تحقیقات آفات گیاهی
۱۴۰۰ -۱۱(۴): ۳۹-۴۹

علمی پژوهشی

ارزیابی مقاومت ارقام لوبیا به سفیدبالک *Trialeurodes vaporariorum* Westwood در شرایط گلخانه‌ای

طیبه علی‌زمانی[۱]، آرش فاضلی[۲] و مجید میراب‌بالو[۳]*

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان، لرستان، ایران، ۲- گروه زراعت و اصلاح نباتات، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران، ۳- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۰/۲۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۲/۱۸)

چکیده

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک منبع مهم پروتئین در رژیم غذایی بشر می‌باشد و سفیدبالک گلخانه، *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hem., Aleyrodidae) یکی از آفات مهم محدودکننده‌ی تولید آن می‌باشد. در این پژوهش، تأثیر هشت رقم لوبیا بر میزان ترکیبات ثانویه دفاعی گیاه لوبیا قبل و بعد از آلودگی به سفیدبالک گلخانه و همچنین تأثیر ارقام مختلف لوبیا در مراحل رشدی گیاه بر تراکم آفت در شرایط گلخانه مورد بررسی قرار گرفت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، تأثیر ارقام لوبیا بر میزان ترکیبات ثانویه دفاعی قبل و بعد از آلودگی به سفیدبالک گلخانه معنی‌دار بود. بیشترین میزان فنول، فلاونوئید و آنتوسیانین در ارقام P و Mutant و کمترین میزان این ترکیبات در رقم F مشاهده شد. همچنین، تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر تراکم پوره سفیدبالک معنی‌دار بود. بیشترین تراکم سفید بالک گلخانه در ارقام F و Smaller و کمترین تراکم در ارقام P و Mutant مشاهده شد. تأثیر مراحل رشدی گیاه بر تراکم آفت معنی‌دار نبود، اما تأثیر متقابل ارقام و مراحل مختلف رشدی گیاه بر تراکم پوره سفیدبالک معنی‌دار بود. بیشترین تراکم سفیدبالک گلخانه در رقم F در مرحله دو تا چهار برگی و کمترین تراکم آن در همین مرحله‌ی رشدی در ارقام P و Mutant ثبت شد. بنابراین، ارقام P و Mutant به علت داشتن میزان ترکیبات ثانویه بیشتر و تراکم کمتر سفیدبالک گلخانه در گروه ارقام مقاوم و رقم F با ترکیبات دفاعی کمتر و تراکم بیشتر آفت به عنوان رقم حساس به سفید-بالک گلخانه شناسایی شد. بنابراین، استفاده از ارقام مقاوم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی سفیدبالک گلخانه می‌تواند مفید باشد.

واژه‌های کلیدی: ارقام مقاوم، لوبیا، متابولیت‌های ثانویه، *Trialeurodes vaporariorum*

* نویسنده مسئول: m.mirabbalou@ilam.ac.ir

مقدمه

لوبیا (*Phaseolus vulgaris* L.) یک گیاه یک ساله متعلق به تیره Fabaceae و به عنوان یکی از مقوی‌ترین حبوبات سرشار از پروتئین و مواد معدنی در رژیم غذایی بسیاری از کشورها می‌باشد (Nunez-Lopez *et al*, 2015). تولید این محصول به‌وسیله آفات مختلف از جمله شته‌ها، کنه‌ها، تریپس‌ها و سفیدبالک‌ها محدود می‌شود. سفیدبالک گلخانه با نام علمی *Trialeurodes vaporariorum* Westwood (Hem., Aleyrodidae) یکی از آفات مهم اقتصادی با پراکنش جهانی در محصولات کشت شده در مزارع، گلخانه و باغ‌ها می‌باشد (Ghahari and Hatami, 2000). کنترل سفیدبالک گلخانه به علت توانایی مهاجرت، سرعت تکثیر و تولیدمثل بالا، سازش با حشره‌کش‌های شیمیایی و استقرار در سطح زیرین برگ چالش‌برانگیز است (Luo and Liu, 2011). سفیدبالک‌ها آفات چندین‌خوار با دامنه میزبانی وسیع می‌باشند که پوره‌ها و حشرات بالغ آن‌ها به صورت مستقیم و غیر مستقیم با تغذیه از شیره گیاهی، ترشح عسلک، رشد قارچ‌های دوده و انتقال بیماری‌های مهم ویروسی ایجاد خسارت می‌کنند (Rendon *et al*., 2001; Manzano and van Lenteren, 2009). استفاده گسترده از سموم شیمیایی روشی معمول در مدیریت سفید بالک گلخانه می‌باشد که منجر به افزایش هزینه‌های تولید، کاهش سودآوری و تهدید سلامتی مصرف‌کنندگان می‌شود (Nunez-Lopez *et al*., 2015).

امروزه حفاظت از محصولات زراعی بر کاهش استفاده از آفت‌کش‌های شیمیایی و توسعه استراتژی‌های جدید متمرکز شده است که می‌تواند در برنامه های مدیریت تلفیقی آفات گنجانده شود. بنابراین، روش‌های کنترلی جایگزین، مانند استفاده از ارقام مقاوم به عنوان روش مدیریتی بی‌خطر برای انسان و محیط زیست توسعه یافته است. استفاده از ارقام مقاوم به عنوان یکی از آسان‌ترین و مهم‌ترین روش‌های زراعی مدیریت آفات مطرح می‌باشد که با کاهش توانایی جسمی و وضعیت فیزیولوژیکی حشره آفت کارایی دشمنان طبیعی را افزایش می‌دهد (Mohamadi *et al*., 2012). همچنین، ترکیبات شیمیایی گیاهان میزبان رفتار، تغذیه و تراکم حشرات گیاه‌خوار را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Giles *et al*., 2002).

