



## مقاله پژوهشی

تغییرات فصلی جمعیت و ترجیح میزبانی لارو شب‌پره آلو *Grapholita funebrana* در شرایط محیطی کرجمسعود لطیفیان<sup>✉</sup>، محی الدین پیرخضری، راضیه قائمی

استاد، استادیار، محقق، پژوهشگر میوه‌های معتدله و سردسیری، مؤسسه تحقیقات علوم باغبانی،

سازمان، تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران

(تاریخ دریافت: بهمن ۱۴۰۱؛ تاریخ پذیرش: تیر ۱۴۰۲)

## چکیده

پروانه میوه *Grapholita funebrana* یکی از زیان‌آورترین آفات آلو می‌باشد. در این پژوهش تغییرات فصلی و ترجیح میزبانی جمعیت لارو شب‌پره روی ۲۶ ژرم پلاسما آلو بررسی شد. صفات کمی و کیفی میوه بررسی شدند. از روش تحلیل خوشه‌ای برای تفکیک ژرم پلاسماها و درجه تأثیر صفات میوه بر ترجیح میزبانی با محاسبه ضریب همبستگی و رگرسیون چندمتغیره بررسی شد. حداکثر شاخص لارو-روز مؤثر در ژرم پلاسماهای آلو از ۱۱۶/۵ تا ۴۲/۵ عدد لارو-روز در اواخر تیر تا اوایل مرداد بود. بیشینه فعالیت لارو آفت در ارقام آنجلو، غلامان، خ-کرمانشاه و زوجلو در اواخر مرداد تا اوایل شهریور و در رقم کرمانشاه در اواخر خرداد ثبت شد. بیشترین و کم‌ترین متوسط سه ساله شاخص ترجیح به ترتیب معادل ۲/۰۳ و ۰/۲۳ برای ژنوتیپ‌های زوجلو و ۱۹ بود. خصوصیات مختلف میوه از جمله pH، درصد ماده خشک، ضخامت هسته، سفتی بافت گوشت، نسبت طول به قطر، قطر مهندسی، مساحت و درصد مواد جامد محلول در بروز واکنش ترجیح میزبانی لارو مؤثر بودند. صفات مساحت سطح میوه، عرض میوه، قطر مهندسی و وزن تر میوه به ترتیب ۲۷/۱، ۱۳/۲، ۲۲/۹ و ۱۲/۷ درصد از تغییرات ترجیح میزبانی لارو شب‌پره آلو را بیان نموده‌است. نتایج این پژوهش برای انتخاب ارقام آلو مناسب توسعه کشت در کشور از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

واژه‌های کلیدی: آلو، ارقام، ترجیح میزبانی، شب‌پره میوه

Seasonal population fluctuation and host preference of plum fruit moth larvae *Grapholita funebrana* in the environmental conditions of KarajM. LATIFIAN<sup>✉</sup>, M. PIRKHEZRI, M, R. GHAEMIProfessor, Assistant, Professor and researcher respectively, Temperate Fruits Research Center, Horticultural Sciences Research Institute  
Agricultural Research, Education and Extension Organization

## Abstract

Plum fruit moth *Grapholita funebrana* is one of the most harmful pests of plum. In this research, the seasonal population fluctuation and host preference of the damaging plum moth population was investigated. Twenty six plum germplasms were used. The quantitative and qualitative characteristics of the fruits were evaluated. The cluster analysis method was used to separate cultivars and genotypes. The degree of influence of different fruit characteristics on host preference was studied by calculating correlation and multiple regression analysis. The maximum index of effective larvae day was equal to 116.5 to 42.5 larvae per day for plum germplasms in late July to early August. The maximum activity of pest larvae was recorded with a slight delay in some cultivars such as Angelo, Gholaman, Kh-Kermanshah and Zojelo in late August to early September, and in others earlier in late June such as Kermanshah. The highest and lowest three-year average value of the preference index was 2.03 and 0.23 for Zojelo and 19 genotype, respectively. Various morphological and qualitative of the fruit characteristics including pH, core thickness, firmness of flesh tissue, ratio of length to diameter, engineering diameter, surface area and TSS were effective in the occurrence of larval host preference reaction. The fruit surface area, fruit width, engineering diameter and fruit fresh weight explained 27.1%, 13.2%, 22.9% and 12.7% of the host preference changes of plum moth larvae, respectively. The results of this research are important for the selection of suitable plum cultivars for the development of cultivation in the country.

**Keywords:** Host preference, plum fruit moth, plum variety

✉ maspod\_latifian@yahoo.com

## مقدمه

تولید اقتصادی محصولات باغبانی به‌ویژه در سیستم‌های تک‌کشتی به دلیل از بین رفتن تنوع ژنتیکی، کاهش پایداری و کارایی دشمنان طبیعی، افزایش فشار انتخابی و افزایش مصرف آفت‌کش‌ها در اثر حمله آفات به چالش کشیده می‌شود (Wetzel *et al.*, 2016). گیاهان نیز در پاسخ به حمله آفات اغلب رخنمود خود را تغییر می‌دهند تا سطح دفاع خود را افزایش دهند (Karban and Myers, 1989).

شب‌پره میوه آلو *Grapholita funebrana* Treitschke (Lep: Tortricidae) یکی از زیان‌آورترین آفات در باغ‌های آلو *Prunus domestica* L می‌باشد. خسارت عمده آن تغذیه لارو از گوشت میوه است (Rothschild & Vickers, 1991; Timm *et al.*, 2008). خسارت این آفت در مناطق مرتفع استان تهران تا ۹۴ درصد (Radjabi, 1986) و در بعضی نقاط دیگر دنیا تا ۱۰۰ درصد (Popova, 1971; Stamenkovic *et al.*, 1984) گزارش شده است. میزان آسیب کرم آلو روی میوه بیلسکا رانا ۳۷/۹۶ درصد و روی ارقام دیررس ایتالیایی و پوزگاکا به ترتیب ۴۳/۷۸ و ۵۱/۴۵ درصد برآورد شده است (Batinić & Muratovic, 1972). در بین ژرم‌پلاسم آلوی موجود در کشور، آلو سیاه حساس‌ترین ژرم‌پلاسم نسبت به این آفت بوده است (Radjabi, 1986). در ایران مطالعات اندکی روی این آفت انجام شده است (Salari *et al.*, 2011; Mahmoudzadeh Arzaneei *et al.*, 2020).

تراکم جمعیت این آفت تحت تأثیر تغییر اقلیم افزایش یافته است، زیرا با افزایش دما در مناطق انتشار آفت، سرعت رشد و تعداد نسل در طول سال افزایش یافته است (Skendžić *et al.*, 2021). براساس پژوهش‌های انجام شده شب‌پره آلو در سواحل دریای سیاه در منطقه کراسنودار در کشور روسیه ۳-۱ نسل در سال داشته است (Popova, 1971). در منطقه اندونگ کره جنوبی، حشرات کامل دو اوج جمعیتی در بهار دارند (Chen *et al.*, 2019). در مطالعه‌ای که طی سال‌های ۱۹۹۶ تا ۲۰۰۱ در کارلسروهه-آگوستن بورگ در کشور سوئیس انجام شده است، مشاهده شد که بخش قابل توجهی از

لاروهای نسل دوم از نیمه دوم تیرماه وارد دیپوز شده‌اند. نسل دوم این آفت با نسل اول همپوشانی داشته و تراکم جمعیت آن کمتر بوده است. حشرات کامل از اواخر اردیبهشت تا خرداد فعال بودند (Rauleder, 2002). در ترکیه، تاریخ اولین ظهور حشرات کامل نسل زمستان‌گذران از اواخر فروردین تا دهه اول اردیبهشت متغیر بوده است و ۵۰ درصد گزارش‌ها تا اواخر دهه اول تا اوایل دهه سوم اردیبهشت بوده است (Azpinar *et al.*, 2014). شب‌پره آلو اولیگوفاز است و به گیاهان مختلف از خانواده Rosaceae مانند آلو، گیلاس و هلو حمله می‌کند. این شب‌پره یک یا دو نسل در سال را در بسیاری از مناطق اروپای مرکزی و شرقی (Butturini *et al.*, 2000) و سه نسل در سال را در ایتالیا (Rizzo & Lo Verde, 2011) تکمیل می‌کند. شب‌پره‌های ماده با استفاده از حس بینایی و بویایی به میوه میزبان جذب می‌شوند (Ammagarahalli & Gemeno, 2015; Barros-Parada *et al.*, 2018).

