دانشکده تولید گیاهی

پایان‌نامه جهت اخذ درجه‌ی کارشناسی‌ارشد در رشته‌ی
حشره‌شناسی کشاورزی

تاثیر تغذیه و جفت‌گیری بر کارایی ذخیره‌سازی زنبور *Bracon hebetor* Say (Hym.; Braconidae) در سرما

پژوهش و نگارش:
اکرم علی‌آبادی

استاد راهنما:
دکتر علی افشاری

استاد مشاور:
دکتر محسن یزدانیان

زمستان ۱۳۹۳

تعهدنامه‌ی پژوهشی

نظر به این که انجام فعالیت‌های پایان‌نامه‌های تحصیلی با بهره‌گیری از حمایت‌های علمی، مالی و پشتیبانی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان صورت می‌پذیرد، به منظور رعایت حقوق دانشگاه، نسبت به رعایت موارد زیر متعهد می‌شوم:

۱- این گزارش حاصل فعالیت‌های علمی- پژوهشی و دانش و آگاهی نگارنده است مگر آن که در متن به نویسنده یا پدید آورنده‌ی اثر ارجاع داده شده باشد.

۲- چاپ هر تعداد نسخه از پایان‌نامه با کسب اجازه‌ی کتبی از مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه خواهد بود.

۳- انتشار نتایج پایان‌نامه به هر شکل (از قبیل کتاب، مقاله و همایش) با اطلاع و کسب اجازه‌ی کتبی از استاد راهنما خواهد بود. نام کامل دانشگاه:به فارسی: دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و به انگلیسی: Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources در بخش آدرس‌دهی درج خواهد شد.

٤- در انتشار نتایج پایان‌نامه در قالب اختراع، اکتشاف و موارد مشابه، نام کامل دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان به عنوان عضو حقوقی در انتهای فهرست اسامی درج گردد.

۵- تعیین ترتیب اسامی نویسندگان در انتشار نتایج مستخرج از پایان‌نامه و هر گونه تفاوت احتمالی در آن با فهرست مصوب اسامی هیات راهبری پایان‌نامه با تایید استاد راهنمای اول خواهد بود.

اینجانب **اکرم علی‌آبادی** دانشجوی رشته‌ی **حشره‌شناسی کشاورزی** مقطع **کارشناسی‌ارشد** تعهدات فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده و به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی و امضا

اکرم علی‌آبادی

تقدیم به

روح پاک و آسمانی شهدای هشت سال دفاع مقدس

"ولا تحسبن الذین قتلوا فی سبیل الله امواتا بل احیاء عند ربهم یرزقون"

"آیه ی ۱۶۹- سوره ی آل عمران"

تقدیم به

چشمان خاکستری رنگ پدرم

قلب پر مهر مادرم

همسرم

و خانواده ام و همه ی آن ها که دوستشان دارم.

تشکر و قدردانی

منت خدای راعزوجل که طاعتش موجب قربتست وبشکر اندرش مزید نعمت. هر نفسی که فرو میرود ممد حیاتست وچون برمیاید مفرح ذات. پس در هر نفسی دو نعمت موجودست وبر هر نعمتی شکری واجب.

سپاس خدای راکه سخنوران، در ستودن او بمانند و شمارندگان، شمردن نعمت های اوندانند و کوشندگان، حق او را گزاردن نتوانند. و سلام و دورد بر محمّد و خاندان پاک او، طاهران معصوم، هم آنان که وجودمان وامدار وجودشان است؛ ونفرین پیوسته بر دشمنان ایشان تاروز رستاخیز. . سپاس بی کران یگانه خالقم که نعمت آموختن به من ارزانی داشت وچه بی دریغ یاریم کرد هرگاه که او راخواندم . سپاس بخاطر تمامی روزهایی که زیبا زندگی کردم.

ازپدر و مادر عزیزم این دو بزرگوار، که همواره بر کوتاهی و درشتی من، قلم عفو کشیده و کریمانه ازکنار غفلت هایم گذشته اند و در تمام عرصه های زندگی یار و یاوری بی چشم داشت برای من بوده اند کمال تشکر و قدردانی رادارم.

