واکنش جامعه ماکروفون خاک به تغییر در مدیریت زراعی و نوع محصول در منطقه شیروان

قربانعلی رسام[1*]، افشین سلطانی، علیرضا دادخواه و اصغر خوشنود یزدی

استادیار دانشکده کشاورزی شیروان،دانشگاه فردوسی مشهد؛ rassam@ferdowsi.um.ac.ir

استاد گروه زراعت، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان؛ afsoltani@yahoo.com

استادیار دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد؛ dadkhah@ferdowsi.um.ac.ir

عضو هیأت علمی دانشکده کشاورزی شیروان، دانشگاه فردوسی مشهد؛ khoshnood@ferdowsi.um.ac.ir

چکیده

ماکروفون‌های ساکن در خاک از اجزای مهم تنوع‌زیستی خاک به‌شمار می‌روند. با هدف بررسی تأثیر نوع محصول و شیوه مدیریت زراعی بر جامعه ماکروفون خاک سه زیستگاه شامل مزارع یونجه، مزارع کم‌نهاده گندم و مزارع پرنهاده گندم مورد پیمایش قرار گرفت. برای هر زیستگاه شش واحد نمونه‌گیری منظور گردید. در هر واحد نمونه گیری ماکروفون‌های خاک با استفاده از تله‌های چاله‌ای جمع آوری و به تفکیک خانواده شمارش شدند. تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از آنالیزهای تقابل، تشابه و تجزیه به مولفه‌های اصلی انجام گرفت. نتایج آنالیز تقابل نشان داد که شاخص شانون در محصول یونجه (2/11) بیش از محصول گندم (1/88) می‌باشد. انجام آنالیز تشابه حاکی از اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون خاک دو محصول داشت به نحوی که ماکروفون های مفید شامل عنکبوتیان، سوسک زمینی و کرم‌های خاکی در محصول یونجه فراوان تر بودند. پایائی و تخریب کمتر محصول یونجه عامل اصلی این فراوانی تشخیص داده شد. در حالی که اختلاف محسوسی بین دو شیوه مدیریت کم‌نهاده و پرنهاده گندم از نظر شاخص‌های تنوع مشاهده نگردید با این وجود ترکیب متفاوتی از ماکروفون‌ها در دو شیوه مدیریتی شکل گرفت. گرایش ماکروفون‌های مفید خاک به سکونت در زیستگاه کم‌نهاده قابل درک بود. عمده اختلاف در ترکیب ماکروفون‌ها به عدم کاربرد علف‌کش‌ها و مصرف کمتر کودهای نیتروژنه در زیستگاه کم‌نهاده گندم نسبت داده شد. به طور کلی نتیجه گرفته شد که بهبود تنوع‌زیستی ماکروفون های خاک نیازمند بکارگیری مدیریت کم‌نهاده و وارد کردن بقولات در برنامه تناوب زراعی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: ماکروفون خاک، تنوع زیستی، یونجه، گندم کم نهاده، گندم پرنهاده.

مقدمه

مجموعه‌ای از انواع موجودات در بستری از مواد آلی و معدنی بخش زنده خاک را تشکیل می‌دهند. در بسیاری از زیستگاه‌ها خاک میزبان متنوع‌ترین بخش زیستی اکوسیستم می‌باشد (بورسارد و همکاران، 2007). بیش از یک‌چهارم موجودات زنده زمین به طور قطع ساکن خاک یا بقایای سطح خاک هستند (دکائنز و ماکروکروفون‌ها شبکه غذایی بسیار پیچیده خاک را تشکیل می‌دهند (باریئوس، 2007).

جامعه ماکروفون خاک متشکل از بی‌مهرگانی بوده که بخش مهمی از چرخه زندگی خود را در خاک یا داخل بقایای سطحی می‌گذرانند (باریئوس، 2007). این بی‌مهرگان کارکردهای بوم‌شناختی متعددی را عرضه

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: شیروان، کیلومتر 10 جاده بجنورد، دانشکده کشاورزی، صندوق پستی 147

* دریافت: 91/9/20 و پذیرش: 92/2/5

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران، 2006). میکروفلورها، مزوفون‌ها و خاکدانه‌ها، نفوذپذیری و ماندگاری آب خاک، تجزیه اولیه و توزیع مجدد بقایای آلی در پروفیل خاک، چرخش عناصر غذایی، کنترل آفات و علف‌های هرز، بهبود رشد و عملکرد گیاه، تجزیه آلاینده‌ها، پراکنش بذور گیاهان توسط جامعه ماکروفون خاک باعث شده است تا در تنوع‌زیستی خاک توجه زیادی را به خود معطوف نمایند (لاول و همکاران، 2006؛ باردجت، 2002). در سامانه‌های کشاورزی، ماکروفون‌های مفید گونه‌هایی را شامل می‌شوند که در افزایش عملکرد محصول و ثبات اکولوژیکی سامانه نقش دارند. گروه شکارگران و ریزه‌خواران به لحاظ فراوانی، تنوع و کارکردهای بوم‌شناختی از مهم‌ترین ماکروفون‌های مفید خاک به‌شمار می‌روند. پویایی کم‌تر جمعیت شکارگران در قیاس با علف‌خواران سبب می‌شود تا این گونه‌ها که در رأس هرم غذایی جای دارند متحمل بیش‌ترین آسیب ناشی از تخریب زیستگاه شوند (وودکوک و پیویل، 2010). مهم‌ترین گروه‌های ماکروفون شکارگر ساکن خاک عنکبوتیان، سوسک‌های زمینی، سوسک‌های سرگردان و صدپایان می‌باشند. ریزه‌خواران دیگر گروه کارکردی مهم اکوسیستم به شمار می‌روند. این موجودات با تغذیه بر روی بقایای تجزیه نشده گیاهان و جانوران سبب خُرد کردن و توزیع مجدد آن‌ها می‌شوند. این عمل منجربه افزایش دسترسی میکروفون و میکروفلور تجزیه‌کننده خاک به بقایای آلی می‌شود (باریوس، 2007). بدین ترتیب ریزه‌خواران در پویایی و چرخش عناصر غذایی در اکوسیستم نقش به‌سزایی ایفا می‌نمایند. مهم‌ترین ریزه‌خوار خاک کرم‌های خاکی و خرخاکی‌ها هستند.

