

بررسی پارامترهای رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم، *Schizaphis graminum* (Hem.: Aphididae)، روی ارقام گندم رایج در منطقه‌ی ورامین

شهرام شاه‌رخ‌ی خانقاه^{۱*}، محمود شجاعی^۲ و علی رضوانی^۳

۱- بخش تحقیقات مبارزه بیولوژیک، مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران، ۲- گروه حشره‌شناسی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ۳- بخش تحقیقات حشره‌شناسی کشاورزی، مؤسسه‌ی تحقیقات گیاه‌پزشکی کشور، تهران.

*مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: shahrokhi1349@gmail.com

Study on population increase parameters of greenbug, *Schizaphis graminum* (Hem.: Aphididae), on common wheat varieties in Varamin region, Iran

S. Shahrokhi^{1&*}, M. Shojai² and A. Rezvani³

1. Biological Control Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran, 2. Department of Entomology, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, 3. Agricultural Entomology Research Department, Iranian Research Institute of Plant Protection, Tehran, Iran.

*Corresponding author, E-mail: shahrokhi1349@gmail.com

چکیده

شته‌ی معمولی گندم، *Schizaphis graminum* Rondani، یکی از شته‌های زیان‌آور غلات منطقه‌ی ورامین می‌باشد. در این تحقیق ویژگی‌های زیستی این شته در آزمایشگاه در دمای 20 ± 1 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۸۰-۷۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی بررسی شد. برای این منظور، شته‌ی معمولی گندم با استفاده از قفس‌های برگ روی شش رقم گندم مهدوی، کویر، نیک‌نژاد، طبعی، آزادی و قدس پرورش داده شد و مدت زمان رشد پوره‌ها، میزان تلفات، طول عمر و باروری آن‌ها به طور روزانه ثبت و نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ منتهای افزایش جمعیت و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت آن محاسبه گردید. نتایج نشان داد که تلفات پوره‌ها روی ارقام گندم رایج در منطقه‌ی ورامین در حد درصد تلفات پوره‌ها روی ارقام گندم حساس می‌باشد. همچنین شته‌ها روی هر شش رقم مورد آزمایش طول عمر نسبتاً بالایی داشته و طول دوره‌ی پورگی آن‌ها تا حدودی کوتاه بود. کمترین میزان باروری شته‌ی معمولی گندم روی رقم کویر به دست آمد و دو رقم طبعی و مهدوی با دارا بودن بیشترین مقدار، با آن تفاوت معنی‌دار نشان دادند ($P < 0.01$). محاسبه‌ی پارامتر نرخ ذاتی افزایش جمعیت نشان داد که ارقام گندم رایج در منطقه‌ی ورامین نسبت به شته‌ی معمولی گندم حساس می‌باشند، زیرا جمعیت شته روی این ارقام با نرخ تصاعدی ثابت $0.310 - 0.252$ ماده به ازای هر ماده در روز رشد می‌کند و در صورت وجود شرایط مساعد و در غیاب دشمنان طبیعی می‌تواند به سرعت افزایش یابد. نتایج نشان داد که سه رقم نیک‌نژاد، طبعی و قدس مناسب‌ترین رقم‌های مورد آزمایش برای رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم بودند. همچنین شته روی رقم کویر کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت و نرخ منتهای افزایش جمعیت و بیشترین طول مدت زمان دو برابر شدن جمعیت را داشت که به دلیل پایین بودن باروری و طول دوره‌ی پورگی بیشتر شته روی این رقم بود. بنابراین در صورت گسترش کشت رقم کویر در منطقه‌ی ورامین، جمعیت شته‌ی معمولی گندم به احتمال زیاد افزایش نخواهد یافت.

واژگان کلیدی: شته‌ی معمولی گندم، *Schizaphis graminum*، نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، پتانسیل رشد جمعیت

Abstract

The biology of greenbug, *Schizaphis graminum* Rondani, one of the most important pests of cereals in Varamin region of Iran, was studied in laboratory at $20 \pm 1^\circ\text{C}$, 60-70% R.H. and a photoperiod of 16: 8 (L: D) hours. The experiment was carried out by rearing aphids on the leaves of six common wheat varieties including: Mahdavi, Kavir, Niknezhad, Azadi, Tabasi, and Ghods using leaf cages. The nymphal development time, mortality, longevity and adult fertility of the aphid were recorded daily. The intrinsic rate of increase (r_m), finite rate of increase (λ), and doubling time (DT) parameters were calculated. Results revealed that nymphal mortality rate was very low resembling that on sensitive wheat varieties. The aphid had relatively high longevity and short nymphal development time on all mentioned wheat varieties. The lowest aphid fertility rate was obtained on Kavir comparing to the fertility yielded on Mahdavi and Tabasi that was significantly higher ($P < 0.01$). Estimation of the intrinsic rate of increase revealed that the wheat varieties studied were susceptible to aphid, for the reason that the aphid population increased by constant exponential rate of 0.252-0.310 female/female/day. This showed high population increase potential at suitable conditions in the absence of natural enemies. Results proved that the Niknezhad, Tabasi and Ghods were the most suitable wheat varieties for rearing the aphid. The lowest rate of fertility, intrinsic rate of increase, and finite rate of increase, and the longest doubling time of aphid population were observed on Kavir, due to lower fecundity and longer nymphal development period. Therefore, the aphid population increase potential on Kavir was lower than that on the other varieties and so, expansion of sowing Kavir in Varamin region most probably may not result in aphid population increase.

Key words: greenbug, *Schizaphis graminum*, intrinsic rate of increase, finite rate of increase, population increase potential

مقدمه

شته‌ها از مهم‌ترین آفات محصولات زراعی می‌باشند. اکثر شته‌ها به دلیل بکرزایی، زنده‌زایی و چندشکلی، نرخ تولید مثل بسیار بالایی در غیاب دشمنان طبیعی دارند. این حشرات در مدت زمان کوتاهی بالغ می‌شوند، بنابراین می‌توانند جمعیت خود را در مدت زمان کم به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش دهند (Carver, 1989). بکرزایی در شته‌ها در ساختار و نرخ رشد بالای جمعیت آن‌ها اهمیت به سزایی دارد. بکرزایی باعث چندشکلی و تداخل بیشتر نسل‌ها می‌شود، زیرا جنین‌های یک شته‌ی بکرزا در بدن آن قادر به رشد و نمو بوده و این امر فواصل زمانی پیدایش حشرات کامل را در نسل‌های پیاپی کوتاه کرده و باعث افزایش نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ها می‌شود. زنده‌زایی نیز ممکن است نرخ افزایش جمعیت شته‌ها را تا حدودی افزایش دهد، زیرا در هنگام تولد، شانس زنده‌مانی افزایش می‌یابد و پوره‌ها رشد مستقل را زودتر شروع می‌کنند. بسیاری از شته‌ها به علت داشتن نرخ افزایش جمعیت نسبتاً بالا، آفت می‌باشند (Dixon, 1989).

