

مقایسه فراوانی و تنوع گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار موجود در زراعت گندم در سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی و متداول در منطقه زرقان فارس

حسین پژمان^۱✉، لادن جوکار^۲ و مرتضی زارع مویدی^۳

۱ و ۲- به ترتیب استادیار بخش تحقیقات گیاه‌پزشکی، محقق بخش تحقیقات بذر و نهال؛ مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران؛ ۳- دانش آموخته گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، ایران (تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۵؛ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۶)

چکیده

در این پژوهش، فراوانی و تنوع گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار موجود در زراعت گندم در سه سامانه‌ی کشت بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول در دو فصل زراعی متوالی مطالعه شد. نمونه‌برداری در تمام مراحل رشدی گندم و با استفاده از کارت‌های زرد چسبنده، دستگاه مکش و تله‌های خاکی صورت گرفت. از نرم افزار Past برای محاسبه شاخص‌های تنوع شانون-وینر، سیمپسون، برگر-پارکر و شاخص یکنواختی پیلوژی استفاده شد. گونه‌ی *Psammotethix alianus* با فراوانی ۳۰/۱ درصد تنها گونه فوق‌غالب در سامانه‌ی کم‌خاک‌ورزی و گونه‌های *Malachius bipustulatus* (26.13%) و *Haplothrips tritici* (14%) گونه‌های غالب سامانه‌ی مذکور بودند. در سامانه بی‌خاک‌ورزی *P. alianus* (25.6%)، *H. tritici* (24.91%)، *Petrobia latens* (12.28%) و در سامانه متداول *P. alianus* (26.66%) و *M. bipustulatus* (22.78%) گونه‌های غالب بودند. شاخص شانون در سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول به ترتیب ۲/۲۵، ۲/۱۳، ۲/۲۶، سیمپسون ۰/۸۴، ۰/۸۱، ۰/۸۴، برگر-پارکر ۰/۲۵، ۰/۳۰، ۰/۲۶ و پیلوژی ۰/۶۸، ۰/۶۴ و ۰/۶۷ تعیین شد. در کل، فراوانی بندپایان در سامانه متداول اختلاف معنی‌دار با سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی نشان داد. همچنین شاخص‌های تنوع و یکنواختی در سامانه کم‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار با سامانه‌های متداول و بی‌خاک‌ورزی نشان داد.

واژه‌های کلیدی: بندپایان گیاه‌خوار، تنوع گونه‌ای، خاک‌ورزی حفاظتی، خاک‌ورزی متداول.

Comparison of abundance and species diversity of herbivorous arthropods in wheat fields under conservation and conventional tillage systems in Zarghan region (Fars province, Iran)

H. PEZHMAN¹✉, L. JOKAR² and M. ZARE MOAYEDI³

1 and 2- Assistant Professor, Plant Protection Research Department; Researcher, Seed and Plant Improvement Research Department; Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran; 3- MSc. graduated, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran

Abstract

In this research, the abundance and species diversity of herbivorous arthropods in wheat fields under no tillage (NT), minimum tillage system (MT) and conventional tillage system (CT) were compared during two successive growing seasons. Sampling was done by pitfall traps, yellow sticky cards and D- vac device during wheat growth stages. Diversity indices (Shannon - Wiener, Simpson, and Berger-Parker) and Pileos evenness Index (J) were determined by Past software. *Psammotithix aliens* (30.1%) was the only eudominant pest species which found in MT system. Dominant pest species in MT were *Mallachius bipustulatus* (26.13%) and *Haplothrips tritici* (14%) while in NT were *Psammotithix aliens* (25.6%), *Haplothrips tritici* (24.91%), *Petrobia latens* (12.28%) and in CT were *Psammotithix aliens* (26.66%) and *Mallachius bipustulatus* (22.78%) respectively. Shannon index in NT, MT and CT were 2.25, 2.13 and 2.26, While Simpson and Berger- parker indices were 0.84, 0.81, 0.84 and 0.25, 0.30, 0.26 respectively. As well as, J index in mentioned systems were 0.35, 0.31 and 0.34 respectively. In conclusion, herbivorous arthropods abundance in CT showed significant difference with MT and NT systems. As well as, diversity and evenness indices in MT showed significant difference with NT and CT systems.

Key words: Conservation tillage, conventional tillage, herbivorous arthropods, species diversity.

مقدمه

خاک‌ورزی حفاظتی^۱ نوعی سامانه‌ی تولید است که در آن حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک به وسیله‌ی بقایای گیاهی پوشیده می‌شود (Reeder, 2000; Jasa et al., 2000). تحقیقات در زمینه خاک‌ورزی حفاظتی در دهه‌ی ۱۹۶۰ شروع شد و ابداع بذرکارهای مخصوص و تولید انواع علف‌کش‌ها در این دهه، دو عامل اصلی توسعه‌ی کشاورزی حفاظتی در سطوح تجاری شد (Huggins and Reganold, 2008). خاک‌ورزی حفاظتی شامل سامانه‌های متعدد از جمله بی‌خاک‌ورزی^۲، شخم‌نواری^۳، شخم روی پشته^۴ و کم‌خاک‌ورزی^۵ است (Jasa et al., 2000). خاک‌ورزی حفاظتی در طول دو دهه گذشته برای انواع مزارع با اندازه‌های مختلف، انواع خاک و محصولات و انواع اقلیم‌ها ابداع و توسعه یافته است (Horowitz et al., 2010). اصول کلی خاک‌ورزی حفاظتی بر سه اصل کلی حفظ و مدیریت بقایای گیاهی (پوشش حداقل ۳۰ درصد از سطح خاک با بقایای گیاهی)، حداقل عملیات خاک‌ورزی و اجرای تناوب زراعی مناسب استوار می‌باشد (FAO, 2009).

مساحت کشت حفاظتی در دنیا در سال ۲۰۱۲ معادل ۱۲۴/۷۹۸ میلیون هکتار برآورد شده است و کشورهای ایالت متحده آمریکا، برزیل، آرژانتین، کانادا و استرالیا به ترتیب پنج کشور اول دنیا از نظر توسعه سطوح کشت حفاظتی بشمار می‌روند (Friedrich et al., 2012). مزایای مهم کشاورزی حفاظتی شامل کاهش فرسایش خاک، حفظ رطوبت خاک، افزایش تنوع زیستی، افزایش مواد آلی، بهبود خواص فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیک خاک، افزایش پدیده تثبیت کربن خاک و کاهش گازهای گلخانه‌ای، کاهش مصرف سوخت به میزان ۵۰ تا ۸۰ درصد، کاهش نیروی کارگری به میزان ۳۰ تا ۵۰ درصد، کاهش هزینه‌های سرویس و نگهداری

ماشین‌آلات، کاهش تلفات عناصر غذایی به خصوص نیتروژن، و صرفه‌جویی در مدت زمان عملیات خاک‌ورزی می‌باشد (Lascano et al., 1994; Bronson et al., 2001; Sullivan, 2003;) (Horowitz et al., 2010; Meijer and Jordan, 2010). در مقابل، ریسک ظهور و طغیان برخی آفات، بیماری‌ها و علف‌های هرز جدید، وابستگی به مصرف بیشتر آفت‌کش‌ها به خصوص علف‌کش‌ها، کاهش دمای خاک و امکان تاخیر در رشد و نمو گیاه، افزایش فشردگی و کاهش میزان تهویه خاک و نیاز بیشتر به کودهای ازته در اوایل فصل رشد از مهم‌ترین معایب سامانه‌های کشت حفاظتی می‌باشند (Bradley, 1995; Hill, 2000; Huggins and Reganold, 2008; Horowitz et al., 2010). از نظر میزان خسارت آفات بین نظام‌های کشاورزی متداول و حفاظتی تفاوت‌های وجود دارد. عواملی نظیر مدت خاک‌ورزی حفاظتی، چرخه‌های (تناوب) زراعی مورد استفاده، میزان محصولات پوششی یا کمپوست مصرفی و برنامه‌های سمپاشی بر میزان خسارت آفات موثر هستند (Mahdavi Damghani et al., 2007).

کشت حفاظتی معمولاً باعث افزایش تنوع زیستی و فعالیت‌های عوامل بیولوژیک در سطح و درون خاک می‌شود (Gergory and Musik, 1976; Friedrich et al., 2012). شخم حفاظتی با تأثیر روی خواص فیزیکی خاک و خرد زیستگاه‌ها بر پویایی جمعیت آفات گیاهان زراعی و دشمنان طبیعی آنها، جمعیت علف‌های هرز و برنامه آبیاری اثر می‌گذارد و در نهایت رشد، تکامل و میزان محصول را تحت تأثیر قرار می‌دهد (Shrestha and Parajulee, 2010). تنوع زیستی سوسک‌های کارابیده در کشت حفاظتی و کشت‌های ارگانیک بیشتر از کشت متداول بوده است (Hatten et al., 2007)، همچنین فراوانی جمعیت، نوع گونه‌ها و میزان زیست توده سوسک‌های شکارگر زمینی در مزارع کشت حفاظتی سویا بیشتر از کشت متداول بوده است (House and Stinner, 1983). کشت گندم به روش حفاظتی (کم‌خاک‌ورزی) سبب افزایش جمعیت حلزون‌ها شده است. دامنه تأثیر این سامانه بر

۱- Conservation agriculture

۲- No tillage

۳- Strip tillage

۴- Ridge tillage

۵- Minimum tillage

بندپایان آفات به ویژه در چند سال اول ایجاد کند (Blumberg and Grossely, 1982). با توجه به اینکه توسعه کشت حفاظتی گندم به دو روش بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی در استان فارس به عنوان راهکاری موثر برای حفظ خاک، کاهش اثرات نامطلوب پدیده خشکسالی و کم‌آبی و همچنین کاهش هزینه‌ها خاک‌ورزی مد نظر قرار گرفته است، بررسی اثرات جانبی توسعه کشت حفاظتی گندم بر سایر عوامل موثر در تولید گندم از جمله بندپایان گیاهخوار (آفت) موجود در این زراعت کاملاً ضروری می‌باشد. در این پژوهش فراوانی جمعیت و تنوع گونه‌ای بندپایان گیاهخوار (با تاکید بر گونه‌های آفت) موجود در زراعت گندم در منطقه زرقان فارس (منطقه با آب و هوای معتدل) در دو سامانه کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با سامانه کشت متداول گندم مورد مطالعه قرار گرفت.