بر اساس گزارش‌های موجود، ارقام مختلف یک گیاه میزبان به علت تفاوت در ویژگی‌های ریخت‌شناسی و شیمیایی تراکم جمعیت، ویژگی‌های دموگرافیک و فیزیولوژی آفات گیاه‌خوار و دشمنان طبیعی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Mottaghinia *et al*., 2011; Mohamadi *et al*., 2012). از سوی دیگر بررسی‌ها نشان می‌دهد که تراکم جمعیت مگس سفید گلخانه تحت تأثیر عوامل زیستی (مانند گونه‌ها و ارقام مختلف گیاه میزبان) و غیرزیستی (نظیر دما، رطوبت و بارندگی) قرار دارد. بنابراین، هدف از مطالعه حاضر بررسی تأثیر ارقام مختلف گیاه لوبیا بر تراکم جمعیت مگس سفید گلخانه است.

مواد و روش‌ها

کاشت گیاهان میزبان و پرورش سفیدبالک گلخانه

در این پژوهش هشت رقم لوبیا از جنس‌های مختلف جمع‌آوری شده از مناطق مختلف استان ایلام و بانک ژن دانشگاه ایلام تهیه شد (جدول ۱). سپس، بذور لوبیا در گلدان‌های پلاستیکی با قطر دهانه ۱۰ و ارتفاع ۹/۵ سانتی‌متر در شرایط گلخانه با دمای ۵±۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره نوری طبیعی با مخلوطی از خاک، ماسه و کود حیوانی پوسیده به نسبت ۱:۱:۲ در گلخانه دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام کشت شدند. آبیاری گیاهان به طور منظم هر دو تا سه روز یکبار انجام گرفت.

کلنی اولیه سفیدبالک گلخانه از جمعیت *T. vaporariorum* روی گیاهان فلفل دلمه موجود در گلخانه جمع‌آوری و به گلدان‌های حاوی لوبیا منتقل شد. برای این منظور، گلدان‌های حاوی لوبیا را به مدت ۷۲ ساعت در مجاورت بوته‌های فلفل دلمه آلوده به سفیدبالک گلخانه قرار داده تا تخم‌ریزی روی این گیاهان انجام گیرد. سفیدبالک گلخانه بعد از یک نسل پرورش روی گیاهان لوبیا برای آلوده‌سازی گیاهان اصلی و شروع آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور ابتدا شفیره‌های سفیدبالک گلخانه از روی برگ‌های لوبیا جدا شده و در ظروف

پرورش قرار داده شدند. سپس، بعد از تفریخ شفیره‌ها و ظهور حشرات بالغ، ۴۰ سفیدبالک بالغ (۲۰ جفت نر و ماده) با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت به گلدان‌های حاوی لوبیا برای شروع آزمایش‌ها و آلودگی گیاهان اصلی کشت شده در قفس‌های توری مجزا انتقال داده شدند. هر یک از تیمارهای مورد بررسی با استفاده از قفس‌های ساخته شده از چوب و پارچه توری از دیگر تیمارها مجزا شد.

جدول ۱- ارقام مختلف لوبیای استفاده‌شده در این تحقیق

Table 1. Different bean cultivars used in this study

Cultivar	English name	Scientific name
F	Navy Bean	*Phaseolus vulgaris* L. cv. 1.
Smaller	Pinto Bean skunk	*Phaseolus vulgaris*- L. cv. skunk
Red	Kidney Bean	*Phaseolus coccines L.*
White brown	Pinto Bean 1	*Phaseolus vulgaris 1*
Thin brown	Swedish brown beans	*Phaseolus vulgaris* L. cv. Swedish brown beans
Normal	Cowpea 1	*Vigna unguiculata* (L.) Walp. cv. 1
Mutant	Cowpea Mutant	*Vigna unguiculata* (L.) Walp. var. Mutant
P	Pinto Bean 3	*Phaseolus vulgaris* L. cv. 3

نحوه انجام آزمایش و نمونه‌برداری

هم‌زمان با کاشت ارقام مختلف لوبیا و رشد گیاهچه‌ها در قفس‌های توری مجزا، گلدان محتوی لوبیای آلوده به ۴۰ سفیدبالک بالغ (۲۰ جفت نر و ماده) با طول عمر کمتر از ۲۴ ساعت در مجاورت هر یک از تیمارهای مورد بررسی قرار داده شد و به مدت ۷۲ ساعت اجازه تخم‌ریزی به حشرات بالغ سفید بالک روی ارقام مختلف لوبیا داده شد. سپس، بعد از حذف حشرات بالغ سفیدبالک و تفریخ تخم‌ها، نمونه-برداری از جمعیت سفیدبالک گلخانه هم‌زمان با مرحله‌ی رشدی گیاه با چهار تکرار در هر تیمار (از مجموع ۱۰ گلدان کشت شده در هر تیمار) در مراحل دو تا چهار برگی، چهار تا هشت برگی و هشت تا دوازده برگی صورت گرفت. نمونه‌برداری از گیاهان به صورت تصادفی از برگ‌های قسمت‌های مختلف گیاه (بالا و پایین) هر پنج تا هفت روز یک‌بار صورت گرفت. پس از جمع‌آوری نمونه‌ها با استفاده از استریومیکروسکوپ جمعیت سفیدبالک گلخانه‌ها شمارش و ثبت شد.

اندازه‌گیری متابولیت‌های ثانویه (فنول، فلاونوئید و آنتوسیانین)

استخراج عصاره و اندازه‌گیری میزان فنول کل

به منظور استخراج عصاره در هر یک از ارقام لوبیا، یک گرم برگ تازه در هر رقم قبل و بعد از آلودگی (در مرحله چهار تا شش برگی به صورت تصادفی از قسمت‌های مختلف گیاه) به سفیدبالک گلخانه وزن و به هاون چینی منتقل شد. سپس ۱۰ میلی لیتر متانول ۸۰ درصد به تدریج و هم‌زمان با له کردن برگ در هاون چینی اضافه شد و بعد از یکنواخت‌شدن، نمونه از کاغذ صافی (واتمن شماره یک) عبور داده شد. سرانجام نمونه‌های حاصل با استفاده از سمپلر به میکروتیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل و به منظور خالص-سازی نمونه‌ها به مدت ۵ دقیقه با سرعت ۱۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. در نهایت، روشناور حاصل از سانتریفیوژ با استفاده از سمپلر برای اندازه‌گیری سنجش فنول برداشته شد. سنجش محتوای فنول کل موجود در عصاره ارقام مختلف گیاه بر اساس روش اسلیکرد و سینگلتون (Slikard and Singleton, 1977) و با استفاده از معرف فولین سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. برای این منظور، ابتدا ۰/۱ میلی‌لیتر از عصاره گیاهی را درون تیوب ریخته و سپس، ۱/۵ میلی لیتر فولین-سیوکالتیو ده برابر رقیق شده به عصاره فوق اضافه کرده و ۱/۴ میلی لیتر کربنات سدیم در دمای اتاق به آن افزوده شد. سپس، میزان جذب رنگ در طول موج ۷۶۵ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر (Instrument Ltd T80+UV/VIS PG) اندازه‌گیری شد.

