

تأثیر نوع میزبان آزمایشگاهی بر واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma pintoi*

Voegele

یعقوب فتحی پور^۱، همت دادپور مغاللو^۱ و محمدرضا عطاران^۲

^۱دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس، تهران؛ ^۲بخش مبارزه بیولوژیک، موسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی، تهران
تاریخ دریافت: ۸۰/۹/۴؛ تاریخ پذیرش: ۸۱/۱/۲۳

چکیده

واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma pintoi* پرورش یافته بر روی بید آرد (*Ephestia kuehniella*) و بید غلات (*Sitotroga cerealella*) نسبت به تراکم‌های مختلف تخم میزبان‌های مذکور مورد مطالعه قرار گرفت و پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی زنبور در دو وضعیت آزمایشی با هم مقایسه گردید. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر نوع میزبان آزمایشگاهی (از لحاظ کیفیت و اندازه) بر روی یکی از خصوصیات مهم رفتاری زنبور پارازیتوئید یعنی واکنش تابعی بود که مطالعه این خصوصیت از جمله روشهای ارزیابی کارایی دشمنان طبیعی است. زنبورهای پارازیتوئید به تعداد ۱۵ نسل بر روی هر یک از میزبانها پرورش یافتند و زنبورهای حاصل برای انجام آزمایشها مورد استفاده قرار گرفتند. در هر دو آزمایش واکنش تابعی از تراکم‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۴، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ عدد تخم میزبان استفاده شد و هر یک از این تراکم‌ها بعد از استقرار در داخل لوله آزمایش، به مدت ۲۴ ساعت در اختیار یک زنبور ماده جفتگیری کرده، قرار گرفتند. تجزیه داده‌های واکنش تابعی در دو مرحله و با استفاده از نرم‌افزار SAS انجام گرفت. برای تعیین نوع واکنش تابعی از رگرسیون لجستیک نسبت مقدار برآورد شده برای تعداد تخم‌های پارازیته شده به تعداد تخم موجود در تراکم اولیه و برای تعیین پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی از رگرسیون غیرخطی (روش Least square و تکنیک DUD) استفاده شد. واکنش تابعی هر دو نوع زنبور (پرورش یافته بر روی بید آرد و بید غلات) از نوع سوم بود و مدل Holling بهتر توانست داده‌های واکنش تابعی را توصیف نماید. قدرت جستجو، زمان دستیابی، حداکثر میزان پارازیتیسیم و حداکثر درصد پارازیتیسیم برآورد شده در هر روز برای زنبورهای پرورش یافته بر روی بید آرد به ترتیب ۰/۰۰۱۶، ۱/۱۶۹، ۱۶/۹۲ و ۴۴/۰۳ بود. بالا بودن قدرت جستجو و پایین بودن زمان دستیابی زنبورهای پرورش یافته بر روی بید آرد نشانگر کارایی بیشتر این زنبورها نسبت به زنبورهای پرورش یافته بر روی بید غلات می‌باشد.

۱۰۹



واژه‌های کلیدی: واکنش تابعی، *Trichogramma pintoi*، بید آرد، بید غلات.

مقدمه

خصوصیات دشمنان طبیعی از جمله پارازیتوئیدها را می‌توان از جنبه‌های بیولوژیک (دموگرافیک) و رفتاری مطالعه کرده و عوامل مؤثر بر این خصوصیات را مورد کنکاش قرار داد. یکی از جنبه‌های مهم خصوصیات رفتاری پارازیتوئیدها، مطالعه واکنش تابعی^۱ آنها به تراکم‌های مختلف میزبان می‌باشد. اصطلاح واکنش تابعی اولین بار توسط سولومون (۱۹) مطرح و بصورت رابطه بین تعداد میزبان مورد حمله قرار گرفته توسط یک دشمن طبیعی و تراکم میزبان تعریف گردید. هولینگ (۹ و ۱۰) معتقد بود که تعداد میزبان مورد حمله قرار گرفته توسط یک پارازیتوئید، تابعی از تراکم میزبان می‌باشد و علت استفاده از اصطلاح واکنش تابعی نیز به همین خاطر است.

