واکنش تابعی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant (Col.; Coccinellidae) به شپشک آردآلود مرکبات *Planococcus citri* (Risso)(Hom.: Pseudococcidae) در شرایط آزمایشگاه

غلامعلی عبداللهی آهی[۱]، علی افشاری*[۲]، ولی‌الله بنی‌عامری[۳]، همت دادپور مغانلو[۴]، غلامعلی آساده[۵] و محسن یزدانیان[۶]

۱- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

۲*- **نویسنده مسؤول:** استایار حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان (Afshari@gau.ac.ir)

۳- استادیار پژوهشی حشره‌شناسی، موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران

۴- عضو هیات علمی موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، آزمایشگاه تحقیقات کنترل بیولوژیک، آمل

۵و۶- به ترتیب دانشیار و استادیار حشره‌شناسی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان

تاریخ دریافت: ۹۰/۱/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۰/۷/۵

چکیده

از جمله معیارهای مهم ارزیابی یک دشمن طبیعی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک، نشان دادن واکنش تابعی مناسب به تغییرات تراکم طعمه یا میزبان می‌باشد. در این پژوهش، واکنش تابعی لاروهای سن چهارم و حشرات ماده‌ی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant **به تراکم‌های مختلف پوره‌های سنین دوم و سوم و نیز حشرات ماده‌ی شپشک آردآلود مرکبات،** *Planococcus citri* (Risso)**، در شرایط آزمایشگاه (دمای ۱±۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۸۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی به ۸ ساعت تاریکی) بررسی شد. تراکم‌های ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ عددی از طعمه در اختیار لاروهای سن چهارم و کفشدوزک‌های ماده‌ی یک‌روزه قرار داده شدند و میانگین تغذیه در هر تراکم ثبت گردید. طول مدت زمان انجام هر آزمایش ۲۴ ساعت و تعداد تکرارهای آن شش عدد بود. نوع واکنش تابعی به وسیله‌ی رگرسیون لجستیک و مقادیر پارامترهای قدرت جستجوگری (a) و زمان دستیابی (T_h)، از طریق برازش یک رگرسیون غیرخطی با مدل‌های هولینگ و راجرز به دست آمدند. واکنش تابعی لاروهای سن چهارم کفشدوزک به پوره‌های سن دوم، سوم و شپشک‌های کامل ماده به ترتیب از نوع‌های سوم، سوم و دوم و واکنش تابعی کفشدوزک‌های ماده به پوره‌های سن دوم، سوم و شپشک‌های کامل ماده به ترتیب از نوع‌های دوم، سوم و دوم بود. قدرت جستجوگری لاروهای سن چهارم کفشدوزک روی پوره‌های سن دوم، سوم و شپشک‌های کامل ماده به ترتیب ۰/۰۱۲۶، ۰/۰۱۶۵ و ۰/۰۰۲ و زمان دستیابی آن‌ها به ترتیب ۰/۷۰۱، ۱/۰۱۲ و ۲/۰۵ ساعت تعیین گردید. قدرت جستجوگری کفشدوزک‌های ماده روی پوره‌های سن دوم، سوم و شپشک‌های کامل ماده به ترتیب ۰/۰۴۸، ۰/۰۱۳ و ۰/۰۹۸ و زمان دستیابی آن‌ها به ترتیب ۰/۱۷۷، ۰/۸۴۳ و ۲/۷۹ ساعت تعیین شد.**

کلید واژه‌ها: واکنش تابعی، کفشدوزک کریپتولموس، شپشک آردآلود مرکبات

مقدمه

شپشک آردآلود مرکبات (*Planococcus citri* Risso) که احتمالاً بومی کشور چین می‌باشد، آفتی بسیار چندخوار است و روی بیش از ۲۵ تیره‌ی گیاهی فعالیت می‌نماید و در حال حاضر در آسیا، اروپا و ایالات متحده‌ی آمریکا از آفات مهم انواع مرکبات به شمار می‌رود (گود فری و همکاران[۱]، ۲۰۰۲). در شمال ایران و به ویژه در استان مازندران، این آفت از شهرستان گلوگاه

1- Godfrey *et al.*

Archive of SID

www.SID.ir

در شرق تا رامسر در غرب روی انواع مرکبات فعالیت می‌نماید و همه ساله به محصول باغداران خسارت چشمگیری را وارد می‌سازد (مافی پاشاکلایی، ۱۳۷۶). فعالیت این شپشک روی مرکبات با تولید مقادیر فراوانی عسلک همراه است و در تراکم‌های بالای آن، میوه‌ها می‌ریزند (اسماعیلی، ۱۳۸۶).

کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) از جمله شکارگرهای مهم و موفق شپشک آردآلود در باغات مرکبات شمال (مافی پاشاکلایی، ۱۳۷۶) و جنوب ایران (مصدق و همکاران، ۱۳۸۷) به شمار می‌رود. مراحل لاروی و حشره‌ی کامل این کفشدوزک به صورت موفقیت‌آمیزی به شپشک‌های آردآلود حمله می‌نمایند و از آن‌ها تغذیه می‌کنند (قاری زاده گلسفیدی، ۱۳۸۱). این کفشدوزک در سال ۱۳۴۵ شمسی به منظور کنترل بیولوژیک شپشک آردآلود مرکبات توسط موسسه‌ی تحقیقات آفات و بیماری‌های گیاهی از کشور اسپانیا وارد ایران گردید و در اینسکتاریوم آزمایشگاه آفات و بیماری‌های گیاهی تنکابن پرورش داده شد (اسماعیلی، ۱۳۸۶).

واژه‌ی واکنش تابعی[1] برای اولین بار توسط سولومون[2] (۱۹۴۹) و به منظور نشان دادن رابطه‌ی بین تراکم طعمه و تعداد طعمه‌ی مورد حمله قرار گرفته توسط یک شکارگر ارایه گردید. واکنش تابعی شکارگرها یا پارازیتوییدها به تغییرات تراکم طعمه یا میزبان در فرایند تنظیم جمعیت آفات نقش مهمی دارد و از جمله معیارهای مهم انتخاب یک دشمن طبیعی برای استفاده در برنامه‌های کنترل بیولوژیک به شمار می‌رود.

به منظور ارزیابی کارایی دشمنان طبیعی می‌توان پارامترهای به دست آمده از واکنش تابعی یعنی قدرت جستجوگری (a)[3] و زمان دستیابی[4] (T_h) را در گونه‌های مختلف شکارگرها یا پارازیتوییدها مقایسه نمود (امامی و همکاران، ۱۳۷۸ ؛ جرویس وکید، ۱۹۹۶). قدرت جستجوگری یا نرخ حمله عبارت است از نسبت طعمه‌هایی که شکارگر در واحد زمان و در سطح معینی از منطقه‌ی جستجو آن‌ها را مورد حمله قرار می‌دهد (هسل[5]، ۱۹۷۸؛ هسل و همکاران، ۱۹۷۷) و زمان دستیابی شامل مجموع زمان‌هایی است که شکارگر یا پارازیتویید برای امور دیگری غیر از جستجو مانند تعقیب کردن، کشتن، خوردن و استراحت کردن صرف می‌نماید (هسل، ۱۹۷۸؛ هولینگ[6]، ۱۹۵۹؛ مورداک، ۱۹۷۳).