استخراج عصاره و اندازه‌گیری میزان فلاونوئید و آنتوسیانین

میزان فلاونوئید طبق روش کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2003) (با اندکی تغییر) اندازه‌گیری شد. در ابتدا ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ هر یک از ارقام مختلف لوبیا توزین و در هاون چینی با اضافه کردن ۳ میلی‌لیتر اتانول اسیدی کاملاً له شد. سپس، نمونه حاصل به میکروتیوپ‌های ۱/۵ میلی‌لیتری منتقل و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. روشناور حاصل از سانتریفیوژ از کاغذ صافی عبور داده شد و به میکروتیوپ‌های جدید منتقل و به مدت ۵ دقیقه در حمام آب گرم مدل (SD16) در دمای ۸۰ درجه سلسیوس قرار گرفت. پس از سرد شدن نمونه‌ها، میزان جذب رنگ فلاونوئید در طول موج‌های مختلف ۲۷۰، ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد.

اندازه‌گیری آنتوسیانین همانند فلاونوئید و بر طبق روش کیم و همکاران (Kim *et al.*, 2003) و با استفاده از ۰/۲ گرم از بافت تازه برگ هر یک از ارقام مختلف لوبیا و اضافه‌کردن ۳ میلی‌لیتر متانول‌اسیدی در هاون چینی صورت گرفت. سپس، نمونه حاصل به میکروتیوپ‌های ۱/۵ میلی-لیتری منتقل و به مدت ۱۵ دقیقه با سرعت ۱۲۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شد. روشناور حاصل از سانتریفیوژ از کاغذ صافی عبور داده شد و به میکروتیوپ‌های جدید منتقل شد و به مدت ۲۴ ساعت در تاریکی قرار گرفت. بعد از گذشت ۲۴ ساعت میزان جذب نور در طول موج ۵۵۰ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر خوانده شد.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

آزمایش در قالب فاکتوریل با طرح پایه کاملاً تصادفی در گلخانه با چهار تکرار در هر تیمار انجام شد. اثرات اصلی مورد بررسی شامل تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر تراکم پوره سفیدبالک گلخانه، تأثیر مراحل مختلف رشدی گیاه و همچنین، تأثیر متقابل مراحل مختلف رشدی و ارقام مختلف لوبیا بر تراکم پوره سفیدبالک بود. قبل از تجزیه و تحلیل داده‌ها آزمون نرمال بودن با استفاده از روش Kolmogorov–Smironov انجام شد. سپس، نتایج حاصل از تأثیر ارقام مختلف بر محتوای ترکیبات شیمیایی دفاعی قبل و بعد از آلودگی، تأثیر ارقام و مراحل مختلف رشدی بر تراکم پوره و اثرات متقابل در صورت معنی‌دار بودن با استفاده از روش تجزیه واریانس یک طرفه (One- Way ANOVA) در نرم‌افزار آماری MINITAB نسخه ۱۷ صورت گرفت. مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون توکی (HSD) در سطح احتمال یک درصد انجام شد.

نتایج

تأثیر ارقام مختلف بر تراکم جمعیت سفیدبالک گلخانه

بر اساس نتایج جدول ۲ تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر تراکم جمعیت سفیدبالک گلخانه معنی‌دار بود (P= ۰/۰۰۰، ۵۳/۹۳ =$F_{۷,۹۵}$). بیشترین تراکم پوره سفیدبالک گلخانه در ارقام F (۱۸/۱۷ پوره در هر برگ) و Smaller (۱۶/۲۵ پوره در هر برگ) مشاهده شد و کمترین تراکم پوره در رقم‌های P (۵/۱۶۷) و Mutant (۶/۱۶۷ پوره در هر برگ) ثبت شد.

تأثیر مراحل مختلف رشد گیاه بر تراکم جمعیت سفیدبالک گلخانه

تأثیر مراحل مختلف رشد گیاه یعنی مرحله دو تا چهار برگی، چهار تا هشت برگی و هشت تا دوازده برگی بر تراکم پوره سفیدبالک گلخانه معنی‌دار نبود (P= ۰/۶۳۸، ۰/۴۵ =$F_{۲,۹۵}$) (جدول ۳).

تأثیر متقابل ارقام و مراحل رشدی گیاه

اثر متقابل ارقام و مراحل رشدی گیاه بر تراکم پوره سفیدبالک گلخانه معنی‌دار بود (P= ۰/۰۰۰، ۱۷/۵۵ =$F_{۱۴,۹۵}$) (جدول ۴). در کل بیشترین تراکم پوره سفیدبالک گلخانه در مرحله رشدی دو تا چهار برگی در رقم F (۲۵/۷۵ پوره در هر برگ) و کمترین تراکم پوره در این مرحله رشدی در ارقام P (۲/۲۵) و Mutant (۴/۵۰ پوره در هر برگ) به دست آمد. بیشترین تراکم پوره در مرحله رشدی چهار تا هشت برگی در ارقام F (۱۵/۲۵) و Thin brown (۱۵ پوره در هر برگ) و کمترین تراکم پوره در این مرحله رشدی در ارقام P (۷/۷۵) و Mutant (۸ پوره در هر برگ) مشاهده شد.

جدول ۲- میانگین (±خطای معیار) تراکم جمعیت پوره‌های سفیدبالک گلخانه در ارقام مختلف لوبیا

Table 2. The mean (SE±) population density of *Trialeurodes vaporariorum* nymphs on different bean cultivars

Cultivar	Density of nymph per leaf
F	18.17±1.86a
Smaller	16.25±1.22ab
Red	14.17±1.05bc
White brown	12.50±1.57cd
Thin brown	11.67±1.06cd
Normal	9.917±0.821d
Mutant	6.167±0.562e
P	5.167±0.747e

Different letters in column indicate significant differences between the means (Tukey-HSD; $P = 0.01$).