از طریق رفتار واکنش تابعی یک پارازیتوئید می‌توان در مورد میزان کارایی آن در کنترل جمعیت میزبان قضاوت کرد (۸، ۱۲ و ۱۷). دو پارامتر اصلی که در تجزیه واکنش تابعی برآورد می‌شود عبارتند از: قدرت جستجو^۲ و زمان دستیابی^۳. قدرت جستجو میزان جستجوی انجام شده توسط پارازیتوئید را نشان می‌دهد که هر چه این میزان بالاتر باشد کارایی پارازیتوئید در حمله به میزبان خود نیز بالاتر خواهد بود (۶). زمان دستیابی نیز مدت زمان صرف شده برای یافتن و پارازیته کردن یک میزبان، تمیز

کردن خود و استراحت توسط یک پارازیتوئید می‌باشد که هر چه این زمان کمتر باشد خصوصیت مطلوبتری برای پارازیتوئید محسوب می‌شود (۲۰). به عبارت دیگر پارازیتوئیدی مطلوبتر و بهتر است که دارای قدرت جستجوی بیشتر و زمان دستیابی کمتری است (۴).

هولینگ (۹) سه نوع واکنش تابعی متفاوت را شناسایی و مورد بحث قرار داده است. در واکنش تابعی اول با افزایش تراکم میزبان، تعداد میزبانهای مورد حمله قرار گرفته بصورت خطی افزایش می‌یابد تا به حداکثر مقدار خود می‌رسد و سپس این مقدار ثابت باقی می‌ماند. در این نوع واکنش، درصد میزبانهای مورد حمله قرار گرفته تا یک مرحله ثابت بوده (مستقل از تراکم میزبان) و سپس کاهش می‌یابد. در واکنش تابعی نوع دوم با افزایش تراکم میزبان، تعداد میزبانهای مورد حمله قرار گرفته افزایش می‌یابد ولی این افزایش بصورت خطی نبوده و بتدریج از شیب منحنی کاسته می‌شود تا به حالت مجانب می‌رسد. در این وضعیت درصد میزبانهای مورد حمله قرار گرفته بتدریج کاهش می‌یابد (وابسته معکوس به تراکم میزبان). در واکنش تابعی نوع سوم، تعداد میزبانهای مورد حمله قرار گرفته بصورت منحنی سیگموئیدی (S شکل) است که ابتدا به شیب آن اضافه و سپس کاسته می‌شود. در این وضعیت، درصد میزبانهای مورد حمله قرار گرفته ابتدا افزایش (وابسته به تراکم میزبان) و سپس کاهش می‌یابد (۱۳).

- 1- Functional response
- 2- Searching efficiency
- 3- Handling time



دو میزبان آزمایشگاهی بید آرد (*Ephestia* Zell) و *kuehniella* (بید غلات (*Sitotroga cerealella* Oliv.) پرورش یافته بودند نسبت به تراکم‌های مختلف تخم این میزبانها مورد مطالعه قرار گرفت. هدف از انجام این تحقیق مطالعه رفتار واکنش تابعی زنبور *T. pintoi* و تأثیر نوع میزبان آزمایشگاهی بر نوع این واکنش و مقادیر مربوط به پارامترهای آن می‌باشد.

مواد و روشها

حشرات مورد استفاده و چگونگی پرورش آنها: در این تحقیق از زنبور پارازیتوئید *Trichogramma pintoi* متعلق به خانواده *Trichogrammatidae* به‌عنوان دشمن طبیعی و از *Ephestia kuehniella* (بید آرد) متعلق به خانواده *Pyralidae* و *Sitotroga cerealella* (بید غلات) متعلق به خانواده *Gelechidae* به‌عنوان میزبانهای آزمایشگاهی استفاده گردید. تعدادی از زنبورهای پارازیتوئید از کلنی موجود در بخش مبارزه بیولوژیک مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی انتخاب و بصورت جداگانه روی تخم بید آرد و بید غلات پرورش داده شدند. پرورش زنبورها روی دو نوع میزبان تا ۱۵ نسل ادامه یافت و زنبورهای حاصل برای انجام آزمایشها مورد استفاده قرار گرفتند. پرورش زنبورها و آزمایشهای مربوط به آنها در شرایط دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵۰ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گرفت.

