

گرایش‌های دمایی زنبور (*Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegelé (Hym.: Encyrtidae)) پارازیتوئید تخم سن گندم

۱. سجاد احمدپور*؛ ۲. شهزاد ایرانی‌پور؛ ۳. شهریار عسگری
۱ و ۲. دانشجوی کارشناسی ارشد و دانشیار، دانشکده کشاورزی دانشگاه تبریز
۳. استاد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران، ورامین
(تاریخ دریافت: ۹۲/۶/۱۰ - تاریخ تصویب: ۹۳/۴/۲۷)

چکیده

حشرات از جانوران خونسرد هستند؛ بنابراین، عوامل محیطی و در رأس آن‌ها دما تأثیر بسزایی در رفتار و فعالیت‌های زیستی آن‌ها دارند. بنابراین، اطلاع از تمایلات دمایی پارازیتوئیدها در برنامه‌های رهاسازی و حفاظت و حمایت از آن‌ها سودمند است. در این تحقیق، حدود دمایی مرجح زنبور پارازیتوئید *Ooencyrtus fecundus* Ferrier & Voegelé با استفاده از دستگاه گرادیان‌سنج دمایی بررسی شد. دستگاه گرادیانی دمایی بین ۱۶ تا ۴۷ درجه سلسیوس ایجاد کرد. در این دستگاه سه سوراخ برای وارد شدن حشرات تعبیه شده بود که در نواحی سرد، وسط و گرم قرار داشتند و برای حذف اثر احتمالی ناحیه رهاسازی بر توزیع زنبور، آزمایش سه بار، هر بار از یک ورودی، تکرار شد. در هر تکرار ۲۰ زنبور وارد دستگاه شد. تعداد زنبورها و دمای مناطق هشت‌گانه دستگاه سه بار در فواصل ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه ثبت شد. بیشترین تجمع زنبورها (۸۹/۲۵ درصد) در حدود دمایی ۲۳/۴۷ تا ۲۹/۵۴ درجه سلسیوس بود و در مرکز دستگاه، جایی که میانگین دمای آن ۲۶/۰۳ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد، به تنهایی ۴۶/۶۶ درصد افراد تجمع یافتند. ناحیه رهاسازی روی توزیع زنبورها اثر داشت، به طوری که توزیع زنبورهای رهاسازده از سه مدخل ورودی، انحراف معنی‌داری از یکدیگر نشان دادند. نتایج این تحقیق نشان داد که این زنبورها با جابجایی‌های محدود به جست و جوی مکان‌هایی با حدود بهینه دما می‌پردازند، اما به محض رسیدن به مکان‌هایی که حدود قابل تحملی دارند، از جابجایی بیشتر احتراز می‌کنند.

واژه‌های کلیدی: ترموتاکسی، ترموتروپیسم، دشمنان طبیعی.

مقدمه

می‌تواند در رهاسازی و پیش‌بینی رفتار آن‌ها ما را یاری کند. همچنین، با دانستن این تمایلات، حفظ و حمایت پارازیتوئیدها و فراهم کردن شرایط فیزیکی مورد نیاز آن‌ها امکان‌پذیر می‌شود (Weseloh 1971). بررسی‌های آزمایشگاهی کمی در مورد انتخاب زیستگاه توسط پارازیتوئیدها انجام شده است. از جمله این بررسی‌ها می‌توان به بررسی حدود دمایی زنبور پارازیتوئید تخم *Ooencyrtus kuwanai* با دستگاه گرادیان‌سنج (Weseloh 1971) و تعیین حدود دمایی مرجح زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* (Hym., Scelionidae) (Nozadbonab 2008). زنبور تخم سن گندم اشاره کرد (Nozadbonab 2008). زنبور *Ooencyrtus fecundus* Ferriere & Voegelé یکی از

