نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۶۶-۱۰۵۱

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1051-1066

تنوع زیستی حشرات در بوم‌نظام‌های زراعی ارگانیک و رایج گندم (*Triticum aestivum* L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در منطقه فریمان

منصوره محلوجی راد[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*]، مهدی پارسا[۳]، قربانعلی اسدی[۳] و ناصر شاهنوشی[۴]

تاریخ دریافت: ۱۳۹٤/۰۱/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹٤/۰۹/۱۰

محلوجی راد، م.، رضوانی مقدم، پ.، پارسا، م.، اسدی، ق.، و شاهنوشی، ن. ۱۳۹۷. تنوع زیستی حشرات در بوم‌نظام‌های زراعی ارگانیک و رایج گندم (*Triticum aestivum* L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در منطقه فریمان. بوم‌شناسی کشاورزی، ۱۰(۴):۱۰۶۶-۱۰۵۱.

چکیده

حفظ و افزایش تنوع زیستی حشرات در بوم‌نظام‌های ارگانیک به‌عنوان یکی از مهمترین مؤلفه‌های اصلی در کنترل آفات بدون کاربرد سموم شیمیایی مطرح بوده و نقش بسزایی در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و رسیدن به پایداری در کشاورزی دارد. هدف از انجام این مطالعه بررسی تنوع زیستی حشرات در دو بوم‌نظام رایج و ارگانیک گندم (*Triticum aestivum* L.) و سیب‌زمینی (*Solanum tuberosum* L.) در مزارع شهرستان فریمان بود. برای این منظور تحقیقی در سال زراعی۹۱-۱۳۹۰ در مزارع گندم و سیب‌زمینی رایج و ارگانیک این شهرستان انجام گرفت. نمونه‌برداری از سطح مزارع رایج و ارگانیک در طول فصل رشد و در سه زمان مختلف (در سیب زمینی ۴۵، ۷۵ و ۱۰۵ روز پس از کاشت و در گندم ۲۰۰، ۲۲۵ و ۲۵۵ روز پس از کاشت) انجام گرفت. تعداد حشره در هر خانواده حشرات شناسایی شد. شاخص‌های مورد بررسی در دو بوم‌نظام رایج و ارگانیک شامل شاخص‌های تنوع شانون- ویور، سیمپسون و مارگالف، ضرایب یکنواختی پیلو و سیمپسون، غنای گونه‌ای و همچنین تنوع آلفا و بتا بودند. نتایج آزمایش نشان داد که مزرعه ارگانیک گندم نسبت به مزرعه رایج از غنای گونه‌ای بیشتری برخوردار بود که در مجموع، ۴۱ خانواده برای کشت ارگانیک و ۳۴ خانواده در کشت رایج گندم جمع‌آوری شد. تنوع آلفا در کشت رایج گندم بیشتر از کشت ارگانیک بود، در صورتی‌که از لحاظ تنوع بتا کشت ارگانیک نسبت به رایج برتری داشت. در گیاه سیب‌زمینی غنای گونه‌ای در کشت رایج بیشتر از ارگانیک بود که برای دو بوم نظام رایج و ارگانیک به ترتیب ۲۲ و ۱۸ خانواده مختلف از حشرات به دام افتادند. میزان تنوع آلفا و بتا نیز در کشت رایج سیب‌زمینی در مقایسه با کشت ارگانیک آن بالاتر بود. کمتر بودن تنوع گیاهی کمتر اطراف مزارع به عنوان زیستگاه حشرات را می‌توان دلیل اصلی کاهش تنوع زیستی حشرات در بوم‌نظام ارگانیک سیب‌زمینی عنوان کرد. اختلاف معنی‌داری نیز بین دو بوم‌نظام رایج و ارگانیک گندم و سیب‌زمینی از لحاظ شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی مورد بررسی مشاهده نشد.

واژه‌های کلیدی: تنوع آلفا، تنوع بتا، شاخص تنوع، غنای گونه‌ای

مقدمه

تنوع بالای حشرات در بوم‌نظام‌های زراعی نقش بسزایی در کارکرد این بوم‌نظام‌ها ایفا می‌کند. تنوع زیستی حشرات می‌تواند به مهار زیستی آفات (دشمنان طبیعی جمعیت آفات را کنترل می‌کنند)، گرده‌افشانی (برای تولید دانه) و کنترل بیولوژیک علف‌های‌هرز و بیماری‌ها کمک کند (Sandhu et al., 2010). سندو و همکاران (Sandhu et al. 2010) بیان کردند که ۹۹ درصد جمعیت آفات و بیماری‌های بوم‌نظام‌های زراعی بوسیله دشمنان طبیعی آنها (شکارگرها، پارازیت‌ها[۲] و پاتوژن‌ها[۳]) کنترل می‌شوند. تنوع زیستی حشرات با اکولوژی هر منطقه ارتباط زیادی دارند و این امر باعث شده جمعیت و تنوع حشرات به عنوان شاخص زیستی برای ارزیابی وضعیت بسیاری از محیط‌ها و تولیدات آنها استفاده شود (Kevan, 1999).

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش آموخته دکتری، استاد و دانشیار گروه اگروتکنولوژی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
(*- نویسنده مسئول: Email: rezvani@um.ac.ir)
۴- استاد گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد
DOI:10.22067/jag.v10i4.45973

2- Parasites
3- Pathogene

یکی از اهداف اصلی کشاورزی ارگانیک، وارد ساختن کمترین اثرات منفی بر محیط است، بر همین اساس، حفظ تنوع زیستی نیز یکی از وظایف عمده این سامانه کشاورزی به شمار می‌رود (Mahmoudi et al., 2008). عدم کاربرد نهاده‌های شیمیایی صنعتی، کاربرد ماشین‌آلات با شدت کمتر و به گونه‌ای متفاوت از سامانه‌های رایج، مدیریت مزارع را در جهت افزایش تنوع زیستی و کارکردی سوق داده و افزایش قابل ملاحظه تنوع زیستی را در کشاورزی ارگانیک در پی داشته است (Gunnarsson & Hansson, 2004). مطالعات گسترده‌ای نیز در نقاط مختلف جهان انجام شده حاکی از تنوع زیستی بیشتر در نظام‌های ارگانیک در مقایسه با نظام‌های رایج است. از جمله این گزارش‌ها می‌توان به ۲ تا ۳ برابر بودن تعداد پرندگان، تعداد و زیست‌توده بیشتر کرم‌های خاکی، تعداد و تنوع بیشتر عنکبوت‌ها، تعداد بیشتر پروانه‌های غیرآفت و البته تنوع بالاتر علف‌های هرز در مزارع ارگانیک در مقایسه با مزارع رایج اشاره کرد (Mahmoudi et al., 2008).

فراوانی بیشتر حشرات بخصوص شکارچیان به کنترل آفات بدون استفاده از روش‌های شیمیایی کمک می‌کند (Mahmoudi et al., 2008). مطالعات نشان داده است که فراوانی خانواده Carabidae، حشرات گروه Staphylinidae و عنکبوت‌ها در کشاورزی ارگانیک در مقایسه با بوم‌نظام‌های رایج به ترتیب ۱۰۰، ۷۰- ۶۰ و ۱۲۰-۷۰ درصد بیشتر است (Scialabba, 2000).

کاهش تنوع و فراوانی در بوم‌نظام‌های کشاورزی رایج، ناشی از کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی و همچنین کاهش تراکم علف‌های هرز در این بوم‌نظام‌هاست. این علف‌های هرز به شکل زیستگاه حشرات سودمند عمل می‌کنند. وجود پرچین‌های گیاهی در اطراف مزارع ارگانیک موجب افزایش حشرات سودمند و شکارچیان حشرات آفت می‌شود، چرا که این پرچین‌ها مکان مناسبی برای زمستان‌گذرانی حشرات محسوب می‌شوند (Mahmoudi et al., 2008).

شاه و همکاران (Shah et al., 2003) با مطالعه فون سوسک‌های Carabidae در مزارع پنهاده و ارگانیک انگلستان بیان کردند که فراوانی این سوسک‌ها در مزارع ارگانیک از مزارع پرنهاده بیشتر بود. کلارک (Clark, 1999) با بررسی جامعه سوسک‌های Carabidae با استفاده از شاخص شانون و سیمپسون در مزارع رایج و ارگانیک کالیفرنیا نشان دادند تنوع این حشرات در مزارع رایج ۱/۸۹ و ۵/۲۹ و در مزارع ارگانیک ۱/۸۷ و ۶/۴۸ می‌باشد. بر اساس مطالعه انجام شده بر روی فراوانی و تنوع سوسک‌های Carabidae مشخص شد که تنوع این سوسک‌ها تحت تأثیر نوع محصول و عملیات زراعی مانند شخم، مصرف کودها و آفت‌کش‌ها قرار داشته است (Alichi & Minaei, 2002).

