نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۰۶-۵۹۳

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 593-606

ارزیابی تنوع زیستی علف‌های‌هرز در بوم‌نظام‌های زراعی ارگانیک و پرنهاده برنج (*Oryza sativa* L.)

سید یوسف موسوی طغانی[۱]، پرویز رضوانی مقدم[۲*]، مهدی نصیری محلاتی[۲] و محمدرضا دماوندیان[۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۰۶/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۰۶/۰۳

موسوی طغانی، س.ی.، رضوانی مقدم، پ.، نصیری محلاتی، م.، و دماوندیان، م.ر. ۱۳۹۶. ارزیابی تنوع زیستی علف‌های هرز در بوم‌نظام‌های زراعی ارگانیک و پرنهاده برنج. (*Oryza sativa* L) بوم‌شناسی کشاورزی، ۹(۳):۵۹۳-۶۰۶.

چکیده

این تحقیق جهت مقایسه تنوع زیستی علف‌های‌هرز بوم‌نظام‌های برنج (*Oryza sativa* L) شهرستان‌های بابل و بابلسر انجام گردید. نمونه‌ها از شش مزرعه دو نظام مدیریتی (ارگانیک و پرنهاده)، در سال زراعی ۹۱-۱۳۹۰، جمع‌آوری شد. داده‌ها (شامل تعداد گونه‌های علف‌هرز و فراوانی هر یک از نُه کوادرات (یک×یک متر) هر مزرعه، طی چهار مرحله (پنجه‌زنی، ساقه‌روی، پرشدن دانه و پس از برداشت) به‌دست آمد. مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی دو نظام مدیریتی، نشان داد که علی‌رغم افزایش مقادیر شاخص‌های تنوع در نظام ارگانیک، اختلاف معنی‌داری بین دو نظام قابل مشاهده نبود. مقایسه مراحل مختلف نمونه‌برداری بر اساس میانگین دو نظام، حاکی از کاهش تنوع و یکنواختی علف‌های‌هرز در مرحله چهارم (پس از برداشت) بود. ارزیابی شاخص‌های تنوع زیستی دو نظام پرنهاده و ارگانیک نیز حاکی از کاهش معنی‌دار شاخص‌های تنوع زیستی علف‌های‌هرز در مرحله چهارم نسبت به مراحل قبلی بود. این نتیجه می‌تواند به‌علت تخریب ایجاد شده در بوم‌نظام‌های برنج، ناشی از برداشت محصول و فراهم شدن زمینه برای ظهور گونه‌های مختلف علف‌هرز باشد. علی‌رغم اینکه در این شرایط انتظار افزایش تنوع می‌رود، اما به‌واسطه وجود تنش خشکی در مرحله برداشت، گونه‌های مقاوم به تنش ظاهر شده و مستقر گردیدند. برتری تنوع در نظام ارگانیک، به‌ویژه در مرحله چهارم را می‌توان به ظهور و استقرار علف‌های‌هرز مقاوم به شرایط تخریب و تنش مانند علف انگشتی (*Digitaria* spp.)، توق (*Xanthium strumarium* L.) و اکلیپتا (*Eclipta prostrata* L.) (گونه-های شرایط غیرغرقاب) علاوه بر علف‌های‌هرز رایج (گونه‌های شرایط غرقاب) بوم‌نظام برنج مانند سوروف (*Echinochloa crussgalli* P. Beauv) و گونه‌های اویارسلام (*Cyperus* spp.) نسبت داد. نتیجه این که در مجموع، شاخص‌های تنوع زیستی (تنوع و یکنواختی) علف‌های‌هرز در نظام ارگانیک نسبت به رایج برتری داشت.

واژه‌های کلیدی: اویارسلام، سوروف، مدیریت، یکنواختی

مقدمه

تنوع، شاخص پیچیدگی یک نظام بوده و بیانگر توان آن در حفظ کارکرد پایدار است (Nassiri et al., 2009). در واقع، کارکرد بوم-نظام‌های زراعی در راستای تولیدات زراعی سازماندهی شده و تولید آن‌ها مبتنی بر نهاده‌های خارجی است (Jahani et al., 2012). تنوع زیستی از معیارهای مهم ارزیابی میزان پایداری، در نظام‌های کشاورزی محسوب می‌شود (Hashemi et al., 2010). توافق عمومی بر آن است که افزایش تنوع گونه‌ها، پیچیدگی بوم‌نظام‌های زراعی را افزایش داده، بدین ترتیب موجب بهبود کارکردهای آن می-شود. از بین رفتن تنوع زیستی در بوم‌نظام‌های زراعی، تهدیدی برای بقای آن‌ها به شمار می‌رود، بنابراین، می‌توان گفت که جایگاه علف-

۱، ۲ و ۳- به ترتیب دانش‌آموخته دکتری اگرواکولوژی، استاد، گروه زراعت، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد و دانشیار، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری
(*- نویسنده مسئول: (Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir
DOI:10.22067/jag.v9i3.26068

