اثر دماهای مختلف بر خصوصیات زیستی و جدول زندگی دو گونه زنبور *Aphidius rhopalosiphi* و *Praon volucre*، پارازیتوئیدهای شته *Metopolophium dirhodum* در شرایط آزمایشگاهی

محمود عالیچی[۱]، پرویز شیشه بر[۲]، محمدسعید مصدق[۳] و ابراهیم سلیمان نژادیان[۴]

چکیده

خصوصیات زیستی و جدول زندگی پارازیتوئیدهای *Aphidius rhopalosiphi* De S. P. و *Praon volucre* (Hal.) با استفاده از شته *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) به عنوان میزبان در دماهای ۱۶، ۲۰ ، ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی گراد مورد مطالعه قرار گرفت. در دماهای مذکور دوره رشد تخم تا بالغ *A. rhopalosiphi* به ترتیب برابر با ۲۲/۸۶ ، ۱۶/۹۳، ۱۴/۲۵ و ۱۰/۳۹ روز و برای *P. volucre* به ترتیب برابر با ۲۱/۶۲، ۱۷/۴۴، ۱۴/۱۹ و ۱۰/۳۹ روز محاسبه شد. آستانه رشد *(t)* و ثابت حرارتی *(DD)* برای *A. rhopalosiphi* به ترتیب برابر با ۶/۰۳ درجه سانتی گراد و ۲۳۷/۰۳ روز درجه و برای *P. volucre* به ترتیب ۵/۴۳ و ۲۴۵/۱۶ درجه سانتی گراد روز درجه بود. در دماهای مذکور میانگین طول عمر حشرات ماده *A. rhopalosiphi* به ترتیب برابر با ۱۱/۱۵، ۸/۵۲، ۷/۲۰ و ۶/۵۰ روز و در *P. volucre* به ترتیب برابر با ۱۳/۱۸، ۱۲/۳۲، ۸/۸۰ و ۷/۰۵ روز بدست آمد. همچنین میانگین تعداد تخم در دماهای فوق به ترتیب ۲۹۶/۱۵، ۲۷۰/۲۲، ۱۶۸/۵۲ و ۶۹/۰۹ برای *A. rhopalosiphi* و ۳۳۴/۶۷ ، ۳۸۹/۸۲، ۲۶۳/۲۶ و ۱۲۳/۱۹ برای *P. volucre* محاسبه گردید. نرخ رشد ذاتی در دماهای مورد آزمایش برای *A. rhopalosiphi* به ترتیب برابر با ۰/۲۰۰، ۰/۲۴۹، ۰/۲۵۲ و ۰/۲۴۹ و برای *P. volucre* به ترتیب برابر با ۰/۱۸۳ ، ۰/۲۴۵، ۰/۲۶۸ و ۰/۲۷۶ بود.

کلید واژه‌ها: خصوصیات زیستی، *Aphidius rhopalosiphi*، *Praon volucre*، *Metopolophium dirhodum*

مقدمه

شته *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) یکی از متداولترین شته های غلات می باشد که از غرب منطقه پالئارکتیک یعنی منشاء اولیه آن به سایر نقاط جهان بجز نواحی استوایی گسترش یافته است (۵). این شته همراه با گونه های *Rhopalosiphum padi* (L.)، *Sitobion avenae* (F.)، *Schizaphis graminum* (Rondani) و *Diuraphis noxia* (Mordvilko) از مهمترین شته های آفت غلات ایران و بویژه گندم محسوب می شوند (۱). مطالعات مزرعه ای نشان داد که گونه *M. dirhodum* یکی از شته های غالب گندم در منطقه شیراز بوده و در دوره ای طولانی از فصل رشد بر روی این محصول فعالیت دارد. در بررسی های مذکور همچنین دو گونه زنبور پارازیتوئید *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* به عنوان دشمنان طبیعی فعال بر روی این شته شناسایی شدند. با توجه به اینکه تاکنون هیچ گونه مطالعه جامعی در زمینه خصوصیات زیستی و جدول زندگی پارازیتوئیدهای مذکور بر روی شته *M. dirhodum* در جهان صورت نگرفته

۱- دانشجوی دکتری حشره شناسی، گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز
(aalichi@shirazu.ac.ir)
۲و۳و۴- بترتیب دانشیار، استاد و دانشیار گروه گیاهپزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: ۸۵/۱/۲۱
تاریخ پذیرش: ۸۵/۱۰/۱۱

است، این تحقیق با هدف بررسی اثر دماهای مختلف رایج در منطقه شیراز بر روی پارامترهای زیستی از قبیل دوره رشد پیش از بلوغ، میزان پارازیتیسم، درصد بقاء، طول عمر، دوره تخمریزی، تعداد تخم، نسبت جنسی و پارامترهای جدول زندگی دو پارازیتوئید *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* انجام گردید.

