Journal of Entomological Society of Iran
https://jesi.areeo.ac.ir
Entomological Society of Iran
2022, 42 (2), 91-100
Research Article
https://doi.org/10.52547/jesi.42.1.8
pISSN: 0259-9996
eISSN: 2783-3968
OPEN ACCESS

مقاومت ارقام مختلف بادام نسبت به زنبور مغزخوار بادام *Eurytoma amygdali* (Hymenoptera, Eurytomidae)

مسعود تقی‌زاده، حسین لطفعلی‌زاده، داود شیردل و جلیل دژم پور

مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی، تبریز، ایران

taghizadeh2008@yahoo.com https://orcid.org/0000-0003-4511-125X
lotfalizadeh2001@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-7927-819X
dshirdel@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-6506-1854
dejampour@yahoo.com https://orcid.org/0000-0001-9854-1048

چکیده: زنبور مغزخوار بادام، *Eurytoma amygdali* Enderlein، یکی از آفات مهم و کلیدی درختان بادام در ایران است. برای انجام این تحقیق، ۷ رقم و ژنوتیپ بادام جدید و نیز رایج در استان آذربایجان شرقی بررسی شدند. نتایج نشان داد که بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام، اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. ارقام آذر و شکوفه و ژنوتیپ ALC721، با میانگین بیش از ۵۰ درصد آلودگی، بالاترین درصد آلودگی را در بین ارقام مورد آزمایش داشتند و ارقام فرانیس، سهند، A200 و اسکندر با میانگین کمتر از ۱۰ درصد آلودگی، دارای کمترین درصد آلودگی به این آفت بودند. بررسی تعداد نیش زنبور در آزمایش آنتی‌زنوز نشان داد که رقم آذر با میانگین ۰/۹۶±۲/۰۷ دارای بالاترین نیش زنبور و ارقام سهند با میانگین ۰/۴۳ ±۰/۶۱ و فرانیس با میانگین ۰/۵۱ ±۰/۶۰ دارای کمترین نیش زنبور بودند. بیشترین درصد ریزش میوه در اثر نیش زنبور، در ارقام آذر، شکوفه، اسکندر، فرانیس و ژنوتیپ ALC721 با میانگین بیش از ۳۵٪ و کمترین درصد ریزش میوه در ارقام A200 و سهند با میانگین کمتر از ۱۰٪ بود. نتایج آزمایش بویایی‌سنجی نشان داد که بیشترین تعداد زنبورهای ماده به ارقام اسکندر، آذر، ALC721 و شکوفه و کمترین تعداد زنبور به ارقام سهند و فرانیس جلب شدند. بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که ارقام آذر و شکوفه و ژنوتیپ ALC721 حساس‌ترین ارقام به زنبور مغزخوار بادام در بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام بودند. ارقام فرانیس و اسکندر علیرغم درصد ریزش بالای میوه در اثر نیش زنبور دارای درصد آلودگی پایین به زنبور مغزخوار بادام در آخر فصل بودند. ارقام سهند و A200 با کمترین درصد ریزش میوه در اثر نیش زنبور و نیز کمترین درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام در آخر فصل مقاوم‌ترین ارقام به زنبور مغزخوار بادام بودند.

واژه‌های کلیدی: مدیریت آفت، ارقام مقاوم، بویایی‌سنجی، خصوصیات ریخت‌شناسی، ترجیح میزبان

تاریخچه مقاله
دریافت: ۱۴۰۱/۰۵/۰۹
پذیرش: ۱۴۰۱/۰۶/۰۲
دبیر تخصصی: حسین رنجبر اقدم

Citation: Taghizadeh, M., Lotfalizadeh, H., Shirdel, D. and Dejampour, J. (2022) Resistance of different almond varieties to *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera, Eurytomidae. *J. Entomol. Soc. Iran*, 42 (2), 91-100.

مقدمه

بادام یکی از مهمترین محصول باغی در استان آذربایجان شرقی با سطح زیر کشت ۵۲۸۹ هکتار است (Anonymous, 2019). آفات زیادی به این محصول خسارت می‌زنند که از آن جمله می‌توان به شته‌ها مانند شته سبز بادام *Brachycaudus amygdalinus* (Schout.)، شته آردی بادام *Hyalopterus amygdali* (Blanch.)، شته خالدار هلو *Pterochloroides persicae* (Cholodkovsky) و شته سبز هلو *Myzus persicae* Sulzer، شپشک‌ها بخصوص شپشک نخودی *Didesmococcus unifasciatus* (Arch.)، کرم سفید ریشه *Polyphylla olivieri* (Laporte de Castelanu)، کنه تارتن بادام *Schizotetranychus smirnovi* Wainstein و زنبور مغزخوار بادام *Eurytoma amygdali* Enderlein اشاره کرد (Azmayesh Fard, 2014). در بین این آفات، زنبور مغزخوار بادام از همه مهم‌تر است زیرا خسارت بطور مستقیم به محصول وارد می‌شود. مبارزه شیمیایی غیرمنطقی علیه این آفت به دلیل خطرات زیست محیطی، از بین بردن دشمنان طبیعی آفت و بالا بردن هزینه‌های تولید می‌تواند صدمات جبران ناپذیری را به جامعه کشاورزی تحمیل نماید. زنبور مغزخوار بادام اولین بار توسط Gunther Enderlein در سال ۱۹۰۷ از درختان بادام در بلغارستان جمع‌آوری و شناسایی شد. لسنه (Lesne, 1919)، توصیف این زنبور و لاروهای کامل آن را با ارائه شکل، تکمیل و درباره زیست‌شناسی، رفتار، طرز خسارت، دشمنان طبیعی و روش کنترل آن بحث کرد. واسیلیف (۱۹۱۵) یک گونه را که در فرغانه (ازبکستان) به زردآلو و سایر درختان میوه هسته‌دار حمله می‌کرد و زیست‌شناسی کاملا مشابه *E. amygdali* داشت تحت نام *E. samsonovi* توصیف کرد. ایوانف (Ivanov, 1960)، خسارت این آفت را در بلغارستان تا ۵۰ درصد گزارش نمود. منتجلوس و آتجمیس (Mentjelos & Atjemis, 1970)، زیست‌شناسی این گونه را در یونان بررسی کردند. آنها خسارت این آفت روی بادام را بر اساس شرایط بیواکولوژیک و حساسیت واریته‌های بادام ۷۹–۳۵ درصد تخمین زدند.

Corresponding author: Masoud Taghizadeh (E-mail: taghizadeh2008@yahoo.com)
© 2022 by Author(s), Published by the Entomological Society of Iran
This Work is Licensed under Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International Public License.

طبق مطالعه آنها، این حشره علاوه بر بادام به انواع آلو، زردآلو و گیلاس حمله کرده و خسارت می‌زند. Talhouk (1977) گزارش کرد که ضخامت زیاد پوست میوه (آندوکارپ و پریکارپ) مانعی برای تخمریزی زنبور مغزخوار بادام است. زنبور مغزخوار بادام، به عنوان یکی از آفات مهم بادام از برخی کشورهای جنوب شرقی اروپا و خاورمیانه مانند یوگسلاوی سابق، ترکیه، قبرس، سوریه، لبنان، اردن و پس از آن از فرانسه، ارمنستان، آذربایجان و گرجستان گزارش شده است (Tzanakakis *et al*., 1991؛ Kouloussis & Katsoyannos, 1995). مطالعات Tzanakakis *et al*. (1997) نشان داد که تخمریزی *E. amygdali* باعث ریزش شدید میوه‌های نارس دو رقم تگزاس (Mission) و فرانیس شد ولی روی رقم Truoito این اثر را نداشت. دوقانلار و همکاران (Doğanlar *et al*., 2006)، دشمنان طبیعی زنبور مغزخوار بادام را در ترکیه مطالعه نمودند. بررسی‌های آنها نشان داد که دو گونه زنبور پارازیتوئید خارجی لارو به نام‌های *Adontomerus amygdali* (Boucek) (از خانواده Torymidae) و *Aprostocetus bucculentus* (Kostjukov) (از خانواده Eulophidae) همچنین *Pyemotes amygdali* Cobanoglu & Doganlar بعنوان پارازیت خارجی پیش شفیره و شفیره و حشرات کامل تازه ظاهر شده و سوسک *Thanasimus* sp.(از خانواده Cleridae) از دشمنان طبیعی زنبور مغزخوار بادام بودند. در ایران، دمنابی و همکاران (Damanabi *et al*., 1980)، زیست‌شناسی این آفت را در آذربایجان شرقی مطالعه نمودند. طبق بررسی آنها، زنبور مغزخوار بادام، گونه‌ای یک‌نسلی است که قسمتی از جمعیت آن به‌علت دیاپوز، تمدید یافته و دوره زندگی خود را در دو سال و یا در سه و یا حتی چهار سال کامل می‌کند. زمستان‌گذرانی آن در مرحله لارو کامل و در داخل میوه بادام می‌باشد. اگر چه ممکن است بیش از دو تخم در درون یک میوه قرار داده شود ولی تا کنون بیش از دو لارو تا مرحله تکامل نهایی در درون یک میوه گزارش نشده است و غالباً در درون هر میوه یک لارو وجود دارد. اکرمی و همکاران (Akrami *et al*., 1981)، گزارش کردند که میزان خسارت زنبور مغزخوار بادام در ارقام مختلف بادام یکسان نبوده و برخی ارقام مقاومت بیشتری را نشان می‌دهند. آنها نتیجه گرفتند که در صورت تشخیص و تکثیر ارقام مقاوم و حذف ارقام حساس در مناطقی که آلودگی زیاد است می‌توان عملاً از شدت خسارت ناشی از این آفت بطور قابل توجهی کاست.