شته‌ی معمولی گندم، *Schizaphis graminum* Rondani، یکی از شته‌های زیان‌آور غلات در دنیا می‌باشد. این شته اکثر گیاهان خانواده‌ی Poaceae از جمله یولاف، جو، برنج، چمن، سورگوم، گندم و ذرت را مورد حمله قرار می‌دهد (Krober & Carl, 1991). بر اساس گزارش Harvey & Hackerott (1969) و Michels (1986) این حشره آفت مهم مزارع گندم و سورگوم دانه‌ای آمریکا می‌باشد و یولاف، جو و چاودار را نیز مورد حمله قرار می‌دهد، و از روی بیش از ۷۰ گونه از گیاهان خانواده‌ی Poaceae گزارش شده است. این شته آفت جو شرق اروپا (Babenko, 1980) و شمال و جنوب آمریکا می‌باشد (Pike & Glazer, 1980).

شته‌ی معمولی گندم در اکثر مناطق ایران انتشار دارد (Rezvani, 2001). این شته در اهواز روی گندم و برنج، در تهران روی نی، در مسجد سلیمان، کرج و شیراز روی گندم و در ورامین روی گندم و جو فعالیت دارد (Hodjat & Azemayeshfard, 1986; Amirnazari, 2000). همچنین، این گونه از مزارع سورگوم جارویی میانه گزارش شده (Khodabandeh, 2007) و Rezvani (2001) به فعالیت آن در دشت نظیر و تنکابن اشاره کرده است.

محققین زیادی به اثر میزبان گیاهی روی قدرت رشد جمعیت شته‌ها اشاره کرده‌اند که تحقیقات انجام شده توسط La Rossa et al. (2002) و Lazar et al. (1995) در زمینه‌ی دموگرافی شته‌ی معمولی گندم روی ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف گندم، مطالعات Castro et al. (1999) در زمینه‌ی استفاده از پارامترهای زیستی برای ارزیابی مقاومت ۲۶ رقم گندم نسبت به شته‌های معمولی و روسی گندم از آن جمله می‌باشند. همچنین Kazemi et al. (2001) و Assad et al. (2004) رشد جمعیت شته‌ی روسی روی ارقام مختلف گندم، Cruz & Vendramim (1998) تأثیر ارقام مقاوم و حساس سورگوم در رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم، Sauge et al. (1998) پارامترهای زیستی شته‌ی سبزه‌هلو، *Myzus persicae* (Sulzer) روی میزبان‌های مختلف گیاهی و La Rossa et al. (2003) دموگرافی شته‌ی مومی کلم، *Brevicoryne brassicae* (L.)، روی چهار رقم کلم را بررسی کرده‌اند.

میزان تناسب میزبانی ارقام مختلف گیاه میزبان نسبت به شته‌ها و اثر آن روی پتانسیل رشد جمعیت آن‌ها در پارامترهای جدول باروری و جدول زندگی منعکس می‌شود. نرخ ذاتی افزایش جمعیت مهم‌ترین پارامتر جدول باروری حشرات بوده و معیارهای تأثیرگذار روی این

پارامتر در شته‌ها عبارتند از: زمان رشد و نمو، تولید مثل و زنده‌مانی (Rago & Dorazio, 1984; Dixon, 1987). نرخ ذاتی افزایش جمعیت یک حشره به صورت «نرخ افزایش جمعیت در شرایط فیزیکی یک محیط زیست غیرمحدود، بدون در نظر گرفتن اثر افزایش تراکم جمعیت» تعریف می‌شود (Birch, 1948). به نظر Andrewartha & Birch (1954) نرخ ذاتی افزایش جمعیت تنها آماره‌ای است که به طور کافی کیفیت‌های فیزیولوژیک مرتبط با قابلیت افزایش جمعیت یک موجود زنده را به اختصار بیان می‌کند.

به نظر (Khodabandeh, 2007) جو، سورگوم دانه‌ای، برخی ارقام گندم و برخی ارقام ذرت مانند Antigua برای تولید مثل و رشد شته، میزبان گیاهی بهتری نسبت به سورگوم جارویی می‌باشند. همچنین بر اساس گزارش (McGauley et al., 1990)، توانایی رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم روی سورگوم دانه‌ای در آزمایشگاه بیشتر از ذرت می‌باشد. البته این شته روی ذرت هم رشد جمعیت بالایی را نشان داده و به نظر این محققین، میزبان خوبی برای شته به شمار می‌رود. با این حال، اطلاع دقیقی از ویژگی‌های زیستی شته‌ی معمولی گندم روی ارقام متداول در منطقه‌ی ورامین در دست نمی‌باشد.

در منطقه‌ی ورامین کشت شش رقم گندم مهدوی، قدس، کویر، آزادی، طوسی و نیک‌نژاد متداول است که سه رقم اول به توصیه‌ی سازمان جهاد کشاورزی کشت می‌شوند و در بین آن‌ها ممکن است کشت رقم کویر به دلیل مقاوم بودن به ورس توسعه یابد. بنابراین هدف از این تحقیق بررسی توانایی رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم روی شش رقم مذکور و امکان پیش‌بینی نقش جایگزینی رقم کویر در دینامیسم جمعیت این شته بوده و در این ارتباط، معیارهای تأثیرگذار بر نرخ ذاتی افزایش جمعیت و پارامترهایی نظیر نرخ متناهی افزایش جمعیت و طول مدت زمان دو برابر شدن جمعیت شته‌ی معمولی گندم مورد مقایسه قرار گرفته است.

مواد و روش‌ها

شته‌ها در طول فصل زراعی ۱۳۸۰ از مزارع گندم ورامین جمع‌آوری شدند. جهت پرورش آن‌ها، لارو و تخم مگس‌های خانواده‌ی Syrphidae و سایر شکارگرها از کلنی آن‌ها

حذف و حشرات کامل روی بوته‌های دو برگه‌ی گندم مهدوی در گلدان‌هایی به طول ۱۳ و قطر ۱۴ سانتی‌متر انتقال یافتند. بوته‌های گندم هر روز آبیاری شده و هر هفته با بوته‌های تازه تعویض شدند. آزمایش در مرحله‌ی ۲ برگه‌ی بوته‌ها (مرحله‌ی ۱۳-۱۲ کلید رشد Zadox) در اتاق‌های حرارت ثابت بخش تحقیقات سن گندم با دمای 1 ± 20 درجه‌ی سلسیوس، رطوبت نسبی ۷۰-۸۰ درصد و دوره‌ی نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی انجام گردید و بوته‌ها هر هفته تعویض شدند.