مطالعات مختلفی در رابطه با مکانیسم‌های ترجیح میزبانی لاروهای بال‌پولک‌داران میوه‌خوار انجام شده است. درجه مقاومت میزبان نسبت به یک آفت تحت تأثیر وجود سایر گیاهان میزبان و دامنه میزبانی آن آفت قرار دارد (Sharma & Ortiz, 2002). ترجیح میزبانی شکل خاصی از یادگیری در حشرات است (Pszczolkowski & Brown, 2005). لارو نئونات کرم سیب (*Cydia pomonella* L.) پس از خروج از تخم برای انتخاب میزبان مناسب جستجو انجام می‌دهد (Gish *et al.*, 2017). لاروهای بال‌پولک‌داران می‌توانند از یادگیری در انتخاب میزبان مناسب استفاده کنند. فرآیند انتخاب میوه میزبان ممکن است با القای ترجیح یا شرطی‌سازی همراه باشد (Cahenzli *et al.*, 2015). در کرم سیب، شاخص‌های پرواز (مدت، سرعت و مسافت) وراثتی بوده و در دامنه انتخاب میزبان مؤثر است (Pszczolkowski & Brown, 2005). تغییر در استفاده از میزبان با توجه به تنش تغذیه‌ای مشاهده شده است (Griese *et al.*, 2020). همبستگی کم بین ترجیح تخم‌گذاری و عملکرد تغذیه‌ای لارو

## مواد و روش‌ها

### مکان و زمان اجرای پژوهش

این پژوهش در باغ کلکسیون ذخایر توارثی پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری واقع در شهر کمال‌شهر کرج طی سال‌های ۱۳۹۹ تا ۱۴۰۱ انجام شد. اقلیم این ایستگاه در فصول سرد سال متأثر از سیستم‌های شمالی و شمال غربی و غربی به‌ویژه جنوب غربی بوده و ریزش‌های آن متأثر از فعالیت این سیستم‌ها می‌باشند. وضعیت خاک باغ لومی-رسی، pH خاک ۷/۸، درصد، ازت کل یک درصد، درصد ازت آلی ۰/۷۸ درصد، پتاسیم قابل جذب ۵۷۵ ppm و فسفر قابل جذب ۱۲/۱ ppm بود. تغذیه، آبیاری و هرس مطابق آخرین یافته‌های تحقیقاتی انجام شد. از هر رقم چهار اصله درخت با سن ۸±۲ سال در باغ وجود داشت که با فاصله ۴×۳ کاشته شده بودند.

### ژرم پلاسما مورد آزمایش

برای انجام این پروژه از ۲۶ رقم و ژنوتیپ امید بخش آلو با نام‌های خ- کرمانشاه، سوسورمی، جی بلاک، جی ۹۸، مورتینی، آنجلو، سنقرآبادی، قمی، کرمانشاه، بلک آمبر، جی ۹۹، ژنوتیپ ۱۹، فریار، زرد کردستان، بلک استار، گالو، بخارا، کوئین رزا، لارودا، گوجه رضائیه، غلامان، زوجلو، ارومیه، سانتارزا، گوجه ملایر و جی ۱۰۰ که توسط نگارندگان از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شده و در ایستگاه کمال‌شهر کرج کاشته شدند، استفاده شد. مشخصات ژرم پلاسما آلودی مورد مطالعه در جدول ۱ درج شده است.

### نمونه‌برداری از جمعیت لارو

براساس سوابق مدیریتی باغ کلکسیون کمال‌شهر در سنوات گذشته آسیب این آفت وجود داشته است. در طی سه سال انجام مطالعه از کاربرد هر گونه تیمار کنترلی از جمله تله فرومونی و آفت‌کش شیمیایی یا غیرشیمیایی خودداری شد. نمونه‌برداری‌ها از اواخر اردیبهشت تا اواسط مهر ماه، به فاصله هر ۱۰ روز یک‌بار انجام شد. از هر درخت چهار جهت جنوب، شمال، شرق و غرب در نظر گرفته شده و ۲۰ عدد میوه

روی یک میزبان ناشی از حداقل پنج عامل شامل کمیاب بودن میزبان ترجیحی، نامناسب بودن میزبان برای تخم‌گذاری، عدم تناسب منبع تغذیه برای رشد لارو، وجود ترکیبات دفاعی ثانویه و کاهش رقابت درون گونه‌ای بوده است (Lill et al., 2007). در مورد شب‌پره *Grapholita molesta* Busck مشخص شده است که خصوصیات زیستی این آفت از جمله بقای حشرات ماده، طول دوره تخم‌گذاری و بقای لارو آفت تحت تأثیر ترجیح میزبانی حشرات کامل روی ارقام مختلف سیب بوده است (Myers et al., 2006b). بررسی شب‌پره آلو در ارقام مختلف آلو نشان داده که در رقم استنلی میزان شکار تله‌های فرمونی نصب شده ۷۰ درصد کمتر از سایر ارقام آلو بوده است (Mitre & Bancă, 2011). در شرایط ایران نیز از تله فرمونی برای شکار حشره کامل این آفت استفاده شده است (Salari et al., 2011). مطالعات صورت گرفته قبلی در ارتباط با خسارت *G. funebrana* روی ارقام مختلف آلو نشان داده است که کمترین میوه‌های آسیب دیده توسط این آفت در رقم هرمن بوده است (Głowska & Rozpara, 2014). در بین ارقام آلودی مورد آزمایش دیگر، مشخص شده که ارقام آلو شامل امپرس، وریتی، کاجانسکا ناجبولجا و دابروویکا بیشترین و ولر، واجوکا و استنلی کم‌ترین تعداد میوه آسیب دیده ناشی از فعالیت آفت را داشته‌اند. به‌علاوه در سال‌های متفاوت ارقام آلو به درجات مختلف به این آفت آلوده شده‌اند. آلودگی میوه‌ها به‌میزان عملکرد و زمان رسیدن میوه بستگی نداشت به‌عبارت دیگر تفاوت در میزان عملکرد و زمان رسیدگی باعث کاهش یا افزایش میزان آسیب آفت در ارقام مختلف آلو نشده است (Pluciennik et al., 1999). پژوهش حاضر به‌منظور بررسی روند تغییرات فصلی جمعیت لارو شب‌پره میوه آلو و ترجیح میزبانی آن روی ژرم پلاسماهای امیدبخش آلو که در سال‌های اخیر از ژرم پلاسماهای بومی و وارداتی آلو در کشور گزینش و اصلاح شده‌اند، انجام شد.

