فصلنامه گیاه‌پزشکی
(دانشگاه آزاد اسلامی شیراز)
۱۳۹۷- ۹(۱): ۱۷-۳۳

اثر انبار سرد روی زنبور *Blastophaga psenes* (Hymenoptera: Agaonidae) درون گل‌آذین ارقام مختلف برانجیر

حمید زارع[1*]، هادی درویش‌زاده[2]، نوذر رستگاری[3]

۱- ایستگاه تحقیقات انجیر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، استهبان، ایران

۲-مرکز خدمات کشاورزی ایج، مدیریت جهاد کشاورزی استهبان، استهبان، ایران

۳- بخش گیاه‌پزشکی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، زرقان، ایران

چکیده

برای تشکیل میوه در انجیرهای خوراکی، زنبور *Blastophaga psenes* (L., 1758) درون گل‌آذین برانجیر نقش مهمی دارد. برای هم‌زمانی خروج زنبور از گل‌آذین برانجیر و پذیرش گل‌های درون گل-آذین انجیر، اثر انبار سرد روی زنبور بررسی شد. به‌همین منظور این آزمایش برای تعیین اثر انبار سرد با دمای چهار درجه سلسیوس روی زنبورهای درون گل‌آذین‌های چهار رقم برانجیر جوهری، شانه‌ای، کوهی و پوزدمبالی، در قالب طرح کامل تصادفی در شرایط آزمایشگاهی در ایستگاه تحقیقات انجیر شهرستان استهبان در سال ۱۳۹۶ اجرا شد. نتایج نشان داد که گل‌آذین‌های برانجیر رقم‌های جوهری، کوهی و پوزدمبالی به‌ترتیب بیش‌ترین تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده را بعد از دو روز نگهداری در انبار سرد داشتند و سپس تعداد آن‌ها تا روز دهم انبارداری به‌تدریج کم شد. گل‌آذین برانجیرهای کوهی و جوهری از ابتدا تا روز دهم انبارداری به‌ترتیب بیش‌ترین و کمترین زنبور *B. psenes* نر زنده را داشت که به‌تدریج با افزایش مدت انبارداری تعداد آن‌ها کم شد. توانایی تحمل انبار سرد برای زنبور *B. psenes* ماده در گل‌آذین برانجیر رقم‌های جوهری، شانه‌ای، کوهی و پوزدمبالی به-ترتیب تا ۱۸، ۱۴، ۲۲ و ۳۲ روز تخمین زده شد. گل‌آذین برانجیر رقم جوهری با داشتن بیش‌ترین زنبور ماده زنده و بیش‌ترین نسبت تعداد زنبور به وزن گل‌آذین کارایی بیش‌تری در گرده‌افشانی انجیر داشت. گل‌آذین برانجیر رقم پوزدمبالی بدون هیچ‌گونه اثر منفی انبار سرد روی گل‌آذین و با کمترین مرگ و میر زنبور گرده‌افشان، قابلیت انبارمانی خوبی داشت.

واژه‌های کلیدی: انجیر، تحمل انبار، تلفات زنبور، گرده‌افشانی

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Hamidzare777@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۰۲/۲۴، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۰۴/۲۴

مقدمه

گرده‌افشانی (Caprification) گل‌های درون گل‌آذین (Syconium) رقم‌های اصلی انجیر خوراکی ایران، به‌منظور لقاح و تشکیل میوه، توسط زنبور گرده‌افشان انجیر *Blastophaga psenes* (L.) انجام می‌شود (Zare, 2005). گرده‌افشانی گل‌آذین‌های انجیر خوراکی ارقام نوع ازمیر (Smyrna) و گل‌آذین‌های روی شاخه سال جاری ارقام نوع San pedro جهت حفظ و تبدیل آن‌ها به میوه ضروری است (Stover *et al.*, 2007). حتی در ارقامی از انجیر که به گرده‌افشانی برای تشکیل میوه نیازی ندارند، گرده‌افشانی باعث افزایش کیفیت میوه و دیواره سلولی و ماندگاری میوه انجیر خوراکی می‌شود (Trad *et al.*, 2014). بیش از ۹۰۰ گونه در جنس *Ficus* ، توسط زنبورهایی از خانواده Agaonidae گرده‌افشانی می‌شوند (Murray, 1985). این خانواده دارای صدها گونه زنبور است که با گل‌آذین برانجیر (Caprifig) همزیست می باشند (Weiblen, 2002). عمل گرده‌افشانی جهت حفظ گل‌آذین و تشکیل میوه در ارقامی از انجیر خوراکی متعلّق به گونه‌ی *Ficus carica* توسط زنبور *B. psenes* صورت می گیرد (Kjellberg & Valdeyron, 1984).

در ترکیه گل‌آذین‌های برانجیر به‌طور معمول در خردادماه از درخت برداشت می شوند (Aksoy, 1995). باغداران، میوه های بهاره‌ی برانجیری که حاوی زنبور می باشد را در میان درختان انجیر خوراکی قرار می‌دهند که به این عمل، در شهرستان استهبان ، " بردهی" می-گویند. بردهی در این شهرستان از دهه‌ی اول خرداد تا اوایل تیرماه انجام می‌گیرد. با ترشح آنزیم توسط گل‌های آماده پذیرش دانه گرده، زنبور *B. psenes* L. وارد گل‌آذین می‌شود و گرده‌های چسبیده به بدن آن به سطح کلاله‌ی گل‌های ماده انتقال می‌یابد (Tanriver *et al.*, 1996). متاسفانه در برخی از سال‌ها گل‌آذین برانجیر زودتر می‌رسند و زنبورها از درون آن خارج می‌شوند، اما گل‌آذین انجیر خوراکی آماده پذیرش زنبور *B. psenes* و گرده‌افشانی نیست. در این مواقع باید برای جلوگیری از ضرر و زیان باغداران برانجیر و انجیر خوراکی، راه‌کاری برای هم‌زمان رسی گل‌آذین برانجیر با انجیر خوراکی اندیشه شود، به‌طوری‌که شادابی گل‌آذین حفظ شده و زنبور داخل آن کمترین مرگ و میر را داشته باشد. برای نگهداری خود گل‌آذین برانجیر، Condit (1947) انبار سرد با دمای چهار درجه سلسیوس را تا مدت ده روز توصیه کردند. اگرچه برای افزایش طول عمر زنبور *B. psenes* درون گل‌آذین برانجیر گزارشی وجود ندارد، اما استفاده از انبار سرد یک روش مهم برای افزایش طول عمر برخی حشرات می‌باشد (Colinet & Boivin, 2011).

