

تراکم جمعیت و توزیع فضایی مراحل نابالغ سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) روی لوبیا چشم‌بلبلی در منطقه تهران

رؤیا تقی‌زاده^{۱*} و یعقوب فتحی‌پور^۲

۱- مرکز آموزش عالی شهید باکری میاندوآب، دانشگاه ارومیه، ارومیه، ایران، ۲- گروه حشره‌شناسی کشاورزی، دانشکده کشاورزی،

دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران

(تاریخ دریافت: ۹۴/۷/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۱/۲۴)

چکیده

تراکم جمعیت، برنامه نمونه‌برداری و الگوی توزیع فضایی تخم و لارو سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* روی لوبیا چشم‌بلبلی رقم پرستو در منطقه تهران مورد مطالعه قرار گرفت. غلاف لوبیا به عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب و اندازه مناسب نمونه با حداکثر خطای ۲۰٪، معادل ۵۰ واحد نمونه‌برداری تعیین شد. برای تعیین الگوی توزیع فضایی تخم و لارو حشره مورد مطالعه از روش رگرسیونی تیلور و آیوانو، شاخص پراکندگی و شاخص میانگین ازدحام لوید استفاده شد. رابطه بین طول و قطر غلاف با تعداد تخم نیز به روش رگرسیون خطی تعیین شد. بین تعداد تخم و طول غلاف، رابطه معنی‌داری وجود داشت که از نوع مثبت بود و نشان‌دهنده این است که هر چه طول غلاف بیشتر باشد، تعداد تخم گذاشته شده روی آن نیز بیشتر خواهد بود. بین تعداد تخم و قطر غلاف نیز رابطه معنی‌دار و از نوع مثبت بود ولی بین تعداد لارو و طول غلاف و همچنین بین تعداد لارو و قطر غلاف، رابطه معنی‌داری مشاهده نشد. همچنین الگوی توزیع فضایی مراحل نابالغ آفت با استفاده از روش رگرسیونی تیلور، شاخص پراکندگی و شاخص میانگین ازدحام لوید، تجمعی به دست آمد. ورود این آفت از اوایل تابستان شروع شده و نوسان‌های نامنظم در جمعیت آن طی تاریخ‌های مطالعه نمونه‌برداری مشاهده شد.

واژه‌های کلیدی: سوسک چهار نقطه‌ای حبوبات، نمونه‌برداری، توزیع فضایی، تراکم جمعیت، لوبیا چشم‌بلبلی

مقدمه

بلبلی، نخود و پيجن‌پی (نوعی لوبیا)، بیشتر تخم‌ها را روی پيجن‌پی قرار می‌دهد. شزالی (Shazali, 1989) نیز گزارش کرد *C. maculatus* بیشترین تخمگذاری را روی پيجن‌پی در مقایسه با چند لگوم دیگر دارد. به عقیده گیگا و اسمیت (Giga and Smith, 1893)، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، بیشترین تخم‌ها را روی لوبیا چشم بلبلی قرار می‌دهد. با وجود این، ترجیح تخمگذاری لزوماً به شرایط مناسب برای رشد، مربوط نمی‌شود (Koura et al., 1971). تخمگذاری این حشره به وسیله زبری و ناهمواری بذر و نیز بوی آن تحت تأثیر قرار می‌گیرد (Howe and Currie, 1964). افراد ماده این آفت که تغذیه کمتری دارند، تخم‌های کوچک‌تری هم می‌گذارند (Giga and Smith, 1893).

در بررسی‌های اکولوژیک جمعیت حشره، به طور عمده تمرکز روی پراکنش و تغییرات جمعیت در زمان است (Tamosiunas et al., 2015). مطالعه بسیاری از ویژگی‌های جمعیتی آفات از جمله *C. maculatus* در شرایط صحرائی مستلزم نمونه‌برداری از جمعیت آن‌ها می‌باشد. در این نمونه‌برداری باید در کنار انتخاب روش مناسب برای نمونه‌برداری، برنامه مناسب نمونه‌برداری را نیز طراحی کرد (Southwood and Henderson, 2000). در یک برنامه مناسب نمونه‌برداری، موارد مربوط به انتخاب واحد نمونه‌برداری، تعیین تعداد مناسب نمونه، تعیین توزیع مکانی واحد نمونه‌برداری و انتخاب زمان مناسب نمونه‌برداری دنبال می‌شود (Pedigo, 1994). برنامه نمونه‌برداری به عنوان یک ابزار تصمیم‌گیری در مدیریت مبارزه با آفات مورد استفاده قرار می‌گیرد و در این میان تعیین الگوی توزیع فضایی آفت نقش مؤثری را در طراحی یک برنامه مناسب نمونه‌برداری ایفا می‌کند (Boeve and Liu et al., 1998). بنا به نظر لیو و همکاران (Liu et al., 2002)، برای طراحی برنامه مناسب نمونه‌برداری یک حشره، ابتدا باید الگوی توزیع فضایی گونه را تعیین کرد. ایده نمونه‌برداری عمومی اولین بار به صورت آماری توسط گرین (Green, 1970) مطرح شد که برگرفته از نظریات

حبوبات یکی از منابع غذایی با پروتئین به نسبت بالا هستند که در بیشتر نقاط دنیا کشت می‌شوند و جلوگیری از خسارت وارده به این محصولات، از جنبه اقتصادی حائز اهمیت است (Marouf et al., 2003). یکی از مهم‌ترین آفات حبوبات به‌ویژه لوبیا چشم بلبلی در مزرعه و انبار، سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) می‌باشد. به خاطر حساس بودن این محصول به آفات، همه ساله خسارت زیادی به آن وارد می‌شود (Ghadiri and Samizadeh Lahiji, 2001). آلودگی لوبیا به این آفت از مزرعه آغاز شده و حشره همراه با دانه در مراحل مختلف سنی به انبار منتقل می‌شود و در شرایط مناسب از نظر دما و رطوبت، فعالیت حشره و خسارت آن در انبار ادامه می‌یابد (Ghadiri and Shokohian, 2001). شکوهمان (Samizadeh Lahiji, 2001) اظهار می‌دارد افراد ماده سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات که قادر به پرواز باشند، به طور معمول در اواخر زمستان و اوایل بهار در انبارهای گرم ظاهر می‌شوند و در بهار و اوایل تابستان به سمت مزارع حبوبات پرواز می‌کنند. باقری‌زنوز (Bagheri-Zenouz, 1986) گزارش می‌کند که سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در بیشتر نقاط دنیا مشاهده می‌شود و بعضی از ارقام لوبیا چشم بلبلی به شدت به آن آلوده می‌شوند. این امر سبب شده است که در بعضی مناطق ایران در سال‌های اخیر کشاورزان از کشت آن روی‌گردان شوند.

