Iranian Journal of Weed Science
Vol 18, No 2, 2022 (1-14)
DOI: 10.22092/ijws.2022.354588.1393

مجله دانش علف‌های‌هرز
دورهٔ ۱۸، شمارهٔ ۲، ۱۴۰۱ (ص ۱۴-۱)

Survey the resistance of some weeds and greenhouse plants as trap crop in controlling of whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*)

Mohamad Shahali[1*], Hassan Alizadeh[2], Ahmad Ashouri [3]
1,2. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, 3. Department of Crop Protection, College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.
(Received: April 19, 2022 - Accepted: June 11, 2022)

ABSTRACT
Whitefly is one of the polyphagous and most important pests of greenhouse crops, which reduces the quantitative and qualitative yield of crops. To study the resistance of some weeds and greenhouse plants as trap crop in controlling whitefly, an experiment was conducted in a completely randomized design with eight treatments and 10 replications in the greenhouse of flower garden in Aligudarz city in 2018. The effect of trap plants on all traits of antixenosis and antibiosis mechanisms of whitefly was significant at 1%. The highest number of adsorbed insects and whitefly eggs were observed in cucumber (*Cucumis sativus*) and prickly lettuce (*Lactuca scariola*) and the lowest in cock seggs (*Cestrum nocturnum*). Although black nightshade (*Solanum nigrum*) was not attractive treatment for feeding adult whitefly, but after cucumber it was the most attractive treatment for spawning and the observed the highest percentage of egg and nymph mortality percentage (79%) in this treatment. Also, the highest growth period length of whitefly was observed in jerusalem chery (*Pseudocapsieum solaum*) (47 days) and black nightshade (46 days) treatments, and the lowest in cock seggs. Therefore, cucumber and prickly lettuce due to the attractiveness of feeding and laying for insects (low antixenosis resistance and jerusalem chery and black nightshade, due to higher egg and nymph mortality percentage and growth period length (high antibiosis resistance) can be used as a trap plant to reduce the number of generations and control of whitefly and to increase the production of greenhouse crops.

Keywords: Antibiosis; antixenosis; host plant; nonperformance; percentage of mortality; release of insect.

بررسی مقاومت برخی از علف‌های هرز و گیاهان گلخانه‌ای به‌عنوان گیاه تله در کنترل آفت سفید¬بالک (*Trialeurodes vaporariorum*)

محمد شاه‌علی[۱*]، حسن علیزاده[۲]، احمد عاشوری[۳]
۱و۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و استاد گروه زراعت و اصلاح نباتات ، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی، دانشگاه تهران، ۳- استاد گروه گیاه‌پزشکی، دانشکدگان کشاورزی و منابع طبیعی،دانشگاه تهران، کرج، ایران.
(تاریخ دریافت:۱۴۰۱/۱/۳۰ - تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۱)

چکیده
سفیدبالک از مهم‌ترین آفات پلی‌فاژ محصولات گلخانه‌ای بوده که باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی محصولات می‌شود. جهت بررسی مقاومت برخی از علف‌های هرز و گیاهان گلخانه‌ای به‌عنوان گیاه تله در کنترل آفت سفید¬بالک، آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و ۱۰ تکرار در گلخانه باغ گل‌های شهرستان الیگودرز در سال ۱۳۹۷ اجرا شد. تأثیر گیاهان تله بر تمام صفات مرتبط با مکانیسم‌های مقاومت آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. بیشترین تعداد حشره جذب‌شده و تخم سفید¬بالک (کمترین مقاومت آنتی‌زنوز) در گیاهان خیار (*Cucumis sativus*) و کاهوی وحشی (*Lactuca scariola*) مشاهده شد. علف هرز تاج‌ریزی (*Solanum nigrum*) نیز اگر چه برای تغذیه حشره بالغ سفید¬بالک جزء تیمارهای جذاب نبود، اما بعد از خیار جذاب‌ترین تیمار برای تخم‌گذاری بوده و بیشترین درصد مرگ و میر تخم و پوره (۷۹ درصد) را داشت. بیشترین دوره رشد و نمو آفت سفید¬بالک نیز در تیمارهای گیلاس مجلسی (*Pseudocapsieum solanum*) (۴۷ روز) و تاج‌ریزی (۴۶ روز)، و کمترین در محبوبه شب (*Cestrum nocturnum*) مشاهده شد. بنابراین از گیاه جالیزی خیار و علف هرز کاهوی وحشی به‌علت جذابیت تغذیه‌ای و تخم‌گذاری برای حشره و گیاهان گیلاس مجلسی و تاج‌ریزی به‌علت بالابودن درصد مرگ و میر تخم/پوره و دوره رشد و نمو بیشتر (مقاومت آنتی‌بیوز بالا) می‌توان به‌عنوان گیاه تله در کاهش جمعیت و کنترل زراعی سفید¬بالک و افزایش تولیدات محصولات گلخانه‌ای استفاده کرد.
کلمات کلیدی: آنتی‌بیوز، آنتی‌زنوز، درصد مرگ و میر، رهاسازی حشره، غیر ترجیحی، گیاه میزبان.

* Corresponding author E-mail: malizade@ut.ac.ir

مقدمه

سفید¬بالک[۱] با نام علمی *Trialeurodes vaporariorum* از مهم‌ترین آفات پلی‌فاژ محصولات گلخانه‌ای و گیاهان زینتی بسیاری از مناطق جهان می‌باشد که به‌دلیل چندنسلی‌بودن، مقاومت به سموم شیمیایی، قدرت انتقال ویروس‌های گیاهی و فعالیت در سطح گیاهان، باعث کاهش عملکرد کمی و کیفی محصولات می‌شوند (Lapidot *et al*., 2014). روش‌های مختلفی جهت کنترل آفت گلخانه‌ای سفید¬بالک وجود دارد که از جمله آن‌ها می‌توان به روش‌های شیمیایی، زراعی، مکانیکی، رفتاری و بیولوژیک اشاره کرد (Alibakhshi *et al*., 2020). استفاده از روش‌های ساده، کاربردی، مؤثر و سازگار با محیط زیست هم‌چون روش‌های زراعی جهت کنترل جمعیت و کاهش خسارات اقتصادی این آفت امری ضروری است (Naranjo *et al*., 2015).

