

## تأثیر زنبور پارازیتوئید *Bracon hebetor* Say بر تراکم جمعیت شب پره *Anagasta kuehniella* Zeller روی خرماي رقم ساير در شرایط آزمایشگاهی

گلناز نادری<sup>۱</sup>، علی اصغر سراج<sup>۲\*</sup> و مسعود لطیفیان<sup>۳</sup>

- ۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران، اهواز، ایران  
۲- نویسنده مسئول: دانشیار حشره شناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز، ایران (seraj.a@scu.ac.ir)  
۳- دانشیار پژوهشی، موسسه تحقیقات خرما و میوه های گرمسیری، اهواز، ایران

تاریخ پذیرش: ۹۴/۱۱/۱۰

تاریخ دریافت: ۹۳/۰۳/۲۷

### چکیده

زنبور *Bracon hebetor* Say پارازیتوئید خارجی لارو برخی آفات بالپولکی انباری خرما است. در این پژوهش تغییرات تراکم جمعیت مراحل مختلف نشو و نمایی شب پره مدیترانه‌ای آرد *Anagasta kuehniella* Zeller تحت تأثیر زنبور پارازیتوئید *B. hebetor* به مدت ۶ ماه در شرایط آزمایشگاهی بررسی شد. این آزمایش با ۲ جمعیت در ۳ تکرار درون جعبه های شیشه ای صورت گرفت. جمعیت اول شامل ۵۰۰ لارو آفت و ۵۰ زنبور پارازیتوئید با نسبت جنسی برابر و جمعیت دوم (شاهد) تنها شامل ۵۰۰ لارو آفت بود. در منحنی تغییرات تراکم جمعیت دو دوره فعالیتی مشاهده شد در دوره اول اوج تراکم جمعیت - مراحل تخم، لارو، شفیره و حشره کامل - به ترتیب در هفته های ۱۱، ۶، ۸ و ۱۱ و در دوره دوم در هفته های ۲۲، ۲۰، ۲۱ و ۲۲ مشاهده شد. در طول ۲۴ هفته انبارداری همواره تراکم جمعیت مراحل مختلف نشو و نمایی آفت در حضور زنبور پارازیتوئید به میزان چشم گیری از جمعیت فاقد زنبور پارازیتوئید کمتر بود، به طوری که حداکثر کاهش ۵/۲۵، ۵/۳۶، ۴/۲ و ۴/۲۸ برابری به ترتیب در جمعیت تخم، لارو، شفیره و حشره ای کامل آفت مشاهده شد که این حاکی از کارایی بالای این زنبور در پارازیته کردن لارو شب پره مدیترانه‌ای آرد و نهایتاً کنترل آن می باشد

کلید واژه‌ها: خرماي رقم ساير، شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *Bracon hebetor* Say، تغییرات جمعیت

### مقدمه

چرخه زندگی این حشره از تخم تا حشره کامل ۵۴ روز به طول می‌انجامد (Dehghan, 2004). این شب پره به خرماهای نخلستان ها، کارگاه های بسته بندی و انبارها حمله می‌کند. هر لارو قادر است حدود ۲ جبه خرما را آلوده کند. این حشره در شرایط انبار دارای ۵ نسل هم‌پوشان در سال است. کنترل بیولوژیکی برای مهار این آفت انباری به خصوص در کارگاه‌های بسته‌بندی که محدودیت استفاده از حشره‌کش‌ها وجود دارد، آینده روشنی را ترسیم کرده است (Hamilton, 1967;

شب‌پره مدیترانه‌ای آرد (*Anagasta kuehniella* Z.) از خانواده Pyralidae، دومین عامل خسارت‌زای خرماي انباری، پس از شیشه‌ی دندانه دار (*Oryzaephilus surinamensis* L.) بوده و سالانه خسارت سنگینی را به این محصول وارد می‌سازد (Kraszpulski and Davis, 1998; Esmaili et al., 2005; Hartzler et al., 2005)

ها تعبیه شد. این سوراخ ها با پارچه ململ و سپس یونولیت پوشانده شدند، به طوری که امکان فرار زنبور و لارو شب پره به حداقل رسید. در زمان های لازم با برداشتن یونولیت ها تهویه لازم انجام می گرفت. درون هر جعبه ۱۲ کیلوگرم خرما قرار داده شد. دانه های خرما قبل از ریختن درون جعبه های شیشه ای، به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد قرار گرفتند، تا آفات احتمالی و خطای ناشی از وجود جمعیت اولیه و پنهان در آزمایش، با سترون کردن از طریق سرمادهی کاملاً از بین برود. شرایط آزمایش از نظر دما و رطوبت نسبی مشابه شرایط انبار بود (دمای  $27 \pm 2$  درجه سانتیگراد و رطوبت نسبی  $60 \pm 5$  درصد). ۵۰۰ عدد لارو سن یک شب پره به هر یک از جعبه ها اضافه گردید. پس از یک روز و اسقرار لاروها، زنبورها به تعداد ۵۰ عدد و با نسبت جنسی ۱:۱ در جعبه های تیمار رها شدند.

اولین نمونه برداری دو هفته بعد از آماده سازی جعبه ها صورت گرفت و سپس هر هفته نمونه برداری تکرار شد. روش نمونه برداری به این صورت بود که از هر جعبه ۳ حبه خرما به طور تصادفی برداشته می شد. سپس حبه ها باز شده و تعداد تخم، لارو، شفیره، حشرات کامل شب پره و زنبور (تنها در جعبه های تیمار) درون آن ها شمارش می شد. برای شمارش تعداد تخم و لاروهای سنین پایین شب پره، ابتدا محلولی حاوی ۱۰ گرم نمک، ۳۰ میلی لیتر آب مقطر، ۳۰ میلی لیتر سود و ۴ تا ۵ قطره متیلن بلو برای هر جعبه آماده شد. نمونه های ریش ریش شده ی خرما درون ارلن حاوی محلول ریخته می شد. یک مگت درون ارلن انداخته شد و ارلن روی Heater قرار می گرفت. محتویات ارلن پس از ۱۰ دقیقه جوشیدن از دو صافی گرد فلزی (ده مش) که منافذ آنها به صورت ضربدری روی هم قرار داشت، عبور داده می شد. محتویات جامد روی صافی می ماند و محتویات مایع از صافی رد می شد و به درون ظرف زیرین می ریخت. مقداری نفت بی بو روی بخش مایع رد شده از صافی ریخته شده و در دکانتور قرار گرفت. پس از ۱۰ دقیقه، سه فاز مجزا در مایع تشکیل شد که فاز میانی روشن تر از فازهای دیگر بود. زمانی که ۳ فاز به وضوح در داخل دکانتور تشکیل و مشاهده شدند، مقداری از پایین مایع را خالی کرده و یک سانتیمتر از زیر فاز میانی + فاز میانی + یک سانتیمتر از نفت بی

Livdahl, 1979; Latifian, 2004; Aggelis et al., 2005)

