تحقیقات آفات گیاهی
۲۹- ۱۷: (۳)۵-۱۳۹۴

ذخیره سازی زنبور پارازیتوئید بالغ *Habrobracon hebetor* (Say)(Hym.: Braconidae) و لارو شب‌پره آرد، *Anagasta kuehniella* (Zeller) در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

زهرا موسی‌پور[۱]، علیرضا عسکریان زاده[۱*]، حبیب عباسی‌پور[۱]
۱ - گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شاهد، تهران

(تاریخ دریافت: ۹۳/۴/۱۱ تاریخ پذیرش: ۹۴/۴/۲۰)

چکیده

ذخیره‌سازی و نگهداری در دمای پایین یک روش مناسب برای افزایش طول عمر دشمنان طبیعی از جمله حشرات پارازیتوئید می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، تعیین زمان مطلوب برای ذخیره سازی زنبور پارازیتوئید *Habrobracon hebetor* (Say) و میزبان آزمایشگاهی آن یعنی شب پره آرد، *Anagasta kuehniella* (Zeller) در دمای ۱۲ درجه سلسیوس می‌باشد. پس از پرورش حشرات مورد نظر در شرایط آزمایشگاهی، زنبور ماده‌ی بالغ *H. hebetor* و هم‌چنین لارو میزبان واسط آن، *A. kuehniella* در پنج تکرار در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به مدت یک تا شش هفته ذخیره‌سازی شدند. پس از گذشت زمان‌های مذکور، تاثیر ذخیره‌سازی روی برخی از صفات زیستی از جمله بقا، باروری و کارایی به صورت هفتگی مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که با توجه به اغلب صفات ارزیابی شده زنبور بالغ *H. hebetor* تا چهار هفته در دمای ۱۲ درجه سلسیوس قابل ذخیره سازی است. همچنین لاروهای *A. kuehniella* در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به منظور پرورش خود حشره تا سه هفته ولی به منظورپرورش زنبور تا چهار هفته قابل ذخیره سازی هستند. بنابراین، ذخیره‌سازی کوتاه مدت بالغین *H. hebetor* و لارو سنین بالای شب پره آرد می‌تواند برای نگهداری و ذخیره سازی در برنامه‌های پرورش انبوه این پارازیتوئید مورد استفاده قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: ذخیره‌سازی، *Habrobracon hebetor*، کارایی، زمان، پارازیتوئید

* نویسنده مسئول: Askarianzadeh@shahed.ac.ir

مقدمه

مدت زیادی است که تولید انبوه حشرات مفید برای برنامه‌های کنترل بیولوژیک در نظر گرفته شده است. مانع اصلی برای اجرای موفقیت‌آمیز این برنامه‌ها، سختی و هزینه ی پرورش حشرات مفید در حجم بالا برای رها سازی انبوه در زمان مناسب می‌باشد (van Lenteren and Tommasini, 2002). برخلاف سموم دفع آفات، اغلب حشراتی که در برنامه‌های کنترل بیولوژیک استفاده می‌شوند دارای عمر محدودی هستند، بنابراین باید در مدت زمان کوتاهی بعد از تولید استفاده شوند. توسعه‌ی روش‌های موثر نگهداری، می‌تواند باعث کاهش هزینه‌های کنترل بیولوژیک شود. ثابت شده است که ذخیره‌سازی در دمای پایین، یک روش با ارزش برای افزایش طول عمر دشمنان طبیعی و هم‌چنین میزبان آن‌ها بوده و به میزان ثابت و کافی حشرات را برای برنامه‌های کنترل بیولوژیک عرضه می-نماید. نگهداری در دمای پایین این امکان را فراهم می‌سازد تا آزادسازی دشمنان طبیعی در مزرعه هماهنگ با مرحله‌ی بحرانی شیوع آفات باشد (McDonald and Kok, 1990; Venkatesan *et al*., 2000).

زنبور پارازیتوئید ، *Habrobracon hebetor*(Say) یکی از پارازیتوئیدهای مهم در کنترل بیولوژیکی است که علیه لارو بسیاری از آفات به‌ویژه حشرات خانواده Noctuidae وPyralidae مورد استفاده قرار می‌گیرد (Balevski 1984; Keever *et al*., 1986; Huang 1986; Press *et al*., 1982; Cline and Press, 1990; Brower and Press, 1990). با وجود این ، میزان موفقیت *H. hebetor* در کنترل بیولوژیک به علت ناتوانی آن‌ها در تکثیر با سرعت مناسب، محدود شده و نمی‌تواند نیاز انسکتاریوم‌ها را تامین کند. اشکال دیگر آن است که جمعیت *H. hebetor* تولید شده با توجه به قابلیت استفاده از لارو میزبان محدود می‌شود. علاوه بر این، لاروهای میزبان برای *H. hebetor* ممکن است بیش از اندازه تولید شده و زمانی‌که جمعیت زنبور کم است، بلااستفاده شوند. در نتیجه یافتن روش‌های ذخیره‌سازی مناسب برای *H. hebetor* و میزبان آن برای هماهنگی زمانی زنبور و میزبان و شرایط حساس آفت جهت بهبود کارایی عوامل کنترل بیولوژیک شب‌پره‌های Pyralidae درسطح تجاری ضروری است (Chen *et al*., 2011).

