

مقاله پژوهشی

ارزیابی مقاومت و حساسیت ارقام مختلف خیار (*Cucumis sativus*) نسبت به مگس جالیز *Dacus ciliatus* (Diptera: Tephritidae)

معصومه پایدار^۱ - ناصر معینی نقده^{۲*} - فرزاد جلیلیان^۳ - عباسعلی زمانی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۵/۰۸

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۹/۱۹

چکیده

مگس جالیز، *Dacus ciliatus* Loew (Diptera: Tephritidae) از مهم‌ترین آفات محصولات جالیزی در ایران و جهان است که لارو آن با تغذیه از میوه باعث کاهش عملکرد و بازارپسندی محصول می‌شود. در این آزمایش خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی مرتبط با مقاومت در شش رقم مختلف خیار شامل هایک، سورینا، ماکسیموس، کیش، چنبر و یک رقم محلی کرمانشاه اندازه‌گیری و تأثیر هر یک از این صفات در میزان آلودگی و تراکم لارو در میوه تعیین شد. ارقام بررسی شده در این پژوهش، به ترتیب از حساسیت کم به زیاد در چهار گروه قرار گرفتند. رقم هایک حساسیت کم (درصد آلودگی و تراکم لارو کمتر)، ارقام سورینا، کیش و ماکسیموس نسبتاً حساس، چنبر حساس و خیار محلی کرمانشاه بسیار حساس به مگس جالیز بودند. محتویات فنل ($r = -0.77$; $Pvalue < 0.001$)، تانن ($r = -0.89$; $Pvalue < 0.001$)، آلکالوئیدهای کل ($r = -0.93$; $Pvalue < 0.001$) و فلاونوئید ($r = -0.87$; $Pvalue < 0.001$) از لحاظ آماری با درصد آلودگی میوه همبستگی منفی معنی‌داری داشت. درصد آلودگی میوه با طول ($r = 0.55$; $Pvalue < 0.01$)، قطر ($r = 0.48$; $Pvalue < 0.001$)، تراکم تریکوم پوست ($r = 0.81$; $Pvalue < 0.001$) و ضخامت پوست میوه ($r = 0.87$; $Pvalue < 0.001$)، همبستگی مثبت معنی‌داری داشت. بررسی ارتباط بین هر یک از ترکیبات بیوشیمیایی میوه با میزان آلودگی و تراکم لارو نشان داد که ۸۶/۵۰ درصد تغییرات میزان آلودگی و ۶۳/۷۰ درصد تغییرات تراکم لارو در ارقام آزمایش شده مربوط به ترکیب آلکالوئید است بنابراین آلکالوئید یکی از منابع مهم بروز مقاومت نسبت به مگس جالیز است. از میان خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده تراکم تریکوم پوست میوه بیشترین تأثیر را روی تغییرات میزان آلودگی (۷۵/۳۰) و تراکم لارو (۶۱/۴۰) نشان داد. کشاورزان می‌توانند با استفاده از رقم هایک که نسبت به سایر ارقام کمتر مورد پذیرش مگس جالیز است محصولی با باقیمانده کمتر سموم را تولید کنند.

واژه‌های کلیدی: خیار، خصوصیات ظاهری، خصوصیات بیوشیمیایی، مگس جالیز، مقاومت

مقدمه

خیار (*Cucumis melo* var. *sativus*) از مهم‌ترین محصولات خانواده کدویان در ایران و جهان است و مورد حمله آفات مختلفی از جمله مگس جالیز قرار می‌گیرد. لاروهای این آفت با تغذیه از میوه‌ها باعث غیر قابل استفاده شدن آنها می‌شوند (۱۲).

مگس جالیز^۵، *Dacus ciliatus* Loew (Diptera: Tephritidae) در سال ۱۹۱۴ اولین بار از هند گزارش و سپس در سال ۱۹۵۳ از جنوب مصر جمع‌آوری شد. این حشره از بیشتر مناطق

۱، ۲ و ۴ - به ترتیب دانشجوی دکتری، استادیار و دانشیار گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم و مهندسی کشاورزی، دانشگاه رازی، کرمانشاه

(Email: moeeny@razi.ac.ir)

(*) نویسنده مسئول:

۳ - استادیار، گروه گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

DOI: 10.22067/jpp.2020.32805.0

4- Ethiopian fruit fly, Lesser pumpkin fly or Cucurbit fly

شرقی، جنوبی و مرکزی آفریقا، ماداگاسکار، موریس، رئونیون، بنگلادش، هند، پاکستان، سریلانکا و عربستان سعودی گزارش شده است (۲۱). مهار شیمیایی مگس‌های میوه فقط برای افراد بالغ انجام می‌شود، زیرا تمام مراحل لاروی آفت داخل میوه سپری شده و سفیره نیز داخل خاک تشکیل می‌شود (۵ و ۶). میزبان‌های زراعی عمده مگس جالیز شامل خربزه، طالبی، خیار سبز، خیار چنبر، گرمک، کدو مسمایی و هندوانه است. این آفت در برخی از مناطق روی هندوانه ابوجهل نیز دیده شده است. براساس مطالعات قبلی انجام شده در کشور، میزان خسارت روی هندوانه و خیار سبز بیشتر از سایر میزبان‌ها است و با توجه به مقاومت متفاوت ارقام، انجام تحقیقات بیشتر در این زمینه مورد نیاز است (۲۰).

به دلیل مشکلات فراوان در مهار شیمیایی مگس‌های میوه، استفاده از گیاهان مقاوم یکی از مؤلفه‌های مهم در مدیریت تلفیقی محسوب می‌شود. صفات مختلف بیوفیزیکی و بیوشیمیایی گیاهان مختلف در رابطه با بروز مقاومت نسبت به گونه‌های متفاوت مگس

های میوه تاثیر دارند (۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹).