زنبور *Bracon hebetor* Say از خانواده Braconidae پارازیتوئید خارجی لارو شب پره های خانواده Pyralidae و به ویژه شب پره مدیترانه ای آرد می باشد (Press et al, 1982). زنبورهای ماده هنگام پارازیته کردن آفت، ابتدا تخم ریز خود را وارد بدن لارو می نمایند و با تزریق زهر، سیستم عصبی میزبان را فلج می کنند. لاروهای فلج به صورت غیرمتحرک تا مدت ها زنده می مانند ولی نشو و نمای آنها متوقف می شود. زنبورهای ماده بعد از فلج کردن لاروهای میزبان روی بدن آن تخم گذاری می کنند. تخم ها پس از ۱-۲ روز تفریح می شوند و لاروهای زنبور شروع به تغذیه از محتویات داخل بدن لارو میزبان می نمایند. پس از طی دوره لاروی (سه سن لاروی) که ۳-۴ روز به طول می انجامد، لاروهای زنبور، میزبان را ترک کرده و در کنار آن به شفیره تبدیل می شوند. دوره شفیرگی زنبور ۴-۵ روز می باشد و پس از آن حشره کامل از داخل شفیره خارج می گردد. در طول ۵ روز اول عمر ماده، زادآوری زنبور ماده زیاد بوده، اما بعد از آن به طور معنی داری کاهش می یابد. هر زنبور ماده در طول زندگی خود حدود ۱۰۰ عدد تخم می گذارد (Ohh, 1993; Gündüz and Gülel, 2005).

هدف از این تحقیق بررسی تغییرات تراکم جمعیت زنبور *B. hebetor* و لارو آفت (شب پره مدیترانه ای آرد) و تحلیل فراوانی سنی جمعیت لارو آفت در دو شرایط حضور و غیاب زنبور *B. hebetor* می باشد

### مواد و روش ها

کلنی اولیه زنبور پارازیتوئید *Bracon hebetor* Say سازمان حفظ نباتات اهواز تهیه شد.

به منظور بررسی تاثیر زنبور پارازیتوئید بر تراکم جمعیت شب پره مدیترانه ای آرد بر روی خرما ی رقم سایر در شرایط آزمایشگاهی، جعبه های شیشه ای به ابعاد  $50 \times 50 \times 40$  سانتی متر طراحی شدند. ۳ جعبه برای تیمار (جمعیت آفت در حضور زنبور پارازیتوئید) و ۳ جعبه برای شاهد (جمعیت در غیاب زنبور پارازیتوئید) در نظر گرفته شدند. روی بدنه جعبه ها در فواصل مساوی ۹ عدد سوراخ جهت برداشتن خرما در طول نمونه برداری

$$A_j = \int_{-\infty}^{+\infty} f_j(t) dt = M_j \left( \frac{1 - e^{-\theta j}}{\theta} \right)$$

(معادله ۲)

بنابراین مساحت زیر منحنی فراوانی سنی بستگی به تعداد

ورود به مرحله  $j$ ، پارامتر بقاء  $\theta$  و مدت آن مرحله دارد.  $D_j$

یا مساحت زیر منحنی  $f_j(t)$  از فرمول زیر به دست می آید:

$$D_j = \int_{-\infty}^{+\infty} t f_j(t) dt = A_j \left( \mu_j + \frac{1}{\theta} - \frac{a_j e^{-\theta j}}{1 - e^{-\theta j}} \right)$$

(معادله ۳)

فرمول ۳ نشان می دهد که  $D_j$  به میانگین زمان ورود به

مرحله رشدی  $j$ ، پارامتر بقاء  $\theta$  و مساحت زیر منحنی فراوانی

سنی بستگی دارد.

معادلات ۲ و ۳ می توانند برای داده های تجمعی فراوانی

سنی به کار روند. اگر  $F_j(t)$  منحنی فراوانی سنی  $j$  تا  $q$  باشد،

مدت مرحله آخر بی نهایت خواهد بود. زیرا همگی با مرگ گم

می شوند. بنابراین چنانچه در معادلات ۲ و ۳،  $a_j$  برابر بی

نهایت قرار داده شود:

$$A_j^* = M_j \theta \quad (\text{معادله ۴})$$

$$D_j^* = \left( \mu_j + \frac{1}{\theta} \right) A_j^*$$

(معادله ۵)

از دو معادله قبل می توان نرخ بقاء هر مرحله رشدی را به

طریق زیر محاسبه نمود. در این جا  $j$  از ۱ تا  $q-1$  می باشد:

$$w_j = \frac{A_{j+1}^*}{A_j^*}$$

(معادله ۶)

پارامتر بقاء، خواهد شد:

$$\theta = -\ln \left( \frac{\frac{A_q^*}{A_1^*}}{\frac{D_q^*}{A_q^*} - \frac{D_1^*}{A_1^*}} \right)$$

مدت دوره  $j$  مرحله  $j$  به صورت فرمول ۸ خواهد شد. در این

فرمول مقدار  $j$  از ۱ تا  $q-1$  تغییر می کند:

$$a_j = -\frac{1}{\theta} \ln(w_j)$$

بوی روی آن برداشته شد. مایع به دست آمده در پتری دیش

ریخته شده و زیر بینو کولر بررسی و به دقت تخم و لاروهای

سنین مختلف آفت شمارش گردید (Gündüz and Gülel, 2005).

از روی داده های جمع آوری شده از فراوانی سنی

حشره، افراد رسیده به یک سن به دست آمدند و از طریق

مقایسه با نمونه برداری های قبلی و شاهد، حذف افراد درون

جمعیت در هر سن محاسبه شد. در این تحقیق از روش ک-ان-

ام (فرمول کیریتانی و ناکاسوجی: معادله ۱) برای تحلیل

داده ها استفاده شد (Kraszpulski and Davis, 1988).

جمعیت هر سن در یک زمان معین ظاهر می شود و ممکن است

در زمانی با تبدیل شدن به سن بعد در نمونه ها ناپدید شوند. با

تخمین جمعیت هر سن می توان جمعیت کل ( $X$  و  $Y$ ) را نیز

تخمین زد.

### روش ک-ان-ام

از فرمول کیریتانی و ناکاسوجی (معادله ۱ و ۲) برای

محاسبه ی و شمارش تعداد تخم و لاروهای سنین مختلف شب

پره مدیترانه ای آرد استفاده شد (Kraszpulski and

Davis, 1988):

$$\hat{A} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (h_i + h_{i+1}) F_{ij} \quad (\text{معادله ۱})$$

که در آن  $F_{ij}$  تعداد افراد در سن  $i$ th به بعد در زمان  $j$

است.  $h_i$  و  $h_{i+1}$  فاصله نمونه برداری بین زمان  $i$  ام و زمان

بعدی است.

