فصلنامه گیاه پزشکی
۱۳۸۹-۲ (۱): ۲۵-۳۴

مقاومت به شته ریشه چغندرقند *Pemphigus fuscicornis* (Hemiptera: Aphididae) در نه ژنوتیپ چغندرقند تحت شرایط آزمایشگاهی

عبدالامیر محیسنی*، مهرداد رهنماییان
ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد، مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی لرستان، بروجرد، ایران
مهناز قائدرحمتی
دانشگاه پیام نور دورود، لرستان، ایران

چکیده

شته ریشه چغندر قند *Pemphigus fuscicornis* (Koch) یک آفت مهم چغندر قند در مناطق مختلف دنیا است. این آفت در چند سال اخیر مزارع چغندر قند را در شهرستان بروجرد واقع در شمال استان لرستان مورد حمله قرار داده است. در این تحقیق مقاومت نه ژنوتیپ چغندرقند نسبت به این آفت در شرایط کنترل شده آزمایشگاهی و در قالب طرح کاملاً تصادفی طی سال‌های ۸۱-۱۳۸۰ مورد بررسی قرار گرفت. بذور چغندرقند نخست در یک قطعه مزرعه کشت و پس از ۵۰ روز گیاهان به مخلوط پیت و ورمیکولیت در داخل گلدان منتقل شدند. قبل از انتقال به گلدان ها، روی توده های هر ریشه تعداد پنج عدد شته ماده بالغ بی بال قرار گرفت. گلدان‌ها به داخل انکوباتور (دمای ۲±۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۵ درصد و ۱۶ ساعت دوره نوری و ۸ ساعت تاریکی) منتقل شدند. پس از ۴۰ روز دمای انکوباتور یکباره به ۵ درجه سلسیوس کاهش یافت و جمعیت شته روی هر ژنوتیپ شمارش شد. نتایج نشان داد که رقم سیمین۱ در گروه خیلی حساس، ژنوتیپ BR_1 کرج در گروه حساس و دو رقم دز الیت و پلی‌راو در گروه ژنوتیپ های نیمه مقاوم به شته ریشه چغندرقند قرار گرفتند.

واژه‌های کلیدی: چغندرقند، شته ریشه چغندرقند *Pemphigus fuscicornis*، مقاومت

---

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: mohiseni@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۳/۵، تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۳/۱۱

مقدمه

گونه های مختلف جنس *Pemphigus* (Hemiptera: Aphididae) به تعداد زیاد روی ریشه‌های فرعی چغندرقند مستقر شده و با تغذیه از شیره‌ی گیاهی موجب کوتولگی و پژمردگی گیاه می‌شوند. گونه *Pemfigus fuscicornis* Koch در اروپای مرکزی و شرقی، گونه *Pemfigus populivenae* Fitch در ایالات متحده آمریکا و گونه *Pemfigus betae* Doane در کانادا خسارت وارد می‌کند. گونه *P. fuscicornis* تا قبل از سال ۱۹۵۹ به عنوان آفت چغندرقند مطرح نبود اما در حال حاضر در قاره اروپا از کشورهای هلند، مجارستان، بلغارستان، رومانی، صربستان، کرواسی، اسلواکی، یونان، اکراین، روسیه، آلمان، دانمارک، جنوب سودان، سوئد و فنلاند و در قاره‌ی آسیا از کشورهای ارمنستان، گرجستان، قزاقستان، قرقیزستان و ایران گزارش شده است (Champbell & Hatchison, 1995; Frolov, A.N. 2000; Rezvani, 1937; Toth *et al*., 2004 & 2006). شته *P. fuscicornis* برای اولین بار در ایران از اصفهان گزارش شده است (Ahmadi *et al*., 1995).

