


ساز کارهای مقاومت به زنجره مو (*Psalmocharias alhageos*) در چهار پایه تاکResistance Mechanisms to Vine Cicada (*Psalmocharias alhageos*) in Four Grapevine Rootstocksامین ارجمند<sup>۱</sup>، ولی اله رسولی<sup>۲\*</sup> , بابک قرالی<sup>۳</sup>، وحید عبدوسی<sup>۴</sup> و راحله ابراهیمی<sup>۵</sup>

- ۱- دانشجوی دکتری، گروه علوم باغبانی و زراعی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۲- دانشیار، گروه فیزیولوژی و فناوری پس از برداشت، پژوهشکده میوه های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات علوم باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.
- ۳- دانشیار، بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، قزوین، ایران.
- ۴- استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.
- ۵- استادیار، گروه علوم باغبانی و زراعی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، تهران، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۸

## چکیده

ارجمند، ا.، رسولی، و.، قرالی، ب.، عبدوسی، و. و ابراهیمی، ر. ۱۴۰۳. ساز کارهای مقاومت به زنجره مو (*Psalmocharias alhageos*) در چهار پایه تاک. نهال و بذر ۴۰: ۲۱-۱

زنجره مو (*Psalmocharias alhageos*) یکی از آفات مهم تاک است که در ایران، افغانستان، نواحی جنوبی روسیه، ترکیه و عراق فعالیت دارد. هدف از پژوهش حاضر، تعیین ساز کارهای مقاومت به زنجره مو در چهار پایه تاک اسپوتا، ناظمیه، Kober 5BB و CHI بود. این پژوهش در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با سه تکرار و سه اصله تاک در هر واحد آزمایشی از سال ۱۴۰۰ تا سال ۱۴۰۲ در ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان اجرا شد. شاخه های تخم ریزی شده زنجره جمع آوری و به تعداد پنج شاخه در کنار هر اصله تاک قرار داده شد تا پس از تفریح در منطقه ریشه مستقر شوند. از سال سوم منطقه ریشه هر کدام از تاک ها از نظر وجود پوره های سن دو تا سه زنجره در پاییز ارزیابی شدند. همچنین میزان فنل کل، ضخامت لایه های ریشه، تشکیل لایه چوب پنبه ای و تایلوز در ریشه ثبت شد. بیشترین میزان تراکم جمعیت پوره در ریشه پایه های اسپوتا (۶/۱ درصد) و ناظمیه (۵/۸ درصد) مشاهده شد و در پایه Kober 5BB تراکم جمعیت پوره آفت بسیار کم و ناچیز (فقط چند پوره) بود. در هیچکدام از پایه های مورد بررسی، علائم موجود در اندام هوایی (مانند تأخیر در جوانه زنی، کاهش رشد و کوچک ماندن برگ) ناشی از آلودگی به زنجره مشاهده نشد. بیشترین میزان فنل به ترتیب در پایه CHI (۴/۸۶ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین آن نیز در پایه ناظمیه (۳/۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک) ثبت شد. بیشترین و کمترین میزان کورتکس ریشه به ترتیب در پایه های اسپوتا (۲۲/۳۹ میکرومتر) و CHI (۱۶/۳ میکرومتر) مشاهده گردید. بیشترین میزان مجرای آوندی ریشه در پایه CHI (۷۲/۶ میکرومتر) بدست آمد که با میزان مجرای آوندی ریشه در پایه Kober 5BB (۷۰/۸ میکرومتر) تفاوت معنی دار نداشت. در کلیه پایه های مورد بررسی تایلوز مشاهده نشد، ولی بافت چوب پنبه ای در کلیه پایه ها وجود داشت. با توجه به اینکه در پایه Kober 5BB پوره های زنجره (بجز چند پوره) نتوانستند بر روی ریشه آن مستقر شوند و تغذیه کنند، بنابراین مقاومت این پایه از نوع آنتی بیوز بود. ولی در پایه های ناظمیه، اسپوتا و CHI، پوره های آفت زنجره بر روی ریشه آنها مستقر و از ریشه آنها تغذیه کردند ولی هیچ گونه عوارضی را نشان ندادند، مقاومت آنها از نوع تحمل بود.

واژه های کلیدی: انگور، مقاومت، تحمل، کنترل زیستی، آنتی بیوز.



## مقدمه

ایران یکی از کشورهای عمده تولید کننده میوه انگور (*Vitis vinifera* L.) و کشمش است. اطلاعات منتشر شده نشان می دهد مقدار تولید میوه انگور در سطح جهانی روندی رو به رشد داشته به طوری که در سال باغی ۲۰۲۱-۲۰۲۲ تولید جهانی انگور به حدود ۲۵/۶۲ میلیون تن رسید، این در شرایطی است که این مقدار تولید در سال باغی قبلی ۲۴/۵۴ میلیون تن بود (FAO, 2022). در این مدت کشور ایران نیز با تولید یک میلیون و ۹۹۰ هزار تن در جایگاه یازدهم دنیا قرار داشت (FAO, 2022).

در بین ارقام انگور، تعدادی از آنها میوه های با کیفیت مطلوب دارند که برای مصارف تازه خوری، تهیه کشمش و فرآوری، توجه باغداران را به خود جلب نموده و روز به روز به سطح زیر کشت آنها افزوده می شود در این میان ارقامی که میوه های با کیفیت مطلوبی ندارند جایگاه خود را از دست داده اند و توجهی به آنها نمی شود. البته ممکن است این ارقام به ظاهر نامطلوب، حامل ژن های با ارزشی از قبیل مقاومت به آفات و بیماری ها، سرما، شوری، خشکی و نظایر آنها باشند که به علت عدم شناسایی و نداشتن شناخت دقیق از اهمیت آنها، مورد استفاده قرار نمی گیرند و به مرور زمان نابود می شوند. علاوه بر این، پایه ها بطور مستقیم، مقاومت، سازگاری، تحمل و کیفیت محصول انگور را

متأثر می سازند و بطور غیرمستقیم روی کنترل رشد، زمان رسیدن و اندازه حبه اثر دارند (Shaffer *et al.*, 2004).

آفت زنجره مو در ایران، افغانستان، نواحی جنوبی روسیه، ترکیه و عراق فعالیت دارد. این آفت در ایران در از لحاظ پراکنش در استان های قم، مرکزی، تهران، سمنان، کردستان، اصفهان، آذربایجان غربی، آذربایجان شرقی، قزوین، زنجان، همدان و خوزستان وجود دارد (Babaei, 1967) که علاوه بر تاک، بر روی درختان میوه های سردسیری نیز صدمه وارد می کند (Esmaeili, 1991). این آفت در بیشتر نقاط کشور علاوه بر مو، به درختان انار، پسته، به، گردو و درختان غیرمثمره حمله می کند. خسارت عمده این آفت مربوط به تغذیه طولانی مدت پوره ها از شیر نباتی ریشه تاک است (Babaei, 1967).

در سال های اخیر به علت افزایش دما، کاهش میزان آب آبیاری و افزایش فواصل آبیاری، این آفت به خصوص در منطقه تاکستان طغیان نموده است (Rasoli *et al.*, 2023). حشره بالغ ماده پس از خروج از خاک و جفت گیری، بر روی شاخه های سال جاری تخم گذاری نموده که پس از تفریخ تخم ها، روی خاک افتاده و روی ریشه مستقر می شوند (Esmaeili, 1991). در اثر تغذیه طولانی به مدت ۴-۵ سال، تاک به مرور زمان ضعیف شده و عملکرد اقتصادی خود را از دست می دهد و در نهایت خشک می شود (شکل ۱).