برای انجام آزمایش، روی هر کدام از شش رقم گندم مهدوی، طبسی، کویر، آزادی، قدس و نیک‌نژاد تعداد ۵۰-۴۰ عدد پوره‌ی سن یک هم سن ۴ ساعته به‌طور انفرادی در قفس‌های برگه‌ی ساخته شده از پتری‌های پلاستیکی به قطر ۵ سانتی‌متر، قرار داده شدند. برای این منظور در سطح زیرین، و همچنین روی سرپوش پتری‌ها، سوراخ گردی به قطر ۳ سانتی‌متر ایجاد و جهت تهویه با پارچه‌ی توری پوشانده شد (شکل ۱). به منظور تهیه‌ی پایه‌ی پتری‌ها، نوارهای پلاستیکی مستطیلی‌شکلی به طول ۱۵ و عرض ۴ سانتی‌متر با قیچی بریده شده و ۵-۴ سانتی‌متر انتهایی آن به صورت زاویه‌ی قائمه خمیده شد، به‌طوری‌که پتری بتواند روی آن قرار داده شود. در اطراف هر گلدان با قطر ۱۴ سانتی‌متر، تعداد ۸ عدد از قفس‌های برگ روی پایه‌های پلاستیکی استوانه‌ای‌شکل نصب و داخل هر کدام از آنها یک عدد پوره روی برگ‌های گندم قرار داده شد (شکل ۱). پوره‌ها تا مرحله‌ی حشره‌ی کامل پرورش یافته و تلفات روزانه ثبت گردید. وجود پوسته‌ی پورگی نشانه‌ی تعویض جلد و واردشدن به سن پورگی بالاتر در نظر گرفته شد. پس از آخرین پوست‌اندازی (پوست‌اندازی چهارم) طول دوره‌ی پورگی شته‌ها تعیین گردید. حشرات کامل نیز روزانه یک بار مورد آماربرداری قرار گرفته و تعداد پوره‌های متولد شده ثبت شد و این کار تا مرگ تمام حشرات کامل ادامه یافت. با این روش مهم‌ترین ویژگی‌های زیستی شته شامل طول دوره‌ی پورگی، درصد تلفات پوره‌ها، طول عمر و میزان باروری آن محاسبه و تجزیه و تحلیل آماری در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS institute, 1998) انجام شد. همچنین، برای گروه‌بندی میانگین تیمارها، آزمون چنددامنه‌ی دانکن مورد استفاده قرار گرفت. برای مقایسه‌ی آماری پارامترهای رشد جمعیت شته از قبیل نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متناهی افزایش جمعیت، مدت زمان

دو برابر شدن جمعیت، مدت زمان یک نسل و نرخ خالص تولید مثل روی شش رقم گندم از روش Jackknife استفاده شد (Maia *et al.*, 2000). سپس داده‌های مربوط به هر کدام از پارامترهای فوق با استفاده از نرم‌افزار SAS (SAS institute, 1998) در قالب طرح کاملاً تصادفی تجزیه و تحلیل، و برای گروه‌بندی میانگین تیمارها از آزمون چنددامنه‌ی دانکن استفاده شد.



شکل ۱. قفس‌های برگ‌ی پرورش شته‌ها.

Fig. 1. Leaf cages for aphid rearing.

نتایج

تجزیه‌ی آماری داده‌ها، تفاوت معنی‌دار طول دوره‌ی پورگی شته‌ی معمولی گندم را روی شش رقم گندم مهدوی، طبسی، نیک‌نژاد، آزادی، قدس و کویر نشان داد ($p = 0/0001$ ؛ $F = 0/4$ ؛ $df = 5, 260$). با توجه به گروه‌بندی تیمارها، بیشترین طول دوره‌ی پورگی $8/47$ روز بود که روی دو رقم کویر و مهدوی به‌دست آمد. این دو تیمار با تیمار طبسی تفاوت معنی‌دار نشان داده ولی با تیمارهای نیک‌نژاد، قدس و آزادی تفاوت معنی‌داری نداشتند (جدول ۱). همان‌طور که ملاحظه می‌شود، طول دوره‌ی پورگی شته روی رقم کویر، به غیر از رقم طبسی، با سایر ارقام تفاوت معنی‌داری نداشت. درصد تلفات پوره‌ها روی شش رقم گندم مورد آزمایش $4/76-0$ درصد به‌دست آمد و نشان داد که ارقام گندم رایج در منطقه‌ی ورامین به احتمال زیاد در مزرعه نیز تلفات ناچیزی را به پوره‌ها تحمیل می‌کنند. با توجه به جدول ۱،

پوره‌ها روی ارقام طبسی، آزادی و کویر تلفاتی نداشتند و بیشترین تلفات روی رقم قدس مشاهده شد.

شته‌ی معمولی گندم روی ارقام گندم مورد آزمایش از طول عمر نسبتاً بالایی برخوردار بود (جدول ۱). تجزیه و تحلیل آماری تأثیر معنی‌دار رقم‌های گندم را روی طول عمر شته نشان داد ($F = 4/19$; $df = 5, 113$; $p = 0/0015$). بر اساس نتایج حاصل از مقایسه‌ی میانگین‌ها، شته‌ی معمولی گندم روی ارقام مهدوی و طبسی بیشترین طول عمر را داشته و اختلاف آن‌ها با رقم نیک‌نژاد معنی‌دار بود. البته اختلاف این دو رقم با ارقام کویر، قدس و آزادی معنی‌دار نبوده و ۴ رقم کویر، قدس، آزادی و نیک‌نژاد نیز اختلاف معنی‌داری نداشتند. نتیجه‌ی این که تفاوت طول عمر شته روی رقم کویر با سایر ارقام معنی‌دار نبود.

تجزیه و تحلیل آماری معنی‌دار بودن اختلاف شش رقم گندم مورد آزمایش از نظر میانگین تعداد پوره‌ی گذاشته‌شده روی آن‌ها به ازای هر ماده شته‌ی معمولی گندم را نشان داد (جدول ۱) ($F = 5/8$; $df = 5, 113$; $p = 0/001$). ارقام طبسی، مهدوی، قدس و نیک‌نژاد از این نظر در یک گروه آماری قرار داشتند. همچنین، چهار رقم قدس، نیک‌نژاد، آزادی و کویر نیز از این نظر با هم دیگر تفاوت معنی‌داری نشان ندادند. شته‌ی معمولی گندم روی رقم کویر با میانگین ۳۳/۱۶ عدد پوره کمترین میزان باروری را داشته و دو رقم طبسی و مهدوی از این نظر با رقم کویر تفاوت معنی‌دار نشان دادند.

نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) از اهمیت تکاملی و اقتصادی در ارزیابی پتانسیل سازگاری جمعیت شته با میزبان گیاهی برخوردار هستند. بیشترین مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم روی ارقام نیک‌نژاد، طبسی و قدس و کمترین مقدار این پارامتر روی رقم کویر مشاهده گردید (جدول ۱).

محاسبه‌ی نرخ خالص تولید مثل (R_0) نشان داد که جمعیت شته روی ارقام گندم مورد آزمایش با نرخ ۶۷/۸۸۹-۷۱/۹۲۳ ماده به ازای هر ماده در نسل رشد می‌کند. بیشترین مقدار نرخ خالص تولید مثل شته‌ی معمولی گندم روی رقم طبسی مشاهده شد که این رقم با ارقام نیک‌نژاد، کویر و آزادی تفاوت معنی‌دار نشان داد ولی با ارقام مهدوی و قدس تفاوت معنی‌داری نداشت (جدول ۱).

