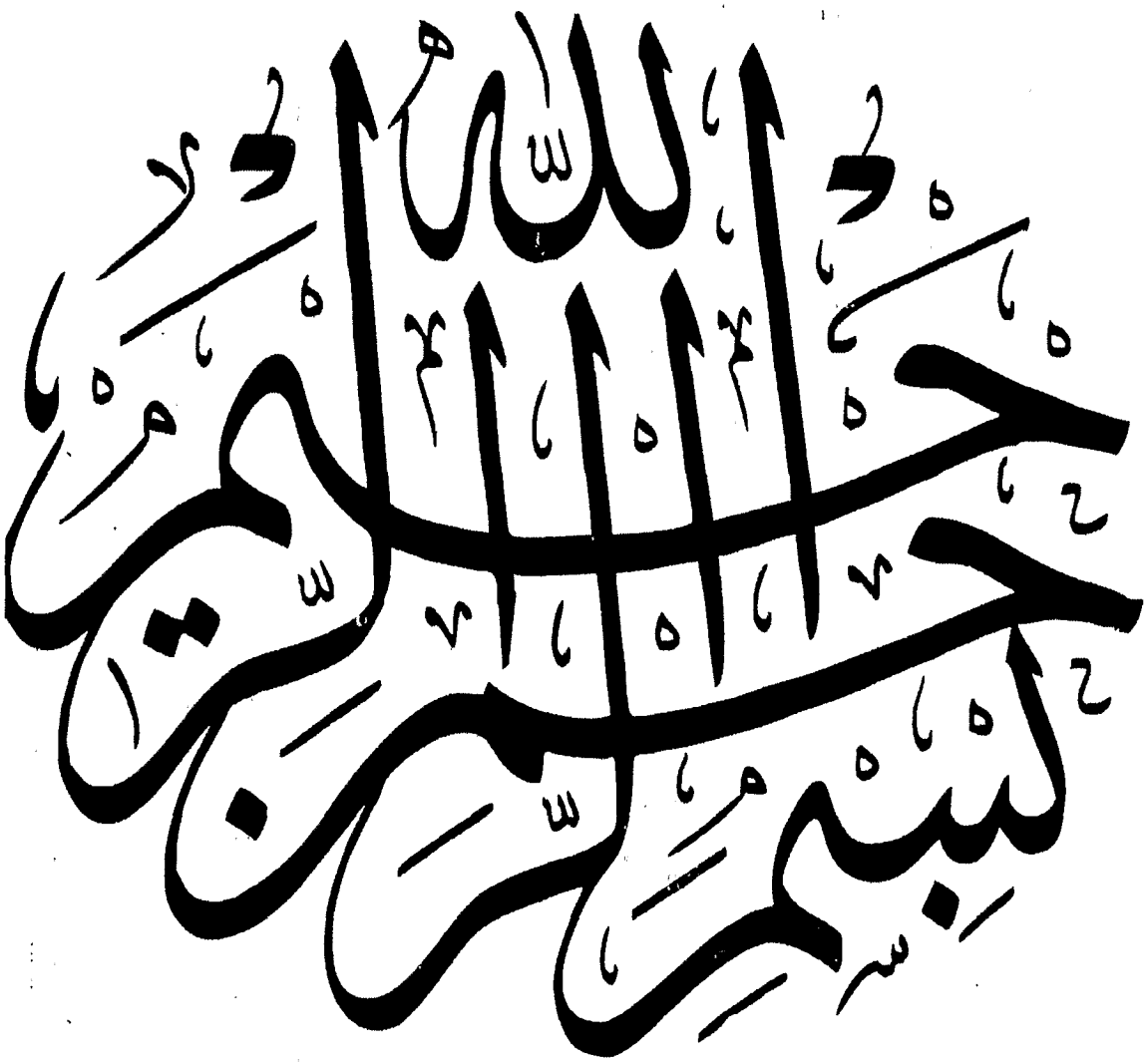


٤٦٢٢٨

دانشگاه گیلان

دانشکده علوم کشاورزی

گروه گیاه پزشکی

حشره شناسی کشاورزی

مطالعه رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym: Aphidiidae) در شرایط آزمایشگاه

پایان نامه کارشناسی ارشد

از :

مجید محمودی

واحد اطلاعات و مدارک علمی

۱۳۸۷ /۵/ ۲۵

استاد راهنما :

دکتر احد صحراگرد

استاد مشاور :

دکتر جلال جلالی

بهمن ۱۳۸۶

۶۶۲۲۸

تقدیم به پدر ومادر مهربانم که همواره امیدبخش زندگیم بودند

تقدیم به برادران و خواهر عزیزم

اکنون که به لطف و کرم پروردگار منّان موفق به صعود از پله‌ای دیگر در زندگیم شده‌ام به پاس زحماتی که دیگران در این مدت متقبل شده‌اند، بر خود لازم می‌دانم که از تمامی کسانی که به نحوی مرا راهنمایی و کمک کرده‌اند، تشکر و قدردانی نمایم.