شکل ۱- چرخه زندگی و خسارت زنجره مو، A و B: شاخه تخم ریزی شده، C: پوره های تازه تفریخ شده، D: پوره های سن های مختلف روی ریشه، E: محل خروج زنجره بالغ سن پنج از خاک، F: نمایی از حشره کامل آفت زنجره مو پس از خروج از جلد شفیرگی

Fig. 1. Life cycle and damage of vine cicada, A and B: Egg-laying branch, C: Freshly hatched nymphs, D: Nymphs of different ages on the roots, E: The place where the five-year-old adult cicadas emerge from the soil, F: A view of the cicada pest insect after emerging from the pupal shell

خاک رس کائولن باعث ایجاد یک لایه روی مواد گیاهی می شود که به عنوان یک مانع فیزیکی برای دفع آفات مختلف یا سرکوب هجوم با تغییر محرک های بینایی یا حسی عمل می کند. رس کائولن به عنوان یک عامل بازدارنده تخم گذاری برای انواع آفات مهم در باغ های میوه در ایالات متحده گزارش شده است (Glenn *et al.*, 1999; Knight *et al.*, 2000; Unruh *et al.*, 2000)

به علت رفتارهای زیست شناسی خاص این آفت، هنوز روش عملی مناسبی جهت کاهش خسارت زنجره مو به دست نیامده است. روش های مبارزه شیمیایی نیز موفقیت چندانی نداشته اند (Valizadeh and Farazmand, 2009).  
 باین وجود، با هرس سبز و جدا کردن شاخه های تخم ریزی شده و از بین بردن آنها، تا حدودی می توان از جمعیت این آفت کاست. استفاده از

می شود که به نوبه خود مانع از رشد و/یا تولید مثل آفت می شود. در موارد شدید، ممکن است منجر به مرگ آفت شود. تحمل یعنی توانایی گیاه میزبان برای تحمل در برابر جمعیت حشرات تا حد معینی که ممکن است عملکرد و رشد آن به خطر نیفتد. اجتناب از آفات مانند فرار از بیماری است (Wiseman, 1985). این سازکارهای مقاومت میزبان در برابر آفات ممکن است شامل ویژگی های مورفولوژیکی، فیزیولوژیکی یا بیوشیمیایی گیاه میزبان باشد. برخی از موارد مقاومت در برابر آفات شامل ترکیبی از ویژگی ها است (War et al., 2011; Burghardt and Schmitz, 2015). این فرآیندها ممکن است پس از یک حمله فعال شوند یا به طور مداوم بروز داشته باشند (Kim, 2019). با توجه به اینکه ایران یکی از مراکز تنوع انگور می باشد (Rasoli et al., 2015)، بنابراین ممکن است بتوان پایه های انگور مقاوم یا متحمل به زنجره مو شناسایی نمود.

هدف این پژوهش ارزیابی سازکارهای مقاومت به زنجره مو در چهار پایه تاک بود.

## مواد و روش ها

### مواد گیاهی

پایه های تاک شامل: اسپوتا، ناظمیه، Kober 5BB و CHI مواد گیاهی پژوهش حاضر را تشکیل دادند (جدول ۱)

ایران نیز گزارش شده است که میزان تخم گذاری در تاکستان را به طور قابل توجهی کاهش داد (Valizadeh et al., 2013). اگرچه هیچ گزارش منتشر شده ای از اثربخشی کاربرد ذرات رس کائولن برای جلوگیری از تخم گذاری توسط زنجره وجود ندارد، اما برای کاهش میزان استقرار و کنترل زنجره در تاکستان های غیربارور توصیه شده است (Pfeiffer et al., 2019).

استفاده از پایه های مقاوم، مطمئن ترین روش کنترل و مدیریت آفت زنجره مو است. استفاده از پایه های مقاوم جهت کنترل سرطان طوقه (Mahmoodzadeh et al., 2004)، شته فیلوکسرا (Benheim et al., 2021) و نماتد (Ferris et al., 2012) در تاک در دنیا متداول است که نشان دهنده کنترل موفق این آفات و بیماری ها توسط پایه ها می باشد. سازکارهای مختلف مقاومت گیاه میزبان به حشرات گیاه خوار عبارتند از: عدم رجحان (Non-preference)، آنتی بیوز، تحمل (Tolerance) و اجتناب (Avoidance). عدم رجحان زمانی است که گیاهان میزبان خصوصیات نامناسب برای کلونیزاسیون و تخم گذاری یا هر دو توسط یک آفت از خود نشان می دهند. این نوع مقاومت به عنوان عدم پذیرش (Non-acceptance) و آنتی زنوز (Antixenosis) نامیده می شود.

مقاومت آنتی بیوز باعث ایجاد آثار نامطلوب در آفات در اثر تغذیه از یک گیاه میزبان

جدول ۱- شجره، برخی خصوصیات و منشاء پایه‌های تاک مورد بررسی

Table 1. Pedigree, some characteristics and origin of studied grapevine rootstocks

Rootstock	پایه	Pedigree	شجره	Characteristic	خصوصیت	Origin	منشاء	Reference	منبع
Spoota	اسپوتا	<i>V. vinifera</i> cv. 'Jighjigha' × <i>Riparia Gloire</i>		Crown gall resistance	مقاوم به سرطان طوقه	Urmia, Iran	ارومیه، ایران	Mahmoudzadeh, 2015	
Nazemiyeh	ناظمیه	<i>V. vinifera</i> cv. 'Gharaozum' × <i>Kober 5BB</i>		Crown gall resistance	مقاوم به سرطان طوقه	Urmia, Iran	ارومیه، ایران	Mahmoudzadeh, 2015	
Kober 5BB		<i>V. Riparia</i> × <i>V. berlandieri</i>		Resistance to phylloxera and nematodes and drought stress tolerance	مقاوم به فیلوکسرا و نماتد و تحمل به تنش خشکی	Austria	اتریش	Corso and Bonghi, 2014	
CH1		<i>V. vinifera</i>		Lime and drought tolerant	تحمل به تنش‌های آهک و خشکی	Qazvin, Iran	قزوین، ایران	Rasoli <i>et al.</i> , 2023	

## مکان آزمایش

این پژوهش در ایستگاه تحقیقات انگور تاجکستان اجرا شد. این ایستگاه در ۲° ۳' ۳۶" عرض جغرافیایی شمالی و ۵۱° ۴۰' ۴۹" طول جغرافیایی شرقی واقع شده و ارتفاع آن از سطح دریا ۱۲۵۰ متر است. میانگین بارندگی سالانه منطقه ۲۲۰ میلی‌متر و بیشترین بارش‌ها در فصول پاییز و زمستان است. این منطقه جزو مناطق معتدله با تابستان‌های گرم و زمستان‌های سرد می‌باشد. دمای مطلق حداقل ۳۰- و حداکثر ۴۲ درجه سلسیوس ثبت شده است. میانگین رطوبت نسبی ۵۲٪ در سال و میانگین تبخیر سالیانه ۱۸۰۰ میلی‌متر می‌باشد. میانگین تعداد روزهای یخبندان در سال در منطقه ۶۵ روز است.