کاربری اراضی، نوع محصول زراعی، نوع مدیریت زارعی، خصوصیات خرداقلیم، حواشی مزارع و نوع چشم انداز کشاورزی از عمده ترین عوامل مؤثر بر تنوع زیستی ماکروفون‌های خاک به شمار می‌آیند (وئیبول و همکاران، 2003). واکنش ماکروفون‌ها به این عوامل بسته به صفات آنها شامل توان پراکنش، رژیم غذایی، نحوه زمستان گذرانی، سرعت زایش و طول عمر بسیار متفاوت است (کلوس و همکاران، 2005). به طور کلی، عوامل کنترل کننده جمعیت ماکروفون‌ها همچون سایر اجزای شبکه غذایی خاک شامل شکارگری (نیروهای بالا به پایین) و فراهمی منابع غذایی (نیروهای پایین به بالا) می‌باشد.

واکنش سریع بی‌مهرگان به تغییرات زیستگاه سبب شده است تا در قیاس با گیاهان شاخص‌های حساس‌تری برای ارزیابی اثرات محیطی قلمداد شوند (سیمور و دین، 1999). استفاده از شاخص‌های غنا و تنوع گونه‌ای می‌نمایند. بهبود ساختمان خاک، تبادل گازها، تشکیل رایج‌ترین شیوه بیان تنوع‌زیستی موجودات زنده است. با این حال فهرست‌برداری در سطح گونه، به‌خصوص در مورد بی‌مهرگان نیازمند صرف زمان، هزینه زیاد و دسترسی به متخصصین رده‌بندی حرفه‌ای است (بیاجینی و همکاران، 2007). یکی از راهکارهایی که برای رفع این محدودیت پیشنهاد شده است مطالعه تاکسون‌های بالاتر از گونه (جنس، خانواده و راسته) می‌باشد (ایدواردو و گریل، 2002).

مطالعات متعددی در سطح جهان در خصوص تنوع ماکروفون خاک انجام شده است. دیئکوتر و همکاران (2010) در بررسی تأثیر نوع مدیریت گندم بر جمعیت بندپایان خاک گزارش کردند که با افزیش ورود نهاده‌های کشاورزی همچون کودهای شیمیایی و علف‌کش‌ها از فراوانی بندپایان کاسته می‌شود. سیلیشی و مافونگویا (2006) بیان داشتند که وارد کردن بقولات در تناوب زراعی ذرت با افزایش تنوع ماکروفون خاک و عملکرد ذرت همراه است.

در ایران مطالعات بسیار محدودی در خصوص تنوع ماکروفون‌های خاک به‌انجام رسیده است. تحقیق حاضر از اولین مطالعات در زمینه ارزیابی و مقایسه همزمان تنوع ماکروفون‌ها در طیفی از زیستگاه‌های به‌شمار می‌رود. بخش اعظم تحقیق بر تنوع کارکردی یا ماکروفون‌های مهم اکولوژیکی شامل عنکبوتیان، کارابیده، کرم‌های خاکی، خرخاکی‌ها و مورچه‌ها متمرکز شده است.

مواد و روش ها

معرفی زیستگاه‌ها

تحقیق حاضر در سال 1388 در شهرستان شیروان واقع در استان خراسان شمالی انجام گرفت. برای انجام مطالعه دو نوع محصول (گندم و یونجه) و دو نوع مدیریت زراعی مزارع گندم پرنهاده و گندم کم‌نهاده در نظر گرفته شد. مدیریت کم‌نهاده و پرنهاده گندم حداقل برای مدت 10 سال در مزارع انتخابی اعمال گردیده بود. برای هر زیستگاه شش واحد نمونه‌گیری (تکرار) انتخاب گردید. در گندم واحدهای نمونه‌گیری مزارعی بودند به‌جز اختلاف در نوع مدیریت زراعی در سایر خصوصیات نظیر مساحت زمین، روش آبیاری، تاریخ و تراکم کاشت مشابه بودند. ویژگی‌های عمومی مزارع با مدیریت کم‌نهاده شامل عدم استفاده از علف کش‌ها و مصرف اندک عناصر غذایی نیتروژن و فسفر به ترتیب در مقادیر متوسط 54 و 35 کیلوگرم در هکتار به‌همراه مصرف کودهای دامی در مقادیر نسبتاً زیاد می باشد. برعکس در مزارع پرنهاده گندم، برای کنترل علف‌های هرز عمدتاً از علف‌کش

Archive of SID

www.SID.ir

توفوردی در اوایل بهار استفاده می‌شود و برای حاصلخیزی خاک به‌طور متوسط مقدار 153 کیلوگرم نیتروژن و 89 کیلوگرم فسفر به خاک افزوده می‌شود. واحدهای نمونه‌گیری انتخابی برای زیستگاه یونجه نیز مزارعی بودند که به شیوه کاملاً سنتی اداره می‌شدند. در این مزارع هیچ‌گونه مواد شیمیایی همچون کودهای معدنی و علف کش‌ها مورد استفاده قرار نگرفته و عملیات برداشت یونجه به کمک دست انجام می‌گرفت. واحدهای نمونه‌گیری انتخابی زیستگاه یونجه محدود به مزارعی گردید که از زمان کاشت آن‌ها 4-3 سال گذشته بود. مزارع انتخابی بین 1/2 -1 هکتار مساحت داشتند و برداشت علوفه در مزارع معمولاً با دست یا گاهاً به کمک مؤثر انجام می‌گرفت. برداشت علوفه از 30-15 اردیبهشت شروع و به فاصله هر 30 تا 45 روز تا کند شدن رشد گیاه در اواسط مهرماه ادامه می‌یابد. کاربرد آفت‌کش‌های شیمیایی در هیچ‌یک از مزارع یونجه گزارش نگردید. در مزارع یونجه با هدف تقویت خاک در زمان آماده سازی زمین از کود دامی استفاده می‌شود.

