

واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید (*Habrobracon hebetor* (Say) به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد (*Plodia interpunctella* (Hubner) و شب‌پره هندی (*Ephestia kuehniella* Zeller)

نازنین مستقیمی^۱، سید علی اصغر فتحی^۲ و قدیر نوری قنبلانی^{۳*}
۱، ۲، ۳، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار و استاد دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۲۷ - تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۱)

چکیده

بید آرد، (*Ephestia kuehniella* (Zeller) و شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* (Hubner)، از آفات مهم فرآورده‌های انباری در اغلب کشورهای جهان می‌باشند. در سال‌های اخیر از زنبور *Habrobracon hebetor* (Say) به عنوان عامل کنترل بیولوژیک لاروهای شب‌پره‌های آفت در انبارهای بادام‌زمینی و فرآورده‌های بسته بندی شده غلات استفاده شده است. در تحقیق حاضر واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی (۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ لارو به ازای هر ظرف) در شرایط آزمایشگاهی (دمای 25 ± 1 درجه سلسیوس، رطوبت نسبی 65 ± 5 درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی) مورد مطالعه قرار گرفت. هر کدام از تراکم‌های تعریف شده لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی در ۲۰ تکرار در اختیار یک عدد زنبور ماده تازه ظاهر شده پارازیتوئید قرار گرفتند. واکنش تابعی زنبور *H. hebetor* به لاروهای هر دو آفت بید آرد و شب‌پره هندی از نوع III تعیین شد. مقدار **b** و زمان دستیابی زنبور *H. hebetor* روی لاروهای بید آرد به ترتیب $1/0327 h^{-1}$ و $1/0611$ ساعت و روی لاروهای شب‌پره هندی به ترتیب $1/0296 h^{-1}$ و $1/045$ ساعت محاسبه شد. مقدار **b** زنبور در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد به طور معنی‌داری بیشتر از مقدار **b** روی لاروهای شب‌پره هندی بود؛ در صورتیکه زمان دستیابی زنبور روی لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی اختلاف معنی‌داری نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که زنبور *H. hebetor* لاروهای بید آرد را در مقایسه با لاروهای شب‌پره هندی بیشتر مورد حمله قرار می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: *Habrobracon hebetor*، بید آرد، شب‌پره هندی، واکنش تابعی.

مقدمه

آفات با تغذیه از فرآورده‌های انباری نظیر حبوبات، غلات، میوه‌های خشک، بادام، فندق، پسته و غیره و نیز تنیدن تار توسط لاروها خسارت می‌زنند (Bagheri Zenouze, 1996) زنبور پارازیتوئید خارجی *H. hebetor*

شب‌پره هندی، *Plodia interpunctella* Hubner و بید آرد، *Ephestia kuehniella* Zeller از آفات مهم فرآورده‌های انباری در کشورهای مختلف می‌باشند. این

خود واکنش نشان داده و میزان تغذیه خود را افزایش دهد (Hassel, 1978). Solomon (1949) نخستین کسی بود که واژه واکنش تابعی را برای توصیف واکنش دشمنان طبیعی نسبت به تغییرات تراکم میزبان بکار برد. او واکنش پارازیتوئیدها و یا شکارگرها را نسبت به تراکم‌های مختلف میزبان یا طعمه بررسی کرد و نتیجه گرفت که با افزایش تراکم میزبان (طعمه) تعداد افراد مورد حمله قرار گرفته افزایش می‌یابد. علت به‌کارگیری واژه « واکنش تابعی » به این دلیل است که تعداد میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته توسط یک پارازیتوئید و یا شکارگر تابعی از تراکم میزبان (طعمه) می‌باشد. Holling (1959, 1966) سه نوع واکنش تابعی متفاوت تشخیص داد. در واکنش تابعی نوع اول، متناسب با افزایش انبوهی میزبان، تعداد میزبان‌های مورد حمله قرار گرفته به صورت خطی افزایش می‌یابد تا به یک حداکثر برسد و سپس این مقدار ثابت می‌ماند. اگر این تلفات به صورت درصد ارایه شود، درصد تلفات تا یک تراکم معینی مستقل از تراکم و پس از آن وابسته به عکس تراکم خواهد بود. در واکنش تابعی نوع دوم متناسب با افزایش تراکم میزبان تعداد میزبان‌های پارازیته شده به صورت غیرخطی افزایش یافته و با شیب لحظه‌ای کاهش یابنده به یک مقدار ثابت می‌رسد. اگر این تلفات به صورت درصد ارایه شود، یک واکنش وابسته به عکس تراکم با کاهش درصد تلفات ایجاد خواهد شد. در واکنش تابعی نوع سوم، توام با افزایش تراکم میزبان، تعداد میزبان‌های پارازیته شده به‌صورت سیگموییدی یا S شکل افزایش می‌یابد. در این حالت شیب منحنی درصد تلفات در محدوده‌ای از تراکم میزبان افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. درحقیقت میزان تلفات ایجاد شده تا یک حدی از تراکم، وابسته به تراکم و پس از آن وابسته به عکس تراکم است. بنابراین، واکنش تابعی نوع سوم بهتر از واکنش تابعی نوع دوم قادر به ایجاد ثبات در جمعیت میزبان می‌باشد.