حشرات تحت تأثیر عوامل غیرزنده محیطی قرار می‌گیرند که این عوامل در انتخاب زیستگاه مناسب نقش کلیدی دارند. پارازیتوئیدها هم مانند سایر حشرات با توجه به تمایلات خود زیستگاه را انتخاب می‌کنند و در آن به بقای نسل خود ادامه می‌دهند. بدیهی است که مناسب نبودن عوامل غیرزنده برای پارازیتوئید، باعث کاهش عملکرد آن در زیستگاه می‌شود. حشرات از جانوران خونسرد هستند؛ دما هم در انتخاب زیستگاه مناسب و هم در فعالیت‌های زیستی گونه‌های پارازیتوئید تأثیرگذار است و نقش اساسی در واکنش‌های رفتاری پارازیتوئیدها دارد. اطلاع از تمایلات دمایی پارازیتوئیدها

واحدهای گلخانه‌ی گروه گیاه‌پزشکی دانشگاه تبریز منتقل شدند. نگهداری سن‌ها در ظروف پلاستیکی مکعب مستطیلی (۱۰×۱۵×۳۰ سانتی‌متر) با تراکم ۴۰ عدد در هر ظرف انجام شد. از گندم خشک برای تغذیه‌ی سن‌ها و از پنبه‌ی خیس برای تأمین آب و رطوبت استفاده شد. بریده‌های کاغذی به شکل بادبزی تا شدند و برای تخم‌ریزی سن‌ها درون ظروف جای‌گذاری شدند. در ظروف مجهز به سوراخ مستطیلی شکلی به ابعاد ۱۰×۵ سانتی‌متر برای تهویه بود که با پارچه‌ی توری، ۵۰ مش، مسدود شده بود. این ظروف در شرایط گلخانه در دمای 25 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 40 ± 10 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه‌روز نگهداری شدند. تخم‌ها روزانه جمع‌آوری شدند.

برای جمع‌آوری زنبورها از مزرعه، از تله‌های تخم میزبان استفاده شد. تله‌ها تکه‌های مقوایی مستطیلی زرد رنگی به ابعاد ۵×۱۵ سانتی‌متر بودند که به شکل شیروانی تا شده بودند. در هر تله ۳-۴ دسته تخم سن استفاده شد و هر هفته ۲۰ تله به فاصله‌ی ده قدم از یکدیگر زیر خوشه‌ها بسته شد. یک هفته بعد، تله‌ها جمع‌آوری و به آزمایشگاه منتقل شدند و تخم‌های پارازیت‌ها جدا و در داخل لوله‌های آزمایش، در ژرمیناتوری با دمای 25 ± 2 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی 50 ± 5 درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه‌روز نگهداری شدند. از قطره‌های کوچک عسل برای تغذیه‌ی آن‌ها استفاده شد. بعد از خروج زنبورها، برای شناسایی آن‌ها و جداکردن گونه‌ی مورد نظر اقدام شد. سپس، زنبورها تکثیر شدند و یک نسل خالص‌سازی شد.

تعیین حدود دمایی مرجح

برای تعیین حدود دمایی از دستگاه گرادیان‌سنج دمایی، طبق روش وسه‌لو (Weseloh 1971) استفاده شد. این دستگاه دو مخزن به شکل مکعب مستطیل با ابعاد ۸×۸×۲۱ سانتی‌متر در ابتدا و انتهای خود دارد که یکی از این مخازن انباشته از آب یخ و نمک و مخزن دیگر پر از آب جوش بود. برای جلوگیری از اتلاف دما اطراف این مخازن، با یک لایه از پشم‌شیشه و یک ورق مقوا پوشانده شد. بین دو مخزن یک محفظه‌ی باریک فلزی مکعب مستطیل به طول ۲۵، عرض ۷/۵ و ارتفاع ۳