جدول ۳- تأثیر مراحل مختلف رشدی گیاه بر تراکم جمعیت پوره سفیدبالک گلخانه

Table 3. The effect of different growth stages of plant on population density of *Trialeurodes vaporariorum* nymphs

Growth stage	2-4 leaf stage	4-8 leaf stage	8-12 leaf stage
Density of nymph per leaf	11.79± 1.35a	11.469± .0524a	11.81± 1.08a

در مرحله رشدی هشت تا دوازده برگی، بیشترین تراکم پوره سفیدبالک گلخانه در ارقام Smaller (۱۹/۷۵)، White brown (۱۹/۲۵) و Red (۱۷ پوره در هر برگ) و کمترین تراکم سفیدبالک در این مرحله رشدی در ارقام P (۵/۵)، Mutant (۶)، Normal (۶/۵) و Thin brown (۷ پوره در هر برگ) ثبت شد. همچنین، نتایج نشان می‌دهد که در ارقام F، Thin brown و Normal با افزایش مرحله رشدی و سن برگ، تراکم پوره در هر برگ کاهش و در ارقام White brown و Smaller با افزایش مرحله رشدی و سن برگ، تراکم پوره سفیدبالک در هر برگ افزایش یافته است.

تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر محتوای ترکیبات ثانویه دفاعی گیاه قبل از آلودگی به سفیدبالک گلخانه

بر اساس نتایج، تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر میزان ترکیبات ثانویه دفاعی گیاه لوبیا قبل از آلودگی به سفیدبالک گلخانه معنی‌دار بوده است (جدول ۵). نتایج نشان می‌دهد که بین ارقام مختلف لوبیا اختلاف معنی‌داری از نظر محتوای فلاونوئید قبل از آلودگی به سفیدبالک گلخانه در طول‌موج‌های ۲۷۰ (P= ۰/۰۰۰، $F_{7,31}$= ۲۲۵/۳۵)، ۳۰۰ (P= ۰/۰۰۰، $F_{7,31}$= ۵۱۶/۲۷) و ۳۳۰ (P= ۰/۰۰۰، $F_{7,31}$= ۲۴۰/۴۵) نانومتر ثبت شد. بیشترین میزان فلاونوئید برگ در طول موج ۲۷۰ نانومتر در ارقام P (۶۱/۱۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و Mutant (۵۹/۰۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین میزان آن در رقم F (۴/۰۶۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) ثبت شد. کمترین میزان فلاونوئید برگ ارقام مختلف لوبیا در طول موج ۳۰۰ (۶/۱۳۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و ۳۳۰ نانومتر (۷/۷۱۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) در رقم F ثبت شد و بیشترین میزان فلاونوئید در طول موج ۳۰۰ و ۳۳۰ نانومتر در رقم Mutant (به‌ترتیب ۶۱/۰۸ و ۶۹/۶۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) به دست آمد. همچنین، تفاوت معنی‌دار بین ارقام مختلف لوبیا در محتوای آنتوسیانین برگ لوبیا پیش از آلودگی به سفیدبالک گلخانه وجود داشت (P= ۰/۰۰۰، $F_{7,31}$= ۶۱/۵۳). بیشترین میزان آنتوسیانین در ارقام Mutant (۲/۹۱۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و P (۲/۷۵۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین میزان آن در ارقام F (۰/۷۴۲ واحد بر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، Red (۰/۷۶۵ واحد بر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و Smaller (۱/۰۶۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) ثبت شد. میزان فنل کل نیز بین ارقام مختلف لوبیا تفاوت معنی‌دار نشان داد (P= ۰/۰۰۰، $F_{7,31}$= ۲۶۶/۵۶). بیشترین میزان فنل کل گیاه لوبیا در ارقام Mutant (۶۹/۹۸ واحد بر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، P (۶۸/۸۳۳ واحد بر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و Thin brown (۶۳/۵۲ واحد بر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مشاهده شد و کمترین مقدار فنل کل در رقم F (۱۲/۲۷ واحد بر میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) ثبت شد.

جدول ۴- میانگین (±خطای معیار) تأثیر متقابل رقم و مراحل رشدی بر تراکم جمعیت سفیدبالک گلخانه

Table 4. The mean (SE±) effect of interaction of cultivars and different growth stages of plant on population density of *Trialeurodes vaporariorum* nymphs

Cultivar*Growth Stage	Density of nymph per leaf
F (2-4 leaf stage)	25.75±2.46a
Smaller (8-12 leaf stage)	19.75±1.11b
White brown (8-12 leaf stage)	19.25±1.03bc
Smaller (2-4 leaf stage)	17.25±1.55bcd
Red (8-12 leaf stage)	17.00±0.707bcd
F (4-8 leaf stage)	15.25±1.31bcde
Thin brown (4-8 leaf stage)	15.00±0.408bcde
Red (2-4 leaf stage)	14.00±2.48bcde
F (8-12 leaf stage)	13.50±0.957cdef
Thin brown (2-4 leaf stage)	13.00±0.707defg
Smaller (4-8 leaf stage)	11.75±1.25defgh
Normal (2-4 leaf stage)	11.75±0.946defgh
Red (4-8 leaf stage)	11.50±0.645defgh
Normal (4-8 leaf stage)	11.50±0.645defgh
White brown (4-8 leaf stage)	11.00±0.408efghi
Mutant (4-8 leaf stage)	8.00±0.408fghij
P (4-8 leaf stage)	7.75±0.629fghij
White brown (2-4 leaf stage)	7.25±0.854ghij
Thin brown (8-12 leaf stage)	7.00±0.408hij
Normal (8-12 leaf stage)	6.50±0.500hij
Mutant (8-12 leaf stage)	6.00±0.707hij
P (8-12 leaf stage)	5.50±0.645ij
Mutant (2-4 leaf stage)	4.50±0.866j
P (2-4 leaf stage)	2.25±0.479j

Different letters in column indicate significant differences between the means (Tukey-HSD; $P = 0.01$).

تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر محتوای ترکیبات ثانویه دفاعی گیاه بعد از آلودگی به سفیدبالک گلخانه

نتایج نشان داد که تأثیر ارقام مختلف لوبیا بر محتوای ترکیبات ثانویه‌ی دفاعی در گیاهان آلوده به سفیدبالک گلخانه حاکی از اختلاف معنی‌دار در بین ارقام مورد بررسی بود و میزان ترکیبات شیمیایی دفاعی در ارقام آلوده به سفید-بالک گلخانه نسبت به گیاهان سالم بدون آلودگی بر اثر تنش حاصل از تغذیه و استقرار آفت افزایش یافته است (جدول ۶). میزان فلاونوئید در گیاهان لوبیا آلوده به سفید-بالک گلخانه در طول‌موج‌های ۲۷۰ (P= ۰/۰۰۰، ۲۰۸/۸۹ =$F_{۷,۳۱}$)، ۳۰۰ (P= ۰/۰۰۰، ۲۱۹/۳۰ =$F_{۷,۳۱}$) و ۳۳۰ (P= ۰/۰۰۰، ۲۲۳/۵۰ =$F_{۷,۳۱}$) نانومتر تفاوت معنی‌دار بین ارقام مختلف لوبیا نشان داد. بیشترین میزان فلاونوئید در طول موج ۲۷۰ نانومتر در رقم P (۷۷/۹۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین مقدار آن در رقم F (۹/۶۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) ثبت شد. بیشترین و کمترین میزان فلاونوئید در طول‌موج ۳۰۰ نانومتر به ترتیب در ارقام P (۸۱/۶۹ میلی‌گرم بر میلی-لیتر)، Mutant (۷۶/۱۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و F (۸/۲۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مشاهده شد. در طول‌موج ۳۳۰ نانومتر بیشترین مقدار فلاونوئید در ارقام P (۸۷/۹۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، Thin brown (۸۶/۹۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و Mutant (۸۲/۹۳ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین مقدار آن در رقم F (۱۰/۸۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مشاهده شد. همچنین، محتوای آنتوسیانین (P= ۰/۰۰۰، ۷/۴۲ =$F_{۷,۳۱}$) و فنول کل (P= ۰/۰۰۰، ۷۷/۱۰ =$F_{۷,۳۱}$) موجود در برگ لوبیا بین ارقام مختلف مورد بررسی اختلاف معنی‌دار نشان دادند. بیشترین مقدار آنتوسیانین موجود در برگ لوبیا به‌ترتیب در ارقام Mutant (۴/۳۲۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و P (۳/۳۸۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و کمترین مقدار آن در ارقام F (۱/۱۰۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و Smaller (۱/۳۵۶ میلی‌گرم بر میلی-

لیتر) ثبت شد. همچنین، بیشترین و کمترین میزان فنول کل برگ لوبیا به‌ترتیب در ارقام P (۱۲۴/۵۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر)، Mutant (۱۱۷/۱۷ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) و F (۴۴/۴۶ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر) مشاهده شد.

جدول ۵- میانگین (±خطای معیار) تأثیر ارقام مختلف روی برخی ترکیبات بیوشیمیایی لوبیا قبل از آلودگی به سفیدبالک گلخانه

Table 5. The means (±SE) effect of various cultivars on some allelochemical compounds in un-infested bean to *Trialeurodes vaporariorum*

	Flavonoids			Anthocyanin	Total phenol
Cultivars	270 nm	300 nm	330 nm	550 nm	760 nm
F	4.061±0.234f	6.136±0.351g	7.712±0.660g	0.742±0.019e	12.27±1.83f
Red	24.614±0.702d	28.924±0.483d	27.591±0.796e	0.765±0.025e	19.46±1.03e
Smaller	12.015±0.637e	12.909±0.363f	18.917±0.873f	1.060±0.075de	28.729±0.521d
Normal	28.303±0.733d	28.856±0.559d	37.17±2.28d	1.485±0.136d	43.00±0.601c
Thin brown	44.09±1.44b	43.80±1.06c	50.015±0.732c	2.174±0.198c	63.52±1.68a
White brown	34.795±0.928c	20.03±1.25e	31.07±1.17de	2.265±0.057bc	56.75±2.03b
P	61.18±3.08a	56.30±1.03b	62.38±1.38b	2.750±0.148ab	68.833±0.691a
Mutant	59.08±1.08a	61.08±1.26a	69.65±2.06a	2.916±.098a	69.98±1.80a

Different letters in each column indicate significant differences between the means (Tukey-HSD; $P = 0.01$).

جدول ۶- میانگین (±خطای معیار) تأثیر ارقام مختلف بر برخی ترکیبات بیوشیمیایی لوبیا بعد از آلودگی به سفیدبالک گلخانه

Table 6. The means (±SE) effect of various cultivars on some allelochemical compounds in infested bean to *Trialeurodes vaporariorum*

	Flavonoids			**Anthocyanin**	**Total phenol**
Cultivars	**270 nm**	**300 nm**	**330 nm**	**550 nm**	**760 nm**
F	9.652±0.655e	8.227±0.333f	10.818±0.114d	1.106±0.136c	44.46±1.95e
Red	22.568±0.963d	26.273±0.870e	26.02±1.49c	1.720±0.173bc	64.88±4.48cd
Smaller	47.70±1.29c	40.44±1.19d	55.45±1.39b	1.356±0.089c	59.77±2.62d
Normal	46.52±1.61c	42.629±0.573d	57.871±0.780b	2.431±0.033bc	78.94±2.87bc
Thin brown	63.742±0.856b	72.39±1.53b	86.96±1.02a	2.561±0.501abc	88.83±5.94b
White brown	47.65±1.10c	57.053±0.860c	57.53±1.19b	2.727±0.330abc	69.46±1.95cd
P	77.94±3.40a	81.69±4.09a	87.96±1.36a	3.386±0.731ab	124.56±1.09a
Mutant	67.652±0.939b	76.14±1.42ab	82.93±4.43a	4.326±0.533a	117.17±1.26a

Different letters in each column indicate significant differences between the means (Tukey-HSD; $P = 0.01$).