به طور کلی نرخ رشد فردی[1] حشرات و سایر موجودات خونسرد به تغییرات دما وابسته می باشد (۲). رابطه بین دما و نرخ رشد حشرات در اکثر دامنه هایی که حشرات در معرض آنها هستند به صورت خطی می باشد. در دماهای بالاتر از این حد که برای حشرات کشنده است و همچنین در دماهای نزدیک به آستانه رشد (t) حشرات این رابطه بصورت غیرخطی[2] در می آید. آستانه رشد دمایی است که در پائین تر از آن هیچ گونه رشد قابل اندازه گیری انجام نمی شود. مقدار حرارت لازم برای تکمیل رشد از تخم تا بالغ به عنوان ثابت حرارتی(K یا DD) نامیده می شود (۳). پارامترهای t و k را می توان از طریق آنالیز رابطه رگرسیونی اثر دما روی نرخ رشد محاسبه نمود. آگاهی از نیازهای حرارتی (t و k) در حشرات حداقل از دو جهت مفید می باشند. اول، می توان از نیازهای دمایی حشرات برای پیش بینی وقوع و نوسانات فصلی آنها استفاده نمود. دوم، از اطلاعات مربوط به نیازهای حرارتی و توانایی ورود به دیاپوز حشرات برای پیش بینی نحوه توزیع و فراوانی گونه های مختلف استفاده می گردد (۳). بنابراین، مطالعات مربوط به دما در پیش بینی های مربوط به دینامیسم و توزیع جمعیت حشرات کاربرد خواهد داشت. همچنین بررسی اثر دماهای مختلف بر خصوصیات زیستی و جدول زندگی حشرات مفید، بهترین دما برای پرورش انبوه آنها را معین خواهد ساخت.

مواد و روش ها

تهیه کلنی شته میزبان و پارازیتوئیدها:

در سال ۱۳۸۳ شته *M. dirhodum* از مزارع گندم منطقه باجگاه شیراز جمع آوری و پرورش آن طبق روش سیگز گارد[3] (۱۲) با تشکیل کلنی از یک شته ماده آغاز گردید. کلنی مذکور بر روی گیاهچه های گندم رقم شیراز درون گلدان های حاوی خاک استاندارد گلخانه ای مستقر شد. گلدان های مورد استفاده از نوع پلاستیکی با قطر دهانه ۲۲ و ارتفاع ۲۵ سانتی متر و حاوی ۱۰ عدد گیاهچه سه برگی از گندم رقم شیراز بودند. گلدان ها درون قفس های پرورش به ابعاد ۱۰۰ سانتی متر طول، ۷۰ سانتی متر عرض و ۵۰ سانتی متر ارتفاع که جهت تهویه با توری ارگانزا پوشیده شده بودند، قرار گرفتند. سپس این قفس ها به اطاقک های رشد با دمای ۱± ۲۰ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۷۰-۶۵ درصد و دوره روشنایی ۱۴:۱۰ (روشنایی: تاریکی) منتقل شدند. چند نسل بعد از استقرار شته ها در شرایط آزمایشگاه، پارازیتوئیدهای *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* از مزارع گندم منطقه باجگاه شیراز جمع آوری و به صورت جداگانه بر روی شته *M. dirhodum* در قفس های مذکور رها سازی شدند. این قفس ها نیز به اطاقک های رشد با شرایط مشابه آنچه که در بالا ذکر شد، انتقال یافتند. در مجموع سه قفس پرورش وجود داشت که در یکی از آنها شته *M. dirhodum* و در دو قفس دیگر کلنی های دو پارازیتوئید به صورت جداگانه نگهداری شدند. طبق روش سیگزگارد (۱۲) به طور هفتگی چند گلدان حاوی شته مومیایی شده از داخل قفس ها خارج گردیده و با همان تعداد گلدان های جدید آلوده به شته جانشین شد.

1- Rate of development
2- Curvilinear
3- Sigsgaard

شرایط آزمایش:

کلیه آزمایشات در اطاقک های رشد با دوره روشنایی: تاریکی ۱۴:۱۰، رطوبت نسبی ۶۵-۷۰ درصد و در چهار دمای (۱ ±) ۱۶، ۲۰، ۲۴ و ۲۸ با درجه سانتی گراد صورت گرفت. گیاهچه های گندم که در مرحله سه برگی بودند مورد استفاده قرار گرفتند. ۱۰ عدد گیاهچه گندم در هر گلدان پرورش یافت. توسط قلم موی ظریف ۱۰۰ عدد پوره سن اول شته *M. dirhodum* با پراکندگی تصادفی بر روی گیاهچه ها گذاشته شد. یک سرپوش استوانه ای از جنس پلاستیک شفاف با قطر ۲۰ و ارتفاع ۳۰ سانتی متر بر روی گلدان قرار داده شد. در قسمت سقف و بدنه این سرپوش سوراخ هایی به قطر ۴ سانتی متر ایجاد شده و بوسیله توری ارگانزا پوشیده شده بود تا بدین وسیله تهویه انجام شود. گلدانهای حامل شته به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۱±۲۰ درجه سانتی گراد نگهداری شدند. در این مدت شته ها به خوبی بر روی گیاهچه مستقر شده و همچنین به سن دوم تا سوم پورگی رسیده بودند. برای بدست آوردن پارازیتوئیدهای ماده با سن مساوی، ابتدا ۱۰۰-۵۰ شته مومیایی شده همسن از قفس های پرورش بیرون آورده شد و بطور جداگانه به درون لوله های پرورش استوانه ای به حجم ۵ میلی لیتر منتقل گردیدند. جفت های نر و ماده پارازیتوئید بلافاصله بعد از خروج از شته های مومیایی (کمتر از ۱۲ ساعت) با آسپیراتور جمع آوری شده و برای مدت ۲۴ ساعت در درون یک لوله آزمایش شیشه ای به حجم ۳۰ میلی لیتر قرار گرفتند. تغذیه و جفتگیری پارازیتوئیدها در این لوله آزمایش صورت گرفت. جهت استقرار و تغذیه پارازیتوئیدها یک نوار کاغذی چین دار به همراه سه نوار چسب باریک حاوی شربت عسل ۵۰ درصد در درون لوله آزمایش گذاشته شد و برای مسدود کردن این لوله ها از پنبه استفاده گردید.