بدون شک پایان‌نامه حاضر حاصل راهنمایی‌های ارزشمند جناب آقای دکتر صحراگرد، استاد ارجمندم می‌باشد که طی این مدت همواره با سعهٔ صدر مرا از مساعدت علمی‌شان برخوردار نمودند، بنابراین از ایشان صمیمانه تشکر وقدردانی می‌نمایم.

ازجناب آقای دکتر جلالی که در این مدت استاد مشاور بنده بودند و از کمک‌های علمی‌شان در این رابطه دریغ نفرمودند، تشکر می‌نمایم.

از مدیر گروه محترم گروه گیاه‌پزشکی جناب آقای دکتر حاجی‌زاده به پاس زحمات دلسوزانه تشکر و قدردانی می‌کنم.

از استاد محترم، دکتر صالحی تشکر و قدر دانی می‌نمایم.

از اساتید مدعو جناب آقای دکتر قدمیاری و دکتر حسینی به پاس ارائه نقطه نظرات ارزشمند تشکر می‌کنم.

از آقای مهندس رفعتی‌فرد، مسئول محترم آزمایشگاه حشره‌شناسی تشکر می‌کنم.

از آقای خاتمی، تکنسین آزمایشگاه‌های گروه گیاه‌پزشکی و آقایان حق‌دوست، قربانی و نجف‌زاده، مسئولین گلخانه‌های دانشکده کشاورزی تشکر می‌کنم.

از آقای دکتر فتحی‌پور، استاد دانشگاه تربیت‌مدرس که با ارسال مقالات و نحوهٔ تجزیه و تحلیل داده‌های واکنش تابعی به انجام این پایان‌نامه کمک کردند سپاسگزارم. از خانم دکتر حسن‌پور اصیل، نماینده تحصیلات تکمیلی و آقای مهندس اسعدی مسئول تحصیلات تکمیلی دانشکده کشاورزی تشکر و قدردانی می‌کنم.

از همکلاسی‌های محترم خانم مهندس نطقی مقدم و خانم مهندس مرادی سپاسگزارم.

از دوستان عزیزم جناب آقای مهندس امیرحسین امجدی ، آقای مهندس علی وارسته و آقای مهندس احمد نوروزی که در همهٔ مراحل انجام کارهایم مشوق وهمراهم بودند ممنون وسپاسگزارم.

در پایان از خانوادهٔ گرامیم که صبورانه و با کمال محبت مایهٔ دلگرمی و تشویقم بودند قدردانی می‌نمایم.

عنوان ..... صفحه
چکیده فارسی ..... خ
چکیده انگلیسی ..... د
مقدمه ۱

فصل اول: مروری بر منابع ۴
۱-۱-پارازیتوئید ۵
۱-۱-۱-تقسیم بندی پارازیتوئیدها به Proovigenic و Synovigenic ۵
۱-۱-۲-تقسیم بندی پارازیتوئیدها به Idiobiont و Koinobiont ۵
۱-۲-معرفی زنبورهای پارازیتوئید خانواده Aphidiidae ۵
۱-۳-رده بندی *Lysiphlebus fabarum* ۷
۱-۴-معرفی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* ۷
۱-۴-پراکنش *L. fabarum* ۸
۱-۵-رفتار دشمن طبیعی نسبت به تغییر تراکم میزبان ۸
۱-۵-۱-واکنش تابعی ۱۰
۱-۵-۲-واکنش عددی ۱۳
۱-۶-رفتار پارازیتوئیدها نسبت به الگوی توزیع فضایی میزبان (واکنش تجمعی) ۱۴
۱-۷-تأثیر تراکم جمعیت پارازیتوئیدها بر قدرت جستجوی آنها ۱۶
۱-۸-نسبت جنسی ۱۷

فصل دوم: مواد و روشها ۱۹
۲-۱-پرورش زنبور *Lysiphlebus* fabarum Marshall ۲۰
۲-۲-همسن کردن شته ها ۲۰
۲-۳-مطالعات آزمایشگاهی ۲۰
۲-۴-تعیین واکنش تابعی و عددی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* ۲۲
۲-۴-۱-تجزیه و تحلیل داده های واکنش تابعی ۲۲
۲-۴-۲-تجزیه و تحلیل داده های واکنش عددی ۲۳
۲-۵-واکنش رفتاری نسبت به الگوی توزیع فضایی میزبان (واکنش تجمعی) ۲۴
۲-۶-تأثیر تراکم جمعیت زنبور *L. fabarum* بر قدرت جستجوی آنها ۲۷

فصل سوم: نتایج ۲۹
۳-۱- واکنش تابعی ۳۰
۳-۲- واکنش عددی ۳۲
۳-۳-واکنش رفتاری نسبت به الگوی توزیع فضایی میزبان (واکنش تجمعی) ۳۲
۳-۴-تأثیر تراکم جمعیت زنبور *L. fabarum* بر قدرت جستجوی آن ۳۸

فصل چهارم: بحث ۴۰
نتیجه گیری و پیشنهادات ۴۹
منابع ۵۱
ضمیمه ۶۰

عنوان ..... صفحه

جدول۳-۱-نتایج تجزیه و تحلیل به روش رگرسیون لجستیک ۳۱

جدول۳-۲ – مقادیر پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی محاسبه شده ۳۱