جدول ۱. برخی ویژگی‌های زیستی معمولی گندم روی شش رقم گندم رایج در منطقه‌ی ورامین.
Table 1. Some biological characteristics of greenbug on common wheat varieties in Varamin region of Iran.

Parameters	Variety					
	Mahdavi	Tabasi	Niknezhad	Azadi	Ghods	Kavir
Nymphal mortality rate	2.7	0	2.12	0	4.76	0
Mean development time	8.47 ± 0.12a	7.8 ± 0.11b	8.23 ± 0.11ab	8.08 ± 0.1ab	8.15 ± 0.12ab	8.47 ± 0.11a
Longevity	44.71 ± 2.33a	43.56 ± 3.3a	29.26 ± 3.4b	31.73 ± 3.4ab	38.12 ± 3.3ab	40.36 ± 2.64ab
Fertility	58 ± 4.16ab	59.69 ± 5.88a	38.93 ± 6.08abc	34.27 ± 6.08bc	57.19 ± 5.88abc	33.16 ± 4.71c
Intrinsic rate of increase (r_m)	0.257 ± 0.003bc	0.284 ± 0.009ab	0.310 ± 0.010a	0.265 ± 0.009bc	0.282 ± 0.009ab	0.252 ± 0.006c
Finite rate of increase (λ)	1.287 ± 0.005b	1.324 ± 0.012ab	1.358 ± 0.014a	1.311 ± 0.016b	1.322 ± 0.012ab	1.282 ± 0.009b
Net reproductive rate (R_0)	60.959 ± 2.871ab	71.923 ± 2.895a	49.913 ± 2.556b	46.889 ± 2.263b	61.426 ± 2.658ab	52 ± 2.156b
Mean generation time (T)	15.436 ± 0.245a	14.389 ± 0.262a	12.403 ± 0.198b	11.400 ± 0.223b	13.981 ± 0.206a	14.063 ± 0.239a
Doubling time (DT)	2.690 ± 0.040a	2.427 ± 0.082ab	2.266 ± 0.071b	2.595 ± 0.089a	2.499 ± 0.067ab	2.696 ± 0.075a

Means with the same letters in each row are not significantly different at $P < 0.01$ (Duncan's multiple range test).

متوسط مدت زمان نسل (T) یا مدت زمان لازم برای R_0 برابری جمعیت شته‌ی معمولی گندم روی ۶ رقم مورد آزمایش ۱۱/۴-۱۵/۴۳۶ روز به دست آمد. این شته روی دو رقم آزادی و نیک‌نژاد کمترین متوسط مدت زمان نسل را داشته و بقیه‌ی ارقام با متوسط مدت زمان نسل بالاتر در یک گروه آماری قرار گرفتند (جدول ۱).

مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) پارامتر دیگری برای بیان توانایی رشد جمعیت حشرات می‌باشد. مدت مذکور برای شته‌ی معمولی گندم روی شش رقم گندم مورد آزمایش ۲/۲۶۶-۲/۶۹۶ روز محاسبه شد که قدرت قابل ملاحظه رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم را روی این ارقام نشان می‌دهد. مقدار این پارامتر روی رقم‌های نیک‌نژاد، طوسی و قدس کمتر و روی رقم کویر به طور مشخص بیش از سایر ارقام بود (جدول ۱).

محاسبه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت (R_m) شته‌ی معمولی گندم روی شش رقم گندم مورد آزمایش نشان داد که جمعیت شته روی این ارقام با نرخ تصاعدی ثابت ۰/۳۱۰-۰/۲۵۲ ماده به ازای هر ماده در روز رشد کرده و در صورت وجود شرایط مساعد و در غیاب دشمنان طبیعی می‌تواند به سرعت افزایش یابد. کمترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت این شته روی رقم کویر مشاهده گردید (جدول ۱).

بحث

نتایج این تحقیق نشان داد که گیاه میزبان اثر قابل ملاحظه‌ای روی رشد و نمو، طول عمر و باروری شته‌ی معمولی گندم دارد. غذا از عوامل مؤثر در رشد و نمو حشرات بوده و نوع و کیفیت آن می‌تواند رشد و تولید مثل آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد، به طوری که میزان تولید مثل شته‌ها بستگی به کیفیت میزبان آن‌ها دارد (Razmjou *et al.*, 2006). سایر محققین نیز به اثر میزبان گیاهی روی ویژگی‌های زیستی شته‌ی معمولی گندم اشاره کرده‌اند (Lazar *et al.*, 1995; Webster & Porter, 2000; Nuessly *et al.*, 2008) و رابطه با تأثیر ارقام گندم متداول در مناطق مختلف ایران روی پارامترهای رشد جمعیت این شته وجود دارد.

در این تحقیق درصد تلفات پوره‌های شته‌ی معمولی گندم روی هر ۶ رقم رایج در منطقه‌ی ورامین کمتر از ۵ درصد بود که با توجه به منابع علمی در حد درصد تلفات پوره‌های شته‌ها روی ارقام گندم حساس می‌باشد (Di Pietro *et al.*, 1993). بنابراین رقم‌های گندم رایج در منطقه‌ی ورامین برای رشد و نمو پوره‌ها مناسب بوده و به احتمال زیاد در مزرعه نیز تلفات ناچیزی را به پوره‌ها تحمیل می‌کنند. (Caillaud *et al.* (1994). نیز با توجه به تلفات کم (حدود ۵ درصد) پوره‌های شته‌ی یولاف-گندم، *Sitobion avenae* (Fabricius)، روی گندم رقم آرمیندا، آن را به عنوان رقم بسیار حساس گزارش کردند، درحالی‌که در آزمایشات این محققین تلفات پوره‌ها روی ارقام گندم مقاوم حدود ۳۰٪ بود. طبق تحقیقات (Khodabandeh (2007)، در پرورش شته معمولی گندم روی سورگوم جارویی، پوره‌ها در هیچ‌کدام از سنین تلفات ندادند. این پوره‌ها حداکثر پس از ۱۰ روز به حشره‌ی کامل تبدیل شده و تا روز هفدهم هیچ مرگ و میری در جمعیت شته مشاهده نگردید که این حالت، وضعیت رشد و نمو حشرات گیاه‌خوار روی میزبان‌های گیاهی حساس می‌باشد. (McGauley *et al.* (1990) و Hoelscher *et al.* (1988) نیز به تلفات کم پوره‌های پرورشی روی رقم‌های حساس ذرت و سورگوم اشاره کرده‌اند.