دوره رشد، میزان پارازیتیسم و نرخ بقاء:

به منظور ارزیابی اثر دما روی دوره رشد دو پارازیتوئید از روش برنال و گونزالز[1] (۳) و سیگزگارد (۱۲) با اندکی تغییرات استفاده شد. برای هر یک از چهار تیمار دمایی مذکور تعداد ۷ گلدان سرپوش دار که هر کدام حاوی ۱۰۰ عدد پوره سن دو و سه شته *M. dirhodum* بودند، تهیه گردید. سپس یک عدد پارازیتوئید ماده جفتگیری کرده (کمتر از ۳۶ ساعت عمر) به درون سرپوش رها سازی گردید. این پارازیتوئید به مدت ۲۴ ساعت در درون سرپوش قرار داشت که بعد از این مدت به وسیله یک آسپیراتور خارج گردید. در این مرحله تعداد ۳۰ عدد از شته ها به صورت تصادفی از هر گلدان بیرون آورده شده و درون آب مقطر با استفاده از دو عدد سوزن شماره صفر تشریح گردیدند تا بدین وسیله میزان مرگ و میر مراحل نابالغ پارازیتوئید (از طریق مقایسه تعداد تخم های گذاشته شده با تعداد مومیایی هایی که بعداً تشکیل می گردند) مشخص شود. بقیه شته ها تا زمان تشکیل مومیایی در گلدان ها نگهداری شدند. زمان مورد نیاز برای تشکیل مومیایی در شته ها یادداشت شده و سپس هر مومیایی به صورت جداگانه به داخل لوله های پرورش منتقل گردید. بعد از خروج پارازیتوئیدها دوره رشد از مومیایی تا خروج زنبور کامل ثبت گردید. درصد پارازیتیسم با شمارش تعداد شته های مومیایی شده نسبت به ۱۰۰ پوره اولیه و با تصحیح تعداد شته خارج شده برای تشریح محاسبه گردید. نرخ بقاء تخم تا حشره کامل نیز بر مبنای تعداد تخم های شمارش شده پارازیتوئیدها به ازاء ۳۰ شته تشریح شده و تعداد مومیایی های حاصل از شته های باقیمانده، با تصحیح تلفات در شته های غیر پارازیته، بدست آمد.

1- Bernal & Gonzalez

برای تعیین طول عمر و باروری تعداد ۳۰ جفت زنبور نر و ماده (با عمر کمتر از ۲۴ ساعت) به صورت تصادفی انتخاب شده و هر جفت به تفکیک به درون یک لوله جفتگیری منتقل گردیدند. بعد از ۲۴ ساعت زنبور ماده از لوله بیرون آورده شد اما زنبورهای نر تا پایان عمر در لوله ها باقی نگاه داشته شدند. هر یک از زنبورهای ماده به داخل یک گلدان سرپوش دار حاوی ۱۰۰ عدد پوره های سنین ۲ و ۳ میزبان انتقال یافته و تا زمان مرگ پارازیتوئید ماده هر روز این جابجایی انجام شد. سپس با سرکشی روزانه به گلدان ها تعداد مومیایی ها ثبت و بعد از خروج پارازیتوئیدهای جوان نسبت جنسی آنها یادداشت گردید. بدین ترتیب طول عمر، تعداد تخم روزانه، کل تعداد تخم، دوره تخمریزی و نسبت جنسی تعیین شد.

محاسبات و تجزیه و تحلیل آماری:

تجزیه های آماری با استفاده از نرم افزارهای Excel 2000 و SAS/STAT ver. 6.12 صورت گرفت، اختلاف در نرخ رشد، نسبت جنسی، نرخ پارازیتیسم، تعداد نوزاد، طول دوره تخمریزی و نرخ بقاء تخم تا حشره کامل از طریق تجزیه واریانس (ANOVA) بررسی و مقایسه میانگین ها با آزمون های دانکن و t در سطح آماری ۵ درصد آنجام شد. آستانه رشد (t) و ثابت حرارتی (DD) پارازیتوئیدها طبق روش کمپبل و همکاران[1] (۶) با برقراری یک رگرسیون خطی بین معکوس دوره رشد به روز (Y) بعنوان متغییر وابسته و دمای ثابت تیمارها به درجه سانتی گراد (T) بعنوان متغیر مستقل طبق معادله Y=a+bX صورت گرفت. مقدار t از تقسیم مقادیر ثابت a و b بر یکدیگر $\left(t=\frac{a}{b}\right)$ و مقدار DD توسط فرمول DD=y (T-t) بدست آمد. بمنظور مقایسه اثر دما بر شاخص های جدول زندگی پارازیتوئیدها از طریق روش های ارائه شده توسط بیرچ[2] (۴) و کاری[3] (۷) مقادیر نرخ رشد خالص $\left(R_o=\sum l_x m_x\right)$، طول دوره یک نسل $\left(T=\sum xlxmx\right)$ ، نرخ رشد ذاتی $\left(r_m=\frac{\ln Ro}{T}\right)$، نرخ رشد متناهی $\left(\lambda=e^{r_m}\right)$ و مدت زمان دو برابر شدت جمعیت $\left(DT=\frac{l_n 2}{r_m}\right)$ محاسبه گردیدند. مقادیر نرخ رشد ذاتی نیز با استفاده از برنامه Jacknife و تست SNK در سطح آماری ۵ درصد مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتایج و بحث