نحوه طراحی آزمایشهای واکنش تابعی: برای انجام آزمایشهای واکنش تابعی از زنبورهای ماده جفتگیری کرده و تخم بیدهای آرد و غلات با عمر حداکثر ۲۴ ساعت استفاده شد. در دو آزمایش جداگانه،

در واکنش تابعی، هرگاه پارازیتیسیم بصورت وابسته به تراکم میزبان تغییر کند، پارازیتوئید بهتر می‌تواند جمعیت میزبان را کنترل نماید (۱۱ و ۱۸) و از آنجاییکه فقط در واکنش تابعی نوع سسوم، حداقل در محدوده معینی از تراکم میزبان چنین اتفاقی می‌افتد لذا می‌توان واکنش نوع سسوم را خصوصیت مطلوبتری برای یک پارازیتوئید در نظر گرفت.

علاوه بر خصوصیات خود پارازیتوئید، عوامل دیگری از جمله اندازه و کیفیت حشره میزبان، نوع گیاه موجود در محل فعالیت پارازیتوئید و میزبان، شرایط مختلف فیزیکی و عوامل متعدد دیگر می‌توانند بر نوع واکنش تابعی و مقدار پارامترهای آن تأثیرگذار باشند (۲، ۱۴، ۱۵، ۱۶).

زنبورهای *Trichogramma spp.* از جمله پارازیتوئیدهایی هستند که بصورت تجاری تولید شده و در سطح وسیعی برای کنترل جمعیت آفات مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند. این زنبورها معمولاً در شرایط آزمایشگاهی بر روی تخم بیدهای آرد و غلات بصورت انبوه پرورش یافته و در مزارع و باغها رهاسازی می‌شوند. معمولاً قبل از رهاسازی این عوامل بیولوژیک، یکسری آزمایشهای کنترل کیفی روی آنها صورت گرفته و از میزان کارایی آنها اطلاع حاصل می‌شود. حسن تعیین نرخ قدرت جستجو را که یکی از پارامترهای واکنش تابعی است به‌عنوان یکی از سه روش اصلی ارزیابی میزان کارایی زنبورهای تریکوگراما جهت استفاده در کنترل بیولوژیک آفات می‌داند (۷).

در این تحقیق واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trichogramma pintoi* که طی نسلهای متممادی بر روی





واکنش زنبورهای پرورش یافته بر روی بیدهای آرد و غلات به تراکم‌های مختلف میزبان‌های مربوط به هر کدام از آنها مورد مطالعه قرار گرفت. برای بررسی این واکنش تسابعی از تراکم‌های ۲، ۴، ۶، ۸، ۱۴، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ عدد تخم بید آرد و بید غلات استفاده شد. هر یک از تراکم‌های تخم میزبان بصورت جداگانه در داخل لوله آزمایش به ابعاد 100×16 میلی‌متر قرار داده شد و در داخل هر یک از لوله‌ها یک زنبور ماده جفتگیری کرده رها گردید. برای تغذیه زنبور از نوار آب عسل ۲۰ درصد استفاده گردید که این نوار در داخل لوله قرار داده می‌شد. زنبورها ۲۴ ساعت فرصت داشتند تا تخم‌های میزبان را یافته و پارازیتسه نمایند. پس از گذشت این مدت، زنبورها از داخل لوله خارج و تخم‌ها برای تعیین میزان پارازیتسم تا خروج حشرات کامل زنبور پرورش داده شدند. در هر دو وضعیت (زنبورهای پرورش یافته بر روی بید آرد و بید غلات)، آزمایش برای هر تراکم ۱۰ مرتبه تکرار گردید.

نحوه تعیین نوع واکنش تسابعی و پارامترهای آن: از آنجاییکه میزان دقت روش دو مرحله‌ای نرم‌افزار SAS بالاتر از روش یک مرحله‌ای نرم‌افزار Statgraphics می‌باشد (۲) لذا برای تعیین نوع واکنش تسابعی از این روش دو مرحله‌ای استفاده شد. در روش مذکور از نرم‌افزار SAS استفاده شد و تجزیه داده‌های واکنش تسابعی در دو مرحله صورت گرفت. در مرحله اول با استفاده از رگرسیون لجستیک نسبت مقدار برآورد شده برای تعداد تخم‌های پارازیتسه شده (Ne) به تعداد تخم موجود در تراکم اولیه (Nt)، نوع واکنش تسابعی تعیین گردید. منفی یا مثبت

بودن شیب قسمت خطی^۱ منحنی درجه سه بدست آمده از محاسبات اولیه به ترتیب نشانگر دوم و سوم بودن نوع واکنش تسابعی است زیرا در واکنش تسابعی نوع دوم به ازای افزایش تراکم اولیه میزبان نسبت میزبانهای پارازیتسه شده کاسته می‌شود ولی در نوع سوم این نسبت حداقل در محدوده معینی از تراکم میزبان افزایش می‌یابد (۱۳).