زنبور ماده *B. psenes* که در گرده‌افشانی انجیر در استان فارس نقش کلیدی دارد (Fazeli, 1987)، به‌صورت وحشی و در دمای طبیعی محیط به مدت ۴۸ ساعت زنده است (Kjellberg *et al.*, 1988). برخی حشرات را می توان در دماهای بین صفر تا ۱۵ درجه سلسیوس زنده نگه

داشت. حتی در این دماهای پایین و یا مطلوب، اکثر گونه‌ها تا حدودی مرگ و میر دارند (Leopold *et al.*, 1998; Lenteren & Tommasini, 2002). در مورد اثر انبار سرد روی زنده-مانی زنبور *B. psenes* گزارشی وجود ندارد اما در مورد برخی از حشرات اثر سرما بررسی شده است (Pitcher *et al.*, 2002). زنبور *Trichogramma ostriniae* Pang and Chen, 1974 پس از دو هفته انبارداری در دمای شش درجه سلسیوس کاهش قابل توجهی در زنده‌مانی آن ایجاد شد (Pitcher *et al.*, 2002). هدف این پژوهش افزایش عمر انبارداری گل‌آذین برانجیر همراه با زنبورهای درون آن است. بنابر این نوسانات قیمت به دلیل عرضه و تقاضای نامتناسب و عدم هم زمانی بین رسیدن گل‌آذین‌های برانجیر و پذیرش گل‌های ماده‌ی انجیر خوراکی کاهش می‌یابد. تاکنون در مورد تاثیر انبار سرد بر زنبورهای درون گل‌آذین برانجیر گزارشی وجود ندارد. در این آزمایش به‌منظور بررسی هم‌زمان رسی گل‌آذین برانجیر با گل‌آذین انجیر خوراکی، اثرات انبار سرد با دمای چهار درجه سلسیوس روی زنده‌مانی زنبور *B. psenes* مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

به منظور بررسی تاثیر انبار سرد روی زنبور *B. psenes* درون گل‌آذین ارقام مختلف برانجیر آزمایشی در قالب طرح کامل تصادفی روی گل‌آذین‌های بهاره (Profichi) چهار رقم برانجیر در دمای چهار درجه سلسیوس با سه تکرار و در هر تکرار چهار گل‌آذین در شرایط آزمایشگاهی در ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان در سال ۱۳۹۶ انجام گرفت. گل‌آذین‌های برانجیرهای جوهری (*F. carica* var. *gohari*)، شانه‌ای (*F. carica* var. *shanehi*)، کوهی (*F. carica* var. *kouhi*)، و پوزدمبالی (*F. carica* cv. *poozdombali*)، با تایید واریته یا رقم آن توسط محققین ایستگاه تحقیقات انجیر استهبان از بازار برانجیر استهبان تهیه شد. گل‌آذین‌های سالم، یک اندازه و هم‌وزن برای هر رقم برانجیر انتخاب شد. برای رعایت یکنواختی وزن گل‌آذین هر رقم برانجیر وزن تعداد زیادی از آن‌ها با ترازوی دیجیتال (۲ ± ۴۰۰۰۰ گرمی) وزن شد، سپس وزن کل بر تعداد آن‌ها تقسیم و میانگین وزن گل‌آذین هر رقم برانجیر محاسبه شد. برای همه آزمایش‌ها از میانگین وزنی گل‌آذین هر رقم برانجیر استفاده شد. بدین منظور گل‌آذین‌های یک اندازه با وزن ۵، ۱۵، ۵ و ۱۰ گرمی به‌ترتیب برای برانجیر جوهری، شانه‌ای، کوهی و پوزدمبالی در آزمایش‌ها مورد استفاده قرار گرفتند. برای تعیین تعداد زنبور در گل‌آذین هر رقم برانجیر مطالعات مقدماتی با شمارش تعداد زنبور انجام گرفت. زنبورهای *B. psenes* ماده درون شفتچه‌های گل‌آذین برانجیر در مرحله آخر شفیرگی و زنبورهای نر *B. psenes* در مرحله بلوغ و درون پالپ برانجیر بودند.

آزمایش آزمایشگاهی

برای هر رقم برانجیر ۷۶ عدد گل‌آذین انتخاب و هر چهار عدد گل‌آذین داخل یک لیوان پلاستیکی گذاشته و روی لیوان‌های درون یخچال تور پارچه‌ای با مش ۰/۱ میلی‌متر کشیده و با کش پلاستیکی محکم گردید. ۱۵ عدد لیوان محتوی گل‌آذین هر رقم و ۷۵ عدد لیوان از گل‌آذین ارقام مختلف درون یخچال (به‌عنوان انبار سرد) با دمای ۱ ± ۴ ^{o}C و رطوبت نسبی ۵ ± ۷۰٪ قرار داده شدند. برای کنترل دما، علاوه بر دماسنج یخچال از دماسنج جیوه‌ای برای کنترل دمای درون توده گل‌آذین‌ها و دماسنج ماکزیمم – منیمم برای کنترل نوسانات دمایی درون یخچال استفاده شد.

از ۱۵ لیوان داخل یخچال، هر دو روز (۴۸ ساعت) یکبار از هر رقم برانجیر سه لیوان از یخچال به دمای اتاق منتقل و بعد از حدود ۷۲ ساعت، تعداد زنبورهای *B. psenes* ماده خارج شده از گل‌آذین (زنده) و مرده شمارش شد. تعداد زنبورهای *B. psenes* نر زنده و مرده داخل گل‌آذین برانجیر نیز به‌همین روش شمارش شد.

آزمایش مزرعه‌ای

سه لیوان پلاستیکی محتوی گل‌آذین هر رقم درون تاج درخت انجیر خوراکی با دمای لحظه‌ای ۳۲ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی لحظه‌ای هوا ۳۰٪ در ساعت ۱۲ ظهرگذاشته شد. زنبورهای زنده به‌تدریج از گل‌آذین‌ها خارج شده و بعد از ۴۸ ساعت تعداد زنبور مرده *B. psenes* ماده درون پالپ و شفتچه گل‌آذین به کمک ذره‌بین شمارش شد. یک لیوان محتوی گل‌آذین هر رقم برانجیر در دمای اطاق قرار داده شد و بعد از ۴۸ ساعت انبارمانی گل‌آذین با بررسی میزان پوسیدگی و تعداد زنبورها شمارش گردید.

تجزیه و تحلیل داده‌ها

به‌دلیل این‌که در هر لیوان چهار عدد گل‌آذین قرار داشت، تعداد زنبور در یک گل‌آذین با تقسیم تعداد زنبور در هر لیوان به چهار، محاسبه شد. نسبت تعداد زنبور ماده زنده *B. psenes* به وزن برانجیر در انبارداری دو روزه، با تقسیم تعداد زنبور ماده زنده *B. psenes* هر گل‌آذین پس از نگهداری در دمای چهار درجه به مدت دو روز به وزن هر گل‌آذین، محاسبه شد. نسبت تعداد زنبور ماده زنده *B. psenes* به وزن برانجیر در انبارداری ده روزه، با تقسیم تعداد زنبور ماده زنده *B. psenes* هر گل‌آذین پس از نگهداری در دمای چهار درجه به مدت ده روز به وزن هر گل‌آذین محاسبه شد. تعداد کل زنبور ماده *B. psenes* با حاصل جمع تعداد زنبور ماده زنده و مرده *B. psenes* بدست آمد. درصد زنبور ماده زنده *B. psenes* ، با تقسیم تعداد زنبور ماده زنده *B. psenes* به کل زنبور ماده *B. psenes* اعم از زنده و مرده برای هر دوره انبارداری مطابق فرمول زیر محاسبه شد.

$$\text{زنبور ماده زنده (\%)} = \frac{\text{تعداد زنبور ماده زنده}}{\text{(تعداد زنبور ماده زنده + تعداد زنبور ماده مرده)}} \times 100$$

درصد زنبور *B. psenes* نر زنده نیز به همین روش انجام گرفت. برای تخمین دوره انبارمانی زنبور درون گل‌آذین هر رقم برانجیر، درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده برای گل‌آذین هر رقم برانجیر در پنج دوره انبارداری مشخص شد. با استفاده از پنج نقطه بدست آمده از نتایج آزمایش و به کمک نرم‌افزار Excel رگرسیون خطی پنج نقطه گرفته شد. به کمک نرم‌افزار Excel معادله خطی برای هر خط نوشته شد. با قرار دادن عدد صفر بجای y در معادله‌ی خطی گل‌آذین هر رقم برانجیر، مقدار x برای تعداد روزی که درصد زنبور به صفر رسید، برای گل‌آذین هر رقم برانجیر محاسبه شد.