روش نمونه‌گیری

برای نمونه‌گیری ماکروفون‌های خاک از روش تله‌های چاله‌ای استفاده گردید. تله‌ها عبارت از ظروف پلاستیکی سفید رنگ با قطر دهنه 14 سانتیمتر بودند که با 15 میلی لیتر از محلول 50 درصد اتیلن گلیکول به عنوان نگهدارنده پر شدند. در هر واحد نمونه‌گیری (مزرعه یا پلات) نواری[1] متشکل از 5 تله به فاصله 5 متر از یکدیگر کار گذاشته شد. تله‌ها به مدت 14 روز از 23 اردیبهشت تا 4 خرداد ماده 1388 رها شدند. بعد از گذشت 14 روز تله‌ها از خاک خارج و ماکروفون‌های جمع آوری شده بر اساس خانواده تفکیک و شمارش شدند. از آنجا که برخی از تله‌های داخل مزارع در اثر ورود آب آبیاری از بین رفته بودند تعداد تله‌ها به سه عدد برای هر واحد نمونه‌گیری تقلیل یافت. داده‌های به‌دست آمده برای سه تله داخل هر واحد نمونه‌گیری به تفکیک خانواده‌ها با یکدیگر جمع و به عنوان داده‌نهایی هر واحد نمونه‌گیری در نظر گرفته شد (تربراک و اسمیلائور، 1998).

در هر واحد نمونه‌گیری غنای خانواده (غنای تاکسونومیک)، شاخص تنوع شانون و فراوانی کل محاسبه گردید. تعداد خانواده‌های ثبت شده در هر واحد نمونه‌گیری معادل غنای تاکسونومیک منظور گردید. برای محاسبه شاخص تنوع شانون (H) از رابطه زیر استفاده گردید:

$$H = \sum_{i=1}^{s}\left(\frac{n_i}{N}\right)\left(Log_2\frac{n_i}{N}\right)$$

که در آن N: تعداد کل افراد در واحد نمونه‌گیری و n_i: تعداد افراد خانواده i ام در واحد نمونه‌گیری است. فراوانی کل ماکروفون‌ها در هر واحد نمونه‌گیری نیز با جمع زدن کل افراد جمع‌آوری شده از سه تله مستقر شده در هر واحد تعیین شد.

تجزیه و تحلیل آماری

به کمک دو مقایسه مستقل از پیش تعریف شده زیر و بکارگیری آنالیز تقابل، تاثیر تیمارهایی شامل (1) نوع محصول و (2) شیوه مدیریت زراعی گندم بر ماکروفون‌های خاک مورد ارزیابی قرار گرفت:

(1) زیستگاه گندم کم‌نهاده و گندم پرنهاده در مقابل زیستگاه یونجه (محصول گندم در مقابل محصول یونجه).

(2) زیستگاه گندم کم‌نهاده در مقابل زیستگاه گندم پرنهاده (مدیریت کم‌نهاده گندم در مقابل مدیریت پرنهاده گندم).

غنای تاکسونومیک (تعداد خانواده ماکروفون)، فراوانی کل ماکروفون‌ها و شاخص تنوع شانون وارد آنالیز تقابل شدند.

الگوی کلی پراکنش خانواده‌های بزرگ به کمک روش آنالیز تطبیقی نااریب[2] (DCA) نشان داد که طول گرادیان محور اول و دوم DCA در هر سه تیمار کمتر از 3 می‌باشد. این نتایج مبیّن واکنش خطی جامعه ماکروفون به تیمارهای مورد نظر است. بنابراین برای تعیین رابطه بین تیمارها و جامعه ماکروفون از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی[3] (PCA) استفاده گردید (تربراک و اسمیلائور، 1998).

از آنجا که امکان آزمون مستقیم نتایج PCA به لحاظ آماری فراهم نیست؛ بنابراین با توجه به ماهیت داده‌ها برای تعیین وجود اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون‌ها بین دو گروه در هر یک از مقایسات مذکور از آنالیز تشابه[4] (ANOSIM) استفاده شد (لجندر و لجندر، 1998). آنالیز تشابه در حقیقت یک نوع آنالیز تک عاملی واریانس بر پایه داده‌های چند متغیره است. در ANOSIM تشابه داخل گروهی نسبت به تشابه بین‌گروهی بر اساس ضریب عدم تشابه بری-کورتیس[5] مقایسه و آماره‌ای بنام R

[1] transect

[2] Detrended Correspondence Analysis
[3] Principal Component Analysis
[4] Analysis of similarities
[5] Bray-Curtis

Archive of SID

www.SID.ir

محاسبه می‌شود. مقدار R بین 0 تا 1 متغیر است. R= 1 نشان می‌دهد که شباهت تمام نمونه‌های (تکرارهای) داخل یک گروه به یکدیگر بیش از شباهت آن‌ها با نمونه‌های سایر گروه‌ها است و R مساوی صفر نشان از عدم وجود اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون بین گروه‌های مورد بررسی می‌باشد. معنی‌داری R براساس نمونه‌های تبدیل تصادفی (با 1000 تبدیل) تعیین می‌شود (کلارک، 1993).