در سیستم‌های زراعی، انواع مختلف گیاه یا محصول که به آن‌ها گیاهان ثانویه[۲] گفته می‌شود ممکن است همراه با محصول اصلی جهت مقابله با آفات کشت شود که باعث افزایش توانایی و پایداری کنترل بیولوژیکی آفات توسط دشمنان طبیعی می‌شوند (Gores *et al*., 2018). گیاهان ثانویه براساس هدف کشت در چند گروه: همراه[۳]، دفع-کننده[۴]، مانع[۵]، نشان‌گر[۶]، تله[۷] و جمع‌آوری‌کننده[۸] آفات دسته‌بندی می‌شوند (Parker *et al*., 2013). استفاده از گیاهان تله یک روش زراعی، بوم‌شناختی و ابزار سنتی مدیریت آفات بوده که برای جذب، منحرف‌کردن، رهگیری و یا حفظ حشرات مفید یا عوامل بیماری‌زایی که روی آن‌ها جذب می‌شوند، کاشته می‌شوند (Blaauw *et al*., 2017). از گیاهان تله به‌عنوان یک میزبان یا سکونتگاه انحرافی در راستای پراکنده‌سازی و کاهش جمعیت آفات استفاده می‌شوند، چراکه گیاهان تله به‌عنوان میزبانان ترجیحی دارای جذابیت بیشتری برای آفات نسبت به گیاهان اصلی هستند (Buckland *et al*., 2017). محققین گزارش کردند که استفاده از گیاهان تله در محصولات گلخانه‌ای و زینتی می‌تواند باعث افزایش کیفیت و سلامت محصول و کاهش هزینه سمپاشی و تولید شود (Hatt *et al*., 2018; Midega *et al*., 2015) و گیاهان زیادی را جهت رسیدن به این اهداف به‌عنوان گیاه تله معرفی کردند که از جمله آن‌ها می‌توان به گیاهان زراعی ذرت شیرین (*Zea mays* convar.)، کلزا (*Brassica napus*)، خیار، گوجه‌فرنگی (*Lycopersicum esculentum*) و توتون (*Nicotiana rustica*)، گیاهان زینتی شمعدانی (*Pelargonium zonale*)، ختمی (*Nicotiana rustica*)، آزاله (*Alcea mallow*) و علف‌های هرز تاج‌ریزی، گاو پنبه (*Abutilon theophrasti*) و قوزک (*Hibiscus trionum*) اشاره کرد (Sarkar *et al*., 2018; Kumer *et al*., 2017; Badenes Perez *et al*., 2017). بنابراین در صورت شناسایی و حذف انتخابی گیاهان و علف‌های هرز جذاب، می‌توان از آن‌ها به‌عنوان گیاه تله/جمع‌آوری‌کننده آفات گلخانه استفاده کرد.

مقاومت گیاهان به حشرات و آفات، کیفیت‌های وراثتی گیاه است که یکی از اجرای مهم مدیریت تلفیقی آفات بوده و باعث کاهش جمعیت حشره و خسارت محصول

---

[۱] Whitefly
[۲] Secondary crops
[۳] Companion
[۴] Repellent
[۵] Barrier
[۶] Indicator
[۷] Trap
[۸] Banker

می‌شود (Williams *et al*., 2017). مقاومت گیاهان به بندپایان همیشه جنبه نسبی داشته و چهار مکانیسم مقاومت آنتی‌زنوز[۱] آنتی‌بیوز[۲] تحمل[۳] و اجتناب[۴] از آفت در گیاهان مختلف گزارش شده است (Williams *et al*., 2017; Smith, 2005). آنتی‌زنوز (غیر ترجیحی، رجحان، ضد میهمان یا بیگانه)، عدم توانایی گیاه در پذیرایی از حشره گیاه‌خوار است که حشره آفت مجبور می‌شود که گیاه میزبان دیگری را انتخاب کند. در مکانیسم مقاومت آنتی‌زنوز گیاه میزبان به‌دلیل حضور رنگ‌های غیر ترجیحی، مو، پرز، عطر، مزه و ... خود را برای آفات، نامطلوب، بدطعم و نامطبوع جلوه‌گر می‌سازد تا از کلنی‌سازی حشره جلوگیری کند. محققین گزارش کردند که آنتی‌زنوز تأثیر گیاهان بر بیولوژی و رفتار حشرات بوده و روی جفت‌گیری، تخم‌ریزی و تغذیه حشره تأثیر می‌گذارد (Lie *et al*., 2004). آنتی‌بیوز (پادزیستی) نیز تأثیر نامطلوب گیاه میزبان بر رشد و تولید مثل آفات حشره‌ای که روی آن گیاهان تغذیه می‌کنند، می‌باشد و حتی ممکن است منجر به مرگ آفات شود (Stout, 2013). علی‌رغم اثربخشی و عملکرد گیاهان تله در کنترل بیولوژیک آفات، تاکنون از پتانسیل کامل آن‌ها در مدیریت یکپارچه آفت استفاده نشده است، در این راستا میزان مقاومت برخی از علف‌های هرز و گیاهان گلخانه‌ای از طریق مکانیسم‌های آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز به آفت سفید¬بالک گلخانه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی کارایی برخی از علف‌های هرز و گیاهان گلخانه‌ای به‌عنوان گیاه تله در کنترل آفت سفید¬بالک محصولات گلخانه‌ای خیار و گوجه‌فرنگی، آزمایشی گلخانه‌ای در قالب طرح کاملاً تصادفی با هشت تیمار و ۱۰ تکرار در گلخانه باغ گل‌های شهرستان الیگودرز در سال زراعی ۹۸-۱۳۹۷ اجرا شد. موقعیت جغرافیایی شهرستان الیگودرز بین ۴۹ درجه و ۴۲ دقیقه طول شرقی و ۳۳ درجه و ۲۴ دقیقه عرض شمالی و ارتفاع از سطح دریا در حدود ۲۰۲۲ متر می‌باشد. الیگودرز در ناحیه کوهستانی و با آب و هوایی بسیار سرد در شرق استان لرستان واقع شده و از شهرهای مرتفع و مناطق سردسیر ایران است. نوع اقلیم نیمه‌مرطوب با تابستان معتدل و زمستان بسیار سرد بوده و حداکثر و حداقل دمای منطقه به‌ترتیب ۳۴/۳ و ۵/۷ درجه سانتی‌گراد و میانگین بارندگی سالانه ۳۳۷/۷ میلی‌متر می‌باشد. تیمارهای آزمایش هشت گونه گیاه میزبان آفت گلخانه‌ای سفید¬بالک بود (جدول ۱ و شکل ۱).

گیاهان میزبان شامل چهار گونه علف‌های هرز (فرفیون زگیل‌دار، کاهوی وحشی، شیر تیغک و تاج‌ریزی)، دو گیاه از گل‌های زینتی (محبوبه شب و گیلاس مجلسی) و دو گیاه جالیزی (خیار و گوجه‌فرنگی) بودند (جدول ۱). بر اساس مشاهدات میدانی از مراکز تولیدات گلخانه‌ای مشخص شد که گیاهان دارای شیرابه سفید و گیاهان خانواده بادمجان جذابیت بیشتری برای آفت سفید بالک داشته و میزبان ترجیحی آن می‌باشند. به‌همین‌دلیل علف های هرز جذاب کاهوی وحشی، فرفیون زگیلدار و شیرتیغک که دارای شیرابه سفید بودند و از خانواده بامجان[۵] نیز علف هرز تاج‌ریزی و گل‌های زینتی گیلاس مجلسی و محبوبه شب و گیاهان جالیزی

[۱] Antixenosis
[۲] Antibiosis
[۳] Tolerance
[۴] Escape
[۵] Solanaceae

گوجه‌فرنگی و خیار به‌عنوان گیاهان تله مورد بررسی قرار گرفتند (شکل ۲).

جدول ۱- گونه‌های گیاهی مورد مطالعه به‌عنوان گیاهان تله برای کنترل سفید¬بالک.