واحد = تعداد لارودر روز است. در این رابطه  $A_i$  و  $A_{(i-1)}$  به ترتیب تعداد لارو در نمونه برداری قبلی و فعلی و  $t$  فاصله بین دو نمونه برداری می‌باشند.

$$Ld = \frac{A(i-1) - A_i}{2} \times t$$

#### شاخص ترجیح لارو (C-Larvae)

شاخص ترجیح لارو با استفاده از رابطه زیر محاسبه شد (Krisnawati *et al.*, 2017). در این رابطه،  $A$  تعداد لارو-روز مؤثر در هر ژنوتیپ و  $M$  متوسط لارو-روز مؤثر در کل ژنوتیپ‌های آلو مورد مطالعه در هر تاریخ نمونه برداری می‌باشد.

$$C - Larvae = \frac{2A}{M + A}$$

به صورت تصادفی از ارتفاع های مختلف درخت برداشت شد. سپس نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل و تعداد لاروهای فعال درون میوه‌ها ثبت شد (Mitrea & Bancă, 2011). ریزش میوه در ابتدای فصل وجود داشت. در همه تیمارها از میوه‌های ریزش شده، صرف نظر شد. با توجه به این که لارو این گونه رفتار ترک میوه دارد، ملاک تعیین جمعیت آفت تعداد لارو فعال درون میوه‌ها بود. برای مشخص شدن تراکم لارو شب‌پره میوه در فواصل نمونه برداری در شرایط صحرائی که بیانگر ارتباط متقابل تراکم جمعیت آن‌ها با آسیب وارده به میوه است، تعداد لارو شب‌پره میوه با تعداد روزی که میوه آلو در معرض آن قرار دارد، از پارامتری تحت عنوان لارو-روز مؤثر (Machlitt, 1998; Latifian *et al.*, 2021) استفاده و بصورت زیر محاسبه شد،  $Ld$

جدول ۱- مشخصات ارقام/ژنوتیپ‌های آلو مورد مطالعه

Table 1. Characteristics of studied plum cultivars/genotypes

| Cultivar/ Genotype | Origin   | Ripening condition | Fruit color     | production status      |
|--------------------|----------|--------------------|-----------------|------------------------|
| (Anjelo)           | Foreign  | Late               | Red             | Proliferous            |
| (Black Amber)      | Foreign  | Intermediate       | Black           | Proliferous            |
| (Black star)       | Foreign  | Early              | Dark Red        | Middle Proliferous     |
| (Bokhara)          | (Native) | Late               | Dark Red        | Relatively Proliferous |
| (Feriyyar)         | Foreign  | Intermediate       | Dark Red        | Relatively Proliferous |
| (G- balck)         | Native   | Early              | Reddish Green   | Proliferous            |
| (G100)             | Native   | Early              | Reddish Green   | Proliferous            |
| (G98)              | Native   | Early              | Reddish Green   | Proliferous            |
| (G99)              | Native   | Early              | Reddish Green   | Proliferous            |
| (Geontype 19)      | Native   | late               | Black           | Middle Proliferous     |
| (Ghalo)            | Native   | late               | Black           | Middle Proliferous     |
| (Gholaman)         | Native   | late               | Dark Red        | Proliferous            |
| (Ghomi)            | Native   | Early              | Yellowish Green | Very Proliferous       |
| (G-Malayer)        | Native   | Early              | Reddish Green   | Proliferous            |
| (Gr-Rezaeyeh)      | Native   | Early              | Reddish Green   | Proliferous            |
| (Kermanshah)       | Native   | Early              | Black           | Proliferous            |
| (Kh-Mashhad)       | Foreign  | Intermediate       | Reddish Yellow  | Proliferous            |
| (Laroda)           | Foreign  | Intermediate       | Red             | Proliferous            |
| (Mortini)          | Foreign  | Early              | Light Red       | Very Proliferous       |
| (Queen roza)       | Foreign  | Intermediate       | Dark Red        | Proliferous            |
| (Santarza)         | Foreign  | Intermediate       | Light Red       | Very Proliferous       |
| (Songhorabadi)     | Native   | Intermediate       | Light Red       | Very Proliferous       |
| (Sosormi)          | Foreign  | Intermediate       | Black           | Proliferous            |
| (Uromich 20)       | Native   | Early              | Yellow          | Proliferous            |
| (Zard Kordestane)  | Native   | Late               | Yellow          | Middle Proliferous     |
| (Zojelo)           | Foreign  | Late               | Powder Red      | Very Proliferous       |

Foreign Late Powder Red Very Proliferous

## اندازه‌گیری صفات کمی و کیفی

در زمان رسیدگی محصول از هر درخت تعداد ۱۰ عدد میوه به صورت تصادفی از چهار جهت (شمال، جنوب، شرق و غرب) و از ارتفاع‌های مختلف درخت برای بررسی صفات کمی و کیفی برداشت شده و به آزمایشگاه منتقل شد. صفات مختلف شامل وزن تر و خشک و درصد ماده خشک (با استفاده از ترازوی دقیق و آون)، طول، عرض، ضخامت میوه و ضخامت هسته با کولیس دیجیتال برحسب میلی‌متر و نسبت طول به قطر برای هر یک از نمونه‌ها محاسبه شد. شاخص اندازه میوه با استفاده از طول یا عرض اندازه‌گیری و با استفاده از معادله  $(D_a = \frac{L+W+T}{3})$  محاسبه گردید. قطر متوسط مهندسی میوه با استفاده از رابطه  $(D_g = \sqrt[3]{L \times W \times T})$ ، شاخص کروی بودن با استفاده از رابطه  $\varphi = \frac{D_g}{L} \times 100$  و مساحت سطح میوه با استفاده از رابطه  $S = \pi(D_g)^2$  محاسبه شد. ابعاد محوری، یعنی طول L (طولانی‌ترین قطر)، ضخامت T (قطر) و عرض W با استفاده از کولیس ورنیه اندازه‌گیری شد (Sabzi et al., 2022; Al-Hooti et al., 1997). درصد مواد جامد محلول (TSS) با استفاده از رفرکتومتر، اسیدیته به‌روش تیتراسیون TA، pH آب میوه با دستگاه pH متر، سفتی بافت گوشت با دستگاه پنترومتر و زمان رسیدگی یادداشت برداری شد.

## تجزیه و تحلیل داده‌ها

قبل از تجزیه و تحلیل آماری و دسته‌بندی ارقام و ژنوتیپ‌های آلو در گروه‌های مختلف برای ارزیابی نرمال بودن داده‌ها از آزمون کولموگروف - اسمیرنوف (Kolmogorov-Smirnov) استفاده شد. روند تغییرات جمعیت مؤثر لارو در زمان‌های مختلف در طی فصل بررسی شد. برای تفکیک ارقام و ژنوتیپ‌ها بر اساس شاخص ترجیح لارو از روش تحلیل خوشه‌ای استفاده شد و نمونه‌های دارای واکنش ترجیح مشابه بر اساس یک فاصله اقلیدسی مشخص به گروه‌های مختلفی تقسیم‌بندی شدند (Frades & Matthiesen, 2010). درجه تأثیر صفات مختلف میوه بر میزان ترجیح میزبانی از طریق محاسبه ضریب همبستگی به کمک نرم افزار IBM®SPSS 27.0.1 IF026

بررسی شد (Gogtay & Thatte, 2017). به منظور برآورد رابطه بین صفات کمی و کیفی میوه، درک روابط بین آن‌ها و تعیین صفاتی که بیشترین نقش را در تغییرات ترجیح میزبانی لارو شب‌پره آلو دارند، از روش رگرسیون چند متغیره گام به گام (Stepwise Multiple Linear Regression) استفاده شد (Afzal et al., 2009).

## نتایج

## تغییرات فصلی جمعیت لارو شب‌پره آلو

تغییرات فصلی تراکم جمعیت مؤثر خسارت‌زای آفت بر اساس شاخص لارو- روز مؤثر در سال‌های ۱۴۰۱-۱۳۹۹ بر روی ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش آلو در شکل ۱ نشان داده شده است. همان‌طور که در نمودارهای شکل ۱ ملاحظه می‌گردد، جمعیت خسارت‌زای آفت از نیمه دوم اردیبهشت فعالیت خود را آغاز نموده و به تدریج تراکم جمعیت لارو فعال بر روی میوه آلو افزایش می‌یابد. حداکثر شاخص لارو - روز مؤثر ۱۱۶/۵ - ۴۲/۵ عدد در روز در اواخر تیر تا اوایل مرداد بود. اگر چه این الگو در اکثر ارقام مورد مطالعه روند یکسانی داشته است، اما در برخی از ارقام تفاوت‌هایی نیز مشاهده شد. به طوری که حداکثر فعالیت لارو آفت در ارقام آنجلو، غلامان، خ- کرمانشاه و زوجلو با کمی تأخیر در اواخر مرداد تا اوایل شهریور و در رقم کرمانشاه زودتر از سایر ارقام و در اواخر خرداد ثبت شد.