در ایران بیشتر مطالعات به بررسی فون و تنوع زیستی سوسک‌های Carabidae در بوم‌نظام‌های مختلف پرداخته‌اند و تنوع زیستی حشرات به طور کلی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. رضایی نوده و همکاران (Rezaye-Nodeh et al., 2011) با مطالعه تنوع زیستی سوسک‌های Carabidae در محصولات کلزا (*Brassica napus* L.)، گندم (*Triticum aestivum* L.)، گوجه-فرنگی (*Solanum lycopersicum* L.) و سویا (*Glycine max* L.) با استفاده از شاخص شانون در مزارع شهرستان آزادشهر در استان گلستان بیان کردند سوسک‌های این خانواده در این مزارع از غنای گونه‌ای بالایی برخوردارند و شاخص شانون آنها به ترتیب ۲/۱، ۲/۵، ۱/۸ و ۲ می‌باشد. خداشناس (Khodashenas, 2008) با بررسی تنوع زیستی مزارع گندم در سه منطقه استان خراسان تحت سه نظام، کم نهاده، پرنهاده و طبیعی نشان دادند حداکثر تنوع زیستی حشرات با استفاده از شاخص شانون در نظام‌های طبیعی شهرستان شیروان وجود دارد.

با توجه به نقش قابل توجه حشرات در کارکرد بوم‌نظام‌ها، بخصوص بوم‌نظام‌های زراعی ارگانیک و عوامل مؤثر بر تنوع زیستی آنها و پتانسیل بالای توسعه کشاورزی ارگانیک در ایران، این پژوهش با هدف شناسایی خانواده‌های مختلف حشرات و تعیین تنوع زیستی آنها در مزارع رایج و ارگانیک در دو محصول گندم و سیب‌زمینی در شهرستان فریمان در استان خراسان رضوی صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

منطقه و روش نمونه‌برداری

این تحقیق در سال زراعی ۹۱- ۱۳۹۰ در مزارع گندم و سیب‌زمینی رایج و ارگانیک شهرستان فریمان (۳۵ درجه عرض شمالی و ۵۹ درجه طول شرقی) انجام گرفت. در مزارع ارگانیک برای کنترل علف‌های هرز از وجین دستی و برای کنترل کنه (*Tetranychidae urticae*) از روش آبیاری بارانی استفاده شد). این شهرستان از شمال و غرب به مشهد، از جنوب به تربت حیدریه و از شرق به تربت جام محدود می‌شود. ارقام گندم مورد استفاده برای کاشت توسط کشاورز ارقام میهن و سایونز و در سیب‌زمینی فانتانا، آگریا و ساوالان بود. کاشت مزرعه گندم در سال زراعی اول در ۱۵ تا ۲۰ مهرماه ۱۳۹۰ و در سال زراعی دوم در ۲۰ تا ۲۵ آبان ماه (دلیل این تأخیر بارندگی‌های زود هنگام پاییزه بود) و کاشت سیب‌زمینی در سال زراعی اول ۵ تا ۱۰ خرداد ۱۳۹۱ و در سال زراعی دوم ۲۰ تا ۲۵ اردیبهشت انجام شد. به منظور جمع‌آوری حشرات از تور حشره‌گیری با قطر دهانه ۵۰ سانتی‌متر استفاده شد که در ده نقطه متفاوت با فواصل یکسان (بسته به سطح مزرعه، فواصل نقاط نمونه‌برداری از ۲/۵ تا ۳ هکتار در نظر گرفته شد) به طور تصادفی در سطح مزرعه و در هر نوبت پنجاه مرتبه تورزنی انجام گرفت. به همین ترتیب از ظروف پلاستیکی به قطر ۸ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر به عنوان

تله‌های خاکی در ده نقطه متفاوت مزرعه استفاده شد. درون این تله‌های خاکی ضدیخ ریخته شده تا امکان فرار حشرات وجود نداشته باشد و نمونه‌ها توسط یکدیگر و مورچه‌ها خورده نشوند. برای مزارع سیب زمینی این تله‌ها در ۴۵، ۷۵ و ۱۰۵ روز پس از کاشت و برای مزارع گندم در سه زمان مختلف فنولوژیک شامل ساقه روی (۲۰۰ روز پس از کاشت)، گلدهی (۲۲۵ روز پس از کاشت) و رسیدگی فیزیولوژیک (۲۵۰ روز پس از کاشت) نصب شده و یک هفته پس از آن جمع‌آوری شدند. به همین ترتیب و همزمان در ده نقطه متفاوت، ده بوته به صورت تصادفی انتخاب و روی پارچه سفیدی تکانده شد و حشرات روی پارچه نیز جمع‌آوری شد. نمونه‌برداری از سطح مزارع به صورتی انجام گرفت که کل سطح مزارع پوشش داده شود. وسعت مزارع، تعداد دفعات و محدوده زمانی نمونه‌برداری در هر بوم‌نظام در جدول ۱ ارائه شده است. پس از جمع‌آوری حشرات، نمونه‌ها درون الکل اتیلیک ۷۰٪ قرار گرفته و با قید تاریخ و محل جمع‌آوری، مورد شناسایی و شمارش قرار گرفتند (Borrer et al., 1998). به منظور حذف اثر حاشیه، تله‌ها، تورزنی و جمع‌آوری حشره از تک بوته‌ها، با فاصله ۱۵ متر از حاشیه مزارع انجام شد.

جدول ۱- مشخصات و میانگین نهاده‌های استفاده شده در هر هکتار از مزارع گندم و سیب‌زمینی نمونه‌برداری شده در شهرستان فریمان

Table 1- The characteristics of the sampled fields and the average inputs in wheat and potato in Fariman region

محصول Crop	مدیریت Management	وسعت (هکتار) Area (ha)	تغذیه Nutrition		آفات و بیماری‌ها Pests and Diseases		علف‌های هرز Weeds		تعداد دفعات نمونه‌برداری Number of sampling	محدوده زمانی نمونه‌برداری Sampling period
			نوع کود Type of fertilizer	مقدار (کیلوگرم در هکتار) Amount ($kg.ha^{-1}$)	نوع آفت‌کش Type of pesticide	مقدار (کیلوگرم در هکتار) Amount ($kg.ha^{-1}$)	عملیات Operation	مقدار (کیلوگرم در هکتار) Amount ($kg.ha^{-1}$)	10	
گندم Wheat	رایج Conventional	25	کود شیمیایی (NPK) Fertilizer	400	آفت‌کش‌های شیمیایی Chemical pesticide	1.5	علف‌کش Herbicides	1	10	۱۰ اردیبهشت–۱۰ تیر April- ۲۹ 30 June
	ارگانیک Organic	30	کودهای آلی (بقایای گیاهی و حیوانی) Manure and plant residual	20000	بدون عملیات Do nothing	بدون عملیات Do nothing	بدون عملیات Do nothing	–	10	۱۰ اردیبهشت–۱۰ تیر April- ۲۹ 30 June
سیب زمینی Potato	رایج Conventional	25	کود شیمیایی (NPK) Fertilizer	675	آفت‌کش‌های شیمیایی Chemical pesticide	2	علف‌کش Herbicides	1.2	10	۱۰ مرداد- ۲ مهر July- 23 ۳۱ September
	ارگانیک Organic	28	کودهای آلی (بقایای گیاهی و حیوانی) (Animal manure and plant residual)	20000	روش مکانیکی Mechanical method	آبیاری بارانی Sprinkler irrigation	روش مکانیکی Mechanical method	وجین Weed	10	۱۰ مرداد- ۲ مهر July- 23 ۳۱ September

شاخص‌های تنوع زیستی و ضرایب یکنواختی

به منظور محاسبه تنوع زیستی حشرات از سه شاخص تنوع شانون- ویور، معکوس شاخص سیمپسون و مارگالف و به منظور محاسبه ضریب یکنواختی فراوانی گونه‌ها از دو شاخص J_{Pielou} و

$E_{Simpson}$ (جدول ۲) استفاده گردید (Waite, 2000; Price, 1997; Rezaye-Nodeh, 2011). به‌منظور تعیین خانواده غالب در هر بوم نظام از مقدار فراوانی نسبی (pi) استفاده شد و خانواده دارای بیشترین فراوانی نسبی به‌عنوان گونه غالب معرفی گردید.

تنوع آلفا عبارت است از تعداد گونه‌ها در یک نمونه کوچک از یک بوم‌نظام و منظور از تنوع بتا، تنوع در نمونه و مقیاس بزرگ یک بوم‌نظام بوده و بیانگر سرعت تغییر تنوع از یک نمونه به نمونه دیگر یا از یک سطح به سطح دیگر می‌باشد (Whittaker, 1972). به‌منظور مقایسه تنوع آلفا و بتا بین دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج، از برازش تابع توانی بین غنای گونه‌ای و تعداد نمونه‌برداری استفاده شد (May, 1975). شکل عمومی این تابع در معادله ۱ ارائه شده است:

$$S = C \times A^{Z} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن، S: غنای گونه‌ای (تعداد خانواده‌های شمارش شده در هر نمونه) و A: تعداد نمونه‌برداری می‌باشند. C و Z: ضرایب معادله بوده و به‌ترتیب بیانگر تنوع آلفا و بتا می‌باشند.

برای انجام محاسبات مربوط به شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی از نرم‌افزار Ecological Methodology در سطح احتمال پنج درصد استفاده شد. مقایسه میانگین بین بوم نظام رایج و ارگانیک با استفاده از آزمون t در سطح احتمال پنج درصد و در نرم‌افزار SAS ver.9.1 انجام گرفت. لازم به ذکر است که نرمال بودن داده‌های آزمایشی قبل از مقایسه میانگین با استفاده از آزمون شاپیرو ویلک در نرم‌افزار SAS ver.9.1 ارزیابی شد.