Table 1. Studied plant species as a trap plants for control of Whitefly.

Type of plant	Common name	Binomial name	Family	Data of planting	Emergence of the first seedling (days after planting)
Weed	Petty spurge	*Euphorbia peplus*	Euphorbiaceae	2019.03.10	23
	Prickly lettuce	*Lactuca scariola*	Asteraceae	2019.02.20	15
	Prickly sowthistie	*Sonchus asper*	Asteraceae	2019.03.10	28
	Black nightshade	*Solanum nigrum*	Solanaceae	2019.02.01	16
Ornamental	Cock seggs	*Cestrum nocturnum*	Solanaceae	2019.02.01	15
	Jerusalem chery	*Pseudocapsieum solanum*	Solanaceae	2019.03.29	18
Vegetable	Tomato	*Lycopersicum esculentum*	Solanaceae	2019.02.20	8
	Cucumber	*Cucumis sativus*	Cucurbitaceae	2019.02.20	5

شکل ۱-از سمت راست به‌ترتیب حشره کامل (A)، تخم (B)، پوره (C)، شفیره (D) سفیدبالک.

Figure 1. From the right side are the whole insect (A), egg (B), nymph (C) and pupae (D) of the Whitefly, respectively.

جهت بررسی خاصیت آنتی‌زنوز وآنتی‌بیوز گیاهان میزبان سفید¬بالک، به‌ترتیب تعداد حشره و تخم روی هر گیاه (شاخص آنتی‌زنوز) و درصد مرگ و میر تخم/پوره و دوره رشدی قبل از بلوغ حشره (شاخص آنتی‌بیوز) بررسی شد. بدین‌منظور ابتدا بذر علف‌های هرز مورد نظر از زمین‌های زراعی هم‌جوار گلخانه در پاییز ۱۳۹۷ جمع‌آوری و در یخچال با دمای پنج درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد. بذرهای خیار (رقم استورم) و گوجه‌فرنگی گلخانه‌ای (رقم چری قرمز) نیز از فروشندگان بذر شهرستان الیگودرز تهیه شد. به‌علت زمان ظهور متفاوت بذرهای هر گیاه، ابتدا ۱۰ بذر از هر گونه در گلدان‌های با قطر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر و بسترکاشتی از خاک باغچه، کود دامی پوسیده و ماسه به نسبت ۱:۱:۲، در عمق ٤-۲ سانتی‌متر (برحسب اندازه بذر) کشت شدند. کلیه گلدان‌ها در گلخانه‌ای با دماهای حداکثر ۳ ±۲۸ سانتی‌گراد و حداقل ۳±۱۸ درجه سانتی‌گراد نگهداری و زمان ظهور اولین گیاهچه هر گیاه شناسایی شد (جدول ۱).

به‌علت ظهور و رشد غیر یکنواخت بذرهای علف‌های هرز، ۱۰۰ بذر از هر گیاه در سینی کشت با بستری از کوکوپیت و پرلیت، در چهار تاریخ کشت و با فاصله چهار روز کشت شد تا در زمان انجام آزمایش گیاهان از نظر رشدی یکنواخت باشند. تعداد ۳۰ قلمه از گیاه زینتی محبوبه شب نیز در بستری از پیت‌ماس در سینی کشت شد. جهت ریشه‌دهی و جلوگیری از آلودگی گیاهان،

سینی‌های کشت در گلخانه ضدعفونی‌شده که با توری مناسب پوشیده شده بود، قرار داده شد (شکل ۳).

شکل ۲- گیاهان مورد مطالعه به عنوان تله برای کنترل سفیدبالک.

Figure 2. Studied plants as trap for control of Whitefly.

در مرحله دو برگی، گیاهان با کود تقویتی ماکرو ۲۰-۲۰-۲۰ شرکت باواریا آلمان به نسبت دوکیلوگرم در ۱۰۰۰ لیتر به‌صورت محلول در آب آبیاری تغذیه شدند. همچنین در مرحله چهاربرگی جهت تقویت گیاهان کاشته‌شده از کود میکرو کامل کال مکس شرکت امکس به نسبت یک در ۱۰۰۰ لیتر به‌صورت محلول‌پاشی در دو مرحله به‌فاصله یک هفته استفاده شد. جهت ایجاد کلنی سفیدبالک از چهارچوبی از جنس آلومینیوم برای ساخت قفس ایزوله/بانک حشره استفاده شد و سپس گیاهان میزبان آفت سفیدبالک به درون قفس انتقال یافت. روی پایه‌های چهارچوب برای جلوگیری از ورود و خروج حشرات از توری مناسب و جهت ممانعت از پاره‌شدن توری، از یونولیت استفاده شد (شکل ٤). سپس برگ‌های گیاهان آلوده به پوره، شفیره و حشره بالغ سفیدبالک از قفس جمع‌آوری و درون قفس همسن‌سازی (به ابعاد ۳۰×۲۰×۲۰ سانتی‌متر و پوشش توری) قرار داده شد تا شروع به تکثیر کنند (شکل ۵). بعد از ٤٨ ساعت از قرار دادن گیاهان در قفس هم‌سن‌سازی، جهت هم‌سن‌سازی حشرات، برحسب نظر متخصصین ۵۰ عدد حشره بالغ، به‌وسیله آسپیراتور از روی گیاهان برداشته شد. به‌منظور رهاسازی حشره و انجام آزمایش جذابیت نیز، گلخانه‌ای فلزی از جنس آهن با پوشش پلاستیکی و به ابعاد ۲/۵ × ۲/۵ متر و ارتفاع سه متر ساخته شد (شکل ٦). بستر گلخانه شن بوده و با سموم کلروپیریفوس و سایپرومترین به نسبت دو در ۱۰۰۰ ضدعفونی شد. بستر شنی با نایلون سبز رنگی پوشش داده

شد و گیاهان بر اساس طرح آزمایش در محل مورد نظر قرار گرفته و حشرات رهاسازی شد (شکل ۷). هشت کاسه روی دایره‌ای به قطر دو متر با فاصله ۰/۷۸ متر از هم قرار داده شد و در مرکز دایره کاسه‌ای برای رهاسازی حشرات گذاشته شد.

جهت انجام تست جذابیت، حشرات مورد نظر در نه خردادماه ۱۳۹۸ در گلخانه ایزوله رهاسازی شدند. بدین-منظور از ۱۰۰ گیاه روییده در سینی کشت که به مرحله چهار تا شش‌برگی رسیده بودند، یک نمونه انتخاب شد. به‌صورت تصادفی هر یک از نمونه‌ها روی یک کاسه درون گلخانه آزمایش قرار داده شد و پس از نیم‌ساعت ۵۰ حشره هم‌سن که از قفس هم‌سن‌سازی گرفته شده و درون بطری آسپیراتور قرار داشتند در مرکز گیاهان قرار داده شد. زمان رهاسازی حشرات پنج عصر برای هر تکرار بود و حشرات پس از خروج از بطری و پرواز درون گلخانه اقدام به انتخاب گیاه برای تغذیه کردند (شکل ۸). طی ٢٤ ساعت پس از رهاسازی، در پنج مرحله تعداد حشرات رو و زیر برگ‌های گیاهان شمارش شد که برای شمارش تعداد حشرات زیر برگ‌ها از آینه استفاده شد.