واکنش تابعی *H. hebetor* روی شب‌پره هندی توسط Shojaei (2002) و در دماهای مختلف توسط *Yu et al.* (2006) و در مطالعه شده است. در تحقیق حاضر واکنش تابعی این زنبور پارازیتوئید روی دو میزبان متفاوت بیدآرد و شب‌پره هندی مورد بررسی قرار گرفت

به عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل کنترل بیولوژیکی شب‌پره‌های خانواده Pyralidae در محصولات انباری محسوب می‌شود (Brower & Press, 1990). زنبور *H. hebetor* به علت بر خورداری از نرخ تولید مثل بالا، طول دوره نسلی کوتاه و طیف میزبانی وسیع به صورت گسترده‌ای در مطالعات اثر متقابل پارازیتوئید-میزبان مورد استفاده قرار گرفته است (Gunduz & Gulel, 2005). رهاسازی زنبور پارازیتوئید *H. hebetor* روش جایگزین مناسبی برای حشره‌کش‌ها در کنترل شب‌پره هندی و بید آرد در انبار می‌باشد؛ زیرا مصرف بی‌رویه حشره‌کش‌های تماسی و تدخینی در کنترل این آفات در انبارها، اثرات جانبی زیان‌باری نظیر بر جای ماندن بقایای حشره‌کش‌ها روی محصولات انبار شده و بروز مقاومت در آفات انباری نسبت به آفت‌کش‌ها دارد (Grieshop *et al.*, 2006). این زنبور با حمله به مرحله لاروی میزبان‌های خود از ادامه تغذیه و ایجاد خسارت در نسل بعدی جلوگیری می‌کند (Attaran, 1995). در ایران استفاده از زنبور *H. hebetor* جهت کنترل کرم قوزه پنبه پیشنهاد شده است (Amir-Maafi & Chi, 2006). یکی از شاخص‌های مورد استفاده در انتخاب یک دشمن طبیعی برای استفاده از آن در کنترل بیولوژیک تعیین نوع واکنش تابعی است که از طریق آن نرخ جستجوگری (a) و زمان دستیابی دشمن طبیعی تعیین می‌شود. زمان دستیابی مدت زمانی است که یک پارازیتوئید برای یافتن و پارازیته کردن یک میزبان، تمیز کردن خود و استراحت صرف می‌کند. نرخ جستجوگری میزبان جستجوی انجام شده توسط پارازیتوئید و همچنین سرعت رسیدن منحنی واکنش تابعی به قسمت مجانب خود را نشان می‌دهد (Holling, 1966). در واکنش تابعی نوع III نرخ جستجوگری دشمن طبیعی ثابت نیست و تابعی از تراکم میزبان است ($a = b N_t$) و به همین دلیل هر قدر مقدار b یک دشمن طبیعی بیشتر باشد به همان نسبت اثر تنظیم‌کنندگی آن روی جمعیت آفت بیشتر خواهد شد.

نوع واکنش‌های تابعی و عددی جزو مهم‌ترین عوامل موثر در انتخاب یک شکارگر یا پارازیتوئید برای برنامه‌های کنترل بیولوژیک می‌باشند. اصولاً یک دشمن طبیعی موفق باید بتواند نسبت به افزایش تراکم میزبان

پلاستیکی شفاف به قطر ۹ سانتی‌متر استفاده شد. داخل هر ظرف پتری ۱۵ عدد لارو سن آخر بید آرد به همراه سه جفت نر و ماده زنبور انگل رهاسازی شدند. برای تغذیه زنبورها از محلول آب عسل ۲۰ درصد که روی نوارهای کاغذی به ابعاد ۲/۵×۰/۵ سانتی‌متر مالیده شده بود استفاده شد. پس از گذشت ۲۴ ساعت زنبورها حذف شده و ظروف پتری حاوی لاروهای پارازیته شده میزبان تا زمان ظهور حشرات کامل زنبور در اطاقک‌های رشد در شرایط تعریف شده در موارد قبل نگهداری شدند. حشرات کامل تازه ظاهر شده زنبور در هر روز برای اجرای آزمایش‌ها استفاده شدند.

