ارزیابی تنوع ماکروفون خاک در واکنش به تغییر محیط کشاورزی

قربانعلی رسام*[۱]، علیرضا دادخواه[۱]، غلامرضا مقدسی[۲]
۱- اعضاء هیات علمی دانشگاه فردوسی مشهد ۲-کارشناس ارشد فیزیولوژی جانوری
rassammf@yahoo.com

چکیده

ثبات و پایداری اکوسیستم‌ها ارتباط بسیار نزدیکی با میزان تنوع‌زیستی آنها دارد. تنوع‌زیستی ماکروفون خاک در دو محیط کشاورزی شامل مزارع ارگانیک گندم و مزارع فشرده گندم واقع در استان خراسان شمالی ارزیابی گردید. ماکروفون‌های خاک با استفاده از تله‌های چاله‌ای جمع‌آوری و به تفکیک خانواده شمارش شدند. نتایج حاصله نشان داد غنای تاکسنومیک، شاخص تنوع شانون و فراوانی کل ماکروفون‌های خاک در اکوسیستم ارگانیک بیش از نوع فشرده بود. انجام آنالیز تشابه نشان از اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون خاک داشت به نحوی که ماکروفون‌های مفید خاک به سکونت در زیستگاه ارگانیک گرایش بیشتری نشان دادند.

واژه‌های کلیدی: ارگانیک، تنوع‌زیستی، کشاورزی، ماکروفون خاک.

مقدمه

اعجاب انگیزترین راز حیات، ایجاد تنوع بی‌شمار در سطح کره زمین است. زیست سپهر با مجموعه‌ای بالغ بر دو میلیون گونه به‌طرز گوناگونی در لایه‌ای به قطر یک کیلومتر متشکل از خاک، آب و هوا و در سطحی به وسعت ۵۰۰ میلیون کیلومتر مربع توزیع و آرایش یافته است. واژه تنوع‌زیستی اولین بار در سال ۱۹۸۵ توسط روزن استفاده شد و پس از کنوانسیون تنوع زیستی در سال ۱۹۹۲ در ریودوژانیرو بطور رسمی مورد پذیرش جهانی قرار گرفت [۶]. در سالهای اخیر همگام با تشدید تخریب تنوع زیستی بر اهمیت حفظ، شناخت کارکردها و بهبود تنوع زیستی نیز افزوده شده است. اگر چه بخش عمده‌ای از این تحقیقات به مناطق طبیعی و گونه‌های در معرض انقراض اختصاص داشته است، ولی دامنه آن به سطح بوم‌نظام های کشاورزی نیز کشیده شده است. تنوع زیستی را شامل "تمام گونه‌های گیاهی، جانوری و ریزموجودات حاضر در یک بوم‌نظام و برهمکنش‌های آنها" تعریف کرده‌اند [۱۵]. در بسیاری از زیستگاه‌ها خاک میزبان متنوع‌ترین بخش زیستی اکوسیستم می‌باشد [۳]. بیش از یک‌چهارم موجودات زنده زمین به طور قطع ساکن خاک یا بقایای سطح خاک هستند. میکروفلور (با ابعاد ۱ تا ۱۰۰ میکرومتر) میکروفون‌ها (با ابعاد ۵ تا ۱۲۰ میکرومتر) مزوفون‌ها (با ابعاد ۸۰ میکرومتر تا ۲ میلی متر) و ماکروفون‌ها (با ابعاد بیش از۲ میلی متر) شبکه غذایی بسیار پیچیده خاک را تشکیل می‌دهند [۱]. جامعه ماکروفون خاک متشکل از بی‌مهرگانی بوده که بخش مهمی از چرخه زندگی خود را در خاک یا داخل بقایای سطحی می‌گذرانند. این بی‌مهرگان کارکردهای بوم‌شناختی متعددی را عرضه می‌نمایند. بهبود ساختمان خاک، تبادل گازها، تشکیل خاکدانه‌ها، نفوذپذیری و ماندگاری آب خاک، تجزیه اولیه و توزیع مجدد بقایای آلی در پروفیل خاک، چرخش عناصر غذایی، کنترل آفات و علف‌های هرز، تسهیل عمل گرده‌افشانی، بهبود رشد و عملکرد گیاه، تجزیه آلاینده‌ها، پراکنش بذور گیاهان توسط جامعه ماکروفون خاک باعث شده است تا در تنوع‌زیستی و اکولوژی خاک توجه زیادی را به خود معطوف نمایند [۸، ۱۱]. اغراق نیست که ماکروفون خاک را موجودات کوچکی نام نهاده‌اند که جهان را به حرکت در می‌آورند. در سامانه‌های کشاورزی، ماکروفون‌های مفید گونه‌هایی را شامل می‌شوند که در افزایش عملکرد