Figure 3. Plant cuttings of Cock seggs in greenhouse

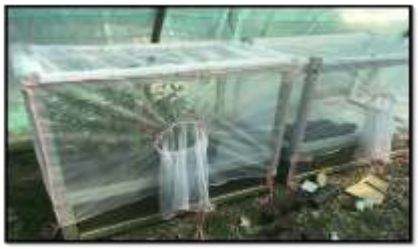


Figure 4. Colony of whitefly

Figure 5. The cage homosexual

Figure 6. Greenhouse of insect release

Figure 7. Release of insects in isolated greenhouses

Figure 8. Presence of whitefly on plants

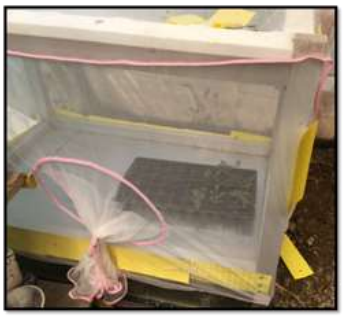


Figure 9. Isolated cage

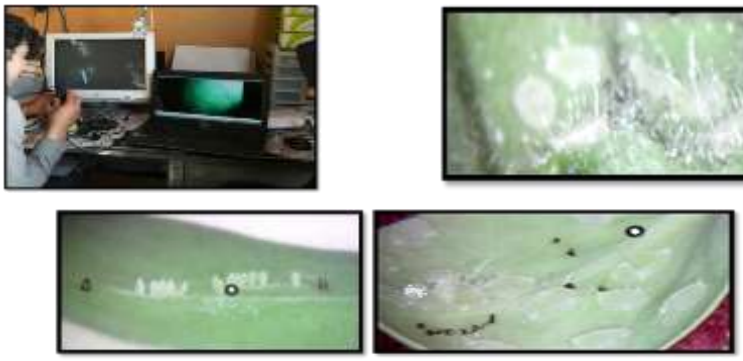


Figure 10. Counting eggs, nymphs and pupae with a digital microscope.

مراحل ابتدایی یک و چهار ساعت و سایر مراحل فردای رهاسازی در ساعت‌های هشت، ۱۳و۱۷ انجام شد. پس از شمارش تعداد حشرات سفید¬بالک روی برگ‌ها، گیاهان بعد از پاک‌سازی از حشرات بالغ در قفس ایزوله قرار داده شدند تا از هرگونه آلودگی حفظ شوند (شکل ۹). سه، ۱۱ و ۱۷ روز بعد از قرار دادن گیاهان در قفس ایزوله، به‌ترتیب تعداد تخم، پوره و پوره سن سه/شفیره روی هر گیاه توسط میکروسکوپ دیجیتال با بزرگ-نمایی ۱۰۰۰ ثبت شد (شکل ۱۰). پس از ۱۷ روز گیاهان به‌طور روزانه تا زمان ظهور اولین حشره بالغ بررسی و تعداد شفیره/پوره سن چهار یاداشت شد که در گیاهان مختلف زمان متفاوتی بود. از تعداد حشرات و تخم‌ریزی روی هر گیاه جهت ثبت شاخص آنتی‌زنوز و تلفات تخم، پوره و دوره رشد و نمو قبل از بلوغ برای تعیین شاخص آنتی‌بیوز، استفاده شد. در نهایت پس از ثبت داده‌ها در نرم‌افزار اکسل[۱] آزمون نرمالیتی شاپیرو-ویلک[۲] تجزیه واریانس و مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از نرم افزار اس پی اس اس[۳] انجام شد. مقایسه میانگین داده‌ها نیز با استفاده از آزمون چنددامنه‌ای دانکن در سطح احتمال یک درصد صورت گرفت.

نتایج و بحث

الف) صفات مرتبط با مکانیسم آنتی‌زنوز گیاهان تله (تعداد حشرات و تخم آفت سفید¬بالک روی گیاهان)

تأثیر گیاهان میزبان بر تعداد حشرات جذب‌شده در طی ۲۴ ساعت پس از رهاسازی حشرات و تخم آفت گلخانه‌ای سفید¬بالک (مکانیسم آنتی‌زنوز) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). به‌طور کلی در تمام ساعات مورد مطالعه بعد از رهاسازی، تعداد حشره جذب‌شده و تخم‌گذاری روی گیاهان جالیزی، بیشتر از گیاهان زینتی و علف‌های هرز بود (شکل ۱۱). به‌عبارتی‌دیگر گیاهان جالیزی از مقاومت آنتی‌زنوزی پایینی برخوردار بودند، لذا ترجیح آفت سفید¬بالک برای تغذیه و تخم‌گذاری روی این گیاهان بیشتر بود. در ساعات یک و چهار نیز تعداد حشره جذب‌شده توسط گیاهان زینتی بیشتر از علف‌های هرز بود و از ساعت ۱۱ تا ۲۴ وضعیت برعکس شد (شکل ۱۱)، لذا تعداد حشره جذب‌شده روی علف‌های هرز بیشتر از گیاهان زینتی بود (شکل ۱۲).

بیشترین تعداد حشره جذب‌شده و تخم سفید¬بالک (۳۷/۹) در خیار و کمترین در گیاه زینتی محبوبه شب مشاهده شد (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). بنابراین به‌ترتیب گیاه جالیزی خیار و زینتی محبوبه شب کمترین و بیشترین مقاومت آنتی‌زنوزی را داشتند. بعد از خیار، تعداد حشره جذب‌شده در علف هرز کاهوی وحشی و گل زینتی گیلاس مجلسی در تمام ساعات، بیشتر از سایر تیمارهای مورد مطالعه بود (شکل ۱۱). تعداد حشره جذب‌شده توسط گیاه خیار از یک (۴/۴ حشره) تا ۱۱ ساعت (۵/۳ حشره) پس از رهاسازی سفید¬بالک روند افزایشی و پس از آن روند کاهشی داشت (شکل ۱۳). در ۱۷ و ۲۴ ساعت پس از رهاسازی به‌ترتیب ۵/۱ و ۴/۴ حشره در سطح گیاه میزبان خیار مشاهده شد. روند تغییرات تعداد حشرات جذب‌شده توسط گیاهان میزبان فرفیون، کاهوی وحشی، تاج‌ریزی و گوجه‌فرنگی نیز در ساعات مختلف رهاسازی حشره همانند خیار بود. لازم به ذکر است که در گیاه جالیزی خیار تعداد حشره جذب‌شده توسط گیاه در یک و ۲۴ ساعت پس از رهاسازی برابر بود (۴/۴۰)، ولی در سایر تیمارهای مورد مطالعه به غیر از فرفیون تعداد حشره

[۱] Excel
[۲] Shapiro-Wilk Test
[۳] SPSS

جذب‌شده در ۲٤ ساعت پس از رهاسازی حشره بیشتر از یک ساعت بود (شکل ۱۳) تعداد حشرات جذب‌شده توسط علف هرز شیرتیغک نیز از یک (۱/۰ حشره) تا ۱۷ ساعت (۱/۷ حشره) و در محبوبه شب و گوجه گیلاسی از یک (به‌ترتیب ۰/۸ و ۲/۷۰ حشره) تا چهار ساعت (به‌ترتیب ۱/۰ و ۲/۹ حشره) بعد از رهاسازی روند افزایشی و پس از آن روند کاهش داشت (شکل ۱۳).