در پی پژوهش‌هایی که راجع به تغذیه و خسارت این حشره توسط غدیری و سمیع‌زاده لاهیجی (Ghadiri and Samizadeh Lahiji, 2001) به عمل آمد، چنین نتیجه‌گیری شد که از میان انواع حبوبات، فقط چند نوع از جمله لوبیا چشم بلبلی، ماش و نخود هستند که مورد تغذیه این حشره قرار می‌گیرند، در صورتی که حبوباتی نظیر لوبیا سفید و لوبیا چیتی غذای مورد علاقه این حشره نیستند. بر اساس بررسی‌های انجام شده توسط هونیس و همکاران (Huis et al., 1990)، این سوسک از بین لوبیا چشم

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری از جمعیت تخم و لارو سوسک *C. maculatus* طی فصل تابستان و پاییز در مزرعه تحقیقاتی دانشکده کشاورزی دانشگاه تربیت مدرس (N ۴۳° ۳۵' E، ۸۱° ۵۱' m ۱۲۱۵ بالاتر از سطح دریا) که در آن لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو کشت شده انجام گرفت و داده‌های به دست آمده برای تعیین برنامه نمونه‌برداری، الگوی توزیع فضایی، تراکم جمعیت و رابطه بین طول و قطر غلاف لوبیا و تراکم تخم آفت مورد استفاده قرار گرفت.

برنامه نمونه‌برداری از سوسک چهارنقطه‌ای

حبوبات

واحد نمونه‌برداری^۱

واحد نمونه‌برداری با توجه به روش اودراگو و همکاران (Ouedraogo et al., 1996)، غلاف لوبیا انتخاب شد. نمونه‌برداری از غلاف‌ها به صورت تصادفی از کل بوته‌های لوبیا انجام گرفت. تعداد تخم سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات از طریق شمارش مستقیم آن‌ها در سطح غلاف در هر تاریخ ثبت شد. برای شمارش تعداد لاروها، در هر بار نمونه‌برداری، غلاف‌ها به آزمایشگاه منتقل و زیر استریومیکروسکوپ، دانه‌ها مورد بررسی قرار گرفت و تعداد لارو داخل آنها ثبت شد.

تعداد نمونه^۲

عامل تعیین‌کننده در اندازه نمونه یا به عبارتی تعداد نمونه‌های مورد نیاز، اختلاف بین داده‌های حاصل از نمونه‌برداری اولیه می‌باشد (Jafari et al., 2005). به منظور تعیین تعداد مناسب نمونه ابتدا یک نمونه‌برداری اولیه با تعداد ۲۷ نمونه انجام شد. سپس با استفاده از داده‌های به دست آمده، خطای نسبی^۳ تعیین شد. خطای نسبی دقت نمونه‌برداری اولیه را نشان می‌دهد. برای تعیین RV از فرمول زیر استفاده شد (۱):

$$RV = (SE/m) 100 \quad (1)$$

m میانگین داده‌ها و SE خطای معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه می‌باشد. مقدار قابل قبول برای RV بسته به نوع کار

تیلور (Taylor, 1961; Taylor et al., 1978) بود. وی به این نتیجه رسید که هزینه بالای اجرای برنامه‌های نمونه‌برداری از گونه‌های مشخص موجب می‌شود، اجراکنندگان به ندرت از برنامه‌هایی استفاده کنند که تخمین درستی از میانگین تراکم جمعیت داشته باشد. برای حل این مشکل، او پیشنهاد داد که برنامه‌های نمونه‌برداری باید بر اساس نسبت میانگین- واریانس که توسط تیلور (Taylor, 1961) ارائه شده بود، تنظیم شود. با تعیین زمان ورود و خروج آفت به مزرعه می‌توان از نتایج آن در تصمیم‌گیری مدیریت مبارزه با آفات بهره جست. در مورد تعیین تراکم جمعیت، الگوی توزیع فضایی و برنامه نمونه‌برداری سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات روی لوبیا چشم بلبلی پژوهش خاصی در ایران انجام نشده است و تنها می‌توان به مطالعات مشابه روی سایر آفات مربوط به این محصول از جمله کنه تارتن دولک‌های (Mehrkhou et al., 2008) و زنجرک (*Empoasca decipiens* Paoli (Naseri et al., 2009) اشاره کرد. استولک و همکاران (Stolk et al., 2001) الگوی توزیع فضایی سه بعدی تخم سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات را روی لوبیا چشم بلبلی انبار شده توصیف کرده‌اند و از این الگو، محیط کاوشگری زنبور پارازیتوئید تخم، *Uscana lariophaga* (Trichogrammatidae) را تعیین کردند. گزارش‌های بسیاری در مورد آفات انباری دیگر از قبیل *Cryptolestes ferrugineus*، *Sitophilus granarius* و *Tribolium castaneum* وجود دارد (Howe, 1951; Sharangapani and Pingale, 1955; Agrawal et al., 1958; Surtees, 1965; Prett, 1964; Arbogast and Mullen, 1978, 1987).

هدف از انجام این تحقیق، تعیین برنامه دقیق و علمی نمونه‌برداری، الگوی توزیع فضایی و تراکم جمعیت سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات و روند تغییرات جمعیت آن طی فصل زراعی روی لوبیا چشم بلبلی در منطقه تهران می‌باشد تا اطلاعات به دست آمده از این تحقیق در برنامه مدیریت تلفیقی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات مورد استفاده قرار گیرد. همچنین رابطه بین طول و قطر غلاف لوبیا با میزان تخم‌ریزی حشره مورد بررسی قرار گرفت.