در جدول ۱ طول دوره رشد پیش از بلوغ دو پارازیتوئید *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* روی شته *M. dirhodum* نشان داده شده است. از آنجا که هیچ گونه اختلاف معنی داری بین طول دوره رشد حشرات نر و ماده دو زنبور مذکور در دماهای مورد مطالعه مشاهده نگردید، طبق روش سیگزگارد (۱۲) ارقام مربوطه ادغام شده و به طور مشترک مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. به طور کلی با افزایش دما دوره رشد پیش از بلوغ هر دو پارازیتوئید کاهش یافت. طول دوره رشد تخم تا مومیایی در زنبور *P. volucre* همواره کوتاهتر از زنبور *A. rhopalosiphi* بود، اما این اختلاف تنها در دو دمای ۱۶ و ۲۴ درجه سانتی گراد معنی دار گردید. برعکس دوره رشد مومیایی تا حشره کامل در زنبور *A. rhopalosiphi* کوتاه تر از *P. volucre* بود، اما تنها در دماهای ۲۰ و ۲۴ درجه سانتی گراد این اختلاف معنی دار شد. سیگزگارد (۱۲) نیز دوره رشد *P. volucre* را روی شته *S. avenae* در دماهای ۲۰ و ۲۵ °C به ترتیب ۱۷/۹ و ۱۴/۸ روز بدست آورده که با دوره رشد پارازیتوئید مذکور بر روی شته

1- Campbell *et al.*

2- Birch
3- Carey

M. dirhodum در تحقیق حاضر بسیار نزدیک است. آستانه رشد (t) برای تکمیل مراحل تخم تا مومیایی و همچنین مومیایی تا حشره کامل به ترتیب ۵/۲۱ و ۶/۷۳ درجه سانتی گراد برای *A. rhopalosiphi* و ۳/۹۴ و ۶/۵۲ درجه سانتی گراد برای *P. volucre* بدست آمد (جدول ۲). سیگزگارد (۱۲) در یک مطالعه مشابه آستانه رشد دو پارازیتوئید مذکور را روی شته *S. avenae* بررسی کرد و مقادیر آن را برای تخم تا مومیایی و مومیایی تا حشره کامل *A. rhopalosiphi* به ترتیب برابر با ۴/۵ و ۷/۲ درجه سانتی گراد و برای *P. volucre* به ترتیب برابر با ۳/۸ و ۵/۵ درجه سانتی گراد بدست آورد. وارلی[1] (۱۳) در شرایط مزرعه ای جنوب انگلستان آستانه رشد زنبور *A. rhopalosiphi* را بر روی شته *S. avenae* برابر با ۵ درجه سانتی گراد و کمپبل و همکاران (۶) در شرایط آزمایشگاهی در کانادا این آستانه را برای *Praon pequodorum* Viereck بر روی شته *Acyrthosiphon pisum* (Harris) برابر با ۶/۹ درجه سانتی گراد ذکر نموده اند. اختلاف در آستانه رشد یک پارازیتوئید در مناطق مختلف را، به نوع میزبان هایی که در شروع فصل در اختیار آن هستند نسبت داده اند (۱۲). در تحقیق حاضر ثابت حرارتی (DD) پارازیتوئیدهای *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* برای مرحله تخم تا حشره کامل به ترتیب برابر با ۲۳۷/۰۳ و ۲۴۵/۱۶ روز- درجه محاسبه شد. سیگزگارد (۱۲) ثابت حرارتی مورد نیاز برای رشد پارازیتوئیدهای فوق را روی شته *S. avenae* به ترتیب ۱۹۴ و ۲۷۶ روز – درجه محاسبه کرد. وارلی (۱۳) و کرپسی و همکاران[2] (۹) با استفاده از شته مذکور به ترتیب در شرایط مزرعه ای عدد DD ۱۷۶ و در شرایط آزمایشگاهی عدد ۲۸۴/۶DD را به عنوان ثابت حرارتی برای *A. rhopalosiphi* بدست آوردند.

همچنین کمپبل و همکاران (۶) ثابت حرارتی *P. pequodorum* بر روی شته *A. pisum* را برابر DD ۱۹۹ ذکر نموده اند که از مقدار بدست آمده در تحقیق ما کمتر می باشد.

شاخص های زیستی دو پارازیتوئید در جدول ۳ نشان داده شده اند. درصد پارازیتیسم *A. rhopalosiphi* با افزایش دما کاهش یافت، در صورتی که درصد پارازیتیسم *P. volucre* در دماهای مختلف از روند معینی تبعیت نکرد. درصد پارازیتیسم *A. rhopalosiphi* تنها در دماهای ۲۸-۲۰ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری را نشان داد، در حالی که اختلاف در درصد پارازیتیسم *P. volucre* در کلیه دماهای مورد آزمایش معنی دار بود. تفاوت درصد پارازیتیسم دو پارازیتوئید در دماهای مختلف معنی دار بود. به طور کلی درصد پارازیتیسم *A. rhopalosiphi* در دماهای ۱۶ و ۲۰ درجه سانتی گراد بیشتر (معنی دارتر) از *P. volucre* بود در حالی که در دو دمای ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی گراد درصد پارازیتیسم *P. volucre* بیشتر (معنی دارتر) بود. مطالعه سیگزگارد (۱۲) در مورد شته *S. avenae* خلاف نتایج این مطالعه را در برداشت. یعنی در دامنه‌های ۲۵-۸ درجه سانتی گراد همواره درصد پارازیتیسم با زنبور *A. rhopalosiphi* بیشتر از زنبور *P. volucre* بود.

