Archive of SID

مجله دانش گیاه‌پزشکی ایران
دوره ۴۱، شماره ۲، ۱۳۸۹ (۲۴۲-۲۳۳)

اثر گیاه میزبان بر رشد و تولیدمثل شته سبز گندم *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hem.: Aphididae)

سمیه فتاح‌الحسینی[۱]، حسین اللهیاری[۲]*، پروانه آزمایش‌فرد[۳]، رویا فرهادی[۴] و سمیرا حیدری[۵]
۱، ۲، ۳، ۴ و ۵، دانشجوی سابق کارشناسی ارشد، استادیار، استاد و دانشجویان سابق کارشناسی ارشد
پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران
(تاریخ دریافت: ۸۸/۱۰/۱۵ - تاریخ تصویب: ۸۹/۴/۱)

چکیده

گندم نان، *Triticum aestivum* L.، در بین گیاهان انگشت‌شماری که به عنوان منابع غذایی در سطح گسترده‌ای کشت می‌شوند، در ایران بالاترین اهمیت را داراست. در بین آفات گندم، شته سبز گندم *Schizaphis graminum* (Rondani) قادر است در جمعیت زیاد خسارت جبران‌ناپذیری به گندم وارد کند. از آنجا که شایستگی شته روی رقم‌های مختلف، متفاوت می‌باشد، در این پژوهش اثر پنج رقم از ارقام متداول گندم کرج روی پارامترهای زیستی شته سبز گندم مورد بررسی قرار گرفت. این ارقام عبارتند از: پیشتاز، شیراز، چمران، مهدوی و مرودشت. آزمایش در داخل اتاقک رشدی با شرایط دمایی ۱±۲۲°C، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰٪ و دوره نوری ۱۶:۸ انجام شد. نتایج نشان داد که رقم مرودشت طولانی‌ترین دوره پورگی (۷/۳۹ روز) و رقم شیراز کوتاه‌ترین دوره پورگی (۶/۳۶ روز) را بین ارقام دارا بودند. بیشترین پوره‌زایی روی رقم شیراز (۴۶/۴۲ عدد) و کمترین مقدار پوره‌زایی روی رقم مهدوی (۳۵/۷۲) به دست آمد. پارامترهای R_0، r_m، λ، T و DT برای شته روی هر رقم محاسبه و مورد مقایسه آماری قرار گرفت. مقایسه مهم‌ترین پارامتر یعنی نرخ ذاتی افزایش جمعیت نشان داد که بیشترین مقدار نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته روی رقم شیراز (۰/۳۱) و کمترین مقدار آن روی رقم مهدوی و مرودشت (۰/۲۸) مشاهده می‌شود. پارامترهای جدول زیستی باروری نشان دادند که رقم شیراز حساسیت بیشتری نسبت به دیگر ارقام به شته سبز گندم دارد. برای پارامترهای محاسبه شده به دو روش جک‌نایف و بوت‌استراپ تکرارهای کاذب تولید و نتایج این دو روش با هم مقایسه شد.

واژه‌های کلیدی: **گندم، *Schizaphis graminum*، جدول زیستی باروری، جک‌نایف، بوت‌استراپ.**

مقدمه

شته سبز گندم، *Schizaphis graminum* (Rondani)، یکی از آفات جهانی گندمیان به‌ویژه غلات دانه‌ریز در آمریکا، اروپا، آفریقا و آسیا می‌باشد (Blackman & Eastop, 2007). دامنه میزبانی این آفت بسیار گسترده است، به‌طوری که تاکنون بیش از ۷۰ میزبان از خانواده گرامینه برای آن گزارش شده است (Michels & Behle, 1989). خسارت و کاهش بازدهی

* نویسنده مسئول: حسین اللهیاری تلفن: ۴-۲۲۲۴۰۲۲-۰۲۶۱ E-mail: allahyar@ut.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

ناشی از شته سبز گندم، در اثر تغذیه شته از شیره‌پرورده گیاهی و انتقال ویروس‌های گیاهی به وقوع می‌پیوندد. ضمن تغذیه شته، آنزیم‌های بزاقی آن وارد گیاه شده و با شکستن کلروپلاست و دیواره سلول‌های گیاهی (Al-Mousawi *et al.*, 1983) باعث ایجاد کلروز و کاهش میزان فتوسنتز میزبان می‌شوند (Castro *et al.* 1988). خسارت شدید تغذیه‌ای شته سبز گندم (Dorschner *et al.*, 1987) لزوم بررسی سطوح مقاومت گیاه گندم به این آفت را مشخص می‌کند (Starks & Burton, 1977). در اثر تغذیه این شته بسیاری از ویروس‌های گیاهی مانند ویروس کوتولگی زرد جو، ویروس موزاییک نیشکر و ویروس موزاییک کوتولگی ذرت منتقل می‌شوند (Nault & Bradley, 1969)، که این موضوع نیز بر مشکلات ناشی از این آفت می‌افزاید. در صورتی که خسارت شته معمولی گندم روی بوته‌ها شدید باشد و برنامه کنترل سن گندم نیز در پیش نباشد، لازم است کنترل اختصاصی برای این شته با یکی از سموم شته‌کش اعمال گردد. اما به هر حال، از آنجا که ممکن است مشکل مقاومت به آفت‌کش‌ها پیش بیاید، ترجیحا بهتر است از ارقام گیاهی مقاوم یا متحمل استفاده شود.

شناخت اثرات میزبان گیاهی بر ویژگی‌های نموی و تولیدمثلی گیاه‌خواران، ضمن درک تکامل روابط گیاه - گیاه‌خوار، در پیشگویی خطر طغیان جمعیت و مدیریت صحیح کنترل آفات نیز مؤثر خواهد بود. این مسئله از این نظر اهمیت است که بسیاری از ویژگی‌های میزبان، نه تنها رشد و نمو بلکه زادآوری و بقای گیاه‌خوار را تحت تاثیر قرار می‌دهد (Price *et al.*, 1980). همه این موارد، با محاسبه پارامترهای جدول زیستی گیاه‌خواران و به‌ویژه با محاسبه نرخ ذاتی افزایش طبیعی (r_m) قابل برآورد و بررسی است، زیرا نرخ ذاتی افزایش طبیعی، مهم‌ترین پارامتر تعیین‌کننده تغییرات رشد یک جمعیت در شرایط محیطی و غذایی ثابت است و هر گونه تغییری در شرایط زندگی گیاه‌خوار، بر این پارامتر اثر می‌گذارد (Southwood & Henderson, 2000).

