اثرات مواد اصلاحی طبیعی و مصنوعی بر تنفس میکروبی و تنفس ناشی از سوبسترا در خاک در شرایط تنش رطوبتی

راضیه رضائی[1]، شجاع قربانی[2] و فایز رئیسی[3]

1- دانشجوی کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشگاه شهرکرد.

2- استادیار و عضو هیئت علمی گروه خاکشناسی، دانشگاه شهرکرد.

3- دانشیار گروه و عضو هیئت علمی خاکشناسی، دانشگاه شهرکرد.

e-Mail: Mrs.rezaie@ymail.com

چکیده

یکی از مهمترین و مؤثرترین عوامل تأثیرگذار بر فعالیت‌های میکروبی خاک رطوبت است که فعالیت‌های میکروبی خاک را در اکوسیستم‌های خشک با محدود کردن دسترسی عناصر غذایی و یا افزایش مرگ و میر میکروب‌ها از طریق کاهش پتانسیل آب کاهش دهد. به منظور تأثیر تنش‌های رطوبتی بر فعالیت میکروب‌های خاک از دو نوع ماده جاذب رطوبت طبیعی به نام کوکوپیت و خاک اره و دو نوع ماده جاذب رطوبت مصنوعی، سوپرجاذب A200 و A300 به منظور نگهداری آب در خاک در شرایط رطوبتی30% (تنش رطوبتی) و70% (بدون تنش رطوبتی) رطوبت ظرفیت مزرعه و تأثیر آنها بر پویایی کربن خاک استفاده شد. بیشترین میزان تنفس میکروبی در شرایط بدون تنش و تنش درکوکوپیت، خاک شاهد و سوپرجاذب A300 و تنفس ناشی از سوبسترا (SIR) در کوکوپیت و خاک اره دیده شد که نسبت به خاک شاهد به ترتیب 195/6 و 54/4% افزایش نشان داد.

کلمات کلیدی: **تنش خشکی، مواد اصلاحی طبیعی و مصنوعی، تنفس خاک، تنفس ناشی از سوبسترا**.

مقدمه

در تمامی اکوسیستم‌ها اعم از طبیعی و یا کشاورزی میکروب‌های خاک نقش بسیار مهمی را به عنوان ذخیره مواد غذایی و همچنین گردش طبیعی عناصر غذایی برای گیاه به‌عهده دارند (سویاما و همکاران، 2001). با کمبود آب و وقوع تنش‌های خشکی در خاک نه‌تنها محصولات کشاورزی دچار آسیب‌های جدی می‌شوند بلکه ریزجانداران مقیم خاک که از اصلی‌ترین و اساسی‌ترین جانداران خاک و محیط محسوب می‌شوند، نیز دستخوش اثرات منفی این تنش می‌گردند (کیت و همکاران،1997). خصوصیات میکروبیولوژیکی و بیوشیمیایی خاک به‌ویژه تنفس میکروبی (معیار فعالیت عمومی ریزجانداران خاک) به سایر خصوصیات خاک وابسته‌اند و به علت حساسیت زیاد این خصوصیات به عوامل محیطی می‌توان از آنها به عنوان نشانه‌هایی از تغییر و آشفتگی‌ها در خاک استفاده کرد. این نشانه‌ها توسط سایر عوامل در خاک مانند محتوای رطوبتی خاک، دما، میزان تخلخل، pH و کمیت و کیفیت مواد آلی تحت تأثیر قرار می‌گیرند. بنابراین بررسی مسائل و مشکل کمبود آب و تنش‌های رطوبتی در مناطق خشک و نیمه خشک، از اهم مسائل مربوط به کشاورزی در این مناطق می‌باشد. برای نیل به این هدف از مواد جاذب رطوبت طبیعی(کوکوپیت و خاک اره) و مصنوعی (سوپرجاذب A300 و A200) استفاده شد و اثرات آنها بر تنفس و فعالیت میکروبی و تنفس ناشی از سوبسترا (SIR) در خاک مورد بررسی قرار گرفت. معمولاً سوپرجاذب‌ها با افزایش ظرفیت جذب آب توسط خاک، تنش‌های خشکی را کاهش و رشد گیاه را بهبود می‌بخشند. بااین‌حال اهمیت نسبی این مواد بر فعالیت‌های میکروبی خاک مورد مطالعه دقیق قرار نگرفته است.

