نامه‌ی انجمن حشره‌شناسی ایران
۱۳۹۱ – ۳۲(۱): ۱–۱۹

ویژگی‌های زیستی و شکارگری سن *Andrallus spinidens* (Hem.: Pentatomidae) روی لاروهای سن چهارم *Spodoptera littoralis* (Lep.: Noctuidae) در شرایط آزمایشگاهی

هاله خداوردی[۱]، احد صحراگرد[۱و*]، مسعود امیر معافی[۲] و جعفر محقق نیشابوری[۲]

۱- گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده‌ی کشاورزی، دانشگاه گیلان، رشت، ۲- موسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، صندوق پستی ۱۴۵۴- ۱۹۳۹۵.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: sahragard@guilan.ac.ir

Biological and predatory characteristics of *Andrallus spinidens* (Hem.: Pentatomidae) on fourth instar larvae of *Spodoptera littoralis* (Lep.: Noctuidae), under laboratory conditions

H. Khodaverdi[1], A. Sahragard[1&*], M. Amir-Maafi[2] and J. Mohaghegh[2]
1. Department of Plant Protection, College of Agriculture, University of Guilan, Rasht, Iran, 2. Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, P.O. Box: 1454-19395, Iran.
*Corresponding author, E-mail: sahragard@guilan.ac.ir

چکیده

ویژگی‌های زیستی سن شکارگر *Andrallus spinidens* (F.) روی لارو سن چهارم پروانه‌ی برگ‌خوار مصری چغندر، *Spodoptera littoralis* (Bois.)، در دمای ۱ ± ۲۵ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۶۰ درصد و طول روشنایی ۱۶ و تاریکی ۸ ساعت تعیین شد. داده‌های به‌دست آمده بر اساس جدول زندگی دو جنس (نر و ماده)، مراحل رشدی- سنی و با در نظر گرفتن تغییرات رشدی افراد و جنسیت آن‌ها تجزیه و تحلیل شدند. نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*) و متوسط مدت زمان یک نسل (T) سن شکارگر *A. spinidens* روی لارو سن چهارم *S. littoralis* به‌ترتیب ۰/۰۸۲۱ روز$^{-1}$، ۱/۰۸۲۱ روز$^{-1}$، ۱۰۲/۷۷ نتاج ماده، ۱۹۲/۶۱ تخم ماده و ۵۸/۶۸ روز برآورد شد. میانگین مقدار تولید مثل این سن، ۴۸/۱۸ ± ۳۴۲/۵۸ تخم به ازای هر ماده برآورد شد. نرخ ذاتی تولد (b) و نرخ ذاتی مرگ (d) برای سن شکارگر *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لارو سن چهارم *S. littoralis*، به‌ترتیب ۰/۰۸۹۴ و ۰/۰۰۷۳ محاسبه شد. پوره‌ی سن اول سن شکارگر فقط از آب تغذیه می‌کند. پوره‌های سن دوم، سوم و چهارم برای تکمیل دوره‌ی پورگی به‌ترتیب از ۱۲/۲۲، ۲۶/۲۲ و ۴۱/۲۸ عدد لارو پروانه‌ی *S. littoralis* تغذیه کردند و در سن پنجم شدت تغذیه افزایش یافت و به میزان ۷۰ درصد (۹۴/۳۶ عدد لارو) لاروهای در اختیار رسید. حشرات ماده و نر نه تنها طول دوره‌ی تغذیه طولانی‌تری داشتند، بلکه از حدود ۸۵ درصد لاروهای در اختیار تغذیه کردند. نتیجه‌گیری می‌شود سن شکارگر فوق می‌تواند به‌عنوان عامل کنترل بیولوژیک کارآ علیه *S. littoralis* استفاده شود.

واژگان کلیدی: *Andrallus spinidens*، پارا مترهای جدول زندگی، ویژگی‌های زیستی، جدول زندگی دو جنس، شکارگری

Abstract

Biological and predatory characteristics of *Andrallus spinidens* (F.) on fourth instar larvae of Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Bois.), were investigated, under laboratory condition, at

دریافت: ۱۳۸۹/۹/۲، پذیرش: ۱۳۹۰/۴/۱۴.

25 ± 1°C, 60 ± 5% RH and a photoperiod of 16: 8 L: D h. The analysis was based on an age-stage, two-sex life table. The intrinsic rate of increase (r_m), finite rate of increase (λ), net reproductive rate (R_0), gross reproductive rate (*GRR*) and mean generation time (*T*) of *A. spinidens* on *S. littoralis* were 0.0821 day^{-1}, 1.0821 day^{-1}, 102.77 offspring, 192.61 eggs and 58.68 day, respectively. The mean reproductive value of *A. spinidens* was estimated as 342.58 ± 48.18 eggs per female. The intrinsic birth rate (*b*) and intrinsic death rate (*d*) for *A. spinidens* on *S. littoralis* were 0.0894 and 0.0073, respectively. The first stage nymphs of *A. spinidens* live only on water but the second, third and fourth stage nymphs fed on 12.22, 26.22 and 41.28 of *S. littoralis* larvae, respectively. The fifth stage nymphs were more voracious and preyed on more than 70% of the larvae (94.36). At the adult stage, both male and female of *A. spinidens* were able to kill up to 85% of the larvae. In conclusion, the results prove that this predator pentatomid bug can be used as an efficient biological control agent against the noctuid pest, *S. littoralis*.
Key words: *Andrallus spinidens*, life table parameters, life history characteristics, two-sex life table, predation

مقدمه

کاربرد حشرات پارازیتوییدو شکارگر علیه حشرات زیان‌آور، یکی از قدیمی‌ترین شیوه‌های کنترل پایدار آفات گیاهی است که از دیرباز مورد توجه متخصصان و دست‌اندرکاران ذیربط بوده است. این روش ازکارآمدترین، سودمندترین و بادوام‌ترین روش‌های کنترل آفات می‌باشد (Kunston, 1998). سن‌های خانواده‌ی Pentatomidae از فراوان‌ترین و بزرگترین خانواده‌ی سن‌های سپردار (shield bugs) از بالاخانواده‌ی Pentatomoidea و راسته‌ی Hemiptera می‌باشند. سن شکارگر *Andrallus spinidens* (F.) پراکندگی وسیعی در نقاط مختلف دنیا دارد (Rajendra & Patel, 1971; Manley, 1982) و به‌عنوان شکارگر عمومی لارو پروانه‌ها، به‌ویژه خانواده‌های Pyralidae و Noctuidae گزارش شده است (Nageswara, 1965; Singh & Singh, 1988; Mohaghegh & Najafi, 2003). این سن در کاهش جمعیت لارو پروانه‌ها در مزارع برنج، ازجمله پروانه‌ی تک‌نقطه‌ای برنج (Pawar, 1976)، آفات مزارع دیگر مثل *Helicoverpa armigera* (Hüb.) در مزارع یونجه و باقلا (Rajendra & Patel, 1971) و لاروهای *Diacrisia oblique* Walker و *Rivula* sp. در مزارع سویا (Singh & Gangrade, 1975; Singh & Singh, 1988) نقش به‌سزایی ایفا می‌کند.

