آفات و بیماری‌های گیاهی
جلد ۷۱، شماره ۱، شهریور ۱۳۸۲

واکنش تابعی سه گونه کفشدوزک شکارگر (Coleoptera: Coccinellidae) به تراکم جمعیت عسلک پنبه *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)

Functional responses of three species of predatory ladybirds (Coleoptera: Coccinellidae) to population densities of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae)

حسن قهاری[۱]، محمود شجاعی[۱] و هوشنگ بیات اسدی[۲]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران، ۲- موسسه‌ی تحقیقات پنبه‌ی کشور، گرگان

(تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۱، تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۲)

چکیده

واکنش تابعی کفشدوزک‌های *Coccinella septempunctata* L.، *Hippodamia variegata* Goeze و *Clitostethus arcuatus* Rossi (Coleoptera: Coccinellidae) روی تراکم جمعیت سنین مختلف پورگی عسلک پنبه *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae)، در شرایط آزمایشگاه و با دمای متوسط ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۹۰-۷۵ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه روز مورد ارزیابی قرار گرفت. منحنی‌های حاصل از شکارگری هر سه گونه کفشدوزک فوق به طور کامل با مدل نوع دوم از معادله‌ی دیسک هولینگ منطبق گردیدند. شکارگران فوق در شرایط یکسان از تعداد بیشتری از پوره‌های سنین اولیه‌ی عسلک پنبه در مقایسه با پوره‌های سنین آخر تغذیه نمودند. حشرات کامل کفشدوزک *C. arcuatus* در مقایسه با لاروهای کامل دارای کارآیی لحظه‌ای جستجوگری بالاتر و نیز زمان دست‌یابی پایین‌تری بوده و تعداد بیشتری از پوره‌های عسلک پنبه را مورد تغذیه قرار دادند. از بین سه

گونه کفشدوزک مورد بررسی، گونه‌ی *C. sptempunctata* یا کفشدوزک هفت نقطه‌ای از راندمان شکارگری بالاتری برخوردار بود و توانایی کنترل جمعیت عسلک پنبه را داشت.
واژه‌های کلیدی: واکنش تابعی، کفشدوزک، عسلک پنبه، شکارگری.

مقدمه

سفید بالک‌ها (Homoptera: Sternorrhyncha: Aleyrodidae)، آفاتی با پراکنش وسیع و اهمیت اقتصادی زیاد می‌باشند که به طیف وسیعی از انواع گیاهان خسارت وارد می‌آورند (Gerling, 1990). خانواده‌ی Aleyrodidae دارای بیش از ۱۲۰۰ گونه‌ی شناخته شده در دنیا می‌باشد که اهمیت اقتصادی عسلک پنبه (*Bemisia tabaci* Gennadius) به مراتب بیشتر از سایر گونه‌ها می‌باشد (Byrne and Bellows, 1991). عسلک پنبه دارای دشمنان طبیعی فراوانی از شکارگران، پارازیتوئیدها و عوامل بیماری‌زا می‌باشد که از بین انواع دشمنان طبیعی شناخته شده، کفشدوزک‌ها (Coleoptera: Coccinellidae) به همراه بالتوری‌ها (Neuroptera: Chrysopidae) نقش مهمتری در کاهش تراکم جمعیت این آفت دارند (Lopez-Avila, 1986). جمعیت کفشدوزک‌ها در طول سال اغلب دارای نوسانات شدیدی می‌باشد که عوامل متعددی در این رابطه حائز اهمیت هستند (Obrycki *et al.*, 1997). از جمله عوامل مؤثر بر دینامیسم جمعیت کفشدوزک‌ها، شرایط آب و هوایی به عنوان عوامل مستقل از تراکم، انبوهی میزبان و دشمنان طبیعی به عنوان عوامل وابسته به تراکم می‌باشند (Majerus, 1994). اهمیت وجود نوسانات در تراکم جمعیت دشمنان طبیعی این است که به طور مستقیم روی تراکم جمعیت آفات و در نتیجه میزان خسارت وارده توسط آنها تأثیر می‌گذارد (Royama, 1977; Yano *et al.*, 1988).

