Archive of SID

آفات و بیماریهای گیاهی
جلد ۶۸، شماره ۱ و ۲، بهمن ۱۳۷۹

واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* (Hym., Scelionidae) به تراکم‌های مختلف تخم سن *Eurygaster integriceps* (Het.,Secutelleridae) و تأثیر ارقام مختلف گندم بر آن

Functional response of *Trissolcus grandis* (Hym., Scelionidae) to different egg densities of *Eurygaster integriceps* (Het., Scutelleridae) and effects of different wheat genotypes on it

یعقوب فتحی‌پور ، کریم کمالی ، جعفر خلقانی و غلامعباس عبداللهی
دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس ، وزارت جهاد سازندگی و
موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی

چکیده

واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* به تراکم‌های مختلف تخم سن *Eurygaster integriceps* تحت شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. در این تحقیق اثرات دو رقم گندم سرداری (حساس) و فلات (مقاوم) برروی واکنش تابعی پارازیتوئید به‌عنوان یکی از روش‌های ارزیابی اثرات متقابل ارقام مقاوم و زنبورهای پارازیتوئید نیز بررسی شد. آزمایشات، در داخل لوله آزمایش با نسل F2 آزمایشگاهی بدون استفاده از بوته‌های گندم و در داخل گلدان با نسل‌های F2 و F5 با استفاده از بوته‌های گندم انجام شد. زنبورها از نسل F1 به بعد از تخم سن‌هایی خارج شده بودند که از دو رقم گندم سرداری و فلات تغذیه کرده بودند. در لوله آزمایش، زنبور ماده به مدت یک ساعت و در هر دو آزمایش انجام شده در داخل گلدان به مدت ۶ ساعت در معرض تراکم‌های ۲، ۴، ۷، ۱۴، ۲۸، ۳۲، ۴۲ و ۵۶ عدد تخم سن گندم قرار داده شد. تجزیه داده‌های واکنش تابعی در دو مرحله و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد. در مرحله اول برای تعیین نوع واکنش تابعی از رگرسیون لجیستیک نسبت تخم‌های پارازیته شده توسط زنبور پارازیتوئید و در مرحله دوم برای تعیین پارامترهای قدرت جستجو (a یا b) و زمان دستیابی به میزبان (Th) از رگرسیون غیر

www.SID.ir

Archive of SID

خطی (روش Least square) استفاده شد. نتایج حاصل از رگرسیون لجیستیک نشان داد که در هر سه وضعیت آزمایشی (نسل F2 داخل لوله و گلدان و F5 داخل گلدان) واکنش تابعی با تأثیر رقم مقاوم فلات از نوع دوم و با تأثیر رقم حساس سرداری از نوع سوم می‌باشد. در واکنش‌های تابعی نوع سوم از مدل Rogers استفاده شد. نوع دوم برای برآورد پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی از مدل Holling و در واکنش‌های تابعی مقادیر مربوط به قدت جستجو (a در واکنش نوع دوم و b در نوع سوم)، زمان دستیابی (Th)، میزان برازش داده‌ها با مدل (r^2) و حداکثر میزان پارازیتیسم برآورد شده توسط مدل (T/Th) با تأثیر رقم فلات (واکنش نوع دوم) به شرح زیر بود:

- در زنبورهای نسل F5 داخل گلدان به‌ترتیب ۰/۱۶۷ ، ۰/۰۸۳ ، ۰/۹۷ ، ۷۲/۲۹.
- در زنبورهای نسل F2 داخل گلدان به‌ترتیب ۰/۱۸۵ ، ۰/۰۴۷ ، ۰/۹۰ ، ۱۲۷/۶۶.
- در زنبورهای نسل F2 داخل لوله به‌ترتیب ۱/۵۸۴ ، ۰/۰۴۰ ، ۰/۹۳ ، ۲۵/۲۵.

مقادیر ذکر شده با تأثیر رقم سرداری (واکنش نوع سوم) به‌شرح زیر بود:

- در زنبورهای نسل F5 داخل گلدان به‌ترتیب ۰/۰۳۵ ، ۰/۱۴۹ ، ۰/۹۷ ، ۴۰/۲۷.
- در زنبورهای نسل F2 داخل گلدان به‌ترتیب ۰/۰۵۹ ، ۰/۱۳۹ ، ۰/۹۸ ، ۴۳/۱۶.
- در زنبورهای نسل F2 داخل لوله به‌ترتیب ۰/۸۲۰ ، ۰/۰۵۷ ، ۰/۹۵ ، ۱۷/۵۴.

نتایج حاصله نشان داد که رقم فلات از این لحاظ که باعث ایجاد واکنش تابعی از نوع دوم در زنبور پارازیتوئید شده است دارای اثر متقابل منفی با این زنبور می‌باشد. مقایسه پارامترهای برآورد شده برای زنبورهای F2 و F5 داخل گلدان نشان داد که با تأثیر رقم سرداری اختلاف چندانی بین نسل‌های F2 و F5 از این لحاظ وجود ندارد ولی با تأثیر رقم فلات این اختلاف محسوس بوده و در نسل F5 قدرت جستجو کاهش و زمان دستیابی افزایش یافته بود.