هدف از این بررسی، ارزیابی کارایی ماده‌های بالغ *H. hebetor* و لاروهای *A. kuehniella* (Zeller) پس از ذخیره‌سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس می‌باشد. ماده‌های تازه ظاهر شده زنبور(۲۴ ساعت) و لاروهای سن چهارم شب‌پره آرد در روش ذخیره‌سازی برای زمان‌های مختلف در دمای ۱۲ درجه سلسیوس قرار داده می‌شوند. ویژگی‌های زیستی حشرات مذکور ثبت شده و اثر ذخیره‌سازی روی تولیدمثل و رشد و نمو آن‌ها تعیین می‌شود.

مواد و روش‌ها

پرورش آزمایشگاهی حشرات

آزمایش‌ها روی زنبور پارازیتوئید، *H. hebetor* و میزبان آزمایشگاهی آن شب‌پره آرد، انجام گرفت. لاروهای شب‌پره آرد، *A. kuehniella* روی آرد بدون سبوس گندم) همراه با سبوس (به نسبت ۴ به ۱) پرورش یافتند. به منظور پرورش شب پره آرد از تشت‌های پلاستیکی به قطر ۳۵ سانتی‌متر برای لاروها و ظروف استوانه‌ای شکل شفاف پلاستیکی با ابعاد ۱۵×۲۰ سانتی‌متر برای جفت‌گیری حشرات کامل استفاده شد. پرورش در دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و شرایط تاریکی انجام شد. برای تغذیه زنبورهای پارازیتوئید بالغ از آب عسل ۱۰ درصد استفاده شد و زنبورها روی لاروهای سن سوم و چهارم شب‌پره آرد تخم‌ریزی کردند. پرورش زنبورها در دما و رطوبت مشابه و شرایط ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

نگهداری حشرات در دمای پایین

به منظور انجام آزمایش‌های مورد نظر، زنبورهای ماده بالغ *H. hebetor* و لاروهای سن چهارم *A. kuehniella* به مدت ۱، ۲، ۳، ۴، ۵ و ۶ هفته در دمای ۱۲ درجه سلسیوس در ۵ تکرار، در یخچال نگهداری شدند. در ضمن یک تیمار

شاهد که در آن حشرات در دمای۱±۲۷ درجه سلسیوس نگهداری شدند نیز در نظر گرفته شد.

الف- ذخیره‌سازی زنبور بالغ *H. hebetor*

برای ذخیره‌سازی حشرات بالغ، از زنبورهای ماده‌ی بارور با طول عمر ۲۴ ساعت استفاده شد. زنبورهای ماده پس از تغذیه با آب عسل ۱۰ درصد، برای هر یک از زمان‌ها به ۵ تکرار و هر تکرار شامل ۵ زنبور در لوله‌های آزمایش با قطر ۱/۵ و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر که دهانه‌ی آن‌ها توسط پنبه مسدود شده بود در دمای ۱۲ درجه سلسیوس در یخچال قرارگرفتند. پس از گذشت زمان به صورت هفتگی، نمونه‌ها از یخچال خارج شده و به ژرمیناتور با دمای ۱±۲۷ درجه سلسیوس و رطوبت نسبی ۵±۶۵ درصد و دوره‌ی نوری 16L:8D ساعت انتقال داده شد. ویژگی‌های موردنظر در ارزیابی تاثیر دمای پایین در زمان‌های مختلف نگهداری روی حشرات بالغ شامل درصد زنده مانی زنبور بالغ، تعداد تخم به ازای هر زنبور (باروری)، تعداد شفیره به ازای هر زنبور، درصد لارو پارازیته شده توسط هر زنبور (پارازیتیسم)، درصد ظهور بالغین، نسبت ماده بودن نتاج و طول عمر ماده‌های ذخیره شده بود.

ب- ذخیره‌سازی لارو *A. kuehniella*

این آزمایش‌ها در دو قسمت انجام شد:

۱- ذخیره‌سازی لاروهای شب پره آرد، *A. kuehniella* به منظور بررسی اثر ذخیره‌سازی بر بقاء و تکمیل مراحل رشدی آن: به این منظور در هر تکرار ۲۰ عدد لارو سن چهارم در ظروف پتری پلاستیکی با قطر ۸ سانتی‌متر حاوی مقداری آرد گندم و سبوس که برای ایجاد تهویه بخشی از درپوش آن با توری پوشانده شده بود قرار داده شدند و برای مدت زمان‌های ذکر شده به دمای ۱۲ درجه سلسیوس منتقل شد. پس از گذشت مدت زمان‌های مورد نظر، لاروها به ظروف پلاستیکی به قطر ۶ و ارتفاع ۴/۵ سانتی‌متر که حاوی آرد گندم و سبوس بود منتقل شدند و تا ظهور حشرات بالغ در ژرمیناتور نگهداری شدند. با ظهور حشرات بالغ، پروانه‌های هر تکرار به تفکیک زمان ذخیره‌سازی شمارش شده و تخم‌گیری از آن‌ها انجام گرفت و وزن تخم در هر تکرار توسط ترازوی مدل AND GF 200 با دقت ۰/۰۰۱ اندازه‌گیری شد.

۲- ذخیره‌سازی لاروهای *A. kuehniella* به منظور بررسی اثر ذخیره‌سازی بر کارایی آن در پرورش زنبور*H. hebetor*: برای این آزمایش، ۱۰ عدد لارو سن چهارم به ظروف پتری پلاستیکی به قطر شش سانتی‌متر منتقل شده و در یخچال قرار داده شد. پس از گذشت زمان-های مورد نظر در هر دما، لاروها (۱۰ لارو) روی برگه‌های کاغذ گذاشته شد و پنج زنبور *H. hebetor* ماده در اختیار هر تکرار قرار گرفت. با گذشت ۲۴ ساعت، تعداد لارو پارازیته و تعداد تخم گذاشته شده برای هر تکرار به ازای هر زنبور محاسبه شد.