واکنش‌های تابعی به عنوان پایه و اساس مطالعات شکارگری و پارازیتیسم در برنامه‌های کنترل بیولوژیک کلاسیک و کاربردی و نیز مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌گردند (Enkegaard, 1994) و شامل یک سلسله پدیده‌های پیچیده در رابطه با مدت زمان در دسترس بودن طعمه و میزبان برای شکارگر و پارازیتوئید، تعداد حمله‌ی موفقیت‌آمیز شکارگر و پارازیتوئید، و زمان دست‌یابی به شکار توسط شکارگر می‌باشند (Holling, 1963 and 1966). پدیده‌های فوق در صورتی‌که با معادله‌ی دیسک هولینگ

(یا معادله‌ی حمله) تلفیق گردند، می‌توانند جهت توصیف نوع واکنش تابعی ارائه شده توسط شکارگر بکار گرفته شوند (Holling, 1959b and 1965). تفسیر واکنش‌های تابعی نیز نقش بسیار مهمی در درک صحیح مراحل شکارگری دشمنان طبیعی ایفاء می‌نمایند (Holling, 1959a). اساساً چهار نوع واکنش تابعی شناسایی شده است که برهم‌کنش شکارگر و شکار در آنها به ترتیب به صورت خطی، غیرخطی، سیگموئیدی و گنبدی شکل می‌باشد (Holling, 1959a; Holling, 1966; Hassell, 1978). واکنش‌های تابعی نوع دوم در رابطه با شکارگران بی‌مهره بوده و توسط معادله‌ی دیسک هولینگ (Holling, 1959b) به خوبی توصیف گردیده است:

$$N_e = a' \ T_t N_t /(1 + a' \ T_h N_t)$$

در معادله‌ی فوق N_e تعداد شکار مورد حمله قرار گرفته، a' کارآیی (بازدهی) لحظه‌ای جستجوگری (یا تعداد حمله‌ی موفقیت‌آمیز)، T_t کل زمانی که شکارگران و شکارها در معرض یکدیگر قرار دارند، N_t تراکم شکار، و T_h زمان مورد نیاز جهت دست‌یابی به شکار می‌باشد. زمان دست‌یابی بر اساس عقیده‌ی هولینگ (Holling, 1966)، مدت زمانی است که یک شکارگر نیاز دارد تا شکار را مورد تعقیب قرار دهد، آنرا بکشد، بخورد و هضم نماید، اما بر اساس عقیده‌ی Hassell (1981) و Feigenbaum (1985)، زمان دست‌یابی فاصله‌ی زمانی جهت تصمیم‌گیری برای شکار می‌باشد. در معادله‌ی فوق، دو عامل تغییرات تراکم شکار و تغییرات تراکم شکارگر روی a' (کارآیی لحظه‌ای جستجوگری) تأثیر می‌گذارند (Arx *et al.*, 1983; Yano *et al*, 1988). بنابراین لحاظ نمودن تغییرات a' در مدل‌های شکارگر-شکار باعث پایداری بیشتر مدل خواهد شد (Price, 1997). از طرف دیگر، با افزایش تراکم شکار، تعداد حمله‌های شکارگر نیز افزایش می‌یابد، ضمن اینکه زمان بیشتری جهت دست‌یابی به شکار صرف می‌شود، زمان کمتری جهت جستجو برای شکار در دسترس شکارگر می‌باشد که این وضعیت در منحنی‌های نوع دوم تا چهارم هولینگ نشان داده شده است (Holling, 1966; Hassell, 1981). بر اساس عقیده‌ی Hassell (1978)، کند شدن سریع شیب منحنی به a' بستگی دارد و عامل اصلی در محدود نمودن تعداد حمله‌های شکارگر، زمان دست‌یابی است که به صورت T_t/T_h مطرح می‌باشد.

با توجه به اینکه به منظور شناخت بهتر هر پدیده‌ای باید اجزای آن را به دقت بشناسیم (Holling, 1959a)، لذا جهت درک صحیح‌تر کارآیی شکارگری کفشدوزک‌ها روی سفید بالک‌ها، در پژوهش حاضر واکنش تابعی سه گونه کفشدوزک شکارگر شامل *Coccinella septempunctata* L. (Coccinellinae)، *Hippodamia variegata* Goeze (Coccinellinae) و *Clitostethus arcuatus* Rossi (Scymninae) روی تراکم جمعیت عسلک پنبه مورد بررسی قرار گرفت تا زمینه‌ی لازم جهت انجام مطالعات وسیع‌تر در راستای کاربرد کفشدوزک‌ها در کنترل سفید بالک‌ها در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات فراهم گردد. لازم به توضیح است که کفشدوزک‌های فوق علاوه بر اینکه از کارآیی شکارگری بالایی در کنترل آفات مختلف، به خصوص حشرات راسته‌ی جوربالان برخوردارند (Breene *et al.*, 1994; Obrycki and Kring, 1998)، دارای پراکنش وسیعی در نقاط مختلف ایران می‌باشند (قهاری و حاتمی، ۱۳۷۹).