روش بررسی

این مطالعه در دو فصل زراعی متوالی (۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲) در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس واقع در ۲۵ کیلومتری شمال شیراز اجرا شد. قطعه زمینی زراعی که در فصل زراعی قبل گندم در آن کاشته شده بود، انتخاب و به سه قسمت مساوی نیم‌هکتاری (ابعاد ۱۰۰ × ۵۰ متر) تقسیم شد. بین قطعات حداقل ده متر فاصله گذاشته شد. در هر یک از این قطعات یکی از شیوه‌های خاک‌ورزی متداول، کم‌خاک‌ورزی و بی‌خاک‌ورزی اعمال شد. در قطعه بی‌خاک‌ورزی با حفظ حداقل ۳۰ درصد بقایای گیاهی محصول کشت قبل (گندم)، هیچ‌گونه عملیات خاک‌ورزی در مزرعه (شخم و دیسک و ...) قبل از کاشت بذر انجام نشد. عملیات کاشت بذر در هر دو فصل زراعی در نیمه دوم آبان ماه و با استفاده از دستگاه بذرکار کشت مستقیم (اس- فوجیا)^۶ ساخت کشور ایتالیا انجام شد. سامانه آبیاری در کلیه قطعات از نوع سطحی (نواری) و تعداد نوبت‌های

جمعیت مگس کاه و کلش گندم *Mayetiola destructor* Say (Dip: Cecidiomyiidae) از صفر تا خیلی زیاد و در ارتباط با شسته روسی گندم *Diuraphis noxia* Kurdjumov (Hem: Aphididae) و کنه برگ گندم صفر تا متوسط گزارش شده است (McGuire, 2000).

استان فارس از استان‌های پیشرو در زمینه کشاورزی حفاظتی در زراعت‌های مختلف از جمله گندم است و خاک‌ورزی حفاظتی به شکل مدرن و مکانیزه از سال ۱۳۸۳ آغاز شده است و با توسعه سریع آن، میزان سطوح کشت حفاظتی در فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۰ به حدود ۲۸۵ هزار هکتار رسید که زراعت گندم آبی با ۱۷۰ هزار هکتار سطوح کشت حفاظتی (۲۰ هزار هکتار بی‌خاک‌ورزی و ۱۵۰ هزار کم‌خاک‌ورزی) بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است (Afzalnia et al., 2010). در سامانه کشت متداول گندم فعالیت بیش از ۷۰ گونه آفت در کشور گزارش شده است (گزارش منتشر نشده رضاییگی و رجبی). در این سامانه سن گندم آفت کلیدی بوده و سایر گونه‌ها در زمره آفات درجه دوم و سوم قرار داشتند (Boromand et al., 1998). اغلب گونه‌های آفات گندم مانند کنه قهوه‌ای گندم *Petrobia latens* Muller (Prostigmata: Tetranychidae)، تریپس گندم *Haplothrips tritici* (Thysanoptera: Phloeothripidae)، کرم‌های طوقه‌بر *Agrotis* spp. (Lep: Noctuidae)، پروانه منیور گندم *Syringopais temperatella* Lederer (Lep: Scythiridae)، سوسک قهوه‌ای *Anisoplia leucaspis* Cast (Col Carabaeidae) و سیاه گندم *Zabrus tenebrioides* Goeze (Col: Carabaeidae) انواع کرم‌های مفتولی و ریشه، زنبور ساقه‌خوار گندم *Cephus pygmaeus* L. (Hym: Cephidae) و برخی از گونه‌های شته و اغلب گونه‌های دوبالان زیان آور گندم تمام یا بخشی از چرخه زندگی خود را در خاک و بقایای گیاهی می‌گذرانند (Behdad, 1989; Nemati and Pezhmann, 2014). منابع نشان می‌دهد که تغییر سامانه‌های کشت و توسعه سامانه‌های خاک‌ورزی حفاظتی ممکن است مشکلاتی را در مدیریت

جلوگیری از ریزش باران و گرد و خاک درون بطری‌ها، پوشش محافظ شامل دو عدد آجر و یک عدد موزائیک ساختمانی روی هر تله قرار داده شد. تله‌ها معمولاً هر دو هفته یک بار بازدید و محتویات درون آنها به ظروف پلاستیکی منتقل و پس از نصب برچسب به آزمایشگاه منتقل شد. نمونه‌های درشت پس از خشک کردن اتاله شدند و نمونه‌های ریز و ظریف درون شیشه‌های حاوی الکل اتیلیک ۷۰ درصد قرار گرفتند.

برای نمونه‌برداری از بندپایان فعال روی اندام هوایی گیاه گندم از کارت‌های چسبنده زرد رنگ^۷ و دستگاه دی وک^۸ و در مواردی جمع‌آوری مستقیم اندام‌های گیاهی (خوشه، برگ، ساقه) استفاده شد. در هر قطعه خاک‌ورزی چهار عدد کارت چسبی زرد رنگ استفاده شد. این کارت‌ها از اوایل اسفند ماه (شروع پنجه‌زنی گندم) در قطعات خاک‌ورزی نصب و تا زمان برداشت گندم نگهداری شدند. کارت‌ها ساخت شرکت راسل و به ابعاد ۱۰×۲۵ سانتی‌متر بودند. در هر قطعه دو عدد پایه چوبی با ارتفاع ۱۲۰ سانتی‌متر و با فاصله ۲۰ متر از هم روی مرز وسط هر قطعه نصب شد. روی هر پایه سوراخ‌هایی با فواصل ۲۰ سانتی‌متر تعبیه شد و هم‌زمان با رشد بوته‌های گندم، ارتفاع محل استقرار کارت‌ها افزایش یافت. روی هر پایه چوبی دو عدد کارت زرد رنگ به صورت عمودی و در جهت‌های شرقی غربی نصب شد. با شروع مرحله ساقه‌دهی و مناسب شدن شرایط مزرعه گندم برای استفاده از دستگاه مکش، برای جمع‌آوری بندپایان اندام هوایی گندم در هر سه مزرعه آزمایشی از دستگاه مکش وارداتی توسط شرکت مهندسی پارس ایران (CDC Back pack Aspirator 2846) استفاده شد. قطر دهانه لوله مکنده این دستگاه ۱۳ سانتی‌متر بود. نمونه‌برداری‌ها در هر مزرعه در مسیر ثابت (مرز طولی وسط هر مزرعه) و به طول ۱۰۰ متر انجام شد. فواصل نمونه‌برداری‌ها دو هفته یکبار بود. نمونه‌های جمع‌آوری

آبیاری در سال اول و دوم به ترتیب هفت و هشت نوبت بود. در هر دو فصل زراعی، هیچ‌گونه حشره‌کش یا قارچ‌کش در قطعات آزمایشی استفاده نشد. عملیات کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ و باریک‌برگ در مرحله پنجه‌زنی با استفاده از علف‌کش‌های مناسب و متداول انجام شد. در قطعه کشت کم‌خاک‌ورزی مقداری از بقایای گندم با استفاده از پنجه‌غازی از زمین خارج و مقدار بقایا بین ۱۵ الی ۳۰ درصد حفظ شد و سپس زمین خاک‌ورز مرکب زده شد. کاشت بذرها هم‌زمان با کاشت دو قطعه (بی‌خاک‌ورزی و متداول) دیگر با بذر پاش دوار (سانتریفیوژ) انجام شد و سپس عملیات فارو (ایجاد جوی و پشته) و مرزبندی صورت گرفت. در مزرعه کشت متداول، بقایای گیاهی سال قبل با استفاده از دستگاه پنجه‌غازی از زمین خارج و با گاواهن دو طرفه برگردان‌دار زمین شخم زده شد و سپس عملیات دیسک و ماله کشی اجرا شد. عملیات کاشت بذر با کمک کودپاش دوار انجام و پس از فارو زدن، مزرعه مرزبندی شد. بذر مصرفی در هر سه سامانه خاک‌ورزی از نوع پیش‌تاز و میزان مصرف آن در هر قطعه ۱۰۰ کیلوگرم بود. در هر دو فصل زراعی، قبل از بذر کاری مقدار ۱۰۰ کیلوگرم کود فسفات آمونیوم در هر سه قطعه به طور یکنواخت با کود پاش دوار پاشیده شد. همچنین در هر قطعه ۱۲۰ کیلوگرم کود اوره به صورت سرک در دو مرحله (انتهای مرحله پنجه‌زنی و ابتدای مرحله خوشه‌دهی) استفاده شد. نمونه برداری‌ها اغلب هر دو هفته یکبار (در صورت مساعد بودن شرایط مزرعه برای ورود به آن) و در کلیه مراحل فنولوژیکی رشد گندم (مرحله پنجه‌زنی، ساقه‌دهی، خوشه‌دهی، تشکیل دانه) صورت گرفت. برای نمونه‌برداری از بندپایان خاک‌زی از تله‌های خاکی استفاده شد. بطری‌های پلاستیکی شیشه‌ای به حجم ۵۰۰ میلی‌لیتر انتخاب و حدود ۲۵۰ میلی‌لیتر آب حاوی فرمالین ۴ درصد (Khanjani and Khalghani, 2008) داخل آنها ریخته شد. در هر قطعه، ۴ بطری با فواصل ۲۵ متر از یکدیگر روی مرزهای وسط مزرعه و هم‌سطح با لایه خاک سطحی درون خاک نصب شد. به منظور