در این تحقیق ارقام مهدوی و کویر باعث طولانی‌تر شدن دوره‌ی رشد پورگی شدند که می‌تواند یکی از دلایل کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته روی این دو رقم باشد. یافته‌های این تحقیق در زمینه‌ی طول دوره‌ی پورگی شته‌ی معمولی گندم مشابه نتایج تحقیقات (McGauley *et al.* (1990) در پرورش این شته روی ذرت (۷/۵-۸/۷ روز)، و بیشتر از پرورش آن روی گندم رقم Lorini (۶/۴ روز) (Goussain *et al.*, 2005)؛ ۴ رقم گندم کوه‌دشت، پاستور، تجن و زاگرس (۵/۱۹-۷/۰۳۴) (Goldasteh, 2007)؛ سورگوم (۷ روز) (Hoelscher *et al.* (1988)؛ سورگوم جارویی (۶/۹۸ روز) (Khodabandeh, 2007) و ارقام سورگوم (۶/۵-۶/۶۶ روز) (McGauley *et al.* (1990) بود. همچنین، Lage *et al.* (2003) طول دوره‌ی پورگی شته‌ی معمولی گندم را روی ۱۲ رقم گندم ۹-۶/۱ روز گزارش کرده‌اند. (Darvish Mojenni *et al.* (1998) نیز این مدت را روی لاین‌های متحمل گندم ۸-۷ روز گزارش کرده‌اند. تفاوت نتایج این تحقیق با نتایج سایر محققین می‌تواند ناشی از تفاوت در رقم و میزبان گیاهی مورد آزمایش، تفاوت بین جمعیت‌های شته و یا مربوط به شرایط پرورش، و به‌ویژه، دما باشد.

طول عمر شته‌ی معمولی گندم روی ارقام گندم مورد بررسی نسبتاً بالا (۴۴/۷۱-۲۹/۲۶ روز) بود. مقایسه‌ی نتایج به‌دست آمده با نتایج سایر محققین اثر میزبان گیاهی را روی طول عمر این شته نشان می‌دهد. طول عمر شته روی ارقام متداول در منطقه‌ی ورامین شبیه به نتایج La Rossa *et al.* (2002) روی گندم رقم Dragon (۳۶/۵ روز)، Buriro *et al.* (1997) روی سه رقم کوه نور، مهران ۸۹ و سرسبز (۲۲-۴۱ روز)، Khodabandeh (2007) روی سورگوم جارویی (۳۵/۲۴ روز)، Goussain *et al.* (2005) روی گندم رقم Lorini (۳۷/۶)، McGauley *et al.* (1990) روی ارقام سورگوم (۳۲/۱۲-۳۳/۳ روز) و ارقام ذرت (۲۳/۱۸-۳۲/۹۴ روز)، و بیشتر از طول عمر این شته روی *Paspalum vaginatum* (۳۰/۱-۱۶/۴ روز) و جو (۲۹/۵۳ روز) بود (Walgenbach *et al.*, 1988). همچنین، طول عمر شته‌ی معمولی گندم در این آزمایشات از طول عمر آن روی برخی از ارقام گندم مورد آزمایش توسط Darvish Mojenni *et al.* (1998) و Modarres Najafabadi & Gholamian (2006) بیشتر بود. میزبان گیاهی و شرایط پرورش، طول عمر شته را مانند سایر ویژگی‌های زیستی آن تحت تأثیر قرار می‌دهد و با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد شته‌ی معمولی گندم روی برخی از واریته‌های گندم مانند مهدوی و طبری از طول عمر بیشتری نسبت به میزبان‌هایی نظیر جو، ذرت و سورگوم جارویی برخوردار است.

در این آزمایشات کمترین میانگین باروری شته‌ی معمولی گندم (۳۳/۱۶ عدد پوره) روی رقم کویر به دست آمد که یکی از دلایل کاهش نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته روی این رقم بود. با توجه به نتایج سایر محققین، میانگین تعداد پوره‌ی گذاشته‌شده به ازای هر ماده شته‌ی معمولی گندم روی شش رقم مورد آزمایش بیشتر از مقدار آن روی سورگوم جارویی و شبیه به ارقام ذرت و سورگوم دانه‌ای می‌باشد، به‌طوری‌که در تحقیقات Khodabandeh (2007) شته‌ی معمولی گندم روی سورگوم جارویی به طور متوسط ۲۹/۲۷ عدد پوره تولید کرد. McGauley *et al.* (1990) مقدار این پارامتر شته‌ی معمولی گندم را روی ارقام ذرت ۲۶/۳۴-۵۴/۰۲ و روی ارقام سورگوم دانه‌ای ۶۱/۳۶-۵۲/۷۶ عدد پوره به دست آورده‌اند. تحقیقات Cruz & Vendramim (1998) نیز نشان داد که این شته روی رقم حساس BR 601 و رقم مقاوم Tx 430XGR سورگوم به ترتیب ۳۳/۷ و ۱۴/۷ پوره تولید می‌کند. همچنین، در

تحقیقات (Goussain *et al.*, 2005)، باروری شته‌ی معمولی گندم روی گندم رقم Lorini ۸۹/۴ پوره بود. (Goldasteh (2007) نیز میانگین باروری این شته را روی ارقام مختلف مورد مطالعه ۹۸/۹۹-۶۱/۹۴ عدد پوره گزارش کرده است.

مقایسه‌ی یافته‌های این تحقیق با نتایج سایر محققین نشان داد که نرخ متناهی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم روی ارقام مورد آزمایش گندم بیشتر از گندم رقم Dragon و مشابه ارقام ذرت، سورگوم دانه‌ای و سورگوم جارویی بوده ولی از جو کمتر است. (La Rossa *et al.*, 2002) نرخ متناهی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم را روی گندم رقم Dragon ۱/۲۲-۱/۲۱ روز به دست آوردند. مقدار این پارامتر برای شته‌ی مذکور روی سورگوم دانه‌ای و ذرت به ترتیب ۱/۳۲-۱/۴۱ و ۱/۳۲-۱/۱۹ (McGauley *et al.*, 1990)، روی سورگوم جارویی ۱/۲۹ (Khodabandeh, 2007) و روی جو ۱/۵۸ روز (Walgenbach *et al.*, 1988) گزارش شده است. (Fattah (2009) بیشترین مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم را روی رقم شیراز (۱/۳۶۶) و کمترین مقدار آن را روی رقم مهدوی (۱/۳۱۶) گزارش کرده است که کمی بیشتر از نتایج این تحقیق روی رقم مهدوی بوده و این تفاوت به علت تفاوت دمای پرورش شته می‌باشد. همچنین (Goldasteh (2007) نرخ متناهی افزایش جمعیت این شته را روی ۴ رقم گندم مورد مطالعه ۱/۳۲-۱/۲۵ به دست آورده است.

در این تحقیق نرخ ذاتی افزایش جمعیت که شاخص خوبی برای بیان اثر گیاه میزبان روی رشد و نمو و باروری شته‌ها می‌باشد، روی رقم‌های نیک‌نژاد، طبسی و قدس به‌طور معنی‌دار بیشتر از سایر رقم‌ها بود. شته‌های پرورشی روی رقم‌های مذکور به دلیل بیشتر بودن نرخ ذاتی افزایش جمعیت، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت کمتری داشتند. این نتایج با نتایج سایر مطالعات در این زمینه (Kazemi *et al.*, 2001; Perng, 2002; Satar & Yokomi, 2002; Razmjou *et al.*, 2006; Davis & Radcliffe, 2008) همخوانی دارد.

