

بررسی برهمکنش بین ساقه‌خواران نیشکر، زنبور پارازیتوئید تخم و ارقام نیشکر

ارسالان جمشیدنیا

دکتری حشره شناسی کشاورزی- سرپرست مدیریت گیاهپزشکی موسسه تحقیقات و آموزش نیشکر، تلفن: ۰۹۱۶۶۰۰۱۵۱۳
ajamshidnia@yahoo.com

چکیده:

ساقه‌خواران نیشکر *Sesamia cretica* Led. و *S. nonagrioides* Lef. از مهمترین آفات مزارع نیشکر در ایران محسوب می‌شوند. مهمترین دشمن طبیعی این آفات در خوزستان زنبور پارازیتوئید تخم *Telenomus busseolae* Gahan می‌باشد که نقش قابل توجهی را در تنظیم جمعیت آفت ایفاء مینماید. بمنظور ارزیابی اثرات متقابل آفت-گیاه میزبان-دشمن طبیعی در ۴ رقم تجاری نیشکر CP48-103 ، CP57-614 ، CP69-1062 و SP70-1143 میزان پارازیتیسیم زنبور در مراحل مختلف رشدی نیشکر و میزان آلودگی به ساقه‌خواران در ساقه‌های قابل آسیابدر کشت و صنعت امیرکبیر مورد بررسی قرار گرفت. نتایج حاصل از تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که مرحله رشدی و نوع رقم نیشکر روی تعداد دستجات تخم آفت، کارایی کشف و درصد پارازیتیسیم زنبور تأثیر معنی‌داری دارند. اثر متقابل بین رقم و مرحله رشدی نیز بر کارایی کشف و درصد پارازیتیسیم زنبور تأثیر معنی‌داری داشت ($P < 0.01$). رقم، مرحله رشدی نیشکر و اثر متقابل آنها بر اندازه دستجات تخم آفت، کارایی پارازیتیسیم، درصد خروج افراد بالغ زنبور و نسبت جنسی نتاج آن تأثیر معنی‌داری نشان نداد. بر اساس نتایج بدست آمده زنبور پارازیتوئید تخم ساقه‌خواران نیشکر روی رقم CP48-103 پارازیتیسیم قابل توجهی نشان میدهد. در بررسی میانگین میزان آلودگی میانگره‌ها در ارقام تجاری نیشکر بیشترین میزان آلودگی (۱۳/۵۵ درصد) در رقم CP69-1062 مشاهده شد که بیانگر حساسیت بالای این رقم به ساقه‌خواران نیشکر می‌باشد. بنابراین می‌توان رقم CP48-103 را که رقمی متحمل به ساقه‌خواران است رادر مجاورت سایر ارقام تجاری به‌ویژه رقم حساس CP69-1062 کشت نمود تا علاوه بر حفاظت از جمعیت زنبور پارازیتوئید، کنترل بیولوژیک موثرتری را در مزارع نیشکر شاهد باشیم.

واژه‌های کلیدی: زنبور *Telenomus busseolae* ، ساقه‌خواران *Sesamia* spp. ، ارقام نیشکر

مقدمه

با گسترش کشت نیشکر در منطقه خوزستان و ایجاد سیستم تک‌کشتی زمینه مساعدی برای طغیان برخی از آفات فراهم شده‌است. با توجه به اهمیت اقتصادی نیشکر از نظر تولید شکر و همچنین استفاده از آن در صنایع جانبی از قبیل خوراک دام، فیبر نیمه سنگین (تخته صنعتی)، کاغذ، خمیر کاغذ و مواد مورد نیاز کارخانجات زیست‌فناوری (از قبیل اسید سیتریک، خمیر مایه و الکل) لزوم توجه ویژه به کنترل آفات این محصول استراتژیک را می‌طلبد.

از عوامل مهم محدود کننده کشت نیشکر در ایران دو گونه ساقه‌خوار به نام‌های ساقه‌خوار ذرت (*Led.Sesamiacretica*) و ساقه‌خوار نیشکر (*S. nonagrioides*Lef.) می‌باشند. هر دو گونه در منطقه خوزستان دارای ۴ تا ۵ نسل می‌باشند. در نسل اول، علائم خسارت بصورت مرگ جوانه مرکزی (*Dead heart*) و در نسل‌های بعدی بصورت آلودگی میانگره‌ها در مزرعه مشاهده می‌شود که کاهش کمی و کیفی محصول را به همراه دارد. در ضمن سوراخ‌های حاصل از تغذیه لاروها محیط مناسبی برای فعالیت قارچ‌ها و میکروارگانیسم‌های ساپروفیت بوده که خسارت را تشدید می‌نماید (دانیالی، ۱۳۵۵).

مهمترین دشمن طبیعی ساقه‌خواران نیشکر در خوزستان زنبور پارازیتوئید تخم *Telenomusbusseolae*Gahan می‌باشد که نقش قابل توجهی را در تنظیم جمعیت آفت ایفاء مینماید. این زنبور برای اولین بار توسط دانیالی از روی دستجات تخم پارازیته *Sesamia spp.* در منطقه هفت تپه جمع‌آوری و طبق تشخیص موسسه آفات و بیماری‌های گیاهی به نام *Telenomus sp.*

شناسایی گردید. این زنبور در مزارع ذرت علوفه‌ای، ذرت دانه‌ای، ذرت خوشه‌ای، سودانگراس، برنج و نیشکر و علف‌های هرز حاشیه مزرعه فعالیت دارد. این زنبور علاوه بر خوزستان از مزارع ذرت ورامین، اصفهان و مازندران نیز گزارش شده است (عباسی پور ۱۳۸۲). نمونه‌های ارسالی از این زنبور توسط نگارنده به موزه تاریخ طبیعی لندن توسط *Polaszek* گونه *T. busseolae* تشخیص داده شد.

از مناطق مختلف جهان هم این زنبور گزارش شده است. در آفریقا از بنین، کامرون، ساحل عاج، مصر، غنا، کنیا، موریس، رئونیون، مراکش، نیجریه، سنگال و آفریقای جنوبی، در آسیا از ایران، عراق و فلسطین اشغالی و در اروپا از یونان و ترکیه بر روی میزبانهای از خانواده‌های *Noctuidae* و *Pyralidae* گزارش شده است. (Polaszek 1998, Polaszek&Kimani 1990, Polaszek et al., 1993).