در تمامی آنالیزهای آماری به سبب تشابه کارکردی و تفسیر بهتر نتایج، دو خانواده جمع‌آوری شده عنکبوت‌ها به عنوان یک گروه واحد تحت عنوان عنکبوتیان در آنالیزها وارد شدند. علاوه بر این قبل از آنالیزهای چند متغیره PCA و ANOSIM خانواده‌هایی با فراوانی کمتر از یک درصد (خانواده اتفاقی) در مجموعه داده‌ها از آنالیز حذف شدند؛ چون خانواده‌های اتفاقی و نادر به‌طور غیرآماری چنین آنالیزهایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند (تربراک و اسمیلائور، 1998). نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون کولموگروف- اسمیرنوف[1] تعیین و هر جا نیاز بود از تبدیل لگاریتمی در پایه 10 برای نرمال‌سازی داده‌ها و تحقق فرضیات آزمون پارامتری استفاده گردید. برای انجام آنالیز تقابل و تجزیه واریانس آشیانه‌ای از نرم‌افزار SAS رویه GLM و انجام DCA، PCA و ANOSIM از نرم‌افزار CANOCO و افزونه‌های آن استفاده گردید (تربراک و اسمیلائور، 1998).

نتایج

تأثیر نوع محصول

آنالیز تقابل نشان داد که در مزارع یونجه نسبت به مزارع گندم متوسط فراوانی کل (512 در مقابل 393/42 ماکروفون) و شاخص شانون (2/11 در مقابل 1/88) از افزایش معنی‌داری برخوردار بود (جدول 1). اختلاف معنی‌داری در غنای تاکسونومیک بین یونجه و گندم دیده نشد (14/17 در مقابل 13/25 خانواده).

آنالیز تقابل حاکی از تأثیر متفاوت نوع محصول زراعی بر خانواده‌های ماکروفون بود. در حالی‌که محصول گندم نسبت به یونجه سبب افزایش معنی‌دار در فراوانی مورچه (166 در مقابل 123/33) و خرخاکی (34/7 در مقابل 10) گردید ولی همزمان کاهشی معنی‌دار در فراوانی عنکبوتیان (63/9 در مقابل 135/83)، سوسک‌زمینی (41/9 در مقابل 101/17)، سوسک پشتک‌زن (5/25 در مقابل 9/67)، کرم خاکی (0/58 در مقابل 4/67)، سوسک مرده‌خوار (16/2 در مقابل 36/32)، سوسک سرگین‌خوار (6 در مقابل 15/5) و سوسک‌سیاه (21/5 در مقابل 37/83) اتفاق افتاد (جدول1). فراوانی سیرسیرک‌ها (27/8 در گندم در مقابل 22/1 در یونجه) به تغییر محصول واکنش قابل ملاحظه‌ای نشان نداد (جدول 1).

آنالیز تشابه نشان داد که ترکیب جامعه ماکروفون یونجه متفاوت از گندم می‌باشد (R=0/85، P=0/0001). این ترکیب متفاوت در PCA نیز به تصویر کشیده شد (شکل1). محور اول و دوم PCA به ترتیب 55/9 و 21/7 درصد و در مجموع 77/7 درصد از کل تغییرات را در داده‌های خانواده تشریح نمودند. تمامی مزارع یونجه با فاصله گرفتن از مزارع گندم در سمت چپ محور اول PCA قرار گرفتند (ناحیه 1 در شکل 1- الف). ملاحظه می‌گردد که ترکیب جامعه ماکروفون‌ها بین مزارع گندم به دلیل تفاوت در نوع مدیریت زراعی در قیاس با مزارع یونجه از تشابه کمتری برخوردار است؛ به نحوی که این مزارع در سه قسمت از فضای دو بعدی PCA پراکنده شده‌اند. با این وجود نوعی همپوشانی بین چهار مزرعه گندم (ناحیه 2 شکل 1- الف) دیده می‌شود که مسبب بخش عمده‌ای از اختلاف بین ترکیب جامعه یونجه و گندم می‌باشد. ماکروفون‌های مرتبط با زیستگاه گندم شامل خرخاکی، سیرسیرک و مورچه بودند (شکل 1- ب). سوسک‌سیاه، عنکبوتیان، سوسک مرده‌خوار، سوسک سرگین‌خوار، سوسک پشتک‌زن و سوسک‌زمینی ماکروفون‌هایی بودند که برای سکونت زیستگاه یونجه را انتخاب نموده‌اند (شکل 1- ب).

تأثیر نوع مدیریت

اگرچه تغییر شیوه مدیریت از نظام پرنهاده به نظام کم‌نهاده در سامانه‌های گندم سبب افزایش تعداد خانواده‌ها (از 12/83 به 13/67) و متوسط فراوانی کل (از 355/5 به 431/33 ماکروفون) و کاهش شاخص شانون (از 1/89 به 1/88)، شاخص سیمپسون (از 0/78 به 0/76) و یکنواختی (از 0/74 به 0/72) گردید ولی چنین تغییر مدیریتی از نظر آماری فقط برای متوسط فراوانی کل معنی‌دار بود (جدول 1).

در سطح خانواده‌های اصلی ماکروفون تغییر مدیریت نظام از پرنهاده به کم‌نهاده با افزایش قابل ملاحظه فراوانی عنکبوتیان (از 38/66 به 898/17)، مورچه (از 141/5 به 190/67)، سوسک مرده‌خوار (از 9 به 23/33) و سوسک‌سرگین‌خوار (از 3/5 به 8/5) همراه گردید (جدول 1). با این وجود چنین تغییر مدیریتی سبب کاهش معنی‌دار سوسک‌زمینی (59/67 در مقابل 24/17) و سیرسیرک (38/67 در مقابل 16/83) گردید (جدول 1). فراوانی خرخاکی (36 در کم‌نهاده در مقابل 33/3

[1] Kolmogorov-Smirnov

Archive of SID

www.SID.ir

در پرنهاده) اختلاف معنی‌داری بین دو نظام نشان نداد (جدول 1).