توصیف وضعیت تغییرات جمعیت لارو- روز مؤثر در طی سه سال مطالعه در ۲۶ ژنوتیپ امید بخش آلو در جدول ۲ نشان داده شده است. حداکثر و حداقل اوج جمعیت در ژرم پلاسما کرمانشاه و ژنوتیپ ۱۹ به ترتیب معادل ۱۱۶/۲۵ و ۴۰ لارو- روز مؤثر بود. بالاترین و پایین‌ترین میانگین سالانه جمعیت لارو نیز به ترتیب در ژرم پلاسما کرمانشاه و ژنوتیپ ۱۹ به ترتیب معادل ۵۰/۰۳ و ۱۴/۸۱ لارو- روز مؤثر بود. بیش‌ترین و کم‌ترین دامنه تغییرات جمعیت به ترتیب در ژرم پلاسماهای کرمانشاه و ژنوتیپ ۱۹ و به ترتیب معادل ۴۴/۹۸ و ۸/۸۹ بود.

## شاخص ترجیح نسبی لارو در ارقام آلو

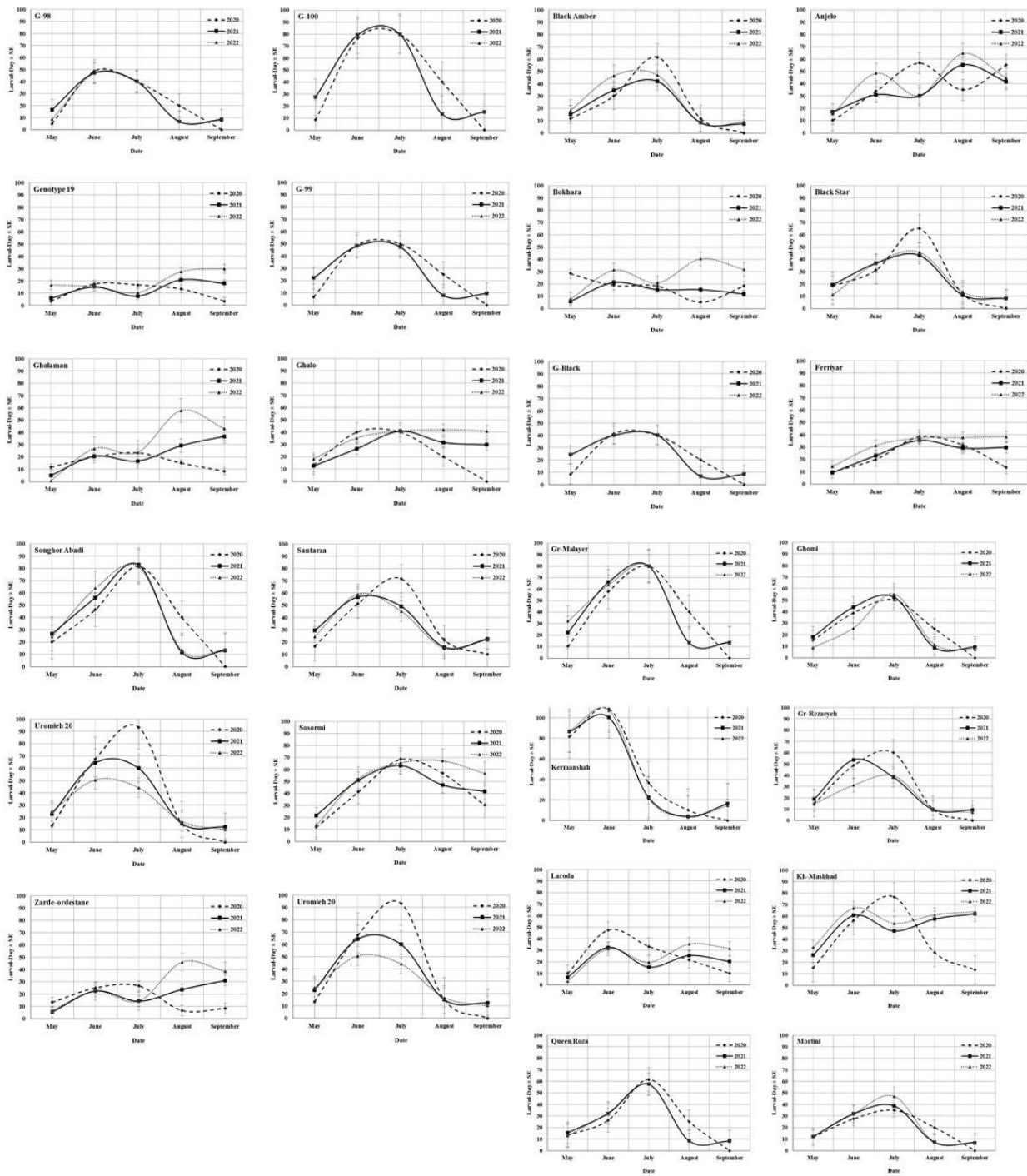
میانگین شاخص ترجیح لارو شب پره آلو در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف در شکل ۲ نشان داده شده است. بیشترین و کمترین مقدار متوسط سه ساله شاخص به ترتیب معادل ۲/۰۳ و ۰/۲۳ برای ژنوتیپ‌های زوجلو و ۱۹ بود. میانگین شاخص ترجیح معادل  $۰/۸۱ \pm ۰/۴۵$  بود. دامنه تغییرات این شاخص (معادل ۱/۸) نشان دهنده تفاوت زیاد ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو در ارقام و ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بود.

مقایسه میانگین ارقام اختلاف معنی داری در سطح ۵ درصد نشان داد ( $df = ۲۵$  و  $t = ۵/۶۱$ ). اگر  $C < 1$  مقاوم‌تر (ژنوتیپ غیر ترجیحی)،  $C = 1$  مقاومت متوسط (میانگین ترجیح میزبانی) و اگر  $C > 1$  باشد، ژنوتیپ حساس‌تر (ژنوتیپ ترجیحی) است (Kogan & Goeden, 1970). با توجه به نتایج موجود فقط دو ژرم پلاسما زرد کردستان و زوجلو شاخص ترجیح میزبانی بالاتر از یک بود. سایر ارقام دارای شاخص ترجیح کم‌تر از ۱ بودند.

جدول ۲- آمار توصیفی تغییرات سه ساله تغییرات لارو- روز مؤثر شب پره آلو در ژرم پلاسما های آلو

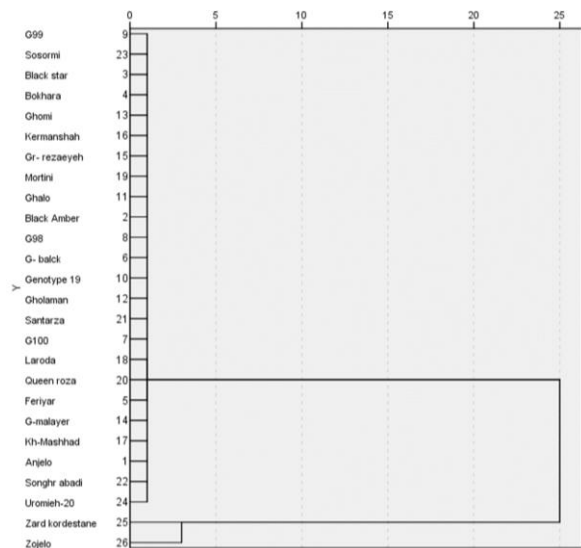
Table 2. Descriptive statistics of three-year changes plum moth effective larvae-day changes in plum germplasms