پارازیتوئیدهای تخم سن گندم در مزارع گندم و جو است که اولین بار در سال ۱۳۸۹ از ایران گزارش شد (Nozadbonab and Iranipour 2010, Lotfalizadeh 2010). این گونه در اواخر فصل زراعی بیشترین فراوانی را در بین زنبورهای پارازیتوئید سن گندم دارد، بنابراین، شرایط گرم و خشک را به‌خوبی تحمل می‌کند. از طرف دیگر می‌تواند زمستان‌های سرد را پشت سر بگذارد (Safavi 1973). زمان فعالیت زنبورهای پارازیتوئید تخم و تغییرات فصلی آن‌ها به شرایط جوی منطقه ربط داده شده است و با بروز شرایط گرم و خشک در اواخر فصل و همراه با رسیدن گندم، *T. grandis* مزارع را ترک می‌کنند و عرصه برای گونه‌های مغلوبی از جمله *O. telenomicida* Vassiliev مهیا می‌شود، بنابراین، بیشتر محققان این گونه را در اواخر بهار ملاحظه کرده‌اند (Iranipour 1996, Nozadbonab and Iranipour 2010). با این حال، شفایی و همکاران گونه‌های *Ooencyrtus* را در اوایل و اواخر فصل در مزارع آذربایجان غربی مشاهده کرده‌اند (Shafaei et al. 2011). صفوی زیست‌شناسی جنس *Ooencyrtus* را بررسی کرد و متوجه شد که در دمای ۲۰-۲۲ درجه ماده‌زایی و در ۲۸-۳۰ درجه نرزیایی رخ می‌دهد (Safavi 1970).

رفت و همکاران نیز زیست‌شناسی *O. telenomicida* را در شرایط آزمایشگاهی مطالعه کردند (Rafat et al. 2012). بررسی چندانی در مورد زیست‌شناسی و تمایلات زیستگاهی گونه *O. fecundus* انجام نشده است. در این مطالعه حدود دمایی مرجح زنبور *O. fecundus* بررسی شد تا در تحقیقات آینده در مورد جنبه‌های مختلف زیستی از قبیل کارایی کنترل میزبان، مناسب‌ترین شرایط محیطی انتخاب شود تا از اریب‌های احتمالی ناشی از شرایط فیزیکی آزمایش اجتناب شود.

مواد و روش‌ها

پرورش حشرات

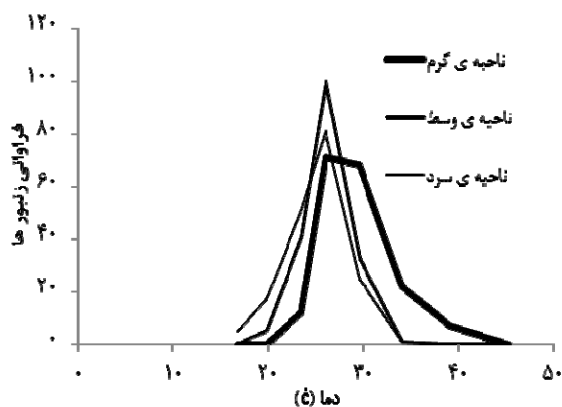
حشرات کامل سن گندم از بهمن تا اوایل فروردین در چند نوبت از پناهگاه‌های زمستان‌گذران خود، در دامنه‌های کوه بزکش، شهرستان اهر در استان آذربایجان شرقی، جمع‌آوری شدند. حشرات مذکور به یکی از

نظر گرفته شد و با فراوانی مشاهده شده آزمایش دیگر مقایسه شد. در مواردی که فراوانی یک ناحیه صفر بود، از آزمون حذف یا با کاتگوری دیگر ادغام شد.

نتایج و بحث

روند افزایش دما از سمت خنک (ناحیه یک) به سمت گرم (ناحیه هشت) دستگاه، غیرخطی و بیشتر منطبق بر الگوی نمایی بود. در بین مدل‌های خطی و نمایی ضریب تبیین مدل نمایی بالاتر بود. ضریب تبیین مدل‌های خطی و نمایی به ترتیب ۰/۹۸۴ و ۰/۹۹۹ محاسبه شد. این بدان معنی است که افزایش دما با نزدیک شدن به انتهای گرم دستگاه با شدت بیشتری انجام شده است و با طی مسافت مساوی افزایش دما برابر نبوده است.