اختلاف معنی‌داری در ترکیب جامعه ماکروفون بین دو نوع مدیریت زراعی دیده شد (R=0/97، P=0/001). محور اول و دوم PCA به ترتیب 50/9 و 38/1 درصد و در مجموع 88/9 درصد از کل تغییرات را در داده‌های خانواده تشریح نمودند. مزارع پرنهاده به طور کامل در سمت راست محور اول و به استثنای یک مزرعه تماماً در قسمت تحتانی محور دوم جای گرفتند (شکل 2- الف). ترکیب بسیار مشابه ماکروفون‌های چهار مزرعه پرنهاده باعث مجتمع شدن و همپوشانی آن‌ها در یک نقطه گردید (ناحیه 1 شکل 2- الف). پراکندگی مزارع کم‌نهاده در فضای دوبعدی PCA به مراتب بیش از مزارع پرنهاده بود. چهار مزرعه نزدیک به یکدیگر در سمت چپ محور اول و قسمت تحتانی محور دوم قرار گرفتند (ناحیه 2 شکل 2- الف). دو مزرعه باقی‌مانده در قسمت فوقانی محور دوم و جهت چپ محور اول دیده می‌شوند. این نوع توزیع حاکی از تغییرپذیری بیشتر ترکیب جامعه ماکروفون بین مزارع کم‌نهاده در قیاس با مدیریت پرنهاده است که ترکیب یکنواخت‌تری را بین مزارع آن‌ها شاهد هستیم. ماکروفون‌های بیشتری با مدیریت کم‌نهاده در ارتباط بودند؛ به‌نحوی‌که فقط سوسک‌زمینی و سیرسیرک به مدیریت پرنهاده وابستگی نشان دادند (شکل 2- ب). عنکبوتیان، سوسک مرده‌خوار، مورچه، سوسک‌سیاه و سوسک سرگین‌خوار حداکثر ارتباط را با مدیریت کم‌نهاده نشان دادند (شکل 2- ب).

بحث

در تمامی زیستگاه‌ها فراوان‌ترین گروه ماکروفون را مورچه‌ها تشکیل دادند. از ویژگی‌های بارز در رفتار مورچه‌ها زندگی اجتماعی این حشرات می‌باشد. آن‌ها غالباً به شکل کُلنی ظاهر می‌شوند و بنابراین در بیشتر زیستگاه‌ها بخش قابل‌توجهی از ماکروفون‌های جمع‌آوری شده در تله‌های چاله‌ای را تشکیل می‌دهند (بریوالت و همکاران، 2007).

غنای خانواده در دو محصول یونجه و گندم مشابه بود. در مطالعات تنوع زیستی که ارزیابی غنا و تنوع به بالاتر از سطح گونه برای مثال سطح خانواده یا راسته ارتقاء می‌یابد به دلیل گسترده شدن سطح تاکسونومیک از شدت تغییرات غنا کاسته خواهد شد. بدین لحاظ اختلاف در غنای تاکسونومیک (تعداد خانواده) زیستگاه‌هایی با کاربری مشابه (در اینجا کشاورزی) مشهود نخواهد بود (بیاجینی و همکاران، 2007).

در زیستگاه یونجه ترکیب متمایزی از جامعه ماکروفون در قیاس با زیستگاه گندم بدست آمد. عنکبوتیان، سوسک‌زمینی، کرم‌خاکی و سوسک سرگین‌خوار ماکروفون‌های مهم مرتبط با زیستگاه یونجه بودند. علت چنین ارتباطی را باید در مشخصه‌های خاص حاکم در زیستگاه یونجه و نحوه واکنش ماکروفون‌ها به این خصوصیات جستجو کرد. عدم انجام عملیات مداوم خاک‌ورزی در مزارع یونجه سبب حداقل تخریب آن‌ها نسبت به مزراع یک‌ساله می‌شود. پوشیده بودن دائمی سطح خاک مزارع یونجه از یک‌سو از نوسانات حرارتی و رطوبتی خاک جلوگیری می‌کند و از سویی دیگر سبب فراهمی مکان‌های زمستان‌گذرانی برای ماکروفون‌ها می‌شود. در این زیستگاه کود و سموم شیمیایی استفاده نمی‌شود و تنها نهاده بیرونی کودهای دامی پوسیده و در مواردی کود حیوانی تازه می‌باشد. مجموع این ویژگی‌ها شکل‌گیری زیستگاهی پایا با محل‌های زمستان‌گذرانی فراوان و عدم آلودگی به مواد شیمیایی در مقایسه با زیستگاه گندم است که می‌تواند به تجمع متفاوتی از ماکروفون‌ها بین دو زیستگاه بیانجامد. ویژگی‌های خُردزیستگاه[1] بر جمعیت عنکبوت‌ها و سوسک‌های زمینی تأثیر زیادی بر جای می‌گذارد و در مواردی تأثیرش به مراتب بیش از فراهمی طعمه گزارش شده است (اسکلهورن و سورک، 1997). این دو ماکروفون حساسیت زیادی به عملیات شخم نشان می‌دهند و وجود محل‌های زمستان‌گذران برای کلونی کردن مزارع در سال بعد اهمیت بسزایی در تجمع آن‌ها ایفا می‌کند (ماداسلئی و همکاران، 2002). در خصوص فراوانی کرم‌های خاکی در زیستگاه یونجه وابستگی آن‌ها به وجود محیطی مرطوب و بدون نوسان مطرح است. علاوه بر این کرم‌های خاکی هم به واسطه جثه درشت خود به عملیات شخم واکنش منفی نشان می‌دهند (کلادیکو، 2001). با عنایت به ویژگی‌های برشمرده برای مزارع یونجه افزایش جمعیت عنکبوتیان، سوسک‌زمینی و کرم‌های خاکی در این زیستگاه طبیعی است. مورچه‌ها و سوسک‌های زمینی از عمده‌ترین شکارگران بذر در اگرواکوسیستم‌ها محسوب می‌شوند (هونک و همکاران، 2003). این نیاز غذایی مشترک می‌تواند سبب تشدید رقابت بین این دو گروه شود و جمعیت آن‌ها را تحت تأثیر قرار دهد. به‌علاوه سوسک‌زمینی از مورچه به عنوان طعمه استفاده می‌کند. در مطالعه حاضر همبستگی منفی بین مورچه‌ها و سوسک‌های زمینی در منطقه مورد مطالعه دیده شد. خرخاکی‌ها از ارتباط بیشتری با مزارع گندم