واژه‌های کلیدی: واکنش تابعی، *Trissolcus grandis*، *Eurygaster integriceps*

مقدمه

وقتی اجزای رفتاری اثرات متقابل پارازیتوئید - میزبان بوسیله یک مدل کمی مورد تفسیر قرار می‌گیرد، پارامترهای توصیفی حاصله از این مدل‌ها می‌تواند جهت پیشگویی روابط پارازیتوئید - میزبان استفاده شود (Hassell, 1978). عنصر اصلی این روابط، واکنش تابعی (Functional response) است که اولین بار توسط Solomon (1949) مطرح و به صورت رابطه بین

www.SID.ir

Archive of SID

تعداد طعمه مورد حمله قرار گرفته توسط یک شکارگر و تراکم طعمه تعریف گردید. علت بکارگیری عنوان واکنش تابعی به این خاطر است که تعداد میزبان مورد حمله قرار گرفته توسط یک پارازیتوئید تابعی از تراکم میزبان می‌باشد (Holling, 1959, 1966).

Holling (1959) سه نوع واکنش تابعی متفاوت را تشخیص داد و منحنی‌های آنها را بدست آورد. در واکنش تابعی نوع اول با افزایش تراکم میزبان، تعداد میزبان‌های مورد حمله قرارگرفته به‌صورت خطی افزایش می‌یابد تا به یک حداکثر برسد و سپس این مقدار ثابت باقی می‌ماند. در این وضعیت نسبت (درصد) میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته تا یک مرحله ثابت بوده (مستقل از تراکم) و سپس کاهش می‌یابد. در واکنش تابعی نوع دوم با افزایش تراکم میزبان، تعداد میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته افزایش می‌یابد. ولی این افزایش به صورت خطی نبوده و به تدریج از شیب منحنی کاسته می‌شود تا به یک مقدار ثابت برسد. در این وضعیت، نسبت میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته به تدریج کاهش می‌یابد (وابسته به عکس تراکم). van Emden (1987) معتقد است هرگاه دشمن طبیعی در حمله به میزبان خود به صورت وابسته به عکس تراکم میزبان عمل نماید، از آنجائیکه رقم مقاوم باعث کاهش تراکم حشره آفت در روی خود می‌شود به همین خاطر نسبت حشرات مورد حمله قرار گرفته در روی رقم مقاوم افزایش یافته و بدین ترتیب بین رقم مقاوم و کنترل بیولوژیک اثر متقابل مثبت (سینرژیسم) بوجود می‌آید و این یکی از فرضیات سه گانه وی در مورد اثرات متقابل بین ارقام مقاوم و کنترل بیولوژیک بوده و در مدیریت تلفیقی آفات (IPM) از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در واکنش تابعی نوع سوم، تعداد میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته به صورت منحنی سیگموئیدی (S شکل) است که ابتدا به شیب آن اضافه شده و سپس کاسته می‌شود. در این وضعیت نسبت میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته ابتدا افزایش یافته (وابسته به تراکم) و سپس کاهش می‌یابد (Juliano, 1993). طبق یکی دیگر از فرضیات سه گانه مطرح شده (van Emden, 1987) در صورت وجود رفتار وابسته به تراکم میزبان در دشمن طبیعی، از آنجائیکه نسبت میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته در روی رقم مقاوم کاهش می‌یابد، اثر متقابل بین رقم مقاوم و کنترل بیولوژیک از نوع منفی خواهد بود (آنتاگونیسم). در برخی منابع از واکنش تابعی نوع چهارم نیز صحبت به میان آمده که در آن منحنی واکنش، گنبدی شکل بوده و با افزایش تراکم میزبان، تعداد میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته پس از رسیدن به یک میزان حداکثر، دوباره کاهش می‌یابد (Shishehbor & Brennan, 1996 ; Jervis & Kidd, 1996). در واکنش تابعی، هرگاه پارازیتیسم به‌صورت وابسته به تراکم میزبان تغییر کند، پارازیتوئید بهتر می‌تواند جمعیت میزبان را کنترل

www.SID.ir

Archive of SID

نماید (O'Neil, 1990 ; Houck & Strauss, 1985 ; Hassell, 1978).

واکنش تابعی و رفتارهای مشابه در دشمنان طبیعی نه تنها از طریق خصوصیات دشمن طبیعی و میزبان تحت تأثیر قرار می‌گیرد بلکه نوع گیاه موجود در محل فعالیت دشمن طبیعی و میزبان نیز می‌تواند در این امر دخالت داشته باشد (Mohagheh, 1999 ; Messina & Hanks, 1998 ; Messina *et al.*, 1997 ; Coll & Ridgway, 1995). ارقام مختلف یک گیاه و یا گونه‌های مختلف گیاهی می‌توانند از طریق خصوصیات فیزیکی و بیوشیمیایی و یا به صورت غیر مستقیم از طریق جیره غذایی میزبان، برروی خصوصیات رفتاری و کارایی دشمن طبیعی تأثیر بگذارد (Price, 1986). جهت ارزیابی این تأثیر غیر مستقیم، از خصوصیات مختلف رفتاری و دموگرافیک از جمله میزان پارازیتیسم در تراکم‌های مختلف میزبان (واکنش تابعی) استفاده می‌شود (Panda & Khush, 1995 ; van Emden, 1986).