مطالعات انجام شده روی زیست‌شناسی زنبور *T. busseolae* نشان می‌دهد که این زنبور پارازیتوئید انفرادی بوده که دوره قبل از تخم‌ریزی قابل اندازه‌گیری در آن مشاهده نمی‌شود. بطوریکه حشرات کامل بلافاصله پس از ظهور جفتگیری کرده و در صورت وجود میزبان در ساعات اولیه پس از خروج قادر به تخم‌ریزی می‌باشند. اگر میزبان کافی در اختیار باشد در ۶ ساعت اول بعد از خروج ۵۰ درصد و در طول سه روز اول ۷۸ درصد تخم‌ریزی خود را انجام می‌دهد (Chabi-Olaye et al., 1997). هر زنبور ماده قادر است ۶۸/۶ عدد تخم میزبان را پارازیته نماید و دوره رشدی آن در شرایط آزمایشگاهی ۱۰/۵ تا ۱۵ روز می‌باشد. به دلیل تخصص میزبانی این زنبور آن را فقط روی میزبان‌های طبیعی می‌توان پرورش داد (رنجبر اقدم، ۱۳۸۷). در مزارع ذرت خوزستان فعالیت این زنبور در اسفند ماه شروع می‌شود و در طول فصل تابستان در هر ۱۱ تا ۱۳ روز یک نسل کامل زنبور سپری می‌شود و همچنین تغییرات جمعیت زنبور با نوسانات جمعیتی میزبان هماهنگی دارد (عباسی پور ۱۳۸۲). در یونان این زنبور از اواخر جولای تا اواسط اکتبر در مزارع ذرت فعال بوده و تخم ساقه‌خوار ذرت *S. nonagrioides* را پارازیته مینماید (Alexandri&Tsitsips, 1990).

این زنبور در مزارع ذرت خوزستان قادر است تا ۹۰ درصد تخم‌های *S. nonagrioides* را پارازیته نماید (عباسی پور ۱۳۸۲). در کشت و صنعت نیشکر کارون اوج درصد پارازیتیسیم توسط این زنبور در مزرعه بازروی ۶۷/۷۹ و در مزرعه تازه کشت ۷۸/۸۴ درصد و بیشترین و کمترین درصد پارازیتیسیم نسلی به ترتیب در خرداد و شهریور گزارش شده است (صیاد منصور، ۱۳۸۵).

در یک محصول زراعی عوامل زیادی از جمله گیاه میزبان آفت هدف، زیست‌شناسی و کارایی دشمنان طبیعی را تحت تأثیر قرار میدهد. گیاه میزبان روی دشمنان طبیعی ممکن است بصورت مستقیم (از طریق تولید مواد شیمیایی که رفتار آنها را تغییر می -

دهد) و یا غیرمستقیم (از طریق تأثیر روی میزبان) تأثیر بگذارد. این تأثیرات ممکن است مثبت بوده و مورد دلخواه دشمن طبیعی باشد و یا اینکه منفی بوده و کارآیی و بقاء دشمن طبیعی را کاهش دهد. اگرچه گونه‌های مختلف گیاه میزبان بیشترین دامنه عکسالعملها را در دشمنان طبیعی ایجاد میکنند ولی ارقام مختلف یک گونه نیز میتواند تأثیر متفاوتی بر کارآیی آنها داشته باشد (van Emden, 1986; Bottrell & Barbosa, 1998).

در راستای کنترل بیولوژیک ساقه‌خواران نیشکر درک صحیحی از اثرات متقابل آفت-گیاه میزبان-دشمن طبیعیلازم است راستای حفاظت و حمایت از جمعیت زنبور، کارآیی زنبور در ارقام مختلف تجاری در شرایط مزرعه‌های مورد مطالعه قرار گرفت تا نتایج حاصل از این تحقیق در فراهم آوردن اطلاعات لازم در استفاده هرچه بهتر از زنبور پارازیتوئید *T. busseolae* به‌عنوان یک عامل کنترل بیولوژیک در مزارع نیشکر مورد استفاده قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در کشت و صنعت امیرکبیر انجام شد. بمنظور تعیین پارازیتیسیم در ارقام مختلف از چهار رقم عمده تجاری در کشت و صنعت امیرکبیر شامل CP48-103, CP57-614, CP69-1062 و SP70-1143 تعداد ۵ مزرعه از هر رقم انتخاب و در دو مرحله پنجه زنی (نیمه دوم خرداد) و رشد کامل ساقه نیشکر (اواخر مهر و اوایل آبان) نمونه برداری انجام شد. مزارع انتخابی همگی ۲۵ هکتاری بوده و از مناطق مختلف کشت و صنعت امیرکبیر به مساحت ۱۲ هزار هکتار انتخاب گردید. با یک نمونه‌برداری اولیه میانگین و انحراف معیار داده‌های جمع‌آوری شده محاسبه و با خطای نسبی ۲۵٪ تعداد نمونه تعیین گردید (Southwood & Henderson, 2000). بر این اساس در هر نمونه برداری از هر مزرعه تعداد ۵۰ ایستگاه بصورت تصادفی انتخاب و از هر ایستگاه تعداد ۵ ساقه از نظر وجود دستجات تخم *Sesamia spp.* مورد بررسی قرار گرفت (۲۵۰ نمونه در هر مزرعه). تخم‌ریزی آفت در زیر غلاف نیشکر انجام میشود بنابراین در هر ساقه لازم است که به دقت تمام غلاف مورد بررسی قرار گیرد. در صورت وجود دسته تخم ساقه و غلاف آن در محل دسته تخم بوسیله قیچی باغبانی از ساقه جدا و به آزمایشگاه منقل شد. بلافاصله پس از انتقال به آزمایشگاه دستجات تخم از غلاف نیشکر جدا گردید و تعداد تخم سالم و پارازیته در هر دسته شمارش گردید (تخم‌های پارازیته پس از ۳ تا ۴ روز به رنگ سیاه در می‌آیند). دستجات تخم پس از شمارش جداگانه در لوله‌های آزمایش به طول ۱۷ و قطر دهانه ۳ سانتیمتر که بوسیله پنبه مسدود شده بودند بمدت یک ماه در دمای 26 ± 1 درجه سلسیوس و رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند تا حشرات کامل زنبور خارج شده و بمیرند. حشرات بالغ نر و ماده با توجه به شکل شاخک به تفکیک شمارش شدند، در افراد نر شاخک نخی شکل و ۱۲ بندی ولی در ماده‌ها ۱۱ بندی و چماقی شکل میباشد (Polaszek et al., 1993).