روش‌های تجزیه و تحلیل داده‌ها

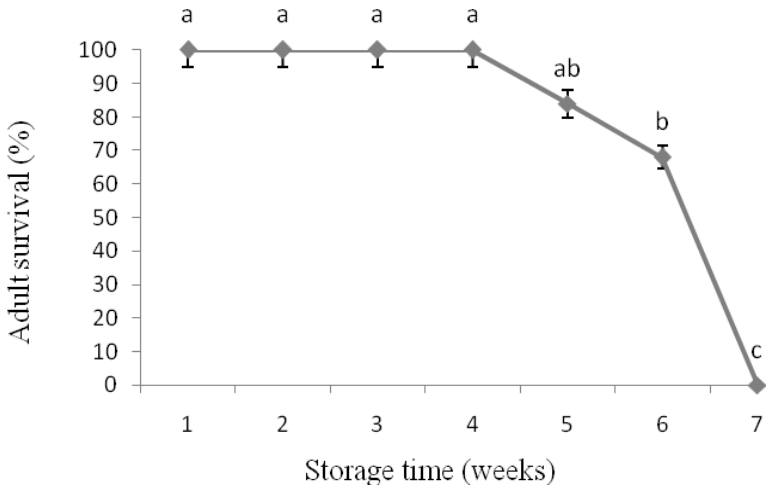
تمامی آزمایش‌ها به صورت طرح کاملا تصادفی اجرا شد. پس از ارزیابی صفات ذکر شده، داده‌ها به کمک نرم افزار Minitab 16 نرمال شده و با نرم افزار SAS 9.1.3 مورد تجزیه و تحلیل قرارگرفت. مقایسه و گروه‌بندی میانگین‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای توکی انجام شد.

نتایج

تاثیر ذخیره سازی مرحله بالغ زنبور *H. hebetor* روی بقاء و کارائی آن

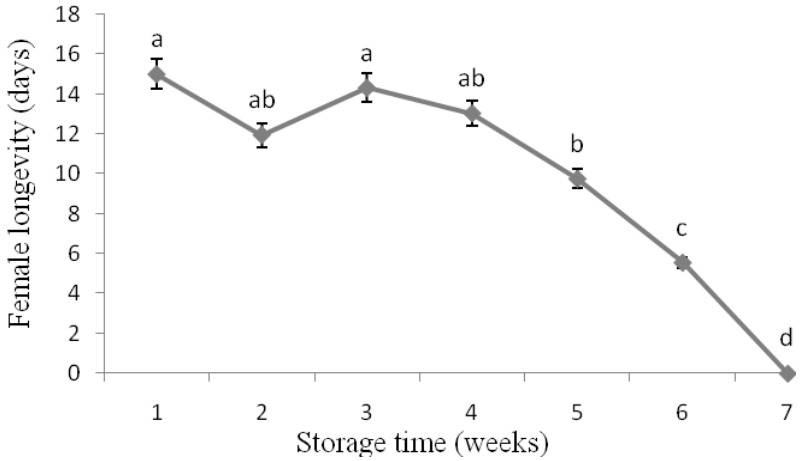
طبق نتایج تجزیه واریانس داده‌های صفات زیستی در تیمارهای مختلف ذخیره‌سازی زنبور و شاهد، تمامی صفات مورد بررسی در تیمارهای دما و زمان ذخیره‌سازی در سطح یک درصد اختلاف معنی‌دار دارند ($P<0.001$). درصد زنده‌مانی زنبورهای ماده بالغ ذخیره شده در دمای ۱۲ درجه سلسیوس تا چهار هفته تغییر نکرده و مشابه شاهد بود اما در هفته پنجم و ششم به طور معنی‌داری کاهش یافت ($F=762.48;\ df_{(5,\ 28)}, P<0.001$) (شکل۱). طول عمر افراد به طور کلی با افزایش مدت ذخیره‌سازی به طور معنی-داری کاهش یافت ($F=231.92;\ df_{(5,\ 28)},\ P<0.001$) اما

مقایسه میانگین‌ها نشان داد که طول عمر ماده‌های ذخیره شده تا سه هفته مشابه شاهد است (شکل۲). تعداد تخم به ازای هر زنبور (باروری) نیز با افزایش مدت ذخیره‌سازی کاهش یافت ($F=45.24$; $df_{(5, 28)}$, $P<0.001$) اما تعداد تخم تا چهار هفته ذخیره سازی تغییر معنی‌دار نداشت و مشابه شاهد بود (شکل۴). هم‌چنین اوج باروری روزانه با افزایش زمان ذخیره‌سازی کاهش یافت (شکل ۵). تعداد شفیره به ازای هر زنبور تا هفته چهارم ذخیره‌سازی از نظر آماری مشابه شاهد بود اما بعد از آن به طور معنی‌داری کاهش نشان داد($F=37.56$; $df_{(5, 28)}$), $P<0.001$) (شکل ۴). به طور کلی درصد لارو پارازیته شده توسط هر زنبور، با افزایش زمان ذخیره‌سازی به طور معنی‌داری کاهش یافت ($F=157.46$; $df_{(5, 28)}$, $P<0.001$) اما بین میانگین‌های این صفت تا چهار هفته ذخیره‌سازی با شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد (شکل۶). درصد ظهور حشرات بالغ تا پنج هفته ذخیره سازی مشابه شاهد بود ولی در هفته ششم اختلاف نشان داد ($F=833.52$; $df_{(5, 28)}$, $P<0.001$) (شکل۷). نسبت جنسی نتاج در تمامی زمان‌های ذخیره‌سازی تقریبا ۱:۱ بود. این نتایج نشان می‌دهد که نسبت جنسی تحت تاثیر مدت ذخیره‌سازی نبوده است (شکل ۳).