نوربخش (Noorbakhsh, 1998)، خسارت آفت در بادام‌کاری‌های حاشیه زاینده‌رود (استان چهارمحال و بختیاری) را ۹۷–۳۰ درصد تعیین کرد. روشندل و نوربحش (Roshandel & Noorbakhsh, 2005)، تاثیر سرما بر جمعیت و میزان آلودگی زنبور مغزخوار بادام را بررسی نمودند. محمدی خرم‌آبادی و امین (Mohammadi Khoramabadi & Amin, 2006)، در بررسی‌های خود در منطقه یزد دریافتند که از بین ارقام ریز، گرد، سنگی، سنگی تنگ چنار، کاغذی سفید و بادام وحشی *Amygdalus scoparia* Spach.، دو بادام کاغذی سفید و بادام وحشی نسبت به سایر تیمارها آلودگی کمتری داشتند. جعفری ندوشن و شمس‌زاده (Jafari Nodooshan & Shamszadeh, 2006)، گزارش کردند که با شخم پای درختان می‌توان تعداد قابل ملاحظه‌ای از جمعیت این زنبور را از بین برد. نتایج بررسی‌های Avand-Faghih *et al*. (2007) نشان داد که زنبور مغزخوار بادام علاوه بر تولیدمثل دوجنسی به شکل بکرزایی نیز تولیدمثل می‌کند همچنین ترکیب فرومون جنسی جمعیت ایرانی زنبورمغزخوار بادام احتمالاً با ترکیب معرفی شده در منابع که از جمعیت یونانی حشره استخراج و شناسایی شده متفاوت است. لطفعلی‌زاده و همکاران (Lotfalizadeh *et al*., 2008) دو گونه زنبور پارازیتوئید به نام‌های *Gugolzia bademia* Doganlar (از خانواده Pteromalidae) و *Aprostocetus bucculentus* (از خانواده Eulophidae) را برای اولین بار در کشور از بادام‌های آلوده به زنبور مغزخوار بادام جمع‌آوری و گزارش کردند. نوربخش و همکاران (Noorbakhsh *et al*., 2008)، در شرایط طبیعی در منطقه سامان استان چهار محال بختیاری ده رقم از جمله دو رقم بسیار مطلوب و ارزشمند مامائی و سفید را در رابطه با میزان مقاومت آنها به زنبور مغزخوار بادام مورد بررسی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد که بیشترین و کمترین درصد میوه ریزش شده در ارقام سفید (۹۷٪) و شاهرود ۱۷ (۳۲٪) بود. در رقم شاهرود ۱۲ نوع دیگری از مکانیسم حساسیت نسبت به ورود تخمریز زنبور روی میوه‌های باقیمانده روی درخت مشاهده شد به این معنا که رشد میوه‌های مورد حمله قبل از تفریخ تخم متوقف شده و با چروکیده شدن مغز بادام، امکان ادامه زندگی لارو از بین می‌رود. نتایج بررسی‌های Saeidi *et al*. (2021) نیز نشان داد که این عکس‌العمل فوق حساسیت در رقم فرانیس هم وجود دارد به این صورت که با ترشح یک صمغ چسبناک در داخل میوه آلوده، مغز بادام چروکیده شده و لارو آفت پس از قرار گرفتن تخم زنبور در داخل میوه نمی‌تواند رشد کند و از بین می‌رود. بررسی‌های (Mohammadi-Khoramabadi & Arzani, 2010) روی پنج رقم بادام نشان داد که هیچ رابطه معنی‌داری بین ویژگی‌های مرفولوژیک میوه‌ها و درصد آلودگی آنها وجود ندارد. سعیدی و همکاران (Saeidi *et al*., 2015)، مکانیسم مقاومت ژنوتیپ‌های مختلف بادام نسبت به زنبور مغزخوار بادام را بررسی کردند. طبق نتایج آنها، ژنوتیپ "هوره" بعنوان ژنوتیپ مقاوم به زنبور مغزخوار و دارای خصوصیات مطلوب باغبانی معرفی شد. خان-محمدی و همکاران (Khanmohamadi *et al*., 2016)، زیست‌شناسی و نیازهای دمایی زنبور مغزخوار بادام را در استان اصفهان بررسی کردند. استفاده از ارقام مقاوم و متحمل یکی از راهکارهای مهم کنترل آفات است که نقش مهمی در مدیریت تلفیقی این آفت به‌خصوص کاهش استفاده از سموم شیمیایی و حفاظت از دشمنان طبیعی همچنین کاهش آلودگی‌های زیست محیطی و کاهش هزینه‌های تولید دارد. در صورت تشخیص و تکثیر ارقام مقاوم و حذف ارقام حساس در مناطقی که آلودگی زیاد است می‌توان عملاً از شدت خسارت ناشی از این آفت بطور قابل توجهی کاست. با توجه به اینکه در سالهای اخیر ارقام جدیدی از بادام در استان آذربایجان شرقی جهت کشت در نواحی سردسیر با خطر سرمازدگی به جامعه کشاورزی معرفی شده و یا در دست بررسی است، در این تحقیق تلاش شده این ارقام از نظر میزان خسارت و یا مطلوبیت برای زنبور مغزخوار بادام مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

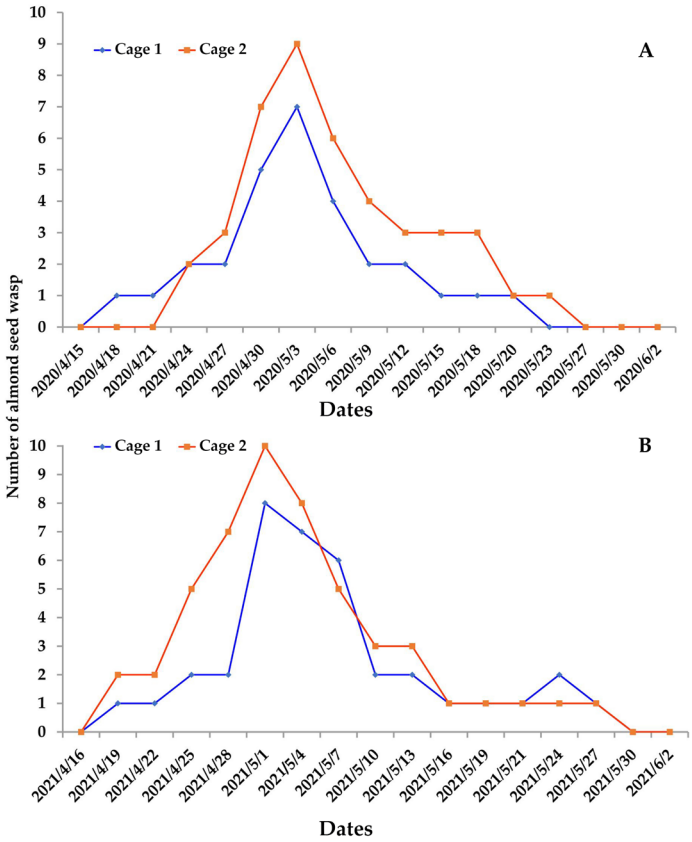
این تحقیق در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند از ایستگاه‌های تابعه مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی آذربایجان شرقی طی سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰ انجام شد. ارقام و ژنوتیپ‌های بادام مورد آزمایش عبارت بودند از: ۱) رقم داخلی آذر (میان گل و نیمه کاغذی)، ۲) رقم داخلی شکوفه (دیرگل و کاغذی)، ۳) رقم داخلی اسکندر (دیرگل و کاغذی)، ۴) رقم خارجی (A200) دیرگل و سنگی)، ۵) رقم فرانیس (دیرگل و سنگی)، ۶) ژنوتیپ در دست معرفی (ALC721 دیرگل و کاغذی) و ۷) رقم داخلی سهند (دیرگل و سنگی).