در مطالعات زیست‌شناسی سن *A. spinidens* در شرایط آزمایشگاهی نشان داده شد که هر حشره‌ی ماده به‌طور متوسط ۳۷۰ تخم می‌گذارد. حشرات کامل نر و ماده که با لاروهای *Prodenia* sp. و برگ‌های یونجه تغذیه می‌شدند، به‌ترتیب ٤٣/٦٢ و ٤٩/٣٣ روز زنده ماندند. پوره‌های سن یک تغذیه نکرده و رفتار تجمعی دارند (Rajendra & Patel, 1971). مطالعات زیست‌شناسی و اکولوژی سن شکارگر *A. spinidens* در مزرعه و آزمایشگاه نشان داد که از این

شکارگر می‌توان در کنترل بیولوژیک آفات مزارع برنج استفاده کرد. حشرات ماده تخم‌های خود را معمولاً روی برگ‌های برنج در دو ردیف به طول ۵-۲ سانتی‌متر قرار می‌دهند. تعداد تخم‌های هر توده از ۹۶-۷ عدد متغیر و به‌طور متوسط ۵۰ عدد است (Manley, 1982). این حشره در ژاپن ٤-۳ نسل در سال دارد (Shintani *et al*., 2010).

در ایران سن *A. spinidens* به‌عنوان شکارگر آفات برنج، از جمله کرم سبز برگ‌خوار برنج، *Naranga aenescens* Moore، و کرم ساقه‌خوار برنج، *Chilo suppressalis* Walker، شناخته می‌شود، و میزان شکارگری آن روی این دو گونه در شرایط آزمایشگاهی و صحرایی مطالعه شده است (Javadi, 1999; Ghaninia & Ebadi, 2002; Mohaghegh & Najafi, 2003; Javadi *et al*., 2006). همچنین، میزان شکارگری روزانه‌ی پوره‌های سنین مختلف و حشرات کامل این سن از لاروهای *Ephestia kuehniella* Zeller مورد بررسی قرار گرفته است (Ghaninia *et al*., 2003).

در زمینه‌ی زیست‌شناسی و اکولوژی سن *A. spinidens* در ایران مطالعات اندکی صورت گرفته است. زمستان‌گذرانی این شکارگر به‌صورت حشره‌ی کامل است. این حشره در شرایط آب و هوایی استان مازندران دارای ۵ نسل است، درصورتی‌که در استان گیلان ۳ نسل دارد (Javadi *et al*., 2006). Najafi (1997) طول عمر حشرات ماده را بیشتر از حشرات نر می‌داند (به نقل از Javadi *et al*., 2006). این شکارگر به‌طور گسترده در اقلیم حاشیه‌ی دریای خزر و در مناطقی از جنوب ایران پراکنده است (Mohaghegh & Amir-Maafi, 2007).

در نتایج حاصله از مطالعات انجام‌شده روی تأثیر پرورش نسل‌های متوالی سن شکارگر *A. spinidens* بر ویژگی‌های بیولوژیک آن، مشخص شد که در نسل اول به‌دلیل عدم سازش با شرایط جدید، پارامترهای تولید مثلی حشره کاهش می‌یابد، اما با ادامه‌ی نسل‌های آزمایشگاهی این سازش به‌خوبی شکل می‌گیرد، به‌طوری‌که در نسل پانزدهم بهبود پارامترهای مذکور مشاهده می‌شود (Mohaghegh & Amir-Maafi, 2007).

هدف از انجام این پژوهش، مطالعه‌ی پارامترهای زیستی، جدول زندگی و ارزیابی کارآیی سن شکارگر *A. spinidens* روی *Spodoptera littoralis* (Bois.) می‌باشد تا بدین‌وسیله میزان کارآیی این گونه به‌عنوان دشمن طبیعی این آفت مشخص شود.

مواد و روش‌ها

بررسی ویژگی‌های زیستی و نرخ شکارگری سن *A. spinidens*

در این آزمایش، از کلنی سن شکارگر *A. spinidens* موجود در بخش تحقیقات سن گندم مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، ٤٠ عدد تخم (٢٤–٠ ساعته) این سن به‌طور تصادفی انتخاب و به‌صورت انفرادی به ظروف پتری پلاستیکی به قطر ٥/٢ و ارتفاع ١/٢ سانتی‌متر منتقل شدند. درون هر ظرف پتری یک اپندرف حاوی آب برای تغذیه‌ی شکارگر قرار داده شد. ظروف پتری روزانه مورد بازدید قرار گرفت و تعداد و مرحله‌ی رشدی شکارگر ثبت شد. این آزمایش در دمای ١ ± ٢٥ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ٥ ± ٦٠ درصد و طول روشنایی ١٦ و تاریکی ٨ ساعت انجام شد.

به دلیل اینکه پوره‌های سن اول تغذیه نمی‌کنند هیچ‌گونه لاروی در اختیار آن‌ها قرار داده نشد. با ظهور پوره‌های سن دوم، آن‌ها به ظرف‌های ویژه‌ای از جنس پلی‌تن، استوانه‌ای‌شکل و به قطر ٦/٥ و ارتفاع ٥ سانتی‌متر منتقل شدند. برای تهویه‌ی مناسب، در سطح جانبی استوانه‌ها یک دریچه‌ی مدور به قطر دو سانتی‌متر تعبیه و همانند قسمت پایینی ظرف آزمایش با توری ظریفی پوشیده شد. جهت تغذیه‌ی پوره‌های سن دوم، روزی دو عدد لارو سن چهارم *S. littoralis* در اختیار پوره‌ها قرار گرفت و هر ٢٤ ساعت یک‌بار، اطلاعات مربوط به تعداد لاروهای خورده شده و همچنین مرحله‌ی رشدی پوره‌ها در جدول‌های مربوطه ثبت شد. به همین ترتیب، با افزایش سن پوره‌ها تعداد لاروهای گذاشته شده به‌عنوان طعمه نیز افزایش یافت، به‌طوری‌که برای پوره‌های سن ٣، ٤ و ٥ به‌ترتیب ٤، ٦ و ٨ عدد لارو سن چهارم *S. littoralis* گذاشته شد. علاوه بر لاروهای مذکور که به‌عنوان طعمه در اختیار پوره‌ها گذاشته می‌شد، روزانه ظروف حاوی آب نیز کنترل می‌شدند.