بر اساس نتایج این آزمایشات، مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم روی ارقام گندم رایج در منطقه‌ی ورامین ۰/۲۵۲ و یا بیشتر بود که حساس بودن ارقام ذکر شده را نسبت به این شته نشان می‌دهد. نرخ ذاتی افزایش جمعیت این شته روی رقم حساس TAM W-101، ۰/۲۳ گزارش شده است (Webster & Porter, 2000). نتایج تحقیق حاضر نشان

می‌دهد که شته‌ی معمولی گندم به احتمال زیاد قادر است در اوایل فصل بهار جمعیت قابل توجهی را روی ارقام متداول در منطقه‌ی ورامین ایجاد کند؛ هرچند لازم است تحقیقات بیشتری در زمینه‌ی تخمین پارامترهای تولید مثلی این شته در شرایط مزرعه انجام گیرد.

Fattah (2009) کمترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم (۰/۲۸) ماده به ازای هر ماده در روز) را روی رقم مهدوی به‌دست آورده که کمی بیشتر از نتایج این تحقیق (۰/۲۵۷) می‌باشد. علت این اختلاف به خاطر تفاوت در دمای پرورش است. این محقق تفاوت حساسیت رقم‌های گندم مورد آزمایش نسبت به شته‌ی معمولی گندم را در یکسان نبودن ویژگی‌های ساختاری و فیزیولوژیکی این ارقام برای تغذیه و نشو و نمای این شته دانسته است.

بسیاری از عوامل اکولوژیک نظیر گیاهان میزبان (Bhatt & Singh, 1989)، دما (Force & Messenger, 1964) و روش آزمایش (Cohen & Mackauer, 1987) مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت حشرات را تحت تأثیر قرار می‌دهند که همین امر دلیل تفاوت مقدار نرخ ذاتی رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم در آزمایشات مختلف می‌باشد. بر اساس تحقیقات McGauley *et al.* (1990) قدرت رشد جمعیت آزمایشگاهی شته‌ی معمولی گندم روی سورگوم دانه‌ای بیشتر از ذرت می‌باشد. به عبارت دیگر این محققین نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم را روی ارقام سورگوم دانه‌ای ۰/۳-۰/۳۵ و روی ارقام ذرت ۰/۱۷-۰/۲۹ ماده به ازای هر ماده در روز به دست آورده و نتیجه گرفته‌اند که ذرت نسبت به سورگوم دانه‌ای از تناسب میزبانی کمتری برای شته‌ی معمولی گندم برخوردار است. همچنین، Walgenbach *et al.* (1988) نرخ افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم را در رژیم‌های دمایی ۱۲/۸-۲۶/۶، ۷/۲-۱۸/۴ و ۲۰-۳۳/۴ درجه‌ی سلسیوس، به ترتیب ۰/۱۶، ۰/۳۴ و ۰/۴۶ گزارش کرده است. Michels & Behle (1989) و Nyaanga *et al.*, (2005) نیز نرخ ذاتی افزایش جمعیت این شته را به ترتیب ۰/۱۴۴ و ۰/۳۳ ماده به ازای هر ماده در روز به‌دست آورده‌اند. Gorena (2004) نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته‌ی معمولی گندم را برای بیوتیپ‌های مختلف آن روی سورگوم، ۰/۱۸-۰/۳۸ محاسبه کرده است.

نرخ ذاتی افزایش جمعیت توسط محققین مختلف به عنوان معیار مقاومت آنتی‌بیوز شته‌ها استفاده شده است. به عقیده‌ی Webster & Porter (2000)، محاسبه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت روش بهتری برای بیان اثر آنتی‌بیوزی ارقام روی بیولوژی و باروری شته‌ی معمولی گندم می‌باشد، زیرا این پارامتر طول دوره‌ی پورگی و باروری را تلفیق می‌کند.

بر اساس نتایج این تحقیق، با توجه به نرخ ذاتی افزایش جمعیت، نرخ متنه‌ی افزایش جمعیت و مدت زمان دو برابر شدن جمعیت، مناسب‌ترین رقم‌های مورد آزمایش برای رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم، نیک‌نژاد، طوسی و قدس بودند. رقم کویر با کمترین مقدار نرخ ذاتی و متنه‌ی افزایش جمعیت، و بیشترین طول مدت زمان دو برابر شدن جمعیت، نامناسب‌تر از سایر ارقام گندم مورد آزمایش برآورد شد که به دلیل پایین بودن باروری و طول دوره‌ی پورگی بیشتر شته روی این رقم بود. (Qureshi & Michaud (2005) نیز تفاوت بین نرخ ذاتی افزایش جمعیت ارقام مقاوم و حساس گندم نسبت به شته‌ی معمولی گندم را ناشی از تفاوت در طول دوره‌ی پورگی، طول عمر و باروری آنها دانسته است.

باروری کمتر شته‌ی معمولی گندم روی رقم کویر ممکن است ناشی از کیفیت تغذیه‌ای پایین و یا وجود مقاومت آنتی‌بیوز در این رقم باشد. در مقاومت گندم نسبت به شته‌ها، آنزیم‌های Peroxidase، Phenylalanine ammonia-lyase و Polyphenoloxidase دخالت دارند که فعالیت این سه آنزیم باعث کاهش کیفیت و قابلیت هضم پروتئین‌های گندم برای شته‌ها می‌شود (Gomes *et al.*, 2005). همچنین، به نظر Dixon (1987) محتویات شیمیایی برگ‌های گیاه میزبان بقا و تولید مثل آفات را تحت تأثیر قرار داده و نرخ افزایش جمعیت در شته‌هایی که از میزبان با کیفیت بالا تغذیه می‌کنند، نسبت به میزبان‌های با کیفیت پایین، بیشتر است.

مقاومت گندم از عواملی است که می‌تواند در نرخ رشد جمعیت شته‌ی معمولی گندم، کاهش معنی‌داری ایجاد کند و تکمیل‌کننده‌ی برنامه‌ی مدیریت تلفیقی آفات علیه این شته محسوب می‌شود. اطلاع از پتانسیل رشد جمعیت برای بررسی دینامیسم جمعیت و جایگزینی روش‌های مدیریتی برای کنترل بهتر آفت بسیار حائز اهمیت است. نتایج این تحقیق ممکن است اطلاعات مناسبی را برای پیش‌بینی روند جمعیت و برنامه‌ریزی پروژه‌ی IPM شته‌ی معمولی گندم فراهم آورد. همچنین، با در نظر گرفتن مقاومت این شته به آفت‌کشها

(Shufran & Wild, 2000)، ترجیحاً بهتر است از ارقامی استفاده شود که حساسیت کمتری به آفت نشان می‌دهند.