جدول ۲- شاخص‌های تنوع زیستی مورد مطالعه در بوم‌نظام‌های زراعی ارگانیک و گندم سیب‌زمینی و گندم

Table 2- Studied biodiversity indicators in the wheat and potato fields in Fariman region

شاخص Index	فرمول Formula	توضیحات Explanations
تنوع شانون Shannon-Wiener	$H' = -\sum_{i=1}^{S} (p_i)(\ln p_i)$	P_i: تعداد افراد خانواده iام نسبت به کل نمونه که به صورت n_i/N تعریف می‌شود، S: تعداد خانواده-های موجود در جامعه P_i: is the number of species in family members i. for relation to the whole sample, defined as n_i/N; S: is the number of family.
تنوع سیمپسون Simpson	$\frac{1}{D} = \frac{N(N-1)}{\sum_{i=1}^{S} n_i (n_i - 1)}$	S: تعداد خانواده‌های موجود در جامعه ، n_i: تعداد افراد خانواده iام، N: تعداد کل افراد جمع‌آوری شده از تمام خانواده‌ها ، p_i: تعداد افراد خانواده iام در جامعه S: is the number of family in community; n_i: is the number of species in family members i; N: number of species in from all family members; p_i: is the number of species in family members I in the community
تنوع مارگالف Margalef	$Margalef = \frac{S-1}{Ln N}$	S: تعداد خانواده‌های موجود در جامعه، n_i: تعداد افراد خانواده iام، N: تعداد کل افراد جمع‌آوری شده از تمام خانواده‌ها S: is the number of family in community; n_i: is the number of species in family members i; N: number of species in from all family members
یکنواختی J_{Pielou}	$J_{Pielou} = \frac{H'}{Ln S}$	S: تعداد خانواده‌های موجود در جامعه، H': شاخص تنوع شانون S: is the number of family in community; H': Shannon index
یکنواختی $E_{Simpson}$	$E_{Simpson} = \frac{1/D}{S}$	S: تعداد خانواده‌های موجود در جامعه، 1/D: شاخص تنوع سیمپسون S: is the number of family in community; 1/D: Simpson index

نتایج و بحث

گندم: نتایج آزمایش نشان داد که تعداد کل حشرات تعداد کل خانواده‌های مختلف جمع‌آوری شده در طول فصل رشد گندم طی ۳ زمان مختلف نمونه‌برداری در مزرعه ارگانیک بیشتر از مزرعه رایج آن بود، بطوری‌که تعداد ۲۰۴۷ حشره (متعلق به ۴۱ خانواده) و ۱۹۲۸ فرد (متعلق به ۳۴ خانواده) به ترتیب در بوم‌نظام ارگانیک و رایج گندم جمع‌آوری شد. دو خانواده‌ی Phlaeothripidae و Empididae به‌ترتیب با فراوانی ۲۰/۶۲ و ۱۹/۶۴ درصد به عنوان خانواده‌های غالب بوم‌نظام ارگانیک و خانواده‌های Coccinelidae و Aphididae به‌ترتیب با فراوانی ۱۸/۹۳ و ۱۸/۱۰ درصد به‌عنوان خانواده غالب بوم‌نظام رایج گندم شناسایی شدند که در بین خانواده‌های موجود در هر بوم‌نظام دارای بیشترین فراوانی نسبی بودند (جدول ۳).

جدول ۳- تعداد و فراوانی نسبی خانواده‌های مختلف حشرات جمع‌آوری شده از مزارع ارگانیک و رایج گندم

Table 3- Number and relative frequency of different insect families collected from organic and conventional fields of wheat

ارگانیک Organic		رایج Conventional		ارگانیک Organic		رایج Conventional	
خانواده Family	تعداد Number	فراوانی نسبی Relative frequency	تعداد Number	فراوانی نسبی Relative frequency	خانواده Family	تعداد Number	فراوانی نسبی Relative frequency	تعداد Number	فراوانی نسبی Relative frequency
Aeolothripidae	14	0.0068	37	0.0192	Meloidae	2	0.0010	1	0.0005
Agromyzidae	89	0.0435	72	0.0373	Miridae	43	0.0210	95	0.0493
Anobidae	5	0.0024	0	0	Pentatomidae	1	0.0005	1	0.0005
Anthocoridae	17	0.083	47	0.0224	Phlaeothripidae	422	0.2062	192	0.0996
Anthomyiidae	71	0.0347	19	0.0099	Phoridae	11	0.0054	21	0.0109
Aphididae	134	0.0655	349	0.181	Piophilidae	5	0.0024	0	0
Aphidiiinae	6	0.0029	1	0.0005	Platypezidae	1	0.0005	0	0
Apocrita	0	0	3	0.0016	Psylidae	20	0.0098	6	0.0031
Biblionidae	0	0	17	0.0088	Reduvidae	3	0.0015	4	0.0021
Braconidae	23	0.0112	18	0.0093	Scaphididae	4	0.0020	0	0
Carabidae	27	0.0132	56	0.029	Scarabeidae	1	0.0005	0	0
chloropidae	17	0.0083	104	0.0539	Scutelluridae	18	0.0088	7	0.0036
Chrysomelidae	18	0.0088	1	0.0005	Staphylidae	11	0.0054	14	0.0073
Chrysophidae	68	0.0332	123	0.0638	Syrphidae	20	0.0098	15	0.0078
Cicadellidae	179	0.0874	139	0.0721	Tachinidae	3	0.0015	4	0.0021
Coccinelidae	120	0.0586	365	0.1893	Tenebrionidae	7	0.0034	2	0.001
Culicidae	68	0.0332	20	0.0104	Tephritidae	9	0.0044	2	0.001
Curculionidae	3	0.0015	3	0.0016	Tingidae	1	0.0005	0	0
Empididae	402	0.1964	162	0.084	Vespidae	5	0.0024	0	0
Eulophidae	5	0.0024	6	0.0031					
Formicidae	29	0.0142	3	0.0016	تعداد کل Total number	2047		1928	
Leptoceridae	161	0.0787	19	0.0099	غنای گونه‌ای Species richness	41		34	
Lonchaeidae	2	0.001	0	0					
Lonchopteridae	2	0.001	0	0					

از کل خانواده‌های جمع‌آوری شده تعداد ۳۲ خانواده در هر دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج مشترک بودند و ۹ خانواده Anobidae، Lonchaeidae، Lonchopteridae، Piophilidae، Platypezidae، Scaphididae، Scarabeidae، Tingidae و Vespidae فقط از مزرعه ارگانیک جمع‌آوری گردید و هیچ نمونه‌ای از این خانواده‌ها در مزرعه رایج به دام نیفتاد. دو خانواده‌ی Apocrita و Biblionidae نیز فقط در بوم‌نظام رایج گندم مشاهده شد (جدول ۳). فایفر و نیگلی (Pfiffner & Niggli, 1996) نیز در مطالعه تنوع حشرات در دو بوم‌نظام رایج و ارگانیک گندم، گزارش کردند که کشت ارگانیک گندم از تعداد و غنای خانواده‌ای بیشتری نسبت به کشت رایج آن برخوردار بود. این محققان عدم کاربرد سموم شیمیایی و تنوع زیاد علف‌های هرز در مزرعه ارگانیک را دلیل اصلی تنوع بالاتر در این بوم‌نظام نسبت به بوم‌نظام رایج بیان کردند.

شاخص‌های تنوع شانون- ویور، سیمپسون و مارگالف در مرحله اول نمونه‌برداری (۲۰۰ روز پس از کاشت گندم) در بوم‌نظام رایج در مقایسه با بوم‌نظام ارگانیک بالاتر بود، هر چند از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین دو بوم نظام ارگانیک و رایج از لحاظ شاخص‌های تنوع شانون- ویور و مارگالف وجود نداشت (جدول ۴). ضرایب یکنواختی به دست آمده در مرحله اول نمونه‌برداری نیز نشان داد که یکنواختی گونه‌ها در مزرعه ارگانیک بیشتر از رایج بود. در مرحله دوم نمونه‌برداری یعنی ۲۲۵ روز پس از کاشت گندم، اختلاف معنی‌داری بین دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج از لحاظ شاخص‌های تنوع و همچنین ضرایب یکنواختی وجود نداشت، با این‌وجود مقدار شاخص‌های تنوع شانون-ویور و مارگالف و همچنین ضرایب یکنواختی پیلو و سیمپسون در بوم‌نظام ارگانیک بیشتر از بوم‌نظام رایج بود (جدول ۴).