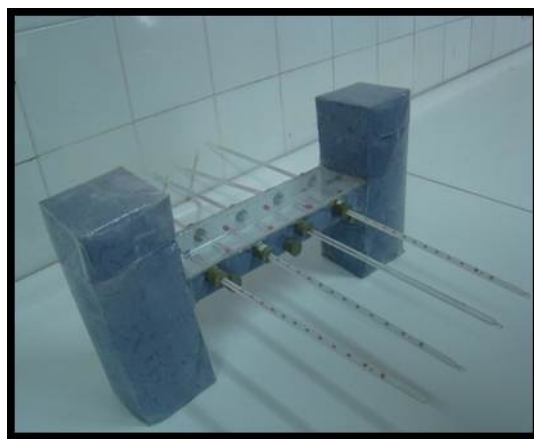
نکته‌ای که می‌توانست نتایج را تحت تأثیر قرار دهد، محل رهاشدن زنبورها بود که برای حذف این اثر احتمالی زنبورها از سه ناحیه گرم، سرد و وسط رها شدند. نمودار فراوانی زنبورها در حالت مذکور حاکی از آن است که محل رهاشدن تا حدی نتایج را تحت تأثیر قرار می‌دهد (شکل ۲).



شکل ۲. نمودار تغییرات پراکندگی زنبورها در هشت ناحیه دستگاه گرادیان سنج به تفکیک محل رهاسازی

به طوری که ملاحظه می‌شود، توزیع فراوانی زنبورها هرچه محل رهاسازی به سمت گرم دستگاه نزدیک شده است، کشش به دماهای بالاتر داشته است. برای تفکیک بهتر این نمودارها، نمودار فراوانی تراکمی آن‌ها در شکل ۲ نمایش داده شده است. با توجه به اینکه مدت آزمایش

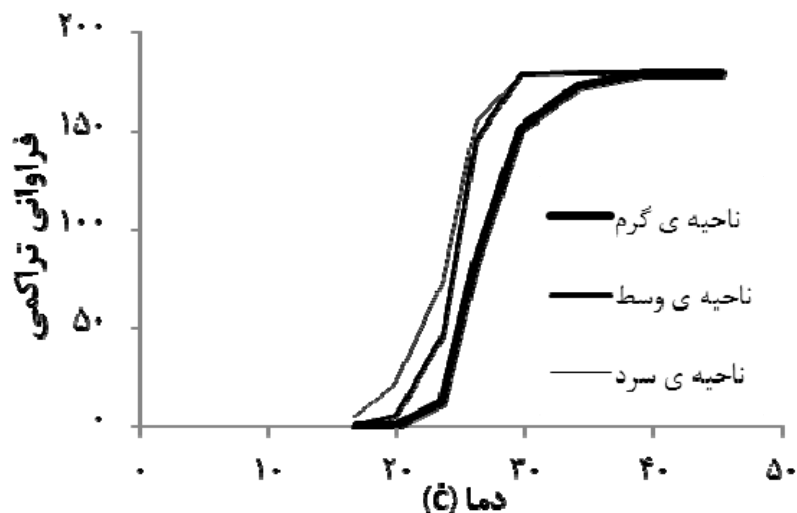
سانتی متر قرار داشت که هشت عدد دماسنج به فواصل مساوی ۳ سانتی متری از خلال سوراخ‌هایی از دو طرف دستگاه وارد آن شده بودند. فضای بین دماسنج و سوراخ‌ها با استفاده از عایق پلاستیکی مسدود شده بود. بدین ترتیب گرادپانی از دما بین ۱۶ تا ۴۷ درجه سلسیوس در قسمت‌های مختلف دستگاه ایجاد شد. سمت بالایی دستگاه با پوشش پلاستیکی شفاف پوشانده شده بود تا جابه‌جایی و توزیع زنبورها در قسمت‌های مختلف دستگاه قابل رؤیت باشد. سه سوراخ ورودی در دیواره جانبی دستگاه در ابتدا، انتها و وسط محفظه تعبیه شد (شکل ۱).