با فرض این که بقاء در یک دوره زمانی مستقل از بقاء در

دوره های زمانی بعدی است، احتمال بقاء  $(t-x)$  در واحد زمان

برابر  $e^{-\theta(t-x)}$  خواهد بود. علاوه بر این، تعدادی که در زمان

بسیار اندک  $(x+dx)$  وارد مرحله  $j$  می شوند برابر  $M$

$\int g(x) dx$  می باشد. بنابراین:

$$f_j t = M_j \int_{t-aj}^t g_j(x) e^{-\theta(t-x)} dx$$

حالا می توان منحنی فراوانی سنی را با رسم  $F_j(t)$  در در

مقابل  $t$  برای تمام مقادیر  $t$  رسم نمود. مساحت منحنی فراوانی

سنی  $A_j$  را با  $j$  با گرفتن انتگرال از معادله منحنی مزبور بین

می توان به دست آورد:

و تعدادی که وارد مرحله  $j$  شدند ( $j$  از ۱ تا  $q$ ):

$$M_j = A_j^* \theta \quad (\text{معادله ی ۷})$$

از آنچه که نشان داده شد مشخص می گردد که  $A^*$  و  $D^*$  کلید تخمین بقیه پارامترها هستند. این کار با روش ذوزنقه به فرض فراوانی سنی صفر در زمان های  $t_1$  و  $t_n$  انجام شد.

$$\hat{A}_j^* = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{n-1} (F_{ij} + F_{i+1j})(t_{i+1} - t_i) \quad (\text{معادله ی ۸})$$

به طور مشابه مقدار  $\hat{D}_j^*$  شد:

$$\hat{D}_j^* = \sum_{i=1}^{n-1} (t_i F_{ij} + t_{i+1} F_{i+1j})(t_{i+1} - t_i) \quad (\text{معادله ی ۹})$$

وقتی فاصله نمونه برداری ها مساوی باشد، تخمین تعدادی که بین دو زمان  $i$  و  $i+1$  وارد مرحله  $i$  می شوند و تا زمان  $i+1$  زنده می مانند از فرمول ۱۱ محاسبه شد:

$$b_i = F_{i+1,i} - e^{-\hat{\theta}(t_{i+1}-t_i)} F_{i,i} \quad (\text{معادله ی ۱۰})$$

$F_{i,i}$  تعداد افراد در تمام مراحل در نمونه  $i$  ام می باشد و توان -  $\theta(t_{i+1}-t_i)$  تخمین احتمال بقاء از زمان  $t_i$  تا  $t_{i+1}$  است. بعضی از وارد شده ها ممکن است قبل از نمونه برداری تلف شوند. بنابراین تعدادی که در بین نمونه برداری  $i$  ام و  $i+1$  ام وجود دارند بیش از  $b_i$  است. بنابراین می توان مقدار  $b_i$  را تصحیح نمود:

$$b_i^* = b_i \frac{\theta(t_{i+1} - t_i)}{1 - e^{-\hat{\theta}(t_{i+1}-t_i)}} \quad (\text{معادله ی ۱۱})$$

علائم ریاضی زیر جهت آمارها و پارامترهای مختلف برای همه معادلات زیر به کار رفته اند:

$q$  تعداد مراحل رشدی

$F_j(t)$  تعداد جمعیت در مرحله  $j$  برای بخشی از جمعیت که در زمان  $t$  نمونه برداری شده است.

$F_j(t)$  تعداد جمعیت در مراحل رشدی  $j$ ،  $j+1$ ،  $j+2$ ، ...،  $q$  برای بخشی از جمعیت که در زمان  $t$  نمونه برداری شده است.

$M_j$  تعدادی که وارد مرحله رشدی  $j$  می شوند برای بخشی از جمعیت که در زمان  $t$  نمونه برداری شده است.

$g_j(x)$  تابع احتمال تراکم ورود به مرحله  $j$

$\mu$  میانگین زمان ورود به مرحله  $j$   
 $e^{-\theta}$  احتمال بقاء، برای یک واحد زمانی

$a_j$  مدت زمان مرحله رشدی  $j$

$w_j$  نرخ بقاء ویژه سن  $j$

$A_j$  سطح زیر منحنی فراوانی سنی مرحله رشدی  $j$

$A_j^*$  سطح زیر منحنی برای مراحل رشدی  $j$ ،  $j+1$ ،  $j+2$ ، ...،  $q$ .

$D_j$  سطح زیر منحنی  $f_j(t)$

$D_j^*$  سطح زیر منحنی  $tF_j(t)$

$P_j(t)$  احتمال این که یک فرد در زمان  $t$  در مرحله  $j$  باشد.

$W(t)$  احتمال بقاء، تا زمان  $t$

$g_j(t)$  تابع احتمال تراکم زمان ورود به مرحله  $j$

$P_{ij}$  احتمال این که یک مشاهده در زمان  $t$  در مرحله  $j$  باشد.

$H_j(t)$  احتمال این که فردی مدت زمان  $t$  یا واحد زمانی کمتر را در مرحله  $j$  بگذراند.

$h_j(t)$  احتمال این که مدت مرحله  $j$  برابر  $t$  واحد زمانی باشد.

$F_{ij}$  فراوانی هر مرحله

باید در تعریف های  $f_j(t)$  و  $f_j(t)$  که نوشته شده " برای

بخشی از جمعیت که در زمان  $t$  نمونه برداری شده است " دقت

نمود. منظور این است که این ها بر اساس تخمین نمونه هستند و

طی فرآیند مدل سازی آنها را به عنوان پارامتر در نظر می گیرند.

$$a_j = -\frac{1}{\theta} \ln(w_j)$$

افراد مرحله  $j$  در زمان  $t$  آنهایی هستند که بین زمان های  $t-$

$a_j$  و  $t$  وارد مرحله  $j$  شده و تا زمان  $t$  زنده می مانند. کافی است

فقط به زمان از  $t-a_j$  توجه شود. زیرا تمام افراد در مرحله قبل از

آن مرده یا به مرحله بعدی تبدیل شده اند. جهت محاسبه تغییرات

به وجود آمده در اثر زنبور پارازیتوئید در جمعیت آفت از رابطه

زیر استفاده شد.

$$W = [W(s) - W(b)] / W(s)$$

$W(s)$  و  $W(b)$  نرخ بقای جمعیت بین دو مرحله نشو و نمایی

مقدار تغییرات طول دوره ی نشو و نما در اثر پارازیتسم از رابطه

$$a = [a(s) - a(b)] / a(s)$$

$a$  = نرخ کاهش طول دوره ی نشو و نما در اثر پارازیتسم.

زنبور و شاهد (بدون رهاسازی زنبور) تفاوت معنی داری وجود داشت ( $P=0/000036$ ،  $Z=4/13$  و  $df=23$ ). تراکم تخم در طول ۲۴ هفته انبارداری همواره در تیمار رهاسازی زنبور نسبت به تیمار شاهد به نسبت قابل توجهی (در حدود ۵/۲۵ برابر)، کمتر بود (شکل ۱).

### ب- تغییرات تراکم لارو آفت

طی ۲۴ هفته انبارداری، دو اوج فعالیت در منحنی تغییرات تراکم جمعیت لارو آفت مشخص بود. دوره اول از هفته اول آغاز شد و تا هفته یازدهم ادامه داشت. اوج تراکم جمعیت لارو در این دوره در هفته ششم به وقوع پیوست. دوره دوم از هفته دوازدهم آغاز گردید و تا هفته بیست و چهارم ادامه داشت. اوج تراکم جمعیت لارو در این دوره در هفته بیستم مشاهده شد. بر اساس این نتایج بین تیمارهای دارای زنبور پارازیتوئید و شاهد تفاوت معنی داری وجود داشت ( $P=0/000013$ ،  $Z=4/36$  و  $df=23$ ). تراکم جمعیت لاروها درون توده خرما می تیمار شده در طول ۲۴ هفته انبارداری همواره به نسبت قابل توجهی (در حدود ۵/۳۶ برابر)، از شاهد کم تر بود (شکل ۲).