در آلودگی بالای مزرعه به شته‌های ریشه، علائم ظاهری بوته‌های چغندرقند شبیه استرس خشکی می باشد و باعث زرد شدن برگ‌ها و توقف رشد بوته می‌شود. ریشه‌های ثانویه از بین رفته و ریشه‌های اصلی پژمرده می‌شوند. در آلودگی سنگین ممکن است تا بیش از ۶۰۰۰ شته روی هر ریشه دیده شود. شته ریشه چغندرقند موجب کاهش وزن ریشه و همچنین کاهش ۳۰ تا ۳۶ درصدی عیار قند می‌شود. در ایالات متحده آمریکا استفاده از ارقام مقاوم به این آفت بسیار معمول می‌باشد (Frolov, A.N. 2007).

شته *P. betae* در کشورهایی مثل آلمان و آمریکا دومیزبانه و هولوسیکلیک[1] است. شته *P. fuscicornis* در آلمان زمستان را در گال‌های روی برگ‌های صنوبر یعنی جایی که فرم‌های جنسی شته نمو می‌یابد، سپری نموده و سپس شته‌های مهاجر و موسس به مزارع چغندرقند حمله می‌کنند. شرایط آب و هوایی خشک برای توسعه جمعیت شته روی چغندرقند و ایجاد خسارت بسیار مطلوب می‌باشد (Bosch & Duda, 1994). بر اساس گزارش Rezaei (1997) و Rezvani (1994) این شته در ایران تک میزبانه می باشد. بررسی زیست‌شناسی شته *P. fuscicornis* در اصفهان نشان داد که زمستانگذرانی آفت به شکل ماده‌های بالغ روی ریشه علف‌های هرز خانوادهٔ Chenopodiaceae، به خصوص سلمه‌تره *Chenopodium album* L.، ریشه‌های علف‌های هرز تیره Asteraceae به خصوص *Sonchus arvensis* L. یا در خاک مزرعه و در مجاورت بقایای گیاهان خانواده‌ی Crassulaceae سپری می‌گردد. این آفت در شرایط اصفهان دارای چهار سن پورگی بوده و سالیانه به طور متوسط ۱۳ نسل ایجاد می‌کند (Rezaei, 1996). ماده های

[1] Holocyclic

بالغ *P. fuscicornis* عموماً در عمق ۱۰ تا۳۰ سانتیمتری خاک زمستان‌گذرانی می کنند و وقتی دمای خاک به ۷ تا ۹ درجه سلسیوس یا بالاتر برسد، فعالیت حشره مجدداً آغاز می‌گردد. انتشار این شته در زیر خاک معمولاً توسط پوره‌های جوان فعال و از طریق تونل‌های ایجاد شده توسط کرم‌های خاکی و یا در سطح زمین توسط باد یا عملیات خاک‌ورزی انجام می‌گیرد. میزان تولید مثل حشره بستگی به بافت، رطوبت، دما و تهویه خاک دارد. شته‌ها در خاک‌های شنی و سبک به راحتی حرکت نموده و تشکیل کلنی می‌دهند. اما خاک‌های سنگین و فشرده برای فعالیت شته و تشکیل کلنی نامساعد است. رطوبت بالا برای فعالیت این آفت و به خصوص حرکت پوره‌های کوچک نامساعد می‌باشد (Frolov, A.N. 2007). به دلیل شرایط خاص زندگی شته در زیر خاک، همچنین به دلیل وجود ترشحات سفید مومی که مانع رسیدن سم به بدن شته ها می‌شوند، استفاده از سموم شیمیایی به صورت خاک کاربرد یا همراه آبیاری برای کنترل این آفت توصیه نشده است (Winter,1999). بر اساس گزارش Ioannidis (1996) سم حشره‌کش سیستمیک triazamate در صورت پاشش روی شاخ و برگ گیاهان، به سمت ریشه حرکت نموده و تاثیر خوبی بر کنترل شته ریشه چغندرقند دارد.