شکل ۱. دستگاه گرادپان سنج دمایی استفاده شده در آزمایش‌ها (اصلی).

زنبورها از خلال این سوراخ‌ها به داخل دستگاه فرستاده شدند و به آن‌ها فرصت داده شد تا در قسمت‌هایی با حرارت بهینه توزیع شوند. برای حذف اثر احتمالی محل ورود زنبورها در مکان استقرار آن‌ها در درون محفظه، آزمایش در سه وضعیت ورودی، هریک در سه تکرار شامل ۲۰ زنبور در سه روز متوالی و در یک ساعت مشخص انجام شد. توزیع زنبورها در قسمت‌های مختلف دستگاه و همچنین، دمای دماسنج‌ها سه مرتبه در انتهای دوره‌های زمانی ۵، ۱۵ و ۳۰ دقیقه ثبت شد. داده‌ها براساس مجموع سه تکرار هر وضعیت ورودی مقایسه شدند و برای این مقایسه از آزمون کای اسکوئر استفاده شد. برای این منظور هشت ناحیه دستگاه به عنوان هشت گروه آزمون در نظر گرفته شدند و فراوانی زنبور در هر ناحیه تعداد مورد انتظار آن ناحیه در

۳۰ دقیقه و اختلاف شمارش‌ها در زمان‌های مختلف قرائت اندک بود، این می‌تواند به معنی کم‌تحرک بودن زنبورها باشد (شکل ۳).



شکل ۳. نمودار فراوانی تراکمی زنبورها به تفکیک نواحی رهاسازی

زنبورها بیشترین زمان را آنجا سپری کرده‌اند و نزدیک به نیمی از زنبورها در آن ناحیه شمارش شده‌اند. بر این اساس می‌توان نتیجه گرفت که دمای بهینه ۲۶ درجه سلسیوس و دامنه دمایی مرجح زنبور ۲۰-۳۰ درجه سلسیوس است که قریب به ۹۰ درصد زنبورها در این دامنه توزیع شده‌اند (جدول ۱).

در جدول ۱ نتایج مجموع سه آزمایش نشان داده شده است. به طوری که ملاحظه می‌شود، زنبورها از ۱۶ تا ۳۹ درجه سلسیوس توزیع شدند و هیچ زنبوری در ناحیه هشت دستگاه که دمای آن ۴۵ درجه بود، برجای نمانده است. ضمن آنکه در پایین‌تر از ۲۰ و بالاتر از ۳۰ درجه سلسیوس شمار اندکی از زنبورها برجای مانده‌اند. ناحیه چهارم با ۲۶ درجه سلسیوس، جایی است که

جدول ۱. توزیع فراوانی زنبور *O. fecundus* در هشت ناحیه دستگاه گرادیان سنج دمایی

درصد فراوانی	تعداد	دمای میانگین	ناحیه دستگاه
۰/۹۲	۵	۱۶/۶۹	۱
۴/۰۷	۲۲	۱۹/۸۱	۲
۱۹/۲۵	۱۰۴	۲۳/۴۷	۳
۴۶/۶۶	۲۵۲	۲۶/۰۳	۴
۲۳/۳۳	۱۲۶	۲۹/۵۴	۵
۴/۴	۲۴	۳۴/۰۲	۶
۱/۲۹	۷	۳۹/۰۶	۷
.	.	۴۵/۲۹	۸

