

Research Article

بررسی تغییرات جمعیت و فسارت شته آردی بادام، *Hyalopterus amygdali*، روی سیزده رقم تجاری بادام در استان چهارمحال و بختیاری، ایران

فاطمه مؤمنی شهرکی^۱، مجید کزازی^۱، زرییر سعیدی^۲ و بابک ظهیری^۱

- ۱- گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران
۲- بخش تحقیقات گیاهپزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی چهارمحال و بختیاری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شهرکرد، ایران

چکیده: شته *Hyalopterus amygdali* (Blanchard, 1840) یکی از آفات مهم بادام در استان چهارمحال و بختیاری است. تغییرات جمعیت و خسارت این شته در مدت دو سال (۱۴۰۱–۱۴۰۲) روی سیزده رقم تجاری بادام در این استان بررسی شد. نتایج بررسی تغییرات جمعیت شته نشان داد در هر دو سال نمونه‌برداری شته مورد بررسی فعالیت خود را از اواخر فرودین ماه روی درختان بادام شروع می‌کند و اوج جمعیت شته در هر دو سال در خرداد ماه است. میانگین تراکم جمعیت شته در سال اول نمونه‌برداری (۱۴۰۱) بالاتر از سال دوم بود. در سال ۱۴۰۱، رقم‌های مامایی (۴۲/۷۱ عدد شته)، شاهرود ۱۳ (۴۰/۰۸ عدد شته) و ربیع (۳۷/۶۴ عدد شته) به‌ترتیب دارای بالاترین میانگین تراکم شته در واحد نمونه‌برداری (سرشاخه) و رقم‌های شاهرود ۲۱ (۷/۱۴ عدد شته)، آیدین (۸/۱۷ عدد شته) و آراز (۱۰/۶۳ عدد شته) دارای کم‌ترین میانگین تراکم شته در هر سرشاخه بودند. در سال ۱۴۰۲ نیز بالاترین میانگین تراکم شته در هر سرشاخه روی رقم‌های شاهرود ۱۳ (۴۶/۴۲ عدد شته)، مامایی (۴۱/۶۸ عدد شته) و ربیع (۲۰/۴۲ عدد شته) و کم‌ترین میانگین تراکم شته در واحد سرشاخه روی رقم‌های شاهرود ۲۱ (۰/۸۰ عدد شته)، آراز (۰/۹۲ عدد شته) و آیدین (۱/۱۲ عدد شته) مشاهده شد. بر اساس تجزیه کلاستر که مبنای بررسی آن، میانگین تغییرات جمعیت و میانگین شاخص خسارت در دو سال بود نیز رقم‌های شاهرود ۱۳ و مامایی به عنوان رقم حساس و رقم‌های شاهرود ۲۱، آیدین و آراز به عنوان رقم مقاوم طبقه‌بندی شدند. استفاده از ارقام مقاوم در مدیریت این آفت توصیه می‌شود.

اطلاعات مقاله

دریافت: ۱۴۰۳/۰۶/۱۴

پذیرش: ۱۴۰۴/۰۲/۲۹

انتشار: ۱۴۰۴/۰۵/۰۱

دبیر تخصصی: آزاده کربمی ملاطی

نویسنده مسئول: مجید کزازی

ایمیل: mkazzazi@basu.ac.ir

کلمات کلیدی: بادام، نوسانات جمعیت، *Hyalopterus amygdali*، مقاومت، تجزیه کلاسترDOI: <https://doi.org/10.61186/jesi.45.3.7>

مقدمه

بادام با نام علمی *Prunus dulcis* (Mill) متعلق به خانواده Rosaceae می‌باشد. طبق آمار سازمان خواروبار جهانی (FAO) تولیدکننده اصلی بادام، کشور ایالات متحده آمریکا با ۶۸ درصد است. ایران با سهم ۱/۸ درصد از میزان تولید جهانی بادام در سال در رتبه پنجم قرار دارد (Anonymous, 2024). (Blackman, 2024) Eastop & تعداد گونه‌های شته فعال روی درختان بادام در سراسر جهان را ۲۱ گونه گزارش داده‌اند. طبق مطالعات (Nourbakhsh, 2003) شته‌های *Pterochloroides persicae* و *Hyalopterus amygdali* (Blanchard, 1840)، *B. amygdalinus* (Schout)، *Brachycaudus helichrysi* (Kalt.) (Cholodkovsky, 1899) مهم‌ترین گونه‌های خسارت‌زا روی ارقام مختلف بادام در استان چهارمحال و بختیاری بودند. شته آردی بادام با تغذیه از شیره گیاه باعث ایجاد خسارت مستقیم و همچنین به دلیل تولید عسلک و قارچ مولد دوده که روی آن رشد می‌کند و انتقال ویروس‌های گیاهی، مانند ویروس آبله آلو (plum pox virus) باعث خسارت غیرمستقیم به گیاه می‌شوند (Isac et al., 1998; Elibüyük, 2003).

شته آردی بادام متعلق به راسته‌ی Hemiptera، زیرراسته‌ی Stenorrhyncha، بالاخانواده‌ی Aphidoidea، خانواده‌ی Aphididae، زیرخانواده‌ی Aphidinae و قبیله‌ی Aphidini می‌باشد (Triplehorn & Johnson, 2005). این شته از روی بادام، آلو و نی (Phragmites sp.) در مناطق تفرش، اراک، تهران، اصفهان، شهرکرد، شیراز، مشهد و اهواز گزارش شده است (Rezواني & Radjabi, 1986). میزبان‌های اولیه شته آردی بادام، گیاهان هسته‌دار شامل آلو، هلو، زردآلو و بادام هستند و میزبان دوم آن Phragmites sp. است، در مناطق گرمسیری در تمام طول سال شته روی میزبان دوم با بکرزایی فعال است، اما در نقاط سردسیر به صورت تخم زمستان‌گذرانی می‌کند (Hodjat, 1993). شته‌ها در سطح زیرین برگ‌ها کلنی تشکیل می‌دهند و بر اثر تغذیه آن‌ها لبه برگ‌ها به سطح زیرین برگشته، پیچیده می‌شوند و رشد کم‌تری پیدا می‌کنند و همچنین برگ‌ها به علت آغشته شدن با مواد مومی سفید رنگ و عسلک تولید شده توسط شته حالت غبارگرفته پیدا می‌کنند. این شته در حالت طغیانی علاوه بر سطح زیرین برگ‌ها، روی سطح فوقانی برگ‌ها و سرشاخه‌ها نیز مشاهده می‌شوند (Ghorbali et al., 2008). اوج جمعیت شته

آردی بادام در نیمه اول خرداد ماه می‌باشد. این شته تا اوایل تابستان روی درخت بادام حضور دارد، و سپس روی میزبان دوم مهاجرت می‌کند و دوباره در پائیز روی میزبان اول (بادام) زمستان‌گذرانی می‌کند (Mashhadi Jafarlou, 2008).

بررسی تغییرات جمعیت و تعیین ارتباط بین تراکم جمعیت حشره و خسارت وارده به گیاه، نشانگر اهمیت اقتصادی یک گونه آفت می‌باشد (Dent, 2000). استفاده از ارقام مقاوم به عنوان یکی از مهم‌ترین ارکان برنامه مدیریت تلفیقی آفات می‌باشد (Smith, 2005). نوع گیاه میزبان و به‌ویژه نوع رقم نیز می‌تواند در کاهش جمعیت و خسارت شته‌ها مؤثر باشد.

در زمینه تغییرات جمعیت و خسارت شته آردی بادام و تأثیر رقم‌های مختلف روی تراکم جمعیت بررسی‌های اندکی صورت گرفته است. نوسانات فصلی جمعیت شته سبز بادام *B. amygdalinus* و شته آردی بادام *H. amygdali* در منطقه نجف‌آباد (اصفهان) (Ghorbali et al., 2008) بررسی شده است. بر اساس مشاهدات، اولین علائم تشکیل کلنی توسط شته در اواسط فرودین ماه تا اوایل اردیبهشت ماه و زمان طغیان در اواخر اردیبهشت ماه بود. اوایل خرداد ماه هیچ شته‌ای روی درخت بادام مشاهده نشد. در پائیز مجدداً در مهر ماه شته‌ها روی درخت بادام مشاهده شدند و در آبان ماه به صورت تخم زمستان‌گذرانی کردند (Ghorbali et al., 2008). تغییرات جمعیت شته آردی بادام در لیانینگ (Liaoning) چین (Huang et al., 1986) هم بررسی شده است. شته‌های مؤسس برای تشکیل کلنی از اواخر فرودین ظاهر شدند و اوج جمعیت آن‌ها در اوایل تا اواسط تیر ماه بود. مهاجرین پاییزی نیز مجدداً در نیمه دوم مهر ماه روی درختان بادام بازگشتند. در مطالعه‌ای (Nourbakhsh et al., 2007) تغییرات فصلی شته‌های *B. amygdalinus* و *B. helichrysi* را در شرایط آب و هوایی شهرکرد بررسی کردند. همچنین رابطه رشد و نمو این دو شته با دما را در شرایط آزمایشگاهی در شش دمای ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۷/۵ درجه سلسیوس مطالعه کردند. بر اساس نتایج به دست آمده، دمای بهینه برای رشد و نمو بین ۲۵ تا ۳۷/۵ درجه سلسیوس بود، در حالی که دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس سبب مرگ و میر بیش از ۹۰ درصد پوره‌ها گردید (Nourbakhsh et al., 2007).

