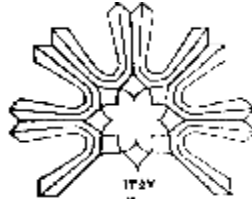


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه تحقیق ارومیه  
دانشکده کشاورزی  
گروه گیاه پزشکی

اثر دما روی برخی خصوصیات زیستی و پارازیتسم زنبور *Habrobracon hebetor* Say  
(Hym.: Braconidae) روی شب پره مدیترانه‌ای آرد (Lep.: *Anagasta kuehniella* (Zeller))  
(Pyralidae) در شرایط آزمایشگاهی

اساتید راهنما:

دکتر علی گلی زاده

دکتر مهدی حسن پور

اساتید مشاور:

دکتر هوشنگ رفیعی دستجردی

دکتر جبرائیل رزمجو

توسط:

مریم علی خانی

دانشگاه محقق اردبیلی

بهمن ۱۳۸۹

ب

## سپاسگزاری

سپاس خدایی را که سیاهی ندانستن را از من زدود و این فرصت را به من داد تا به این مرحله از علم رسیده و از هیچ محبتی دریغ نکرد و در تمام مراحل زندگی مرا قوت قلب بود. بدین منظور لازم می‌دانم از تمام عزیزانی که مرا در این تحقیق یاری کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

از اساتید راهنمای محترم و ارجمند جناب آقای دکتر علی گلی‌زاده و جناب آقای دکتر مهدی حسن‌پور که با راهنمایی‌های خردمندانه، زحمات دلسوزانه و صبر فراوان مرا در تمامی مراحل این تحقیق یاری نموده و در این راه از هیچ مساعدتی دریغ نفرمودند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید مشاور خوب، عزیز و محترم این تحقیق جناب آقای دکتر هوشنگ رفیعی دستجردی و جناب آقای دکتر جبرائیل رزمجو که با مساعدت و راهنمایی‌های مفید و ارزنده‌شان طی طریق را بر من آسان نمودند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از استاد بسیار محترم جناب آقای دکتر ناصر عیوضیان کاری (داور خارجی) و جناب آقای دکتر قدیر نوری قنبلانی (داور داخلی) که زحمت بازخوانی و داوری این پایان‌نامه را بر عهده داشتند، سپاسگزارم.

از مادر عزیزم، خواهران خوبم و برادران نازنینم و خواهرزاده‌های خوبم کوثر و علی که در همه حال مشوق و پشتیبان من بوده‌اند، کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از آقای پادگانی، آقای سلیمانی، خانم مهندس فتح‌العلومی و خانم مهندس نعمتی تکنسین آزمایشگاه حشره-شناسی و کلیه دوستان زینب مهدی تفرشی، رضوان مقامی، فریده عباسی، سعیده شهریاری، پونه محمدی، فاطمه غلامی، نکیسا بخشی‌زاده، آزاده جراحی، آمنه عمرانی، مهین محمدی، وحیده‌سادات صفاساداتی، مریم بزرگ امیرکلایی، خلیل شهیم، عادل عالیزاده و شیرزاد رضانی که در مراحل مختلف این تحقیق اینجانب را یاری نمودند، صمیمانه سپاسگزارم. برای همگی این عزیزان آرزوی سلامتی، طول عمر باعزت، حسن عاقبت و کامیابی روزافزونتر به دعا از درگاه خداوند متعال خواهانم.