داده‌های حاصله از انجام آزمایشات با نرم‌افزار آماری SAS (Ver. 9.13) تجزیه شدند. میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن مقایسه شدند. برای رسم نمودارها و انجام محاسبات از نرم‌افزار Microsoft Excel 2016 استفاده شد.

نتایج

تعداد زنبور B. psenes ماده با انبارداری برانجیر

گل‌آذین‌های قرار گرفته روی درخت پس از ۴۸ ساعت به‌طور کامل خشک شدند و تعداد زنبور *B. psenes* ماده مرده در قسمت پالپ و شفتچه‌ی گل‌آذین‌های قرار گرفته درون درخت انجیر خوراکی با دمای ۳۲ درجه سلسیوس (شاهد) بعد از ۷۲ ساعت به‌طور تقریب برای همه رقم-های برانجیر صفر بود و همه زنبورهای *B. psenes* ماده به‌صورت زنده از گل‌آذین‌ها خارج شدند. گل‌آذین برانجیرهای نگهداری شده در دمای اطاق پس از ۴۸ ساعت، لهیدگی، سیاه-شدگی، زردی، فرو رفتگی بافت و مرگ و میر شدید زنبورهای *B. psenes* در آن‌ها مشاهده شد. گل‌آذین برانجیرهای جوهری، کوهی و پوزدمبالی بعد از ۴۸ ساعت (دو روز) نگهداری در یخچال به‌عنوان انبار سرد به‌ترتیب بیش‌ترین تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده را داشتند. که این میزان زنبور *B. psenes* ماده زنده تا روز دهم انبارداری به‌تدریج کم شد (جدول ۱)، (F= 812.58, 185.61, 288.28, 215.57, 1760.22 ; P< 0.0001). گل‌آذین برانجیر شانه‌ای به‌طور معنی‌داری از ابتدا تا انتهای انبارداری کمترین تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده را داشت (جدول ۱)، (F= 812.58, 185.61, 288.28, 215.57, 1760.22 ; P< 0.0001).

جدول ۱- اثر مدت انبار سرد بر تعداد (میانگین ± خطای استاندارد) زنبور *B. psenes* ماده زنده درون گل‌آذین برانجیر

Table 1. Effect of cold storage period on the number (X ± SE) of live female *B. psenes* wasp in a caprifig syconium

Caprifig cultivar	Number (X ± SE) of live female *B. psenes* wasp with storage period (day)				
	2	4	6	8	10
Gohari	348.3 ± 4.6 a*	263.8 ± 10.4 a	229.5 ± 7.8 a	199.8 ± 8.9 a	160.4 ± 1.5 a
Shanehi	73.0 ± 6.3 d	66.0 ± 5.2 c	46.9 ± 2.8 c	40.0 ± 0.4 c	24.9 ± 0.9 c
Kouhi	169.0 ± 2.7 b	136.6 ± 3.4 b	119.5 ± 3.2 b	107.9 ± 0.1 b	96.8 ± 1.7 b
Poozdombali	131.8 ± 0.3 c	122.4 ± 2.0 b	113.8 ± 0.7 b	102.1 ± 0.4 b	92.9 ± 0.9 b

*means in each column followed by different letters are significantly different by Duncan's multi-domain test (P<0.05).

تحرک و توانایی پرواز زنبور *B. psenes* زنده ماده تحت تاثیر انبار سرد قرار گرفت و کاهش تحرک و توانایی پرواز آن پس از ده روز نگهداری در انبار سرد در مقایسه با شاهد بدون نگهداری و روزهای اول انبارداری مشاهده شد.

هم‌چنین برانجیر جوهری از ابتدا تا انتهای انبارداری به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین تعداد زنبور *B. psenes* ماده مرده را داشت (جدول ۲)، (; F= 10.2, 35.2, 308.79, 566.79, 1302.22 P≤ 0.0041). بعد از برانجیر جوهری بیش‌ترین زنبور *B. psenes* ماده مرده از ابتدا تا انتهای انبارداری مربوط به برانجیر شانه‌ای بود (جدول ۲)، (F= 10.2, 35.2, 308.79, 566.79, 1302.22 ; P≤ 0.0041). کمترین زنبور *B. psenes* ماده مرده تا دو روز اول انبارداری مربوط به برانجیر کوهی (F= 10.2; P= 0.0041)، اما از روز چهارم تا روز دهم انبارداری مربوط به برانجیر پوزدمبالی بود (جدول ۲)، (F= 35.2, 308.79, 566.79, 1302.22 ; P< 0.0001).

جدول ۲- اثر مدت انبار سرد بر تعداد (میانگین ± خطای استاندارد) زنبور *B. psenes* ماده مرده درون یک گل‌آذین برانجیر

Table 2. Effect of cold storage period on the number (X ± SE) of dead female *B. psenes* wasp in a caprifig syconium

Caprifig cultivar	Number (X ± SE) of dead female *B. psenes* wasp with storage period (day)				
	2	4	6	8	10
gohari	49.1 ± 7.4 a*	126.0 ± 13.4 a	153.3 ± 4.3 a	168.6 ± 3.4 a	192.1 ± 2.2 a
shanehi	38.8 ± 5.0 ab	41.0 ± 2.9 b	68.3 ± 3.6 b	81.6 ± 1.8 b	95.3 ± 0.1 b
kouhi	12.5 ± 3.6 c	40.9 ± 5.0 b	51.8 ±0.9 c	62.1 ± 0.4 c	77.5 ± 2.3 c
poozdombali	29.1 ± 1.1 b	36.5 ± 0.4 b	43.3 ± 0.7 c	52.6 ± 2.2 d	60.8 ± 0.6 d

*means in each column followed by different letters are significantly different by Duncan's multi-domain test (P<0.05).

برانجیر کوهی و برانجیر جوهری از ابتدا تا انتهای انبارداری به‌ترتیب بیش‌ترین و کمترین درصد زنبور *B. psenes* نر زنده را داشت که به‌تدریج با افزایش مدت انبارداری تعداد آن‌ها کم شد (جدول ۳)، (F= 433.89, 164.23, 69.95, 515.1, 70.63 ; P< 0.0001).