هدف از این تحقیق، بررسی واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* Thom. نسبت به تراکم‌های مختلف تخم سن *Eurygaster integriceps* Put. و تعیین میزان تأثیر ارقام مختلف گندم در این خصوصیت رفتاری پارازیتوئید طی نسل‌های مختلف آزمایشگاهی به عنوان یکی از روش‌های ارزیابی اثرات متقابل ارقام مقاوم و کنترل بیولوژیک در برنامه مدیریت تلفیقی سن گندم بود. در این تحقیق هم اثر خصوصیات فیزیکی و ظاهری ارقام و هم تاثیر غیر مستقیم آنها از طریق جیره غذایی میزبان زنبور، مورد بررسی قرار گرفته است.

روش بررسی

الف- نحوه طراحی آزمایشات

برای بررسی واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *T. grandis* از ۸ تراکم ۲، ۴، ۷، ۱۴، ۲۸، ۳۲، ۴۲ و ۵۶ تخم سن گندم استفاده شد. این تخم‌ها از سن‌های ماده‌ای بدست آمده بودند که از محل‌های زمستان گذرانی اطراف ورامین جمع‌آوری و در شرایط گلخانه از بوته‌های سبز (مرحله پنجه‌زنی) دو رقم گندم سرداری و فلات تغذیه کرده‌بودند. این دو رقم گندم طی دو مرحله آزمایش از بین ۸ و سپس از بین ۴ رقم گندم جدا شده و رقم سرداری به عنوان حساس و رقم فلات به عنوان مقاوم شناخته شده بودند. برای اثبات حساس بودن رقم سرداری و مقاوم بودن رقم فلات از روش‌های متعددی چون میزان تخم‌ریزی روزانه و کل، طول دوره‌های تخم‌ریزی و قبل و پس از تخم‌ریزی، شاخص میانگین رشد نسبی، طول دوره رشدی و وزن نهایی سن‌های گندم استفاده گردید.

www.SID.ir

Archive of SID

زنبورهای پارازیتوئید مورد استفاده، متعلق به سوش فشند کرج بوده و نسل F2 و F5 این زنبورها از تخم سن‌های بدست آمده بود که این سن‌ها از دو رقم گندم مورد نظر تغذیه کرده بودند. پرورش زنبورها در اتاقک‌های پرورش بخش تحقیقات سن گندم ورامین وابسته به موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی در شرایط دمای ۱ ± ۲۵ درجه سانتی گراد، رطوبت نسبی ۵ ± ۵۰ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت و نسل‌های F2 و F5 مورد لزوم از زنبورهای F1 موجود در کلنی بخش بدست آمد.

آزمایش واکنش تابعی در سه وضعیت مختلف انجام شد. در هر سه وضعیت، آزمایشات در اتاقک کشت با شرایط ذکر شده در بالا و در قالب طرح کاملاً تصادفی با ۶ تکرار انجام گردید. در وضعیت اول برای انجام آزمایش از لوله‌های شیشه‌ای به طول ۱۴/۵ و به قطر ۲ سانتی متر استفاده شد. تراکم‌های مختلف تخم که از سن‌های تغذیه کرده از بوته‌های سبز دو رقم گندم بدست آمده و روی برگ‌های گندم چسبیده بودند، در روی نوار کاغذی سفید رنگ چسبانیده شده و در داخل لوله آزمایش به مدت یک ساعت در اختیار یک زنبور ماده نسل F2 با عمر حدود ۲۴ ساعت قرار داده شد. پس از یک ساعت، تخم‌ها از دسترس زنبور خارج و در داخل اتاقک کشت قرار داده شد و پس از رشد جنین و خروج زنبورها، تعداد تخم‌های پارازیته شده شمارش گردید.

در وضعیت دوم، آزمایش در داخل گلدان و روی بوته‌های سبز گندم انجام شد. در این وضعیت از زنبورهای نسل F2 به مدت ۶ ساعت استفاده گردید. برای انجام آزمایش ابتدا دانه‌های دو رقم گندم در گلدان‌هایی به ارتفاع ۱۲/۵ و قطر ۱۳/۵ سانتی‌متر کشت گردید. پس از رشد گندم‌ها و در مرحله پنجه زنی، تعداد ۲۵ بوته در هر گلدان نگه داشته شده و بقیه بوته‌ها از گلدان حذف شدند. تراکم‌های مختلف تخم پس از استقرار بر روی نوار کاغذی، در قسمت بالای یکی از بوته‌های موجود در گلدان چسبانیده شدند. برای جلوگیری از فرار زنبور رهاسازی شده، هر گلدان بوسیله قفس پلیتن شفاف و استوانه‌ای شکل به ارتفاع ۱۷ و قطر ۱۲ سانتی متر محصور گردید. تخم‌های سن پس از ۶ ساعت از دسترس زنبور خارج و در داخل لوله‌های مخصوص جهت خروج زنبورها قرار داده شدند.