عوامل زنده و غیرزنده روی خصوصیات ژنتیکی و فنوتیپی گیاهان مؤثر بوده و باعث می‌شوند که گیاهان مقاومت متفاوتی را در برابر آفات و بیماری‌ها از خود نشان دهند (۱۹). گیاهان حاوی ترکیباتی مانند فلاونوئید، آلکالوئید، فنول و تانن‌ها هستند که باعث کاهش بقای حشرات، طولانی شدن زمان رشد و نمو، کاهش جثه و کاهش سازگاری افراد در داخل جمعیت می‌شوند. با شناسایی منابع مرتبط با مقاومت در گیاهان می‌توان از آن در مدیریت حشرات آفت در مزرعه استفاده کرد (۵ و ۶). منابع مقاومت در ارقام مختلف یک گیاه را می‌توان شناسایی و اثر هر یک از این منابع در بروز میزان مقاومت به یک آفت را تعیین نمود. تاکنون در مورد تعیین مقاومت ارقام مختلف خیار نسبت به مگس جالیز در ایران تحقیقی صورت نگرفته است. مطالعه حاضر با هدف اندازه‌گیری صفات مختلف فیزیکی و بیوشیمیایی ارقام مختلف خیار و بررسی ارتباط میان این صفات با میزان آلودگی و تراکم لارو در میوه انجام شده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش‌های غربالگری و کاشت ارقام مختلف

شش رقم خیار مزرعه‌ای شامل چهار رقم تجاری (هایک، کیش، سورینا، ماکسیموس)، یک رقم خیار چنبر و یک رقم خیار محلی کرمانشاه (کرکنه) در پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی کرمانشاه در زمینی به مساحت ۲۰۰۰ متر مربع کاشته شد. کاشت ارقام در اول تیر ۱۳۹۷ انجام، و تمامی عملیات کاشت، داشت و برداشت (غیر از کنترل شیمیایی) طبق روش رایج منطقه در تمامی کرت‌ها همزمان اجرا شد. آزمایش در قالب طرح بلوک کامل تصادفی، با ده تکرار برای هر رقم اجرا شد که مساحت هر واحد آزمایشی (کرت) ۴×۴ متر، فاصله بوته‌ها روی ردیف ۵۰ سانتی‌متر و فاصله بین ردیف‌ها دو متر در نظر گرفته شد. آبیاری به روش قطره‌ای انجام گردید. در هر کرت آزمایشی ۲۷ بوته در سه ردیف کاشته شد، در مجموع ۶۰ کرت برای شش رقم در نظر گرفته شد. در طول فصل، پنج بار برداشت میوه‌ها انجام شد و در هر برداشت از هر رقم و تکرار، ۱۰ میوه به طور تصادفی انتخاب شد. در مجموع از هر برداشت برای هر رقم ۱۰۰ عدد میوه به منظور بررسی آلودگی به مگس جالیز به آزمایشگاه انتقال یافت. پس از شمارش میوه‌های آلوده، درصد آلودگی هر رقم محاسبه شد (معادله ۱). در هر برداشت، از میوه‌های آلوده هر رقم، به طور تصادفی ده عدد انتخاب و تعداد لاروهای داخل هر میوه شمارش و ثبت شد. در تمام ارقام کاشته شده، اختلاف زمان گلدهی و رسیدن میوه حدود ۱۰ روز بود. ارقام مختلف با توجه به میزان آلودگی به گروه‌های کاملاً مقاوم (بدون آلودگی)، بسیار مقاوم (۱۰-۱ درصد)، مقاوم (۲۰-۱۱ درصد)، نسبتاً مقاوم (۵۰-۲۱ درصد)، حساس (۷۵-۵۱

درصد) و بسیار حساس (۱۰۰-۷۵ درصد) تقسیم شدند (۱۶).

$$\text{معادله (۱)} \quad ۱۰۰ \times \frac{\text{تعداد میوه‌های آلوده}}{\text{تعداد کل میوه‌ها}} = \text{درصد آلودگی میوه}$$

اندازه‌گیری صفات ظاهری ارقام مختلف

از هر رقم و تکرار ده عدد میوه تازه انتخاب و طول، قطر، ضخامت پوست (با استفاده از دستگاه ورنیر کالیپر^۱) و تراکم تریکوم های پوست میوه (با استفاده از استریومیکروسکوپ^۲) اندازه‌گیری و ثبت شد.

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی ارقام مختلف

دو میوه تازه از هر رقم و تکرار برای اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی انتخاب شدند. میزان ترکیبات شیمیایی مانند، فنل‌ها و فلاونوئیدها با استفاده از معرف فولین-سیوکالتیو اندازه‌گیری شد. در این روش عدد جذب مخلوط عصاره هر رقم با معرف فولین سیوکالتیو در طول موج ۷۶۰ نانومتر توسط دستگاه اسپکتروفوتومتر قرائت شد. از اسید گالیک به عنوان استاندارد برای رسم منحنی کالیبراسیون استفاده شده است (۳). پس از عصاره‌گیری ارقام مختلف در حلال استون، محتوی تانن قابل استخراج با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر و در طول موج ۷۲۵ نانومتر قرائت شد. ترکیبی از اسید تانیک و استون با نسبت های مختلف به عنوان محلول استاندارد استفاده شد (۱۴). آلکالوئیدهای کل نیز با استفاده از عصاره متانولی ارقام مختلف مخلوط با معرف درازندروف اندازه‌گیری شد (۱۱).

