آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۸۹، شماره ۱، شهریور ۱۴۰۰
Applied Entomology and Phytopathology
Vol. 89, No. 1, Sep. 2021
DOI: 10.22092/jaep.2021.343218.1351

مقاله پژوهشی

رقابت دو گونه تریپس، *Frankliniella occidentalis* و *Thrips tabaci* روی خیار و فراوانی آن‌ها روی چند گیاه گلخانه‌ای

وحید نادری[۱]، نفیسه پورجواد[۲]✉

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استادیار حشره شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، اصفهان، ایران

(تاریخ دریافت: آبان ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: فروردین ۱۴۰۰)

چکیده

فراوانی تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* همراه با فراوانی تریپس پیاز *Thrips tabaci* در گلخانه‌های گوجه‌فرنگی، خیار، آلسترومریا، رز و ژربرا در شهرستان اصفهان، با نمونه‌برداری هفتگی از آذر ۱۳۹۷ تا اردیبهشت ۱۳۹۸ بررسی شد. همچنین توان رقابتی این دو گونه روی گیاه خیار، با محاسبه‌پراسنجه‌های جدول زندگی-باروری آنها در دو دمای مختلف و اندازه‌گیری تراکم هر گونه با گذشت زمان با تراکم‌های مختلف اولیه مقایسه شد. نتایج نشان داد که در گلخانه‌ها همواره جمعیت تریپس غربی گل نسبت به‌تریپس پیاز بیشتر بود. پراسنجه‌های جدول زندگی باروری نشان داد که افزایش دما باعث افزایش جمعیت تریپس غربی گل می‌شود. در دمای ۲۵ درجه سلسیوس نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰/۱۷ بر روز) و نرخ خالص تولید مثل (۵۱ پوره) تریپس پیاز بالاتر از تریپس غربی گل بود و در دمای ۲۷ درجه سلسیوس تریپس غربی گل دارای نرخ ذاتی افزایش جمعیت (۰/۱۸ بر روز) و نرخ خالص تولید مثل (۴۵ پوره) بالاتری نسبت به‌تریپس پیاز می‌باشد. همچنین ارزش رقابت درون‌گونه ای برای تریس پیاز و تریپس غربی گل به‌ترتیب ۰/۳۴ و ۰/۱۴ بود که نشان می‌دهد رشد جمعیت تریپس پیاز تحت تأثیر رقابت درون گونه‌ای قرار می‌گیرد و تریپس غربی گل در رقابت بین گونه‌ای موفق‌تر عمل می‌کند.

واژه های کلیدی: تریپس پیاز، تریپس غربی گل، رقابت درون¬گونه ای، نرخ ذاتی افزایش جمعیت

Competition between *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* on cucumber and their abundance on several greenhouse plants

V. NADERI[1], N. POORJAVAD[2]✉

1 and 2, former M.Sc. student and Assistant Professor of entomology, respectively, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran

Abstract

The abundance of the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, along with the onion thrips, *Thrips tabaci*, in the greenhouse of tomato, cucumber, Alstroemeria, Rose and Gerbera were determined by weekly sampling from November 2018 to May 2019 in Isfahan districts. The competition ability of these two species on cucumber was evaluated by comparing their fertility-life table parameters at two different temperatures and also by measuring the density of each species over time with different initial densities of both species. The results showed that the population of the western flower thrips was always higher than onion thrips in greenhouses. The fertility- life table parameters showed that an increase in temperature leads to increase the western flower thrips's population. At 25 ° C, the intrinsic rate of increase (0.17 day^{-1}) and the net reproductive rate (51 nymphs) of onion thrips were higher than the western flower thrips, and at 27 ° C the western flower thrips had higher intrinsic rate of increase (0.18 day^{-1}) and net reproductive rate (45 nymphs) than those of onion thrips. Since the value of intra-specific competition for onion thrips (0.34) and western flower thrips were 0.34 and 0.14, respectively. The onion thrips population growth is more affected by intraspecies competition than western flower thrips and so the western flower thrips is more successful in interspecific competition than onion thrips.

Keywords: Intraspecific competition, intrinsic rate of increase, onion thrips, western flower thrips

✉ **npoorjavad@iut.ac.ir**

مقدمه

رقابت از عوامل مهم در تعیین اندازه، ساختار و تعامل جمعیت حشرات است (Young, 2004). رقابت بین‌گونه‌ای زمانی که بتواند روی گونه‌های مهاجم مؤثر باشد، اهمیت ویژه‌ای در تبدیل شدن آن‌ها به‌آفت در مناطق انتشار جدید دارد (Moony and Cleland, 2001) به‌طوری‌که توانایی بالا در رقابت، باعث افزایش توانایی گونه مهاجم شده و به‌سرعت جمعیت آن را افزایش می‌دهد و آنها را به‌آفت تبدیل می‌کند (Holway *et al*., 1998). نمونه‌های بسیاری از تبدیل گونه‌های مهاجم غیر بومی به‌آفت وجود دارد (Northfield, 2005). برای مثال در آرژانتین مورچه *Linepithema humile* (Mayr) (Hymenoptera: Formicidae) با غلبه‌بر چند گونه بومی در منطقه آمریکای جنوبی و بسیاری از مناطق جهان به‌یک آفت تبدیل شده (Holway and Suarez, 2004) و یا برتری رقابتی پشه *Aedes albopictus* (Skuse) (Diptera: Culicidae) بر چندین گونه بومی احتمالاً در گسترش سریع این آفت مهاجم نقش داشته است (Griswold and Lounibos, 2005). بنابراین رقابت از عوامل مهم در گسترش گونه‌های مهاجم بوده و باید در ارزیابی توانایی گونه‌های مهاجم در تبدیل شدن به‌آفت، مورد توجه قرار بگیرد (Northfield, 2005). هنگامی که عوامل مؤثر در گسترش گونه‌های مهاجم شناسایی شود، علاوه بر این‌که تهاجم‌ها قابل پیش‌بینی می‌شوند، به‌بهبود برنامه‌های مدیریتی آفات نیز کمک می‌شود (Yasuda *et al*., 2004).

گونه‌های مهاجم موفق که می‌توانند در مناطق جدید به‌خوبی مستقر شده و تبدیل به‌آفت شوند عموماً دارای ویژگی‌هایی مثل نرخ ذاتی رشد بالاتر، قدرت تولید مثل بیشتر و توانایی جابه‌جایی بالاتر نسبت به‌گونه‌های نزدیک بومی و همچنین قدرت بالای رقابت برون گونه‌ای هستند. بر این اساس می‌توان موفقیت یک گونه حشره آفت مهاجم و خطرات ناشی از آن در منطقه مورد تهاجم را با بررسی جدول زندگی باروری آفت و تعیین میزان رشد جمعیت و همچنین ارزیابی توانایی رقابت آن گونه با گونه‌های مشابه‌بومی پیش‌بینی کرد (van Driesche *et al*., 2008).