سایر حشرات به دماهای مختلف واکنش‌های متفاوتی از خود نشان می‌دهند و با توجه به حدود دمایی مرجح، زیستگاه خود را انتخاب می‌کنند. در جاهای مختلف زیستگاه به دلیل سایه و آفتاب، رطوبت آبیاری، خصوصیات فیزیکی گیاه میزبان، تنفس و تعرق گیاه، تراکم پوشش گیاهی و علف‌های هرز، پستی و بلندی

توزیع زنبورها در سه وضعیت رهاسازی با استفاده از آزمون کای اسکوئر مقایسه و معلوم شد که تفاوت آن‌ها بین هر سه حالت رهاسازی معنی‌دار بود ($\chi^2=22/45$)، $P=0/0004$ ، $df=5$ ، بین سرد و وسط، $\chi^2=855/04$ ، $P<0/0001$ ، $df=4$ ، بین گرم و وسط و $\chi^2=911/02$ ، $P<0/0001$ ، $df=5$ ، بین گرم و سرد). پارازیتوئیدها مانند

Nozadbonab and Iranipour 2010, Shafaei *et al.* (2011) همه مؤید این حقیقت هستند که اثر دما و دیگر عوامل غیرزنده روی فعالیت پارازیتویدها حیاتی است چون با تغییر فصل و آب و هوا، شرایط زیستگاه به نفع یک گونه و به ضرر گونه دیگر تغییر می‌کند و وجود اختلافات بین مناطق مختلف، ناشی از تأثیر عوامل آب و هوایی است. با توجه به مطالعات نوزاد بناب و کسرای و همکاران، افزایش دما تا حدی باعث کاهش دوره نشو و نما و طول عمر می‌شود (Kasraei 2008, Nozadbonab 2010 *et al.*). همچنین، آراکاو و نامورا در بررسی سه گونه از پارازیتویدهای تخم جنس *Trissolcus* فهمیدند که در یک طیف دمایی مشخص، بیشترین کارایی دیده می‌شود. به‌علاوه نتایج کیوان و کیلیچ با تأیید اظهارات فوق نشان داد که دمای بهینه برای زنبورهای نر و ماده متفاوت است و آستانه‌های دمایی متفاوتی دارند (Arakawa and Namura 2002, Kivan 2006a,b and Kiliç 2006a,b). بنابراین، عوامل محیطی نقش بسزایی در کارایی عوامل کنترل بیولوژیک دارند.

زمین و غیره، میکروکلیم‌های متفاوتی حکم‌فرما می‌شود که حشرات با توجه به گرایش‌های خود، مکان‌هایی را به اشغال خود درمی‌آورند که حدود بهینه دارند یا به آن نزدیک‌ترند (Andrewartha and Birch 1954). بنابراین، با دانستن حدود دمایی مرجح پارازیتوید و یا درکل، زیستگاه مرجح آن، می‌توان برای تعدیل زیستگاه و حمایت از پارازیتویدها یا تعیین زمان مناسب رهاسازی گام برداشت. در مورد زنبور *O. fecundus* بازه دمایی مرجح بین ۲۰ تا ۳۰ و دمای بهینه ۲۶ درجه سلسیوس تعیین شد. نوزاد بناب در بررسی مشابهی، حدود دمایی مرجح زنبور (*Trissolcus grandis* (Hym., Scelionidae)) پارازیتوید تخم سن گندم را ۲۰-۳۲ درجه سلسیوس و دمای بهینه را ۲۶ درجه سلسیوس تعیین کرد که شباهت کلی به این زنبور نشان می‌دهد (Nozadbonab 2008). حدود دمایی زنبور *O. kuwanai* با استفاده از دستگاه گرادیان‌سنج دمایی ۲۰-۳۰ درجه سلسیوس تعیین شد که زنبورها گرایش بیشتری به سمت خنک دستگاه داشتند و تقریباً با *O. fecundus* هم‌خوانی دارد. همچنین، گزارش‌های پراکنش فصلی (Iranipour 1996,