| Plum Genotypes  | Mean  | Sum    | Maximum | Minimum | Standard deviation |
|-----------------|-------|--------|---------|---------|--------------------|
| Anjelo          | 37.93 | 606.82 | 76.25   | 0.00    | 19.08              |
| Black Amber     | 24.31 | 389.00 | 72.50   | 0.00    | 23.03              |
| Black star      | 24.66 | 394.58 | 70.00   | 0.00    | 22.66              |
| Bokhara         | 19.63 | 314.12 | 46.25   | 0.00    | 11.65              |
| Feriyar         | 26.47 | 423.47 | 42.50   | 0.00    | 11.29              |
| G- balck        | 24.26 | 388.20 | 46.25   | 0.00    | 18.50              |
| G100            | 44.60 | 713.53 | 80.00   | 0.00    | 35.76              |
| G98             | 24.40 | 390.47 | 55.00   | 0.00    | 20.51              |
| G99             | 28.05 | 448.87 | 50.00   | 0.00    | 21.78              |
| Genotype 19     | 14.81 | 236.90 | 40.00   | 0.00    | 8.89               |
| Ghalo           | 29.14 | 466.23 | 50.00   | 0.00    | 14.52              |
| Gholaman        | 22.59 | 361.47 | 65.00   | 0.00    | 15.31              |
| Ghomi           | 25.32 | 405.13 | 60.50   | 0.00    | 20.90              |
| G-malayer       | 40.47 | 647.57 | 85.00   | 0.00    | 32.04              |
| Gr- rezaeyeh    | 25.70 | 411.17 | 63.50   | 0.00    | 23.17              |
| Kermanshah      | 50.03 | 800.43 | 116.25  | 0.00    | 44.98              |
| Kh-Mashhad      | 49.45 | 791.23 | 80.00   | 0.00    | 24.39              |
| Laroda          | 23.81 | 381.00 | 65.00   | 0.00    | 15.09              |
| Mortini         | 20.41 | 326.57 | 55.15   | 0.00    | 16.65              |
| Queen roza      | 24.88 | 398.10 | 70.00   | 0.00    | 21.75              |
| Santarza        | 35.42 | 566.67 | 75.00   | 0.00    | 25.21              |
| Songhr abadi    | 39.37 | 629.87 | 90.00   | 0.00    | 31.13              |
| Sosormi         | 45.99 | 735.80 | 75.00   | 6.25    | 20.67              |
| Uromieh-20      | 35.70 | 571.25 | 95.00   | 0.00    | 32.59              |
| Zard kordestane | 20.52 | 328.25 | 54.75   | 0.00    | 14.14              |
| Zojelo          | 27.68 | 442.83 | 61.50   | 0.00    | 17.87              |



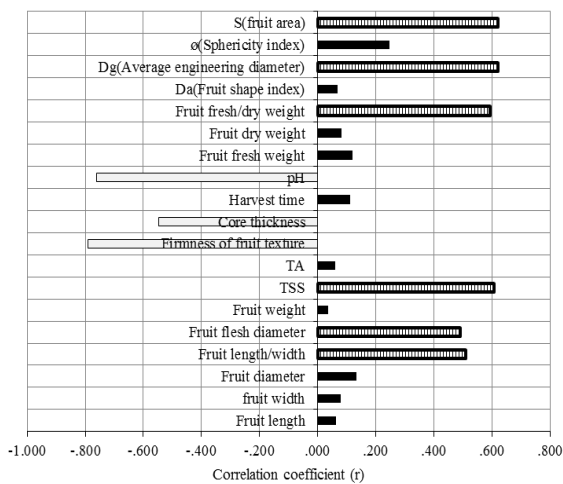
شکل ۱- تغییرات فصلی شاخص لارو- روز مؤثر شب پره آلو در ارقام و ژنوتیپ‌های آلو در سال‌های ۱۳۹۹-۱۴۰۱  
 Fig. 1. Seasonal fluctuations of effective larva-day index of plum moth in plum cultivars and genotypes in the years 2020-2019.

تأثیر را بر ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو داشت. صفات سفتی بافت گوشت، ضخامت هسته و pH آب میوه دارای اثرات کاهش دهنده و صفات درصد ماده خشک، ضخامت هسته، نسبت طول به قطر، قطر متوسط مهندسی و مساحت سطح میوه دارای اثرات افزایش دهنده بر ترجیح میزبانی بودند.



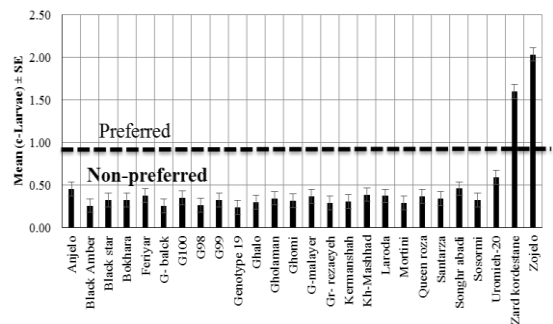
شکل ۳- دسته بندی ژنوتیپ‌های آلوی مورد مطالعه براساس میانگین سه ساله شاخص ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو

Fig. 3. The classification of studied plum genotypes based on the three-year average host preference index of plum moth larvae



شکل ۴- همبستگی بین صفات کمی و کیفی ژنوتیپ‌های مختلف آلو با شاخص ترجیح لارو شب پره آلو

Fig. 4. The correlation between quantitative and qualitative characteristics of different plum genotypes with the preference index of plum moth larvae



شکل ۲- میانگین سه ساله شاخص ترجیح میزبانی لارو شب پره میوه در ارقام و ژنوتیپ‌های امیدبخش آلو

Fig. 2. Three-year average of host preference index of fruit moth larvae in plum cultivars and promising genotypes

### گروه بندی ژنوتیپ‌های آلو براساس شاخص ترجیح لارو

برای دسته بندی ژنوتیپ‌های مورد مطالعه نتایج تحلیل خوشه‌ای براساس میانگین سه ساله ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو در شکل ۳ نشان داده شده است. با توجه به نتایج آنالیز خوشه‌ای، ژنوتیپ‌های مورد مطالعه از نظر مقدار ترجیح میزبانی به دو دسته تقسیم می‌شوند: گروه اول ژنوتیپ‌های دارای واکنش ترجیحی شامل زرد کردستان و زوجلو بودند و بقیه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه در گروه ژنوتیپ‌های دارای واکنش غیر ترجیحی قرار داشتند. به‌طور کلی از جامعه ژنوتیپ‌های مورد مطالعه به ترتیب ۸ و ۹۲ درصد دارای واکنش ترجیح و غیر ترجیحی برای لارو شب پره آلو بودند.

### اثر صفات مختلف ژنوتیپ‌ها بر میزان ترجیح میزبانی

وجود تفاوت‌هایی در صفات کمی و کیفی میوه ژنوتیپ‌های مختلف آلو باعث ایجاد اختلاف در میزان ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو می‌گردد. نتایج تحلیل همبستگی (ضریب همبستگی) وجود یا عدم وجود ارتباط بین هر کدام از صفات میوه با شاخص ترجیح میزبانی لارو در شکل ۴ ملاحظه می‌شود.

از بین صفات مختلف مورد بررسی pH آب میوه، درصد ماده خشک، ضخامت هسته، سفتی بافت گوشت، نسبت طول به قطر، قطر متوسط مهندسی میوه، مساحت سطح میوه و درصد مواد جامد محلول دارای ارتباط معنی‌داری با شاخص ترجیح میزبانی بودند. بر اساس این نتایج سفتی بافت میوه بیشترین



### بحث

مناسب بودن شرایط رشد لارو شب پره آلو بر روی میوه میزبان آن برای بقا و سازگاری زیستی آفت از اهمیت زیادی برخوردار است. هر چند قضاوت در مورد تأثیرات ترجیح میزبانی شب پره آلو در خصوصیات بوم‌شناسی و زیست‌شناسی آن نیاز به مطالعات تکمیلی و بیشتری دارد. اما نتایج این پژوهش به وضوح نشان داده که شاخص فعالیت لارو شب پره آلو در ژنوتیپ‌های مورد مطالعه بسیار متفاوت است.