جدول ٤- مقادیر شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی برای دو بوم نظام ارگانیک و رایج گندم در سه مرحله نمونه‌برداری

Table 4- Diversity indices and evenness coefficients for two organic and conventional systems of wheat in three sampling stages

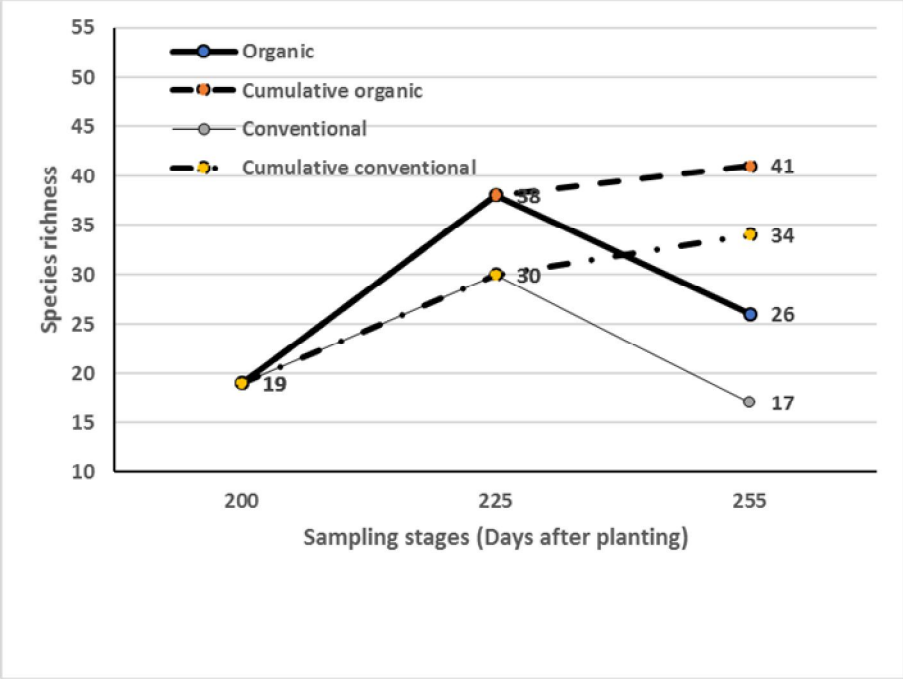
زمان (روز پس از کاشت) Time (days after planting)			ارگانیک Organic	رایج Conventional	تی- استیودنت t	مقدار *P* *P*-value
200	شاخص‌های تنوع Diversity indices	شانون-ویور Shannon-Wiener	1.42±0.18	1.85±0.10	-2.08ns	0.052
		سیمپسون Simpson	0.52±0.06	0.69±0.03	-2.54*	0.020
		مارگالف Margalef	1.84±0.18	2.01±0.11	-0.80ns	0.435
	ضرایب یکنواختی Coefficients of evenness	پیلو Pielou	0.75±0.07	0.94±0.04	-2.37*	0.029
		سیمپسون Simpson	0.08±0.01	0.10±0.01	-2.05ns	0.055
225	شاخص‌های تنوع Diversity indices	شانون-ویور Shannon-Wiener	3.15±0.14	3.10±0.08	0.35ns	0.729
		سیمپسون Simpson	0.85±0.02	0.85±0.02	-0.60ns	0.956
		مارگالف Margalef	3.45±0.37	3.44±0.14	-0.10ns	0.923
	ضرایب یکنواختی Coefficients of evenness	پیلو Pielou	1.13±0.02	1.11±0.03	0.75ns	0.463
		سیمپسون Simpson	0.06±0.01	0.05±0.002	0.47ns	0.647
250	شاخص‌های تنوع Diversity indices	شانون-ویور Shannon-Wiener	1.96±0.17	2.38±0.09	-2.17*	0.043
		سیمپسون Simpson	0.68±0.04	0.76±0.02	-1.63ns	0.119
		مارگالف Margalef	1.82±0.19	2.00±0.07	-0.88ns	0.388
	ضرایب یکنواختی Coefficients of evenness	پیلو Pielou	0.97±0.06	1.07±0.03	-1.32ns	0.203
		سیمپسون Simpson	0.10±0.02	0.08±0.004	0.95ns	0.354

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns: عدم معنی‌داری

*: is significant at 5% probability level and ns: not significant.

بوم‌نظام رایج گندم در مرحله سوم نمونه‌برداری (۲۵۵ روز پس از کاشت گندم) از شاخص‌های تنوع بالاتری نسبت به بوم‌نظام ارگانیک برخوردار بود و از بین سه شاخص تنوع مورد بررسی، تنها شاخص تنوع شانون- ویور از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری بین دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج نشان داد. بیشترین تنوع مشاهده شده در بین مراحل مختلف نمونه‌برداری در هر دو بوم‌نظام مدیریتی مربوط به مرحله دوم نمونه‌برداری بود، بطوری‌که مقادیر محاسبه شده برای هر سه شاخص تنوع شانون- ویور، سیمپسون و مارگالف در این مرحله نسبت به دو مرحله دیگر در هر دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج بالاتر بود (جدول ۴). با توجه به جدول ۴، می‌توان بیان کرد که در اکثر موارد اختلاف معنی‌داری بین دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج از لحاظ شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی وجود ندارد، در صورتی‌که تعداد خانواده‌های موجود در مزرعه ارگانیک همان‌طور که در قبل نیز اشاره شد بیشتر از بوم‌نظام رایج بود و به عبارتی تنوع گونه‌ای مشاهده شده در بوم‌نظام ارگانیک بالاتر از رایج بود (جدول ۳). همان‌طور که در شکل ۱ نیز مشاهده می‌شود، غنای گونه‌ای در مرحله اول نمونه‌برداری در هر دو

بوم‌نظام رایج‌های و ارگانیک یکسان و معادل ۱۹ خانواده بود، در صورتی‌که با گذشت زمان و در مراحل دوم و سوم نمونه‌برداری، غنای گونه‌ای در بوم‌نظام ارگانیک گندم بیشتر از بوم‌نظام رایج بود. در زمان دوم نمونه‌برداری (۲۲۵ روز پس از کاشت) غنای گونه‌ای در هر دو بوم‌نظام مدیریتی نسبت به زمان اول و سوم نمونه‌گیری بیشتر بود (شکل ۱). بنابراین شاخص‌های تنوع بالاتر محاسبه شده در بوم‌نظام رایج در مقایسه با ارگانیک، با وجود بالاتر بودن تنوع گونه‌ای در بوم نظام ارگانیک، و همچنین دلیل اصلی عدم معنی‌داری و عدم اختلاف شاخص‌های تنوع در دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج را می‌توان به خطای نمونه‌برداری نسبت داد، زیرا اعداد محاسبه شده برای هر شاخص، میانگینی از ۱۰ نمونه یا تکرار بوده است که در هر نمونه غنای گونه‌ای مستقل از نمونه دیگر محاسبه شده و در این‌صورت گونه‌های جدید مشاهده شده، در محاسبات در نظر گرفته نمی‌شود. به‌عبارت دیگر تعداد گونه‌های مشاهده شده در یک نمونه، برای محاسبه شاخص‌های تنوع در آن نمونه استفاده گردید و مقدار شاخص به دست آمده در آن مستقل از نمونه‌های دیگر بود. به‌عنوان مثال، در صورتی که در هر دو بوم‌نظام در نمونه اول و دوم سه گونه وجود داشته باشد و در یکی از بوم‌نظام‌ها هر سه گونه موجود در نمونه اول و دوم مشابه باشند، ولی در بوم‌نظام دیگر گونه‌های مشاهده شده در نمونه اول و دوم متفاوت باشند، میزان شاخص محاسبه شده در هر دو نظام یکی خواهد بود، با وجود اینکه غنای بوم‌نظام اول سه و بوم‌نظام دوم شش بود. بنابراین، برای به دست آوردن نتیجه قابل قبول‌تر، از معیار تنوع آلفا و بتا که در آن گونه‌های جدید وارد شده در هر نمونه‌برداری مدنظر قرار می‌گیرند، برای مقایسه دو نوع بوم‌نظام استفاده شد.



شکل ۱- غنای گونه‌ای در مزارع ارگانیک و رایج گندم در مراحل مختلف نمونه‌برداری

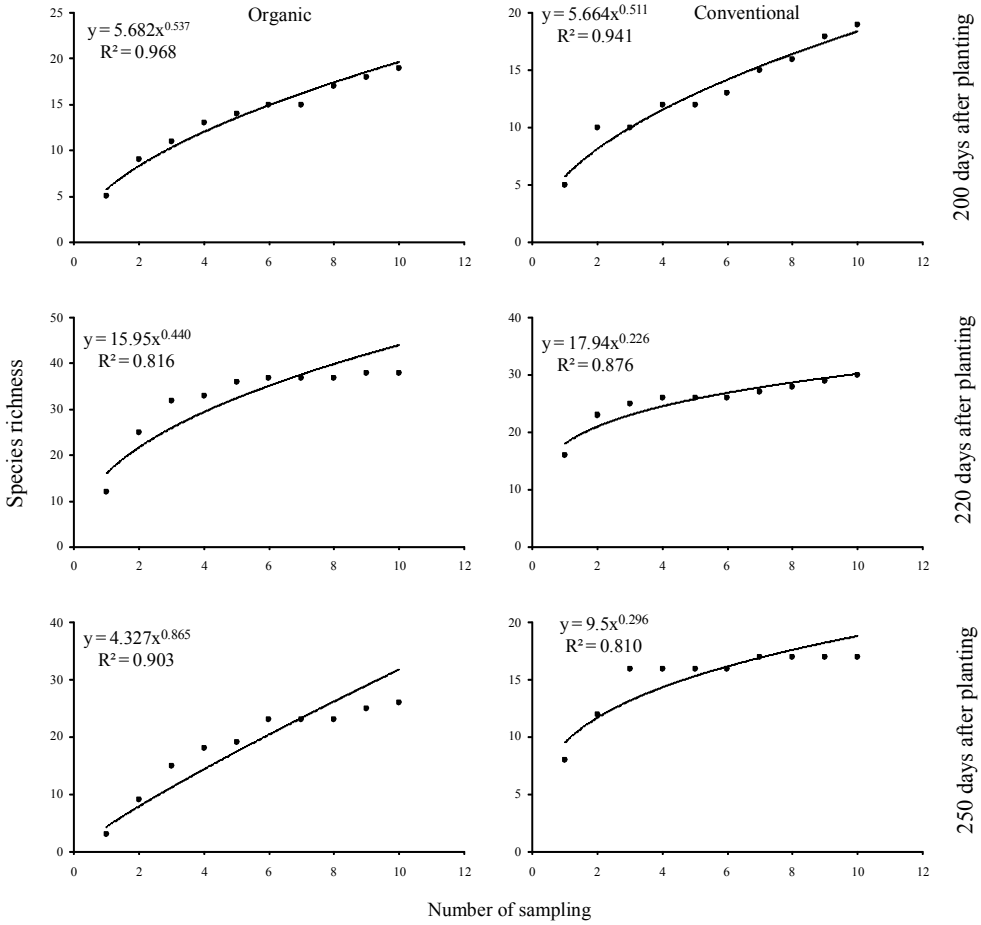
خطوط نقطه چین بیانگر روند تجمعی حضور گونه‌ها در طول فصل رشد می‌باشد.