های‌هرز یا گونه‌های مهاجم و خطرناک خارجی در بوم‌نظام‌های زراعی رایج به‌وسیله گونه‌های مفید در بوم‌نظام‌های زراعی متنوع، اشغال می‌شود (Jahani et al., 2012). در این شرایط می‌توان از کارکرد گونه‌های مفید جهت ارتقای بهره‌وری بوم‌نظام استفاده کرد. از آن‌جایی که علف‌های‌هرز، یکی از اجزای مکمل بوم‌نظام‌های کشاورزی و جزء غیرقابل تفکیک آن‌ها، به شمار می‌آیند، بنابراین شناخت خصوصیات و پراکنش مکانی و زمانی اجزای تنوع زیستی بوم‌نظام‌های کشاورزی، در راستای حفاظت و بهره‌برداری مطلوب از آن‌ها در همه سطوح ضروری می‌نماید (Koocheki et al., 2004). ترکیب گونه‌ای جوامع علف‌های‌هرز، تحت تأثیر تغییرات فصلی، چرخه‌های زراعی و نوسانات بلندمدت محیطی (مانند فرسایش خاک و تغییر اقلیم) می‌باشد. نوع مدیریت، مانند شیوه شخم، انتخاب گونه زراعی، روش کنترل علف‌های‌هرز و روند تغذیه بر فرآیندهای کلونی طبیعی جوامع گیاهی و الگوهای تخریب، تأثیر می‌گذارد (Matinzadeh et al., 2011). با توجه به اینکه بوم‌نظام‌های زراعی، حالت ویژه‌ای از توالی ثانویه محسوب می‌شوند (Koocheki et al., 1994)، بنابراین تخریب منظم و متوالی در آن‌ها، سازگاری برخی علف‌های‌هرز ویژه را موجب می‌شود (Elahi et al., 2010). استفاده از یک الگوی توالی معین، بهبود مدیریت علف‌های‌هرز را در پی داشت (Douglas et al., 1993). نتایج تحقیقات حاکی از آن است که ترکیب جمعیتی علف‌های‌هرز با توجه به نوع عملیات زراعی و نظام کاشت در سال‌های مختلف، متفاوت بود (Gabriel et al., 2006; Derksen et al., 1993). با توجه به اینکه جمعیت علف‌های‌هرز، تحت تأثیر عوامل مدیریتی، از جمله مصرف نیتروژن و فسفر (Mohammaddoust et al., 2006)، مصرف آفت‌کش‌ها (Li & Qiang, 2009) و علف‌کش‌ها (Koocheki et al., 1994) تغییر می‌یابد. به نظر می‌رسد ساختار و کارکرد بوم‌نظام‌های تحت مدیریت‌های مختلف، متفاوت باشد. ترکیب جمعیتی علف‌های‌هرز، تحت تأثیر مقادیر کودها و نیز نوع ترکیب کودی تغییر می‌یابد، بنابراین انتظار می‌رود در این بوم‌نظام‌ها غالبیت علف‌های‌هرز خاصی مشهود باشد؛ چنان‌که در بوم‌نظام‌های رایج، تحت شرایط دریافت نیتروژن، جمعیت علف‌های‌هرز برگ باریک، افزایش یافت، اما کاربرد فسفر و پتاسیم، برتری برگ‌پهن‌ها را در پی داشت (Mohammaddoust et al., 2006). به همین ترتیب، افزایش تنوع علف‌های‌هرز در بوم‌نظام‌های ارگانیک، مورد انتظار خواهد بود، همچنان‌که شواهد حاکی از افزایش تنوع علف‌های‌هرز (Romero et al., 2008; Salonen et al., 2001)، فراوانی (Salonen et al., 2001) و غنای آن‌ها (Hyvonen, 2004) و همچنین تراکم علف‌های‌هرز در نظام ارگانیک بالاتر از رایج بود، اما نتایج برخی مطالعات، عکس این حالت را نشان داد (Buhler, 2005). یافته‌ها حکایت از آن دارد که تعداد گونه‌های موجود در مزارع، همگام با افزایش عملیات مدیریتی جایگزین افزایش یافت، اما تأثیر آن بر ساختار جامعه چندان معنی‌دار نبود، به‌طوری‌که گونه‌های غالب قبلی، در نظام زراعی جدید نیز حضور داشتند (Clements et al., 1994). مدیریت علف‌های‌هرز با هدف ریشه‌کنی آن‌ها، به علت اختلال در تعادل بین گونه‌های زراعی و علف‌های‌هرز، به‌واسطه کنترل شدید آن‌ها، استقرار و توسعه بیشتر علف‌های‌هرز سمج را در پی دارد. افزایش تنوع علف‌های‌هرز، رقابت بین آن‌ها را افزایش می‌دهد، که در این شرایط کنترل مکانیکی آن‌ها ساده‌تر بوده و رقابت بین آن‌ها و گیاه زراعی نیز کاهش می‌یابد (Koocheki et al., 1994)؛ اما ریشه‌کنی علف‌های هرز سبب کاهش تنوع زیست‌شناختی علف‌های‌هرز و عدم بهره‌مندی از سایر مزایای آن‌ها می‌گردد. با توجه به اینکه بوم‌نظام برنج (*Oryza sativa* L.) در طول دوره رشد و پس از آن، به تناسب نوع مدیریت و اقلیم، می‌تواند شامل زیرزیستگاه‌های متعددی باشد، از این‌رو در هر زیرزیستگاه به تناسب شرایط، گونه‌های سازگار ظاهر و مستقر می‌شوند. به‌طور کلی سه زیرزیستگاه آبی، نیمه‌خشک و خشک در یک فصل زراعی وجود دارد که در هر یک علف‌های‌هرز خاصی حضور دارند. شواهد نشان می‌دهد که طی دوره زهکشی آخر فصل (هنگام رسیدگی) علف‌های‌هرز رطوبت‌پسند علاوه بر انواع آب‌زی، به‌تدریج همگام با خشک شدن خاک از بین می‌روند و علف‌های‌هرز خشکی‌پسند روی مرزها به‌آرامی وارد مزرعه می‌شوند (Bambaradeniya et al., 2004). با توجه به این که علف‌های‌هرز به‌عنوان یکی از زیستگاه‌های بندپایان ساکن شالیزار محسوب می‌شوند، بر این پایه عملیات زراعی مختلف از جمله کاربرد علف‌کش و غرقاب که کاهش جمعیت علف‌های‌هرز یا حذف آن‌ها را به‌دنبال دارد، جمعیت فون و فلور شالیزار را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Bambaradeniya et al., 1998). بنابراین در راستای بهره‌گیری از مزایای تنوع علف‌های‌هرز، این مطالعه با هدف بررسی تأثیر نظام‌های مدیریتی (ارگانیک و پرنهاده) بر تنوع زیستی علف‌های‌هرز شالیزار در شهرستان‌های بابل و بابلسر (دارای اقلیم مشابه) انجام گردید.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک مزارع تحت مطالعه
Table 1- Soil physical and chemical characteristics of studying fields

ویژگی Characteristic	مدیریت Management	
	پرنهاده High input	ارگانیک Organic
بافت Texture	سیلتی‌لوم Silty loam	رسی Clay
ماده آلی Organic matter	2.49	3.06
ظرفیت تبادل کاتیونی Cation exchange capacity ($meq.10^{-2}g.\ soil$)	27.78	34.4