به طوری که مجموع مقدار لارو- روز مؤثر از ۸۰۰/۴۳ در ژنوتیپ کرمانشاه تا ۲۳۶/۹ در ژنوتیپ ۱۹ متغیر بوده است. میانگین این شاخص در ۲۶ ژرم پلاسما آلو مورد مطالعه ۱۵۶/۶۵ ± ۴۸۳/۴۴ بود. نتایج این پژوهش به وضوح نشان داده که شاخص ترجیح لارو در ژرم پلاسما آلو متفاوت است. یافته‌های این تحقیق مشابه نتایج سایر پژوهشگران در مطالعه سایر ارقام آلو بوده و نشان داده شده است که تغییرات فصلی جمعیت شب پره آلو در ارقام مختلف آلو متفاوت بوده است (Walter, 2003; Schoonhoven et al., 2008). در مطالعه مشابهی که در جنوب هرزگوین انجام شده است، کرم آلو روی ارقام آلوهای دیررس ایتالیایی و پژوگاکا دارای ۳ نسل و در رقم بیلسکا رانا دارای ۲ نسل بوده است. جمعیت لاروهای نسل اول روی ارقام آلو ایتالیایی کمتر از ارقام پژوگانکا و بیلکسارانا بوده است. اما نسل‌های بعدی جمعیت‌های مشابهی را نشان داده‌اند (Batinica & Muratovic, 1972). این وضعیت در پژوهش حاضر در دوره فعالیت اول لارو شب پره آلو در ارقام دیررس مانند آنجلو، بخارا، ژنوتیپ ۱۹، گالو، غلامان، زرد کردستان و زوجلو مشاهده شد. در پژوهشی نوسانات جمعیتی این آفت در دو منطقه (منطقه دهبارآفتاب و کریاک) در استان کهگیلویه و بویراحمد با استفاده از تله‌های فرمونی پایش شده است. نتایج نشان داده که نوسانات جمعیتی شب پره آلو دارای دو اوج بوده و دارای دو نسل بوده است. اوج حشرات کامل شکار شده برای منطقه دهبارآفتاب و کریاک به ترتیب در ۳۱ فروردین ۳۳/۳۳ نر در هر تله و ۲۴ فروردین ۵۵/۵ نر در هر

نتایج حاصل از تحلیل رگرسیون چندمتغیره برای ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو به عنوان متغیر تابع و صفات کمی و کیفی میوه ژرم پلاسما آلو مورد مطالعه به عنوان متغیرهای مستقل در جدول ۳ نشان داده شده است. همان‌طور که در جدول ۳ ملاحظه می‌شود ضریب همبستگی ( $R = 0/871$ ) و ضریب تعیین ( $R \text{ Square} = 0/759$ ) و همچنین «ضریب تعیین اصلاح شده» ( $\text{Adjusted R Square} = 0/713$ ) محاسبه شده است، که نشان می‌دهد مدل رگرسیونی مناسب است. هر چه این مقادیر به ۱ نزدیک‌تر باشند، مدل بیانگر رابطه بیشتری بین متغیر وابسته و مستقل است. به بیان دیگر مدل رگرسیونی توانسته درصد قابل قبولی از تغییرات متغیر وابسته را تحت پوشش قرار داده یا بیان کند. در انتهای جدول نیز ستون Durbin-Watson آماره مربوطه را با مقدار ۲/۳۱۹ نشان می‌دهد. اگر مقدار این آماره نزدیک به ۲ باشد، نشان از مستقل بودن باقی‌مانده‌ها خواهد داد. به این ترتیب باز هم شرط دیگری از شروط مربوط به رگرسیون خطی برآورده می‌شود. صفات مساحت سطح میوه، عرض میوه، قطر مهندسی و وزن تر میوه به ترتیب ۲۷/۱، ۱۳/۲، ۲۲/۹ و ۱۲/۷ درصد از تغییرات ترجیح میزبانی لارو شب پره آلو را در ژرم پلاسما آلو مورد مطالعه توجیه نموده است. در مجموع این مدل به مقدار ۸۷/۱ درصد از تغییرات ترجیح میزبانی آفت را تبیین کرده است. در میان صفات مورد بررسی، مساحت سطح میوه دارای اثر بیشتری بوده است.

جدول ۳- مدل رگرسیون چندمتغیره بین ترجیح میزبانی شب پره آلو به عنوان متغیر وابسته و صفات کمی و کیفی میوه ژرم پلاسما آلو به عنوان متغیرهای مستقل

**Table 3.** Multivariate regression model between plum moth host preference as dependent variable and quantitative and qualitative characteristics of plum germplasm fruit as independent variables

| Model                | R    | R Square | Adjusted R Square | Std. Error of the Estimate | Durbin-Watson |
|----------------------|------|----------|-------------------|----------------------------|---------------|
| Fruit area           | .521 | 0.271    | 0.241             | 0.228                      |               |
| Fruit diameter       | .635 | 0.403    | 0.351             | 0.211                      |               |
| Engineering diameter | .795 | 0.632    | 0.582             | 0.169                      |               |
| Wet weight           | .871 | 0.759    | 0.713             | 0.1404                     | 2.319         |

pH نیز در میزان ترجیح میزبانی تأثیر معنی‌دار و عکس هم داشته‌اند. به‌طوری‌که TSS تأثیر افزاینده و pH تأثیر کاهنده بر میزان ترجیح لارو داشتند. در میان صفات مورد بررسی، مساحت سطح میوه دارای اثر بیشتری بر شاخص ترجیح میزبانی بود. این صفت به‌لحاظ فراهم کردن بستر مناسب‌تر برای تخم‌گذاری شب‌پره ماده حائز اهمیت بوده است. در مطالعات مشابه نیز نشان داده شده که خصوصیات فنوتیپی ارقام گیاهی می‌توانند صفات زیستی لارو را تحت تأثیر قرار دهند (Awmack & Leather, 2002; Colasurdo et al., 2009). نتایج پژوهش‌های انجام شده توسط سایر پژوهشگران نشان داده‌اند که چندین صفت میوه آلو (به‌عنوان مثال، شکل، حجم، سختی، رنگ میوه و خواص فیزیکی‌شیمیایی) در حساسیت چهار رقم مختلف آلو (آنجلو، فریار، پرزیدنت و استانلی) به حمله *G. funebrana* تأثیر داشته است. برخی از صفات میوه (به‌عنوان مثال، طول، میزان قند، اسیدیته قابل تیتراسیون، رنگ) در حساسیت به آلودگی *G. funebrana* مؤثر بوده است. در شرایط آزمایشگاهی، رنگ و شکل نقش مهمی در تعیین زمان صرف شده برای میزبانی‌یابی آفت داشته‌اند. به‌عنوان مثال، پروانه‌های ماده میوه‌های زرد و گرد را به میوه‌های دراز قرمز یا سبز ترجیح داده‌اند. ارقام آنجلو (میوه‌های زرد و گرد) و استنلی (میوه‌های سبز و کشیده) به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین حساسیت را نشان داده‌اند (Rizzo et al., 2019).