## طرح آزمایشی و شرح انجام کار

نهال‌های ریشه‌دار یک‌ساله گل‌دانی هر کدام

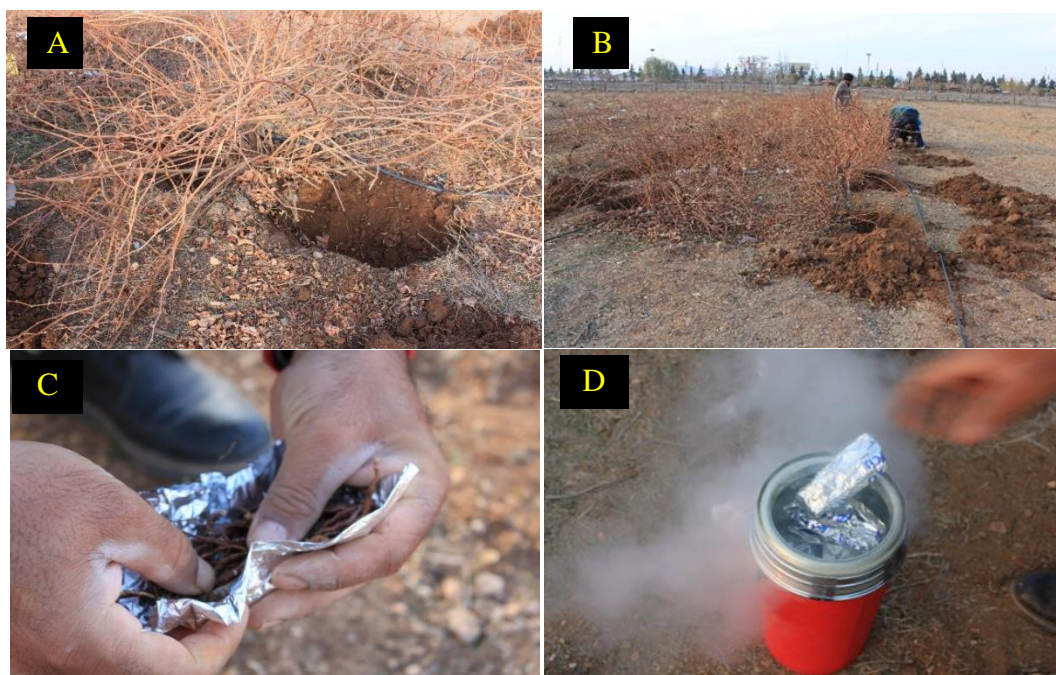
از پایه‌های مورد ارزیابی در هفته اول فروردین سال ۱۴۰۰ در قالب طرح آزمایشی بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار و سه اصله تاک در هر کرت آزمایشی در زمین اصلی کشت شد و ارزیابی‌ها از سال ۱۴۰۰ تا ۱۴۰۲ انجام گرفت. در هفته آخر خرداد شاخه‌های تخم‌ریزی شده زنجره جمع آوری شد و انتهای آنها در کپسول پلاستیکی آب قرار داده شد تا خشک نشوند و به تعداد پنج شاخه در کنار هر اصله تاک قرار داده شد تا پس از تفریخ در منطقه ریشه مستقر شوند. این عملیات به مدت سه سال متوالی تکرار شد. شمارش تعداد تخم و تعداد تخم تفریخ شده با استفاده از زره بین دستی با بزرگنمایی ۱۰ برابر انجام شد. درصد تفریخ تخم و درصد تراکم جمعیت پوره به روش ذیل محاسبه شد:

$$\text{میزان تفریخ تخم} = \frac{100 \times \text{تعداد تخم‌های تفریخ شده}}{\text{تعداد اولیه تخم}}$$

$$\text{میزان تراکم جمعیت پوره} = \frac{100 \times \text{تعداد پوره‌های موجود در ریشه}}{\text{تعداد اولیه پوره تفریخ شده}}$$

ریشه نمونه برداری شد. بدین منظور ۲۰۰ گرم از ریشه از عمق ۷۰-۱۰ سانتی‌متری هر تاک نمونه‌گیری شد و در فویل آلومینیومی و نمونه‌ها در نیتروژن مایع به آزمایشگاه منتقل گردیدند و در دمای فریز ۸۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

در پاییز سال ۱۴۰۲ منطقه ریشه هر کدام از تاک‌ها از نظر وجود پوره‌های سن دو تا سه زنجره مورد ارزیابی قرار گرفت (شکل ۲) که به عنوان داده‌های بررسی مورفولوژیک ثبت شدند. همچنین مقداری از ریشه‌های هر تاک جهت ارزیابی ترکیبات فنلی کل و تشریح



شکل ۲- مراحل تهیه نمونه ریشه. A و B: کندن زمین و تخلیه خاک اطراف ریشه تا عمق ۷۰ سانتی متر، C: قرار دادن نمونه های ریشه در داخل فویل آلومینیومی و D: قرار دادن نمونه ها در نیتروژن مایع  
 Fig. 2. Root sampling and preparation steps. A and B: digging out the ground and taking out the soil around the root to 70 cm depth, C: wrapping the root samples inside the aluminum foil and D: putting the samples in liquid nitrogen

شدن درون دستگاه انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار داده شدند. عصاره خام خشک شده درون پتری ها با استفاده از تیغ اسکالپل زیر هود تراشیده شد و به ظرف های مجزای استریل منتقل و در دمای ۲۲- نگهداری گردیدند (Slinkard and Singleton, 1977).

جهت اندازه گیری میزان فنل کل به روش اسنیکارد و سینگلتون (Slinkard and Singleton, 1977) از معرف فولین سیوکالتو استفاده شد. پانزده میلی لیتر از معرف فولین سیوکالتو با چهار میلی لیتر از محلول  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  یک مولار مخلوط گردید. سپس ۰/۵ میلی لیتر از محلول هر عصاره گیاهی (۱۰ میلی گرم

اندازه گیری میزان فنل کل: ریشه ها در دمای اتاق و در شرایط سایه کاملاً خشک و با استفاده از آسیاب، پودر شدند. برای عصاره گیری ۵۰ گرم از پودر گیاهی در داخل کیسه دستگاه سوکسله ریخته شد و مخزن حلال دستگاه نیز با ۵۰۰ میلی لیتر از محلول های متانول، اتانول، اتیل استات و کلروفرم پر شد. پس از گذشت پنج ساعت عصاره استحصالی دستگاه با کاغذ صافی صاف نموده و با دور ۱۲۰۰۰ در مدت پنج دقیقه سانتریفیوژ شدند. مایع رویی توسط دستگاه تبخیر کننده دوار تحت فشار خلاء تا حد امکان تغلیظ شد. عصاره های غلیظ شده، داخل پتری های استریل ریخته شد و جهت خشک

روش اندازه گیری لایه های چوب پنبه ای، عملیات رنگ آمیزی انجام و با استفاده از میکروسکوپ مجهز به لنز چشمی دیجیتالی برای تعیین ضخامت اپیدرم، کورتکس و مجرای آوندی ریشه استفاده شد.

روش ارزیابی تشکیل تایلوز (Tylose): تایلوز در آوندهای چوبی بیشتر گیاهان تحت تاثیر شرایط تنش و به هنگام آلودگی توسط بیشتر آفات و عوامل بیماری های گیاهی ایجاد می شوند. تایلوزها در اثر رشد بیش از حد پروتوپلاست سلول های پارانشیم مجاور آوندهای چوبی بوجود می آیند و از طریق منافذ جانبی آوندهای چوبی رشد می کنند. تایلوزها دارای دیواره سلولی هستند و افزایش حجم و تعداد آنها ممکن است موجب بسته شدن کامل آوند شود. در این پژوهش روش ارزیابی تشکیل تایلوز مانند روش ارزیابی تشکیل لایه های چوب پنبه ای بود.

### روش تجزیه و تحلیل داده ها

داده های حاصله با استفاده از نرم افزار SPSS Ver.26 تجزیه واریانس شد و برای مقایسه میانگین ها از آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. برای مطالعه رابطه بین صفات کمی از روش همبستگی پیرسون استفاده شد.

### نتایج و بحث

#### تخم گذاری و استقرار زنجره مو

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که پایه های مو مورد ارزیابی از نظر درصد تراکم جمعیت پوره های زنجره مو در سطح احتمال یک درصد

بر میلی لیتر) یا اسید گالیک به مخلوط اضافه شد. مخلوط ها به مدت ۱۵ دقیقه در دمای اتاق قرار داده شدند. پس از این مدت میزان جذب نوری نمونه ها توسط دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۷۶۵ نانومتر اندازه گیری شد. منحنی استاندارد توسط غلظت های ۰، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰، ۲۰۰، و ۲۵۰ میلی گرم بر لیتر از محلول اسید گالیک تهیه گردید. مقدار فنل کل در نمونه به صورت معادل میلی گرم اسید گالیک (GAE) بر گرم وزن خشک محاسبه شد.