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی نقش مدیریت بوم‌نظام‌های برنج بر تنوع و جمعیت علف‌های‌هرز آن، مطالعه‌ای در سال ۱۳۹۱ در دو بوم‌نظام برنج تحت مدیریت متفاوت (ارگانیک و پرنهاده) در شهرستان‌های بابل و بابلسر انجام گردید (شکل۱). نکته قابل ذکر این که فاصله بین دو بوم‌نظام رایج (بابل) و ارگانیک (بابلسر) از نظر مکانی حدود ۱۵ کیلومتر بوده و دارای اقلیم مشابه هستند، بنابراین در واقع یک مکان محسوب می‌شوند. استان مازندران، یکی از سه استان شمالی کشور است که سطح زیر کشت برنج آن بالغ بر ۲۳۰ هزار هکتار می‌باشد. اقلیم منطقه از نوع معتدل خزری است، که به‌واسطه وجود رشته کوه البرز، دارای رطوبت بالایی (حدود ۷۰ تا ۸۰ درصد) است. متوسط دمای سالانه حدود ۲۰-۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده و متوسط میزان بارش سالانه آن بالغ بر ۹۷۷ میلی‌متر است. با توجه به انتخاب بوم-نظام‌ها در شرایط واقعی و نبود تکرار برای آن‌ها به‌ویژه نظام ارگانیک، به‌ناچار تکرار در داخل هر بوم‌نظام در نظر گرفته شد، به عبارت دیگر سه مزرعه ارگانیک در داخل بوم‌نظام ارگانیک در مجاورت هم و همچنین سه مزرعه رایج در داخل بوم‌نظام رایج در کنار یکدیگر تحت بررسی قرار گرفتند. بنابراین در هر شهرستان از هر شیوه مدیریتی، سه مزرعه برنج، انتخاب شد که دامنه مساحت آن‌ها از ۰/۳ تا ۰/۵ هکتار متغیر بود. به‌منظور تعیین خصوصیات خاک بوم‌نظام‌ها و بررسی احتمال وجود ارتباط بین ویژگی‌های خاک و تنوع زیستی بوم‌نظام‌ها، نمونه‌برداری خاک، طی زمستان از لایه زراعی (عمق ۳۰-۲۵ سانتی-متر)، به روش زیگزاگ انجام و نمونه‌ها جهت تعیین خصوصیات خاک به آزمایشگاه ارسال گردید (جدول ۱). در هر مزرعه ۹ کوادرات (۱×۱ متر) به‌صورت تصادفی مشخص شده و علف‌های‌هرز در هر کادر، شمارش و با استفاده از منابع معتبر، حتی‌الامکان به تفکیک گونه شناسایی شدند. این روند در چهار مرحله (پنجه‌زنی، ساقه‌روی، پرشدن دانه و پس از برداشت) انجام شد. تیمارها شامل دو نوع مدیریت مصرف نهاده‌ها بود که مبتنی بر آن‌ها دو نظام ارگانیک و پرنهاده تعریف گردید (جدول۲). میزان تنوع و یکنواختی علف‌های‌هرز در مزارع تحت مطالعه و میانگین آن در نظام‌های مدیریتی، با استفاده از شاخص‌های مربوط تعیین شد (جدول۳). تجزیه و تحلیل داده‌ها از طریق مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی دو جامعه در قالب آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه[۱] به کمک نرم‌افزار SAS 9.1 و آزمون t (مقایسه میانگین مستقل[۲]) با استفاده از نرم‌افزار SPSS 16.0 انجام گردید، رسم نمودارها نیز با همین نرم‌افزار انجام شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج حاصل از این تحقیق، علف‌های‌هرز مشاهده شده متعلق به چهار خانواده گرامینه[۳]، جگن‌ها[۴]، بارهنگ[۵] و کاسنی[۶] بود، از این مجموعه هشت گونه تک‌لپه (خانواده‌های گرامینه، جگن‌ها و بارهنگ) و دو گونه دولپه (خانواده کاسنی) بود. از ۱۰ گونه موجود، چهار علف‌هرز توق، اکلیپتا، علف انگشتی و جگن (*Cyperus* spp.) تنها در نظام مدیریتی ارگانیک و گونه قاشق‌واش (*Alisma Plantago aquatica* L.) تنها در نظام مدیریتی پرنهاده مشاهده شد (جدول ۴).

در مطالعه سالونن و همکاران (Salonen et al., 2005) تأثیر مدیریت بر ترکیب گونه‌ای علف‌های‌هرز نشان داد که تعداد گونه علف‌هرز در ارگانیک ۱۸ و در روند رایج ۱۰ بود. همچنین برخی گونه-های علف‌هرز در هر دو نظام فراوانی بالایی داشتند. از نظر تعداد گونه علف‌هرز، خانواده جگن با چهار گونه، فراوانی بیشتری نسبت به خانواده گرامینه داشت. بررسی مقایسه‌ای ترکیب جامعه علف‌های‌هرز، در دو شرایط آبی و دیم، نیز نتیجه مشابهی را در پی داشت (Bhatte

۱- One-Way classification Anova
۲- Independent-Sample t-test
۳- Poaceae
۴- Cyperaceae
۵- Plantaginaceae
۶- Asteraceae

.(et al., 2009

جدول ۲- مشخصات مزارع تحت بررسی
Table 2- Characteristics of evaluated fields

مدیریت Management	مساحت (هکتار) Area (ha)		مکان Site	مختصات جغرافیایی Geographic coordinates	مدیریت Management						
					تغذیه Nutrition		آفات و بیماری‌ها Pests and diseases		علف‌های هرز Weed		
	کل Total	مزرعه Field			مقدار (کیلوگرم) Measure (kg)	نوع Type	دفعات Times	نوع Type	دفعات Times	عملیات Activities
پرنهاده High Input	1.05	1	0.30	بابل Babol	LT: *LN: 52 57 650 *36 52 750	کود شیمیایی (NPK) Fertilizers	بیشتر از سه بار More than three times	سموم شیمیایی Agrochemicals	یک+دو وجین دستی 1+2 weeding	علف‌کش+وجین دستی Weeding+ Herbicide
		2	0.35		LT: LN: 52 57 696 36 52 750	بیشتر از ۴۰۰ More than 400				
		3	0.40		LT: LN: 52 57 761 36 52 754					
ارگانیک Organic	1.35	1	0.50	بابلسر Babolsar	LT: LN: 52 57 831 36 62 142	کودهای آلی (کاه و کلش، کود حیوانی) Organic Manure (Straw & stubble, dung)	زنبور تریکوگراما+ تله فرومونی Trichogramma+ Pheromon traps	روش‌های بیولوژیک Biological methods	یک بار وجین دستی 1 Weeding	وجین دستی+اردک Duck+ Weeding
		2	0.45		LT: LN: 52 57 816 36 62 200	متغیر Variable				
		3	0.40		LT: LN: 52 57 801 36 62 255					

نکته: کوادرات‌ها وجین نشدند. LN و LT، به ترتیب به معنی طول و عرض جغرافیایی است.
Note: Quadrates didn't weeding. LN and LT mean longitude and latitude, respectively.