تحلیل آماری داده‌ها

داده‌های مربوط به درصد آلودگی، تراکم لارو، صفات بیوفیزیکی و بیوشیمیایی میوه‌ها از طریق آنالیز واریانس دو طرفه^۳ با استفاده از نرم‌افزار SPSS 24 تجزیه و تحلیل شدند (۱۸). میانگین پارامترهای معنی‌دار بین ارقام مورد آزمایش، با استفاده از آزمون توکی^۴ در سطح احتمال پنج درصد مقایسه شدند. همبستگی بین صفات میوه (فیزیکی و بیوشیمیایی) و سطح آلودگی به مگس جالیز (درصد آلودگی و تراکم لارو در هر میوه) با استفاده از آزمون همبستگی بررسی شد. برای تعیین نسبت تأثیر هر یک از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی اندازه‌گیری شده روی میزان آلودگی و تراکم لارو در میوه، روش رگرسیون گام به گام پس‌رونده^۵ در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد.

- 1- Vernier caliper
- 2- Stereo microscope
- 3- Two way Anova
- 4- HSD (honestly significant difference)
- 5- Backward stepwise multiple regression analysis

نتایج

آزمایش‌های غربالگری

و رقم محلی (کرکنه) بسیار حساس بودند. تراکم لارو در هر میوه با افزایش درصد آلودگی افزایش یافته و همبستگی مثبت معنی‌داری میان این دو پارامتر وجود دارد ($r = 0.89$; $p < 0.01$). تراکم لارو در هر میوه بین ۷/۲۲ تا ۱۵/۳۳ عدد تعیین شد که در ارقام مقاوم به طور معنی‌داری پایین و در رقم بسیار حساس بالا بود. بیشترین درصد آلودگی میوه در میان ارقام بررسی شده مربوط به رقم محلی (کرکنه) (۷۶/۸۱ درصد) بود و کمترین آن در رقم هایک (۱۷/۸۱ درصد) مشاهده شد (جدول ۳).

میان ارقام مختلفی که برای ارزیابی میزان مقاومت به مگس جالیز در تابستان ۱۳۹۷ کاشته شدند از نظر آلودگی، تراکم لارو و خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده اختلاف معنی‌دار آماری وجود داشت ($df = 5$, $P_{value} < 0.01$). خصوصیات شیمیایی اندازه‌گیری شده نیز میان ارقام مختلف تفاوت معنی‌دار آماری داشتند (جدول ۱ و ۲). بر اساس میزان آلودگی ارقام مختلف گروه‌بندی شدند که رقم هایک مقاوم؛ کیش، سورینا و ماکسیموس نسبتاً مقاوم؛ چنبر حساس

جدول ۱- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) میزان آلودگی، تراکم لارو و برخی خصوصیات فیزیکی میوه در ارقام مختلف خیار
Table 1- Analysis of variance (mean squares) for infection, larval density and some physical characteristics of fruit in different cucumber cultivars

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df.	تراکم لارو Larval density	میزان آلودگی Fruit infestation	طول میوه Fruit length	قطر میوه Fruit diameter	تراکم تریکوم Ribs density	ضخامت پوست Rind thickness
Block بلوک	9	3.91 ^{ns}	5.67 ^{ns}	3.59 ^{ns}	2.72 ^{ns}	2.09 ^{ns}	0.14 ^{ns}
تیمار Treatment	5	93.19 ^{**}	5462.53 ^{**}	92.22 ^{**}	8.87 ^{**}	76.67 ^{**}	4.41 ^{**}
خطا Error	45	1.91	12.89	2.43	1.87	1.81	0.08

^{ns}, * and **: non - Significant and significant at the 5% and 1% levels of probability respectively.

جدول ۲- تجزیه واریانس (میانگین مربعات) برخی خصوصیات شیمیایی میوه در ارقام مختلف خیار
Table 2- Analysis of variance (mean squares) for some chemical characteristics of fruit in different cucumber cultivars

منابع تغییر S.O.V	درجه آزادی Df.	فلاونوئید Flavonoid	تانن Tannins	فنول Phenol	آلکالوئید Alkaloid
Block بلوک	9	0.01 ^{ns}	0.27 ^{ns}	6.43 ^{ns}	0.01 ^{ns}
تیمار Treatment	5	0.90 [*]	9.97 ^{**}	417.85 ^{**}	1.77 ^{**}
خطا Error	45	0.01	0.19	23.64	0.02

^{ns}, * and **: non - Significant and significant at the 5% and 1% levels of probability respectively.

۲/۳۲ میلی‌متر بود که در ارقام بسیار حساس به طور معناداری بیشتر است. تراکم تریکوم سطح میوه در رقم خیلی حساس ۱۱/۹۰ و در رقم مقاوم ۴/۸۰ در میلی‌متر مربع محاسبه شد (جدول ۴). طول، قطر، تراکم تریکوم سطح میوه و ضخامت پوست میوه با میزان آلودگی و تراکم لارو در میوه همبستگی مثبت و معنی‌داری نشان دادند (جدول ۵). ارزیابی نتایج رگرسیون گام به گام پس‌رونده نشان داد که تراکم

اندازه‌گیری صفات فیزیکی ارقام مختلف

شش رقم مختلف خیار برای بررسی مقاومت و حساسیت نسبت به مگس جالیز در سال ۱۳۹۷ ارزیابی شدند. با اندازه‌گیری طول (۵۱/۴۵ تا ۵۶/۳۰ میلی‌متر) و قطر میوه (۱۱/۶۹ تا ۱۴/۳۶ میلی‌متر) مشخص شد که در ارقام مقاوم کمتر و در ارقام بسیار حساس به طور معنی‌داری بیشتر است. ضخامت پوست میوه در محدوده ۰/۶۸ تا

تریقوم سطح میوه به ترتیب ۷۵/۳۰ و ۶۱/۴۰ درصد روی تغییرات میزان آلودگی و تراکم لارو اثر دارد. تراکم تریقوم و ضخامت پوست میوه در مجموع ۶۶ درصد تغییرات تراکم لارو و ۸۰/۹۰ درصد تغییرات آلودگی را به خود اختصاص دادند (جدول ۶).