نام خانوادگی دانشجو: علی خانی		نام: مریم	
عنوان پایان‌نامه: اثر دما روی برخی خصوصیات زیستی و پارازیتسم زنبور ( <i>Habrobracon hebetor</i> Say (Hym.: Braconidae) روی شب‌پره مدیترانه‌ای آرد ( <i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller) (Lep.: Pyralidae) در شرایط آزمایشگاهی			
استاد (اساتید) راهنما: دکتر علی گلی‌زاده و دکتر مهدی حسن‌پور			
استاد (اساتید) مشاور: دکتر هوشنگ رفیعی دستجردی و دکتر جبرائیل رزمجو			
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد		رشته: مهندسی کشاورزی	
گرایش: حشره‌شناسی کشاورزی		دانشگاه: محقق اردبیلی	
تاریخ فارغ التحصیلی: ۱۳۸۹/۱۱/۱۲		تعداد صفحه: ۸۰	
کلید واژه‌ها: <i>Habrobracon hebetor</i> ، دما، پارامترهای زیستی، واکنش تابعی، جدول زندگی			
چکیده:			
<p>زنبور (<i>Habrobracon hebetor</i> Say (Hym.: Braconidae)، پارازیتوئید خارجی و اجتماعی لارو تعداد زیادی از بال‌پولکداران آفات انباری و به طور عمده خانواده‌ی Pyralidae می‌باشد. دما عامل مهمی است که نشو و نما و توانایی پارازیتوئیدها را برای کنترل آفات تحت تاثیر قرار می‌دهد. در این تحقیق، واکنش تابعی و پارامترهای جدول زندگی پارازیتوئید در چهار دمای ثابت ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ (±۱) درجه‌ی سانتی‌گراد مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای جدول زندگی در دمای ۱۵±۱ درجه‌ی سانتی‌گراد نیز بررسی شد. حشرات کامل زنبور از انسکتاریوم دشت‌ناز تهیه و روی لاروهای سن آخر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، <i>Anagasta kuehniella</i> در دمای ۲۵±۱ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت ۶۵±۵ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی پرورش داده شدند. برای بررسی واکنش تابعی از تراکم‌های ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲، ۶۴ و ۹۶ لارو میزبان استفاده شد. تعیین نوع واکنش تابعی و تخمین پارامترهای نرخ حمله (a) و زمان دستیابی (T<sub>h</sub>) به ترتیب با استفاده از رگرسیون لجستیک در نرم افزار SAS انجام شد. واکنش تابعی در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد از نوع III و در سایر دماها از نوع II بود. بر اساس محدوده‌های اطمینان و هم‌پوشانی آن‌ها با یکدیگر، زمان دستیابی در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با سایر دماها اختلاف معنی‌داری نشان داد. با افزایش دما از ۲۰ تا ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد نرخ حمله افزایش یافت. بیشترین و کمترین مقدار زمان دستیابی به ترتیب در دمای ۲۵ (۰/۳۸ ساعت) و دمای ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (۰/۰۶ ساعت) بدست آمد. میزان تخم‌ریزی زنبور در دماهای ۲۰، ۳۰ و ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با افزایش تراکم از ۲ تا ۱۶ لارو و در دمای ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد با افزایش تراکم از ۲ تا ۸ لارو افزایش و پس از آن در همه‌ی دماها کاهش یافت. برای تشکیل جدول زندگی و پارامترهای مربوط به آن از روش کری (۱۹۹۳) استفاده شد. پارامترهای جمعیت پایدار شامل نرخ‌های ناخالص و خالص تولید مثل، نرخ‌های ذاتی و متناهی افزایش جمعیت، متوسط طول مدت یک نسل، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت و پارامترهای زیستی مانند باروری، زادآوری و طول عمر پارازیتوئید به طور معنی‌داری تحت تاثیر دما قرار گرفتند. طول دوره‌ی مراحل نابالغ (تخم تا ظهور حشره‌ی کامل) و طول عمر حشرات کامل با افزایش دما کاهش یافت. بیشترین درصد بقا (تخم تا حشره‌ی کامل) در دمای ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (۸۳ درصد) و کمترین درصد بقا در دمای ۱۵ درجه‌ی سانتی‌گراد (۱۶ درصد) بدست آمد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (I<sub>m</sub>) و نرخ خالص تولیدمثل (R<sub>0</sub>) با افزایش دما از ۱۵ تا ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد افزایش و سپس در دمای ۳۵ درجه‌ی سانتی‌گراد کاهش یافت. بیشترین مقدار این دو پارامتر به ترتیب برابر ۰/۳۱۱۵ ماده/ماده/روز و ۸۵/۱۰ ماده/ماده/نسل در دمای ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد بود.</p>			

## فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۲	۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته.....
۲	۱-۱- مقدمه.....
۳	۲-۱- زنبور پارازیتوئید خارجی <i>Habrobracon hebetor</i> Say.....
۳	۱-۲-۱- جایگاه زنبور <i>H. hebetor</i> در رده بندی.....
۴	۲-۲-۱- شکل شناسی.....
۵	۳-۲-۱- زیست شناسی.....
۷	۴-۲-۱- دامنه ی میزبانی.....
۸	۵-۲-۱- میزبان های آزمایشگاهی.....
۹	۶-۲-۱- نکاتی در پرورش زنبور.....
۹	۳-۱- شب پره ی مدیترانه ای آرد، <i>A. kuehniella</i> .....
۱۰	۴-۱- جدول زندگی.....
۱۱	۱-۴-۱- مروری بر برخی مطالعات صورت گرفته در زمینه ی جدول زندگی.....
۱۶	۵-۱- واکنش تابعی.....
۱۹	۱-۵-۱- مروری بر برخی مطالعات صورت گرفته در زمینه ی واکنش تابعی.....

- ۲- مواد و روش تحقیق
- ۲-۱- پرورش حشره‌ی میزبان (شب‌پره مدیترانه‌ای آرد، *A. kuehniella*)..... ۲۵
- ۲-۲- پرورش زنبور پارازیتوئید *H. hebetor*..... ۲۶
- ۲-۳- بررسی اثر دما روی شاخص‌های زیستی و پارامترهای رشد جمعیت پایدار *H. hebetor*..... ۲۷
- ۲-۳-۱- جدول زندگی..... ۲۸
- ۲-۳-۱-۱- نرخ‌های سرانه‌ی تولیدمثل..... ۲۹
- ۲-۳-۲- نرخ ذاتی افزایش جمعیت..... ۳۱
- ۲-۳-۳- پارامترهای جمعیت پایدار..... ۳۲
- ۲-۴- بررسی اثر دما روی واکنش تابعی و میزان زادآوری زنبور *H. hebetor*..... ۳۳
- ۲-۴-۱- تجزیه‌های آماری..... ۳۳
- ۳- نتایج و بحث
- ۳-۱- پارامترهای زیستی زنبور..... ۳۶
- ۳-۱-۱- طول دوره‌های رشدی مراحل نابالغ..... ۳۶
- ۳-۱-۲- طول عمر حشرات کامل..... ۳۹
- ۳-۱-۳- طول دوره‌ی تخم‌ریزی..... ۴۰
- ۳-۱-۴- نسبت جنسی زنبور..... ۴۱
- ۳-۱-۵- بقا..... ۴۲
- ۳-۲- پارامترهای رشد جمعیت پایدار..... ۴۳

۴۷.....	۳-۳- پارامترهای جدول زندگی.....
۵۲.....	۳-۴- پارامترهای تولیدمثلی.....
۵۶.....	۳-۵- واکنش تابعی.....
۶۲.....	۳-۶- اثر دما روی زادآوری زنبور پارازیتوئید <i>H. hebetor</i> .....
۶۴.....	۳-۷- نتیجه گیری.....
۶۶.....	۳-۸- پیشنهادها.....
۶۷.....	منابع.....

