

ارزیابی تله‌های چسبی رنگی در جلب سفیدبالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum*

میثم صمدی‌پور^۱، حسین فرازمند^۲✉، علیرضا نظری^۱، ولی‌اله بنی‌عامری^۲

گروه حشره‌شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اراک، اراک، ایران. آموسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران. ✉farazmand@areeo.ac.ir

دریافت: ۱۴۰۱/۰۳/۰۵ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۴/۱۱

چکیده

سفیدبالک گلخانه‌ای، *Trialeurodes vaporariorum*، از آفات مهم گیاهان گلخانه‌ای می‌باشد که خسارت اقتصادی قابل توجهی را از راه تغذیه مستقیم از شیر گیاهی و انتقال ویروس‌های گیاهی ایجاد می‌کند. برای جلوگیری از بروز مشکلات استفاده سموم شیمیایی در محیط گلخانه، نیاز به استفاده از روش‌های غیرشیمیایی مانند استفاده از تله‌های چسبی می‌باشد. این تحقیق، به منظور ارزیابی کارایی رنگ‌های مختلف و تعیین بهترین طول موج نوری تله چسبی، در مزرعه گوجه‌فرنگی و در شرایط گلخانه‌ای، در سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۳۹۹ اجرا شد. به همین منظور، تعداد چهار آزمایش در قالب طرح کامل تصادفی با ۶ تکرار، جهت ارزیابی ۶ رنگ (شامل زرد، نارنجی، سبز، آبی، قرمز و سفید) و نیز ارزیابی سه ارتفاع نصب تله (شامل ۳۰، ۸۰ و ۱۶۰ سانتی‌متر) اجرا شد. در پایان میانگین شکار روزانه به ازاء هر تله و نیز طول موج نوری تله‌های رنگی برتر، اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که، رنگ‌های نارنجی و زرد، به ترتیب، با میانگین شکار روزانه ۶۶.۹۶ و ۶۵.۵۵ حشره بالغ سفیدبالک گلخانه‌ای به ازاء هر تله، بهترین کارایی را داشتند. بیشترین شکار تله چسبی رنگی، در ارتفاع نصب ۱۶۰ سانتی‌متری، با میانگین شکار روزانه ۱۱۵ حشره بالغ سفیدبالک گلخانه‌ای به ازاء هر تله بود. نتایج طیف‌سنجی نوری تله‌ها نشان داد که، بالاترین درصد بازتاب طیفی در تله‌های چسبی زرد در طول موج ۵۸۰ نانومتر و در تله چسبی نارنجی در طول موج ۶۰۰ نانومتر می‌باشد. بر اساس نتایج این تحقیق، تله چسبی نارنجی با طول موج نوری حدود ۶۰۰ نانومتر، بهترین کارایی را در جلب حشره کامل سفیدبالک گلخانه‌ای *T. vaporariorum* دارد.

کلمات کلیدی: *Trialeurodes vaporariorum*، سفیدبالک گلخانه‌ای، تله چسبی، رنگ، طول موج نوری

Evaluation of colored sticky traps to attract greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*

Meysam Samadipour¹, Hossein Farazmand²✉, Alireza Nazari¹, Valiollah Baniameri²

¹Department of Entomology, Islamic Azad University, Arak Branch, Arak, Iran. ²Iranian Research Institute of Plant Protection, AREEO, Tehran, Iran. ✉farazmand@areeo.ac.ir

Received: 26 May 2022 Revised: 2 July 2022 Accepted: 2 July 2022

Abstract

The greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*, is an important pest of greenhouse plants. To prevent the problems of using chemical pesticides in the greenhouse environment, it is necessary to use non-chemical methods. This study was carried out to evaluate efficiency of different colors and to determine the best light wavelength of sticky trap on tomato plants in greenhouse, during 2019–2020. Four experiments were carried out in a completely randomized design with 6 replications to evaluate the efficiency color of the sticky trap on attraction *T. vaporariorum*, throughout comparison between six colors (yellow, orange, green, blue, red, and white), and to evaluation efficiency height of the sticky trap on attraction, through comparison between three heights (30, 80, and 160 cm above the ground). Finally, the daily mean of trap capture and the light wavelength of the colored traps were measured. The results showed that, the orange and yellow colors had the best efficiency with the daily mean capture of 66.96 and 65.55 *T. vaporariorum* per trap, respectively. The most capture of sticky colored traps, was recorded at an installation height of 160 cm, with the daily mean capture of 115 *T. vaporariorum* per trap. The results of spectral measurement of traps showed that, the maximum wavelength reflectance in yellow and orange sticky traps were 580 and 600 nm, respectively. According to the results of this study, orange sticky traps with a light wavelength of about 600 nm, have the best efficiency in attracting and control of the greenhouse whitefly, *T. vaporariorum*.

Keywords: *Trialeurodes vaporariorum*, greenhouse whitefly, sticky trap, color, light wavelength

How to cite:

Samadipour M, Farazmand H, Nazari A, Baniamer V, 2023. Evaluation of colored sticky traps to attract greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum*. Journal of Applied Research in Plant Protection 12 (1): 77–85.

مقدمه

سفیدبالک گلخانه با نام علمی *Trialeurodes vaporariorum* Westwood 1856 (Hemi: Aleyrodidae) از مهم‌ترین آفات محصولات گلخانه‌ای نظیر گوجه فرنگی، خیار، بادمجان، کدو، فلفل و گیاهان زینتی در ایران و جهان محسوب می‌شود (Ullah & Lim 2016). پوره‌ها و حشرات کامل این آفت از طریق مکیدن شیره گیاهی باعث ضعف گیاه و با ترشحات چسبناک عسلک سبب خسارت کیفی به محصولات می‌شوند. تولید عسلک علاوه بر کاهش فتوسنتز، به عنوان بستری مناسب برای رشد قارچ‌های ساپروفیت و انباشته شدن گرد و خاک فراهم می‌آورد که علاوه بر کاهش عملکرد، باعث کاهش بازارپسندی محصول نیز می‌شود (Byrne & Bellows 1991). انتقال بیماری‌های ویروسی از دیگر خسارت‌های قابل توجه این آفات به حساب می‌آید (Navas-Castillo et al. 2011).