جدول ۳- میانگین \pm خطای استاندارد درصد آلودگی و تراکم لارو مگس جالبز روی ارقام مختلف خیار

Table 3- Means \pm SE of the Percent fruit infestation and larval density of lesser pumpkin fly on different genotypes of cucumber

ارقام خیار Cultivar	تراکم لارو در میوه Larval density/Fruit	میزان آلودگی (%) Fruit infestation (%)	طبقه‌بندی مقاومت Resistance category
هایک Hike	7.22 (0.28) ^c	17.81 (0.35) ^e	R مقاوم
کیش Kish	7.85 (0.37) ^c	21.80 (0.66) ^{de}	MR نسبتاً مقاوم
سورینا Sorina	8.26 (0.22) ^c	25.21 (0.54) ^{cd}	MR نسبتاً مقاوم
ماکسیموس Maximus	8.40 (0.25) ^c	28.59 (0.26) ^c	MR نسبتاً مقاوم
چنبر Chanbar	10.97 (0.69) ^b	55.43 (1.37) ^b	S حساس
محلی Koriki	15.33 (0.64) ^a	76.81 (1.87) ^a	HS بسیار حساس
Mean \pm SD	9.67 \pm 3.15	37.61 \pm 21.76	
SE _m \pm	0.41	2.81	
F	48.70	423.91	

مقادیر دارای حروف متفاوت در هر ستون دارای با استفاده از آزمون توکی دارای اختلاف معنادار آماری هستند.
Values with different letters in each column have a significant difference using Tukey's test.

جدول ۴- میانگین \pm خطای استاندارد خصوصیات فیزیکی اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف خیار

Table 4- Means \pm SE of biophysical traits of cucumber different genotypes

ارقام خیار Cultivar	طول میوه (میلی‌متر) Fruit length(mm)	قطر میوه (میلی‌متر) Fruit diameter(mm)	تراکم تریقوم سطح میوه (در میلی‌متر مربع) Ribs density(per mm ²)	ضخامت پوست میوه (میلی‌متر) Rind thickness(mm)
هایک Hike	51.45 (0.52) ^d	11.69 (0.45) ^c	4.80 (0.31) ^c	0.68 (0.04) ^c
کیش Kish	55.26 (0.34) ^{bc}	12.76 (0.39) ^{bc}	4.90 (0.30) ^{bc}	0.82 (0.01) ^c
سورینا Sorina	54.69 (0.33) ^c	12.69 (0.43) ^{bc}	4.90 (0.43) ^{bc}	0.80 (0.01) ^c
ماکسیموس Maximus	54.66 (0.75) ^c	12.38 (0.33) ^{bc}	5.40 (0.38) ^{bc}	0.81 (0.02) ^c
چنبر Chanbar	60.76 (0.39) ^a	13.59 (0.51) ^{ab}	6.20 (0.42) ^b	1.66 (0.17) ^b
محلی Koriki	56.30 (0.46) ^b	14.36 (0.43) ^a	11.90 (0.56) ^a	2.32 (0.12) ^a
Mean \pm SE	55.52 \pm 3.20	12.91 \pm 1.61	6.35 \pm 2.86	1.18 \pm 0.68
SE _m \pm	0.41	0.21	0.37	0.09
F	37.93	4.75	42.34	55.36

مقادیر دارای حروف متفاوت در هر ستون با استفاده از آزمون توکی دارای اختلاف معنادار آماری هستند.
Values with different letters in each column have a significant difference using Tukey's test.

تراکم لارو در میوه همبستگی منفی معنی‌داری وجود داشت (جدول ۸). با ارزیابی نتایج رگرسیون گام به گام پس‌رونده مشخص شد که حداکثر تغییر در میزان آلودگی (۸۶/۵۰) و تراکم لارو (۶۳/۷۰) مربوط به محتوای آلکالوئیدهای کل است. آلکالوئید و تانن در مجموع ۶۸ درصد تغییرات تراکم لارو و ۹۰ درصد تغییرات آلودگی را به خود اختصاص دادند (جدول ۹).

اندازه‌گیری صفات بیوشیمیایی ارقام مختلف

فلاونوئیدها، تانن‌ها، فنل‌ها و آلکالوئیدهای موجود در ارقام مختلف به ترتیب بین ۱/۳۹ تا ۲/۲۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، ۶/۴۱ تا ۸/۹۷ میلی‌گرم در ۱۰۰ گرم، ۵۱/۰۴ تا ۶۹/۶۱ میلی‌گرم در گرم و ۰/۴۹ تا ۱/۵۳ درصد تعیین شد که به طور قابل توجهی در ارقام مقاوم بالاتر و در ارقام بسیار حساس پایین‌تر است (جدول ۷). میان محتوای فلاونوئیدها، فنل‌ها، آلکالوئیدهای کل و تانن‌ها با درصد آلودگی و

جدول ۵- ضریب همبستگی بین خصوصیات فیزیکی اندازه گیری شده میوه با میزان آلودگی و تراکم لارو در ارقام مختلف خیار
Table 5- Correlation coefficient (r) between percent fruit infestation and larval density per fruit with different biophysical traits of cucumber genotypes

	طول میوه Fruit length (mm)	قطر میوه Fruit diameter(mm)	تراکم تریکوم سطح میوه Ribs density (per mm ²)	ضخامت پوست میوه Rind thickness (mm)	درصد آلودگی Fruit infestation
قطر میوه (میلی متر) Fruit diameter(mm)	0.33 **				
تراکم تریکوم سطح میوه (در میلی متر مربع) Ribs density(per mm ²) میوه	0.28 *	0.38 **			
ضخامت پوست میوه (میلی متر) Rind thickness(mm)	0.47 **	0.55 **	0.76 **		
درصد آلودگی Fruit infestation	0.55 **	0.48 **	0.81 **	0.87 **	
Larval Density	0.41 **	0.37 **	0.78 **	0.74 **	0.89 **

ns, * and **: non - Significant and significant at the 5% and 1% levels of probability respectively.

ns, * and **: non - Significant and significant at the 5% and 1% levels of probability respectively.