در وضعیت سوم، آزمایشات مشابه وضعیت دوم بوده و تنها تفاوت موجود، استفاده از زنبورهای نسل F5 بود که این زنبورها طی چند نسل در آزمایشگاه از تخم سن‌هایی که از دو رقم سرداری و فلات تغذیه کرده بودند بدست آمده بود.

www.SID.ir

Archive of SID

ب- نحوه تجزیه داده‌ها

تجزیه داده‌های واکنش تابعی در دو مرحله و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام شد (Juliano, 1993). برای تعیین نوع واکنش تابعی ابتدا رگرسیون لجیستیک (Logistic regression) نسبت تخم‌های پارازیته شده (Na) به تخم‌های موجود در تراکم اولیه (N) انجام شد. این رگرسیون میزان شیب و منفی یا مثبت بودن شیب سه قسمت اصلی منحنی درجه ۳ نسبت Na به N یعنی قسمت‌های Linear، Quadratic و Cubic را نشان می‌دهد (SAS Institute, 1989). نظر به اینکه در واکنش تابعی نوع دوم با افزایش تراکم میزبان از نسبت میزبان‌های پارازیته شده کاسته می‌شود (وابسته به عکس تراکم میزبان) لذا قسمت ابتدای این منحنی یعنی بخش Linear دارای شیب منفی بوده و بالتبع عدد برآورد شده برای آن نیز منفی خواهد بود و از منفی بودن آن می‌توان به نوع دوم بودن واکنش تابعی پی برد (Messina *et al.*, 1998 ; Juliano, 1993). در واکنش تابعی نوع سوم، با افزایش تراکم میزبان، ابتدا نسبت میزبان‌های پارازیته شده افزایش یافته (وابسته به تراکم میزبان) و سپس از میزان آن کاسته می‌شود و به همین لحاظ عدد برآورد شده برای قسمت Linear مثبت می‌باشد که نشانگر مثبت بودن شیب منحنی است. بنابراین علامت مثبت یا منفی قسمت خطی منحنی Na/N بدون توجه به علامت دو قسمت دیگر نشانگر واکنش تابعی نوع دوم یا سوم می‌باشد.

در مرحله دوم و پس از تعیین نوع واکنش تابعی، با استفاده از رگرسیون غیر خطی (روش Least square و تکنیک DUD) پارامترهای قدرت جستجو یا ضریب حمله (a) و زمان دستیابی (Th) برآورد شد. a میزان جستجوی انجام شده توسط پارازیتوئید را نشان می‌دهد (Mohaghegh, 1999) و در برخی منابع به صورت نسبتی از کل مساحتی که یک پارازیتوئید در مدت زمان آزمایش (مثلاً یک ساعت در داخل لوله آزمایش و ۶ ساعت در داخل گلدان) به جستجو می‌پردازد، تعریف می‌شود (Tilman, 1996 ; Shishehbor & Brennan, 1996 ; Stark & Whitford, 1987). قدرت جستجو تعیین می‌کند که منحنی واکنش تابعی با چه سرعتی به بالاترین قسمت خود می‌رسد (Sahragard, 1989 ; Hassell, 1978). زمان دستیابی مدت زمانی است که یک پارازیتوئید برای یافتن و پارازیته کردن یک میزبان، تمیز کردن خود و استراحت صرف می‌کند (Holling, 1959). در منحنی واکنش تابعی، بالاترین قسمت منحنی (حداکثر پارازیتیسم) توسط زمان دستیابی تعیین می‌شود (Shishehbor & Brennan, 1996). در این تحقیق و در بسیاری از تحقیقات مربوط به واکنش تابعی، پارامترهای a (یا b) و Th جنبه مقایسه‌ای داشته و برای مقایسه میزان تأثیر ارقام مختلف گندم برروی رفتار پارازیتیسم زنبورهای پارازیتوئید مورد استفاده قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

در برآورد پارامترهای واکنش تابعی از مدل نوع دوم Holling و نوع سوم Rogers استفاده شد (Hassell, 1978 ; Hassell *et al.*, 1977 ; Rogers, 1972 ; Holling, 1959). در آزمایشات انجام شده با تأثیر رقم مقاوم فلات، مدل نوع دوم Holling (مدل شماره ۱) و با تأثیر رقم حساس سرداری، مدل نوع سوم Rogers (با جایگزینی مدل شماره ۵ در مدل شماره ۲) مورد استفاده قرار گرفت. مدل مذکور هم برای شکارگرها و هم برای پارازیتوئیدها قابل استفاده است (Juliano, 1993 ; Juliano & Williams, 1987).

$$Na = a\ TN/1 + a\ Th\ N \qquad (۱)$$

$$Na = N\ [1 - \exp\ (a\ (Th\ Na - T))] \qquad (۲)$$

$$a = (d + b\ N) / (1 + cN) \qquad \text{(Full model)} \qquad (۳)$$

$$a = d + bN \qquad c = 0 \qquad \text{(Reduced model 1)} \qquad (۴)$$

$$a = bN \qquad c = 0\ ,\ d = 0 \qquad \text{(Reduced model 2)} \qquad (۵)$$

در معادلات ذکر شده Na= تعداد میزبان‌های پارازیته شده، N= تراکم اولیه میزبان، exp = پایه لگاریتم طبیعی، T= زمان آزمایش، b، c و d= مقادیر ثابت، a= قدرت جستجو و Th= زمان دستیابی