درصد زنده مانده های *A. rhopalosiphi* در دماهای بالا (۲۸-۲۴ درجه سانتی گراد) اختلاف معنی داری را نشان داد. درصد زنده مانده های *P. volucre* در تمام دماها (بجز ۲۴ درجه سانتی گراد) اختلاف معنی داری داشت. مقایسه میانگین درصد زنده ماندن دو گونه پارازیتوئید در دماهای ۱۶ و ۲۴ درجه سانتی درجه فاقد اختلاف معنی دار بود. بالاترین درصد زنده ماندن برای هر دو گونه در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد حاصل شد.

1- Vorley
2- Krepsi *et al.*

جدول ۱- طول دوره رشد (روز) پیش از بلوغ پارازیتوئیدهای *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* روی شته *M. dirhodum*

مرحله سنی	دما (°C)	*A. rhopalosiphi*		*P. volucre*	
		تعداد (N)	میانگین ± SE	تعداد (N)	میانگین ± SE
تخم تا مومیایی	۱۶	۲۹	۱۰/۷۵± ۰/۱۶ °a	۲۷	۹/۳۶± ۰/۱۱ b
	۲۰	۴۲	۷/۹۳± ۰/۱۰a	۲۸	۷/۸۸± ۰/۰۹ a
	۲۴	۳۶	۶/۵۸± ۰/۰۷ a	۵۲	۵/۹۸± ۰/۱۴ b
	۲۸	۳۴	۵/۰۷± ۰/۱۴ a	۲۶	۴/۸۷± ۰/۰۷ a
مومیایی تا حشره کامل	۱۶	۴۳	۱۲/۱۱± ۰/۱۴ a	۳۵	۱۲/۲۶± ۰/۱۵ a
	۲۰	۳۴	۹/۰۰± ۰/۱۵ b	۲۷	۹/۵۶± ۰/۱۷ a
	۲۴	۳۲	۷/۶۷± ۰/۰۵ b	۴۴	۸/۲۱± ۰/۱۰ a
	۲۸	۳۴	۵/۳۲± ۰/۰۱ a	۳۸	۵/۵۲± ۰/۱۰ a
تخم تا حشره کامل	۱۶	۷۲	۲۲/۸۶± ۰/۲۰a	۶۲	۲۱/۶۲± ۰/۲۴ a
	۲۰	۷۶	۱۶/۹۳± ۰/۱۹ a	۵۵	۱۷/۴۴± ۰/۱۸a
	۲۴	۶۸	۱۴/۲۵± ۰/۱۰ a	۹۶	۱۴/۱۹± ۰/۱۹ a
	۲۸	۶۸	۱۰/۳۹± ۰/۱۵ a	۶۴	۱۰/۳۹± ۰/۱۱ a

* میانگین های هر ردیف که دارای حرف مشابه هستند ، فاقد اختلاف معنی دار با آزمون t در سطح ۵٪ می باشند.

جدول ۲- آستانه رشد (t) و ثابت حرارتی (DD) لازم برای رشد پارازیتوئیدهای *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* روی شته *M. dirhodum*

مرحله سنی	t	DD	R^2
تخم تا مومیایی			
A. rhopalosiphi	۵/۲۱	۱۲۵/۶۹	۰/۹۹۳
P. volucre	۳/۹۴	۱۱۹/۰۷	۰/۹۹۰
مومیایی تا حشره کامل			
A. rhopalosiphi	۶/۷۳	۱۱۲/۷۱	۰/۹۷۲
P. volucre	۶/۵۲	۱۲۶/۷۹	۰/۹۵۸
تخم تا حشره کامل			
A. rhopalosiphi	۶/۰۳	۲۳۷/۰۳	۰/۹۸۳
P. volucre	۵/۴۳	۲۴۵/۱۶	۰/۹۷۸

جدول ۳- مقایسه شاخص های زیستی در پارازیتوئیدهای *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* روی شته *M. dirhodum*

دما (^{o}C)	*A. rhopalosiphi*						*P. volucre*					
	درصد پارازیتیسم	درصد زنده ها	طول عمر حشرات ماده (روز)	طول دوره تخمریزی (روز)	تعداد تخم	نسبت جنسی (درصد ماده ها)	درصد پارازیتیسم	درصد زنده ها	طول عمر حشرات ماده (روز)	طول دوره تخمریزی (روز)	تعداد تخم	نسبت جنسی (درصد ماده ها)
۱۶	٦٤/٧٢*	٦٤/٧١	١١/١٥	٩/٩٦	٢٩٦/١٥	٢٩/٧٦	٣٤/٤٥	٧٧/٤٣	١٣/١٨	١٢	٣٣٤/٦٧	١٧/٩٤
	٢/١١**	١/٥٣	٠/٦٠	٠/٥٨	٣/٦٦	٠/٠٣	١/٦٨	٢/٣٥	٠/٩٤	٠/٩٣	٥/٤٠	٠/٢٠
	a***	bc	a	a	a	c	b	b	a	a	b	d
	a****	b	b	b	b	a	a	a	a	a	a	b
۲۰	٦١	٧٨/٦٩	٨/٥٢	٧/٢٦	٢٧٠/٢٢	٥٤/٨١	٥٢/٠٤	٨٢/٥٤	١٢/٣٢	١٠/٨٩	٣٨٩/٨٢	٥٥/٤١
	١/٩٤	٢/١٦	٠/٥٢	٠/٤٦	٤/٠٨	٠/٣٠	١/١٩	١/٩٥	٠/٧٨	٠/٧٨	٨/١٧	٠/٠٦
	a	a	b	b	b	a	a	a	a	a	a	a
	a	a	b	b	b	a	b	a	a	a	a	a
۲٤	٤٢/١٥	٦٩/٢٧	٧/٢٠	٦/٢٠	١٦٨/٥٢	٤٥/٣٢	٤٧	٧٩/٣٥	٨/٨٠	٧/٥٠	٢٦٣/٢٦	٤٩/٢٨
	١/٧٨	٣/٠٨	٠/٣٨	٠/٣٥	٢/٨٣	٠/٠٧	١/٥١	٢/٢٤	٠/٦٣	٠/٦٢	٥/٤٣	٠/١٣
	b	b	bc	bc	c	b	b	ab	b	b	c	b
	b	b	b	a	b	a	a	a	a	a	a	a
۲۸	٢٠/٤٢	٦٢/٥٤	٦/٥٠	٥/٥٠	٦٩/٠٩	٤١/١٧	٢٧/٢٠	٦٢/٢٨	٧/٠٥	٥/٨٥	١٢٣/١٩	٤٣/٣٩
	٢/١٧	١/٢٦	٠/٣٥	٠/٣٨	١/٥٦	٠/٠٣	٢/٠٦	٢/١٤	٠/٥٧	٠/٥٤	٤/٦٣	٠/٠٤
	c	c	c	c	d	b	d	c	c	c	d	c
	b	a	a	a	b	a	a	a	a	a	a	a