مواد و روشها

خاک مورد مطالعه از مزرعه دانشگاه شهرکرد با میانگین بارندگی سالیانه 318mm و متوسط دمای سالیانه هوا 11oC و طبقه‌بندیClay skeletal,mixed, active, mesic Fluentic Haploxerepts تهیه شده‌است. پس از نمونه‌برداری از عمق 0-30 سانتی‌متری سطح خاک، مواد اصلاحی مصنوعی(A200 و A300) وطبیعی(خاک اره و کوکوپیت) پس از آسیاب کردن و عبور از الک 1 میلیمتری به مقدار 0/1% وزنی با خاک عبور داده شده از الک 4 میلیمتری مخلوط و پس از انتقال به گلدان مقدار آب محاسبه شده در دو نقطه 30 و 70% رطوبت ظرفیت مزرعه به‌آنها اضافه شد. پس از آن تنفس میکروبی و SIR (اندرسون، 1982 و آلف و نانی‌پیری، 1995) در خاک اندازه‌گیری شد.

نتایج و بحث

تنفس میکروبی کل خاک (معدنی شدن کربن)

داده‌های کل تنفس میکروبی خاک (مجموع CO_2 تولید شده) طی 15 هفته آزمایش و SIR مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و نتایج مقایسه میانگین‌های اثرات مواد اصلاحی بر تنفس میکروبی و SIR در شرایط بدون تنش و تنش رطوبتی در جدول 1 آمده است. مقایسه میان مقدار تنفس میکروبی در خاک شاهد در شرایط تنش و بدون تنش نشان می‌دهد که میزان تنفس میکروبی در شرایط بدون تنش 3/6 برابر بیشتر از تنفس میکروبی در شرایط تنش رطوبتی بوده است. مشابه همین نتایج در دو تیمار کوکوپیت (2/5 برابر) و خاک‌اره (1/8برابر) نیز دیده شد. ولیکن در دو تیمار سوپرجاذب این روند عکس شده و میزان تنفس میکروبی در شرایط تنش در سوپرجاذب A200 2/7 برابر و در A300 3/5 برابر بیشتر از مقدار تنفس در شرایط بدون تنش رطوبتی شد. بنابراین کاهش رطوبت خاک و به‌دنبال آن تنش خشکی و یا در نقطه مقابل افزایش میزان رطوبت در خاک به مقدار بالا سبب کاهش تنفس میکروبی گردید که میزان کاهش به نوع ماده اصلاحی بستگی داشت. مقایسه میانگین تیمارهای ماده اصلاحی (جدول 1) در شرایط بدون تنش حاکی ازاین است که بیشترین مقدار تنفس میکروبی در دو تیمار خاک شاهد و کوکوپیت مشاهده شد. میزان تنفس میکروبی در این سطح رطوبتی خاک بین بیشترین مقدار در تیمارهای کوکوپیت و خاک شاهد تا کمترین مقدار در تیمارهای سوپرجاذب‌ها متغیر بوده است.

جدول 1 مقایسه میانگین ها ((n=4(±SD)) کل تنفس میکروبی و SIR در شرایط متفاوت تنش بین مواد اصلاحی مختلف.