جدول ۶- میزان تأثیر خصوصیات فیزیکی میوه در ارقام مختلف خیار روی میزان آلودگی و تراکم لارو با استفاده از رگرسیون گام به گام پس رونده
Table 6- Effect of different biophysical traits of cucumber on larval density per fruit and percent fruit infestation using Backward stepwise regression model

درصد آلودگی Fruit infestation	R ² ضریب تبیین	درصد تأثیر هر یک از خصوصیات ظاهری (%) Role of individual physical traits (%)
$Y = -81.74 + 3.09 X_1 + 14.58 X_2 + 1.48 X_3 + 0.04 X_4$	84.50	0.00
$Y = -81.36 + 3.09 X_1 + 14.64 X_2 + 1.48 X_3$	84.50	3.60
$Y = -2.44 + 2.78 X_1 + 18.99 X_2$	80.90	5.60
$Y = 4.59 + 27.96 X_1$	75.30	75.30
تراکم لارو Larval Density		
$Y = -2.59 + 0.61 X_1 + 1.22 X_2 + 0.14 X_3 - 0.06 X_4$	67.50	0.10
$Y = -3.18 + 0.62 X_1 + 1.14 X_2 + 0.14 X_3$	67.40	1.40
$Y = 4.13 + 0.59 X_1 + 1.54 X_2$	66	4.60
$Y = 4.19 + 0.86 X_1$	61.40	61.40

X₁ ضخامت پوست میوه، X₂ تراکم تریکوم سطح میوه، X₃ طول میوه، R² ضریب تبیین

X₁, fruit rind trichomes density, X₂, rind thickness, X₃, fruit length; and, X₄, fruit diameter, and R², coefficient of determination.

بحث

هندوانه به مگس خریزه^۲ *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett) (Diptera: Tephritidae) نشان داد که حداکثر تغییر در میزان آلودگی مربوط به محتوای آلکالوئید کل و فلاونوئید است (۶ و ۷). نتایج حاصل از بررسی ارقام مختلف در تحقیق جاری نشان داد که از نظر میزان ترکیبات بیوشیمیایی و فیزیکی تفاوت معنی داری وجود دارد. محتوای فلاونوئیدها، تانن‌ها، فنل‌ها و آلکالوئیدهای کل در

ارزیابی ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی کدو تلخ^۱ *Momordica charantia* L. نشان داد که ۹۶/۵ درصد تغییرات میزان آلودگی و ۹۷/۷ درصد تغییرات تراکم لارو در میوه مربوط به مجموع محتوی تانن و فلاونول است (۴). نتایج بررسی میزان مقاومت ارقام طالبی و

ارقامی که نسبت به مگس جالیز آلودگی کمتری نشان دادند بیشتر و در ارقام حساس کمتر بود. در مورد ارتباط صفات بیوشیمیایی خیار با میزان آلودگی به مگس جالیز اطلاعاتی در دسترس نیست اما برای سایر محصولات جالیزی اطلاعات کمی وجود دارد. مطالعات فراوانی نشان داده‌اند که ارقام مختلف یک گونه مشابه می‌توانند مقاومت متفاوتی نسبت به آفات داشته باشند (۶ و ۷ و ۸).

جدول ۷- میانگین \pm خطای استاندارد خصوصیات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده در ارقام مختلف خیار

Table 7- Means \pm SD of biochemical traits of cucumber different genotypes

ارقام خیار Cultivar	فلاونوئید Flavonoid (mg/100g)	تانن Tannins (mg/100g)	فنول Phenol (mg/g)	آلکالوئید Alkaloid (%)
هایک Hike	2.27 (0.02) ^a	8.97 (0.15) ^a	69.61 (0.44) ^a	1.53 (0.01) ^a
کیش Kish	1.87 (0.02) ^b	8.52 (0.06) ^b	63.33 (1.22) ^b	1.31 (0.05) ^b
سورینا Sorina	1.85 (0.01) ^b	8.58 (0.09) ^b	63.97 (0.86) ^b	1.29 (0.05) ^b
ماکسیموس Maximus	1.88 (0.01) ^b	8.54 (0.13) ^b	62.91 (1.12) ^b	1.30 (0.03) ^b
چنبر Chanbar	1.58 (0.02) ^c	7.22 (0.19) ^c	56.73 (1.92) ^c	0.65 (0.03) ^c
محلی Korki	1.39 (0.04) ^d	6.41 (0.16) ^d	51.04 (1.97) ^d	0.49 (0.01) ^d
Mean \pm SD	1.81 \pm 0.29	8.04 \pm 1.02	61.27 \pm 7.38	1.10 \pm 0.40
SE _m \pm	0.04	0.13	0.95	0.05
F	154.53	51.80	17.67	117.53

مقادیر دارای حروف متفاوت در هر ستون با استفاده از آزمون توکی دارای اختلاف معنادار آماری هستند.

Values with different letters in each column have a significant difference using Tukey's test.