در بررسی مقاومت ارقام چغندرقند به شته *P. betae* در آمریکا مشخص گردید که تراکم جمعیت شته بالغ در چهار لاین HM_{9155}، $HM_{16}A$، HMTX-18 و ACH_{184} از نظر آماری پائین‌تر از سایر ژنوتیپ‌ها، به خصوص گونه *Ch. album* بود، به طوری که روی ژنوتیپ HM_{9155} هیچ حشره‌ای به سن بلوغ نرسید. آلودگی به این آفت در شرایط مزرعه نیز به خصوص در زمان برداشت محصول پائین بود ولی در ژنوتیپ KW_{3580} بالا و به ۵۲/۲ درصد می‌رسید. در شرایط مزرعه‌ای روی ژنوتیپ HM LSR-88 آلودگی مشاهده نگردید اما در شرایط گلخانه تراکم جمعیت شته روی این ژنوتیپ بسیار بالا بود. دلیل این مقاومت ظاهراً وجود مکانیسم آنتی‌زنوز گزارش شده است. واریته‌هایی که هم درمزرعه و هم در گلخانه مقاوم بودند دارای مقاومت چندگانه و به خصوص آنتی‌بیوز بودند (Campbell & Hatchison, 1995).

بر اساس گزارش Mamontova (1975) شته *P. fuscicornis* در شرایط طغیانی وزن ریشه چغندرقند را به میزان ۳۳ درصد و عیار قند را به میزان ۳/۵ تا ۴/۳ درصد کاهش می‌دهد. تاثیر شته *P. fuscicornis* بر عملکرد و کیفیت چغندرقند توسط Zarrabi (2007) در شمال اصفهان بررسی شده است. بر این اساس تراکم جمعیت آفت در مقیاس‌های آلودگی یک تا سه، موجب کاهش معنی‌دار عیار قند در ریشه نشده اما در مقیاس چهار ممکن است خسارت اقتصادی باشد. این در حالی است که کاهش عملکرد محصول در هیچ یک از سطوح آلودگی، معنی‌دار نیست. البته سایر مطالعات عقیده بر کاهش عملکرد محصول در اثر خسارت گونه *P.betae* دارند Hatchison & Campbell (1994). این

موضوع نشان دهنده اختلاف توانایی دو گونه *P. fuscicornis* و *P. betae* در ایجاد خسارت به چغندرقند می‌باشد.

کاهش رطوبت خاک تأثیر قابل توجهی بر شدت خسارت این آفت دارد، بر همین اساس در کشت‌هایی که به روش نشتی (فارویی) آبیاری می‌شوند، خسارت شته در قسمت‌های مختلف مزرعه متفاوت خواهد بود زیرا در قسمت‌های اول کرت که آب بیشتری دریافت می‌کند، خسارت آفت کمتر از قسمت‌های پایین‌تر کرت می‌باشد (Harveson *et al.*, 2002; Winter,1999).

به منظور تعیین مناسب‌ترین درصد رطوبت خاک برای زاد و ولد شته *P. fuscicornis*، آزمایشی در شوروی سابق انجام شده است. بر اساس این گزارش حداکثر تولیدمثل آفت در خاک دارای رطوبت ۴۰ درصد اتفاق افتاده است (Fedorenko,1991). شرایط خشکی آب و هوا در یونان و حمله زود هنگام شته ریشه طی ماه‌های اردیبهشت و خرداد، ۳۰ تا ۵۰ درصد و حمله آفت در ماه تیر و مرداد بین ۲۰ تا ۳۰ درصد خسارت ایجاد می‌کند. انتشار شته ریشه در نواحی که دارای شرایط آب و هوایی خشک بوده و تناوب زراعی رعایت نمی‌شود و دارای علف‌های هرز اختصاصی باشد، بیشتر است. در این گزارش رعایت تناوب زراعی و کوتاه کردن فواصل آبیاری جهت مهار این آفت توصیه شده است (Ioannidis,1996).

این شته درچند ساله‌ی اخیر به شکل نسبتاً چشمگیری در استان لرستان به خصوص شهرستان بروجرد شیوع یافته است (محیسنی، مشاهدات شخصی). با توجه به محل فعالیت این آفت در زیر خاک و در محیط ریشه، مهار آن به روش‌های معمول مشکل می‌باشد. هدف از انجام این تحقیق، جستجو جهت یافتن ژنوتیپ‌های مقاوم به این آفت است تا در آینده در اصلاح ارقام چغندرقند پر محصول و مقاوم به این آفت مورد استفاده قرار گیرند.