تریپس پیاز (*Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* (Prgande) (Thysanoptera: Thripidae) از مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زای محصولات کشاورزی در دنیا محسوب می‌شوند (van Rijn *et al*., 1995; Afsharizadeh Bami *et al*., 2018). تریپس پیاز عمومی‌ترین گونه شناخته شده در جهان بوده و خسارت قابل توجهی به‌محصولات مختلف زراعی از جمله پیاز، پنبه، توتون و گوجه‌فرنگی وارد می‌کند. این گونه تاکنون به‌عنوان ناقل بیماری‌های ویروسی از جمله ویروس پژمردگی لکه‌ای گوجه‌فرنگی (Tomato Spotted Wilt Virus) و ویروس نواری توتون (Tobacco Strip Virus) شناخته شده است (Ulman *et al*., 1997). تریپس غربی گل به‌عنوان یک گونه مهاجم با ایجاد خسارت روی محصولات گلخانه‌ای از جمله سبزی و صیفی و گیاهان زینتی و همچنین انتشار بیماری‌های ویروسی در طی سال‌های اخیر به‌یکی از مهم‌ترین آفات محصولات گلخانه‌ای در دنیا تبدیل شده است (Ulman *et al*., 1997; Kirk and Terry, 2003). در ایران، تریپس غربی گل برای اولین بار از روی گیاهان زینتی مانند بنفشه آفریقایی، ژربرا، آنتوریوم در سال ۱۳۸۳گزارش شد (Jalili Moghadam and Azmayesh fard, 2004). در سال‌های اخیر در ایران فراوانی گسترده تریپس غربی گل نسبت به‌تریپس پیاز روی محصولات مختلف گزارش شده است (Afsharizadeh Bami *et al*., 2018).

محققان مطالعات بسیاری در طول سال‌های گذشته در ارتباط با عوامل گسترش تریپس‌ها از جمله ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی گیاه میزبان (Brodbeck *et al*., 2002)، شرایط آب و هوایی (Brødsgaard, 1993)، حضور شکارگرها (Baez *et al*., 2004) و پارازیتوئیدها (Funderburk *et al*,. 2002) انجام داده‌اند. شناخت این عوامل باعث می‌شود دانش

کامل‌تری از پویایی جمعیت تریپس فراهم شود و امکان توسعه برنامه‌های مدیریت بهتر آفات را فراهم کند (Northfield, 2005). در ارتباط با علل گسترش تریپس غربی گل در مناطقی که گونه بومی غالب، تریپس پیاز می باشد عواملی مانند حساسیت متفاوت به‌سموم (Su *et al*., 2012; Zhao *et al*., 2017)، تفاوت در تحمل شوک‌های گرمایی (Wang *et al*., 2014a; b) ، سرعت رشد و نمو سریعتر تریپس غربی گل و دامنه میزبانی وسیع‌تر، شیوع سریع تریپس غربی گل در مناطق جدید را توجیه می کند. (Deligeorgidis *et al*., 2006; Wu *et al*., 2020).

اگرچه تریپس غربی گل به‌عنوان یک گونه مهاجم همراه با گونه بومی تریپس پیاز در گلخانه‌های شهرستان اصفهان وجود دارد، تاکنون مطالعه‌ای در ارتباط با چگونگی توزیع و فراوانی جمعیت آن‌ها در گلخانه‌ها و روی گیاهان مختلف انجام نشده است. حضور این دو گونه با یکدیگر ولی با نسبت‌های تراکمی مختلف می‌تواند در برنامه مدیریت تریپس در گلخانه ها مشکل ساز باشد زیرا تفاوت‌های این دو تریپس در ویژگی‌های بیولوژیکی، مقاومت به‌سموم، نحوه پراکنش روی گیاه، نوسانات فصلی و ویژگی‌های رشد جمعیت روش‌های متفاوت کنترل را می‌طلبد.

روش بررسی

فراوانی جمعیت تریپس غربی گل و تریپس پیاز روی محصولات گلخانه‌ای

به‌منظور تعیین گونه غالب تریپس از پنج گلخانه شامل گلخانه‌های گوجه فرنگی و خیار در روستای دستجا واقع در دهستان براآن شمالی در شرق شهرستان اصفهان و سه گلخانه از گل‌های زینتی شامل رز، آلسترومریا و ژربرا در منطقه خوراسگان اصفهان نمونه‌برداری هفتگی انجام شد. لازم به‌ذکر است که فاصله کشت بوته‌ها در هر ردیف در گلخانه‌های خیار، رز، گوجه‌فرنگی، ژربرا و آلسترومیا به‌ترتیب ۵۰، ۱۵، ۴۰، ۳۰ و ۱۰ سانتی‌متر بود و فاصله بین ردیف‌ها به‌ترتیب گیاهان ذکر شده ۶۰، ۵۰، ۷۰، ۵۰ و ۵۰ سانتی‌متر بود.

نمونه‌برداری از تمامی محصولات به‌صورت هفتگی از آذر ماه سال ۱۳۹۷ تا فروردین ۱۳۹۸ و به‌صورت تصادفی انجام شد. برای هر یک از محصولات در هر نمونه‌برداری ۱۰ نمونه انتخاب شد که این نمونه‌ها حداقل از هر طرف یک متر از یکدیگر فاصله داشتند. نمونه‌برداری‌ها از گیاه خیار و گوجه‌فرنگی به‌صورت کاملاً تصادفی از یک سوم ناحیه بالایی بوته و شامل سه برگ، سه گل و چهار میوه (در ۲ هفته ابتدایی، نمونه‌برداری فقط از برگ و گل صورت گرفت) و درگلخانه‌های رز و آلسترومریا شامل سه گل و سه سرشاخه به‌اندازه ۲۰ سانتی‌متر و چهار برگ انجام گرفت. نمونه‌برداری از گل ژربرا فقط شامل پنج نمونه گل و پنج نمونه برگ می‌شد. بلافاصله بعد از نمونه‌برداری، نمونه‌ها درون الکل ۷۰ درصد به‌آزمایشگاه منتقل و حشرات بالغ شمارش، شناسایی (بر اساس ویژگی‌های ریخت‌شناسی زیر بینوکولار) و تعیین جنسیت (نر و ماده) شدند. برای رسم نمودارها از نرم‌افزار Sigma Plot 12.3 استفاده شد.

پرورش حشرات

به‌منظور پرورش تریپس پیاز و تریپس غربی گل، این دو گونه ازگلخانه‌های خیار شهرستان اصفهان جمع‌آوری شد. حشرات پس از انتقال به‌آزمایشگاه، روی میوه خیار نارس همراه با گرده گل خریداری شده از زنبورداری در ظروف استوانه‌ای (۱۴×۹ سانتی‌متر) در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و طول روشنایی ۱۶ ساعت و ۸ ساعت تاریکی به‌طور جداگانه پرورش داده شدند (Nagata *et al*., 1999; 2004). میوه خیار از رقم شهاب تهیه شد که در گلخانه دانشگاه صنعتی اصفهان تحت دمای ۲±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵± ۶۵ درصد و روشنایی طبیعی روز پرورش یافته بود. از حشرات پرورش‌یافته بعد از سه نسل آزمایشگاهی به‌منظور انجام آزمایش‌ها استفاده شد.