جدول ۳- شاخص‌های تنوع زیستی

Table 3- Biodiversity indices

شاخص Index	فرمول Formula	توضیحات Descriptions	منبع Reference
سیمپسون Simpson	$1 - D = 1 - \sum_{i=1}^{s} Pi^2$	S: تعداد کل گونه‌ها در نمونه، n_i: تعداد افراد گونه iام، N: تعداد کل افراد در نمونه، P_i: نسبت افراد گونه iام در جامعه، دامنه تغییر از صفر (بدون تنوع) تا تقریباً یک ($1-1.s^{-1}$)، حساس به گونه‌های غالب در نمونه S: Number of species in the sample, n_i: Number of individuals of species *i* in the community	Simpson (1949)
شانون–واینر Shannon-Wiener	$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi(log_2 Pi)$	P_i: نسبت افراد در گونه iام نسبت به کل نمونه که به‌صورت $n_i.N^{-1}$ تعریف می‌شود. S: تعداد گونه‌ها، واحد H' بیت به‌ازای فرد Pi: Proportion of total sample belonging to ith species (it's introduced by $ni.N^{-1}$), S: Number of species, The unit of H'is "bits.individual^{-1}"	Margalef (1958)
کامارگو Kamargo	$E' = 1 - \left(\sum_{i=1}^{s}\sum_{j=i+1}^{s}\left[\frac{Pi - Pj}{S}\right]\right)$	S: تعداد کل گونه‌ها در نمونه، P_i: نسبت افراد گونه iام در نمونه، P_j : نسبت افراد گونه jام در نمونه S: Number of species in the sample, Pi and Pj: Proporation of individuals of species I and j in total sample, respectively.	Kamargo (1993)
اسمیت–ویلسون Smith-Wilson	$E_{var} = 1 - \left(\frac{2}{\pi}\right)\left[arctan\left\{\frac{\sum_{i=1}^{s}\left(log_e\,(n_i) - \sum_{j=1}^{s} log_e\left(n_j\right)/s\right)^2}{S}\right\}\right]$	n_i: تعداد افراد گونه i در نمونه (i=1, 2, 3, …, S)، n_j: تعداد افراد گونه j در نمونه (j=1, 2, 3, …, S)، S: تعداد گونه‌ها در تمام نمونه‌ها n_i: Number of species i in sample (i= 1, 2, 3, …, S), n_i: Number of species j in sample (j= 1, 2, 3,…, S), S: Number of species in entire sample	Smith & Wilson (1996)

شکل ۱ - نقشه هوایی بوم‌نظام‌های برنج تحت بررسی، سمت راست نظام ارگانیک (بابلسر) و سمت چپ نظام پرنهاده (بابل)
Fig. 1- The map of studying rice agroecosystems, right: organic field (Babolsar) and left: high Input field (Babol)

تنوع زیستی علف‌های‌هرز

الف. مقایسه مکانی (نظام‌های مدیریتی)

نتایج حاصل از آزمون t میانگین شاخص‌های تنوع زیستی، در دو نظام مدیریتی ارگانیک و پرنهاده، نشان از فقدان اختلاف معنی‌دار داشت (جدول ۵). با این وجود مقادیر تنوع زیستی در نظام ارگانیک از منظر تمام شاخص‌های تنوع و یکنواختی بالاتر بود (شکل ۲). نتیجه مزبور می‌تواند به تشابه خصوصیات دو زیستگاه و زیرزیستگاه‌های[۷] ایجاد شده در آن‌ها مربوط باشد.

شواهد نشان می‌دهد که ترکیب جوامع گیاهی و جانوری و ساختار شبکه‌های غذایی کشت‌بوم‌های برنج، در نقاط مختلف، شباهت بسیاری با یکدیگر دارند (Bambaradeniya et al., 2004). نتیجه یک تحقیق در فنلاند نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری از نظر آلودگی به گونه‌های غالب علف‌های‌هرز در نظام‌های ارگانیک و رایج تحت بررسی وجود نداشت (Salonen et al., 2001). بررسی مقایسه‌ای تنوع علف‌های‌هرز در جوامع رایج و بوم‌نظام‌های تحت مدیریت جایگزین نشان داد که اگر چه تنوع گونه‌های علف‌هرز در این روند سیر صعودی داشت، اما افزایش تنوع بر ساختار جامعه چندان معنی‌دار نبود، به‌طوری‌که گونه‌های غالب نظام رایج در نظام جدید نیز حضور داشتند (Clementes et al., 1994). معنی‌داری آماری تنوع زیستی یا فقدان آن در شاخص‌های مختلف، اعم از تنوع یا یکنواختی، می‌تواند مربوط به میزان تأثیرپذیری آن‌ها از فراوانی یا غنای گونه‌ای بوده، یا به‌عبارت دیگر به میزان حساسیت آن‌ها به فراوانی گونه‌ها (گونه‌های نادر یا غالب) بستگی داشته باشد. به‌عنوان مثال شاخص یکنواختی کامارگو[۸]، تحت تأثیر غنای گونه‌ای قرار نداشته و همچنین گونه‌های نادر بر آن اثری ندارند، در حالی‌که شاخص یکنواختی سیمپسون[۹] علی‌رغم اینکه تحت تأثیر غنای گونه‌ای است، تقریباً تحت تأثیر گونه‌های نادر قرار نمی‌گیرد. از طرفی شاخص یکنواختی اسمیت-ویلسون[۱۰] و اصلاح‌شده نی[۱۱]، هر دو مستقل از غنای گونه‌ای بوده و به گونه‌های نادر و معمول در جامعه حساس هستند (Ejtahadi et al., 2009; Krebs, 1999).

در مورد شاخص‌های تنوع نیز چنین خصوصیتی مصداق دارد، به‌عنوان مثال، شاخص سیمپسون، به‌شدت متوجه گونه‌های غالب در نمونه است، اما به‌غنای گونه‌ای حساسیت کمی دارد.