جدول ۲- آنالیز واریانس صفات مرتبط با مکانیسم آنتی‌زنوز (تعداد حشرات و تخم‌های سفیدبالک روی گیاهان).

Table 2. Analysis of variance of related traits of antixenosis mechanism (number of insects and eggs of whitefly on plants).

Source of variation (SOV)	Degree of freedom	Mean of square					
		Number of absorbed insect by plants at different hours of release					Number of egg
		1	2	11	17	24	
Crop	7	15.36**	14.45**	18.82**	16.97**	17.14**	1213.19**
Erorre	72	2.44	2.75	3.83	3.45	2.88	54.82
CV	-	1.89	1.89	1.96	2.27	2.15	2.03

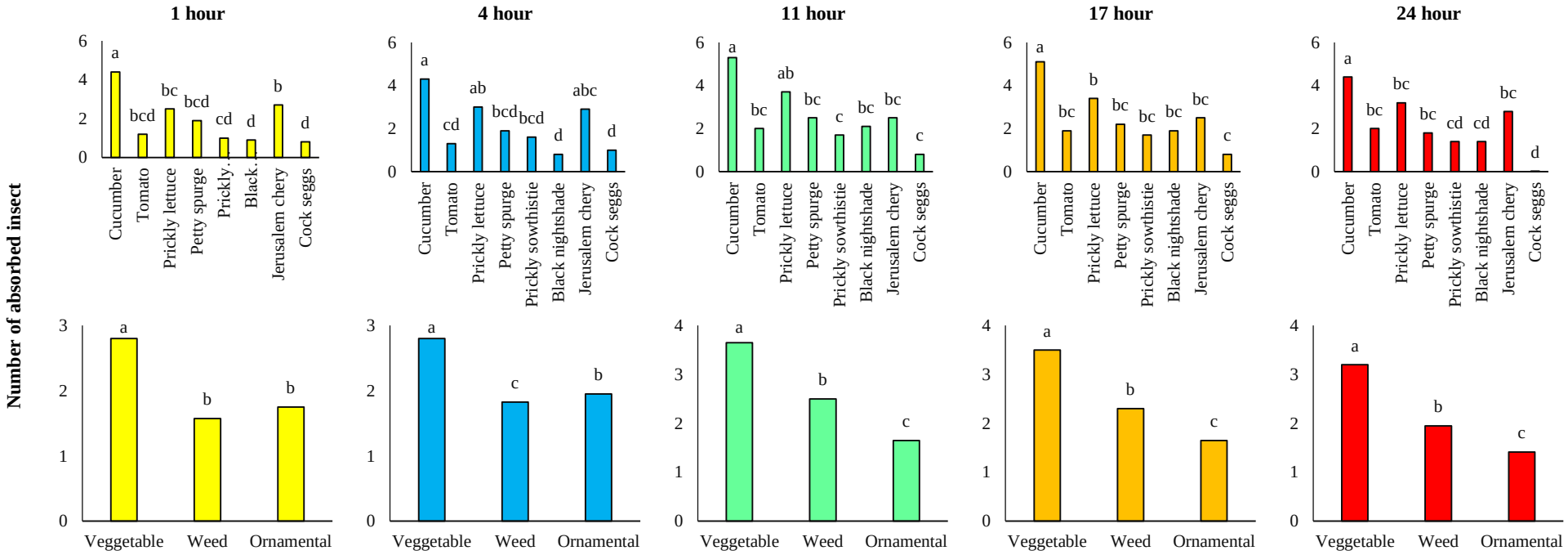
**significant differences at 1% level of probability.

*لازم به ذکر می‌باشد که در جدول ۲ عملیات تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مربوط به هر ساعت به‌طور مجزا انجام شده، ولی نتایج در یک جدول ارائه شد.

سپس ۱۱ ساعت بعد از رهاسازی به بیشترین تعداد (۱/۷ حشره) رسید و با کاهش تعداد حشرات در ساعات بعد در زمان ۲٤ ساعت بعد از رهاسازی نسبت به زمان یک ساعت بعد از رهاسازی روند افزایشی داشت (۱/۷ حشره). بنابراین تعداد حشرات جذب‌شده روی تیمارهای گیلاس مجلسی، کاهوی وحشی، شیر تیغک، گوجه‌فرنگی و تاج‌ریزی در طی ۲٤ ساعت پس از رهاسازی روند افزایشی، در گیاهان میزبان فرفیون و محبوبه‌شب روند کاهشی و در گیاه خیار بدون تغییر بود.

در گیاه جالیزی خیار، تعداد حشره جذب‌شده (٤/٤) و تخم (۳۷/۹ تخم) بیشتر بود، لذا برای تغذیه حشره بالغ و تخم‌گذاری، میزبان جذابی برای آفت گلخانه‌ای سفید¬بالک بوده و از مقاومت آنتی‌زنوز پایینی برخوردار بود (شکل ۱۲). علف هرز تاج‌ریزی نیز اگر چه برای تغذیه حشره بالغ سفید¬بالک جزء تیمارهای جذاب نبود (شکل ۱۱)، اما بعد از خیار جذاب‌ترین تیمار برای تخم‌گذاری بود (شکل ۱۲). در مکانیسم آنتی‌زنوز ویژگی‌های ریخت‌شناسی گیاه مانند: کرک‌های موجود در سطح گیاه، وجود لایه مومی روی برگ‌ها، رنگ و ضخامت بافت‌های گیاهی و خصوصیات شیمیایی گیاه میزبان مانند مواد دورکننده در انتخاب گیاهان میزبان توسط آفات نقش مهمی دارند (Gibson, 1971). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ممکن است فقدان یا کمبود موانع ریخت‌شناسی و شیمیایی موجود در گیاهان جالیزی و علف‌های هرز کاهوی وحشی و تاج‌ریزی و یا احتمالاً تأثیر مثبت مواد شیمیایی ثانویه گیاه که نقش کایرمونی برای آفت سفید¬بالک دارد، باعث استقرار جمعیت بیشتر حشره روی این گیاهان تله شد.