## فهرست شکل‌ها

عنوان	صفحه
شکل ۱-۱- منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده / لاروهای پارازیته شده در واکنش تابعی نوع I.....	۱۷
شکل ۲-۱- منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده / لاروهای پارازیته شده در واکنش تابعی نوع II.....	۱۸
شکل ۳-۱- منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده / لاروهای پارازیته شده در واکنش تابعی نوع III.....	۱۸
شکل ۱-۲- ظرف پرورش بید آرد.....	۲۵
شکل ۲-۲- آسپیراتور برقی جهت جمع آوری حشرات کامل بید آرد.....	۲۵
شکل ۳-۲- ظروف تخم‌گیری بید آرد.....	۲۶
شکل ۴-۲- آسپیراتور دستی جهت جمع آوری زنبور <i>H. hebetor</i> .....	۲۶
شکل ۵-۲- مراحل نابالغ زنبور <i>H. hebetor</i> : تخم، لارو، شفیره.....	۲۷
شکل ۶-۲- حشره‌ی کامل زنبور <i>H. hebetor</i> .....	۲۷
شکل ۱-۳- نرخ بقا و زادآوری ویژه‌ی سنی زنبور <i>H. hebetor</i> در دماهای مختلف.....	۴۹
شکل ۲-۳- منحنی امید به زندگی زنبور <i>H. hebetor</i> در دماهای مختلف.....	۵۰
شکل ۳-۳- منحنی‌های تلفات زنبور در پنج دمای ثابت.....	۵۱
شکل ۴-۳- میانگین تعداد تخم گذاشته شده به ازای یک زنبور ماده‌ی <i>H. hebetor</i> در طول عمر.....	۵۵
شکل ۵-۳- منحنی‌های تعداد و درصد میزبان پارازیته شده نسبت به تراکم‌های مختلف میزبان در دماهای مورد آزمایش.....	۶۱



## فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳۷.....	جدول ۱-۳- پارامترهای زیستی زنبور پارازیتوئید <i>H. hebetor</i> در دماهای مختلف.....
۴۳.....	جدول ۲-۳- درصد تلفات در مراحل مختلف رشدی زنبور <i>H. Hebetor</i> از تخم تا ظهور حشرات کامل.....
۴۴.....	جدول ۳-۳- پارامترهای رشد جمعیت پایدار زنبور پارازیتوئید <i>H. hebetor</i> روی بید آرد در پنج دمای ثابت.....
۵۴.....	جدول ۴-۳- پارامترهای تولیدمثلی زنبور پارازیتوئید خارجی <i>H. hebetor</i> .....
	جدول ۵-۳- تجزیه‌ی رگرسیون لجستیک اثر دماهای مختلف بر نوع واکنش تابعی زنبور <i>H. hebetor</i> .....
۵۷.....	جدول ۶-۳- اثر دماهای مختلف بر نوع و مقادیر پارامترهای واکنش تابعی زنبور <i>H. hebetor</i> .....
۶۳.....	جدول ۷-۳- متوسط تعداد تخم گذاشته شده توسط زنبور پارازیتوئید <i>H. hebetor</i> نسبت به تراکم‌های مختلف لارو میزبان در دماهای مختلف.....

# فصل اول

مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

## ۱- مقدمه و مروری بر تحقیقات گذشته

### ۱-۱- مقدمه:

استفاده‌ی بی‌رویه از آفت‌کش‌ها، موجب از بین رفتن حشرات مفید، آلودگی محیط زیست و ایجاد گونه‌های مقاوم آفات می‌شود. با توجه به سازگاری روش کنترل بیولوژیک با دیگر روش‌های کنترل آفات و مزایای آن از جمله خطر کمتر نسبت به استفاده از سموم شیمیایی، استفاده از این روش می‌تواند نقش و اهمیت قابل توجهی در مدیریت تلفیقی آفات داشته باشد (اسکولر و همکاران، ۱۹۹۷). استفاده از این روش در کنترل آفات زمانی موفقیت‌آمیز خواهد بود که جنبه‌های مختلف زیستی، اکولوژیکی و رفتاری دشمنان طبیعی به دقت مورد مطالعه و بررسی قرار گیرند (ریگوی و همکاران، ۱۹۷۰؛ دان و یوکاتا، ۱۹۹۷). این ویژگی‌ها از طریق بررسی‌های آزمایشگاهی و صحرایی تعیین می‌شوند. روش کنترل بیولوژیک جهت کنترل آفات انباری نیز قابل استفاده می‌باشد (بروور و همکاران، ۱۹۹۶).