در مرحله بعدی و بعد از تعیین نوع واکنش تسابعی برآزش داده‌ها با مدل‌های هولینگ^۲ و راجرز^۳ با استفاده از رگرسیون غیرخطی (روش Least square و تکنیک DUD)، پارامترهای قدرت جستجو (a) و زمان دستیابی (Th) برآورد شده و این پارامترها در دو آزمایش واکنش تسابعی با هم مقایسه شدند. مدل‌های اشاره شده بصورت زیر می‌باشند:

$$Na = a T Nt / 1 + a Th Nt$$

(هولینگ)

$$Na = Nt [1 - \exp (a (Th Na - T))]$$

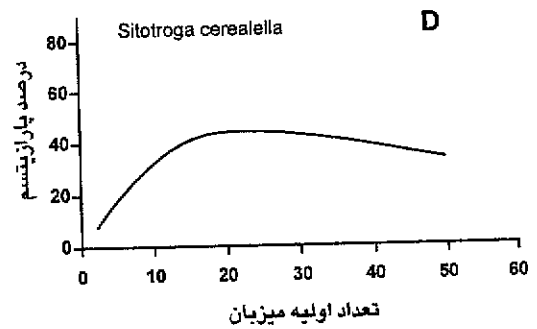
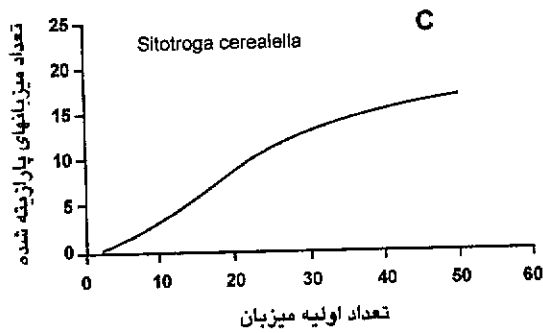
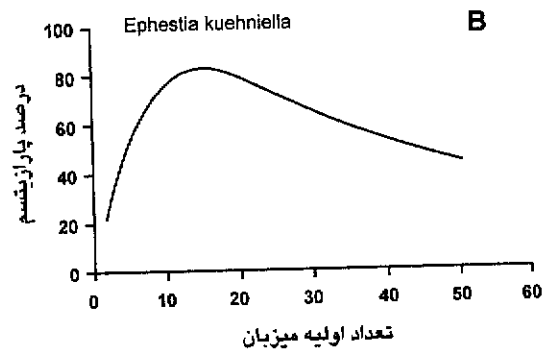
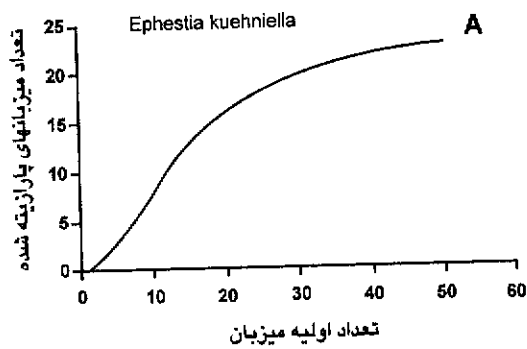
(راجرز)

Na = تعداد میزبان‌های پارازیتسه شده
 Nt = تعداد اولیه میزبان
 Exp = پایه لگاریتم طبیعی
 T = مدت زمان آزمایش
 Th = زمان دستیابی
 a = قدرت جستجو

نتایج و بحث

شیب قسمت خطی منحنی درجه سه رگرسیون لجستیک در هر دو آزمایش واکنش

-
- 1- Linear
 - 2- Holing
 - 3- Regers



شکل ۱- منحنی‌های واکنش تابعی و درصد پارازیتسم زنبور *Trichogramma pintoi* نسبت به تراکمهای مختلف تخم پد آرد (A و B) و پید غلات (C و D).