ارقام مورد آزمایش جزو ارقام جدید و نیز رایج در استان آذربایجان شرقی بودند. برای انجام آزمایش از درختان سمپاشی نشده استفاده شد. آزمایش ها در قالب طرح بلوک های کامل تصادفی با ۷ تیمار در ۴ تکرار انجام شدند. هر تکرار شامل ۲ درخت بود بنابراین مجموعاً ۵۶ درخت بادام مورد استفاده قرار گرفت. برای آگاهی از زمان ظهور حشرات کامل آفت و نیز شروع تخم‌ریزی حشرات ماده، از قفس های پلاستیکی نصب شده روی درختان بادام استفاده شد. هر قفس از دو قسمت تشکیل شده بود، قسمت تحتانی شامل یک ظرف چهار لیتری به ارتفاع ۳۰ سانتیمتر پوشیده شده با یک کاغذ مقوایی سیاه رنگ که میوه های بادام آلوده در داخل آن قرار گرفتند و قسمت فوقانی شامل یک بطری پلاستیکی کوچک شفاف که در قسمت ماقبل انتهایی ظرف چهار لیتری نصب شده بود و حشرات کامل خارج شده از میوه آلوده به دلیل نورگرایی مثبت به داخل آن وارد می شدند. داخل هر قفس با صد عدد میوه بادام آلوده به زنبور مغزخوار بادام جمع‌آوری شده در اسفندماه سال قبل پر شد. هر قفس در وسط یک تاج درخت بادام در ارتفاع حدود ۱/۵ متر از زمین نصب شد. از اوایل فروردین ماه قفس ها مورد بازدید قرار گرفتند و تعداد زنبور ظاهر شده هر سه روز یکبار یادداشت و ثبت شد. شروع نمونه برداری برای بررسی درصد آلودگی میوه های بادام به زنبور مغزخوار بادام، با توجه به آمار حشرات کامل ظاهر شده و نیز زیست‌شناسی آفت، انجام شد. نمونه برداری برای بررسی میزان ریزش و میزان آلودگی میوه بطور هفتگی، پس از پایان خطر سرمازدگی و از اوایل اردیبهشت ماه آغاز شد. برای این منظور ۴ شاخه (به طول یک متر) بطور تصادفی از هر رقم یا ژنوتیپ (یک شاخه از هر درخت) انتخاب و هر شاخه در درون یک قفس آستینی قرار گرفت. سپس در هر قفس دو جفت زنبور ماده و نر رهاسازی شد. یک ماه بعد تعداد میوه آلوده و تعداد میوه ریزش یافته شمارش شدند. تعداد میوه باقی مانده روی هر شاخه هم برای شمارش تعداد اثر نیش زنبور و تعداد لارو زنده به آزمایشگاه منتقل شدند. برای بررسی میزان آلودگی ارقام مورد آزمایش به آفت زنبور مغزخوار بادام، دو نوبت نمونه برداری انجام شد. نمونه برداری اول شش هفته بعد از اوج پرواز حشرات کامل در بهار (در تاریخ ۲۵ خردادماه) و نمونه برداری دوم در زمان برداشت محصول (در تاریخ ۳۰ مردادماه) انجام گرفت. در هر نمونه‌برداری، دو شاخه در جهات مختلف جغرافیایی هر درخت انتخاب و میوه های آلوده و سالم همچنین میوه های ریخته شده زیر هر درخت جمع آوری و شمارش شد. سپس میوه های جمع آوری شده بطور جداگانه در داخل کیسه های پلاستیکی به آزمایشگاه منتقل شد. در آزمایشگاه، تعداد میوه های آلوده و نیز تعداد لاروهای آفت داخل میوه های بادام شمارش و ثبت شد. در نمونه برداری دوم (در زمان برداشت محصول) تعداد ۴۰ عدد میوه از هر رقم بادام بصورت تصادفی برداشت شد و در آزمایشگاه، صفات ریخت‌شناسی میوه ها از قبیل ضخامت پوست میوه (پوسته خارجی + پوسته سخت)، طول و وزن میوه مورد اندازه گیری قرار گرفت. ضخامت و طول میوه ها با استفاده از کولیس (با دقت ۰/۰۱ میلیمتر) و وزن میوه ها با استفاده از ترازوی حساس (با دقت ۰/۰۱ گرم) اندازه گیری شد. ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه و میزان آلودگی ارقام نیز با استفاده از روش دوطرفه ای پیرسون محاسبه شد. برای انجام آزمایش های ترجیح میزبانی و پاسخ بویایی زنبور نسبت به مواد فرار میوه‌های ارقام مختلف، قبل از ظهور زنبورها در طبیعت ابتدا از هر رقم مورد آزمایش بادام یک شاخه انتخاب و بوسیله قفس آستینی پوشانده شد. در روز انجام هر آزمایش، تعداد لازم میوه از داخل قفس های آستینی برداشته و به آزمایشگاه منتقل شد. برای بررسی ترجیح میزبانی زنبور مغزخوار بادام روی ارقام مختلف بادام، در زمان اوج پرواز زنبور های بالغ آفت در طبیعت (در تاریخ۱۴۰۰/۲/۱۱) تعداد ۱۰ عدد میوه تازه و کوچک (چغاله) از هر رقم بادام از داخل قفس آستینی برداشت شد و سپس در آزمایشگاه در یک ظرف پلاستیکی (به ابعاد ۳۰ سانتیمتر طول، ۲۰ سانتیمتر عرض و ۱۸ سانتیمتر ارتفاع) با یک جفت زنبور ماده و نر قرار گرفت. تکه ای پنبه آغشته به مقداری آب عسل برای تغذیه زنبورها در داخل هر ظرف قرار گرفت و درب ظرف با یک پارچه توری ظریف پوشانده شد. این ظروف در شرایط آزمایشگاهی (۲۵±۲°C، رطوبت نسبی ۵±۶۵٪ و دوره ی نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) نگهداری شدند. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی با ده تکرار انجام شد. پس از ۷۲ ساعت میوه ها از نظر تعداد اثر بجا مانده ناشی از تخم‌ریزی زنبور (اثر نیش) مورد بررسی قرار گرفتند.