با توجه به اینکه تاکنون مطالعه‌ای در خصوص تغییرات جمعیت و خسارت شته آردی بادام در استان چهارمحال و بختیاری انجام نشده است و از طرفی طبق بررسی نگارندگان (منتشر نشده) این آفت مهم‌ترین شته خسارت‌زا در باغ‌های بادام شهرستان فرخ‌شهر استان چهارمحال و بختیاری است، این مطالعه با هدف بررسی تغییرات جمعیت شته آردی بادام و ارزیابی خسارت آن روی ارقام مختلف بادام در این منطقه اجرا شد. نتایج این تحقیق در شناسایی ارقام مقاوم و متحمل بادام و به کارگیری آن‌ها در برنامه مدیریت تلفیقی آفت سودمند خواهد بود.

مواد و روش‌ها

منبع گیاهی. این پژوهش روی سیزده رقم بادام با نام‌های آراز، آیدین، اسکندر، ربیع، شاهرود ۶، شاهرود ۷، شاهرود ۸، شاهرود ۱۰، شاهرود ۱۲ (فرانسیس)، شاهرود ۱۳، شاهرود ۲۱، صبا و مامایی در باغ بادام مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان چهارمحال و بختیاری در یک قطعه زمین به مساحت ۱۰۰۰ متر مربع اجرا گردید. آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل سیزده تیمار و چهار تکرار در سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۰۱ انجام شد. برای یکنواختی اثر پایه از پایه GN 15 که حاصل از دورگ بادام Garfi و هلو Nemared است استفاده گردید (Felipe, 2009). پایه‌ها در سال ۱۳۹۹ کاشته شدند و در سال ۱۴۰۰، پیوندک ارقام مورد آزمایش روی آن‌ها پیوند شدند. تغذیه نهال‌ها بر اساس آزمون خاک، کنترل علف‌های هرز به صورت مکانیکی و عملیات آبیاری هر ۱۲ روز یک‌بار بود. در طول مدت نمونه‌برداری از هیچ نوع آفت‌کشی استفاده نشده بود.

بررسی تغییرات جمعیت شته آردی بادام روی ارقام بادام. برای بررسی تغییرات جمعیت شته آردی بادام، آماربرداری به طور منظم از زمان ظهور شته‌های مؤسس (اواخر فروردین ماه) شروع و تا پایان مهاجرت شته‌ها به میزبان ثانویه (اواسط تیر ماه) ادامه داشت. در فصل پاییز نیز آماربرداری به طور منظم از اوایل مهر ماه شروع و تا پایان تخم‌ریزی ادامه داشت. نمونه‌برداری به صورت تصادفی، در ساعات مشخصی از روز (۷ تا ۱۱ صبح) در چهار جهت جغرافیایی هر ده روز یک‌بار روی سیزده تیمار انجام شد. واحد نمونه‌برداری به پیروی از (Nourbakhsh et al., 2007) یک سرشاخه ۷ سانتی‌متری از هر نهال بود. برای آماربرداری، از هر تکرار سه نهال به طور تصادفی انتخاب و از هر کدام چهار سرشاخه در جهات مختلف انتخاب و تعداد شته‌های بالغ و پوره‌ها شمارش شدند. برای حفظ جمعیت روی هر رقم، شمارش شته‌ها به کمک لوپ دستی و روی نهال انجام شد.

ارزیابی خسارت شته آردی بادام روی ارقام بادام. همزمان با بررسی تغییرات جمعیت شته، میزان خسارت وارده به هر یک از رقم‌ها در سه تاریخ با فاصله بیست روز به پیروی از (Saeidi et al., 2012) از ۰ تا ۶ نمره‌دهی و به صورت زیر ارزیابی شد. ۰- بدون خسارت، ۱- پیچیدگی کمتر از ۱۰ درصد برگ‌ها، ۲- پیچیدگی ۱۱ تا ۲۰ درصد برگ‌ها، ۳- پیچیدگی ۲۱ تا ۴۰ درصد برگ‌ها، ۴- پیچیدگی ۴۱ تا ۶۰ درصد برگ‌ها، ۵- پیچیدگی ۶۱ تا ۸۰ درصد برگ‌ها و ۶- پیچیدگی بیش‌تر از ۸۰ درصد برگ‌ها.

آزمایش در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی شامل سیزده تیمار در چهار تکرار بود. برای ارزیابی خسارت در هر تکرار سه نهال و از هر نهال چهار سرشاخه در جهت‌های مختلف جغرافیایی به طور تصادفی انتخاب و بر اساس پیچیدگی برگ‌ها نمره‌دهی شدند. اولین ارزیابی بیست روز بعد از ظهور شته‌های مؤسس مصادف با مرحله فنولوژیکی رشد میوه، دومین ارزیابی تقریباً در زمان اوج جمعیت شته و در مرحله فنولوژیکی شروع تشکیل مغز و سومین ارزیابی در زمان مهاجرت بهاری شته‌ها در مرحله فنولوژیکی تکمیل مغز میوه، صورت گرفت (Mousavi et al., 2009).

تجزیه و تحلیل آماری. رسم نمودارهای تغییرات جمعیت شته روی ارقام مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار Excel انجام شد و داده‌ها با نرم‌افزار SAS 9.0 و با استفاده از روش ANOVA تجزیه و تحلیل شدند. مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح احتمال یک درصد انجام شد. از ضریب هم‌بستگی پیرسون با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.0 برای بررسی رابطه تراکم جمعیت شته با دما، رطوبت نسبی و بارندگی استفاده شد. برای گروه‌بندی ارقام از روش تجزیه کلاستر در نرم‌افزار

SAS استفاده شد، بدین صورت که بر اساس میانگین تغییرات جمعیت آفت روی هر رقم و میانگین شاخص خسارت وارده به گیاه، ارقام مورد مطالعه در چهار گروه از لحاظ مقاومت و حساسیت طبقه‌بندی شدند.

نتایج

بررسی نوسانات جمعیت و ارزیابی خسارت شته آردی بادام در سال ۱۴۰۱. بر اساس بررسی‌های انجام‌شده، شته آردی بادام از ۲۴ فروردین ماه روی درختان بادام شروع به فعالیت کرده و تشکیل کلنی داد. با ادامه نمونه‌برداری‌ها حاکی از آن بود که جمعیت به‌تدریج افزایش یافته و در ۲ خرداد ماه به اوج خود رسید. در برخی ارقام بادام که جمعیت شته بالا بود، پیچیدگی شدید برگ‌ها و ترشح زیاد عسلک مشاهده شد. از دهه اول خرداد به بعد جمعیت آفت به‌تدریج کاهش یافت و به طرف میزبان‌های ثانویه (احتمالاً گیاه علفی نی، *Phragmites* sp.) مهاجرت کردند. فعالیت شته آردی بادام تا ۲۲ خرداد روی ارقام بادام مشاهده شد و پس از آن تا اواخر مهر ماه شته‌ای از روی درخت بادام جمع‌آوری نشد.

در اوایل پائیز با خنک شدن هوا ماده‌های جنسی بدون بال و نرهای بال‌دار روی میزبان اولیه (درخت بادام) مشاهده شدند. آماربرداری‌ها نشان داد که اولین شته‌های بال‌دار در ۲۰ مهر ماه روی درخت بادام ظاهر و تا ۲۰ آبان شته‌ها از روی درختان بادام جمع‌آوری شدند، ولی بعد از این تاریخ شته‌ای مشاهده نشد. ماده‌ها بعد از جفت‌گیری روی درختان بادام (میزبان اول) تخم‌های زمستان‌گذران را در کنار جوانه‌ها قرار دادند.

تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون LSD نشان داد که تراکم جمعیت شته روی سیزده رقم بادام در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌داری داشتند (جدول ۱)، همچنین بین ارقام مورد مطالعه از نظر تراکم جمعیت و شاخص ارزیابی میزان خسارت در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۲). رقم‌های مامایی، شاهرود ۱۳ و ربیع به‌ترتیب با میانگین تراکم $11/54 \pm 42/71$ ، $11/79 \pm 40/08$ و $8/92 \pm 37/64$ شته در واحد نمونه‌برداری دارای بیش‌ترین آلودگی بودند که بر اساس داده‌های به‌دست‌آمده این رقم‌ها مطلوبیت بیش‌تری برای شته آردی بادام داشتند، در حالی که رقم‌های شاهرود ۲۱، آیدین و آراز به‌ترتیب با میانگین تراکم $5/05 \pm 7/14$ ، $2/67 \pm 8/17$ و $5/34 \pm 10/63$ شته در واحد نمونه‌برداری دارای کم‌ترین آلودگی بودند، بنابراین میزبان مناسبی برای شته آردی بادام نیستند و شته روی این رقم‌ها نمی‌تواند جمعیت خود را افزایش دهد. همچنین بیش‌ترین خسارت وارده به‌ترتیب روی رقم‌های مامایی، شاهرود ۱۳، ربیع و شاهرود ۱۰ و کم‌ترین آن روی رقم‌های شاهرود ۲۱، آراز و آیدین مشاهده شد (جدول ۲).

بر اساس میانگین تغییرات جمعیت آفت و میانگین خسارت وارده به گیاه، در سال ۱۴۰۱ ارقام مختلف بادام با تجزیه کلاستر گروه‌بندی شدند و نتایج نشان داد که رقم مامایی، ربیع و شاهرود ۱۳ رقم‌های حساس بودند، در حالی که ارقام شاهرود ۲۱، آیدین و آراز به عنوان ارقام مقاوم شناسایی شدند. سایر ارقام را می‌توان در سطح نیمه‌مقاوم و نیمه‌حساس گروه‌بندی کرد، به عبارتی مقاومت یا حساسیت متوسطی نسبت به آفت داشتند (شکل ۱).

بررسی نوسانات جمعیت و ارزیابی خسارت شته آردی بادام در سال ۱۴۰۲. جمعیت شته آردی بادام در سال ۱۴۰۲ در مقایسه با سال ۱۴۰۱ پایین‌تر بود. بررسی‌ها نشان داد که این شته در سال ۱۴۰۲ از ۱۹ فروردین ماه روی درختان بادام ظاهر و شروع به تشکیل کلنی کرد. ادامه نمونه‌برداری نشان داد، جمعیت به‌تدریج افزایش یافت و در ۱۷ خرداد ماه در بیش‌تر ارقام جمعیت به اوج خود رسید. بعد از آن، با افزایش تدریجی دما، افراد بال‌دار ظاهر و جمعیت آفت روی میزبان اولیه به تدریج کاهش و در هفته اول تیر ماه به صفر رسید. از تاریخ ششم تیر ماه تا ۲۵ مهر ماه هیچ شته‌ای از ارقام مورد مطالعه جمع‌آوری نشد. در اوایل پائیز با خنک شدن هوا، شته‌ها دوباره روی درختان بادام برگشتند و تا ۲۵ آبان ماه از روی درختان بادام جمع‌آوری شدند.

تجزیه آماری داده‌ها و مقایسه میانگین نشان داد که تراکم جمعیت شته آردی روی سیزده رقم بادام در نمونه‌برداری‌ها در سطح احتمال یک درصد تفاوت معنی‌دار داشت (جدول ۳). همچنین بین ارقام مورد مطالعه از نظر میانگین تغییرات جمعیت و میانگین شاخص خسارت وارده در سطح احتمال یک درصد اختلاف معنی‌دار وجود داشت (جدول ۴). در بررسی تغییرات جمعیت، رقم‌های شاهرود ۱۳، مامایی و ربیع به‌ترتیب با میانگین تراکم $28/31 \pm 46/42$ ، $21/14 \pm 41/68$ و $17/82 \pm 20/42$ شته در واحد نمونه‌برداری دارای بیش‌ترین آلودگی بودند، در حالی که رقم‌های شاهرود ۲۱، آراز و آیدین به‌ترتیب با میانگین تراکم $0/44 \pm 0/80$ ، $0/92 \pm 0/92$ و $1/12 \pm 0/68$ شته در واحد نمونه‌برداری دارای کم‌ترین آلودگی بودند. بیش‌ترین خسارت وارده روی رقم شاهرود ۱۳ و مامایی بود و کم‌ترین آن روی رقم شاهرود ۲۱ و آراز دیده شد.

گروه‌بندی ارقام مختلف بادام بر اساس میانگین تغییرات جمعیت آفت و میانگین خسارت وارده به گیاه در سال ۱۴۰۲ با تجزیه کلاستر نشان داد که رقم مامایی و رقم شاهرود ۱۳ رقم‌های حساس هستند (میزبان مطلوب) در حالی که ارقام شاهرود ۲۱، آراز، آیدین و صبا به عنوان ارقام مقاوم شناسایی شدند که جمعیت کم‌تری از شته روی این ارقام حضور داشت. سایر ارقام از نظر مقاومت یا حساسیت بین این دو گروه قرار گرفتند (شکل ۲).

رابطه بین نوسانات جمعیت شته آردی بادام و عناصر اقلیمی. آمار مربوط به میانگین دما، بارندگی و رطوبت ده روز قبل از هر نمونه‌برداری از ایستگاه هواشناسی مستقر در مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی شهرکرد استخراج و در جدول ۵ نشان داده شده است. طبق داده‌های موجود، اولین ظهور شته‌ها در سال ۱۴۰۱ روی درختان بادام زمانی اتفاق افتاد که در مدت ده روز قبل آن، حداقل دما بالاتر از صفر بوده است و همچنین هیچ بارندگی رخ نداده بود. در این سال و در شرایط مساعد (میانگین دما $14/44^{\circ}\text{C}$ ، میانگین رطوبت نسبی $16/3$ درصد) به شته آردی بادام اجازه داد تا روی برگ‌های بادام کلنی تشکیل دهد و جمعیت خود را افزایش دهد.

جدول ۱- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد شته *Hyalopterus amygdali* به ازای هر شاخه (واحد نمونه برداری) روی ارقام مختلف بادام در استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۴۰۱

Table 1. Comparison of mean (±SE) number of aphids *Hyalopterus amygdali* per branch (sampling unit) on tested different almond cultivars in Chaharmahal and Bakhtiari Province in 2022

Cultivar	Mean number of aphids per sampling unit (nymph and adult)											
	Date of Sampling											
	13/4/2022	23/4/2022	3/5/2022	13/5/2022	23/5/2022	02/06/2022	12/06/2022	12/10/2022	22/10/2022	1/11/2022	11/11/2022	
Aidin	0 ± 0 ^a	1.16 ± 0.95 ^a	2.33 ± 1.26 ^b	25.08 ± 19.35 ^a	53.91 ± 27.86 ^a	2.25 ± 0.71 ^a	0 ± 0 ^a	0.16 ± 0.09 ^{ab}	1.33 ± 0.78 ^{ab}	3.08 ± 1.51 ^a	0.58 ± 0.34 ^a	
Araz	0.08 ± 0.08 ^a	1.08 ± 0.87 ^a	2.41 ± 1.14 ^b	0.75 ± 0.47 ^a	109.5 ± 58.09 ^a	1 ± 0.7 ^a	0.41 ± 0.25 ^a	0.75 ± 0.47 ^{ab}	0.58 ± 0.39 ^b	0.33 ± 0.23 ^a	0 ± 0 ^a	
Eskandar	0.08 ± 0.08 ^a	1.25 ± 1.25 ^a	5.83 ± 4.33 ^{ab}	72.66 ± 40.16 ^a	101.66 ± 72.17 ^a	5.08 ± 2.36 ^a	0.75 ± 0.43 ^a	0 ± 0 ^b	0.16 ± 0.16 ^b	0 ± 0 ^a	2 ± 1.78 ^a	
Mamaei	0.33 ± 0.19 ^a	2.25 ± 1.23 ^a	18.33 ± 6.84 ^a	132.66 ± 78.33 ^a	200.33 ± 69.83 ^a	100.33 ± 52.40 ^a	13.16 ± 8.18 ^a	0.16 ± 0.09 ^{ab}	0.41 ± 0.20 ^b	1.16 ± 1.16 ^a	0.66 ± 0.66 ^a	
Rabei	0 ± 0 ^a	0.66 ± 0.56 ^a	10 ± 7.93 ^{ab}	103.91 ± 52.66 ^a	167.75 ± 91.30 ^a	77.75 ± 47.85 ^a	47.41 ± 34.60 ^a	0.25 ± 0.25 ^{ab}	3.75 ± 1.43 ^a	2.5 ± 1.72 ^a	0 ± 0 ^a	
Saba	0 ± 0 ^a	2 ± 0.98 ^a	4.5 ± 0.79 ^b	12.08 ± 8.56 ^a	139.75 ± 64.67 ^a	42.75 ± 41.30 ^a	43.91 ± 38.11 ^a	0.75 ± 0.47 ^{ab}	0.25 ± 0.15 ^b	0.33 ± 0.33 ^a	0 ± 0 ^a	
Shahrood 6	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1.08 ± 0.97 ^b	23.91 ± 12.62 ^a	157.83 ± 64.75 ^a	48.58 ± 13.51 ^a	73 ± 57.98 ^a	1.5 ± 1.17 ^{ab}	1.41 ± 0.76 ^b	0.58 ± 0.47 ^a	0.5 ± 0.5 ^a	
Shahrood 7	0.16 ± 0.16 ^a	0.25 ± 0.15 ^a	3.91 ± 3.15 ^b	92.5 ± 47.81 ^a	125.58 ± 71.32 ^a	79.33 ± 46.05 ^a	3.83 ± 3.16 ^a	2.66 ± 1.45 ^a	1 ± 0.68 ^{ab}	0.25 ± 0.25 ^a	0.25 ± 0.25 ^a	
Shahrood 8	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0.41 ± 0.31 ^b	32.5 ± 23.77 ^a	112.66 ± 41.90 ^a	63.08 ± 39.25 ^a	41.08 ± 41.08 ^a	2.16 ± 1.61 ^{ab}	0.66 ± 0.66 ^b	2.58 ± 1.66 ^a	0 ± 0 ^a	
Shahrood 10	0 ± 0 ^a	0.41 ± 0.25 ^a	8.75 ± 3.72 ^{ab}	125 ± 49.30 ^a	134.91 ± 75.17 ^a	85.58 ± 32.41 ^a	1.5 ± 0.61 ^a	1.5 ± 0.84 ^{ab}	2 ± 1.08 ^{ab}	0.08 ± 0.08 ^a	2.75 ± 1.42 ^a	
Shahrood 12	0.08 ± 0.08 ^a	1.41 ± 1.19 ^a	4.5 ± 3.57 ^b	37.08 ± 20.17 ^a	111.91 ± 47.03 ^a	11.5 ± 10.84 ^a	6.75 ± 5.88 ^a	0.25 ± 0.25 ^{ab}	0.75 ± 0.64 ^b	0 ± 0 ^a	1.25 ± 0.47 ^a	
Shahrood 13	0.16 ± 0.16 ^a	1.66 ± 1.17 ^a	9.58 ± 3.87 ^{ab}	109.116 ± 43 ^a	17623.66 ± 51.82 ^a	113.66 ± 67.11 ^a	27.25 ± 25.47 ^a	0.5 ± 0.28 ^{ab}	0.83 ± 0.83 ^b	1.41 ± 0.88 ^a	0 ± 0 ^a	
Shahrood 21	0 ± 0 ^a	0.08 ± 0.08 ^a	0.25 ± 0.25 ^b	3.75 ± 1.89 ^a	28.75 ± 28.75 ^a	28.33 ± 28.33 ^a	14.16 ± 12.73 ^a	0.58 ± 0.28 ^{ab}	1.91 ± 1.91 ^{ab}	0.08 ± 0.08 ^a	0.58 ± 0.28 ^a	