آزمایش‌های واکنش تابعی

در این آزمایش‌ها، تراکم‌های ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ عدد لارو سن آخر چهار روزه از هر کدام از گونه‌های بید آرد و شب‌پره هندی به طور مجزا در معرض یک عدد زنبور ماده پارازیتوئید *H. hebetor* یک‌روزه و تغذیه شده با عسل رقیق قرار داده شدند. به این ترتیب که ابتدا تراکم‌های ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶ و ۳۲ عدد از لاروهای هر کدام از گونه‌های بید آرد و شب‌پره هندی (لاروهای سن آخر قبل از ورود به مرحله پیش سفیرگی) به صورت جداگانه توسط قلم‌موی نرم از ظروف پرورشی مختص لاروهای سن آخر جدا شده و به ظروف پتری با قطر ۹ سانتی‌متر انتقال داده شدند. سپس یک عدد زنبور ماده تازه ظاهر شده پارازیتوئید توسط آسپیراتور از ظروف پتری پرورشی جدا شده و به داخل ظروف پتری حاوی نوارهای کاغذی کوچک به ابعاد ۲/۵×۰/۵ سانتی‌متر که آغشته به عسل رقیق بودند (برای تغذیه زنبور) انتقال داده شد. سپس یک عدد زنبور ماده پارازیتوئید یک‌روزه، به داخل هر یک از ظروف پتری حاوی تراکم‌های تعریف شده از لاروهای هر یک از دو گونه میزبان انتقال داده شد تا روی لاروهای میزبان تخم‌ریزی نماید. بعد از ۲۴ ساعت زنبورهای ماده از داخل ظروف پتری حذف و تعداد لاروهای فلج شده (که با تحریک ایجاد شده توسط قلم‌موی قادر به حرکت نبودند) در هر ظرف شمارش شد. این آزمایش در داخل اطاقک رشد در شرایط دمایی $±1$ ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی $±5$ ۶۵ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد. هر کدام از تیمارها در ۲۰ تکرار انجام شدند.

تا ظرفیت پارازیتسیم و امکان استفاده از آن در برنامه‌های کنترل بیولوژیک این دو آفت انباری مورد ارزیابی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

پرورش شب‌پره هندی

کلونی اولیه شب‌پره هندی، *P. interpunctella*، از پرورش‌های موجود در انسکتاریوم گروه گیاهپزشکی دانشگاه تبریز تهیه شد. برای پرورش این حشره از مغز پسته (رقم کله کوچی) استفاده شد. بدین ترتیب که مغز پسته به ارتفاع ۳ سانتی‌متر در ظروف پلاستیکی مستطیلی شکل به ابعاد ۳۰×۲۰×۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و سپس به هر ظرف مقدار ۰/۲ گرم از تخم شب‌پره هندی اضافه شد. به منظور تامین تهویه، در قسمت وسط درپوش هر ظرف با کمک اسکالپل داغ شده سوراخی به ابعاد ۱۵×۲۵ سانتی‌متر ایجاد شد و توسط پارچه توری (۵۰ مش) دولایه پوشانده شد. پرورش شب‌پره هندی در داخل اطاقک‌های رشد واقع در آزمایشگاه تحصیلات تکمیلی گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی در شرایط دمایی $±1$ ۲۵ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی $±5$ ۶۵ درصد و دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی انجام شد.

پرورش بید آرد

برای پرورش بید آرد، *E. kuehniella*، از جمعیت آزمایشگاهی بید آرد موجود در انسکتاریوم گروه گیاهپزشکی دانشگاه محقق اردبیلی استفاده شد. بید آرد روی رژیم غذایی آرد گندم (با نسبت ۷۵ گرم آرد و ۲۵ گرم سیوس گندم) پرورش داده شد (Yazdanian, 2000). بدین ترتیب که آرد و سیوس گندم تهیه شده به ارتفاع ۳ سانتی‌متر در ظروف پلاستیکی مستطیلی شکل به ابعاد ۳۰×۲۰×۱۰ سانتی‌متر ریخته شد و سپس مقدار ۰/۲ گرم تخم جمع‌آوری شده بید آرد در سطح ماده غذایی موجود در هر ظرف پخش شد. بقیه شرایط آزمایشی مورد استفاده برای پرورش بید آرد نیز مشابه شرایط ذکر شده برای پرورش شب‌پره هندی بود.

