, 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons, New York. 532 pp.

FARROKHI, S., M. J. ARDEH, S. ASGARI, M. HADAEGH, A. A. AKBARI, M. ARBABI, J. J. RODENRIJS, 2013a. Using biocontrol agents of strawberry whiteflies (Hem., Aleyrodidae) in greenhouses conditions of Tehran province. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). 50 pp. (in Persian with English summary). 43611.

FARROKHI, S., M. BAGHERI, S. ASGARI, V. BANIAMERI, M. P. ARAGHI, M. HADAEGH, M. GOLBONI, F. A. MESHGANANI, A. A. HASANI, J. J. RODENRIJS, 2013b. Using biocontrol agents of cucumber leafminers (Dip., Agromyzidae) in greenhouses conditions of Iran. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). 35 pp. (in Persian with English summary). 43577.

FARROKHI, S., A. SARPELLEH, M. J. ARDEH, M. ARBABI, S. H. MALKESHI, R. MARZBAN, D. SHAHRIARI, M. BAGHERI, S. JALALI, S. SHAHROKHI, M. GHAZAVI, H. ASGARI and V. BANIAMERI, 2013c. Research and development of beneficial agents and biological control materials for pests and plant diseases in cucumber and tomato greenhouses. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). 228 pp. (in Persian with English summary). 43925.

FARROKHI, S., M. HADAEGH, S. ASGARI, M. J. ARDEH, J. J. RODENRIJS, 2014. Using biocontrol

agents of tomato whiteflies (Hem., Aleyrodidae) in greenhouses conditions of Tehran province. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). 46 pp. (in Persian with English summary). 45455.

KHANI, E., M. MALEKI, D. SHAHRIARI, 2016. Study of the possibility of biological control of *Phytophthora drechsleri* damping factor in cucumbers by the isolates of *Trichoderma* spp. in greenhouse. Applied Plant Protection, 5(1): 1-10 (in Persian).

NADERI, V. and N. POORJAVAD, 2021. Competition between *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* on cucumber and their abundance on several greenhouse plants. Applied Entomology and Phytopathology, 89(1): 51-63. (in Persian with English summary).
doi: 10.22092/jaep.2021.343218.1351

PARKER, B. L., M. SKINNER and C. F. SULLIVAN, 2016. A Manager's Guide to Integrated Pest Management for Vegetable Production in Greenhouses. (Translate: FARROKHI, S., PARSI, F. and DAVARI, A. 2018). Iranian Research Institute of Plant Protection. Tehran, Iran. 191 pp.

REZAII, V. 2021. Methods of tracing and managing western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera; Thripidae) in greenhouses and vegetable fields. Iranian Plant Protection Organization. 29 pp. (in Persian).

SHAHROKHI, S., H. NOURI, H. MALKESHI, S. ASGARI, V. BANIAMERI, M. R. SHASTI and A. A. AKBARI. 2013. Biological control of aphids in cucumber greenhouses using Aphipar and Ervipar biological products. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO). 26 pp. (in Persian with English summary). 44377.

SHIRAZI, J., S. ASGARI, M. R. BAGERI, A. ZARNEGAR, S. M. NAJAFABADI and M. P. ARAGHI, 2014. The introduction of *Coenosia attenuata* as a new predator of the vegetable leaf minor *Liriomyza* sp. and its utilization on the greenhouse cucumber. Iranian Research Institute of Plant Protection, Agricultural Research, Education and Extention Organization (AREEO), 27 pp. (in Persian with English summary). 45596.

SOLEIMANI, S., M. HAKIMI-TABAR and M. SEYEDI, 2014. Comparison of different rearing substrates of the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae) with respect to the oviposition. Applied Plant Protection, 3(4): 243-250 (in Persian)