بررسی جدول زندگی-باروری تریپس غربی گل و تریپس پیاز

از آنجا که این دو گونه تریپس تخم‌های خود را در داخل بافت‌های گیاهی قرار می‌دهند و جابه‌جایی تخم‌ها امکان پذیر نمی‌باشد، لذا از لاروهای سن اول تازه تفریخ شده تریپس به‌عنوان گروه هم‌سن استفاده شد. برای هم‌سن‌سازی، برگ‌های خیار به‌مدت ۱۲ ساعت در کلنی هر گونه تریپس قرار داده شد تا روی آنها تخم‌گذاری شود و سپس در زمان تفریخ شدن تخم‌ها، لاروهای سن اول هم‌سن به‌دست‌آمده برای آزمایش استفاده شدند. تعداد لاروهای سن اول تریپس مورد استفاده از هر گونه و برای هر دما ۱۰۰ عدد بود. هر واحد آزمایشی شامل یک دیسک برگی دایره‌ای شکل به‌قطر شش سانتی‌متر از برگ خیار (جدا شده از گیاه خیار دارای ٦ تا ۱۰ برگ) بود که روی کاغذ صافی اشباع از آب داخل پتری‌دیش (به‌قطر۹ سانتی‌متر) قرار داشت، سپس روی هر دیسک برگی یک عدد لارو سن اول تازه تفریخ شده قرارداده شد و پتری‌ها در داخل انکوباتورهای با دو دمای ۰/۵±۲۵ و ۰/۵±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±٦۵ درصد و دوره روشنایی ١٦ ساعت و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند. با بررسی روزانه، طول دوره مراحل مختلف زیستی، میزان مرگ و میر در هر مرحله سنی تا زمان تبدیل شدن به‌حشرات کامل ثبت شد. پس از ظهور حشرات کامل و جفت‌گیری، ماده‌ها برای تخم‌ریزی به‌صورت انفرادی روی برگ‌های میزبان قرار داده شدند. روزانه دیسک‌های برگی تعویض و تعداد تخم گذاشته شده توسط هر فرد ماده تا مرگ آخرین فرد ثبت شد. با توجه به‌اینکه تخم‌ها در داخل نسج برگ قرار داشت، نسج برگ با تیغ زیر بینوکولار پاره و تعداد تخم‌ها شمارش شد. پراسنجه‌های نرخ خالص تولید مثل (R_0)، میانگین مدت زمان یک نسل (T)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ ناخالص تولید مثل (GRR) و نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r) به‌عنوان مهم‌ترین پراسنجه محاسبه‌شد. برای اندازه‌گیری خطای استاندارد و ایجاد تکرارهای کاذب از روش بوت‌استرپ به‌تعداد ۱۰۰۰۰ مرتبه‌استفاده شد و فرایند محاسبه با نرم افزار جدول زندگی دو جنسی ویژه سن-مرحله (Chi, 2016) انجام شد. برای مقایسه میانگین پارامترهای جدول زندگی از آزمون بوت‌استرپ جفت شده در نرم‌افزار ذکر شده استفاده شد. همچنین تغییرات نرخ بقا ویژه سن (l_x) (احتمال بقا یک تخم تازه گذاشته شده تا مرحله x)، زادآوری ویژه سنی افراد ماده (m_x) (میانگین باروری افراد در سن x) و نرخ امید به‌زندگی (e_x) (احتمال زنده ماندن یک فرد تا رسیدن به‌سن x) با استفاده از نرم افزار Sigma Plot 12.3 رسم شد.

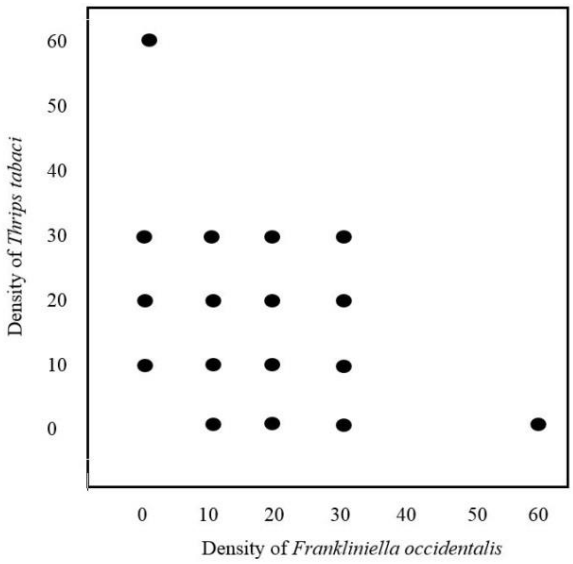
بررسی رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای روی تریپس پیاز و تریپس گل غربی در شرایط آزمایشگاهی

این آزمایش به‌روش Northfield (2005) انجام شد که به‌طور خلاصه بیان می‌شود. از آنجا که تراکم اولیه هر گونه بر نتایج به‌دست آمد بسیار تأثیر گذار است، تراکم‌های مختلفی از جنس ماده‌ی یک روزه جفت‌گیری کرده دو تریپس پیاز و تریپس غربی گل با یکدیگر در ظروف (۱۸×۲۰ سانتی‌متر) حاوی برگ خیارقرار داده شد. تریپس‌های ماده داخل هر تیمار با تراکم از پیش تعیین شده (۶۰،۳۰،۲۰،۱۰،۰) قرار گرفتند تا تخم‌ریزی کنند. این آزمایش با ۱۷ تیمار در پنج تکرار انجام شد (شکل ۱). ظروف در اتاق رشد در دمای ۱±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±٦۵ درصد و دوره نوری ١٦ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شد. پس از ده روز، تمام حشرات بالغ حذف شد و لاروهای هر تیمار تا رسیدن به‌مرحله بلوغ درون ظروف پلاستیکی با خیار و گرده گل (خریداری شده از زنبورداری) نگهداری و بعد از رسیدن به‌مرحله حشره کامل شناسایی شدند. تعداد نتاج حاصل از هر گونه بر تعداد ماده همان گونه در تیمار تقسیم شد تا میزان لارو تولید شده به‌ازای هر ماده مشخص شود.

برای تعیین دقیق رقابت بین‌گونه‌ای و درون‌گونه‌ای از مدل زیر با حدود اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد (Law and Watkinson, 1987):

$$R_x = \frac{\lambda}{1+C(x+\beta_{xy}\, y)}$$

در این فرمول، R_X تعداد لاروهای تولید شده به‌ازای هر ماده از گونه X پس از ده روز است و λ تعداد لارو تولید شده از هر ماده از گونهX در تراکم کم و در غیاب رقیب می‌باشد. C پارامتر اندازه‌گیری رقابت درون گونه‌ای می‌باشد و β_{XY} پارامتر ضریب رقابت بین‌گونه‌ای است که اثر گونه Y روی تولید مثل گونه X را به‌طور نسبی اندازه‌گیری می‌کند (Northfield, 2005).



شکل ۱- تراکم‌های مختلف تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* و تریپس پیاز *Thrips tabaci* به‌منظور تعیین میزان رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای.

Fig. 1. Different densities of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and the onion thrips, *Thrips tabaci* to determine the intraspecific and interspecific competition.

نتیجه و بحث

فراوانی جمعیت تریپس غربی گل و تریپس پیاز روی محصولات گلخانه‌ای

طی نمونه‌برداری از گلخانه‌های خیار، گوجه‌فرنگی، رز، آلسترومریا و ژربرا، ۱۰۵۰ واحد نمونه‌برداری که دارای ۱۹۴۵ عدد تریپس بود (٤٤٠، ٦٠٣، ٤٧٣ و ٤٢٩ عدد تریپس به‌ترتیب از گلخانه های رز، آلسترومیا، خیار و گوجه‌فرنگی) به‌آزمایشگاه منتقل شد. تریپس‌های جداسازی شده شناسایی و مشخص شد که، ۱۲/۱۲ درصد تریپس پیاز *T. tabaci* و ۸۷/۱۲ درصد تریپس غربی گل *F. occidentalis* بوده است. تعدادی از تریپس های جمع‌آوری شده (۰/۷٦ درصد) به‌دلیل آسیب دیدن قابل شناسایی نبودند.