هولینگ (۱۹۶۶) واکنش تابعی را به سه نوع اول، دوم و سوم تقسیم نمود و ون‌آلفن و جرویس[7] (۱۹۹۶)، نوع‌های چهارم و پنجم را نیز به آن‌ها اضافه نمودند. در واکنش تابعی نوع دوم که در میان حشرات بسیار رایج می‌باشد، دشمن طبیعی به صورت وابسته به عکس تراکم طعمه یا میزبان عمل می‌کند (فتحی پور و همکاران، ۱۳۸۰)، یعنی با افزایش تراکم طعمه، درصد طعمه‌های خورده شده کاهش می‌یابد (هسل و واگ[8]، ۱۹۸۴). واکنش تابعی نوع سوم (سیگموییدی)، بیش‌تر در شکارگرهای مهره‌دار گزارش شده است، اما تعداد زیادی از بی‌مهرگان مانند زنبورهای پارازیتویید نیز دارای این نوع از واکنش تابعی می‌باشند (جرویس و کید[9]، ۱۹۹۶). در واکنش تابعی نوع سوم، شکارگر در یک محدوده‌ی معین از تراکم‌های طعمه به افزایش تراکم آن واکنش مثبت نشان می‌دهد و متناسب با آن بر درصد طعمه‌های خورده شده‌ی خود می‌افزاید و به همین دلیل، نقش این نوع از واکنش تابعی در کنترل جمعیت آفات، از نوع دوم موثرتر گزارش شده است (هسل و واگ، ۱۹۸۴).

واکنش تابعی تعداد زیادی از کفشدوزک‌ها مانند *Scymnus syriacus* (Marseul) (امامی و

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

5- Hassell
6- Holling
7- Van Alphen & Jervis
8 - Hassell & Waage
9 -Jervis & Kidd

Archive of SID

www.SID.ir

همکـــــاران، ۱۳۷۸)؛ *Coccinella septempunctata* (L.) (قهـــــاری و همکـــــاران، ۱۳۸۲)؛ *Exochomus nigromaculatus* (Goeze) (نظری و همکاران، ۱۳۸۳)؛ *Oenopia conglobata* (L.) (عبـــداللهی آهـــی، ۱۳۸۹)؛ *Stethorus gilvifrons* (Mulsant) (ایمانی و همکاران ۱۳۸۹؛ ســـهرابی و همکـــاران ۲۰۰۷)؛ *Hippodamia variegata* (Goeze) (اصغری و همکاران، ۱۳۸۲؛ فرهادی و همکاران، ۱۳۸۹؛ قهاری و همکاران، ۱۳۸۲؛ مهـــاجری و همکـــاران، ۱۳۸۹) *Coelophora inaequalis* (Fabricius) (گوتـــوه و همکـــاران، ۲۰۰۴)؛ *Coccinella transversalis* (Fabricius) (پـــــروز و اومکـــــار، ۲۰۰۵)؛ و *Harmonia axyridis* (Pallas) (سـکو و میـوا، ۲۰۰۸) از نوع دوم گزارش شده‌اند، اگر چه در مـواردی، واکنش تابعی برخی از مراحل نشو و نمایی آن‌هـا از نـوع سوم گزارش گردیده است.

واکنش تابعی کفشدوزک *C. montrouzieri* بـه تغییرات تـراکم گونـه‌هـای مختلفـی از شپشک‌هـا ماننـد شپشک آردآلـود *Planoccus minor* (Maskell) (لای و چنـگ، ۲۰۱۰) و شپشـک آردآلـود مرکبـات، *P. citri* (قربانیـان، ۱۳۸۸) مـورد مطالعـه قـرار گرفتـه است. به منظور درک بهتر فرایند شکارگری کفشدوزک کریپتولمـوس روی شپشـک آردآلـود مرکبـات و تعیـین قـدرت جسـتجوگری آن، در پـژوهش حاضـر، واکـنش تـابعی لاروهـای سـن چهـارم و حشـرات مـاده‌ی ایـن کفشدوزک به تراکم‌های مختلف پوره‌های سـنین دوم و سوم و نیـز حشـرات مـاده‌ی شپشـک آردآلـود مرکبـات مورد بررسـی قـرار گرفـت تـا زمینـه‌ی لازم بـرای انجـام مطالعات وسیع‌تـر در راسـتای کـاربرد ایـن شـکارگر در برنامه‌های مـدیریت تلفیقـی شپشـک آردآلـود مرکبـات فراهم گردد.

مواد و روش‌ها

مکان انجام آزمایش‌ها

تمـام آزمـایش‌هـای مربـوط بـه ایـن پـژوهش و نیـز پرورش شپشک‌های آردآلود مرکبات و کفشدوزک *C. montrouzieri* در آزمایشـگاه کنتـرل بیولوژیـک شهرستان آمل وابسته به موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور انجام گردیدند.

تهیه‌ی کلنی شپشک آردآلود مرکبات

شپشـک آردآلـود مرکبـات در آزمایشـگاه کنتـرل بیولوژیک شهرستان آمل و در داخل اتاق‌های تکثیری به ابعاد ۴×۴ (دمـای ۲±۲۶ درجـه‌ی سـانتی‌گراد، رطوبـت نسبی ۵±۸۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی) پرورش داده شد. شپشک‌هـای مـاده‌ی جمع‌آوری شده از باغ‌های مرکبات آمل پس از انتقال بـه اتـاق تکثیـر بـر روی میـوه‌ی کـدو تنبـل (*Cucurbita maxima*) و جوانـه‌ی سـیب‌زمینـی (*Solanum tuberosum*) قـرار مـی‌گرفتنـد و بـه آن‌هـا اجـازه‌ی افزایش جمعیت داده می‌شد.

تهیـه‌ی کلنـی کفشـدوزک *Cryptolaemus montrouzieri*

کلنی اولیه‌ی کفشـدوزک از مرکـز تحقیقـات چـای نشتارود تهیه شـد و پـس از انتقـال بـه اتـاق تکثیـر، روی کدوها یا سیب‌زمینی‌های آلوده به شپشک آردآلود قـرار گرفت. به ازای هر یک عدد کـدو یـا چنـد عـدد غـده‌ی سیب‌زمینی یک تا دو جفت کفشدوزک کامل نر و مـاده رهاسازی می‌شد و هر ۵ تا ۶ روز یک بار یک تا دو عدد کـدوی آلـوده بـه شپشـک (یـا تعـداد کـافی غـده‌ی سـیب‌زمینـی) بـه اتـاق تکثیـر منتقـل و بـا کـدوها یـا سیب‌زمینی‌های قبلی جایگزین می‌شدند تا کفشدوزک‌ها به کمبود طعمه دچار نشوند.

انجام آزمایش‌های واکنش تابعی

به منظور مطالعه‌ی واکنش تابعی لاروهای سن چهارم و حشـــره‌ی کامـــل مـــاده‌ی کفشـــدوزک *C. montrouzieri* به تغییرات تراکم پوره‌های سنین دوم،

Archive of SID

www.SID.ir

سوم و حشره‌ی کامل ماده‌ی شپشک آردآلود مرکبات از کفشدوزک‌هایی که سه نسل متوالی روی این طعمه پرورش یافته بودند، استفاده شد. این آزمایش‌ها در ۹ تیمار (تراکم‌های طعمه) و ۶ تکرار انجام شدند. تراکم‌های ۴، ۶، ۸، ۱۶، ۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰ عددی از پوره‌های سنین دوم، سوم و حشره‌ی کامل ماده‌ی شپشک آردآلود مرکبات به عنوان طعمه در داخل ظرف‌های پتری به قطر ده سانتی‌متر قرار داده شدند و یک عدد لارو سن چهارم یا کفشدوزک ماده‌ای که ۲۴ ساعت از عمر آن می‌گذشت و در این مدت گرسنه نگه داشته شده بود، درون این ظرف‌ها رهاسازی گردید. پس از ۲۴ ساعت، لارو یا کفشدوزک ماده از درون ظروف پتری خارج می‌شد و پس از شمارش تعداد طعمه‌های خورده شده توسط آن، داده‌های مربوط به هر تکرار و تیمار (تراکم) به صورت جداگانه در جدول‌های خاصی ثبت می‌گردیدند. تمام آزمایش‌ها در درون انکوباتور و در دمای ۱±۲۵ درجه‌ی سانتی‌گراد، رطوبت نسبی ۵±۸۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام شدند.