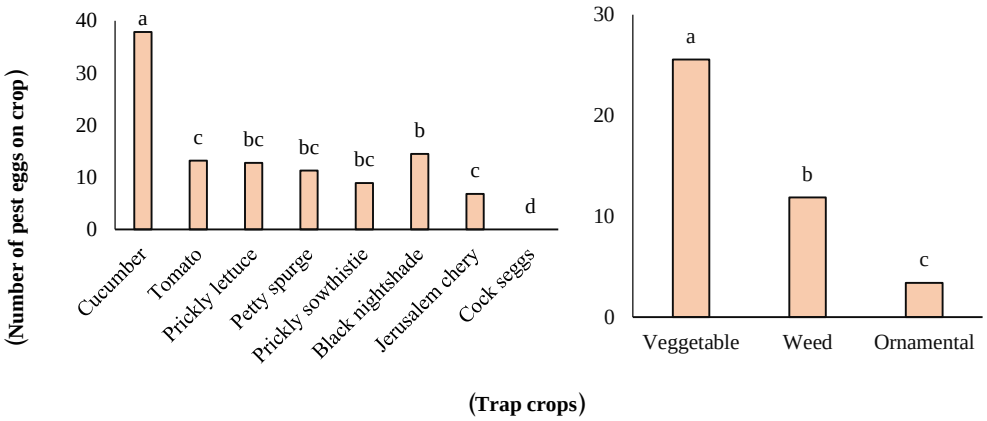
کمترین تمایل تغذیه‌ای حشره بالغ و تعداد تخم‌گذاری یا بیشترین مقاومت آنتی‌زنوزی نیز در تیمار محبوبه شب مشاهده شد (شکل‌های ۱۱ و ۱۲). گیاه محبوبه شب نیز به‌دلیل دارا بودن خصوصیات خاصی (مثل: بوی نامطبوع و سمی‌بودن میوه و برگ) موجب شد که برای حشره غیر قابل استفاده بوده و حشره را از خود دور کند.



شکل ۱۱- مقایسه میانگین تعداد سفیدبالک جذب‌شده توسط هر گیاه تله در ساعات مختلف رهاسازی.

Figure 11. Mean comparison of the number of absorbed whitefly insect by trap plants at different hours of release.

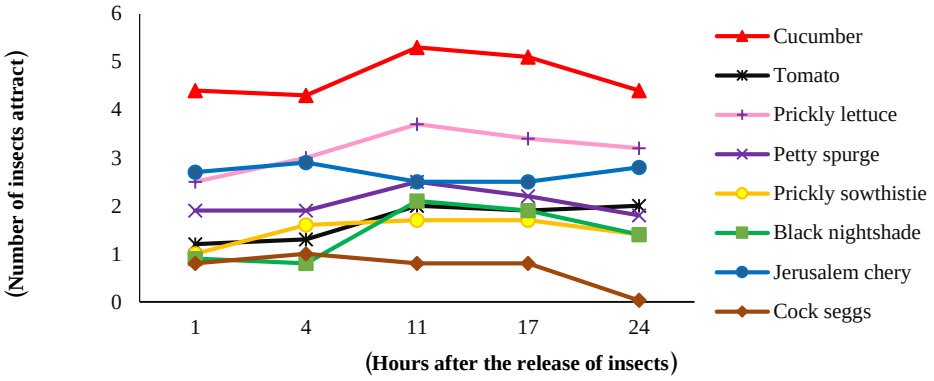
*Means in each column with the same letters are not significantly different at P < 0.01. Vegetable crops: Cucumber, Tomato; Weeds: Black nightshade, Prickly sowthistie, Prickly lettuce, Petty spurge; Ornamental crops: Jerusalem chery, Cock seggs.



شکل ۱۲- مقایسه میانگین تعداد تخم های سفیدبالک روی گیاهان تله.

Figure 12. Mean comparison of the number of eggs of whitefly on trap plants.

*Means in each column with the same letters are not significantly different at P < 0.01.
Vegetable crops: Cucumber, Tomato; Weeds: Black nightshade, Prickly sowthistie, Prickly lettuce, Petty spurge; Ornamental crops: Jerusalem chery, Cock seggs.



شکل ۱۳- تغییرات در تعداد حشرات جذب‌شده توسط گیاهان تله در ساعات مختلف رهاسازی سفیدبالک.

Figure 13. Changes in the number of absorbed insects by trap plants at different hours of whitefly release.

Vegetable crops: Cucumber, Tomato; Weeds: Black nightshade, Prickly sowthistie, Prickly lettuce, Petty spurge; Ornamental crops: Jerusalem chery, Cock seggs.

در گیاه زینتی گیلاس مجلسی نیز، اگرچه تعداد حشره جذب‌شده پس از ۲٤ ساعت از رهاسازی روی گیاه بیشتر بود (۲/۸)، ولی مکانیسم آنتی‌زنوز به قدری مؤثر بود که گیاه اجازه تشکیل کلنی به آفت سفید¬بالک را نداده و به‌علت گرسنه‌ماندن حشره و افزایش درصد مرگ و میر، میزان تخم‌ریزی روی آن کاهش یافت (٦/۸). بنابراین گیاهان جالیزی خیار و علف‌هرز کاهوی وحشی با بالاترین تعداد حشره جذب‌شده و مقاومت آنتی‌زنوزی پایین، می‌توانند به‌عنوان گیاهان میزبان یا تله در کنترل آفت سفید¬بالک و افزایش تولید گیاهان گلخانه‌ای گوجه‌فرنگی، گیلاس مجلسی و محبوبه شب مدنظر باشند. همچنین گیاه گیلاس مجلسی نیز با کاهش تخم‌ریزی و افزایش درصد مرگ و میر آفت می‌تواند در کنترل زراعی سفید¬بالک گلخانه استفاده شود.

ب) صفات مرتبط با مکانیسم آنتی‌بیوز گیاهان تله (درصد مرگ و میر تخم/پوره و دوره رشد و نمو آفت سفید¬بالک)

تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تأثیر گیاهان میزبان بر درصد مرگ و میر تخم/پوره و دوره رشد و نمو آفت سفید¬بالک گلخانه (صفات مرتبط با مکانیسم آنتی‌بیوز) در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۳). به‌طور کلی درصد مرگ و میر تخم، پوره و کل (به‌ترتیب ۸۵، ۹۲ و ۹۵ درصد) و طول دوره رشد و نمو (۳۹ روز) آفت سفید¬بالک در علف‌های هرز بیشتر از گیاهان تله زینتی و جالیزی بود (شکل‌های ١٤ و ١٥). درصد مرگ و میر تخم و کل آفت سفید¬بالک نیز در گیاهان جالیزی (به‌ترتیب ٨٤ و ٨٦ درصد) بیشتر از گیاهان زینتی (به‌ترتیب ۸۲ و ٨٤ درصد) بود (شکل‌های ١٤ و ١٥). در بین تیمارهای مورد مطالعه بیشترین درصد مرگ و میر تخم و پوره (۷۹ درصد) یا مقاومت آنتی‌بیوز در علف‌هرز تاج‌ریزی مشاهده شد (شکل ۱۵). به‌علت عدم تخم‌گذاری آفت گلخانه‌ای سفید¬بالک روی محبوبه شب، کمترین میزان تلفات تخم و پوره بعد از محبوبه شب (۰/۷۸)، نیز به‌ترتیب در تیمارهای کاهوی وحشی (۰/۸۲) و شیرتیغک (۰/۷۹) مشاهده شد که با سایر تیمارهای مورد مطالعه (خیار، فرفیون، گوجه‌فرنگی و گیلاس مجلسی) اختلاف معنی‌داری نداشتند (شکل‌های ۱۲ و ۱۵).