جدول ۸- ضریب همبستگی بین خصوصیات بیوشیمیایی اندازه‌گیری شده میوه با میزان آلودگی و تراکم لارو در ارقام مختلف خیار

Table 8- Correlation coefficient (r) between percent fruit infestation and larval density per fruit with different biochemical traits of cucumber genotypes

	تانن Tannins (mg/100g)	فلاونوئید Flavonoid (mg/100g)	فنول Phenol (mg/g)	آلکالوئید Alkaloid (%)	درصد آلودگی Fruit infestation Larval Density
فلاونوئید Flavonoid (mg/100g)	0.82 **				
فنول Phenol (mg/g)	0.66 **	0.79 **			
آلکالوئید (%) Alkaloid (%)	0.85 **	0.88 **	0.76 **		
درصد آلودگی Fruit infestation	0.89 ** -	0.87 ** -	0.77 ** -	0.93 ** -	
تراکم لارو Larval Density	0.79 ** -	0.77 ** -	0.64 ** -	0.80 ** -	0.89 **

^{ns}, * and **: به ترتیب غیر معنی‌دار، و معنی‌دار در سطوح احتمال پنج و یک درصد ^{ns}

^{ns}, * and **: non - Significant and significant at the 5% and 1% levels of probability respectively

جدول ۹- میزان تأثیر خصوصیات بیوشیمیایی میوه در ارقام مختلف خیار روی میزان آلودگی و تراکم لارو با استفاده از رگرسیون گام به گام پس رونده

Table 9- Effect of different biochemical traits of cucumber on larval density per fruit and percent fruit infestation using Backward stepwise regression model

درصد آلودگی Fruit infestation	R ² ضریب تبیین	درصد تأثیر هر یک از خصوصیات بیوشیمیایی Role of individual biochemical traits (%)
$Y = 158.98 - 25.31 X_1 - 7.13 X_2 - 0.37 X_3 - 6.69 X_4$	91.10	0.10
$Y = 155.93 - 27.66 X_1 - 7.61 X_2 - 0.44 X_3$	91.00	1.00
$Y = 136.75 - 33.36 X_1 - 7.78 X_2$	90.00	3.50
$Y = 92.52 - 50.09 X_1$	86.50	86.50
تراکم لارو Larval Density		
$Y = 25.60 - 2.46 X_1 - 1.11 X_2 - 0.01 X_3 - 1.93 X_4$	68.80	0.00
$Y = 25.17 - 2.54 X_1 - 1.11 X_2 - 1.11 X_3$	۶۸/۸۰	0.80
$Y = 23.55 - 3.56 X_1 - 1.24 X_2$	68.00	4.30
$Y = 16.50 - 6.23 X_1$	63.70	63.70

ضریب تبیین R² فنول، X₃ تانن، X₂ آلکالوئید، X₁

X₁, total alkaloid content (%); X₂, tannins content (mg/100g); X₃, phenols content (mg/g); X₄, flavonoids content (mg/100g); and R², coefficient of determination.

پوست) و ترکیبات شیمیایی (تانن، فنول، آنتوسیانین، آلکالوئید) موجود در گیاهان روی زیست‌شناسی حشره آفت تأثیر داشته و باعث مرگ یا اختلال در رشد و نمو آن می‌شوند (۱۰). فنل‌ها نه تنها محافظ گیاهان نسبت به حمله حشرات گیاه‌خوار هستند، بلکه در مقابل میکروارگانیسم‌ها و گیاهان رقیب نیز مانند یک مکانیسم دفاعی عمل می‌کنند. تانن‌ها، فلاونوئیدها و ایزوفلاونوئیدها با تأثیرگذاری بر رفتار و رشد و نمو حشرات، از گیاهان در برابر آفات محافظت می‌کنند (۲). میزان تأثیر هر یک از خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی در ارقام مختلف روی مقاومت و حساسیت متفاوت است. بر اساس نتایج بررسی مقاومت ارقام مختلف طالبی نسبت به مگس خربزه مشخص شد که ۹۱/۲۰ درصد تغییرات میزان آلودگی و ۸۸ درصد تغییرات تراکم لارو وابسته به محتوای فلاونوئید است (۹) که مطابق با نتایج پژوهش حاضر بود. اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی کدو اسفنجی *Luffa acutangula* (Roxb.) نشان داد که، محتوای فیبر، سختی و ضخامت پوست همبستگی منفی معنی‌داری با درصد آلودگی میوه و تراکم لارو مگس خربزه دارد در حالی که طول و قطر میوه در ارقام مختلف همبستگی مثبت و معنی‌داری داشتند (۸). پژوهش حاضر در یک مورد با تحقیق فوق اختلاف داشت. بر اساس نتایج تحقیق حاضر میان ضخامت پوست میوه با درصد آلودگی و تراکم لارو همبستگی مثبت معنی‌دار مشاهده شد. ارقام چنبر و خیار محلی کرمانشاه با وجود داشتن پوست ضخیم‌تر حساسیت بیشتری به مگس جالیز نشان دادند که شاید به دلیل سختی کمتر پوست این ارقام باشد

راهبردهای دفاعی گیاهان در برابر حشرات گیاه‌خوار ممکن است شامل ساختن ترکیبات زیستی فعال^۱ باشد که بصورت تکاملی در خانواده یا جنس خاصی از گیاهان وجود دارند (۱۵). بسیاری از ترکیبات گیاهی مستقیماً روی حشرات گیاه‌خوار عمل می‌کنند (کنترل از پایین به بالا)، در حالی که سایرین به واسطه جذب میکروارگانیسم‌های سایر سطوح غذایی (یعنی پارازیتوئیدها و شکارچیان) به طور غیرمستقیم عمل کرده و باعث حفاظت از گیاهان می‌شوند (کنترل از بالا به پایین) (۱۷). باتوجه به تفاوت صفات مورفولوژیکی، محتوای مواد غذایی و غلظت ترکیبات ثانویه در ارقام مختلف، گیاهان میزبان کیفیت متفاوتی برای حشرات گیاه‌خوار دارند (۷). نتایج بررسی ترکیبات ثانویه مانند فنل‌ها، تانن‌ها و فلاونوئیدها در گیاهان نشان داد که این ترکیبات باعث تقویت سیستم دفاعی گیاه در برابر حشرات آفت می‌شوند و با درصد آلودگی و تراکم لارو در میوه همبستگی منفی معنی‌داری دارند (۴، ۵، ۶، ۷، ۸ و ۹) که با نتایج بدست آمده در پژوهش حاضر مطابقت داشت. درصد آلودگی و تراکم لارو به طور معناداری در ارقام مقاوم کمتر و در ارقام حساس و بسیار حساس بیشتر بود. مطلوب بودن یک گیاه بعنوان میزبان برای یک حشره آفت را می‌توان با تراکم جمعیت، میزان تغذیه، تولید مثل و زنده‌مانی نتاج حشره روی آن میزبان گیاهی سنجید (۱۳). خصوصیات فیزیکی و شیمیایی گیاهان بصورت مستقیم روی ترجیح میزبانی، بقا و تولید مثل حشرات آفت و غیرمستقیم روی رفتار دشمنان طبیعی آفات اثر دارند (۱). ویژگی‌های فیزیکی گیاه (مو، تریکوم، خار و ضخامت