¹. Sample unit Sample unit

². Sample size

³. Relative variation

S^2 ، واریانس نمونه‌ها و m میانگین نمونه‌ها در هر تاریخ نمونه‌برداری است. b شیب خط رگرسیون و a محل تلاقی خط رگرسیون با محور Y است. میانگین و واریانس مربوط به هر تاریخ نمونه‌برداری محاسبه و پس از گرفتن لگاریتم با استفاده از نرم افزار Minitab رابطه رگرسیون خطی بین آن‌ها به دست آمد. اگر شیب خط رگرسیون (b)، بزرگتر از یک باشد، توزیع از نوع تصادفی و اگر کوچک‌تر از یک باشد، آنگاه توزیع از نوع یکنواخت خواهد بود. پس از تعیین مقدار b و برای اثبات آماری، آزمون $b=1$ انجام شد^۴. محاسبه شده از فرمول زیر به دست آمد (۴):

$$t = (b-1) / SE_b \quad (4)$$

t محاسبه شده با t جدول با درجه آزادی $n-2$ و سطح اطمینان ۹۵٪ مقایسه شد. در صورت کوچک‌تر بودن t محاسبه شده از t جدول، فرض صفر مبنی بر $b=1$ پذیرفته می‌شود. به این معنی که b برابر با یک بوده و توزیع فضایی از نوع تصادفی می‌باشد. در صورت رد شدن فرض صفر، چنانچه $b > 1$ باشد، توزیع تجمعی و اگر $b < 1$ باشد، توزیع یکنواخت خواهد بود. در روش رگرسیونی آیوانو، فرمول رگرسیون خطی به صورت زیر می‌باشد (۵):

$$m^* = \alpha + \beta m \quad (5)$$

در این روش برای هر تاریخ نمونه‌برداری به تفکیک، یک m^* محاسبه شد و بین میانگین داده‌های هر تاریخ با m^* محاسبه شده رابطه رگرسیونی به دست آمد. در مجموع برای ۲۸ تاریخ، معادله خط رگرسیون محاسبه و شیب خط رگرسیون به دست آمد. در این روش نیز اگر $\beta > 1$ باشد، توزیع تجمعی و اگر $\beta < 1$ باشد، توزیع یکنواخت و اگر $\beta = 1$ باشد، توزیع از نوع تصادفی خواهد بود. در این مورد نیز تست $\beta = 1$ مشابه روش قبلی انجام گرفت. از این دو روش ذکر شده برای تعیین الگوی توزیع فضایی تخم، لارو و مجموع تخم و لارو استفاده شد.

تحقیقی متفاوت است. در تحقیقات مربوط به مطالعه دینامیسم جمعیت و تشکیل جدول زندگی حشرات که نیاز به دقت بالا می‌باشد، مقدار RV کمتر از ۱۰٪ و در مباحث مربوط به مدیریت آفات و تعیین الگوی توزیع فضایی حشرات، مقدار RV تا ۲۵٪ نیز قابل قبول می‌باشد (Southwood and Henderson, 2000). در صورت بالا بودن RV از میزان قابل قبول، باید تعداد نمونه‌های اولیه را افزایش داد. تعداد نمونه‌ها از طریق فرمول زیر محاسبه و تعیین شد (۲):

$$N = [ts/dm]^2 \quad (2)$$

N : تعداد مناسب نمونه

d : حداکثر میزان خطای قابل قبول

t : مقدار جدول استیودنت

m : میانگین داده‌های نمونه‌برداری اولیه

s : انحراف معیار داده‌های نمونه‌برداری اولیه

زمان نمونه‌برداری^۱

نمونه‌برداری به صورت هفته‌ای دو بار تنظیم شد. از ۱۸ مرداد تا ۱۸ آبان، در کل ۲۸ بار نمونه‌برداری صورت گرفت. در هر نوبت نمونه‌برداری، در کنار شمارش تعداد تخم‌ها، تعداد لاروها نیز شمارش شد.

تعیین الگوی توزیع فضایی آفت

تعیین الگوی توزیع فضایی آفت از روش رگرسیونی تیلور^۲ و آیوانو^۳، شاخص پراکنندگی^۴ و شاخص میانگین ازدحام لوید^۵ انجام شد (Southwood and Henderson, 2000).

۱- روش رگرسیونی تیلور و آیوانو

در روش رگرسیونی، داده‌های مربوط به هر تاریخ به صورت جداگانه در نظر گرفته شده و واریانس و میانگین هر تاریخ محاسبه شد. فرمول مورد استفاده در روش رگرسیونی تیلور به صورت زیر می‌باشد (۳):

$$\text{Log } S^2 = \log a + b \log m \quad (3)$$

¹. Sampling time

². Taylor's Power Law

³. Iwao's Patchiness Regression

⁴. Index of dispersion

⁵. Lloyd's mean crowding

⁶. goodness of fit

۲- شاخص پراکندگی

در شاخص پراکندگی، هرگاه مقدار S^2/m بزرگتر از یک باشد، بیانگر توزیع تجمعی، و چنانچه این مقدار برابر با یک باشد توزیع تصادفی و اگر کوچکتر از یک باشد توزیع از نوع یکنواخت خواهد بود. پس از محاسبه مقدار نسبت واریانس به میانگین که در آن از تمام داده‌های مربوط به تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری، به صورت یک‌جا استفاده می‌شود. باید فرضیه مساوی با یک بودن نسبت واریانس به میانگین از لحاظ آماری مورد قبول واقع شده یا رد شود و به همین منظور شاخص پراکندگی (I_D) از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$I_D = (n-1) S^2/m \quad (6)$$

که در آن S^2 واریانس و m میانگین داده هاست. در مرحله بعد مقدار عددی Z از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$Z = \sqrt{2I_D} - \sqrt{(2v-1)} \quad (7)$$

v درجه آزادی ($n-1$) و n برابر تعداد نمونه است. هرگاه Z به دست آمده بین $1/96$ و $-1/96$ باشد توزیع تصادفی و اگر بیشتر از $1/96$ باشد توزیع تجمعی و اگر کوچکتر از $-1/96$ باشد توزیع از نوع یکنواخت خواهد بود (Patil and Stiteler, 1974).

۳- شاخص میانگین ازدحام لوید

برای تعیین توزیع فضایی مراحل نابالغ آفت از شاخص میانگین ازدحام لوید استفاده شد که فرمول آن به صورت زیر می‌باشد:

$$x^* = m + S^2/m - 1 \quad (8)$$

که x^* شاخص میانگین ازدحام لوید، S^2 واریانس و m میانگین داده‌هاست. به عنوان یک شاخص، میانگین ازدحام به شدت وابسته به درجه انبوهی و تراکم جمعیت است. به منظور حذف اثر تغییرات در تراکم، لوید، نسبت میانگین ازدحام به میانگین داده‌ها را بیان کرد. $x^*/m = 1$ تصادفی، > 1 یکنواخت و < 1 تجمعی است (Lloyd, 1967).