### صفات تشریحی

روش ارزیابی تشکیل لایه های چوب پنبه ای: برای ارزیابی تشکیل لایه های چوب پنبه ای در ریشه، ابتدا از محل های تراکم جمعیت پوره زنجره در ریشه برش عرضی تهیه شد و سپس به روش ساده رنگ آمیزی شد. در این روش که به منظور مطالعه چگونگی وضع یک نوع بافت بکار می رود، برش تهیه شده را پس از بیرنگ کردن با آب ژاول به مدت نیم تا یک دقیقه در محلول یک رنگ ساده (بلودومیلین) گذاشته می شود و نوع بافت مورد نظر را با توجه به رنگی که گرفته است تشخیص می دهند. مثلاً بافت های چوبی یا چوب پنبه و کوتین با محلول رقیق بلودومیلین به رنگ آبی در می آید و بر دیواره سلولزی سلول ها اثر ندارد.

روش ارزیابی ضخامت اجزاء ریشه: برای ارزیابی ضخامت اپیدرم، کورتکس و مجرای آوندی ریشه ابتدا از محلی که قطر ریشه یک میلی تر باشد، برش عرضی تهیه شد و سپس مانند



۳). شاخص اولیه در ارزیابی مقاومت پایه‌ها به زنجره مو، میزان تراکم جمعیت آفت در ریشه و بروز علائم آن در رشد تاک است. در پژوهش حاضر فقط در پایه Kober 5BB تراکم جمعیت پوره‌های آفت بسیار کم و ناچیز (فقط چند پوره) بود. همچنین در هیچ یک از پایه‌های مو مورد مطالعه عوارض حاصل از تراکم جمعیت پوره آفت در ریشه مشاهده نگردید. این نتیجه بانایج لئو و همکاران (Lawo *et al.*, 2011) همخوانی داشت. در پژوهش این پژوهشگران نیز شاخص اولیه مقاومت پایه‌ها به آفت فیلوکسرا، استقرار آفت در ریشه و برگ و تغذیه از آن بود. مشابه این نتیجه توسط الکساندروف (Alexandrov, 2016) نیز گزارش شده است.

تفاوت معنی‌دار داشتند (جدول ۲). گرچه از نظر تعداد تخم‌های اولیه و میزان تخم‌های تفریخ شده زنجره مو تفاوت معنی‌دار نداشتند. در هیچکدام از پایه‌های مو مورد بررسی، علائم موجود در اندام هوایی (تأخیر در جوانه زنی، کاهش رشد و کوچک ماندن برگ) ناشی از آلودگی به زنجره مو مشاهده نشد. بیشترین میزان تراکم جمعیت پوره آفت در ریشه پایه‌های اسپوتا و ناظمیه مشاهده شد و در پایه Kober 5BB تراکم جمعیت پوره‌های آفت بسیار کم و ناچیز (فقط چند پوره) بود، با این وجود میزان تراکم جمعیت پوره آفت زنجره مو در ریشه در پایه CH1 نیز کم بود و با پایه Kober 5BB تفاوت معنی‌دار نداشت (جدول

جدول ۲- تجزیه واریانس برای صفات مربوط به حشره در آلوده‌سازی مصنوعی با زنجره مو

Table 2. Analysis of variance for associated traits with insect in the of artificial inoculation with vine cicada

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی d.f.	تعداد اولیه تخم Initial egg number	میزان تخم‌های تفریخ شده Hatched eggs	میزان تراکم جمعیت پوره Nymph establishment
Replication	تکرار	2	251.50	48.90	0.027
Rootstock	پایه	3	1.44	33.12	28.800**
Error	خطا	6	4.36	89.90	2.870

\* and \*\*: Significant at the 1% probability level

\*\* : معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد.

جدول ۳- مقایسه میانگین صفات مربوط به حشره در آلوده‌سازی مصنوعی زنجره مو

Table 3. Mean comparison of the associated traits with insect in the artificial inoculation with vine cicada

Rootstock	پایه	تعداد اولیه تخم Initial egg number	میزان تخم‌های تفریخ شده (%) Hatched eggs (%)	میزان تراکم جمعیت پوره (%) Nymph establishment (%)
Spoota	اسپوتا	150±7.60	74.4±0.87	6.1±1.90b
Nazemiyeh	ناظمیه	148±8.14	70.6±8.45	5.8±1.20b
Kober 5BB		146±9.50	69.0±10.40	0.0±0.00a
CH1		145±70.00	73.9±11.70	1.4±0.23a

میانگین‌هایی که دارای حروف مشابه می‌باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی‌دار ندارند.

Means followed by similar letters are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey test.

### ویژگی های بیوشیمیایی و تشریحی ریشه

تجزیه واریانس داده ها نشان داد که پایه های مورد ارزیابی از نظر میزان فنل کل، ضخامت اپیدرم و مجرای آوندی در ریشه در سطح احتمال پنج و یک درصد تفاوت معنی دار داشتند. (جدول ۴). بیشترین میزان فنل به ترتیب در پایه CH1 (۴/۸۶ میلی گرم بر گرم وزن خشک) و کمترین آن نیز در پایه ناظمیه (۳/۱ میلی گرم بر گرم وزن خشک) بود (جدول ۵). بیشترین

و کمترین کورتکس ریشه به ترتیب در پایه های اسپوتا (۲۲/۳۹ میکرومتر) و CH1 (۱۶/۳ میکرومتر) مشاهده گردید. بیشترین مجرای آوندی ریشه در پایه CH1 (۷۲/۶ میکرومتر) بود که با مجرای آوندی ریشه در پایه Kober 5BB (۷۰/۸ میکرومتر) تفاوت معنی دار داشت (جدول ۵). در هیچکدام از پایه های مورد بررسی تایلوز مشاهده نشد ولی بافت چوب پنبه ای در کلیه پایه ها مشاهده شد (شکل ۳).

جدول ۴- تجزیه واریانس برای فنل کل و صفات تشریحی ریشه پایه های تاک

Table 4. Analysis of variance for total phenol and anatomical traits of the root of grapevine rootstocks

S.O.V.	منبع تغییرات	درجه آزادی d.f.	ضخامت اپیدرم Epidermis thickness	ضخامت کورتکس Cortex thickness	مجرای آوندی Vascular cylinder	میزان فنل کل Total phenol
Replication	تکرار	2	20.20	1.48	21.23	1.85
Rootstock	پایه	3	20.10*	9.76	38.80**	2.26*
Error	خطا	6	3.50	1.70	1.36	0.48