[1] Micro-site

Archive of SID

www.SID.ir

برخـوردار بودند خرخاکی سازگار به مکان‌های سایه‌دار و خنک هستند. یکی از علل فراوانی بیشتر آن‌ها در اکوسیستم‌های جنگلی در قیاس با اکوسیستم‌های زراعی را باید در همین راستا ارزیابی نمود (پالئولتی و هاسل، 1999). زیاد بودن ارتفاع بوته‌های گندم نسبت به یونجه توانسته است شرایط سایه‌دار و خنک را برای این ماکروفون فراهم نماید. بنابراین با وجود دسترسی بیشتر خرخاکی‌ها به منابع غذایی شامل بقایای گیاهی انباشتی در مزارع یونجه شرایط خُرداقلیم[1] عامل تعیین کننده‌تری بر جمیعت این ماکروفون بوده است.

تغییر شیوه مدیریت از نظام پرنهاده به نظام کم‌نهاده تأثیری بر غنا و شاخص‌های تنوع برجای نگذاشت. تشابه در تنوع ماکروفون‌ها در نظام‌های رایج و آلی که نوع محصول زراعی آن‌ها یکسان می‌باشد پیش از این نیز گزارش شده است (ملنیچوک و همکاران، 2003). عدم کاربرد حشره‌کش‌ها برای چندین سال متوالی در نظام رایج از جمله دلایل بروز این پدیده ذکر شده است (ملنیچوک و همکاران، 2003). به نظر می‌رسد در مطالعه حاضر نیز مشابه بودن نوع محصول در دو نظام و تا حدی تشابه برخی شیوه‌های مدیریتی هم‌چون عدم مصرف حشره‌کش‌ها در نظام پرنهاده و مصرف کودهای معدنی در هر دو سیستم مانع از بروز اختلاف معنی‌دار در شاخص‌های تنوع گردیده است. با همه این تفاسیر شاخص‌های تنوع فقط قادر به بازتاب بخشی از پیچیدگی‌های جوامع زنده هستند بدون این‌که اطلاعاتی در خصوص تغییرات ترکیب گونه‌ای ارائه دهند (گوبی و فونتانتو، 2008). روش‌های آماری چند متغیره به عنوان ابزاری کارگشا می‌توانند این خلأ را پوشش دهند. در مطالعه حاضر نیز بکارگیری دو روش چند متغیره ANOSIM و PCA منجربه درک تفاوت در ترکیب جامعه ماکروفون بین دو نظام گردید.

مشخصه بارز مدیریتی در نظام کم‌نهاده عدم کاربرد علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز است. پیامد قطعی مصرف علف‌کش‌ها کاهش تنوع گیاهی و چیره شدن چند گونه گیاهی مقاوم به علف‌کش می‌باشد (لیجئر و همکاران، 2005). بنابراین در دو نظام مبتنی بر مصرف و عدم مصرف علف‌کش‌ها آرایش و فراوانی متفاوتی از ماکروفون‌ها را شاهد خواهیم بود. چنین انتظاری در مطالعه حاضر و با تفاوت در ترکیب جامعه ماکروفون بین دو نظام کم‌نهاده و پرنهاده محقق شد. مورچه‌ها و عنکبوت‌ها در مزارع کم‌نهاده گندم از فراوانی بیشتری در قیاس با مزارع پرنهاده برخوردار بودند. مورچه‌ها از حشرات همه‌چیزخوار به‌شمار می‌روند ولی در اگرواکوسیستم‌ها عمدتاً از بذور و شهد گیاهی تغذیه می‌کنند. بنابراین با افزایش تنوع علف‌های هرز و فراهمی انواعی از بذور گیاهی به سوی مزرعه کشاورزی متمایل می‌شوند (رید و آندرسون، 2000). کاهش ماکروفون‌های رقیب نظیر سوسک‌های زمینی نیز این فراوانی را تشدید می‌کند. تراکم بیشتر علف‌های هرز سبب فراهمی پناهگاه بیشتر و تنوع طعمه برای عنکبوت‌ها خواهد شد (هاروود و همکاران، 2001). در این راستا اسکلهورن و سورک (1997) نیز طی مطالعه‌ای گزارش کردند علیرغم اینکه در مزارع تک‌کشتی کلم طعمه بیشتری برای عنکبوت‌ها یافت می‌شد ولی جمعیت آنها کم‌تر از کشت مخلوط کلم و علف‌هرز بود.

نتیجه‌گیری

تنوع تاکسونومیک و کارکردی در مزارع یونجه نسبت به گندم در وضعیت مطلوب‌تری قرار داشت. بهبود خصوصیات فیزیکی خاک و فراهم شدن زیستگاهی پایا با حداقل تخریب در این افـزایش تنـوع مـؤثر بـوده اسـت. اگرچه تنوع تاکسونومیک با اعمال مدیریت کم‌نهاده تغییـر محسوسی نشان نداد ولی بکارگیری این نوع مـدیریت در مقایسه با مدیریت پرنهاده سبب افزایش تنوع کـارکردی و فزونی ماکروفون‌های مفید خـاک گردیـد. در مجمـوع بـا توجه به نتـایج حاصـله نیـاز اسـت تـا در اسـتفاده از نهاده‌های شیمیایی در کشـت غلاتـی هـم‌چـون گنـدم تجدیدنظر شود و مصرف این نهاده‌هـا کـاهش یابـد و اگر به هر دلیلی امکان اعمال مدیریت کم‌نهـاده فـراهم نیست توصیه مـی‌شـود تـا بـرای بهبـود تنـوع‌زیسـتی ماکروفون‌های خاک در برنامـه تنـاوب زراعـی منطقـه کشت بقولات مورد توجه جدّی قرار گیرد.