در هر سه آزمایش واکنش تابعی نوع سوم (با تأثیر رقم سرداری) برای برآورد پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی، ابتدا از معادله کامل راجرز (با جایگزینی معادله شماره ۳ در معادله شماره ۲) با هر سه پارامتر b، c و d استفاده شد. در مرحله دوم و بنا به ضرورت پارامتر c و در مرحله سوم دو ضریب c و d مساوی صفر درنظر گرفته شد (به ترتیب با جایگزینی معادلات ۴ و ۵ در معادله ۲) و نهایتاً مدل کاهش یافته مورد استفاده قرار گرفت. هر گاه به هنگام استفاده از مدل کامل در برآورد پارامترهای واکنش تابعی نوع سوم، حدود اطمینان پارامترها عدد صفر را نیز شامل شود بدین معناست که پارامتر مربوطه اختلاف معنی داری از صفر ندارد. در این وضعیت بایستی ابتدا پارامتر c و در صورت تکرار قضیه در مرحله بعدی هر دو پارامتر c و d را مساوی صفر قرار داده و فقط دو پارامتر b و Th را برآوردکنیم. در این وضعیت a=bN در نظر گرفته می‌شود که در آن قدرت جستجوی زنبور پارازیتوئید تابعی از تراکم اولیه میزبان محسوب شده و تنها عامل دخیل در آن علاوه بر تراکم اولیه میزبان، ضریب b خواهدبود. نکته‌ای که ذکر آن ضروری به نظر می‌رسد این

www.SID.ir

Archive of SID

است که در برآورد پارامترهای واکنش تابعی، ضریب b بایستی بزرگتر از صفر باشد تا رفتار واکنش تابعی نسبت به تراکم‌های مختلف میزبان تحقق یابد و صفر بودن آن نشانگر عدم وجود واکنش تابعی است (Juliano, 1993). در تمامی آزمایشات، حداکثر میزان پارازیتیسم برآورد شده توسط مدل‌های واکنش تابعی که از نسبت کل زمان آزمایش به زمان دستیابی به یک میزبان (T/Th) بدست می‌آید نیز محاسبه و وضعیت‌های مختلف آزمایشی از این لحاظ مورد مقایسه قرار گرفتند.

نتیجه و بحث

نتایج حاصل از رگرسیون لجیستیک و مقادیر برآورد شده برای سه قسمت منحنی درجه ۳ نسبت تخم‌های پارازیته شده سن گندم توسط زنبور پارازیتوئید با تأثیر دو رقم سرداری و فلات در جدول ۱ درج شده است. اعداد بدست آمده از این رگرسیون نشان داد که در هر سه وضعیت آزمایشی (F2 داخل لوله و گلدان و F5 داخل گلدان)، واکنش تابعی با تأثیر رقم حساس سرداری از نوع سوم و با تأثیر رقم مقاوم فلات از نوع دوم می‌باشد. به عبارت دیگر اعداد برآورد شده برای قسمت Linear منحنی در هر سه وضعیت آزمایشی برای رقم سرداری مثبت و برای رقم فلات منفی بود. منحنی‌های واکنش تابعی و نسبت تخم‌های پارازیته شده که توسط داده‌های برآورد شده توسط مدل‌های Rogers و Holling ترسیم شده در شکل‌های ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند.

در آزمایشات با تأثیر رقم فلات (واکنش تابعی نوع دوم) داده‌های مربوط به واکنش تابعی با هر دو مدل Holling و Rogers برازش داده شدند که از بین این دو مدل، مدل Holling بهتر از دو مدل دیگر توانست این داده‌ها را توصیف کرده و بهترین برآورد را برای پارامترهای قدرت جستجو (a) و زمان دستیابی (Th) ارائه دهد. در آزمایشات با تأثیر رقم سرداری (واکنش تابعی نوع سوم) مدل نوع سوم Rogers به خوبی توانست داده‌های مربوط به واکنش تابعی را توصیف کرده و برآورد خوبی برای پارامترهای b و Th با خطای معیار (SE) پایین و حدود اطمینان (Confidence intervals) مناسب ارائه دهد. مقادیر برآورد شده برای a، b و Th توسط هر دو مدل فوق‌الذکر و همچنین میزان برازش داده‌ها با مدل (r^2) و مقادیر مربوط به حداکثر میزان پارازیتیسم برآورد شده (T/Th) در جدول ۲ درج شده است. در تمامی آزمایشات میزان r^2 بالای ۰/۹۰ بوده و نشانگر برازش کامل داده‌ها با مدل‌های یاد شده است.

در برآورد پارامترهای مربوط به واکنش تابعی نوع سوم (با تأثیر رقم سرداری) ابتدا از معادله کامل ارائه شده برای a (معادله شماره ۳) استفاده گردید ولی از آنجاییکه در برآورد پارامترها، حدود

www.SID.ir

Archive of SID

اطمینان ۹۵٪، عدد صفر را نیز در برگرفت لذا در مرحله اول پارامتر c و در مرحله بعدی c و d مساوی صفر در نظر گرفته شد و با جایگزینی معادله a=bN در معادله راجرز (معادله شماره ۲) معادله واکنش تابعی نوع سوم بدست آمده و مورد استفاده قرار گرفت.

مقایسه پارامترهای برآورد شده برای هریک از آزمایشات در وضعیت‌های مختلف و با تأثیر دو نوع گندم نشان داد که قدرت جستجوی زنبور در داخل لوله آزمایش به مراتب بیشتر از داخل گلدان و زمان دستیابی آن به میزبان به مراتب کمتر از داخل گلدان است. علت این امر این است که زنبور در داخل لوله آزمایش زمان زیادی برای جستجوی میزبان صرف نکرده و در مدت زمان کوتاهی تعداد بیشتری از میزبان را در مقایسه با گلدان پارازیته می‌کند. در آزمایشات انجام شده در داخل گلدان با تأثیر هر دو رقم گندم، علی‌رغم اینکه قدرت جستجوی زنبورهای F2 بیشتر از F5 بود ولی از این