تغییرات تراکم تخم و لارو روی لوبیا چشم بلبلی

تراکم تخم و لارو سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات روی لوبیا چشم بلبلی رقم پرستو طی فصل زراعی از ۱۸

مرداد تا ۱۸ آبان ماه به صورت هفتگی تعیین و با استفاده از نرم افزار Excel نمودار مربوط به تراکم جمعیت ترسیم شد.

تعیین رابطه بین طول و قطر غلاف لوبیا و تراکم تخم و لارو آفت

در هر یک از تاریخ‌های نمونه‌برداری، همراه با تعیین تراکم تخم و لارو حشره، طول و قطر غلاف‌ها نیز ثبت شد تا رابطه بین طول و قطر غلاف با میزان تخم‌ریزی و تراکم تعیین شود. برای این منظور، بین تعداد تخم و لارو (متغیر وابسته) و طول و قطر غلاف (متغیر مستقل)، رابطه رگرسیونی خطی به دست آمد. معادله خط رگرسیون، a ، b ، R^2 و P -value برای هر رابطه تعیین شد.

نتایج و بحث

برنامه نمونه‌برداری از سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات

با توجه به اینکه سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات در مزرعه روی غلاف لوبیا تخم‌گذاری می‌کند، از این رو غلاف لوبیا به عنوان واحد نمونه‌برداری انتخاب شد. نتیجه حاصل از نمونه‌برداری اولیه نشان داد که تعداد نمونه مورد نیاز برای برنامه نمونه‌برداری با خطای قابل قبول ۲۰٪ ($d=0/2$) برابر با ۵۰ واحد نمونه‌برداری می‌باشد. مقدار RV نیز برابر ۱۷/۳٪ بوده که در محدوده قابل قبولی قرار داشت.

الگوی توزیع فضایی آفت و تاثیر آن بر فرمول تعداد نمونه

نتایج مربوط به الگوی توزیع فضایی آفت با روش رگرسیونی در جدول ۱ درج شده است. نتیجه کاربردی مطالعه توزیع فضایی بکارگیری آن در نمونه‌برداری و تعیین اندازه بهینه نمونه است. در روش تیلور، رگرسیون بین $\log S^2$ و $\log m$ معنی‌دار بود ($P < 0/001$). از آنجا که t محاسبه شده، بزرگتر از t جدول بود، فرض صفر مبنی بر تصادفی بودن الگوی توزیع فضایی رد شد و چون مقدار شیب بزرگتر از یک بود، توزیع فضایی از نوع تجمعی به دست آمد.

جدول ۱- توزیع فضایی مراحل نابالغ سوسک چهار نقطه‌ای (*Callosobruchus maculatus*) روی لوبیا چشم بلبلی با استفاده از تجزیه رگرسیونی تیلور و آیوائو

Table 1. Spatial distribution of immature stages of *Callosobruchus maculatus* on cowpea using Taylor's power law and Iwao's patchiness regression analysis

Regression	P	Egg	Larvae	Egg+Larvae
Taylor	<0.001			
<i>b</i>	-	1.7	1.87	1.57
<i>t</i> _{Calculated}	-	2.85	4.08	2.46
<i>t</i> _{table}	-	2.06	2.06	2.06
<i>r</i> ²	-	0.653	0.753	0.624
distribution	-	aggregated	aggregated	Aggregated
Iwao	<0.001			
β	-	1.38	4.35	1.24
<i>t</i> _{Calculated}	-	1.98	2.65	1.18
<i>t</i> _{table}	-	2.06	2.06	2.06
<i>r</i> ²	-	0.653	0.679	0.576
distribution	-	random	random	Random

جدول ۲- پارامترهای محاسبه شده با استفاده از شاخص پراکندگی و شاخص میانگین ازدحام لوید برای مراحل نابالغ سوسک چهار نقطه‌ای (*Callosobruchus maculatus*)

Table 2. Estimated parameters by Index of dispersion and Lloyd's mean crowding for immature stages of *Callosobruchus maculatus*

	Egg	Larvae	Egg + Larvae
S^2/m	1.553571	1.179624	1.742445
I_D	2173.446	458.8738	2437.681
Z	14.03484	3.401699	17.92766
x^*	10.21357	2.38924	12.45459
x^*/m	1.057305	1.081292	1.063391

فضایی تخم آفت از نوع تجمعی است. تفاوت در نتیجه به دست آمده از دو روش رگرسیونی به دلیل تفاوت در آماره‌های مورد استفاده دو روش و همچنین تفاوت احتمالی در میزان دقت این روش‌هاست. از تفاوت نتیجه دو روش می‌توان چنین استنباط کرد که علی‌رغم تجمعی بودن الگوی توزیع فضایی تخم آفت در روش تیلور، شدت تجمع آن زیاد نبوده است و به همین لحاظ در روش آیوائو به صورت تصادفی تشخیص داده شد. حشره ماده می‌تواند تعداد تخم‌های روی هر بذر را تشخیص دهد و از اطلاعات آن استفاده کرده و تخم‌ها را با پراکنش تقریباً یکنواخت

این نتیجه نشان می‌دهد که حشره تمایل دارد تخم‌های خود را در کنار یکدیگر و به صورت تجمعی قرار دهد. در روش آیوائو، رگرسیون بین m^* و m معنی‌دار بود ($P < 0.001$). چنان که در جدول ۱ نیز مشاهده می‌شود، به دلیل کوچک‌تر بودن t محاسبه شده از t جدول، فرض صفر پذیرفته شد و الگوی توزیع فضایی تخم آفت از نوع تصادفی به دست آمد. شاخص پراکندگی (I_D)، Z محاسبه شده، شاخص میانگین ازدحام لوید (x^*) و x^*/m برای هر سه مرحله تخم، لارو و مجموع تخم و لارو در جدول ۲ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که الگوی توزیع

روند نزولی داشت که به تدریج حشره در حال خروج از مزرعه می‌باشد. منحنی مربوط به مجموع تخم و لارو در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری، در حال افزایش و کاهش بوده است. تاریخ ورود حشره به مزرعه، اوایل تابستان تعیین شد. در تاریخ ۱۸ آبان، آخرین نمونه‌برداری انجام شد که زمان خروج حشره از مزرعه می‌باشد. بیشترین تراکم مجموع تخم و لارو، ۲۰ عدد در هر غلاف و کمترین تراکم مجموع تخم و لارو، ۲ عدد در هر غلاف، به دست آمد. منحنی مربوط به تخم نیز روندی مشابه با منحنی مجموع تخم و لارو داشت. نوسان‌های نامنظم تراکم جمعیت آفت می‌تواند به دلیل شرایط آب و هوایی نامساعد برای دشمنان طبیعی و کیفیت بالای گیاهان میزبان باشد. با گذر فصل رویش، از کیفیت گیاهان میزبان کاسته شده و افزایش فعالیت عوامل بیوکنترل منجر به کاهش جمعیت آفت می‌شود (Moradi-Vajargah et al., 2011). به علاوه، بارندگی تأثیر منفی روی تراکم جمعیت حشره دارد (Gonzalez-Santarosa et al., 2014).