تغییرات به وجود آمده در روند کاهش جمعیت طی مراحل رشدی مختلف در اثر پارازیتسم با استفاده از رابطه زیر قابل محاسبه بود.

$$M=[M(s)-M(b)]/M(s)$$

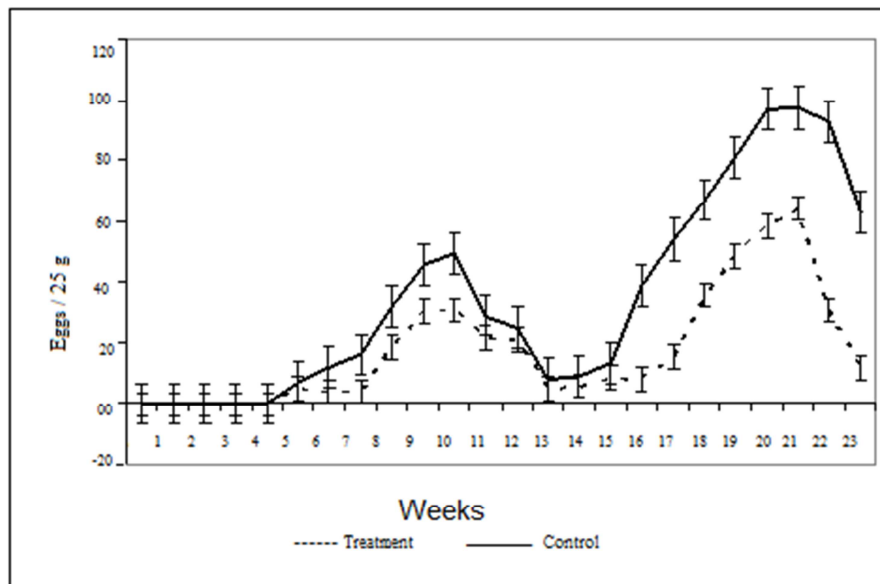
M نرخ کاهش تعداد افراد وارد شده به مرحله نشوونمایی بعد

### نتایج و بحث

نتایج تغییرات هفتگی تراکم جمعیت مراحل مختلف نشوونمایی آفت (تخم، لارو، شفیره و حشره کامل) در دو جمعیت شاهد (بدون رهاسازی زنبور پارازیتوئید) و تیمار (با رهاسازی زنبور پارازیتوئید) به شرح زیر بود:

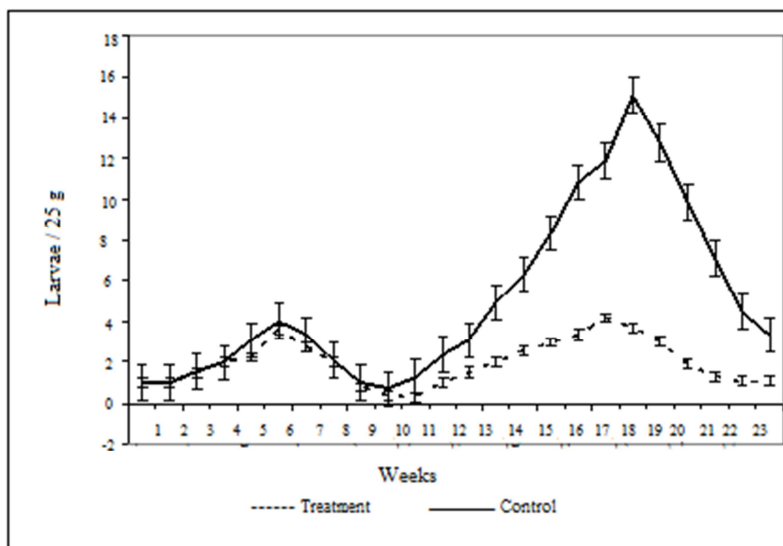
#### الف- تغییرات تراکم مرحله رشدی تخم آفت

در منحنی تغییرات تراکم جمعیت مرحله تخم آفت دو دوره فعالیتی وجود داشت. دوره اول از هفته اول شروع شد و تا حدود هفته پانزدهم ادامه داشت. اوج تراکم تخم در حدود هفته یازدهم اتفاق افتاد. دوره دوم از هفته شانزدهم شروع شد و تا هفته بیست و چهارم ادامه داشت. اوج تراکم تخم در این دوره حدود هفته بیست و دوم بود. بین تراکم تخم شب پره در تیمارهای رهاسازی



شکل ۱- تغییرات تراکم جمعیت تخم شب پره مدیترانه‌ای آرد طی ۲۴ هفته انبارداری خرما رقم سایر

Figure 1. Mediterranean flour moth eggs population density during 24 weeks of storage on sayer date cultivar



شکل ۲- تغییرات تراکم جمعیت لارو شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد طی ۲۴ هفته انبارداری خرماي رقم سایر

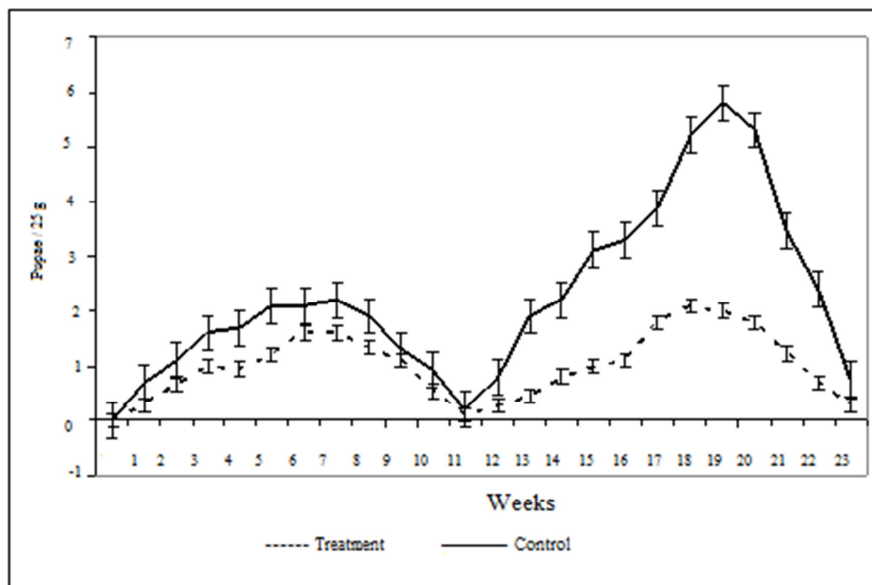
Figure 2. Mediterranean flour moth larvae population density during 24 weeks of storage on sayer date cultivar