سپاس فراوان از همسرم، اوکه مهر وجودش سبب دلگرمی ام برای ادامه ی راه شد.

در مسیری که برگزیدم، همسفرانی راهبرم بودند که حضورشان بمچون ستارگانی پرنور، فروزنده راهم بود و از این رو بر خود واجب می دانم مراتب سپاس و تقدیرم را نثارشان کنم. از استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر علی افشاری که هدایت ها و رهنمودهای ارزنده شان چراغی شد فراروی که تا پایان راه، روشنگر لحظه هایم خواهد بود و شاگردی در مکتب شان افتخاری است که به آن می بالم. تقدیر و سپاس نثار استاد مشاورم جناب آقای دکتر محسن یزدانیان که مشورت با ایشان رامایه فخر خویش می دانم و سزاوار است نهایت سپاس خود را تقدیم حضور ایشان نمایم، از داوران گرامی جناب آقای دکتر محمد حسن سرایلو و جناب آقای دکتر احمد ندیی که مطالعه این پایان نامه را قبل از ارائه تقبل نمودند و با رهنمودهای ارزشمند شان مرا در ارائه بهتر مطالب یاری کردند سپاسگزارم. از تک تک دوستانی که در طول انجام این تحقیق یاری ام رساندند نهایت تشکر و سپاس را دارم و در نهایت برای یکایک این عزیزان سلامتی و موفقیت روزافزون آرزومندم.

اکرم علی آبادی

زمستان ۱۳۹۳

چکیده

زنبور *Bracon hebetor* Say یکی از مهم‌ترین پارازیتوییدهای خارجی لاروهای بالپولکداران آفت در شرایط مزرعه و انبار می‌باشد. این زنبور همه ساله در تعداد زیادی از انسکتاریوم‌های استان گلستان پرورش می‌یابد و به منظور کنترل آفات مختلف به ویژه *Helicoverpa armigera* (Hübner) در سطح مزارع مختلف رهاسازی می‌شود. به منظور در اختیار داشتن تعداد کافی از این زنبور و رهاسازی آن در زمان‌های مورد نیاز، صاحبان انسکتاریوم‌ها مجبور به ذخیره‌سازی آن در شرایط یخچال هستند. با توجه به اهمیت افزایش کارآیی ذخیره‌سازی این زنبور در انسکتاریوم‌های تجاری، این پژوهش با هدف ارزیابی تاثیر دو عامل وضعیت تغذیه و وضعیت جفتگیری بر ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی آن در دو مدت زمان ذخیره‌سازی ۷ و ١٤ روز انجام گردید. تاثیر عامل وضعیت تغذیه در سه سطح بدون تغذیه، یک بار تغذیه پیش از آغاز ذخیره‌سازی و دو بار تغذیه (پیش از آغاز و در حین ذخیره‌سازی) و تاثیر عامل جفتگیری در دو سطح "جفتگیری" و "عدم جفتگیری" بررسی شد. تمام داده‌ها به شکل فاکتوریل بر پایه‌ی طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SAS تجزیه‌ی واریانس شدند و میانگین فراسنجه‌ها با استفاده از آزمون LSD مقایسه گردید. نتایج این پژوهش نشان دادند که تغذیه‌ی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* از مواد قندی پیش از آغاز ذخیره‌سازی در یخچال موجب بهبود اغلب ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی آن (بویژه درصد زنده‌مانی و میانگین تخمگذاری روزانه) در مقایسه با زنبورهای گرسنه شد. همچنین، نتایج تعداد دفعات تغذیه (یک بار تغذیه در مقابل دو بار تغذیه) نشان داد که انجام تغذیه‌ی نوبت دوم در حین ذخیره‌سازی بر مقادیر اغلب فراسنجه‌های مورد بررسیِ زنبور تاثیر معنی‌دار نداشت و تنها میانگین تخم‌گذاری روزانه و طول عمر زنبورهای نر را به طور معنی‌داری افزایش داد. جفت‌گیری زنبور *B. hebetor* پیش از ذخیره‌سازی آن در یخچال، اغلب موجب ارتقای فراسنجه‌های زیستی و تولیدمثلی شد به طوری که زنبورهای جفتگیری کرده در مقایسه با زنبورهای جفتگیری نکرده، مرگ و میر کم‌تری را پس از خروج از یخچال تجربه کردند و ماده‌های زنده مانده از طول عمر و میانگین تخمگذاری بالاتری برخوردار بودند. با افزایش طول مدت ذخیره‌سازی از یک هفته به دو هفته، برخی از ویژگی‌های کیفی زنبور کاهش یافتند به طوری که درصد مرگ و میر و طول عمر زنبورهای نر افزایش، دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس طولانی‌تر و میانگین تخمگذاری روزانه کاهش یافت اما مقادیر سایر ویژگی‌ها (بویژه درصد مرگ و میر و طول عمر زنبورهای ماده) تغییر معنی‌داری نداشت. بر اساس نتایج این پژوهش توصیه می‌گردد از حشرات کاملِ جفتگیری کرده به منظور ذخیره‌سازی این زنبور استفاده شود و حشرات کامل پیش از ذخیره‌سازی حداقل یک بار با آب‌عسل تغذیه شوند.