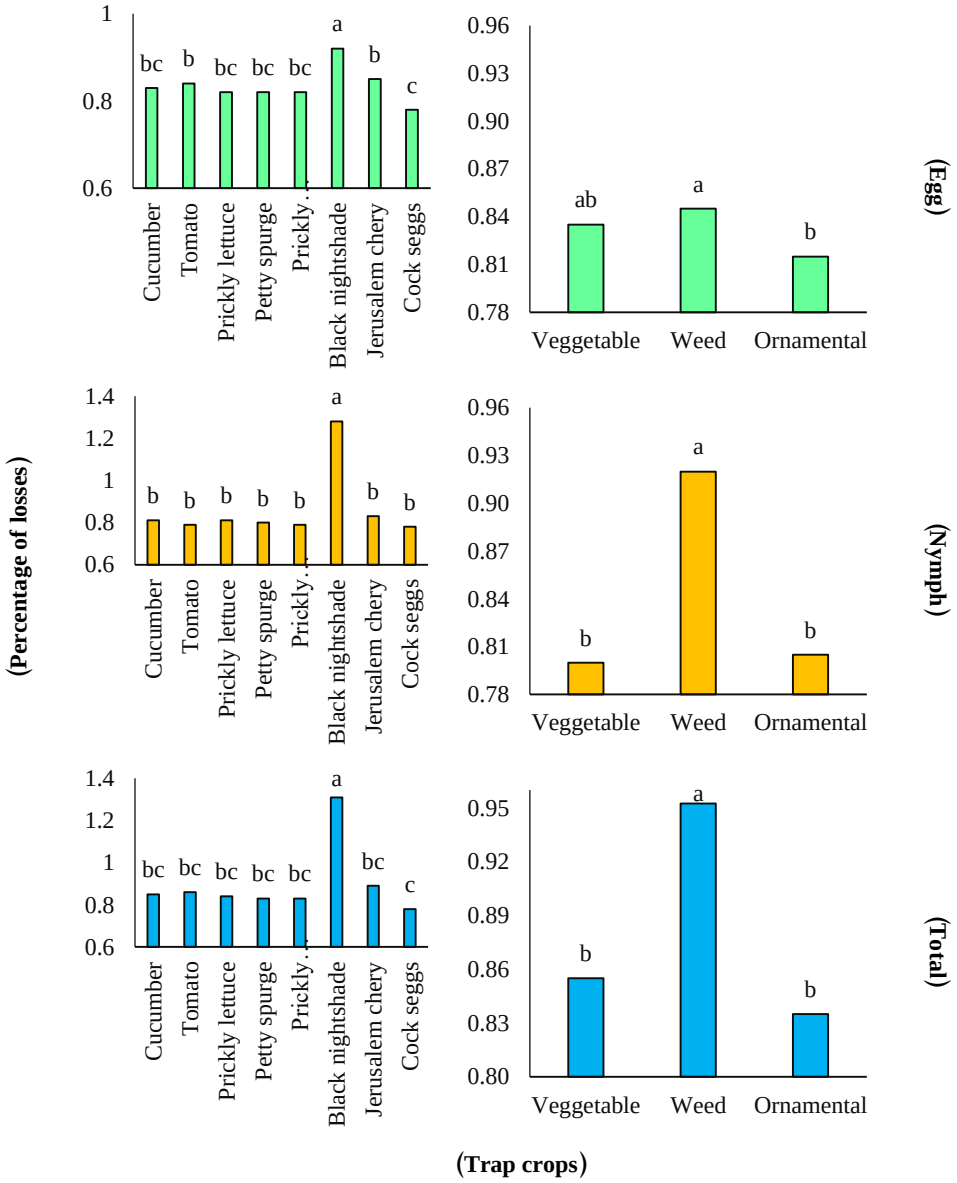
طول دوره رشد رویشی نیز در علف‌های هرز، گیاهان زینتی و جالیزی به‌ترتیب ۳۹/۵، ۲۸/۸ و ٢٦/٧ روز بود (شکل ۱۵). بیشترین دوره رشد و نمو آفت سفید¬بالک نیز در تیمارهای گیلاس مجلسی (٤٧/٦ روز) و تاج‌ریزی (٤٦/١ روز) و کمترین در محبوبه شب (۱۰/۰) و گوجه فرنگی (٢٤/٠ روز) مشاهده شد (شکل ١٤)؛ لذا استفاده از گیاهان گیلاس مجلسی و تاج‌ریزی به‌عنوان گیاهان تله و میزبان، به‌علت کاهش تعداد نسل و افزایش زمان رشد و نمو سفید¬بالک، می‌توانند در کاهش جمعیت سفید¬بالک مد نظر باشند و در صورت استفاده از عوامل کنترل بیولوژیک همراه با گیاهان تله‌ای مذکور نیز می‌توان نتیجه بهتری گرفت. برای جلوگیری از انتقال ویروس‌های بیماری‌زا ترجیحاً گیاهانی که دارای مقاومت آنتی‌بیوز و آنتی‌زنوز هستند (محبوبه شب و گیلاس مجلسی) در اولویت بوده، چراکه این دو مکانیسم سبب کاهش انبوهی جمعیت حشره آفت شده و در نتیجه از گسترش بیماری‌های ویروسی جلوگیری می‌کنند (Hesler, 2005).

جدول ۳- آنالیز واریانس صفات مرتبط با مکانیسم آنتی‌بیوز (درصد مرگ و میر تخم/پوره و طول دوره رشد سفیدبالک).

Table 3- Analysis of variance of related traits of antibiosis mechanism (percentage of egg/nymph mortality and growth period **length of whitefly).**

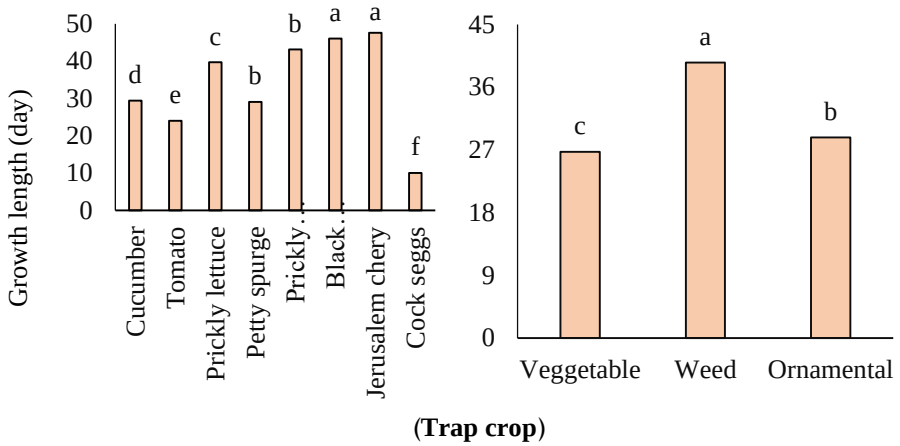
Source of variation (SOV)	Degree of freedom	Mean of square			
		percentage of egg morality	percentage of nymph morality	percentage of total morality	Growth period length
Cultivar	7	0.015**	0.286**	0.286**	2469.81
Erorre	72	0.003	0.009	0.009	4.39
CV	-	1.66	0.184	0.18	9.41

**significant differences at 1% level of probability.



شکل ۱۴- مقایسه میانگین اثر گیاهان تله روی درصد تخم، پوره و مرگ و میر کل آفت سفیدبالک.