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

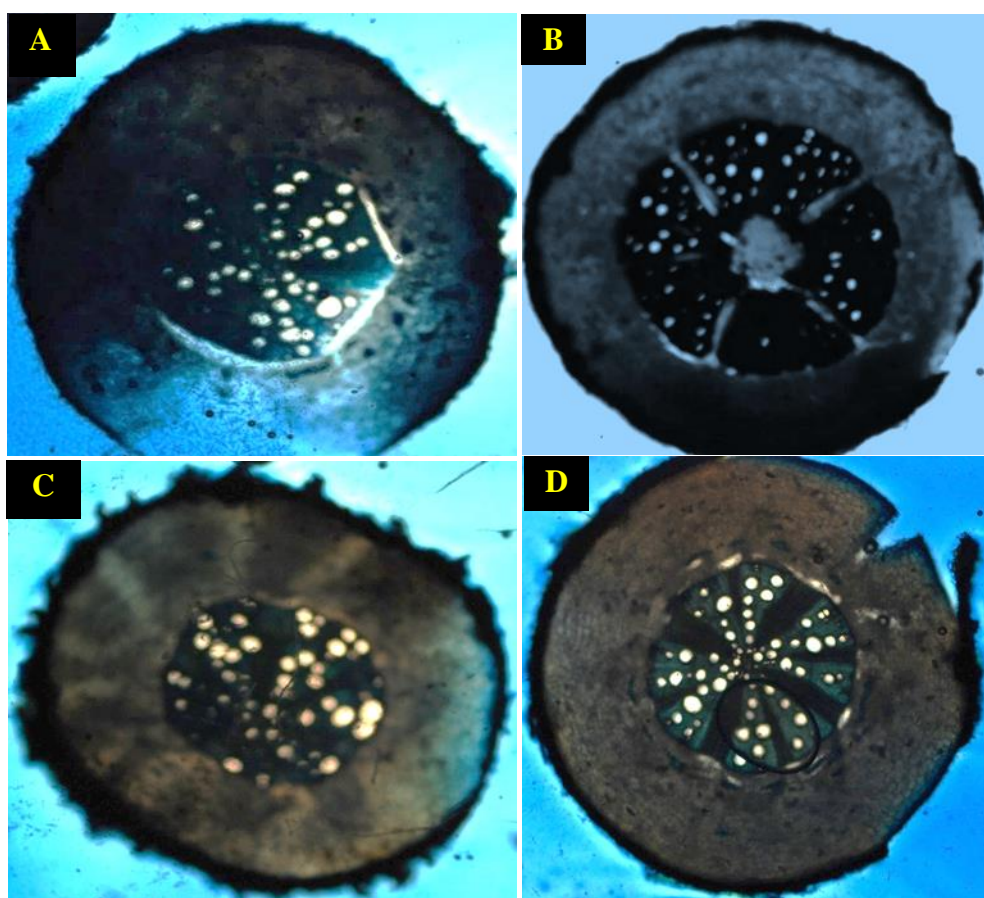
### جدول ۵- مقایسه میانگین فنل کل و صفات تشریحی ریشه پایه های تاک

Table 5. Mean comparison of the total phenol and anatomical traits of the root of grapevine rootstocks

Rootstock	پایه	ضخامت اپیدرم (میکرومتر) Epidermis thickness ( $\mu\text{m}$ )	ضخامت کورتکس (میکرومتر) Cortex thickness ( $\mu\text{m}$ )	مجرای آوندی (میکرومتر) Vascular cylinder ( $\mu\text{m}$ )	میزان فنل کل (میلی گرم بر گرم وزن خشک) Total phenol content ( $\text{mg gDW}^{-1}$ )
Spoota	سپوتا	12.97±0.32	22.39±2.7	64.6±2.97b	3.50±0.16b
Nazemiyeh	ناظمیه	11.98±2.07	20.90±3.9	67.1±2.47b	3.10±0.60b
Kober 5BB		9.40±1.07	19.75±2.6	70.8±2.8a	4.70±0.67a
CH1		11.06±1.60	16.3±1.1	72.6±1.63a	4.86±0.81a

میانگین هایی، در هر ستون، که دارای حداقل یک حرف مشابه می باشند بر اساس آزمون توکی در سطح احتمال پنج درصد تفاوت معنی دار ندارند.

Means, in each column, followed by at least one letter in common are not significantly different at the 5% probability level-using Tukey test.



شکل ۳- برش عرضی ریشه پایه‌های مو، A: Kober 5BB ، B: CH1 ، C: اسپوتا و D: ناظمیه با رنگ آمیزی بلودومتیلن برای اندازه‌گیری اپیدرم، کورتکس و مجرای آوندی ریشه

Fig. 3. Transverse section of the roots of the vine rootstocks, A: Kober 5BB, B: CH1, C: Spoota and D: Nazimiya with methylene-blue staining for measuring of the root epidermis, cortex and vascular cylinder

آفت زنجره مو رابطه معنی‌دار معکوس نشان داد که مبین تراکم پایین جمعیت پوره و یا عدم تراکم جمعیت پوره این آفت در ریشه پایه‌های دارای ترکیبات فنلی بالا بود (جدول ۶). در پایه‌های اسپوتا و ناظمیه، تراکم جمعیت پوره آفت زنجره مو به دلیل پایین بودن ترکیبات فنلی در ریشه، نسبتاً بالا بود. در تحقیق لئو و همکاران (Lawo *et al.*, 2011) نیز پایه‌های

درصد تراکم جمعیت پوره آفت زنجره مو در ریشه پایه‌های مو با اپیدرم و کورتکس ریشه رابطه مستقیم معنی‌دار و با مجرای آوندی در ریشه و فنل کل رابطه معکوس معنی‌دار داشت (جدول ۶).

میزان فنل کل در پایه‌های Kober 5BB و CH1 بالاتر از سایر پایه‌ها بود، از طرف دیگر میزان فنل کل با درصد تراکم جمعیت پوره‌های

جدول ۶- ضرایب همبستگی بین تراکم جمعیت پوره با صفات بیوشیمیایی و تشریحی ریشه های پایه های مو (درجه آزادی = ۲)

Table 6. Correlation coefficients between nymph establishment with biochemical and root anatomical traits of vine rootstocks (df = 2)

Trait	صفت	ضخامت کورتکس Cortex thickness	ضخامت اپیدرم Epidermis thickness	مجرای آوندی Vascular cylinder	میزان فنل کل Total phenol content	میزان تخم های تفریخ شده Hatched eggs rate	میزان تراکم جمعیت پوره Nymph Establishment rate
Cortex thickness	ضخامت کورتکس	1					
Epidermis thickness	ضخامت اپیدرم	0.515	1				
Vascular cylinder	مجرای آوندی	-0.934**	-0.788*	1			
Total phenol content	میزان فنل کل	-0.782*	-0.754*	0.877**	1		
Hatched eggs rate	میزان تخم های تفریخ شده	0.119	0.557	-0.402	-0.157	1	
Nymph establishment rate	میزان تراکم جمعیت پوره	0.704*	0.930**	-0.895**	-0.940**	0.475	1

\* and \*\*: Significant at the 5% and 1% probability levels, respectively.

\* و \*\*: به ترتیب معنی دار در سطح احتمال پنج درصد و یک درصد.

مقاوم به فیلوکسرا از نظر ترکیبات فنلی نسبت به سایر پایه‌ها دارای مقادیر بالاتری داشتند. فنل‌های گیاهی، از جمله پلی‌فنل‌ها و گلیکوزیدهای فنولیک، برای دفاع گیاهان در برابر آفات ضروری هستند. همچنین مطالعات نشان داده است که میزان مقاومت در پایه‌های گیاهی به نماتد مولد گره ریشه با مقادیر ترکیبات فنلی رابطه مستقیم دارد (Pegard *et al.*, 2005; Dhakshinamoorthy *et al.*, 2014; Hölscher *et al.*, 2014).

این متابولیت‌های ثانویه به عنوان ضد تغذیه، سموم، مواد بازدارنده تغذیه و مواد شیمیایی عمل می‌کنند که قابلیت هضم را به دو طریق مستقیم و غیرمستقیم کاهش می‌دهند (Singh *et al.*, 2021; Kumar *et al.*, 2014). ترکیبات طبیعی گیاهی با خاصیت حشره‌کشی و بازدارندگی حشرات اغلب حاوی پلی‌فنول‌ها هستند که به طور گسترده در گیاهان گلدار وجود دارند (Boeckler *et al.*, 2011). گیاهان در پاسخ به عوامل تنش‌زای زنده، فنل به ویژه گلیکوزیدهای فنولیک تولید می‌کنند که رشد و چسبندگی و تهاجم پاتوژن‌ها را محدود می‌کند (Lattanzio *et al.*, 2006). این مواد همچنین در اثر متقابل بین گیاهان و گیاهخواران دخیل هستند و بر فیزیولوژی و میزان تغذیه آفات تأثیر گذارند.