پس از ظهور حشرات کامل، نسبت به تعیین جنسیت آن‌ها اقدام شد. سپس یک جفت سن بالغ (در مجموع ١٤ جفت سن) به درون ظرف‌هایی به شکل مکعب‌مستطیل به طول ١٤، عرض ٧/٥ و ارتفاع ٤ سانتی‌متر منتقل شدند. روی درپوش این ظروف نیز توری ریزبافتی جهت تهویه‌ی مناسب نصب و کف آن‌ها نیز با پارچه‌ی تنظیف، جهت تسهیل در حرکت و تخم‌ریزی پوشانده شده بود. برای یک جفت سن بالغ، روزانه ٢٤ عدد لارو سن چهارم

S. littoralis به همراه دو عدد اپندرف حاوی آب برای تغذیه قرار داده شد. اطلاعات مربوط به نرخ شکارگری و همچنین بقای حشرات به‌طور روزانه ثبت شد.

حشرات بالغ پس از جفت‌گیری، تخم‌های خود را به‌صورت دسته‌های کوچک و بزرگ روی دیواره‌ی ظروف و یا حاشیه‌ی پارچه تنظیف قرار دادند که این دسته‌های تخم، روزانه به ظروف پتری پلاستیکی به تفکیک ماده‌ها و تاریخ نمونه‌برداری منتقل شدند. دسته‌های تخم شمارش‌شده‌ی مربوط به هر حشره‌ی ماده، تا زمان تفریخ تخم‌ها، در همان شرایط آزمایش نگه‌داری و متغیرهایی مانند تعداد تخم گذاشته‌شده، تعداد لاروهای خورده‌شده و مرگ و میر تا پایان عمر حشرات بالغ تعیین و نتایج در جدول‌های مربوطه ثبت شد. ظروف آزمایش، تا پایان عمر حشرات، برای تجدید غذای خورده‌شده و تعویض پارچه‌های تنظیف و اپندرف‌های حاوی آب، روزانه مورد بازدید قرار گرفت.

روش تجزیه و تحلیل

تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار Chi & Yang (2003) صورت گرفت. برای تشکیل جدول زندگی سن- مرحله‌ی رشدی دوجنسی و محاسبه‌ی نرخ بقای ویژه‌ی سنی (l_x)، باروری ویژه‌ی سنی (m_x)، نرخ شکارگری ویژه‌ی سنی (k_x)، نرخ شکارگری خالص ویژه‌ی سنی (q_x)، نرخ خالص شکارگری (C_0) و نسبت نرخ شکارگری خالص به نرخ تولید مثل خالص (Q_p) از روش Chi & Liu (1985) استفاده شد.

نتایج

زیست‌شناسی سن شکارگر *A. spinidens*

طول دوره‌ی رشدی مراحل مختلف *A. spinidens* با تغذیه از لارو *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی مطالعه و طول دوره‌ی جنینی، طول دوره‌ی پورگی، و طول دوره‌ی پیش از بلوغ یعنی از مرحله‌ی تخم تا پوره‌ی سن پنجم برای ماده‌ها و نرها تعیین شد (جدول ۱). طول دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی افراد بالغ نیز محاسبه شد (جدول ۱). با در نظر گرفتن اینکه دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی، فاصله‌ی زمانی بین تولد هر فرد ماده و اولین تخم‌ریزی است، میانگین

دوره‌ی پیش از بلوغ برای همه‌ی ماده‌های سن *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لاروهای *S. littoralis*، ۱/۸۲ ± ٤٦ روز برآورد شد. مطالعه‌ی طول عمر حشرات بالغ نشان داد که حشرات ماده به‌طور متوسط چند روزی بیش‌تر از حشرات نر زنده ماندند. میانگین تخم‌ریزی *A. spinidens* به ازای هر ماده محاسبه شد. حداکثر تخم‌ریزی روزانه، ۱۱۷ تخم به ازای هر ماده بود (جدول ۱).

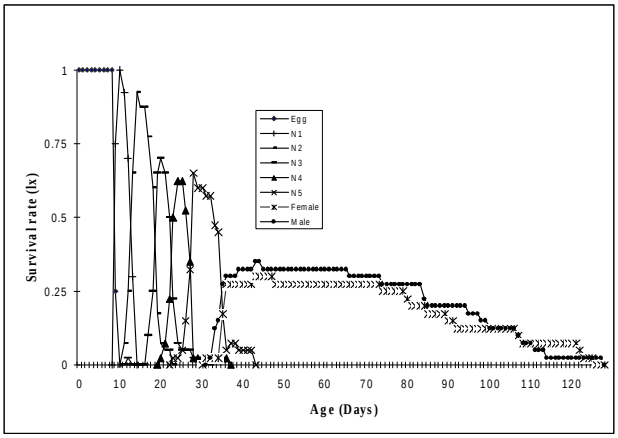
جدول ۱- ویژگی‌های زیستی *A. spinidens* روی لارو سن چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی. اعداد داخل پرانتز نشان‌دهنده‌ی تعداد تکرار است.

Table 1. Biological parameters of *A. spinidens* reared on 4th instar larvae of *S. littoralis* under laboratory conditions. Numbers in parentheses are replicates.

Biological parameters	Developmental stages	Mean ± SE (No.)
Developmental time (days)	Eggs	9.25 ± 0.07 (29)
	Nymphs	26.12 ± 0.52 (29)
Preadult period (days)	Female	35.67 ± 0.77 (12)
	Male	35.07 ± 0.77 (14)
Adult longevity (days)	Female	94.67 ± 6.7 4 (12)
	Male	92.79 ± 5.79 (14)
Pre-oviposition period	Female	10.33 ± 1.17 (12)
Fecundity (eggs)	Female	342.58 ± 48.18 (12)

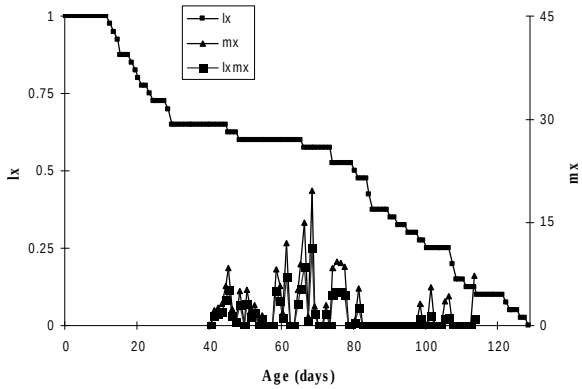
تحلیل دموگرافیک سن شکارگر *A. spinidens* با استفاده از روش Chi & Liu (1985)

به‌منظور ساخت جدول زندگی براساس طول دوره‌ی رشدی متغیر و براساس هر دو جنس (ماده و نر) برای *A. spinidens*، تغییرات روزانه برای هر یک از مراحل رشدی در نظر گرفته شد. در بررسی تابع بقا (l_x) برای *A. spinidens* مشاهده شد که در مرحله‌ی تخم و پوره‌ی سن ۱ هیچ‌گونه مرگ و میری وجود ندارد، درحالی‌که در پوره‌های سن ۲، ۳، ٤ و ٥ به‌ترتیب ۱۰، ۱۲/٥، ۲/٥ و ۱۰ درصد مرگ ومیر ثبت شد. در مرحله‌ی حشره‌ی کامل، یعنی از روز ظهور تا پایان عمر، میزان بقا همراه با افزایش سن، به‌تدریج کاهش یافت. بنابراین تابع بقا یک تابع نزولی یک‌نواخت است (شکل ۱). مطالعات درباره‌ی *A. spinidens* نشان می‌داد که در مرحله‌ی جوانی مرگ و میر بسیار اندک است اما پس از آن مرگ و میر افزایش می‌یابد. نرخ بقا و تولید مثل ویژه‌ی سنی در شکل ۲ نشان داده شده است.