۷- Sub-habitates

۸- Kamargo
۹- Simpson
۱۰- Smith-Wilson
۱۱- Modified Ni

جدول ٤- پراکنش گونه‌های علف‌های هرز در نظام‌های مدیریتی طی مراحل نمونه‌برداری

Table 4- Weed species dispersion in agro-ecosystems management in sampling stages

	جنس یا گونه علف‌هرز Weed genus/species	خانواده Family	مدیریت بوم‌نظام Agroecosystem management							
			ارگانیک Organic				پرنهاده High input			
			مرحله نمونه‌برداری Sampling stage				مرحله نمونه‌برداری Sampling stage			
			پنجه‌زنی Tillering	ساقه‌روی Stem elongation	پرشدن دانه Grain filling	پس از برداشت After harvest	پنجه‌زنی Tillering	ساقه‌روی Stem elongation	پرشدن دانه Grain filling	پس از برداشت After harvest
1	بندواش *Paspalum distichum* L.	غلات Poaceae	+	+	+		+	+	+	+
2	سوروف *Echinochloa crussgalli* P. Beauv	غلات Poaceae	+	+	+	+	+	+	+	+
3	علف انگشتی *Digitaria* spp.	غلات Poaceae				+				
4	اویارسلام بذری *Cyperus difformis* L.	جگن‌ها Cyperaceae	+	+	+		+	+		
5	اویارسلام ارغوانی *Cyperus rotundus* L.	جگن‌ها Cyperaceae				+				+
6	اویارسلام *Cyperus* spp.	جگن‌ها Cyperaceae				+				
7	پیزر *Scirpus juncoides* Roxb.	جگن‌ها Cyperaceae	+				+	+	+	+
8	اکلیپتا *Eclipta prostrata* L.	کاسنی Asteraceae				+				
9	توق *Xanthium strumarium* L.	کاسنی Asteraceae				+				
10	قاشق‌واش *Alisma plantago aquatic* L.	بارهنگ Alismaceae						+		

جدول ٥- نتایج آزمون t شاخص‌های تنوع زیستی در دو نظام مدیریتی

Table 5- T-test results of weed species indices on mean of two management systems

	اسمیت-ویلسون Smith-Wilson	کامارگو Kamargo	شانون-واینر Shannon-Wiener	سیمپسون Simpson
مقدار t t value	0.381^{ns}	0.447^{ns}	0.982 ^{ns}	1.301^{ns}

در مقابل شاخص‌های شانون-واینر[1] و بریلوئین[1] به گونه‌های نادر

۱- Shanon-Winer

نادر حساس هستند، در حالی‌که شاخص تنوع هیل[۲] (N1) گونه‌های دارای فراوانی متوسط را در نظر می‌گیرد (Ejtahadi et al., 2009). با توجه به اینکه هر شاخصی ویژگی منحصر به‌فرد خود را داشته و بخشی از خصوصیت یک زیستگاه را مبتنی بر برخی صفات معین، بیان می‌کند، بنابراین استفاده از شاخص‌های متعدد برای بیان یک ویژگی از یک بوم‌نظام توجیه می‌یابد. از این منظر در این مطالعه برای بیان میزان

تنوع از دو شاخص سیمپسون و شانون–واینر و جهت نشان دادن مقدار یکنواختی از شاخص‌های کامارگو و اسمیت–ویلسون بهره گرفته شده است.

ب. مقایسه زمانی (مراحل نمونه‌برداری)

۱. میانگین دو نظام مدیریتی

نتایج حاصل از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی علف‌های‌هرز دو نظام مدیریتی طی مراحل مختلف نمونه‌برداری، بر اساس کلیه شاخص‌ها حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار بین دو نظام بود (جدول ۶). نتایج حاصل از مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی دو نظام طی مراحل مختلف نمونه‌برداری نشان از کاهش شاخص‌های تنوع و یکنواختی در مرحله پس از برداشت داشت (جدول ۷). کاهش تنوع و یکنواختی طی مرحله پس از برداشت در مقایسه با سایر مراحل، می‌تواند حمل بر غالبیت باشد. این یافته می‌تواند به‌واسطه برداشت برنج و ایجاد شرایط تخریب و تنش در بوم‌نظام‌های برنج حاصل شود. با توجه به اینکه شواهد نشان می‌دهد در این شرایط (تخریب و تنش) تنها برخی گونه‌ها (به ویژه انواع مقاوم) غالبیت می‌یابند (Romero et al., 2008). مضاف بر اینکه در مدل تحمل، گونه‌های کم‌توقع (دارای آر استار[۳] پایین) علی‌رغم وجود گونه‌های فرصت‌طلب، هجوم آورده و به‌واسطه تحمل سطوح پایین‌تر منابع، رشد کرده، بالغ می‌شوند. با توجه به اینکه معمولاً گونه‌های مشخصی از علف‌های‌هرز در یک شرایط محیطی معین غالبیت داشت، در صورت تغییر شرایط، تراکم آن‌ها کم شده و یا ناپدید می‌شوند، بنابراین می‌توان گفت که فراوانی نسبی هر گونه در مخلوط علف‌های‌هرز ممکن است به تناسب نوع گیاه زراعی یا محیط کشت تغییر نماید (Koocheki et al., 1994).

۲. نظام مدیریتی پرنهاده

نتایج به‌دست آمده از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه نشان از وجود اختلاف معنی‌دار در تمام موارد داشت (جدول ۶). بدین ترتیب که شاخص‌های تنوع و یکنواختی علف‌های‌هرز در مرحله پس از برداشت به‌طور معنی‌داری کاهش یافت (جدول ۷). این نتیجه نشان از شرایطی دارد که در آن برخی گونه‌های علف‌هرز به تناسب زیستگاه به‌صورت غالب درمی‌آیند. یافته‌ها حاکی از آن است که جمعیت علف‌های‌هرز تحت تأثیر عوامل مدیریتی یا شرایط محیطی تغییر پیدا می‌کند (Mohammadoust et al., 2006). به این دلیل که زمین‌های زراعی، به‌واسطه تخریب دائم، حالت خاصی از توالی ثانویه محسوب شده، از منظر تکاملی بسیاری از علف‌های‌هرز بوم‌نظام‌های رایج، خصوصیات مشترک گیاهان رقابت‌کننده و فرارکننده را کسب کرده‌اند (Koocheki et al., 1994).