جدول۳-۳- نتایج ضرایب و برآورد پارامترهای واکنش عددی ۳۳

جدول۳-۴-تجزیه و تحلیل رگرسیون غیر خطی نسبت پارازیتوئیدهای حاضر در هر Patch با استفاده از مدل Hassell and May [1973] ۳۴

عنوان ..... صفحه

شکل ۱-۱-رفتار تخمریزی زنبورهای خانواده Aphidiidae ۹

شکل ۱-۲-چرخهٔ زندگی زنبور پارازیتوئید *L.fabarum* ۹

شکل ۱-۳- سه نوع واکنش تابعی معرفی شده توسط Holling ۱۱

شکل ۲-۱- قفس دارای قاب چوبی و دیواره هایی از جنس نایلون مش به ابعاد ۷۰×۵۰×۷۰ سانتی متر برای پرورش *L. fabarum* ۲۱

شکل ۲-۲- ظرف شفاف از جنس پلی تن به قطر ۳۰ و ارتفاع ۵۰ سانتی متر، مورد استفاده در همسن کردن شته *A. fabae* ۲۱

شکل ۲-۳- ظرف شفاف پلاستیکی به قطر ۱۰cm و ارتفاع 5cm و برگ گیاه باقلا، مورد استفاده در آزمایش بررسی واکنش تابعی ۲۵

شکل ۲-۴- ظرف شفاف پلاستیکی به قطر دهانه ۳۰، قطر کف ۲۷ و ارتفاع ۱۲سانتی متر، مورد استفاده در آزمایش بررسی واکنش تجمعی ۲۵

شکل ۲-۵-ظرف شفاف پلاستیکی به ابعاد ۷×۱۵×۱۸ سانتی‌متر، مورد استفاده در آزمایش بررسی تداخل متقابل زنبور ۲۸

شکل ۳-۱-واکنش تابعی (الف) و تغییرات درصد پارازیتیسم (ب) زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* در تراکم های مختلف شته سیاه باقلا ۳۱

شکل ۳-۲-واکنش عددی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* نسبت به تغییر تراکم شته سیاه باقلا ۳۳

شکل۳-۳- متوسط تعداد میزبانهای پارازیته شده توسط *L. fabarum* در لکه های با تراکم های مختلف میزبان *A. fabae* ۳۴

شکل۳-۴- درصد پارازیتیسم میزبان توسط زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* در لکه های با تراکم های مختلف میزبان *A. fabae* ۳۵

شکل۳-۵-نسبت حضور زنبورهای پارازیتوئید *L. fabarum* در لکه های با تراکمهای مختلف میزبان *A. fabae* ۳۶

شکل۳-۶- درصد افراد ماده تولید شده توسط تراکم های مختلف زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* با تغییر تراکم میزبان *A. fabae* ۳۷

شکل ۳-۷-ارتباط بین قدرت جستجو و تراکم زنبور *L. fabarum* ۳۸

شکل۳-۸-میانگین کل شته های پارازیته شده در تراکم های مختلف زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* ۳۹

عنوان ..... صفحه

جدول ضمیمه ۱-مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده (معادله دیسک هولینگ) تعداد میزبانهای پارازیته شده توسط زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* ۶۱

جدول ضمیمه ۲-مقادیر مشاهده شده و محاسبه شده (معادله ۲-۵) تعداد ماده های تولید شده در نسل بعدی توسط زنبور *L. fabarum* ۶۱

جدول ضمیمه ۳-میانگین تعداد میزبانهای پارازیته شده در Patch های با تراکمهای مختلف میزبان ۶۲

جدول ضمیمه ۴-میانگین درصد میزبانهای پارازیته شده در Patch های با تراکمهای مختلف میزبان ۶۲

جدول ضمیمه ۵-نسبت زنبورهای حضوریافته در Patch های با تراکمهای مختلف میزبان طی ۵ نوبت مشاهده مستقیم ۶۳

جدول ضمیمه ۶-میانگین درصد ماده های تولید شده از میزبانهای پارازیته در Patch های با تراکمهای مختلف میزبان ۶۳

چکیده

مطالعه رفتار کاوشگری زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hymenoptera: Aphidiidae) در شرایط آزمایشگاه