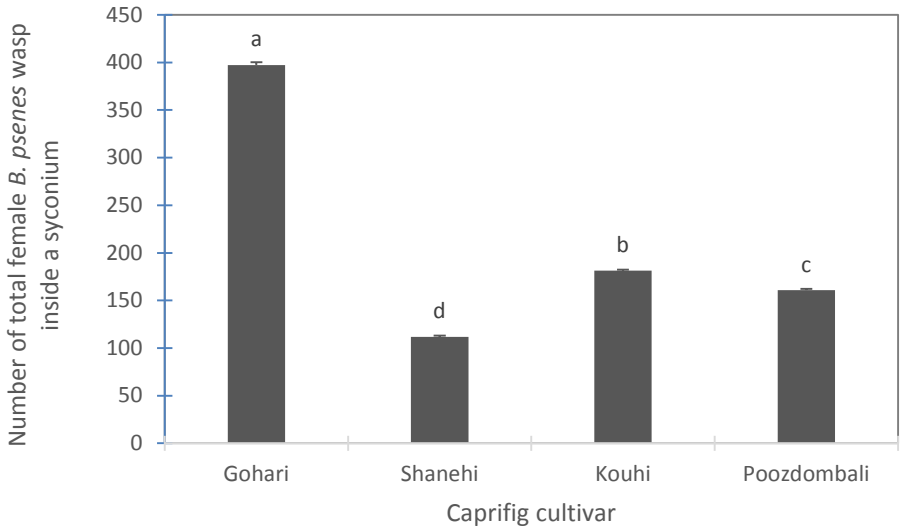
جدول ۳- اثر مدت انبار سرد بر درصد (میانگین ± خطای استاندارد) زنبور نر زنده *B. psenes* درون یک گل-آذین برانجیر

Table 3. Effect of cold storage period on the percentage (X ± SE) of live male wasp *B. psenes* in a caprifig syconium

Caprifig cultivar	Percentage (X ± SE) of live male *B. psenes* wasp with storage period (day)				
	2	4	6	8	10
gohari	8.0 ± 0.3 d*	6.2 ± 0.3 c	5.2 ± 0.1 d	4.2 ± 0.0 d	3.2 ± 0.1 c
shanehi	45.1 ± 0.1 c	43.5 ± 0.3 b	25.0 ± 4.8 c	10.5 ± 0.3 c	5.3 ± 0.3 c
kouhi	70.8 ± 2.4 a	66.0 ± 3.7 a	56.9 ± 1.1 a	46.0 ± 0.5 a	25.9 ± 1.9 a
poozdombali	59.1 ± 1.0 b	41.4 ± 1.1 b	37.1 ± 1.6 b	22.3 ± 1.5 b	20.6 ± 1.8 b

*means in each column followed by different letters are significantly different by Duncan's multi-domain test (P<0.05).

گل‌آذین برانجیر جوهری با تعداد ۳۹۷/۴ زنبور *B. psenes* ماده به‌طور معنی‌داری دارای بیش‌ترین تعداد زنبور *B. psenes* ماده (زنده و مرده) درون یک عدد گل‌آذین بود، گل‌آذین برانجیر شانه‌ای با ۱۱۱/۸ زنبور *B. psenes* ماده دارای کمترین تعداد زنبور درون یک عدد گل‌آذین بود (شکل ۱)، (F=5171.13; P< 0.0001).

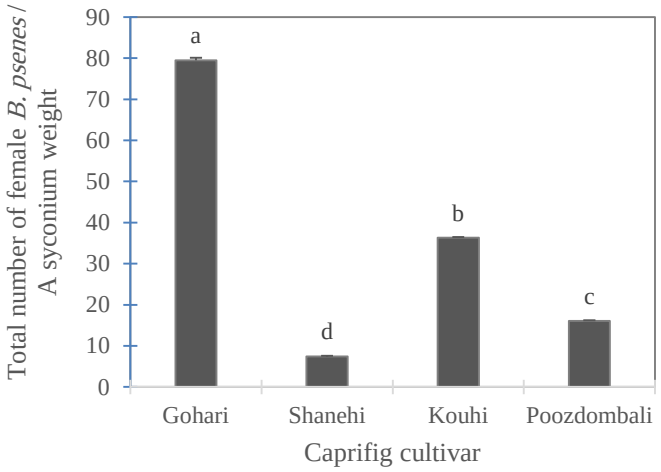


شکل ۱- تعداد کل زنبور *B. psenes* ماده (زنده و مرده) درون یک عدد گل‌آذین در ارقام مختلف برانجیر

Figure.1. Number of total (live and dead) female *B. psenes* wasp inside a syconium in different caprifig cultivars.

نسبت تعداد زنبور ***B. psenes*** *به وزن گل‌آذین هر برانجیر*

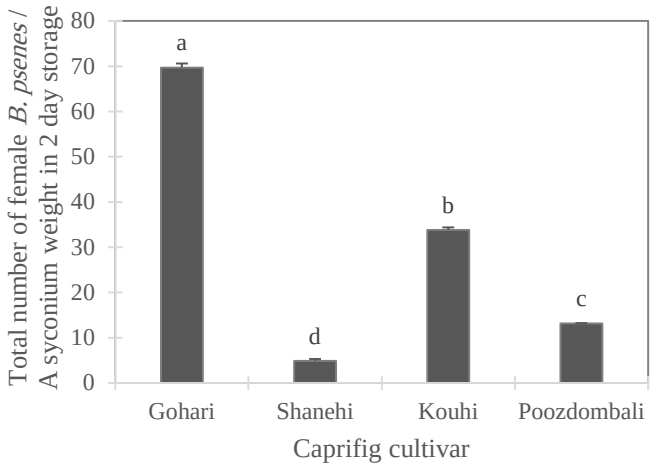
نسبت تعداد کل زنبور ماده به وزن برانجیر، محاسبه شد که این نسبت برای برانجیر جوهری با ۷۹/۵ زنبور ماده در یک گرم گل‌آذین برانجیر به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین تعداد و در گل‌آذین برانجیر شانه‌ای با تعداد ۷/۵ زنبور در یک گرم گل‌آذین کمترین تعداد بود (شکل ۲)، (F=10741.5; P< 0.0001).



شکل ۲- نسبت تعداد کل زنبور *B. psenes* ماده به وزن گل‌آذین در ارقام مختلف برانجیر

Figure 2. The ratio of the total number of female *B. psenes* wasp to a syconium weight in different caprifig cultivars.

نسبت تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده به وزن گل‌آذین با دو روز انبارداری در برانجیرهای مختلف، برای برانجیر جوهری با ۶۹/۷ زنبور ماده زنده در یک گرم گل‌آذین برانجیر به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین تعداد و در گل‌آذین برانجیر شانه‌ای با تعداد ۴/۹ زنبور ماده زنده بازای یک گرم گل‌آذین کمترین تعداد بود (شکل ۳)، (F=2486.57; P< 0.0001).