*Different letters indicate significant differences among almond cultivars at 1 % probability level using LSD test.

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار ارقام بادام در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۲- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد شته و میزان شاخص خسارت *Hyalopterus amygdali* به ازای هر شاخه (واحد نمونه برداری) روی ارقام

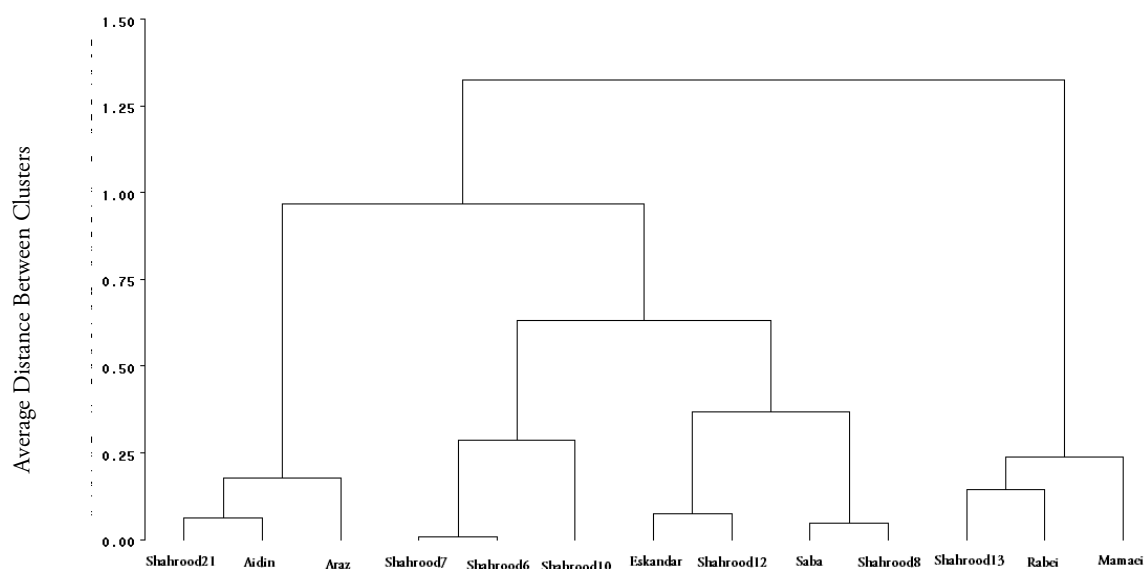
مختلف بادام در استان چهار محال و بختیاری در سال ۱۴۰۱

Table 2. Comparison of mean (±SE) number of aphids and damage index of *Hyalopterus amygdali* per branch (sampling unit) on tested different almond cultivars in Chaharmahal and Bakhtiari Province in 2022

Cultivar	Average population in 2022 (No/branch)		Average damage index in 2022	
Aidin	8.17 ± 2.67 ^{cd}		1.91 ± 0.25 ^{cd}	
Araz	10.63 ± 5.34 ^{bcd}		1.75 ± 0.25 ^{cd}	
Eskandar	17.23 ± 10.24 ^{abcd}		2.33 ± 0.49 ^{abcd}	
Mamaei	42.71 ± 11.54 ^a		3.5 ± 0.21 ^a	
Rabei	37.64 ± 8.92 ^{abc}		3.33 ± 0.27 ^{ab}	
Saba	22.39 ± 10.12 ^{abcd}		2.75 ± 0.36 ^{abcd}	
Shahrood 6	28.04 ± 8.26 ^{abcd}		2.91 ± 0.49 ^{abcd}	
Shahrood 7	28.16 ± 13.69 ^{abcd}		3 ± 0.40 ^{abc}	
Shahrood 8	23.20 ± 9.97 ^{abcd}		2.58 ± 0.28 ^{abcd}	
Shahrood 10	32.95 ± 12.66 ^{abcd}		3.25 ± 0.25 ^{ab}	
Shahrood 12	15.95 ± 5.50 ^{abcd}		2.16 ± 0.41 ^{bcd}	
Shahrood 13	40.08 ± 11.79 ^{ab}		3.5 ± 0.31 ^a	
Shahrood 21	7.14 ± 5.05 ^d		1.66 ± 0.13 ^d	

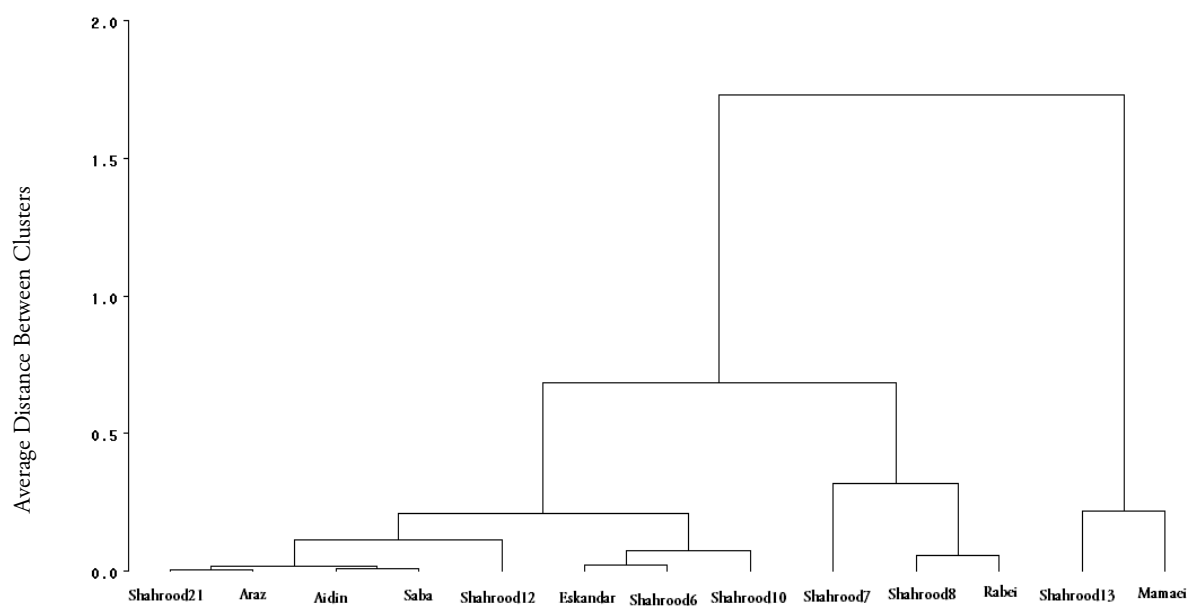
*Different letters indicate significant differences among almond cultivars at 1 % probability level using LSD test.