مجید محمودی

واکنش های تابعی و عددی، رفتار تجمعی و تداخل متقابل زنبور پارازیتوئید *Lysiphlebus fabarum* Marshall در اتاقک رشد با دمای ۱±۲۱ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۷۰ درصد و دوره نوری ۱۶:۸ ساعت (روشنایی‌به‌تاریکی) و با استفاده از شته سیاه باقلا (*Aphis fabae* Scopoli) روی گیاه باقلا (*Vicia fabae* L.) مورد بررسی قرار گرفت. نتیجه این بررسی نشان داد واکنش زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* نسبت به تغییرات تراکم شته سیاه باقلا با مدل واکنش تابعی نوع دوم هولینگ مطابقت دارد. پارامترهای قدرت جستجو (a') و زمان دستیابی (Th) به ترتیب ۰/۰۰۳±۰/۰۳۳ و ۰/۰۷۱±۰/۵۲۱ تعیین شد. در این آزمایش عامل محدود کننده میزان پارازیتیسم، محدودیت تخم پارازیتوئید بود. واکنش عددی زنبور *L. fabarum* با افزایش تراکم میزبان بصورت خطی افزایش یافت. در این آزمایش، همچنین رفتار تجمعی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* نسبت به الگوی توزیع فضایی شته سیاه باقلا (*A. fabae*) مورد بررسی قرار گرفت. تراکم زنبورهای پارازیتوئید ۱، ۲، ۴، ۸ و ۱۶ و تراکم میزبان در هر Patch، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۶۰ عدد بود. متوسط تعداد میزبان پارازیته شده، درصد پارازیتیسم و نسبت پارازیتوئیدهای موجود در هر Patch محاسبه شد. نتایج نشانگر تمایل این زنبور به تجمع در Patchهای با تراکم‌های بالاتر میزبان بود ولی درصد پارازیتیسم در همه تراکم های زنبور بصورت وابسته به انبوهی نبود، بطوری‌که به غیر از تراکم ۱۶ و ۲ زنبور که واکنش وابسته به انبوهی بود بقیه تراکم ها مستقل از انبوهی و یا وابسته به عکس انبوهی نشان داد. برای تعیین کارایی جستجوگری سرانه و ضریب تداخل به ترتیب از مدل نیکلسون و رگرسیون خطی استفاده شد. پارازیتیسم سرانه با افزایش تراکم پارازیتوئید به طور معنی داری کاهش یافت ودر نتیجه باعث کاهش کارایی جستجوی‌گری سرانه شد. نسبت جنسی نتاج زنبور *L. fabarum* در همه آزمایشهای این مطالعه محاسبه شد. نتایج نشان داد تراکم‌های مختلف میزبان یا پارازیتوئید اثر معنی داری روی نسبت جنسی این پارازیتوئید ندارد.

واژه‌های کلیدی: واکنش تابعی، رفتار جستجو گری، نسبت جنسی نتاج، *Lysiphlebus fabarum*، *Aphis fabae*

Abstract

Study of foraging behavior of the parasitoid wasp, *Lysiphlebus fabarum* Marshall (Hym.: Aphidiidae) under laboratory condition

Majid Mahmoudi

Functional and numerical response, aggregative behavior and mutual interference of *Lysiphlebus fabarum* Marshall, parasitoid of the black bean aphid, *Aphis fabae* Scopoli were investigated on Broad Bean plant at 21°C, 70±5% RH and photoperiod of 16:8 (light: dark). The results showed that response of *L. fabarum* to variation of host density is fitted by Holling's disc equation. The parameters of searching efficiency (a') and handling time (T_h) were determined 0.033±0.003 and 0.521±0.071 respectively. In this study female egg limitation was the factor that limited the parasitism rate. Numerical response of *L. fabarum* to cumulative densities of host densities was linearly increasing. Aggregative behavior of *L. fabarum* (Hym.: Aphidiidae) to *A. fabae*, host's spatial distribution pattern was studied. Parasitoid densities were 1, 2, 4, 8 and 16 and host patch densities were 5, 10, 20, 30, 40 and 60. Mean number of host parasitized, percentage parasitism and proportion of the parasitoids in each patch was determined. The result indicated that this parasitoid tends to aggregate in high density patches but percentage parasitism exception for 2 and 16 parasitoids was not density dependent. Nicholson's model and linear regression were used to determine per capita searching efficiency and interference coefficient, respectively. The per capita parasitism and consequently the per capita searching efficiency decreased significantly as parasitoid density increased. The *L. fabarum* progeny sex ratio (proportion of males) was examined in all experiments. The results suggested that both the host and parasitoid densities had no significant impact on the progeny sex ratio.

Key words: Functional response, Foraging behavior, Progeny Sex ratio, *Lysiphlebus fabarum*, *Aphis fabae*

مقدمه

شته سیاه باقلا *Aphis fabae* Scopoli یکی از آفات همه‌جایی و پلی فاژ است که در ایران و در اکثر نقاط دنیا وجود دارد و باعث خسارات فراوانی به محصولات کشاورزی می‌شود [خانجانی، ۱۳۸۴] [Blackman & Eastop, 2000; Dixon, 1998; Minks & Harrewijn, 1989]. معمولاً شته ها با کاربرد مکرر حشره کش‌ها کنترل می‌شوند. توسعه مقاومت و اثرات منفی حشره‌کش‌ها روی دشمنان طبیعی و محیط زیست باعث می‌شود تا ضرورت انجام کنترل منطقی و اصولی علیه آفات با تأکید بر رعایت مسائل زیست محیطی و حفظ سلامت و بهداشت افراد جامعه، بیش از پیش احساس شود [کاظمی، ۱۳۷۴].