روش بررسی

ارزیابی واکنش تابعی کفشدوزک‌های *C. septempunctata*، *H. variegata* و *C. arcuatus* روی تراکم‌های مختلف پوره‌های عسلک پنبه (*B. tabaci*)، در شرایط آزمایشگاه با دمای متوسط ۲ ± ۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۹۰-۷۵ درصد و ۱۶ ساعت روشنایی در شبانه روز، در داخل ظروف پتری پلاستیکی به قطر ۱۵ و عمق ۳ سانتی‌متر و با درپوش منفذدار انجام شد. عسلک پنبه و کفشدوزک‌های شکارگر از مزارع پنبه‌ی استان مازندران جمع‌آوری گردیدند. جهت استاندارد نمودن شرایط آزمایش و اطمینان از تغذیه‌ی کفشدوزک‌ها از پوره‌های عسلک پنبه طی انجام آزمایش، کفشدوزک‌ها برای مدت ۲٤ ساعت به طور انفرادی و بدون دسترسی به مواد غذایی در داخل ظروف پتری قرار گرفتند. با توجه به اینکه کیفیت شکار به طور معنی‌داری روی پتانسیل زیستی و عملکرد شکارگر تأثیر گذاشته و شکارهای مطلوب باعث بقای بیشتر، رشد و نمو سریع‌تر و افزایش میزان باروری شکارگر می‌گردند (De Bach and Rosen, 1991; Munyaneza and Obricki, 1998) و از طرف دیگر تعداد شکار خورده شده توسط یک شکارگر به اندازه‌ی شکار بستگی دارد (Dixon. 1973)، لذا در بررسی حاضر سنین مختلف پورگی عسلک پنبه به طور توأم در دسترس شکارگران قرار

گرفتند تا تأثیر پوره‌های سنین مختلف عسلک پنبه که در طبیعت همواره به صورت توأم حضور دارند (Byrne and Bellows, 1991)، روی عملکرد کفشدوزک‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. به منظور در اختیار داشتن سنین مختلف پورگی عسلک پنبه، پرورش انبوه عسلک پنبه در شرایط گلخانه و در داخل قفس‌های استوانه‌ای شفاف به ارتفاع ۳۰ و قطر دهانه‌ی ۲۲ سانتی‌متر و روی گیاه پنبه رقم بلغار ـ ۵۵۷ (*Gossypium hirsutum* L. var. *Bulgar* – 557) انجام شد. برای این منظور با تنظیم زمان رهاسازی حشرات کامل عسلک پنبه در داخل قفس‌های مختلف بر اساس روش هودل و ون‌دریش (Hoddle and Van Driesche, 1996)، برگ‌های حاوی سنین مختلف پورگی برای انجام آزمایش‌های مختلف در اختیار بودند که با قرار دادن برگ‌های آلوده به مراحل مختلف زیستی عسلک پنبه در داخل ظروف پتری، زمینه‌ی لازم جهت انجام آزمایشات مختلف همواره فراهم بود.