واژگان کلیدی: زنبور *B. hebetor*، ذخیره‌سازی در سرما، جفتگیری، تغذیه

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۱- فصل اول: مقدمه

۱-۱- اهمیت و تاریخچه ۲

۱-۲- *Bracon hebetor* say ۳

۱-۲-۱- رده‌بندی و دامنه‌ی میزبانی ۳

۱-۲-۲- ریخت‌شناسی ٤

۱-۲-۳- زیست‌شناسی و دامنه‌ی میزبانی ۷

۱-۳- سوال‌های پژوهش ۸

۱-٤- فرضیه‌های پژوهش ۸

۱-۵- هدف ۸

۱-٦- کاربردهای پژوهش ۹

۲- فصل دوم: بررسی منابع

۲-۱- تاثیر ذخیره‌سازی در سرما بر نشوونما و تولیدمثل پارازیتوئیدها ۱۲

۳- فصل سوم: مواد و روش‌ها

۳-۱- زمان و مکان پژوهش ۲٤

۳-۲- پرورش میزبان جایگزین ۲٤

۳-۳- پرورش زنبور *B. hebetor* ۲۵

۳-٤- بررسی تاثیر تغذیه ۲٦

۳-۵- بررسی تاثیر جفت‌گیری ۲٦

۳-٦- بررسی تاثیر مدت زمان ذخیره‌سازی ۲۷

۳-۷- اندازه‌گیری ویژگی‌های زیستی و تولیدمثلی زنبور ۲۷

۳-۷-۱- زنده‌مانی ۲۷

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

۳-۷-۲ طول عمر و میانگین پارازیتیسم روزانه‌ی (زادآوری) زنبور مادری ۲۸
۳-۷-۳- سایر ویژگی‌ها ۲۹
۳-۸- تجزیه و تحلیل آماری ۳۵

٤- فصل چهارم: نتایج

٤-۱- درصد مرگ‌ومیر حشرات کامل ماده ۳۸
٤-۲- درصد مرگ‌ومیر حشرات کامل نر ۳۸
٤-۳- طول عمر حشرات کامل ماده ٤۱
٤-٤- طول عمر حشرات کامل نر ٤۵
٤-۵- میانگین روزانه‌ی تخم‌گذاری(زادآوری) ٤۸
٤-٦- درصد زنده‌مانی مراحل نارس ۵۱
٤-۷- درصد ظهور حشرات کامل در نسل بعد ۵٤
٤-۸- نسبت افراد ماده در نتاج نسل بعد ۵٦
٤-۹- طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس (تخم تا حشره‌ی کامل) ٦۰

۵- فصل پنجم: بحث و نتیجه‌گیری

۵-۱- لزوم ذخیره‌سازی زنبور *B.hebetor* در یخچال ٦٤
۵-۲- عوامل موثر بر کارایی ذخیره‌سازی در سرما ٦٤
۵-۳- تاثیر تغذیه بر کارایی ذخیره‌سازی در یخچال ٦۵
۵-٤- تاثیر جفت‌گیری بر کارایی ذخیره‌سازی ٦۷
۵-۵- طول مدت ذخیره‌سازی ٦۸
۵-٦- نتیجه‌گیری کلی ٦۹
۵-۷- پیشنهادها ۷۰
فهرست منابع ۷۲