شکل ۱- نرخ بقای ویژه‌ی سنی مراحل مختلف رشدی *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لاروهای سن چهارم *S. littoralis* درشرایط آزمایشگاهی.

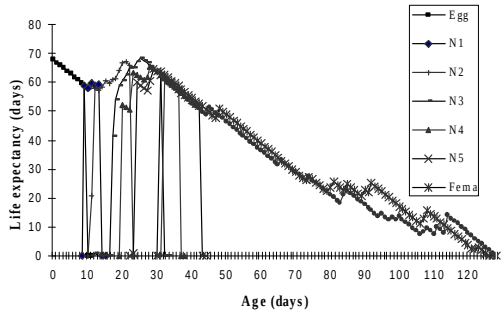
Fig. 1. Age-specific survival rate of different developmental stages of *A. spinidens* reared on 4th instar larvae of *S. littoralis* under laboratory conditions.



شکل ۲- نرخ بقا و تولید مثل ویژه‌ی سنی *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لاروهای سن چهارم *S. littoralis* درشرایط آزمایشگاهی.

Fig. 2. Survival rate and age-specific reproduction of *A. spinidens* reared on 4th instar larvae of *S. littoralis* under laboratory conditions.

یکی از مهم‌ترین توابع جدول زندگی، امید زندگی (e_x) در سن x می‌باشد. در مرحله‌ی تخم (e_o)، امید زندگی برای *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لارو سن چارم *S. littoralis* حدود ٦٨ روز بود و سپس به آهستگی از میزان آن کاسته می‌شد (شکل ۳).



شکل ۳- امید زندگی ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لاروهای سن چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی.

Fig. 3. Age-stage life expectancy of *A. spinidens* reared on 4th instar larvae of *S. littoralis* under laboratory conditions.

پارامترهای جمعیت شامل نرخ ذاتی افزایش جمعیت (r_m)، نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ)، نرخ خالص تولید مثل (R_0)، نرخ ناخالص تولید مثل (*GRR*) و متوسط مدت زمان یک نسل (*T*) برای *A. spinidens* محاسبه شد. نرخ ناخالص تولید مثل و نرخ خالص تولید مثل به‌ترتیب ۱۹۲/٦۱ تخم ماده و ۱۰۲/۷۷ نتاج ماده به‌دست آمد. نرخ خالص تولید مثل بیان‌کننده‌ی نرخ رشد هر نسل از جمعیت است.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت *A. spinidens* روی لارو سن چهارم *S. littoralis*، ۰/۰۸۲۱ روز$^{-1}$ به‌دست آمد. این پارامتر برای مقایسه‌ی راهکارهای تولید مثلی گونه‌ها بسیار مفید است. مقدار نرخ ذاتی تولد (b) (نرخ تولد سرانه جمعیت) و نرخ ذاتی مرگ (d) (نرخ مرگ سرانه جمعیت) برای این شکارگر به‌ترتیب ۰/۰۸۹٤ و ۰/۰۰۷۳ بود. نرخ‌ها بیانگر این است که در هر روز در جمعیت پایدار از نظر سنی این شکارگر ۰/۰۸۹٤ تولد و ۰/۰۰۷۳ مرگ برای هر

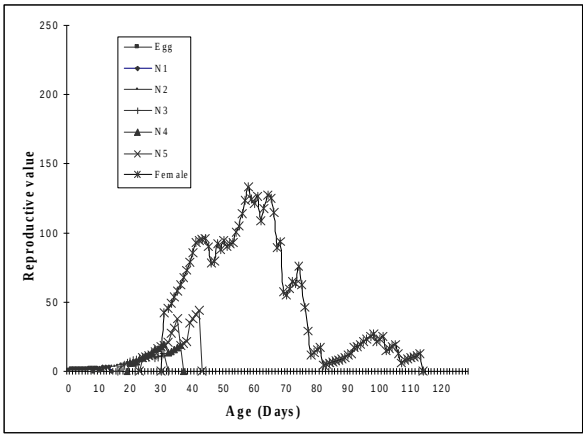
فرد ماده رخ داده است. از تفاوت نرخ‌های تولد و مرگ، نرخ ذاتی افزایش جمعیت به دست می‌آید. نسبت تولد به مرگ در *A. spinidens* ۱۲/۲۵ به‌دست آمد، به عبارت دیگر این شکارگر ۱۲/۲۵ تولد در مقابل یک مرگ به ازای هر فرد را در جمعیت تجربه می‌کند. حاصل جمع تولد و مرگ ($b + d$) برای این حشره ۰/۰۹٦۷ رخداد حیاتی در روز برای هر فرد در جمعیت برآورد شد.

نرخ متناهی افزایش جمعیت برای *A. spinidens* ۱/۰۸۲ روز$^{-۱}$ برآورد شد. این مقدار نشان می‌دهد که جمعیت شکارگر روزانه ۱۰/۸ درصد افزایش می‌یابد. متوسط مدت زمان یک نسل برای این سن شکارگر ۵۸/٦۸ روز برآورد شد. توزیع سنی پایدار (C_x) سن *A. spinidens* محاسبه و مقدار آن برای مراحل رشدی تخم و پوره‌های سنین اول، دوم، سوم، چهارم و پنجم به‌ترتیب ٥٦/۳۷، ۱۳/۱٤، ۱۳/۲٥، ٥/٥۷، ۳/۷۱، ۳/۷٤ درصد از جمعیت برآورد شد، درصورتی‌که مرحله‌ی حشره‌ی کامل فقط ٤/۲۲ درصد از جمعیت را تشکیل داد. بررسی مقدار تولید مثل (v_{ij}) برای این شکارگر نشان داد که در بدو تولد مقدار تولید مثل حدود ۱ می‌باشد و با افزایش سن میزان آن نیز افزایش می‌یابد و در اواسط سنین تولید مثل به حداکثر میزان خود رسیده و با افزایش سن از میزان آن کاسته می‌شود (شکل ٤).