از آنجایی که خسارت این آفت، اهمیت اقتصادی قابل توجهی در محصولات گلخانه‌ای دارد، روش‌های مختلف مبارزه، در قالب مدیریت تلفیقی آفات (IPM) برای این آفت پیشنهاد شده است. یکی از اثرات زیان‌بار مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌ها، بروز پدیده مقاومت آفات و ناکارآمد شدن آفت‌کش‌ها روی آفات هدف می‌باشد (Denholm et al. 2002; Sumerford et al. 2013). ویژگی‌های زیست‌شناسی این آفت نظیر چندخواره بودن، چرخه زندگی کوتاه (ایجاد نسل‌های متعدد) و باروری زیاد، این آفت را در زمره حشرات مستعد بروز مقاومت به حشره‌کش‌ها قرار داده است، به طوری که مقاومت به حشره‌کش‌ها، در این آفت از بیشتر کشورها گزارش شده است (Byrne & Bellows 1991).

از جمله روش‌های غیرشیمیایی قابل استفاده، کنترل فیزیکی با تله‌های زرد و یا کشت گیاهان تله (Moreau & Isman 2010; Park et al. 2011) و نیز استفاده از مواد فرار گیاهی جهت جلب آفت پیشنهاد شده است (Darshanee et al. 2017; Tosh & Brogan 2015).

تله‌های چسبی رنگی برای دیده‌بانی حشرات استفاده می‌شوند و به همین منظور استفاده از تله‌های چسبی زرد، برای پیش‌آگاهی جمعیت سفیدبالک گلخانه، *Bemisia tabaci* Genn. روی گوجه‌فرنگی قابل توصیه می‌باشد (Gillespie & Quiring 1992). تاثیر رنگ‌های زرد، آبی، سبز، قرمز، سفید و سیاه و نیز شکل تله‌های چسبی در جذب سفیدبالک گلخانه، *B. tabaci* بررسی شد. نتایج تحقیق نشان داد که رنگ زرد دارای جذابیت بیشتری نسبت به رنگ‌های دیگر می‌باشد (Idris et al. 2012). همچنین Gerling & Horowitz (1984) بیان کردند که از

تله‌های چسبی زرد، می‌توان برای تعیین زمان سمپاشی و ردیابی جمعیت سفیدبالک‌ها استفاده نمود.

بررسی کارایی تله‌های چسبی زرد در کنترل سفیدبالک *B. tabaci* در مزرعه و گلخانه نشان داد که تله‌های چسبی زرد به صورت قابل توجهی از افزایش جمعیت سفیدبالک‌های کامل و نابالغ سیب‌زمینی شیرین در گلخانه جلوگیری می‌کنند، ولی در شرایط مزرعه‌ای، تله‌های زرد تاثیر قابل توجهی روی فراوانی سفیدبالک سیب‌زمینی شیرین ندارد (Lu et al. 2012). تراکم مگس سفید *B. tabaci* در گلخانه با تله‌های چسبی زرد به طور قابل توجهی کمتر از گلخانه بدون تله بود (Yaobin et al. 2012).

استفاده از تله‌های چسبی یکی از ایمن‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های مبارزه بر علیه حشرات به ویژه در گلخانه می‌باشد. بر همین اساس از تله‌های چسبی برای مبارزه با حشرات کامل مگس سفید، *B. tabaci*، استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که بین هفت رنگ آزمایش شده (سبز، زرد، نارنجی، قرمز، آبی، سیاه و سفید)، رنگ زرد از نظر میزان جلب حشرات کامل اختلاف معنی‌دار با سایر رنگ‌ها داشت. هم‌چنین بررسی تله‌های چسبی زرد در سه ارتفاع نیم، یک و ۱.۵ متری و فواصل نیم، یک و ۱.۵ متری از بوته‌های پنبه نشان داد که در ارتفاع یک متری و فاصله نیم متری، بیشترین قدرت جلب حشره وجود دارد (Sadeghi & Pormirza 2000). مطالعه کارایی تله‌های چسبی مختلف با انواع رنگ در برابر مگس سفید، *B. tabaci*، در محصول گوجه‌فرنگی نشان داد که، تله‌های چسبی زرد، به‌طور میانگین ۸۲۴ سفیدبالک را در طول دوره‌های آزمایشی ۴۸ ساعته به ازاء هر کارت، شکار کردند. تله‌های چسبی سفید، آبی آسمانی، سبز مایل به آبی، آبی فلورسنت، قرمز فلورسنت، به ترتیب، ۵۶۹، ۴۸۹، ۹۴، ۲۹، ۱۹۲ سفیدبالک به ازاء هر تله را در یک دوره ۴۸ ساعته جذب کردند. این نتایج نشان داد که تله چسبی زرد رنگ، جذابیت بیشتری برای مگس سفید دارد (Rehman et al. 2020).

نتایج بررسی شکار حشرات آفت در مزرعه پنبه با استفاده از تله‌های چسبی رنگی نشان داد که، ارتفاع نصب تله در کنترل جمعیت حشرات آفت تاثیر دارد و بیشترین شکار حشره سفیدبالک *B. tabaci*، در ارتفاع بالاتر مشاهده شد (Chen & Ko 1994).