توان ارقامی با حساسیت کمتر را به کشاورزان توصیه کرد.

سپاسگزاری

از همکاری مدیریت و کارکنان مزرعه تحقیقاتی پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه رازی و مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه تشکر می‌شود.

که باید بررسی بیشتری انجام شود. بنابراین می‌توان استدلال کرد که کاهش آلودگی به مگس‌های میوه روی ارقام مقاوم می‌تواند ناشی از خصوصیات ظاهری (آنتی‌زنوز) و بیوشیمیایی (آنتی‌بیوز) باشد. ارقام بررسی شده در این پژوهش، به ترتیب از حساسیت کم به زیاد در چهار گروه قرار گرفتند. رقم هایک دارای حساسیت کمتر، ارقام کیش، سورینا و ماکسیموس به عنوان ارقام نسبتاً حساس، چنبر رقم حساس و رقم محلی کرمانشاه با حساسیت بسیار بالا طبقه‌بندی شدند و می

منابع

- 1- Arimura G.-I., Matsui K., and Takabayashi J. 2009. Chemical and molecular ecology of herbivore-induced plant volatiles: proximate factors and their ultimate functions. *Plant Cell Physiology* 50(5): 911-923.
- 2- Barbehenn R.V., and Constabel C.P. 2011. Tannins in plant-herbivore interactions. *Phytochemistry* 72(13): 1551-1565.
- 3- Ebrahimzadeh M., Pourmorad F., and Bekhradnia A. 2008. Iron chelating activity, phenol and flavonoid content of some medicinal plants from Iran. *African Biotechnology* 7(18): 3188-3192.
- 4- Gogi M.D., Ashfaq M., Arif M.J., and Khan M.A. 2009. Screening of bitter melon (*Momordica charantia*) germplasm for sources of resistance against melon fruit fly (*Bactrocera cucurbitae*) in Pakistan. *International Journal of Agriculture Biology* 11: 746-750.
- 5- Gogi M., Ashfaq M., Arif M., Sarfraz R., and Nawab N.J.C.P. 2010. Investigating phenotypic structures and allelochemical compounds of the fruits of *Momordica charantia* L. genotypes as sources of resistance against *Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)(Diptera: Tephritidae). 29(8): 884-890.
- 6- Haldhar S.M., Bhargava R., Choudhary B., Pal G., and Kumar S. 2013. Allelochemical resistance traits of muskmelon (*Cucumis melo*) against the fruit fly (*Bactrocera cucurbitae*) in a hot arid region of India. *Phytoparasitica* 41(4): 473-481.
- 7- Haldhar S.M., Choudhary B., Bhargava R., and Meena S. 2015a. Antixenotic and allelochemical resistance traits of watermelon against *Bactrocera cucurbitae* in a hot arid region of India. *Florida Entomologist* 98: 827-834.
- 8- Haldhar S.M., Choudhary B., Bhargava R., and Gurjar K. 2015b. Host plant resistance (HPR) traits of ridge gourd (*Luffa acutangula* (Roxb.) L. against melon fruit fly, (*Bactrocera cucurbitae* (Coquillett)) in hot arid region of India. *Scientia Horticulturae* 194: 168-174.
- 9- Haldhar S., Samadia D., Bhargava R., and Singh D. 2017. Host plant genotypes determine bottom-up effect of *Cucumis melo* var. *callosus* against melon fruit fly. *Crop protection* 98: 157-165.
- 10- Hanley M.E., Lamont B.B., Fairbanks M.M., and Rafferty C.M. 2007. Plant structural traits and their role in anti-herbivore defence. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution Systematics* 8(4): 157-178.
- 11- Horwitz W. 1975. Official methods of analysis. Association of Official Analytical Chemists Washington, DC.
- 12- Javadzadeh M. 2001. Cucurbitacin fly, Iranian Research Institute of plant protection, p. 14. (In Persian)
- 13- Muhammad R., Abdul G., and Muhammad A. 2008. Population dynamics of whitefly (*Bemisia tabaci*) on cultivated crop hosts and their role in regulating its carry-over to cotton. *International Journal of Agriculture Biology* 10(5): 577-580.
- 14- Makkar H.P. 2003. Quantification of tannins in tree and shrub foliage: a laboratory manual. Springer Science & Business Media.
- 15- Mithöfer A., and Boland W. 2012. Plant defense against herbivores: chemical aspects. *Annual review of plant biology* 63: 431-450.
- 16- Nath P. 1966. Varietal resistance of gourds to the fruit fly. *Indian Journal of Horticulture* 23: 69-78.
- 17- Ode P.J. 2006. Plant chemistry and natural enemy fitness: effects on herbivore and natural enemy interactions. *Annu. Rev. Entomol.* 51: 163-185.
- 18- O'Connor B.P. 2000. SPSS and SAS programs for determining the number of components using parallel analysis and Velicer's MAP test. *Behavior Research Methods, Instruments, Computers* 32(3): 396-402.
- 19- Panda N., and Khush G. 1995. Host plant resistance to insects. CAB international
- 20- Pezhman H. 1996. Survey of Biology and Distribution Areas of cucurbitacin fly in Hormozgan Province. Iranian Research Institute of Plant Protection.
- 21- Weems H.V. 2015. Lesser Pumpkin Fly, Ethiopian Fruit Fly, Cucurbit Fly, *Dacus ciliatus* (Loew)(Insecta: Diptera: Tephritidae). Available in: <http://entnemdept.ifas.ufl.edu/creatures> (visited 10 September 2018).