مواد و روش ها

با توجه به محل زندگی شته *P. fuscicornis* ، دستیابی به جمعیت انبوهی از این آفت در بهار و تابستان مشکل بود زیرا تشخیص بوته‌های آلوده بسیار دشوار و برای دستیابی به یک بوته آلوده مجبور به خارج ساختن چندین بوته از زمین خواهیم بود. بنابراین اجرای این تحقیق به سه ماهه سوم سال یعنی زمان برداشت محصول موکول گردید. در این زمان، یک مزرعه بسیار آلوده در روستای قلعه نوفلکی بروجرد انتخاب و تعداد زیادی از ریشه‌های آلوده به کلنی‌های این آفت جهت آلوده‌سازی گیاهان به آزمایشگاه منتقل شد.

روش انجام این تحقیق مطابق نظر Champbell & Hatchison (1995) بود. به همین منظور قبل از برداشت محصول در منطقه، تعداد نه ژنوتیپ چغندر قند (سیمین۱، بیستون،

BR_1 کرج، CMS ×$۷۲۳۳P_{29}$، PP_{22}، IC_3 و $۷۲۳۳P_{12}$ ، دز الیت و پلی‌راو) تهیه و از هر ژنوتیپ یک خط یک متری در شرایط مزرعه کشت گردید. پس از حدود ۵۰ روز، در مرحله پنج تا شش برگی گیاهان، از هر ژنوتیپ تعداد هفت بوته سالم انتخاب و به گلدان‌های پلاستیکی به قطر ۱۱ سانتیمتر محتوی مخلوط پیت-ورمیکولیت (به نسبت ۵۰:۵۰) انتقال داده شدند. همچنین تعداد هفت عدد گیاه سلمه‌تره (*Ch. album*) نیز از مزارع اطراف جمع‌آوری و همزمان با انتقال گیاهان به گلدان‌ها، در هفت گلدان جداگانه کشت شدند. در این تحقیق از هیچ کود شیمیایی یا حیوانی استفاده نشد و گیاهان مواد غذایی مورد نیاز خود را از مخلوط پیت و ورمیکولیت دریافت می‌کردند.

قبل از انتقال گیاهچه‌ها به گلدان، ریشه‌ها با چشم غیر مسلح و با دقت مورد بررسی قرار گرفتند تا از عدم آلوده بودن آن‌ها به شته ریشه اطمینان حاصل گردد. سپس به کمک یک قلم موی نرم و ظریف روی ریشه هر گیاه تعداد پنج عدد شته ماده بالغ منتقل و گیاهان آلوده شده به داخل گلدان‌ها منتقل شدند. گلدان‌ها تحت شرایط یکسان در داخل انکوباتور و دمای ۲±۲۰ درجه سلسیوس، رطوبت نسبی ۵ ± ۷۵ درصد و دوره نوری ۱۶ ساعت روشنایی و ۸ ساعت تاریکی قرار گرفتند. آبیاری گلدان‌ها به فاصله هفتگی انجام گرفت. این آزمایش در قالب طرح کاملاً تصادفی در هفت تکرار به اجرا درآمد. هر تکرار در یک طبقه از انکوباتور قرار گرفت و بین گلدان‌ها فاصله‌ای منظور نگردید. اما جهت ایجاد شرایط نسبتاً یکسان برای همه گلدان‌ها، محل تکرارها به صورت هفتگی جابجا می‌شد. ۴۰ روز پس از انتقال گیاهان به گلدان‌ها، به منظور شمارش شته‌ها، و جلوگیری از رشد و تکثیر بیشتر شته‌ها، دمای انکوباتور یکباره به پنج درجه سانتیگراد کاهش یافت سپس با شناور نمودن ریشه و خاک اطراف آن در داخل یک ظرف آب پلاستیکی سفیدرنگ به قطر ۵۰ سانتیمتر، شته ها جمع آوری و شمارش شدند. سپس شته‌ها به دو گروه بالغ و پوره تقسیم بندی شدند (Campbell & Hatchiosn,1995). در زمان شمارش شته ها قطر ریشه گیاهان ۲±۰/۵ سانتیمتر بود.