برای انجام آزمایش های پاسخ بویایی زنبور مغزخوار بادام به مواد فرار میوه های سبز و نارس ارقام مختلف بادام، از دستگاه بویایی سنجی Y شکل در آزمایشگاه آفات درختان میوه در گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی مراغه استفاده شد. آزمایش های بویایی سنجی در شرایط آزمایشگاهی فوق انجام شد. قسمت مرکزی و شاخه های دستگاه بویایی سنجی از جنس پلی وینیل شفاف بود. قسمت مرکزی به قطر ۳۴ سانتیمتر و طول و قطر شاخه ها به ترتیب ۱۵ و ۲ سانتیمتر بود. زنبورها از میوه های آلوده بادام که در اسفندماه سال قبل از باغ مورد آزمایش بادام جمع آوری و در آزمایشگاه در داخل یخچال (در ۴ درجه سلسیوس) نگهداری شده بودند بدست آمدند. قبل از انجام آزمایش بویایی سنجی، تعداد مناسبی میوه آلوده از یخچال خارج و در دمای آزمایشگاه (۳۰-۲۵ درجه سلسیوس) تا خروج حشرات کامل نگهداری شدند. برای اطمینان از جفتگیری زنبورهای ماده، حشرات کامل نر و ماده به نسبت مساوی در گروه های ۲۰ تایی در داخل ظروف پلاستیکی به مدت ۵-۴ روز قرار داده شدند. در داخل هر ظرف پلاستیکی، یک پنبه آغشته به آب عسل برای تغذیه حشرات کامل قرار داده شد. برای عصاره گیری ابتدا ۶۰ عدد چغاله بادام از هر رقم (در هر نوبت ۱۰ عدد چغاله) در یک هاون چینی ریخته و سپس مقداری له شدند. چغاله های له شده به داخل یک ظرف شیشه ای ریخته و سپس ۵۰ میلی لیتر الکل ۹۶٪ به آن اضافه شد. درب ظرف بسته شد و محتوی ظرف به مدت ۳-۲ دقیقه تکان داده شد. عصاره تهیه شده از یک کاغذ صافی واتمن عبور داده شد و عصاره های صاف شده در یک محل خنک در دمای حدود ۵ درجه سلسیوس نگهداری شدند. در زمان استفاده از هر عصاره، یک تکه پنبه با ۳ میلی لیتر از عصاره مذکور آغشته و در داخل یکی از ظروف شیشه ای قسمت کناری دستگاه بویایی سنج قرار گرفت. در قسمت زیرین دستگاه بویایی سنج یک پمپ الکتریکی قرار داشت که هوا را به داخل دستگاه وارد می کرد. دبی هوا روی ۵ میلی لیتر در دقیقه تنظیم شده بود. هوای مکیده شده پس از عبور از داخل شیشه محتوی عصاره های میوه های بادام به داخل شاخه اصلی هدایت شده و باعث انتقال بوی میوه به بازوی بویایی سنج شد. برای فیلتر کردن هوا از زغال فعال در قسمت زیرین دستگاه و قبل از ورود هوا به داخل محفظه شیشه ای حاوی عصاره میوه استفاده شد. در قسمت پایه شاخه اصلی دستگاه بویایی سنج، زنبورهای ماده مغزخوار بادام تازه جفتگیری کرده (۴-۳ روزه) قرار گرفتند. زنبورها بصورت تک تک وارد قسمت پایه دستگاه شدند و رفتار آنها تا زمان رسیدن به اتاقک شیشه ای مورد بررسی قرار گرفت. برای حذف اثر نور روی رفتار حشره، تمام آزمایش ها در اتاق تاریک فقط با استفاده از نور ضعیف قرمز رنگ انجام شد. هر آزمایش در ۱۰ تکرار انجام شد و در هر تکرار از ۱۰ عدد زنبور ماده جفتگیری کرده استفاده شد. مدت زمان انجام هر آزمایش ۳۰ دقیقه بود و پس از پایان این مدت تعداد زنبورهای وارد شده در هر بازوی دستگاه بویایی سنج بطور جداگانه یادداشت و ثبت شد. داده های بدست آمده از آزمایش بویایی سنجی، به روش Paired T-test با استفاده از نرم افزار SPSS 11.5 تجزیه آماری گردید. میانگین ها با استفاده از آزمون توکی در سطح احتمال یک درصد مقایسه شد.

نتایج

شمارش تعداد حشرات کامل زنبور مغزخوار بادام خارج شده در قفس های نصب شده در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند در سال ۱۳۹۹ نشان داد که ظهور اولین زنبور مغزخوار بادام در تاریخ ۳۰ فروردین ماه بود. اوج ظهور و خروج زنبورها در ۱۴ اردیبهشت ماه و ظهور آخرین زنبور در تاریخ ۳ خرداد ماه بود. بنابراین مدت حضور حشرات کامل در شرایط طبیعی در باغ بادام حدود ۳۵ روز بود (شکل۱-A). شمارش تعداد حشرات کامل زنبور مغزخوار بادام خارج شده در قفس های نصب- شده در ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند در سال ۱۴۰۰ نشان داد که ظهور اولین زنبور مغزخوار بادام در تاریخ ۳۰ فروردین ماه بود. اوج ظهور و خروج زنبورها در ۱۱ اردیبهشت ماه و ظهور آخرین زنبور در تاریخ ۶ خرداد ماه بود. بنابراین مدت حضور حشرات کامل در شرایط طبیعی در باغ بادام حدود ۳۸ روز بود (شکل۱-B). طبق مشاهدات انجام شده، حشرات کامل ماده، ۴-۳ روز بعد از ظهور و جفتگیری، شروع به تخمریزی در داخل میوه های بادام کردند. داخل هر میوه بادام معمولاً یک عدد تخم قرار داشت. میوه هایی که بیش از یک عدد تخم در درون آنها بود یک فرد تا مرحله لارو سن آخر رسید. فقط در داخل میوه هایی که دارای دو عدد مغز بودند دو عدد لارو هم مشاهده شد. ظهور اولین لاروهای سن اول در آخر اردیبهشت (۳۱ اردیبهشت) بود.



شکل ۱- تعداد زنبور ظاهر شده در قفس‌های پلاستیکی نصب شده در روی درختان بادام در ایستگاه باغبانی سهند. A: سال ۱۳۹۹، B: سال ۱۴۰۰.

Fig. 1. The number of wasps appeared in plastic cages on almond trees in Sahand Horticulture Station. A: 2020, B. 2021.

درصد آلودگی ارقام مختلف بادام به زنبور مغزخوار بادام. طبق نتایج بدست آمده، در هر دو نوبت نمونه برداری بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام، اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (P < ۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و ۲۹۹/۹۹ =F)در سال دوم این تحقیق، به دلیل سرمازدگی برخی از درختان بادام در منطقه،تعداد میوه در روی برخی ارقام بادام نسبت به سال اول کمتر بود. بنابراین نمونه برداری و تعیین درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام فقط در زمان برداشت محصول انجام شد (تاریخ ۳۱ مردادماه). طبق نتایج بدست آمده، بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام، اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (P < ۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و ۷۳/۹۰ =F).

مقایسه میانگین درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام در بین ارقام مختلف بادام در سطح احتمال یک درصد نشان داد که در سال اول و در هر دو نوبت نمونه- برداری، رقم آذر دارای بیشترین درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بود و در گروه اول قرار گرفت. ارقام ALC721 و شکوفه در گروه دوم و ارقام فرانیس، سهند، A200 و اسکندر با کمترین آلودگی در گروه سوم قرار گرفتند (جدول ۱). مقایسه میانگین درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام در بین ارقام مختلف بادام در سال دوم نمونه برداری، نشان داد که رقم آذر دارای بیشترین درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بود و در گروه اول قرار گرفت. رقم شکوفه در گروه دوم، رقم ALC721 در هر دو گروه اول و دوم و ارقام فرانیس، سهند، A200 و اسکندر با کمترین آلودگی در گروه سوم قرار گرفتند (جدول ۱).

صفات ریخت شناسی میوه و همبستگی آنها با درصد آلودگی. تجزیه واریانس ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ صفات ریخت شناسی میوه در زمان ظهور حشره کامل نشان داد که که بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ صفات طول (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F=۱۲/۲۵) و وزن (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F= ۴/۶۴)، اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت ولی از لحاظ ضخامت پوست (P = ۰/۹۸، ۱۸ و ۶ =df و F=۰/۱۸)، اختلاف معنی داری وجود نداشت. مقایسه میانگین صفات ریخت شناسی میوه در ارقام مختلف مورد آزمایش بادام در زمان ظهور حشره کامل زنبور مغزخوار بادام نشان داد که از نظر طول میوه، رقم آذر و شکوفه دارای بیشترین طول بوده و در گروه اول قرار گرفتند و بقیه ارقام بدون اختلاف معنی دار در گروه دوم قرار گرفتند. از لحاظ وزن تر میوه، رقم آذر دارای بیشترین وزن تر میوه بود و در گروه اول قرار گرفت. رقم ALC721 در گروه دوم و بقیه ارقام در هر دو گروه قرار گرفتند. از نظر ضخامت پوست میوه، تمام ارقام مورد آزمایش بدون اختلاف معنی دار در یک گروه قرار گرفتند (جدول ۲).