Cucumis sativus Genotypes Resistance to *Dacus ciliatus* (Diptera: Tephritidae)

M. Paydar¹- N. Moeini-Naghadeh^{2*}- F. Jalilian³- A.A. Zamani⁴

Received: 29-07-2020

Accepted: 09-12-2020

Introduction: Cucumber, *Cucumis sativus* is a widely cultivated plant in the Cucurbitaceae family, which is used as a vegetable. Various pests at different stages of growth cause economic damage to it. Lesser pumpkin fly, *Dacus ciliatus* Loew (Diptera: Tephritidae) could be considered as one of the most important pests of cucurbits worldwide, which direct feeding of larva on fruit making it unusable. Farmers often spray their fields with various pesticides and in some cases is not very effective. Owing to many problems in the chemical control of fruit flies, using resistant plants is one of the most important components in integrated pest management. Host plant resistance is an important component for the management of lesser pumpkin fly, due to difficulties associated with its chemical and biological control. Resistant genotypes can be used to manage this pest.

Material and Methods: Seeds were sown in 2018 with ten replicates (blocks) for each genotype following a completely randomized block design. The area of each bed was 4 m × 4 m and the plant-to-plant distance was maintained at 50 cm with a drip irrigation system. All the recommended agronomic practices (e.g. weeding, fertilization, hoeing, etc.) were performed equally in each experimental bed. The infested fruits were sorted and the percent fruit infestation was calculated. Different genotypes by degree of infection into completely resistant (no contamination), very resistant (1-10%), resistant (11-20%), relatively resistant (21-50%), susceptible (51-75%) and high susceptible (100-75%) were sorted. In this experiment, morphological and biochemical characteristics related to resistance were measured in six different genotypes of cucumber (Hayek, Surina, Maximus, Kish, Armenian cucumber, and a local genotype of Kermanshah). The effect of these traits on fruit infestation and larval density was determined. Ten fresh fruits were selected from each genotype and fruit length, fruit diameter, fruit rind thickness, and rind trichomes density were measured and recorded. To measure biochemical traits two fresh fruits from each genotype were selected and the number of chemical compounds such as phenols, flavonoids, tannins, and total alkaloids was measured. Percentage of fruit infestation, larval density, biophysical, and biochemical traits values were analyzed by Two-way analysis of variance using SPSS 24 software. The means of significant parameters, among tested genotypes were compared using Tukey's tests for paired comparisons at the probability level of 5%. Correlations between biophysical and biochemical fruit traits and fruit fly parameters (percent fruit infestation and larval density per fruit) were determined using correlation analysis at the 95% significance level.

Results and Discussion: The larval density per fruit increased with an increase in percentage of fruit infestation and there was a significant positive correlation between percent fruit infestation and larval density per fruit. Among the studied genotypes, Hayek resistant, Surina, Maximus, and Kish moderately resistant, Armenian cucumber susceptible and local genotype was highly susceptible. Phenol content ($r = 0.77$), tannin ($r = 0.89$), total alkaloids ($r = 0.93$) and flavonoids ($r = 0.87$) were statistically correlated with the percentage of fruit infestation. The percent fruit infestation had significant positive correlation with fruit length ($r = 0.55$), fruit diameter ($r = 0.48$), fruit rind trichomes density ($r = 0.81$) and rind thickness ($r = 0.87$). Maximum variation in fruit infestation (86.50%) and larval density (63.70%) was explained by the alkaloids. Stepwise regression analysis of our data showed that the highest variation in fruit infestation (75.30) and larval density (61.40) was explained by the trichomes density. Therefore, it can be argued that the reduction of fruit fly infestation on resistant cultivars could be due to physical and biochemical characteristics.

Conclusion: Reduction of fruit fly infestations on resistant genotypes could be due to antibiosis (adverse effect of host plant on the development and reproduction of insect pests, which feed on the resistant plant) and antixenosis (operates by disrupting normal arthropod behavior). Our results suggest that biochemical and biophysical fruit traits could contribute to these mechanisms of resistance. Rind thickness, rind trichomes

1, 2 and 4- Ph.D. Student, Assistant Professor and Associate Professor Department of Plant Protection, College of Agriculture and Natural Resources, Razi University, Kermanshah, respectively.

(*- Corresponding Author Email: moeny@razi.ac.ir)

3- Assistant Professor, Plant Protection Research Department, Kermanshah Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Kermanshah, IRAN

DOI: 10.22067/jpp.2020.32805.0

density, total alkaloids, and tannin were playing an important role in pest resistance. In summary, certain biochemical (tannins, phenols, alkaloids, flavonoid) and biophysical (rind thickness, fruit rind trichomes density, fruit length, fruit diameter) traits were linked to the resistance of cucumber against *D. ciliatus* and therefore can be used as marker traits in plant breeding programs to select resistant genotypes. By using Hayek genotypes, which have less susceptibility to the lesser pumpkin fly, farmers can produce safe products with less residual insecticides.

Keywords: Biochemical characteristics, Cucumber, Lesser pumpkin fly, Morphological characteristics