موارد زیر روی دستجات تخم جمع‌آوری شده مورد بررسی قرار گرفت:

تعداد دستجات تخم جمع‌آوری شده از هر مزرعه در ۲۵۰ نمونه مورد بررسی و میانگین تعداد تخم در هر دسته تعیین گردید. درصد پارازیتیسیم: از طریق نسبت تعداد تخم‌های پارازیته شده به کل تخم‌های جمع‌آوری شده محاسبه گردید. کارآیی کشف (Discovery efficiency): عبارت است از درصد دستجات تخم با پارازیتوئید که اطلاعاتی را در زمینه توانایی جستجوگری پارازیتوئید ارائه می‌کند و از طریق نسبت تعداد دسته تخم پارازیته شده به تعداد دسته تخم جمع‌آوری شده محاسبه گردید (Bin & Vinson, 1991).

کارآیی پارازیتیسیم (Parasitism efficiency): درصد تخم‌های پارازیته شده در دستجات تخم کشف شده که بر اساس زاد و ولد پارازیتوئید، پذیرش میزبان و استراتژی بهره‌برداری از آن تعیین شده است و از طریق نسبت تعداد تخم پارازیته در هر دسته به تعداد تخم در همان دسته محاسبه شد (Bin & Vinson, 1991).

نسبت جنسی: نسبت افراد ماده به تعداد کل افراد بالغ (مجموع نر و ماده) حاصل از هر دسته تخم. درصد خروج افراد بالغ: نسبت افراد بالغ خارج شده از تخم‌های پارازیته شده در هر دسته تخم.

آزمایش در قالب طرح کرت‌های خرد شده با طرح پایه کاملاً تصادفی انجام شد که در آن مرحله رشدی گیاه نیشکر به‌عنوان فاکتور اصلی و نوع رقم فاکتور فرعی در نظر گرفته شد. تجزیه واریانس به روش GLM و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. قبل از تجزیه واریانس درصدها و نسبتها با \sqrt{x} Arcsin و تعداد دسته تخم با Log نرمال گردید (Zar, 1999). مقایسه میانگینها به روش LSD انجام شد.

در مرحله دوم میزان آلودگی طبیعی ارقام تجاری نیشکر به ساقه‌خواران نیز مورد مطالعه قرار گرفت. برای این منظور تعداد سه مزرعه تازه کشت از هر کدام از ارقام تجاری CP48-103, CP57-614, CP69-1062 و SP70-1143 در کشت و صنعت امیرکبیر انتخاب شد و در اواخر فصل و همزمان با برداشت نیها مطابق روش دانیالی (۱۳۵۵) و Bessin et al. (1990) نسبت به تعیین درصد میانگره آلوده اقدام گردید. برای این منظور از هر پنج هکتار ۱۰۰ ساقه و در مجموع ۵۰۰ ساقه در هر مزرعه بصورت تصادفی انتخاب و تعداد ساقه و میانگره آلوده شمارش شد. در این مطالعه حفاصل بین دو گره که در آن سوراخ ورودی و آثار فعالیت لاروی مشاهده میشود به عنوان یک میانگره آلوده در نظر گرفته شد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام شد. تجزیه واریانس به روش GLM و مقایسه میانگینها به روش LSD با استفاده از نرم‌افزار آماری SAS انجام شد. درصدها قبل از تجزیه در صورت نیاز نرمال شد.

نتایج و بحث

تأثیر ارقام تجاری نیشکر بر کارایی زنبور پارازیتوئید *T. busseolae*

اندازه نمونه:

با نمونه‌برداری اولیه (۷۰ ساقه در یک مزرعه) مقدار خطای نسبی (RV) ۱۹/۵۰ درصد تعیین شد و تعداد نمونه لازم برای نمونه - برداری ۲۱۶/۹ محاسبه شد. بنابراین تعداد نمونه مورد بررسی در هر مزرعه ۲۵۰ ساقه در نظر گرفته شد.

تعداد دسته‌های تخم و اندازه دسته‌های تخم:

تأثیر رقم و مرحله رشدی روی تعداد دسته‌های تخم *Sesamia* spp. در سطح یک درصد اختلاف معنیداری نشان داد (جدول ۱). بیشترین تعداد دسته‌های تخم در رقم CP48-103 (میانگین ۱۸/۲ دسته تخم) و کمترین تعداد در رقم SP70-1143 (میانگین ۸/۷ دسته تخم) مشاهده شد (جدول ۲). تعداد دسته‌های تخم در مرحله رشد کامل ساقه تقریباً دو برابر مرحله پنجه‌زنی بود (جدول ۳). اثر متقابل رقم و مرحله رشدی نیشکر بر تعداد دسته‌های تخم آفت تأثیر معنیداری نداشت. هرچند در رقم CP57-614 کوچکترین و در رقم SP70-1143 بزرگترین اندازه دسته‌های تخم مشاهده شد ولی نوع رقم، مرحله رشدی نیشکر و اثر متقابل آن در اندازه دسته‌های تخم تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

کارایی کشف و کارایی پارازیتیسیم:

رقم نیشکر بر کارایی کشف دسته‌های تخم توسط زنبور در سطح ۵ درصد تأثیر معنیداری نشان داد (جدول ۱). زنبور در رقم CP48-103 با پارازیته کردن ۸۹/۴ درصد دسته‌های تخم بیشترین کارایی کشف را نشان داد و در مقایسه با سه رقم دیگر اختلاف معنیداری داشت (جدول ۲). مرحله رشدی نیشکر بر کارایی کشف زنبور در سطح ۱ درصد تأثیر معنیدار داشت، بطوریکه در مرحله پنجه‌زنی ۵۳/۷ درصد و در مرحله رشد کامل نیشکر ۹۰/۵ درصد دسته‌های تخم آفت بوسیله زنبور شناسایی شدند (جدول - های ۱ و ۳). اثر متقابل مرحله رشدی و رقم نیشکر نیز در سطح ۱ درصد تأثیر معنیدار بر کارایی کشف نشان داد (جدول ۱). اگرچه زنبور در هر ۴ رقم تجاری مورد مطالعه کارایی پارازیتیسیم بالایی نشان داد (از ۸۹/۶ درصد در رقم CP69-1062 تا ۹۳/۹ درصد در رقم CP57-614) ولی نوع رقم، مرحله رشدی نیشکر و اثر متقابل آن در کارایی پارازیتیسیم زنبور تأثیر معنیداری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱: نتایج تجزیه واریانس تأثیر نوع رقم و مرحله رشدی نیشکر بر تخمگذاری ساقهخوار نیشکر و برخی ویژگیهای زنبور *T. busseolae*