۷- Yellow Sticky Cards

۸-D vac

$$D = \sum_{i=1}^s \left(\frac{2}{P_i} \right) \quad \text{فرمول ۲}$$

$$d = N_{\max}/N \quad \text{فرمول ۳}$$

$$\text{Pileos's evenness index (J)} = H/\ln s \quad \text{فرمول ۴}$$

$H =$ شاخص تنوع شانون-وینر (Shannon -Wiener diversity index); $P_i =$ درصد فراوانی هر گونه که از رابطه $P_i = n_i/N$ بدست می آید؛ $n_i =$ تعداد افراد یک گونه خاص (i ام) در کل نمونه؛ $N =$ تعداد کل افراد نمونه؛ $D =$ شاخص غالبیت سیمپسون (Simpson index); $d =$ شاخص برگر-پارکر (Berger-Parker index); $N_{\max} =$ تعداد افراد غالب‌ترین گونه‌ها در نمونه و S مساوی با تعداد گونه‌های مشاهده شده است. مقدار عددی شاخص تنوع سیمپسون (Simpson diversity index) در مقالات علمی به صورت I-D محاسبه و نشان داده می‌شود.

نتیجه و بحث

فراوانی و ترکیب گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی: در مجموع ۲۷ گونه بندپای گیاه‌خوار متعلق به نه راسته (هشت راسته از حشرات و یک راسته از کنه‌ها) و چهارده خانواده (سیزده خانواده حشره و یک خانواده کنه) از هر سه سامانه‌ی خاک‌ورزی جمع‌آوری شد. بیشترین تعداد گونه‌های شناسایی شده به خانواده‌های Cicadellidae (هفت گونه) و Chloropidae (چهارگونه) اختصاص داشت. تعداد گونه‌ها در هر سه سامانه کشت بی‌خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و متداول مشابه، اما درصد فراوانی کل گونه‌های جمع‌آوری شده و هر یک از گونه‌ها در سامانه‌های یاد شده متفاوت بود. در مجموع دو فصل زراعی، تعداد ۱۷۲۰۳ عدد بندپای گیاه‌خوار از کل سامانه‌ها جمع‌آوری شد که سامانه بی‌خاک‌ورزی با مجموع فراوانی مطلق ۶۲۷۷ عدد بندپای در دو فصل زراعی، اختلاف معنی‌دار با دو سامانه دیگر در سطح پنج درصد نشان داد ($P \leq 0.05$). درصد فراوانی بندپایان جمع‌آوری شده در سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی، کم خاک‌ورزی و متداول به ترتیب

شده در هر قطعه آزمایشی به کیسه‌های پلاستیکی بزرگ منتقل و پس از نصب برچسب (تاریخ، نام قطعه، مرحله رشدی) به آزمایشگاه منتقل شدند. کیسه‌های حاوی نمونه به مدت یک ساعت درون فریزر با دمای ۱۸ درجه زیر صفر قرار گرفت تا نمونه‌های درون کیسه کشته شوند. نمونه‌ها برحسب نوع راسته، اندازه و ظرافت بدن مطابق با روش‌های متداول و استاندارد ذکر شده در منابع تفکیک و نگهداری شدند (Malek-Milani, 1992). شناسایی نمونه‌ها با استفاده از بینوکولار با بزرگنمایی متفاوت و بر اساس خصوصیات ظاهری اندام‌های مختلف بدن و با استفاده از کتاب‌های مرجع و منابع اینترنتی صورت گرفت. در مواردی نیز برخی از گونه‌ها برای شناسایی و یا تایید به موسسه تحقیقات گیاه پزشکی ارسال شد.

فراوانی و ترکیب گونه‌ها در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی با روش گروه‌بندی هیدمن (Weigmann, 1973) تعیین شد. در این گروه‌بندی، گونه‌های جمع‌آوری شده در هر سامانه به پنج گروه فوق‌غالب^۱، غالب^۲، نسبتاً غالب^۳، کمیاب^۴ و خیلی کمیاب^۵ و به ترتیب با فراوانی بیش از ۳۰ درصد، بین ۱۰ الی ۳۰ درصد، ۵ الی ۱۰ درصد، ۱ الی ۵ درصد و زیر ۱ درصد گروه‌بندی شدند. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبه شاخص‌های تنوع و یکنواختی از نرم افزار Past استفاده شد (Hammer et al., 2001). برای تعیین مقادیر شاخص‌های تنوع شانون، سیمپسون و برگر-پارکر به ترتیب از فرمول‌های یک تا سه و برای تعیین شاخص یکنواختی پیلوجی از فرمول چهار استفاده شد (Magurran, 1988). برای مقایسه شاخص‌های یاد شده بین سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی از آزمون بوت استرپ (Bootstrap) استفاده شد.

$$H = \sum_{n=1}^i P_i \times \ln(P_i) \quad \text{فرمول ۱}$$

- ۹- Eudominant
- ۱۰- Dominant
- ۱۱- Sub dominant
- ۱۲- Rare
- ۱۳- Sub rare

ورزی مشاهده شد. گونه‌های غالب در سامانه‌ی کم‌خاک‌ورزی شامل *Haplothrips tritici* و *Malachius bipustulatus* (23%) و *P. alianus* (16.7%)، در سامانه‌ی بی‌خاک‌ورزی شامل *H. tritici* (23.91%) و *P. latens* (12.28%) و در سامانه‌ی متداول شامل *P. alianus* (25.9%) و *H. tritici* (17.1%) و *M. bipustulatus* (20.78%) بود (شکل ۱).

۳۶/۴، ۳۳/۱ و ۳۰/۳۵ درصد برآورد شد (جدول ۱). بر اساس گروه‌بندی هیدمن (Weigmann, 1973)، بیش از ۸۳ درصد گونه‌های جمع‌آوری شده در هر یک از سامانه‌های خاک‌ورزی را گونه‌های کمیاب و خیلی کمیاب تشکیل دادند (جدول ۲). گونه‌ی *Psammotethix alianus* با فراوانی ۳۰/۳۸ درصد تنها گونه فوق‌گالب بود که در سامانه‌ی کم‌خاک

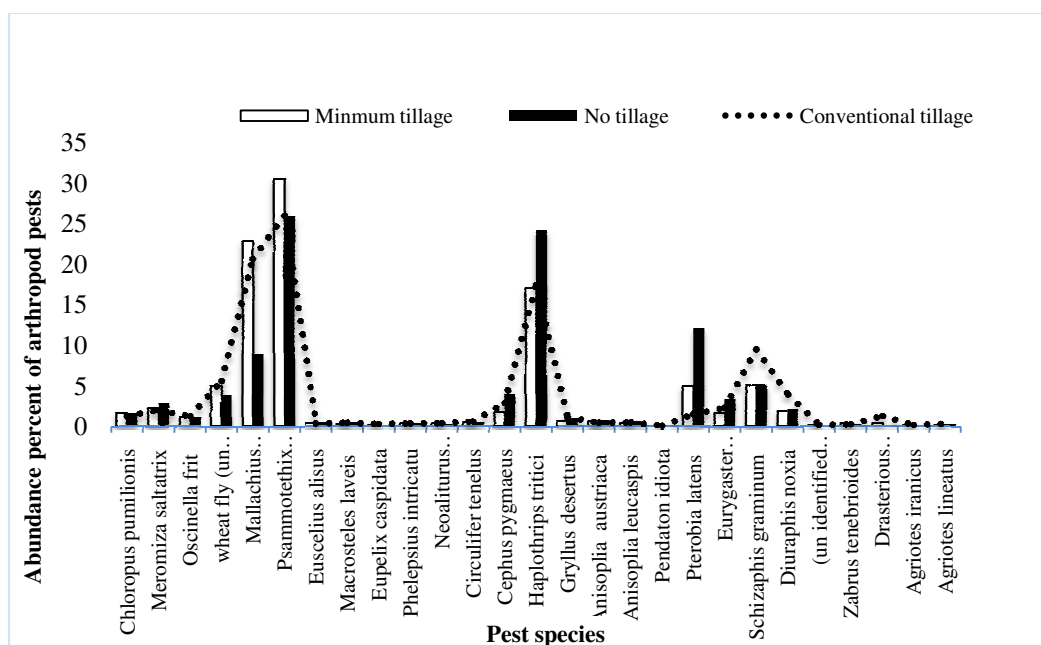
جدول ۱- فراوانی مطلق جمعیت بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در

ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳

Table 1. Population absolute abundance of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014)

Tillage Systems	Cumulative population abundance/year			Population abundance %
	1 st . year	2 nd . year	Total	
Conventional tillage	3007a	2215b	5222b	30.35
No tillage	2926b	3351c	6277a	36.4
Minimum tillage	3401c	230a	5704c	33.1
Total	9334a	7869b	17203	100

Means with same letters in each column are not significantly different using bootstrap test ($P \leq 0.05$).