کنترل بیولوژیک یکی از روشهای منطقی و پایدار است که از نظر زیست محیطی نیز کاملا ایمن است [Lewis *et al.*, 1997]. در دهه های گذشته مطالعات نظری و کاربردی بسیار زیادی در زمینه دشمنان طبیعی انجام شده است که علل اهمیت آن افزایش روزافزون طرفداران کنترل بیولوژیک و جذابیت مطالعه شکارگرها و به ویژه پارازیتوئیدها است [Jervis & Kidd, 1996].

مطالعه رفتار شکارگرها و پارازیتوئیدها نقش مهمی در درک نحوه زندگی این حشرات، نحوه تأثیر آنها روی دینامیک جمعیت میزبانشان و نحوه تأثیر آنها روی ساختار جوامعی که در آن زندگی می کنند دارد. بنا براین یکی از اساسی ترین نیازها در انتخاب دشمن طبیعی برای برنامه های کنترل بیولوژیک و ارزیابی کارایی این حشرات بعد از رهاسازی مطالعه رفتار کاوشگری آنها است [Luck, 1990].

مشخص شده است که در بین عوامل کنترل بیولوژیک شته ها، گونه های مختلف از زنبورهای پارازیتوئید می توانند نقش اساسی در کنترل طبیعی این دسته از آفات داشته باشند. در این راستا خانواده Aphidiidae از پارازیتوئیدهای اقتصادی و مهم شته‌ها به شمار می روند و از دشمنان طبیعی داخلی-انفرادی شته ها هستند و توانایی سریع در نابود کردن آنها، استقرار موفقیت آمیز و همینطور نقشی که سالانه در محدود کردن عددی تراکم جمعیت های فراوان شته ها دارند، نشان دهندهٔ اهمیت و ارزش این گروه از پارازیتوئیدها است [Tremblay, 1964].

در بین زنبورهای خانواده Aphidiidae، بطور مسلم گونه *Lysiphlebus fabarum* Marshall به فراوانی در طبیعت وجود دارد و دارای انتشار وسیع و اهمیت اقتصادی قابل ملاحظه ای است و با توجه به شته های مورد حمله، دارای موقعیت ویژه ای است [Stary, 1970 a].

پرورش و رهاسازی موفقیت آمیز زنبور پارازیتوئید *L. fabarum* روی شته جالیز *Aphis gossypii* در روسیه [Lyashova, 1992] و معرفی زنبور *L. fabarum* به عنوان عامل اصلی انهدام کلنی های شته *Aphis fabae* از آفات مهم چغندر قند و باقلا که ناقل بیماری ویروسی زردی است [Volkl & Stechman, 1998]، از مثالهای بارز در نشان دادن اهمیت زنبور *L. fabarum* است.

بررسی منابع نشان می دهد که *L. fabarum* علاوه بر انتشار وسیع، در بسیاری از کشورها گونه غالب است [Stary, 1988]. در ایران نیز این زنبور از مناطق مختلف گزارش شده است [Rakhshani *et al.*, 2006] و در استان گیلان به عنوان گونه غالب خانواده Aphidiidae معرفی شده است [یعقوبی، ۱۳۷۶].

با توجه به اهمیت *L. fabarum* در کنترل بیولوژیک شته‌ها، بخش‌هایی از رفتار کاوشگری آن در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت.

فصل اول

مروری بر منابع

۱-۱-پارازیتوئید

واژه پارازیتوئید اولین بار توسط Reuter در سال ۱۹۱۳ معرفی شد. پارازیتوئیدها حشراتی هستند که لارو آنها از بدن دیگر بندپایان به ویژه حشرات تغذیه می کنند و در نهایت منجر به مرگ میزبان‌شان می‌شوند [Godfray, 1994]. پارازیتوئیدها بیش از ۱۰درصد جانوران پرسلولی[1] را تشکیل می دهند که اغلب آنها متعلق به خانواده دوبالان[2] و بال غشائیان[3] است [Hassell, 2000]. معمولاً پارازیتوئید ها را به روشهای مختلفی تقسیم بندی می‌کنند، که در اینجا به دو روش اشاره می‌شود.

۱-۱-۱-تقسیم‌بندی پارازیتوئیدها به Pro-ovigenic و Syn-ovigenic

پارازیتوئیدهای pro-ovigenic همزمان با ظاهر شدنشان همه تخمهای آنها نیز به طور کامل رسیده اند ولی پارازیتوئیدهای syn-ovigenic فقط قسمتی از تخمهای آنها در زمان ظهور بالغ است [Jervis & Kidd, 1996]. بنابراین در گونه های syn-ovigenic نظیر زنبورهای Aphidiidae رشد و تکامل، فرایندی آهسته و متداوم بوده و لذا تشریح تخمدانها روش کاملا نامناسبی برای تخمین باروری در طول عمر زنبور است [Cohen & Mackauer, 1987].