ارتباط بین طول و قطر غلاف با تراکم تخم و لارو آفت

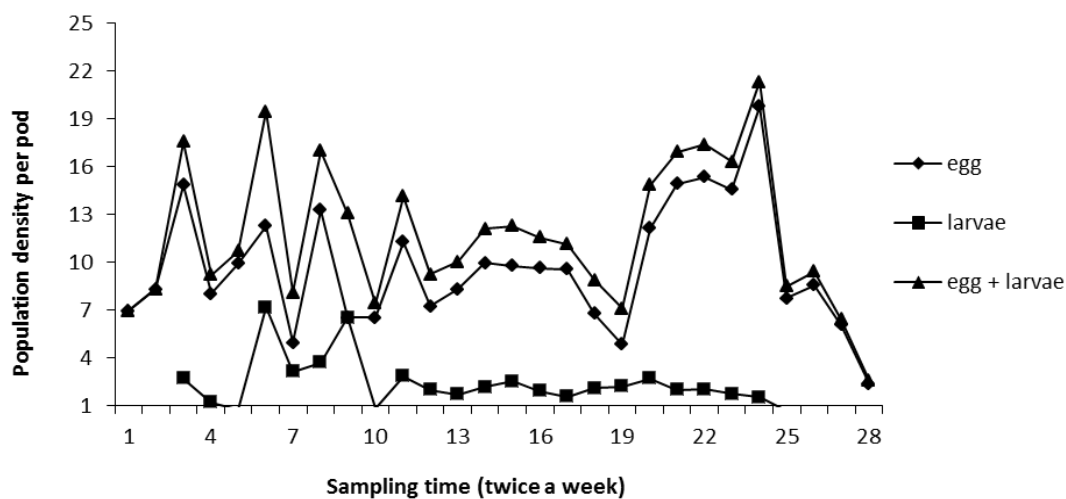
در هر تاریخ به طور جداگانه، داده‌های مربوط به تراکم تخم، لارو و طول و قطر غلاف ثبت شد. بین طول غلاف و تعداد تخم، قطر غلاف و تعداد تخم، طول غلاف و تعداد لارو و قطر غلاف و تعداد لارو، رگرسیون خطی گرفته شد. این چهار عمل در مورد تمام تاریخ‌های نمونه‌برداری تکرار شد (جدول ۳).

در نوبت اول نمونه‌برداری، رابطه بین طول غلاف و تخم آفت، معنی‌دار شد. یعنی طول غلاف بر میزان تخم‌ریزی حشره و الگوی توزیع فضایی تخم تأثیر می‌گذارد و به عبارتی میزان تخم‌ریزی حشره به طول غلاف، وابسته است. برای اینکه نوع رابطه، معلوم شود، به علامت b باید توجه کرد که مثبت است و رابطه به این ترتیب است که هر چه مقدار یکی افزایش دارد، بر مقدار دیگری نیز افزوده خواهد شد و همبستگی مثبتی به وجود می‌آید. هر چه طول غلاف بیشتر باشد، حشره تمایل دارد تعداد تخم بیشتری

قرار داده تا از رقابت لاروی جلوگیری نماید (Wilson, 1988; Horng, 2002). در تحقیق حاضر، آفت مورد مطالعه تخم‌های خود را به صورت تجمعی و با شدت تجمع کمتری قرار می‌دهد. بدین ترتیب یافته‌های محققین دیگر در رابطه با یکنواختی پراکنش تخم آفت را می‌توان تأیید کرد. رابطه بین متغیرهای مستقل و وابسته در هر دو روش رگرسیونی تیلور و آیوائو برای مرحله لارو، معنی‌دار بود ($P < 0/001$). در این مورد نیز t محاسبه شده از t جدول، بزرگتر بود و توزیع از نوع تجمعی به دست آمد (جدول ۱). بر اساس نتایج هر دو شاخص، الگوی توزیع فضایی لارو، تجمعی است (جدول ۲). برای مجموع مراحل تخم و لارو در هر دو روش رگرسیونی تیلور و آیوائو، رابطه بین متغیرها معنی‌دار بود ($P < 0/001$). در روش تیلور t محاسبه شده از t جدول، بزرگتر بوده و توزیع از نوع تجمعی تعیین شد ولی در روش آیوائو، t محاسبه شده از t جدول کوچک‌تر بوده و الگوی توزیع از نوع تصادفی به دست آمد (جدول ۱). نتایج شاخص‌ها نشان داد که توزیع فضایی مجموع تخم و لارو، تجمعی است (جدول ۲). تجمعی بودن توزیع فضایی نشانگر آن است که حضور یک فرد در یک منطقه باعث حضور سایر افراد در اطراف آن شده و احتمال اشغال در هر یک از نقاط زیستگاه توسط افراد آن جامعه برابر نیست. الگوی توزیع فضایی مجموع تخم و لارو توسط روش آیوائو از نوع تصادفی به دست آمد و آن به حالتی اشاره می‌کند که شانس انتخاب محل برای این مراحل نابالغ، یکسان است و حشره تخم‌ها را به صورت تصادفی در روی غلاف‌ها قرار می‌دهد.