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار ارقام بادام در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD است.



شکل ۱- گروه‌بندی سیزده رقم بادام بر اساس میانگین تغییرات جمعیت و شاخص خسارت *Hyalopterus amygdali* در استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۴۰۱

Fig 1. Dendrogram of grouping the thirteen almond cultivars based on average population changes and damage index of *Hyalopterus amygdali* in Chaharmahal and Bakhtiari Province in 2022



شکل ۲- گروه‌بندی سیزده رقم بادام بر اساس میانگین تغییرات جمعیت و شاخص خسارت *Hyalopterus amygdali* در استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۴۰۲

Fig. 2. Dendrogram of grouping the thirteen almond cultivars based on average population changes and damage index of *Hyalopterus amygdali* in Chaharmahal and Bakhtiari province in 2023.

جدول ۳- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد شته *Hyalopterus amygdali* به ازای هر شاخه (واحد نمونه برداری) روی ارقام مختلف بادام در استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۴۰۳

Cultivar	Mean number of aphids per sampling unit (nymph and adult)												
	Date of Sampling												
	8/4/2023	18/04/2023	28/04/2023	8/5/2023	18/05/2023	28/05/2023	7/6/2023	17/06/2023	27/06/2023	17/10/2023	27/10/2023	6/11/2023	16/11/2023
Aidin	0 ± 0 ^a	1 ± 1 ^a	0 ± 0 ^a	2.91 ± 2.12 ^a	0 ± 0 ^b	1.16 ± 0.39 ^a	6.3 ± 9.33 ±	0 ± 0 ±	0 ± 0 ^a	0.08 ± 0.08 ^a	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^a	0.08 ± 0.08 ^a
Araz	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^b	2.91 ± 2.91 ^a	8.83 ± 8.83 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0.08 ± 0.08 ^a	0.16 ± 0.16 ^{ab}	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a
Eskandar	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^b	13.33 ± 9.83 ^a	40.33 ± 38.46 ^a	12.58 ± 4.96 ^a	1.5 ± 1.28 ^a	3.08 ± 1.60 ^a	1 ± 0.79 ^{ab}	0.58 ± 0.34 ^a	0.08 ± 0.08 ^a
Mamaei	0.08 ± 0.08 ^a	0 ± 0 ^{ab}	5.75 ± 5.75 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^b	214.08 ± 83.79 ^a	228.16 ± 200.50 ^a	85.25 ± 69.81 ^a	2 ± 2 ^a	3.83 ± 1.84 ^a	2.41 ± 1.88 ^a	0.5 ± 0.5 ^a	0 ± 0 ^a
Rabei	0 ± 0 ^a	0.083 ± 0.08 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^b	103.5 ± 99.86 ^a	134.33 ± 134.33 ^a	26.08 ± 18.38 ^a	0 ± 0 ^a	0.58 ± 0.47 ^a	0.83 ± 0.5 ^{ab}	0.08 ± 0.08 ^a	0 ± 0 ^a
Saba	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1.25 ± 1.25 ^a	0 ± 0 ^b	12.08 ± 6.18 ^a	1.25 ± 1.25 ^a	0.25 ± 0.25 ^a	0 ± 0 ^a	1.08 ± 1.08 ^a	0.41 ± 0.25 ^{ab}	0.16 ± 0.16 ^a	0 ± 0 ^a
Shahrood 6	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	3.16 ± 3.16 ^{ab}	30.83 ± 19.15 ^a	31.08 ± 19.11 ^a	0.75 ± 0.75 ^a	0 ± 0 ^a	0.41 ± 0.41 ^a	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a
Shahrood 7	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1.75 ± 1.43 ^b	10.33 ± 10.33 ^a	51.75 ± 51.75 ^a	101.08 ± 80.05 ^a	1.08 ± 0.87 ^a	1.5 ± 0.61 ^a	0.08 ± 0.08 ^{ab}	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a
Shahrood 8	0 ± 0 ^a	0.25 ± 0.25 ^a	0 ± 0 ^a	1.41 ± 1.41 ^a	11.91 ± 6.13 ^a	64.58 ± 56.32 ^a	102.33 ± 86.77 ^a	43.08 ± 43.08 ^a	25.41 ± 25.41 ^a	1 ± 0.57 ^a	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a
Shahrood 10	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1.25 ± 1.25 ^a	0 ± 0 ^b	0.25 ± 0.15 ^a	34.58 ± 34.58 ^a	52.5 ± 50.25 ^a	0.75 ± 0.75 ^a	0.25 ± 0.15 ^a	0 ± 0 ^b	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a
Shahrood 12	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	3.08 ± 3.08 ^a	2.5 ± 2.5 ^b	3.41 ± 2.76 ^a	29.75 ± 29.75 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	3.5 ± 1.87 ^a	0.41 ± 0.31 ^{ab}	1.75 ± 1.75 ^a	0 ± 0 ^a
Shahrood 13	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	0.5 ± 0.5 ^a	4.66 ± 4.66 ^{ab}	218.5 ± 216.28 ^a	230 ± 223.6 ^a	148.16 ± 146.5 ^a	0 ± 0 ^a	0.25 ± 0.25 ^a	0.16 ± 0.16 ^{ab}	0.75 ± 0.75 ^a	0.5 ± 0.5 ^a
Shahrood 21	0 ± 0 ^a	0 ± 0 ^a	1.66 ± 1.66 ^a	0.16 ± 0.16 ^a	0.83 ± 0.83 ^b	0.25 ± 0.25 ^a	0 ± 0 ^a	2.58 ± 2.47 ^a	0 ± 0 ^a	3.33 ± 2.29 ^a	0.75 ± 0.75 ^{ab}	0.83 ± 0.72 ^a	0 ± 0 ^a

*Different letters indicate significant differences among almond cultivars at 1 % probability level using LSD test.

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار ارقام بادام در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۴- مقایسه میانگین (± خطای معیار) تعداد شته و میزان شاخص خسارت *Hyalopterus amygdali* به ازای هر شاخه (واحد نمونه برداری) روی ارقام مختلف بادام در استان چهارمحال و بختیاری در سال ۱۴۰۳

Table 4. Comparison of mean (±SE) number of aphids and damage index of *Hyalopterus amygdali* per branch (sampling unit) on tested different almond cultivars in Chaharmahal and Bakhtiari Province in 2023

Cultivar	Average population in 2023 (No/branch)	Average damage index in 2023
Aidin	1.12 ± 0.68 ^c	1.41 ± 0.15 ^{de}
Araz	0.92 ± 0.92 ^c	1.33 ± 0.13 ^e
Eskandar	5.57 ± 2.90 ^{bc}	2 ± 0.13 ^{bede}
Mamaei	41.68 ± 21.14 ^{ab}	2.83 ± 0.16 ^a
Rabei	20.42 ± 17.82 ^{abc}	2.58 ± 0.15 ^{ab}
Saba	1.26 ± 0.49 ^c	1.5 ± 0.09 ^{de}
Shahrood 6	5.09 ± 1.89 ^{bc}	1.91 ± 0.08 ^{bede}
Shahrood 7	12.89 ± 8.29 ^{abc}	2.33 ± 0.19 ^{abc}
Shahrood 8	19.23 ± 6.39 ^{abc}	2.5 ± 0.28 ^{ab}
Shahrood 10	6.89 ± 4.03 ^{bc}	2.08 ± 0.08 ^{bed}
Shahrood 12	3.41 ± 2.17 ^{bc}	1.75 ± 0.15 ^{cde}
Shahrood 13	46.42 ± 28.31 ^a	3 ± 0.27 ^a
Shahrood 21	0.80 ± 0.44 ^c	1.33 ± 0.19 ^e