نسبت جنسی فرزندان	درصد خروج	درصد پارازیتیسیم	میانگین مربعات		میانگین تخم در دسته	تعداد دسته-های تخم	درجه آزادی	منبع تغییرات
			کارآیی پارازیتیسیم	کارآیی کشف				
۰/۰۱۱	۰/۰۰۳	۰/۸۴۰**	۰/۰۰۳	۱/۱۸۶**	۱۴/۸۷۲	۰/۵۷۲**	۱	مرحله رشدی
۰/۰۲۳	۰/۰۲۳	۰/۰۱۴	۰/۰۰۶	۰/۰۱۹	۱۸/۴۶۷	۰/۰۲۵	۸	مرحله رشدی × تکرار
۰/۰۵۱	۰/۰۳۱	۰/۰۶۲*	۰/۰۱۲	۰/۰۹۴*	۶۰/۳۵۶	۰/۲۱۵**	۳	رقم
۰/۰۲۲	۰/۰۲۶	۰/۱۲۷**	۰/۰۰۷	۰/۲۱۱**	۶/۳۹۹	۰/۰۰۹	۳	مرحله رشدی × رقم
۰/۰۱۷	۰/۰۱۶	۰/۰۲۰	۰/۰۱۰	۰/۰۲۳	۳۲/۴۷۱	۰/۰۴۴	۲۴	خطا
۱۵/۹۴	۱۴/۹۷	۱۶/۳۳۱	۹/۲۵	۱۶/۶۰۸	۲۷/۱۷	۲۰/۱۲		ضریب تغییرات (%C.V)

* معنی‌دار در سطح ۵ درصد

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۲: گروه‌بندی اثر رقم نیشکر بر تخمگذاری ساقهخوار نیشکر و برخی ویژگیهای زنبور *T. busseolae* (مقایسه میانگینها با آزمون LSD)

نسبت جنسی فرزندان	درصد خروج	درصد پارازیتیسیم	کارآیی پارازیتیسیم	کارآیی کشف	میانگین تخم در دسته	تعداد دسته-های تخم	رقم نیشکر
a۰/۵۱۹	a۷۰/۸۸۱	b۵۹/۸۰۳	a۸۹/۵۵۹	b۶۸/۲۲۲	ab۲۰/۷۳۵	ab۱۳/۶	CP 69-1062
a۰/۶۱۸	b۵۷/۰۰۵	a۷۹/۹۲۶	a۸۹/۱۸۸	a۸۹/۴۰۳	ab۲۲/۲۰۳	a۱۸/۲	CP 48-103
a۰/۶۵۱	ab۶۷/۸۳۶	b۶۴/۹۷۶	a۹۳/۹۱۳	b۶۸/۶۰۳	b۱۷/۶۴۵	b۱۱	CP 57-614
a۰/۷۲۲	ab۶۳/۶۵۹	b۶۲/۰۴۸	a۹۳/۶۱۰	b۶۲/۲۲۲	a۲۳/۳۱۰	b۸/۷	SP 70-1143

حروف غیر مشابه در ستون اختلاف معنی‌دار دارند

جدول ۳: گروه‌بندی اثر مرحله رشدی نیشکر بر تخمگذاری ساقهخوار نیشکر و برخی ویژگیهای زنبور *T. busseolae* (مقایسه میانگینها با آزمون LSD)

نسبت جنسی فرزندان	درصد خروج	درصد پارازیتیسیم	کارآیی پارازیتیسیم	کارآیی کشف	میانگین تخم در دسته	تعداد دسته-های تخم	مرحله رشدی
a۰/۶۵۱	a۶۵/۳۱۹	b۴۹/۹۲۸	a۹۱/۹۱۴	b۵۳/۷۳۲	a۲۰/۳۶۴	b۸/۸۰	پنجه زنی

حروف غیر مشابه در ستون اختلاف معنیدار دارند

درصد پارازیتیسیم:

رقم نیشکر روی درصد پارازیتیسیم تخم ساقهخواران نیشکر توسط زنبور *T. busseolae* در سطح ۵ درصد تأثیر معنیدار نشان داد (جدول ۱). درصد پارازیتیسیم در رقم CP48-103 به ۷۹/۹ درصد رسید که در مقایسه با سه رقم دیگر افزایش معنیداری نشان داد (جدول ۲). تأثیر مرحله رشدی نیشکر بر درصد پارازیتیسیم در سطح ۱ درصد معنیدار بود و از ۴۹/۹ درصد در مرحله پنجه‌زنی به ۸۳/۱ درصد در مرحله رشد کامل افزایش یافت (جدول ۳).
 اثر متقابل نوع رقم و مرحله رشدی نیشکر نیز بر درصد پارازیتیسیم در سطح ۱ درصد معنیدار بود (جدول ۱).

درصد خروج افراد بالغ زنبور و نسبت جنسی فرزندان نسل F1:

رقم، مرحله رشدی نیشکر و اثر متقابل آنها بر درصد خروج افراد بالغ زنبور *T. busseolae* و نسبت جنسی فرزندان آن تأثیر معنیداری نشان نداد (جدول ۱).

برش دهی اثر متقابل رقم و مرحله رشدی نیشکر بر کارایی کشف زنبور:

با توجه به نتایج تجزیه واریانس که بیانگر معنیدار بودن اثر متقابل رقم و مرحله رشدی بر کارایی کشف زنبور میباشد برش دهی اثر متقابل انجام شد. نتایج نشان میدهد که در مرحله پنجه‌زنی نیشکر، رقم بر کارایی کشف زنبور تأثیر معنیداری در سطح یک درصد دارد ولی در مرحله رشد کامل ساقه رقم نیشکر بر کارایی زنبور تأثیر ندارد (جدول ۴). مقایسه میانگین کارایی کشف زنبور به تفکیک در دو مرحله رشدی نشان میدهد که رقم CP48-103 در مرحله پنجه‌زنی بالاترین کارایی کشف را در بین ارقام مورد بررسی نشان میدهد بطوریکه در این مرحله کارایی کشف به ۸۹/۸ درصد میرسد که افزایش قابل ملاحظه‌ای را نشان میدهد. در مرحله رشد کامل ساقه اختلاف معنیداری در کارایی کشف زنبور در ارقام مختلف دیده نمیشود (جدول ۵).