به طور کلی، فنل‌های گیاهی به عنوان یک بازدارنده شیمیایی در برابر حملات آفات عمل می‌کنند. فنل‌ها توسط گیاهان به

عنوان مکانیسم دفاعی نه تنها در برابر گیاهخواران بلکه در برابر گیاهان و میکروارگانیسم‌های رقیب نیز استفاده می‌شود. در واکنش به نیش حشرات، فنل‌ها اغلب دچار تغییرات کمی و کیفی می‌شوند و فعالیت آنزیم‌های اکسیداتیو افزایش می‌یابد (War *et al.*, 2011). لیگنین هتروپلیمر فنلی جزء مهمی از سازکارهای دفاعی گیاه در برابر آلودگی‌ها و آفات است. سخت شدن فیزیکی بافت برگ به وسیله این ماده نفوذ پاتوژن را محدود می‌کند. این امر آسیب آفت و ارزش غذایی برگ را کاهش می‌دهد. هنگامی که یک پاتوژن یا آفت به گیاه حمله می‌کند، لیگنین تولید می‌شود و رسوب سریع آن از گسترش بیشتر آلودگی یا گیاهخواری آفات جلوگیری می‌کند (Johnson *et al.*, 2009).

در پژوهش حاضر ضخامت مجرای آوندی در پایه‌های Kober 5BB و CH1 بالاتر از ضخامت مجرای آوندی در پایه‌های اسپوتا و ناظمیه بود. همچنین ضخامت کورتکس در پایه‌های اسپوتا و ناظمیه بالاتر از ضخامت کورتکس در پایه‌های Kober 5BB و CH1 بود. از طرف دیگر درصد تراکم جمعیت پوره‌های آفت زنجره مو در ریشه با ضخامت کورتکس رابطه مستقیم معنی‌دار و با میزان مجرای آوندی رابطه معکوس معنی‌دار داشت. دو و همکاران (Du *et al.*, 2011)، در ارزیابی ساختار تشریحی پایه‌ها و ارقام انگور از نظر مقاومت به شته فیلوکسرا، نشان دادند که در

نشان دهنده مقاومت افقی چند ژنی در برابر آفت و فرآیندهای رشد در ارقام حساس است (Ferris, et al., 1982). انو و مکرنی (Anwar and McKenry, 2002) گزارش کردند که مقاومت پایه‌های تاک به نماتد مونوژنیک است که این مورد در پایه Kober 5BB صادق بوده و با نتیجه پژوهش حاضر همخوانی دارد.

با توجه به اینکه در پایه Kober 5BB، پوره‌های زنجره (بجز چند پوره) نتوانستند بر روی ریشه آن مستقر شوند و از آن تغذیه کنند، بنابراین به احتمال قوی مقاومت در این پایه از نوع آنتی بیوز (Antibiosis) بود. ولی در پایه‌های ناظمیه، اسپوتا و CH1، با توجه به اینکه آفت زنجره مو بر روی ریشه این پایه‌های تاک مستقر شدند و از ریشه آنها تغذیه کردند ولی هیچگونه عوارضی را نشان ندادند، بنابراین ممکن است سازکار مقاومت به زنجره مو در آنها از نوع تحمل (Tolerance) بود (Ahman, 2009). از آنجا که مقاومت به زنجره مو در پایه‌های مو مورد مطالعه متفاوت بود، می‌توان چنین استنباط کرد که ژن‌های مقاومت اغلب در بین گونه‌های *Vitis* متفاوت است که به منشا جغرافیایی پایه والدین حامل ژن بستگی دارد.

آسیب به ریشه، افزایش نشت قندها و اسیدهای آمینه از محل‌های آسیب دیده و در نتیجه افزایش پتانسیل تغذیه آفت، یا ایجاد تغییرات فیزیولوژیکی در بافت میزبان از جمله

پایه‌های مقاوم به شته فیلوکسرا، تعداد لایه‌های سلولی پریدرم (Periderm cell) بیشتر از ارقام و پایه‌های حساس بودند. همچنین پگارد و همکاران (Pegard et al., 2005) در بررسی مقاومت به نماتد مولد گره ریشه (Root-Knot Nematode) در فلفل (*Capsicum annuum* cv. CM334) گزارش کردند که در رقم CM334 به علت بالا بودن ضخامت لایه اپیدرم و کورتکس، نماتد در لایه کورتکس متوقف شده و قادر به نفوذ در منطقه مجرای آوندی ریشه نبود.

در بررسی سوابق تحقیق، مطالعاتی که مبنی بر تعیین سطح مقاومت ارقام و پایه‌های تاک به زنجره مو مرتبط باشد بسیار محدود بود. با توجه به محدوده جغرافیایی فعالیت این آفت و مطالعات رفتارهای بیواکولوژیکی آن، مطالعات در این زمینه را بسیار محدود نموده است. همچنین با توجه به اینکه این آفت از مرحله تفریح تخم تا مرحله بلوغ تقریباً به مدت پنج سال در زیر خاک و در منطقه گسترش ریشه فعالیت می‌کند، مطالعات ارزیابی مقاومت تاک به آن را با سختی مواجه کرده است. در حالی که سازوکار مقاومت به زنجره مو در پایه‌های تاک هنوز مشخص نشده است، مقاومت و حساسیت به گونه‌های این آفت اغلب به صورت فنوتیپی در توسعه رشد تاک بیان می‌شوند. تعداد پوره‌های مستقر شده در روی ریشه و عوارض رکود رشدی حاصل از آن در اندام هوایی در بین ارقام و پایه‌های انگور متفاوت است که

امری ضروری است.

### سپاسگزاری

نگارندگان بدین وسیله از رئیس محترم موسسه تحقیقات علوم باغبانی، مدیریت محترم مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان قزوین، رئیس و کارشناسان محترم ایستگاه تحقیقات انگور تاکستان و همچنین رئیس و کارشناسان پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری که در اجرای این پژوهش همکاری و مساعدت کردند، سپاسگزاری می‌کنند.

### تعارض منافع

نگارندگان اعلام می‌کنند با دیگران تعارض منافی ندارند.

عوامل مؤثر در میزان تغذیه و خسارت زنجره مو در پایه‌ها است (Khan and Husain, 1989; Mai and Abawi, 1987; Hewezi *et al.*, 2010). همبستگی منفی و خیلی معنی دار درصد تراکم جمعیت پوره آفت زنجره مو در ریشه با میزان فنل کل موجود در ریشه ( $r = -0.94^{**}$ )، تأثیر وجود این ماده در افزایش مقاومت به آفت را به خوبی نشان داد. بنابراین می‌توان از این پایه‌ها در کنترل بیولوژیکی آفت زنجره مو به عنوان پایه پیوندی ارقام تجاری انگور استفاده کرد. نکته مهم در استفاده از پایه‌ها به عنوان پایه پیوندی برای ارقام تجاری انگور این است که قبل از پیوند انبوه ارقام تجاری بر روی این پایه‌ها و احداث تاکستان در سطح وسیع‌تر، ارزیابی سازگاری این پایه‌ها و پیوندک ارقام تجاری از نظر تکثیر و عملکرد بالای کمی و کیفیت میوه ارقام تجاری

### References

- Ahman I, 2009.** Breeding for inducible resistance against insects – applied plant breeding aspects. Pp. 121-130. In: Schmitt, A., Mauch-Mani, B., Birch, N. and Dicke, M. (eds.) “*Induced Resistance in Plants against Insects and Diseases*. Proceedings of meeting at meeting at Heraklion (Crete, Greece). IOBC-WPRS Bulletin No. 44.
- Alexandrov, E. 2016.** Interspecific hybrids of vines (*Vitis vinifera* L. × *Muscadinia rotundifolia* Michx.) with increased resistance to biotic and abiotic factors. *Scientific Papers Series Management, Economic in Agriculture and Rural Development*, 16, pp.39-44.
- Anwar, S. A. and McKenry M. V. 2002.** Penetration and development of *Meloidogyne arenaria* on two new grape rootstocks. *Journal of Nematology*, 34, pp.143-145.
- Babaei, H. 1967.** Vine cicada, *Cicadatra ochreate* Melichar. *Applied Entomology and Phytopathology*, 27, pp.69-97.
- Benheim, D., Rochfort, S., Robertson, E., Potter, I.D. and Powell, K. S. 2021.** Grape