شکل ۱- میانگین درصد فراوانی گونه‌های بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی

در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳.

Fig. 1. Average abundance percent of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014)

جدول ۲- ترکیب گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی، بی‌خاک‌ورزی و متداول بر اساس گروه‌بندی هیدمن (Weigmann, 1973).

Table 2. Species composition of herbivorous arthropods in wheat fields under conventional (CT), no till (NT) and minimum tillage (MT) systems according to Heydmanns classification

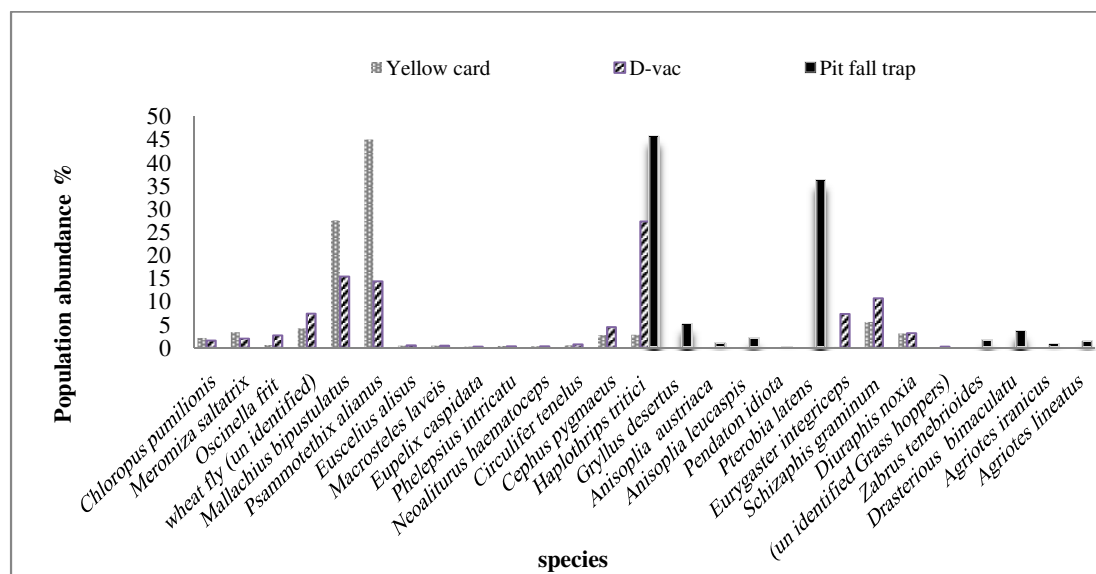
Species composition	Eu-dominant (>30%)			Dominant (>10<30%)			Sub dominant (>5<10%)			Rare (>1<5%)			Sub rare (<1%)		
	MT	CT	NT	MT	CT	NT	MT	CT	NT	MT	CT	NT	MT		
<i>Chloropus pumilionis</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.2	1.6	1.6	-	-	-		
<i>Meromiza saltatrix</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.9	2.8	2.2	-	-	-		
<i>Oscinella frit</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.18	1.14	1.10	-	-	-		
wheat fly (un identified)	-	-	-	-	5.5	-	-	-	3.8	4.9	-	-	-		
<i>Mallachius bipustulatus</i>	-	20.7	-	23	-	9	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Psammotethix alianus</i>	30.38	25.9	25.8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Euscelius alisus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.31	0.49	0.39		
<i>Macrosteles laveis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.42	0.43	0.31		
<i>Eupelix caspidata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.26	0.15	0.18		
<i>Phelepius intricatu</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.32	0.33	0.32		
<i>Neoliturus haematoceps</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.36	0.23	0.32		
<i>Circulifer tenelus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.58	0.51	0.46		
<i>Cephus pygmaeus</i>	-	-	-	-	-	-	-	2.7	3.9	1.6	-	-	-		
<i>Haplothrips tritici</i>	-	17.1	23.9	16.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
<i>Gryllus desertus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.09	-	-	-	0.97	0.60		
<i>Anisoplia austriaca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.41	0.67	0.61		
<i>Anisoplia leucaspis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.44	0.6	0.37		
<i>Pendaton idiota</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.04	-	-		
<i>Pterobia latens</i>	-	-	12	-	-	-	-	1.4	-	4.9	-	-	-		
<i>Eurygaster integriceps</i>	-	-	-	-	-	-	-	2.2	3.2	1.5	-	-	-		
<i>Schizaphis graminum</i>	-	-	-	-	9.4	5.1	5.04	-	-	-	-	-	-		
<i>Diuraphis noxia</i>	-	-	-	-	-	-	-	3.8	2.1	1.82	-	-	-		
Grass hopper	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.04	0.18		
<i>Zabrus tenebrioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	0.30	0.39		
<i>Drasterious bimaculatu</i>	-	-	-	-	-	-	-	1.23	-	-	-	0.18	0.37		
<i>Agriotes iranicus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.07	0.13		
<i>Agriotes lineatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.28	0.22	0.19		
Total species	1	2	3	2	2	2	1	9	7	8	13	14	14		

(۱۵/۴۴٪)، زنجبرک ساموتیتیکس (۱۴/۳۹٪)، شته معمولی گندم (۱۰/۷۳٪) و مگس سیاه گندم (۷/۴۴٪) تشکیل دادند. حدود ۷۳ درصد از نمونه‌های جمع‌آوری شده توسط کارت‌های زرد چسبنده را زنجبرک ساموتیتیکس (۴۵/۰۴٪) و سوسک گل‌خوار سبز (۲۷/۴۹٪) تشکیل دادند و ۸۰ درصد از

کارایی وسایل نمونه برداری: دستگاه مکش و کارت‌های زرد چسبنده، هر یک ۱۸ گونه بندپای و تله‌های خاکی در کل ۱۰ گونه بندپای شکار کردند. بیش از ۷۵ درصد جمعیت نمونه‌برداری شده توسط دستگاه مکش را پنج گونه شامل تریپس گندم (۲۷/۵٪)، سوسک گل‌خوار سبز

۴۲/۰۳، ۹۶/۴۰ و ۱۱۸/۵۶ تعیین شد. واریانس کمتر نشان دهنده کارایی بهتر روش نمونه‌برداری است و به این ترتیب دستگاه مکش برای جمع‌آوری بندپایان گندم از کارایی بیشتری نسبت به دو روش دیگر برخوردار است.

بندپایان جمع‌آوری شده توسط تله‌های خاکی به دو گونه‌ی خاک‌زی تریپس گندم (۴۵/۶٪) و کنه قهوه‌ای گندم (۳۶/۱۲٪) تعلق داشت (شکل ۲). میزان واریانس جمعیت در دستگاه مکش، کارت‌های زرد چسبنده و تله‌های خاکی به ترتیب



شکل ۲- میانگین درصد فراوانی گونه‌های بندپای گیاه‌خوار در زراعت گندم در روش‌های مختلف نمونه‌برداری

در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان فارس در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۳-۱۳۹۴

Fig. 2. Mean of abundance percent of herbivorous arthropod species in wheat fields, various sampling systems, Zarghan research station and two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014)

اما این دو سامانه اختلاف معنی‌دار با سامانه کم‌خاک‌ورزی نشان دادند ($P \leq 0.05$). (جدول ۳).

ب: شاخص تنوع سیمپسون: در سال اول آزمایش، شاخص تنوع سیمپسون در هر سه سامانه بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P \leq 0.05$). بیشترین میزان شاخص به سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی (۰/۸۵) و کمترین میزان شاخص به سامانه کم‌خاک‌ورزی (۰/۷۴) تعلق داشت. در سال دوم آزمایش نیز بین هر سه سامانه اختلاف معنی‌دار مشاهده شد ($P \leq 0.05$). و سامانه‌های خاک‌ورزی متداول (۰/۸۰) و بی‌خاک‌ورزی (۰/۷۶) به ترتیب بیشترین و کمترین مقادیر عددی شاخص سیمپسون را به خود اختصاص دادند. در مجموع طی دو سال آزمایش، سامانه خاک‌ورزی متداول و بی‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار نداشتند

مقایسه شاخص‌های تنوع گونه‌ای بندپایان گیاه‌خوار در

زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی:

الف: شاخص تنوع شانون- وینر: در سال اول آزمایش، شاخص تنوع شانون در هر سه سامانه بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P \leq 0.05$). بیشترین و کمترین میزان شاخص تنوع شانون به ترتیب به سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی با مقادیر ۲/۳۹ و ۱/۹۲ تعلق داشت. در سال دوم سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی (سامانه‌های حفاظتی) با هم اختلاف معنی‌دار نداشتند ($P \geq 0.05$), اما اختلاف آنها با سامانه خاک‌ورزی متداول (۲/۰۹) معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$). در مجموع طی دو سال آزمایش، شاخص تنوع شانون بین سامانه بی‌خاک‌ورزی و متداول اختلاف معنی‌دار نشان نداد ($P \geq 0.05$)

جدول ۳- مقایسه شاخص تنوع شانون بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک ورزی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲ با استفاده از آزمون بوت استرپ در سطح ۵ درصد

Table 3. Comparison of Shannon diversity index of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014) using bootstrap test ($P \leq 0.05$)

Tillage systems	Shannon index (H)		
	1 st year	2 nd .year	Total
Conventional tillage	2.08a	2.09a	2.26a
No tillage	2.39b	1.91bc	2.25a
Minimum tillage	1.92c	2b	2.13b

Means with same letters in each column are not significantly different using bootstrap test ($P \geq 0.05$).