جدول ۴: نتایج برش دهی اثر متقابل رقم و مرحله رشدی بر کارایی کشف زنبور پارازیتوئید *T. busseolae*

مرحله رشدی	درجه آزادی	میانگین مربعات
پنجه زنی	۳	۰/۲۸۷۳۶۶**
رشد کامل ساقه	۳	۰/۰۱۷۷۹۲

** معنیدار در سطح ۱ درصد

جدول ۵: مقایسه میانگین کارایی کشف زنبور پارازیتوئید *T. busseolae* در ارقام مختلف به تفکیک در دو مرحله رشدی نیشکر

مرحله رشدی	رقم	میانگین کارایی کشف
پنجه زنی	CP 69-1062	۵۰/۶۶۶b
	CP 48-103	۸۹/۸۳۴a
	CP 57-614	۴۶/۰۹۴ b
	SP 70-1143	۲۸/۳۲۲ b
رشد کامل ساقه	CP 69-1062	۸۵/۷۷۸a
	CP 48-103	۸۸/۹۷۲a
	CP 57-614	۹۱/۱۱a
	SP 70-1143	۹۶/۱۱۲a

حروف غیر مشابه در ستون اختلاف معنی‌دار دارند

برش دهی اثر متقابل رقم و مرحله رشدی نیشکر بر درصد پارازیتیسیم زنبور:

همانگونه که در جدول ۱ مشاهده می‌گردد اثر متقابل رقم و مرحله رشدی نیشکر بر درصد پارازیتیسیم تخم ساقه‌خواران نیشکر توسط زنبور پارازیتوئید معنی‌دار می‌باشد. بنابراین در این مورد نیز اقدام به برشدهی اثر متقابل نشان می‌دهد که تأثیر رقم نیشکر بر درصد پارازیتیسیم در مرحله پنجه زنی در سطح یک درصد معنی‌دار می‌باشد ولی در مرحله رشد کامل ساقه تأثیر معنی‌داری مشاهده نمی‌شود (جدول ۶). مقایسه میانگین پارازیتیسیم نشان می‌دهد که رقم CP48-103 ، ۷۹/۴ درصد تخم‌های میزبان را در مرحله پنجه زنی پارازیته نموده و افزایش معنی‌داری را در مقایسه با سایر ارقام تجاری نیشکر نشان می‌دهد. در مرحله رشد کامل ساقه اگرچه تأثیر معنی‌داری از ارقام روی درصد پارازیتیسیم زنبور دیده نمی‌شود، ولی میزان پارازیتیسیم در دو رقم SP70-1143 و CP57-614 بیشتر از رقم CP48-103 می‌باشد (جدول ۷).

جدول ۶: نتایج برش دهی اثر متقابل رقم و مرحله رشدی بر درصد پارازیتیسیم تخم ساقه‌خواران نیشکر توسط زنبور پارازیتوئید *T.*

مرحله رشدی	درجه آزادی	میانگین مربعات
پنجه زنی	۳	۰/۱۶۰۴۷۳**
رشد کامل ساقه	۳	۰/۰۲۸۲۹۸

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۷: مقایسه میانگین پارازیتیسم تخم ساقه‌خواران نیشکر توسط زنبور پارازیتوئید *T. busseolae* در ارقام مختلف به تفکیک در دو مرحله رشدی نیشکر

مرحله رشدی	رقم	میانگین درصد پارازیتیسم
پنجه زنی	CP 69-1062	۴۴/۲۷۶b
	CP 48-103	۷۹/۴۳۸a
	CP 57-614	۴۴/۵۰۸b
	SP 70-1143	۳۱/۴۹b
رشد کامل ساقه	CP 69-1062	۷۳/۸۹a
	CP 48-103	۸۰/۴۱۴a
	CP 57-614	۸۵/۴۴۴a
	SP 70-1143	۹۲/۶۰۶a

حروف غیر مشابه در ستون اختلاف معنی‌دار دارند

بررسی میزان آلودگی ارقام تجاری نیشکر به ساقه‌خواران نیشکر:

بررسی میزان آلودگی ارقام تجاری نشان داد که نوع رقم تأثیر معنی‌داری بر میزان آلودگی ساقه و میانگین نیشکر به ساقه‌خواران دارد. نتایج تجزیه واریانس در جدول ۸ ذکر شده است. همانطوریکه ملاحظه می‌گردد هر دو فاکتور اندازه گیری شده (ساقه و میانگین آلوده) در سطح یک درصد اختلاف معنی‌داری را نشان می‌دهند. مقایسه میانگین ساقه آلوده نشان می‌دهد که در رقم CP48-103 با ۸۲/۸ درصد بالاترین میزان آلودگی و در رقم SP70-1143 با ۲۳/۲ درصد کمترین میزان آلودگی دیده می‌شود. ارقام CP48-103 و CP69-1062 در یک گروه و ارقام CP57-614 و SP70-1143 در گروه دیگر قرار گرفتند (جدول ۹). در بررسی میانگین میزان آلودگی میانگینها در ارقام تجاری نیشکر بیشترین میزان آلودگی (۱۳/۵۵ درصد) در رقم CP69-1062 و کمترین میزان آلودگی (۲/۱۹ درصد) در رقم SP70-1143 مشاهده می‌شود. از نظر گروه‌بندی میانگینها، در دو گروه مشابه گروه‌بندی ساقه آلوده قرار می‌گیرند (جدول ۹).