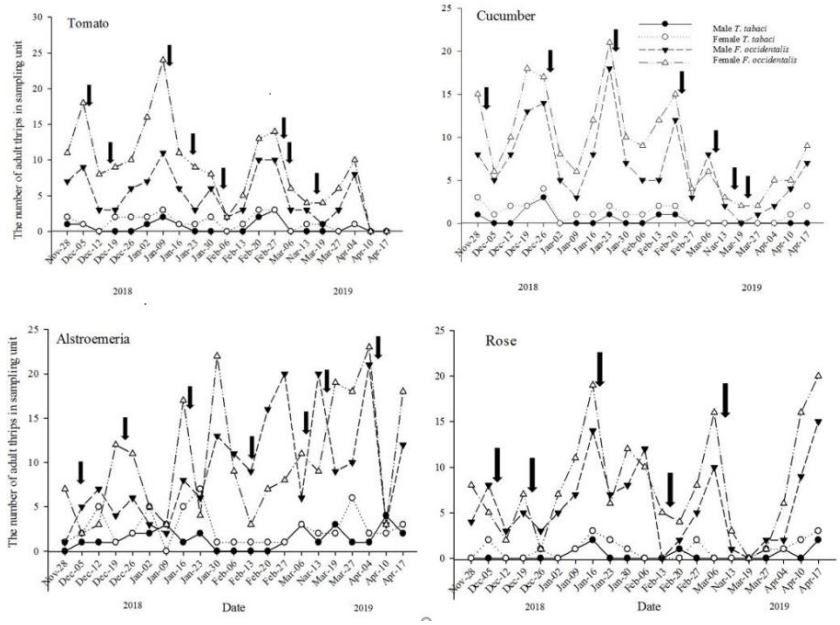
فراوانی جمعیت‌های تریپس پیاز و تریپس غربی گل روی محصولات مختلف در شکل ۲ آمده است. نتایج نمونه‌برداری در گلخانه‌های خیار، گوجه‌فرنگی، رز و آلسترومریا نشان داد که جمعیت تریپس غربی گل در تمام طول نمونه‌برداری از تریپس پیاز بیشتر است (شکل ۲). همچنین در سه گلخانه خیار، گوجه‌فرنگی و رز تعداد ماده‌های بالغ تریپس غربی گل از تعداد حشرات نر بیشتر است در صورتی که در گلخانه گل آلسترومریا جمعیت جنس نر تریپس غربی گل در مقاطعی از زمان نمونه‌برداری (پنج هفته) بالاتر از جمعیت جنس ماده می‌باشد (شکل ۲). علت کاهش جمعیت جنس ماده تریپس غربی گل در گلخانه آلسترومریا می‌تواند به‌دلیل نحوه سمپاشی گلخانه آلسترومریا و محل استقرار حشرات ماده باشد. سمپاشی در گلخانه آلسترومریا به‌گونه‌ای است که بیشتر گل‌ها در قسمت بالایی بوته در معرض سم قرار می‌گیرند، به‌همین دلیل همیشه جمعیتی از تریپس‌ها در قسمت‌های متراکم مرکزی زنده می‌مانند. از آنجا که معمولا جنس ماده به‌دلیل جذب بیشتر آنها به‌گرده گل برای تامین پروتئین مورد نیاز زادآوری روی گل‌های مستقر می‌شوند (Cao *et al.*, 2018) در هنگام سمپاشی جمعیت جنس ماده نسبت به‌نر، بیشتر در معرض سم قرار می‌گیرد و جمعیت آن کاهش می‌یابد. در طول۲۱ هفته نمونه‌برداری از گلخانه ژربرا هیچ گونه تریپسی یافت نشد (شکل۲). روی ژربرا آفت اصلی معمولاً سفیدبالک و در رتبه‌بعدی مینوزها می‌باشند (Chudali *et al.*, 2020) که در نمونه برداری های انجام شده مشخص شد که اکثر برگ های ژربرا پوشیده از پوره و حشرات بالغ سفیدبالک بود. در طول مدت نمونه‌برداری در بعضی زمان‌ها که در شکل ۲ مشخص شده است کاهش شدید فراوانی جمعیت تریپس‌ها مشاهده شد که دلیل آن مبارزه شیمیایی به‌منظور کاهش ریزش گل‌ها

و کاهش کیفیت محصول در تمام گلخانه‌های مورد تحقیق می‌باشد. سموم مصرفی در گلخانه رز دی‌کلرووس، در گلخانه خیار دی‌کلرووس و اسپیرومسیفن، در گلخانه گوجه‌فرنگی دی‌کلرووس و فلوبندی‌آمید و در گلخانه ژربرا تیاکلوپرید+دلتامترین (پروتئوس) بود.

به‌طور کلی نتایج بررسی فراوانی جمعیت تریپس‌ها در تحقیق حاضر نشان داد که تریپس غربی گل، گونه غالب در گلخانه‌های اصفهان است. در گلخانه‌های منطقه باجگاه (شیراز) نیز تریپس غربی گل نسبت به‌تریپس پیاز فراوان‌تر است و دامنه میزبانی متنوع‌تری نسبت‌به تریپس پیاز دارد به‌طوری‌که تریپس غربی گل از روی ۷٤ گونه گیاهی (متعلق به ۲۹ خانواده) و تریپس پیاز از روی ۲۸ گونه گیاهی (متعلق به ۱٦ خانواده) جمع‌آوری شده است (Afsharizadeh Bami *et al*., 2018). در بررسی انجام شده مربوط به‌تعیین گونه غالب تریپس روی محصول پنبه‌طی سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۰۷ میلادی در ایالات متحده آمریکا نیز نشان داده شد از هفت گونه تریپس شناسایی شده، تریپس غربی گل با نسبت فراوانی ٦۱/۷ درصد، بیشترین فراوانی را به‌خود اختصاص داده است (Greenberg *et al*., 2009).

جدول زندگی تریپس غربی گل و تریپس پیاز

میانگین طول دوره رشد و نمو تریپس غربی گل و تریپس پیاز در دو دمای ۲۵ و ۲۷ درجه سلسیوس در (جدول ۱) ارائه شده است. براساس نتایج به‌دست آمده، مدت زمان رشد و نمو پیش از بلوغ، طول عمر حشرات بالغ و میزان باروری آن‌ها به‌صورت معنی‌داری تحت تأثیر تغییرات دما بوده است به‌نحوی که در هر دو گونه با افزایش دما از ۲۵ به‌۲۷ درجه سلسیوس، طول دوره رشد و نمو پیش از بلوغ به‌طور معناداری کاهش پیدا می‌کند و طولانی‌ترین دوره رشد و نموی پیش از بلوغ در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در هر دو گونه تریپس مشاهده شد (جدول ۱). همچنین بیشترین طول عمر حشرات ماده بالغ در تریپس پیاز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس و در تریپس غربی گل در دمای ۲۷ درجه سلسیوس ثبت شد. بیشترین میزان باروری در دمای ۲۵ درجه سلسیوس در تریپس پیاز مشاهده شد و با افزایش دما تعداد



شکل ۲- فراوانی تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* و تریپس پیاز *Thrips tabaci* در گلخانه گوجه‌فرنگی، خیار، آلسترومریا و رز در سال‌های ۱۳۹۷ و ۱۳۹۸.

Fig. 2. Aboundance of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and the onion thrips, *Thrips tabaci* in the greenhouse tomato, cucumber, Alstroemeria and Rose Greenhouse in 2018 and 2019.