پرورش زنبور پارازیتوئید *H. hebetor*

حشرات کامل زنبور از انسکتاریوم شهرستان بیله‌سوار تهیه شدند. برای پرورش زنبور از ظروف پتری

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

تجزیه داده‌های واکنش‌های تابعی در دو مرحله و با استفاده از نرم افزار SAS انجام شد. برای تعیین نوع واکنش تابعی ابتدا رگرسیون لجستیک نسبت تعداد میزبان‌های فلج شده (N_a) به تعداد میزبان‌های در معرض قرار داده شده (N_t) تعیین شد (Juliano, 2001). نتیجه برازش داده‌ها با رگرسیون لجستیک یک منحنی است که تجزیه رگرسیونی، میزان شیب، منفی یا مثبت بودن شیب منحنی‌های خطی درجه دو و درجه سه را نشان می‌دهد. در واکنش‌های تابعی نوع II با افزایش تراکم میزبان، نسبت تعداد میزبان‌های فلج شده به تعداد میزبان‌های در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) کاهش می‌یابد (وابسته به تراکم معکوس)، لذا شیب قسمت خطی این منحنی منفی بوده و از منفی بودن آن می‌توان به نوع II بودن واکنش تابعی پی برد. در صورتی که در واکنش تابعی نوع III ابتدا متناسب با افزایش انبوهی میزبان، نسبت تعداد میزبان‌های فلج شده به تعداد میزبان‌های در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) افزایش یافته (وابسته به تراکم) و سپس از میزان آن کاسته می‌شود، به همین دلیل شیب قسمت خطی منحنی مثبت می‌باشد. بنابراین علامت مثبت یا منفی شیب قسمت خطی منحنی N_a/N_t نشانگر نوع واکنش تابعی می‌باشد (Juliano, 2001). پس از تعیین نوع واکنش با تجزیه رگرسیون غیرخطی، پارامترهای نرخ جستجو a در مورد واکنش تابعی نوع II و مقدار b در مورد واکنش تابعی نوع III و زمان دستیابی (T_h) برآورد شدند (رویه NLIN نرم‌افزار SAS).

در برآورد پارامترهای ذکر شده برای واکنش تابعی نوع II از معادله Rogers (1972) به شرح زیر استفاده شد:

$$N_a = N_t [1 - \exp a (T_h N_a - T)]$$

که در آن:

N_a : تعداد میزبان‌های پارازیت شده

N_t : تراکم اولیه میزبان

exp: پایه لگاریتم طبیعی و برابر ۲/۸۱۷

a : نرخ جستجوگری

T : کل زمان آزمایش

T_h : زمان دستیابی

در برآورد پارامترهای واکنش تابعی نوع III از شکل تغییر یافته معادله Rogers (1972) به شرح زیر استفاده شد:

$$N_a = N_t [1 - \exp b N_t (T_h N_a - T)]$$

در این معادله b مقدار ثابتی است که تابعی از تراکم

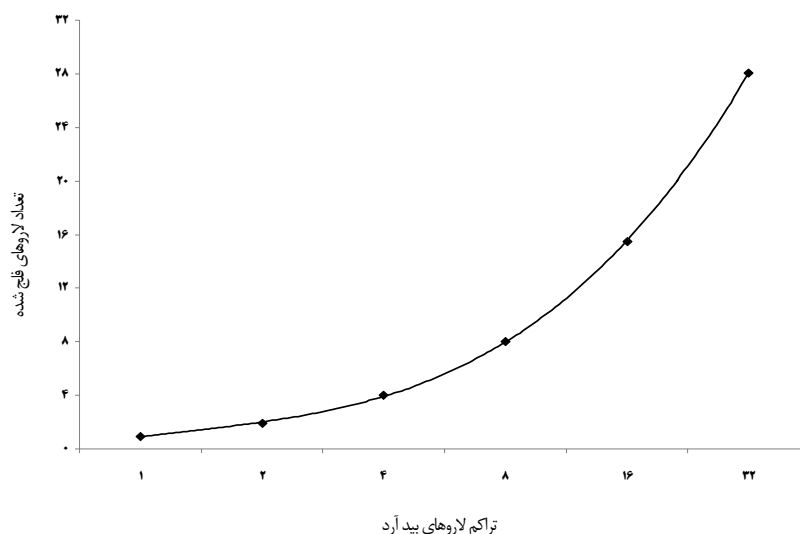
اولیه میزبان ($a = b N_t$) می‌باشد.