بررسی کارایی تله‌های تله‌های چسبی زرد در کنترل جمعیت سفیدبالک مزرعه خیار، *B. tabaci*، نشان داد که شکل و اندازه تله بیشترین تاثیر را در به دام‌انداختن آفت دارد. به طوری که بهترین شکل، دایره و بهترین اندازه، اندازه کوچکتر (قطر ۱۰

این تحقیق در گلخانه تحقیقاتی موسسه تحقیقات گیاه-پزشکی کشور، در سال‌های ۱۳۹۸ الی ۱۳۹۹ اجرا شد. پرورش گیاه میزبان سفیدبالک گلخانه برای پرورش سفیدبالک گلخانه از گیاه گوجه‌فرنگی، *Solanum lycopersicum* L. رقم هیبرید ۴۱۲۹ سمینیس (Seminis) استفاده شد. کاشت گلخانه به صورت نشاکاری صورت گرفت. به همین منظور، نشاءهای ۱۰ روزه گوجه‌فرنگی تهیه و در فضای گلخانه به مساحت ۶۰۰ متر مربع (سه بخش ۲۰۰ مترمربعی مستقل)، با تراکم حدود یک بوته در مترمربع با فاصله ۴۰ سانتی‌متر، در شرایط دمایی 24 ± 2 درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و روشنایی ۱۶:۸ (L:D) کشت شد. کلیه عملیات کاشت، داشت و آبیاری مطابق استاندارد انجام شد.

تشکیل کلنی سفیدبالک گلخانه

برای تشکیل کلنی سفیدبالک گلخانه، *T. vaporariorum* طی چندین مرحله از زمان ۵ تا ۶ برگی بوته‌های گوجه‌فرنگی، گیاهان آلوده به آفت سفیدبالک گلخانه، که جنس و گونه آن مورد تایید بود، به داخل گلخانه منتقل شده و بوته‌های گوجه‌فرنگی در معرض آفت قرار گرفتند. به این ترتیب کلنی آفت در شرایط گلخانه پرورش داده شده و جمعیت مناسب از آفت برای شروع آزمایش‌ها بدست آمد.

تله‌های چسبی

به منظور تهیه تله‌های چسبی، از برگ‌های طلق شفاف به رنگ‌های مختلف به ابعاد ۳۰ در ۱۵ سانتی‌متر و چسب مایع مخصوص تله (فاقد رنگ و بو) استفاده گردید. همچنین در مراحل بعدی از تله‌های چسبی رنگی تجاری مختلف نیز استفاده شد.

آزمایش کارایی تله‌های مختلف

به منظور تعیین بهترین تله چسبی در جلب آفت، ۴ آزمایش در گلخانه، در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار اجرا شد. به همین منظور، تله‌های چسبی (به ابعاد ۳۰ در ۱۵ سانتی‌متر) بر اساس تیمارهای موردنظر و براساس تعداد تکرار تهیه و در داخل گلخانه با فاصله مساوی، به صورت تصادفی روی بوته‌های گوجه‌فرنگی در ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متری و در ۴ دوره زمانی سه روزه نصب شد. پس از پایان هر دوره، ضمن تعویض تله‌ها و شمارش میزان شکار، محل نصب تیمارها به صورت تصادفی تغییر و تله‌ها مجدد نصب شد. در پایان میزان شکار تیمارها در مدت زمان ۱۲ روز محاسبه و میانگین شکار روزانه به ازاء هر تله بدست

سانتی‌متری) تله‌های چسبی رنگی بود (Shabani et al. 2013). به منظور بررسی کارایی رنگ‌های مختلف تله‌های چسبی جهت شکار سفیدبالک گلخانه، *B. tabaci*، تله‌های چسبی با سه رنگ زرد، آبی و سبز در گلخانه گوجه‌فرنگی نصب و پس از ۲ هفته تعداد حشرات کامل جلب‌شده شمارش و مقایسه گردید. نتایج حاکی از کارایی بیشتر تله‌های رنگ زرد و سبز نسبت به رنگ آبی بود (Khanjani et al. 2007).

نتایج بررسی کارایی تله‌های مختلف جهت کنترل آفت سفیدبالک *T. vaporariorum*، نشان داد که کارایی تله‌های زرد بیشتر از گیاهان تله هست و موجب کاهش تخم‌گذاری سفیدبالک روی گیاهان میزبان می‌شود. همچنین گیاه بادمجان جلب‌کنندگی بیشتری نسبت به گیاه کدو داشت و لذا نصب تله‌های زرد روی گیاه بادمجان موجب کارایی بیشتر تله می‌شود (Moreau & Isman 2010). مقایسه تله‌های زرد آغشته به چسب معمولی و تله‌های زرد پوشیده‌شده با روغن کرچک در جلب و شکار سفیدبالک *T. vaporariorum* در گلخانه ژربرا، نشان داد که میزان شکار تله‌های زرد پوشیده‌شده با روغن کرچک بالاتر بوده و نسبت هزینه سود نهایی این تله‌ها در مقایسه با تله‌های چسبی زرد معمولی بیشتر می‌باشد (Premalatha & Rajangam 2011). ارزیابی کارایی رنگ تله چسبی بر روی جذب سفیدبالک *T. vaporariorum* در مقایسه بین چهار رنگ (زرد، قرمز، سفید و آبی) انجام شد. نتایج نشان داد تله‌های زردرنگ، کارایی بیشتری بر روی شکار *T. vaporariorum* دارند. ارزیابی کارایی ارتفاع تله چسبی زرد بر روی جذب *T. vaporariorum* از طریق مقایسه بین چهار ارتفاع (۲ متر، ۱.۵ متر، ۱ متر و ۰.۵ متر) از سطح زمین انجام شد. نتایج نشان داد که تله‌هایی که ارتفاع آنها ۲ متر از سطح زمین است، در جذب *T. vaporariorum* نسبت به سایر ارتفاع‌ها، کارایی بیشتری دارند. همچنین ارزیابی جهت‌گیری کارایی تله چسبی زرد بر روی جذب *T. vaporariorum* از طریق مقایسه بین چهار جهت (شمال، جنوب، شرق و غرب) نشان داد که جهت‌گیری تله بر جذب *T. vaporariorum* تاثیر معنی‌داری ندارد (Marwa et al. 2020).