روزهای تخم‌ریزی و در نتیجه میزان باروری تریپس پیاز به‌طور چشمگیری کاهش یافت در حالیکه در تریپس غربی گل افزایش دما باعث افزایش میزان باروری شد (جدول ۱). به‌نظر می‌رسد باروری تریپس پیاز به‌شدت تحت تأثیر دما می‌باشد به‌نحوی که گزارش شده است افزایش دما از ۲۵ به ۳۰ درجه سلسیوس باعث کاهش چشمگیری در تعداد تخم هر ماده از ٤٠ به۲۸ عدد تخم می‌شود (Deligeorgidis *et al.*, 2006).

در مطالعات انجام شده در نقاط مختلف مشخص شده است که جمعیت تریپس‌ها می‌تواند تحت تأثیر دما قرار گیرد. برای مثال طول دوره پیش از بلوغ در تریپس *Frankliniella fusca* Hinds (Thysanoptera: Thripidae) و *F. occidentalis* روی محصول لوبیا با افزایش دما به‌طور چشم‌گیری کاهش پیدا می‌کند به‌نحوی که با افزایش دما از۲۰ به۲۵ درجه سلسیوس طول دوره پیش از بلوغ در تریپس غربی گل از ۱۸/۷روز به۱۳/۸روز می‌رسد (Lowry *et al.*, 1992). همچنین کمترین و بیشترین طول عمر حشره ماده تریپس غربی گل روی خیار به‌ترتیب در دمای ۳۰ و ۱۵ درجه سلسیوس و بیشترین میزان باروری در دمای ۳۰ درجه سلسیوس گزارش شده است (Gaum *et al.*, 1994). اما در مقابل نشان داده شده است که با افزایش دما طول عمر تریپس پیاز کاهش پیدا می‌کند به‌نحوی که حداکثر طول عمر در دمای ۱۵ درجه سلسیوس و حداقل در دمای ۳۰ درجه می‌باشد و حداکثر و حداقل میزان باروری در تریپس پیاز به‌ترتیب در دمای ۲۳ و ۳۰ درجه سلسیوس ثبت شده است (Murai, 2000). همچنین به‌نظر می‌رسد که تریپس پیاز روی گیاه پنبه‌در مصر حداکثر تا دمای ۳۰ درجه سلسیوس می‌تواند افزایش جمعیت داشته باشد و در دماهای بالاتر، جمعیت کاهش می‌یابد (Shaarawy *et al.*, 1975). بررسی طول دوره رشد ونمو تریپس غربی گل و تریپس پیاز روی گیاه خیار نشان داده است که با افزایش دما از ۲۵ به ۳۰ درجه سلسیوس، مدت زمان پیش از بلوغ برای هر دو تریپس از ۱۵ به۱۲ روز و طول عمر ماده در تریپس غربی گل از ۳٦ به۲۷ روز و در تریپس پیاز از ۲۷ به۲۰ روز به‌طور معنی‌داری کاهش یافته است.

پراسنجه‌های جدول زندگی-باروری برای تریپس غربی گل و تریپس پیاز در دو دمای ۲۵ و ۲۷ درجه سلسیوس در جدول ۲ ارائه شده است. داده‌ها نشان می‌دهد که پراسنجه‌های r ، λ، R_0، GRR در دو گونه تریپس تفاوت معنی‌دار داشت و تحت تأثیر دمای محیط نیز قرار گرفت به‌نحوی که در دمای ۲۵ درجه سلسیوس پراسنجه‌های ذکر شده در تریپس پیاز نسبت به‌تریپس غربی گل به‌طور معناداری بیشتر است. با افزایش دما میزان این پراسنجه‌ها در تریپس پیاز کاهش می‌یابد اما در تریپس غربی گل به‌طور معناداری افزایش پیدا می‌کند به‌نحوی که بیشترین میزان پاراسنجه‌های r، λ، R_0، GRR در دمای ۲۷ درجه سلسیوس ثبت شد. در بررسی تأثیر دما روی تریپس پیاز، بیشترین میزان r در دمای ۲۵ درجه سلسیوس ثبت شده است که کاهش قابل توجه‌ای را با افزیش دما تا ۳۰ درجه سلسیوس نشان می‌دهد (Deligeorgidis *et al.*, 2006; Murai, 2000).

جدول ۱- طول مراحل مختلف زیستی و باروری(میانگین ± خطای معیار) تریپس پیاز *Thrips tabaci* و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* در دماهای ۲۵ و ۲۷ درجه سلسیوس.

Table 1. Biological parameters and fecundity (mean ±SE) of the onion thrips, *Thrips tabaci* and the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, at temperatures, 25 and 27 °C.

Thrips species	Temperatures (°C)	Pre-adult (day)	Adult female longevity (day)	TPOP (day)	APOP (day)	Oviposition period (day)	Fecundity
Thrips tabaci	25	12.57±0.08^{b}	25.91±0.42^{a}	14.88±0.16^{b}	2.25±0.11^{cb}	5.68±0.11^{a}	116.73±2.23^{a}
	27	10.62±0.08^{c}	22.26±0.4^{c}	13.04±0.24^{c}	2.35±0.22^{b}	4.28±0.09^{b}	66.31±1.46^{c}
Frankliniella occidentalis	25	13.3±0.09^{a}	21.35±0.24^{c}	16.5±0.18^{a}	3±0.12^{a}	4.02±0.04^{c}	64.53±1.05^{c}
	27	10.02±0.08^{d}	24.54±0.46^{b}	12.89±0.21^{c}	2.86±0.16^{ab}	4.43±0.11^{b}	97.89±2.04^{b}

میانگین ها با حروف متفاوت در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (آزمون بوت استرپ جفت شده، $P < 0.05$).

Means in each column followed by different letters are significantly different (paired bootstrap test, $P < 0.05$).

در این مطالعه بیشترین مدت زمان یک نسل (T) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس برای تریپس غربی گل ثبت شد. همچنین مشخص شد با افزایش درجه حرارت از ۲۵ به۲۷ درجه سلسیوس در هر دو جمعیت تریپس پیاز و غربی گل میانگین T به‌طور معناداری کاهش می‌یابد. در مطالعه دیگری نیز گزارش شد با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۵ درجه سلسیوس در تریپس *F. fusca* و ۲۰ تا ۲۵ درجه سلسیوس در تریپس *F. occidentalis* متوسط طول دوره یک نسل کاهش می‌یابد (Lowry, 1992).

منحنی‌های l_x، m_x و e_x برای هر دو گونه تریپس در دو دما در شکل ۳ ارائه شده است. علی‌رغم اینکه بیشترین میزان l_x در تریپس غربی گل در دمای ۲۷ درجه سلسیوس نسبت به۲۵ درجه ثبت شد، در تریپس پیازکاهش سریع نرخ بقا در دمای ۲۷ درجه سلسیوس نسبت به‌دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد (شکل ۳). بر اساس منحنی m_x، سن شروع تخم‌گذاری در ماده ها در هر دو گونه تریپس در دمای ۲۷ درجه سلسیوس نسبت به‌دمای ۲۵درجه سلسیوس کاهش یافته است (شکل ۳). در نمودار e_x بالاترین میزان امید به‌زندگی در تریپس پیاز در دمای ۲۵ درجه سلسیوس مشاهده شد که اختلاف قابل‌توجهی با دمای ۲۷ درجه سلسیوس داشت. در مقابل بیشترین میزان e_x برای تریپس غربی گل در دمای ۲۷ درجه سلسیوس مشاهده شد (شکل ۳).

میانگین تعداد لارو به‌ازای هر تریپس ماده در تیمارهای با تراکم متفاوت از تریپس پیاز و تریپس غربی گل در (جدول ۳) ارائه شده است. نتایج نشان داد در تیمارهایی که تنها یک گونه وجود دارد، تریپس غربی گل تعداد بیشتری لارو نسبت به‌تریپس پیاز تولید می‌کند (جدول ۳).