نتایج و بحث

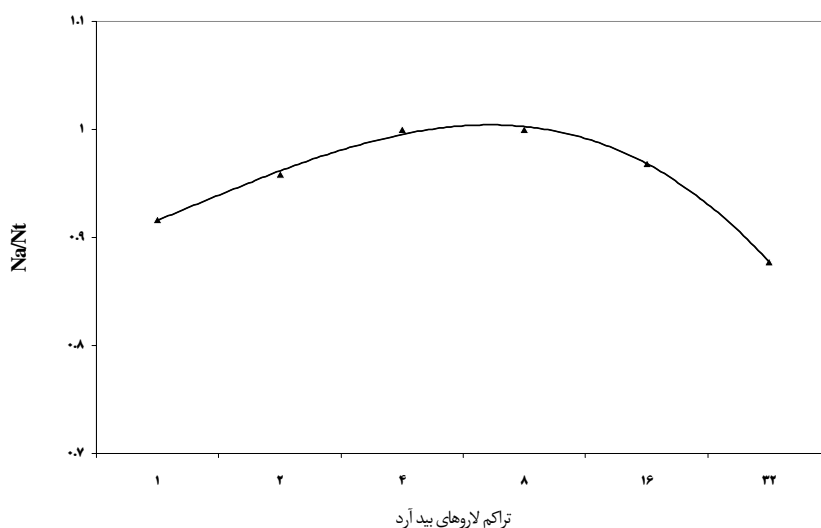
تجزیه داده‌ها نشان داد که واکنش تابعی زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد از نوع III بوده است. چرا که، شیب قسمت خطی منحنی نسبت تعداد لاروهای فلج شده به تعداد لاروهای در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) مثبت بود (جدول ۱). نتایج نشان داد که رگرسیون واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد معنی‌دار بود ($F=۱۳۰۵/۲۷$; $df=۳/۶۸$; $P=۰/۰۰۰۱$). منحنی واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد در شکل ۱ نشان داده شده است. در واکنش تابعی نوع III، زنبور پارازیتوئید ابتدا در تراکم‌های پایین‌تر میزبان به صورت وابسته به تراکم عمل کرده و با افزایش تراکم میزبان نسبت میزبان‌های فلج شده تا تراکم هشت لارو افزایش یافته و در تراکم‌های بالاتر، به صورت وابسته به عکس تراکم عمل کرده و در نتیجه نسبت میزبان‌های فلج شده به میزبان‌های در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) کاهش یافته است (شکل ۲).

جدول ۱- برآورد پارامترهای رگرسیون لجستیک نسبت لاروهای فلج شده به تعداد لاروهای در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) توسط زنبور ماده *H. hebetor* در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد

پارامتر	درجه آزادی	مقادیر محاسبه شده شیب منحنی	اشتباه استاندارد (SE)	P
عرض از مبدا	۱	۰/۰۹۱	۰/۰۲۰	۰/۰۰۰
قسمت خطی منحنی	۱	۰/۰۲۹	۰/۰۰۸	۰/۰۷۴
درجه دو	۱	-۰/۰۰۲	۰/۰۰۱	۰/۰۹۲
درجه سه	۱	۰/۰۰۰۳۹۷۲	۰/۰۰۰	۰/۱۲۰



شکل ۱- منحنی واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد (۲۰ تکرار برای هر تراکم)