با وجود اهمیت *S. graminum*، مطالعات انگشت‌شماری روی اثر عوامل مختلف بر جنبه‌های رشدی و تولیدمثلی شته سبز گندم در ایران و حتی سایر کشورها (Michels & Behle 1989; Modarres Najafabadi & Gholamian 2005; Shahrokhi *et al.*, 2004; Amir nazari *et al.*, 2004; Darvish-Mojeni *et al.*, 1998; Buriro *et al.*, 1997) انجام شده است.

Gorena (2004) ویژگی‌های تولیدمثلی بیوتیپ‌های مختلف شته سبز گندم را روی گیاه سورگوم مورد بررسی قرار داد. Qureshi & Michaud (2005) نیز ویژگی‌های تولیدمثلی شته سبز گندم را روی گندم رقم TAM-107 مورد بررسی قرار دادند. Goldasteh (2007) اثر چهار رقم مختلف گندم (کوهدشت، پاستور، تجن و زاگرس) را بر نرخ متناهی افزایش جمعیت (r_m) شته سبز گندم در شرایط آزمایشگاهی مورد مطالعه قرار داد.

از آنجا که غذا یکی از عوامل بسیار مؤثر در رشد و نمو جانداران است. نوع و کیفیت غذا می‌تواند رشد و تولیدمثل آنها را تحت تاثیر قرار دهد. بر این اساس، می‌توان انتظار داشت که تغییر کیفیت میزبان به‌صورت تغییر میزان تولیدمثل و سرعت نمو شته بروز نماید. در این پژوهش، ضمن بررسی اثر رقم‌های گندم متداول منطقه کرج بر نمو و تولیدمثل شته سبز گندم و در نتیجه بررسی حساسیت آنها به این شته، تلاش شده است دو روش مختلف تولید تکرارهای کاذب نیز مورد مقایسه قرار گیرند.

مواد و روش‌ها

پرورش گیاه

ارقام مورد مطالعه در این پژوهش، ارقام متداول منطقه کرج شامل چمران، پیشتاز، شیراز، مهدوی و مرودشت بودند. بذر این ارقام، از بخش تحقیقات غلات موسسه اصلاح و تهیه نهال و بذر شهرستان کرج فراهم و در داخل سینی‌های گرد پلاستیکی به قطر ۱۵ و ارتفاع ۴ سانتی‌متر کاشته شدند. خاک مورد استفاده، مخلوطی از ماسه، خاک مزرعه و کود حیوانی به نسبت ۱:۲:۱ بود. گیاهان در اتاقی با دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی نگهداری شدند و از گندم‌های دو برگی برای آزمایش استفاده شد. با توجه به اینکه شته سبز

www.SID.ir

Archive of SID

گندم شته آلوده‌کننده برگ می‌باشد، بایستی از این مرحله برای انجام آزمایش استفاده می‌شد. مراحل اولیه زندگی گیاه به شدت به این آفت حساس است و مرحله دوبرگی، با بازشدن کامل برگ‌ها و فراهم کردن شرایط مناسب برای استقرار شته، برای این تحقیق مناسب‌ترین مرحله ارزیابی شد. با توجه به نیاز آبی متوسط گندم، آبیاری گیاهان هر ۱-۲ روز یکبار و تعویض گیاهان هر ۱۰ روز یکبار صورت گرفت. نتایج تجزیه خاک نشان داد که ترکیب خاکی مورد استفاده، بی‌نیاز از کوددهی است.

تشکیل کلنی شته سبز گندم

برای ایجاد جمعیت اولیه شته سبز، برگ‌های آلوده به شته از مزرعه گندم دانشکده کشاورزی دانشگاه تهران جمع‌آوری و به گلخانه منتقل شدند. شناسایی شته‌ها بر اساس کلید شناسایی شته‌های گندم و سایر گرامینه‌های ایران صورت گرفت (Hojat & Azmayesh Fard, 1986). پوره‌ها و ماده‌های بی‌بال بکرزا، از روی برگ‌های آلوده گندم به روی رقم چمران (شاهد) منتقل و پرورش داده شدند. پس از دو ماه و اطمینان از گذشت دست کم سه نسل شته روی این رقم، شته‌ها برای آزمایش روی میزبان‌های جدید مورد استفاده قرار گرفتند.

واحدهای آزمایشی

واحدهای آزمایشی متشکل از گیاهان دو برگی گندم بودند که ریشه آن درون یک شیشه پنی‌سیلین پر از آب قرار داشت. این شیشه‌ها در کف ظرف‌های استوانه‌ای پلاستیکی به ارتفاع ۱۸ و قطر ۸ سانتی‌متر قرار داده شد تا از ورود شته جدید یا خروج شته جلوگیری شود. در بدنه و درپوش ظرف‌ها، دو سوراخ بسته شده با توری ریز، به قطر ۴/۵ سانتی‌متر برای تهویه مناسب وجود داشت.

همسن‌سازی پوره‌های سن یک

برای همسن‌سازی پوره‌های سن یک و همچنین برای حذف اثر سن مادری، تعدادی شته بالغ از روی رقم شاهد (چمران) انتخاب و دوباره روی همان رقم قرار داده شدند تا به مدت ۴۸ ساعت پوره‌زایی کنند. سپس، شته‌های بالغ حذف و پوره‌ها تا رسیدن به مرحله بلوغ نگهداری شدند. این شته‌ها برای تولید پوره‌های همسن به میزبان‌های جدید منتقل شدند. گیاهان گندم در مرحله دو برگی از هر رقم انتخاب و در داخل ظروف آزمایش قرار داده شدند. هر شته ماده بی‌بال با قلم‌موی سه صفر روی یک گیاه جدید قرار داده شد و هر دو ساعت، پوره‌زایی بررسی و تاریخ و زمان آن ثبت گردید. پس از پوره‌زایی، روی هر گیاه تنها یک پوره سن یک نگهداری شد.

این شته‌ها، هر ۱۲ ساعت یکبار مورد مشاهده قرار گرفتند و مرحله رشدی آنها یادداشت شد. پس از بالغ شدن شته‌ها، تعداد پوره‌های تولید شده توسط هر شته به طور روزانه ثبت و سپس همه پوره‌ها حذف شد. مشاهده‌ها تا زمان مرگ آخرین شته ادامه یافت. برای هر رقم بین ۶۳ تا ۶۵ تکرار در نظر گرفته شد. آزمایش در داخل انکوباتور با شرایط دمایی ۱±۲۲°C، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰٪ و دوره نوری ۱۶:۸ انجام شد.