تغییرات تراکم جمعیت آفت

اطلاعات به دست آمده مربوط به تراکم جمعیت تخم، لارو، تخم و لارو در شکل ۱ نشان داده شده است. روند تغییرات جمعیتی تخم، تخم و لارو مشابه بوده و در مقایسه با تراکم لارو، اندکی تغییر نشان داد. روند تغییر جمعیت لارو از اولین نمونه‌برداری، در حال نوسان نامنظم بوده و از تاریخ ۱۲ شهریور به بعد، تغییرات اندکی مشاهده شد و در اواخر نمونه‌برداری که اواسط پاییز بود، منحنی،



شکل ۱- تراکم جمعیت تخم، لارو، تخم + لارو سوسک چهار نقطه‌ای (*Callosobruchus maculatus*) در تاریخ‌های مختلف نمونه‌برداری (از ۱۸ مرداد تا ۱۸ آبان)

Figure 1. Population density of eggs, larvae, eggs+larvae of *Callosobruchus maculatus* on different sampling dates (9 August to 9 November)

روی آن قرار دهد و بر عکس، هر چه طول غلاف کمتر باشد، حشره تعداد تخم کمتری روی آن قرار خواهد داد. بین قطر غلاف و تعداد تخم آفت نیز رابطه معنی‌دار و علامت b مثبت شد. نتیجه‌گیری فوق را می‌توان در مورد قطر غلاف نیز تفسیر کرد. هر چه قطر غلاف بزرگتر باشد، تعداد تخم بیشتری را روی آن قرار می‌دهد و بر عکس. در نوبت دوم، رابطه طول غلاف و تعداد تخم آفت، معنی‌دار و مثبت بود ولی رابطه بین قطر و تعداد تخم، معنی‌دار نشد که این نشان می‌دهد که بین قطر و تراکم تخم، رابطه‌ای وجود نداشت. به همین ترتیب در نوبت‌های بعدی نیز به نتایج کم و بیش متفاوتی می‌توان دست یافت. برای رفع این مشکل، یک بار هم داده‌های مربوط به تعداد تخم را در زمان‌های مختلف روی هم ریخته و بین تعداد تخم و طول غلاف، رگرسیون گرفته شد. رابطه معنی‌دار به دست آمد که همبستگی مثبت را نشان داد. در مورد تعداد تخم و قطر غلاف نیز رابطه معنی‌دار و مثبت به دست آمد. به صورت کلی در بیشترین تاریخ‌های نمونه‌برداری، رابطه بین دو متغیر معنی‌دار و این رابطه به صورت مثبت بود. شالک و رسولیان (Schalk and Rassoulia, 1973) می‌نویسند که بررسی‌های انجام شده در مزرعه نشان می‌دهد که *C. maculatus* روی غلاف‌های رشد کرده و رسیده که حداقل ۸ cm طول دارند، تخم‌گذاری می‌کند. لارو می‌تواند داخل دانه غلاف‌های در حال رشد به نشوونما ادامه دهد و حشرات کامل پس از رسیدن غلاف‌ها ظاهر می‌شوند. لاروهای آفت مدت زمان رشد طولانی‌تر و مرگ و میر بالاتری را روی پیچ‌پی نشان می‌دهند (Huis et al., 1990) و وزن افراد نری که روی گیاه مذکور رشد کرده‌اند، نسبت به چشم بلبلی و نخود کمتر است. به عبارتی این گیاه غذای مورد علاقه سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات نبوده و تأثیر نامناسبی روی ویژگی‌های زیستی آفت از جمله طول دوره رشدی، میزان بقا و وزن افراد نر داشته است. هر چند اشاره شد که این آفت بیشترین تخم‌گذاری را روی گیاه فوق دارد ولی ترجیح تخم‌گذاری، نشان‌دهنده شرایط مناسب رشد نمی‌باشد (Koura et al., 1971). میزان زنده ماندن لاروها به اندازه و کیفیت لوبیا بستگی دارد و این فشار انتخابی مانع از تخم‌گذاری بیش از حد حشره ماده

روی آن قرار دهد و بر عکس، هر چه طول غلاف کمتر باشد، حشره تعداد تخم کمتری روی آن قرار خواهد داد. بین قطر غلاف و تعداد تخم آفت نیز رابطه معنی‌دار و علامت b مثبت شد. نتیجه‌گیری فوق را می‌توان در مورد قطر غلاف نیز تفسیر کرد. هر چه قطر غلاف بزرگتر باشد، تعداد تخم بیشتری را روی آن قرار می‌دهد و بر عکس. در نوبت دوم، رابطه طول غلاف و تعداد تخم آفت، معنی‌دار و مثبت بود ولی رابطه بین قطر و تعداد تخم، معنی‌دار نشد که این نشان می‌دهد که بین قطر و تراکم تخم، رابطه‌ای وجود نداشت. به همین ترتیب در نوبت‌های بعدی نیز به نتایج کم و بیش متفاوتی می‌توان دست یافت. برای رفع این مشکل، یک بار هم داده‌های مربوط به تعداد تخم را در زمان‌های مختلف روی هم ریخته و بین تعداد تخم و طول غلاف، رگرسیون گرفته شد. رابطه معنی‌دار به دست آمد که همبستگی مثبت را نشان داد. در مورد تعداد تخم و قطر غلاف نیز رابطه معنی‌دار و مثبت به دست آمد. به صورت کلی در بیشترین تاریخ‌های نمونه‌برداری، رابطه بین دو متغیر معنی‌دار و این رابطه به صورت مثبت بود. شالک و رسولیان

و به تخمگذاری می‌پردازد که در نهایت در اواخر فصل زراعی و در اواسط پاییز (آبان ماه) از میزان تخمگذاری آفت کاسته شد. در مورد ارتباط طول و قطر غلاف با میزان تخمگذاری حشره آفت، اطلاعاتی در منابع یافت نشد. با مرور نتایج به دست آمده از تحقیق می‌توان نتیجه‌گیری کرد که طول و قطر غلاف لوبیا روی الگوی توزیع فضایی تخم حشره تأثیر می‌گذارد. همچنین مشخص شد الگوی توزیع فضایی تخم، لارو و مجموع تخم و لارو آفت از نوع تجمعی است که نتایج مهمی را برای توسعه برنامه‌های نمونه برداری مطرح می‌کند و به عنوان عناصر کلیدی در راهبردهای مدیریت تلفیقی آفات محسوب می‌شوند.