Fig. 1- Species richness in organic and conventional fields of wheat in different sampling stages

Dotted lines indicate the cumulative trend of species presence during growth season.

تنوع آلفا به دست آمده در زمان ۲۰۰ روز پس از کاشت، در مزرعه ارگانیک (۵/۶۸۲) بیشتر از مزرعه رایج (۵/۶۶۴) بود، در صورتی که در ۲۲۵ و ۲۵۵ روز پس از کاشت گندم، مقدار تنوع آلفا در مزرعه رایج (به‌ترتیب ۱۷/۹۴ و ۹/۵۰) نسبت به بوم‌نظام ارگانیک (به‌ترتیب ۱۵/۹۵ و ۴/۳۲۷) بالاتر بود. به‌عبارتی تنوع حشرات در مقیاس کوچک، در مزرعه رایج بیشتر از مزرعه ارگانیک، به ویژه در مراحل دوم و سوم نمونه‌برداری، بود و در یک نمونه و سطح کوچک از هر دو بوم‌نظام مدیریتی، میزان تنوع زیستی در بوم‌نظام رایج بیشتر از بوم‌نظام ارگانیک بود (شکل ۲). تنوع بتا محاسبه شده در تمام زمان‌های مختلف نمونه‌برداری در بوم‌نظام ارگانیک بیشتر از بوم‌نظام

رایج بود که با گذشت زمان برتری بوم‌نظام ارگانیک نسبت به بوم‌نظام رایج از لحاظ تنوع بتا بیشتر نمود پیدا کرد (شکل ۲). بطوری‌که تنوع بتا در بوم‌نظام ارگانیک در ۲۵۵ روز پس از کاشت معادل ۰/۸۶۵ و در بوم‌نظام رایج برابر با ۰/۲۹۶ محاسبه گردید که بیانگر این موضوع می‌باشد که مدیریت مزرعه گندم به صورت ارگانیک منجر به افزایش ۱۹۲ درصدی تنوع بتا در مقایسه با مدیریت رایج آن می‌گردد. تنوع بتا در حقیقت سرعت افزایش غنای گونه‌ای به ازای افزایش تعداد نمونه‌برداری و افزایش سطح نمونه‌برداری می‌باشد و بالاتر بودن این شاخص در بوم نظام ارگانیک به مفهوم غنای گونه‌ای و تنوع زیستی بیشتر در سطح کل مزرعه نسبت به رایج می‌باشد. در صورتی که تنوع زیستی در یک سطح کوچک و در یک گوشه از مزرعه در بوم‌نظام مدیریت رایج گندم بالاتر از ارگانیک بود (شکل ۲). تنوع زیستی بیشتر در بوم‌نظام‌های ارگانیک نسبت به بوم‌نظام‌های رایج توسط محققان زیادی گزارش شده است و در اکثر موارد عدم کاربرد کود و سموم شیمیایی و همچنین شخم کاهش یافته به‌عنوان مهمترین عوامل افزایش تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های ارگانیک مطرح شده است (Menalled et al., 2006; Altieri, 1999; Clark, 1999). بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در نظر گرفتن سطح نمونه‌برداری در مقایسه دو بوم‌نظام مختلف مدیریتی نتایج مطلوب و قابل قبول‌تری را به دنبال خواهد داشت، بطوری‌که نتایج این مطالعه نیز حاکی از این بود که در مقیاس کوچک، بوم‌نظام رایج و در مقیاس بزرگ بوم‌نظام ارگانیک از تنوع بالاتری برخوردار بودند. کلو و همکاران (Clough et al., 2007) نیز در بررسی تنوع آلفا و بتا در دو بوم‌نظام رایج و ارگانیک گندم بیان کردند که مقدار تنوع بتا در بوم‌نظام ارگانیک بیشتر از بوم‌نظام رایج بود، در صورتی‌که اختلافی بین دو بوم‌نظام مدیریتی از لحاظ تنوع آلفا مشاهده نشد و تنوع زیستی بیشتر بوم‌نظام ارگانیک نسبت به بوم‌نظام رایج را در مقیاس بزرگتر گزارش نمودند.



شکل ۲- رابطه بین غنای گونه‌ای و تعداد نمونه‌برداری در مزارع ارگانیک و رایج گندم در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig. 2- Relationship between number of sampling and species richness in organic and conventional fields of wheat in different sampling stages

سیب‌زمینی

در مزرعه ارگانیک سیب‌زمینی در مجموع ۴۳۵ حشره از ۱۸ خانواده مختلف طی سه مرحله زمانی مختلف در طول فصل رشد جمع‌آوری گردید، در صورتی‌که تعداد کل حشرات به دام افتاده و تعداد خانواده‌های مشاهده شده در بوم نظام رایج بیشتر از ارگانیک بود و روی هم رفته ۷۸۷ حشره شامل ۲۲ خانواده در مزرعه رایج جمع‌آوری شد (جدول ۵). به‌طور کلی، ۲۵ خانواده مختلف از حشرات در مزارع سیب‌زمینی مشاهده شد که از بین آنها، ۱۵ خانواده به‌صورت مشترک در هر دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج و ۱۰ خانواده به صورت انحصاری در یکی از دو بوم‌نظام فعالیت می‌کردند که از این ۱۰ خانواده، ۷ خانواده Aeolothiripidae، Bethylidae، Braconidae، Coccinellidae، Eulophidae، Noctuidae و Sphecidae فقط در مزرعه رایج و سه خانواده‌ی Forficulidae، Grylidae و Termitidae به‌طور انحصاری فقط در مزرعه ارگانیک سیب‌زمینی مشاهده شدند (جدول ۵). بنابراین، برخلاف مزارع گندم، تنوع گونه‌ای مشاهده شده در مزرعه رایج سیب‌زمینی نسبت به مزرعه ارگانیک آن بیشتر بود. خانواده‌های Phoridae و Forimicidae به‌ترتیب با فراوانی نسبی ۱۷ و ۱۵/۶ درصد به عنوان خانواده‌های غالب مزرعه ارگانیک و خانواده‌ی Miridae با فراوانی نسبی ۲۷/۸ درصد به‌عنوان خانواده‌ی غالب مزرعه رایج سیب‌زمینی شناخته شدند (جدول ۵). نتایج این مطالعه با نتایج به‌دست آمده توسط آرمسترانگ (Armstrong, 1995) مطابقت داشت که در مقایسه دو بوم نظام مدیریتی ارگانیک و رایج سیب‌زمینی در کشور اسکاتلند، تعداد و تنوع زیستی بیشتر مزارع رایج سیب‌زمینی را نسبت به مزارع ارگانیک گزارش نمود.

جدول ۵- تعداد و فراوانی نسبی خانواده‌های مختلف حشرات جمع‌آوری شده از مزارع ارگانیک و رایج سیب‌زمینی

Table 5- Number and relative frequency of different insect families collected from organic and conventional fields of potato

	ارگانیک Organic		رایج Conventional	
خانواده Family	تعداد Number	فراوانی نسبی Relative frequency	تعداد Number	فراوانی نسبی Relative frequency
Aeolothiripidae	0	0.000	18	0.023
Agromyzidae	17	0.039	36	0.046
Anthomyiidae	4	0.009	11	0.014
Aphididae	53	0.122	75	0.095
Bethylidae	0	0.000	3	0.004
Braconidae	0	0.000	14	0.018
Bruchinae	1	0.002	58	0.074
Carabidae	14	0.032	4	0.005
Cephidae	6	0.014	2	0.003
Chrysopidae	2	0.005	37	0.047
Cicadellidae	24	0.055	81	0.103
Coccinellidae	0	0.000	2	0.003
Culicidae	45	0.103	38	0.048
Eulophidae	0	0.000	4	0.005
Forficulidae	5	0.011	0	0.000
Forimicidae	68	0.156	14	0.018
Grylidae	1	0.002	0	0.000
Miridae	53	0.122	219	0.278
Noctuidae	0	0.000	2	0.003
Phleothiripidae	10	0.023	39	0.050
Phoridae	74	0.170	52	0.066
Sphecidae	0	0.000	8	0.010
Staphylinidae	6	0.014	4	0.005
Tephritidae	46	0.106	66	0.084
Termitidae	6	0.014	0	0.000
تعداد کل Total number	435		787	
غنای گونه‌ای Species richness	18		22	