تجزیه واریانس ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ صفات ریخت شناسی میوه در زمان برداشت محصول بادام نشان داد که بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ صفات طول (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F=۱۱ /۱۷)، وزن (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F=۵ /۲۳) و ضخامت پوست (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F=۴۶/۹۸) اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین صفات ریخت شناسی میوه در ارقام مختلف مورد آزمایش بادام در زمان برداشت محصول بادام نشان داد که از نظر طول میوه، رقم شکوفه دارای بیشترین طول بوده و در گروه اول قرار گرفت و بقیه ارقام بدون اختلاف معنی دار در گروه دوم قرار گرفتند. از لحاظ وزن تر میوه، رقم اسکندر دارای بیشترین وزن تر میوه بود و در گروه اول قرار داشت. ارقام آذر، فرانیس، سهند، A200 و ALC721 در گروه دوم و رقم شکوفه در هر دو گروه قرار گرفت. از نظر ضخامت پوست میوه، ارقام اسکندر و فرانیس دارای بیشترین ضخامت پوست بودند و در گروه اول قرار گرفتند و رقم آذر دارای کمترین ضخامت پوست میوه بود و در گروه چهارم قرار گرفت (جدول ۳). ضرایب همبستگی بین صفات مورد مطالعه و میزان درصد آلودگی ارقام بادام به زنبور مغزخوار بادام در زمان ظهور حشره کامل زنبور مغزخوار بادام نشان داد که بین میانگین طول میوه همچنین وزن میوه با درصد آلودگی میوه به زنبور مغزخوار بادام در ارقام مختلف بادام همبستگی وجود داشت ولی بین سایر صفات اندازه‌گیری شده همبستگی وجود نداشت (جدول ۴).

جدول ۱- میانگین (± خطای استاندارد) درصد آلودگی به زنبور مغزخوار بادام در بین ارقام مختلف بادام در سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰.

Table 1. Mean (± SE) of infestation percentage of different almond varieties to almond seed wasps in 2020 and 2021.

Varieties	Mean (± SE)		
	First Year		Second Year
	First sampling	Second sampling	
Azar	62.93 ± 2.52 a	65.92 ± 5.38 a	83.58 ± 12.59 a
ALC721	53.75 ± 6.21 b	53.92 ± 13.83 b	68.56 ± 14.53 ab
Shokoofeh	49.98 ± 3.91 b	51.51 ± 7.76 b	54.58 ± 6.24 b
Eskandar	8.47 ± 1.89 c	9.46 ± 4.75 c	10.60 ± 5.93 c
A200	3.67 ± 1.08 c	3.65 ± 0.95 c	4.93 ± 1.66 c
Sahand	3.12 ± 2.65 c	3.91 ± 3.15 c	4.89 ± 4.32 c
Ferragnes	2.87 ± 0.82 c	3.87 ± 1.82 c	4.23 ± 2.27 c

The means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.05).

جدول ۲- میانگین (± خطای استاندارد) صفات طول، وزن تر و ضخامت پوست میوه ارقام مورد آزمایش بادام در زمان ظهور حشره کامل زنبور مغزخوار بادام.

Table 2. Mean (± SE) of length, fresh weight and shell thickness of almond varieties at the time of emergence of the almond seed wasp adults.

Varieties	Mean (± SE)		
	length of fruit (mm)	weight of fruit (gr)	shell thickness (mm)
Azar	20.26 ± 1.13 a	7.64 ± 0.70 a	4.94 ± 0.42 a
ALC721	16.33 ± 0.97 b	5.96 ± 0.65 b	4.94 ± 0.27 a
Shokoofeh	20.29 ± 1.01 a	7.37 ± 0.59 ab	5.04 ± 0.14 a
Eskandar	16.54 ± 0.41 b	6.22 ± 0.41 ab	5.09 ± 0.39 a
A200	17.45 ± 1.22 b	6.48 ± 0.36 ab	5.12 ± 0.45 a
Sahand	16.92 ± 0.79 b	6.27 ± 0.52 ab	5.06 ± 0.08 a
Ferragnes	17.75 ± 1.07 b	6.77 ± 0.50 ab	5.02 ± 0.35 a

جدول ۳- میانگین (± خطای استاندارد) صفات

The means followed by the same letters in each column are not significantly different

Table 3. Mean (± SE) of length, fresh weight and shell thickness of almond varieties during the almond harvest.

Varieties	Mean (± SE)		
	length of fruit (mm)	weight of fruit (gr)	shell thickness (mm)
Azar	27.04 ± 2.32 b	13.89 ± 0.65 b	5.36 ± 0.05 d
ALC721	26.33 ± 0.97 b	13.96 ± 0.91 b	5.54 ± 0.24 cd
Shokoofeh	30.25 ± 0.72 a	15.12 ± 1.27 ab	5.79 ± 0.08 c
Eskandar	26.54 ± 0.41 b	16.79 ± 1.03 a	6.69 ± 1.15 a
A200	25.35 ± 1.08 b	14.48 ± 0.56 b	6.47 ± 0.56 ab
Sahand	26.44 ± 1.09 b	13.65 ± 0.96 b	6.21 ± 0.22 b
Ferragnes	25.77 ± 0.40 b	14.52 ± 0.60 b	6.72 ± 0.19 a

The means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.01).

جدول ٤– ضرایب همبستگی دوطرفه‌ای پیرسون بین صفات مختلف ریخت‌شناسی و درصد آلودگی به زنبورمغزخوار بادام.

Table 4. Pearson's two-way correlation coefficients between different morphological characteristics and the percentage of infestation of almond seed wasps.

	infestation percentage	shell thickness	length of fruit	weight of fruit
infestation percentage	1			
shell thickness	-0.13^{ns}	1		
length of fruit	0.50**	-0.01^{ns}	1	
weight of fruit	0.39*	-0.17^{ns}	0.64^{ns}	1

* shows significantly difference, while "ns" indicates insignificantly difference (P<0.01).

بررسی میزان ریزش میوه در ارقام مختلف بادام در اثر نیش زنبور. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ تعداد کل میوه ریزش یافته (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F= ۴۲/۱۱)، تعداد میوه ریزش یافته در اثر نیش زنبور (P <۰/۰۰۰۱، ۱۸ و ۶ =df و F=۱۰۸/۳۷)، تعداد میوه ریزش یافته در اثر عدم تلقیح و سایر عوامل (P <۰/۰۰۲، ۱۸ و ۶ =df و F= ۵/۷۸)، درصد میوه ریزش یافته (P <۰/۰۰۲، ۱۸ و ۶ =df و F=۳۳/۸۳) و درصد میوه ریزش یافته در اثر عدم تلقیح و سایر عوامل (P <۰/۰۰۲، ۱۸ و ۶ =df و F=۳۳/۸۳)، در اثر نیش زنبور اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت. مقایسه میانگین میزان ریزش میوه در ارقام مختلف بادام نشان داد که بیشترین تعداد کل ریزش میوه در ارقام آذر، شکوفه، فرانیس و ژنوتیپ ALC721 و کمترین تعداد کل ریزش میوه در ارقام اسکندر، A200 و سهند مشاهده شد. بیشترین درصد ریزش میوه در اثر نیش زنبور در ارقام آذر، شکوفه، اسکندر، فرانیس و ژنوتیپ ALC721 و کمترین درصد ریزش میوه در اثر نیش زنبور در ارقام A200 و سهند بود (جدول ۵).

ترجیح میزبانی زنبور روی ارقام بادام. تجزیه واریانس میانگین تعداد اثر نیش های زنبور مغزخوار بادام روی میوه بادام روی ارقام مختلف مورد آزمایش بادام نشان داد که بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام از لحاظ تعداد اثر نیش های مغزخوار بادام اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (P <۰/۰۰۰۱ P، ۱۸ و ۶ =df و F= ۶۴.۶۱). مقایسه میانگین تعداد اثر نیش های مغزخوار بادام روی میوه ارقام مختلف بادام در آزمایش آنتی زنوز در سطح احتمال یک درصد نشان داد که رقم آذر با میانگین ۲/۰۷ نیش در هر میوه دارای بالاترین تعداد نیش زنبور بود. رقم A200 در گروه دوم و ارقام شکوفه، ALC721 و اسکندر در هر دو گروه قرار داشتند. ارقام سهند و فرانیس با میانگین ۰/۶ نیش در هر میوه دارای کمترین تعداد نیش زنبور بودند و در گروه سوم قرار گرفتند. (جدول ۶).