برای تعیین نوع واکنش تابعی و برآورد پارامترهای آن، از روش دومرحله‌ای جولیانو[1] (۱۹۹۳) و نرم‌افزار SAS (انستیتو سس، ۱۹۹۹) استفاده شد. این روش دارای دو مرحله‌ی اصلی بود:

(الف) تعیین نوع واکنش تابعی: ابتدا، بین نسبت طعمه‌های خورده شده (N_e/N_0) و تراکم اولیه‌ی طعمه (N_0) یک رابطه‌ی رگرسیونیِ لجستیک برقرار شد و داده‌های حاصل با یک مدل لجستیک چندجمله‌ای برازش یافتند. در نتیجه، یک منحنی چندجمله‌ای به دست آمد که دارای سه بخش خطی، درجه‌ی دو و درجه‌ی سه بود. با استفاده از جدول تجزیه‌ی رگرسیونی، مقدار و علامت (منفی یا مثبت بودن) شیب سه قسمت مذکور تعیین گردید. علامت شیب قسمت خطی منحنی بدون توجه به علامت شیب‌های دو قسمت دیگر، نوع واکنش تابعی را نشان می‌داد: منفی بودن شیب قسمت خطی منحنی نشان‌دهنده‌ی واکنش تابعی نوع دوم و مثبت بودن آن به منزله‌ی نوع سوم بودن واکنش تابعی بود (فتحی پور و همکاران، ۱۳۷۹).

(ب) برآورد پارامترهای واکنش تابعی: پس از تعیین نوع واکنش تابعی، داده‌های حاصل با استفاده از رگرسیون غیرخطی (روش کمترین مربعات[2] و راه‌فن DUD در نرم‌افزار SAS)، با مدل‌های هولینگ (معادله‌ی ۱) و تصادفی راجرز (معادله‌ی ۲) برازش یافتند و پارامترهای قدرت جستجوگری (a) و زمان دستیابی به طعمه (T_h) برآورد شدند.

$$N_e = \frac{aTN_0}{1+aT_hN_0} \qquad (۱)$$

$$N_e = N_0\{1-\exp[a(T_hN_e - T)]\} \qquad (۲)$$

در این معادله‌ها N_e= تعداد طعمه‌های خورده شده، N_t= تراکم اولیه‌ی طعمه، a= قدرت جستجوگری شکارگر، T= طول مدت زمان آزمایش و T_h= زمان دستیابی می‌باشند.

نتایج

واکنش تابعی لاروهای سن چهارم

منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده توسط لاروهای سن چهارم کفشدوزک (شکارگر) در تراکم‌های مختلف پوره‌های سنین دوم و سوم و نیز ماده‌های کامل شپشک آردآلود مرکبات (طعمه) در شکل ۱ و پارامترهای حاصل از برقراری رگرسیون لجستیک بین تراکم‌های مراحل مختلف نشو و نمایی شپشک آردآلود مرکبات و تعداد طعمه‌ی خورده شده توسط لاروهای سن چهارم در جدول ۱ ارایه شده‌اند. علامت شیب قسمت خطی (N_0) منحنی لجستیک برای پوره‌های سنین دوم و سوم شپشک مثبت بود و مقدار آن

1- Juliano

2- Least square

Archive of SID
www.SID.ir

به ترتیب ۰/۱۱۴۴ و ۰/۱۲۱۶ محاسبه گردید. مثبت بودن علامت شیب این قسمت به منزله‌ی آن است که واکنش تابعی لاروهای سن چهارم کفشدوزک به تراکم‌های این دو مرحله‌ی نشو و نمایی از نوع سوم بود و با مدل تصادفی راجرز انطباق بیشتری داشت. در مقابل، علامت شیب قسمت خطی منحنی لجستیک برای شپشک‌های ماده منفی بود (جدول ۱) و مقدار آن برابر با ۰/۳۳۷۵- به دست آمد که این موضوع نشان‌دهنده‌ی آن است که واکنش تابعی لاروهای سن چهارم کفشدوزک به تغییرات تراکم شپشک‌های ماده‌ی کامل از نوع دوم بود و با مدل هولینگ برازش بهتری یافت.

میانگین‌های پارامترهای حاصل از برازش منحنی‌های واکنش‌های تابعی لاروهای سن چهارم کفشدوزک با مدل‌های مختلف در جدول ۲ ارایه شده‌اند. قدرت جستجوگری لاروهای سن چهارم از ۰/۰۰۴±۰/۰۱۲۶ در تغذیه از پوره‌های سن دوم شپشک به ۰/۰۰۳۲±۰/۰۰۲ در تغذیه از شپشک‌های ماده‌ی کامل کاهش یافت. در همین حال، زمان دستیابی از ۰/۰۳۳±۰/۷۰۱ ساعت در پوره‌های سن دوم شپشک به ۰/۰۵۹±۲/۰۵ ساعت در شپشک‌های ماده‌ی کامل افزایش یافت و موجب گردید تا حداکثر نرخ حمله‌ی لاروهای سن چهارم کفشدوزک از ۳۴/۲۳۷ در پوره‌های سن دوم شپشک به ۱۱/۷۰۷ در شپشک‌های کامل ماده کاهش بیابد.

بیشترین میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی لاروهای سن چهارم کفشدوزک از پوره‌های سن دوم، پوره‌های سن سوم و ماده‌های کامل شپشک آردآلود مرکبات (در مجموعِ تمام تراکم‌ها) به ترتیب ۲/۶۲±۳۴/۵، ۲/۲۸±۲۷/۵ و ۰/۴۳±۱۳/۵ عدد طعمه به ازای هر فرد شکارگر محاسبه گردید (جدول ۳).

واکنش تابعی کفشدوزک‌های ماده

منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده توسط کفشدوزک‌های ماده (شکارگر) در تراکم‌های مختلف پوره‌های سنین دوم و سوم و نیز ماده‌های کامل شپشک آردآلود مرکبات (طعمه) در شکل ۲ و پارامترهای حاصل از برقراری رگرسیون لجستیک بین تراکم‌های مراحل مختلف نشو و نمایی شپشک و تعداد طعمه‌ی خورده شده توسط کفشدوزک‌های ماده در جدول ۴ ارایه شده‌اند. علامت شیب قسمت خطی (N_0) منحنی لجستیک حاصل برای پوره‌های سنین دوم، سوم و افراد ماده‌ی شپشک آردآلود مرکبات به ترتیب منفی، مثبت و منفی بود و مقادیر آن به ترتیب ۰/۱۹۶۵-، ۰/۰۴۳۴ و ۰/۳۳۵۴- محاسبه گردید (جدول ۴). به عبارت دیگر، واکنش تابعی کفشدوزک‌های ماده به پوره‌های سن دوم و شپشک‌های ماده از نوع دوم بود و با مدل هولینگ انطباق بیشتری داشت، اما برای پوره‌های سن سوم شپشک از نوع سوم بود و با مدل تصادفی راجرز بهتر برازش یافت.