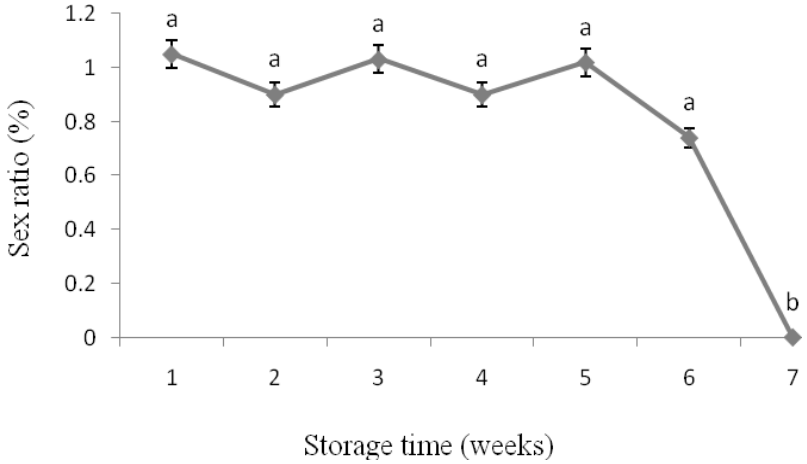
شکل ۱- درصد زنده مانی زنبورهای ماده بالغ *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره‌سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 1. Percentage of survived female adult parasitoids, *Habrobracon hebetor* after cold storage at 12°C. (At storage time, 1 is the control group)



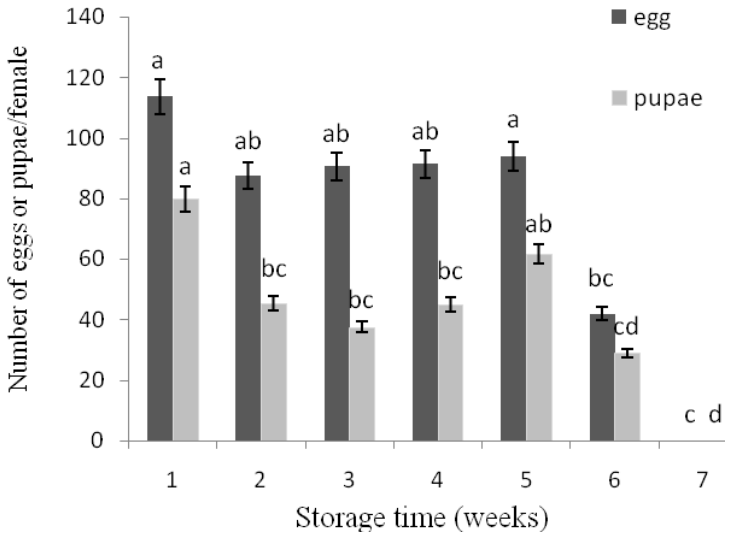
شکل ۲- طول عمر زنبورهای ماده *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره‌سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 2. Longevity of female parasitoid, *Habrobracon hebetor* after cold storage at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).



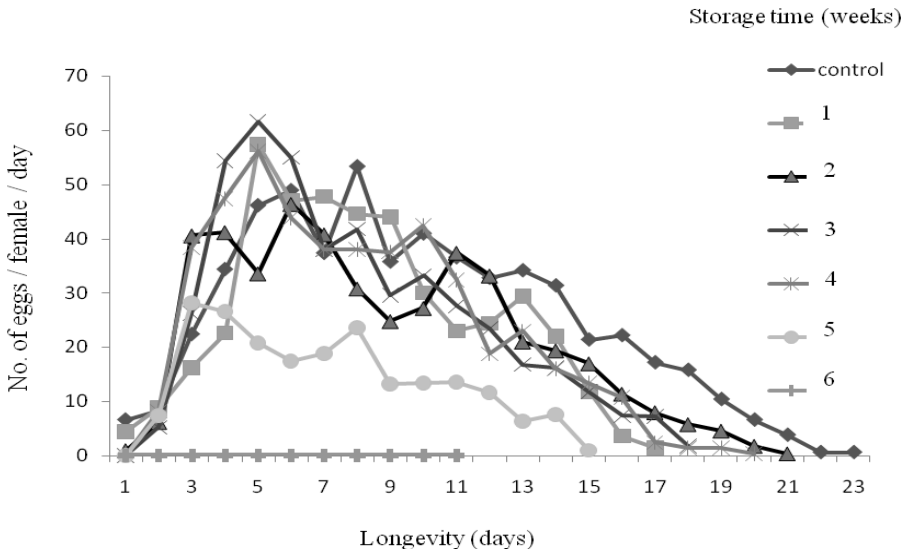
شکل ۳- نسبت جنسی ماده *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره‌سازی والدین زنبورهای ماده در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 3. Female sex ratio of *Habrobracon hebetor* in F_1 after cold storage at 12°C. (At storage time, 1 is the control group)