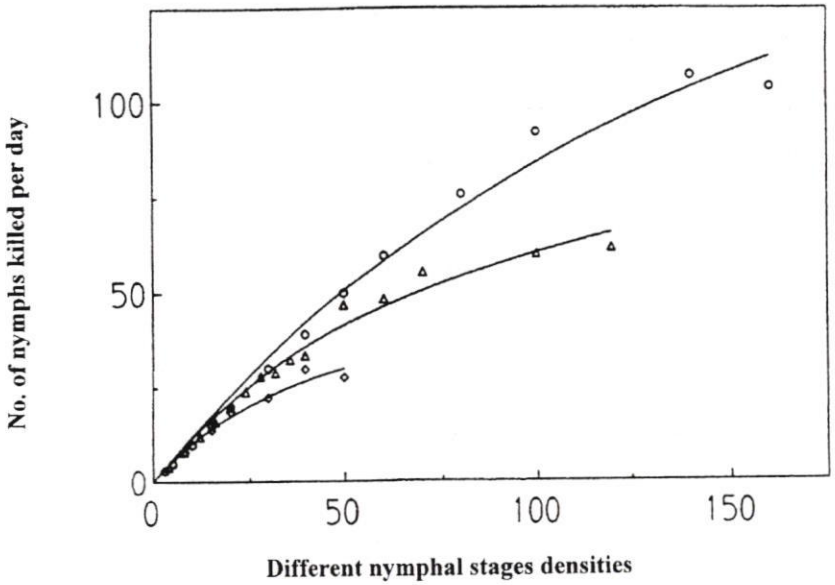
واکنش تابعی کفشدوزک *C. septempunctata* در سه آزمایش جداگانه مورد ارزیابی قرار گرفت. در آزمایش اول پوره‌های سنین اول تا سوم عسلک پنبه در تراکم‌های ۳، ۵، ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۸۰، ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۶۰، در آزمایش دوم پوره‌های سنین اول تا چهارم و در تراکم‌های ۴، ۸، ۱۲، ۱۶، ۲۰، ۲۴، ۲۸، ۳۲، ۳۶، ۴۰، ۵۰، ۶۰، ۷۰، ۱۰۰ و ۱۲۰ و در آزمایش سوم پوره‌های سنین سوم و چهارم و در تراکم‌های۳، ۵، ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ عدد بکار گرفته شدند. برای انجام این آزمایش کفشدوزک‌های بالغ نر و ماده (بالغین ۴-۲ روزه) به طور تصادفی مورد استفاده قرار گرفتند و تفکیک جنسیت انجام نشد. واکنش تابعی کفشدوزک *H. variegata* در قالب دو آزمایش مختلف انجام شد. در آزمایش اول پوره‌های سنین اول تا چهارم عسلک پنبه و در تراکم‌های۴، ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ و در آزمایش دوم پوره‌های سنین سوم تا چهارم و در تراکم‌های۲، ۴، ۶، ۸، ۱۰، ۱۲، ۱۴ و ۱۶ عدد بکار گرفته شدند. بررسی واکنش تابعی کفشدوزک*H. variegata* مشابه کفشدوزک هفت نقطه‌ای فقط برای مرحله‌ی بالغ انجام شد و تفکیک جنسیت صورت نگرفت. واکنش تابعی کفشدوزک *C. arcuatus* در قالب دو آزمایش جداگانه به ترتیب برای مراحل لاروی (لاروهای بالغ) و حشره‌ی کامل کفشدوزک و در تراکم‌های۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰، و تراکم‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ از پوره‌های سنین اول تا چهارم عسلک پنبه به ترتیب برای حشرات کامل و لاروهای کفشدوزک انجام شد. در هر یک از آزمایش‌های فوق، کفشدوزک‌ها

به طور انفرادی در داخل ظروف پتری حاوی یکی از تراکم‌های شکار قرار گرفتند. برای تمام تیمارهای آزمایشی، ۸ تکرار در نظر گرفته شد. بیست و چهار ساعت پس از رهاسازی کفشدوزک‌ها در داخل پتری‌ها، کارآیی شکارگری بر اساس تعداد شکار خورده شده و یا تعداد شکار مورد حمله قرار گرفته که در زیر استرئومیکروسکوپ شمارش گردید تعیین شد. تعداد شکار مورد حمله قرار گرفته بر اساس روش Marquardt (1963) با معادله‌ی دیسک هولینگ تطبیق و نوع واکنش تابعی ارائه شده توسط کفشدوزک‌ها تعیین گردید. در روش مزبور، برازش داده‌های حاصل صرفاً روی منحنی‌های غیر خطی (نوع دوم تا چهارم) انجام می‌گیرد، که با توجه به اینکه برهم‌کنش حشرات شکارگر با طعمه همواره به صورت منحنی‌های غیر خطی می‌باشد (Holling, 1966)، لذا روش فوق از اعتبار و دقت مطلوبی برخوردار است (Morris, 1990). مقادیر Th و a' نیز با استفاده از روش Mc Donald و همکاران (1989) و بر اساس مطالعات Morris (1990) تخمین زده شد. در پایان اختلاف آماری بین داده‌های به دست آمده از کارآیی لحظه‌ای جستجوگری، زمان دست‌یابی، تعداد حملات بالقوه و میانگین تعداد طعمه‌ی شکار شده، بر اساس آزمون چند دامنه‌ی دانکن تعیین گردید.