### ج- تغییرات تراکم سفیره آفت

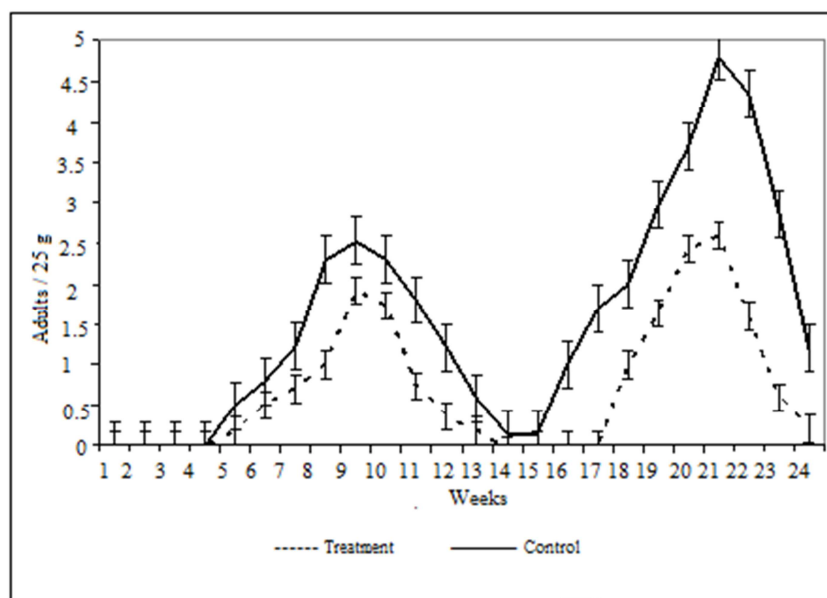
در طول ۲۴ هفته انبارداری، دو دوره فعالیتی در منحنی تغییرات تراکم جمعیت سفیره آفت قابل تشخیص بود. دوره اول از هفته دوم شروع شد و تا هفته سیزدهم ادامه داشت. اوج تراکم جمعیت سفیره در این دوره در حدود هفته هشتم ثبت گردید. دوره دوم از هفته چهاردهم شروع شد و تا هفته بیست و چهارم ادامه داشت. اوج تراکم جمعیت سفیره در این دوره در حدود هفته بیست و یکم ثبت شد. بین تراکم جمعیت سفیره در تیمارهای دارای زنبور پارازیتوئید و شاهد تفاوت معنی داری وجود داشت (df=۲۳ و  $Z=۴/۵۷$ ،  $P=۰/۰۰۰۰۴$ ) در طول ۲۴ هفته انبارداری، همواره تراکم جمعیت سفیره آفت در تیمار دارای زنبور به نسبت قابل توجهی (در حدود ۴/۲ برابر)، از تیمار شاهد کم‌تر بود (شکل ۳).

### د- تغییرات تراکم حشرات کامل آفت

در طول ۲۴ هفته انبارداری دو دوره فعالیتی در منحنی تغییرات تراکم جمعیت حشره کامل آفت ثبت شد. دوره اول از هفته چهارم شروع شد و تا هفته پانزدهم ادامه داشت و اوج آن در هفته یازدهم ثبت شد. دوره دوم از هفته شانزدهم شروع شد و تا هفته بیست و چهارم ادامه داشت و اوج آن در حدود هفته بیست و دوم اتفاق افتاد. بر اساس این نتایج، بین تراکم حشرات کامل در تیمارهای رهاسازی زنبور و شاهد تفاوت معنی داری وجود داشت (df=۲۳ و  $Z=۴/۲۵$ ،  $P=۰/۰۰۰۰۲$ ) تراکم جمعیت حشرات کامل در توده خرماي تیمار شده با زنبور در طول ۲۴ هفته انبارداری همواره به نسبت قابل توجهی (در حدود ۴/۷۸ برابر)، از تیمار شاهد کم‌تر بود (شکل ۴).



شکل ۳- تغییرات تراکم جمعیت شفیره شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد طی ۲۴ هفته انبارداری خرماي رقم سايه  
 Figure 3. Mediterranean flour moth pupae population curve during 24 weeks of storage on sayer date cultivar



شکل ۴- منحنی تغییرات تراکم جمعیت حشره کامل شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در طول ۲۴ هفته انبارداری خرماي رقم سايه  
 Figure 4. Mediterranean flour moth adult population density during 24 weeks of storage on sayer date cultivar

مرحله‌ی رشدی ( $W_j$ ) در تیمارهای رهاسازی زنبور و شاهد نشان داد که نرخ بقا یا انتقال جمعیت از یک مرحله نشو و نمایی به مرحله نشو و نمایی دیگر در تمام مراحل در جمعیت دارای زنبور پارازیتوئید، کمتر از جمعیت شاهد بود. در هر دو جمعیت، بیشترین تلفات در انتقال از مرحله لاروی به شفیرگی

### تحلیل فراوانی سنی جمعیت آفت در حضور و غیاب پارازیتوئید

پارامترهای داده‌های وفور سنی جمعیت آفت بر روی رقم سايه در حضور و غیاب زنبور پارازیتوئید در جدول ۱ ارایه شده‌اند. در این جدول مقایسه نرخ بقای جمعیت بین دو

شکل، بیشترین کاهش طول دوره به ترتیب در مراحل نشو و نمایی لارو، شفیره و تخم آفت اتفاق افتاد.

پارامتر  $M_j$  تعداد افراد وارد شده به مرحله رشد بعد را نشان می‌دهد. همان طور که در جدول ۱ ملاحظه می‌گردد، به تدریج از مرحله رشدی تخم تا حشره کامل تعداد افراد وارد شده به مرحله نشوونمایی بعد ( $M_j$ ) کاهش یافت و این کاهش همواره در جمعیت تیمار شده با زنبور از جمعیت شاهد سریع‌تر بود.

نتایج محاسبه‌ی نرخ کاهش تعداد افراد وارد شده به مرحله نشوونمایی بعد در شکل ۷ درج گردیده است. بیشترین این کاهش مربوط به مرحله رشدی لارو بود و پس از آن مراحل رشدی تخم، شفیره و حشره کامل قرار داشتند.

(یعنی در مرحله‌ی لاروی) اتفاق افتاد. پس از آن، بیشترین تلفات در مرحله‌ی انتقال از تخم به لارو (یعنی در مرحله‌ی تخم) صورت گرفت

نتایج محاسبه تغییرات به وجود آمده در اثر زنبور پارازیتوئید در جمعیت آفت در مراحل نشو و نمایی مختلف در شکل ۵ درج گردیده است. بیشترین کاهش بقا در مرحله تخم و پس از آن به ترتیب در مراحل لارو و شفیره اتفاق افتاد.

پارامتر  $aj$  در جدول ۱ طول مدت مرحله نشو و نمایی مربوطه را نشان می‌دهد. بیشترین طول دوره نشو و نمایی مربوط به مرحله لارو بود و پس از آن مراحل تخم و شفیره قرار داشتند. پارازیتسم باعث ایجاد کاهش شدیدی در طول دوره زندگی تمام مراحل نشوونمایی شد.