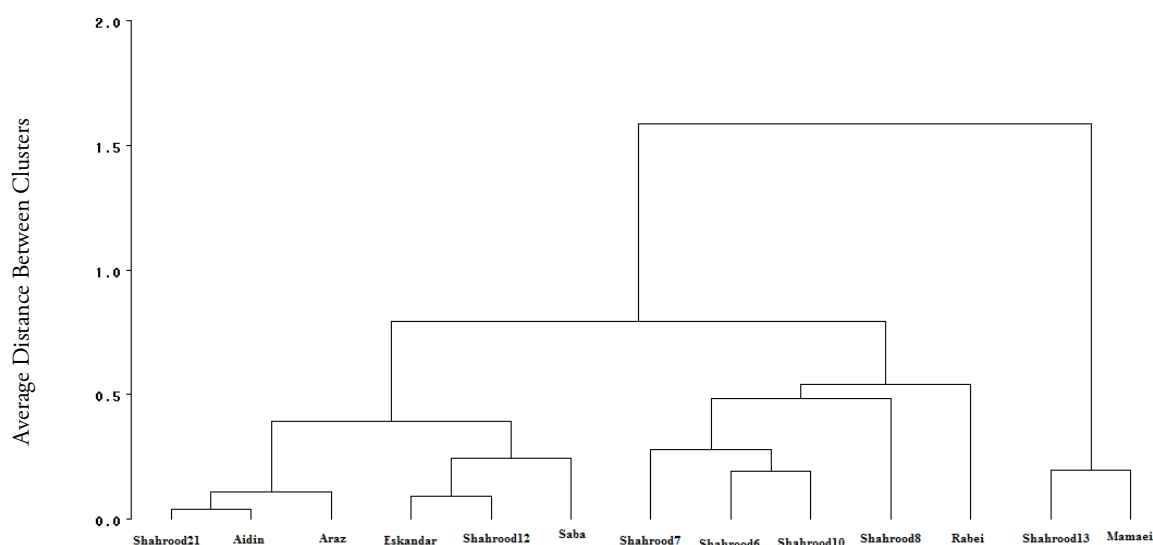
*Different letters indicate significant differences among almond cultivars at 1 % probability level using LSD test.

حروف متفاوت نشان دهنده تفاوت معنی دار ارقام بادام در سطح احتمال ۱ درصد بر اساس آزمون LSD است.

جدول ۵- میانگین ده روزه دما، بارندگی و رطوبت در استان چهارمحال و بختیاری برای دو سال (۱۴۰۱-۱۴۰۲)

Table 5. Ten-day average of temperature, precipitation, and humidity in Chaharmahal and Bakhtiari Province for two years (2022-2023)

Sampling date	Average Temperature (C°)	Average Precipitation (mm)	Average Humidity (%)
13/04/2022	14.44	0	16.3
23/04/2022	13.9	0.02	25.1
03/05/2022	13.89	0.34	40.0
13/05/2022	14.09	0.25	23.8
23/05/2022	17.24	0	17.2
02/06/2022	17.3	0	13.8
12/06/2022	21.65	0	13.9
12/10/2022	15.80	0	19.9
22/10/2022	14.18	0	22.7
01/11/2022	13.83	0.15	30.5
11/11/2022	8.98	4.06	58.9
08/04/2023	8.42	0.5	33.8
18/04/2023	11.66	0.49	39.4
28/04/2023	13.04	0.01	44.1
08/05/2023	13.29	0	30.5
18/05/2023	15.28	0.13	27.8
28/05/2023	17.72	0.38	34.7
07/06/2023	20.4	0	28.5
17/06/2023	20.66	0	27.7
27/06/2023	21.99	0	19.1
17/10/2023	16.47	0	28.7
27/10/2023	12.33	1.12	50.7
06/11/2023	12.15	0.45	56.0
16/11/2023	10.56	0.08	44.2



شکل ۳- گروه‌بندی سیزده رقم بادام بر اساس میانگین تغییرات جمعیت و شاخص خسارت *Hyalopterus amygdali* در استان چهارمحال و بختیاری در دو سال

Fig. 3. Dendrogram of grouping the thirteen almond cultivars based on average population changes and damage index of *Hyalopterus amygdali* in Chaharmahal and Bakhtiari province in two years

آمار سال ۱۴۰۲ نشان داد که پس از ظهور شته‌های مؤسس، پایین بودن میانگین دما (دما ۸/۴۲ درجه سلسیوس)، وقوع دماهای زیر صفر در بیشتر روزهای منتهی به نمونه‌برداری اول، همچنین وقوع بارندگی موجب خسارت و تلف شدن پوره‌های شته در اول فصل شد، بنابراین جمعیت اولیه آفت در سال دوم نسبت به سال اول کمتر بود. با افزایش تدریجی دما و کاهش رطوبت نسبی، جمعیت شته‌ها نیز افزایش یافت. سال اول (۱۴۰۱) وقتی میانگین دمای ده روز به ۱۷/۲۴ درجه سلسیوس افزایش و میانگین رطوبت نسبی به ۱۷/۲ درصد کاهش یافت، جمعیت آفت به اوج خود رسید. همچنین در سال دوم (۱۴۰۲) وقتی میانگین دما ۲۰/۴ درجه سلسیوس و میانگین رطوبت نسبی ۲۸/۵ درصد بود جمعیت به اوج خود رسید. محاسبه همبستگی بین تغییرات جمعیت شته آردی بادام در دو سال و عناصر

اقلیمی (میانگین دما، رطوبت نسبی و بارندگی) نشان داد که بین تغییرات جمعیت شته و دما یک همبستگی مثبت و معنی‌دار ($r=0.45$, $n=24$, $p=0.05$) وجود داشت اما با رطوبت نسبی ($r=-0.37$, $n=24$, $p=0.07$) و بارندگی ($r=-0.16$, $n=24$, $p=0.43$) همبستگی منفی بود.

بمٹ و نتیجه گیری

شته آردی بادام از آفات مهم بادام می‌باشد. در مطالعه حاضر تغییرات جمعیت این شته در دو سال بررسی شد. شرایط آب و هوایی، دشمنان طبیعی، کیفیت گیاه میزبان و گونه شته از مهم‌ترین عواملی هستند که روی تغییرات جمعیت شته‌ها مؤثر هستند (Dixon, 1998; Awmack & Leather, 2002). اطلاعات دقیق از تغییرات فصلی جمعیت اهمیت بسیار زیادی در توسعه برنامه مدیریت تلفیقی آفات دارد (Pedigo, 2002). در مطالعه حاضر شته آردی بادام در هر دو سال از اواخر فرودین ماه روی درختان بادام شروع به فعالیت کرد که داده‌های این مطالعه با پژوهش‌های (Ghorbali et al., 2008; Huang et al., 1986) تا حدودی مطابقت داشت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده اوج جمعیت شته آردی روی درختان بادام در سال ۱۴۰۱ در دوم خرداد ماه و در سال ۱۴۰۲ در ۱۷ خرداد ماه دیده شد. همچنین در سال اول تا اواخر خرداد ماه و در سال دوم تا اوایل تیر ماه این آفت از روی ارقام بادام جمع‌آوری شد و بعد از آن شته حضور نداشت که با پژوهش‌های (Huang et al., 1986; Ghorbali et al., 2008) مطابقت نداشت. در پژوهش هوآنگ اوج جمعیت اوایل تا اواسط تیر ماه بود و در مطالعه قریلی هم اوج جمعیت شته در ۲۵-۲۰ اردیبهشت ماه بود و در ۵ خرداد ماه هیچ شته‌ای از روی درخت بادام جمع‌آوری نشد. علت این تفاوت‌ها شرایط اقلیمی و آب و هوایی متفاوت مناطق مورد بررسی است که می‌تواند نقش مهمی در بروز این اختلاف‌ها داشته باشد. پژوهش قریلی در نجف‌آباد انجام شد که از نظر دمایی گرم‌تر از شهرکرد است و احتمالاً مهاجرت بهاری و تابستانی زودتر اتفاق افتاده است.

بر اساس نتایج به دست آمده در این پژوهش، بازگشت مهاجرین پاییزی روی درختان بادام در ۲۰ مهر ماه ۱۴۰۱ و ۲۵ مهر ماه ۱۴۰۲ مشاهده شد که با پژوهش‌های (Huang et al., 1986; Ghorbali et al., 2008) مطابقت داشت. همچنین بررسی تغییرات جمعیت، شته‌های بادام توسط (Nourbakhsh et al., 2007) در شهرستان شهرکرد استان چهارمحال و بختیاری نشان داد که شته‌های بال‌دار گونه‌های *Brachycaudus* در دهه دوم مهر ماه روی درختان بادام مشاهده شدند و تا نیمه دوم آبان ماه روی درختان بادام حضور داشتند.