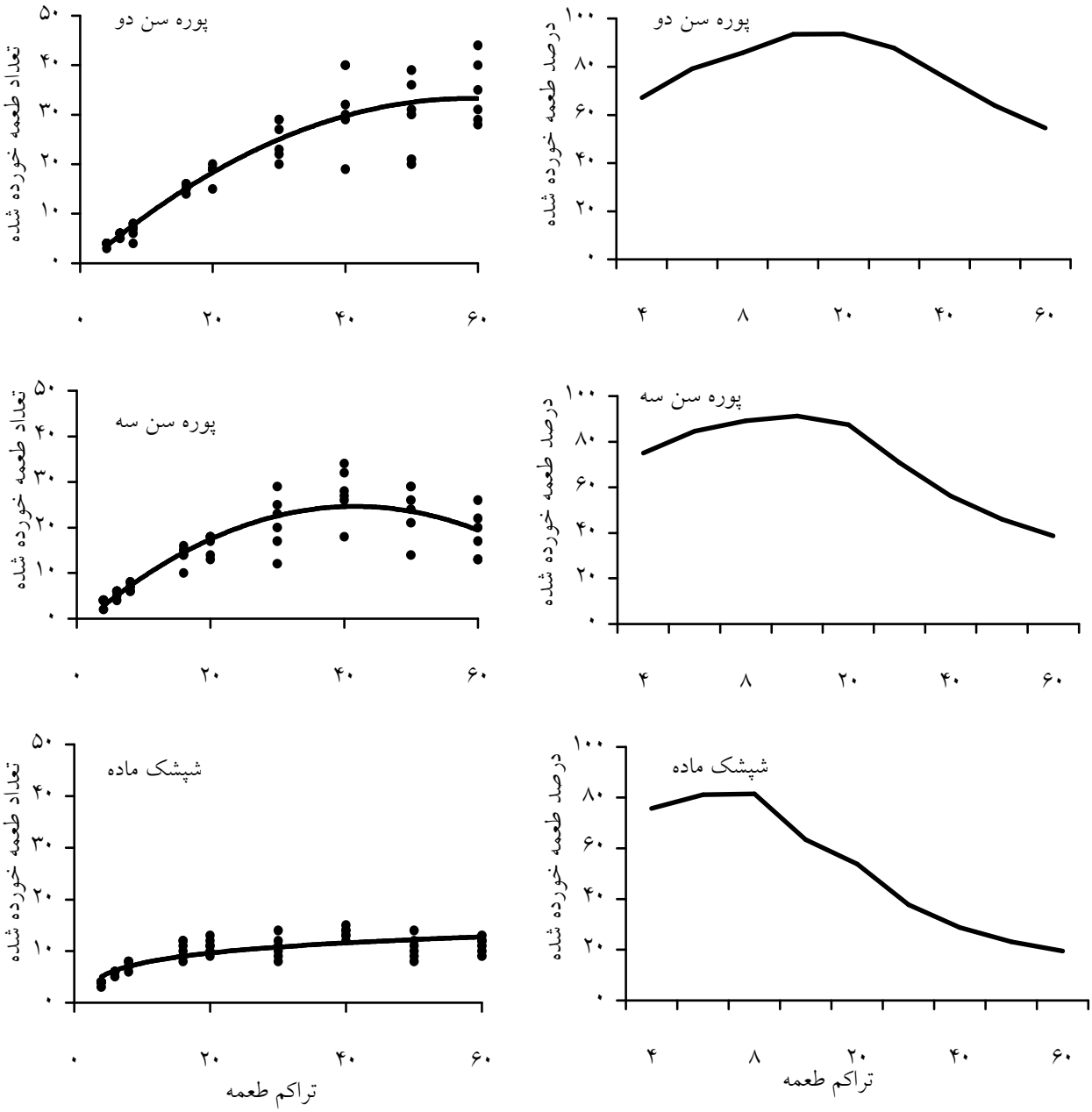
میانگین‌های پارامترهای حاصل از برازش واکنش‌های تابعی کفشدوزک‌های ماده با مدل‌های هولینگ یا راجرز در جدول ۵ ارایه شده‌اند. قدرت جستجوگری کفشدوزک‌های ماده برای شپشک‌های ماده در بیش‌ترین مقدار خود (۰/۰۱۸۶±۰/۰۹۸) و برای پوره‌های سن دوم شپشک در کم‌ترین مقدار خود (۰/۰۰۶۴±۰/۰۱۳) قرار داشت. در همین حال، زمان دستیابی به طعمه از ۰/۰۳۳±۰/۱۷۷ ساعت در پوره‌های سن دوم شپشک به ۰/۱۲۳±۲/۷۹ ساعت در شپشک‌های ماده‌ی کامل افزایش یافت و موجب گردید تا حداکثر نرخ حمله‌ی کفشدوزک‌های ماده از ۱۳۵/۵۹ در پوره‌های سن دوم شپشک به ۸/۵۹ در شپشک‌های ماده کاهش بیابد (جدول ۵). در مجموع، بالاترین قدرت جستجوگری لاروهای سن چهارم و کفشدوزک‌های ماده زمانی به دست آمد که شپشک‌های کامل ماده به عنوان طعمه در اختیار آن‌ها قرار گرفتند و کمترین زمان دستیابی به طعمه نیز به پوره‌های سن دوم شپشک اختصاص داشت.

بیشترین میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی کفشدوزک‌های ماده از پوره‌های سن دوم، پوره‌های سن سوم و ماده‌های کامل شپشک آردآلود مرکبات (در مجموعِ تمام