داده های جمع‌آوری شده پس از تبدیل لگاریتمی، تجزیه واریانس شدند (SAS, 2000). مقایسه میانگین تیمارها با استفاده از آزمون دانکن در سطح پنج درصد انجام گرفت. سپس بر اساس نتایج تجزیه واریانس، تعدادی از ژنوتیپ‌ها به گروه‌های خیلی حساس، نیمه حساس و نیمه مقاوم دسته‌بندی شدند و تعدادی نیز در گروه‌های بینابینی جای گرفتند.

نتایج و بحث

در طول اجرای آزمایش، علی‌رغم مراقبت های انجام گرفته، گیاهان سلمه‌تره همگی خشک شدند. بنابراین این گونه حساس از فهرست ژنوتیپ های آزمایشی حذف گردید. شمارش جمعیت شته *P. fuscicornis* روی ژنوتیپ‌های چغندرقند و سپس تجزیه و تحلیل داده ها نشان داد که اختلاف بین تیمارها معنی‌داری بود (جدول۱).

نتایج مقایسه میانگین‌ها نشان داد که رقم سیمین۱ در گروه خیلی حساس، ژنوتیپ BR_1 کرج در گروه نیمه حساس و دو رقم دز الیت و پلی‌راو در گروه ارقام نیمه مقاوم به شته ریشه چغندرقند جای گرفتند. همچنین تراکم جمعیت شته روی رقم بیستون اختلاف معنی‌داری با دو رقم سیمین ۱ و BR_1 کرج نداشت و این رقم از نظر حساسیت به شته ریشه چغندرقند بین دو گروه خیلی حساس و حساس جای گرفت. چهار ژنوتیپ CMS ×$۷۲۳۳P_{29}$، PP_{22}، IC_3 و $۷۲۳۳P_{12}$ نیز از نظر تراکم جمعیت شته با ژنوتیپ نیمه حساس BR_1 کرج و دو رقم نیمه مقاوم دز الیت و پلی راو اختلاف آماری نداشته و از نظر درجه مقاومت به شته ریشه چغندرقند در بین این دو گروه قرار گرفتند (جدول۲).

جدول۱- تجزیه واریانس جمعیت پوره، ماده بالغ و مجموع پوره و ماده بالغ *P. fuscicornis* روی نه ژنوتیپ چغندرقند

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات		
		ماده بالغ	پوره	ماده بالغ+پوره
تیمار	۸	۰/۶۱**	۰/۷۸**	۰/۴۹**
اشتباه	۳۴	۰/۱۲**	۰/۱۹**	۰/۰۹**
ضریب تغییرات (CV)		۲۴/۸۶	۳۰/۱۰	۱۶/۷۸

** معنی‌دار در سطح ۰/۰۱

همانگونه که ملاحظه می‌گردد در مقایسه با سایر ژنوتیپ‌ها، روی دو رقم دز الیت و پلی‌راو (رقم های نیمه مقاوم) تراکم جمعیت شته بالغ نیز مشابه مجموع جمعیت پوره و حشره بالغ، بسیار پایین بود (جدول ۲). Campbell & Hatchison (1995) به منظور تفکیک ژنوتیپ ها فقط جمعیت حشرات کامل را شمارش نموده اند اما در این تحقیق علاوه بر جمعیت ماده های بالغ، جمعیت پوره ها نیز شمارش و مجموع جمعیت پوره و ماده‌های بالغ تجزیه و تحلیل شده است. زیرا همانگونه که در جدول ۲ دیده می‌شود، جمعیت پوره روی برخی از ژنوتیپ‌ها به خصوص ژنوتیپ‌های حساس بسیار قابل توجه بوده و نشان دهنده مناسب بودن میزبان برای این حشره می‌باشد. به عبارت دیگر با شمارش جمعیت پوره‌ها (علاوه بر شته‌های بالغ)، میزان زادآوری شته‌ها در طول اجرای آزمایش نیز مشخص

خواهد شد. به طوری که تجزیه و تحلیل داده‌ها بر اساس جمعیت کل شته روی ریشه‌ها نتایج قابل قبول‌تری خواهد داد.