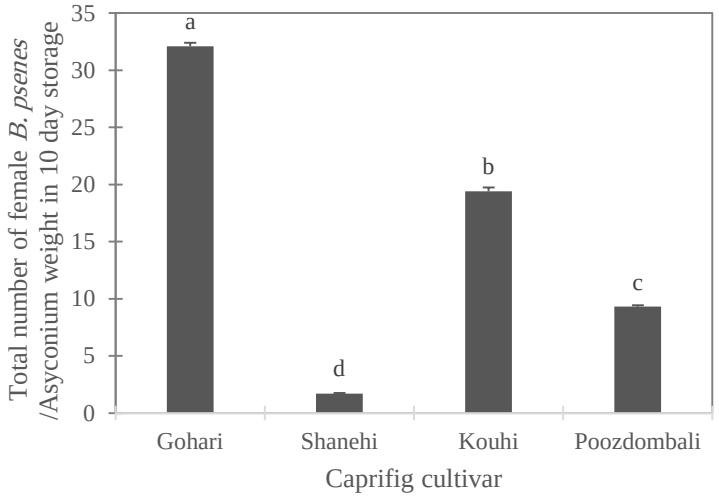


شکل ۳- نسبت تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده به وزن گل‌آذین با دو روز انبارداری در ارقام مختلف برانجیر

Figure 3. The ratio of the total number of female *B. psenes* wasp to a syconium weight with 2 days of storage in different caprifig cultivars.

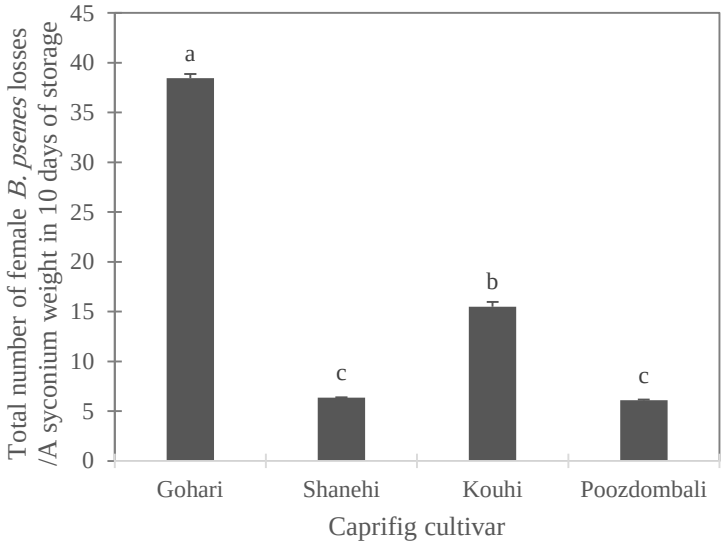
نسبت تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده به وزن گل‌آذین با ده روز انبارداری در برانجیرهای مختلف، برای برانجیر جوهری با ۳۲/۱ زنبور ماده زنده در یک گرم گل‌آذین برانجیر به‌طور

معنی‌داری بیش‌ترین تعداد و در گل‌آذین برانجیر شانه‌ای با تعداد ۱/۷ زنبور ماده زنده بازای یک گرم گل‌آذین کمترین تعداد بود (شکل ۴)، (F=3149.02; P< 0.0001).



شکل ۴- نسبت تعداد زنبور *B. psenes* ماده زنده به وزن گل‌آذین با ده روز انبارداری در ارقام مختلف برانجیر

Figure 4. The ratio of the total number of female *B. psenes* wasp to a syconium weight with 10 days of storage in different caprifig cultivars.



شکل ۵- نسبت تعداد تلفات زنبور *B. psenes* ماده به‌ازای یک گرم گل‌آذین با ده روز انبارداری در ارقام مختلف برانجیر

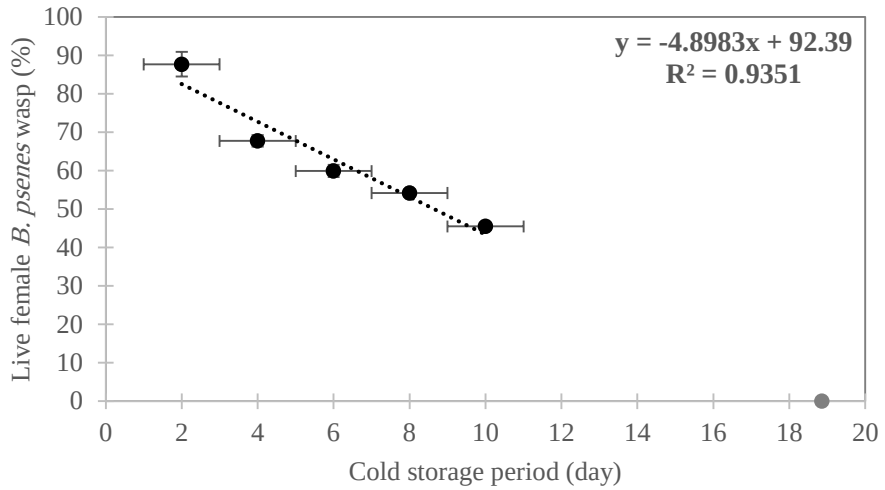
Figure 5. The ratio of the total number of female *B. psenes* wasp losses to a syconium weight with 10 days of storage in different caprifig cultivars.

نسبت تعداد تلفات زنبور *B. psenes* ماده به‌ازای یک گرم گل‌آذین در برانجیرهای مختلف نشان داد که به‌ترتیب در برانجیر جوهری، شانه‌ای و پوزدمبالی با ۳۸/۴ ، ۶/۴ و ۶/۱ عدد زنبور

B. psenes ماده مرده دارای بیش‌ترین و کمترین تلفات زنبور *B. psenes* ماده بودند (شکل ۵)، (F=2277.95; P< 0.0001).

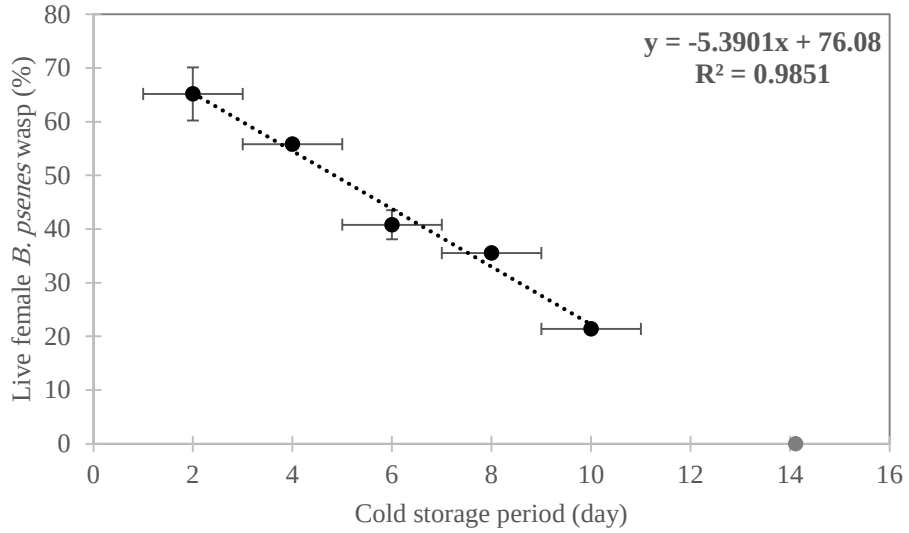
درصد زنبور B. psenes ماده با انبارداری برانجیر

درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده درون گل‌آذین برانجیرهای جوهری، شانه‌ای، کوهی و پوزدمبالی با افزایش مدت انبارداری به تدریج کاهش یافت (شکل ۶)، (F= 18.57, 23.18, 77.53, 222.5, 614.09 ; P≤ 0.0006). با استفاده از معادله‌های خطی درون شکل‌های ۶ تا ۹ می‌توان زمانی که درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده به صفر می‌رسد، محاسبه کرد. با قرار دادن عدد صفر بجای y در معادله شکل‌های ۶ تا ۹، مقدار x که همان تعداد روزی که درصد زنبور به صفر می‌رسد را می‌توان برای گل‌آذین هر رقم برانجیر تخمین زد. درصد زنبور ماده زنده به‌طور تقریب برای برانجیر جوهری در روز هیجدهم (شکل ۶)، برانجیر شانه‌ای در روز چهاردهم (شکل ۷)، برانجیر کوهی در روز بیست و دوم (شکل ۸) و برای برانجیر پوزدمبالی در روز سی و دوم انبارداری به صفر رسید (شکل ۹).