۳. نظام مدیریتی ارگانیک

نتایج حاصل از جدول تجزیه واریانس یک‌طرفه، هر دو گروه شاخص‌های تنوع و یکنواختی علف‌های‌هرز در نظام ارگانیک، نشان از اختلاف معنی‌دار بین مراحل مختلف نمونه‌برداری داشت (جدول ۶). بدین ترتیب که همانند نظام پرنهاده در مرحله پس از برداشت، تنوع و یکنواختی کاهش قابل توجهی را نشان داد (جدول ۷). نتایج برخی بررسی‌ها از جمله سالونن و همکاران (Salonen et al., 2001) و گابریل و همکاران (Gabriel et al., 2006) مؤید این نتیجه می‌باشد. افزایش تنوع در نظام ارگانیک، علی‌رغم وجود اردک به‌عنوان یک عامل قدرتمند در کنترل علف‌های‌هرز (Mohammadi et al., 2012) را می‌توان به کارایی کم اردک به‌واسطه تعداد کم آن در نظام ارگانیک (حدود ۱۰۰ قطعه در هر هکتار) در قیاس با حالت معمول (۲۵۰ قطعه در هکتار) نسبت داد. با این توجه که شرایط تخریب و تنش، زمینه را برای حضور و استقرار گونه‌های مقاوم علف‌هرز، به‌ویژه انواع شرایط دیم مانند علف انگشتی، توق و اکلیپتا (جدول ۴) علاوه بر گونه‌های علف‌هرز شرایط غرقاب ((اویارسلام بذری (*Cyperus difformis* L.)، اویارسلام ارغوانی (*Cyperus rotundus* L.) و

۱- Briluine

۲- Hill

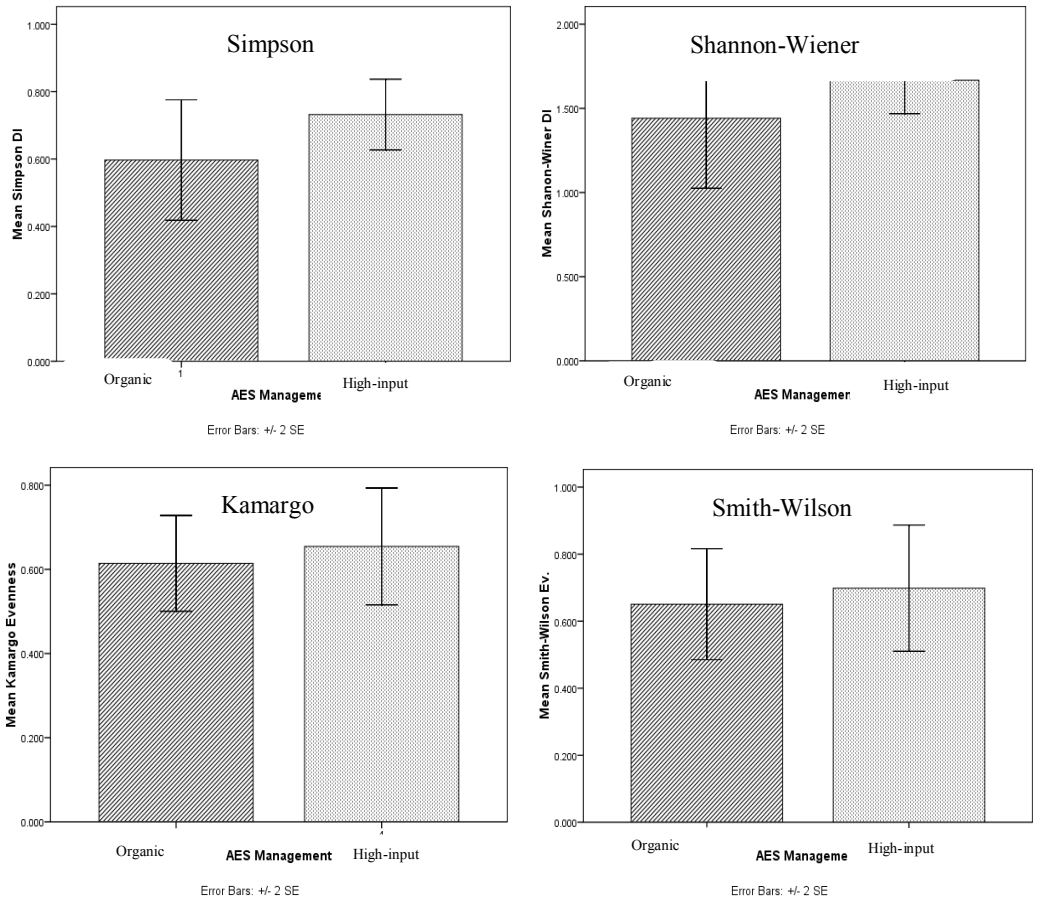
۳- R star: این ویژگی بیانگر میزان توقع موجود زنده از منظر منابع در دسترس است.

سوروف (*E. crussgalli* P. Beauv)) فراهم نمود.

جدول ٦- تجزیه واریانس یک‌طرفه مراحل نمونه‌برداری بر اساس میانگین دو نظام مدیریتی، نظام پرنهاده و ارگانیک
Table 6- One-way anova of sampling stages on mean of two systems, high input and organic

شاخص Index	درجه آزادی Degree of freedom	مقدار F F value		
		نظام ارگانیک Organic system	نظام پرنهاده High input system	میانگین دو نظام Mean of two systems
سیمپسون Simpson	3	6.46**	69.47**	16.82**
شانون-واینر Shannon-Wiener	3	4.90**	28.42**	7.83*
کامارگو Kamargo	3	55.72**	30.70**	74.43**
اسمیت-ویلسون Smith-Wilson	3	87.28**	60.09**	137.11**

ns، * و **: به‌ترتیب به مفهوم فقدان اختلاف معنی‌دار، اختلاف در سطح پنج و یک درصد است.
ns, *, **: are no significant, significantly at 5 and 1 percent, respectively.