Archive of SID

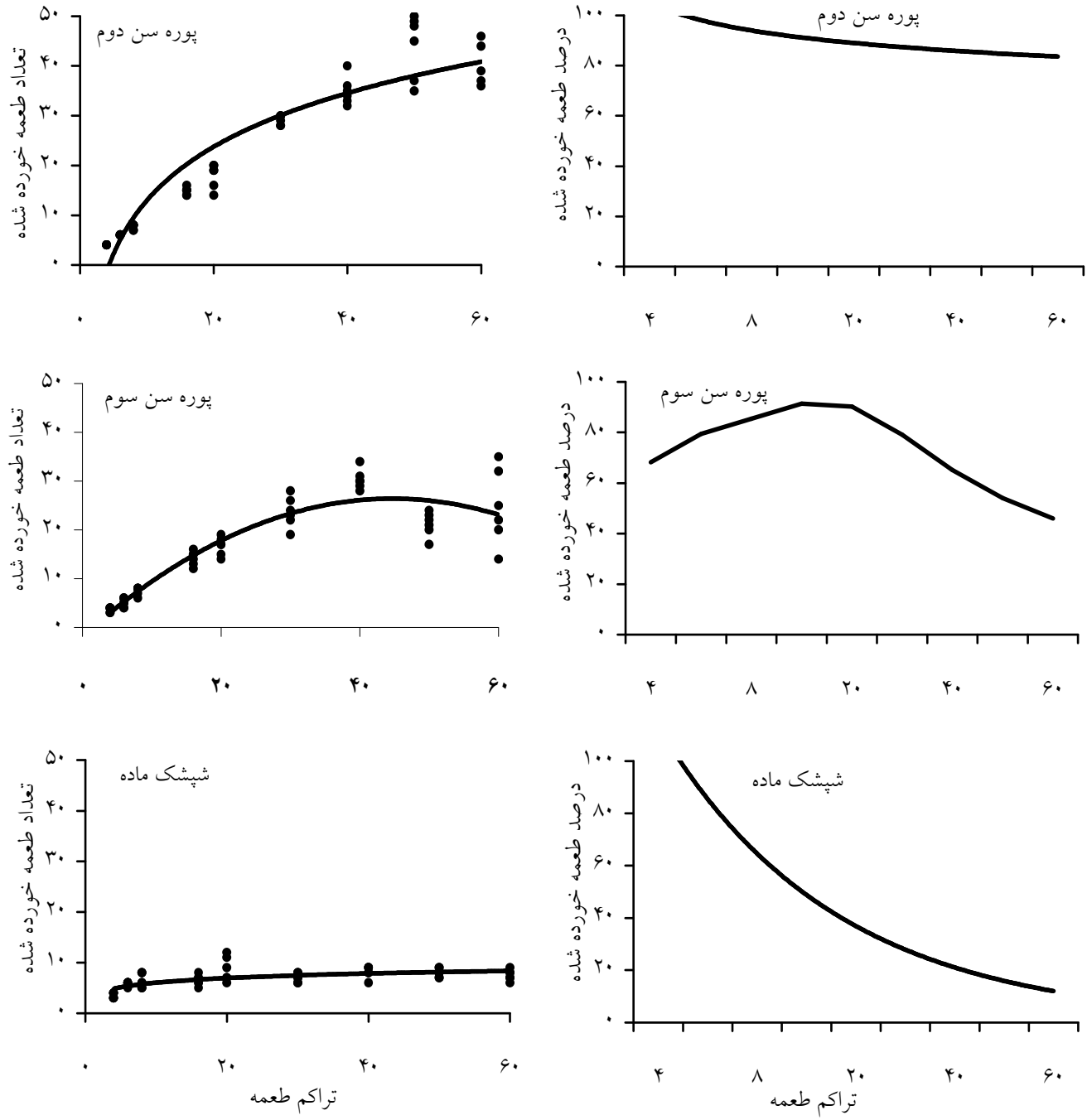
www.SID.ir

تـراکم‌هـا) بـه ترتیـب ۲/۳۹±۴۲/۱۷۵، ۳/۸۷±۲۸/۵ و ۰/۹۹۴۳±۸/۶۷ عـدد طعمـه بـه ازای هـر فـرد شـکارگر محاسبه گردید (جدول ۳).



شکل ۱- منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده توسط لاروهای سن چهارم کفشدوزک *C. montrouzieri* در تراکم‌های مختلف مراحل مختلف نشوونمایی شپشک آردآلود مرکبات

www.SID.ir



شکل ۲- منحنی‌های تعداد و درصد طعمه‌های خورده شده توسط حشرات ماده‌ی کفشدوزک *C. montrouzieri* در تراکم‌های مختلف مراحل مختلف نشوونمایی شپشک آردآلود مرکبات

www.SID.ir

جدول ۱- پارامترهای حاصل از برقراری رگرسیون لجستیک بین تراکم‌های مختلف مراحل مختلف نشوونمایی شپشک آردآلود مرکبات (طعمه) و میزان تغذیه‌ی لاروهای سن چهارم کفشدوزک *C. montrouzieri* (شکارگر)

مراحل نشوونمایی طعمه	پارامتر	مقدار برآورد شده	خطای استاندارد	P
پوره‌ی سن دوم	عرض از مبدأ	۱/۹۵۹۲	۰/۶۴۰۰	۰/۰۰۲۲
	قسمت خطی (N_0)	۰/۱۱۴۴	۰/۰۶۸۱	۰/۰۹۳۰
	قسمت درجه‌ی ۲ (N_{02})	-۰/۰۰۵۴۵	۰/۰۰۲۰۹	۰/۰۰۹۰
	قسمت درجه‌ی ۳ (N_{03})	۰/۰۰۰۰۵۱	۰/۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۶۹
پوره‌ی سن سوم	عرض از مبدأ	۱/۸۸۲۴	۰/۶۳۴۲	۰/۰۰۳۰
	قسمت خطی (N_0)	۰/۱۲۱۶	۰/۰۶۸۲	۰/۰۷۴۴
	قسمت درجه‌ی ۲ (N_{02})	-۰/۰۰۵۵۰	۰/۰۰۲۰۹	۰/۰۰۸۷
	قسمت درجه‌ی ۳ (N_{03})	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۰۰۱۹	۰/۰۰۸۲
شپشک ماده	عرض از مبدأ	۴/۴۹۵۲	۰/۶۸۰۹	۰/۰۰
	قسمت خطی (N_0)	-۰/۳۳۷۵	۰/۰۶۸۰	۰/۰۰
	قسمت درجه‌ی ۲ (N_{02})	۰/۰۰۷۳۲	۰/۰۰۲۰۳	۰/۰۰۰۳
	قسمت درجه‌ی ۳ (N_{03})	-۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۲۴

جدول ۲- میانگین (±SE)پارامترهای به دست آمده از برازش واکنش تابعی لاروهای سن چهارم کفشدوزک *C. montrouzieri* با مدل‌های مختلف در تغذیه از مراحل مختلف نشو و نمایی شپشک آردآلود مرکبات

مراحل نشوو نمایی طعمه	نوع واکنش تابعی	بهترین مدل برازش یافته	قدرت جستجوگری (a)	زمان دستیابی (T_h)	حداکثر نرخ حمله (T/T_h)	ضریب تبیین (r^2)
پوره‌ی سن دوم	سوم	تصادفی راجرز	۰/۰۱۲۶±۰/۰۰۴	۰/۷۰۱±۰/۰۳۳	۳۴/۲۳۷	۰/۸۶۷۲
پوره‌ی سن سوم	سوم	تصادفی راجرز	۰/۰۱۶۵±۰/۰۰۶۷	۱/۰۱۲±۰/۰۵۰۴	۲۳/۷۱۵	۰/۷۵۶۸
شپشک ماده	دوم	هولینگ	۰/۰۰۲±۰/۰۰۳۲	۲/۰۵±۰/۰۵۹	۱۱/۷۰۷	۰/۷۴۳۳

جدول ۳- بیشترین میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی لاروهای سن چهارم و ماده‌های کامل کفشدوزک *C. montrouzieri* از مراحل مختلف نشوونمایی شپشک آردآلود مرکبات در میان تراکم‌های مختلف طعمه

	مراحل نشوونمایی شپشک آردآلود مرکبات		
مراحل نشوونمایی کفشدوزک	پوره‌های سن دوم	پوره‌های سن سوم	ماده‌های کامل
لاروهای سن چهارم	۳۴/۵±۲/۶۲	۲۷/۵±۲/۲۸	۱۳/۵±۰/۴۳
ماده‌های کامل	۴۲/۱۷±۲/۳۹	۲۸/۵±۳/۸۷	۸/۶۷±۰/۹۹

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۴- پارامترهای حاصل از برقراری رگرسیون لجستیک بین تراکم‌های مختلف مراحل مختلف نشو و نمایی شپشک آردآلود مرکبات (طعمه) و میزان تغذیه‌ی کفشدوزک‌های ماده‌ی *C. montrouzieri* (شکارگر)