محصول و ثبات اکولوژیکی سامانه نقش دارند. گروه شکارگران شامل عنکبوت‌گرگی (Lycosidae)، عنکبوت‌زمینی(Gnaphosidae) و سوسک‌زمینی(Carabidae) و ریزه‌خوارانی چون مورچه (Formicidae) و خرخاکی (Oniscoidea) از مهم‌ترین ماکروفون‌های مفید خاک به‌شمار می‌روند. اگرچه خصوصیات زیستگاه و محیط زندگی تاثیر عمده‌ای بر تنوع این ماکروفون‌ها دارد با این وجود واکنش ماکروفون‌ها به محیط بسته به صفات آن‌ها شامل جثه، توان پراکنش، قدرت پرواز، رژیم غذایی، نحوه زمستان‌گذرانی، سرعت زایش و کلونی‌سازی بسیار متفاوت است [۵]. بطور کلی واکنش سریع بی‌مهرگان به تغییرات زیستگاه سبب شده است تا در قیاس با گیاهان شاخص‌های حساس‌تری برای ارزیابی اثرات محیطی قلمداد شوند [۱۴]. بنابراین تحقیق حاضر با هدف تعیین واکنش ماکروفون‌های مفید خاک به تغییر محیط کشاورزی در استان خراسان شمالی به انجام رسید.

مواد و روش‌ها

برای انجام مطالعه دو محیط کشاورزی با مدیریت متفاوت (ارگانیک و فشرده) پیمایش شد. محیط ارگانیک شامل مزارع از گندم می‌گردید که در آنها از مصرف هر نوع سموم شیمیایی خودداری می‌شد و نیز مصرف کودهای شیمیایی در حداقل مقدار ممکن بود. در محیط فشرده مزارعی از گندم انتخاب گردید که با مصرف مقادیر فراوانی از کودها و سموم شیمیایی همراه بودند. برای هر محیط ۵ مزرعه (تکرار) در نظر گرفته شد. در هر یک از مزارع برای نمونه‌گیری ماکروفون‌های سطح خاک از روش تله چاله‌ای استفاده گردید. برای این منظور در هر مزرعه سه تله برای یک دوره ۱۴ روزه در اواسط اردیبهشت‌ماه مستقر گردید. بعد از پایان این دوره تله‌ها از خاک خارج شدند. محتویات هر تله از الک هایی با قطر ۲ میلی‌متر عبور داده شد تا فقط ماکروفون خاک باقی بمانند. ماکروفون‌های جمع‌آوری در سطح الک تا زمان شناسایی در شیشه‌های حاوی اتانول ۷۰ درصد ذخیره شدند.

در هر واحد نمونه‌گیری متغیرهایی شامل غنای تاکسونومیک (تعداد خانواده)، فراوانی کل، شاخص تنوع شانون و یکنواختی محاسبه گردید. غنای تاکسونومیک معادل تعداد خانواده‌های ثبت‌شده و فراوانی کل معادل مجموع جمعیت ماکروفون‌های شمارش شده در هر مزرعه (مجموع ۳ تله) در نظر گرفته شد. برای محاسبه شاخص تنوع شانون (H) و یکنواختی (E) به ترتیب از معادله‌های زیر استفاده گردید [۱۰]:

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

$$E = \frac{H}{\log_2(s)}$$

ارزیابی اختلاف دو محیط از نظر تمامی متغیرهای مذکور با استفاده از آزمون t- استیودنت انجام گرفت. برای تعیین الگوی کلی پراکنش خانواده‌های ماکروفون از روش تجزیه به مولفه‌های اصلی (PCA) استفاده گردید. وجود اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون‌ها بین دو محیط با استفاده از آنالیز تشابه (ANOSIM) آزمون گردید. برای انجام تمامی آزمون‌ها دو نرم افزار SAS و نرم افزارCANOCO بکار گرفته شد.