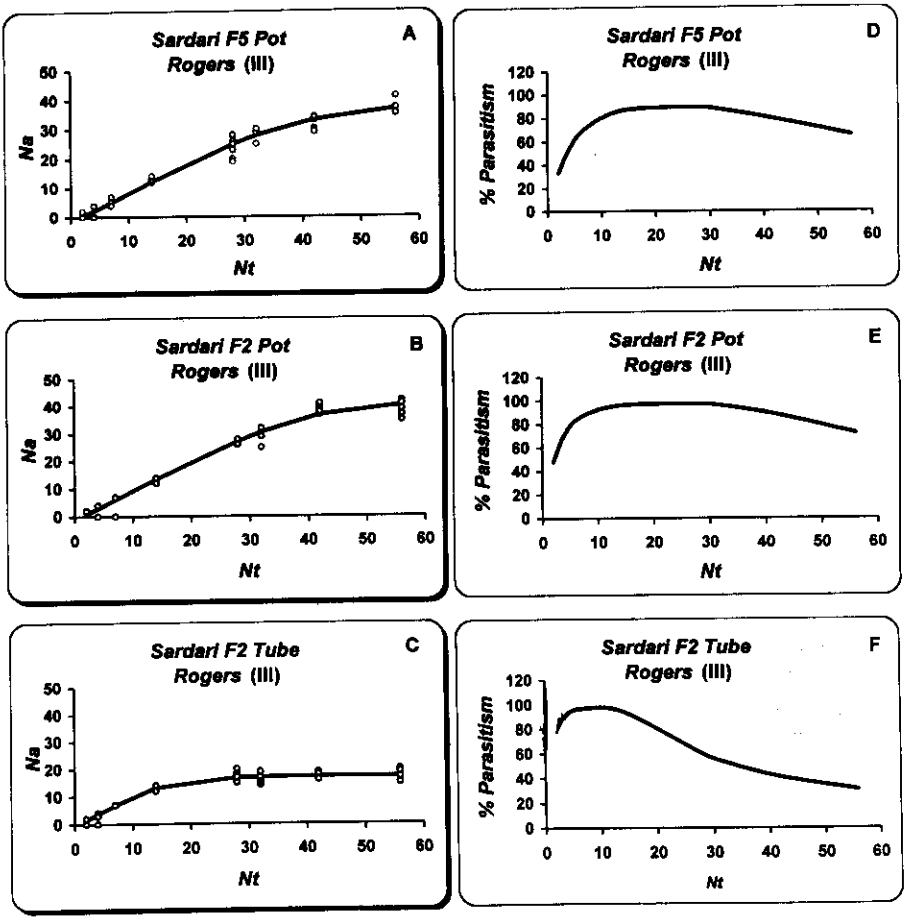
جدول ۱- مقادیر برآورد شده توسط رگرسیون لجیستیک برای قسمت‌های مختلف منحنی درجه ۳ نسبت تخم‌های پارازیته شده توسط زنبور *T. grandis* برای تعیین نوع واکنش تابعی.

Table 1- Results of logistic regression analysis, indicating estimates of linear, quadratic and cubic coefficients for proportion of eggs parasitized by *T. grandis* at different experiments.

مقدار برآورد شده بارقم فلات	مقدار برآورد شده بارقم سرداری	پارامتر	وضعیت آزمایش
Estimate for Falat	Estimate for Sardari	Parameter	Type of experiment
3.8765	1.4236	Constant	نسل F5 داخل گلدان
-0.2410	0.1288	Linear	
0.00637	-0.00526	Quadratic	Gen. F5 in pot
-0.00006	0.00005	Cubic	
1.6948	1.9103	Constant	نسل F2 داخل گلدان
-0.0503	0.0408	Linear	
0.00410	0.000335	Quadratic	Gen. F2 in pot
-0.00006	-0.00002	Cubic	
3.1587	2.5331	Constant	نسل F2 داخل لوله
-0.0453	0.00405	Linear	
-0.0272	-0.00407	Quadratic	Gen. F2 in tube
0.00004	0.00005	Cubic	