زنبور (*Habrobracon hebetor* Say (Hym.: Braconidae) یکی از پارازیتوئیدهای مهم می‌باشد که برای کنترل بیولوژیک لارو شب‌پره‌های خانواده‌ی *Pyralidae* و *Noctuidae* مورد استفاده قرار می‌گیرد و می‌تواند یکی از عوامل مهم کنترل بیولوژیک در مدیریت تلفیقی آفات انباری باشد (شجاعی و همکاران، ۱۳۸۵). این حشره همراه با زنبور تریکوگراما جهت کنترل کرم غوزه در مزارع پنبه مورد استفاده قرار می‌گیرد. تخم‌های پارازیت‌نشده‌ی کرم غوزه توسط زنبور تریکوگراما که به لارو تبدیل می‌شوند، توسط این زنبور مورد حمله قرار گرفته و از بین می‌روند (عطاران، ۱۳۷۴). در سال‌های اخیر کوشش‌های زیادی در گرگان و دشت مغان جهت پرورش انبوه این حشره و رهاسازی آن در مزارع پنبه صورت گرفته است (رفیعی دستجردی، ۱۳۸۶). چندین میزبان آزمایشگاهی جهت تکثیر انبوه این زنبور به کار گرفته شده‌اند که از بین

آن‌ها لارو سن آخر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد جهت تکثیر انبوه زنبور مناسب‌تر شناخته شده است (دانیالی، ۱۳۷۳؛ بروور و پرس، ۱۹۹۰؛ ماگرو و پارا، ۲۰۰۱).

برای ارزیابی موفقیت یا عدم موفقیت عامل بیوکنترل جهت کنترل آفات در یک محیط خاص، آگاهی از عوامل موثر روی پارامترهای زیستی و رفتاری ضروری می‌باشد. دما یکی از مهم‌ترین عوامل تنظیم‌کننده‌ی دینامیسم جمعیت و میزان نشوونمای آفات و دشمنان طبیعی آن‌ها می‌باشد (کمپل و همکاران، ۱۹۷۴؛ لوگان و همکاران، ۱۹۷۶؛ هافاکر و همکاران، ۱۹۹۹). موفقیت یک پروژه‌ی کنترل بیولوژیک زمانی‌که واکنش عامل بیوکنترل نسبت به دما شناخته شده باشد افزایش می‌یابد، لذا در تحقیق حاضر برخی ویژگی‌های زیستی (دموگرافی) و رفتاری (واکنش تابعی) زنبور *H. hebetor* در دماهای مختلف مورد بررسی قرار گرفت.

#### ۱-۲-۱- زنبور پارازیتوئید خارجی *Habrobracon hebetor* Say

##### ۱-۲-۱- جایگاه زنبور *H. hebetor* در رده‌بندی

تریپهورن و جانسون (۲۰۰۵) جایگاه زنبور *H. hebetor* در رده‌بندی به شرح زیر گزارش کردند:

Class: Insecta

Order: Hymenoptera

Suborder: Apocrita

Superfamily: Ichneumonoidea

Family: Braconidae

Subfamily: Braconinae

Genus: *Habrobracon*

Species: *hebetor*

Scientific name: *Habrobracon hebetor*

خانواده‌ی Braconidae شامل بیش از ۱۵۰۰۰ گونه‌ی مهم می‌باشد. رده‌بندی عمومی براکونیده‌ها بیشتر بر اساس مرفولوژی و مخصوصاً رگبندی بال‌ها صورت می‌گیرد. حشرات بالغ تخم‌های خود را درون، روی یا

نزدیک میزبان قرار می‌دهند و نیاز غذایی مراحل نابالغ از محتویات بدن میزبان تامین می‌شود. تقریباً تمام براکونیده‌ها پارازیتوئید داخلی کوئینوبایونت<sup>۱</sup> (فلج موقتی میزبان قبل از تخم‌گذاری) و یا پارازیتوئید خارجی ایدیوبایونت<sup>۲</sup> (فلج دائمی میزبان قبل از تخم‌گذاری) می‌باشند. پارازیتوئیدهای خارجی به میزبان‌های مخفی شده حمله می‌کنند و غالباً تخصص میزبانی<sup>۳</sup> کمتری دارند، در صورتی که پارازیتوئیدهای داخلی هر دو گروه میزبان‌های آشکار و مخفی را به طور یکسان مورد حمله قرار می‌دهند (عطاران، ۱۳۷۴).

جنس *Habrobracon* اولین بار توسط آشمده<sup>۴</sup> در سال ۱۸۹۵ میلادی توصیف شد. این جنس ارتباط نزدیکی با جنس *Bracon* دارد، با این تفاوت که گونه‌های جنس *Habrobracon* نسبت به *Bracon* کوچکتر و اغلب پارازیتوئید اجتماعی می‌باشند، ولی گونه‌های جنس *Bracon* غالباً پارازیتوئید انفرادی می‌باشند (عطاران، ۱۳۷۴). جنس *Habrobracon* به همراه دو جنس *Opilus* و *Apanteles* بزرگ‌ترین جنس‌های خانواده Braconidae از نظر تعداد گونه می‌باشند (تریپهورن و جانسون، ۲۰۰۵).

#### ۱-۲-۲- شکل‌شناسی

رنگ این زنبور قهوه‌ای تیره تا روشن بوده و در مواردی که حشرات زمستان‌گذران ظاهر می‌شوند کاملاً تیره هستند. طول زنبور در حدود سه تا چهار میلی‌متر بوده و دوشکلی جنسی بارزی بین افراد نر و ماده مشاهده می‌شود. در حشره‌ی نر شاخک دارای ۲۱ بند بوده، شکم کشیده و باریک می‌باشد. در حشره‌ی ماده شاخک ۱۶ بندی و کوتاه‌تر از شاخک افراد نر بوده، شکم حجیم و در انتها مجهز به تخم‌ریز بلند و باریک به طول ۰/۷-۰/۸ میلی‌متر می‌باشد.