* میانگین

** خطای استاندارد

*** مقایسه میانگین در دماهای مختلف (در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن) برای یک گونه

**** مقایسه میانگین در یک دما (در سطح ۵ درصد با آزمون t) بین دو گونه

طول عمر پارازیتوئیدهای بالغ ماده در هر دو گونه با افزایش دما کاهش یافت. بیشترین طول عمر *P. volucre*، ۱۳/۱۸ روز بود که در۱۶ درجه سانتی گراد ثبت شد و کمترین طول عمر *P. volucre*، ۷/۰۵ روز بود که در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد به دست آمد. بیشترین طول عمر *A. rhopalosiphi*، ۱۱/۱۵ روز بود که در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد حاصل شد و کمترین طول عمر آن ۶/۵۰ روز بود که در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد یادداشت گردید. طول عمر بالغین ماده *A. rhopalosiphi* در دماهای مختلف (بجز ۲۴ درجه سانتی گراد) اختلاف معنی داری را نشان داد. حشرات ماده *P. volucre* از نظر طول عمر دردماهای ۲۸-۲۰ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری داشتند. مقایسه میانگین طول عمر پارازیتوئیدهای ماده دو گونه نیز در دماهای ۲۴-۱۶ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری را نشان دادند. با وجودی که طول عمر حشرات نر بالغ دو پارازیتوئید فوق در این تحقیق بطور متوسط ۱/۱-۰/۷ روز بیشتر از طول عمر ماده های بالغ بود اما در هیچ کدام از دماهای مورد مطالعه اختلاف معنی داری بین طول عمر حشرات نر و ماده مشاهده نشد. سیگزگارد (۱۲) فقط در دمای ۱۲ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری را بین طول عمر بالغین نر و ماده *A. rhopalosiphi* (به ترتیب ۱۶ و ۱۴/۸ روز) گزارش نموده است. گایری و همکاران[1] (۸) نیز در مطالعه بر روی شته *Myzus persicae* (Sulz.) در دماهای ۱۰ و ۱۵/۶°C طول عمر حشرات نر *Aphidius matricariae* Hal. را به طور معنی داری بیشتر از حشرات ماده ذکر کرده اند. در مطالعات دیگری متوسط طول عمر بالغین در زنبور پارازیتوئید *A. rhopalosiphi* روی شته *S. avenae* در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد ۱۳/۱ روز (۱۱) و متوسط طول عمر *Praon exsoletum* Nees روی شته *Therioaphis trifolii* Buckton در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد ۱۷/۲ روز (۱۰) گزارش گردیده است که هر دو مورد فوق بیشتر از نتایج آزمایش کنونی بود. دوره تخمریزی هر دو گونه پارازیتوئید با افزایش دما رابطه معکوس داشت. بطور کلی دوره تخمریزی *P. volucre* در تمام دماهای مورد آزمایش بیشتر از *A. rhopalosiphi* بود ولی این برتری تنها در دماهای ۱۶ و ۲۰°C معنی دار گردید. شیروتا و همکاران[2] (۱۱) طول دوره تخمریزی *A. rhopalosiphi* روی شته *S. avenae* در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد را حدود دو هفته گزارش کردند که در مقایسه با نتایج مطالعه جاری بیشتر می باشد.

تعداد تخم *A. rhopalosiphi* با افزایش دما کاهش یافت، بیشترین تعداد تخم در ۱۶ درجه سانتی گراد مشاهده شد واختلاف در تعداد تخم در دماهای مختلف معنی دار بود. در صورتی که بیشترین تعداد تخم برای *P. volucre* در ۲۰ درجه سانتی گراد ثبت گردید و اختلاف معنی داری بین تعداد تخم در کلیه دماهای مورد مطالعه وجود داشت. اختلاف بین تعداد تخم در دو گونه پارازیتوئید نیز در دماهای مختلف معنی دار بود و همواره *P. volucre* تعداد تخم بیشتری گذاشته بود. متوسط تعداد تخم *A. rhopalosiphi* روی *S. avenae* در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد ۲۱۲ عدد گزارش شده است (۱۱) که نسبت به نتایج آزمایش جاری کمتر بود. متوسط تعداد تخم *P. exsoletum* روی شته *T. trifolii* نیز ۵۷۸/۵ عدد گزارش گردیده است (۱۰) که در مقایسه با نتایج این آزمایش بسیار بیشتر بود.