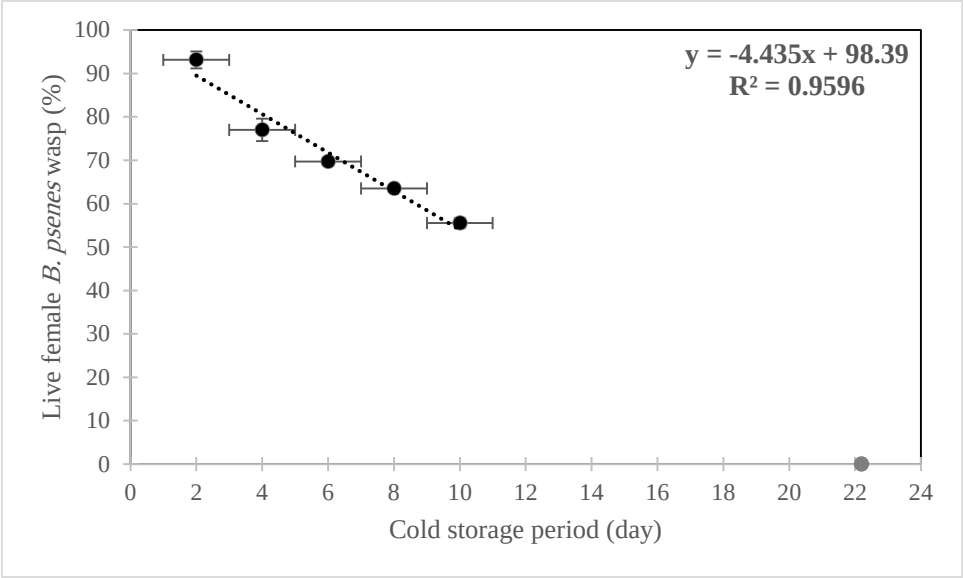
شکل ۶- درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده با انبارداری گل‌آذین برانجیر جوهری؛ (●): مشاهده شده، (●): قابل انتظار.

Figure 6. Percentage of live female *B. psenes* wasp with syconium storage of gohari caprifig, (●): Observed, (●): Expected.



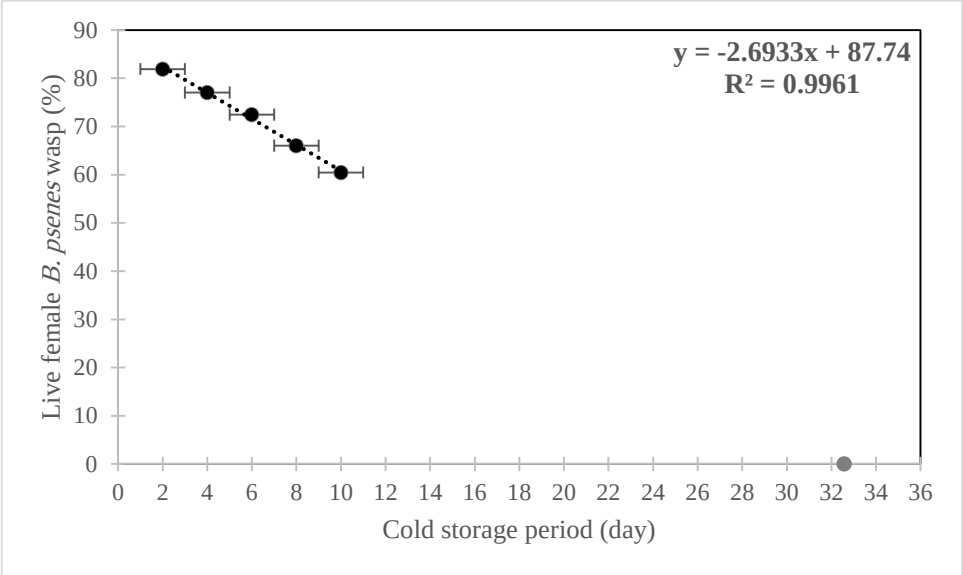
شکل ۷- درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده با انبارداری گل‌آذین برانجیر شانه‌ای؛ (●): مشاهده شده، (●): قابل انتظار.

Figure 7. Percentage of live female *B. psenes* wasp with syconium storage of shanehi caprifig, (●): Observed, (●): Expected.



شکل ۸- درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده با انبارداری گل‌آذین برانجیر کوهی؛ (●): مشاهده شده، (●): قابل انتظار.

Figure 8. Percentage of live female *B. psenes* wasp with syconium storage of kouhi caprifig; (●): Observed, (●): Expected.



شکل ۹– درصد زنبور *B. psenes* ماده زنده با انبارداری گل‌آذین برانجیر پوزدمبالی؛ (●): مشاهده شده، (●): قابل انتظار.

Figure 9. Percentage of live female *B. psenes* wasp with syconium storage of poozdombali caprifig, (●): Observed, (●): Expected.

بحث

انبار سرد به‌مدت ۱۰ روز، بدون هیچ‌گونه اثر منفی بر گل‌آذین برانجیر مطابق آن‌چه که در منابع علمی ذکر شده بود قابل استفاده بود (Condit, 1947)، اما بعد از ۱۰ روز نگهداری در این دما، به‌ترتیب در گل‌آذین‌های ارقام برانجیر شانه‌ای، کوهی، جوهری و پوزدمبالی فرو رفتگی و سیاه‌شدگی سطح گل‌آذین در انبار مشاهده شد، که پس از انتقال به دمای اتاق درگل‌آذین ارقام به‌ویژه رقم برانجیر شانه‌ای به‌شدت کپک‌زدگی و لهیدگی اتفاق افتاد. یکی از ویژگی‌های گل‌آذین برانجیر که در خرید بسیار مورد توجه قرار می‌گیرد، تعداد زنبور *B. psenes* ماده درون گل‌آذین می‌باشد (Khadivi-Khub & Anjam, 2014; Jafari *et al.*, 2016)، چون‌که فقط زنبور ماده در گرده‌افشانی انجیر به‌دلیل داشتن قدرت پرواز نقش دارد. به‌طور معمول هر زنبور ماده فقط توانایی یک گل‌آذین انجیر خوراکی را دارد و پس از گرده‌افشانی درون گل‌آذین می‌میرد (Eisikowitch & Ghara, 2015). گل‌آذین برانجیر جوهری دارای بیش‌ترین تعداد زنبور ماده بود. تعداد زنبور *B. psenes* در زمان برداشت و شروع آزمایش برای همه ارقام برانجیر بیش‌ترین تعداد بود. این نتیجه، با نتایج کار انجام گرفته روی ژنوتیپ‌های برانجیر مطابقت داشت (Anjam *et al.*, 2017). گل‌آذین برانجیر پوزدمبالی با کمترین مرگ و میر زنبور گرده‌افشان، قابلیت انبارمانی خوبی داشت. آسیب انبار سرد روی زنده‌مانی برخی حشرات به‌صورت تجمعی و خطی بود (Jalali & Singh, 1992; Turnock & Bilodeau, 1992; Okine *et al.*,