جدول ۸: نتایج تجزیه واریانس تأثیر ارقام مختلف نیشکر بر میزان آلودگی به ساقه‌خواران نیشکر (*Sesamia spp.*)

منبع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات
تیمار	۳	ساقه آلوده ۱/۱۶۶**
تکرار (اشتباه آزمایشی)	۸	میانگین آلوده ۰/۱۸۲**
اشتباه نمونه‌برداری	۴۸	۰/۰۵۸۷
ضریب تغییرات (% C.V)		۰/۰۳۳۸
		۲۴/۲۵
		۲۸/۷۹

** معنی‌دار در سطح ۱ درصد

جدول ۹: مقایسه میانگین درصد ساقه و میانگین آلوده به ساقه‌خواران *Sesamia spp.* در ارقام تجاری نیشکر

رقم	درصد ساقه آلوده	درصد میانگین آلوده
-----	-----------------	--------------------

۱۳/۵۵a	۷۹/۳a	CP 69-1062
۱۱/۸۷a	۸۲/۸a	CP 48-103
۳/۸۳b	۳۵/۲۷b	CP 57-614
۲/۱۹b	۲۳/۲b	SP 70-1143

حروف غیر مشابه در ستون اختلاف معنیدار دارند

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که بیشترین میزان تخم‌ریزی ساقه‌خواران نیشکر *Sesamia* spp. در رقم تجاری CP48-103 دیده می‌شود و در ارقام تجاری CP69-1062، CP57-614 و SP70-1143 به ترتیب میزان تخم‌ریزی کاهش می‌یابد. Askarianzadeh et al. (2005) طی مطالعات خود در زمینه ترجیح تخم‌ریزی ساقه‌خوار نیشکر *S. nonagrioides* روی ارقام مختلف نیشکر ارقام را در سه گروه قرار دادند که رقم تجاری CP48-103 در گروه ارقام حساس که بیشترین میزان تخم‌ریزی آفت در این گروه مشاهده شد و رقم تجاری CP69-1062 در گروه دوم که حد متوسطی از تخم‌ریزی حشره در آن دیده شد قرار گرفت و ارقام تجاری CP57-614 و SP70-1143 در گروه سوم که پائینترین میزان تخم‌ریزی در آن دیده شد قرار گرفت. نتایج حاصل از پژوهش حاضر با نتایج نامبردگان مطابقت دارد.

افزایش دو برابری تعداد دستجات تخم در مرحله رشد کامل نیشکر در مقایسه با مرحله پنجه‌زنی احتمالاً به دلیل کاهش تعداد ساقه در واحد سطح می‌باشد. تعداد پنجه‌های تولید شده در واحد سطح در زمان پنجه زنی با تعداد ساقه‌های قابل آسیاب در زمان برداشت اختلاف معنی‌دار داشت به طوری که ۴۳/۵۵ درصد پنجه‌ها در اثر عوامل مختلف در طول دوره رشد از بین می‌روند (عسکریان زاده، ۱۳۸۳).

کارایی کشف زنبور و درصد پارازیتیسیم در مرحله پنجه زنی (به ترتیب ۵۳/۷ و ۴۹/۹ درصد) پائین بوده ولی در مرحله پایان رشد رویشی افزایش قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهد (به ترتیب ۹۰/۵ و ۸۳/۱ درصد). با توجه به تلفات زمستانه زنبور در مزارع نیشکر و کاهش جمعیت آن در ابتدای فصل درصد پارازیتیسیم در نسل‌های اول و دوم آفت (مصادف با مرحله پنجه‌زنی نیشکر) پائین بوده و به تدریج در نسل‌های سوم و چهارم آفت افزایش می‌یابد (Narrei et al., 2005). بنابراین پائین بودن کارایی کشف و درصد پارازیتیسیم زنبور در مرحله پنجه‌زنی ممکن است به دلیل کاهش جمعیت آن در این زمان باشد.

نتایج تحقیقات انجام شده در مزارع ذرت جنوب بنین نشان داده است که میزان پارازیتیسیم تخم‌های ساقه‌خوار ذرت *S. calamistis* توسط زنبورهای پارازیتوئید *T. busseolae* و *T. isis* همبستگی مثبتی با مرحله رشدی گیاه ذرت دارد بطوریکه با رشد گیاه و افزایش سن آن میزان پارازیتیسیم افزایش می‌یابد (Setamou & Schulthess, 1995).

ارقام مختلف یک گیاه و یا گونه‌های مختلف گیاهی می‌توانند از طریق ویژگی‌های فیزیکی و بیوشیمیایی و یا بصورت غیرمستقیم از طریق جیره غذایی میزبان بر ویژگی‌های رفتاری و کارایی دشمنان طبیعی تأثیر بگذارد (Price, 1986). نتایج این بررسی نشان می‌دهد که برخی ویژگی‌های زنبور *T. busseolae* از قبیل کارایی کشف و درصد پارازیتیسیم روی ارقام مختلف نیشکر تحت تأثیر نوع رقم می‌باشد. بالاترین کارایی کشف و یا به عبارتی دیگر بیشترین تعداد دستجات تخم پارازیتیه شده در رقم CP48-103 مشاهده شد که باعث بالا رفتن قابل توجه درصد پارازیتیسیم (۸۰ درصد) در این رقم در مقایسه با سه رقم CP69-1062 (۶۰ درصد)، CP57-614 (۶۵ درصد) و SP70-1143 (۶۲ درصد) شد.

در تحقیق حاضر درصد پارازیتیسیم در رقم CP48-103 افزایش معنیداری را در مقایسه با سایر ارقام تجاری نیشکر نشان داد. زنبور *T. busseolae* به فرمون رها شده از پروانه‌های ماده *S. nonagrioides* جلب شده و از آن بعنوان راهنمایی جهت تشخیص محل تخم‌ریزی میزبان استفاده می‌نماید (Colazza et al., 1997) و همچنین به کایرمون تولید شده توسط افراد بالغ میزبان ماده و یا لاروهای در حال تغذیه میزبان نیز جلب می‌شود (Chabi-Olaye et al., 2001). در پارازیتوئیدهایی که جلب کایرمون میزبان میشوند میزان جستجوگری آنها در غلظت‌های بالای کایرمون بیشتر از غلظت‌های پائین می‌باشد زیرا که غلظت کایرمون

ارتباط مستقیمی با تراکم میزبان داشته و نشان دهنده جلب پارازیتوئید به تراکم بالای میزبان میباشد (Fellowes et al., 2005). بسیاری از پارازیتوئیدها به تراکم بالای میزبان عکسالعمل نشان داده و تمایل بیشتری به تجمع و در نتیجه افزایش میزان پارازیتیسیم را در تراکم‌های بالا از خود نشان میدهند (Hassel & May, 1973).