بحث

استفاده از ارقام مقاوم در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات در محصولات مختلف به عنوان یک روش کنترل موثر با مزایای فراوان مورد استفاده قرار می‌گیرد. ارقام مقاوم از طریق تشدید اثر عوامل بیولوژیکی کاهش‌دهنده جمعیت آفات و همچنین، از طریق کاهش وزن، توانایی جسمی و وضعیت فیزیولوژیکی حشرات آفات، کارایی میزبان‌یابی شکارگرها، پارازیتوئیدها و پاتوژن‌ها را نیز افزایش می‌دهند. بنابراین، امروزه در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات و حفظ نباتات، موضوع مقاومت گیاهان در برابر حشرات آفت اهمیت و جایگاه ویژه‌ای را به خود اخصاص داده است. لوبیا به عنوان منبع مهم پروتئین برای مصرف انسان از اهمیت بالایی برخوردار است (Islam *et al*., 2002) و سفیدبالک گلخانه یکی از آفات مهم و خسارت‌زایی این گیاه می‌باشد که کشت و تولید آن را محدود می‌کند (Rendon *et al*., 2001; Manzano and van Lenteren, 2009). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تأثیر ارقام مختلف لوبیا و تأثیر متقابل ارقام و مراحل رشدی گیاه بر تراکم پوره‌های سفیدبالک گلخانه معنی‌دار بوده است. کمترین تراکم پوره‌های سفیدبالک گلخانه در ارقام P و Mutant و بیشترین تراکم در ارقام F و Smaller ثبت شد. همچنین، در تأثیر متقابل ارقام لوبیا و مرحله رشدی گیاه، بیشترین تراکم پوره

سفیدبالک در رقم F و کمترین تراکم آن در ارقام P و Mutant در مرحله‌ی رشدی دو تا چهار برگی، مشاهده شد و می‌توان عنوان کرد که ارقام P و Mutant در گروه مقاوم به سفیدبالک گلخانه و ارقام F و Smaller در گروه حساس به سفیدبالک گلخانه قرار گرفتند. تفاوت در تراکم پوره سفیدبالک در ارقام مختلف لوبیا می‌تواند به تفاوت در ویژگی‌های ریخت‌شناسی، فیزیولوژی و ترکیبات بیوشیمیایی ارقام مورد بررسی و القای مقاومت آنتی‌بیوز مرتبط باشد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که واریته‌های مختلف لوبیا به علت داشتن ترکیبات ضدتغذیه مانند فیتیک‌اسید، لکتین و مهار-کننده تریپسین آفات گیاه‌خوار را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Rui *et al*., 2016; Ashtari *et al*., 2020). متابولیت-های ثانویه و از جمله فلاونوئیدها به عنوان عامل مقاومت در ارقام و لاین‌های مختلف لوبیا و همچنین، ترکیبات ضدتغذیه عامل مرگ‌ومیر آفات مختلف گزارش شده‌اند (Lima *et al*., 2014). کیفیت گیاه میزبان و ارقام مختلف گیاهی می-تواند از طریق دفاع مستقیم با تولید ترکیبات شیمیایی دفاعی علیه گیاه‌خواران موثر بوده و بدین‌ترتیب جمعیت گیاه‌خوار را دستخوش تغییر نماید (Alizamani *et al*., 2020). گیاهان به واسطه‌ی سیستم‌های مختلف دفاعی شامل دفاع مرفولوژیک، فیزیولوژیک، مولکولی و بیوشیمیایی به تنش-های زیستی از جمله حمله آفات گیاه‌خوار و بیمارگرها پاسخ می‌دهند (Hartmann, 2004). در سیستم دفاع بیوشیمیایی گیاهان از طریق تولید متابولیت‌های ثانویه‌ی دفاعی، رشد، زنده‌مانی، تراکم و پویایی جمعیت گیاه‌خواران را تحت تأثیر قرار می‌دهند (Fragoyiannis *et al*., 2001).

متابولیت‌های ثانویه گروهی از اجزای دفاعی مانند فنولیک‌ها، آلکالوئیدها، ترپنوئیدها و گلیکوزیدهای مشتق-شده هستند که پس از قرار گرفتن در معرض عوامل بیماری-زا و حمله حشرات گیاه‌خوار میزان آن‌ها افزایش می‌یابد (Fragoyiannis *et al*., 2001; Goyal *et al*., 2012). در این راستا، ترکیبات فنولی طیف وسیعی از مواد آروماتیک حلقوی هستند که از طریق آنزیم‌های فنیل‌آلانین و شیکمات در مسیر اسیدشیکمیک در سیتوپلاسم و به‌طور عمده شبکه آندوپلاسمی تولید می‌شوند (Tsai *et al*., 2006; Bernards and Bastrup-Spohr, 2008). نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ارقام مختلف لوبیا، بر محتوای متابولیت‌های ثانویه دفاعی موجود در برگ لوبیا تأثیرگذار بوده است. همچنین، میزان ترکیبات دفاعی ارقام مختلف لوبیا تحت تأثیر تنش حاصل از تغذیه و فعالیت سفیدبالک گلخانه در گیاهان آلوده به آفت در مقایسه با گیاهان سالم و قبل از آلودگی افزایش یافته است. بیشترین محتوای فنول کل موجود در برگ لوبیای آلوده به سفید-بالک گلخانه در ارقام P و Mutant ثبت شد و مقدار کمتر فنول در رقم F مشاهده شد. بررسی‌های مختلف افزایش ترکیبات فنولی در پاسخ به تنش زیستی در گیاهان آلوده به حشرات گیاه‌خوار مختلف و تأثیر منفی این ترکیبات بر رشد، تغذیه و تراکم آفات مکنده را نشان می‌دهد (Mardani Talaee *et al*., 2016; Alizamani *et al*., 2020). میزان آنتوسیانین، به عنوان دیگر ترکیب دفاعی محلول در سلول‌های گیاهی که باعث دفع حشرات گیاه‌خوار و جلب دشمنان طبیعی آفات می‌شود، در برگ ارقام Mutant و P آلوده به سفیدبالک گلخانه در مقایسه با سایر ارقام و البته نسبت به گیاهان سالم قبل از آلودگی به علت ایجاد تنش و استرس افزایش یافت که می‌تواند تغذیه، باروری و تراکم جمعیت سفیدبالک گلخانه را تحت تأثیر قرار دهد. از دیگر ترکیبات دفاعی مهم فلاون‌ها و فلاونوئیدها هستند که به صورت آزاد یا در ترکیب با دیگر گلوکوزیدها در بسیاری از گیاهان یافت می‌شوند (Bourgaund *et al*., 2010). در این مطالعه سطح فلاونوئید در برگ لوبیا آلوده به سفیدبالک گلخانه در ارقام P، Mutant و Thin brown در طول‌موج ۳۳۰ نانومتر نسبت به طول‌موج‌های دیگر و دیگر ارقام مورد بررسی و همچنین، نسبت به قبل از آلودگی به سفیدبالک گلخانه افزایش یافته است. افزایش میزان متابولیت‌های ثانویه دفاعی شامل فنول، فلاونوئید و آنتوسیانین در ارقام P و Mutant در پاسخ به تنش و دریافت سیگنال‌های دفاعی حاصل از تغذیه سفیدبالک گلخانه ایجاد شده است که با القای مقاومت در ارقام مذکور و نامساعدکردن بافت گیاهی