شکل ۲- مقایسه شاخص‌های تنوع (سیمپسون و شانون-واینر) و یکنواختی (کامارگو و اسمیت-ویلسون) در دو نظام مدیریتی (ارگانیک و پرنهاده)
Fig. 2- Comparison of diversity indices, (Simpson and Shannon-Wiener) and evenness indices (Kamargo and Smith-Wilson), in two agro-ecosystems (AES) management (organic and high input)

جدول ۷- مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی طی مراحل مختلف نمونه‌برداری

Table 7- Mean comparison of biodiversity indices during different sampling stages

شاخص Index	نظام ارگانیک Organic system				نظام پرنهاده High input system				میانگین دو نظام Mean of two systems			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
سیمپسون Simpson	0.8247 a*	0.7110 ab	0.8890 a	0.5033 b	0.7813 a	0.7643 a	0.7490 a	0.9367 b	0.8030 a*	0.7377 a	0.8190 a	0.2985 a
شانون-واینر Shannon-Wiener	1.9423 a	1.3743 b	1.9207 a	1.3743 b	2.0253 a	1.8810 ab	1.5117 b	0.3463 b	1.9838 a	1.6277 a	1.7162 a	0.8893 b
کامارگو Kamargo	0.7590 a	0.7443 a	0.8443 a	0.2703 b	0.6820 a	0.7233 a	0.7483 a	0.3037 b	0.7205 a	0.7338 a	07963 a	0.2870 b
اسمیت-ویلسون Smith-Wilson	0.8510 a	0.8360 a	0.9367 a	0.1700 b	0.7760 a	0.7907 a	0.8483 a	0.1877 b	0.8135 a	0.8133 a	0.8925 a	0.1788 b

* : اعداد دارای حروف مشابه نشان از فقدان اختلاف معنی‌دار بین مراحل نمونه‌برداری (۱. پنجه‌زنی، ۲. ساقه‌روی، ۳. پرشدن دانه و ۴. پس از برداشت) دارد.

*: Means with the same letters haven't significant difference between sampling stages (1. Tillering, 2. Stem elongation, 3. Grain filling and 4. After harvest).

نتیجه‌گیری

نتایج نشان داد که در مقایسه میانگین شاخص‌های تنوع زیستی دو نظام مدیریتی، علی‌رغم افزایش تنوع در نظام ارگانیک، اختلاف موجود معنی‌دار نبود. اگرچه در روند مقایسه دو نظام و بررسی جداگانه نظام‌های ارگانیک و پرنهاده مبتنی بر میانگین مراحل نمونه‌برداری، کاهش تنوع و یکنواختی در مرحله پس از برداشت، نسبت به سایر مراحل بارز بود. کاهش تنوع در مرحله چهارم به‌علت تخریب ایجاد شده در بوم‌نظام‌های برنج در اثر برداشت برنج و فراهم شدن زمینه برای گونه‌های علف‌هرز بود که البته تحت این شرایط انتظار می‌رود تنوع افزایش یابد، اما با توجه به وجود تنش خشکی در مرحله برداشت، گونه‌های مقاوم به تنش ظاهر شده و مستقر گردیدند. در نظام ارگانیک میزان تنوع بیشتر از نظام پرنهاده بود که در واقع به‌واسطه ظهور گونه‌های مقاومی چون علف انگشتی، توق و اکلیپتا (گونه‌های شرایط غیرغرقاب) علاوه بر علف‌های‌هرز رایج (گونه‌های شرایط غرقاب) بوم‌نظام برنج مانند سوروف و گونه‌های اویارسلام عارض گردید. از این منظر می‌توان گفت پایداری بیشتر نظام‌های ارگانیک نسبت به رایج، به‌طور عمده ناشی از تنوع بیشتر آن‌ها است؛ چراکه تنوع علف‌های‌هرز، تنوع سایر موجودات ساکن شالیزار از جمله بندپایان را نیز در پی دارد، که خود معیاری از پایداری به شمار می‌آید.

منابع

Bambaradeniya, C.N.B., Eridisinghe, J.P., De Silva, D.N., Gunatilleke, C.V.S., Ranawana, K.B., and Wijekoon, S. 2004. Biodiversity associated with an irrigated rice agro-ecosystem in Sri Lanka. Biodiversity and Conservation (13): 1715-1753.

Bambaradeniya, C.N.B., Fonseka, K.T., and Ambagahawatte, C.L. 1998. A preliminary study of fauna and flora of a rice field in Kandy, Sri Lanka. Ceylan Journal of Sciences, (Biological Sciences) (25): 1-22.

Bhatt, M.D., Tewari, A., and Singh, S.P. 2009. Floristic composition of weeds in paddy fieldsin Mahendranagar, Nepal. Ecological Society (Nepal) (16): 15-19.

Buhler, R.S. 2005. Influence of management practices on weed communities in organic cereal production systems of Saskatchewan. MSc. Thesis, Department of Plant Science, University of Saskatchewan, USA-Clements, D.R., Weise S.F., and Swanon, C.J. 1994. Integrated weed management and weed species diversity. Phytoprotection 75(1): 1-18.

Douglas, A., Derksen, G.P., Lafond, A., Gordon, Heather, A.L., and Clarence, J.S. 1993. Impact of Agronomic practices on weed communities: Tillage Systems. Weed Science (41): 409-417.

Ejtehadi, H., Sepehry, A. and Akkafi, H.R. 2009. Methods of measuring biodiversity. Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)

Elahi, S., Sadrabadi Haghighi, R., and Alimoradi, L. 2010. Evaluation Species, structural and functional diversity for weed communities in pistachio (*Pistachia vera* L.) orchards in Bardeskan. Journal of Agroecology 2(4): 574-586. (In Persian with English Summary)

Gabriel, D., Roschewitz, I., Tscharntke, T., and Thies, C. 2006. Beta diversity at different spatial scale: Plant communities in organic and conventional agriculture. Ecological Applications 16(5): 2011-2021.

Hashemi Shadegan, F., Khoshbakht, K., Mahdavi Damghani, A., Veysi, H., and Liaghati, H. 2010. Evaluation if agrobiodiversity for Gachsaran and effects of climate factors up on. Journal of Agroecology 2(1): 1-11. (In Persian with English Summary)

Hyvonen, T. 2004. Temporal and spatial variation in weed community composition of spring cereal fields. Academic Dissertation. Department of Applied Biology, University of Helsinki, Finland.

Jahani Kondori, M., Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M. and Rezvani Moghaddam, P. 2012. Evaluation of weed species diversity in wheat fields of the east of Mashhad. Iranian Journal of Field Crops Research 10(3): 468-475. (In Persian with English Summary)

Kheirodin, A., Damavandian, M.R., and Sarailoo, M.H. 2012. Mineral oil as arepellent in comparison with other control methods for citrus brown snail, *Caucasotachea lencoranea*. African Journal of Agricultural Research 7 (42): 5701-

5707.

Koocheki, A., Nassiri Mahallati, M., Zareh Feyzabadi, A., and Jahanbin, M. 2004. Evaluation of diversity in Iran agroecosystems. Iranian Journal of Field Crops Research. 63: 70-83. (In Persian with English Summary)

Koocheki, A., Rahimian Mashhadi, H., Nassiri Mahallati, M., and Khiabani, H. 1994. Weed Ecology. Ferdowsi University of Mashhad Publication. (In Persian)

Krebs, J.C. 1999. Ecological Methodology (2th ed.). Addison-Welsey Educational Publishers, Inc.