برآورد پارامترها

برای محاسبه مهم‌ترین پارامتر جدول زیستی باروری یعنی نرخ ذاتی افزایش طبیعی (r_m) ابتدا از روش بیرچ بر اساس معادله اولر- لوتکا استفاده شد (Birch, 1948) و از روی r_m به دست آمده، دیگر پارامترها یعنی نرخ خالص تولیدمثل (R_0)، میانگین مدت زمان یک نسل (T)، مدت زمان دو برابر شدن جمعیت (DT) و نرخ متناهی افزایش جمعیت (λ) محاسبه شد. برای بررسی اختلاف آماری پارامترها بایستی از روش‌های ویژه‌ای استفاده کرد زیرا روش بیرچ تنها یک کمیت عددی واحد و فاقد تکرار به ازای هر پارامتر ترکیبی در اختیار قرار می‌دهد و امکان مقایسه آنها در شرایط مختلف وجود ندارد. بنابراین، با استفاده از روش‌های بازنمونه‌گیری داده‌ها می‌توان آنها را تکراردار نمود. روش‌های بوت‌استراپ و جک‌نایف قادرند پارامترها را به‌صورت تکراردار درآورند (Meyer *et al.*, 1986). تعداد تکرارهای کاذب برای روش بوت‌استراپ، ۱۰۰۰ تکرار در نظر گرفته شد. محاسبات مربوط به روش جک‌نایف و بوت‌استراپ، با استفاده از نرم‌افزار (Naveh PersianRm *et al.*, 2004) و بر اساس معادله‌های ارائه شده توسط Meyer *et al.* (1986) انجام شد. تجزیه آماری پارامترها و به کمک نرم‌افزار SAS با رویه GLM و مقایسه میانگین‌ها در سطح معنی‌داری ۵٪ با آزمون LSD صورت گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج و بحث

طول مراحل مختلف نموی شته سبز گندم روی ارقام مختلف

بررسی طول دوره نموی مراحل مختلف زندگی و باروری شته سبز گندم روی پنج رقم گندم در جدول ۱ ارائه شده است. مقایسه میانگین‌ها نشان داد که ارقام مختلف مورد مطالعه، تنها از لحاظ زمان کل دوره پورگی با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشتند ($P=۰/۰۴$، $F_{(۴,۳۲۱)}=۲/۴۶$) و دیگر ویژگی‌های نموی و طول زمان‌های رشدی در آنها یکسان ارزیابی شد. زمان کل دوره پورگی شته سبز گندم، در ارقام مختلف گندم بین ۶/۳۶ تا ۷/۳۹ روز برآورد شد. در پژوهش دیگری روی ۴ رقم گندم بومی منطقه گرگان (کوهدشت، پاستور، تجن و زاگرس)، میانگین طول دوره پورگی شته سبز گندم در دمای ۱±۲۲°C، رطوبت نسبی ۵±۷۰٪ و دوره نوری ۱۶:۸، بین ۵/۱۹ تا ۷/۰۳ روز به دست آمده است (Goldasteh, 2007). با وجود یکسان بودن شرایط دو پژوهش، به نظر می‌رسد که ارقام بومی هر منطقه ویژگی‌های متفاوت و در عین حال منحصر به فردی دارند که ویژگی‌های زیستی آفات خود را تحت‌الشعاع قرار می‌دهند. Shahrokhi *et al.* (2004) طول دوره پورگی شته سبز گندم را روی رقم مهدوی در دمای ۱±۲۰°C، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰٪ و دوره نوری ۱۶:۸، ۸/۴۷ روز به دست آوردند و در این تحقیق، طول این دوره ۶/۶۳ روز تعیین گردید (جدول ۱). با توجه به یکسان بودن رقم مورد بررسی در دو آزمایش، به نظر می‌رسد اختلاف موجود ناشی از شرایط دمایی متفاوت باشد و کاهش دما، به افزایش طول دوره پورگی منتهی شده باشد.

در این تحقیق، طول عمر حشرات کامل شته سبز گندم در ارقام مختلف بین ۱۷/۳۵ تا ۲۰/۰۲ روز برآورد شد (جدول ۱). طول عمر حشرات کامل شته سبز گندم روی ارقام دیگری از گندم در کشور پاکستان (کوه نور، مهران ۸۹ و سرسبز) از ۲۲ تا ۴۱ روز متغیر بوده است (Buriro *et al.*, 1997). Modarres Najafabadi & Gholamian (2006) در شرایط دمای ۲±۲۵°C و رطوبت نسبی ۵±۷۰٪ و با تکرار بسیار کم (۸ تکرار) دریافتند که شته سبز گندم به طور میانگین ۲۵/۵ روز طول عمر دارد.

طول دوره باروری شته سبز گندم روی ارقام مختلف بین ۱۲/۲۹ تا ۱۴/۴۷ روز متغیر بود (جدول ۱). Modarres Najafabadi & Gholamian (2006) در دمای بسیار بالاتر، طول این دوره را کوتاه‌تر و معادل ۱۱ روز برآورد نمودند. معمولا افزایش دما باعث کوتاه‌تر شدن زمان‌های رشدی می‌شود اما ممکن است تفاوت دما به تنهایی عامل نوسانات طول مراحل مختلف زندگی این آفت نباشد زیرا همانطور که ملاحظه می‌شود، طول عمر حشرات کامل در دمای بالاتر آزمایش این محققین نسبت به تحقیق حاضر، طولانی‌تر و طول دوره باروری، کوتاه‌تر از این تحقیق ارزیابی شده است. بنابراین، عوامل دیگر نظیر تفاوت در گیاه (رقم) نیز مؤثر است. همچنین، Goussain *et al.* (2005) طول دوره باروری شته سبز گندم را در دمای ۱±۲۲°C، رطوبت نسبی ۱۰±۷۰٪ و دوره نوری ۱۴:۱۰، ۲۱/۷ روز روی گندم رقم امبراپا۴۲ تعیین نمودند.