نتیجه و بحث

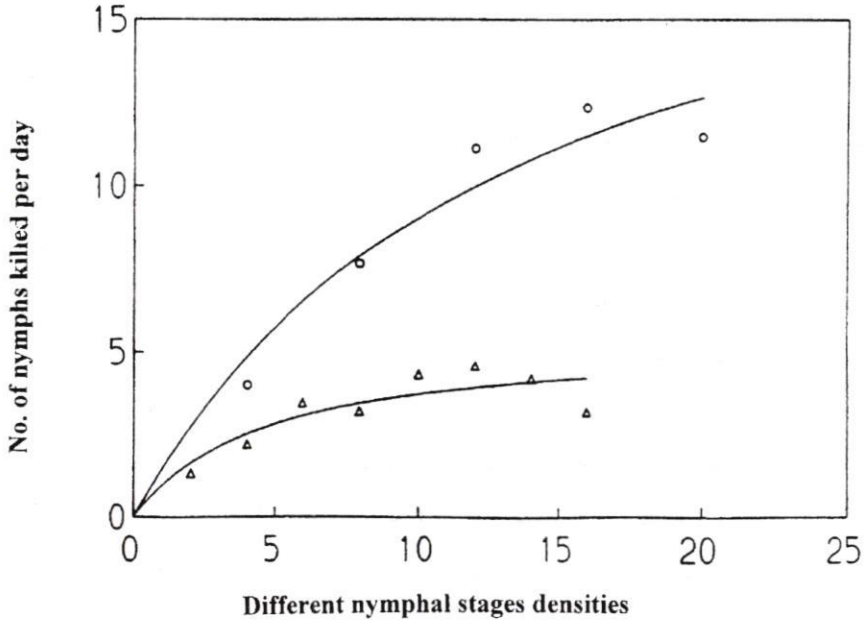
در بررسی حاضر، واکنش‌های تابعی مشاهده شده از هر سه گونه کفشدوزک *C. septempunctata*، *H. variegata* و *C. arcuatus* با مدل نوع دوم معادله‌ی دیسک هولینگ (Price, 1997) منطبق گردیدند (شکل‌های ۱، ۲ و ۳). مقادیر تخمینی از T_h و a' که با استفاده از معادله‌ی مذکور به دست آمدند، در جدول ۱ نشان داده شده‌اند. حشرات کامل کفشدوزک هفت نقطه‌ای در شرایطی که پوره‌های سنین اول، دوم و سوم پورگی عسلک پنبه در اختیار آنها بودند، از تعداد به مراتب بیشتری از پوره‌ها تغذیه نمودند ($P = ۰/۰۱۳$؛ $df=$ ٦؛ $F=$ ۳۷/۱۸). با توجه به اینکه با افزایش سن پورگی در سفید بالک‌ها، اندازه‌ی بدن آنها به طور معنی‌داری افزایش می‌یابد (Gerling, 1990)، بنابراین بین اندازه‌ی پوره‌ها و تعداد پوره‌ی خورده شده همبستگی منفی وجود داشت ($P = ۰/۰۳۲$؛ ۳۷ و ۲ $=df$؛ $F=$ ۲٤/٦۳) (شکل ۱). مقدار a' یا کارآیی لحظه‌ای جستجوگری برای گروه‌های مختلف سنین پورگی بکار گرفته شده در آزمایشات مختلف مشابه به دست آمد ($P = ۰/۰۱$؛ $df=$ ٦؛ $F=$ ۳/۸۲). به هرحال مقدار T_h یا

زمان دست‌یابی برای کفشدوزک هفت نقطه‌ای، توأم با افزایش اندازه‌ی پوره‌ها افزایش یافت (جدول ۱). بر اساس جدول ۱، زمان دست‌یابی که با استفاده از فرمول ارائه شده در قسمت مقدمه قابل محاسبه است، برای هر سه گونه کفشدوزک مورد بررسی به طور جداگانه از بالا به پائین افزایش می‌یابد و این امر به خصوص در رابطه با کفشدوزک *H. variegata* نمود بیشتری دارد که علت این امر، افزایش اندازه‌ی شکار می‌باشد، به طوری که پتری‌های حاوی پوره‌های سنین سوم و چهارم دارای اندازه‌ی شکار به مراتب بزرگتری در مقایسه با پتری‌های حاوی پوره‌های سنین اول تا چهارم و نیز سنین اول تا سوم بودند. نسبت T_t/T_h نشان می‌دهد که حداکثر تعداد پوره‌هایی که می‌توانند در مدت زمان معین مورد تغذیه یا حمله‌ی کفشدوزک هفت نقطه‌ای قرار گیرند (تعداد حملات بالقوه) در واقع تابعی از اندازه‌ی شکار است (جدول ۱). کفشدوزک*H. variegata* نیز مشابه کفشدوزک هفت نقطه‌ای، از سنین پورگی اولیه‌ی عسلک پنبه بیشتر از سنین آخر تغذیه نمود (شکل ۲)، به طوری که مقدار a' در شرایطی که پوره‌های