برای تغذیه آفت، منجر به کاهش تراکم جمعیت سفیدبالک شده است. القای مکانیسم مقاومت در گیاهان میزبان در نتیجه واکنش به دریافت سیگنال‌ها و محرک‌های شیمیایی و فیزیکی خارجی ایجاد می‌شود و منجر به تولید ترکیبات پروتئینی ضد تغذیه، مهارکننده‌های آنزیمی و ترکیبات دفاعی ثانویه مانند فنول و فلاونوئیدها می‌شود (Agrawal *et al*., 2000).

همچنین، نتایج نشان می‌دهد که در ارقام F، Thin brown و Normal با افزایش مرحله‌ی رشدی و سن برگ به علت روند پیری و تأثیر بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی مانند تأثیر بر رنگ برگ، کاهش مواد مغذی وکیفیت گیاهان میزبان و همچنین، نامساعد شدن بافت گیاهی به علت تولید و تجمع بیشتر متابولیت‌های ثانویه در بافت‌های مسن‌تر، تراکم پوره در هر برگ کاهش یافته است. به‌علاوه تراکم پوره سفیدبالک گلخانه از طریق سازگاری با شرایط گیاه میزبان و غلبه بر مقاومت آن در ارقام White brown و Smaller با افزایش مرحله‌ی رشدی و سن برگ افزایش یافته است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که در برهم‌کنش گیاه – گیاه‌خوار کیفیت میزبان گیاهی و ارگانیسم‌های در ارتباط با گیاه دچار تغییر می‌شوند و واکنش گیاه در برابر یک حشره گیاه‌خوار نه تنها در بین میزبان‌های گیاهی مختلف، بلکه در بین ارقام مختلف یک گیاه نیز می‌تواند متفاوت باشد (Nazeri *et al*., 2017).

نتیجه‌گیری کلی

استفاده از ارقام مقاوم به عنوان یک روش کنترل ایمن، موثر و مقرون به صرفه به لحاظ اقتصادی می‌تواند در برنامه-های مدیریت تلفیقی آفات مختلف و از جمله سفیدبالک گلخانه مورد استفاده قرار گیرد. نتایج این مطالعه نشان می-دهد که ارقام مختلف لوبیا به علت تفاوت در میزان متابولیت‌های ثانویه دفاعی که بافت گیاهی را برای تغذیه آفت نامساعد می‌کند و با القای مکانیسم مقاومت و ایجاد تغییر در برهم‌کنش گیاه- گیاه‌خوار، تراکم و ترجیح سفید-بالک گلخانه را تحت تأثیر قرار داده است. بنابراین، ارقام P و Mutant به علت تراکم پایین سفیدبالک گلخانه و میزان بالاتر ترکیبات شیمیایی دفاعی به عنوان ارقام مقاوم به سفید-بالک گلخانه شناسایی شدند که می‌توانند در برنامه‌های مدیریت تلفیقی سفیدبالک گلخانه در تلفیق با دیگر روش-های کنترل مورد استفاده قرار گیرند.

References

Agrawal, A. A., Karban, R. and Colfer, R. G. 2000. How leaf domatia and induced plant resistance affect herbivores, natural enemies and plant performance. **Oikos** 89: 70-80.

Alizamani, T., Shakarami, J., Mardani-Talaee, M., Zibaee, A. and Serrão, J. E. 2020. Direct interaction between micronutrients and bell pepper (*Capsicum annuum* L.), to affect fitness of *Myzus persicae* (Sulzer). **Journal** of **Plant Protection Research** 60: 253-262.

Ashtari, S., Yousefi, M. and Dorri, H. R. 2020. Evaluation of bean genotypes resistance to Two spotted spider mite, tssm, *Tetranychus urticae* Koch under field and greenhouse conditions. **Journal of Applied Research in Plant Protection** 9(2): 15-30. (In Farsi)

Bernards, M. A. and Bastrup-Spohr, L. 2008. Phenylpropanoid metabolism induced by wounding and insect herbivory. In: "Induced plant resistance to herbivory" (Schaller, A. Ed.,) New York, Springer Publisher. pp. 189-213.

Bourgaund, F., Gravot, A., Milesi, S. and Gontier. E. 2010. Production of plant secondary metabolite: A historical perspective. **Plant Science** 161: 839-851.

Fragoyiannis, D. A., Mckinlay, R. G. and D'mello J. P. E. 2001. Interactions of aphid herbivory and nitrogen availability on the total foliar glycoalkaloid content of potato plants. **Journal of Chemical Ecology** 27: 1749-1762.

Ghahari, H. and Hatami, B. 2000. Morphological and biological study of greenhouse whitefly. **Journal of Agricultural Science and Technology and Natural Resources** 4: 141-154.

Giles, K. L., Madden, R. D., Stockland, R., Payton, M. E. and Dillwith, J. W. 2002. Host plants affect predator fitness via the nutritional value of herbivore prey: investigation of a plant-aphid-ladybeetle system. **Biocontrol** 47: 1-21.