مقادیر پراسنجه‌ها و حدود اطمینان آن‌ها در رابطه با تأثیر رقابت روی تعداد لارو تولید شده در تریپس پیاز و تریپس غربی گل در جدول ٤ ارائه شده است. بر اساس نتایج آماری دو گونه تریپس پیاز و تریپس غربی گل به‌طور قابل توجهی تحت تأثیر رقابت درون گونه‌ای قرار می‌گیرند اما رقابت درون گونه‌ای اثر بیشتری بر تریپس پیاز نسبت به‌تریپس غربی گل داشته است (بر اساس حدود اطمینان تخمین زده شده برای پراسنجه C) (جدول ٤). بیشینه تخمین زده شده برای ضریب رقابت (β_{XY}) نشان داد که تأثیر رقابت بین‌گونه‌ای در تریپس غربی گل حدود ۵/۷۰ برابر بیشتر از رقابت درون‌گونه‌ای بر تولید مثل تریپس پیاز تأثیر داشته است (جدول ٤). ارزش عددی تخمین زده شده برای ضریب رقابت در تریپس غربی گل بسیار کوچک می‌باشد که نشان می‌دهد زادآوری این گونه تحت تأثیر حضور تریپس پیاز قرار نمی‌گیرد (جدول ٤). بنابراین به‌طور کلی تریپس پیاز تحت تأثیر رقابت درون گونه‌ای قرار دارد به‌نحوی که تعداد لارو تولید شده به‌ازای هر فرد ماده با سرعت بیشتری نسبت به‌تریپس غربی گل با افزایش تراکم، کاهش می‌یابد. تشابه‌ارزش عددی λ برای هر دو گونه، دلالت بر این امر دارد که در غیاب رقابت، هر دو گونه تعداد مشابه‌ای لارو به‌ازای هر ماده تولید می کنند.

جدول ۲- پراسنجه‌های رشد جمعیت(میانگین±خطای معیار) تریپس پیاز *Thrips tabaci* و تریپس غربی گل *Frankliniella occidentalis* در دماهای ۲۵ و ۲۷ درجه سلسیوس.

Table 1. Population growth parameters (mean ±SE) of the onion thrips, *Thrips tabaci* and the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* at temperatures 25 and 27 °C.

Thrips species	Temperatures (ºC)	r (day^{-1})	λ (day^{-1})	R_0 (offspring)	GRR (offspring)	T (day)
Thrips tabaci	25	0.169 ± 0.005^{b}	1.184 ± 0.006^{b}	51.36 ± 5.86^{a}	74.99 ± 8.37^{a}	23.25 ± 0.19^{b}
	27	0.158 ± 0.006^{b}	1.171 ± 0.007^{b}	27.85 ± 3.32^{b}	54.36 ± 9.78^{bc}	21.02 ± 0.21^{c}
Frankliniella occidentalis	25	0.135 ± 0.005^{c}	1.145 ± 0.006^{c}	25.81 ± 3.1^{b}	38.26 ± 4.5^{c}	23.95 ± 0.19^{a}
	27	0.187 ± 0.006^{a}	1.205 ± 0.008^{a}	45.03 ± 4.9^{a}	72.36 ± 12.97^{ab}	20.35 ± 0.21^{d}

میانگین‌های با حروف متفاوت در هر ستون با یکدیگر اختلاف معنی‌دار دارند (آزمون بوت استرپ جفت شده، $P < 0.05$).

Means in each column followed by different letters are significantly different (paired bootstrap test, $P < 0.05$).

جدول ۳- میانگین (± خطای معیار) تعداد لارو به‌دست‌آمده به ازی هر ترپیس ماده ۱۰ روز پس از قرار گرفتن در تراکم‌های متفاوت از ماده بالغ ترپیس پیاز *Thrips tabaci* و ترپیس غربی گل *Frankliniella occidentalis* در دمای ۲۵ درجه سلسیوس، در پنج تکرار.

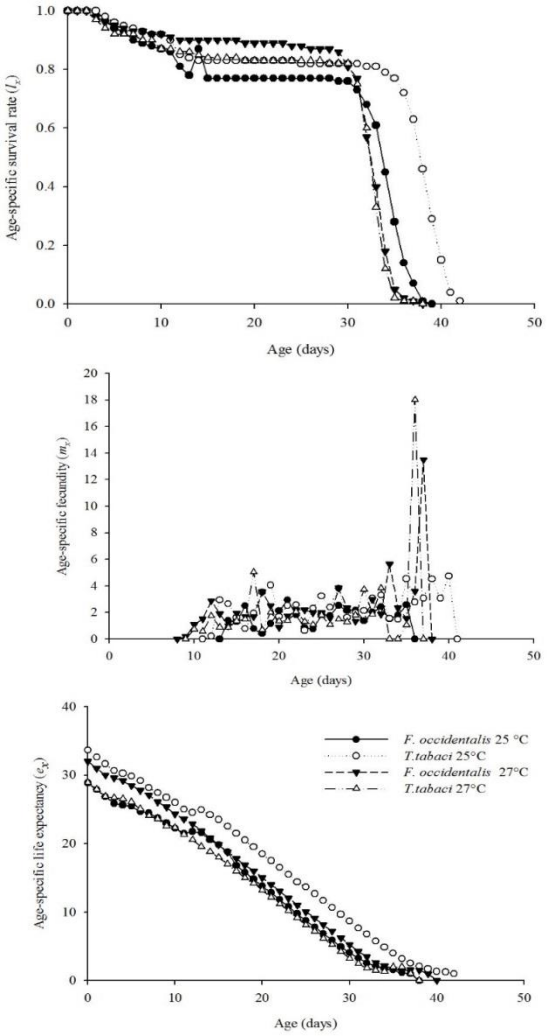
Table 3. The mean number (±SE) of larvae produced per female 10 days after different treatment densities of adult female *Thrips tabaci* and *Frankliniella occidentalis* at 25°C with five replications.

Number of adult females per treatment		Mean number of larvae per female ±SE	
F. occidentalis	***T. tabaci***	***F. occidentalis***	***T. tabaci***
0	10	-	1.23±0.93
0	20	-	1.83±0.52
0	30	-	0.95±0.41
0	60	-	0.63±0.23
10	0	2.90±0.20	-
10	10	3.50±0.41	0.40±0.12
10	20	4.50±0.72	0.70±0.26
10	30	5.03±0.23	0.32±0.13
20	0	1.90±0.16	-
20	10	4.78±0.61	0.90±0.21
20	20	2.50±0.42	0.73±0.23
20	30	3.90±0.85	0.30±0.12
30	0	1.54±0.63	-
30	10	2.80±0.30	0.25±0.05
30	20	2.60±0.21	0.48±0.12
30	30	1.90±0.84	0.38±0.18
60	0	0.84±0.25	-

جدول ٤- ارزش عددی و حدود اطمینان آن از اثر رقابت درون گونه‌ای و بین گونه‌ای ترپیس پیاز *Thrips tabaci* و ترپیس غربی گل *Frankliniella occidentalis* پس از ۱۰ روز روی گیاه خیار (C ضریب رقابت درون‌گونه ای، β ضریب رقابت و λ تعداد لارو به ازای ماده در غیاب رقابت).

Table 4. The values and confidence intervals measuring effects of intraspecific competition and interspecific competition of *Thrips tabaci* and *Frankliniella occidentalis* after 10 days on a cucumber plant (C is the value of intraspecific competition, β is the competition coefficient , and λ is the larvae per female produced in the absence of competition).