در این حشره شاخک از بین چشم‌های مرکب منشأ گرفته، چشم‌های ساده برجسته و به تعداد سه عدد در فرق سر قرار دارند. پاها معمولاً نسبت به قسمت‌های دیگر بدن روشن‌تر هستند. پاهای جلویی این زنبور نسبت به پاهای میانی و عقبی کوچک‌تر بوده و پاهای عقبی قوی‌تر از پاهای دیگر می‌باشند. بال جلویی در این گونه مثلثی شکل بوده و دارای استیگمای تخم‌مرغی شکل، تیره‌رنگ و کاملاً مشخص است. روی بال و حاشیه‌ی آن از موهای ظریف و کوتاهی پوشیده شده است. بال‌های عقبی کاردی شکل بوده و

1- Koinobiont endoparasitoid    2- Idiobiont ectoparasitoid    3- Host specificity    4- Ashmed

همانند بال جلویی از موهای ظریفی پوشیده شده است. تخم‌ها در این زنبور به رنگ سفید شیری بوده و به تدریج کرمی رنگ می‌شود. شکل تخم‌ها کشیده و باریک و طول آن‌ها ۰/۲ میلی‌متر می‌باشد. این زنبور دارای سه سن لاروی بوده و لاروها در سن آخر تقریباً به رنگ کدر دیده می‌شوند. این لاروها پس از تکمیل دوره‌ی رشدی خود میزبان را ترک کرده و در کنار آن و در داخل پیله‌های سفیدرنگ به شفیره تبدیل می‌شوند. طول شفیره‌ها در حدود سه تا چهار میلی‌متر می‌باشد (دانیالی، ۱۳۷۳؛ عطاران، ۱۳۷۴).

### ۱-۲-۳- زیست‌شناسی

زنبور *H. hebetor* پارازیتوئید خارجی همه‌جایی<sup>۱</sup>، اجتماعی و ایدیوبایونت است که میزبان را قبل از تخم‌ریزی به طور دائم فلج می‌کند (الیوپولوس و استتاس، ۲۰۰۸). زمستان‌گذرانی آن به صورت حشره‌ی کامل بوده و در سال ۱۳ تا ۱۴ نسل تولید می‌کند. قدرت پراکنش در این زنبور بالا و شعاع پرواز بسیار زیاد و تا حدود یک کیلومتر می‌باشد (بروور و پرس، ۱۹۹۰). این زنبور بر اساس علائم شیمیایی که منشاء آن‌ها لارو، فضولات لاروی و حشرات کامل میزبان، (*Anagasta kuehniella* (Zeller) می‌باشد زیستگاه میزبان را پیدا می‌کند. به نظر می‌رسد علائم شیمیایی تولید شده توسط لارو سن آخر بیش از علائم ناشی از فضولات و حشرات کامل و لاروهای جوان میزبان، ماده‌های زنبور را به سمت زیستگاه میزبان هدایت می‌کند (درویش و همکاران، ۲۰۰۳). این زنبور میزبان را در دو مرحله شامل تزریق زهر<sup>۲</sup> و تخم‌ریزی پارازیته می‌کند. حشرات ماده بدن میزبان خود را به وسیله‌ی تخم‌ریز سوراخ کرده و با تزریق زهر آن را فلج می‌نمایند. فلج میزبان دائمی است اما در موارد نادری بازگشت به حالت اولیه مشاهده شده است. میزبان‌های فلج شده پوست‌اندازی نمی‌کنند و دگردیسی آن‌ها متوقف می‌شود. توقف پوست‌اندازی میزبان مانع جدا شدن تخم‌ها و لاروهای پارازیتوئید از بدن لارو میزبان می‌شود. لاروهای پارازیته شده می‌توانند چند هفته زنده بمانند (عطاران، ۱۳۷۴). زنبورهای ماده همه‌ی سنین لاروی و نیز لاروهای با اندازه‌های مختلف میزبان را پارازیته می‌کنند اما لاروهای بزرگتر را بیشتر ترجیح داده و روی میزبان‌های بزرگتر تخم‌های بیشتری می‌گذارند (تیلور، ۱۹۸۸b). لاروهای پارازیته شده توسط پاهای منخرجی خود از برگ‌ها آویزان می‌شوند.