مطالعه‌ی حاضر با هدف تعیین بهترین رنگ و طول موج نوری و نیز ارتفاع مناسب نصب تله، جهت جذب حشرات کامل سفیدبالک گلخانه‌ای *T. vaporariorum* انجام شد.

مواد و روش‌ها

به منظور تعیین طول موج نوری، سه تله چسبی رنگی برتر (نارنجی، زرد کیمیا سبزآور، زرد راسل) در آزمایشگاه طیف‌سنجی پژوهشکده فیزیک رنگ پژوهشگاه رنگ، مورد بررسی قرار گرفت و طول موج طیف‌های نوری تله‌ها، با دستگاه طیف‌نورسنج انعکاسی مدل Xrite Sp-64 و با استفاده از آزمون اندازه‌گیری طیف انعکاسی، مطابق با دستورالعمل استاندارد و روش آزمون ASTM-E1331 و ASTM-E308 و نرم‌افزار Color IQC، در شرایط محیطی دمای ۲۴.۹ سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۴۳ درصد تعیین شد. اندازه‌گیری‌های انعکاسی در محدوده طیفی ۷۰۰-۴۰۰ نانومتر، با فاصله‌های ۱۰ نانومتر انجام شد. همچنین از طیف انعکاسی یک کاشی سفیدرنگ به عنوان طیف استاندارد استفاده شد.

نتایج

رنگ مناسب تله

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F_{5,30}=98.32; P=0.0001$). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، تله‌های نارنجی و زرد، با میانگین شکار، به ترتیب، ۶۶.۹۶ و ۶۵.۵۵ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای بیشترین شکار بودند و با سایر رنگ‌ها اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین، تله‌های سفید و آبی، با میانگین شکار، به ترتیب، ۳.۱۲ و ۱.۴۴ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای کمترین شکار بودند (جدول ۱).

جدول ۱. میانگین شکار روزانه‌ی تله‌های چسبی جلب‌کننده سفیدبالک گلخانه‌ای در رنگ‌های مختلف.

Table 1. Daily capture mean of sticky traps for *T. vaporariorum* in different colors.

Color of trap	Trap capture mean per day (M±SE)
Orange	66.96±3.71 a
Yellow	65.55±4.32 a
Green	11.13±3.42 b
Red	6.08±1.72 bc
White	3.13±0.54 c
Blue	1.44±0.50 c

Means in the column followed by the same letter are not significantly different ($P<0.01$, Tukey)

بیشترین شکار بودند و با سایر تله‌ها اختلاف معنی‌دار داشتند. همچنین، تله‌های زرد گرین‌یونیورس، تریفرون و سانتاموس، با میانگین شکار، به ترتیب، ۲۹.۸۳، ۲۷.۸۵ و ۲۶.۸۵ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای کمترین شکار بودند (جدول ۲).

آمد. آزمایش‌ها به شرح زیر انجام شدند:

- ۱- تعیین مناسب‌ترین رنگ تله چسبی در شکار سفیدبالک گلخانه‌ای: این آزمایش با تله‌های چسبی به رنگ‌های زرد، نارنجی، سبز، آبی، قرمز و سفید اجرا شد.
- ۲- کارایی تله‌های چسبی زرد تجاری: آزمایش با ۷ تله چسبی زرد تجاری شامل راسل انگلستان، گرین‌یونیورس اسپانیا، آی.ای.بی.آی کره، سانتاموس کانادا، تریفرون آلمان، کیمیا سبزآور ایران و آراین طب‌پرو ایران انجام شد.
- ۳- ارتفاع مناسب نصب تله چسبی در شکار سفیدبالک گلخانه‌ای: این آزمایش با تله چسبی زرد کیمیا سبزآور در سه ارتفاع مختلف شامل ۳۰، ۸۰ و ۱۶۰ سانتی‌متری اجرا شد.
- ۴- تعیین بهترین تله چسبی رنگی: آزمایش با ۴ تیمار شامل نارنجی، زرد راسل، زرد کیمیا سبزآور، ترکیب زرد و نارنجی (شامل سه نوار طولی زرد-نارنجی-زرد با پهنای ۱۰ سانتی‌متر)، و نصب در ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متری بوته‌های گوجه‌فرنگی، انجام شد.

آنالیز آماری نتایج

آنالیز آماری براساس تجزیه واریانس یک‌طرفه و با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام و گروه‌بندی با استفاده از آزمون توکی ($\alpha=0.5$) صورت گرفت. برای داده‌های غیرنرمال، از تبدیل داده $\log(x)$ استفاده شد.