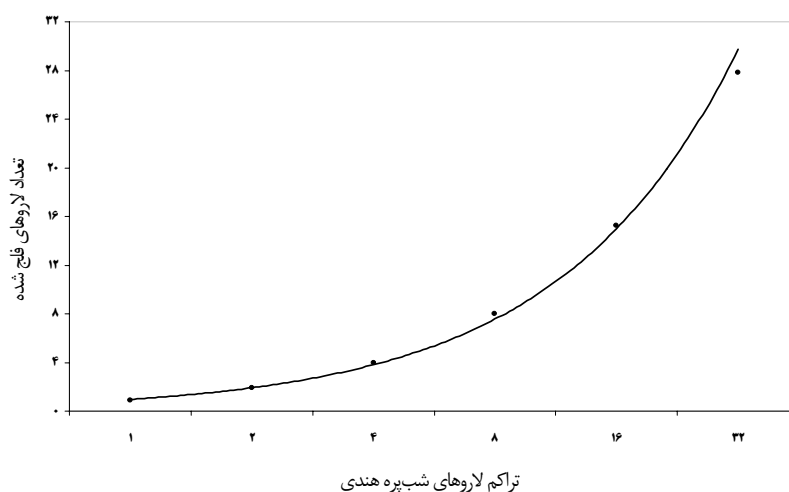
شکل ۲- منحنی نسبت تعداد لاروهای فلج شده به تعداد کل لاروهای در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد

است. در واکنش تابعی نوع III، ابتدا در تراکم‌های پایین‌تر (تا تراکم هشت عدد لارو) نسبت میزبان‌های فلج شده به میزبان‌های در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) افزایش (وابسته به تراکم) ولی در تراکم‌های بالاتر میزبان، این نسبت کاهش یافت (شکل ۴). دلیل S شکل نبودن کامل منحنی‌های واکنش تابعی این زنبور نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای بیدآرد و شب‌پره هندی در این تحقیق به احتمال زیاد منظور نشدن تراکم‌های بالاتر ۶۴ و ۱۲۸ عدد لارو هر دو میزبان در آزمایش ما بوده است.

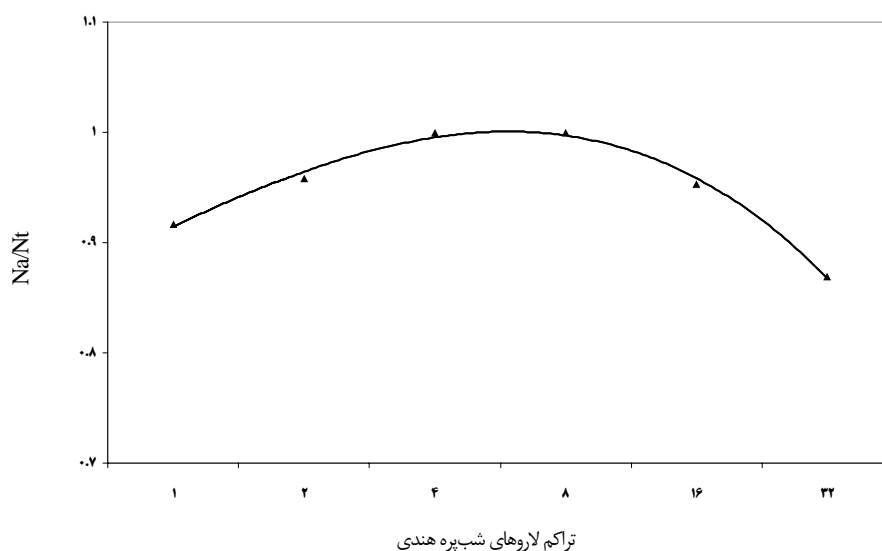
واکنش تابعی زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی نیز از نوع III بود چرا که شیب قسمت خطی منحنی نسبت تعداد لاروهای فلج شده به تعداد لاروهای در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) مثبت بود (جدول ۲). نتایج نشان داد که رگرسیون واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی معنی‌دار بود ($P=0/0001$; $F=6175/4$; $df=3$; 68). منحنی واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی در شکل ۳ ارائه شده

جدول ۲- پارامترهای منحنی نسبت تعداد لاروهای فلج شده به تعداد لاروهای در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) توسط ماده زنبور *H. hebetor* در تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی

P	اشتباه استاندارد (SE)	مقادیر محاسبه شده	درجه آزادی	پارامتر
۰/۰۰۰	۰/۰۱۸	۰/۸۹۹	۱	عرض از مبدا
۰/۰۵۶	۰/۰۰۸	۰/۰۳۱	۱	قسمت خطی منحنی
۰/۰۶۴	۰/۰۰۱	-۰/۰۰۲	۱	درجه دو
۰/۰۷۹	۰/۰۰۰	۰/۰۰۰۰۴۶۴۷	۱	درجه سه



شکل ۳- منحنی واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی (۲۰ تکرار برای هر تراکم).