پاسخ بویایی زنبور مغزخوار بادام به ارقام مختلف بادام. طبق نتایج بدست آمده از تجزیه واریانس، بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام، از نظر تعداد زنبورهای ماده جلب شده اختلاف معنی دار در سطح احتمال یک درصد وجود داشت (P < ۰/۰۰۰۱، ۷۲ و ۷ =df و F= ۶/۴۴). مقایسه دو به دو میانگین تعداد زنبورهای ماده جلب شده به ارقام مختلف بادام در آزمایش بویایی سنجی در سطح احتمال یک درصد نشان داد که بیشترین تعداد زنبورهای ماده به ارقام آذر، شکوفه، اسکندر و ژنوتیپ ALC721 و کمترین تعداد زنبور به ارقام سهند، A200 و فرانیس جلب شدند (جدول۷).

جدول ۵– میانگین (± خطای استاندارد) تعداد و درصد میوه ریزش‌یافته در اثر نیش زنبور و تعداد و درصد میوه ریزش‌یافته در اثر عدم تلقیح و سایر عوامل.

Table 5. Mean (± SE) of number and percentage of fallen fruits due to wasp sting and number and percentage of fallen fruits due to lack of inoculation and other factors.

Varieties	Mean (± SE)				
	The total number of fallen fruits	The number of fallen fruits due to wasp stings	The number of fallen fruits due to other factors	The percentage of fallen fruits due to wasp stings	The percentage of fallen fruits due to other factors
Azar	72.75 ± 9.46 a	32.50 ± 3.42 ab	40.25 ± 6.95 ab	44.88 ± 3.35 a	55.12 ± 3.35 b
ALC721	71.50 ± 4.93 a	25.75 ± 3.59 c	45.75 ± 4.99 a	36.04 ± 4.77 ab	63.96 ± 4.77 b
Shokoofeh	77.50 ± 7.05 a	35.25 ± 2.36 a	42.25 ± 9.25 ab	45.92 ± 6.52 a	54.08 ± 6.52 b
Eskandar	41.25 ± 3.59 b	14.51 ± 3.11 d	26.75 ± 4.03 b	35.22 ± 7.81 ab	64.78 ± 7.81 b
A200	41.01 ± 1.83 b	04.01 ± 2.16 e	37.01 ± 3.56 ab	9.87 ± 5.56 b	90.13 ± 5.56 a
Sahand	40.01 ± 2.16 b	03.50 ± 0.58 e	36.51 ± 1.73 ab	8.72 ± 1.11 b	91.28 ± 1.11 a
Ferragnes	74.25 ± 2.87 a	27.50 ± 1.91 bc	46.75 ± 1.71 a	37.02 ± 1.66 a	62.98 ± 1.66 b

The means followed by the same letters in each column are not significantly

جدول ٦– میانگین (± خطای استاندارد) تعداد اثر نیش‌ها؛

Table 6. Mean (±SE) of number of bites of almond seed wasp on the fruit of different varieties in the antixenosis test in laboratory conditions.

Varieties	Mean of number of bites in 10 fruit	Mean of number of bites per fruit
Azar	20.67 ± 9.61 a	2.07 ± 0.96 a
ALC721	16.16 ± 8.28 ab	1.61 ± 0.82 ab
Shokoofeh	16.67 ± 7.24 ab	1.67 ± 0.72 ab
Eskandar	6.04 ± 6.32 ab	0.60 ± 0.63 ab
A200	14.03 ± 6.32 b	1.40 ± 0.63 b
Sahand	6.12 ± 5.07 c	0.61 ± 0.43 c
Ferragnes	6.03 ± 5.07 c	0.60 ± 0.51 c

The means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.01).

جدول ۷– مقایسه تعداد زنبورهای ماده جلب شده به ارقام مختلف بادام در آزمایش بویایی‌سنجی.

Table 7. The camparison of number of female wasps attracted to different varieties of almonds in the olfactory test.

	Treatments	t-test	No.	Treatments	t-test	No.	Treatments	t-test
1	Azar Shokoofeh indifferent	4.3 ± 0.84 a 4.5 ± 0.71 a 1.2 ± 0.48	8	Shokoofeh Sahand indifferent	6.3 ± 0.92 a 3.2 ± 0.64 b 0.5 ± 0.33	15	Eskandar ALC721 indifferent	4.6 ± 0.73 a 4.5 ± 0.77 a 0.9 ± 0.82
2	Azar Eskandar indifferent	4.6 ± 0.67 a 5.1 ± 0.48 a 0.3 ± 0.33	9	Shokoofeh Ferragnes indifferent	5.8 ± 0.89 a 4.0 ± 0.56 b 0.2 ± 0.18	16	Sahand Ferragnes indifferent	4.1 ± 0.65 a 4.3 ± 0.84 a 1.6 ± 0.86
3	Azar Sahand indifferent	6.4 ± 0.74 a 3.0 ± 0.70 b 0.6 ± 0.32	10	Shokoofeh A200 indifferent	5.3 ± 0.76 a 3.9 ± 0.54 b 0.8 ± 0.53	17	Sahand A200 indifferent	3.8 ± 0.66 a 4.6 ± 0.84 a 1.6 ± 0.63
4	Azar Ferragnes indifferent	5.7 ± 0.91 a 4.1 ± 0.53 b 0.2 ± 0.14	11	Shokoofeh ALC721 indifferent	4.8 ± 0.75 a 4.8 ± 0.61 a 0.4 ± 0.44	18	Sahand ALC721 indifferent	3.6 ± 0.59 b 6.0 ± 0.77 a 0.4 ± 0.34
5	Azar A200 indifferent	5.1 ± 0.86 a 3.9 ± 0.63 b 1.0 ± 0.58	12	Eskandar Sahand indifferent	6.1 ± 0.84 a 3.5 ± 0.84 b 0.4 ± 0.37	19	Ferragnes A200 indifferent	4.2 ± 0.66 a 4.3 ± 0.69 a 1.5 ± 0.66
6	Azar ALC721 indifferent	4.9 ± 0.75 a 4.6 ± 0.52 a 0.5 ± 0.29	13	Eskandar Ferragnes indifferent	5.8 ± 0.74 a 3.8 ± 0.57 b 0.4 ± 0.35	20	Ferragnes ALC721 indifferent	3.7 ± 0.64 b 5.1 ± 0.72 a 1.2 ± 0.77
7	Shokoofeh Eskandar indifferent	4.4 ± 0.74 a 4.9 ± 0.74 a 0.7 ± 0.22	14	Eskandar A200 indifferent	5.7 ± 0.68 a 3.2 ± 0.58 b 1.1 ± 0.79	21	A200 ALC721 indifferent	4.0 ± 0.73 b 4.9 ± 0.68 a 1.1 ± 0.81

The means followed by the same letters in each column are not significantly different (P<0.01).

بحث و نتیجه گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در آخر فصل زراعی، رقم آذر بیشترین درصد آلودگی میوه به زنبور مغزخوار بادام را در بین ارقام مورد آزمایش بادام داشت. بعد از رقم آذر، رقم شکوفه و ژنوتیپ در دست معرفی ALC721 دارای درصد آلودگی بالایی به زنبور مغزخوار بادام بودند. ارقام فرانیس، سهند، A200 و اسکندر کمترین درصد آلودگی میوه به زنبور مغزخوار بادام را داشتند. نتایج همچنین نشان داد که در زمان ظهور حشره کامل زنبور مغزخوار بادام، بالاترین درصد میوه ریخته شده در اثر نیش زنبور در ارقام شکوفه و آذر بود. در همین زمان، ارقام شکوفه و آذر دارای بیشترین اندازه و وزن میوه در بین ارقام مورد آزمایش بادام بودند. بنابراین می توان نتیجه گرفت که ارقام آذر و شکوفه به دلیل بزرگ و درشت بودن میوه بیشتر مورد حمله و تخمریزی زنبور مغزخوار بادام قرار گرفتند. این نتیجه با مطالعات Talhouk (1977) مطابقت دارد. ایشان گزارش کرد که برخی عوامل فیزیکی در تخمریزی زنبور مغزخوار بادام تاثیر دارد و این زنبور معمولاً میوه های بزرگ و درشت بادام را برای تخمریزی انتخاب می کند. بررسی های Saeidi *et al.* (2021) نیز نشان داد که بیشترین و کمترین ریزش میوه های نارس به ترتیب در رقم فرانیس (۳/۲۱ ± ۸۰/۷۰ درصد) و ژنوتیپ هوره (۱/۱۲ ± ۲/۴۳ درصد) بود.