جدول ۴- مقایسه شاخص تنوع سیمپسون بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲ با استفاده از آزمون بوت استرپ در سطح ۵ درصد.

Table 4. Comparison of Simpson diversity index of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014) using bootstrap test ($P \leq 0.05$)

Tillage systems	Simpson index (D-1)		
	1 st year	2 nd .year	Total
Conventional tillage	0.79a	0.80a	0.84a
No tillage	0.85b	0.76b	0.84a
Minimum tillage	0.74c	0.78c	0.81b

Means with same letters in each column are not significantly different using bootstrap test ($P \geq 0.05$).

جدول ۵- مقایسه شاخص برگر- پارکر بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲ با استفاده از آزمون بوت استرپ در سطح ۵ درصد

Table 5. Comparison of Berger-Parker index of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014) using bootstrap test ($P \leq 0.05$)

Tillage systems	Berger-Parker index(d)		
	1 st year	2 nd .year	Total
Conventional tillage	0.37a	0.32a	0.26a
No tillage	0.29b	0.38b	0.25a
Minimum tillage	0.40c	0.31a	0.30b

Means with same letters in each column are not significantly different using bootstrap test ($P \geq 0.05$).

اما این دو سامانه اختلاف معنی‌دار با سامانه کم خاک ورزی نشان دادند ($P \leq 0.05$). و کمترین میزان شاخص (کمترین تنوع) به سامانه کم‌خاک‌ورزی تعلق داشت (جدول ۴).

ج: شاخص غالبیت برگر- پارکر: در سال اول آزمایش،

از نظر شاخص برگر- پارکر اختلاف معنی‌داری بین سه سامانه مشاهده شد ($P \leq 0.05$). بیشترین و کمترین میزان شاخص به ترتیب مربوط به سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی (۰/۴۰) و بی‌خاک‌ورزی (۰/۲۹) بود. در سال دوم آزمایش، سامانه بی‌خاک‌ورزی با بیشترین مقدار شاخص برگر- پارکر (۰/۳۸) با دو سامانه دیگر اختلاف معنی‌دار نشان داد ($P \leq 0.05$). در مجموع دو سال آزمایش، سامانه کم‌خاک‌ورزی با بیشترین میزان شاخص برگر- پارکر (۰/۳۰) اختلاف معنی‌دار با دو سامانه دیگر نشان داد ($P \leq 0.05$). سامانه بی‌خاک‌ورزی و متداول اختلاف معنی‌دار با هم نداشتند ($P \leq 0.05$) (جدول ۵).

د: شاخص یکنواختی پیلوچی: در سال اول آزمایش،

شاخص یکنواختی پیلوچی اختلاف معنی‌داری را بین سه سامانه‌ی خاک‌ورزی نشان داد ($P \leq 0.05$). بیشترین و کمترین میزان شاخص یکنواختی به ترتیب به سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی (۰/۷۴) و کم‌خاک‌ورزی (۰/۵۸) تعلق داشت. در سال دوم آزمایش نیز اختلاف بین هر سه سامانه خاک‌ورزی معنی‌دار بود ($P \leq 0.05$) اما نتایج برعکس سال اول بود و سامانه خاک‌ورزی متداول بیشترین میزان شاخص یکنواختی (۰/۶۳) را به خود اختصاص داد. در مجموع طی دو سال آزمایش، اختلاف معنی‌دار بین سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و متداول مشاهده نشد ($P \geq 0.05$), اما سامانه کم‌خاک‌ورزی اختلاف معنی‌دار با سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی و متداول نشان داد ($P \leq 0.05$) (جدول ۶).

در مطالعات انجام شده در رومانی (Malaschi *et al.*, 2013) و منطقه مرودشت فارس (Nemati and Pezhman, 2014) نیز فون بندپایان در سامانه‌های حفاظتی و متداول مشابه بوده است. منابع نشان می‌دهد که خاک‌ورزی حفاظتی با تأثیر روی خواص فیزیکی خاک و خرد زیستگاه‌ها بر پویایی جمعیت بندپایان آفت گیاهان زراعی و دشمنان طبیعی آنها اثر می‌گذارد (Shrestha and Parajulee, 2010). عواملی نظیر مدت خاک‌ورزی حفاظتی، چرخه‌های (تناوب) زراعی مورد استفاده، مقدار محصولات پوششی یا میزان کمپوست مصرفی و برنامه‌های سمپاشی بر تنوع زیستی و فراوانی جمعیت و خسارت وارده از سوی آفات تأثیر می‌گذارند (Mahdavi-Damghani *et al.*, 2007). در کل، درصد فراوانی بندپایان گیاه‌خوار در سامانه‌های کشت بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی بیشتر از سامانه کشت متداول بود. این نتیجه با مطالعات انجام شده در منطقه مرودشت فارس (Nemati and Pezhman, 2014) و گزارشات برخی محققان مبنی بر افزایش فراوانی جمعیت بندپایان در کشت‌های حفاظتی مطابقت دارد (Gergory and Musik, 1976; Hammond and Stinner, 1987; House and All, 1981; Smith *et al.*, 1988; Winter *et al.*, 1990; Dubie *et al.*, 2011). در شیوه کشت متداول گندم بیش از ۷۰ نوع آفت بندپا در مزارع گندم در ایران گزارش شده است که فقط سن گندم از نظر اقتصادی آفت کلیدی در اکثر مناطق کشور به شمار می‌رود و بقیه در گروه آفات درجه دو و سه (کم اهمیت) قرار دارند (گزارش فنی منتشر نشده رضا بیگی و رجبی). عملیات گسترده خاک‌ورزی، حذف و یا کاهش حجم بقایای گیاهی در نتیجه برداشت و بسته بندی، چرای دام‌ها و سوزاندن مزارع، استفاده از آفت‌کش‌ها در مزارع گندم علیه سن گندم و محدود بودن زیستگاه و دامنه میزبانی اغلب آفات گندم از مهم‌ترین عوامل کاهش جمعیت آفات درجه دوم و سوم گندم در سامانه کشت متداول در ایران بشمار می‌روند. منابع نیز نشان می‌دهند که در سامانه کشت متداول، شخم و حذف بقایای گیاهی به طور مستقیم و غیرمستقیم تلفات زیادی به جمعیت بندپایان خاک‌زی

جدول ۶- مقایسه شاخص یکنواختی پیلوجی بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرقان در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۳-۱۳۹۲ با استفاده از آزمون بوت استرپ در سطح ۵ درصد.

Table 6. Comparison of Pileos's evenness index (J) of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014) using boots-trap test ($P \leq 0.05$).

Tillage systems	Pileos's evenness index (J)		
	1 st year	2 nd year	Total
Conventional tillage	0.62b	0.63 a	067a
No tillage	0.74a	0.58b	0.68a
Minimum tillage	0.58c	0.60c	0.64b

Means with same letters in each column are not significantly different using bootstrap test ($P \geq 0.05$).

در این پژوهش تعداد ۲۷ گونه بندپای گیاه‌خوار در سامانه‌های کشت متداول، بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی گندم جمع‌آوری شد (جدول ۲). اغلب گونه‌های جمع‌آوری شده در این پژوهش در فهرست آفات گندم گزارش شده از مزارع گندم و جو استان فارس (Boromand *et al.*, 1998)، فهرست آفات گندم در کتاب آفات گیاهان زراعی ایران (Behdad, 1989) و فهرست آفات گزارش شده از مزارع گندم مرودشت فارس (Nemati and Pezhman, 2014) وجود دارد. تفاوت‌هایی در فون بندپایان جمع‌آوری شده در این پژوهش با مطالعات قبلی وجود دارد که این تفاوت‌ها مربوط به نوع و تعداد ابزارهای نمونه‌برداری، دوره‌های زمانی، مناطق و سطوح متفاوت نمونه‌برداری و هم‌چنین تغییرات مستمر در نظام‌های کشت و مدیریت مزارع گندم در سال‌های گذشته در استان فارس می‌باشد. فون بندپایان گیاه‌خوار جمع‌آوری شده در هر سه نوع سامانه کشت بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول تقریباً مشابه بود. کوتاه بودن دوره زمانی خاک‌ورزی در این پژوهش (دو سال) و نزدیکی سامانه‌های خاک‌ورزی به یکدیگر و امکان جابجایی برخی از گونه‌های بندپایان در سامانه‌های یاد شده می‌تواند از عوامل مؤثر در تشابه فون بندپایان جمع‌آوری شده در هر سه سامانه‌ی خاک‌ورزی باشد.

سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی (۷ گونه) و کم‌خاک‌ورزی (۵ گونه) مشاهده شد حال آنکه در سامانه متداول جمعیت تعداد کمی از گونه‌ها (شته‌ها و کرم‌های مفتولی) افزایش نشان داد (جدول ۷).

جدول ۷- میانگین فراوانی جمعیت بندپایان گیاه‌خوار در زراعت گندم در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی در

ایستگاه تحقیقات کشاورزی زرغان فارس در دو فصل زراعی ۱۳۹۱-۱۳۹۲ و ۱۳۹۲-۱۳۹۳

Table 7. Average population abundance of herbivorous arthropods in wheat fields under various tillage systems in Zarghan research station in two successive growing seasons (2012-2013 and 2013-2014)

Wheat arthropods	Species no.	Average population absolute abundance		
		No tillage	Minimum tillage	Conventional tillage
Aphids	2	227±98	192±83	344±136
Wheat stem flies	4	145.25±79.53	144±207.09	131±194.40
leaf hoppers	7	248.86±226.37	261.86±242.69	211.85±191
Wire worms	3	10±2.6	14.66±4.8	30.33±19.01
Brown beetles	2	39.5±2.5	27.5±5.5	22.5±0.5
Black beetle	1	10±5	9.5±7.5	5±3
Wheat stem wasp	1	120.5±25.5	50.5±24.5	74.5±20.5
Wheat thrips	1	782±511	400±306	386±340
Sun pest	1	100.5±30.5	50.5±41.5	62.5±29.5

درصد فراوانی جمعیت مگس‌های گندم در کشت حفاظتی (۷/۵ درصد) بیشتر از کشت متداول (۷ درصد) گزارش شده است (Malschi *et al.*, 2013). در پژوهش ما، فقط خسارت کنه قهوه‌ای گندم و تا حدودی تریپس گندم در سامانه کشت بی‌خاک‌ورزی از نظر اقتصادی قابل توجه بود. میانگین جمعیت تریپس گندم در هر خوشه (میانگین ۵۰ خوشه) در مرحله خمیری نرم گندم در تاریخ ۹۳/۳/۱۰ در سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول به ترتیب ۸۵/۷۰±۶/۹۵، ۷۹/۶۴±۶/۴۷ و ۷۷/۸۳±۹/۰۹ تعیین شد. خسارت کنه قهوه‌ای سبب نخت شدن مزرعه (کچلی مزرعه) مزرعه در برخی از نقاط آن و کاهش شدید عملکرد محصول شد بطوریکه میزان محصول برداشت شده با کمابین در قطع بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول به ترتیب ۳۳۵۸، ۴۹۹۴ و ۴۷۴۰ کیلوگرم در هر هکتار برآورد شد که کاهش حدود ۳۴ درصدی محصول را در سامانه بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با دو سامانه دیگر در سال اول آزمایش نشان می‌دهد. سایر گونه‌های ذکر شده در بالا با وجود افزایش جمعیت، خسارت قابل توجهی نداشتند. این نتیجه با مطالعه انجام شده

وارد می‌کنند (Royer *et al.*, 2000). نتایج پژوهش ما نشان داد که دامنه‌ی تأثیر روش‌های خاک‌ورزی روی فراوانی و افزایش جمعیت بندپایان گیاه‌خوار متفاوت است. بیشترین میزان افزایش جمعیت گونه‌ها در

مطالعه اثر عملیات کم‌خاک‌ورزی بر فراوانی جمعیت ۵۱ گونه بندپایان نشان داد که جمعیت ۲۸ درصد گونه‌ها افزایش، ۴۳ درصد کاهش و ۲۵ درصد بدون تغییر باقی مانده است (Stinner and House, 1990). علاوه بر شیوه‌های مدیریت خاک، عوامل دیگر چون توپوگرافی، شرایط جغرافیایی و شرایط آب و هوایی نیز بر روی تغییرات جمعیت گونه‌ها در سامانه‌های خاک‌ورزی مؤثرند (Landise *et al.*, 2000). در زراعت گندم دامنه تأثیر کم‌خاک‌ورزی روی جمعیت مگس کاه و کلش گندم از صفر تا خیلی زیاد و در ارتباط با شته‌روسی گندم و کنه برگ گندم صفر تا متوسط بوده است (McGuire, 2000). در پژوهش ما، جمعیت کنه قهوه‌ای غلات، تریپس گندم، سوسک‌های سیاه و قهوه ای غلات، زنبور ساقه خوار گندم و اغلب دوبالان زیان آور (مگس‌فری، مگس‌زرد ساقه‌گندم، مگس ساقه‌گندم) در سامانه کشت حفاظتی (بی‌خاک‌ورزی و کم‌خاک‌ورزی) در مقایسه با سامانه کشت متداول افزایش نشان داد (جدول ۷). در کشور رومانی نیز درصد فراوانی جمعیت تریپس گندم در مزارع کشت حفاظتی (۶۳/۸ درصد) بیشتر از کشت متداول (۴۱ درصد) بوده است. هم چنین

رومانی نیز درصد جمعیت مگس‌های گندم در سامانه‌های کشت حفاظتی و متداول گندم به ترتیب ۸/۵ و ۷ درصد برآورد شده است که با این نتیجه مطابقت دارد. مطالعات نشان می‌دهد که دفن بقایای گیاهی گندم در اثر شخم سبب تلفات فراوان به مگس کاه و کلش^{۱۴} گندم می‌شود که فصول زمستان و تابستان خود را به صورت شفیره درون بقایای گندم می‌گذرانند (Royer *et al.*, 2000). بالا بودن میزان جمعیت کرم‌های مفتولی در سامانه کشت متداول را می‌توان به تسهیل حرکت لاروها و حشرات کامل این سوسک‌ها در نتیجه عملیات شخم در این سامانه دانست. فشردگی خاک در سامانه‌های کشت حفاظتی به عنوان یکی از معایب مهم این سامانه‌ها ذکر شده است که می‌تواند روی فعالیت بندپایان خاک‌زی اثر منفی بگذارد.

شاخص تنوع شانون پرکاربردترین شاخص در ارزیابی تنوع گونه‌ای در زیست‌بوم‌های زراعی، باغی و جنگلی است. این شاخص به فراوانی گونه‌های کمیاب حساس است و مقدار آن بین صفر تا ۴/۵ متغیر است (Ejtehadi *et al.*, 2009). اگر مقدار شاخص شانون بین یک تا سه باشد تنوع گونه‌ای در حد متوسط است و اگر بیش از سه باشد تنوع گونه‌ای بالا و اگر کمتر از یک باشد تنوع گونه‌ای پایین است (Rahayu *et al.*, 2006). مقدار شاخص شانون در هر سه سامانه کشت در سال‌های اول و دوم و میانگین دو سال آزمایش، بیش از یک و کمتر از سه بود (جدول ۳) که نشان می‌دهد تنوع گونه‌ای در هر سه سامانه خاک‌ورزی در حد متوسط است (Rahayu *et al.*, 2006). این یافته، با نتیجه مطالعه انجام شده در مزارع کشت حفاظتی گندم در کشور رومانی مطابقت دارد (Malschi *et al.*, 2013).

در سال اول آزمایش، سامانه بی‌خاک ورزی با بیشترین مقادیر عددی شاخص شانون (۲/۳۹) اختلاف معنی‌دار با سامانه‌های کم‌خاک‌ورزی و متداول نشان داد. این عدد نشان دهنده افزایش تنوع گونه‌ای در سامانه بی‌خاک‌ورزی در

در منطقه مرودشت فارس مطابقت دارد (Nemati and Pezhman, 2014). در بیشتر مطالعات، افزایش جمعیت گونه‌های آفت در کشت‌های حفاظتی منجر به بروز خسارت‌های اقتصادی نشده است (Stinner and House, 1990). در سامانه‌ی کشت متداول، سوزندان بقایای گیاهی پس از برداشت، چرای دام و برداشت و بسته‌بندی بقایای گیاهی و از همه مهم‌تر شخم مزرعه و مدفون کردن بقایا در زیر خاک سبب تلفات زیاد در ذخیره زمستانه و تابستانه آفات ذکر شده می‌شود (Nemati and Pezhman, 2014).

جمعیت شته‌ها در قطعات کشت حفاظتی در مقایسه با کشت متداول کاهش قابل توجهی نشان داد. در مطالعات انجام شده در مزارع گندم رومانی در فصل زراعی ۲۰۰۸-۲۰۰۷ نیز درصد جمعیت شته‌های گندم در سامانه‌های کشت حفاظتی و متداول به ترتیب ۱۰/۷ و ۳۹ درصد تعیین شد که با این پژوهش مطابقت دارد (Malschi *et al.*, 2013). شته سبز گندم مزارع عاری از بقایای گیاهی را ترجیح می‌دهد (Steffey *et al.*, 1992) و وجود بقایای گیاهی معمولاً سبب عدم تجمع و مانع افزایش جمعیت شته سبز گندم *S. graminium* در مزارع گندم (Royer *et al.*, 2000) و سورگوم می‌شود (Burton *et al.*, 1987). میانگین جمعیت زنجرک‌ها در کشت حفاظتی بیش از کشت متداول است که این یافته نیز با مطالعات (Malschi *et al.*, 2013) در رومانی مطابقت دارد. این موضوع در ارتباط با سن گندم نیز مشهود بود. زنجرک ساموتیتیکس در هر سه سامانه‌ی کشت بالاترین میزان جمعیت را در بین گونه‌های بندپای جمع‌آوری شده به خود اختصاص داد. این نتیجه با نتیجه مطالعه در منطقه مرودشت فارس مطابقت دارد (Nemati and Pezhman, 2014).