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ٤-١- تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری، و طول مدت سرمادهی بر درصد مرگ و میر حشرات کامل ماده‌ی زنبور *B.hebetor*... ٣٩

جدول ٤-٢- تجزیه واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر درصد مرگ و میر زنبورهای ماده‌ی *B.hebetor* ٤٠

جدول ٤-٣- مقایسه‌ی گروهی (ارتوگنال) اثر عوامل مختلف روی درصد مرگ و میر حشرات کامل زنبور *B.hebetor*..... ٤٠

جدول ٤-٤- تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و طول مدت سرمادهی بر درصد مرگ و میر حشرات کامل نر زنبور *B.hebetor*..... ٤١

جدول ٤-٥- تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر درصد مرگ و میر زنبورهای نر *B.hebetor*..... ٤١

جدول ٤-٦ مقایسه‌ی گروهی (اُرتوگنال) اثر عوامل مختلف روی درصد مرگ و میر حشرات کامل نر زنبور *B. hebetor* ٤٣

جدول ٤-٧ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و طول مدت سرمادهی بر طول عمر حشرات کامل ماده‌ی زنبور *B. hebetor*..... ٤٤

جدول ٤-٨ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر طول عمر حشرات کامل ماده‌ی زنبور *B. hebetor* ٤٤

جدول ٤-٩ مقایسه‌ی گروهی اثر عوامل مختلف روی طول عمر زنبورهای ماده *B. hebetor* ٤٥

جدول ٤-١٠ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و مدت زمان سرمادهی بر طول عمر حشرات کامل نر زنبور *B. hebetor*..... ٤٦

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ٤-١١ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر طول عمر حشرات کامل نر زنبور *B. hebetor* ٤٦

جدول ٤-١٢ مقایسه‌ی گروهی اثر عوامل مختلف روی طول عمر زنبورهای نر *B. hebetor* ٤٨

جدول ٤-١٣ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و مدت زمان سرمادهی بر میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی زنبور *B.hebetor* ٤٩

جدول ٤-١٤ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی زنبور *B.hebetor* ٥٠

جدول ٤-١٥ مقایسه‌ی گروهی (اُرتوگنال) اثر عوامل مختلف روی میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی زنبور *B. hebetor* ٥٠

جدول ٤-١٦ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و مدت زمان سرمادهی بر درصد زنده‌مانی مراحل نارس زنبور *B.hebetor* ٥٢

جدول ٤-١٧ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر درصد زنده‌مانی مراحل نارس زنبور *B. hebetor* ٥٣

جدول ٤-١٨ مقایسه‌ی گروهی (اُرتوگنال) اثر عوامل مختلف روی درصد زنده‌مانی مراحل نارس زنبور *B. hebetor* ٥٣

جدول ٤-١٩ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و مدت زمان سرمادهی بر درصد ظهور حشرات کامل نسل بعدِ زنبور *B.hebetor* ٥٥

جدول ٤-٢٠ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر درصد ظهور حشرات کاملِ نسل بعد زنبور *B.hebetor* ٥٥

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

جدول ٤-٢١ مقایسه‌ی گروهی (اُرتوگنال) اثر عوامل مختلف روی درصد ظهور حشرات کامل زنبور *B. hebetor*..... ٥٦

جدول ٤-٢٢ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و مدت زمان سرمادهی بر درصد زنبورهای ماده در نتاج نسل بعدِ زنبور *B.hebetor*..... ٥٧

جدول ٤-٢٣ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر درصد زنبورهای ماده‌ی در نتاج نسل بعدِ زنبور *B.hebetor*..... ٥٨

جدول ٤-٢٤ مقایسه‌ی گروهی اثر عوامل مختلف روی درصد افراد ماده در نتاج نسل بعد زنبور *B. hebetor*..... ٥٨

جدول ٤-٢٥ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر سه عامل وضعیت تغذیه، وضعیت جفت‌گیری و مدت زمان سرمادهی بر طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس زنبور *B. hebetor*..... ٦٠