در هر سه زمان مختلف نمونه‌برداری اختلاف معنی‌داری بین دو بوم‌نظام ارگانیک و رایج سیب‌زمینی از لحاظ شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی، به جزء شاخص تنوع شانون- ویور در مرحله اول نمونه‌برداری، مشاهده نشد، با این وجود مقادیر به‌دست آمده برای هر سه شاخص تنوع شانون- ویور، سیمپسون و مارگالف در بوم‌نظام رایج نسبت به بوم‌نظام ارگانیک بیشتر بود (جدول ۶). بر اساس ضریب یکنواختی پیلو، در هر سه مرحله نمونه‌برداری یکنواختی گونه‌ها در مزرعه رایج سیب‌زمینی در مقایسه با مزرعه ارگانیک بیشتر بود، در صورتی‌که بر اساس ضریب یکنواختی سیمپسون، میزان یکنواختی گونه‌ها در بوم‌نظام ارگانیک در ۴۵ و ۷۵ روز پس از کاشت سیب‌زمینی بالاتر از بوم‌نظام رایج محاسبه گردید. همان‌طور که در بحث مربوط به گیاه گندم نیز گفته شد، با وجود اختلافات موجود بین دو بوم‌نظام از لحاظ تعداد کل حشرات و غنای گونه‌ای، دلیل عدم معنی‌داری و عدم اختلاف آماری بین شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی بین دو بوم‌نظام را می‌توان به خطای نمونه‌برداری نسبت داد.

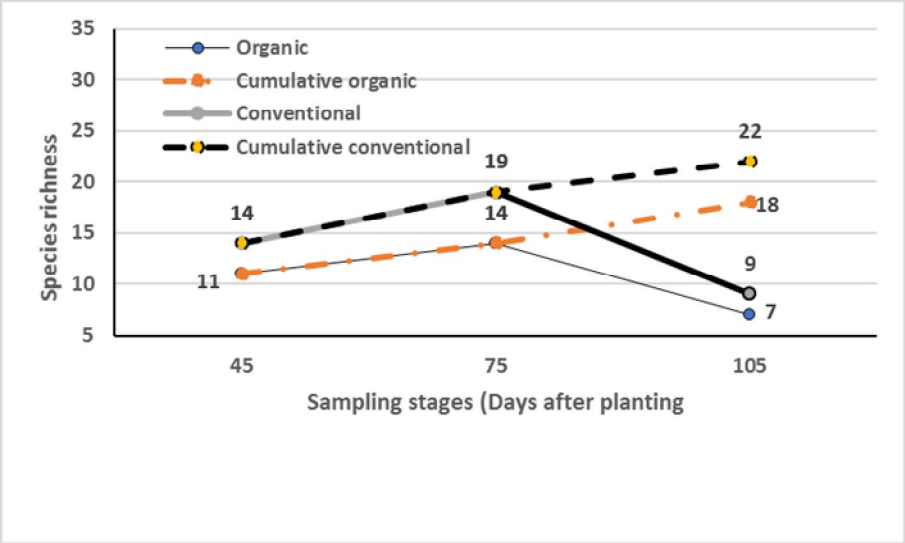
جدول ٦- مقادیر شاخص‌های تنوع و ضرایب یکنواختی برای دو بوم نظام ارگانیک و رایج سیب‌زمینی در سه مرحله نمونه‌برداری

Table 6- Diversity indices and evenness coefficients for two organic and conventional systems of potato in three sampling stages

زمان (روز پس از کاشت) Time (days after planting)			ارگانیک Organic	رایج Conventional	تی- استیودنت t	مقدار P P-value
45	شاخص‌های تنوع Diversity indices	شانون-ویور Shannon-Wiener	1.66±0.13	2.30±0.27	-2.13*	0.048
		سیمپسون Simpson	0.67±0.03	0.73±0.08	-0.74ns	0.467
		مارگالف Margalef	1.56±0.10	1.65±0.26	-0.35ns	0.728
	ضرایب یکنواختی Coefficients of evenness	پیلو Pielou	0.99±0.05	1.20±0.14	-1.43ns	0.170
		سیمپسون Simpson	0.13±0.01	0.11±0.02	1.15ns	0.266
75	شاخص‌های تنوع Diversity indices	شانون-ویور Shannon-Wiener	1.62±0.20	2.29±0.08	0.006ns	-3.13
		سیمپسون Simpson	0.65±0.05	0.75±0.03	0.119ns	-1.63
		مارگالف Margalef	1.64±0.23	2.17±0.06	0.039ns	-2.23
	ضرایب یکنواختی Coefficients of evenness	پیلو Pielou	0.98±0.06	1.04±0.05	0.440ns	-0.79
		سیمپسون Simpson	0.13±0.01	0.08±0.01	<0.001ns	4.34
105	شاخص‌های تنوع Diversity indices	شانون-ویور Shannon-Wiener	1.25±0.22	1.23±0.16	0.07ns	0.944
		سیمپسون Simpson	0.54±0.08	0.57±0.07	-0.28ns	0.785
		مارگالف Margalef	1.26±0.15	1.41±0.19	-0.64ns	0.533
	ضرایب یکنواختی Coefficients of evenness	پیلو Pielou	0.85±0.12	0.89±0.11	-0.25ns	0.804
		سیمپسون Simpson	0.13±0.02	0.14±0.02	-0.50ns	0.621

*: معنی‌داری در سطح احتمال ۵ درصد و ns: عدم معنی‌داری

*: is significant at 5% probability level and ns: not significant.



شکل ۳- غنای گونه‌ای در مزارع ارگانیک و رایج سیب‌زمینی در مراحل مختلف نمونه‌برداری

خطوط نقطه چین بیانگر روند تجمعی حضور گونه‌ها در طول فصل رشد می‌باشد.

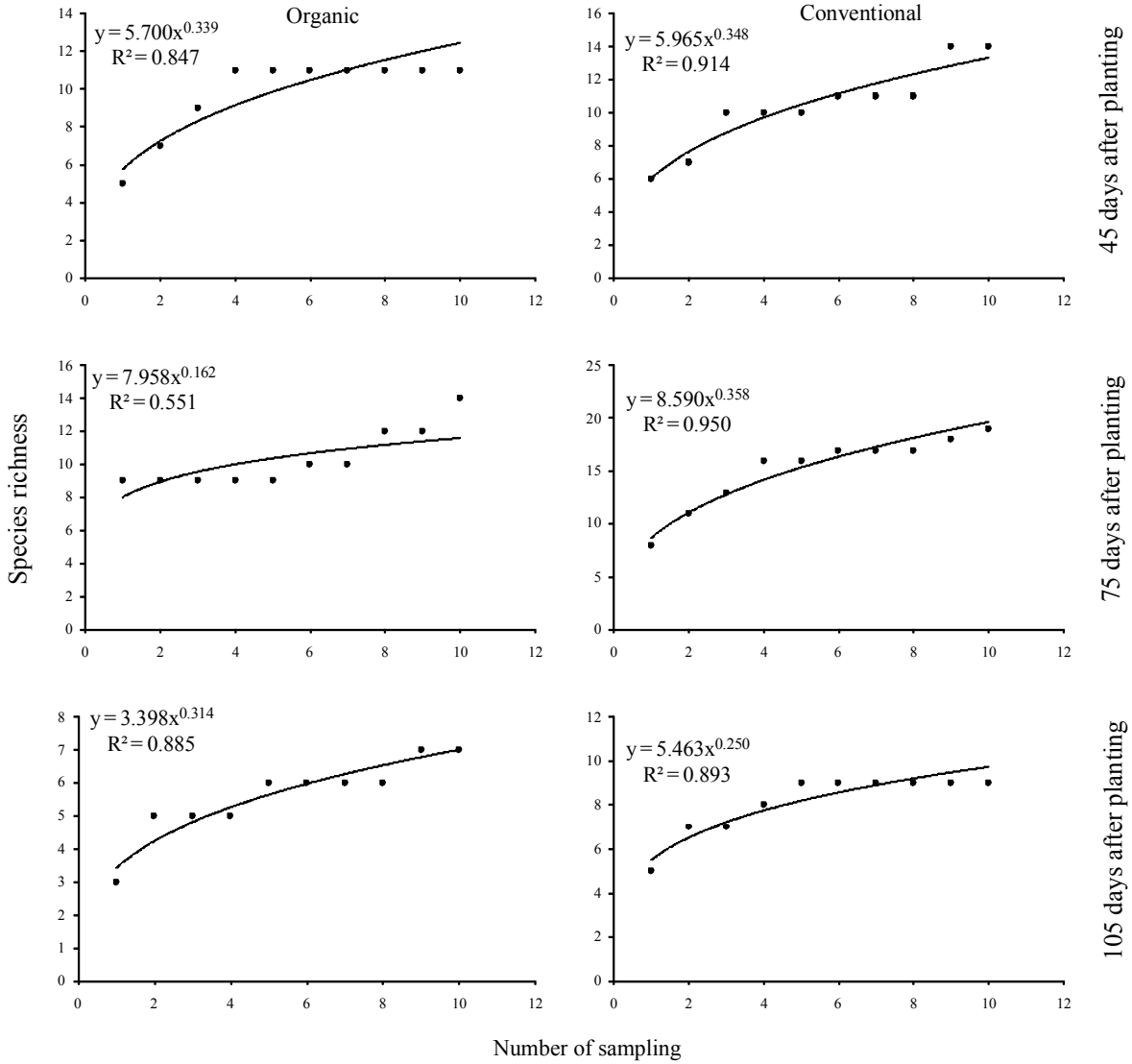
Fig. 3 - Species richness in organic and conventional fields of potato in different sampling stages

Dotted lines indicate the cumulative trend of species presence during growth season.