Insect	Parameter	Value	95% Confidence interval
Thrips tabaci	C	0.340	0.15-5.36
	β	5.70	4.15-7.20
	λ	9.90	5.58-16.96
Frankliniella occidentalis	C	0.140	0.08-0.26
	β	0.013	0.01-0.04
	λ	7.38	5.10-8.83



شکل ۳- نرخ بقا ویژه سن (lx)، زادآوری ویژه سنی (m_x) و امید به زندگی (e_x) ترپیس غربی گل *Frankliniella occidentals* و ترپیس پیاز *Thrips tabaci* در دماهایی ۲۵ و ۲۷ درجه سلسیوس.

Fig. 3. Age- specific survival rate (l_x), age- specific fecundity (m_x) and life expectancy (e_x) of western flower thrips, western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*, and the onion thrips, *Thrips tabaci* at temperatures, 25 and 27 ° C.

رقابت گونه‌های ترپیس پیاز و ترپیس گل غربی

اگرچه مکانیسم رقابت بین گونه های تریپس که در محصولات مختلف حضور توامان دارند به‌طور کامل مشخص نیست(Wu *et al*., 2020) اما مطالعات نشان می‌دهد که به‌طور مثال در حضور همزمان دو گونه *F. occidentalis* و *Frankliniella bispinosa* (Morgan) (Thysanoptera: Thripidae)

روی گیاه فلفل شیرین، گونه *F. occidentalis* قدرت رقابت بالایی نسبت به‌گونه *F. bispionsa* داشته و به‌مرور زمان می‌تواند جایگزین گونه بومی شود. تریپس *F. bispinosa* به‌طور معمول نسبت به‌تریپس غربی گل روی گیاه فلفل تحرک بالایی داد (Reitz *et al*. 2002) اما در صورت وجود رقابت، زمان زیادی را صرف یافتن غذا و مکان تخم‌ریزی می‌کند. از دست دادن زمان منجر به‌کاهش باروری *F. bispinosa* در حین رقابت بین گونه‌ای می‌شود (Northfield, 2005). در مقابل برتری رقابتی گونه تریپس گندم *Frankliniella tritici* (Fitch) (Thysanoptera: Thripidae) در برابر تریپس غربی گل گزارش شده است و احتمال حذف تریپس غربی گل به‌عنوان گونه مهاجم توسط تریپس بومی *F. tritici* مطرح شده است (Paini *et al*., 2008). تریپس غربی گل با تغذیه از گیاهان وحشی تحت تأثیر ترکیبات دفاعی آنها قرار گرفته و رفتار تغذیه‌ای آن تغییر کرده (Agrawal *et al*., 1999) و بقاء لاروها به‌شدت کاهش می‌یابد (Zalucki *et al*., 2001). از آنجا که گیاهان زراعی که تحت برنامه‌های اصلاح نژاد قرار دارند معمولاً ویژگی‌های دفاعی کمتری نسبت به‌حشرات گیاهخوار دارند، رشد جمعیت تریپس غربی گل را به‌خوبی حمایت می‌کنند (Brown, 2002). این عدم تحمل ترکیبات دفاعی در تریپس غربی گل می‌تواند باعث کاهش توانایی رقابت آن با سایر گونه‌های تریپس بومی روی گیاهان وحشی منطقه تهاجم شود (Paini *et al*., 2008).

نتایج به‌دست آمده از پژوهش حاضر نشان دهنده فراوانی بالاتر تریپس غربی گل نسبت به‌تریپس پیاز در گلخانه‌ها و افزایش میزان نرخ ذاتی افزایش جمعیت و توسعه سریع‌تر مراحل رشدونمو تریپس غربی گل با افزایش دما می‌باشد. اگرچه گلخانه‌هایی که در این تحقیق بررسی شدند دامنه دمایی وسیعی را متحمل نمی‌شدند، برای بررسی دقیق‌تر تأثیر دما بر رشدونمو این دو گونه تریپس پیشنهاد می‌شود دامنه دمایی وسیع‌تری در نظر گرفته شود. همچنین توانایی بالاتر تریپس غربی گل در رقابت با تریپس پیاز می‌تواند جایگزینی تریپس غربی گل به‌عنوان گونه مهاجم به‌جای تریپس پیاز را در گلخانه‌ها محتمل سازد. با توجه به‌اینکه تریپس غربی گل ناقل بیماری‌های مهم ویروسی از جمله ویروس لکه پژمردگی گوجه فرنگی می‌باشد، این جایگزینی می‌تواند اثر اقتصادی زیان‌آوری داشته باشد همچنین تفاوت‌های بیولوژیکی، رفتاری و حساسیت به‌سموم این دوگونه تریپس باید در برنامه‌های کنترل تریپس در گلخانه‌ها در نظر گرفته شود.

References

AFSHARIZADEH BAMI, A., K. MINAEI, M. ALICHI and F. BAGHERI. 2018. Host plant range of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis*) and onion thrips (*Thrips tabaci*) (Thysanoptera: Thripidae) in Badjgah (Shiraz). Plant Protection Journal (Islamic Azad University, Shiraz Branch), 9: 163-172.

AGRAWAL, A. A., C. KOBAYASHI and J. S. THALER. 1999. Influence of prey availability and induced host-plant resistance on omnivory by western flower thrips. Ecology, 80, 518–523.

BAEZ, I., S. R. REITZ and J. E. FUNDERBURK. 2004. Predation by *Orius insidiosus* (Heteroptera : Anthocoridae) on life stages and species of *Frankliniella* flower thrips (Thysanoptera : Thripidae) in pepper flowers. Environmental Entomology, 33: 662-670.

BRODBECK, B. V., J. E. FUNDERBURK, J. STAVISKY, P. C. ANDERSEN and J. HULSHOF. 2002. Recent advances in the nutritional ecology of Thysanoptera, or the lack thereof. PP: 145-153. In: Marullo R., Mound L. (eds): Thrips and tospoviruses:

Proceedings of the 7th international symposium on Thysanoptera. Australian National Insect Collection, Canberra.

BRODSGAARD, H. F. 1993. Cold-hardiness and tolerance to submergence in water in *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera, Thripidae). Environmental Entomology, 22: 647-653.

BROWN, J.K.M. 2002. Yield penalties of disease resistance in crops. Current Opinion in Plant Biology, 5: 339–344.

CAO, Y., J. ZHI, R. ZHANG, L. CAN, Y. LIU and Z. GAO. 2018. Different population performances of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips hawaiiensis* on flowers of two horticultural plants. Journal of Pest Science, 91, 79–91.

CHI, H. 2016. Two sex-mschart, a computer program for the age stage, two –sex life table analysis. http://quarantine.entomol.nchu.edu.tw/ecology/TWOSEX-MSChart.rar.

CHUDALI, B., S. SHRESTHA, B. P. RAJBHANDARI and L. P. SAH. 2020. Status of insect pests and diseases associated with gerbera in Kathmandu valley. Nepalese Journal of Agricultural Science, 19: 82-88.

DELIGEORGIDIS, P. N. and C. G. IPSILANDIS. 2004. Determination of soil depth inhabited by *Frankliniella occidentalis* (Pergande) and *Thrips tabaci* Lindeman (Thysan., Thripidae) under greenhouse cultivation. Journal of Applied Entomology, 128:108–111.

DELIGEORGIDIS P. N., L. GIAKALIS, G. SIDIROPOULOS, M. VAIOPOULOU, G. KALTSOUDAS and C. G. IPSILANDIS. 2006. Longevity and Reproduction of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* on Cucumber under Controlled Conditions. Journal of Entomology, 3: 61-69.