اندازه‌گیری طول موج نوری رنگ تله‌های برتر

مناسب‌ترین تله زرد تجاری

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F_{6,35}=3.48; P=0.0032$). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، تله‌های زرد کیمیا سبزآور و راسل، با میانگین شکار، به ترتیب، ۵۷.۶۲ و ۵۳.۹۳ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای

جدول ۲. میانگین شکار روزانه‌ی تله‌های چسبی زردرنگ جهت جلب‌سفیدبالک گلخانه‌ای

Table 2. Daily capture mean of yellow sticky traps for *T. vaporariorum*

Sticky trap	Trap capture mean per day (M±SE)
Kimiasabzavar	57.62±3.93 a
Russell IPM	53.90±4.17 a
AryantebParto	38.42±6.39 ab
IABI	34.93±6.53 ab
Green Unverse	29.83±8.35 b
Tripheron	27.85±4.69 b
Scentomos	26.85±3.82 b

Means in the column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.01$, Tukey)

ارتفاع مناسب نصب تله
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در سطح پنج درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F_{2, 14} = 4.39$; $P = 0.0315$). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، تله‌زرد نصب‌شده در ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متر، با میانگین شکار، ۱۱۵.۶۸ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای بیشترین شکار بود و با سایر تیمارها اختلاف معنی‌دار داشت. همچنین، تله‌زرد نصب‌شده در ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر، با میانگین شکار ۸۵.۵۰ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای کمترین شکار بود (جدول ۳).

جدول ۳. میانگین شکار روزانه‌ی تله‌های چسبی زرد جلب‌کننده سفیدبالک گلخانه‌ای در ارتفاع‌های مختلف

Table 3. Daily capture mean of yellow sticky traps for *T. vaporariorum* in different height

Sticky trap height (cm)	Trap capture mean per day (M±SE)
160	115.68±6.75 a
80	97.20±5.77 ab
30	85.50±7.58 b

Means in the column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, Tukey)

بهترین تله رنگی جلب‌کننده
نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین تیمارهای آزمایش در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری وجود دارد ($F_{3, 20} = 10.78$; $P = 0.0002$). براساس نتایج مقایسه میانگین‌ها، تله نارنجی، با میانگین شکار، ۷۴.۷۲ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای بیشترین شکار بود و با سایر رنگ‌ها اختلاف معنی‌دار داشت. همچنین، تله ترکیبی زرد-نارنجی، با میانگین شکار ۴۶.۶۴ عدد حشره بالغ سفیدبالک به ازاء هر تله در روز، دارای کمترین شکار بود (جدول ۴).

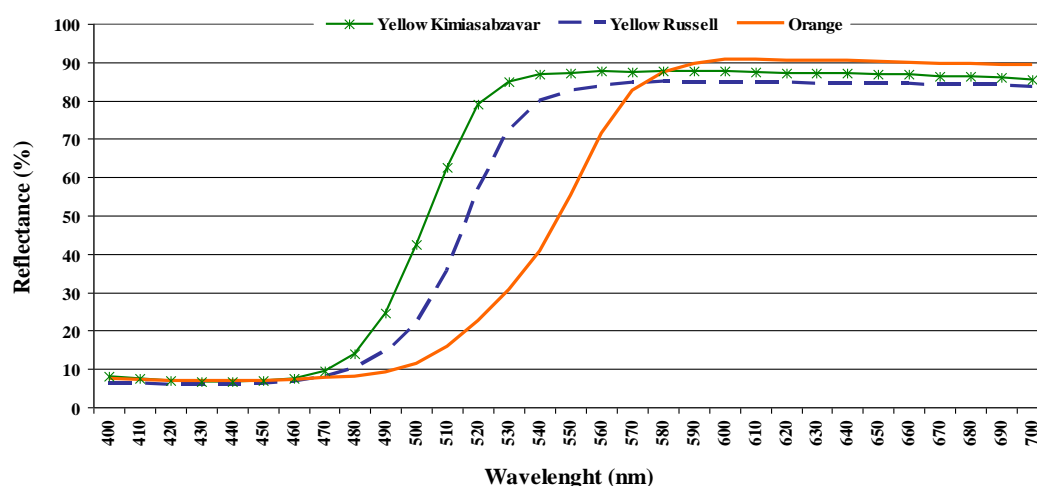
جدول ۴. میانگین شکار روزانه‌ی تله‌های چسبی مختلف جهت جلب‌سفیدبالک گلخانه‌ای

Table 4. Daily capture mean of different sticky traps for *T. vaporariorum*

Sticky trap	Trap capture mean per day (M±SE)
Orange	74.72±4.05 a
Yellow Kimiasabzavar	60.26±4.10 b
Yellow Russell IPM	59.04±2.50 b
Yellow-Orange	46.64±3.15 c

Means in the column followed by the same letter are not significantly different ($P < 0.05$, Tukey)

طول موج نوری رنگ تله‌های برتر
نتایج آزمایش‌ها نشان داد که بازتاب طیفی تله نارنجی با دو تله زرد کیمیا سبزآور و راسل متفاوت است. براساس اطلاعات بدست‌آمده، حداکثر بازتاب طیفی تله زرد کیمیا سبزآور (۸۵ درصد) در طول موج ۵۴۰ نانومتر به بالا (محدوده رنگ‌های سبز، زرد و نارنجی)، تله زرد راسل (۸۵ درصد) در طول موج ۵۵۰ نانومتر به بالا، و تله نارنجی (۸۵ درصد) در طول موج ۵۸۰ الی ۶۶۰ نانومتر (محدوده رنگ‌های نارنجی و قرمز) بود. همچنین، بالاترین درصد بازتاب طیفی در تله‌های چسبی زرد کیمیا سبزآور و راسل در طول موج ۵۸۰ نانومتر و در تله چسبی نارنجی در طول موج ۶۰۰ نانومتر مشاهده شد (شکل ۱).