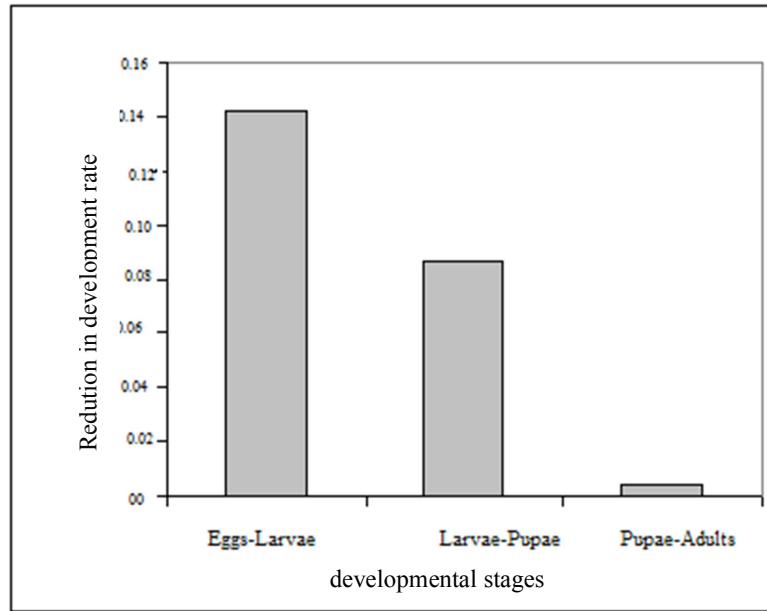
نتایج محاسبات نرخ کاهش طول دوره‌ی نشوونما در اثر پارازیتسم (a) در شکل ۶ ارائه گردیده است. بر اساس این

جدول ۱- پارامترهای داده‌های وفور سنی برای جمعیت‌های آفت تیمار شده با زنبور پارازیتوئید و شاهد بر روی خرما‌ی رقم سایر

Table 1- Age abundance data parameters for pest populations treated with parasitoid wasps and control on sayer date cultivar

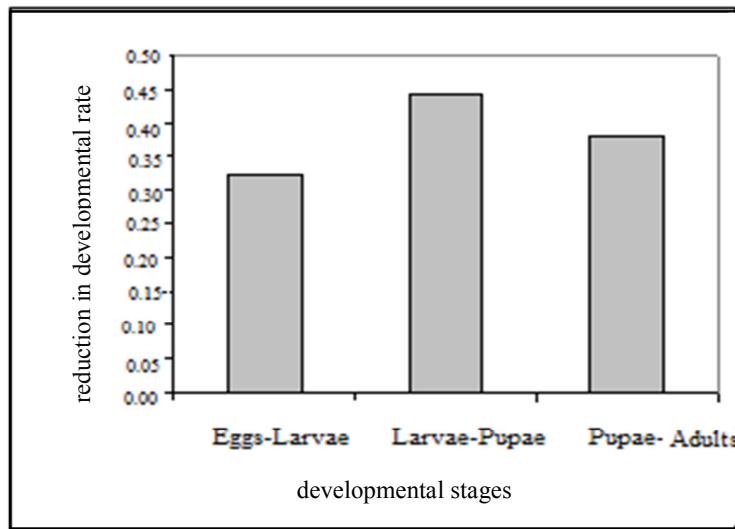
Populations	Stage phase	Aj	Dj	Bj	wj	aj	Mj
<i>B. hebetor</i> Release	Eggs	508.96	8484.35	16.67	0.1686	0.7174	1250.53
	Larvae	87.16	1206.75	13.84	0.4686	0.3054	210.78
	Pupae	40.96	593.7	14.49	0.4181	0.3514	98.78
	Adults	17.2	268.5	15.61	—	—	41.29
Control	Eggs	1018.75	17657.45	17.33	0.1965	1.0622	1493.48
	Larvae	212.55	3385.55	15.92	0.431	0.5493	293.41
	Pupae	92.7	1443.25	15.67	0.420	0.5664	126.48
	Adults	39.5	626.55	15/86	—	—	53.11





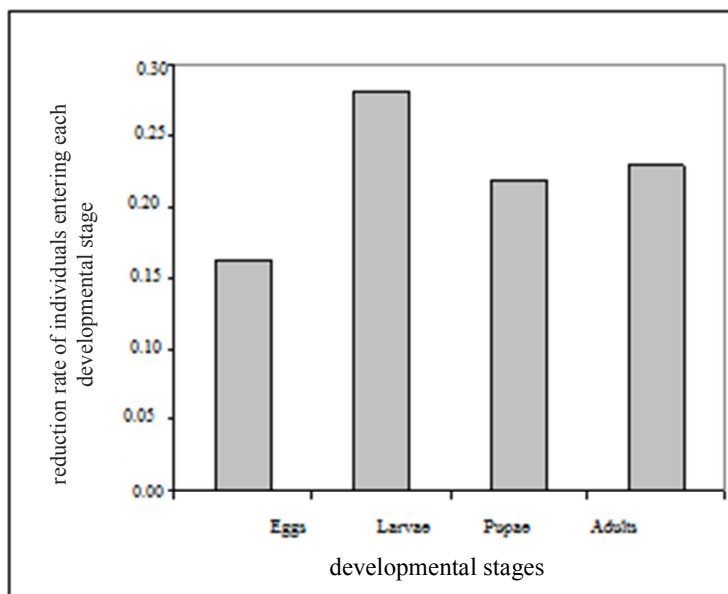
شکل ۵- مقایسه نرخ کاهش بقا در مراحل مختلف نشو و نمایی شب پره مدیترانه‌ای آرد در اثر پارازیتسم زنبور *B. hebetor* در خرماي رقم ساير

Figure 5. Comparison in reduction of survival rate at different developmental stages of Mediterranean flour moth caused by parasitism of *B. hebetor* on sayer date cultivar



شکل ۶- مقایسه نرخ کاهش طول دوره ی مراحل مختلف نشو و نمایی شب پره ی مدیترانه‌ای آرد در اثر پارازیتسم توسط زنبور *B.hebetor* در خرماي رقم ساير

Figure 6. Compare of reduction in developmental stages of the Mediterranean flour moth caused by parasitism of *B. hebetor* on sayer date cultivar



شکل ۷- مقایسه نرخ کاهش تعداد افراد وارد شده به مرحله‌ی نشو و نمایی بعد در مراحل نشو و نمایی مختلف شب پره مدیترانه‌ای آرد در اثر پارازیتیزم زنبور *B. hebetor* در خرماي رقم سایر

Figure 7. Compare of reduction rate of individuals entering each developmental stage of the Mediterranean flour moth caused by parasitism of *B. hebetor* on sayer date cultivar

دوره فعالیتی اول معادل  $4/33$  بود که در هفته یازدهم اندازه‌گیری شد. با توجه به این نسبت‌ها می‌توان نتیجه گرفت که زنبور پارازیتوئید در هر دو دوره فعالیت لاروی بر روی جمعیت لارو شب پره مدیترانه‌ای آرد به خوبی مستقر شده است. با افزایش طول دوره انبارداری، به تدریج سازگاری بین میزبان و پارازیتوئید افزایش یافته است، به طوری که نسبت استقرار در دوره فعالیتی دوم آفت مزبور، یک افزایش  $23/3$  درصدی را نشان داد. به کمک منحنی‌های تغییرات هفتگی تراکم دو جمعیت مورد مطالعه‌ی آفت می‌توان در خصوص زمان رهاسازی یا حمایت از زنبور *B. hebetor* از طریق رهاسازی اشیاعی نیز تصمیم‌گیری به عمل آورد. سوابق نشان می‌دهند که فقط  $34$  درصد تلاش‌هایی که برای استقرار دشمنان طبیعی به عمل آمده موفق بوده است (Press et al., 1982). در توضیح علت شکست  $66$  درصد، موارد متعددی ذکر شده که در میان آنها تکنیک