- phylloxera (*Daktulosphaira vitifoliae*) – a review of potential detection and alternative management options. *Annals of Applied Biology*, 161, pp.91-115. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2012.00561
- Boeckler, G. A., Gershenzon, J. and Unsicker, S. B. 2011.** Phenolic glycosides of the Salicaceae and their role as antiherbivore defenses. *Phytochemistry*, 72, pp.1497-1509. DOI: 10.1016/j.phytochem.2011.01.038
- Burghardt, K. T. and Schmitz, O. J. 2015.** Influence of plant defenses and nutrients on trophic control of ecosystems. *Trophic ecology*, 1, pp.203-232. DOI: 10.1017/CBO9781139924856.009
- Corso, M. and Bonghi, C. 2014.** Grapevine rootstock effects on abiotic stress tolerance. *Plant Science Today*, 1, pp.108-113. DOI: 10.14719/pst.2014.1.3.64
- Dhakshinamoorthy, S., Mariama, K., Elsen, A. and De Waele, D. 2014.** Phenols and lignin are involved in the defense response of banana (*Musa*) plants to *Radopholus similis* infection. *Nematology*, 16(5), pp.565–576. DOI: 10.1163/15685411-00002788
- Du, Y. P., Wang, Z. S. and Zhai, H. 2011.** Grape root cell features related to phylloxera resistance and changes of anatomy and endogenous hormones during nodosity and tuberosity formation. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 17(3), pp.291-297. DOI: 10.1111/j.1755-0238.2011.00131
- Esmaili, M. 1991.** Fruit trees important pests. Sepehr Press, Iran. 578 pp. (in Persian).
- FAO. 2022.** World food and agricultural-statistics yearbook 2022. Rome, Italy. 380 pp. DOI: 10.4060/cc2211en
- Ferris, H., Schneider, S. M. and Stuth, M. C. 1982.** Probability of penetration and infection by *meloidogyne arenaria* in grape cultivars. *American Journal of Enology and Viticulture*, 33, pp.31-55.
- Ferris, H., Zhang, L. and Walker, M. A. 2012.** Resistance of grape rootstocks to plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology*, 44, pp.377-386. PMC3592374
- Glenn, D. M., Puterka, G. J., Vanderzwet, T., Byers, R. E. and Feldhake, C. 1999.** Hydrophobic particle films. A new paradigm for suppression of arthropod pests and plant diseases. *Journal of Economic Entomology*, 92, pp.759–771.
- Hewezi, T., Howe, P. J., Maier, T. R., Hussey, R. S., Mitchum, M. G., Davis, E. L. and Baum, T. J. 2010.** Arabidopsis spermidine synthase is targeted by an effector protein of the cyst nematode *Heterodera schachtii*. *Plant Physiology*, 3, pp.968-984. DOI: 10.1104/pp.109.150557



- Hölscher, D., Dhakshinamoorthy, S., Alexandrov, T., Becker, M., Bretschneider, T. and Buerkert, A. 2014.** Phenalenone-type phytoalexins mediate resistance of banana plants (*Musa* spp.) to the burrowing nematode *Radopholus similis*. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 111(1), pp.105-110. DOI: 10.1073/pnas.1314168110
- Khan, T.A. and Husain, S.I. 1989.** Relative resistance of six cowpea cultivars as affected by the concomitance of two nematodes and a fungus. *Nematologia Mediterranea*, 17, pp.39-41.
- Kim, K. W. 2019.** Plant trichomes as microbial habitats and infection sites. *European Journal of Plant Pathology*, 154, pp.157-169. DOI: 10.1007/s10658-018-01656-0
- Knight, A. L., Unruh, T. R., Christianson, B. A., Puterka, G. J. and Glenn, D. M. 2000.** Effects of a kaolin-based particle film on obliquebanded leafroller (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Economic Entomology*, 93(3), pp.744-749. DOI: 10.1603/0022-0493-93.3.744.
- Kumar, L., Mahatma, M. K., Kalariya, K. A., Bishi, S. K. and Mann, A. 2014.** Plant phenolics: Important bioweapon against pathogens and insect herbivores. *Popular Kheti* 2(3), pp.149-152.
- Lattanzio, V., Lattanzio, V. M. and Cardinali, A. 2006.** Role of phenolics in the resistance mechanisms of plants against fungal pathogens and insects. *Phytochemistry: Advances in Research*, 2, pp.23-67.
- Lawo, N. C., Weingart, G. J., Schuhmacher, R. and Forneck, A. 2011.** The volatile metabolome of grapevine roots: first insights into the metabolic response upon phylloxera attack. *Plant physiology and biochemistry*, 49(9), pp.1059-1063. DOI: 10.1016/j.plaphy.2011.06.008
- Mahmoudzadeh, H., Nazimeh, A., Majidi, I., Paygami, I. and Khalighi, A. 2004.** Evaluation of crown-gall resistance in *Vitis vinifera* and hybrids of *Vitis* spp. *Vitis*, 43(2), pp.75-79. DOI: 10.5073/vitis.2004.43.75-79
- Mahmoudzadeh, H. 2015.** The effects of crown gall resistant rootstocks on the growth, yield and fruit quality of cv. Thompson Seedless grapevine (*Vitis vinifera* L.). *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 2(10), pp.1-8.
- Mai, W. F. and Abawi, G. S. 1987.** Interactions among root-knot nematodes and fusarium wilt fungi on host plants. *Annual Review of Phytopathology*, 25, pp.317-338.

- Pegard, A., Brizzard, G., Fazari, A., Soucaze, O., Abad, P. and DjianCaporalino, C. 2005.** Histological characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum*. *Phytopathology*, 95, pp.158-65. DOI: 10.1094/PHYTO-95-0158.
- Pfeiffer, D. G. 2019.** Spray bulletin for commercial tree fruit growers. Virginia, West Virginia, and University of Maryland extension. 187 pp.
- Rasoli, V., Farshadfar, E. and Ahmadi, J. 2015.** Evaluation of genotype × environment interaction of grapevine genotypes (*Vitis vinifera* L.) by nonparametric method. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 17, pp.1279-1289.
- Singh, S., Kaur, I. and Kariyat, R. 2021.** The multifunctional roles of polyphenols in plant herbivore interactions. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, pp.1442-1448. DOI: 10.3390/ijms22031442
- Slinkard, K. and Singleton, V. L. 1977.** Total phenol analysis: Automation and comparison with manual methods. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1), pp.49-55. DOI: 10.5344/ajev.1977.28.1.49
- Unruh, T. R., Knight, A. L., Upton, J., Glenn, D. M. and Puterka, G. J. 2000.** Particle films for suppression of the codling moth (Lepidoptera: Tortricidae) in apple and pear orchards. *Journal of Economic Entomology*, 93, pp.737-743. DOI: 10.1603/0022-0493-93.3.737
- Valizadeh, H. and Farazmand, H. 2009.** Study on the efficacy of different control methods of vine cicada, *Psalmocharias alhageos* (Hem., Cicadidae) in Qom province. *Journal of Entomological Research*, 1(3), pp.261-268 (in Persian).
- Valizadeh, H., Abbasipour, H., Farazmand, H. and Askarianzadeh, A. 2013.** Evaluation of kaolin application on oviposition control of the vine Cicada, *Psalmocharias alhageos* in vineyards (Homoptera: Cicadidae). *Entomologia Generalis*, 34(4), pp.1-11. DOI: 10.1127/entom.gen/34/2013/279
- War, A. R., Paulraj, M. G., War, M. Y. and Ignacimuthu, S. 2011.** Role of salicylic acid in induction of plant defense system in chickpea (*Cicer arietinum* L.). *Plant Signal Behavior*, 6(11), pp.1787-1792. DOI: 10.4161/psb.6.11.17685
- Wiseman, B. R. 1985.** Types and mechanisms of host plant resistance to insect attack. *International Journal of Tropical Insect Science*, 6(3), pp.239-242. DOI: 10.1017/S1742758400004483