جدول ٤-٢٦ تجزیه‌ی واریانس داده‌های مربوط به تاثیر ترکیب‌های تیماری مختلف بر طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس زنبور *B.hebetor*..... ٦١

جدول ٤-٢٧ مقایسه‌ی گروهی اثر عوامل مختلف روی طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس زنبور *B. hebetor*..... ٦٢

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ نمای عمومی بدن در حشره‌ی کامل ماده‌ی زنبور *B. hebetor* (اصلی) ۵

شکل۱-۲ دسته‌ی تخم زنبور *B. hebetor* روی بدن لارو شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی) ۵

شکل ۱-۳ تغذیه‌ی لاروهای زنبور *B. hebetor* از لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی) ٦

شکل ۱-٤ تشکیل شفیره‌های زنبور *B. hebetor* درون پیله‌های سفیدرنگ در اطراف لاروهای میزبان (اصلی) ٦

شکل ۱-۵ زنبور *B. hebetor* در حال پارازیته کردن لارو شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی) ٦

شکل ۳-۱ تشت‌های پلاستیکی حاوی مخلوط آرد و سبوس گندم جهت پرورش شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی) ۲۹

شکل ۳-۲ تخم‌گیری از حشره‌ی کامل شب‌پره‌ی مدیترانه‌ی آرد در محیط آزمایشگاه (اصلی) ۳۰

شکل ۳-۳ آلودگی شدید محتویات تشت؛ رسیدن لاروهای میزبان به سنین آخر (٤۵ تا ٦۰ روز پس از آغاز آلودگی) که برای پارازیته شدن توسط زنبور مناسب می‌باشند (اصلی) ۳۰

شکل ۳-٤ طریقه‌ی جداسازی و جمع‌آوری لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای از تشت‌های آلوده برای استفاده به عنوان میزبان (اصلی) ۳۱

شکل ۳-۵ جمع‌آوری لاروهای سنین چهارم و پنجم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد که به عنوان میزبان در اختیار زنبور *B. hebetor* قرار می‌گرفتند (اصلی) ۳۱

شکل ۳-٦ قرار دادن قوطی‌های ونوسِ حاوی زنبورهای مادری روی کاغذهای A_4 لاروهای سنین چهارم و پنجم شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای به منظور پرورش زنبور *B. hebetor* (اصلی) ۳۲

شکل ۳-۷ لیوان یک‌بار مصرف پلاستیکی با یک سوراخ مسدود شده با توری و پنبه‌ی آغشته به آب‌عسل که برای تغذیه‌ی حشرات کامل زنبور *B. hebetor* تعبیه شده است (اصلی) ۳۲

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ۳-۸ مراحل جداسازی و نگه‌داری انفرادی شفیره‌های زنبور *B. hebetor* در تیمارهای عدم جفت‌گیری: الف و ب) برش انفرادی شفیره‌ها؛ ج) قرار دادن انفرادی شفیره‌ها درون پتری‌دیش و د) نگه‌داری پتری‌های حاوی شفیره درون ژرمیناتور (اصلی) ۳۳

شکل ۳-۹ چیدن لیوان‌های حاوی زنبور درون یخچال برای یک مدت زمان معین بر حسب تیمار مورد نظر (اصلی) ۳٤

شکل ۳-۱۰ لیوان‌های حاوی یک جفت زنبور که به شکل وارونه روی قطعات کاغذی حاوی لارو شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد قرار گرفته‌اند (اصلی) ۳٤

شکل ۳-۱۱ مراحل قرار دادن ظروف پتری حاوی لاروهای پارازیته شده‌ی میزبان درون ژرمیناتور به منظور خروج حشرات کامل زنبور (اصلی) ۳۵

شکل ٤-۱ مقایسه‌ی میانگین درصد مرگ و میر حشرات کامل ماده‌ی زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد) ٤۲

شکل ٤-۲ مقایسه‌ی میانگین درصد مرگ و میر حشرات کامل نر زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد) ٤۲

شکل ٤-۳ مقایسه‌ی میانگین طول عمر حشرات کامل ماده‌ی زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد) ٤۷