خواهد شد (Mitchell, 1975). در غلاف‌های کوتاه به دلیل عدم تأمین غذای مورد نیاز لاروی، طول دوره رشدی افزایش می‌یابد (Mitchell, 1975). در بررسی هو (Hu, 1995) روی تأثیر اندازه لوبیا در میزان تخم‌ریزی سوسک چهارنقطه‌ای حبوبات، به نتیجه مشابهی رسیدند به عبارتی این آفت غلاف‌های با طول بیشتر (Thanthiagal and Mitchell, 2004) را برای تخم‌ریزی انتخاب می‌کند. چنانکه از کار تحقیقی انجام شده مشاهده شد، در آغاز اولین نمونه‌برداری، با تراکم بالایی از تخم مواجه خواهیم شد و شروع حمله آفت به مزرعه از سه هفته قبل از شروع نمونه‌برداری بوده است. بنابراین می‌توان حدس زد که آغاز حمله آفت از تیر ماه بوده و در طول فصل زراعی ادامه دارد

جدول ۳- مقادیر مربوط به پارامترهای رگرسیون خطی بین تراکم تخم سوسک چهار نقطه‌ای (*Callosobruchus maculatus*)

و طول و قطر غلاف لوبیا در تاریخ‌های مختلف نمونه برداری

Table 3. Estimated values of linear regression parameters between the egg density of *Callosobruchus maculatus* and length/diameter of bean pod on different sampling dates

Sampling time	Length of bean pod and No. of eggs			Bean pod diameter and No. of eggs		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>P</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>P</i>
1	13.2	1.32	0.015	-14	8.61	0.002
2	1.48	0.653	0.081	2.88	2.33	0.337
3	-2.2	1.12	0.082	0	6.42	0.221
4	7.6	0.007	0.08	-2.02	4.73	0.17
5	24.5	-0.92	0.07	11.6	-0.61	0.41
6	-6.9	1.27	0.06	-15.2	13.9	0.08
7	4.69	0.612	0.15	-23.3	14.2	0.001
8	3.79	1.14	0.002	15.5	-0.98	0.8
9	1.37	0.34	0.32	2.16	2.03	0.51
10	3.48	0.614	0.07	-7.55	6.3	0.02
11	15.3	1.64	0.007	-8304	0.23	0.1
12	0.99	0.369	0.21	-3519	0.0994	0.04
13	1.51	0.6	0.1	4.74	1.59	0.32
14	4.68	0.868	0.03	-5.04	6.26	0.001
15	5.1	0.28	0.56	5.7	1.78	0.51
16	11.8	1.33	0.000	-6.38	7.19	0.000
17	19.1	1.69	0.000	-10.7	8.56	0.000
18	17.8	1.49	0.000	-11.5	8.18	0.000
19	3.36	0.49	0.015	1.08	1.7	0.02
20	24.8	-0.72	0.58	8.1	2.11	0.72

References

- Arbogast, R. T. and Mullen, M. A. 1978. Spatial distribution of eggs by ovipositing Indian meal moth, *Plodia interpunctella* (Hubner) (Lepidoptera: Pyralidae). **Researches on Population Ecology (Kyoto)** 19: 148-154.
- Arbogast, R. T. and Mullen, M. A. 1987. Dynamics of *Sitotroga cerealella* (Olivier) (Lepidoptera: Gelechiidae) and *Sitophilus zeamais* Motschulky (Coleoptera: Curculionidae) populations in a small bulk of stored grain. **Researches on Population Ecology (Kyoto)** 29: 1-15.
- Bagheri-Zenouz, E. 1986. Les animaux nuisibles aux produits entreposes. Vol. 1. Les *Colepteres depredateurs* de *Produits alimentaires* et industriels. Edition de sepehre. Tehran, 309 pp. (In Farsi).
- Boeve, P. J. and Weiss, M. 1998. Spatial distribution and sampling plans with fixed levels of precision for cereal aphids (Homoptera: Aphididae) infesting spring wheat. **The Canadian Entomologist** 130: 67-77.
- Fax, C. W. and Dingle, H. 1994. Dietary mediation of maternal age effects on offspring performance in a seed beetle (Coleoptera: Bruchidae). **Functional Ecology** 8: 600-606.
- Ghadiri, V. and Samizadeh Lahiji, H. 2001. Investigation on the timing of chemical control of Four-Spotted bean weevil (*Callosobruchus maculatus* F.) (Col. Bruchidae) in cowpea field in Karaj region. **Applied Entomology and Phytopathology** 69: 135-140. (In Farsi).
- Giga, D. P. and Smith, R. H. 1893. Comparative life history studies of four *Callosobruchus* spp. infesting cowpea with special reference to *Callosobruchus rhodesianus*. **Journal of Stored Products Research** 19: 189-198.
- Gonzalez-Santarosa, M. G., Bautista-Martinez, N., Romero-Napoles, J., Rebollar-Alviter, A., Carrillo-Sanchez, J. L. and Hernandez-Fuentes, L. M. 2014. Population fluctuation and spatial distribution of *Trioza aguacate* (Hemiptera: Triozidae) on Avocado (Lauraceae) in Michoacan, Maxico. **Florida Entomologist** 97: 1783-1793.
- Green, R. H. 1970. On fixed precision level sequential sampling. **Researches on Population Ecology** 12: 249-251.
- Horng, S. B. 2002. Larval competition and egg-laying decisions by the bean weevil, *Callosobruchus maculatus*. **Animal Behaviour** 53: 1-12.
- Howe, R. W. 1951. The movement of grain weevils through grain. **Bulletin of Entomological Research** 42: 125-134.
- Howe, R. W. and Currie, J. E. 1964. Some laboratory observations on the rates of development, mortality and oviposition of several species of Bruchidae breeding in stored pulses. **Bulletin of Entomological Research** 55: 437-477.
- Hu, W. T. 1995. Effects of bean size on larval competition and oviposition preference of *Callosobruchus maculatus*. **Chinese Journal of Entomology/Zhonghua Kunchong** 15: 321-332.
- Huis, A. Van, Kaashoek, N. K. and Lammers, P. M. 1990. *Uscana lariophaga* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), egg parasitoid of two bruchid species of cowpea in west Africa. **Proceedings Experimental and Applied Entomology** 1: 101-106.
- Jafari, A., Fathipour, Y. and Hosseini, S. M. 2005. Sampling programme and spatial distribution of *Creontiades pallidus* (Het., Miridae) and its predators *Chrysoperla carnea* (Neu., Chrysopidae) and *Nabis capsiformis* (Het., Nabidae). **Iranian Journal of Agricultural Science** 36(2): 295-303. (In Farsi).
- Koura, A., El Halfawy, M. and Shehata, T. 1971. Preference of the cowpea weevil, *Callosobruchus maculatus* Fabricius to some legume seeds and weight less due to insect infestation. **Agricultural Research Review** 49: 35-40.
- Liu, C., Wang, G., Wang, W. and Zhou, S. 2002. Spatial pattern of *Tetranychus urticae* population in apple tree garden. **Journal of Applied Ecology** 13: 993-996.
- Lloyd, M. 1967. Mean crowding. **Journal of Animal Ecology** 36: 1-30.
- Marouf, A., Shayesteh, N., Bagheri-Zenouz, A. and Heydari, R. 2003. The effects of food components and seed humidity on food preference of cowpea weevil (*Callosobruchus maculatus*). **Applied Entomology and Phytopathology** 71: 27-42. (In Farsi).
- Mehrkhrou, F., Fathipour, Y., Talebi, A. A., Kamali, K. and Naseri, B. 2008. Population density and spatial distribution patterns of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) and its predator