Figure 14. Mean comparison of the effect of trap crops on percentage of eggs, nymphs and total morality of whitefly.
Means in each column with the same letters are not significantly different at P < 0.01. Vegetable crops: Cucumber, Tomato; Weeds: Black nightshade, Prickly sowthistie, Prickly lettuce, Petty spurge; Ornamental crops: Jerusalem chery, Cock seggs.



شکل ۱۵- مقایسه میانگین اثر گیاهان تله روی طول دوره رشد سفیدبالک.

Figure 15. Mean comparison of the effect of trap crops on growth period length of whitefly.

Means in each column with the same letters are not significantly different at P < 0.01. Vegetable crops: Cucumber, Tomato; Weeds: Black nightshade, Prickly sowthistie, Prickly lettuce, Petty spurge; Ornamental crops: Jerusalem chery, Cock seggs.

نتیجه‌گیری کلی

تأثیر گیاهان تله بر تمام صفات مرتبط با مکانیسم‌های آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود. ۲٤ ساعت پس از رهاسازی حشره، تعداد حشره جذب¬شده و تخم روی گیاهان جالیزی (۳/۲ و ۲۵/٦) بیشتر از علف‌های هرز (۲/۰ و ۱۱/۹) و گیاهان زینتی (۱/٤ و ۳/٤) بود. درصد مرگ و میر تخم، پوره، کل (به‌ترتیب ۸۵، ۹۲، ۹۵ درصد) و طول دوره رشد و نمو (۳۹ روز) آفت سفید¬بالک در علف‌های هرز بیشتر از گیاهان زینتی و جالیزی بود. بیشترین درصد مرگ و میر تخم و پوره (۷۹ درصد) در علف هرز تاج‌ریزی و بیشترین دوره رشد و نمو آفت سفید¬بالک گلخانه در گیاهان گیلاس مجلسی (٤۷ روز) و تاج‌ریزی (٤٦ روز) مشاهده شد. بیشترین مقاومت آنتی‌زنوز (کمترین تعداد حشره جذب¬شده و تعداد تخم) و آنتی‌بیوز (درصد مرگ و میر تخم، پوره و طول دوره رشد و نمو) به‌علت وجود میوه و برگ‌های سمی و نامطبوع برای آفت در گیاه زینتی محبوبه شب مشاهده شد.

نتایج نشان داد که از گیاه جالیزی خیار و علف هرز کاهوی وحشی به‌علت جذب حشره بیشتر (مقاومت آنتی‌زنوز پایین) و گیاهان گیلاس مجلسی و تاج‌ریزی به‌علت درصد مرگ و میر تخم و پوره بیشتر، کاهش تعداد نسل و افزایش زمان رشد و نمو (مقاومت آنتی‌بیوز بالا) می‌توان به‌عنوان گیاه تله در کنترل آفت سفید¬بالک و افزایش تولیدات محصولات گلخانه‌ای استفاده کرد. از گیاهان زینتی محبوبه شب و گیلاس مجلسی نیز به‌دلیل برخورداری از مکانسیم‌های مقاومت آنتی‌زنوز و آنتی‌بیوز می‌توان برای جلوگیری از انتقال ویروس‌های بیماری‌زا استفاده کرد، چرا که این دو مکانیسم سبب کاهش کلنی‌سازی و انبوهی جمعیت حشره آفت شده و در نتیجه از گسترش بیماری‌های ویروسی جلوگیری می‌کنند.

منابع

Alibakhshi, Z., Seddigh, S., and Tafaghodinia, B. 2020. Chemical control optimization of *Trialeurodes vaporariorum* in gerbera commercial greenhouses. J. Crop. Prot. 9(3): 421-437.

Badenes-Perez, F.R., Marquez, B.P., and Petitpierre, E. 2017. Can flowering *Barbarea* spp. (Brassicaceae) be used simultaneously as a trap crop and in conservation biological control? Int. J. Pest Manage. 90: 623–633.

Blaauw, B.R., Morrison, W.R., Mathews, C., Leskey, T.C., and Nielsen, A.L. 2017. Measuring host plant selection and retention of *Halyomorpha halys* by a trap crop. Entomol. Exp. Appl. 163: 197–208.

Buckland, K.R., Alston, D.G., Reeve, J.R., Nischwitz, C., and Drost, D. 2017. Trap crops in onion to reduce *Onion Thrips* and Iris *Yellow Spot* virus. Southwest. Annu. Rev. Entomol. 42: 73–90.

Gibson, R.W. 1971. Glandular hairs providing resistance to aphids in certain wild potato species. Ann. Appl. Biol. 68: 113-119.

Gores, B., Ramert, B., and Nilsson, U. 2018. A first approach to pest management strategies using trap crop in organic fields. Crop Prot. 112: 141-148.

Hatt, S., Boeraeve, F., Artru, S., Dufrene, M., and Francis, F. 2018. Spatial diversification of agroecosystems to enhance biological control and other regulating services: An agro ecological perspective. Sci. Total Environ. 621: 600-611.

Hesler, L.S. 2005. Resistance to *Rhopalosiphum padi* (Hemi: Aphididae) in three triticale accessions. J. Econ. Entomol. 2: 603-610.

Lapidot, M., Legg, J.P., Wintermantel, W.M., and Polston, J.E. 2014. Management of whitefly-transmitted viruses in open-field production systems. Elsevier. 6: 41-48.

Li, Y., Hill, C.B., and Hartman, G.L. 2004. Effect of three resistant soybean genotypes on the fecundity, mortality and maturation of soybean aphid (*Homoptera*, *Aphididae*). J. Econ. Entomol. 97: 1106-1111.

Midega, C.A., Khan, Z.R., Pickett, J.A., and Nylin, S. 2011. Host plant selection behavior of *Chilo partellus* and its implication for effectiveness of a trap crop. Entomol. Exp. Appl. 138: 40–47.

Naranjo, S.E., Ellsworth, P.C., and Frisvold, G.B. 2015. Economic value of biological control in integrated pest management of managed plant systems. Annu. Rev. Entomol. 60: 621–645.

Parker, J.E., Snyder, W.E., Hamilton, G.C. and Rodriguez-Saona, C. 2013. Companion planting and insect pest control. in weed and pest control conventional and new challenges. J. China Univ. Min. Technol. Pp: 1–30.

Sarkar, S.C., Wang, E., Wu, S.H., and Lei, Z. 2018. Application of trap cropping as companion plants for the management of agricultural pests (A review). J. Insect Sci. 9(4): 112-128.

Smith, P.E. 2009. Whitefly: Identification and biology in Newzeland greenhouse tomato crops. J. Agric. For. 4: 25-34.

Stout, M.J. 2013. Reevaluating the conceptual framework for applied research on host-plant resistance. J. Insect Sci. 20: 263-272.

Williams, L., Rodriguez-Saona, C., and Castled, C. 2017. Methyl jasmonate-induction of cotton: A field test of the attract and reward strategy of conservation biological control. AoB Plants. 9: 32-45.