شکل ۱. واکنش تابعی حشرات کامل کفشدوزک *Coccinella septempunctata* به سنین مختلف پورگی عسلک پنبه (*Bemisia tabaci*)؛ پوره‌های سنین اول تا سوم(◇)، پوره‌های سنین اول تا چهارم (○)، پوره‌های سنین سوم و چهارم(△)

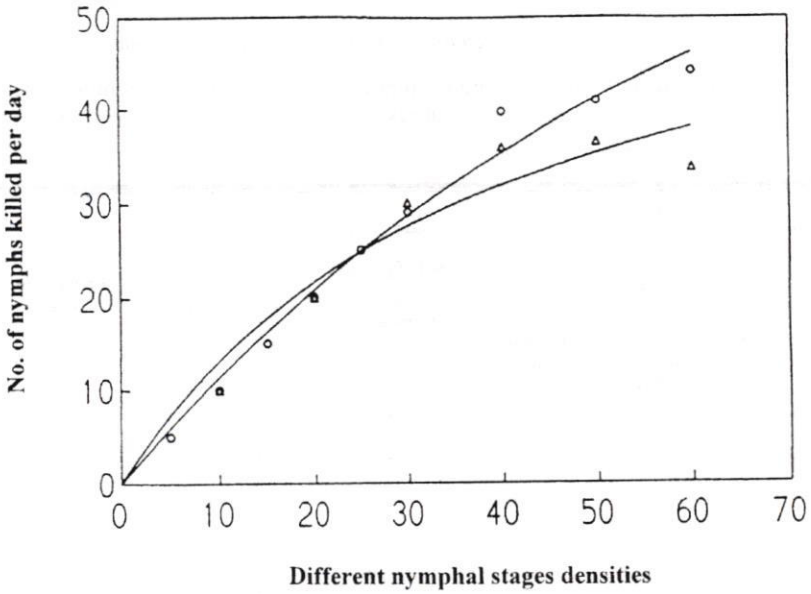
Fig. 1. Functional response of adult *Coccinella septempunctata* to different life stages of *Bemisia tabaci*; first–third instars (◇), first–fourth instars ○), third and fourth instars (△).



شکل ۲. واکنش تابعی حشرات کامل کفشدوزک *Hippodamia variegata* به سنین مختلف پورگی عسلک پنبه (*Bemisia tabaci*)؛ پوره‌های سنین اول تا چهارم (○)، پوره‌های سنین سوم و چهارم (◇)

Fig 2. Functional response of adult *Hippodamia variegata* to different life stages of *Bemisia tabaci*; first – fourth instars (○), third and fourth instars (△).

سنین سوم و چهارم شکار در اختیار کفشدوزک‌ها قرار داشتند، توأم با افزایش مقدار T_h کاهش یافت (جدول ۱). حشرات کامل کفشدوزک *C. arcuatus* در مقایسه با لاروهای بالغ دارای کارآیی لحظه‌ای جستجوگری و زمان دست‌یابی پایین‌تری بودند و توانستند از تعداد بیشتری از پوره‌های عسلک پنبه تغذیه نمایند که دلیل این امر قدرت تحرک و جابجایی بیشتر حشرات کامل در مقایسه با لاروها بود و این قابلیت باعث افزایش معنی‌دار تعداد حملات بالقوه‌ی حشرات کامل در مقایسه با لاروها گردید ($F=$ ۱۹/۶۵ ؛$df=$ ۵ و ۱ ؛$P=$ ۰/۰۲۸) (شکل ۳؛ جدول ۱). نتایج بررسی حاضر نشان داد که، در تراکم‌های پایین شکار، اغلب شکارگران از تمام شکارهای قابل دسترس تغذیه نمودند اما توأم با افزایش تراکم شکار، فقط تعداد اندکی از شکارگران توانایی تغذیه از تمام شکارهای در دسترس را دارا بودند. از بین سه کفشدوزک مورد مطالعه، کفشدوزک هفت نقطه‌ای دارای راندمان شکارگری بالاتری در مقایسه با دو کفشدوزک دیگر بود و در شرایط یکسان، طعمه‌های بیشتری را مورد حمله و تغذیه قرار داد.