[1] Microclimate

Archive of SID

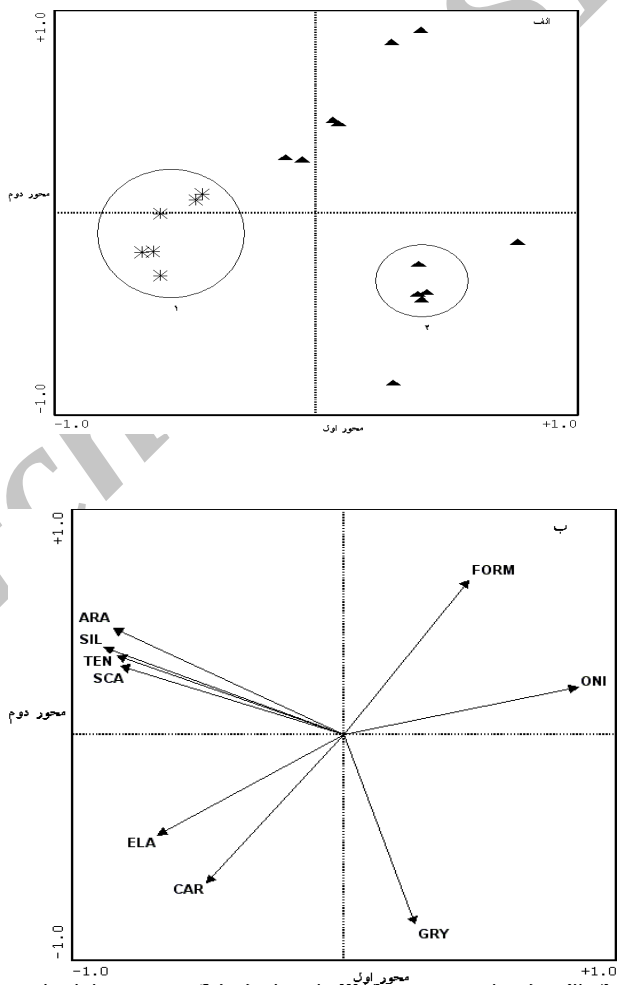
www.SID.ir

جدول 1- تأثیر نوع محصول و شیوه مدیریت زراعی بر غنای تاکسونومیک، شاخص شانون، فراوانی کل و فراوانی ماکروفون‌های اصلی خاک در منطقه شیروان (شش واحد نمونه‌گیری در هر زیستگاه=n)

متغیر	زیستگاه			تیمار†	
	گندم پرنهاده	گندم کم‌نهاده	یونجه	نوع محصول	مدیریت زراعی
غنای تاکسونومیک	12/83	13/67	14/17	NS	NS
شاخص شانون	1/88	1/89	2/11	**	NS
فراوانی	355/5	431/33	512	**	**
عنکبوتیان (Araneae)	38/66	89/17	135/83	**	**
سوسک زمینی (Carabidae)	59/67	24/17	101/17	**	**
مورچه (Formicidae)	141/5	190/67	123/33	**	**
سیرسیرک (Gryllidae)	38/67	16/83	25/83	NS	**
کرم خاکی (Lumbricidae)	0	1/67	4/67	**	-
خرخاکی (Oniscoidea)	33/33	36	10	**	NS
سوسک سرگین‌خوار(Scarabaeidae)	3/5	8/5	15/5	**	*
سوسک مرده‌خوار (Silphidae)	9	23/33	36/32	**	*

† اختلافات معنی‌دار و غیرمعنی‌دار برای تأثیر نوع محصول (یونجه در مقابل گندم) و نوع مدیریت (گندم کم‌نهاده در مقابل گندم پرنهاده) با استفاده از آنالیز تقابل نشان داده شده‌اند.

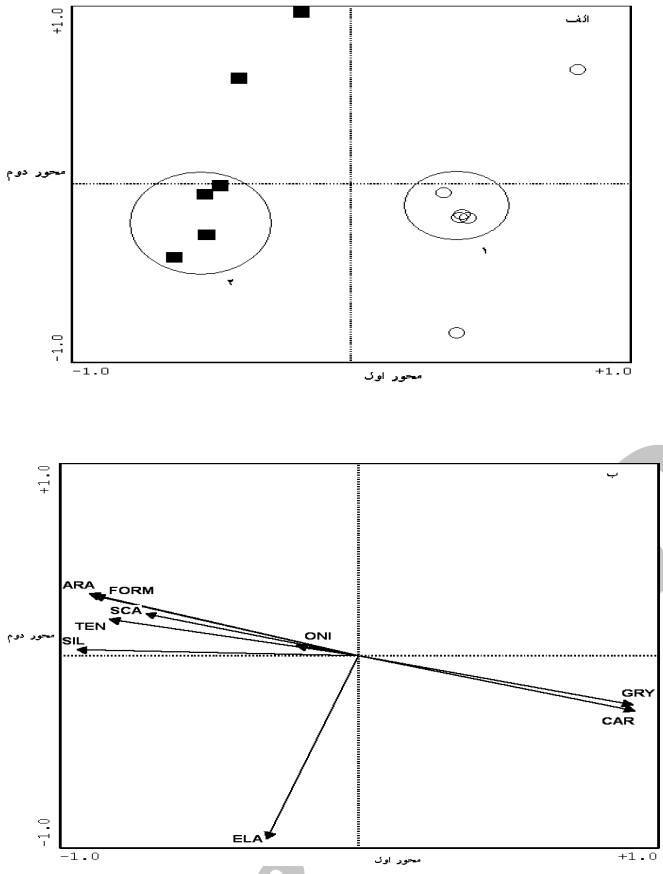
*P < 0.05; **P < 0.01 و NS: غیر معنی‌دار



شکل 1- الف- نمودار رسته بندی PCA واحدهای نمونه‌کیری، ب- روابط جامعه ماکروفون‌ها با واحدهای نمونه‌گیری در گندم و یونجه شیروان. ▲: 12مزرعه گندم (گندم کم‌نهاده و پرنهاده) و ✳: 6 مزرعه یونجه

ARA: Araneae, CAR: Carabidae, ELA: Elateridae, FORM: Formicidae, GRY: Gryllidae, ONI: Oniscoidea, , SCA: Scarabaeidae, SIL: Silphidae, TEN: Tenebrionidae.

www.SID.ir



شکل 2- الف- نمودار رسته بندی PCA واحدهای نمونه‌گیری ب- روابط جامعه ماکروفون‌ها با واحدهای نمونه‌گیری در گندم کم‌نهاده و گندم پرنهاده. ■: 6 مزرعه گندم کم‌نهاده و ○: 6 مزرعه گندم پرنهاده.