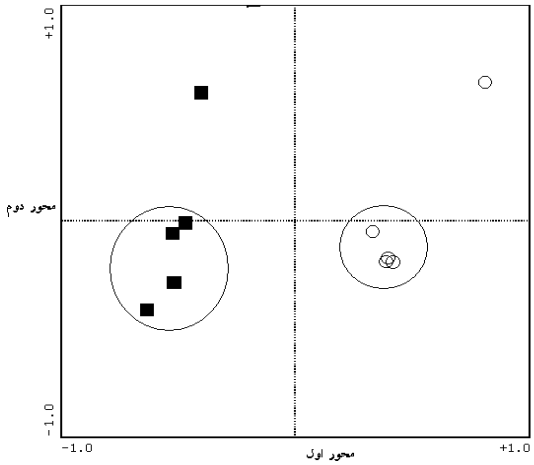
نتایج و بحث

در مجموع تعداد ۱۲۶۷ ماکروفون متعلق به ۱۳ خانواده در محیط فشرده جمع‌آوری شد. مورچه، سوسک‌زمینی و خرخاکی فراوان‌ترین خانواده‌ها بودند. در محیط ارگانیک نیز ۱۶ خانواده با جمعیتی معادل ۱۸۲۵ ماکروفون از سطح ۵ مزرعه گندم جمع‌آوری گردید. در این زیستگاه به ترتیب

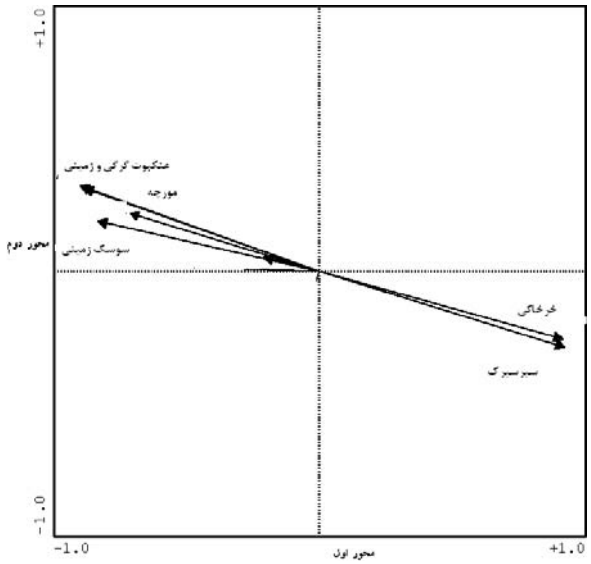
مورچه، عنکبوت‌گرگی، عنکبوت‌زمینی و سوسک‌زمینی مرسوم‌ترین خانواده‌ها را تشکیل دادند. فراوانی مورچه‌ها در هر دو محیط را باید به تمایل آنها برای زندگی اجتماعی نسبت داد. آن‌ها غالباً به شکل کُلنی ظاهر می‌شوند و بنابراین در بیشتر زیستگاه‌ها بخش قابل‌توجهی از ماکروفون‌های جمع‌آوری شده در تله‌های چاله‌ای را تشکیل می‌دهند [۲].

انجام آزمون t- استیودنت نشان داد که تغییر محیط کشاورزی از نظام فشرده به نظام ارگانیک سبب افزایش تعداد خانواده‌ها (از ۸ به ۱۲)، متوسط فراوانی کل (از ۲۲۱ به ۳۳۵ ماکروفون) و شاخص شانون (از ۱/۶۲ به ۱/۸۵) گردید ولی یکنواختی تحت تاثیر نوع محیط قرار نگرفت (۰/۷۱ برای فشرده و ۰/۷۳ برای ارگانیک) گردید. تخریب زیاد محیط ناشی از مصرف علف‌کش ها و کودهای شیمیایی شرایطی را فراهم می آورد که فقط گونه های خاصی قادر به تحمل و زندگی هستند. بنابراین طبیعی خواهد بود که غنای خانواده‌های ماکروفون و به تبعیت از آن شاخص شانون در محیط فشرده کمتر از محیط ارگانیک گردد.