میانگین باروری شته سبز گندم در ارقام مورد مطالعه، بین ۴۶-۳۶ پوره برآورد شد (جدول ۱). در شرایط این تحقیق، شته سبز گندم روی ارقام چمران، شیراز، پیشتاز، مهدوی و مرودشت به ترتیب ۳/۱۱، ۳/۷۱، ۲/۹۸، ۲/۹۱ و ۲/۹۴ پوره در روز تولید نمود. افراد بالغ شته سبز گندم برحسب میزبان گیاهی، ۵-۱ پوره در روز و در طول دوره زندگی نیز حدود ۶۰-۵۰ پوره تولید می‌کنند (Nuessly *et al.*, 2008). Goussain *et al.* (2005) میزان باروری شته سبز گندم را در دوره نوری کمتر و برابر ۱۴:۱۰روی گندم رقم امبراپا۴۲، ۸۹/۴ پوره محاسبه نموده‌اند که نشان می‌دهد شته روی رقم مزبور به طور متوسط ۴/۱۲ پوره ایجاد نموده است. Goldasteh (2007) نیز میانگین باروری شته را روی ارقام مختلف مورد مطالعه بین ۶۲ تا ۹۹ پوره گزارش کرده است. با توجه به این داده‌ها، به نظر می‌رسد که ارقام منطقه گرگان و رقم امبراپا۴۲ برای شته سبز گندم میزبان‌های مناسب‌تری باشند زیرا دوره‌های کوتاه‌تر رشدی یا تولید مثل بیشتر روی یک میزبان گیاهی، نشان‌دهنده مناسب‌تر بودن گیاه به عنوان میزبان گیاه‌خوار می‌باشند (Van Lantern & Noldus, 1990) اما در نتیجه‌گیری نهایی، بایستی پارامترهای جدول زیستی باروری شته را روی این میزبان‌ها در نظر گرفت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین±خطای معیار طول مراحل مختلف زندگی (روز) و باروری شته سبز گندم روی ارقام مختلف گندم در دمای ۲۲°C*

تیمار	چمران	مهدوی	مرودشت	پیشتاز	شیراز
تعداد	۶۳	۶۵	۶۵	۶۴	۶۵
پوره سن اول	۱/۸۲± ۰/۰۴ a	۱/۷۹± ۰/۰۴ a	۱/۸۱±۰/۰۴ a	۱/۸۴±۰/۰۴ a	۱/۷۷± ۰/۰۴ a
پوره سن دوم	۱/۶۴± ۰/۰۷ a	۱/۶۷± ۰/۰۷ a	۱/۶۸±۰/۱۱ a	۱/۵۴±۰/۰۶ a	۱/۵۰± ۰/۰۶ a
پوره سن سوم	۱/۴۰± ۰/۰۷ a	۱/۵۵± ۰/۰۸ a	۱/۶۲±۰/۰۷ a	۱/۴۸± ۰/۰۵ a	۱/۴۶± ۰/۰۵ a
پوره سن چهارم	۱/۵۶± ۰/۰۸ a	۱/۶۳± ۰/۰۹ a	۲/۲۹±۰/۴۸ a	۱/۶۵± ۰/۰۸ a	۱/۶۳± ۰/۰۶ a
دوره پورگی	۶/۴۱± ۰/۱۷ b	۶/۶۳± ۰/۱۷ ab	۷/۳۹±۰/۵۳ a	۶/۵۰± ۰/۱۱ b	۶/۳۶± ۰/۱۱ b
طول عمر حشرات کامل	۱۷/۳۵± ۱/۵۵ a	۱۷/۹۶± ۱/۴۵ a	۱۸/۸۹±۱/۴۷ a	۲۰/۰۲± ۱/۴۴ a	۱۷/۵۰± ۱/۵۰ a
دوره باروری	۱۲/۳۵± ۰/۹۷ a	۱۲/۲۹± ۰/۹۳ a	۱۲/۶۳±۱/۰۰ a	۱۴/۴۷± ۰/۸۸ a	۱۲/۵۲± ۰/۸۸ a
طول عمر	۲۳/۷۶± ۱/۶۱ a	۲۴/۵۹± ۱/۴۶ a	۲۶/۲۸±۱/۴۳ a	۲۶/۵۲± ۱/۴۶ a	۲۳/۸۶± ۱/۵۱ a
باروری	۳۸/۴۴± ۳/۶۸ a	۳۵/۷۲± ۳/۴۸ a	۳۷/۱۵±۳/۳۱ a	۴۳/۱۴± ۳/۱۲ a	۴۶/۴۲± ۳/۶۸ a

* حروف غیرمشابه در هر ردیف نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

برآورد پارامترهای جدول زیستی شته سبز گندم روی ارقام مختلف

با توجه به داده‌های به دست آمده، پارامترهای اصلی جدول زیستی باروری شته سبز گندم روی رقم‌های مختلف بر اساس دو شیوه بازنمونه‌گیری جک‌نایف و بوت‌استراپ محاسبه شد (Meyer *et al.*, 1986) (جدول۲). شکل ۱ روند تغییرات L_x و m_x را روی ارقام مختلف نشان می‌دهد. برآورد پارامترها با روش بوت‌استراپ روی تمام ارقام نشان داد که مقادیر به دست آمده برای میانگین، تفاوت بسیار اندکی با روش جک‌نایف دارند. اما نکته جالب توجه این است که گروه‌بندی میانگین داده‌ها در روش بوت‌استراپ تفاوت قابل ملاحظه‌ای با روش جک‌نایف دارد (جدول ۲) به طوری که این روش همواره حتی مقادیر عددی بسیار نزدیک را در دو گروه کاملا مجزا از هم طبقه‌بندی می‌کند. این وضعیت، نقص روش بوت‌استراپ محسوب شده و باعث می‌شود که تقریبا همیشه و در هر وضعیتی پارامترهای محاسبه شده در تیمارهای مختلف با یکدیگر تفاوت معنی‌دار داشته باشند (اللهیاری، حسینی‌نوه اطلاعات منتشر نشده). از این رو، روش بوت‌استراپ روش چندان مناسب و قابل استنادی در مقایسه پارامترها روی ارقام مختلف نیست.

در این پژوهش، روش جک‌نایف برای مقایسه پارامترها روش مطمئن‌تری تشخیص داده شد. نرخ خالص تولیدمثل که نشان‌دهنده مجموع ماده‌های تولید شده توسط یک ماده در طول مدت عمر با دخالت عامل بقا است، بین ۳۵ تا ۴۶ (ماده/ ماده در هر نسل) برآورد شد (جدول ۲). ارقام مختلف مورد مطالعه از این نظر با یکدیگر اختلافی نداشتند ($F_{(۴و۳۲۱)}$ =۱/۶۵ ،P =۰/۱۶). بیشترین مقدار نرخ خالص تولیدمثل روی رقم شیراز (۴۵/۵۵) و کمترین مقدار روی رقم مهدوی (۳۴/۹۲) مشاهده شد (جدول ۲).