در محاسبه‌ی نرخ ذاتی افزایش جمعیت، مهم‌ترین خصوصیات زیستی از قبیل تلفات پوره‌ها و حشرات کامل، طول دوره‌ی پورگی، میزان باروری و نسبت جنسی مورد استفاده قرار می‌گیرند. بنابراین یک پارامتر جامع و مهم جمعیتی می‌باشد که می‌تواند به عنوان شاخص مقاومت آنتی‌بیوزی و پتانسیل رشد جمعیت شته روی ارقام مختلف مورد استفاده قرار گیرد. به عبارت دیگر هر رقم که نرخ افزایش جمعیت شته روی آن کمتر باشد، از مقاومت بیشتری برخوردار است. همچنین این روش برای اطلاع از پتانسیل رشد جمعیت شته‌ها و نقش احتمالی جایگزینی رقم در دینامیسم جمعیت آن‌ها به کار می‌رود. در صورتی که مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته روی یک وارپته‌ی جدید، برابر و یا کمتر از مقدار آن در روی وارپته‌های قدیمی‌تر باشد، گسترش آن در منطقه به احتمال زیاد باعث افزایش جمعیت شته نخواهد شد (Hutchison & Hogg, 1984). بنابراین در صورت گسترش رقم کویر در منطقه‌ی ورامین، جمعیت شته‌ی معمولی گندم به احتمال زیاد افزایش نخواهد یافت. در مجموع به نظر می‌رسد رقم کویر مناسب‌ترین رقم برای معرفی به کشاورزان برای کاشت در منطقه‌ی ورامین باشد زیرا شته‌ی معمولی گندم روی آن نرخ ذاتی افزایش جمعیت پایین‌تر و دوره‌ی رشدی طولانی‌تری داشته است. با این وجود مطالعه‌ی پارامترهای رشد جمعیت شته در شرایط مزرعه نیز مورد نیاز است.

سپاس‌گزاری

بدینوسیله از مساعدت آقای دکتر مسعود امیرمعافی، بخش تحقیقات سن گندم موسسه‌ی تحقیقات گیاهپزشکی کشور، در انجام این تحقیق قدردانی می‌شود.

منابع

- Amirnazari, M.** (2000) Fauna of wheat aphids and their natural enemies in Karaj, Iran. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University of Tehran, Research and Science Branch. 71 pp. [In Persian with English summary].

- Andrewartha, H. G. & Birch, L. C.** (1954) *Distribution and abundance of animals*. 793 pp. University of Chicago Press, Chicago.
- Assad, M. T., Mehrabi, A. M., Pakniyat, H. & Nematollahy, M. R.** (2004) The effect of resistance components on reducing yield and its related characters in wheat as infected by *Diuraphis noxia* (Hemiptera: Aphididae). *Cereal Research Communications* 32(1), 69-73.
- Babenko, V. A.** (1980) A test on the rational control of aphids. *Zashchita Rastenii* 6, 14-15.
- Bhatt, N. & Singh, R.** (1989) Bionomics of an aphidiid parasitoid, *Trioxys indicus*. 30. Effect of host plants on reproductive and developmental factors. *Biology in Agriculture and Horticulture* 6, 149-157.
- Birch, L. C.** (1948) The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Journal of Animal Ecology* 17, 15-26.
- Buriro, A. S., Khuhro, R. D., Khuhro, I. U. & Nizamani, S. M.** (1997) Demography of greenbug on wheat. *Zoology of Pakistan* 29(2), 165-170.
- Caillaud, C. M., Dedryver, C. A. & Simon, J. C.** (1994) Development and reproductive potential of the cereal aphid *Sitobion avenae* on resistant wheat lines (*Triticum monococcum*). *Annual Review of Applied Biology* 125, 219-232.
- Carver, M.** (1989) Biological control of aphids. pp. 141-165 in Minks, A. K. & Harrewijn, P. (Eds) *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Vol. 2C, 322 pp. Amsterdam, Elsevier.
- Castro, A. M., Vasicek, A., Ramos, S., Worland, A., Suárez, E., Muñoz, M., Giménez, D. & Clúa, A. A.** (1999) Different types of resistance against greenbug, *Schizaphis graminum* Rond, and the Russian wheat aphid, *Diuraphis noxia* Mordvilko, in wheat. *Plant Breeding* 118, 131-137.
- Cohen, M. B. & Mackauer, M.** (1987) Intrinsic rate of increase and temperature coefficients of the aphid parasite *Ephedrus californicus* Baker (Hymenoptera: Aphidiidae). *Canadian Entomologist* 119, 231-237.
- Cruz, I. & Vendramim, J. D.** (1998) Effect of alternating resistant and susceptible sorghum genotypes on the biology of *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphidoidea). *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 27(2), 281-287.
- Darvish Mojenni, T., Rezvani, A. & Noorinia, A.** (1998) Biology of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae) on advanced tolerant wheat lines in Gorghan and Ghonbad

- regions of Iran. *Proceedings of the 13th Iranian Plant Protection Congress, Vol. I, Pests*, p.17.
- Davis, J. A. & Radcliffe, E. B.** (2008) Reproduction and feeding behavior of *Myzus persicae* on four cereals. *Journal of Economic Entomology* 101(1), 9-16.
- Di Pietro, J. P., Soster, C., Chaubet, B. & Caillaud, C. M.** (1993) The resistance of different lines of *Triticum* species to the aphid *Sitobion avenae*. *Bulletin IOBC/WPRS* 16(5), 116-122.
- Dixon, A. F. G.** (1987) Cereal aphids as an applied problem. *Agricultural Zoology Review* 2, 1-57.
- Dixon, A. F. G.** (1989) Parthenogenetic reproduction and the rate of increase in aphids. pp. 269-285 in Minks, A. K. & Harrewijn, P. (Eds) *Aphids, their biology, natural enemies and control*. Vol. 2A, 700 pp. Amsterdam, Elsevier.
- Fattah, S.** (2009) Effect of five wheat variety on the life table parameters of *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). M.Sc. Thesis. Tehran University. 96 pp. [In Persian with English summary].
- Force, D. C. & Messenger, P. S.** (1964) Fecundity, reproductive rates and innate capacity for increase of three parasites of *Therioaphis maculata* (Buckton). *Ecology* 45, 706-715.
- Goldasteh, S.** (2007) Effect of four wheat varieties on the demographic parameters of greenbug *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). M.Sc. Thesis. Islamic Azad University, Arak Branch. 90 pp. [In Persian with English summary].
- Gomes, F. B., Moraes, J. C., Santos, C. D. & Goussain, M. M.** (2005) Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola* 62(6), 547-551.
- Gorena, R.** (2004) Characterization of *Schizaphis graminum* (Rondani) (Homoptera: Aphididae) biotype evolution via virulence and fitness on *Sorghum bicolor* (L.) Moench and *Sorghum halepense* (L.) Persoon. Electronic Dissertation, Texas A & M University.
- Goussain, M. M., Prado, E. & Moraes, J. C.** (2005) Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behaviour of the greenbug *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Neotropical Entomology* 34(5), 807-813.
- Harvey, T. L. & Hackerott, H. L.** (1969) Recognition of the greenbug biotype injurious to sorghum. *Journal of Economic Entomology* 62, 776-779.