1- Cosmopolitan 2- Venum

تخم‌های روی لاروهای پارازیت شده ممکن است توسط باد و حرکت برگ‌ها از روی آن‌ها جدا شوند. این زنبورها ۶۸/۷٪ تخم‌های خود را روی لاروهای سن آخر میزبان قرار می‌دهند (هگسترام و اسمیتل، ۱۹۷۸). در شرایطی که تعداد میزبان‌ها فراوان باشد تعداد تخم گذاشته شده در هر روز و نیز تعداد کل تخم‌های گذاشته شده طی طول عمر افراد ماده با اندازه‌ی بزرگتر بیشتر از افراد با اندازه‌ی کوچکتر می‌باشد (اود و همکاران، ۱۹۹۶). همچنین نتایج تولید شده توسط افراد ماده با افزایش سن کاهش می‌یابد (گوندوز و گول، ۲۰۰۵a). اولیت (۱۹۴۵) گزارش کرد زنبور *B. hebetor* تعداد تخم‌های گذاشته شده روی هر میزبان را متناسب با تعداد میزبان تنظیم می‌کند و با افزایش تراکم میزبان تخم‌های کمتری روی هر میزبان می‌گذارد (به نقل از یو و همکاران، ۲۰۰۳). بیشترین تعداد تخم در روزهای سوم تا هفتم گذاشته می‌شود و در روزهای بعد میزان تخم‌ریزی کاهش می‌یابد (گروش، ۱۹۷۵). این زنبور روزانه به طور متوسط روی یک لارو میزبان ۱۲/۶ تخم می‌گذارد (یو و همکاران، ۲۰۰۳). وقتی تعداد تخم‌های گذاشته شده روی یک لارو میزبان بیشتر از هشت عدد باشد، مرگ و میر دوره‌ی نابالغی افزایش می‌یابد (بنسون، ۱۹۷۳).

بر حسب شرایط محیطی، طول عمر زنبورهای ماده‌ی جفت‌گیری کرده بین ۲۰ تا ۳۵ روز و طول عمر زنبورهای نر بین پنج تا ۱۰ روز می‌باشد. معمولاً یک تا دو روز بعد از خروج حشرات کامل از پوسته‌ی شفیرگی زنبورهای ماده جفت‌گیری و آماده‌ی تخم‌ریزی می‌شوند. تعداد تخم‌های گذاشته شده توسط زنبور ماده به طور متوسط روزانه هشت تا ۱۲ عدد گزارش شده است. افراد ماده‌ی بالغ دارای یک دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی برابر ۱/۳۹ روز می‌باشند. میانگین تعداد کل تخم گذاشته شده توسط یک زنبور ماده حدود ۱۰۰ تا ۱۵۰ عدد می‌باشد. تعداد تخم گذاشته شده توسط زنبور در طول عمر از ۱۱۶/۵ تخم روی لارو شب‌پره‌ی موم‌خوار (*Galleria mellonella* (L.)) تا ۳۲۶/۴ تخم روی لارو کرم سرخ پنبه، *Pectinophora gossypiella* (Saunders) متغیر می‌باشد (به نقل از امیر معافی و چای، ۲۰۰۶). زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* در طول دوره‌ی پس از تخم‌ریزی نیز به فلج و تغذیه‌ی میزبانی ادامه می‌دهد (جرویس و همکاران، ۱۹۹۴). در زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* تخم‌های بارور نشده به نرهای هاپلوئید تبدیل شده (ابوت و گروش، ۱۹۸۷) و تخم‌های بارور شده که دیپلوئید هستند، می‌توانند به نر یا ماده تبدیل شوند. از نظر کروموزومی، نرها

دیپلوئید و در یک آلل جنسی هموزیگوت، و ماده‌ها دیپلوئید و در دو آلل هتروزیگوت هستند. نرهای دیپلوئید عقیم بوده و معمولاً زنده نمی‌مانند ( پترز و متوس، ۱۹۸۰؛ هالووی و همکاران، ۱۹۹۹).

#### ۱-۲-۴- دامنه‌ی میزبانی

میزبان‌های متعددی برای این زنبور گزارش شده‌اند (نوری، ۱۳۷۲؛ عطاران، ۱۳۷۴؛ اسماعیلی و همکاران، ۱۳۸۱؛ گرلینگ، ۱۹۷۱؛ ماگرو و پارا، ۲۰۰۱؛ رسول خان و همکاران، ۲۰۰۵) که برخی از مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

<i>Helicoverpa armigera</i> (Hübner)	کرم غوزه‌ی پنبه
<i>Ostrinia nubilalis</i> Hübner	کرم ساقه‌خوار اروپایی ذرت
<i>Anagasta kuehniella</i> (Zeller)	شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد
<i>Galleria mellonella</i> (L.)	شب‌پره‌ی موم‌خوار بزرگ
<i>Sesamia cretica</i> Lederer	کرم ساقه‌خوار ذرت
<i>Plodia interpunctella</i> Hübner	شب‌پره‌ی هندی
<i>Spodoptera littoralis</i> (Boisduval)	کرم برگ‌خوار مصری پنبه
<i>Batrachedra amydraula</i> Mery	کرم میوه‌خوار خرما
<i>Cydia pomonella</i> L.	کرم سیب
<i>Pectinophora gossypiella</i>	کرم سرخ پنبه
<i>Platyedra malvella</i> (Hübner)	کرم سرخ ثانوی پنبه
<i>Etiella zinckenella</i>	پروانه‌ی دانه‌خوار سویا



*Corcyra cephalonica* Stainton

بید برنج

*Homoeosoma nebullela* Denis and Shciffermueller

پروانه‌ی دانه‌خوار آفتابگردان

### ۱-۲-۵- میزبان‌های آزمایشگاهی

زنبور *H. hebetor* حشره‌ای با قابلیت پرورش است که روی میزبان‌های آزمایشگاهی متعدد می‌باشد. میزبان‌های متعددی که جهت پرورش این زنبور گزارش شده‌اند (نوری، ۱۳۷۲؛ ماگرو و پارا، ۲۰۰۱؛ درویش و همکاران، ۲۰۰۳؛ یو و همکاران، ۲۰۰۳؛ رسول خان و همکاران، ۲۰۰۵) عبارتند از:

*Sitotroga cerealella* (Olivier)

بید غلات

*Corcyra cephalonica*

بید برنج

*Plodia interpunctella*

شب‌پره‌ی هندی

*Galleria mellonella*

شب‌پره‌ی موم‌خوار بزرگ

*Anagasta kuehniella*

شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد

گونه‌ی میزبان تاثیر چندانی بر پتانسیل تولید مثل *H. hebetor* ندارد، لذا در پرورش انبوه این زنبور از میزبان‌هایی استفاده می‌شود که به راحتی و با کمترین هزینه پرورش می‌یابند (الیوپولوس و استتاس، ۲۰۰۸). هرچند تاثیر گونه‌ی میزبان بر پتانسیل تولید مثل نیازمند مطالعات و بررسی‌های بیشتر می‌باشد. شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد بیشتر از سایر میزبان‌های ذکر شده، جهت پرورش انبوه این زنبور به کار می‌رود. این شب‌پره را می‌توان به راحتی روی مواد غذایی مختلف از جمله آرد گندم و آرد ذرت پرورش داد (عطاران، ۱۳۷۴؛ بروور و پرس، ۱۹۹۰).

### ۱-۲-۶- نکاتی در پرورش زنبور

به منظور پرورش این زنبور در آزمایشگاه می‌توان از لاروهای سن آخر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد استفاده کرد. وقتی زنبورها کاملا تغذیه کرده و جفت‌گیری نمودند، لاروهای سن آخر شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد در اختیار آن‌ها قرار داده می‌شوند. تغذیه‌ی زنبورها با لایه‌ی نازک عسل روی نوار کاغذی انجام می‌شود. هر زنبور ماده روزانه هشت تا ۱۲ عدد تخم می‌گذارد. پس از تکمیل مرحله‌ی جنینی (۲۴ ساعت) و مرحله‌ی لاروی که سه تا چهار روز به طول می‌انجامد، لاروهای که تغذیه‌ی آن‌ها از شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد کامل شد از لارو میزبان جدا شده و در کنار آن به شفیره تبدیل می‌شوند. وقتی تمام لاروهای زنبور به شفیره تبدیل شدند، آن‌ها را از لاشه‌های میزبان جدا کرده و شفیره‌های زنبور را به داخل لیوان یکبار مصرف منتقل می‌نمایند. پس از مرحله‌ی شفیرگی که چهار تا پنج روز طول می‌کشد، زنبورهای ظاهر شده توسط آسیپراتور جمع‌آوری شده و می‌توان از آن‌ها برای انجام آزمایش‌ها استفاده کرد (عطاران، ۱۳۷۴). زنبور *H. hebetor* یک پارازیتوئید اجتماعی مرحله‌ی لاروی می‌باشد، به همین دلیل نشوونمای تخم‌ها و لاروها تحت تاثیر رقابت درون گونه‌ای می‌باشد که منجر به مرگ و میر مستقیم، تفاوت در اندازه و تغییر در نسبت جنسی می‌شود (بنسون، ۱۹۷۳). با افزایش تعداد لاروهای *H. hebetor* روی لارو میزبان (شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد و شب‌پره‌ی هندی) رقابت بین لاروهای زنبور به منظور تامین منابع غذایی افزایش یافته و نرخ بقای آن‌ها کاهش می‌یابد، در نتیجه رابطه‌ی مستقیمی بین اندازه‌ی لارو میزبان و بقای زنبور پارازیتوئید و تعداد تخم گذاشته شده توسط آن وجود دارد (تیلور، ۱۹۸۸a).

### ۱-۳- شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *A. kuehniella*

شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد، *A. kuehniella* متعلق به خانواده‌ی Pyralidae بوده و یکی از آفات مهم فرآورده‌های انباری بویژه آرد می‌باشد. این آفت پراکنش جهانی داشته و در ایران نیز غالبا در انبارهای آرد مشاهده می‌شود (دانیالی، ۱۳۷۳؛ باقری زنوز، ۱۳۷۵).

طول عمر حشره‌ی کامل کوتاه و اغلب از یک هفته تجاوز نمی‌کند. هر حشره‌ی ماده ۲۰۰ تا ۳۰۰ عدد تخم در دسته‌های دو تا سه تایی و به ندرت ۱۰ تا ۲۰ عددی روی مواد غذایی قرار می‌دهد. لاروها تقریبا

صورتی یا مایل به قرمز هستند، ولی نوع تغذیه در تغییر رنگ لاروها موثر است. لاروها در درجه‌ی اول غلات آرد شده را ترجیح می‌دهند و آرد و سبوس غذای اصلی آن‌ها را تشکیل می‌دهند. تعداد نسل‌های این حشره بر حسب شرایط محیط بسیار متفاوت است. در انبارهای نسبتاً گرم، در تمام فصول سال بدون وقفه به زندگی فعال خود ادامه می‌دهد و ممکن است شش تا هفت نسل یا بیشتر در سال ایجاد کند. در انبارهای سرد (۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد) لاروها از فعالیت باز مانده و تغذیه‌ی آن‌ها متوقف می‌شود (باقری زنوز، ۱۳۷۵).