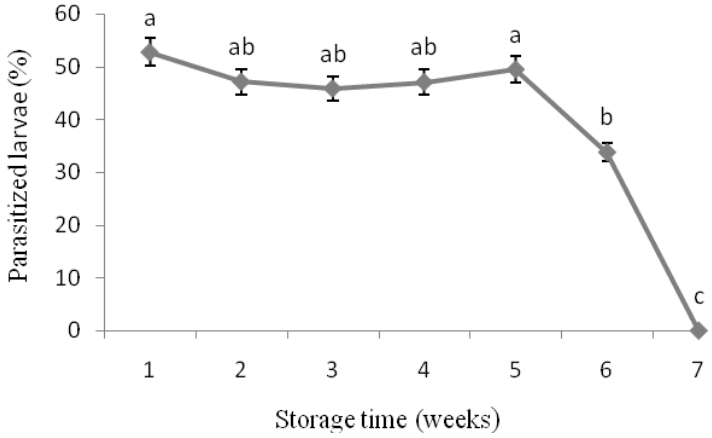
شکل ۴-تعداد تخم و شفیره به ازای هر زنبور ماده بالغ *Habrobracon hebetor* ذخیره‌سازی شده در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 4. Number of eggs and pupae per each *Habrobracon hebetor* female stored at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).



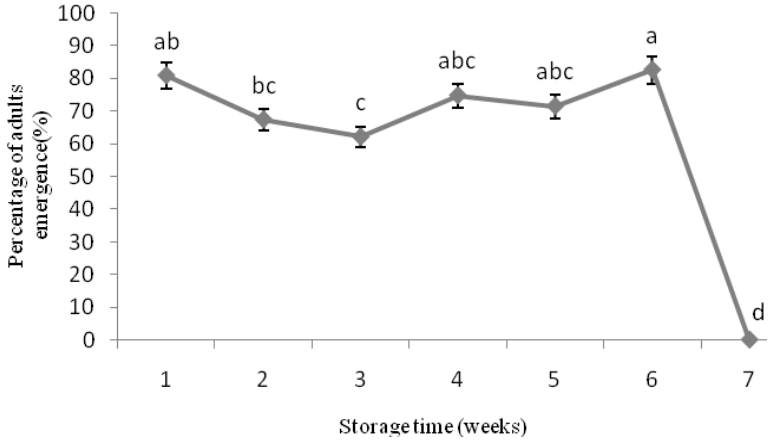
شکل ۵-میزان باروری روزانه زنبور ماده بالغ *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 5. Daily fecundity of *Habrobracon hebetor* stored at 12°C.



شکل ۶ - درصد لارو پارازیته شده توسط هر زنبور *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره‌سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 6. Percentage of *Anagasta kuehniella* larvae parasitized by each female *Habrobracon hebetor* that was stored at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).

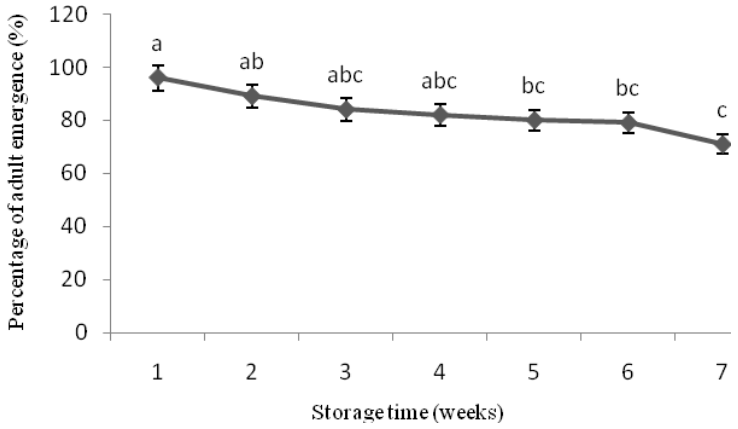


شکل ۷- درصد ظهور بالغین نسل جدید *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره‌سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 7. Percentage of *Habrobracon hebetor* adults emerged after cold storage at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).

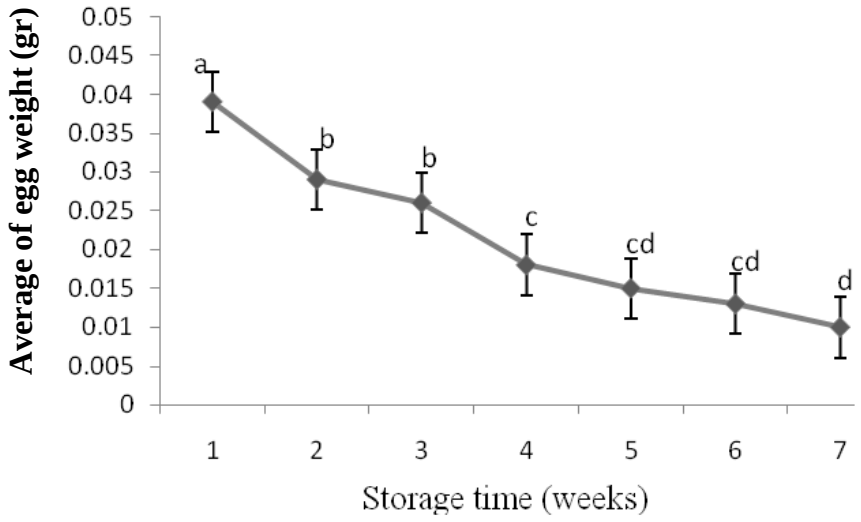
تاثیر ذخیره‌سازی لارو *A. kuehniella* بر تکمیل مراحل رشدی و کارایی آن در پرورش زنبور *H. hebetor*