۱۱۴

تابعی مثبت و مقدار آن برای زنبورهای پرورش یافته بر روی بید آرد و بید غلات به ترتیب ۰/۱۰۱۳ و ۰/۱۴۱۶ بود. مثبت بودن این شیب مبین وجود واکنش تابعی نوع سوم در هر دو آزمایش است یعنی زنبورهای *T. pintoi* پرورش یافته روی هر دو میزبان نسبت به تراکم‌های مختلف تخم میزبان‌های خود بصورت وابسته به تراکم عمل کرده و در محدوده‌ای از تراکم، با افزایش تراکم میزبان، درصد میزبانهای پارازیت‌شده نیز افزایش یافته است و اگر این رابطه بصورت یک رابطه متقابل بین این زنبور و تخم‌های یک میزبان آفت در نظر گرفته شود، پارازیت‌نویید مربوطه بهتر می‌تواند میزبان خود را کنترل کرده و بر جمعیت آن فائق آید. پس آنچه مسلم است این است که داشتن واکنش تابعی از نوع سوم خصوصیت بهتری محسوب شده و از ارزش بالاتری نسبت به سایر انواع واکنش‌های تابعی برخوردار است. شکل ۱ منحنی واکنش‌های تابعی و درصد پارازیت‌یسم را برای هر یک از آزمایشها نشان می‌دهد.

بحث قابل طرح دیگری در ارتباط با نوع واکنش تابعی این است که زنبور *T. pintoi* در هر دو وضعیت میزبانی دارای یک نوع رفتار نسبت به تراکم‌های مختلف تخم میزبان بوده و واکنش نوع سوم از خود نشان داده است و می‌توان چنین استنباط کرد که نوع میزبان پرورشی و اندازه و کیفیت آنها تأثیری در ایجاد نوع واکنش تابعی نداشته است. البته می‌توان این مقایسه را در مقادیر مربوط به پارامترهای واکنش تابعی دنبال کرد که متعاقباً بررسی خواهد شد.

بعد از تعیین نوع واکنش تابعی، پارامترهای مربوط به آنها برآورد گردید. برای برآورد آنها مدل هولینگ مناسب‌تر از مدل راجرز تشخیص داده شد و با استفاده از این مدل برآورد پارامترها با خطای کمتر و میزان برازش بالاتر انجام گردید چون واکنش از نوع سوم بود و در چنین واکنشی میزان قدرت جستجو تابعی از تراکم میزبان می‌باشد a لذا در معادله هولینگ به جای $a = (d+bN)/(1+cN)$ (قدرت جستجو) از فرمول استفاده گردید (۸) از آنجاییکه در برآورد پارامترها، حدود اطمینان مربوط به ضرایب c و d عدد صفر را نیز شامل می‌شد لذا در مرحله اول ضریب c مساوی صفر در نظر گرفته شد و از فرمول $a=d+bN$ استفاده شد و در مرحله دوم برای هر دو ضریب c و d مقدار صفر منظور گردید و نهایتاً از فرمول $a=bN$ برای جایگزینی مقدار قدرت جستجو در معادله هولینگ استفاده گردید. این فرمول به هنگام برآورد پارامترها وارد معادله هولینگ شد و فقط مقدار b و Th برای هر دو آزمایش محاسبه شد و مقادیر مربوطه با هم مقایسه شدند (جدول ۱).

همانطوریکه مقادیر موجود در جدول نیز نشان می‌دهد قدرت جستجو ($a=bN$) در زنبورهای پرورش یافته بر روی *E. kuehniella* بیشتر و زمان دستیابی کمتر از زنبورهای پرورش یافته بر روی *S. cerealella* می‌باشد، به عبارت دیگر زنبورهای پرورش یافته بر روی *E. kuehniella* با قدرت بیشتری به جستجوی میزبان خود پرداخته و در مدت زمانی کمتری موفق به یافتن و پارازیت کردن میزبان خود شدند که این وضعیت از لحاظ بکارگیری آنها در کنترل جمعیت میزبان آن مطلوبتر است. برای اطمینان از اختلاف معنی‌دار مقادیر قدرت جستجو و زمان



جدول ۱- مقایسه مقادیر پارامترهای واکنش تابعی زنبور *Trichogramma pintoi* به تراکم‌های مختلف
نخ *Sitotroga cerealella* و *Ephestia kuehniella*

نوع میزبان	قدرت جستجو (مقدار ضریب (b)	زمان دستیابی (Th)	پارازیتسم برآورد شده توسط مدل (در روز)	حداکثر میزان پارازیتسم برآورد شده توسط مدل (در روز)	حداکثر درصد
<i>Ephestia kuehniella</i>	0.0006 ± 0.0048	0.044 ± 0.965	۲۲/۸۸	۸۴/۲۹	
<i>Sitotroga cerealella</i>	0.0006 ± 0.0016	0.223 ± 1.169	۱۶/۹۲	۴۴/۰۳	