مراحل نشوونمایی طعمه	پارامتر	مقدار برآورد شده	خطای استاندارد	P
پوره‌ی سن دوم	عرض از مبدأ	۴/۶۶۳۷	۱/۰۶۲۱	۰/۰۰
	قسمت خطی (N_0)	-۰/۱۹۶۵	۰/۱۰۴۴	۰/۰۵۹۸
	قسمت درجه‌ی ۲ (N_{02})	۰/۰۰۵۸۷	۰/۰۰۳۰۵	۰/۰۵۴۲
	قسمت درجه‌ی ۳ (N_{03})	-۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۲۷	۰/۰۲۴۱
پوره‌ی سن سوم	عرض از مبدأ	۱/۹۰۸۷	۰/۵۵۵۸	۰/۰۰۰۶
	قسمت خطی (N_0)	۰/۰۴۳۴	۰/۰۵۹۴	۰/۴۶۵۰
	قسمت درجه‌ی ۲ (N_{02})	-۰/۰۰۲۸۳	۰/۰۰۱۸۴	۰/۱۲۳۵
	قسمت درجه‌ی ۳ (N_{03})	۰/۰۰۰۰۲۵	۰/۰۰۰۰۱۷	۰/۱۳۴۵
شپشک ماده	عرض از مبدأ	۳/۶۵۲۴	۰/۵۴۵۴	۰/۰۰
	قسمت خطی (N_0)	-۰/۳۳۵۴	۰/۰۵۹۱	۰/۰۰
	قسمت درجه‌ی ۲ (N_{02})	۰/۰۰۷۵۸	۰/۰۰۱۸۷	۰/۰۰۰۱
	قسمت درجه‌ی ۳ (N_{03})	-۰/۰۰۰۰۶	۰/۰۰۰۰۱۸	۰/۰۰۰۸

جدول ۵- میانگین (±SE)پارامترهای به دست آمده از برازش واکنش تابعی کفشدوزک‌های ماده‌ی *C. montrouzieri* با مدل‌های مختلف در تغذیه از مراحل مختلف نشو و نمایی شپشک آردآلود مرکبات

مراحل نشوونمایی طعمه	نوع واکنش تابعی	بهترین مدل برازش یافته	قدرت جستجوگری (a)	زمان دستیابی (T_h)	حداکثر نرخ حمله (T/T_h)	ضریب تبیین (r^2)
پوره‌ی سن دوم	دوم	هولینگ	۰/۰۴۸±۰/۰۰۳۴	۰/۱۷۷±۰/۰۳۳	۱۳۵/۵۹	۰/۹۴۵۴
پوره‌ی سن سوم	سوم	تصادفی راجرز	۰/۰۱۳±۰/۰۰۶۴	۰/۸۴۳±۰/۰۵۸	۲۸/۴۷	۰/۶۹۰۷
شپشک ماده	دوم	هولینگ	۰/۰۹۸±۰/۰۱۸۶	۲/۷۹±۰/۱۲۳	۸/۵۹	۰/۴۸۸۶

بحث

لاروهای سن چهارم و حشرات کامل به دلیل برخورداری از قدرت تغذیه‌ی بالا، اصلی‌ترین مراحل نشوونمایی کفشدوزک‌ها در کنترل بیولوژیک آفات به شمار می‌روند (هودک و هونک[1]، ۱۹۹۶). نتایج پژوهش ما نیز نشان دادند میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی لاروهای سن چهارم و افراد ماده‌ی کفشدوزک *C. montrouzieri* بسیار بالا می‌باشد و مقایسه داده‌های تغذیه‌ای آن‌ها با داده‌های تغذیه‌ای لاروهای سنین اول، دوم و سوم این کفشدوزک در شرایط محیطی کاملاً مشابه (عبداللهی، ۱۳۸۹) این موضوع را تایید نمود. همچنین، در این پژوهش مشخص گردید که با بزرگ‌تر شدن جثه‌ی طعمه از پوره‌های سن دوم تا شپشک‌های ماده‌ی کامل، میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی لاروهای سن چهارم و کفشدوزک‌های ماده کاهش یافت که این امر

1- Hodek & Honek

Archive of SID

www.SID.ir

ممکن است از بیش‌تر شدن زمان دستیابی در اثر ترشح ترکیبات مومی در شپشک‌های ماده‌ی کامل ناشی شده باشد. این نتایج با یافته‌های قاری‌زاده‌ی گلسفیدی (۱۳۸۱) مطابقت داشت که نشان می‌داد میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی کفشدوزک‌های ماده‌ی کریپتولموس از پوره‌های سن دوم شپشک آردآلود مرکبات (۱/۷۲±۱۳/۸) از شپشک‌های ماده‌ی کامل (۱±۴) به طور معنی‌داری بیش‌تر بود. اما، به طور کلی، میانگین‌های تغذیه‌ی روزانه‌ی کفشدوزک‌های ماده از مراحل مختلف نشوونمایی شپشک آردآلود مرکبات در پژوهش این محقق از پژوهش حاضر به طور قابل‌توجهی کم‌تر بودند. با توجه به یکسان بودن دمای آزمایش‌ها در هر دو مطالعه، کم‌تر بودن درصد رطوبت نسبی و طول مدت زمان روشنایی در مطالعه‌ی این محقق (به ترتیب ۷۰ درصد و ۱۴ ساعت) نسبت به مطالعه‌ی نگارندگان می‌تواند از دلایل این اختلاف باشد.

قربانیان (۱۳۸۸) میانگین تغذیه‌ی روزانه‌ی کفشدوزک‌های ماده‌ی کریپتولموس از پوره‌های سن سوم شپشک آردآلود مرکبات را ۱/۸۱±۳۶ گزارش نموده است که از مقدار به دست آمده برای پژوهش حاضر (۳/۸۷±۲۸/۵) بیش‌تر می‌باشد. با توجه به یکسان بودن کفشدوزک‌ها از نظر طول عمر (یک روزه) و طول مدت زمان گرسنه نگه داشته شدن پیش از شروع آزمایش‌ها (۲۴ ساعت) در هر دو پژوهش، بیش‌تر بودن دو درجه‌ی سانتی‌گرادی دما و کم‌تر بودن ۲۰ درصدی رطوبت نسبی در پژوهش این محقق نسبت به مطالعه‌ی نگارندگان می‌تواند از دلایل این اختلاف باشد.

اگر چه واکنش‌های تابعی بی‌مهرگان شکارگر بیشتر از نوع دوم گزارش شده‌اند (جرویس و کید، ۱۹۹۶)، اما برای حشرات شکارگر یا پارازیتویید، واکنش‌های تابعی نوع سوم از کارایی به مراتب بیش‌تری برخوردار هستند، به طوری که به اعتقاد هسل و همکاران (۱۹۷۷) و هسل (۱۹۷۸)، فقط در واکنش‌های تابعی نوع سوم، شکارگر می‌تواند جمعیت طعمه (آفت) را به تعادل برساند. در این پژوهش، اگر چه هر دو شکل از واکنش تابعی مشاهده شدند، اما نوع سوم بودن واکنش تابعی لاروهای سن چهارم و کفشدوزک‌های ماده نسبت به پوره‌های سن دوم (مرحله‌ی اولیه‌ی نشو و نمایی شپشک)، احتمال کنترل موثرتر شپشک را در مراحل اولیه‌ی کلنی‌سازی و آلودگی به آن افزایش می‌دهد.