1996; Rodrigues *et al.*, 2003; El-Gawad *et al.*, 2010)، مطابق این حشرات اثر انبار سرد روی زنده‌مانی زنبور ماده *B. psenes* درون گل‌آذین برانجیر از معادله خطی پیروی کرد. گل-آذین برانجیر پوزدمبالی تا ۳۲ روز قادر به حفظ زنبور *B. psenes* در انبار سرد بود که در بین چهار گل‌آذین برانجیر مورد بررسی، طولانی‌ترین مدت نگهداری زنبور *B. psenes* را داشت. هم‌چنین نتایج مطالعه اثر دانه گرده گل‌آذین چند رقم برانجیر روی کیفیت میوه نشان داد که کیفیت میوه انجیر خوراکی، با گرده‌افشانی به‌وسیله گرده گل‌آذین برانجیر رقم پوزدمبالی افزایش یافت (Rahemi & Jafari, 2005). مطابق نتایج اثر انبار سرد روی مرحله شفیرگی زنبور تریکوگراما که باعث کاهش تحرک (Tezze & Botto, 2004) و کندی سرعت راه رفتن (Ayvaz *et al.*, 2008) حشره بالغ شد در این آزمایش مشاهده شد که زنبورهای *B. psenes* ماده زنده خارج شده از درون گل‌آذین‌های برانجیر قبل از انبارداری از تحرک و سرعت عمل بیش‌تری نسبت به آن‌هایی که پس از ده روز انبارداری از گل‌آذین خارج می‌شدند، داشتند. توانایی پرواز زنبور *B. psenes* ماده یکی دیگر از ویژگی های مهم است که تحت تاثیر انبار سرد قرار گرفت و کاهش توانایی پرواز آن پس از ده روز نگهداری در انبار سرد مشاهده شد. رابطه کاهش توانایی پرواز با افزایش مدت انبار سرد برای برخی از حشرات گزارش شده است (Luczynski *et al.*, 2007). با توجه به این‌که گل‌آذین‌های محتوی زنبور *B. psenes* در میان تاج درخت انجیر گذاشته می‌شوند، زنبور ماده باید توانایی پرواز در شعاع تاج درخت (حدود دو متر) را داشته باشد (Zare, 2005)، تا وارد گل‌آذین انجیر خوراکی شده و گرده‌های چسبیده به بدن خود را به سطح کلاله منتقل کند.

تعداد زنبور در گل‌آذین‌های سنگین و دارای گوشت ضخیم، بیش‌تر بود (Khadivi-Khub & Anjam, 2016)، اما نسبت تعداد کل زنبور ماده به وزن گل‌آذین برانجیر برای محاسبات اقتصادی مهم است. این نسبت در آزمایش مورد بررسی قرار گرفت که گل‌آذین برانجیر رقم جوهری با داشتن بالاترین نسبت تعداد کل زنبور ماده به وزن برانجیر، مطلوب بود. میانگین وزن ۵ تا ۱۵ گرم گل‌آذین چهار رقم برانجیر مورد بررسی از میانگین وزن ۸ تا ۵۵ گرم گل-آذین نژادگان‌های برانجیر ترکیه (Caliskan *et al.*, 2015) کمتر بود. وزن گل‌آذین برانجیر به خصوصیت نژادگانی و شرایط اقلیمی و به‌ویژه میزان بارندگی در باغ‌های دیم برانجیر وابسته است.

نژادگان‌های زیادی از برانجیر در ایران وجود دارد، که نژادگان‌های پوزدمبالی، دانه سفید، زرانجیر، کره‌انجیر، کره‌انجیر برگ قلبی، دیوانه انجیر، دل‌انجیر، خاکستونی، مهارلویی و جوهری توسط باغداران انتخاب و به‌ترتیب در مناطق ایج استهبان فارس، استهبان فارس، پاوه کرمانشاه، چوار ایلام، پلدختر لرستان، رشت گیلان، قلات زنجان، خیر استهبان فارس، مهارلوی فارس و داراب فارس کشت می‌شوند (Zare & Jafari, 2018). دلیل انتخاب گل‌آذین نژادگان‌ها یا ارقام

جوهری (آتشی)، شانه‌ای، کوهی و پوزدمبالی برای این آزمایش، زود و هم‌زمان رسیدن گل-آذین‌های بهاره آن‌ها بود.

به‌عنوان نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان کرد که گل‌آذین برانجیر رقم جوهری با داشتن بیش-ترین زنبور ماده زنده و بیش‌ترین نسبت تعداد زنبور ماده به وزن گل‌آذین برانجیر کارایی بیش-تری در گرده‌افشانی انجیر خوراکی داشته و برای باغداران استفاده آن دارای برتری در منفعت اقتصادی بود. گل‌آذین برانجیر پوزدمبالی با داشتن کمترین تلفات زنبور ماده در انبار سرد و قابلیت زنده‌مانی طولانی مدت زنبور در انبار سرد، توانایی بیش‌تری برای نگهداری در انبار سرد داشت.

منابع

Aksoy, U. 1995. Present status and future prospects of underutilized fruit production in turkey. *Cahiers Options Mediterraneennes (CIHEAM)*, 97-107.

Anjam, K., Khadivi-Khub A. & Sarkhosh, A. 2017. The potential of caprifig genotypes for sheltering blastophaga psenes l. For caprification of edible figs. *Erwerbs-Obstbau*, 59(1): 45-49.

Ayvaz, A., Karasu, E., Karabörklü S. & Tunçbilek, A.Ş. 2008. Effects of cold storage, rearing temperature, parasitoid age and irradiation on the performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Journal of Stored Products Research*, 44(3): 232-240.

Caliskan, O., Bayazit, S., Ilgin, M., Karatas N. & Kocataş, H. 2017. Preliminary results on morpho-pomological traits and pollinizer characterization of some caprifig genotypes grown in eastern mediterranean region of turkey. *Acta Horticulture, Proceedings of the V International Symposium on Fig, 31 Aug. - 3Sept. 2015, Napoli, Italy. International Society for Horticultural Science.* 1173. pp: 45-50.

Colinet, H. & Boivin, G. 2011. Insect parasitoids cold storage: A comprehensive review of factors of variability and consequences. *Biological Control*, 58(2): 83-95.

Condit, I.J. 1947. *The fig*. Chronica Botanica Co. Walthm, Mass USA, 240 pp.

Eisikowitch, D. & Ghara, M. 2017. An overview on ficus pollination. *Acta horticulture, Proceedings of the V International Symposium on Fig, 31 Aug. - 3Sept. 2015, Napoli, Italy. International Society for Horticultural Science*. 1173. pp: 143-148.

El-Gawad, H., Sayed A. & Ahmed, S. 2010. Impact of cold storage temperature and period on performance of *Trichogramma evanescens* Westwood (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 4(8): 2188-2195.