شکل ۱. بازتاب طیفی تله‌های چسبی رنگی استفاده شده جهت شکار سفیدبالک *T. vaporariorum*

Figure 1. Spectral reflectance of colored sticky traps used to capture of *T. vaporariorum*

بحث

مزارع بادمجان پاکستان، مقایسه تله‌های رنگی زرد، سبز و صورتی حاکی از کارایی بیشتر رنگ زرد در شکار سفیدبالک *B. tabaci* بود (Junejo et al. 2019). مطالعات Khanjani et al. (2007) نشان داد که رنگ زرد جلب‌کنندگی بیشتری نسبت به رنگ‌های آبی و سبز برای شکار سفیدبالک *B. tabaci* در گلخانه گوجه‌فرنگی دارد. در مقایسه رنگ‌های زرد، نارنجی، آبی و قرمز جهت شکار سفیدبالک *B. tabaci* در گلخانه خیار در کشور مصر، بیشترین شکار در تله‌های رنگ زرد (تعداد ۱۰ سفیدبالک به ازاء هر تله) بدست‌آمد (Emam et al. 2018).

بررسی ارتفاع‌های مختلف نصب تله چسبی روی بوته‌های گوجه‌فرنگی نشان داد که ارتفاع ۱۶۰ سانتی‌متری، کارایی بیشتری در شکار حشره بالغ سفیدبالک *T. vaporariorum* داشت. به طوری که این ارتفاع نصب، با میانگین شکار روزانه ۱۱۵.۶ عدد حشره بالغ سفیدبالک گلخانه‌ای به ازاء هر تله، دارای بیشترین میزان جلب و شکار بود. نتایج بدست‌آمده در این تحقیق با مطالعات (Marwa et al. 2020)، Sadeghi & Pormirza (2000) و Chen & Ko (1994) مطابقت دارد. بر اساس مطالعات، تله‌هایی که در ارتفاع ۲۰۰ سانتی‌متر از سطح زمین، نصب شده است، در جذب *T. vaporariorum* نسبت به سایر ارتفاع‌های نصب (۱.۵ متر، ۱ متر و ۰.۵ متر)، کارایی بیشتری دارند (Marwa et al. 2020). همچنین تله‌های زرد چسبی در ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متری در مزرعه پنبه کارایی بیشتری برای جلب حشره کامل *B. tabaci* داشت (Sadeghi & Pormirza 2000). بررسی شکار حشرات آفت در مزرعه پنبه با استفاده از تله‌های چسبی نیز نشان داد که، ارتفاع نصب تله در

مقایسه شکار تله در رنگ‌های مختلف نشان داد که دو رنگ نارنجی و زرد، کارایی مناسب‌تری در شکار حشرات بالغ سفیدبالک گلخانه‌ای دارند. به طوری که تله‌های چسبی نارنجی و زرد، به ترتیب، با میانگین شکار روزانه ۶۷ و ۶۵.۶ سفیدبالک به ازاء هر تله، دارای بیشترین جلب‌کنندگی بودند. نتایج بدست‌آمده در این پژوهش در ارتباط با شکار بیشتر رنگ زرد نسبت به رنگ‌های سبز، قرمز، آبی و سفید، با نتایج تحقیقات (Marwa et al. 2020) مطابقت دارد. به طوری که، در مقایسه چهار رنگ زرد، قرمز، سفید و آبی، تله‌های چسبی زرد، کارایی بیشتری در شکار *T. vaporariorum* داشت. علاوه بر این، در بررسی تله‌های چسبی روی شکار سفیدبالک *T. vaporariorum*، کارایی تله زرد نسبت به گیاهان تله در کاهش جمعیت آفت، به اثبات رسید (Moreau & Isman 2010).

همچنین، نتایج بدست‌آمده در این تحقیق در خصوص کارایی بیشتر رنگ زرد نسبت به رنگ‌های سبز، قرمز و سفید روی سفیدبالک گلخانه‌ای، با نتایج تحقیقات انجام‌شده روی سفیدبالک *B. tabaci* مطابقت دارد. در مقایسه کارایی رنگ‌های مختلف تله چسبی در مزرعه گوجه‌فرنگی مشاهده شد، که رنگ زرد بیشترین جلب‌کنندگی را در مقایسه با رنگ‌های سفید، آبی آسمانی، سبز مایل به آبی، آبی فلورسنت، قرمز فلورسنت برای سفیدبالک *B. tabaci* دارد (Rehman et al. 2020). در بررسی تاثیر دو رنگ زرد و آبی در تله‌های چسبی، جهت شکار سفیدبالک در مزارع خیار، بیشترین شکار سفیدبالک در تله چسبی رنگ زرد مشاهده شد (Banshiwal et al. 2018). در

شکار سفیدبالک گلخانه، *T. vaporariorum*، بیشترین جلب حشره کامل سفیدبالک در نور نارنجی (طول موج ۵۹۰ الی ۶۲۵ نانومتر) مشاهده شد، که با نتایج بدست‌آمده در این تحقیق مطابقت دارد (Fakhari et al. 2020). در بررسی واکنش زنجبرک *Ricania speculum Walker*، به تله‌های چسبی سبز، زرد و نارنجی مشاهده شد که بیشترین شکار در تله سبز انجام می‌شود و اندازه‌گیری بازتاب طیفی تله‌ها نشان داد که حداکثر بازتاب طیفی در تله‌های سبز، زرد و نارنجی، به ترتیب، در طول موج ۵۰۰، ۵۶۰ و ۶۱۰ نانومتر می‌باشد (Mazza et al. 2020). تعیین بهترین طول موج جلب‌کننده تله‌های رنگی زرد، آبی و سفید برای تریپس‌های *Thrips Frankliniella intonsa Trybom*، *Thrips fuscipennis Haliday*، *Thrips tabaci Lindeman*، *Aeolothrips intermedius Bagnall*، نشان داد که حداکثر بازتاب طیفی ثبت‌شده برای دو تله چسبی آبی و زرد به ترتیب، ۴۵۰ و ۵۵۰ نانومتر بود (Pobozniak et al. 2020). مطالعه بازتاب طیفی تله‌های چسبی رنگی جلب‌کننده شته *Rhopalosiphum padi* (L.) نیز نشان داد که بازتاب طیفی دو تله رنگی زرد و لیمویی، به ترتیب در طول موج ۶۰۰ تا ۶۱۰ و ۵۳۲ تا ۵۵۵ نانومتر است (Schröder et al. 2014).