در آزمایش اول که به منظور پرورش خود حشره میزبان، لاروهای سن چهارم ذخیره سازی شدند دو صفت درصد پروانه های حاصل از لاروهای ذخیره شده و میزان تخم گذاری آن‌ها پس از تیمارهای زمانی ذخیره سازی ارزیابی شد. درصد پروانه‌های ظاهر شده از لاروهای شب‌پره آرد ذخیره شده در دمای ۱۲ درجه سلسیوس، تا سه هفته اول تفاوت معنی‌داری با شاهد نداشت ولی ذخیره سازی طولانی‌تر تفاوت معنی دار نشان داد ($F=2.98$; $df_{(5, 28)}$, $P<0.05$) (شکل ۸). وزن تخم‌های حاصل از پروانه‌های ظاهر شده در هفته اول و دوم بیش‌ترین مقدار را داشت اما دارای تفاوت معنی‌دار با شاهد بود ($F=39.21$; $df=(5, 28)$, $P<0.001$) (شکل۹). اما در آزمایش کارایی لاروهای ذخیره شده برای پرورش زنبور دو صفت تعداد تخم گذاشته شده هر زنبور روی لاروهای ذخیره شده و تعداد لارو پارازیته شده به ازای هر زنبور ارزیابی شد. تعداد تخم به ازای هر زنبور روی لاروهای ذخیره سازی شده تا هفته چهارم ذخیره‌سازی از نظر آماری با شاهد در یک گروه قرار گرفتند ($F=15.31$; $df_{(5, 28)}$, $P<0.001$) (شکل ۱۰). تعداد لارو پارازیته شده توسط هر زنبور تا چهار هفته ذخیره سازی شده با شاهد یکسان بوده اما بعد از آن اختلاف معنی‌داری را نشان داد ($F=8.27$; $df_{(5, 28)}$, $P<0.001$) (شکل ۱۰).



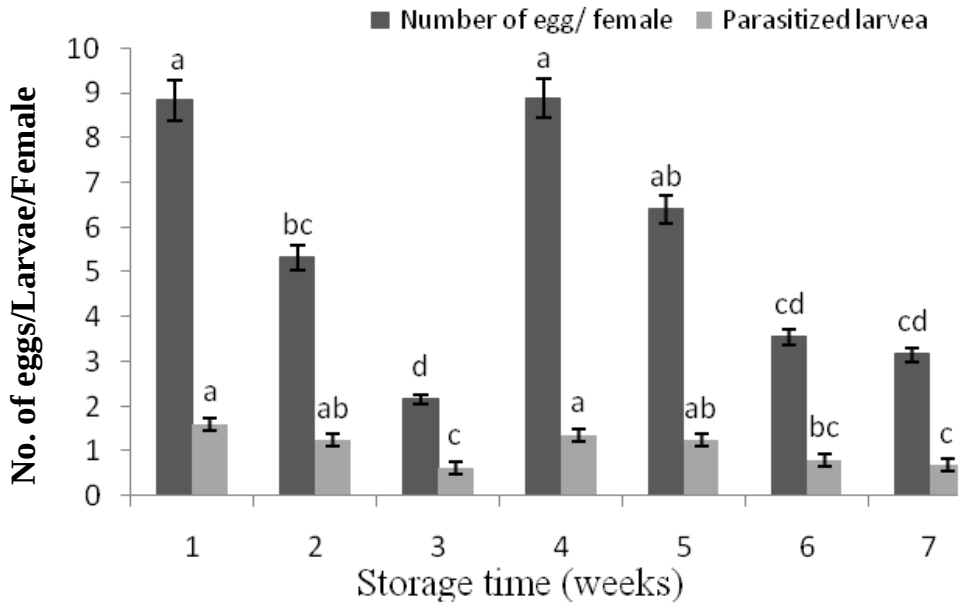
شکل ۸ - درصد ظهور حشرات کامل شب‌پره *Anagasta kuehniella* پس از ذخیره سازی لارو های آن در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 8. Percentage of *Anagasta kuehniella* adults emerged after storage of its larvae at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).



شکل ۹- وزن تخم به دست آمده پس از ذخیره‌سازی لارو شب‌پره آرد در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 9. The eggs weights of *Anagasta kuehniella* adults after storage of its larvae at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).



شکل ۱۰ – تعداد تخم گذاشته شده و تعداد لارو پارازیته شده به ازای هر زنبور ماده *Habrobracon hebetor* پس از ذخیره‌سازی لارو *Anagasta kuehniella* در دمای ۱۲ درجه سلسیوس

Figure 10. Number of eggs hatched and parasitized larvae per female *Habrobracon hebetor* after storage of the larvae of *Anagasta kuehniella* at 12°C. (At storage time, 1 is the control group).

بحث

زنبور *H. hebetor*: افزایش و طولانی شدن زمان ذخیره‌سازی ماده‌های *H. hebetor* باعث کاهش درصد زنده‌مانی، طول عمر، تعداد تخم و شفیره به ازای هر زنبور، درصد لارو پارازیته شده و درصد ظهور حشرات بالغ می‌شود اما روی نسبت جنسی بی تاثیر است. طول عمر افراد با افزایش زمان ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد که علت این امر ممکن است تجمع متابولیت‌های سمی پس از طولانی شدن مدت سرمادهی باشد (Storey and Storey, 1988). همچنین گرسنگی و کم‌آبی در طول دوره ذخیره‌سازی می‌تواند باعث کاهش طول عمر شود (Chen *et al*., 2011). باروری نیز با افزایش زمان ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد. به طور مشابه اوج باروری روزانه نیز متناسب با زمان ذخیره‌سازی کاهش می‌یابد. کاهش در باروری و اوج باروری روزانه هم زمان با افزایش مدت ذخیره‌سازی می‌تواند ناشی از دلایل مذکور باشد. همچنین مشاهده شد وقتی که مدت ذخیره‌سازی طولانی‌تر از یک هفته شود والدین نمی‌توانند روز اول در شرایط دمایی ۲۷ درجه سلسیوس تخم‌ریزی کنند و در روز دوم فقط تعداد کمی تخم می‌گذارند. این امر می‌تواند نشان‌دهنده آن باشد که پارازیتوئیدها پس از قرارگیری طولانی مدت در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به زمانی نیاز دارند تا صدمات ناشی از سرما را بهبود بخشند. بر اساس نتایج به دست آمده، اوج باروری روزانه در زمان‌های مختلف ذخیره‌سازی پس از قرارگیری در دمای ۲۷ درجه به مدت سه تا ده روز رخ داد. پس از ذخیره‌سازی، اوج تخم‌ریزی روزانه به طورمعمول در روزهای پنجم، ششم و هفتم اتفاق می‌افتد ولی در شاهد این حالت در روز هشتم مشاهده شد.