Fazeli, M. 1987. Some preliminary research on *Blastophaga psenes* L. in Iran. *Entomology and Phytopathology Appliqata*, 54: 75-82.

Jafari, M., Zare, H., Golkar, G.R. Jokar L. & Tabatabaei, Z. 2016. Evaluation of morphological characteristics in some fig (*Ficus carica* L.) genotypes. *Seed and Plant Improvment Journal*, 32(2): 147-163. (in Persian with English abstract)

Jalali, S. & Singh, S. 1992. Differential response of four *Trichogramma* species to low temperatures for short term storage. *Entomophaga*, 37(1): 159-165.

Khadivi-Khub, A. & Anjam, K. 2014. Characterization and evaluation of male fig (caprifig) accessions in Iran. *Plant Systematics and Evolution*, 300(10): 2177-2189.

Khadivi-Khub, A. & Anjam, K. 2016. The relationship of fruit size and light condition with number, activity and price of *Blastophaga psenes* wasp in caprifigs. *Trees*, 30(5): 1855-1862.

Kjellberg, F. & Valdeyron, G. 1984. The pollination of the fig tree(*Ficus carica* L.) and its control in horticulture. *Acta Oecol.(Oecol. Gen.*), 5(4): 407-412.

Kjellberg, F., Doumesche B. & Bronstein, J.L. 1988. Longevity of a fig wasp (*Blastophaga psenes*). *Proceedings of the Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen: Series C: Biological and medical sciences.*

Lenteren, J. & Tommasini, M. 2002. Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. *Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops*: 276-294.

Leopold, R.A., Rojas R.R. & Atkinson, P.W. 1998. Post pupariation cold storage of three species of flies: Increasing chilling tolerance by acclimation and recurrent recovery periods. *Cryobiology*, 36(3): 213-224.

Luczynski, A., Nyrop J. & Shi, A. 2007. Influence of cold storage on pupal development and mortality during storage and on post-storage performance of *Encarsia formosa* and *Eretmocerus eremicus* (Hymenoptera: Aphelinidae). *Biological Control*, 40(1): 107-117.

Murray, M.G. 1985. Figs (*Ficus spp.*) and fig wasps (Chalcidoidea, Agaonidae): Hypotheses for an ancient symbiosis. *Biological Journal of the Linnean Society*, 26(1): 69-81.

Okine, J., Mitchell E. & Hu, G. 1996. Low temperature effect on viability of *Diadegma insulare* (Hymenoptera: Ichneumonidae) pupae and effect of this parasitoid on feeding rate of diamondback moth larvae (Lepidoptera: Plutellidae). *Florida Entomologist:* 503-509.

Pitcher, S.A., Hoffmann, M.P., Gardner, J., Wright M.G. & Kuhar, T.P. 2002. Cold storage of *Trichogramma ostriniae* reared on *Sitotroga cerealella* eggs. *BioControl*, 47(5): 525-535.

Rahemi, M. & Jafari, M. 2008. Effect of caprifig type on quantity and quality of estahban dried fig *Ficus carica* cv. Sabz. *Acta horticulture, Proceedings of the III International Symposium on Fig, 16 - 20 May. 2005, Vilamoura, Algarve, Portugal. International Society for Horticultural Science*, 798. pp: 249-252.

Rodrigues, S., Bueno V. & Sampaio, M. 2003. Armazenamento de múmias *Deschizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) parasitadas *Porlysiphlebus testaceipes* (Cresson) (Hymenoptera: Aphidiidae) em baixa temperatura. *Boletín de Sanidad Vegetal - Plagas* 29: 367–374.

Stover, E., Aradhya, M., Ferguson L. & Crisosto, C.H. 2007. The fig: Overview of an ancient fruit. *HortScience*, 42(5): 1083-1087.

Tanriver, E., Küden, A., Kaska N. & Eti, S. 1996. The pollination and the development of the flowers of the caprifig and female fig clones. *V Temperate Zone Fruit in the Tropics and Subtropics* 441: 363-368.

Tezze, A.A. & Botto, E.N. 2004. Effect of cold storage on the quality of *Trichogramma nerudai* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). *Biological Control*, 30(1): 11-16.

Trad, M., Ginies, C., Gaaliche, B., Renard C.M. & Mars, M. 2014. Relationship between pollination and cell wall properties in common fig fruit. *Phytochemistry*, 98: 78-84.

Turnock, W. & Bilodeau, R. 1992. Life history and cold hardiness of *Athrycia cinerea* (Dipt.: Tachinidae) in western canada. *Entomophaga*, 37(3): 353-362.

Weiblen, G.D. 2002. How to be a fig wasp. *Annual Review of Entomology*, 47(1): 299-330.

Zare, H., 2005. Comparison of fig caprification vessels, period and caprifig cultivar usable in Iran. *Acta horticulture, Proceedings of the III International Symposium on Fig, 16 - 20 May. 2005, Vilamoura, Algarve, Portugal. International Society for Horticultural Science,* 233-239.

Zare, H. & Jafari, M. 2018. *Morphological characteristics of some Iranian fig (Ficus carica L.) cultivars*. Shiraz: Marja-e-Elm.

Plant Protection Journal
(Islamic Azad University, Shiraz Branch)
2018 – 9(1) : 17-33

Effect of cold storage on *Blastophaga psenes* (Hymenoptera: Agaonidae) wasp inside different caprifig cultivars syconium

Hamid ZARE[1*], Hadi DARVISHZADEH[2], Nowzar RASTEGARI[3]
1. Fig Research Station, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Estahban, Iran
[*](Corresponding author, Email: hamidzare777@gmail.com)
2. Estahban Jihad -Agriculture Department, Estahban, Iran
3. Plant Protection Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Zarghan, Iran

Abstract
For fruit set in edible figs, *Blastophaga psenes* wasp inside caprifig syconium has important role. To synchronize of wasp exit from caprifig syconium and flower reception inside fig syconium, effect of cold storage was evaluated on wasp. In order to determine the effect of cold storage with 4 ^{o}C on wasps inside syconia of four caprifig cultivars of Gohari, Shanehi, Kouhi and Poozdombali, this experiment was carried out in a randomized complete design at laboratory conditions in Estahban figs research station in 2017. The results showed that caprifigs syconia of Gohari, Kouhi and Poozdombali cultivars had the highest number of living female *B. psenes* wasps after two days storage in cold, and the number of survived wasps gradually decreased until the 10th day of cold storage. Kouhi and Gohari caprifigs syconia had the largest and lowest living male *B. psenes* wasps from the beginning to 10th storage day, respectively and their number decreased gradually with an increase in storage time. The ability to withstand in cold storage condition for female *B. psenes* wasps inside syconia of Gohari, Shanehi, Kouhi and Poozdombali cultivars was extended until 18, 14, 22 and 32 days of cold storage, respectively. Caprifig syconium of Gohari cultivar was more effective in figs caprification with the highest of living female wasp and the highest ratio of wasp number to syconium weight. Caprifig syconium of Poozdombali cultivar showed a good storage tolerance without any adverse effect of cold storage on syconium and with the lowest mortality of pollinator wasps.

Key words: Caprification, Fig, Storage tolerance, Wasp mortality