شکل ۴- منحنی نسبت تعداد لاروهای فلج شده به تعداد کل لاروهای در معرض قرار داده شده (N_a/N_t) در تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی

در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی محاسبه گردید (جدول ۳). در واکنش تابعی نوع III نرخ

بعد از تعیین نوع واکنش تابعی، مقادیر (b) و زمان دستیابی (T_h) واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor*

نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی در دماهای ۲۰ و ۲۸ درجه سلسیوس از نوع III و در دمای ۳۵ درجه سلسیوس از نوع II بوده است. علت تفاوت نوع واکنش تابعی در دمای ۳۵ درجه سلسیوس با نتایج ما را می‌توان به شرایط متفاوت آزمایش به ویژه دما نسبت داد که سبب شده نوع واکنش تابعی تغییر کند.

تغییر در نوع واکنش تابعی در آزمایش‌های مختلف بیانگر این مطلب است که عوامل متعددی روی واکنش تابعی پارازیتوئید به تراکم‌های مختلف میزبان تاثیر می‌گذارند. در این میان می‌توان به تاثیر ویژگی‌های ذاتی پارازیتوئید، دما، سن پارازیتوئید، نوع میزبان، رقم مورد تغذیه میزبان، اندازه میزبان و شرایط فیزیکی اشاره کرد (Taylor, 1988; Wang & Ferro, 1998).

واکنش تابعی زنبور *H. hebetor* نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی از نوع III بود. مقدار b و زمان دستیابی زنبور *H. hebetor* روی لاروهای بید آرد به ترتیب $0.327 h^{-1}$ و 1.0611 ساعت و روی لاروهای شب‌پره هندی به ترتیب $0.296 h^{-1}$ و 1.045 ساعت محاسبه شد (جدول ۳). مقدار b زنبور در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد به طور معنی‌داری بیشتر از لاروهای شب‌پره هندی بود. در صورتی که زمان دستیابی زنبور روی لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی اختلاف معنی‌داری نداشت. این نتایج نشان می‌دهد که زنبور *H. hebetor*، لاروهای بید آرد را در مقایسه با لاروهای شب‌پره هندی بیشتر مورد حمله قرار می‌دهد.

سپاسگزاری

این پژوهش با استفاده از امکانات پژوهشی گروه گیاهپزشکی دانشکده کشاورزی دانشگاه محقق اردبیلی انجام شد. از انسکتاریوم گروه گیاهپزشکی دانشگاه تبریز و انسکتاریوم بیل‌سوارمغان به خاطر مساعدت‌هایشان در زمینه تهیه حشرات مورد نیاز جهت انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌شود.

جستجو تابعی از تراکم اولیه می‌باشد $(a=bN_t)$. همانطوری که مشاهده می‌شود مقدار b و زمان دستیابی زنبور در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد بیشتر از لارو شب‌پره هندی بوده است (جدول ۳).

جدول ۳- پارامترهای واکنش تابعی نوع III زنبور *H. hebetor* در تراکم‌های مختلف لاروهای بید آرد و شب‌پره هندی

گونه میزبان	(b±SE)	زمان دستیابی (T±SE) (ساعت)	ضریب تیین (R ²)
بید آرد	0.327±0.0129 a	1.0611±0.209 a	0.935
شب پره هندی	0.296±0.0127 b	1.045±0.0737 a	0.967

Shojaei et al. (2006) نرخ جستجو و زمان دستیابی

زنبور *H. hebetor* را در دماهای ۲۰، ۲۸ و ۳۵ درجه سلسیوس روی لاروهای شب‌پره هندی به ترتیب h^{-1} 0.02 و 0.169 ، $0.25 h^{-1}$ و $0.77 h^{-1}$ و $0.1 h^{-1}$ و $2/45 h$ محاسبه کردند. علت تفاوت مقادیر پارامترهای نرخ جستجو و زمان دستیابی تحقیق ایشان با مقادیر پارامترهای بدست آمده از تحقیق حاضر را می‌توان به تاثیر شرایط دمایی، رطوبتی و نوری متفاوت، تفاوت در تراکم‌های میزبان و نوع غذای مورد تغذیه لاروهای میزبان نسبت داد. نوع واکنش تابعی و پارامترهای مربوط به آن می‌تواند به وسیله عواملی از قبیل گیاه میزبان، دما و نوع طعمه یا میزبان تغییر کند (Allahyari et al., 2004). (Yu et al., 2002) واکنش تابعی زنبور *H. hebetor* را نسبت به تراکم‌های مختلف لاروهای شب‌پره هندی تحت شرایط دمایی ۲۸ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰ تا ۷۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی از نوع II تعیین کردند که با نتیجه این تحقیق متفاوت است که احتمالاً علت این تفاوت، متفاوت بودن شرایط آزمایشی (دما، رطوبت نسبی و دوره نوری) می‌باشد. Shojaei et al. (2006) گزارش کردند که زنبور *H. hebetor* در دماهای مختلف، انواع متفاوتی از واکنش‌های تابعی را نشان می‌دهد، به عنوان مثال واکنش تابعی *H. hebetor*