همان طور که در شکل‌های ۱ تا ۴ ملاحظه می‌شود، مشابه سایر مطالعات، آمارها یک منحنی طاقی شکل تشکیل داده‌اند. نکته قابل توجه این است که در تحلیل جمعیت شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد نباید اوج منحنی تراکم مراحل رشدی چهارگانه‌ی آن را با تعداد کل افرادی که در طول یک دوره یا نسل به این مرحله رسیده‌اند در نظر گرفت، بلکه تراکم هر مرحله رشدی در هر زمان شامل تعداد کل افراد وارد شده به آن مرحله در طول دوره نسل‌های جمعیتی است که در اثر کامل شدن یا مرگ و میر تا لحظه نمونه‌برداری از آن مرحله خارج شده‌اند. در این سیستم دو نکته حائز اهمیت است: یکی تعداد کل تخم‌هایی که وارد مرحله لاروی شده‌اند و دیگری تعداد کل لاروهایی که به مرحله نشو و نمایی سفیره که پس از مرحله خسارت‌زای آفت قرار دارد، وارد گردیده‌اند. بر اساس شکل ۲، بالاترین نسبت لارو در جمعیت شاهد نسبت به جمعیت تیمار شده با زنبور در

al., 1982). تعدادی از محققان اختلاف در ظهور فصلی پارازیتوئیدها را ناشی از رقم و فنولوژی گیاه میزبان و پارازیتوئید می‌دانند. Faarel and tafans (2005) معتقدند که عوامل بوم‌شناختی مثل مهاجرت و انتخاب زیستگاه نقش مهمی در نوسانات جمعیت و کارایی زنبورهای پارازیتوئید دارند. البته در شرایط سیستم مورد استفاده در این پژوهش، که کاربرد زنبور *B. hebetor* در محیط بسته انبار خرما می‌باشد، عوامل بوم‌شناختی کاهش‌دهنده کارایی پارازیتیسیم محدودتر می‌باشند.

موضوع دوم که در بررسی استقرار و کارایی این زنبور روی شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد حائز اهمیت است، بررسی مرگ و میر و بقای جمعیت آفت در حضور و غیاب زنبور پارازیتوئید می‌باشد که اثر کمی زنبور *B. hebetor* بر کاهش جمعیت آفت را مشخص می‌نماید. تکنیک‌های تحلیلی نظیر روش تحلیل فراوانی سنی که در این تحقیق مورد استفاده قرار گرفتند، امکان محاسبه حد بالای کارایی زنبور پارازیتوئید و تلفات وارده به آفت در یک محدوده زمانی مشخص را به وجود می‌آورد. بر اساس نظر الینکتون حد نهایی کنترل کنندگی، حداکثر میزان تلفاتی است که زنبور پارازیتوئید به عنوان یک عامل بیولوژیک می‌تواند در جمعیت میزبان (آفت) ایجاد کند. این مقدار برابر است با تعداد کل تلفاتی که به میزبان مورد حمله قرار گرفته، وارد می‌شود. در شکل ۶ نرخ کاهش افراد وارد شده به مراحل مختلف نشو و نمایی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در اثر فعالیت زنبور *B. hebetor*، نشان داده شده است. حداکثر مقدار کاهش مربوط به مرحله لاروی شب‌پره بود که میزبان مستقیم این زنبور بوده است. اما به دنبال کاهش بقای این مرحله نشوونمایی (شکل ۵) کاهش قابل توجهی در بقای سایر مراحل نشو و نمایی نیز مشاهده شد و به دنبال آن تعداد افراد وارد شده به مراحل بعدی نشو و نما که جمعیت نسل‌های بعد شب‌پره را می‌سازند، کاهش چشمگیری یافت. یک

رهاسازی بسیار حائز اهمیت است (Press et al., 1982). در میان عوامل تکنیکی، زمان رهاسازی نیز اهمیت ویژه‌ای دارد. منحنی‌های تغییرات فصلی تراکم جمعیت لارو شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در حضور زنبور پارازیتوئید و شاهد نشان داد که زنبور فعالیت خود را از هفته سوم آغاز می‌نماید. به عبارت دیگر، یک تاخیر دو هفته‌ای در زمان شروع پارازیتیسیم زنبور *B. hebetor* در دوره اول فعالیت آفت مزبور وجود داشت. این در شرایطی بوده است که در آزمایش‌های انجام شده انتقال جمعیت میزبان و پارازیتوئید به صورت هم‌زمان صورت گرفته است. با جلو انداختن زمان رهاسازی زنبور *B. hebetor* نسبت به زمان استقرار لاروهای شب‌پره مدیترانه‌ای آرد بر روی خرما، تأخیر به وجود آمده در آغاز فعالیت پارازیتوئید که می‌تواند خسارت اقتصادی به محصول وارد نماید، جبران می‌شود. از طرف دیگر با این اقدام، ضریب کارایی زنبور پارازیتوئید جهت استقرار بر روی جمعیت مراحل مهم نشوونمایی شب‌پره افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، از هفته دوازدهم به بعد، تراکم جمعیت پارازیتوئید مقداری کاهش نشان داد. این کاهش جمعیت پارازیتوئید باعث شد تا پاسخ زمانی آن به جمعیت لارو آفت در دوره‌ی دوم فعالیت شب‌پره با کاهش همراه باشد. به همین دلیل، رهاسازی مجدد این زنبور پارازیتوئید به صورت اشباعی حدود ۱۲ هفته پس از رهاسازی اول می‌تواند نقش چشم‌گیری در افزایش کارایی مبارزه بیولوژیک توسط آن بر روی لارو شب‌پره مدیترانه‌ای آرد در شرایط انباری خرما داشته باشد.

اطلاعات حاصل در مورد فراوانی زنبور *B. hebetor* و لارو شب‌پره مدیترانه‌ای آرد به عنوان میزبان، می‌تواند در محاسبه تعداد لارو موثر در بروز خسارت در واحد نمونه طی زمان نمونه برداری که ۲۴ هفته انبارداری خرما بوده و یا پیش‌بینی تغییرات جمعیت این شب‌پره نیز به کار رود. نظیر چنین مطالعاتی برای آفات مشابه پیشنهاد شده و به وسیله آن اقدامات لازم برای تضعیف آفت پیشنهاد گردیده است (Press et

فصلی تراکم جمعیت مراحل مختلف نشو و نمایی شب پره مدیترانه‌ای آرد با تغذیه از خرما می‌باشد.

### نتیجه‌گیری

بر اساس سوابق تحقیقاتی زنبور *B. hebetor* عامل مناسبی برای کنترل بیولوژیکی شب پره آرد است (Ohh, 1993). در این پژوهش مشخص شد که در شرایط آزمایشگاهی پتانسیل کاربرد آن در شرایط انبارداری خرما نیز وجود دارد، زیرا:

زنبور *B. hebetor* در تراکم‌های بالا و پایین جمعیت لارو شب پره مدیترانه‌ای آرد به صورت وابسته به انبوهی عمل کرد. برخورداری از این نوع واکنش برای داشتن یک عملکرد مناسب ضروری می‌باشد. استقرار زنبور پارازیتوئید *B. hebetor* در هر دو دوره فعالیت شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در شرایط انبارداری خرما به خوبی انجام شد و به تدریج با افزایش طول دوره انبارداری، میزان استقرار زنبور نیز افزایش یافت.