جدول۲- مقایسه میانگین‌های جمعیت شته *P. fuscicornis* روی نه ژنوتیپ چغندرقند در شرایط آزمایشگاهی

ژنوتیپ	پوره	حشره کامل	پوره و حشره کامل	گروه‌بندی مقاومت
سیمین ۱	۱۷۱/۳ a	۱۱۸/۰ a	۲۸۹/۳ a	خیلی حساس
بیستون	۸۴/۶ ab	۸۵/۸ ab	۱۷۰/۴ ab	خیلی حساس
BR_1 کرج	۷۸/۳ abc	۳۳/۵ bc	۱۱۱/۸ bc	نیمه حساس
P_{12} ۷۲۳۳	۵۰/۳ bcd	۳۰/۰ c	۸۰/۳ cd	نیمه حساس
P_{29}×CMS ۷۲۳۳	۳۷/۴ bc	۲۲/۴ c	۵۹/۸ cd	نیمه حساس
PP_{22}	۲۳/۰ bcd	۳۱/۸ c	۵۴/۸ cd	نیمه حساس
IC_3	۱۳/۰ d	۲۹/۴ bc	۴۲/۴ cd	نیمه حساس
دز الیت	۲۸/۳ bcd	۹/۵ c	۳۷/۸ d	نیمه مقاوم
Polyrave	۱۷/۰ dc	۱۲/۸ c	۲۹/۸ d	نیمه مقاوم

حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار بین ژنوتیپ ها در سطح پنج درصد بر اساس آزمون دانکن است.

بر اساس تحقیقات صورت گرفته نرخ تولیدمثل این شته بستگی به مکانیک خاک، رطوبت، دما و تهویه آن دارد و در خاک های سبک و شنی برخلاف خاک های سنگین و فشرده، شته‌ها آزادانه توانایی حرکت داشته و با سرعت تشکیل کلنی می‌دهند (Anonnymous, 2007). دلایل استفاده از مخلوط پیت و ورمیکولیت در این تحقیق نیز، بافت بسیار سبک آن می‌باشد که شته چغندرقند بتواند به راحتی حرکت نموده و تشکیل کلنی دهد. به علاوه گیاهان مواد غذایی مورد نیاز خود را به راحتی از مخلوط فوق دریافت نموده و نیازی به مصرف کودهای شمیایی نخواهد بود. زیرا بر اساس گزارش‌های موجود، استفاده از کودهای شیمیایی باعث ایجاد حساسیت‌ها یا مقاومت‌های کاذب در گیاهان شده و رفتار واقعی ارقام مقاوم یا حساس مشخص نخواهد شد (Altieri & Nichols, 2003) بنابراین با استفاده از مخلوط پیت- ورمیکولیت که یک خاک کاملاً طبیعی و معدنی است، مقاومت واقعی گیاهان مشخص خواهد شد.

با توجه به اینکه در حال حاضر شته ریشه *P. fuscicornis* در بیشتر مناطق چغندرکاری کشور پراکندگی دارد، بنابراین بررسی حساسیت ژنوتیپ‌های چغندرقند، به خصوص در مورد ارقام جدید مورد تأکید می‌باشد. کاشت ژنوتیپ‌های چغندرقند با مقاومت نسبی در مناطق آلوده به این شته و اجتناب از کاشت ارقام حساس، به همراه اجرای مدیریت صحیح آبیاری و جلوگیری از بروز استرس آبی، به عنوان یک راهکار عملی در

مدیریت این آفت محسوب می‌گردد (Fedorenko, 1991.; Winter, 1999; Frolov, A.N. 2007, 2007).

نتایج تحقیق فوق در مرحله اولیه رشد چغندرقند و تحت شرایط آزمایشگاهی و قبل از تشکیل غده در داخل گلدان انجام گرفته است و این ژنوتیپ‌ها باید تحت شرایط طبیعی مزرعه و در مناطق آلوده به این آفت نیز مورد ارزیابی قرار گیرند تا تأثیر این آفت بر وزن ریشه و عیار قند نیز مشخص شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد که همه ساله تعداد ژنوتیپ‌های بیشتری از نظر مقاومت به این آفت مورد بررسی قرار گیرند.