تغییرات اقلیمی و آب و هوایی به صورت‌های مختلف می‌توانند بر پویایی جمعیت، توزیع، فراوانی، رفتار و تغذیه آفات گیاهی و دشمنان طبیعی آن‌ها اثر بگذارند (Khalique et al., 2014; Saeidi, 2022; Saeidi et al., 2023). مطالعه (Ghorbali et al., 2008) نشان داد که بروز دماهای زیر صفر درجه سلسیوس در اوایل فصل باعث تلفات شدید پوره‌های جوان شته آردی بادام شده است. نتایج پژوهش حاضر نیز این یافته را تایید می‌کند، و علت پایین بودن جمعیت آفت در سال دوم نمونه برداری (۱۴۰۲) نسبت به سال اول (۱۴۰۱)، وقوع دماهای زیر صفر در بیشتر روزهای منتهی به نمونه‌برداری اول و همچنین وقوع بارندگی در این زمان بوده است. تأثیر شرایط آب و هوایی به‌ویژه دما در بررسی تغییرات جمعیت اهمیت ویژه‌ای دارد. بررسی‌های (Latham & Mills, 2011) نشان داد که *H. pruni* در دمای ۳۵ درجه سلسیوس رشد کامل نکرده و مرگ و میر پوره‌ها را مشاهده کردند و در دمای بین ۲۵-۲۰ درجه سلسیوس سریع‌ترین رشد شته مشاهده شد. (Nourbakhsh et al., 2007) بیان کردند که شته‌های *B. amygdalinus* و *B. helichrysi* در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس در شرایط آزمایشگاهی قادر به زنده ماندن و ادامه فعالیت نیستند که در مطالعه حاضر نیز در اواخر بهار، مهاجرین بهاری ظاهر و جمعیت شته روی بادام به تدریج کاهش و به صفر رسید. در بررسی تغییرات فصلی جمعیت شته‌های غالب مرکبات روی ارقام پرتقال تامسون ناول و نارنگی انشو در غرب مازندران (Alizadeh et al., 2023) زمان‌های افزایش جمعیت شته‌ها مصادف با ماه‌هایی بود که شرایط دمایی و رطوبت نسبی برای رشد و تکثیر شته‌ها مناسب بود و در بقیه ماه‌ها که از نظر شرایط آب و هوایی مطلوب نبود، جمعیت شته‌ها سیر نزولی داشت، در واقع بین تراکم جمعیت شته‌ها با دما همبستگی مثبت و معنی‌دار دیده شد اما با رطوبت نسبی معنی‌دار نبود. نتایج پژوهش ما نیز نشان داد که همبستگی مثبت و معنی‌دار بین تغییرات جمعیت شته و دما وجود داشت اما با بارندگی و رطوبت نسبی همبستگی منفی بود. در پژوهش (Kök & Kasap, 2024) تأثیر دماهای مختلف روی پارامترهای زیستی شته *M. cerasi* بررسی شد و مشاهدات نشان داد که بیش‌ترین نرخ خالص تولید مثل (R_0) در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بود. نتایج تحقیق ما نیز نشان داد که با افزایش تدریجی دما در فصل بهار جمعیت آفت افزایش می‌یابد.

بر اساس نتایج، جمعیت شته روی ارقام مختلف در سال ۱۴۰۱ بالاتر از سال ۱۴۰۲ بود و خسارت بیش‌تری را هم به ارقام مورد بررسی وارد کرد. در سال دوم در بیش‌تر نمونه‌برداری‌ها جمعیت صفر و نزدیک به صفر بود. بین ارقام مختلف در هر دو سال تفاوت معنی‌دار وجود داشت که این امر نشان‌دهنده تأثیر رقم روی تراکم جمعیت است. گروه‌بندی ارقام مورد مطالعه نسبت به شته آردی بادام بر اساس تغییرات جمعیت دو سال و خسارت وارده توسط این شته صورت گرفت (شکل ۳). بر اساس این گروه‌بندی، رقم‌های شاه‌رود ۱۳ و مامایی به عنوان حساس‌ترین رقم و رقم‌های شاه‌رود ۲۱، آیدین و آراز به عنوان رقم‌های مقاوم شناخته شدند و بقیه ارقام در گروه نیمه‌حساس طبقه‌بندی شدند. (Moradi, 2005) حساسیت برخی از ارقام بادام را نسبت به شته‌ها بررسی کرد و بر اساس مشاهدات بیان کرد که رقم شاه‌رود ۱۲ آلودگی کمتری در مقایسه با رقم‌های مامایی و ربیع دارد و اظهار داشت ارقام مامایی و ربیع نسبت به شته حساس هستند. در پژوهش حاضر نیز بر اساس طبقه‌بندی کلاستر مامایی به عنوان رقم حساس طبقه‌بندی شد. در واقع تراکم و انبوهی جمعیت شته بستگی به نوع میزبان گیاهی و به ویژه نوع رقم دارد. به عنوان مثال، (Jafarlou, 2017) اثر پنج رقم بادام را روی واکنش‌های زیستی شته آردی بادام بررسی کرده و بر اساس آن، رقم سهند را به عنوان یک رقم مقاوم نسبت به این شته معرفی نمود. در پژوهش (Özgökçe & Atlıhan, 2005)، مقاومت ارقام مختلف زردآلو را نسبت به شته آردی زردآلو *H. pruni* بررسی و بر اساس آن بیان کردند که رقم Tyrinte حساس و رقم Bebeco مقاوم است. همچنین، (Tan et al., 2021) مقاومت چهار رقم سیب را در مقابل شته *Eriosoma lanigerum* (Hausmann) بررسی کردند و نتایج آن‌ها نشان داد که ارقام مختلف از نظر مقاومت و حساسیت و در واقع تراکم آفت روی هر رقم متفاوت هستند و رقم Red Fuji حساس‌ترین و سایر رقم‌های مورد بررسی مقاوم بودند.

بر اساس پژوهش انجام شده می‌توان گفت که رقم‌های مامایی و شاهرود ۱۳، ارقام حساس و رقم‌های ربیع و شاهرود ۱۲، ارقام نیمه‌حساس به شته آردی بادم هستند که نسبت به کشت آن‌ها باید دقت بیشتری شود و یا در مناطق آلوده اقدام‌های پیشگیرانه مانند روغن‌پاشی زمستانه و حمایت از دشمنان طبیعی آفت در اول فصل باید انجام گیرد تا علاوه بر کنترل مؤثر آفت از مصرف بی‌رویه آفت‌کش‌های شیمیایی کاسته شود. همچنین، در مناطقی مانند چهارمحال و بختیاری که ارقام مامایی و شاهرود ۱۲، در سطح وسیعی کاشته می‌شوند، توصیه می‌شود ارقام گرده‌زا آن‌ها از بین ارقام مقاوم یا نیمه‌مقاوم (مانند آیدین و شاهرود ۷) انتخاب شود. لازم به ذکر است که ارقام مامایی و شاهرود ۱۲ از نظر گرده‌افشانی خود ناسازگار هستند و برای عملکرد بهتر حتماً باید از رقم گرده‌زای مناسب استفاده شود (Imani & Zeinolabedini, 2017).

Author's Contributions

Fatemeh Momeni Shahraki: Conceptualization; formal analysis; investigation; draft preparation; final review and edit; project administration. **Majid Kazazi:** methodology; final review and edit; visualization; supervision and funding acquisition. **Zarir Saeidi:** Conceptualization; methodology; formal analysis; final review and edit; visualization. **Babak Zahiri:** Conceptualization; methodology; formal analysis; final review and edit; visualization.

Author's Information

Fatemeh Momeni Shahraki	✉ fatemeh72momeni@yahoo.com	 https://orcid.org/0009-0001-1725-2306
Majid Kazazi	✉ mkazzazi@gmail.com	 https://orcid.org/0009-0005-5837-9126
Zarir Saeidi	✉ zarirsaeidi@yahoo.com	 https://orcid.org/0000-0002-8949-3096
Babak Zahiri	✉ bzahiri@basu.ac.ir	 https://orcid.org/0009-0004-4310-2864

Funding

This research has received financial support by the Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Data Availability Statement

All data supporting the findings of this study are available within the paper.

Acknowledgments

The authors thank Department of Plant Protection, Bu-Ali Sina University, Iran, and Agricultural and Natural Resources Research & Education Center, Chaharmahal & Bakhtiari, Province, Iran for providing the necessary facilities.

Ethics Approval

Insects were used in this study. All applicable international, national, and institutional guide lines for the care and use of animals were followed. This article does not contain any studies with human participants performed by any of the authors.

Conflict of Interest

The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Generative AI statement

The authors declare that no Gen AI was used in the creation of this manuscript.