در این پژوهش درصد جمعیت مگس‌های زیان آور گندم (مگس فری، مگس زرد ساقه‌گندم، مگس ساقه‌گندم و ...) در سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی، کم‌خاک‌ورزی و متداول به ترتیب ۹/۳۸، ۹/۹۳ و ۹/۱۹ درصد برآورد شد. در مطالعات Malschi *et al.* (2013) در فصل زراعی ۲۰۰۸-۲۰۰۷ در

میزان این شاخص در تمام سامانه‌ها کمتر از یک است که نشان دهنده پراکنش متفاوت گونه‌ها در سامانه‌های مختلف است (Magurran, 1988). در مجموع دو سال آزمایش، شاخص یکنواختی پیلوجی در سامانه کشت بی‌خاک‌ورزی (۰/۶۸) با سامانه کشت متداول (۰/۶۷) اختلاف معنی‌دار نشان نداد اما بین سامانه کم‌خاک‌ورزی و دو سامانه دیگر (متداول و بی‌خاک‌ورزی) اختلاف معنی‌دار مشاهده شد (جدول ۶). در کل، شاخص پیلوجی نشان داد که میزان تنوع گونه‌ای در سامانه بی‌خاک‌ورزی و متداول بیشتر از سامانه کم‌خاک‌ورزی است.

در سال دوم، مقدار شاخص تنوع شانون و سیمپسون در کشت بی‌خاک‌ورزی در مقایسه با سامانه متداول کاهش معنی‌دار نشان داد حال آن که در سامانه کشت متداول مقادیر این شاخص‌ها افزایش نشان داد (جدول ۳ و ۴). کاهش شاخص‌های تنوع گونه‌ای در سامانه بی‌خاک‌ورزی در سال دوم به دلیل کاهش سطح سبز مزرعه در قطعه بی‌خاک‌ورزی بود که در اثر افزایش جمعیت و طغیان کنه قهوه‌ای گندم و تنش کم آبی ناشی از عدم جریان مناسب آب در این سامانه (کاه و کلش زیاد مانع جریان مناسب آب می‌شد) اتفاق افتاد. منابع نشان می‌دهد که بین میزان زیست توده گیاهی و تنوع زیستی بندپایان ارتباط مستقیم وجود دارد، بنابراین از بین رفتن بخشی از مزرعه در اثر خسارت کنه قهوه‌ای گندم و دیگر عوامل (تنش آبی) و کاهش میزان زیست توده گندم می‌تواند در کاهش تنوع گونه‌ای در سال دوم در سامانه بی‌خاک‌ورزی موثر باشد (Khodashenas *et al.*, 2010).

منابع نشان می‌دهد که تناوب زراعی یکی از ارکان مهم مدیریت آفات در کشاورزی حفاظتی است (FAO, 2009; Friedrich *et al.*, 2012). الگوی کشت متداول زراعی در برخی از مناطق گندم‌کاری فارس (حومه زرقان و اراضی زیر سد درودزن فارس) کشت پیایی گندم است که این الگوی کشت از پیامدهای منفی پدیده خشکسالی در دو دهه اخیر در مناطق جنوبی کشور و کاهش کمیت و کیفیت منابع آب می‌باشد که

مقایسه با دو سامانه دیگر است. منابع نشان می‌دهد که شخم و سایر فعالیت‌های زراعی روی تنوع گونه‌ها و تراکم جمعیت بندپایان در زیست‌بوم‌های زراعی مختلف اثر می‌گذارند (Leonard and Emfinger, 2002). نتایج پژوهش ما در سال اول، با یافته‌های برخی محققان مبنی بر افزایش تنوع زیستی بندپایان در سامانه‌های کشت حفاظتی از نوع بی‌خاک‌ورزی مطابقت دارد (Shrestha and Parajulee, 2010; Gergory and Musik, 1976). افزایش تنوع فیزیکی محیط از طریق حفظ بقایای گیاهی در خاک ممکن است به پایداری و افزایش تنوع در اکوسیستم‌های کشاورزی از جمله افزایش بندپایان آفت در کشت‌های حفاظتی منجر شود (Royer *et al.*, 2000).

شاخص سیمپسون در مقایسه با شاخص شانون کاربرد کمتری در مطالعات تنوع گونه‌ای دارد چون که این شاخص به تغییرات جمعیت گونه‌های با فراوانی بالا حساس است. میزان این شاخص بین صفر و یک متغیر است و هر چه میزان این شاخص به عدد یک نزدیک‌تر باشد تنوع گونه‌ای افزایش می‌یابد، بنابراین چون مقدار این شاخص در سامانه بی‌خاک‌ورزی (۰/۸۵) بیشتر از متداول و کم‌خاک‌ورزی است می‌توان گفت که تنوع گونه‌ای در سامانه بی‌خاک‌ورزی بیشتر است. میزان شاخص چیرگی گونه‌ها (برگر- پارکر) در سامانه بی‌خاک‌ورزی در سال اول (۰/۲۹) کمتر از سامانه متداول (۰/۳۷) بود. این نتیجه نشان داد که میزان تنوع گونه‌ای در سامانه‌های بی‌خاک‌ورزی بیشتر از سامانه متداول است. هر چه مقدار عددی این شاخص کمتر باشد فراوانی گونه غالب در کل جمعیت کمتر است و در نتیجه آن سامانه از تنوع گونه‌ای بیشتری برخوردار است (Ejtehadi *et al.*, 2009).

شاخص یکنواختی پیلوجی بیانگر نحوه پراکنش (درصد فراوانی) گونه‌ها در یک محیط است و مقدار آن بین صفر و یک متغیر است. هر چه میزان عددی این شاخص به یک نزدیک‌تر باشد نشان دهنده بالاتر بودن تنوع گونه‌ای است (Ejtehadi *et al.*, 2009). وقتی که میزان شاخص یکنواختی یک باشد درصد پراکنش گونه‌ها در یک سامانه همسان است.

زمانی کوتاه‌تر صورت گیرد. در ارتباط با تنوع گونه‌ای بندپایان آفت در سامانه‌های مختلف خاک‌ورزی نیز کنش و بر همکنش طیف وسیعی از عوامل زنده و غیرزنده از جمله شیوه‌های مدیریت خاک و خاک‌ورزی، مدت زمان خاک‌ورزی حفاظتی، توپوگرافی، شرایط جغرافیایی و آب و هوایی (Landis *et al.*, 2000)، چرخه‌های (تناوب) زراعی مورد استفاده، کمیت و کیفیت منابع آب مصرفی، مقدار محصولات پوششی، کمپوست و مواد آلی و شیمیایی مصرفی، برنامه‌های سمپاشی (Mahdavia-Damghani *et al.*, 2007) و عوامل زنده از جمله شکارگرها و پارازیتوئیدها و پاتوژن‌ها (Gangurde, 2007) نقش بسیار مهمی در چرخه زندگی و نوسانات جمعیت و تنوع زیستی بندپایان در سامانه‌های مختلف کشت ایفاء می‌کنند که شناسایی نقش این عوامل، مستلزم انجام تحقیقات جامع، وسیع و دراز مدت در اقلیم‌های متفاوت می‌باشد.

References

- AFZALINIA, M. S., A. DEZFOLI, M. DASTFAL, M. TALATI, J. MIRZAVAND, N. NAHID and M. NEKOIE, 2010. Conservation Agriculture, Lohe khial, Shiraz, Iran. 132Pp.
- BEHDAD, E. 1989. Pests of field crops, Neshat publication, Tehran, Iran, 628 pp.
- BLUMBERG, A. Y. and D. A. GROSSELY, 1982. Comparison of soil surface arthropods in conventional tillage, no tillage and old field systems, *Agro ecosystems*, 8: 247-253.
- BOROMAND, H., A. PAZOKI, A. HASHEMI, A. REZVANI, E. EBRAHIMI, M. PARCHAMI, M. MOGHADAM, A. M. SARAFRAZI and M. JAVADZADE, 1998. Collection and identification of wheat and barley pests and their natural enemies' fauna in Iran, Final report of research project, Plant protection institute of Iran, 20 pp (In Persian with English summary).
- BRADLEY, J. F. 1995. Success with no-till cotton. pp.46-48. In McClelland M. R Valco T. D and Frans R. E (eds) Conservation Tillage Systems for Cotton, A review of research and demonstration results from across the Cotton Belt, Arkansas Agricultural Experiment Station. Special Report, 160 pp.
- BRONSON, K. F., A. B. ONKEN, J. W. KEELING, J. D. BOOKER and H. A. TORBERT, 2001. Nitrogen response in cotton as affected by tillage system and irrigation level. *Journal of Soil Science Society of America*, 65: 1153-1163.
- BURTON, R. L., O. R. JONES, J. D. BURD, G. A WICKS and E. G KRENZER, 1987. Damage by green bug (Homoptera: Aphididae) to grain sorghum as affected by tillage, surface residues, and canopy. *Journal of Economic Entomology*, 80: 792-798.
- DUBIE, T. R., C. M. GREEN, C GODSEY and M. E. PAYTON, 2011. Effects of tillage on soil micro - arthropods in winter wheat, *South Western Entomologist*, 36(1):11-20.
- EJTEHADI, H. M., A. SEPEHRI and H. AKAFI, 2009. Measuring methods of biodiversity, Ferdosi University,