RESEARCH ARTICLE

**Resistance Mechanisms to Vine Cicada (*Psalmocharias alhageos*) in Four Grapevine Rootstocks**

**A. Ardjmand<sup>1</sup>, V. Rasoli<sup>2\*</sup> , B. Gharali<sup>3</sup>, V. Abdossi<sup>4</sup> and Raheleh. Ebrahimi<sup>5</sup>**

1. Ph. D. Candidate, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
2. Associate Professor, Temperate Fruit Research Center, Horticultural Sciences Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran.
3. Associate Professor, Plant Pathology Department, Qazvin Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Qazvin, Iran.
4. Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
5. Assistant Professor, Department of Horticultural Science and Agronomy, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

**ABSTRACT**

**Ardjmand, A., Rasoli, V., Gharali, B., Abdossi, V. and Ebrahimi, R. 2024.** Resistance mechanisms to vine cicada (*Psalmocharias alhageos*) in four grapevine rootstocks. Seed and Plant, 40, pp.1 – 21 (in Persian).

Vine cicada (*Psalmocharias alhageos*) is one of the important pests of grapevines that is existing in Iran, Afghanistan, southern regions of Russia, Turkey and Iraq. The aim of the present research was to determine the resistance mechanisms to vine cicada in four grapevine rootstocks, Spoota, Nazemiyeh, Kober 5BB, and CH1. This research was carried out using randomized complete block design with three replications and three vines in each experimental unit at the Takestan grapevine research station from 2021 to 2023. The highest pest establishment was observed in the roots of Spoota (6.1%) and Nazemiyeh (5.8%) rootstocks. The highest total phenol was recorded in CH1 rootstock (4.86 mg gDW<sup>-1</sup>) and the lowest in Nazemiyeh rootstock (3.1 mg gDW<sup>-1</sup>). The highest root vascular cylinder was belonged to CH1 rootstock (72.6 μm). Considering that the cicada nymphs could not establish (only few nymphs) on the root of the Kober 5BB rootstock, therefore, the resistance mechanism in this grapevine rootstock was antibiosis. However, in the Nazimiya, Spoota and CH1 rootstocks, the cicada was established and fed from their roots, but they did not show any stagnating growth, therefore, the resistance mechanism in these rootstocks identified as tolerance.

**Keywords:** Grapevine, resistance, tolerance, biological control, antibiosis.

## Introduction

Vine cicada (*Psalmocharias alhageos*) is one of the important soil-borne pests of vines that is existing in Iran, Afghanistan, southern regions of Russia, Turkey and Iraq (Esmaeili, 1991). In addition to the grapevine, this pest also damages temperate fruit trees and causes the stagnating growth and eventually the vine dries up (Babaei, 1967). The main damage of this insect pest is associated to the long-term feeding of the nymphs from the sap of the vine roots. Due to the specific biological behavior of this pest, there is still no effective practical method to prevent and reduce the cicada's damage. Chemical control methods have not been very successful (Valizadeh and Farazmand, 2009). Using resistant rootstock is the most reliable approach to control vine cicada. The aim of the present research was to determine the mechanisms of resistance to vine cicada resistance in four grapevine rootstock, Spoota, Nazemiyeh, Kober 5BB, and CH1.

## Materials and Methods

This research was carried out using randomized complete block design with three replications and three vines in each experimental unit at the Takestan grapevine research station from 2021 to 2023. Spawned branches with the vine cicada were collected and five branches were placed next to each vine stem to facilitate the establishment of nymphs in the root zone after hatching. Also, the amount of total phenolic compounds, the thickness of the root layers, the formation of the cottonwood layer, and tylose were recorded in the root. From the third year, the root zone of each vine was inspected for the presence of the cicada nymphs aged 2 to 3 in autumn. Also, the total phenolic compounds, the thickness of the root layers, the formation of the cottonwood layer, and tylose were measure and recorded in the root. Analysis of variance performed for the collected data using SPSS ver. 26. Mean comparison was done using Tukey test at the 5% probability level. Pearson correlation employed to study the relationship between the quantitative traits.

## Results and Discussion

The highest cicada nymph establishment was observed in the roots of Spoota (6.1%) and Nazemiyeh (5.8%) rootstocks, and very low pest nymphs establishment (only few nymphs) was observed in Kober 5BB rootstock. Symptoms in aerial organs (such as delay in germination, reduced growth and small leaves) caused by cicada infection were not observed in none of the evaluated rootstocks. Alexandrov (2016) also reported that high establishment of phylloxera pest was the effective criteria for selecting resistant plants.

The highest total phenol was recorded in CH1 rootstock ( $4.86 \text{ mg gDW}^{-1}$ ) and the lowest in Nazemiyeh rootstock ( $3.1 \text{ mg gDW}^{-1}$ ). The highest and lowest of root cortex thickness was observed in Spoota ( $22.39 \mu\text{m}$ ) and CH1 ( $16.3 \mu\text{m}$ ) rootstocks, respectively. The highest and lowest of root cortex thickness was observed in Spoota ( $22.39 \mu\text{m}$ ) and

CH1 (16.3  $\mu\text{m}$ ) rootstocks, respectively.

The highest root vascular cylinder was belonged to CH1 rootstock (72.6  $\mu\text{m}$ ), which had no significant difference with root vascular cylinder in Kober 5BB rootstock (70.8  $\mu\text{m}$ ). No tylose was observed in all investigated rootstocks, but cork texture was observed in all rootstocks., Pegard *et al.* (2005) in the investigation of resistance to root-knot nematode in *Capsicum annuum* cv. CM334 pepper, reported that due to the high thickness of the epidermis and cortex in the cv. CM334, the nematode in the cortex layer stopped and was not able to penetrate into the vascular zone of the root cylinder.

Considering that the cicada nymphs could not establish (only few nymphs) on the root of the Kober 5BB rootstock, therefore, the resistance mechanism in this grapevine rootstock was antibiosis. However, in the Nazimiya, Spoota and CH1 rootstocks, the cicada was established and fed from their roots, but they did not show any side effects, therefore, the resistance mechanism in these rootstocks could be referred to as tolerance.

## References

- Babaei, H. 1967.** Vine cicada, *Cicadatra ochreata* Melichar. *Applied Entomology and Phytopathology*, 27, pp.69-97.
- Esmaili, M. 1991.** Fruit trees important pests. Sepehr Press, Iran. 578 pp. (in Persian).
- Pegard, A., Brizzard, G., Fazari, A., Soucaze, O., Abad, P. and DjianCaporalino, C. 2005.** Histological characterization of resistance to different root-knot nematode species related to phenolics accumulation in *Capsicum annuum*. *Phytopathology*, 95, pp.158-65. DOI: 10.1094/PHYTO-95-0158.
- Valizadeh, H. and Farazmand, H. 2009.** Study on the efficacy of different control methods of vine cicada, *Psalmocharias alhageos* (Hem., Cicadidae) in Qom province. *Journal of Entomological Research*, 1(3), pp.261-268 (in Persian).

---

\*Corresponding author: spiiqv@gmail.com

Tel.: +982634853772

Received: 05 January 2024

Accepted: 16 April 2024



2024© Seed and Plant. This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.