میزان پارازیتیسیم بالا در رقم CP48-103 احتمالاً به دلیل جلب بیشتر میزبان به این رقم میباشد زیرا که میزان تخم‌ریزی بیشتری در آن دیده میشود و تراکم بالای دستجات تخم میزبان باعث جلب بیشتر زنبور و در نتیجه افزایش پارازیتیسیم میشود. بنابراین به نظر میرسد در این حالت رقم نیشکر بصورت غیرمستقیم و از طریق تأثیر بر میزبان، کارآیی زنبور *T. busseolae* را تحت تأثیر قرار میدهد.

از طرفی دیگر تأثیر مستقیم رقم بر کارآیی زنبور نیز منتفی نمیشود زیرا مطالعات انجام شده در زمینه واکنش تابعی زنبور *T. busseolae* روی ساقه‌خوار نیشکر *S. nonagrioides* در سه رقم تجاری نیشکر نشان داده است که قدرت جستجوی زنبور در رقم CP48-103 بیشتر از ارقام CP69-1062 و SP70-1143 میباشد (عسکریان زاده، ۱۳۸۳). علیرغم آنکه میانگین تعداد دستجات تخم در دو رقم CP48-103 و CP69-1062 اختلاف معنیداری نشان نمیدهند ولی درصد پارازیتیسیم اختلاف معنی داری داشته و به ترتیب بیشترین و کمترین میزان را نشان میدهند.

برش دهی اثرات متقابل نشان داد که در اوایل رشد گیاه نیشکر (مرحله پنجه‌زنی) کارآیی کشف و درصد پارازیتیسیم زنبور تحت تأثیر نوع رقم قرار میگیرد و در مرحله رشد کامل ساقه رقم تأثیر معنیداری بر کارآیی کشف و درصد پارازیتیسیم ندارد. بنابراین به نظر میرسد ارقام نیشکر در مراحل ابتدایی رشد کارآیی زنبور پارازیتوئید را بیشتر تحت تأثیر قرار میدهد و در این زمان به دلیل پائین بودن تراکم دستجات تخم تأثیر مستقیم رقم بر کارآیی زنبور نیز وجود دارد.

با توجه به موارد ذکر شده چنین به نظر میرسد که ارقام نیشکر کارآیی زنبور پارازیتوئید را هم بصورت غیرمستقیم از طریق تأثیر بر میزبان و هم بصورت مستقیم از طریق تولید مواد شیمیایی ثانویه و یا محرک‌های شیمیایی ایجاد شده بر اثر تغذیه ساقه‌خواران (که تحت عنوان رایچه‌های القایی گیاه نام برده میشوند) که نقش سینومون را برای دشمن طبیعی ایفاء مینمایند، تحت تأثیر قرار دهند. بمنظور درک بهتر روابط اکولوژیکی در یک برهمکنش سه سطحی بین گیاه-آفت-دشمن طبیعی لازم است این اثرات به تفکیک مورد مطالعه قرار گیرند.

در بررسی درصد ساقه و میانگرمه آلوده در ارقام تجاری با وجود آنکه درصد ساقه آلوده در رقم CP48-103 بیشتر از سایر ارقام بود ولی درصد میانگرمه آلوده در رقم CP69-1062 بیشتر بود که کاهش میزان آلودگی میانگرمه با وجود افزایش میزان آلودگی ساقه احتمالاً به دلیل کارآیی کشف و درصد پارازیتیسیم بالاتر زنبور در این رقم میباشد.

در مطالعات انجام شده در زمینه تأثیر ساقه‌خواران نیشکر *Sesamia* spp. بر عملکرد نیشکر، رقم CP48-103 بعنوان رقم متحمل و رقم CP69-1062 فوقالعاده حساس معرفی شده است (عسکریان زاده، ۱۳۸۳). با توجه به اینکه زنبور پارازیتوئید روی رقم CP48-103 کارآیی قابل توجهی دارد، به نظر میرسد در تحمل رقم مذکور نقش داشته باشد.

با توجه به نتایج حاصل از پژوهش حاضر در ارقام مختلف یک محصول ممکن است دشمنان طبیعی کارآیی متفاوتی نشان دهند، بنابراین در مطالعات مربوط به ارزیابی مقاومت ارقام و بخصوص در زمینه تحمل ارقام در برابر خسارت آفات نقش دشمنان طبیعی نیز بایستی در نظر گرفته شوند.

با توجه به نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر در مکن ارقام تجاری نیشکر زنبور پارازیتوئید *T. busseolae* روی رقم CP48-103 فعالیت قابل توجهی داشته و جمعیت بالایی از زنبور در این رقم مشاهده می‌شود. با توجه به برداشت رقم مذکور در اواخر فصل برداشت این رقم پناهگاه مناسبی برای زمستانگذراری زنبور بوده و جمعیت زنبور را تا زمان شروع تخم‌ریزی آفت (در اواخر اسفند و اوایل فروردین) حفظ نموده و آن را قادر می‌نماید تا در مزارع مجاور که دارای ساقه‌های جوان و سبز بوده و محل مناسبی برای تخم‌ریزی آفت می‌باشد انتشار یابد.

با در نظر گرفتن سطح زی کشت ارقام مختلف تجاری در هر کشت و صنعت می‌توان رقم CP48-103 را در مجاورت سایر ارقام تجاری به‌ویژه رقم حساس CP69-1062 کشت نمود تا علاوه بر حفاظت از جمعیت زنبور پارازیتوئید، کنترل بیولوژیک موثرتری را در مزارع نیشکر شاهد باشیم.

Interaction of sugarcane borers, egg parasitoid and sugarcane cultivars

ArsalanJamshidnia

Sugarcane and Byproducts Research and Training Institute of Khuzestan

Abstract:

The sugarcane stem borers, *Sesamiacretica* Led. and *S. nonagrioides* Lef. are the most important pests of sugarcane in Iran. The egg parasitoid wasp, *Telenomusbuseolae* Gahan is the most important natural enemy of *Sesamia* spp. in Khuzestan province that play an important role in regulating populations of sugarcane stem borers. A field experiment was conducted to evaluate the performance of *T. buseolae* and sugarcane borers on sugarcane commercial varieties (i.e. CP69-1062, CP48-103, CP57-614 and SP70-1143). Our results indicated that both growth stage and variety of sugarcane had a significant effect on the egg batch density, discovery efficiency and percent parasitism. The interaction between growth stage and variety on percent parasitism and discovery efficiency were statistically different. Effects of growth stage, variety and interaction between them on parasitism efficiency, adult emergence and F1 progeny sex ratio were not statistically significant. The highest egg batch density, discovery efficiency and percent parasitism was observed on CP48-103 variety. the highest internode infestation was observed on CP69-1062 variety (13.55%) that show the high susceptibility of this variety. Based on our results, *T. buseolae* in CP48-103 variety was more efficient than the other sugarcane commercial varieties. Thus, this variety can be cultivated near the other commercial varieties, particularly CP69-1062 (susceptible variety to sugarcane borers), in order to achieve an effective biological control program of *Sesamia* spp. in sugarcane fields.