امکان اجرای تناوب زراعی مناسب را غیر ممکن ساخته است. در چنین شرایطی طغیان کنه قهوه‌ای بسیار محتمل می‌باشد زیرا وجود بقایای گیاهی گندم فصل قبل در سامانه بی‌خاک ورزی (بستر مناسب برای تکثیر کنه قهوه‌ای) و تنش آبی ناشی از خشکسالی به‌خصوص در مرحله پنجه‌زنی در منطقه دو عامل مهم برای طغیان کنه قهوه‌ای گندم در سامانه بی‌خاک‌ورزی در مرحله پنجه‌زنی بشمار می‌روند (Norbakhsh Shorabi, 1993). در کل، نتایج این پژوهش نشان داد که استفاده و توسعه سامانه‌های کشت حفاظتی (به خصوص بی‌خاک‌ورزی) در الگوی کشت رایج گندم (کشت متوالی گندم) در برخی از مناطق استان فارس (حومه زرقان و مرودشت) می‌تواند شرایط را برای افزایش جمعیت و خسارت تعدادی از آفات خاک‌زی و درجه دوم گندم (کنه قهوه‌ای گندم و تریپس گندم) مهیا کند لذا برنامه‌های پایش و پیش‌آگاهی آفات گندم در این سامانه‌ها باید با دقت و فواصل

- Mashed, Iran 228 Pp.
- FAO, 2009. <http://www.fao.org/ag/ca/>, Homepage consulted March 2009. Subject basic principles of conservation agriculture.
- FRIEDRICH, T., R. DERPSCH and A. KASSAM, 2012. Overview of the Global Spread of Conservation Agriculture, *The Journal of Field Actions, Field Actions Science Reports* (6). <http://factsreports.revues.org/1941>.
- GANGURD, S. 2007. Above ground arthropod pest and predator diversity in irrigated rice production systems of the Philippines, *Journal of Tropical Agriculture* 45 (1-2): 1-8.
- GERGORY, W. W and G. J. MUSIK, 1976. Insect management in reduced tillage system, *Bulletin of Entomological Society of America*, 22: 302-304.
- HAMMER, Q., D. A. T. HARPER and P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4: 1-9. Available at: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
- HAMMOND, R. B. and B. R. STINNER, 1987. Seed corn maggots (Diptera: Anthomyiidae) and slugs in conservation tillage systems in Ohio, *Journal of Economic Entomology*, 80: 680-684.
- HATTEN, T. D., N. BOSQUE-PERZ, J. R. LABONTE, S. O. GUY and S. D. EIGENBROD, 2007. Effects of tillage on the activity density and biological diversity of Carabid beetles in spring and winter crops, *Environmental Entomology*, 36(2): 356-368.
- HILL, P. 2000. Crop response to tillage systems, pp.47-60. In Reeder R. (ed.). *Conservation tillage system and management*, (2nd ed.), Midwest Plan Service. Iowa State University, Ames, IA.
- HOROWITZ, J., R. EBEL and K. UEDA, 2010. No-Till' Farming is a Growing Practice, *Economic information Bulletin* (70) USDA.
- HOUSE, G. J. and B. R. STINNER, 1983. Arthropods in no tillage Agroecosystems: Community Composition and ecosystem interactions, *Journal of Environmental Management*, 7(1): 23 - 28.
- HOUSE, G. T. and J. N. ALL, 1981. Carabid beetles in soybean agroecosystems, *Environmental Entomology*, 10: 194-196.
- HUGGINS, D. R. and J. P. REGANOLD, 2008. No-Till: the Quiet Revolution, *Scientific American*, 299:70 - 77.
- JASA, P., J. SIEMENS, V. HOFMAN and D. SHELTON, 2000. Tillage systems definitions, pp. 5- 9, In: Reeder, R. (ed.) *Conservation tillage system and management*, (2nd ed.), Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, IA.
- KHANJANI, M. and J. KHALGHANI, 2008. Principle of pests' control (Insects and Mites), *Agricultural Education Press, Agricultural and educational organization, Ministry of agriculture*. 360 pp.
- KHODASHENAS, A., A. KHOCHAKI, P. REZVANI MOGHADAM, H. SADEGHI and M. NASRI MAHALATI, 2010. Effect of plant diversity on abundance and diversity of arthropods in wheat crops, *Journal of Crop Research of Iran*, 8(4): 622-635. (In Persian with English summary).
- LANDISE, D. A., S. D. WRATTEN and G. MGURR, 2000. Habitat management to conserve natural enemies of arthropod pests in agriculture, *Annual Review of Entomology*, 45:175-201.
- LASCANO, R. J., T. R. L. BAUMHARD, S. K. HICKS and J. L. HEILMAN, 1994. Soil and plant water evaporation from strip tilled cotton: Measurement and simulation. *Agronomy Journal*, 86: 987-994.
- LEONARD, B. R. and K. EMFINGER, 2002. Insects in low spray environments and modified cotton ecosystems. In: Dugger, P. and Richter, R (eds) *Proceeding of Belt wide Cotton Conference, National Cotton Council, Memphis, Tennessee, (CD ROM)*.
- MAGURRAN, A. E. 1988. *Ecological diversity and its management*, Chapman and Hall London, 47-108.
- MAHDAVIE-DAMGHANI, A., R. DAYHIMFARD and T. MIRZAEI, 2007. Sustainable soils and the role of organic material on sustainability of yield and soil fertility, Shaheed Behesti University. 418 pp.
- MALEK-MILANI, H. 1992. *Methods of collection, maintenance and study of insects*, Pishtaz-e-elm publication 171 pp.
- MALSCHI, D., A. DANIELA, I. G. MIRCEA, C. FELICIA

- and C. CORNEL, 2013. Adequate Integrated Control of Wheat Pests in no-tillage Conservative System. *Pro-Environment*, 6: 332 – 340.
- MCGUIRE, A. 2000. The Effects of Reducing Tillage on Pest Management, Washington State University Extension, Grant-Adams Area, Lauzier Agricultural Systems Educator, 4 pp.
- MEIJER, A. D. and D. L. JORDAN, 2010. Conservation Tillage use in peanut production, North Carolina Cooperative Extension 4 pp.
- NEMATI, S. and H. PEZHMAN, 2014. Comparing the pests and natural enemy's fauna and determining the prevailing species in a wheat field under conventional and no tillage systems in Marvdasht, Fars province, Iran, *Journal of Applied Research in Plant Protection*, 3(1): 1-17.
- NORBAKHSH-SHORABI, H. 1993. Study of mite fauna of wheat fields in the eastern places of Cheharmahal –e-Bakhteyari province and Bioecology of *Petrobia latens*. Msc thesis, Shahid Chamran University 114 pp.
- RAHAYU, S., A. SETIAWAN, A. HUSAENI and S. SUYANTO, 2006. Pengendalian Hama Xylosandrus compactus pada Agroforestry Kopi Multi Strata Secara Hayati: Studi Kasus di Kecamatan Sumberjaya, Lampung Barat. *Agrivita Jurnal Ilmu Pertanian*, 28(3): 286-296.
- REEDER, R. 2000. Conservation tillage systems and management: Crop residue management with no-till, ridge-till, mulch-till and strip-till. Mid-west Plan Service, Iowa State University, Ames, IA.
- ROYER, T. A., B. R. LEONARD, R. BAGWELL, J. LESER, K. STEFFY, M. GRAY and R. WEINZIER, 2000. Insects' management, Pp 139-154 in: Reeder R (ed.) Conservation tillage systems and management, Midwest Plan Service, Iowa State University, Ames, Iowa.
- SHRESTHA, R. B. and M. N. PARAJULEE, 2010. Effect of tillage systems and planting date on seasonal abundance of predacious ground beetle in cotton Belt wide, Cotton Conferences, New Orleans, Louisiana, 1767-1773.
- SMITH, A. W., R. B. HAMMOND and B. R. STINNER, 1988. Influence of rye-cover crop management on soybean foliage arthropods, *Environmental Entomology*, (17) 109-114.
- STEFFEY, K., M. GRAY and I. R. WEINZIER, 1992. Insects management, pp. 67–74. In: Reeder R (ed.) Conservation tillage systems and management, Midwest Plan Services, Iowa State University, Ames, Iowa.
- STINNER, B. R and G. J. HOUSE, 1990. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture, *Annual Review of Entomology*, 35: 299-318.
- SULLIVAN, P. 2003. Conservation agriculture. 5p. <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/consertill.pdf>.
- WEIGMANN, G. 1973. Zur Ökologie der Collembolen und Oribatiden im Grenzbereich Land – Meer (Collembola, Insecta - Oribatei, Acari). *Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie*, 186: 295–391.
- WINTER, J. P., R. P. VORONEY and D. A. AINSWORTH, 1990. Soil micro-arthropods in long-term no-tillage and conventional tillage corn production. *Canadian Journal of Soil Science*, Ottawa 70: 641-653.