براساس نتایج پژوهش حاضر، تله‌های چسبی دو رنگ نارنجی و زرد، بالاترین کارایی را در شکار داشتند. بنابراین، بهترین طول موج نوری به منظور تهیه تله چسبی رنگی جهت استفاده در برنامه مدیریت تلفیقی آفت سفیدبالک گلخانه‌ای *T. vaporariorum* (ردیابی و شکار انبوه)، طول موج ۶۰۰ نانومتر (دامنه رنگ نارنجی) می‌باشد.

سپاسگزاری

نویسندگان مقاله مراتب سپاس و قدردانی خود را از موسسه تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور و پژوهشگاه رنگ کشور به جهت همکاری و مساعدت برای انجام این پژوهش ابراز می‌نمایند.

References

- Atakan E, Canhilal R, 2004. Evaluation of yellow sticky traps at various heights for monitoring cotton insect Pests. *Journal of Agricultural and Urban Entomology* 21 (1): 15–24.
- Banshiwal R, Dangi NL, Mahla MK, Kumar K, 2018. Monitoring of various traps against insect pests of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected cultivation. *Indian Journal of Applied Entomology* 32 (1): 38–41.
- Byrne DN, Bellows TS, 1991. Whitefly biology. *Annual*

کنترل جمعیت حشرات سفیدبالک *B. tabaci* موثر است (Chen & Ko 1994). مطالعات روی تاثیر ارتفاع نصب تله چسبی زرد (۳۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۲۰ سانتی‌متر) در شکار آفات مختلف در مزارع پنبه ترکیه نشان داد که ارتفاع نصب تله در میزان شکار تریپس غربی گل، *Frankliniella occidentalis* Pergande، تاثیر ندارد، در حالی که بیشترین شکار زنجبرک‌های *Asymetresca decedens* Paoli و *Empoasca decipens* Paoli سفیدبالک *B. tabaci* در تله‌های چسبی نصب‌شده در ارتفاع نصب ۶۰ سانتی‌متری، مشاهده شد (Atakan & Canhilal 2004). لذا مطالعات این تحقیق و سایر محققین نشان می‌دهد که ارتفاع نصب تله‌های چسبی نقش موثری در میزان شکار سفیدبالک دارد و با توجه به ارتفاع بوته‌های گیاه، افزایش ارتفاع نصب تله، موجب افزایش کارایی جلب‌کنندگی تله می‌شود.

بررسی میزان جلب‌کنندگی ترکیب رنگ‌های زرد و نارنجی با تله زرد و تله نارنجی نشان داد که ترکیب دو رنگ زرد و نارنجی تاثیر در افزایش کارایی تله نسبت به رنگ‌های جداگانه زرد و یا نارنجی ندارد. تحقیقات مشابه در زمینه ترکیب تله‌های رنگی وجود ندارد، ولی مطالعات نشان داده است که ترکیب نور مصنوعی و تله چسبی رنگی موجب افزایش کارایی تله‌های سفیدبالک می‌شود. مقایسه کارایی تله ترکیبی نوری با تله چسبی جهت شکار سفیدبالک *B. tabaci* در گلخانه گوجه‌فرنگی نشان داد که تله ترکیبی نور زرد و تله چسبی زرد، کارایی بیشتری در مقایسه با تله چسبی زرد و نیز تله نوری زرد دارد (Mirza & Abdi 2019). همچنین افزودن نور LED سبز به تله چسبی زرد، موجب افزایش شکار سفیدبالک *T. vaporariorum* نسبت به تله چسبی زرد شد (Castresana & Puhl 2015).

بررسی طول موج تله‌های چسبی رنگی برتر نشان داد که حداکثر بازتاب طیفی تله نارنجی در طول موج ۶۰۰ نانومتر و تله‌های زرد در طول موج ۵۸۰ نانومتر می‌باشد. نتایج بدست‌آمده در ارتباط با طول موج تله‌های رنگی این مطالعه، با نتایج سایر محققین مشابهت دارد. براساس مطالعات تله‌های نوری جهت

Review of Entomology 36: 431–457.

Castresana J, Puhl L, 2015. Efficacy of different light-emitting diodes (LEDs) attached to yellow sticky cards to capture the whitefly *trialeurodes vaporariorum*. *Revista de Ciencias Agrícolas* 32 (2): 88–93.

Chen C, Ko W, 1994. Studies on the physical control methods of the striped flea beetle. *Plant Protection Bulletin-Taipei* 36 (3): 167–176.