۱-۱-۲-تقسیم‌بندی پارازیتوئیدها به Idiobiont و Koinobiont

پارازیتوئیدها را بر اساس اینکه به کدامیک از مراحل رشد و نمو میزبانشان حمله کنند نیز تقسیم بندی می‌کنند. Idiobiont به پارازیتوئیدهایی گفته می‌شود که بعد از پارازیته کردن میزبان به آن اجازه رشد بیشتر نمی دهند. بنابراین مقدار ثابتی از منابع موجود در میزبان را بهره برداری می‌کنند. Koinobiont پارازیتوئیدهایی هستند که به میزبانشان اجازه رشد و نمو و تغذیه می-دهند [Jervis & Kidd, 1996]. زنبورهای خانواده Aphidiidae از نوع Idiobiont هستند.

۱-۲-معرفی زنبورهای پارازیتوئید خانواده Aphidiidae

فراوانترین و مهمترین پارازیتوئیدهای شته ها متعلق به خانواده Aphidiidae است. تمام گونه های این خانواده به طور انحصاری پارازیتوئید انفرادی-داخلی شته ها هستند [Rotundo *et al.*, 1988]. تعداد ۶۰۰ گونه از این خانواده شناخته شده

---

[1]. Metazoan
[2] Diptera
[3] Hymenoptera

است و به دلیل اهمیت اقتصادی آنها در کنترل بیولوژیکی شته ها، تاکسونومی، اکولوژی و زیست شناسی بسیاری از گونه ها مورد مطالعه قرار گرفته است [Volkl & Stechmann, 1998].

نشانه قابل توجه فعالیت پارازیتیسم یک زنبور Aphidiidae، حضور شته های مومیایی شده، متورم، قهوه‌ای، سخت و مرده-ای است که به عنوان یک مرحله دفاعی برای رشد شفیره زنبور محسوب می‌شود. مومیایی ها شته های پارازیته شده ایی هستند که پوستشان باد کرده، متورم و سخت شده است و به رنگهای مختلفی بسته به گونه زنبور در می آید و شامل پوسته خارجی بدن شته و یک پوسته دفاعی تغییر شکل یافته است، این شته ها قبلاً بر اثر تغذیه داخلی زنبور کشته می‌شوند [Weeden & Haffman, 1995].

ذخیره سازی موفقیت آمیز زنبورهای Aphidiidae به صورت مومیایی در دماهای پایین دارای اهمیت کاربردی در کنترل بیولوژیکی شته ها است و یک روش آسان در نگهداری پارازیتوئیدها و استفاده از آنها در خارج از فصل معمول است. انتقال پارازیتوئیدهای Aphidiidae به صورت مومیایی ساده است و هزینه حمل و نقل را پایین می آورد چرا که عامل زمان در اینجا چندان اهمیتی ندارد و مومیایی ها نسبت به آسیبهای خارجی به طور کامل محافظت می شوند [Hofsvang & Hagvar, 1977].

یکی از مشخص ترین ویژگی زنبورهای خانواده Aphidiidae، رفتار تخمریزی آنها است. به طور کلی حشره ماده در هنگام تخمریزی، ابتدا روی پاها مستقیم می ایستد، شکم را به طرف جلو و زیر سینه، بین پاها خم می‌کند ، سپس با حرکات شکم به طرف جلو و با تخمریز به شته نیش می زند (شکل ۱-۱) و ممکن است تخم خود را با فرو کردن در بدن شته قرار دهد [Messing & Rabasse, 1995]. پس از تخمریزی و کامل شدن جنین، لارو زنبور در داخل بدن شته از تخم خارج می‌شود. لاروها به طور انفرادی در شته میزبان رشد می‌کنند. لارو سن آخر قبل از رشد کامل پیله ای را زیر پوست شته خالی شده می تند که در این مرحله شته به صورت مومیا یی در آمده است. مرا حل پیش شفیرگی و شفیرگی در پیله و داخل مومیایی طی می‌شود. افراد بالغ از حفره خروج حلقوی که به سادگی شکسته می‌شود، خارج می‌شوند. حشرات کامل پس از خروج، جفتگیری می‌نمایند. ممکن است تخمریزی افراد ماده بلافاصله پس از خروج آنها رخ دهد. در زنبورهای پارازیتوئید Aphidiidae، ماده ها تنها یکبار جفت گیری می‌کنند، در حالیکه نرها قادرند با چندین ماده جفت گیری کنند [Tripathi & Rajendra, 1990].

۱-۳-رده بندی *Lysiphlebus fabarum*

زنبور پارازیتوئید داخلی-انفرادی *L. fabarum*، از نظر رده بندی به راسته Hymenoptera، به زیر راسته Apocrita، بالا خانواده Ichneumonoidea، خانواده Aphidiidae، زیر خانواده Aphidiinae، قبیله Aphidiini، زیر قبیله Lysiphlebina و جنس *Lysiphlebus* تعلق دارد [Ross & Arnett, 2000].