پارامتر r_m به تنهایی معرف بقا، زادآوری و اطلاعات مربوط به سن می‌باشد و ملاک مناسبی برای مقایسه اثر ارقام گیاهی روی خصوصیات زیستی آفت است. بر اساس روش جک‌نایف، بیشترین نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته سبز گندم، مربوط به رقم شیراز (۰/۳۱ ماده به ازای هر ماده در هر روز) و کمترین آن مربوط به رقم‌های چمران، ارقام مهدوی و مرودشت بود (جدول۲). مقایسه میانگین r_mهای محاسبه شده بر اساس روش جک‌نایف نشان داد که این پارامتر روی ارقام مختلف اختلاف معنی‌دار با یکدیگر دارد (P=۰/۰۰۳۶، $F_{(۴و۳۲۱)}$=۳/۹۹). این نشان می‌دهد که ارقام چمران، مهدوی و مرودشت، بایستی ویژگی‌های مشابهی نسبت به رقم شیراز داشته باشند. رقم پیشتاز هم در وضعیت بینابینی قرار داشت (جدول ۲). Shahrokhi *et al.* (2004) در دمایی کمتر معادل ۲۰°C، مقدار r_m کمتری برای رقم مهدوی برآورد کردند (۰/۲۶ ماده به ازای هر ماده در هر روز). نرخ ذاتی افزایش جمعیت شته سبز گندم روی رقم مهدوی در دمای ۲۰ درجه، کمتر بوده است که نشان می‌دهد افزایش درجه حرارت از ۲۰°C به ۲۲°C، تولیدمثل و بقای شته را روی این رقم بهبود می‌بخشد. Amir nazari *et al.* (2002) بیان داشتند که جمعیت شته سبز گندم با نرخ تصاعدی ثابتی برابر

www.SID.ir

Archive of SID

۰/۲۷ ماده به ازای هر ماده در روز رشد می‌کند و در صورت وجود شرایط مساعد و در غیاب دشمن طبیعی، به سرعت تکثیر می‌یابد. Gorena (2004) r_m جمعیت شته سبز گندم را برای بیوتیپ‌های مختلف آن روی سورگوم، در شرایط دمایی ۱±۲۸°C، رطوبت نسبی ۲±۶۰٪ و دوره نوری ۱۳:۱۱، ۰/۱۶ تا ۰/۳۸ تعیین نمود. شرایط بسیار متفاوت پژوهش این محقق از لحاظ درجه حرارت، رطوبت نسبی و دوره نوری و همچنین گیاه میزبان سورگوم بجای گندم که تاثیر آن به مراتب بیشتر از تفاوت در سطح ارقام زراعی است، علت تفاوت در نتایج وی و این تحقیق ارزیابی می‌شود.

در تحقیق حاضر ارقام مختلف گندم از نظر مقدار متوسط مدت زمان یک نسل شته سبز گندم در وضعیت مشابهی قرار داشتند ($F_{(4و321)}$=۱/۵۹ ،P=۰/۱۷۶) (جدول۲). Modarres Najafabadi & Gholamian (2006) در شرایط دمای ۲±۲۵°C و رطوبت نسبی ۵±۷۰٪، در ۸ تکرار مورد مطالعه، طول دوره یک نسل شته سبز گندم را معادل ۵ روز برآورد نمودند. استناد به این مدت نسل بسیار کوتاه روی گندم با توجه به تعداد تکرارهای ناچیز که خطای آزمایش را بالا می‌برد، چندان منطقی نیست. ضمن این که باید در نظر گرفت که افزایش دما هم ممکن است باعث کوتاه‌تر شدن مدت زمان یک نسل این تحقیق نسبت به تحقیق حاضر شده باشد. متوسط مدت زمان یک نسل شته روی گندم

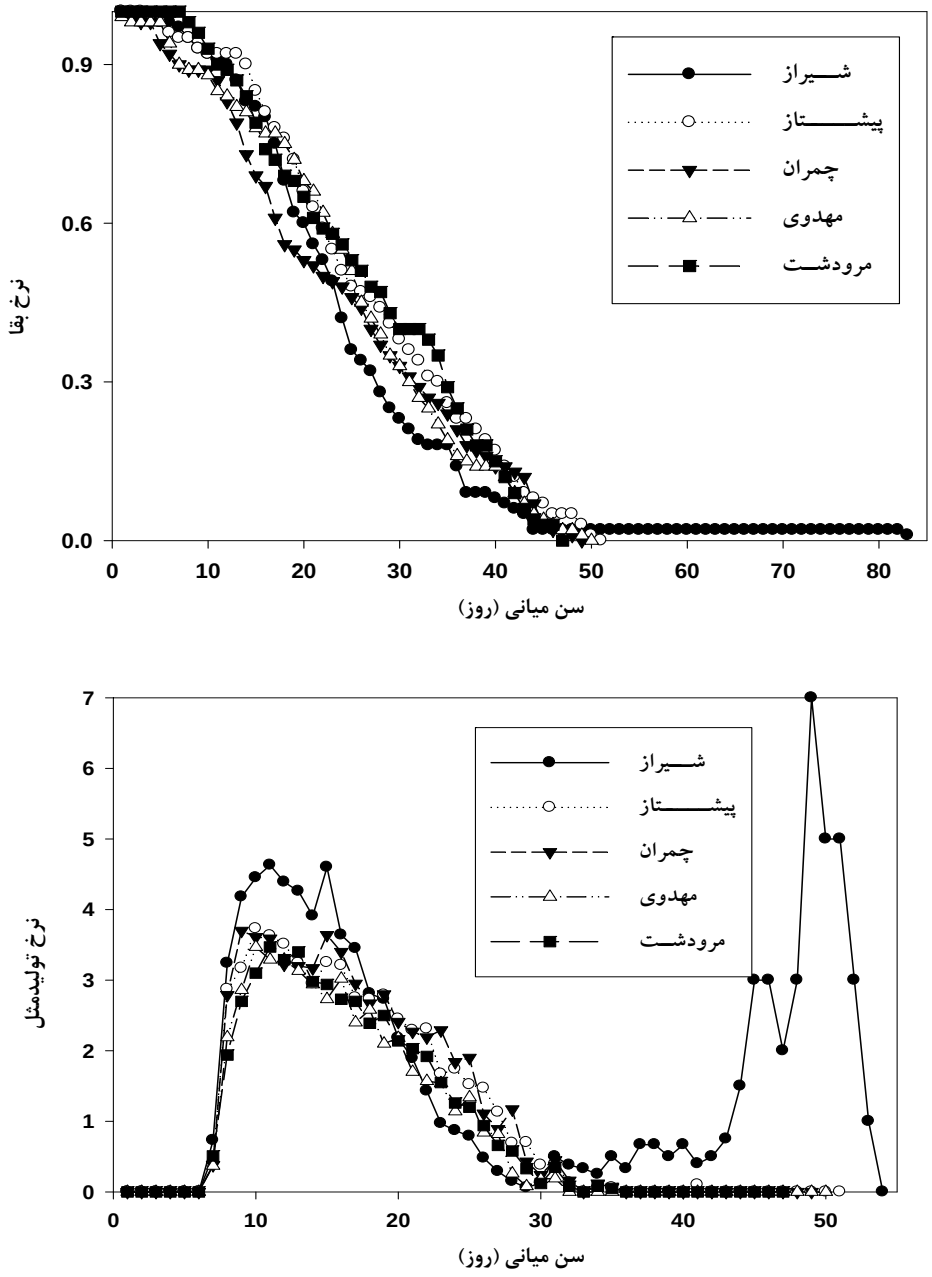
جدول ۲- میانگین ± خطای معیار پارامترهای جدول زیستی باروری شته سبز گندم روی ارقام مختلف گندم بر اساس دو شیوه بازنمونه‌گیری جک‌نایف و بوت‌استراپ در دمای ۲۲°C*