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی میوه، به‌ویژه تفاوت در میزان متابولیت‌های اولیه و ثانویه، زمینه‌ساز بروز تفاوت در میزان آسیب پروانه میوه شرقی بر روی گیاهان میزبان آن بوده است (Velten et al., 2008; Bossart, 2003; Awmack & Leather, 2002). در توصیف آنتی‌زنوز، تأکید بر صفات گیاهی است که محرک رفتار جستجوگری میزبان هستند (یعنی عواملی که قبل از تماس علفخوار با میزبان عمل می‌کنند). آنتی‌زنوز را صرفاً به‌عنوان "اثرات نامطلوب بر رفتار حشرات" نمی‌توان تعریف کرد (Shams al-Shaara et al., 2022). یکی از عواملی که به‌صورت مکرر باعث بروز حساسیت بالای بسیاری از رقام اصلاح شده

تله ثبت شده است. نوسانات جمعیتی نسل دوم شب‌پره آلو نیز در منطقه دهبارآفتاب و کریاک به‌ترتیب در ۲۸ اردیبهشت و ۲۹ اردیبهشت مشاهده شده است. فاصله زمانی بین دو اوج نسل اول و دوم به‌ترتیب ۳۷ و ۳۶ روز در منطقه دهبارآفتاب و کریاک به‌طول انجامیده است (Negahban et al., 2016). در مطالعه دیگری که روی شب‌پره زمستانه *Operophtera brumata* L. روی ۸ رقم سیب انجام شده است، نشان داده شد که تغذیه لارو و فعالیت جمعیت لارو در ارقام مختلف متفاوت بوده و این تغییرات در میزان خسارت‌زایی آفت در طول فصل بسیار مؤثر بوده است (Holliday, 1977).

از آنجا که در تعیین زمان اقدام برای کنترل شیمیایی علیه لاروهای نونات و یا رهاسازی زنبورهای پارازیتوئید تعیین دقیق روند فنولوژیکی رشد لارو بسیار تأثیرگذار است، در نظر گرفتن تغییرات فنولوژیکی رشد لارو شب‌پره آلو برای دستیابی به کارایی مناسب‌تر همه روش‌های کنترل براساس نوع رقم بسیار حائز اهمیت است. در مطالعات مشابهی که بر روی *G. molesta* انجام شده بر اهمیت زمان‌بندی دقیق کاربرد حشره‌کش‌ها با توجه به رقم گیاه میزبان و تفاوت فنولوژی آفت در روی میزبان‌های مختلف تأکید شده است و مشخص گردیده است که در صورت توجه به تفاوت نوع رقم گیاه میزبان در تعیین زمان مناسب کنترل شیمیایی، کارایی آن افزایش یافته است (Myers et al., 2006a). البته باید در نظر داشت که غیر از رقم، سایر عوامل بوم‌شناختی از جمله عوامل زیست‌اقلیمی نیز تأثیرهای تعیین‌کننده‌ای در روند تغییرات جمعیت لارو بال‌پولک‌داران و بروز صفات مختلفی مرتبط با مقاومت گیاهی داشته‌اند. افزایش دانش و اطلاعات لازم در مدیریت جمعیت شب‌پره آلو در این زمینه نیز از ضروریات است (Fonseca-Medrano et al., 2020).

در این پژوهش مشخص گردید که خصوصیات ریخت‌شناسی مربوط به‌شکل و اندازه میوه ارقام مختلف در بروز واکنش ترجیح میزبانی لارو شب‌پره آلو مؤثر بوده است. به‌طوری‌که با افزایش ابعاد وابسته به شکل میوه ترجیح لارو شب‌پره آلو بر روی ژرم پلاسماهای آلو افزایش یافته است. دو صفت TSS و

مختلف توسعه کشت محصولات باغبانی همواره خسارت لارو بال‌پولک‌داران یکی از عوامل محدود کننده و افزایش دهنده هزینه‌های تولید بوده است (Paula-Moraes *et al.*, 2017).

### سپاسگزاری

بدین وسیله نگارندگان از کلیه کارشناسان و تکنسین‌های ایستگاه تحقیقات باغبانی کمال‌شهر و کارشناسان آزمایشگاه پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری که در اجرای این پژوهش مساعدت فرمودند، قدردانی می‌نمایند.

نسبت به آفات می‌شود این است که در بسیاری از موارد در طی فرآیند اهلی‌سازی و اصلاح ارقام به دلیل عدم توجه کافی به بحث ترجیح میزبانی، ارقام اصلاح شده به تدریج صفات دفاعی خود را در برابر آفات از دست می‌دهند (Whitehead *et al.*, 2017). بنابراین ادامه پژوهش برای شناسایی منابع مقاومت آنتی‌زنوزی، آنتی بیوزی و تحمل ژرم پلاسما آلو و تعیین خصوصیات بیوشیمیایی ارقام آلو برای توصیه مناسب ارقام در مناطق مختلف کشور ضروری است. نتایج این پژوهش به عنوان بخشی از اطلاعات مکمل برای انتخاب ارقام آلو مناسب توسعه کشت این محصول در کشور از اهمیت زیادی برخوردار است. زیرا در مطالعات

### References

- AFZAL, M., NAZIR, Z., BASHIR, M.H. and KHAN, B. S. 2009. Analysis of host plant resistance in some genotypes of maize against *Chilo partellus* (Swinhoe) (Pyralidae: Lepidoptera). Pakistan journal of Botany, 41(1), 421-428.
- AL-HOOTI, S., SIDHU, J. S., QABAZARD, H. 1997. Physicochemical characteristics of five date fruit cultivars grown in the United Arab Emirates. Plant Foods for Human Nutrition, 50(2), 101-113.
- AMMAGARAHALLI, B., GEMENO, C. 2015. Interference of plant volatiles on pheromone receptor neurons of male *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). Journal of Insect Physiology, 81, 118-128.
- AWMACK, C.S. and LEATHER, S.R. 2002. Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. Annual Review of Entomology, 47, 817-844.
- AZPINAR, A., 2014. Adult population fluctuation of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lep.: Tortricidae), in peach orchards of Anakkale, Turkey. Journal of Entomological Society of Iran, 34(3), 1-8.
- BATINICA, J., MURATOVIC, S. 1972. The importance of *Grapholitha funebrana* for the plum variety Bilska Rana. Zastita bilja, 23(117/118), 11-24.
- BARROS-PARADA, W., AMMAGARAHALLI, B., BASOALTO, E., FUENTES-CONTRERAS, E., GEMENO, C. 2018. Captures of oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae), in traps baited with host-plant volatiles in Chile. Applied Entomology and Zoology, 53(2), 193-204.
- BUTTURINI, A., TISO, R., MOLINARI, F. 2000. Phenological forecasting model for *Cydia funebrana*. EPPO Bulletin, 30(1): 131-136.
- CAHENZLI, F., WENK, B. A., ERHARDT, A. 2015. Female butterflies adapt and allocate their progeny to the host-plant quality of their own larval experience. Ecology 96: 1966-1973.
- CHEN, Z. Z., XU, L. X., LI, L. L., WU, H. B., XU, Y. Y. 2019. Effects of constant and fluctuating temperature on the development of the oriental fruit moth, *Grapholita molesta* (Lepidoptera: Tortricidae). Bulletin of entomological research, 109(2), 212-220.
- COLASURDO, N., G'ELINAS, Y. DESPLAND, E. 2009. Larval nutrition affects life history traits in a capital breeding moth. Journal of Experimental Biology, 212, 1794-1800.
- FONSECA-MEDRANO, M., SPECHT, A., SILVA, F. A. M., OTANÁSIO, P. N., MALAQUIAS, J. V. 2020. The