۱-٤-معرفی زنبور پارازیتوئید *L. fabarum*

باقری متین [۱۳۸۱] زیست شناسی زنبور *L. fabarum* به عنوان یکی از مهمترین دشمنان طبیعی شته *A. fabae* در دمای ۱±۲۱ درجه سانتیگراد مورد بررسی قرار داد. نتایج او نشان داد دورهٔ پیش از بلوغ زنبورهای ماده ۱۳/۷ روز و حداکثر طول عمر زنبور بالغ ۱۲/۸۳ روز است.حداکثر میزان پارازیتیسم و ترجیح زنبور در سنین پورگی ۲ و۳ میزبان است. تکلوزاده و همکاران [۱۳۸۲] در بررسی ترجیح مراحل مختلف رشدی شته سیاه یونجه *A. craccivora* توسط زنبور *L. fabarum* نتایج مشابهی گزارش دادند.

تخم زنبور *L. fabarum* دوکی شکل، سفیدرنگ و به طول ۸۶ و عرض ۳۴ میکرون است. جنین زنبور در بدن شته هایی که ۲-۱ روز از پارازیته شدن آنها می گذرد، به شکل تقریبا خمیده درون محفظه ای حباب مانند قرار دارد. زنبور *L. fabarum* دارای ۳ سن لاروی است که به طور انفرادی درون بدن شته میزبان رشد می نمایند. فواصل سنی از تخمریزی تا مومیایی شدن و از مومیایی شدن تا ظهور حشرات کامل به ترتیب ۷/۲۱ و۶/۳۳ روز است. میانگین نتاج تولید شده توسط هر ماده در طول زندگی ۱۲۲ و طول دوره تخمریزی زنبور ۱۴-۵ روز است [باقری متین، ۱۳۸۲] [Baghery-Matin *et al.*, 2005].

زنبور *Lysiphlebus fabarum* دارای دامنه میزبانی گسترده است و علاوه بر خانواده Aphididae، سایر خانواده های شته‌ها را نیز پارازیته می‌کند ولی میزبان اختصاصی این گونه شته های جنس *Aphis* و *Brachycaudus* هستند [Debach & Rosen, 1991]

زنبور ماده *L. fabarum* به رنگ قهوه ای تا قهوه‌ای تیره، قطعات دهانی زرد تا قهوه ای مایل به زرد، شاخکهای نخی ۱۲ تا ۱۳ بندی و تیره، طول بندهای تارک بیشتر از عرض آنها و بند انتهایی تارک طویلتر از سایر بندها است. سینه سیاه تیره رنگ، رگبندی بال قهوه ای، موهای حاشیه پایینی بال جلو کوتاه و به اندازه موهای سطح بال است. در بال جلویی باقیمانده رگبال Intermedian فقط زیر رگبال Interradial دیده می شود. پاها زرد تا قهوه ای و ران پا دارای موهای کوتاه غیر فشرده است. میانگین طول بدن زنبورهای ماده ۰/۲۳±۱/۸ mm است. زنبور های نر دارای شاخکهای ۱۴ تا ۱۵ بندی هستند. موهای حاشیه

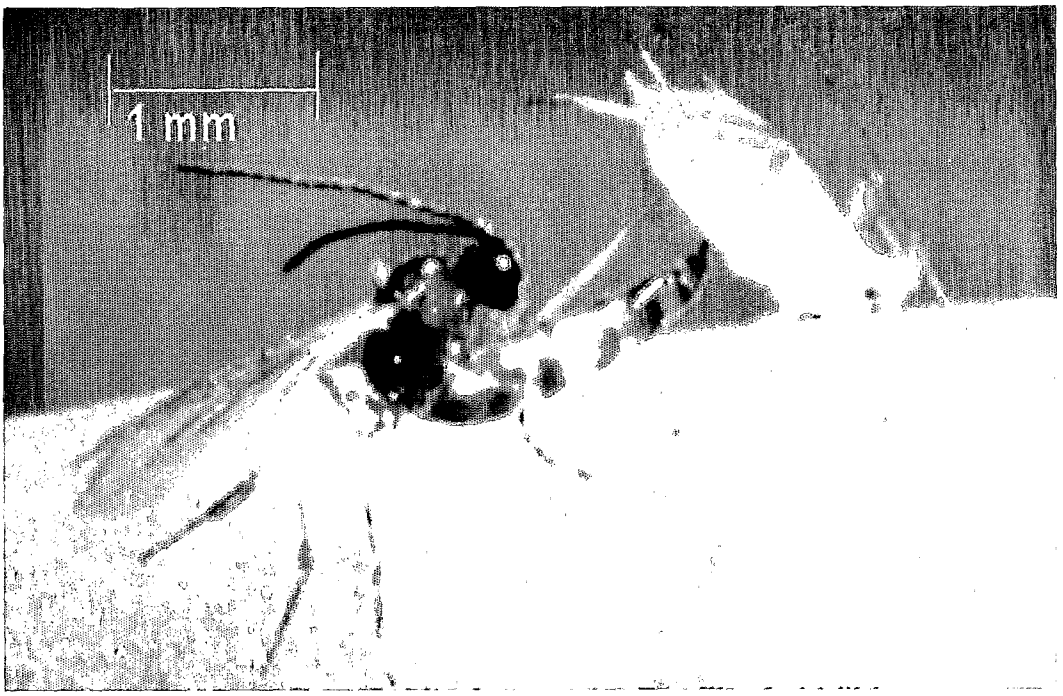
پایینی و انتهایی بال جلویی آن کمی بلندتر از موهای سطح بال و رنگ بدنشان تقریباً تیره تر از ماده ها به نظر می‌رسد [باقری‌متین، ۱۳۸۱؛ یعقوبی، ۱۳۷۶ Rakhshani, 2006]. شکل ۱-۲ چرخه زندگی زنبور *L. fabarum* از تخمریزی تا ظهور حشره کامل را نشان می دهد.