پارامتر	تیمار	جک‌نایف خطای معیار± میانگین	بوت‌استراپ خطای معیار± میانگین
R_0	چمران	۳۷/۷۳±۳/۶۸ a	۳۵/۰۳±۳/۵۸ c
	مهدوی	۳۴/۹۲±۳/۴۳ a	۳۵/۰۳±۳/۵۸ e
	مرودشت	۳۶/۵۱±۳/۳۲ a	۳۶/۴۵±۳/۳۴ d
	پیشتاز	۴۲/۳۸±۳/۱۱ a	۴۲/۳۷±۲/۹۹ b
	شیراز	۴۵/۵۵±۳/۶۷ a	۴۵/۳۹±۳/۵۷ a
r_m	چمران	۰/۲۸۶±۰/۰۱ b	۰/۲۸۷±۰/۰۱ c
	مهدوی	۰/۲۷۶±۰/۰۱ b	۰/۲۷۶±۰/۰۱ e
	مرودشت	۰/۲۷۹±۰/۰۱ b	۰/۲۷۹±۰/۰۱ d
	پیشتاز	۰/۲۹۲±۰/۰۱ ab	۰/۲۹۲±۰/۰۱ b
	شیراز	۰/۳۱۲±۰/۰۱ a	۰/۳۱۲±۰/۰۱ a
T	چمران	۱۲/۷۰±۰/۲۵ a	۱۲/۶۸±۰/۲۵ c
	مهدوی	۱۲/۹۰±۰/۱۹ a	۱۲/۹۱±۰/۱۹ e
	مرودشت	۱۲/۸۹±۰/۲۲ a	۱۲/۸۹±۰/۲۱ d
	پیشتاز	۱۲/۸۳±۰/۲۲ a	۱۲/۸۸±۰/۲۲ b
	شیراز	۱۲/۲۵±۰/۲۰ a	۱۲/۲۴±۰/۲۰ a
DT	چمران	۲/۴۲±۰/۰۶ a	۲/۴۲±۰/۰۶ c
	مهدوی	۲/۵۱±۰/۰۷ a	۲/۵۱±۰/۰۸ e
	مرودشت	۲/۴۸±۰/۰۷ a	۲/۴۸±۰/۰۷ d
	پیشتاز	۲/۳۷±۰/۰۵ ab	۲/۳۷±۰/۰۵ b
	شیراز	۲/۲۲±۰/۰۵ b	۲/۲۲±۰/۰۵ a
λ	چمران	۱/۳۳±۰/۰۱ b	۱/۳۳±۰/۰۱ c
	مهدوی	۱/۳۲±۰/۰۱ b	۱/۳۲±۰/۰۱ e
	مرودشت	۱/۳۲±۰/۰۱ b	۱/۳۲±۰/۰۱ d
	پیشتاز	۱/۳۴±۰/۰۱ b	۱/۳۴±۰/۰۱ b
	شیراز	۱/۳۷±۰/۰۱ a	۱/۳۷±۰/۰۱ a

* حروف غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار در سطح ۵٪ است.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۱- روند تغییرات نرخ بقا (L_x) (بالا) و نرخ تولیدمثل (m_x) (پایین) شته سبز گندم روی ارقام مختلف گندم در دمای ۲۲°C

رقم TAM- 107 در دمای ۲۲/۶°C، ۱۱/۲۵ روز به دست آمد (Qureshi & Michaud, 2005).

مدت زمان لازم برای دو برابر شدن جمعیت که تابعی از نرخ رشد می‌باشد، شاخص دیگری برای نمایش توان آفت در بروز خسارت است. مقدار این پارامتر در ارقام مختلف متفاوت بود ($P=۰/۰۰۷۵$، $F_{(۴و۳۲۱)}=۳/۵۵$). کوتاه‌ترین زمان دو برابر شدن جمعیت، روی رقم شیراز (۲/۲۲ روز) و طولانی‌ترین زمان، مربوط به رقم مهدوی (۲/۵۱ روز) بود (جدول ۲).

ارقام مختلف اثر معنی‌داری بر مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت شته سبز داشتند ($P=۰/۰۰۳۲$، $F_{(۴و۳۲۱)}=۴/۰۵$). بیشترین مقدار نرخ متناهی افزایش جمعیت روی رقم شیراز (۱/۳۷ بر روز) و کمترین مقدار روی ارقام مهدوی و مرودشت (۱/۳۲ بر روز) مشاهده

www.SID.ir

Archive of SID

شد (جدول ۲). Shahrokhi *et al.* (2004) این پارامتر را با دو درجه اختلاف دما (۲۰±۱°C)، ۱/۲۹ ماده بر روز روی رقم مهدوی برآورد نمودند. تحقیقات نشان می‌دهد که شته‌ها دارای زیرگونه‌ها و نژادهای مختلفی بوده که این نکته ممکن است نتایج داده‌های به دست آمده از یک گونه شته جمع‌آوری شده از مناطق جغرافیایی مختلف را بی‌اعتبار نشان دهد (Blackman & Eastop, 1984). سازگار شدن شته‌ها با شرایط بومی هر منطقه تفاوت‌هایی در پارامترهای جدول زیستی آنها به وجود می‌آورد (Campbell *et al.*, 1974; Hutchinson & Hogg, 1984). همچنین Morgan *et al.* (2001) با مطالعه روی شته نخود فرنگی به نتایج مشابهی دست یافتند. این محققین، معتقدند که هنگام مقایسه داده‌های به دست آمده از مناطق متفاوت، بایستی احتیاط نمود. پژوهشگران دیگری نیز همین نتیجه را روی شته جالیز گزارش کرده‌اند (Aldyhim & Khalil, 1989; Kocourek *et al.*, 1994; Akey & Butler 1994; Van Steenis & El-Khawass, 1995). در پژوهش‌هایی که با نتایج پژوهش حاضر مورد مقایسه قرار گرفته‌اند، شته‌ها از مناطق جغرافیایی متفاوتی جمع‌آوری شده‌اند که با توجه به شناسایی ۱۱ بیوتیپ (A تا K) برای شته سبز گندم از مناطق مختلف (Lazer *et al.*, 1997) ممکن است بیوتیپ‌های متفاوتی از این شته مورد بررسی قرار گرفته باشند. Blackman & Eastop (2007) بیوتیپ را ژنوتیپی از شته تعریف می‌کنند که ویژگی متفاوتی در شکستن مقاومت نشان می‌دهد.