REFERENCES

- Andrewartha H G, Birch L C (1954) The Distribution and Abundance of Animals. University of Chicago Press, Chicago.
- Arakawa R, Namura Y (2002) Effects of temperature on development of three *Trissolcus* spp. (Hymenoptera: Scelionidae), egg parasitoids of the brown marmorated stink bug, *Halyomorpha halys* (Hemiptera: Pentatomidae). *Entomological Science*, 5(2): 215-218.
- Iranipour S (1996) A Study on population fluctuation of the egg parasitoids of *Eurygaster integriceps* Put. (Heteroptera: Scutelleridae) in Karaj, Kamalabad, and Fashand. M.Sc. thesis on Agricultural Entomology, University of Tehran, Karaj, Iran. (In Persian).
- Kasraei N, MoeiniNagadeh N, Zamani A A, Asgari S, Mahjoob S M (2010) Development and parasitism of *Trissolcus vassillievi* (Hym.: Scelionidae) on sunn pest eggs in different laboratory temperatures. In: 19th Iranian Plant Protection Congress, 2010, Research Institute of Plant Protection, Tehran, p. 28. (In Persian).
- Kivan M, Kiliç N (2006a) A comparison of the development time of *Trissolcus rufiventris* (Mayr) and *Trissolcus simony* Mayr (Hym.: Scelionidae) at three constant temperatures. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 30: 383-386.
- Kivan M, Kiliç N (2006b) Age-specific fecundity and life table of *Trissolcus semistriatus*, an egg parasitoid of the sunn pest *Eurygaster integriceps*. *Entomological Science*, 9: 39-46.
- Lotfalizadeh H. 2010. Some new data and corrections on Iranian encyrtid wasps (Hymenoptera: Chalcidoidea, Encyrtidae) fauna. *Biharean Biologist* 4(2): 173-178.
- Nozadbonab Z (2008) Effect of temperature on development, fecundity and longevity of sunn pest egg parasitoid, *Trissolcus grandis* Thomson (Hym.: Scelionidae). M.Sc. thesis on Agricultural Entomology, University of Tabriz, Tabriz, Iran. (In Persian).
- Nozadbonab Z, Iranipour S (2010) Seasonal fluctuations in egg parasitoid fauna of sunn pest *Eurygaster integriceps* Putton in wheat fields of New Bonab Country, East Azerbaijan Province, Iran. *Journal of Sustainable Agriculture and Production Science* 20(3): 73-83. (In Persian).

- Rafat A (2013) Fecundity-life table of *Ooencyrtus telenomicida* Vassiliev (Hymenoptera: Encyrtidae), an egg parasitoid of sunn pest, *Eurygaster integriceps* Puton (Hemiptera: Scutelleridae). M.Sc. thesis on Agricultural Entomology, Urmia University, Urmia, Iran. (In Persian).
- Safavi M (1970) Biology of *Ooencyrtus* spp. wasps, egg parasite of sunn pest. In: the 3rd Iranian Plant Protection Congress, Pahlavi University, Shiraz, Iran, pp. 249-259. (In Persian).
- Safavi M (1973) Etude Bio-Ecologique des Hymenopteres Parasites des Oeufs des Punaises des Cereales en Iran. Institut de Recherches Entomologiques et Phytopathologiques Pub., Tehran, Iran. (In Persian).
- Shafaei F, Iranipour S, Kazemi M H, Alizadeh E (2011) Diversity and seasonal fluctuations of Sunn pest's egg parasitoids (Hymenoptera; Scelionidae) in central regions of West-Azerbaijan province, Iran. Journal of Field Crop Entomology, 1: 39-53. (In Persian).
- Weseloh RM (1971) Behavioral responses of the gypsy moth egg parasitoid *Ooencyrtus kuwanai* to abiotic environmental factors. Annals of the Entomological Society of America, 64: 1050-1057.