REFERENCES

- Alizadeh, K. F., Rajabpour, A., Aghajanzadeh, S., Gholamian, E. & Farkhari, M. (2023) Investigation on seasonal population dynamics of dominant citrus aphids on Thomson Navel orange and Satsuma mandarin in West of Mazandaran province. *Plant Pest Research* 13(4), 65-75. <https://doi.org/10.22124/IPRJ.2024.26629.1559>
- Anonymous (2024). Food and Agriculture Organization. Available from: <https://www.fao.org/4/x5337e/x5337e02.htm>
- Awmack, C. S. & Leather, S. R. (2002) Host plant quality and fecundity in herbivorous insects. *Annual Review of Entomology* 47(1), 817-844. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145300>

- Blackman, R. L. & Eastop, V. F. (2024) Aphids of the World's Plants: An Online Identification and Information Guide. Available from: <http://www.aphidsonworldsplants.info>
- Dent, D. (2000) Insect Pest Management. CABI, International, (2nd ed.) Wallingford, UK, 573pp.
- Dixon, A. F. G. (1998) Aphid Ecology An optimization approach , (2nd ed.), London, 300 pp.
- Elibüyük, İ. Ö. (2003) Natural spread of Plum pox virus in Ankara, Turkey. *Journal of Phytopathology* 151(11-12), 617-619. <https://doi.org/10.1046/j.0931-1785.2003.00775.x>
- Felipe, A. J. (2009) 'Felinem', 'Garnem', and 'Monegro' almond x peach hybrid rootstocks. *HortScience* 44(1), 196-197. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.44.1.196>
- Ghorbali, R., Seyedoleslami, H., Rezwani, A. & Khajehali, J. (2008) Seasonal population fluctuation of *Brachycaudus amygdalinus* (Schout.) and *Hyalopterus amygdali* (Blanch.) on almond trees in Najafabad region. *Journal of Crop Production and Processing* 11(42), 259-249.
- Hodjat, S. H. (1993) A List of Aphids and Their Host Plants in Iran. 1st ed. Shahid-Chamran University Printing & Publication Center, Ahwaz, Iran. 148 pp.
- Huang, X. S., Dai, J. X., Zhao, C. B. & Zhang, G. X. (1986) A study on the population dynamics of *Hyalopterus amygdali* (Blanchard). *Insect Knowledge* 23(1), 26-28.
- Imani, A. & Zeinolabedini, M. (2017) Pollination and flower inoculation in commercial almond cultivars. Horticultural Sciences Research Institute and Agricultural Biotechnology Research Institute, 49pp.
- Isac, M., Preda, S. & Marcu, M. (1998) Aphid species--vectors of plum pox virus. *Acta Virologica* 42(4), 233-234.
- Jafarlou, M. (2017) Effect of different commercial almond cultivars on biological responses of mealy almond aphid *Hyalopterus amygdali* Blanch. in field conditions. *Applied Researches in Plant Protection* 6(1), 101-112.
- Khalik, A. M., Javed, M., Sohail, M. & Sagheer, M. (2014) Environmental effects on insects and their population dynamics. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 2(2), 1-7.
- Kök, Ş. & Kasap, İ. (2024) Seasonal population fluctuation and life history in different temperatures of *Myzus cerasi* (Hemiptera: Aphididae) on cherry trees: a field and laboratory study. *Journal of Economic Entomology* 117(3), 865-875. <https://doi.org/10.1093/jee/toae041>
- Latham, D. R. & Mills, N. J. (2011) Effects of temperature on the life history parameters and population growth rates of *Hyalopterus pruni* (Hemiptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 104(6), 1864-1869. <https://doi.org/10.1603/EC11145>
- Mashhadi Jafarlou, M. (2008) Identification of aphid fauna of almond trees, their distribution and natural enemies in East Azarbaijan province. *Journal of Agricultural Sciences* 2(8), 59-72.
- Moradi, H. (2005) Study of quantitative and qualitative characteristics of some almond cultivars in Shahrekord. In *IV International Symposium on Pistachios and Almonds* 726 (pp. 283-288). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2006.726.45>
- Mousavi, S. A., Alimohammadi, R. & Tatari, M. (2009) Effect of deficit irrigation during different phenological stages of fruit growth and development on yield of almond" cv. Mamaei", *Seed and Plant Production Journal* 25-2 (2), 207- 227.
- Nourbakhsh, S. H. (2003) Population dynamics and life history parameters of *Brachycaudus amygdalinus* Schout. and *B. helichrysi* Kalt. (Homoptera; Aphididae) and their natural enemy *Scaeva albomaculata* Macq (Diptera; Syrphidae) in Shahrekord, PhD Dissertation, ShahidChamran University.
- Nourbakhsh, S. H., Soulimannejadian, E., Mosaddegh, M. S., Rezwani, A. & Shisehbor, P. (2007) Seasonal variability of *Brachycaudus amygdalinus* and *B. helichrysi* in ShahreKord. *Applied Entomology and Phytopathology*, 75(1), 81-93.
- Özgökçe, M. S. & Atlihan, R. (2005) Biological features and life table parameters of the mealy plum aphid *Hyalopterus pruni* on different apricot cultivars. *Phytoparasitica* 33, 7-14.
- Pedigo, L. P. (2002) Entomology and pest management. Iowa University press, 742 pp.
- Rezwani, A. & Radjabi, G. H. (1986) The species of Aphididae families injuring Rosaceous Fruit Trees in Iran. *Entomologie et Phytopathologie Appliquées* 54, 67-68.
- Saeidi, Z. (2022) Influence of drought and temperature on population density of two species of spider mites and their predator, *Scolothrips longicornis* (Thysanoptera, Thripidae) in almond orchards. *Journal of Entomological Society of Iran* 42(3), 173-182.
- Saeidi, Z., Mallik, B., Nemati, A., Srinivasa, N. & Krishna Kumar, N. K. (2012) Resistance of 14 accessions/cultivars of *Lycopersicon* spp. to two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), in laboratory and greenhouse. *Journal of Entomological Society of Iran* 32(1), 93-108.

- Saeidi, Z., Zohdi, H., Besharatnejad, M. H. & Yusefi, M. (2023) Influence of climate factors on population density and damage of the leopard moth, *Zeuzera pyrina* L., in walnut orchards, Iran. *Bulletin of Entomological Research* 113(6), 767–779. <https://doi.org/10.1017/S0007485323000470>
- Smith, C. M. (2005) Plant Resistance to Arthropods: Molecular and Conventional Approaches. Springer Science & Business Media, Netherlands 423 pp.
- Tan, X. M., Yang, Z. S., Zhou, H., Yang, Q. M. & Zhou, H. X. (2021) Resistance performance of four principal apple cultivars to woolly apple aphid, *Eriosoma lanigerum* (Hemiptera: Pemphigidae), by simulated seasonal temperature in northern China. *Arthropod-Plant Interactions* 15, 59-69. <https://doi.org/10.1007/s11829-020-09797-y>
- Triplehorn, C. A. & Johnson, N. F. (2005) Borror and delong's Introduction to the study of insects. Thomson Brooks/Cole, Belmont, California, USA.

Citation: Momeni Shahraki, F., Kazazi, M. & Saeidi, Z. (2025) Population dynamic and damage of the mealy almond aphid, *Hyalopterus amygdali* on thirteen commercial cultivars of almonds in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran. *J. Entomol. Soc. Iran*, 45 (3), 409–420.

DOI: <https://doi.org/10.61186/jesi.45.3.7>

URL: https://jesi.areco.ac.ir/article_131275.html



Population dynamic and damage of the mealy almond aphid, *Hyalopterus amygdali* on thirteen commercial cultivars of almonds in Chaharmahal and Bakhtiari Province, Iran

Fatemeh Momeni Shahraki¹ , Majid Kazazi¹ , Zarir Saeidi²  & Babak Zahiri 

1- Department of Plant Protection, Faculty of Agriculture, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

2- Department of Plant Protection, Chaharmahal and Bakhtiari Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Shahrekord, Iran

Abstract. Aphid *Hyalopterus amygdali* (Blanchard, 1840) is one of the important pests of almond in Chaharmahal and Bakhtiari province. Population fluctuation and damage caused by this aphid were studied during two years (2022- 2023) on thirteen commercial cultivars of almonds in this province. The study of population fluctuation showed that in both of the years, activity of the aphid was started on the almond trees in late April, and population peak was observed in May and June. The average density of aphid population in the first year of was higher than the second. In 2022, the cultivars Mamaei (42.71 aphids), Shahrood 13 (40.08 aphids), and Rabei (37.64 aphids) respectively had the highest average density of aphids per branch (sampling unit), whereas Shahrood 21 (7.14 aphids), Aidin (8.17 aphids), and Araz (10.63 aphids) had the lowest average density of aphids per branch, respectively. In 2023, the highest average density of aphids per branch was recorded on Shahrood 13 (46.42 aphids), Mamaei (41.68 aphids), and Rabei (20.42 aphids), whereas the lowest average density of aphids per branch was on Shahrood 21 (0.80 aphids), Araz (0.92 aphids), and Aidin (1.12 aphids). Based on cluster analysis which conducted based on the average population of the aphids and the average damage index, Shahrood 13 and Mamaei were classified as sensitive cultivars, whereas Shahrood 21, Aidin, and Araz cultivars were classified as resistant cultivars in both of the years. The use of resistant cultivars is recommended in the management of this pest.

Keywords: Almond, Population fluctuation, *Hyalopterus amygdali*, resistance, cluster analysis.

Article info

Received: 04 September 2024
Accepted: 19 May 2025
Published: 23 July 2025

Subject Editor: Azadeh Karimi-Malati

Corresponding author: Majid Kazazi

E-mail: mkazzazi@basu.ac.ir

DOI: <https://doi.org/10.61186/jesi.45.3.7>