سپاسگزاری

از آقای مهندس محمدحسن کوشکی رییس وقت ایستگاه تحقیقات کشاورزی بروجرد به خاطر فراهم نمودن امکانات اجرای این تحقیق و از آقایان بهروز کمانکش و مهدی یاراحمدی به خاطر همکاری در اجرای آن حاضر تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

Ahmadi, A., Akhiani, A & Hojjat, S.H. 1995. The first report of Sugar beet root aphid in Isfahan. *The First National Conference of Sugar Beet in Iran, Isfahan.* p. 40.

Altieri, M.A. & Nichols, I.N. 2003. Soil fertility management and insect pests: harmonizing soil and plant health in agroecosystems. *Soil and Tillage Resaerch,* 72:203-211.

Frolov, A.N. 2007. *Pemphigus fuscicornis-Suger Beet Root Aphid*. In: A.N. Afonin, S.L. Green, N. Dzyubenko, A.N. Forlov. Internactive Agricultural Ecological Atlas of Russia and Neighboring Counties. Avaliable from URL: http://www.agroatlas.ru /en/content/ pests/Pemphigus_ fuscicornis/ (accessed April 2009)

Bosch, B. & Duda, A. 1994. Overwintering behaviour of the sugarbeet root aphid. *Zuckerrube*, 43: 188-189.

Campbell. C.D. & Hatchiosn, W.D. 1995. Sugarbeet resistance to Minnesota population of sugarbeet root aphid (Homoptera: Aphidiade). *Journal of Sugarbeet Research*, 32(1):37-46.

Fedorenko, V.P. 1991. The optimal humidity regime for the beet root aphid. *Zashchita-Rastenii*, 12,26-27.

Harveson, R.M., Hein, L., Smith, J.A., Wilson, R.G. & Yonts, C.D. 2002. An integrated approach to cultivar evaluation and selection for improving sugar beet profitability, A successful case study for the central high plains. *Plant Disease,* 86 (3): 192-204.

Hutchison, W.D. & Campbell, C.D. 1994. Economic impact of sugarbeet root aphid (Homoptera:Aphidiae) on sugarbeet yield and quality in southern Minnesota. *Journal of Economic Entomology*, 87(2):465-475.

Ioannidis, P.M. 1996. The effect of the root aphid *Pemphigus fuscicornis* Kock. on sugarbeet. *The Canadian Entomologist*, 95:269-276.

Mamontova, V.A. 1975. The beet root aphid. *Zushchita Rasteni*, 10: 3-35.

Rezaei, V. 1996. *Sugar Beet Root Aphid in Isfahan.* M.Sc. Thesis, Agricultural Entomology, Shahid Chamran University, Ahwaz, Iran.

Rezvani, A. 1993. The fauna of sugar beet root aphids in Iran. *Journal of Entomological Society of Iran*, 15: 45-51.

SAS Institute. 2000. SAS/STAT *User`s Guide, relase version 8.2.* SAS Institute, Cary, North Carolina.

Toth, P., Tancik, J.I., Tothova, M. & Pacuta, V. 2006. Distribution, host plant and natural enemies of sugar beet root aphid (*Pemphigus fuscicornis*) in Slovakia. *Zbornic Matice Srpske Za Prirodne Nauke*, 110, 221-226.

Toth, P., Tothova, M. & Tancik, J. 2004. First records of *Pemphigus fuscicornis* (Homoptera, Pemphigidae) from Slovakia. *Biologia, Bratislava,* 59(2): 271-272.

Winter, S.R. 1999. Root aphid infestation relationship to agronomic performance and field position in furrow irrigated sugarbeet cultivar comparisons. *Journal of Sugar Beet Research*, 36:1-13.

Zarrabi, M. 2007. Effect of sugar beet root aphid, *Pemphigus fuscicornis* (Homoptera: Pemphigidae), on sugar beet yield and quality in Iran. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 10(19): 3462-3465.