نتایج آنالیز تشابه حاکی از اختلاف معنی‌داری در ترکیب جامعه ماکروفون بین دو نوع مدیریت زراعی بود (R=۰/۸۴، P=۰/۰۰۱). این تفاوت با استفاده از روش PCA در شکل (۱) و (۲) به تصویر کشیده شده است. محور اول و دوم PCA به ترتیب ۴۲/۳ و ۲۵/۴ درصد و در مجموع ۶۷/۷ درصد از کل تغییرات را در داده‌های خانواده تشریح نمودند. در حالیکه مزارع ارگانیک در سمت چپ محور اول جای گرفته اند مزارع فشرده به دلیل ترکیبی متفاوت، با فاصله گرفتن از آنها در سمت راست محور اول دیده می شوند (شکل ۱). همانطور که ملاحظه می‌شود ماکروفون‌های بیشتری با محیط ارگانیک مرتبط هستند. عنکبوت گرگی، عنکبوت زمینی، مورچه و سوسک زمینی به سمت محیط ارگانیک متمایل شده اند و سیرسیرک و خرخاکی سکونت در محیط فشرده را ترجیح داده‌اند (شکل ۲).



شکل ۱: نمودار رسته بندی PCA مزارع گندم در دو محیط ارگانیک (○) و فشرده(■).



شکل ۲: نمودار رسته بندی PCA ماکروفون خاک در دو محیط ارگانیک و فشرده.

این اختلاف در ترکیب جامعه ماکروفون با تفاوت در نوع مدیریت زراعی محیط‌های کشاورزی مرتبط است. گیاهان سبز به عنوان تولید کنندگان اولیه حلقه اول زنجیره غذایی

اکوسیستم را تشکیل می‌دهند. گیاهان مستقیماً از طریق فراهمی غذا، تأمین مکان‌های زمستان‌گذرانی و ایجاد فرصت زایشی (تخم‌گذاری) تمامی سطوح غذایی را تحت تأثیر قرار می‌دهند [۱۶]. مشخصه بارز مدیریتی در محیط فشرده کاربرد فراوان علف‌کش‌ها در کنترل علف‌های هرز است. پیامد قطعی مصرف علف‌کش‌ها کاهش تنوع گیاهی و چیره شدن چند گونه گیاهی مقاوم به علف‌کش می‌باشد [۹]. مورچه‌ها از حشرات همه‌چیزخوار به‌شمار می‌روند ولی در اگرواکوسیستم‌ها عمدتاً از بذور و شهد گیاهی تغذیه می‌کنند. بنابراین با افزایش تنوع علف‌های هرز و فراهم شدن انواعی از بذور گیاهی به سوی مزرعه کشاورزی متمایل می‌شوند [۱۲]. تراکم بیشتر علف‌های هرز سبب فراهمی پناهگاه بیشتر و تنوع طعمه برای عنکبوت‌ها و سوسک‌های زمینی خواهد شد [۷]. عامل دیگر در ترجیح عنکبوتیان و سوسک‌های زمینی برای سکونت در مزارع ارگانیک مصرف کمتر کودهای شیمیایی است. بسیاری از شکارگران و پارازیتوئیدها برای پیداکردن طعمه‌های خود بر روی گیاه از سیگنال‌های فرّاری سود می‌برند که در اثر تغذیه طعمه در گیاه القا می‌شود [۴]. مشخص شده است کاهش مصرف نیتروژن سبب افزایش آزاد شدن این سیگنال‌ها و افزایش فراوانی دشمنان طبیعی همچون عنکبوت‌ها در مزارعی می‌شود که کود نیتروژنه کمتری دریافت کرده‌اند [۱۳].

نتیجه گیری کلی

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که ماکروفون های مفید خاک به تغییرات محیط حساسیت زیادی نشان می‌دهند. هرچه بر تخریب محیط افزوده شود از تنوع این ماکروفون‌ها نیز کاسته خواهد شد. در محیط‌های کشاورزی فشرده مصرف مواد شیمیایی نظیر کودها و علف کش‌ها به عنوان اصلی ترین عوامل تخریب محیط شناخته شده‌اند. بنابراین برای حفظ و افزایش تنوع زیستی ماکروفون های سطح خاک و بهره‌مندی از کارکردهای اکولوژیکی آنها باید به نظام هایی از کشاورزی متمایل شد که با حداقل مصرف کودها و سموم شیمیایی همراه هستند. در شرایط فعلی بکارگیری نظام کشاورزی ارگانیک می‌تواند مناسب‌ترین استراتژی در استفاده از تنوع‌زیستی و پایداری اکوسیستم باشد.