نسبت جنسی بدست آمده برای دو پارازیتوئید مورد آزمایش در دماهای مختلف متغیر بود.

1- Giri *et al.*

2- Shirota *et al.*

بیشترین درصد حشرات ماده برای هر دو پارازیتوئید در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد و کمترین درصد آن در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد حاصل شد. نسبت جنسی *A. rhopalosiphi* در دماهای ۲۰-۱۶ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری را نشان داد اما این نسبت برای *P. volucre* در کلیه دماهای مورد مطالعه اختلاف معنی داری داشت. نسبت جنسی دو گونه پارازیتوئید تنها در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد اختلاف معنی داری را نشان داد. به طور کلی نسبت جنسی هر دو پارازیتوئید در دماهای ۲۸-۲۰ درجه سانتی گراد بین ۵۰-۴۰٪ ماده نوسان داشت که با نسبت جنسی (۱:۱) بدست آمده برای *A. rhopalosiphi* روی شته *S. avenae* در دمای ۱۸ درجه سانتی گراد (۱۱) و *P. exsoletum* روی شته *T. trifolii* در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد (۱۰) مطابقت داشت. سیگزگارد (۱۲) اثر دما روی نسبت جنسی *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* را روی شته *S. avenae* بررسی نمود. نتایج او نشان داد که نسبت جنسی *P. volucre* با افزایش دما رابطه مستقیم داشت، اما چنین روندی برای هیچکدام از پارازیتوئیدها در تحقیق جاری دیده نشد. شاخص های جدول زندگی *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* در جدول ۴ نشان داده شده اند. با افزایش دما نرخ ذاتی رشد (r_m) هر دو پارازیتوئید افزایش یافت اما در *A. rhopalosiphi* این شاخص برای دماهای ۲۰ و ۲۸ درجه سانتی گراد مساوی بود. نرخ ذاتی رشد *A. rhopalosiphi* در دماهای پائین (۱۶ و ۲۰°C) بیشتر از نرخ ذاتی رشد *P. volucre* بود. در حالی که طول دوره یک نسل (T) برای *P. volucre* در تمام دماهای مورد آزمایش همواره بیشتر از طول دوره یک نسل *A. rhopalosiphi* بود. زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) روند متغیری داشت. یعنی در دماهای ۱۶ و ۲۰ درجه سانتی گراد زمان دو برابر شدن جمعیت *A. rhopalosiphi* کوتاهتر بود، در حالی که در دماهای ۲۴ و ۲۸ درجه سانتی گراد عکس این موضوع صادق بود. پوره های شته *M. dirhodum* در دمای ۲۸ درجه سانتی گراد قادر به تکمیل رشد خود تا مرحله بلوغ جنسی نیستند. نرخ ذاتی رشد شته فوق در دماهای ۲۰ و ۲۴ درجه سانتی گراد کمتر از نرخ ذاتی رشد دو پارازیتوئید *A. rhopalosiphi* و *P. volucre* بود در حالی که در دمای ۱۶ درجه سانتی گراد عکس این موضوع صحت داشت. در تحقیق جاری نرخ رشد ذاتی زنبور *P. volucre* فقط در دمای ۲۸ سانتی گراد بطور معنی داری بیشتر از نرخ رشد ذاتی *A. rhopalosiphi* بوده است. پارامترهای r_m، Ro، T، DT و λ برای زنبور پارازیتوئید *Aphidius smithi* Sharma& Subba Rao روی شته *A. pisum* در ۲۰/۵ دربه ترتیب برابر با ۰/۳۵۸، ۳۰۹/۲۵، ۱۶/۰۲، ۱/۹۴ و ۱/۴۳ (۱۰) گزارش شده است. نرخ رشد ذاتی بدست آمده برای *A. rhopalosiphi* در دمای ۲۰ درجه سانتی گراد در تحقیق جاری (۰/۲۴۹) در مقایسه با مطالعه مکیور[1] (۱۰) بر روی *A. smithi* بسیار کمتر می باشد. تنها مطالعه مشاهده شده در زمینه بررسی r_m در پارازیتوئیدهای جنس *Praon* مربوط به گونه *P. exsoletum* بود (۱۰) و در آن نرخ رشد ذاتی این پارازیتوئید روی شته *T. trifolii* در دمای ۲۱ درجه سانتی گراد برابر با ۰/۲۴۷ گزارش شده که با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

نرخ رشد ذاتی (r_m) یکی از معیارهای اصلی در کارآیی پارازیتوئیدها محسوب شده که اگر برابر یا بیشتر از نرخ رشد ذاتی میزبان باشد، آن پارازیتوئید به عنوان یک عامل کنترلی موفق ارزیابی می گردد. با این حال در بسیاری از موارد برای رفع این نقیصه از طریق پرورش انبوه و رهاسازی به کارآیی پارازیتوئیدها کمک می شود. دینامیسم جمعیت شته *M. dirhodum* در دو سال زراعی ۱۳۸۳ و ۱۳۸۴

1- Mqckaver

نشان داد که ۳۷-۲۹ درصد از جمعیت این شته به صورت طبیعی توسط دو پارازیتوئید مذکور کنترل می شود، بنابراین با اجرای پروژه پرورش انبوه و رهاسازی این دو پارازیتوئید در زمان مناسب می توان به کنترل بیولوژیکی شته فوق کمک رساند.