با شروع رشد سیب‌زمینی تنوع گونه‌های موجود در هر دو بوم‌نظام مدیریت رایج و ارگانیک سیب‌زمینی افزایش یافته و در ۷۵ روز پس از کاشت به بیشترین مقدار خود رسیده و در انتهای رشد گیاه کاهش یافت (شکل ۳). در هر دو مزرعه رایج و ارگانیک سیب‌زمینی، زمان دوم نمونه‌برداری (۷۵ روز پس از کاشت) نسبت به زمان اول (۴۵ روز پس از کاشت) و زمان سوم نمونه‌برداری (۱۰۵ روز پس از کاشت) از غنای گونه‌ای بیشتری برخوردار بود (شکل ۳). طی سه مرحله نمونه‌برداری در طول فصل رشد سیب‌زمینی، بوم‌نظام رایج از تعداد خانواده بیشتری در مقایسه با بوم‌نظام ارگانیک برخوردار بود و بیشترین غنای گونه‌ای تحت تأثیر بوم‌نظام مدیریتی و زمان‌های مختلف نمونه‌برداری مربوط به مزرعه رایج در ۷۵ روز پس از کاشت سیب‌زمینی با ۱۹ خانواده مختلف بود (شکل ۳). سولیوارن و گورمالی (Sullivan & Gormally, 2002) گزارش کردند که تعداد حشرات جمع‌آوری شده و همچنین غنای گونه‌ای در مزارع سیب‌زمینی با مدیریت ارگانیک به مراتب بیشتر از مزارع رایج سیب‌زمینی بود که با یافته‌های به‌دست آمده در این مطالعه مغایرت داشت.

تنوع آلفا در تمام مراحل نمونه‌گیری در بوم‌نظام رایج بیشتر از ارگانیک بوده و با گذشت زمان اختلاف بین بوم‌نظام رایج و ارگانیک از لحاظ تنوع آلفا افزایش یافته و در ۱۰۵ روز پس از کاشت سیب‌زمینی به بیشترین مقدار خود رسید، بطوری‌که مقدار تنوع آلفا در بوم‌نظام رایج در ۴۵، ۷۵ و ۱۰۵ روز پس از کاشت سیب‌زمینی به‌ترتیب به میزان ۴/۶، ۷/۹ و ۶۰/۸ درصد بیشتر از بوم‌نظام ارگانیک بود (شکل ۴). تنوع بتا نیز در بوم‌نظام رایج در ۴۵ و ۷۵ روز پس از کاشت سیب‌زمینی (به‌ترتیب ۰/۳۴۸ و ۰/۳۵۸) بیشتر از ارگانیک (به‌ترتیب ۰/۳۳۹ و ۰/۱۶۲) به‌دست آمد، در صورتی‌که در ۱۰۵ روز پس از کاشت، میزان تنوع بتا در کشت ارگانیک (۰/۳۱۴) بالاتر از کشت رایج آن (۰/۲۵) بود (شکل ۴). به‌طور کلی نتایج آزمایش حاکی از بالاتر بودن تنوع آلفا و بتا در بوم‌نظام کشت رایج سیب‌زمینی در مقایسه با بوم‌نظام ارگانیک آن بود. به‌عبارت دیگر هم در مقیاس مکانی کوچک (تنوع آلفا) و هم در مقیاس کل سطح مزرعه (تنوع بتا)، کشت رایج سیب‌زمینی از تنوع زیستی بیشتری در مورد حشرات برخوردار بود که با نتایج به دست آمده برای گندم در این مطالعه مغایرت داشت. Gabriel et al. (2006) نیز در مطالعه تنوع آلفا و بتا در بوم نظام‌های ارگانیک و رایج کشاورزی در کشور آلمان گزارش کردند که به‌طور کلی تنوع آلفا و بتا در مزارع ارگانیک بالاتر از مزارع رایج می‌باشد. به‌نظر می‌رسد دلیل بالاتر بودن تنوع زیستی در بوم‌نظام رایج نسبت به بوم‌نظام ارگانیک در مزارع سیب‌زمینی مربوط به این امر باشد که فقط سه سال از ارگانیک شدن مزرعه سیب‌زمینی می‌گذرد و تمام اثرات مثبت این نظام هنوز به‌طور کامل به ظهور نرسیده است. به‌طور کلی با وجود عدم مصرف کود و سموم شیمیایی در مزرعه ارگانیک، تنوع گیاهی کشت شده در اطراف مزرعه ارگانیک بسیار کمتر از مزرعه رایج سیب‌زمینی بود. با توجه به مشاهدات انجام گرفته در زمان نمونه‌برداری مشخص شد که در اطراف مزرعه رایج سیب‌زمینی، کشاورزان اقدام به کشت گیاهانی همچون گوجه‌فرنگی، کدو و خربزه می‌کنند، در صورتی‌که در مزرعه ارگانیک با وجود رعایت کردن اصول ارگانیک در داخل سطح مزرعه، تنوع گیاهی موجود در

اطراف مزرعه پایین بود. بنابراین وجود تنوع گیاهی بالاتر در اطراف مزارع رایج و در نتیجه ایجاد تنوع زیستگاهی بیشتر برای حشرات، منجر به افزایش تنوع زیستی حشرات و در نتیجه بالاتر بودن تنوع زیستی نسبت به بوم‌نظام ارگانیک در این منطقه گردید. به‌نظر می‌رسد با توجه به اینکه برای کنترل علف‌های هرز در مزارع ارگانیک از عملیات وجین و در مزارع رایج از علف‌کش استفاده شد؛ درنتیجه تنوع زیستگاهی درون مزرعه در هر دو شرایط ارگانیک و رایج سیب‌زمینی تفاوت چندانی نداشت و در این میان تنوع گیاهی کشت شده در اطراف مزارع رایج احتمالاً منجر به افزایش تنوع حشرات در این بوم‌نظام گردیده است. از طرف دیگر با وجود اینکه استفاده از آفت‌کش‌ها در مزرعه رایج منجر به کاهش حشرات درون مزرعه می‌شود، ولی به نظر می‌رسد وجود تنوع گیاهی بالاتر در اطراف مزرعه و در نتیجه ایجاد تنوع زیستگاهی بیشتر برای حشرات در مزارع رایج توانسته تا حدودی جنبه منفی استفاده از آفت‌کش‌ها در مزارع رایج را جبران نماید. بنابراین انتظار می‌رود در صورتی که اصول ارگانیک در اطراف مزارع رعایت شود و تنوع گیاهی اطراف مزارع افزایش یابد، تنوع حشرات در بوم‌نظام‌های ارگانیک با توجه به اینکه از آفت‌کش‌های شیمیایی نیز در این مزارع استفاده نمی‌شود، در مقایسه با بوم‌نظام رایج بیشتر گردد.



شکل ٤- رابطه بین غنای گونه‌ای و تعداد نمونه‌برداری در مزارع ارگانیک و رایج سیب‌زمینی در مراحل مختلف نمونه‌برداری

Fig.4 -Relationship between number of sampling and species richness in organic and conventional fields of potato in different sampling stages

نتیجه‌گیری

بطور کلی نتایج این تحقیق نشان داد که بوم نظام‌های مدیریتی مختلف نقش تأثیرگذاری در میزان تنوع زیستی حشرات یک بوم‌نظام دارند. غنای گونه‌ای و همچنین تنوع بتا در مراحل مختلف نمونه‌برداری در بوم‌نظام ارگانیک گندم بیشتر از بوم‌نظام رایج بود، در صورتی‌که تنوع آلفا در بوم‌نظام رایج بیشتر از ارگانیک بود. عدم کاربرد کود و سموم شیمیایی، تنوع بالای علف‌های هرز در سطح مزرعه و همچنین تنوع بالای گیاهی در اطراف مزارع ارگانیک منجر به افزایش تنوع زیستی در چنین بوم‌نظام‌هایی در مقایسه با بوم‌نظام‌های رایج کشاورزی می‌گردد. نکته قابل ذکر اینکه بالاتر بودن تنوع در بوم‌نظام‌های ارگانیک منوط به رعایت اصول کلی مدیریت ارگانیک در بوم‌نظام‌های زراعی می‌باشد، بطوری‌که یافته‌های این تحقیق نیز به خوبی نشان داد که در مزارع ارگانیک سیب‌زمینی به دلیل تنوع گیاهی و به‌عبارتی تنوع زیستگاهی کم در اطراف مزارع، می‌تواند میزان تنوع حشرات در این بوم‌نظام کمتر از بوم‌نظام رایج بود. بنابراین به عنوان یک نتیجه کلی می‌توان بیان کرد که حرکت به سمت کشاورزی ارگانیک علاوه بر حفظ و افزایش تنوع زیستی در بوم‌نظام زراعی، منجر به کاهش مصرف سموم شیمیایی شده و در نتیجه کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی و پایداری بوم‌نظام‌های تولید کشاورزی را به دنبال خواهد داشت.