REFERENCES

- Allahyari, H., Fard, P. A. & Nozari, J. (2004). Effects of host on functional response of offspring in two populations of *Trissolcus grandis* on the sunn pest. *Journal of Applied Entomology*, 128, 39-43.
- Attaran, M. (1995). *Effect of experimental hosts on biological attributions of parasitoid wasp Habrobracon hebetor*. M. Sc. dissertation, University of Tarbiat Modares, 84 pp. (In Farsi).

3. Amir-Maafi, M. & Chi, H. (2006). Demography of *Habrobracon hebetor* (Hym.: Braconidae) on two pyralid hosts (Lep.: Pyralidae). *Annales of Entomological Society of America*, 99(1), 84-90.
4. Bagheri Zenouz, A. (1996). *Stored product pests and their control methods*, Sepehr Publication Center, Tehran, 305pp. (In Farsi).
5. Brower, J. H. & Press, J. W. (1990). Interaction of *Bracon hebetor* (Hym.: Braconidae) and *Trichogramma pretiosum* (Hym.: Trichogrammatidae) in suppressing stored product moth population in small inshell peanut storages. *Journal of Economic Entomology*, 86(3), 1096- 1101.
6. Grieshop, M. J., Flinn, P. W. & Necholes, J. R. (2006). Biological control of Indianmeal moth (Lep.: Pyralidae) on finished stored products using egg and larval parasitoids. *Journal of Economic Entomology*, 99 (4), 1080-1084.
7. Gunduz, E. A. & Gulel, A. (2005). Effects of adult age and host species on development period of parasitoid *Bracon hebetor* (Say) (Hym.: Braconidae). *OMU Ziraat Fakulty Dergisi*, 20, 31-36.
8. Holling, C. S. (1959). Some characteristics of simple types of predation and parasitism. *Canadian Entomologist*, 91, 385- 398.
9. Holling, C. S. (1966). The functional response of invertebrate predators to prey density. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 48, 1-86.
10. Rogers, D. J. (1972). Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology*, 41 (2), 369-383.
11. Jervis, M. & Kidd, N. (1996). *Insect natural enemies: practical approaches to their study and evaluation*. Chapman and Hall, London, 491 pp.
12. Juliano, S. A. (2001). Non-linear curve fitting: Predation and functional response curves. Scheiner SM, and Gurevitch J. (eds), *Design and analysis of ecological experiments*. Oxford University Press, pp. 159-182.
13. Shojaei, S., Safaralizadeh, M. H. & Shayesteh, N. (2006). Effect of temperature on the functional response of *Habrobracon hebetor* (Say) (Hym.: Braconidae) to various densities of the host, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lep.: Pyralidae). *Pakistan Entomology*, 28 (1), 51-55.
14. Solomon, M. E. (1949). The natural control of animal populations. *Journal of Animal Ecology*, 18, 1-35.
15. Taylor, A. D. (1988). Host effects on functional and ovipositional responses of *Bracon hebetor*. *Journal of Animal Ecology*, 57 (1), 173-184.
16. Wang, B. & Ferro, D. (1998). Functional response of *Trichogramma ostriniae* (Hym.: Trichogrammatidae) to *Ostrinia nubilalis* (Lep.: Pyralidae) under laboratory and field conditions. *Environmental Entomology*, 27 (3), 752-758.
17. Yazdaniyan, M. (2000). Evaluating the amount of growth and fecundity of mill moth, *Ephestia kuehniella* Zeller on different media prepared from flour. M. Sc. dissertation, University of Tabriz, 125 pp. (In Farsi).
18. Yu, S. H., Ryoo, M. I., Na, J. H. & Choi, W. I. (2002). Effect of host density on egg dispersion and sex ratio of progeny of *Bracon hebetor* (Hym.: Braconidae). *Journal of Stored Products Research*, 39 (4), 385-393.