www.SID.ir

Archive of SID



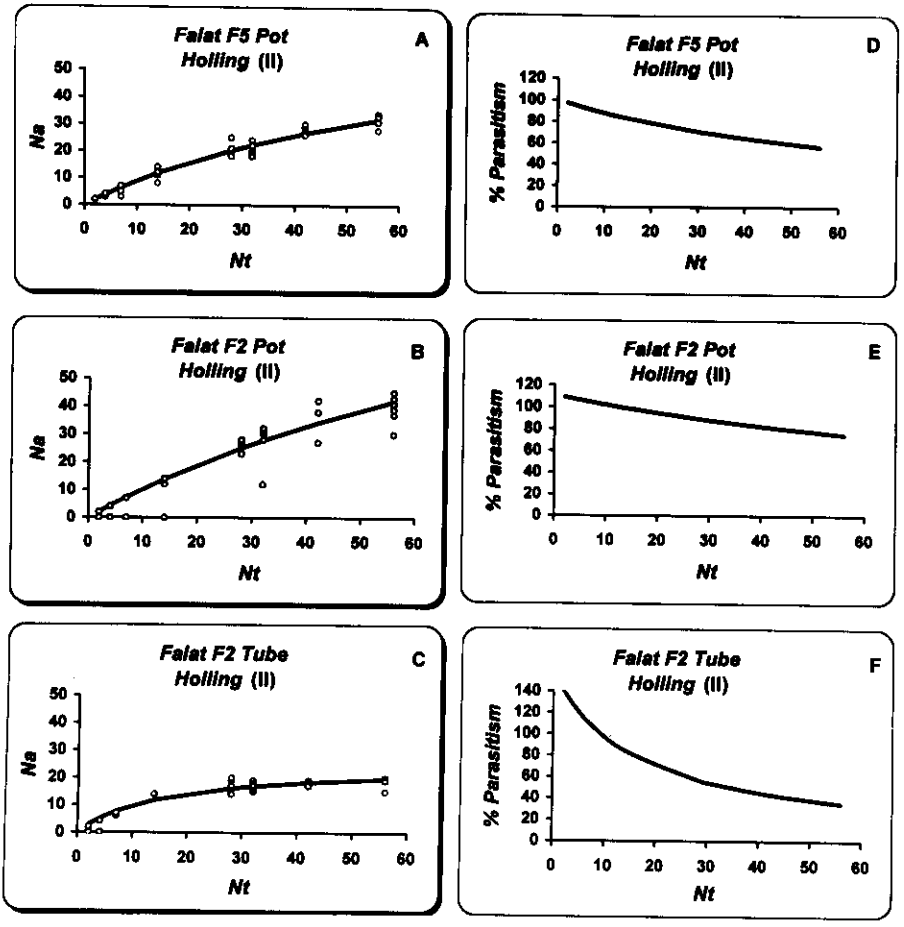
شکل ۱- منحنی‌های واکنش تابعی نوع سوم (A، B و C) و نسبت تخم‌های پارازیته شده (D، E و F) توسط زنبور *T. grandis* در وضعیت‌های مختلف آزمایشی با تأثیر رقم حساس سرداری.

Fig 1. The curves of functional response (A,B,C) and proportion of parasitized eggs by *T. grandis* (D,E,F) at different experiments on susceptible wheat genotype, Sardari.

لحاظ که حدود اطمینان پارامتر یاد شده دارای همپوشانی (Overlap) بود لذا می‌توان چنین استنباط کرد که تفاوت چندانی بین زنبورهای نسل F2 و F5 از این بابت وجود ندارد. مقایسه زمان دستیابی و

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۲- منحنی‌های واکنش تابعی نوع دوم (A، B و C) و نسبت تخم‌های پارازیته شده (D، E و F) توسط زنبور *T. grandis* در وضعیت‌های مختلف آزمایشی با تأثیر رقم مقاوم فلات.

Fig 2. The curves of functional response (A,B,C) and proportion of parasitized eggs (D,E,F) by *T. grandis* at different experiments on resistant wheat genotype, Falat.

حداکثر میزان پارازیتیسم برآورد شده توسط مدل (T/Th) نشان داد که این مقدار در زنبورهای نسل F2 و F5 باتأثیر رقم سرداری تفاوت چندانی ندارد ولی این تفاوت با تأثیر رقم فلات قابل ملاحظه

www.SID.ir

Archive of SID

بود (جدول ۲) که می‌توان آن را به افزایش تأثیر منفی رقم مقاوم طی نسل‌های مختلف نسبت داد. نتیجه نهایی اینکه رقم مقاوم از این لحاظ که باعث ایجاد واکنش تابعی از نوع دوم در زنبور شده‌است دارای اثر متقابل منفی با این زنبور می‌باشد که این امر می‌تواند به خاطر تأثیری باشد که رقم مقاوم از طریق جیره غذایی زنبور اعمال می‌کند. البته نکته‌ای که نباید از نظر دور داشت این است کـه رقـم مقاوم میزان تخم‌ریزی سن گندم را به میزان قابل توجهی کاهش می‌دهد و این کـاهش در شـرایـط مساوی با رقم حساس می‌تواند منجر به افزایش درصد پارازیتیسم تخم‌ها شود کـه از ایـن لحـاظ

جدول ۲- مقادیر برآورد شده توسط مدل‌های Holling و Rogers برای پارامترهای واکنش تابعی زنبور *T. grandis* در وضعیت‌های مختلف آزمایشی.

Table 2- Parameters (mean ± 1SE) estimated by Holling and Rogers equations, indicating functional response of *T. grandis* at different experiments.

T/Th	r^2	Th (h)	b (a=bN)	a (h^{-1})	نوع واکنش Type of F.R.	وضعیت آزمایش Type of experiment
			Sardari رقم سرداری			
40.27	0.97	0.149 ± 0.0052	0.035 ± 0.0049	-	III	F5 داخل گلدان
					rogers	Gen F5 in Pot
43.16	0.98	0.139 ± 0.0045	0.059 ± 0.0112	-	III	F2 داخل گلدان
					Rogers	Gen. F2 in pot
17.54	0.95	0.057 ± 0.0012	0.820 ± 0.2814	-	III	F2 داخل لوله
					Rogers	Gen. F2 in tube
			Falat رقم فلات			
72.29	0.97	0.083 ± 0.009	-	0.167 ± 0.011	II	F5 داخل گلدان
					Holling	Gen. F5 in pot
127.66	0.90	0.047 ± 0.015	-	0.185 ± 0.022	II	F2 داخل گلدان
					Holling	Gen. F2 in pot
25.25	0.93	0.040 ± 0.002	-	1.584 ± 0.148	II	F2 داخل لوله
					Holling	Gen. F2 in tube

www.SID.ir

Archive of SID

سودمند خواهد بود. طبق فرضیه سوم van Emden (1987 , 1990) در ارتباط با اثرات متقابل ارقام مقاوم و کنترل بیولوژیک، هرگاه پارازیتوئیدی که از لحاظ میزان پارازیتیسم به صورت وابسته به عکس تراکم میزبان عمل می‌کند در تلفیق با ارقام مقاوم بکار برده شود، از این لحاظ که تعداد میزبان موجود در روی رقم مقاوم کمتر بوده و درصد پارازیتیسم روی آنها افزایش می‌یابد، اثر متقابل بین رقم مقاوم و پارازیتوئید از نوع مثبت خواهد بود. البته قضاوت نهایی در این مورد مستلزم تحقیقات بیشتر می‌باشد.