از سوی دیگر، یکی از تفاوت‌های آشکار در شایستگی شته سبز گندم در تحقیقات مختلف، مربوط به مواردی است که شته‌ها روی میزبان‌های متفاوت مطالعه شوند (Morgan *et al.*, 2001). نتایج مشابهی برای دیگر گونه‌های شته‌ها و میزبان‌های آنها برای شته سبز هلو، شته جالیز و شته کلم وجود دارد (Zarppas *et al.*, 2006; Davis & Radcliffe, 2008; Mirmohammadi *et al.*, 2009). از آنجا که مواد شیمیایی موجود در ارقام گیاهی مختلف (سموم، کاهش‌دهنده‌های هضم‌پذیری و تعادل غذایی) و ویژگی‌های فیزیکی آنها (پرزها، سختی و زبری بافت برگ) از رقمی به رقم دیگر متفاوت است، این امر بر توانایی استقرار و تغذیه گیاه‌خوار تاثیر به‌سزایی ایجاد می‌کند. گیاه‌خوار از تغذیه از گیاهان با کیفیت کم خودداری می‌کند و در اثر تغذیه، به کندی رشد و نمو می‌کند (Andow, 1991). تاثیر درجه حرارت‌های متفاوت را نیز نباید نادیده گرفت و یا کم‌اهمیت‌تر دانست، زیرا پژوهش‌ها نشان می‌دهد که تغییر در درجه حرارت، خود به تنهایی می‌تواند با تغییر کیفیت گیاه میزبان به صورت مستقیم (Bale *et al.*, 2002; Harrington *et al.*, 2001) و غیرمستقیم (Veteli *et al.*, 2002) بر حساسیت گیاه در برابر گیاه‌خوار تاثیر بگذارد. بنابراین، درجه حرارت و ارقام مختلف گیاهی، دو عاملی هستند که رشد و نمو، باروری و بقای حشرات یکسان را در تحقیقات مختلف دستخوش تغییر می‌کنند.

در تحقیق حاضر، محاسبه پارامترهای جدول زیستی باروری شته سبز گندم به ویژه r_m روی ارقام مورد مطالعه، حاکی از آن بود که رقم شیراز، حساسیت بیشتر و رقم‌های مهدوی و مرودشت، نسبتا حساسیت کمتری به این شته داشتند اما با وجود تفاوت‌های کیفی موجود بین ارقام مختلف که در بالا اشاره شد، در میان ارقام تجاری گندم، احتمال یافتن رقمی که بتواند چنان اثرات نامطلوبی در کاهش نرخ رشد بالای شته سبز گندم ایجاد کرده و بدین ترتیب نتیجه نویدبخشی را در کنترل آن ایجاد کند بسیار ناچیز است، به ویژه اگر ارقام تجاری منتخب، بومی یک منطقه باشند که در این صورت تفاوت‌ها کمتر هم می‌شوند و با وجود معنی‌دار بودن نتایج، ممکن است چندان متفاوت از هم عمل نکنند زیرا منابع مقاومت به این آفت نه ارقام تجاری بلکه میزبان‌های گرامینه وحشی یا میزبان‌های مقاوم شده نظیر گندم رقم TAM-110 (رقم اصلاح شده TAM-107) می‌باشند (Lazar *et al.*, 1997).

در تأیید این مسئله، در این تحقیق نیز شاهد آن بودیم که حتی در مورد ارقام با حساسیت کمتر نظیر مهدوی و مرودشت، نرخ ذاتی رشد جمعیت شته سبز گندم بسیار بالا بود (جدول ۲). در مدیریت مطلوب جمعیت شته سبز گندم، Fuentes & Niemeyer

www.SID.ir

Archive of SID

(2000) معتقدند که تنها عملکرد همزمان دشمنان طبیعی و ارقام مقاوم گندم در کنار یکدیگر، در نرخ بالای رشد جمعیت شته سبز گندم، کاهش معنی‌دار ایجاد می‌کند.

REFERENCES

1. Akey, D. H. & Butler, G. D. (1989). Developmental rates and fecundity of apterous *Aphis gossypii* on seedlings of *Gossypium hirsutum*. *Southwestern Entomologist*, 14, 295-299.
2. Aldyhim, Y. N. & Khalil, F. (1993). Influence of temperature on population development of *Aphis gossypii* on *Cucurbita pepo*. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 67, 167-122.
3. Al-Mousawi, A. H., Richardson, P. E. & Burton, R. L. (1983). Ultrastructural studies on greenbug (Hemiptera: Aphididae) feeding damage to susceptible and resistant wheat cultivars. *Annals of the Entomological Society of America*, 71, 964-971.
4. Amir nazari, M., Rezwani, A., Namini, M. & Shojai, M. (2002). Faunistic survey of wheat aphids in Karaj region. In: Proceedings of *the 15th Iranian Plant Protection Congress*, 7-11Sep., Kermanshah, Iran, p. 22.
5. Andow, D. A. (1991). Vegetational diversity and arthropod population response. *Annual Review of Entomology*, 36, 561-586.
6. Bale, J. S., Masters, G. J., Hodkinson, I. D., Awmack, C., Bezemer, T. M., Brown, V. K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J. C., Farrar, J., Good, J. E. G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T. H., Lindroth, R. L., Press, M. C., Symrnioudis, I., Watt, A. D. & Whittaker, J. D. (2002). Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*,8,1-16.
7. Birch, L. C. (1948). The intrinsic rate of natural increase of an insect population. *Animal Ecology*, 17, 15-26.
8. Blackman, R. L. & Eastop, V. F. (1984). *Aphids on the world's crops: an Identification and Information Guide.* UK: John Wiley & Sons publication, London.
9. Blackman, R. L. & Eastop, V. F. (2007). Taxonomic issue. In: H. F. van Emden & R. Harrington, (Ed.) *Aphids as crop pests.* (pp. 1-29). Cromwell Press, London, UK.
10. 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.
11. Campbell, A., Frazer, B. D., Gilbert, N., Gutierrez, A. P. & Mackauer, M. (1974). Temperature requirements of some aphids and their parasites. *Journal of Applied Ecology*, 11, 431-438.
12. Castro, A. M., Rumi, C. P. & Arriaga, H. O. (1988). Influence of greenbug on root growth of resistant and susceptible barley genotypes. *Environmental and Experimental Botany*, 28, 61-72.
13. Darvish-Mojeni, T., Rezwani, A. & Noori nia, A. (1998). The evaluation of greenbug and the introduction of modern tolerant lines to aphid in Gorgan and Gonbad region. In: Proceedings of *the 13th Iranian Plant Protection Congress*, 23-27 Aug., University of Tehran, Karaj, Iran, p. 17.
14. 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.
15. Dorschner, K. W., Ryan, J. D., Johnson, R. C. & Eikenbary, R. D. (1987). Modification of host nitrogen levels by the greenbug (Homoptera: Aphididae): its role in resistance of winter wheat to aphids. *Environmental Entomology*, 16, 1007-1011.
16. Fuentes, C. E. & Niemeyer, H. M. (2000). Effect of wheat resistance, the parasitoid, *Aphidius rhopalosiphi* and entopathogenic fungus *(Pandora neoaphidis)* on population dynamics of the cereal aphid, *Sitobion avena*e. *Experimental Applied Entomology*, 97(1), 109-114.
17. Goldasteh, S. (2007). *Effect of four wheat cultivars on demographic parameters of greenbug under laboratory condition.* M.Sc. Thesis. Agricultural Faculty of Islamic Azad University of Arak. (In Farsi).
18. 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.)*, Texas A & M University.
19. Goussain, M. M., Prado, E. & Morales, J. C. (2005). Effect of silicon applied to wheat plants on the biology and probing behaviour of the greenbug *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). *Neotropical Entomology*, 34 (5), 807-813.
20. Harrington, R., Fleming, R. A. & Woiwod, I. P. (2001). Climate change impacts on insect management and conservation in temperate regions: can they be predicted? *Agricultural and Forest Entomology*, 3, 233–240.