- Hodjat S. H. & Azemayeshfard, P.** (1986) Aphids of wheat and other Graminae in Iran. *Iranian Journal of Plant Pests and Disease* 54(1&2), 83-109. [In Persian with English summary].
- Hoelscher, C. E., Thomas, J. G. & George, L. T.** (1988) *Aphids on Texas small grains and sorghum*. pp.1572. Texas Agricultural Extension Service.
- Hutchison, W. D. & Hogg, D. B.** (1984) Demographic statistics for the pea aphid (Homoptera, Aphididae) in Wisconsin and a comparison with other populations. *Environmental Entomology* 13, 1173-1181.
- Kazemi, M. H., Talebi Chaichi, P., Shakiba, M. R. & Jafarloo, M. M.** (2001) Biological responses of Russian Wheat Aphid, *Diuraphis noxia* (Mordvilko) (Homoptera: Aphididae) to different wheat varieties. *Journal of Agricultural Science and Technology* 3(4), 249-255.
- Khodabandeh, H.** (2007) Fertility life table of dominant species of broom corn aphids in Miyaneh region, Iran. M.Sc. Thesis. Islamic Azad University of Tehran, Research and Science Branch. 69 pp. [In Persian with English summary].
- Krober, T. & Carl, K.** (1991) Cereal aphids and their natural enemies in Europe - a literature review. *Biocontrol News and Information* 12(4), 357-371.
- Lage, J., Skovmand, B. & Anderson, S. B.** (2003) Characterization of greenbug (Homoptera: Aphididae) resistance in synthetic hexaploid wheats. *Journal of Economic Entomology* 96(6), 1922-1928.
- La Rossa, F. R., Vasicek, A., Moreno Kiernan, A. & Paglioni, A.** (2003) Biology and demography of *Brevicoryne brassicae* (L.) (Homoptera: Aphididae) on four cultivars of *Brassica oleracea* L. *Revista de la Facultad de Agronomia Universidad de Buenos Aires* 23(1), 87-91.
- La Rossa, F. R., Vasicek, A., Paglioni, A. & Mendy, P.** (2002) Biological and demographic characterization of *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae) on wheat under laboratory conditions. *Ceiba* 43(2), 203-207.
- Lazar, M. D., Michels, G. J. & Booker, J. D.** (1995) Reproductive and developmental rates of two greenbug biotypes in relation to two wheat host resistance genes. *Southwestern Entomologist* 20(4), 467-482.
- Maia, A. H. N., Luiz, A. J. B. & Campanhola, C.** (2000) Statistical influence on associated fertility life table parameters using jackknife technique, computational aspects. *Journal of Economic Entomology* 93, 511-518.

- McGauley, G. W., Margolies, D. C., Colling, R. D. & Reese, J. C.** (1990) Rearing history affects demography of greenbugs (Homoptera: Aphididae) on corn and grain sorghum. *Environmental Entomology* 19(4), 949-954.
- Michels, G. J., Jr.** (1986) Gramineous north American host plants of the greenbug with notes on biotypes. *Southwestern Entomologist* 11, 55-66.
- Michels, G. J., Jr. & Behle, R. W.** (1989) Influence of temperature on reproduction, development and intrinsic rate of increase of Russian wheat aphid, greenbug and bird cherry-oat aphid (Homoptera, Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 82(2), 438-445.
- Modarres Najafabadi, S. & Gholamian, G.** (2006) Seasonal fluctuations of greenbug *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae) and introduction of its natural enemies. *Journal of Agricultural Science and Technology* 10(4), 367-380. [In Persian with English summary].
- Nuessly, G. S., Nagata, R. T., Burd, J. D., Hentz, M. G., Carroll, A. S. & Halbert, S. E.** (2008) Biology and biotype determination of greenbug, *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphididae), on seashore *Paspalum Turfgrass* (*Paspalum vaginatum*). *Environmental Entomology* 37(2), 586-591.
- Nyaanga, J. G., Kamau, A. W. & Wanjama, J. K.** (2005) The influence of temperature on population increase and alarysism of three aphid species. *Discovery and Innovation* 17(3-4), 117-121.
- Perng, J. J.** (2002) Life history traits of *Aphis gossypii* Glover (Hom: Aphididae) reared on four widely distributed weeds. *Applied Entomology* 126, 97-100.
- Pike, K. S. & Glazer, M.** (1980) Compatibility of insecticide-fungicide wheat seed treatments with respect to germination, seedling emergence and greenbug control. *Journal of Economic Entomology* 73, 759-761.
- Qureshi, J. A. & Michaud, J. P.** (2005) Comparative biology of three cereal aphids on TAM 107 wheat. *Environmental Entomology* 34(1), 27-36.
- Rago, P. J. & Dorazio, R. M.** (1984) Statistical inference in life table experiments: the finite rate of increase. *Canadian Journal of Fish and Aquatic Science* 41, 1361-1374.
- Razmjou, J., Moharrampour, S., Fathipour, Y. & Mirhoseini, S. Z.** (2006) Effect of cotton cultivar on performance of *Aphis gossypii* (Homoptera: Aphididae) in Iran. *Journal of Economic Entomology* 99(5), 1820-1825.

- Rezvani, A.** (2001) *Key to the aphids (Homoptera: Aphidinea) in Iran*. 304 pp. Ministry of Jihad-e Agriculture, Agricultural Research, Education and Extension Organization.
- SAS institute** (1998) *SAS/STAT user's guide, release 6.03 edition*. SAS Institute, Cary, NC.
- Satar, S. & Yokomi, R.** (2002) Effect of temperature and host on development of *Brachycaudus schwartzi* (Homoptera: Aphididae). *Annual Entomological Society of America* 95(5), 597-602.
- Sauge, M. H., Kervella, J. & Pascal, T.** (1998) Settling behaviour and reproductive potential of the green peach aphid *Myzus persicae* on peach varieties and a related wild *Prunus*. *Entomologia Experimentalis et Applicata* 89(3), 233-242.
- Shufran, R. A. & Wild, G. E.** (2000) Life history study of multiple clones of insecticide resistant and susceptible greenbug *Schizaphis graminum* (Homoptera: Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 93(3), 971-974.
- Walgenbach, D. D., Elliott, N. C. & Kieckhefer, R. W.** (1988) Constant and fluctuating temperature effects on developmental rates and life table statistics of the greenbug (Homoptera, Aphididae). *Journal of Economic Entomology* 81(2), 501-507.
- Webster, J. A. & Porter, D. R.** (2000) Plant resistance components of two greenbug (Homoptera: Aphididae) resistant wheats. *Journal of Economic Entomology* 93(3), 1000-1004.