شکل ۳، واکنش تابعی حشرات کامل (○) و لاروهای بالغ (△) کفشدوزک *Clitostethus arcuatus* با پورههای سنین اول تا چهارم عسلک پنبه (*Bemisia tabaci*).

Fig. 3, Functional response of adult (○) and mature larvae (△) of *Clitostethus arcuatus* to first – fourth instars of *Bemisia tabaci*.

در تحقیق حاضر، واکنشهای تابعی مشاهده شده از سوی کفشدوزکهای *C. septempunctata*، *H. variegata* و *C. arcuatus* از نوع دوم بوده و بیانگر این نکته است که احتمال خطرپذیری (مواجه شدن با شکارگر) برای هر یک از افراد طعمه، توأم با افزایش تراکم آنها به طور دائم کاهش مییابد (Hughes *et al.*, 1984). بنابراین کفشدوزکهای فوق دارای توانایی قابل ملاحظهای در کاهش تراکم جمعیت در حال افزایش پورههای عسلک پنبه میباشند (Majerus, 1994). اگرچه واکنشهای تابعی نوع دوم هولینگ معمولاً برای بیمهرگان شکارگر و پارازیتوئید در نظر گرفته میشوند (Holling, 1965)، اما واکنشهای سیگموئیدی

جدول ۱، کارآیی لحظه‌ای جستجوگری (a')، زمان دست‌یابی (T_h) و میـانگین تعـداد طعمـه‌ی (سنین مختلف پورگی) شکار شده در مدت زمان ۲٤ سـاعت بـرای کفشـدوزک‌های *C. arcuatus* و *H. variegata* ،*C. septempunctata*

Table 1, Instaneous search rate (a'), handling time (T_h), and mean number of prey (different nymphal instars) that could be attacked per 24 hours for *C. septempunctata*, *H. variegata*, and *C. arcuatus*.

میانگین تعداد طعمه شکار شده در مدت ۲٤ ساعت * Mean no. of preyed insects/24hrs	تعداد حملات بالقوه (T_t/T_h) No. of potential attacks	زمان دست‌یابی (T_h) h Handling time	کارآیی لحظه‌ای جستجوگر (a') h^{-1} Instaneous search rate	مرحله شکار Prey life stages	مرحله شکارگر Predator life stages
2a.10 ± (160) 106.7	200a	005d.0	053ab.0	سنین اول تا سوم	*C. septempunctata* (حشره کامل)
9b.5 ± (120) 61.7	3b.83	006d.0	055ab.0	سنین اول تا چهارم	
1d.2 ± (50) 29.8	5c.45	022c.0	052ab.0	سنین سوم و چهارم	
3e.1 ± (20) 12.3	3d.13	075b.0	066a.0	سنین اول تا چهارم	*H. variegata* (حشره کامل)
5e.0 ± (16) 4.6	217a.0	217a.0	049ab.0	سنین سوم و چهارم	
6c.4 ± (60) 44.2	011d.0	011d.0	052ab.0	سنین اول تا چهارم	*C. arcuatus* (حشره کامل)
9cd.5 ± (60) 36.5	027c.0	027c.0	070a.0	سنین اول تا چهارم	*C. arcuatus* (لارو)

* حداکثر تعداد طعمه‌های در دسترس برای شکارگران، در داخل پرانتز آمده است

* The maximum available prey qouted in paranthesis

(نوع سـوم) از اعتبـار بـه مراتـب بیشـتری حداقـل بـرای حشـرات شـکارگـر و پـارازیتوئید برخوردارند (Murdoch and Stewart, 1975; Price, 1997)، بـه طـوری کـه بـر اسـاس گـزارش Hassell و همکاران (1977) و Hassell (1978)، فقط واکنش‌های تابعی نوع سـوم توانـایی ثـابت نگهداشـتن برهم‌کنـش بیـن یـک شـکارگـر و طعمـه را دارا می‌باشـند. در بررسـی حـاضر، کفشدوزک‌های شکارگر از تعداد بیشتری از پوره‌های سنین اولیه‌ی عسلک پنبـه در مقایسـه بـا پوره‌های سنین آخر تغذیه نمودند که این مشاهده با گزارش دیکسون (Dixon, 1973) در رابطـه