منابع

Alichi, M., and Minaei, K. 2002. Study on distribution of the beetles belonging to the family Carabidae in Shiraz region. 15th Iranian Plant Protection Congress, Razi University of Kermanshah. Iran7-11 September 2002, p. 175. (In Persian with English Summary)

Altieri, M.A. 1999. The ecological role of biodiversity in agroecosystems. Agriculture, Ecosystems and Environment 74: 19–31.

Armstrong, G. 1995. Carabid beetle (Coleoptera: Carabidae) diversity and abundance in organic potatoes and conventionally grown seed potatoes in the north of Scotland. Pedobiologia 39: 231-237.

Borrer, D.J., Teriplehorn, C.A., and Johnson, N.F. 1998. An Introduction to the Study of Insects.7ed. Peter Marshal, Philadelphia.

Clark, M.S. 1999. Ground beetle abundance and community composition in conventional and organic tomato systems of California's Central Valley. Applied Soil Ecology 11: 199-206.

Clark, M.S. 1999. Ground beetles abundance and community composition in conventional and organic tomato systems of California’s central valley. Applied Soil Ecology 11: 199-206.

Clough, Y., Holzschuh, A., Gabriel, D., Purtauf, T., Kleijn, D., Kruess, A., Steffan-Dewenter, I., and Tscharntke T. 2007. Alpha and beta diversity of arthropods and plants in organically and conventionally managed wheat fields. Journal of Applied Ecology 44: 804-812.

Gabrie, D., Roschewitz, I., Tscharntke, T., and Thies, C. 2006. Beta diversity at different spatial scales: plant communities in organic and conventional agriculture. Ecological Applications 16(5): 2011–2021.

Gonnarsson, C., and Hansson, P.A. 2004. Optimization of field machinery for an arable farm converting to organic farming. Agricultural Systems 80: 85-103.

Kevan, P.G.1999. Crabid beetles in sustainable agriculture: A review on the pest control efficacy, cultivation impacts and enhancement. Agriculture, Ecosystem and Environment 74: 187-228.

Khodashenas, A.R. 2008. Investigation of structural biodiversity in winter wheat fields of Khorasan province. PhD dissertation, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran. (In Persian with English Summary)

Mahmoudi, H., Mahdavi Damghani, A., and Liaghati, H. 2008. An Introduction to Organic Agriculture. Jihad Daneshgahi Publication Limited, Mashhad, Iran. (In Persian)

May, R.M. 1975. Patterns of species abundance and diversity. PP. 81–120. In: Cody, M.L. and J.M. Diamond (Eds). Ecology and Evolution of Communities. The Belknap Press of Harvard University Press, Cambridge, UK.

Menalled, F., Liebman, M., and Renner, K. 2006. The ecology of weed seed predation in herbaceous crop systems. In: Batish, D. (Ed.), Handbook of Sustainable Weed Management. The Haworth Press, Inc., Binghamton, NY.

Menalled, F.,Smith, R.G., Dauer, J.T., and Fox, T.B. 2007. Impact of agricultural management on carabid communities and weed seed predation. Agriculture, Ecosystems and Environment 118: 49–54.

Pfiffner, L., and Niggli, U. 1996. Effects of bio-dynamic, organic and conventional farming on ground beetles (Col. Carabidae) and other epigaeic arthropods in winter wheat. Biological Agriculture and Horticulture 12: 353-364.

Pielou, E.C. 1969. An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley/ Inter science, New York, NY, USA.

Price, P.W. 1997. Insect ecology. 3th ed. 888 pp. John Wiley Publication, New York.

Rezaye- Nodeh, M., Afshari, A., Yazdanian, M., and Assadeh, G.H. 2011. Biodiversity of carabidae beetles (Cloeoptera: Carabidae) in agroecosystems of Azad shahr region, Golestan province, Northern Iran. Journal of Agroecology 3(3): 347-357. (In Persian with English Summary)

Sandhu, H.S., Wratten, S., and Cullen, R. 2010. The role of supporting ecosystem services in conventional and organic arable farmland. Ecological Complexity 7: 302-310.
Scialabba, N. 2000. Opportunities and constraints of organic agriculture, A Sociological analysis. Rome: FAO. Available at http:// www.fao.org/ organicag (May 20, 2008).
Shah, P.A., Brooks, D.R., Ashby, J.E., Perry, J.N., and Woiwod, I.P. 2003. Diversity and abundance of the coleopteran fauna from organic and conventional management systems in southern England. Agriculture and Forest Entomology 5(1): 51-60.
Sullivan, C.M., and Gormally, M.J. 2002. A Comparison of Ground Beetle (Carabidae: Coleoptera) Communities in an Organic and Conventional Potato Crop. Biological Agriculture and Horticulture 20: 99-110.
Waite, S. 2000. Statistical ecology in practice. 1st ed. 414 pp. Prentice Hall Publishing.
Whittaker, R.H. 1972. Evaluation and measurement of species diversity. Taxon 21: 213–251.

Journal of Agroecology
Vol. 10, No. 4, Winter 2019, p. 1051-1066

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۱۰، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۷، ص. ۱۰۶۶-۱۰۵۱

Insect's Biodiversity in Conventional and Organic Agro-ecosystems for Wheat (*Triticum aestivum* L.) and Potato (*Solanum tuberosum*) in Fariman Region

M. Mahloji Rad[1], P. Rezvani Moghaddam[2*], M. Parsa[3], Gh.A. Asadi [3] and N. Shahnoshi[4]

Submitted: 19-04-2015
Accepted: 01-12-2015

Mahloji Rad, M., Rezvani Moghaddam, P., Parsa, M., Asadi, Gh.A., and Shahnoshi, N. 2019. Insect's biodiversity in conventional and organic agro-ecosystems for wheat (*Triticum aestivum* L.) and potato (*Solanum tuberosum*) in Fariman region. Journal of Agroecology. 10(4):1051-1066.

Introduction

One of the main objectives of organic agriculture is low negative effect on the environment and according to this issue, maintaining biodiversity is one of the key responsibilities of this agriculture system. Disuse of chemical fertilizers and using mechanization with less intensity caused significant increase in biodiversity in organic agriculture. Insect's diversity can help in biological control of pests, pollination and biological control of weeds and diseases. This study was performed based on the key role of insects in ecosystem function, especially in organic agro-ecosystems and effective factors for biodiversity of them and also with respect to the high potential for progressing of organic agriculture in Iran. The purpose of the study was to identify different families of insects in conventional and organic fields for wheat and potato crops in Fariman city.

Material and Methods

The study was carried out in wheat and potato fields at Fariman city in 2012. In order to collect insects, we used a sweet net with a diameter of 50 cm in 10 different regions of the fields. Sampling was performed after 45, 75 and 105 days after planting. Sampling was conducted which it covers total farm area. Shannon-weaver index, Simpsons reciprocal and Margalef indexes were used to calculate the insect's biodiversity and Pielou and Simpson were used to calculate the species evenness. Relative frequency (pi) was used to determination of dominant species in each agro-ecosystem and the species with the highest relative frequency was considered as dominant species. In order to compare the alpha and beta diversity between two organic and conventional systems, we fitted the power function for species richness as a dependent variable and sampling number as an independent variable.

Results and Discussion

The results of the wheat farm showed that the total number of collected insects' families during the growing season in the organic farm was higher than the conventional farm (2047 number of insects from 41 families *vs.* 1928 from 34 families, respectively). From total families, 32 families were the same in both organic and conventional wheat systems and 9 families were collected from the only organic farm. Two families were observed only on the conventional farm. Species richness was the same in both organic and conventional at first stage of sampling, but in the organic system, it was higher at the second and third stage of sampling. Insects' diversity in the conventional farm was higher than organic based on obtained values for alpha diversity. Calculated beta diversity in the organic system was higher than conventional. In fact, beta diversity is the increasing rate of the species richness per increasing of sampling number and the high value of beta diversity in the organic system indicates that species richness and biodiversity of the organic system were higher than conventional at total farm area. In potato organic and conventional farms, 435 insects (from 18 families) and 787 insects (from 22 families) were collected, respectively. From total trapped families, 15

1, 2 and 3- PhD. in Agroecology, Professor and Associate Professor, Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran, respectively.
4- Professor of Agricultural Economy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Iran
(*- Corresponding Author Email: rezvani@um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v10i4.45973

families were the same in both organic and conventional systems, 7 families only were in conventional farm and three families observed only in the organic farm. Therefore, species diversity in conventional system was higher in comparison with the organic system in the potato crop. Two families were introduced as dominant species in the organic farm with a relative frequency of 17% and 15.6%, respectively and *Miridae* family was dominant species in the conventional farm as 27.8% of relative frequency. Alpha diversity in conventional system was higher than organic. Beta diversity in conventional system was higher in 45 and 75 days after planting, but it was lower in 105 days after planting than organic. In total, the results showed that alpha and beta diversity were higher in conventional than organic. It seems that the reason for higher biodiversity in conventional compared to organic was related to failure to comply with the organic principles in potato farm.

Conclusion

It can be concluded that the move towards organic agriculture, in addition to preserving and enhancing biodiversity in agricultural ecosystems, has led to a reduction in using chemical pesticides and, as a result, the reduction of environmental pollution will be followed by the sustainability of agricultural production.

Keywords: Alpha diversity, Beta diversity, Diversity index, Species richness