دستیابی زنبور در دو وضعیت مختلف آزمایشی، حدود اطمینان^۱ این پارامترها نیز با هم مقایسه شدند. در هیچ‌یک از پارامترهای قدرت جستجو و زمان دستیابی در دو نوع آزمایش واکنش تابعی، همپوشانی مشاهده نشد و این عدم همپوشانی نشانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین مقادیر مربوطه است. حداکثر تعداد تخم‌هایی که یک زنبور ماده *T. pintoi* پرورش یافته بر روی بید آرد می‌تواند در مدت ۲۴ ساعت پارازیتسه نماید و همچنین درصد این پارازیتسم به مراتب بیشتر از زنبوری است که بر روی بید غلات پرورش یافته است (جدول ۱). مقادیر مربوط به حداکثر میزان پارازیتسم (تعداد و درصد تخم‌های پارازیتسه شده) توسط مدل مورد استفاده برای تعیین پارامترهای واکنش تابعی، برآورد شده است که این مقادیر برای ترسیم منحنی‌های واکنش تابعی و درصد پارازیتسم نیز مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۱).

بعضی از محققان در سالهای گذشته بر این باور بودند که اکثر حشرات شکارگر و پارازیتوئید دارای واکنش تابعی از نوع دوم بوده و واکنش نوع سوم بندرت بین آنها مشاهده می‌شود (۲۰)، ولی تحقیقات اخیر نشان می‌دهد که در موارد زیادی واکنش تابعی نوع سوم نیز در بین حشرات بخصوص زنبورهای پارازیتوئید رواج دارد (۱ و ۲) و شاید یکی از علل عدم تشخیص واکنش نوع سوم، عدم استفاده از نرم‌افزارهای مناسب باشد (۳).

سیاسگزاری

بدین وسیله از زحمات و همکاریهای ریاست محترم مؤسسه تحقیقات آفات و بیماریهای گیاهی جناب آقای دکتر عبداللهی و همچنین ریاست محترم بخش مبارزه بیولوژیک جناب آقای مهندس رضاپناه و سایر محققین و کارکنان آن بخش تشکر و قدردانی می‌شود.

۱۱۵



منابع

1. امیرمعافی، م. ۱۳۷۹. بررسی سیستم میزبان - پارازیتوئید بین *Trissolcus grandis* Thomson و تخم سن گندم. رساله دکتری رشته حشره‌شناسی کشاورزی (منتشر نشده)، دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران.
2. فتحی‌پور، ی. ک. کمالی، ج. خلقانی و غ. عبداللهی. ۱۳۷۹. واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* (Hym., Scelionidae) به تراکم‌های مختلف تخم سن *Eurygaster integriceps* (Het., Scutelleridae) و تأثیر ارقام مختلف گندم بر آن. مجله آفات و بیماریهای گیاهی، جلد ۶۸، شماره ۱ و ۲.
3. فتحی‌پور، ی. ع. طالبی، س. محرمی‌پور و ش. عسگری. ۱۳۸۰. مقایسه رگرسیون لجستیک و غیرخطی در تعیین نوع واکنش تابعی حشرات پارازیتوئید و شکارگر. مجموعه مقالات دهمین کنفرانس سراسری زیست‌شناسی ایران، شیراز، ص ۳۱۱-۳۰۸.
4. کریمیان، ذ. و ا. صحراگرد. ۱۳۷۹. واکنش تابعی *Trichogramma brassicae* گونه غالب پارازیتوئید تخم آفات مهم مزارع برنج نسبت به تراکم‌های مختلف بید غلات *Sitotroga cerealella*. خلاصه مقالات دومین همایش ملی استفاده بهینه از کود و سم در کشاورزی، کرج، ص ۱.
5. Coll, M., and R.L. Ridgway. 1995. Functional and numerical response of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) to its prey in different vegetable crops. Ann. Entomol. Soc. Am., 88: 732-738.
6. Everson, P. 1980. The relative activity and functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae): the effect of temperature. Can. Entomol. 112: 17-24.
7. Hassan, S.A. 1990. A simple method to select effective *Trichogramma* strains for use in biological control. p. 201-204. In: E. Wajnberg and S.B. Vinson (ed.), *Trichogramma* and other egg parasitoids, Third international symposium, San Antonio (Tx, USA).
8. Hassell, M.P. 1978. The dynamics of arthropod predator-prey systems. Princeton University, Princeton, New Jersey.
9. Holling, C.S. 1959. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Can. Entomol. 91: 385-398.
10. Holling, C.S. 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density. Mem. Ent. Soc. Can. 48: 1-86.
11. Houck, M.A., and R.E. Strauss. 1985. The comparative study of functional response: Experimental design and statistical interpretation. Can. Entomol. 117: 617-629.
12. Jervis, M., and N. Kidd. 1996. Insect natural enemies, practical approaches to their study and evaluation. Chapman & Hall, London.
13. Juliano, S.A. 1993. Nonlinear curve fitting: Predation and functional response curves. p. 159-182. In: S.M. Scheiner and J. Gurevitch (ed.), Design and analysis of ecological experiments. Chapman & Hall, London.
14. Messina, F.J., and J.B. Hanks. 1998. Host plant alters the shape of the functional response of an aphid predator (Coleoptera: Coccinellidae). Environ. Entomol. 27: 1196-1202.
15. Messina, F.J., T.A. Jones, and D.C. Nielson. 1997. Host-plant effects on the efficacy of two predators attacking Russian wheat aphid (Homoptera: Aphididae). Environ. Entomol. 26: 1398-1404.