- Stethorus gilvifrons* (Coleoptera: Coccinellidae) on different agricultural crops. **Journal of Entomological Research Society** 10: 23-36.
- Mitchell, R. 1975. The evolution of oviposition tactics in the bean weevil, *Callosobruchus maculatus* (F.). **Ecology** 56: 696-702.
- Moradi-Vajargah, M., Golizadeh, A., Raffiee-Dastjerdi, H., Zalucki, M. P., Hassanpour, M. and Naseri, B. 2011. Population density and spatial distribution pattern of *Hypera postica* (Coleoptera: Curculionidae) in Ardabil, Iran. **Notulae Botanicae Horti Agrobotanici** 39: 42-48.
- Naseri, B., Fathipour, Y. and Talebi, A. A. 2009. Population density and spatial distribution pattern of *Empoasca decipiens* (Hemiptera: Cicadellidae) on different bean species. **Journal of Agricultural Science and Technology** 11: 239-248.
- Ouedraogo, P. A., Sou, S. and Sanon, A. 1996. Influence of temperature and humidity on populations of *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid *Dinarmus basalis* (Hymenoptera: Pteromalidae) in the climatic zones of Burkina Faso. **Bulletin of Entomological Research** 86: 695-702.
- Patil, G. P. and Stiteler, W. M. 1974. Concepts of aggregation and their quantification: A critical review with some new result and applications. **Research of Population Ecology** 15: 238-254.
- Pedigo, L. P. 1994. Handbook of sampling methods for arthropods in agriculture. CRC Press, Florida.
- Prevett, P. F. 1964. The distributions of insects in stacks of bagged groundnuts in Northern Nigeria. **Bulletin of Entomological Research** 54: 689-713.
- Schalk, J. M. and Rassoulia, G. 1973. *Callosobruchus maculatus*: observations of attack on cowpeas in Iran. **Journal of Economic Entomology** 66: 579-580.
- Sharangapani, M. V. and Pingale, S. V. 1955. A study of the movements of some insect pests through grain stored in bags. **Indian Journal of Entomology** 18: 243-250.
- Shazali, M. E. H. 1989. The susceptibility of faba bean and other seed legumes to infestation by *Bruchidius incamatus* (Boh.) and *Callosobruchus maculatus* (Fabricius) (Coleoptera: Bruchidae). **FABIS Newsletter** 23: 20-24.
- Shokohian, A. 1972. Life cycle and number of generations of *Callosobruchus maculatus*. **Applied Entomology and Phytopathology** 34: 1-4 (In Farsi).
- Southwood, T. R. E. and Henderson, P. A. 2000. Ecological methods. (3rd ed.) Blackwell Sciences, Oxford.
- Stolk, C., Stein, A., Slumpa, S. B., Tiase, S. K. and Huis, A. V. 2001. Exploring the foraging environment of a natural enemy of *Callosobruchus maculatus*: spatial egg distribution in stored cowpea. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 101: 167-181.
- Surtees, G. 1965. Ecological significance and practical implications of behavior patterns determining the spatial structure of insect populations in stored grain. **Bulletin of Entomological Research** 56: 201-213.
- Tamosiunas, R., Valiuskaite, A., Jukna, L., Tamosiunas, K. and Ziogas, A. F. 2015. Spatial distribution patterns of apple sawfly populations in two differently managed commercial apple orchards. **Zemdirbyste-Agriculture** 102: 73-80.
- Taylor, L. R. 1961. Aggregation, variance and the mean. **Nature** 189: 732-735.
- Taylor, L. R., Woiwod, I. P. and Perry, J. N. 1978. The density-dependence of special behaviour and the rarity of randomness. **Journal of Animal Ecology** 47: 383-406.
- Thanthiagal, C. and Mitchell, R. 2004. The fecundity and oviposition behavior of a South Indian strain of *Callosobruchus maculatus*. **Entomologia Experimentalis et Applicata** 57: 133-142.
- Wilson, K. 1988. Egg laying decisions by the bean weevil *Callosobruchus maculatus*. **Ecological Entomology** 13: 107-118.

Population density and spatial distribution of immature stages of *Callosobruchus maculatus* (Col.: Bruchidae) on cowpea in Tehran region

R. Taghizadeh^{1*} and Y. Fathipour²

1*. Shahid Bakeri High Education Center of Miandoab, Urmia University, Urmia, Iran. 2. Department of Entomology, Faculty of Agriculture, Tarbiat Modares University, P.O. Box 14115-336, Tehran, Iran.

(Received: October 22, 2015- Accepted: April 12, 2016)

Abstract

Population density, sampling program and spatial distribution pattern of the eggs and larvae of *Callosobruchus maculatus* on cowpea (var. Parastoo) were determined in Tehran region. Bean pod was selected as a sample unit and the reliable sample size with maximum relative variation of 20% was obtained 50. Taylor's power law and Iwao's patchiness regression, Index of dispersion and Lloyd's mean crowding methods were used for determining the spatial distribution pattern of eggs and larvae of the pest. The relationship between length and diameter of pods with number of laid eggs was determined using linear regression. There was significant positive relationship between number of eggs and the length of pods. The relationship between number of eggs and diameter of pods was also significantly positive. There was no significant relationship between number of larvae and length/diameter of bean pods. Moreover, the spatial distribution pattern of immature stages of pest using Taylor's method, index of dispersion and Lloyd's mean crowding was aggregated. Occurrence of the pest in field was observed early summer and irregular population fluctuation was recorded during growing season.

Key words: *Callosobruchus maculatus*, Sampling, Spatial distribution, Population density, Cowpea

*Corresponding author: r.taghizadeh@urmia.ac.ir