زنبور *B. hebetor* از پتانسیل لازم برای تنظیم تغییرات موقت جمعیت شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در بین دوره‌های مختلف فعالیت آن در شرایط انبارداری خرما برخوردار بود.

### سپاس‌گزاری

بدین وسیله نویسندگان از همکاری موسسه تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری و همچنین دانشگاه شهید چمران اهواز کمال تشکر را دارند.

دشمن طبیعی موفق لزوماً نباید تلفات سنگین در جمعیت میزبان به وجود آورد، بلکه اگر بتواند بیشترین سهم را در تغییرات جمعیت بین نسل‌های آفت در یک نظام منظم داشته باشد، دشمن طبیعی موفق‌تری به شمار می‌رود. نتایج تحقیق حاضر نشان داد که زنبور *B. hebetor* پتانسیل لازم برای تنظیم تغییرات موقت جمعیت شب پره‌ی مدیترانه‌ای آرد را در بین دوره‌های مختلف فعالیت آن در شرایط انبار دارد. البته قضاوت در خصوص کارایی دقیق این زنبور نیاز به تکمیل مطالعات از طریق رهاسازی آن در شرایط طبیعی و استفاده از روش‌های تکمیلی نظیر تکنیک تفکیک عوامل کلیدی (Ohh, 1993) دارد. این تکنیک روشی است که امکان پی بردن به عوامل موثر بر مرگ و میر آفت طی نسل‌های مختلف را فراهم می‌سازد (Holling, 1959; Ohh, 1993). به کمک این تکنیک می‌توان اثر این زنبور را در مقایسه با سایر عوامل موثر بر جمعیت شب پره مدیترانه‌ای آرد مقایسه نمود و درجه اهمیت آن را برآورد کرد.

بررسی تغییرات دوره‌ای جمعیت شب پره آرد تحت تاثیر زنبور *B. hebetor* به مفهوم تعیین کل افرادی از نسل‌های آفت است که توانسته‌اند به مراحل از دوره رشد وارد شوند و به سبب فعالیت زنبور *B. hebetor* بمیرند. معمول‌ترین اطلاعات جمعیتی که می‌توان در رابطه با جمعیت شب پره مدیترانه‌ای آرد تحت تأثیر و بدون تأثیر زنبور *B. hebetor* به دست آورد، تغییرات

## REFERENCES

- Aggelis, G., Vagenas, D.V., Tzagou, V., and Pavlou, S. 2005. Prey-predator dynamics with predator switching regulated by a catabolic repression control mode. *Ecological Modeling*, 183(4):451-462
- Dehghan, A. 2004. Biology of *Ephestia Kuhniella* (Zell) in laboratory conditions and insecticidal acetone vapours effects on its biological stages, B.Sc. Thesis. Faculty of Agriculture, Uromiah University. (in Farsi with English abstract).

Esmaili, M., Mirkarimi, A., and Azmayeshfard, P. 2005. Agricultural Entomology. Tehran University Press. 550 pp. (in Farsi with English abstract).

Faarel, A., and Stafkans, N. 2005. Parasitoid and host. Davis University Press. 542pp.

Gündüz, E.A., and Gülel, A. 2005. Investigation of fecundity and sex ratio in the parasitoid *Bracon hebetor* Say ( Hymenoptera : Braconidae ) in relation to parasitoid age. Turkish Journal of Zoology, 29(3): 291-294.

Hamilton, W.D. 1967. Extraordinary sex ratios. Science, 156: 477-488.

Hartzer K. L., Zhu K. Y., and Baker, J. E. 2005. Phenoloxidase in larvae of *Plodia interpunctella* (Lepidoptera: Pyralidae): Molecular cloning of the proenzyme cDNA and enzyme activity in larvae paralyzed and parasitized by *Habrobracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). Insect Biochemistry and Physiology, 59: 67-79

Holling, C.S., 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Canadian Entomologist, 91: 385-398.

Kraszpuski, P., and Davis, R. 1988. Interaction of a Parasite , *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae), and a predator, *Xylocoris flavipes* (Hemiptera: Anthocoridae ), with populations of *Tribolium castaneum* and *Plodia interpunctella* . American Midland Naturalist, 119(1): 71-76 .

Latifian, M. 2004. Technical control of stored date pests, Ahang Qalam Press. Mashhad. 100pp. (in Farsi with English abstract).

Livdahl, T.P. 1979. Evolution of handling time: The functional response of a predator to the density of sympatric and allopatric strain of prey. Evolution, 33(2): 765-768.

Ohh, M. H. 1993. Studies on biological characteristics of parasitic Hymenoptera, *Bracon hebetor* Say (Braconidae: Hymenoptera). Korean Journal of Entomology, 23:143-149 (Seen in abstract only).

Press, J.W. Cline, L. D., and Flaherty, B.R. 1982. A Comparison of 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 , *Ephesia cautella*(Lepidoptera: Pyralidae). Journal of the Kansas Entomological Society, 55(4): 725-728

## **The Effects of *Bracon hebetor* Say as a parasitoid, on *Anagasta kuehniella* Zeller population fluctuation on Sayer date cultivar in laboratory condition**

G. Naderi<sup>1</sup>, A. A. Seraj<sup>2\*</sup> and M. Latifian<sup>3</sup>

1. Former M.Sc. student of Entomology, Department of Plant Protection, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran.
2. \* **Corresponding author:** Associated Professor, Department of Plant Protection, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran, (seraj\_a@scu.ac.ir)
3. Research Associated Professor, Palm and Tropical Fruit Institute, Ahvaz, Iran.

Received: 17 June 2014

Accepted: 30 January 2016

---

### **Abstract**

*Bracon hebetor* Say is larval ectoparasitoid of some lepidopteran stored date pests. In this study, the change in population density of the Mediterranean flour moth *Anagasta kuehniella* Zeller affected by parasitoid *B. hebetor* for 6 months was studied in vitro. Two populations with three replications were done in glass boxes. The first population consisted of 500 pest larvae and 50 parasitoids with an equal sex ratio of the population and the second (control) included only 500 pests' larvae. Population density variation was observed in two periods. Population density (egg, larva, pupa and adult stages) was highest in the first period at week 11, 6, 8 and 11 respectively, and in the second period at weeks 22, 21, 20 and 22. During the 24 weeks of storage, different stages of the pest population density in the presence of parasitoid wasp were always significantly less than that of population control. In this way, maximum reduction of 5.25, 5.36, 4.2 and 4.78 fold was observed for eggs, larvae, pupae and adults, respectively. This implies the efficacy of *B. hebetor* in parasitizing the Mediterranean flour larvae and ultimately controlling it.

**Keywords:** *Sayer date cultivar, Bracon hebetor* Say, *Population fluctuation, Anagasta kuehniella* Zeller