در این بررسی، میزان باروری *H. hebetor* روی شب‌پره آرد در دمای ۲۷ درجه سلسیوس، حدود ۱۱۴ تخم به ازای هر حشره ماده بود. در حالی‌که این مقدار ۴۰۰ تخم روی *Plodia interpunctela* (Hübner) (Chen *et al*., 2011)، ۳۲۶/۴ تخم روی *Pectinophora gossypiella* (Jackson and Butler, 1984)، ۲۵۳ تخم روی *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Clark and Smith, 1967)، ۷۸/۳ تخم روی *Galleria mellonella* L. (Amir-Maafi and Chi, 2006) و ۶۶/۳ تخم روی *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Amir-Maafi and Chi, 2006) بود. تفاوت‌های مشاهده شده در گونه‌های مختلف می‌تواند ناشی از اختلاف در نوع لاروهای میزبان مورد استفاده باشد. تراکم پارازیتوئیدها و لاروهای میزبان هم متفاوت بوده و این امر می‌تواند باعث تاثیر روی باروری شود (Taylor, 1988).

بر اساس نتایج این تحقیق نسبت جنسی فرزندان تقریبا ۱:۱ بوده و با مدت ذخیره‌سازی والدین تحت تاثیر قرار نگرفت. نسبت جنسی مشابه یافته‌های چن و همکاران (Chen *et al*., 2011)، اوود و همکاران (Ode *et al*., 1977)، کوک و همکاران (Cook *et al*., 1994)، رینرت و کینگ (Reinert and King, 1971) بود که از *P. interpunctella* به عنوان میزبان استفاده کردند. در یک بررسی توسط روتاری و گرلینگ (Rotary and Gerling, 1973) با استفاده از *A. kuehniella* به عنوان میزبان، درصد ماده‌ها ۰/۳۹ بود. اختلاف در نسبت جنسی بین بررسی ما و نتایج مذکور ممکن است ناشی از تفاوت میزبان، شرایط دمایی و تراکم *H. hebetor* باشد.

طبق نتایج به دست آمده، به نظر می‌رسد که ذخیره‌سازی در دمای ۱۲ درجه سلسیوس به مدت چهار هفته تاثیری در بقا و توانایی تولیدمثل *H. hebetor* نداشته است و بنابراین می‌توان این پارازیتوئید را با حداقل تاثیر روی کارایی آن تا مدت چهار هفته در این دما نگهداری کرد.

در مطالعه انجام شده بهترین دمای ذخیره سازی زنبور بالغ براکون در بین سه دمای ذخیره‌سازی ۴، ۹ و ۱۲ در جه سلسیوس دمای ۱۲ درجه سلسیوس تعیین شد (Mousapour *et al*., 2013b) در مقایسه ذخیره سازی زنبور بالغ براکون در مقایسه با شفیره آن، ذخیره سازی زنبور بالغ به طور معنی داری به مدت طولانی‌تری امکان پذیر است (Mousapour *et al*., 2013a).

شب‌پره آرد، *A. kuehniella*: بر اساس نتایج، افزایش زمان ذخیره‌سازی موجب کاهش درصد ظهور حشرات بالغ، وزن تخم به دست آمده و هم‌چنین کاهش کارایی زنبور *H. hebetor* در باروری و پارازیتیسم می‌شود. بنابراین تقریبا می‌توان گفت که برای کسب نتایج مطلوب در ذخیره‌سازی لاروهای *A. kuehniella* در دمای ۱۲ درجه سلسیوس، زمان‌های یک تا سه هفته قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر در گروه گیاه پزشکی دانشگاه شاهد انجام گرفته و بدین‌وسیله از همکاری دانشکده علوم کشاورزی، آزمایشگاه حشره‌شناسی تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

References

Amir-Maafi, M. and Chi, H. 2006. Demography of *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) on two pyralid hosts (Lepidoptera: Pyralidae). **Annals of the Entomological Society of America** 99: 84–90.

Balevski, N. 1984. Use of the parasite *Habrobracon hebetor* Say for biological control. **Rastitelna Zashchita** 32, 28–29.

Brower, J. H. and Press, J. W. 1990. Interaction of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) in suppressing stored-product populations in small inshell peanut storage. **Journal of Economic Entomology** 83: 1096-1101.

Chen, H., Opit, G. P., Sheng, P. and Zhang, H. 2011. Maternal and progeny quality of *Habrobracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae) after cold storage. **Biological Control** 58: 255 261.

Clark, A. M. and Smith, R. E. 1967. Egg production and adult life span in two species of *Bracon* (Hymenoptera: Braconidae). **Annals of the Entomological Society of America** 60: 903-905.