#### ۱-۴- جدول زندگی

یکی از اجزای مهم و لازم در مدیریت تلفیقی آفات آگاهی از ویژگی‌های زیستی دشمنان طبیعی و تعیین مقادیر کمی آن‌ها می‌باشد که تحت عنوان دموگرافی و پارامترهای زیستی مطرح است. دموگرافی شامل مطالعه کمی جمعیت بوده و از ریشه Demo به معنی انسان گرفته شده چرا که اولین بار در مورد انسان مطرح شده است. دموگرافی مشتمل بر سه بخش اساسی جدول زندگی، تولیدمثل و جمعیت پایدار است که دارای کاربردهای وسیعی از جمله تاثیر کنترل شیمیایی روی دینامیسم جمعیت، تجزیه و تحلیل علل مرگ و میر، مقایسه جمعیت‌های آزمایشگاهی و وحشی، مقایسه و ارزیابی دشمنان طبیعی آفات در کنترل بیولوژیک می‌باشد (کری، ۱۹۸۲؛ فوته و کری، ۱۹۸۷؛ تریپتی و سینگ، ۱۹۹۰).

جدول زندگی شرح جزئیات مرگ و میر جمعیت بوده و با تلفیق اطلاعات مربوط به بقا و زادآوری تشکیل می‌شود. تشخیص معنی‌داری پارامترها با محاسبه‌ی عدم قطعیت پارامترها صورت می‌گیرد (میر و همکاران، ۱۹۸۶؛ ساوث وود و هندرسون، ۲۰۰۰). جدول‌های زندگی را می‌توان برای تشریح میزان و سرعت نشوونما، نرخ بقا، امید زندگی، تعیین اندازه‌ی جمعیت یک آفت و ساختار سنی آن در یک زمان مشخص به کار برد. مهم‌ترین پارامتر تعیین کننده‌ی رشد جمعیت، نرخ ذاتی افزایش جمعیت می‌باشد که یک شاخص استاندارد بوده و بیشترین میزان رشد جمعیت یک گونه را تحت شرایط فیزیکی معین نشان می‌دهد. در محاسبه نرخ ذاتی افزایش جمعیت میزان بقا نیز دخالت داده می‌شود. کاهش در میزان بقا و باروری منجر به کاهش در نرخ ذاتی افزایش جمعیت می‌شود.

با وجود اینکه پارامترهای جدول زندگی تحت شرایط آزمایشگاهی و مصنوعی تخمین زده می‌شوند ولی می‌توانند به عنوان ابزاری مفید جهت پیش‌بینی کارایی دشمنان طبیعی روی میزبان‌هایشان تحت شرایط طبیعی مورد استفاده قرار گیرند (بیرچ، ۱۹۴۸؛ جرویس و کید، ۱۹۹۶).

نرخ‌های رشد و نمو، تولیدمثل، بقا، باروری و طول عمر بخشی از پارامترهای زیستی هستند که تحت تاثیر عوامل مختلف زنده (اندازه، سن و تراکم میزبان) و یا غیر زنده (مانند دما و رطوبت نسبی) قرار می‌گیرند (روی و همکاران، ۲۰۰۳؛ دانون و همکاران، ۲۰۱۰). حشرات موجوداتی خونسرد هستند و میزان نشوونمای آن‌ها به شدت به دما وابسته می‌باشد. به طور کلی در دماهای پایین نشوونما به آرامی صورت می‌گیرد و با افزایش دما و رسیدن آن به حد مطلوب، نرخ رشد افزایش می‌یابد و دوباره در دماهای بالاتر از حد مطلوب کاهش می‌یابد تا به صفر برسد (گیلبرت و راوورث، ۱۹۹۶).

اندازه جمعیت آفات و دشمنان طبیعی که معمولاً در محدوده دمایی ۱۵ تا ۳۸ درجه سانتی‌گراد فعالیت می‌کنند تحت تاثیر دما می‌باشد (به نقل از وندرلی و همکاران، ۲۰۰۷). آستانه‌ی دمایی پایین و بالا برای زنبور *H. hebetor* به ترتیب ۱۲/۴ و ۳۷/۸ درجه سانتی‌گراد و مجموع دمای موثر برای نشوونمای تخم تا حشره‌ی کامل را ۱۸۶/۷ روز-درجه تعیین شده است (به نقل از فروزان و همکاران، ۱۳۸۷).

#### ۱-۴-۱- مروری بر برخی مطالعات صورت گرفته در زمینه‌ی جدول زندگی

عطاران (۱۳۷۴) میانگین طول عمر زنبور *H. hebetor* را روی بید آرد و شب‌پره‌ی موم‌خوار در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به ترتیب ۲۳/۵ و ۲۷/۳۳ روز به دست آورد. میانگین تعداد نتاج تولید شده زنبور روی بید آرد و شب‌پره‌ی موم‌خوار به ترتیب ۳/۳ و ۱۱/۵ عدد و میزان ظهور روی این دو میزبان به ترتیب ۷۲ و ۹۲ درصد بود.

فروزان (۱۳۸۱) طول دوره‌ی رشدی تخم تا حشره‌ی کامل زنبور *H. hebetor* را روی لارو سن آخر *G. mellonella* در دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، ۱۲/۰۹ روز به دست آورد. طول دوره‌ی تخم، لارو و شفیرگی به ترتیب  $1.77 \pm 0.03$ ،  $3.43 \pm 0.04$ ،  $6.89 \pm 0.05$  روز به دست آمد. زنبورهای ماده فاقد دوره‌ی قبل از تخم‌ریزی بوده و به محض خروج قادر به جفت‌گیری و تخم‌ریزی بودند.