قربانیان (۱۳۸۸) با بررسی واکنش تابعی حشرات کامل نر و ماده‌ی کفشدوزک کریپتولموس نسبت به تراکم‌های مختلف پوره‌های سن سوم شپشک آردآلود مرکبات در دمای ۱±۲۷ درجه‌ی سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۶۵ درصد، واکنش تابعی آن‌ها را از نوع دوم برآورد کرد که با نوع واکنش تابعی پژوهش حاضر مطابقت نداشت. قدرت جستجوگری کفشدوزک‌های ماده در مطالعه‌ی این محقق (۰/۰۰۸۴±۰/۰۵۳۲) با قدرت جستجوگری محاسبه شده برای پوره‌های سن دوم شپشک در پژوهش حاضر (۰/۰۰۳۴±۰/۰۴۷۷) اختلاف اندکی داشت، اما زمان دستیابی به طعمه در مطالعه‌ی وی (۰/۰۵۴۴±۰/۴۹۳۴) از زمان دستیابی به طعمه‌ی محاسبه شده در این پژوهش (۰/۰۳۳±۰/۱۷۷) به مراتب بزرگ‌تر بود. با توجه به یکسان بودن سن (یک روزه) و طول مدت زمان گرسنه نگه داشتن کفشدوزک‌های مورد استفاده (۲۴ ساعت)، تفاوت در دما و درصد رطوبت نسبی آزمایش‌ها از دلایل احتمالی این اختلاف در نتایج می‌باشد. معزی‌پور و همکاران (۲۰۰۸) نیز تاثیر تغییرات دما و رطوبت نسبی را بر نوع واکنش تابعی و مقادیر پارامترهای آن گزارش نموده‌اند.

لای و چانگ[1] (۲۰۱۰) واکنش تابعی مراحل مختلف نشو و نمایی کفشدوزک کریپتولموس را نسبت به تخم، پوره‌ی سن سوم و ماده‌های کامل شپشک آردآلود *M. hirsutus* از نوع دوم گزارش نمودند. آن‌ها هم‌چنین واکنش تابعی حشرات کامل نر و ماده‌ی کفشدوزک کریپتولموس را نسبت به پوره‌های سن سوم و ماده‌های کامل شپشک آردآلود *P. minor* (Maskell) از نوع

1- Lai & Chang

Archive of SID
www.SID.ir

سوم و واکنش تابعی لاروهای سنین سوم و چهارم کفشدوزک را نسبت به پوره‌های سن سوم شپشک آردآلود فوق از نوع دوم و نسبت به شپشک‌های ماده از نوع سوم گزارش نمودند. بنابراین، بر اساس نتایج پژوهش محققان مختلف و پژوهش حاضر، می‌توان اظهار نمود که نوع واکنش تابعی و مقادیر قدرت جستجوگری و زمان دست‌یابی به طعمه بر حسب مرحله‌ی نشو و نمایی و گونه‌ی طعمه و نیز مرحله‌ی نشو و نمایی شکارگر متفاوت می‌باشند.

با توجه به نوع سوم بودن واکنش تابعی لاروهای سن چهارم کفشدوزک در تغذیه از پوره‌های سنین دوم و سوم شپشک آردآلود مرکبات و نیز کارآمدتر بودن این نوع از واکنش تابعی در برنامه‌های کنترل بیولوژیک، پیشنهاد می‌شود که برای کنترل موثرتر شپشک‌های آردآلود در سنین پورگی، رهاسازی کفشدوزک کریپتولموس به گونه‌ای باشد که لاروهای سن چهارم آن از نظر زمان فعالیت با سنین پورگی شپشک منطبق گردد. همچنین، توصیه می‌گردد که واکنش تابعی کفشدوزک کریپتولموس در دماهای مختلف بررسی شود تا تاثیر احتمالی دما روی نوع واکنش تابعی و نیز مقادیر نرخ جستجوگری و زمان دستیابی به طعمه‌ی آن مشخص گردد.

سپاسگزاری

پژوهش حاضر که بخشی از پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد نگارنده‌ی اول می‌باشد با استفاده از امکانات و مساعدت‌های آزمایشگاه تحقیقات کنترل بیولوژیک آمل وابسته به موسسه‌ی گیاهپزشکی کشور انجام گرفته است که بدین وسیله از زحمات و همکاری‌های مسئولین و کارکنان محترم این بخش تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

۱. اسماعیلی، م. ۱۳۸۶. آفات مهم درختان میوه. نشر سپر، تهران، ۵۷۸ ص.

۲. اصغری، ف.، سمیع، م. ا. مهدیان، ک. بصیرت، م. و ایزدی، ح. ۱۳۸۹. واکنش تابعی کفشدوزک، *Hippodamia variegata* (Goeze)، شکارگر پسیل معمولی پسته در شرایط آزمایشگاهی. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ۱۲- ۹ مرداد، ۱۳۸۹، موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ص ۳۶.

۳. امامی، م. س.، صحراگرد، ا. و حاجی‌زاده، ج. ۱۳۷۸. بررسی واکنش تابعی کفشدوزک *Scymnus syriacus* Marseul نسبت به تراکم‌های مختلف شته‌ی سبز مرکبات *Aphis spiraecola* Gott مجله‌ی آفات و بیماری‌های گیاهی، ۶۷ (۱ و ۲): ۴۲-۵۰.

۴. ایمانی، ز.، شیشه‌بر، پ. و مصدق، م. س. ۱۳۸۹. واکنش تابعی کفشدوزک *Stethorus gilvifrons* Mulsant (Col.; Coccinellidae) نسبت به مراحل مختلف رشدی کنه‌ی شرقی مرکبات *Eutetranychus orientalis* (Acari: Tetranychidae). مجله‌ی علمی کشاورزی، ۳۳ (۱): ۱-۱۰.

Archive of SID

www.SID.ir

۵. حسنی، م. ر.، مهرنژاد، م. ر. و استوان، ه. ۱۳۸۷. برخی از ویژگی‌های زیستی و شکارگری کفشدوزک *Oenopia conglobata* L. (Col., Coccinellidae) روی پسیل معمولی پسته در شرایط آزمایشگاه. مجله‌ی پژوهشی تحقیقات حمایت و حفاظت جنگل‌ها و مراتع ایران، ۶ (۲): ۱۱۰ – ۱۱۷.

۶. عبداللهی آهی، غ. ۱۳۸۹. دموگرافی و واکنش تابعی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) با تغذیه از شپشک‌های آردآلود مرکبات، *Planococcus citri* (Risso)، و چای، *Pseudococcus viburni* (Signoret) در شرایط آزمایشگاهی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، گروه گیاه‌پزشکی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، ۱۲۴ ص.

۷. فتحی‌پور، ی.، کمالی، ک.، خلقانی، ج. و عبداللهی، غ. ع. ۱۳۷۹. واکنش تابعی زنبور پارازیتوئید *Trissolcus grandis* (Hym.; Scelionidae) به تراکم‌های مختلف تخم سن *Eurygaster integriceps* (Hem.; Scutelleridae) و تاثیر ارقام مختلف گندم بر آن. مجله‌ی آفات و بیماری‌های گیاهی، ۶۸ (۱ و ۲): ۱۲۳ – ۱۳۶.

۸. فتحی‌پور، ی.، طالبی، ع. ا.، محرمی‌پور، س. و عسگری، ش. ۱۳۸۰. مقایسه‌ی رگرسیون لجستیک و غیرخطی در تعیین نوع واکنش تابعی حشرات پارازیتوئید و شکارگر. مجموعه مقالات دهمین کنفرانس سراسری زیست‌شناسی ایران، صص ۳۰۸–۳۱۱.