شکارگری

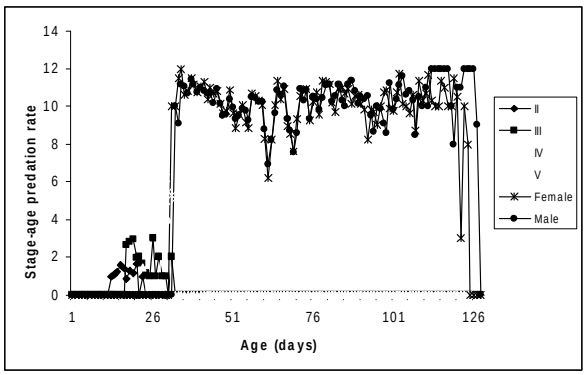
میزان شکارگری هر یک از مراحل مختلف رشدی سن شکارگر *A. spinidens* در جدول ۲ و شکل ٥ آمده است. پوره‌ی سن یک این حشره‌ی شکارگر، تنها از آب تغذیه می‌کند و از سن دوم پورگی به تغذیه از میزبان خود روی می‌آورد. با توجه به نیازهای متفاوت هر یک از سنین مختلف رشدی، تعداد لاروهای *S. littoralis* که در اختیار قرار داده می‌شد، برای هر یک از مراحل رشدی، متفاوت و تعداد آن فراتر از نیازهای آن مرحله‌ی رشدی بود.

بااینکه طول دوره‌ی هر یک از مراحل رشدی سن شکارگر مشخص می‌باشد، اما به دلیل تفاوت‌های فردی، طول دوره‌ی تغذیه‌ای طولانی‌تری برای هر یک از مراحل رشدی وجود داشت. پوره‌های سنین دوم، سوم و چهارم حدود ٥۰ درصد از لاروهایی را شکار کردند که در اختیارشان قرار داده شده بود که به‌ترتیب از کم‌ترین تا بیش‌ترین تعداد لارو پروانه‌ی



شکل ٤- میزان تولید مثل ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لاروهای سن چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی.

Fig. 4. Age-stage reproductive value of *A. spinidens* reared on 4th instar larvae of *S. littoralis* under laboratory conditions.



شکل ٥- نرخ شکارگری ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی (C_{xj}) سن شکارگر *A. spinidens* از لاروهای سن چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی.

Fig. 5. Age-stage predation rate (C_{xj}) of *A. spinidens* on 4th instar larvae of *S. littoralis* under laboratory conditions.

جدول ۲- میانگین شکار سنین مختلف شکارگر *A. spinidens* از لاروسن چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی.

Table 2. Mean number of 4th instar larvae of *S. littoralis* fed upon by different stages of *A. spinidens* in laboratory conditions.

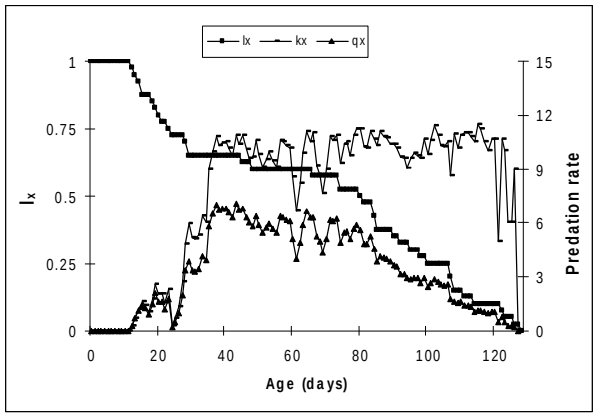
Developmental stages	Feeding period (days)	Number of larvae presented / feeding period / predator	Number of larvae eaten / feeding period / predator
2nd nymphal instar	11	22	12.22 ± 0.33
3rd nymphal instar	15	60	26.22 ± 0.41
4th nymphal instar	15	90	41.28 ± 0. 54
5th nymphal instar	17	146	94.36 ± 1.66
Adults: female	93	1116	941.87 ± 1.02
Adults: male	95	1140	981.39 ± 1.55

S. littoralis را شامل می‌شد؛ درصورتی‌که در سن پنجم شدت تغذیه افزایش یافت و به میزان ۷۰ درصد (۹٤/۳٦ عدد لارو) لاروهای در اختیار رسید. حشرات بالغ ماده و نر نه تنها طول دوره‌ی تغذیه طولانی‌تری داشتند، بلکه از حدود ۸۵ درصد لاروهای در اختیار تغذیه کردند.

همان‌طور که در شکل ۵ مشخص است، پوره‌ها (به استثنای پوره‌ی سن چهارم) و حشرات بالغ به محض ظهور با توان بالایی شروع به تغذیه کردند و این حالت در تمام طول عمرشان به‌طور ثابتی ادامه داشت، به‌ویژه در مورد حشرات بالغ این امر بسیار واضح بود که مزیت نسبی برای این شکارگر محسوب می‌شود.

تحلیل دموگرافیک شکارگری

نرخ شکارگری ویژه‌ی سنی (k_x) به معنی تعداد لارو سن چهارم *S. littoralis* خورده‌شده توسط سن شکارگر در سن x می‌باشد. با در نظر گرفتن نرخ بقا، پارامتر جدیدی به نام نرخ شکارگری خالص ویژه‌ی سنی (q_x) تعریف می‌شود که مقدار وزنی شکار خورده‌شده توسط شکارگر در سن x را نشان می‌دهد. منحنی‌های مربوط به k_x و q_x در شکل ٦ نشان داده شده است. در مرحله‌ی تخم و پوره‌ی سن یک هیچ‌گونه تغذیه‌ای وجود ندارد. لذا یک خلا در منحنی‌های k_x و q_x مشاهده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که نرخ شکارگری به‌طور قابل توجهی از سن ۱۲ تا ۲۳ روزگی، روزانه به‌تدریج افزایش یافته است. اما به دلیل مرگ و میر در



شکل ٦- نرخ شکارگری ویژه سنی، نرخ شکارگری خالص ویژه‌ی سنی و نرخ بقای ویژه‌ی سنی شکارگر *A. spinidens* روی لارو سن چهارم *S. littoralis* در شرایط آزمایشگاهی.

Fig. 6. Age-specific predation rate, net age-specific predation rate and survival rate of *A. spinidens* on 4th instar larvae of *S. littoralis*.

فاصله‌ی سنی ٢٤ تا ٢٧ روزگی نرخ شکارگری اندکی کاهش پیدا کرد و سپس دوباره افزایش یافت که نشان‌دهنده این است که در سن چهارم و پنجم پورگی شدت تغذیه افزایش داشته است. هر فرد شکارگر *A. spinidens*، ١٧٤/١ عدد لارو سن چهار *S. littoralis* را طی مراحل پورگی خورده است.