Key words: egg parasitoid *Telenomusbuseolae*, sugarcane borers *Sesamia* spp., sugarcane cultivars

منابع مورد استفاده:

۱. دانیالی م. ۱۳۶۳. بررسی کاربرد روشهای مبارزه بیولوژیک، زراعی و شیمیایی بر علیه ساقه خواران نیشکر در منطقه هفت تپه خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۱۴ص.
۲. دانیالی، م. ۱۳۵۵. زیست شناسی ساقه خوار نیشکر در منطقه هفت تپه خوزستان. نشریه آفات و بیماریهای گیاهی، ۴۴: ۱-۲۲.
۳. رنجبر اقدم، ح. ۱۳۷۸. بررسی امکان پرورش زنبور پارازیتوئید تخم *Platytenomushylas Nixon* (Hym., Scelionidae) در شرایط آزمایشگاهی جهت کنترل بیولوژیک ساقه خواران. پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۱۹۶ص.
۴. صیاد منصور، ع. ۱۳۸۵. بررسی نوسانات جمعیت زنبور *Platytenomushylas Nixon* پارازیتوئید تخم ساقه خوار نیشکر *Sesamianonagrioides Lef* در شمال خوزستان. پایان نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه شهید چمران اهواز. ۹۳ص.

۵. عباسی پور، ح. ۱۳۸۲. خصوصیات بیولوژیک *Platytenomushylas* (Hym.: Scelionidae) زنبور پارازیتوئید تخم کرم ساقه خوار ذرت و نیشکر *Sesamianonagrioides* (Lep.: Noctuidae) در استان خوزستان. نامه‌ی انجمن حشره شناسی ایران، ۲۳: ۱۰۳-۱۱۶.

۶. عسکریان زاده، ع. ۱۳۸۳. ارزیابی مکانیسم‌های مقاومت ارقام نیشکر به ساقه خواران. پایان نامه دکتری، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس تهران. ۱۲۹ص.

7. Alexandri, M. P. and J. A. Tsitsipis (1990). "Influence of the Egg Parasitoid *Platytenomusbusseolae* (Hym, Scelionidae) on the Population of *Sesamianonagrioides* (Lep: Noctuidae) in Central Greece." Entomophaga35(1): 61-70.
8. Askarianzadeh, A., S. Moharrampour, K. Kamali and Y. Fathipour (2008). "Evaluation of damage caused by stalk borers, *Sesamia* spp.(Lepidoptera: Noctuidae), on sugarcane quality in Iran." Entomological Research38(4): 263-267.
9. Bin, F. and S. Vinson (1991). "Efficacy assessment in egg parasitoids (Hymenoptera): proposal for a unified terminology." Colloques de l'INRA (France).
10. Bottrell, D., P. Barbosa and F. Gould (1998). "Manipulating natural enemies by plant variety selection and modification: a realistic strategy?" Annual Review of Entomology43(1): 347-367.
11. Chabi-Olaye, A., F. Schulthess, T. G. Shanower and N. A. BosquePerez (1997). "Factors influencing the developmental rates and reproductive potentials of *Telenomusbusseolae* (Gahan) (Hym: Scelionidae), an egg parasitoid of *Sesamiacalamistis*Hampson (Lep: Noctuidae)." Biological Control8(1): 15-21.
12. Chabi-Olaye, A., F. Schulthess, H. M. Poehling and C. Borgemeister (2001). "Host location and host discrimination behavior of *Telenomus* spp., an egg parasitoid of the African cereal stem borer *Sesamiacalamistis*." Journal of Chemical Ecology27(4): 663-678.
13. Colazza, S., M. C. Rosi and A. Clemente (1997). "Response of egg parasitoid *Telenomusbusseolae* to sex pheromone of *Sesamianonagrioides*." Journal of Chemical Ecology23(11): 2437-2444.
14. Hassell, M. and R. May (1973). "Stability in insect host-parasite models." Journal of Animal Ecology42(3): 693-726.
15. Narrei, A., K. Taherkhani and A. Askarianzadeh (2005) "Biological control of sugarcane pink stem borers, *Sesamia* spp.(Lep.: Noctuidae) by the parasitoid wasp *Platytenomushylas* Nixon (Hym.: Scelionidae) in Iran." Proceeding of the 25th International Society of Sugarcane Technologist Congress2: 771-773.
16. Polaszek, A., J. A. Ubeku and N. A. Bosqueperez (1993). "Taxonomy of the *Telenomusbusseolae* Species-Complex (Hymenoptera, Scelionidae) Egg Parasitoids of Cereal Stem Borers (Lepidoptera, Noctuidae, Pyralidae)." Bulletin of Entomological Research83(2): 221-226.
17. Polaszek, A. & S.W. Kimani (1990) "Telenomus species (Hym.:Scelionidae) attacking eggs of pyralid pests (Lepidoptera) in Africa: a review guide to identification." Bulletin of Entomological Research80: 57-71
18. Price, P. (1986). "Ecological aspects of host plant resistance and biological control: interactions among three trophic levels." Interactions of Plant Resistance and Parasitoids and Predators of Insects: 11-30.

19. Sétamou, M. and F. Schulthess (1995). "The influence of egg parasitoids belonging to the *Telenomusbusseolae* (Hym.:Scelionidae) species complex on *Sesamia calamistis* (Lepidoptera: Noctuidae) populations in maize fields in southern Benin." Biocontrol Science and Technology5: 69-81.
20. Southwood, R. and P. Henderson (2000). Ecological methods, Blackwell Pub.
21. Van Emden, H. (1986). "The interaction of plant resistance and natural enemies: effects on populations of sucking insects." Interactions of Plant Resistance and Parasitoids and Predators of Insects: 138-150.
22. Zar, J. (1999). "Biostatistical analysis. 4th." Upper Saddle River, New Jersey, Simon & Shuster.