ARA: Araneae, CAR: Carabidae, ELA: Elateridae, FORM: Formicidae, GRY: Gryllidae, ONI: Oniscoidea, , SCA: Scarabaeidae, SIL: Silphidae, TEN: Tenebrionidae.

فهرست منابع:

1. Bardgett, R.D. 2002. Causes and consequences of animal diversity in soil. Zoology. 105: 367–374.
2. Barrios, E. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. Ecological Economics. 64: 269-285.
3. Biaggini, M., Consorti, R., Dapporto, L., Dellacasa, M., Paggetti, E. and Corti, C. 2007. The taxonomic level order as a possible tool for rapid assessment of Arthropod diversity in agricultural landscapes. Agriculture, Ecosystems and Environment. 122: 183–191.
4. Brevault, T., Bikay, S., Maldes, J.M. and Naudin, K. 2007. Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. Soil and Tillage Research. 97: 140–149.
5. Burrssaard, L., Ruiter, P. C. and Brown, G. G. 2007. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agriculture, Ecosystems and Environment. 121: 233-244.
6. Clark, KR. 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. Australian Journal of Ecology. 18:117–143.
7. Clough, Y., Kruess, A., Kleijn, D. and Tscharntke, T. 2005. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. Journal of Biogeography. 32: 2007–2014.
8. Decaens, T., Jiménez, J.J., Gioia, C., Measey, G.J. and Lavelle, P. 2006. The value of soil animals for conservation biology. European Journal of Soil Biology. 42: S23–S38.

Archive of SID

www.SID.ir

9. Diekotter, T., Wamser, S., Wolters, V. and Birkhofer, K. 2010. Landscape and management effects on structure and function of soil arthropod communities in winter wheat. Agriculture, Ecosystems and Environment. 137: 108–112.
10. Eduardo, C. and Grelle, V. 2002. Is higher-taxon analysis an useful surrogate of species richness in studies of Neotropical mammal diversity?. Biological Conservation. 108:101-106.
11. Gobbi, M. and Fontaneto, D. 2008. Biodiversity of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in different habitats of the Italian Po lowland. Agriculture, Ecosystems and Environment. 127: 273–276.
12. Harwood, J.D., Sunderland, K. D. and Symondson, W.O. C. 2001. Living where the food is: web location by linyphiid spiders in relation to prey availability in winter wheat. Journal of Applied Ecology. 38: 88-99.
13. Honek, A., Martinkova, Z. and Jarosik, V. 2003. Ground beetles (Carabidae) as seed predators. European Journal of Entomology. 100: 531–544.
14. Kladivko, E.J. 2001. Tillage systeme and soil ecology. Soil and Tillage Research. 67: 61-76.
15. Lavelle, P., Decaens, T., Aubert, M., Barota, S., Blouin, M., Bureau, F., Margerie, P., Mora, P. and Rossic, J.P. 2006. Soil invertebrates and ecosystem services. European Journal of Soil Biology. 42: 3-15.
16. Legendre, P. and Legendre, L. 1998. Numerical Ecology. 2nd ed. Amsterdam, Elsevier. 853p.
17. Legere, A., Stevenson, F. C. and Benoit, D. L. 2005. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. Weed Research. 45: 303-315.
18. Maudsley, M.J., Seeley, B. and Lewis, O. 2002. Spatial distribution patterns of predatory arthropods within an English hedgerow in early winter in relation to habitat variables. Agriculture, Ecosystems and Environment. 89: 77–89.
19. Melnychuk, N.A., Olfert, O., Youngs, B. and Gillott, C. 2003. Abundance and diversity of Carabidae (Coleoptera) in different farming systems. Agriculture, Ecosystems and Environment. 95: 69-72.
20. Paoletti, M.G. and Hassal, M. 1999. Woodlice (Isopoda: Oniscidea): their potential for assessing sustainability and use as bioindicators. Agriculture, Ecosystems and Environment. 74: 157–165.
21. Read, J.L. and Andersen, A.N. 2000. The value of ants as early warning bioindicators: responses to pulsed cattle grazing at an Australian arid zone locality. Journal of Arid Environment. 45: 231–251.
22. Schellhorn, N.A. and Sork, V.L. 1997. The impact of weed diversity on insect population dynamics and crop yield in collards, *Brassica oleraceae* (Brassicaceae). Oecologia. 111: 233-240.
23. Seymour, C.L. and Dean, W.R.J. 1999. Effects of heavy grazing on invertebrate assemblages in the Succulent Karoo, South Africa. Journal of Arid Environment. 43: 267–286.
24. Sileshi, G. and Mafongoya, P.L. 2006. Long-term effects of improved legume fallows on soil invertebrate macrofauna and maize yield in eastern Zambia. Agriculture, Ecosystems and Environment. 115: 69–78.
25. Ter Braak, C.J.F. and Smilauer, P. 1998. CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (version 4). Microcomputer Power, Ithaca.
26. Weibull, A.C., Ostman, O. and Granqvist, A. 2003. Species richness in agroecosystems: the effect of landscape, habitat and farm management. Biodiversity and Conservation. 12: 1335–1355.
27. Woodcock, B.A. and Pywell, R.F. 2010. Effects of vegetation structure and floristic diversity on detritivore, herbivore and predatory invertebrates within calcareous grasslands. Biodiversity and Conservation. 19: 81–95.

Archive of SID

www.SID.ir