Li, R.H., and Qiang, S. 2009. Composition of floating weed seeds in lowland rice fields in China and the effects of irrigation frequency and previous crops. Weed Research (49): 417-427.

Matinzadeh, H., Alimoradi, L., and Bahari Kashani, R. 2011. Evaluation of species, functional and structural weed of apple orchads of Fariman. Weed Ecology 2(1): 19-31. (In Persian with English Summary)

Mohammadi, M., Pirdashti, H., Aghajani Mazandarani, G., and Mousawi Toghani, S.Y. 2012. Assessing of duck efficiency as biological factor affecting on diversity and density of weed in rice-duck mixed culture. Journal of Agroecology 4(4): 335-346. (In Persian with English Summary)

Mohammaddoust, H.R., Baghestani, M.A., and Mikhailovic, A. 2006. The impact of agronomic practices on weed community in winter rye. Pakistan Journal of Weed Science Research 12(4): 281-291.

Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., Rezvani Moghaddam, P., and Beheshti, A.R. 2009. Agroecology (4th edit.). Ferdowsi University of Mashhad Publication, Mashhad, Iran. (In Persian)

Romero, A., Chamoro, L., and Xavier, S.F. 2008. Weed diversity in crop edges and inner fields of organic and conventional dryland winter cereal crop in NE Spain. Agriculture, Ecosystems and Environment 124: 97-104.

Salonen, J., Hyvonen, T., and Jalli, H. 2005. Weed flora and weed management of field peas in Finland. Agricultural and Food Science 14: 182-201.

Salonen, J., Hyvonen, T., and Jalli, H. 2001. Weed flora in organically grown spring cereals in Finland. Agricultural and Food Science in Finland 10: 231-242.

Journal of Agroecology
Vol. 9, No. 3, Fall 2017, p. 593-606

نشریه بوم شناسی کشاورزی
جلد ۹، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۶، ص. ۶۰۶-۵۹۳

Evaluation of Weed Biodiversity on Rice (*Oryza sativa* L) Agro-ecosystems (Organic and High-input)

S.Y. Mousawi Toghani[1*], P. Rezvani Moghaddam[2], M. Nassiri Mahallati[2] and M.R. Damavandian[3]

Submitted: 21-09-2013
Accepted: 25-08-2014

Mousawi Toghani, S.Y., Rezvani Moghaddam, P., Nassiri Mahallati, M., and Damavandian, M.R. 2017. Evaluation of weed biodiversity on rice agro-ecosystems (organic and high-input). Journal of Agroecology 9(3): 593-606.

Introduction

Weeds are one of the complementary components of agricultural ecosystems and inseparable part of them. So, it is essential to understand the composition and structure of them in agricultural ecosystems, to conservation and optimal utilization of ecosystems components. The agro-ecosystems are special case of secondary succession, so regular and consecutive disturbance to them, causing the compatibility of specific weeds. This study was conducted to comparison the biodiversity of rice agro-ecosystems' weeds in Mazandaran province.

Material and Methods

Three fields inside the ecosystems (range from 0.30 to 0.50 ha) were replications of the experiment. In each field nine quadrates (1m ×1m) was randomly determined. The weeds species and their frequency in each quadrate were counted in four phases (tillering, stem elongation, grain filling and post-harvest).Identification was performed using reliable sources, as much as possible at the species level. The diversity and evenness of weeds in the studied fields and its average in management systems were determined using relevant indicators. Data analysis was performed by comparing the mean of biodiversity indices of the two communities with method of one-way ANOVA using SAS 9.1 software.

Results and Discussion

Based on the results of this study, weed species belong to four plant families (*Poaceae*, *Cyperaceae*, *Plantaginaceae* and *Asteraceae*). From this collection, there were eight weed species which belong to monocotyledone (Gramineae, Cyperaceae and Plantaginaceae) and two dycotyledone (*Asteraceae*). Of the 10 species available, four weed species (*Xanthium strumarium*, *Eclipta prostrata*, *Digitaria* spp., and *Cyperus* spp.) only exist in the organic management system and the *Alisma plantagoaquatica* species only in the high input system was observed. Comparison of the mean of biodiversity indicators of the two management systems showed that despite increasing the amount of diversity indices in the organic system, there was no significant difference between the two systems. Confirmations suggest that the combination of plant and animal communities and the structure of food webs in rice agro-ecosystems are very similar in different parts of the world. Comparison of different stages of sampling based on the average of the two systems revealed a decline in diversity and evenness of weeds in the fourth stage (after harvest). The evaluation of biodiversity indicators of both organic and high input systems also showed a significant reduction in weed biodiversity indices in the fourth stage compared to the previous stages. This result could be due to the disturbance of rice agro-ecosystems affected by harvesting and soil preparation for the emergence of various weed species. As regards that evidences suggest that in these conditions (disturbance and stress) only certain species (especially resistant species) are dominant. Despite the anticipation of increasing diversity in these conditions, because of drought stress at the harvesting stage, resistant species to stress emerged and established. In the tolerance model, despite the existence

1, 2 and 3- Former PhD Student of Agroecology, Professor in Agronomy and Plant Breeding, Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad and Associate Professor, Department of Plant Protection, Faculty of Agronomy Sciences, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Iran, respectively.
(*- Corresponding author Email: rezvani@ferdowsi.um.ac.ir)
DOI:10.22067/jag.v9i3.26068

of opportunistic species, low-expected species (low R star[۱]) are grown and mature at lower resource levels. The superiority of diversity in the organic system, especially in the fourth stage, can be related to the emergence and establishment of resistant weeds to disturbance and stress conditions such as *Digitaria* spp. *X. strumarium*, and *E. prostrata* (species of non-flooding conditions) in addition to common weeds of the rice agro-ecosystems, such as *Echinochloacrussgulli* and *Cyperus* spp. (species of flooding conditions).

Conclusion

The results showed that in general, biodiversity (diversity and evenness) indices of weeds were higher in the organic system compared to the conventional one. From this viewpoint, it can be said that the sustainability of organic systems rather than the conventional ones is mainly due to their greater diversity. Because of the greater diversity of weeds, the higher the diversity of other living organisms, including arthropods, is also a measure of sustainability.

Keywords: Biodiversity index, Biversity, Evenness, Management, Rice agro-ecosystem

۱- This feature represents the expectation of the living creature from the perspective of available resources.