شکل ٤-٤ مقایسه‌ی میانگین طول عمر حشرات کامل نر زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد) ٤۷

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

شکل ٤-٥ مقایسه‌ی میانگین تخم‌گذاری روزانه‌ی زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد)..... ٥١

شکل ٤-٦ مقایسه‌ی میانگین درصد زنده‌مانی مراحل نارس زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد)..... ٥٤

شکل ٤-٧ مقایسه‌ی میانگین درصد ظهور حشرات کامل زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد)..... ٥٩

شکل ٤-٨ مقایسه‌ی میانگین درصد افراد ماده در نتاج نسل بعدِ زنبور *hebetor* . در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد) ٥٩

شکل ٤-٩ مقایسه‌ی میانگین طول دوره‌ی نشوونمای مراحل نارس زنبور *B. hebetor* در ترکیب‌های تیماری مختلف (میانگین‌های دارای حروف مشابه، فاقد اختلاف معنی‌دار می‌باشند: آزمون LSD و سطح احتمال پنج درصد) ٦١

فصل اول

مقدمه

۱-۱ اهمیت و تاریخچه

تولید انبوه حشرات مفید از گذشته‌های دور به عنوان یکی از ارکان اصلی برنامه‌های کنترل بیولوژیک به ویژه برنامه‌های مبتنی بر رهاسازی ازدیادی[1] شناخته شده است. پرهزینه و دشوار بودن پرورش انبوه حشرات مفید و رهاسازی آن‌ها در زمان مناسب، مهم‌ترین موانع بر سر راه اجرای موفقیت‌آمیز برنامه‌های رهاسازی اشباعی می‌باشند. بر خلاف حشره‌کش‌ها، بیشتر دشمنان طبیعی از قابلیت نگهداری پایینی برخوردار هستند و به همین دلیل، اغلب آن‌ها مدت کوتاهی پیش از رهاسازی تولید (پرورش) می‌شوند. توسعه‌ی روش‌های کارآمد ذخیره‌سازی می‌تواند از طریق گسترش دوره‌ی زمانی تولید، هزینه‌های کنترل بیولوژیک را کاهش دهد و هماهنگ کردن رهاسازی دشمن طبیعی در مزرعه را با مرحله‌ی بحرانی طغیان آفت امکان‌پذیر نماید (کولینت و بویوین، ۲۰۱۱).

پژوهش در زمینه‌ی ذخیره‌سازی حشرات در سرما به بیش از ۷۵ سال پیش بر می‌گردد. برای اولین بار، هانا (۱۹۳۵) باروری و تحمل زنبور پارازیتوئید *Euchalcidia carybori* Hanna (Hymenoptera: Chalcidinae) را در دماهای پایین مورد مطالعه قرار داد. در سال‌های اخیر، ذخیره‌سازی در دماهای پایین[2] به عنوان یک روش ارزشمند جهت افزایش ماندگاری دشمنان طبیعی و فراهم ساختن یک ذخیره‌ی کافی و پایدار از آن‌ها برای استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک شناخته شده است. البته، کاربرد ذخیره‌سازی در سرما فقط به پرورش انبوه و صنعتی حشرات مفید محدود نمی‌باشد بلکه در حوزه‌های دیگر مانند راه‌فن حشرات عقیم[3]، نگهداری کلنی حشرات در برنامه‌های تحقیقاتی، پرورش حشرات به منظور تهیه‌ی غذای حیوانات خانگی و ماهی‌ها، حشره‌شناسی جنایی و نجات گونه‌های در معرض انقراض نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (لئوپولد، ۲۰۰۷).