سپاسگزاری

بدین وسیله از معاونت و شورای محترم پژوهشی دانشگاه شهید چمران اهواز به خاطر تامین هزینه‌های اجرای این طرح، پروفسور پیتر استاری[۱] حشره شناس چک بخاطر تایید نام گونه های پارازیتوئید، بخش گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه شیراز به ویژه آقای دکتر ضیاء الدین بنی هاشمی و از مرکز تحقیقات ویروس شناسی گیاهی به سرپرستی آقای دکتر کرامت الله ایزدپناه بدلیل در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی، صمیمانه سپاسگزاری می‌شود.

منابع

۱- سرافرازی، ع. م. ۱۳۷۱. شته روسی گندم *Diuraphis noxia* Mordvilko (Hom., Aphididae)، میزبان ها و دشمنان طبیعی آن در استان فارس. پایان نامه کارشناسی ارشد حشره شناسی، دانشگاه شیراز. ۷۷ صفحه.

2. Andrewartha, H. C., and Birch, L. C. 1954. The Distribution and Abundance of Animals. The University of Chicago Press, Chicago, 782 pp.

3. Bernal, J., and Gonzalez, D. 1993. Temperature requirements of four parasites of the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia*. Entomologia Experimentalis et Applicata, 69:173-182.

4. Birch, L. C. 1948. The intrinsic rate of natural increase of an insect population. Journal of Animal Ecology, 17:15-26.

5. Blackman, R. L., and Eastop, V. F. 2000. Aphids on the World's Crops. An Identification and Information Guide. 2 nd ed. Wiley and Sons, New York, 466 pp.

6. Campbell, A., Frazer, B. D., Gilbert, N., Gutierrez, A. P., and Mackauer, M. 1974. Temperature requirements of some aphids and their parasities. Journal of Applied Ecology, 11: 431-438.

7. Carey, J. R. 1982. Demography and Population Dynamics of the Mediterranean Fruitfly *Ceratitis capitata*. Ecological Entomology, 9:261-270.

8. Giri, M. K., Pass, B. C., Yeargan, K. V., and Parr, J. C. 1982. Behavior, net reproduction, longevity, and mummy-stage survival of *Aphidius matricariae* (Hym., Aphidiidae). Entomophaga, 27 (2): 147-153.

2- Peter Stary

9. Krepsi, L., Dedryver, C. A., and Nenon, J. P. 1997. Variability in the development of cereal aphid parasitoids. Environmental Entomology, 26(3) 545-551.

10. Mackauer, M. 1983. Quantitative assessment of *Aphidius smithi* (Hym.: Aphidiidae) : Fecundity, intrinsic rate of increase, and functional response. Canadian Entomologist, 115: 399-415.

11. Shirota, Y., Carter, N., Rabbinge, R., and Ankersmith, G. W. 1983. Biology of *Aphidius rhopalosiphi*, a parasitioid of cereal aphids. Entomologia Experimentalis et Applicata, 34: 27-34.

12. Sigsgaard, L. 2000. The temperature-dependent duration of development and parasitism of three cereal aphid parasitoids, *Aphidius ervi*, *A. rhopalosiphi,* and *Praon volucre.* Entomologia Experimentalis et Applicata, 95: 173-184.

13. Vorley, W. T. 1986. The activity of parasitoids (Hym., Braconidae) of cereal aphids (Hem., Aphididae) in winter and spring in Southern England. Bulletin of Entomological Research ,76:491-504.

The Effects of Different Temperatures on Biology and Life Tables of *Aphidius Rhopalosiphi* and *Praon Volucre*, Parasitizing *Metopolophium Dirhodum* under Laboratory Conditions

M. Alichi[1], P. Shishehbor[2], M. S. Mossadegh[3] and E. Soleiman Nejadian[4]

Abstract

The biology and life tables of *Aphidius rhopalosiphi* De S.P. and *Praon volucre* (Hal.) (Hym: Aphidiidae) were studied at temperatures of 16, 20, 24 and 28°C on *Metopolophium dirhodum* (Wlk.) (Hom: Aphididae). At the above temperatures developmental periods from egg-to-adult were 22.86, 16.93, 14. 25 and 10.39 days for *A. rhopalosiphi*; 21.62, 17.44, 14.19 and 10.39 days for *P. volucre* respectively. Temperature thresholds (t) and thermal constants (DD) of *A. rhopalosiphi* were 6.03°C and 237.03 DD, and those of *P. volucre* were 5.43°C and 245.16 degree-days. Mean adult longevities of *A. rhopalosiphi* lasted 11.15, 8.52, 7.20 and 6.50 days, while the adults of *P. volucre* lived for 13.18, 12.32, 8.80 and 7.05days at the experimental temperatures. Mean number of eggs at the same conditions were 296.15, 270.22, 168.52 and 69.09 for *A. rhopalosiphi*; 334.67, 389.82, 263.26 and 123.19 for *P. volucre*. The intrinsic rates of increase were also 0.200, 0.249, 0.252 and 0.249 for *A. rhopalosiphi*; 0.183, 0.245, 0.268 and 0.276 for *P. volucre* respectively.

Keywords: *Biotic potential, Aphidius rhopalosiphi, Praon volucre, Metopolophium dirhodum*

1- Ph.D. student of Entomology, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran (aalichi@shirazu.ac.ir).

2- Associate Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.

3- Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.

4- Associate Professor, Department of Plant Protection, College of Agriculture, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.