- population dynamics of three polyphagous owl moths (Lepidoptera: Noctuidae) and the influence of meteorological factors and ENSO on them. *Revista Brasileira de Entomologia*, 63, 308-315.
- FRADES, I., MATTHIESEN, R. 2010. Overview on techniques in cluster analysis. *Bioinformatics Methods in Clinical Research*, 81-107.
- GISH, M., BEN-ARI, M., INBAR, M. 2017. Direct consumptive interactions between mammalian herbivores and plant-dwelling invertebrates: prevalence, significance, and prospectus. *Oecologia* 183:347-352.
- GŁOWACKA, A., ROZPARA, E. 2014. Growth, yielding and fruit quality of four plum (*Prunus domestica* L.) cultivars under organic orchard conditions. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 59(3).
- GRIESE, E., PINEDA, A., PASHALIDOU, F. G., IRADI, E. P., HILKER, M., DICKE, M., FATOUROS, N. E. 2020. Plant responses to butterfly oviposition partly explain preference-performance relationships on different brassicaceous species. *Oecologia*, 192(2), 463-475.
- GOGTAY, N. J., THATTE, U. M. 2017. Principles of correlation analysis. *Journal of the Association of Physicians of India*, 65(3), 78-81.
- HOLLIDAY, N. J. 1977. Population ecology of winter moth (*Operophtera brumata*) on apple in relation to larval dispersal and time of bud burst. *Journal of Applied Ecology*, 803-813.
- KARBAN, R., MYERS, J. H. 1989. Induced plant responses to herbivory. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 20, 331-348.
- KOGAN, M., GOEDEN, R.D., 1970. The host-plant range of *Lema daturaphila* (Coleoptera: Chrysomelidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 63(4), 1175-1180.
- KRISNAWATI, A., BAYU, M. S. Y. I., ADIE, M. M. 2017. Identification of soybean genotypes based on antixenosis and antibiosis to the armyworm (*Spodoptera litura*). *Nusantara Bioscience*, 9(2), 164-169.
- LATIFIAN, M., BAGHERI, A.N., AMANI, M., NASERI, M., SABOKI, E., KHADEMI, R., ZOHDI, H. 2021. Determination of economic injury level of date palm lesser moth, *Batrachedra amydraula* (Lepidoptera: Batrachedridae) on six commercial date cultivars in Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 40(4), pp.371-387.
- LILL, J. T., and R. J. MARQUIS. 2007. Microhabitat manipulation: ecosystem engineering by shelter-building insects. In: K. M. D. Cuddington J. E. Byers, A. Hastings, and W. G. Wilson (eds.), *Ecosystem engineers: concepts, theory, and applications in ecology*, pp. 107- 138, Elsevier Press. San Diego, CA.
- MACHLITT, D. 1998. Persea mite on avocados: quick field counting method. *Subtropical Fruit*, 6: 1-4.
- MAHMOUDZADEH ARZANEEI, M., HAKIMITABAR, M. AJAMHASSANI, M. 2020. Identification of hemocytes and study on hemogram of plum fruit moth *Grapholita funebrana* (Treitschke) (Lep.: Tortricidae). *Plant Pests Research*, 10(2), 93-97.
- MITREA, I., BANCĂ, G. 2011. Behavior of some plum varieties to the attack of the plum moth *Grapholitha funebrana* Tr. *Lucrări Științifice-Universitatea de Științe Agronomice și Medicină Veterinară București. Seria B, Horticultură* 55: 410-413.
- MOLINARI, F. 1995. Notes on the biology and monitoring of *Cydia funebrana* (Treitschke). *Bulletin OILB SROP (France)*.
- MYERS, C. T., HULL, L. A., KRAWCZYK, G. 2006a. Seasonal and cultivar-associated variation in oviposition preference of oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae) adults and feeding behavior of neonate larvae in apples. *Journal of Economic Entomology*, 99(2), 349-358.
- MYERS, C.T., HULL, L.A., KRAWCZYK, G., 2006b. Early-season host plant fruit impacts on reproductive parameters of the oriental fruit moth (Lepidoptera: Tortricidae). *Journal of Entomological Science*, 41(1), pp.65-74.
- NEGAHBAN, M., SEDARATIAN-JAHROMI, A., GHANEE-JAHROMI, M., HAGHANI, M. 2016. Monitoring of an Iranian population of *Grapholita*

- funebrana* Treitschke, 1835 (Lepidoptera: Tortricidae) using sex pheromone traps: An applicable procedure for sustainable management. *Entomofauna Z. Für Entomol*, 37, 241-252.
- PAULA- MORAES, S. V., SILVA, F. D. A and A. SPECHT, 2017. Options and challenges for pest control in intensive cropping systems in tropical regions. In: *Integrated pest management in tropical regions*, pp. 18- 32, Wallingford UK, CABI.
- PLUCIENNIK, Z., TWORKOWSKA, U., OMIECINSKA, B. 1999. Preference of plum fruit moth (*Laspeyresia funebrana* Tr.) to some plum cultivars. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* (Poland).
- POPOVA, A. 1971. Biology of the plum moth *Grapholita funebrana* Tr. (Lepidoptera, Tortricidae) on the Black Sea coast in Krasnodar territory. *Entomological Review*, 50: 183-189.
- PSZCZOLKOWSKI, M. A., BROWN, J. J. 2005. Single experience learning of host fruit selection by lepidopteran larvae. *Physiology & Behavior*, 86(1-2), 168-175.
- RADJABI, G. R. 1986. Insect attacking rosaceous fruit trees in Iran (II) Lepidoptera. *Agricultural Research Extension and Education*, 215 pp. (in Farsi).
- RAULEDER, H. 2002. Observations on the biology of the plum fruit moth (*Cydia funebrana*). *Gesunde Pflanzen* 54(8): 241-248.
- RIZZO, R., LO VERDE, G. 2011. Primi studi sulla biologia e sul controllo di *Cydia funebrana* (Treitschke) in susinetti biologici siciliani. In *Progetto per lo sviluppo dell'Agricoltura Biologica in Sicilia* (pp. 1-293). Regione Siciliana.
- RIZZO, R., FARINA, V., SAIANO, F., LOMBARDO, A., RAGUSA, E., LO VERDE, G. 2019. Do *Grapholita funebrana* infestation rely on specific plum fruit features, *Insects* 10: 444
- ROTHSCHILD, G. H. L. and R. A. VICKERS. 1991. Biology, ecology and control of the oriental fruit moth. In: L.P. S. Van der Geest and H. H. Evenhuis (eds.), *Tortricid Pests: Their Biology, Natural Enemies and Control* pp. 412, Elsevier,
- SABZI, S., NADIMI, M., ABBASPOUR-GILANDEH, Y., PALIWAL, J. 2022. Non-destructive estimation of physicochemical properties and detection of ripeness level of apples using machine vision. *International Journal of Fruit Science*, 22(1), 628-645.
- SALARI, A., FALLAHZADEH, M., TABRIZIAN, M. 2011. The effects of some factors on the efficiency of Pheromone traps of *Grapholita funebrana* (Lepidoptera: Tortricidae) in Fars province, Iran. *Journal of Novel Researches on Plant Protection*, 3:109-99.
- SHAMS AL-SHAARA, M, Y., QARA SHEIKH BAYAT, R., PIRKHEZRI, M., DAVOUDI, D. 2022. Morphology and pomology characteristics of four cultivars of Japanese plum and prune (*Prunus* spp.). *Iranian Plant and Biotechnology Quarterly*, 17(4), 38-49.
- SHARMA, H.C., ORTIZ, R. 2002. Host plant resistance to insects: an eco-friendly approach for pest management and environment conservation. *Journal of Environmental Biology*, 23(2), 111-135.
- STAMENKOVIC, T., STAMENKOVIC, P. S. 1984. Population dynamics of *Cydia (Laspeyresia) funebrana* Treitsche (Lepidoptera, Tortricidae) and its noxiousness. *Zastita Bilja*, 35: 141-151.
- SKENDŽIĆ, S., ZOVKO, M., ŽIVKOVIĆ, I. P., LEŠIĆ, V., LEMIĆ, D. 2021. The Impact of Climate Change on Agricultural Insect Pests. *Insects*, 12(5), 440.
- TIMM A.E., WARNICH L., GEERTSEMA, H. 2008. Morphological and molecular identification of economically important Tortricidae (Lepidoptera) on deciduous fruit tree crops in South Africa. *African Entomology* 16: 209-219.
- WETZEL, W. C., KHAROUBA, H. M., ROBINSON, M., HOLYOAK, M., KARBAN, R. 2016. Variability in plant nutrients reduces insect herbivore performance. *Nature*. 539, 425–427.
- WHITEHEAD, S. R., TURCOTTE, M. M., POVEDA, K. 2017. Domestication impacts on plant–herbivore interactions: a meta-analysis. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences* 372: 0160034.