زنبور *Bracon hebetor* Say از خانواده‌ی Braconidae یکی از مهم‌ترین پارازیتوئیدهای خارجی لاروهای بال‌پولکداران آفت در محصولات انباری و مزرعه‌ای می‌باشد (گی‌مایر و فیلیپس، ۲۰۱۰). در اروپا این زنبور از سال ۱۹۸۰ میلادی جهت کنترل بالپولکداران آفت به صورت تجاری و انبوه پرورش داده می‌شود (ون‌لنترن، ۲۰۰۸). در ایران، این زنبور برای اولین بار در سال ۱۹۶۱ میلادی توسط فرحبخش جمع‌آوری و گزارش گردید و پس از آن به عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک برای مبارزه با

1. Augmentative releases
2. Cold storage
3. Sterile Insect Technique (=SIT)

برخی آفات بالپولکدار مانند کرم غوزه‌ی پنبه و ساقه‌خوار اروپایی ذرت به کار گرفته شد (فروزان و همکاران، ۱۳۸۷). در حال حاضر، این زنبور همه ساله در تعداد زیادی از انسکتاریوم‌های کشور پرورش می‌یابد و به منظور کنترل آفات مختلف به ویژه کرم غوزه‌ی پنبه در سطح مزارع مختلف به ویژه پنبه و گوجه‌فرنگی رهاسازی می‌گردد (رفیعی دستجردی و همکاران، ۱۳۸۸).

حفظ کیفیت والدین و نتاج یکی از نکات مهم در ذخیره‌سازی حشرات در سرما می‌باشد. بسیاری از تحقیقات نشان می‌دهند که بر اثر ذخیره‌سازی حشرات در دماهای پایین، برخی از ویژگی‌های کیفی آن‌ها مانند زنده‌مانی، درصد ظهور، قدرت تولیدمثل و طول عمر کاهش می‌یابد. با وجود کاهش ویژگی‌های کیفی، ذخیره‌سازی در دماهای پایین همچنان به عنوان یک ابزار ارزشمند در برنامه‌های پرورش انبوه عوامل کنترل بیولوژیک به کار گرفته می‌شود (لئوپولد، ۱۹۹۸).

ناتوانی زنبور *B. hebetor* در تولیدمثل سریع و تولید تعداد افراد کافی برای رهاسازی در زمان دلخواه، از عوامل مهم محدودکننده‌ی موفقیت این عامل کنترل بیولوژیک گزارش شده است (چن و همکاران، ۲۰۱۱). جهت تولید تعداد کافی از افراد این زنبور برای رهاسازی در زمان‌های مورد نیاز، ذخیره‌سازی آن در دماهای پایین اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. با توجه به مطالعه‌ی اثرات منفی نگهداری در یخچال بر میزان زنده‌مانی، نشوونما، قدرت پارازیتیسم و سایر ویژگی‌های زیستی زنبور *B. hebetor* در استان گلستان (حمزه‌پور چناری، ۱۳۹۲)، این پژوهش به منظور تکمیل مطالعه‌ی قبلی و با هدف بررسی تاثیر دو عامل وضعیت تغذیه و وضعیت جفتگیری بر کارآیی ذخیره‌سازی این زنبور در شرایط یخچال (دمای پنج درجه‌ی سلسیوس) انجام گردید.

۱-۲ زنبور *Bracon hebetor* Say

۱-۲-۱ رده‌بندی و دامنه‌ی میزبانی

زنبور *Bracon hebetor* Say از خانواده‌ی Braconidae و زیرخانواده‌ی Braconinae می‌باشد. این گونه برای نخستین بار توسط توماس سی[1] در سال ۱۸۳٦ میلادی در جنس *Bracon* توصیف شد. از آن سال به بعد، با ۲٤ اسم مترادف مانند *Microbracon* و *Habrobracon* توسط نویسندگان مختلف به کار برده شد. نتایج مطالعات معتبر تاکسونومیک و زیست‌شناختی حاکی از نادرست بودن جنس

1. Thomas Say

Habrobracon برای این زنبور می‌باشند و این زنبور از نظر تاکسونومیک همچنان بـه جـنس *Bracon* تعلق دارد (گی‌مایر، ۲۰۰۸). این جنس به همراه دو جنس *Apanteles* و *Opius* بزرگ‌ترین جنس‌هـای این خانواده از نظر تعداد گونه می‌باشد (متئوس، ۱۹۷٤).