۹. فرهادی، ر.، اللهیاری، ح.، آزمایش‌فرد، پ.، فتاح‌الحسینی، س. و حیدری، س. ۱۳۸۹. واکنش تابعی حشرات کامل نر و ماده‌ی کفشدوزک *Hippodamia variegate* (Col.; Coccinellidae) روی شته‌ی سیاه باقلا. مجله‌ی دانش گیاهپزشکی ایران، ۴۱ (۱): ۱۴۳–۱۵۰.

۱۰. قاری‌زاده گلسفیدی، ا. ۱۳۸۱. امکان استفاده از کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* M. (Col., Coccinellidae) در مبارزه بیولوژیک با بالشتک مرکبات *Pulvinaria aurantii* C. (Hom., Coccidae). پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده‌ی کشاورزی، ۱۰۲ص.

۱۱. قربانیان، س. ۱۳۸۸. بررسی زیست‌شناسی و کارایی کفشدوزک *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant در کنترل شپشک آردآلود *Planococcus citri* (Risso) روی گیاه حسن یوسف *Solenostemon scutellarioides*. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده‌ی پردیس ابوریحان، دانشگاه تهران، ۹۴ ص.

۱۲. قهاری، ح.، شجاعی، م. و بیات‌اسدی، ه. ۱۳۸۲. واکنش تابعی سه گونه کفشدوزک شکارگر به تراکم جمعیت عسلک پنبه *Bemisia tabaci* (Hom.; Aleyrodidae). مجله‌ی آفات و بیماری‌های گیاهی، جلد ۷۱ (۱): ۷۹ – ۹۰.

۱۳. مافی پاشاکلایی، ش. ۱۳۷۶. شناسایی شپشک‌های آردآلود (Pseudococcidae) در استان مازندران و مطالعه‌ی گونه‌ی غالب و دشمنان طبیعی آن. پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد حشره‌شناسی کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده‌ی کشاورزی، ۱۰۴ص.

Archive of SID

www.SID.ir

۱۴. مصدق، م. س.، اسلامی‌زاده، ر. و اسفندیاری، م. ۱۳۸۷. بررسی امکان مبارزه بیولوژیک با شپشک آردآلود جنوب (New.) *Nipaecoccus viridis* با استفاده از کفشدوزک کریپت Mul. *Cryptolaemus montrouzieri* در باغ‌های مرکبات شمال خوزستان. خلاصه مقالات هجدهمین کنگره‌ی گیاه‌پزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ۳- ۶ شهریور ۱۳۸۷، دانشگاه بوعلی سینای همدان، ص ۳۵.

۱۵. مهاجری پاریزی، ع.، مددی، ح.، الهیاری، ح. و مهرنژاد، م. ر. ۱۳۸۹. واکنش تابعی مراحل مختلف زندگی کفشدوزک *Hippodamia variegate* نسبت به پوره‌ی سن چهارم شته‌ی جالیز در شرایط میکروکازم. خلاصه مقالات نوزدهمین کنگره‌ی گیاهپزشکی ایران (جلد اول: آفات)، ۹- ۱۲ مرداد، ۱۳۸۹، تهران، ص ۳۷.

۱۶. نظری، ع.، حاجی‌زاده، ج. و صحراگرد، ا. ۱۳۸۳. واکنش تابعی کفشدوزک *Exochomus nigromaculatus* (Col.; Coccinellidae) نسبت به تراکم‌های مختلف دو گونه شته‌ی خرزهره (*Aphis nerii*) و شته‌ی اقاقیا (*Aphis craccivora*). مجله‌ی آفات و بیماری‌های گیاهی، ۷۲ (۲): ۸۵-۹۴.

17. Godfrey, K., Daane, K., Bentley, W., Gill, R., and Malakar-Kuenen, R. 2002. Mealyugs in California vineyards. University of California Agricultural and Natural Resources Publication 21612, Oakland, CA.

18. Gotoh, T., Nozawa, M., and Yamaguchi, K. 2004. Prey consumption and functional response of three acarophagous species to eggs of the two- spotted spider mite in the laboratory. Applied Entomology and Zoology, 39(1): 97- 105.

19. Hassell, M.P. 1978. The Dynamics of Arthropod Predator– Prey System. Priceton University Press, Princeton, NJ. 237 p.

20. Hassell, M.P., Lawton, J.H., and Bedington, J.R. 1977. Sigmoid functional responses by invertebrate predators and parasitoids. Journal of Animal Ecology, 46: 246-262.

21. Hassell, M.P., and Waage, J.K. 1984. Host – parasitoid population interactions. Annual Review of Entomology, 29: 89-114.

22. Hodek, I.,and Honek, A., 1996. Ecology of Coccinellidae. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p 464.

23. Holling, C.S. 1959a. The components of predation as revealed by a study of small mammal predation of the European pine sawfly. Canadian Entomology, 91: 293-320.

24. Holling, C.S. 1959b. Some characteristics of simple types of predation and parasitism. Canadian Entomology, 91: 385-398.

25. Holling, C.S. 1966. The functional response of invertebrate predators to prey density. Memoirs of the Entomological Society of Canada, 48: 1-86.

26. Jervis, M., and Kidd, N. 1996. Insect Natural Enemies: Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman and Hall, London. 491pp.

Archive of SID

www.SID.ir

27. Juliano, S.A. 1993. Nonlinear curve fitting: predation and functional response curves. In: Scheiner, S.M., and Gurevitch, J. (eds.) Design and Analysis of Ecological Experiments. Chapman and Hall, New York, pp: 159-182.

28. Lai, W.H., and Chang, N.T. 2010. Lady bugs (*Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant)) (Col.; Coccinellidae). Life history, population parameters, and predation of *Cryptolaemus montrouzieri* (Mulsant) (Col.; Coccinellidae). Available at: http://tve.npust. edu.te.

29. Moezipour, M., Kafil, M., and Allahyari, H. 2008. Functional response of *Trichogramma brassicae* at different temperatures and relative humidities. Bulletin of Insectology, 61 (2): 245-250.

30. Murdoch, W.W. 1973. The functional response of predators. Journal of Applied Ecology, 10: 335-342.

31. Pervez, A., and Omkar. 2005. Functional responses of coccinellid predators: An illustration of a logistic approach. Journal of Insect Science, 5(5), 6 pp.

32. SAS Institute, 1999. SAS user's guide, version 8.2. SAS Institute, Cary,NC, USA

33. Seko, T., and Miura, K. 2008. Functional response of the lady beetle *Harmonia axyridis* (Pallas) (Col.; Coccinellidae) on the aphid *Myzus persicae* (Sulzer) (Hom.; Aphididae). Applied Entomology and Zoology, 43(3): 341- 345.

34. Sohrabi, F., and Shishehbor, P. 2007. Functional and numerical responses of *Stethorus gilvifrons* Mulsant feeding on strawberry spider mite, *Tetranychus turkestani* Ugarov and Nikolski. Pakistan Journal of Biological Sciences, 10(24): 4563- 4566.

35. Solomon, M.E. 1949. The natural control of animal population. Journal of Animal Ecology, 18: 1-35.

36. Van Alphen, J.J.M., and Jervis, M.A. 1996. Foraging behaviour. In: Jervis, M., and Kidd, N(eds.). Insect Natural Enemies, Practical Approaches to Their Study and Evaluation. Chapman and Hall, London: pp: 1- 62.

Archive of SID

www.SID.ir