Darshane HL, Ren H, Ahmed N, Zhang ZF, Liu YH, Liu TX, 2017. Volatile-mediated attraction of

- greenhouse whitefly *Trialeurodes vaporariorum* to tomato and eggplant. *Frontiers in Plant Science* 8: 1285.
- Denholm I, Devine G, Williamson M, 2002. Insecticide resistance on the move. *Science* 297: 2222–2223.
- Emam AS, Samia MA, Abla FAS, 2018. Evaluation Efficiency Sticky Traps on Attraction *Bemisia tabaci* (Genn.) on Cucumber Plants under Greenhouses Conditions. *Journal of Plant Protection and Pathology* 9 (10): 649–653.
- Fakhari H, Karimzadeh J, Moharrampour S, Ahadiyat A, Doranian D, 2020. Phototactic behavior of *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hemiptera: Aleyrodidae) under visible wavelengths. *Journal of Asia-Pacific Entomology* 23, 1181–1187.
- Gerling D, Horowitz AR, 1984. Yellow traps for evaluating the population levels and dispersal patterns of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Entomology Society of American* 77: 753–759.
- Gillespie DR, Quiring D, 1992. Yellow sticky traps for detecting and monitoring Greenhouse whitefly (Homoptera: Aleyrodidae) adults on greenhouse tomato crop. *Journal of Economic Entomology* 80: 675–679.
- Haghshenas A, Zarrabi M, Afeyuni D, 2007. Investigation on sticky colour traps on attraction of sugar beet flea beetle *Chaetocnema tibialis* Hiffer (Col., Chrysomelidae) in Esfahan Province. *Suger Beet Journal* 24 (1): 97–105.
- Idris AB, Khalid SAN, Mohamad-Roff MN, 2012. Effectiveness of sticky trap designs and colours in trapping alate whitefly, *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae). *Pertanika Journal Tropical Agriculture Science* 35 (1): 127–134.
- Junejo GQ, Hullio MH, Soomro JA, Soomro AS, Rajput A, Ali S, Shah SA, 2019. The color attraction of white fly (*Bemisia Tabaci*) through sticky cards in brinjal Crop. *International Journal of Entomology Research* 5 (1): 111–112.
- Khanjani M, Babolhavaeji H, Asali-Fayyaz B., 2007. Evaluation of different colored traps in catching whitefly in tomato greenhouses. *The First National Congress of Tomato Production and Processing Technology*. Mashad. 4 pp.
- Lu Y, Bei Y, Zhang J, 2012. Are yellow sticky traps an effective method for control of sweetpotato whitefly, *Bemisia tabaci*, in the greenhouse or field?. *Journal of Insect Science* 12 (1): P. 113.
- Marwa MM, Marwa AMA, Emam AS, 2020. Evaluation efficiency sticky traps on attraction whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* on strawberry plants under glasshouse conditions. *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences* 13(4): 49–55.
- Mazza G, Marraccini D, Mori E, Priori S, Marianelli L, Roversi PF, Gargani E, 2019. Assessment of color response and activity rhythms of the invasive black planthopper *Ricania speculum* (Walker, 1851) using sticky traps. *Bulletin of Entomological Research* 110: 480–486.
- Mirza MS, Abdi AI, 2019. Development of a combined insect trap for whitefly (*Bemisia tabaci*) and tomato leaf miner (*Tuta absoluta*) management. *Journal of University of Duhok* 22 (2): 25–36.
- Moreau TL, Isman MB, 2010. Trapping whiteflies? A comparison of greenhouse whitefly (*Trialeurodes vaporariorum*) responses to trap crops and yellow sticky traps. *Pest Management Science* 67: 408–413.
- Navas-Castillo J, Fiallo-Olive E, Sanchez-Campos S, 2011. Emerging virus diseases transmitted by whiteflies. *Annual Review of Phytopathology* 49: 219–248.
- Park JJ, Lee JH, Shin KI, Lee SE, Cho K, 2011. Geostatistical analysis of the attractive distance of two different sizes of yellow sticky traps for greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Homoptera: Aleyrodidae), in cherry tomato greenhouses. *Australian Journal of Entomology* 50: 144–151.
- Pobozniak M, Tokarz K, Musynov K, 2020. Evaluation of sticky trap colour for thrips (Thysanoptera) monitoring in pea crops (*Pisum sativum* L.). *Journal of Plant Diseases and Protection* 127: 307–321.
- Premalatha K, Rajangam J, 2011. Efficacy of yellow sticky traps against greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Aleyrodidae: Hemiptera) in Gerbera. *Journal of Biopesticides* 4 (2): 208–210.
- Rehman H, Bukero A, Lanjar AG, Bashir L, Lanjar Z, Nahiyoon ShA, 2020. Comparison of different mechanical traps to screening and control of whitefly (Aleyrodidea: Hemiptera) population in tomato crop. *Pure and Applied Biology* 9 (4): 2151–2157.
- Sadeghi A, Pourmirza A, 2000. Investigating sticky traps for whitefly imago control. *14th Iranian Plant Protection Congress*, September 4–8, Isfahan, Iran. P. 315.
- Schröder ML, Glinwood R, Ignell R, Krüger K, 2014. Visual cues and host-plant preference of the bird cherry-oat aphid, *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae). *African Entomology* 22 (2): 428–436.
- Shabani M, Mousavi SH, Rastegar Gh, 2013. The Effect of Yellow sticky trap on whitefly population control in cucumber farm. *The first National Conference on Medicinal Plants, Traditional Medicine and Organic Agriculture*, Hamedan. 9 pp.
- Sumerford DV, Head GP, Shelton A, Greenplate J, Moar W, 2013. Field-evolved resistance: Assessing the problem and ways to move forward. *Journal of Economic Entomology* 106: 1525–1534.
- Tosh CR, Brogan B, 2015. Control of tomato whiteflies using the confusion effect of plant odours. *Agronomy for Sustainable Development* 35: 183–193.
- Ullah MS, Lim UT, 2016. Within-greenhouse and within-plant distribution of greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae), in strawberry greenhouses. *Applied Entomology and Zoology* 51(2): 333–339.

Yaobin L, Yawei B, Jinming Z, 2012. Are yellow sticky traps an effective method for control of sweet potato

whitefly, *Bemisia tabaci*, in the greenhouse or field? *Journal of Insect Science* 12 (113): 1-12.



This is an open access article under the CC BY NC license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.0/>)