Goyal, S., Lambert, C., Cluzet, S., Merillon, J. M. and Ramawat, K. G. 2012. Secondary metabolites and plant defence. **Progress in Biological Control** 12: 109-138.

Hartmann, T. 2004. Plant-derived secondary metabolites as defensive chemicals in herbivorous insects: a case study in chemical ecology. **Review in Planta** 219 (1): 1-4.

Islam, F. M. A., Basford, K. E., Redden, R. J., Gonzalez, A. V., Kroonenberg, P. M. and Beebe, S. 2002. Genetic variability in cultivated common bean beyond the two major gene pools. **Genetic Resources Crop Evolution** 49: 271-283.

Kim, D. O., Chun, O. K., Kim, Y. J., Moon, H. Y. and Lee, Ch. Y. 2003. Quantification of polyphenolics and their antioxidant capacity in fresh plums. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 51 (22): 6509-6515.

Lima, P. F., Colombo, C. A., Chiorato, A. F., Yamaguchi, L. F., Kato, M. J. and Carbonell, S. A. 2014. Occurrence of isoflavonoids in Brazilian common bean germplasm *Phaseolus vulgaris* L. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** 62: 969-970

Luo, Ch. and Liu, T. X. 2011. Fitness of *Encarsia sophia* (Hymenoptera: Aphelinidae) parasitizing *Trialeurodes vaporariorum* and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae). **Insect Science** 18: 84-91.

Manzano, M. R. and van Lenteren, J. C. 2009. Life history parameters of *Trialeurodes vaporariorum* (Westwood) (Hemiptera: Aleyrodidae) at different environmental conditions on two bean cultivars. **Neotropical Entomology** 38: 452-458.

Mardani-Talaee, M., Zibaee, A., Nouri-Ganblani, G. and Razmjou, J. 2016. Chemical and organic fertilizers affect physiological performance and antioxidant activities in *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Invertebrate Survival Journal** 13: 122-133.

Mohamadi, P., Razmjou, J., Golizadeh, A., Hassanpour, M. and Naseri, B. 2012. Resistance and susceptibility of some wheat lines to bird cherry-oat aphid *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae)**. Applied Etomology and Zoology** 47: 111-118.

Mottaghinia, L., Razmjou, J., Nouri-Ganbalani, G. and Rafiee-Dastjerdi, H. 2011. Antibiosis and antixenosis of six commonly produced potato cultivars to the green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Homiptera, Aphididae). **Neotropical Entomology** 40: 380-386.

Nazeri, M., Allahyari, H. and Goldansaz, H. 2017. Effect of pest herbivory on performance and preference of conspecifics mediated by host plant. **Iranian Journal of Plant Protection Science** 48 (2): 229-241 (In Farsi).

Nunez-Lopez, D. C., Ramirez-Godoy, A. and Restrepo-Diaz, H. 2015. Impact of Kaolin Particle Film and Synthetic Insecticide Applications on Whitefly Populations *Trialeurodes vaporariorum* (Hemiptera: Aleyrodidae) and Physiological Attributes in Bean (*Phaseolus vulgaris*) Crop. **Journal of Society for Horticultural Science** 50(10): 1503-1508.

Rendon, F., Cardona, C. and Bueno, J. M. 2001. Perdidas causadas por *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae) y *Thrips palmi* (Thysanoptera: Thripidae) en habichuela en el Valle del Cauca. **Revista Colombiana de Entomología** 27: 39-43.

Rui, S., Hua, W., Rui, G., Qin, L., Lei, P., Jianan, L., Zhihui, H. and Chanyou, C. 2016. The diversity of four anti-nutritional factors in common bean. **Horticultural Plant Journal** 2: 97-1
04.

Slikard, K. and Singleton, V. L. 1977. Total phenol analysis; automation and comparison with manual methods. **American Journal of Enology and Viticulture** 28: 49-55.

Tsai, C. J., Harding, S. A., Tschaplinski, T. J., Lindroth, R. L. and Yuan, Y. N. 2006. Genome-wide analysis of the structural genes regulating defense phenylpropanoid metabolism in Populus. **New Phytologist** 172: 47-62.

Plant Pest Research
2022- 11(4): 39-49

Research paper

Evaluation of resistance of bean cultivars to greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood under greenhouse conditions

T. Alizamani[1], A. Fazeli[2] and M. Mirab-balou[2*]

1. Department of Plant Protection, College of Agriculture, Lorestan University, Lorestan, Iran,
2. Department of Agronomy and Plant Breeding, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran,
3. Department of Plant Protection, College of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran

(Received: January 18, 2022- Accepted: March 9, 2022)

Abstract

The bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is an important source of protein in the human diet, and the greenhouse whitefly, *Trialeurodes vaporariorum* Westwood is one of the limiting factors of this product. In this study, the effect of eight cultivars of bean were investigated on the amount of secondary metabolites of plant before and after infection with greenhouse whitefly and also its effects in the plant growth stages on pest density. Results showed the effect of the bean cultivars on the amount of secondary compounds of plant before and after the infection of greenhouse whiteflies were significant. The highest values of phenol, flavonoid and anthocyanin were observed on *P* and *Mutant* cultivars and the lowest amounts of these compounds recorded on *F* cultivar. In addition, there were a significant difference on density of whitefly's nymphs in different cultivars of bean. The highest density of nymphs observed in *F* and *Smaller* cultivars and the lowest density was observed in *P* and *Mutant* cultivars. Effect of different growth stages of plant was not significant on density of greenhouse whitefly, but the interaction of cultivars and different growth stages of plant were significant on density of nymphs. The highest density of nymphs was recorded on *F* cultivar in 2-4 leaf stage and the lowest density on the same growth stage in *P* and *Mutant*. Therefore, *P* and *Mutant* were identified as resistant cultivars and *F* as a sensitive cultivar. So, resistant cultivars can be used in integrated management programs of whitefly.

Key words: Bean, resistance cultivar, secondary metabolites, *Trialeurodes vaporariorum*.

*Corresponding author: m.mirabbalou@ilam.ac.ir