نرخ شکارگری ویژه‌ی سنی و نرخ شکارگری خالص ویژه‌ی سنی حشرات بالغ (از سن ٣٧ روزگی) در ابتدا به تدریج افزایش یافت و سپس با کاهش نرخ بقای ویژه‌ی سنی با روند کند و نرخ ثابتی تا پایان عمر به‌تدریج کاهش پیدا کرد. نرخ شکارگری (C_0) برای سن شکارگر، ٤٢٦/٢٧ لارو *S. littoralis* بود. تعداد شکار مورد نیاز برای تولید مثل سن شکارگر (Q_p)، ٤/١٥ لارو *S. littoralis* بود. این مقدار به این مفهوم است که برای تولید یک عدد تخم توسط شکارگر لازم است ٤/١٥ لارو مورد تغذیه قرار گیرد. مقدار Q_p، تخمین دموگرافیک برای رابطه‌ی بین نرخ تولید مثل و نرخ شکارگری شکارگر می‌باشد. نرخ شکارگری ویژه‌ی سن-

مرحله‌ی رشدی (C_{xj}) سن شکارگر در شکل ۵ آمده است. به‌طور کلی، نرخ شکارگری روزانه‌ی حشرات بالغ به‌مراتب بیشتر از مراحل پورگی بود. همچنین، نرخ شکارگری ویژه‌ی سن- مرحله‌ی رشدی با افزایش سن حشرات بالغ کاهش پیدا نکرد.

بحث

میانگین طول دوره‌ی پیش از بلوغ یعنی از مرحله‌ی تخم تا ظهور حشره‌ی بالغ سن شکارگر *A. spinidens* روی لاروهای *Spodoptera litura* (Fabricius)، ۳۲ روز گزارش شده است (Uematsu, 2006) که اختلاف قابل توجهی با مقدار به‌دست آمده در پژوهش حاضر ندارد. بررسی‌ها نشان می‌دهد که سن اولین تخم‌ریزی توسط ماده‌ها تأثیر مهمی بر رشد جمعیت دارد و بسیاری از محققان دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی را به‌عنوان فاصله‌ی زمانی بین ظهور افراد بالغ و اولین تخم‌ریزی تعریف می‌کنند. صرف نظر از طول و تغییرات مراحل پیش از بلوغ، دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی افراد بالغ برای *A. spinidens* با تغذیه از لاروهای *S. littoralis*، ۱/۱۷ ± ۱۰/۳۳ روز محاسبه شد.

طول دوره‌ی رشدی مراحل تخم و پوره تا حشره‌ی کامل *A. spinidens* روی لارو پروانه موم‌خوار، *Galleria mellonella* (L.)، به‌عنوان طعمه در شرایط آزمایشگاهی (۱ ± ۲۸ درجه‌ی سلسیوس، رطوبت ۵ ± ۷۰ درصد و طول روشنایی ۱۴ ساعت) به‌ترتیب ۸/۶۱ و ۲۱/۱۴ روز گزارش شده است (Mohaghegh & Amir-Maafi, 2007) که مقادیر به‌دست آمده در تحقیق اخیر اختلاف قابل توجهی با اعداد به‌دست آمده در پژوهش حاضر ندارد. طول دوره‌ی جنینی سن‌های شکارگر متغیر است، به‌طوری‌که در شرایط آزمایشگاهی، طول این دوره در چهار گونه سن شکارگر روی لاروهای *Trichoplusia ni* (Hübner) و *Pseudoplusia includens* (Walker)، یعنی سن‌های شکارگر *Podisus maculiventris* (Say)، *Stiretrus anchorago* (Fabricius)، *Alcaeorrhynchus grandis* (Dallas) و *Euthyrhynchus floridanus* (L.)، به‌ترتیب ۵، ۶، ۱۶ و ۱۹ روز به‌دست آمده است (Richman & Whitcomb, 1978). طول دوره‌ی پورگی سن شکارگر *Picromerus bidens* (L.) از خانواده‌ی Pentatomidae روی لارو *S. littoralis* به‌عنوان میزبان، در

بازه‌ی دمایی ۱۸ تا ۳۲ درجه‌ی سلسیوس، ۱/۰۸ ± ٤۷/٦۰ تا ۰/۲۱ ± ۱٤/۸۰ روز برآورد شده است (Mahdian *et al*., 2008).

دوره‌ی پیش از تخم‌ریزی افراد بالغ *A. spinidens* با تغذیه از لاروهای سن سوم تا پنجم *S. litura*، ۸-۷ روز گزارش شده است (Uematsu, 2006) که کمتر از نتایج به‌دست آمده در تحقیق حاضر است. حداکثر تخم‌ریزی روزانه، ۱۱۷ تخم به ازای هر ماده محاسبه شد، درحالی‌که Uematsu (2006) میانگین تخم‌ریزی سن *A. spinidens* با تغذیه از لاروهای *S. litura* را ٤۹۹ تخم به ازای هر ماده گزارش کرده است.

نرخ خالص تولید مثل برای سن شکارگر *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لارو سن چهارم *S. littoralis*، ۱۰۲/۷۷ نتاج ماده به‌دست آمد، درحالی‌که این پارامتر برای *A. spinidens* با تغذیه از لاروهای *S. litura*، ۱۵۳/۸ نتاج ماده برآورد شده است (Uematsu, 2006). نرخ ذاتی افزایش جمعیت این شکارگر روی لارو سن چهارم *S. littoralis*، ۰/۰۸۲۱ روز$^{-1}$ برآورد شد. این پارامتر برای مقایسه‌ی راهکارهای تولید مثلی گونه‌ها بسیار مفید است. Uematso (2006) نرخ ذاتی افزایش جمعیت این سن را روی لاروهای *S. litura*، ۰/۱۰۱ روز$^{-1}$ گزارش کرده است. نرخ ذاتی و متناهی افزایش جمعیت برای همین شکارگر با تغذیه از لاروهای *G. mellonella*، به‌ترتیب ۰/۲۱ و ۱/۲۳ روز$^{-1}$ برآورد شده است (Mohaghegh & Amir-Maafi, 2007).

متوسط مدت زمان یک نسل برای سن *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لارو سن چهارم *S. littoralis*، ۵۸/٦۸ روز برآورد شد. این مدت برای همین شکارگر با تغذیه از لاروهای سن سوم تا پنجم *S. litura*، ٤۹/۸ روز گزارش شده است (Uematsu, 2006) که قدری کوتاه‌تر از طول متوسط یک نسل شکارگر در این پژوهش حاضر است.