بررسی پاسخ بویایی زنبور مغزخوار بادام به ارقام مختلف بادام نشان داد که بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام، از نظر تعداد زنبورهای ماده جلب شده به میوه آنها اختلاف معنی دار وجود داشت. نتایج نشان داد که بیشترین تعداد زنبورهای ماده به ارقام آذر، شکوفه، اسکندر و ژنوتیپ ALC721 و کمترین تعداد زنبور به ارقام سهند، A200 و فرانیس جلب شدند. ترکیبات فرار میوه نقش مهمی در انتخاب میزبان و تخمریزی افراد ماده زنبور مغزخوار بادام دارد بطوریکه بررسی‌های Kouloussis & Katsoyannos (1994) در رابطه با پاسخ بویایی زنبور مغزخوار بادام به ترکیبات شیمیایی میوه نشان داد که زنبورهای ماده برای تخمریزی خود به طور معنی دار به بوی ناشی از میوه های بادام عکس العمل نشان می دهند و ترکیبات شیمیایی نقش اساسی در انتخاب میزبان و تخمریزی زنبورهای ماده بازی می کنند. جلب کمتر زنبورهای ماده مغزخوار بادام به رقم فرانیس در این تحقیق، با نتیجه تحقیق Saeidi *et al.* (2021) مطابقت نداشت که می‌تواند احتمالاً بدلیل متفاوت بودن ارقام مورد آزمایش و یا شرایط متفاوت انجام دو آزمایش باشد. در بین ارقامی که بیشترین تعداد زنبورهای ماده به آنها جلب شده بود سه رقم آذر، ALC721 و شکوفه در شرایط طبیعی آلودگی بالایی را به این آفت داشتند. رقم اسکندر با وجود اینکه تعداد زنبور ماده بیشتری را در آزمایش پاسخ بویایی جلب کرد ولی نسبت به سه رقم مذکور، ریزش کمتر میوه در اثر نیش زنبور و نیز آلودگی کمتر میوه را نشان داد. دلیل این امر احتمالاً بعلت بسیار دیرگل بودن این رقم و کوچک بودن میوه در زمان ظهور و اوج ظهور حشرات کامل زنبور مغزخوار بادام نسبت به سایر ارقام بادام بود. ولی در هر حال، این رقم نسبت به ارقام سهند، فرانیس و A200 درصد آلودگی بیشتری را نشان داد. نتایج بدست آمده نشان می دهد که رابطه مستقیمی بین پاسخ بویایی زنبورهای مغزخوار و درصد آلودگی میوه‌های بادام وجود دارد. این نتایج با داده‌های Noorbakhsh & Abaei (1998) مطابقت داشت. آنها گزارش کردند که زنبور مغزخوار بادام توسط حس بویایی قدرت انتخاب میزبان را دارد.

نتایج آزمایش بویایی‌سنجی که توسط Saeidi *et al.* (2015) انجام شد نشان داد که اختلاف معنی داری بین تعداد زنبور جلب شده به ژنوتیپ "هوره" و "رقم مامایی" وجود داشت به این صورت که ۶۶ درصد زنبورهای ماده جفتگیری کرده به رقم "مامایی" و ۲۷ درصد به ژنوتیپ " هوره" جلب شدند و ۶ درصد زنبورها نیز به مواد منتشره از میوه ها واکنشی نشان ندادند. مقایسه ژنوتیپ "شوراب" و رقم "مامایی" هم نشان داد که اختلاف معنی داری بین آنها از نظر تعداد زنبور جلب شده وجود نداشت و ژنوتیپ "هوره" بعنوان ژنوتیپ مقاوم به زنبور مغزخوار بادام انتخاب شد. بررسی تعداد نیش زنبور مغزخوار بادام در ارقام مختلف در آزمایش آنتی زنوز نشان داد که رقم آذر دارای بالاترین نیش زنبور بود که نشان می دهد که کایرومون مترشحه از میوه های این رقم در انتخاب بستر

تخمریزی موثر بوده است زنبور ماده به راحتی روی این رقم تخمریزی انجام می دهد. ارقام سهند و فرانیس دارای کمترین نیش زنبور بودند که نشان از عدم رجحان زنبور برای تخمریزی روی این ارقام است. در تحقیق انجام یافته توسط Saeidi *et al.* (2015) نیز مشخص شد که ژنوتیپ "هوره" دارای بیشترین تعداد نیش زنبور و رقم "مامایی" دارای کمترین تعداد نیش زنبور بود. نتیجه تحقیقی دیگر که توسط Saeidi *et al.* (2021) در خصوص پاسخ بویایی انجام شد نشان داد که افراد ماده *E. amygdali* در مقایسه با ژنوتیپ هوره به شدت جذب میوه‌ها و عصاره‌های میوه "ارقام مامایی" و "فرانیس" شدند.

بطور کلی نتایج نشان داد که در بین ارقام مختلف مورد آزمایش بادام، ارقام آذر و شکوفه بیشترین جلب تعداد زنبور ماده، بیشترین ریزش میوه در اثر نیش زنبور و نیز بالاترین درصد آلودگی را به این آفت نشان دادند و حساس ترین ارقام به زنبور مغزخوار بادام بودند. بعد از این دو رقم، ژنوتیپ ALC721 با میزان ریزش بالای میوه در اثر نیش زنبور و نیز درصد آلودگی بالا در آخر فصل قرار داشت. ارقام آذر و شکوفه و نیز ژنوتیپ ALC721 با وجود حساسیت به زنبور مغزخوار بادام بعلت دارا بودن خصوصیات مطلوب باغبانی بویژه عملکرد بالا و خصوصیات مغز و کاغذی بودن میوه در صورت کنترل مناسب آفت زنبور مغزخوار بادام می توانند بعنوان ارقام مناسب در منطقه کشت شوند. ارقام فرانیس و اسکندر با وجود اینکه در زمان برداشت میوه درصد آلودگی پایینی به زنبور مغزخوار بادام داشتند ولی میزان ریزش میوه در آنها در زمان تخمریزی زنبور بالا بود. ارقام سهند و A200 دارای کمترین ریزش میوه در اثر نیش زنبور و نیز کمترین درصد آلودگی به این آفت بودند و جزو مقاوم ترین ارقام بادام به زنبور مغزخوار بادام بودند. این ارقام در عین حال دارای خصوصیات مطلوب باغبانی بوده و قابل توصیه هستند.

سپاسگزاری

از مدیریت های محترم ایستگاه تحقیقات باغبانی سهند (آقایان مهندس صادق زاده و مهندس یعقوبی) به خاطر همکاری در اجرای این پروژه صمیمانه تشکر می شود. همچنین از دوست و همکار گرامی جناب آقای دکتر غلامحسین قره خانی دانشیار گروه گیاهپزشکی دانشگاه مراغه برای همکاری در اجرای آزمایش‌های بویایی سنجی تشکر می شود.

REFERENCES

Akrami, F., Kazemi, M.H. & Damnabi, K. (1981) Almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein. Iran Plant Protection Organization of the Ministry of Agriculture and Rural Development, 28, 15-26. [In Persian]

Anonymous (2019) Statistics of the Agricultural Jihad Organization of East Azarbaijan province. 9 p. [In Persian]

Avand-Faghih, A., Lotfalizadeh, H., Koliaei, R., Roshandel, S. & Jafari Nadoshen, A. (2007) Identification of seed wasps (Hym.: Eurytomidae) of stone fruit trees in Iran and study on the mode of reproduction of almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hym.: Eurytomidae) and the evaluation of the efficiency of its sex pheromone on the Iranian population. The final report of the national project, Iranian Research Institute of Plant Protection, 21 p. [In Persian]

Azmayesh Fard, P. (2014) Fruit Pests and Management. Sepehr publication center. 864 p. [In Persian]

Damanabi, K., Akrami, F. & Kazemi, M.H. (1980) Almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein. Agricultural Research and Extension Organization, 176, 14 p. [In Persian]

Doğanlar, O., Yıldırım, A. E. & Doğanlar, M. (2006) Natural enemy complex of *Eurytoma amygdali* Enderlein, 1907 (Hymenoptera, Eurytomidae) in Eastern Mediterranean region of Turkey; notes on their interaction and effectiveness. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences* 2(6), 282-286.