16. Mohaghegh, J. 1999. Reproductive performance and control potential of the predatory stinkbug *Podisus maculiventris* and *P. nigrispinus*. Ph.D thesis, University of Gent, Belgium.
17. Montoya, P., P. Liedo, B. Benrey, J.F. Barrera, J. Cancino, and M. Aluja. 2000. Functional response and superparasitism by *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), a parasitoid of fruit flies (Diptera: Tephritidae). Ann. Entomol. Soc. Am. 93: 47-54.
18. O'Neil, R.J. 1990. Functional response of arthropod predators and its role in the biological control of insect pests in agricultural systems. New Directions in Biological Control, 83-96.
19. Solomon, M.E. 1949. The natural control of animal populations. J. Anim. Ecol. 18 :1-35.
20. Speight, M.R., M.D. Hunter, and A.D. Watt. 1999. Ecology of insects, concepts and applications. Blackwell Science, Oxford.



The effect of the type of laboratory host on functional response of *Trichogramma pintoi* Voegelé (Hym., Trichogrammatidae)

Y. Fathipour¹, H. Dadpour Moghanloo¹ and M. Attaran²

¹College of Agriculture, Tarbiat Modarres University, Tehran, Iran; ² Division of Biological Control, Plant Pests and Diseases Research Institute, Tehran, Iran

Abstract

Functional response of *Trichogramma pintoi* that reared on *Ephestia kuehniella* and *Sitotroga cerealella* was studied to different densities of eggs of mentioned hosts. Two main parameters (searching efficiency and handling time) in two experiments were compared. The main purpose of this study was to determine the effect type of laboratory host (in size and quality) on one of the most important behavioral characteristics (functional response). The study of this behavior is an important method for assessing the efficiency of natural enemies. Parasitoid wasps were reared on two different hosts until 15th generation and then were used for experiments. Different egg densities that were used in both experiments were 2, 4, 6, 8, 14, 20, 30, 40 and 50. Each of these egg densities were inserted inside the test tube and then exposed to a mated female for 24 hours. Analysis of functional response was conducted on two stages by SAS software. At the first stage, logistic regression of proportion of estimated parasitized eggs was used for determining type of functional response. At the second stage, nonlinear regression was used for estimating searching efficiency and handling time parameters. In both experiments functional response was type III and Holling disc model was used to estimate the parameters. Searching efficiency, handling time, estimated maximum number and percent of parasitized eggs for parasitoids that reared on *E. kuehniella* were 0.0048, 0.965, 22.88 and 84.29, respectively and for them that reared on *S. cerealella* were 0.0016, 1.169, 16.92 and 44.03, respectively. The high rate of searching efficiency and low rate of handling time of parasitoids that reared on *E. kuehniella* indicates the high efficiency of these wasps in comparison with those reared on *S. cerealella*.

Keywords: Functional response; *Trichogramma pintoi*; *Ephestia kuehniella*; *Sitotroga cerealella*.

۱۱۸