GAUM, W. G., J. H. GILIOMEE and K. L. PRINGLE. 1994. Life history and life tables of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), on English cucumbers. Bulletin of Entomological Research, 84: 219-224.

FUNDERBURK, J., J. STAVISKY, C. TIPPING, D. GORBET, T. MOMOL and R. BERGER. 2002. Infection of *Frankliniella fusca* (Thysanoptera : Thripidae) in peanut by the parasitic nematode *Thripinema fuscum* (Tylenchidae : Allantonematidae). Environmental Entomology, 31: 558-563.

GREENBERG, S., T. X. LIU and J. J. ADAMCZYK. 2009. Thrips (Thysanoptera: Thripidae) on cotton in the Lower Rio Grande Valley of Texas: species composition, seasonal abundance, damage, and control. Southwestern Entomologist, 34: 417-431.

GRISWOLD, M. W. and L. P. LOUNIBOS. 2005. Does differential predation permit invasive and native mosquito larvae to coexist in Florida? Ecological Entomology, 30: 122-127.

HOLWAY, D. A., A. V. SUAREZ and T. J. CASE. 1998. Loss of intraspecific aggression in the success of a widespread invasive social insect. Science, 282: 949-952.

HOLWAY, D. A. and A. V. SUAREZ. 2004. Colony-structure variation and interspecific competitive ability in the invasive Argentine ant. Oecologia, 138: 216-222.

JALILI MOGHADAM, M. and P. AZMAYESH FARD. 2004. Thrips of ornamental plants in Tehran and Mahallat. In Proceeding of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, Iran (p. 16). (In Persian with English summary).

KIRK, W. D. and L. I. TERRY. 2003. The spread of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis* (Pergande). Agricultural and Forest Entomology, 5: 301-310.

LAW, R. and A. R. WATKINSON. 1987. Response-surface analysis of two-species competition: an experiment on *Phleum arenarium* and *Vulpia fasciculata*. The Journal of Ecology, 75: 871-886.

LOWRY, V. K., J. W. SMITH JR and F. L. MITCHELL. 1992. Life-fertility tables for *Frankliniella fusca* (Hinds) and *F. occidentals* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) on peanut. Annals of the Entomological Society of America, 85: 744-754.

MOONEY, H. A. and E. E. CLELAND. 2001. The evolutionary impact of invasive species. Proceedings

of the National Academy of Sciences of the United States of America, 98: 5446-5451.

MURAI, T. 2000. Effect of temperature on development and reproduction of the onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), on pollen and honey solution. Applied Entomology and Zoology, 35: 499-504.

NAGATA, T., L. A. MOUND, F. H. FRANCA and A. C. AVILA. 1999. Identification and rearing of four thrips species vectors of Tospovirus in the Federal District, Brazil. Annais de Entomolia de Sociedade Brasilaira, 28: 535–539.

NAGATA, T., A. C. L. ALMEDIA, R. O. RESENDE and A. C. AVILA. 2004. The competence of four thrips species to transmit and replicate four tospoviruses. Plant Pathology, 53: 136-140.

NORTHFIELD, T. D. 2005. Thrips competition and spatiotemporal dynamics on reproductive hosts. PhD Thesis, University of Florida, Gainesville.

PAINI, D. R., J. E. FUNDERBURK and S. R. REITZ. 2008. Competitive exclusion of a worldwide invasive pest by a native. Quantifying competition between two phytophagous insects on two host plant species. Journal of Animal Ecology, 77: 184-190.

REITZ, S. R., J. E. FUNDERBURK, E. A. HANSEN, I. BAEZ, S. WARING and S. RAMACHANDRAN. 2002. Interspecific variation in behavior and its role in thrips ecology. In Thrips and Tospoviruses: Proceedings of the 7th International Symposium on Thysanoptera (pp. 133-140). Reggio Calabria, Italy. Australian National Insect Collection, Canberra.

SHAARAWY, M. E., G. E. SAADANY and S. A. EL-REFAEI. 1975. Studies on the seasonal population dynamics of *Thrips tabaci* (Lind.) and its dependence on weather factors. Zeitschrift für Angewandte Entomologie, 79: 156-159.

SU, J., Y. L. GUO, X. G. MA and J. L. WANG. 2012. The comparison of drug resistance between western flower thrips (WFT) and *Thrips tabaci*. In: CHEN, S., Z. T. LIU and Q. ZENG (eds) Advanced materials research. Trans Tech Publications, Zurich, pp 1812–1815.

ULLMAN, D., J. SHERWOOD and T. GERMAN. 1997. Thrips as vectors of plant pathogens, In: Lewis, T. (Ed.), Thrips as crop pests, CAB International, Wallingford. pp. 539-565.

VAN DRIECHE, R., M. HODDLE and T. CENTER. 2008. The invasion crisis, In: Control of Pests and Weeds by Natural Enemies: An Introduction to Biological Control. Wiley-Blackwell, 484.

VAN RIJN, P. C., C. MOLLEMA and G. M. STEENHUIS-BROERS. 1995. Comparative life history studies of *Frankliniella occidentalis* and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae) on cucumber. Bulletin of Entomological Research, 85: 285-297.

YASUDA, H., E. W. EVANS, Y. KAJITA, K. URAKAWA and T. TAKIZAWA. 2004. Asymmetric larval interactions between introduced and indigenous ladybirds in North America. Oecologia, 141: 722-731.

YOUNG, K. A. 2004. Asymmetric competition, habitat selection, and niche overlap in juvenile salmonids. Ecology, 85: 134-149.

WANG, H., J. P. XUE, L. LIU, Z. X. CHEN, Z. Y. LI, and H. R. ZHANG. 2014a. Species of thrips and seasonal population dynamics of western flower thrips on chrysanthemum seedling. Journal of Yunnan Agriculture University, 29: 494–499.

WANG, J. C., B. ZHANG, J. P. WANG, H. G. LI, S. F. WANG, L. J. SUE and C. Y. ZHENG. 2014b. Effects of heat stress on survival of *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) and *Thrips tabaci* (Thysanoptera: Thripidae). Journal of Economic Entomology, 107: 1426–1433.

WU, S., Z. XING, T. MA, D. XU, Y. LI, Z. LEI and Y. GAO. 2020. Competitive interaction between *Frankliniella occidentalis* and locally present thrips species: a global review. Journal of Pest Science, https://doi.org/10.1007/s10340-020-01212-y.

ZALUCKI, M. P., L. P. BROWER and A. ALONSO. 2001. Detrimental effects of latex and cardiac glycosides on survival and growth of first-instar monarch butterfly larvae *Danaus plexippus* feeding on sand hill

thrips species vectors of Tospovirus in the Federal District, Brazil. Annais de Entomolia de Sociedade Brasilaira, 28: 535–539.

NAGATA, T., A. C. L. ALMEDIA, R. O. RESENDE and A. C. AVILA. 2004. The competence of four thrips species to transmit and replicate four tospoviruses. Plant Pathology, 53: 136-140.

milkweed *Asclepias humistrata*. Ecological Entomology, 26: 212–224.

ZHAO, X. Y., S. R. REITZ, H. G. YUAN, Z. R. LEI, D. R. PAINI and Y. L. GAO. 2017. Pesticide-mediated interspecifc competition between local and invasive thrips pests. Science Report, 7: 40512.

NAGATA, T., L. A. MOUND, F. H. FRANCA and A. C. AVILA. 1999. Identification and rearing of four