www.SID.ir

Archive of SID

21. Hojat, S. H. & Azmayesh Fard, P. (1986). Aphids of wheat and other graminaceous of Iran. *Plant Pests and Diseases*, 54 (1, 2), 83-109. (In Farsi).
22. Hutchinson, W. D. & Hogg, D. B. (1984). Demographic statistics for the pea aphid (Homoptera: Aphididae) in Wisconsin and a comparison to other populations. *Environmental Entomology*, 13, 1173-1181.
23. Kocourek, F., Havelka, J., Berankova, J. & Jarosik, V. (1994). Effect of temperature on developmental rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 71, 59-64.
24. Lazar, M. D., Worrall, W. D., Peterson, G. L., Porter, K. B., Marshall, D. S., McDaniel, M. E. & Nelson, L. R. (1997). Registration of TAM 110. *Crop Science*, 37, 1978-1979.
25. Meyer, J. S., Ingersoll, C. G., MacDonald, L. L. & Boyce, M. S. (1986). Estimating uncertainty in population growth rates: jackknife vs. bootstrap techniques. *Ecology*, 67, 1156-1166.
26. Michels, G. J. & 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, 439-444.
27. Mirmohammadi, S., Allahyari, H., Nematollahi, M. R. & Saboori, A. (2009). Effect of host plant on biology and life table parameters of *Brevicoryne brassicae* (Hemiptera: Aphididae). *Annals of Entomological Society of America*, 102, 450-455.
28. Modarres Najafabadi, S. & Gholamian, G. (2006). Seasonal variation of greenbug population and introduction of natural enemies in Sistan region. *Journal of Science and Techniques of Agricultural and Natural Resources*, 7, 367-379. (In Farsi).
29. Morgan, D., Walters, K. F. A. & Aegerter, J. N. (2001). Effect of temperature and cultivar on pea aphid, *Acyrthosiphon pisum* (Hemiptera: Aphididae) life history. *Bulletin of Entomological Research*, 91, 47-52.
30. Nault, L. R. & Bradley, R. H. E. (1969). Acquisition of maize dwarf mosaic virus by the greenbug, *Schizaphis graminum*. *Annals of the Entomological Society of America*, 62, 403-406.
31. Naveh, V. H., Allahyari, H. & Saei, M. (2004). A computer program for estimating of fertility life table parameters using Jackknife and Bootstrap techniques. In: Proceedings of *the 19th International Plant Protection Congress*, 11-16 May, Beijing, China, p. 299.
32. 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.
33. Price, P. W., Bouton, C. E., Gross, P., McPherson, B. A., Thompson, J. M. & Weis, A. E. (1980). Interactions among three trophic levels: influence of plants on interactions between insect herbivores and natural enemies. *Annual Review of Ecological Systems*, 11, 41-65.
34. Qureshi, J. A. & Michaud, J. P. (2005). Comparative biology of three cereal aphids on TAM 107 wheat. *Annuals of the Entomological Society of America*, 34(1), 27-36.
35. Shahrokhi, S., Shojai, M., Rezwani, A., Ostovan, H. & Abdollahi, G. A. (2004). Study on biology of four wheat aphid species on Mahdavi variety. *Proceedings of 16th Iranian Plant Protection Congress*, 15-18 Oct., University of Tabriz, Tabriz, Iran, p. 359.
36. Southwood, T. R. E. & Henderson, P. A. (2000). *Ecological Methods*. (3rd ed.). Blackwell science, UK, London.
37. Starks, K. J. & Burton, R. L. (1977). *Greenbugs: determining biotypes, culturing, and screening for plant resistance, with notes on rearing parasitoids.* Agricultural Research Service USDA, Washington.
38. Van Lantern, J. G. & Noldus, L. P. J. J. (1990). Whitefly-plant relationships behavioral and ecological aspects. In D. Gerling (Ed.), *Whiteflies: Their Bionomics, Pest Status and Management.* (pp. 47-89).
39. Van Steenis, M. J. & El-Khawass, K. A. M. H. (1995). Life history of *Aphis gossypii* on cucumber: influence of temperature, host plant and parasitism. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 76, 121-131.
40. Veteli, T. O., Kuokkanen, K., Julkunen-Tiitto, R., Roininen, H. & Tahvanainen, J. (2002). Effects of elevated CO_2 and temperature on plant growth and herbivore defensive chemistry. *Global Change Biology*, 8, 1240–1252.
41. Zarppas, K. D., Margaritopoulos, J. T., Stathi, L. & Tsitsipis, J. A. (2006). Performance of cotton aphid *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) lineages on cotton varieties. *International Journal of Pest Management*, 52(3), 225-232.

www.SID.ir