با تغذیه‌ی کفشدوزک‌ها از شته‌ها (Aphididae) مطابقت دارد. با توجه به اینکه در فصل بهار و نیز اوایل فصل تابستان نسبت پوره‌های سنین اولیه‌ی سفید بالک‌ها در طبیعت بیشتر از پوره‌های سنین آخر است (Arx *et al.*, 1983; Horowitz *et al.*, 1984)، و از طرفی کفشدوزک‌های *C. septempunctata* و *C. arcuatus* از نظر زمان ظهور در طبیعت معمولاً زودتر از سایر گونه‌ها پدیدار می‌گردند (Obrycki and Tauber, 1981)، و نیز در فصول مختلف سال به خصوص در اوایل فصل رشد گیاهان از تراکم مطلوبی برخوردارند (Majerus, 1994)، لذا دو گونه کفشدوزک فوق می‌توانند به عنوان عوامل کنترل کننده‌ی مؤثر و کارآمد در کاهش تراکم جمعیت سفید بالک‌ها مطرح باشند. البته لازم به توضیح است که کفشدوزک‌ها دارای دامنه‌ی میزبانی بسیار وسیعی بوده و از بین انواع آفات راسته‌ی جوربالان، شته‌ها به عنوان میزبان ترجیحی آنها محسوب می‌گردند (Dixon, 1973). بنابراین در شرایط طبیعی که طیف وسیعی از آفات گروه‌های مختلف در مزارع و یا گلخانه‌ها فعالیت دارند، رهاسازی صرف کفشدوزک‌ها به منظور کنترل کامل جمعیت سفید بالک‌ها پیشنهاد نمی‌گردد و در این رابطه لازم است سایر عوامل کنترل بیولوژیک به خصوص گونه‌های مختلف زنبورهای پارازیتوئید خانواده‌ی Aphelinidae به عنوان عوامل تلفیقی و سازگار با کفشدوزک‌ها در قالب برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات بکار گرفته شوند. نکته‌ی حائز اهمیت در برنامه‌های مدیریت تلفیقی آفات، توجه به واکنش‌های تابعی و برهم‌کنش بین دشمنان طبیعی (شکارگران و پارازیتوئیدها) و طعمه یا میزبان می‌باشد، به طوری که یکی از عوامل مهم ضعف و یا شکست برنامه‌های کنترل بیولوژیک، عدم بررسی دقیق دینامیسم جمعیت دشمنان طبیعی و برهم‌کنش آنها با میزبان‌ها می‌باشد. بنابراین ارزیابی واکنش‌های تابعی دشمنان طبیعی گامی مهم و اساسی در راستای یافتن راهکارهای مناسب جهت حمایت و افزایش راندمان آنها محسوب می‌گردد (De Bach and Rosen, 1991; Enkegaard, 1994). از طرف دیگر باید به این نکته توجه داشت که عوامل متعددی مانند شرایط محیطی، گیاه میزبان، وضعیت اسقرار یا پراکنش طعمه یا میزبان، تراکم و گونه یا بیوتیپ دشمنان طبیعی و عملیات مدیریتی (چگونگی انجام آزمایشات) روی واکنش‌های تابعی یک دشمن طبیعی تأثیر می‌گذارند که در فرموله نمودن معادلات و ارزیابی واکنش‌ها باید در نظر گرفته شوند (Arx *et al.*, 1983; Yano *et al.*, 1988).

سپاسگزاری

نگارندگان از نقطه نظرات سودمند و ارسال مجموعه مقالات ارزشمند توسط آقای دکتر ابریکی[1] کمال امتنان را دارند. هزینه‌ی انجام پژوهش حاضر که بخشی از تحقیقات انجام شده در رابطه با رساله‌ی دکترای نگارنده‌ی اول می‌باشد، از سوی اعتبارات مؤسسه‌ی تحقیقات پنبه‌ی کشور و دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات تهران تأمین و پرداخت گردیده است، که به این وسیله از مراکز مربوطه قدردانی می‌گردد. همچنین از همکاری‌های علمی آقای دکتر هادی استوان، مدیریت محترم گروه گیاه‌پزشکی واحد علوم و تحقیقات تهران، سپاسگزاری می‌شود.

نشانی نگارندگان: مهندس حسن قهاری، دانشجوی دکترا دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، دکتر محمود شجاعی، استاد حشره‌شناسی دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، تهران، دکتر هوشنگ بیات اسدی، استاد پژوهش حشره‌شناسی، موسسه‌ی تحقیقات پنبه‌ی کشور- گرگان.

1- Dr. John J. Obrycki; Department of Entomology, Iowa State University, Ames, Iowa 50011-3140.