تغییرات شکارگری با سن و مرحله‌ی رشدی به این مفهوم است که اگر از ساختار سنی و مرحله‌ی رشدی جمعیت شکارگر چشم‌پوشی شود، سبب بروز خطا در تهیه‌ی مدل‌های شکارگری خواهد شد. همان‌طورکه Getz & Haight (1989) اشاره کرده‌اند، اگر در اوایل دوره‌ی رشدی، جنسیت قابل تشخیص باشد، معادلات شکارگری را باید بر اساس جدول زندگی دوجنسی و سن- مرحله‌ی رشدی تهیه کرد. اما تهیه‌ی جدول زندگی بر اساس روش

Chi (1988)، این امکان را فراهم می‌کند که در انتهای آزمایش، از ردیف داده‌ها، جنسیت را تشخیص داده و شکارگری را تحلیل کرد.

Mohaghegh & Najafi (2003) در بررسی صحرایی خود روی شکارگری *A. spinidens*، اشاره کردند که با افزایش سن شکارگر، میزان شکار آن از لارو کرم سبز برگ‌خوار برنج نیز افزایش می‌یابد. تغییرپذیری سن- مرحله‌ی رشدی شکارگری شکارگر و آسیب‌پذیری شکار توسط محققان متعددی بیان شده‌است. برای مثال Isenhour & Yeargan (1981) گزارش کردند که حشرات بالغ سن *Orius insidiosus* (Say) به‌طور معنی‌داری پوره‌ی سن یک تریپس سویا، *Sericothrips variabilis* (Beach)، را نسبت به حشرات بالغ آن شکار می‌کنند و حشرات ماده نسبت به حشرات نر، تعداد بیش‌تری تریپس را از بین می‌برند. Clements & Yeargan (1997) گزارش دادند که سن *O. insidiosus* در همه‌ی مراحل رشدی خود می‌تواند از تخم و لارو سن یک پروانه‌ی *Plathypean scabra* (F.) تغذیه کند. پوره‌های سن چهار و حشرات بالغ این سن می‌توانند از لارو سن دوم این پروانه نیز تغذیه کنند، اگرچه *O. insidiosus* در هیچ‌یک از مراحل رشدی خود قادر به تغذیه از لارو سن سوم این پروانه نیست. Milne & Walter (1997) بیان داشتند که لارو سن دوم تریپس *Frankliniella schultzei* Trybom بیش‌تر از تخم شکار خود تغذیه می‌کند. McConnell & Kring (1990) مشاهده کردند که بین تعداد پوره و شته‌ی بالغ خورده شده توسط کفشدوزک *Coccinella septempunctata* L. اختلاف معنی‌داری وجود دارد. Schmaedick & Shelton (1999) گزارش کردند که تخم و لارو سن یک پروانه‌ی سفیده‌ی کوچک کلم، *Pieris rapae* (L.)، در مزارع کلم بیش‌تر مورد حمله‌ی حشرات شکارگر قرار می‌گیرند.

همه‌ی حقایق فوق که به آن اشاره شد و در بررسی حاضر نیز اثبات گردید، در مدل‌های ساده‌ی شکارگری مانند مدل شکارگری Lotka-Voltera و مدل‌های مشتق‌شده از آن در نظر گرفته نشده است، به‌ویژه اینکه مدل‌های ساده برای مطالعه‌ی رابطه‌ی بین شکارگر و شکار با جمعیت دارای ساختار سنی، مناسب نمی‌باشند. بنابراین، باید گفت که در جمعیت‌هایی که دارای ساختار سنی و یا مرحله‌ی رشدی هستند، غیر ممکن است بدون آگاهی از نرخ شکارگری ویژه‌ی سنی و یا مرحله‌ی رشدی، بتوان مدل واقعی ساخت. به‌علاوه حقایق عمومی

متعددی وجود دارد که به اهمیت مدل‌های جمعیتی ساختار- مرحله‌ی رشدی و ساخت جدول زندگی برای مطالعه‌ی رابطه‌ی شکار و شکارگر اشاره دارد. برای مثال Radwan & Lovel (1983) و Roy *et al*. (1999) گزارش کردند که در طول فصل، ساختار مرحله‌ی رشدی شکار و شکارگر تغییر می‌یابد. این حقیقت ساده به لزوم استفاده از مدل‌های جمعیتی ساختار- مرحله‌ی رشدی در مطالعه‌ی رابطه‌ی بین شکار و شکارگر در بسیاری از جوامع اشاره دارد. Shipp & Whitfield (1991) واکنش تابعی ویژه‌ی مرحله‌ی رشدی را برای شکارگرهای متعددی گزارش کردند. برای استفاده‌ی بهینه از واکنش تابعی ویژه‌ی مرحله‌ی رشدی، این محققین بیان داشتند که جدول زندگی شکارگر و شکار باید در سیستم شکارگر- شکار در نظر گرفته شود. در واقع، وارد کردن ساختار مرحله‌ی رشدی (یا سنی) شکارگر و شکار، مهم‌ترین قدم در درک رابطه‌ی شکار و شکارگر است (Hassell, 1978). به دلیل این‌که بسیاری از گونه‌های جانوری، به‌ویژه حشرات، یا دارای ساختار سنی و یا دارای ساختار مرحله‌ی رشدی می‌باشند، بنابراین آگاهی از نرخ شکارگری ویژه‌ی مرحله‌ی رشدی (یا سنی) و همچنین جدول زندگی ساختار- مرحله‌ی رشدی برای مدل‌سازی پویایی (دینامیسم) شکار و شکارگر بسیار ضروری است.

بر اساس نتایج آزمایش‌های انجام شده در این تحقیق می‌توان عنوان کرد که سن شکارگر *A. spinidens* می‌تواند به‌عنوان عامل کنترل بیولوژیک علیه *S. littoralis* و لارو پروانه‌هایی از همین خانواده در سطح مزارع و گلخانه‌ها مورد استفاده قرار گیرد. مقایسه‌ی پارامترهای زیستی این شکارگر روی *S. littoralis* با نتایج به‌دست آمده در بررسی دیگری روی *S. litura* (Uematsu, 2006) اختلاف چندانی را نشان نمی‌دهد. این بدین معنی است که می‌توان از لاروهای *S. littoralis* برای پرورش انبوه این سن شکارگر در شرایط آزمایشگاهی به‌منظور رهاسازی در طبیعت استفاده کرد، یعنی لاروهای این پروانه نیازهای تغذیه‌ای *A. spinidens* را تأمین می‌کنند. مقایسه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت *S. littoralis* (۰/۱۰۸٤ روز$^{-1}$) (Khodaverdi *et al*., 2010) و *A. spinidens* پرورش‌یافته روی لارو سن چهارم *S. littoralis* (۰/۰۸۲۱ روز$^{-1}$) در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که نزدیک بودن مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شکارگر با طعمه می‌تواند حاکی از توان بالای شکارگر در کنترل آفت مذکور باشد.

منابع

Chi, H. (1988) Life table analysis incorporating both sexes and variable development rates among individuals. *Environmental Entomology* 17, 26-34.