Cline, L. D. and Press, J. W. 1990. Reduction in almond moth (Lepidoptera: Pyralidae) infestation using commercial packaging of foods in combination with the parasitic wasps, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). **Journal of Economic Entomology** 83: 1110-1113.

Cook, J. M., Rivero, Lynch A. P. and Godfray, H. C. J. 1994. Sex ratio and founders number in the parasitoid wasp *Bracon hebetor*. **Animal Behaviour** 47: 687–696.

Huang, X. F. 1986. Use of *Habrobracon hebetor* Say in granary pest control. **Chinese Journal of Biological Control** 2: 78-80.

Jackson, C. G. and Butler, G. D. 1984. Development time of three species of *Bracon* (Hymenoptera: Braconidae) on the pink bollworm (Lepidoptera: Gelechiidae) in relation to temperature, **Annual Review of Entomology** 77: 539-542.

Keever, D. W., Mullen, M. A., Press, J. W. and Arbogast, R. T. 1986. Augmentation of natural enemies for suppressing two major insect pests in stored farmer's stock peanuts. **Environmental Entomology** 15: 767-777.

McDonald, R. C. and Kok, L. T. 1990. Post refrigeration viability of *Pteromalus puparum* (Hymenoptera: Pteromalidae) prepupae within host chrysalids. **Journal of Entomological Science** 25: 409–413.

Mousapour, Z., Askarianzadeh, A., Abbasipour, H. and Agahi, K. 2013(a). Effect of cold storage of pupae of parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae), on its efficiency. **Archives of Phytopathology and Plant Protection.** http: //dx.doi.org/10.1080/ 03235408. 2013. 826858.

Mousapour, Z., Askarianzadeh,A., Abbasipour, H. and Agahi, K. 2013 (b). Effect of cold storage of adult parasitoid wasp, *Habrobraconhebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) on its eficiency. Proceedings of 2th Organic and Customary Farming Congress. 21-22 August, Uinversity of Mohaghegh Ardebili. pp. 102 (In Farsi)

Ode, P. J., Antolin, M. F. and Strand, M. R. 1997. Constrained oviposition and female biased sex allocation in a parasitic wasp. **Oecologia** 109: 547–555.

Press, J. W., Cline, L. D. and Flaherty, B. R. 1982. A comparison two parasitoids, *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae) and *Venturia canescens* (Hymenoptera: Ichneumonidae), and a

predator *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae) in suppressing residual population of the almond moth, *Ephestia cautella* (Lepidoptera: Pyralidae). **Journal of Kansas Entomological Society** 55: 125-128.

Reinert, J. A. and King, E. W. 1971. Action of *Bracon hebetor* Say as a parasite of *Plodia interpunctella* at controlled densities. **Annals of the Entomological Society of America** 64: 1335–1340.

Rotary, N. and Gerling, D. 1973. The influence of some external factors upon the sex ratio of *Bracon hebetor* Say (Hymenoptera: Braconidae). **Environmental Entomology** 2: 134-138.

Storey, K. B. and Storey, J. M. 1988. Freeze tolerance in animals. **Physiological Reviews,** 68: 27–84.

Taylor, A. D. 1988. Host effects on functional and ovipositional responses of *Bracon hebetor*. **Journal of Animal Ecology**, 57, 173–184.

vanLenteren, J. and Tommasini, M. 2002. Mass production, storage, shipment and quality control of natural enemies. In: Albajes, R., Gullino, M. L., van Lenteren, J. C., Elad, Y. (Eds.), Mass Production, Storage, Shipment and Quality Control of Natural Enemies, Integrated Pest and Disease Management in Greenhouse Crops 276–294.

Venkatesan, T., Singh, S. P. and Jalali, S. K. 2000. Effect of cold storage on cocoons of *Goniozus nephantidis* Muesebeck (Hymenoptera: Bethylidae) stored for varying periods at different temperature regimes. **Journal of Entomological Research** 24: 43–47.

Plant Pests Research
2015-5 (3):17-29

Cold storage of adult parasitoid wasp, *Habrobracon hebetor* (Say) (Hymenoptera: Braconidae) and the flour moth larvae, *Anagasta kuehniella* (Zeller) at 12°C

Z. Mousapour[1], A. Askarianzadeh[1*], H. Abbasipour[1]
1. Department of Plant Protection, Faculty of Agricultural Sciences, Shahed University, Tehran, Iran

(Received: July 2, 2014- Accepted: July 11, 2015)

Abstract

Storage at low temperature (cold storage) is an appropriate way to extend longevity of natural enemies such as insect parasitoids. The aim of this study was to determine the optimal time of storage of the parasitoid, *Habrobracon hebetor* (Say) and its factitious host, the flour moth, *Anagasta kuehniella* (Zeller) at 12 °C. After in vitro rearing of the above insects, the adult female wasp of *H. hebetor* and also the larvae of host, *A. kuehniella* were stored in five replicates for one to six weeks at 12°C. After this, effects of storage time on some biological traits such as survival, fecundity and efficiency were evaluated weekly. The results showed that at 12°C, the adult parasitoid wasps could be stored for four weeks. Also at the same temperature, *A. kuehniella* larvae could be stored for three weeks, but for the parasitoid, they can be stored for four weeks. Thus, short-term storage of *H. hebetor* adult wasps could be used to hold and store a large number of mass reared parasitoids.

Key words: Cold storage, *Habrobracon hebetor*, efficiency, time, parasitoid

*Corresponding author: askarianzadeh@shahed.ac.ir