مطالعات متعددی برروی نقش گیاه میزبان حشرات آفت در تغییر رفتار دشمنان طبیعی مخصوصاً رفتار واکنش تابعی در سیستم Tritrophic انجام شده و بعضاً نتایج جالب توجهی نیز بدست آمده است. مروری بر این مطالعات نشان می‌دهد که اغلب آنها در ارتباط با شکارگرها بوده و کمتر به پارازیتوئیدها پرداخته شده است. Coll & Ridgway (1995) در بررسی واکنش تابعی سن شکارچی *Orius insidiosus* (Say) نسبت به طعمه خود در روی گیاهان مختلف از جمله لوبیا، گوجه فرنگی و فلفل به اختلاف معنی‌دار دست یافتند. تأثیر گیاه میزبان برروی رفتار واکنش تابعی دشمن طبیعی ممکن است بقدری باشد که نوع واکنش تابعی را تغییر دهد (Mohaghegh, 1999). محقق اخیر واکنش تابعی سن شکارچی *Podisus nigrispinus* (Dallas) نسبت به تراکم‌های مختلف لارو کرم برگ‌خوار چغندر قند را در روی بادمجان وفلفل شیرین از نوع دوم و در روی گوجه فرنگی از نوع سوم بدست آورده‌است. Messina & Hanks (1998) واکنش تابعی کفش دوزک *Propylea guatuordecimpunctata* (L.) نسبت به تراکم‌های مختلف شته روسی گندم را در روی چند نوع گیاه میزبان بررسی کرده و روی برخی از گیاهان واکنش تابعی نوع دوم و روی برخی دیگر واکنش تابعی نوع سوم بدست آورده‌اند. Coll *et al.* (1997) اثر نوع گیاه میزبان دارد قدرت جستجوی برخی شکارگرها مورد بررسی قرارداده و تفاوت‌هایی را بین آنها به اثبات رسانده‌اند.

Wang & Ferro (1988) تغییر نوع واکنش تابعی را در فاکتورهای دیگری به غیر از گیاه میزبان جستجو کرده و عامل حرارت را در این میان مهم تشخیص داده‌اندکه تغییر واکنش تابعی زنبور *Trichogramma ostriniae* Pang & Chen نسبت به تراکم‌های مختلف تخم شب پره *Ostrinia nubilalis* (Hubner) در دمای مختلف مؤید نظر آنها می‌باشد. Taylor (1988) اثر اندازه میزبان در واکنش تابعی زنبور *Bracon hebetor* Say را مورد مطالعه قرار داد. بااینکه وی اختلاف آماری بین اندازه‌های مختلف میزبان از لحاظ میزان پارازیتیسم مشاهده نکرد ولی اعلام نمود که بین پارازیتوئیدها تمایل برای پارازیته کردن میزبان‌های با اندازه بزرگتر وجود دارد. اختلاف در اندازه

www.SID.ir

Archive of SID

میزبان ممکن است به خاطر اختلاف در گونه میزبان یا اختلاف در نوع گیاه مصرفی توسط حشره مادر باشد. محقق اخیر برای برازش داده‌ها از معادله دیسک Holling استفاده کرده‌است. بسیاری از محققینی که در مورد واکنش تابعی پارازیتوئیدها مطالعاتی را انجام داده‌اند، واکنش مربوط را از نوع دوم تشخیص داده‌اند که در اغلب موارد نیز معادله دیسک Holling بهترین برازش را داشته است (Shishehbor & Brennan, 1996 ; Cave & Gaylor, 1987).

سپاسگزاری

مقاله حاضر که بخشی از رساله دکتری نگارنده اول می‌باشد با استفاده از امکانات و مساعدت‌های مالی بخش تحقیقات سن گندم موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی انجام گرفته است که بدین وسیله از زحمات و همکاری‌های مسئولین و کارکنان محترم این بخش مخصوصاً ریاست محترم، جناب آقای دکتر مسعود امیر معافی تشکر و قدردانی می‌شود. نگارندگان همچنین از آقایان دکتر جعفر محقق نیشابوری عضو محترم هیأت علمی موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی و دکتر احد صحراگرد عضو محترم هیأت علمی دانشگاه گیلان به خاطر نظرات ارزشمندی که در ارتباط با این مقاله ارائه نمودند تشکر و قدردانی می‌نمایند.

نشانی نگارندگان: دکتر یعقوب فتحی‌پور و دکتر کریم کمالی، دانشگده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، جاده اتوبان کرج، پیکان شهر ؛ دکتر غلامعباس عبداللهی، موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، صندوق پستی ۱۴۵۴، تهران-۱۹۳۹۵.

www.SID.ir