زنبورهای خانواده‌ی Braconidae تقریباً شامل ۱۸ هزار گونه‌ی توصیف شده می‌باشند که اغلب آن‌ها در کنترل بیولوژیک آفات نقش با ارزشی دارند (یو و همکاران، ۲۰۰٦). اولین گزارش از زنبورهای این خانواده در ایران توسط شپلیگِتی[1] در سال ۱۹۰۱ میلادی منتشر شد و تا سال ۲۰۱۰ میلادی نزدیک به ۲۰۰ گونه از آن‌ها از نقاط مختلف ایران گزارش شده‌اند (فلاح‌زاده و سقایی، ۲۰۱۰). در فهرست آفات کشاورزی ایران و دشمنان طبیعی آن‌ها (مدرس اول، ۱۳۹۱) به جمع‌آوری شدن ٦٤ گونه از زنبورهای Braconidae از نقاط مختلف ایران اشاره شده است که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به *Habrobracon iranicus*، *H. johnson*، *Bracon brevicornis*، *B. lefroyi* و *B. hebetor* اشاره نمود.

۱-۲-۲ ریخت‌شناسی

حشرات کامل به طول ۳ تا ٤ میلی‌متر و به رنگ قهوه‌ای تیره تا روشن می‌باشند اما زنبورهای زمستان‌گذران که در ابتدای فصل زراعی ظاهر می‌شوند، نسبتاً تیره رنگ هستند. در این گونه دوشکلی جنسی بارزی مشاهده می‌شود: ماده‌ها دارای یک تخم‌ریز باریک، بلند و تیره‌رنگ به طول ۰/۷ تا ۰/۸ میلی‌متر در انتهای شکم و یک شاخک ۱٦ بندی می‌باشند. در مقایسه با ماده‌ها، جثه‌ی نرها معمولا کوچک‌تر، شکم آن‌ها باریک‌تر و شاخک آن‌ها ۲۱ بندی (با احتساب پایه و ساقه) می‌باشد (شکل ۱-۱). شاخک‌ها از بین چشم‌های مرکب خارج می‌شوند و سه عدد چشم ساده و برجسته در فرق سر مشاهده می‌شوند. رنگ پاها معمولاً نسبت به قسمت‌های دیگر بدن روشن‌تر می‌باشد. پاهای جلویی نسبت به پاهای میانی و عقبی کوچک‌تر هستند و پاهای عقبی از پاهای دیگر قوی‌تر می‌باشند. بال‌های جلویی مثلثی‌شکل و از بال‌های عقبی بزرگ‌تر می‌باشند و بر روی هر کدام از آن‌ها یک عدد استیگمای تخم‌مرغی شکل و تیره رنگ قرار دارد. حاشیه‌ها و سطح رویی بال‌های جلویی از موهای ظریفی پوشیده شده‌اند. بال‌های عقبی کاردی شکل و همانند بال‌های جلویی از موهای ظریف پوشیده شده‌اند.

1. Szepligeti

تخم‌ها کشیده، باریک، شیری‌رنگ و به طول تقریبی ۰/۲ میلی‌متر هستند که اغلب به شکل گروهی روی سطح بدن میزبان یا در نزدیکی آن گذاشته می‌شوند (شکل ۱-۲). لاروها سه سن لاروی را پشت سر می‌گذارنند و به رنگ شیری تا صورتی کم‌رنگ می‌باشند (شکل ۱-۳). شفیره‌ها درون پیله‌های سفیدرنگی به طول تقریبی ۳ تا ٤ میلی‌متر تشکیل می‌شوند (شکل ۱-٤) (بی‌نام، ۱۳۸۸).

شکل ۱-۱ نمای عمومی بدن در حشره‌ی کامل ماده‌ی زنبور *B. hebetor* (اصلی).

شکل ۱-۲ دسته‌ی تخم زنبور *B. hebetor* روی بدن لارو شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی).

شکل ۱-۳ تغذیه‌ی لاروهای زنبور *B. hebetor* از لاروهای شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی).

شکل ۱-٤ تشکیل شفیره‌های زنبور *B. hebetor* درون پیله‌های سفیدرنگ در اطراف لاروهای میزبان (اصلی).

شکل ۱-۵ زنبور *B. hebetor* در حال پارازیته کردن لارو شب‌پره‌ی مدیترانه‌ای آرد (اصلی).