منابع مورد استفاده

[1]**Barrios, E., 2007**. Soil biota, ecosystem services and land productivity. Ecological Economics. 64, 269-285.

[2]**Brevault, T., Bikay, S., Maldes, J.M., Naudin, K., 2007**. Impact of a no-till with mulch soil management strategy on soil macrofauna communities in a cotton cropping system. Soil & Tillage Research. 97, 140–149.

[3]**Burrssaard, L., Ruiter, P. C., Brown, G. G., 2007**. Soil biodiversity for agricultural sustainability. Agric. Ecosyst. Environ. 121, 233-244.

[4]**Choh, Y., Shimoda, T., Ozawa, R., Dicke, M., Takabayashi, J., 2004**. Exposure of lima bean leaves to volatiles from herbivore-induced con-specific plants results in emission of carnivore attractants: active or passive process? J. Chem. Ecol. 30, 1305–1317.

[5]**Clough, Y., Kruess, A., Kleijn, D., Tscharntke, T., 2005**. Spider diversity in cereal fields: comparing factors at local, landscape and regional scales. J. Biogeogr. 32, 2007–2014.

[6]**Gaston, K.J., and Spicer, J.I.R. 2004**. Biodiversity, an introduction. Blackwell Publishing.

[7]**Jeanneret, P., Schupbach, B., Luka, H., 2003**. Quantifying the impact of landscape and habitat features on biodiversity in cultivated landscapes. Agric. Ecosyst. Environ. 98, 311–320.

[8]**Lavelle, P., Decaens, T., Aubert, M.,**

P., Rossic, J.-P., 2006. Soil invertebrates and [9]**Legere, A., Stevenson, F C., Benoit, D L., 2005**. Diversity and assembly of weed communities: contrasting responses across cropping systems. Weed Research. 45, 303–315.
[10]**Magurran, AE., 1988**. Ecological Diversity and Its Measurement. Princeton University Press, Princeton, NJ, USA.
[11]**Ouedraogo, E., Mando, A., Brussaard, L., 2006**. Soil macrofauna affect crop nitrogen and water use efficiencies in semi-arid West Africa. Eur. J. Soil Biol. 42, 275–277.
[12]**Read, J.L., Andersen, A.N., 2000**. The value of ants as early warning bioindicators: responses to pulsed cattle grazing at an Australian arid zone locality. J. Arid. Environ. 45, 231–251.
[13]**Schmelz, E.A., Alborn, H.T., Engelberth, J., Tumlinson, J.H., 2003**. Nitrogen deficiency increases volicitin-induced volatile emission, jasmonic acid accumulation, and ethylene sensitivity in maize. Plant Physiol. 133, 295–306.
[14]**Seymour, C.L., Dean, W.R.J., 1999**. Effects of heavy grazing on invertebrate assemblages in the Succulent Karoo, South ecosystem services. Eur. J. Soil Biol. 42, 3–15.
Africa. Journal of Arid Environments. 43,267–286.
[15]**Vandermeer, J.H., and Perfecto, I. 1995**. Breakfast of Biodiversity: The Truth About Rain Forest Destruction. Institute for Food and Development Policy, Oakland, CA.
[16]**Varchola, J.M., Dunn, J.P., 2001**. Influence of hedgerow and grassy field borders on ground beetle (Coleoptera: Carabidae) activity in fields of corn. Agriculture, Ecosystems and Environment. 83, 153–163.

Response of soil macrofauna diversity to change in agricultural environment

Gh. Rassam[1*], A. Dadkhah[1], Gh.Moghaddasi[2]
1-Ferdowsi University of Mashhad, 2-Master of animal physiology
Rassammf@yahoo.com

Abstract
Stability of ecosystems is relationship with their biodiversity. Soil macrofauna biodiversity evaluated in two agricultural environments including organic wheat fields and intensive wheat fields in North Khorasan province. Macrofauna were collected with pitfall traps and were sorted with regard to family type. The results showed that taxonomic richness, shanon diversity index and total abundance of macrofauna was greater in the organic habitat than in the intensive habitat. ANOSIM analysis showed that macrofauna community composition of organic habitat was different from intensive habitat. Soil beneficial macrofauna revealed more trends to occupancy in organic environment.

Key words: Organic, Biodiversity, Agriculture, soil macrofauna.