Ivanov, S. (1960) *Eurytoma amygdali* Enderlein. in Bulgaria and its control. *Vestnik Zashchity Rastenii* 8(5), 41-61.

Jafari Nodooshan, A. & Shamszadeh, M. (2006) Study of *Eurytoma amygdali* Enderlein, emergence duration from infested fruit and control ways in Yazd orchards almond. 17th Iranian Plant Protection Congress, 2-5 September, Pp. 361. [In Persian]

Khanmohamadi, F., Khajehali, J. & Izadi H. (2016) Biology and thermal requirements of the almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* (Hym.: Eurytomidae) in Zarinshar, Isfahan. *Plant Pest Research* 6 (3), 39-49. [In Persian]

Kouloussis, N. A. & Katsoyannos, B. I. (1994) Adult response of almond seed wasp, *Eurytoma amygdali*, to chemicals from its host and certain non-host. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 73 (3), 211-220. https://doi.org/10.1111/j.1570-7458. 1994. tb01858.x

Kouloussis, N. A. & Katsoyannos, B. I. (1995) Distribution and activities of *Eurytoma amygdali* (Hymenoptera: Eurytomidae) wasps on almond trees. *Annals of the Entomological Society of America* 88(4), 547-553. https://doi.org/10.1093/aesa/88.4.547

Lesne, P. (1919) Un Chalcididae nuisible à l'amandier dans la région syrienne. *Extrait des Annales des Épiphyties* 6: 14 pp.

Lotfalizadeh, H., Avand-Faghih, A., Roshandel, S. & Jafari Nadoshen, A. (2008) Parasitoids of the almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hym.: Eurytomidae) in Iran (short report). *Applied Entomology and Phytopathology* 75(2), 151-152. [In Persian]

Mentjelos, J. & Atjemis, A. (1970) Studies on the biology and control of *Eurytoma amygdali* in Greece. *Journal of Economic Entomology* 63(6), 1934-1936. https://doi.org/ 10.1093/jee/63.6.1934

Mohammadi Khoramabadi, A. & Amin, H. (2006) Preliminary screening of several varieties of almonds to almond seed wasp *Eurytoma amygdali* Enderlein in Mehriz of Yazd province. 17th Iranian Plant Protection Congress, 2-5 September Pp. 314. [In Persian]

Mohammadi-Khramabadi, A. & Arzani, A. (2010) Evaluation of some morphological characteristics in five almond cultivars and their relationships with seed infestation and resistance to the almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hym.: Eurytomidae), in Yazd province, Iran. *Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources* 16 (2), 197-205. [In Persian]

Noorbakhsh, S. H. & Abaei, M. (1998) Determining the economic damage of *Eurytoma amygdali* and evaluating the method of mechanical control and natural enemies in reducing its population. Chahar Mahal and Bakhtiari Agricultural Research Center. The final report of the research project, Iranian Research Institute of Plant Protection, 15 pp. [In Persian]

Noorbakhsh, S. H., Saeidi, Z. & Moradi, H. (2008) Study resistance of 10 almond commercial varieties to almond seed wasp *Eurytoma amygdali*. 18th Iranian Plant Protection Congress, 24-27 August, Pp. 376. [In Persian]

Roshandel, S. & Noorbakhsh, S. H. (2005) The effect of cold on the population of the almond seed wasp *Eurytoma amygdali* End. in the almond orchards of Chahar Mahal and Bakhtiari province. Proceedings of the applied scientific conference on ways to deal with frostbite. The field of promotion and exploitation system of Jihad Keshavarzi Organization of Yazd province. pp. 345-343. [In Persian]

Saeidi, Z., Nourbakhsh, S. H., Heydari, M., Nemati, A. & Khalil Moghadam, A. (2015) Investigating the mechanism of resistance of different almond genotypes to *Eurytoma amygdali*. 22nd Iranian Plant Protection Congress, Karaj, September 6-9, Pp. 646. [In Persian]

Saeidi, Z. (2021) Resistance of different almond cultivars/genotypes to almond fruit wasp, *Eurytoma amygdali* (Hymenoptera: Eurytomidae). *Journal of Crop Protection* 10 (3), 535-545.

Talhouk, A. S. (1977) Contribution to the knowledge of almond pests in east Mediterrenean countries. V. Fruit-feeding insects, *Eurytoma amygdali* End. and *Anarsia lineatella* Z. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 83, 145-154. https://doi.org/10.1111/j.1439-0418. 1977.tb02384.x

Tzanakakis, M. E., Karakassis, E. J., Tsaklidis, G., Karabina, E. Ch., Argalavini, I. Ch. & Arabatzis, I. G. (1991) Diapause termination in the almond seed wasp, *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hym., Eurytomidae), in northern Greece and under certain photoperiods and temperatures. *Journal of Applied Entomology* 111, 86-98. https://doi.org/10.1111/ j.1439-0418.1991.tb00298.x

Tzanakakis, M. E., Papadopoulos, N. T., Katsoyannos, B. I., Drakos, G. N. & Manolakis, E. (1997) Premature fruit drop caused by *Eurytoma amygdali* (Hymenoptera: Eurytomidae) on three almond varieties. *Journal of Economic Entomology* 90(6), 1635-1640. https://doi.org/10.1093/jee/90.6.1635

Resistance of different almond varieties to *Eurytoma amygdali* (Hymenoptera, Eurytomidae)

Masoud Taghizadeh, Hossein Lotfalizadeh, Davoud Shirdel & Jalil Dejampour

Agricultural and Natural Resources Research Center of East Azarbaijan, Tabriz, Iran

✉ taghizadeh2008@yahoo.com https://orcid.org/0000-0003-4511-125X
✉ lotfalizadeh2001@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-7927-819X
✉ dshirdel@yahoo.com https://orcid.org/0000-0002-6506-1854
✉ dejampour@yahoo.com https://orcid.org/0000-0001-9854-1048

Article History
Received: 31 July 2022 | *Accepted:* 24 September 2022 | Subject Editor: Hossein Ranjbar Aghdam

Abstract
Eurytoma amygdali Enderlein is one of the most important pests of almond trees in Iran. In this investigation, seven new and commercial almond varieties and genotypes were evaluated in East Azarbaijan province. The results showed that there was a significant difference among the different varieties of almonds ($P<0.01$) in terms of infestation percentage of almond fruits. Azar and Shokoofeh varieties and genotype ALC721 with an average of more than 50% infestation had the highest infestation percentage among the tested varieties, whereas Ferragnes, Sahand, A200 and Eskandar with less than 10% infestation had the lowest infestation percentage to this pest. study the number of wasp stings in the antixenosis test showed that Azar variety with an average of 2.07±0.96 had the highest wasp stings, whereas Sahand and Ferragness (with the mean of 0.61±0.43 and 0.60±0.51, respectively) had the lowest wasp stings. The highest percentage of fallen fruits due to wasp stings were observed in Azar, Shokoofeh, Eskandar, Ferragnes and ALC721 with an average of more than 35% and the lowest percentage of fallen fruits observed in A200 and Sahand with an average of less than 10%. The results of olfactory test showed that the highest number of female wasps was attracted to Eskandar, Azar, ALC721 and Shokoofeh varieties, whereas the lowest was attracted to Sahand and Ferragnes varieties. In general, the results of this study showed that Azar and Shokoofeh varieties and genotype ALC721 were the most susceptible varieties to almond seed wasp among the studied varieties. Ferragnes and Eskandar varieties, despite the high percentage of fruit drop due to wasp stings, had a low infestation percentage of almond fruits at the end of the season. Sahand and A200 varieties with the lowest percentage of fruit drop due to wasp stings and also the lowest infestation percentage of almond fruits at the end of the season were the most resistant varieties to the almond seed wasp.

Key words: Pest management, Resistant varieties**,** Olfactometry, Morphological characteristics, Host preference.

Corresponding Author: Masoud Taghizadeh (Email: taghizadeh2008@yahoo.com)

***Citation*:** Taghizadeh, M., Lotfalizadeh, H., Shirdel, D. and Dejampour, J. (2022) Resistance of different almond varieties to *Eurytoma amygdali* Enderlein (Hymenoptera, Eurytomidae). *J. Entomol. Soc. Iran*, 42 (2), 91–100. https://doi.org/10.52547/jesi.42.1.8