Chi, H., & Liu, H. (1985) Two new methods for the study of insect population ecology. *Bulletin of the Institute of Zoology, Academy of Sinica* 24, 225-240.

Chi, H. & Yang, T. C. (2003) Two-sex life table and predation rate of *Propylaea japonica* Thunberg (Coleoptera: Coccinellidae) fed on *Myzus persicae* (Sulzer) (Homoptera: Aphididae). *Environmental Entomology* 32, 327-333.

Clements, D. J. & Yeargan, K. V. (1997) Comparison of *Orius insidiosus* (Heteroptera: Anthocoridae) and *Nabis roseipennis* (Heteroptera: Nabidae) as predators of the green clover worm (Lepidoptera: Noctuidae). *Environmental Entomology* 26, 1482-1487.

Getz, W. M. & Haight, R. G. (1989) *Population harvesting*: *demographic models of fish, forest and animal resources*. 391 pp. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Ghaninia, M. & Ebadi, R. (2002) Introduction of a potential natural enemy of the rice semi-looper, *Naranga aenescens* Moore (Lep.: Noctuidae) in the rice fields of Northern provinces of Iran. *Proceedings of the 15th Iranian Plat Protection Congress, Vol. I, Pests*, p. 23.

Ghaninia, M., Ebadi, R. & Saeb, H. (2003) Study the effect of type of prey on the biology of *Andrallus spinidens* (Het.: Pentatomidae) under laboratory conditions. *Journal of Agricultural and Natural Resources* 9(1), 39-50.

Hassell, M. P. (1978) *The dynamics of arthropod predator-prey system.* 248 pp. Princeton University Press, Princeton, NJ.

Isenhour, D. J. & Yearagn, K. V. (1981) Predation of *Orius insidiosus* on the soybean thrips, *Sericothrips variabilis*: effect of prey stage and density. *Environmental Entomology* 10, 496-500.

Javadi, S. (1999) A study on the biology and ecology of *Andrallus spinidens* in rice fields of Guilan province. M. Sc. Thesis. University of Guilan.

Javadi, S., Sahragard, A. & Saeb, H. (2006) Morphology, biology and spatial distribution of *Andrallus spinidens* in rice fields of Guilan province. *Journal of Agricultural Science and Natural Resources* 5, 146-158.

Khodaverdi, H., Sahragard, A., Amir-Maafi, M. & Mohaghegh, J. (2010) A study on the demographic parameters of Egyptian cotton leafworm, *Spodoptera littoralis* (Lep.:

Noctuidae) fed on artificial diet under laboratory conditions. *Iranian Journal of Plant Protection Science* 41(1), 61-69.

Kunston, A. (1998) The *Trichogramma* manual, Texas Agricultural Extension, Service online. Available on: *www.tamu.edu/extension/bulletins/b-6071.html* (accessed October 2010).

Mahdian, K., Tirry, L. & DeClercq, P. (2008) Development of the predatory pentatomid *Picromerus bidens* (L.) at various constant temperatures. *Belgian Journal of Zoology* 138(2), 135-139.

Manley, G. V. (1982) Biology and life history of the rice field predator, *Andrallus spinidens* F. (Hemiptera: Pentatomidae). *Entomological News* 93, 1.19-24.

McConnell, J. A. & Kring, T. J. (1990) Predation and dislodgment of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae), by adult *Coccinella septempunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). *Environmental Entomology* 19, 1798-1802.

Milne, M. & Walter, G. H. (1997) The significance of prey in the diet of the phytophagous thrips, *Frankliniella schultzei*. *Ecological Entomology* 22, 74-81.

Mohaghegh, J. & Amir-Maafi, M. (2007) Reproduction of the predatory stinkbug, *Andrallus spinidens* F. (Heteroptera: Pentatomidae) on live and frozen prey. *Applied Entomology and Zoology* 42, 15-20.

Mohaghegh, J. & Najafi, I. (2003) Predation capacity of. *Andrallus spinidens* F. (Het.: Pentatomidae) on *Naranga aenescence* Moore (Lep.: Noctuidae) under semi-field and field conditions. *Applied Entomology and Phytopathology* 71, 57-68.

Nageswara, R. V. (1965) *Andrallus* (*Audinetia*) *spinidens* (Fabr) as predator of rice pests. *Oryza* 2, 179-181.

Pawar, A. D. (1976) *Andrallus spinidens* (Fabricius) (Asopinae: Pentatomidae: Hemiptera) as a predator of insect pests of rice in Himachal Pradesh, India. *Rice Entomology Newsletter* 4, 23-24.

Radwan, Z. & Lovel, G. L. (1983) Structure and seasonal dynamics of larval, pupal and adult coccinellid (Col.: Coccinellidae) assemblages in two types of maize fields in Hungary. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie* 96, 396-408.

Rajendra, M. K. & Patel, R. C. (1971) Studies on the life and biology of *Podisus placidus* and *Stiretrus fimbriatus* (Pentatomidae). *Canadian Entomologist* 103, 1505-1516.

Richman, D. B. & Whitcomb, W. H. (1978) Comparative life cycles of four species of predatory stink bugs. *The Florida Entomologist* 61(3), 113-119.

Roy, M., Brodeur, J. & Cloutier, C. (1999) Seasonal abundance of spider mites and their predators on red raspberry in Quebec, Canada. *Environmental Entomology* 28, 735-747.

Schmaedick, M. A. & Shelton, A. M. (1999) Experimental evaluation of arthropod predation on *Pieris rapae* (Lepidoptera: Pieridae) eggs and larvae in cabbage. *Environmental Entomology* 28, 439-444.

Shintani, Y., Masuzawa, Y., Hirosae, Y., Miyahara, R., Watanabae, F. & Tajima, J. Y. (2010) Seasonal occurrence and diapause induction of a predatory bug *Andrallus spinidens* (F.) (Heteroptera: Pentatomidae). *Entomological Science* 13, 273-279.

Shipp, J. L. & Whitfield, G. H. (1991) Functional response of the predatory mite *Amblyseius cucumeri*s (Acari: Phytoseiidae), on western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae). *Environmental Entomology* 20, 694-699.

Singh, K. J. & Gangrade, G. A. (1975) Parasites, predators and diseases of larvae of *Diacrisia obliqua* Walker (Lepidoptera: Arctiidae) on Soybean. *Current Science* 44(13), 481-482.

Singh, K. J. & Singh, O. P. (1988) Natural enemies of the soybean grey semilooper, *Rivula* sp. (Lepidoptera: Noctuidae) in Madhya Pradesh. *Journal of Biological control* 2(2), 128.

Uematsu, H. (2006) Reproductive rate and predatory ability of the pentatomid bug, *Andrallus spinidens* (Fab.) (Het.: Pentatomidae). *Japan Journal of Applied Entomology and Zoology* 50, 145-150. [In Japanese with English summary].