۱-٤-پراکنش *L. fabarum*

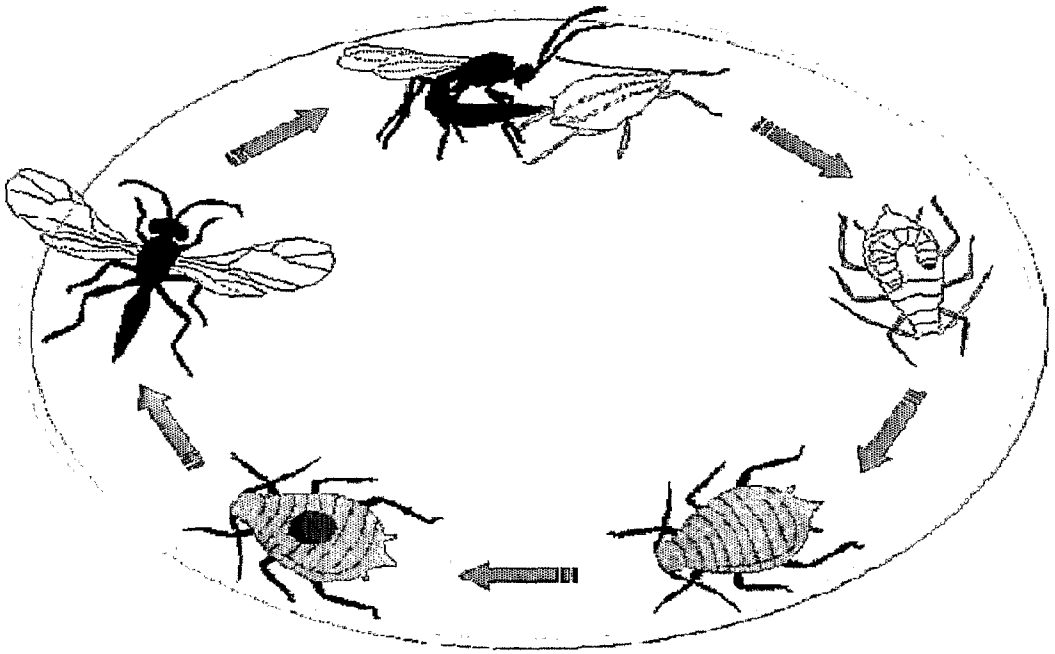
زنبورپارازیتوئید *L. fabarum* گونه ای است که بطور وسیع در نواحی پالئارکتیک انتشار دارد [Tremblay, 1964] و در بین زنبورهای Aphidiidae ، فراوان ترین و غالب ترین پارازیتوئید در نواحی مدیترانه است [Stary, 1986 a]. رخشانی و همکاران [2006] اطلاعاتی در زمینه پراکنش و رابطه بین شته های یونجه و پارازیتوئیدهای آنها در مناطق مختلف یازده استان ایران ارائه داده اند. در تحقیق آنها زنبور *L. fabarum* در اکثر نقاط یافت شده است و این پارازیتوئید را به عنوان پارازیتوئید عمومی شته *A. craccivora* معرفی کرده اند. زنبور *L. fabarum* به عنوان گونه غالب خانواده Aphidiidae در استان گیلان معرفی شده است [یعقوبی، ۱۳۷۶].

۱-۵-رفتار دشمن طبیعی نسبت به تغییر تراکم میزبان

فشار دشمنان طبیعی روی میزبانشان بستگی به تراکم دشمن طبیعی حاضر در زیستگاه و توانایی آنها در مکان یابی و حمله به میزبان دارد. اکولوژیستهای جمعیت با تمایز بین عواملی که فراوانی دشمن طبیعی را متأثر می سازند و آنهایی که قدرت جستجوی آنها را تحت تأثیر قرار می دهند، دو نوع واکنش دشمنان طبیعی را نسبت به تغییر تراکم میزبان تشخیص داده اند که Solomon (1949) آنها را به نامهای واکنش تابعی و واکنش عددی معرفی کرده است [Jervis & Kidd, 1996]. واکنش تابعی یک پدیده رفتاری (جستجو : Searching) ولی واکنش عددی شامل خصوصیت رفتاری (تجمع Aggregation) و دموگرافی (تولید مثل Reproduction) دشمن طبیعی است [Coll & Ridgway, 1995]



شکل ۱-۱-رفتار تخمریزی زنبورهای خانواده Aphidiidae [Villegas, 2003]



شکل ۱-۲-چرخهٔ زندگی زنبور پارازیتوئید *L.fabarum* [Villegas, 2003]