	تیمار تنش									
	بدون تنش					وجودتنش				
ماده اصلاحی	شاهد	کوکوپیت	خاک اره	سوپرجاذب A200	سوپرجاذب A300	شاهد	کوکوپیت	خاک اره	سوپرجاذب A200	سوپرجاذب A300
تنفس کل	51.5(1.2) a	52.0(1.6) a	43.3(0.7) b	13.3(0.3) c	13.8(0.5) c	14.2(0.3) e	20.2(2) d	22.9(0.9) c	36(1.7) b	49.5(0.8) c
SIR	25.4(1) c	75.1(4.7) a	16.2(0.9) cd	19.5(2.1) c	14.3(0.6) d	23.4(1.4) b	35.9(2.3) a	36.4(1.8) a	15.8(0.8) c	21.3(1.1) b

در هر ستون برای هر تیمار تنش حروف مختلف نشان دهندهٔ تفاوت معنی‌دار ($P\leq 0/05$) بین مواد اصلاحی گوناگون بر اساس آزمونLSD فیشر می‌باشد. تنفس کل بر حسب ($g\ CO_2\text{-}C\ m\text{-}2\ soil$) و تنفس ناشی ای سوبسترا SIR بر حسب ($mg\ CO_2\text{-}C\ kg\text{-}1\ soil$) می‌باشد.

در شرایط تنش رطوبتی اثرات مواد اصلاحی کاملاً متفاوت از شرایط بدون تنش بود به‌طوری‌که بیشترین مقدار تنفس میکروبی خاک در تیمار سوپرجاذب و پس از آن در تیمار سوپرجاذب مشاهده شد. میزان تنفس میکروبی در شرایط تنش بین بیشترین مقدار در تیمار سوپرجاذب و کمترین مقدار در خاک شاهد متفاوت بود. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که در شرایط بدون تنش بر خلاف انتظار دو تیمار سوپر جاذبA300 وA200 دارای کمترین مقدار تنفس میکروبی و تیمار کوکوپیت و خاک شاهد دارای بیشترین مقدار تنفس میکروبی بودند که این می‌تواند ناشی از مقدار

زیاد آب در شرایط بدون تنش در این دو تیمار باشد.اگر مقادیر آب اضافه شده به هر تیمار به نسبت خاک شاهد محاسبه گردد در تیمار سوپرجاذب A300 برابر 89/5 % و در تیمار سوپرجاذب A200 برابر با 86/3% و در تیمار کوکوپیت77/6% رطوبت ظرفیت مزرعه است که می‌توان دلیل کاهش تنفس میکروبی در دو تیمار سوپرجاذب را در افزایش رطوبت نسبت به خاک شاهد در شرایط بدون تنش نسبت داد. مشابه همین در شرایط تنش بیانگر این است که بالاترین میزان تنفس در تیمار سوپرجاذب A300 و سپس در تیمار سوپرجاذب A200 می‌باشد. که در این حالت هم تنفس بالای میکروبی می‌تواند به دلیل میزان بالای آب در این شرایط نسبت به بقیه تیمارها باشد. اگر میزان آب اضافه شده به دو تیمارسوپرجاذب به نسبت خاک شاهد محاسبه گردد، در تیمار سوپرجاذب A300 این مقدار 38/3% و در تیمار سوپرجاذب A200 این مقدار 37% رطوبت ظرفیت مزرعه می‌شود. بنابراین این افزایش در میزان تنفس میکروبی در دو تیمار سوپر جاذب A300 وA200 را می توان به علت افزایش رطوبت در خاک‌های تیمار شده با این مواد نسبت به خاک شاهد دانست. محتوای آب خاک یکی از مهمترین عواملی است که فعالیت‌های میکروبی خاک را محدود می-کند. ریزجانداران خاک مانند باکتری‌ها و پرتوزوآ، اکثر جلبک‌ها و قارچ‌ها به محیطی مناسب از لحاظ تهویه برای زندگی نیازمند هستند و به میزان زیادی به میزان آب قابل دسترس وابسته هستند. محتوای آب خاک به مقدار زیادی با قابلیت در دسترس بودن عناصر در ارتباط است که این عوامل بر فعالیت و جمعیت میکروبی خاک تأثیرگذار می-باشند. بهترین میزان آب خاک برای ریزجانداران هوازی رطوبتی بین 60-50% رطوبت ظرفیت مزرعه می‌باشد. در رطوبتی پائین‌تر از این مقدار، میزان پائین آب و در دسترس بودن عناصر باعث محدود کردن فعالیت‌های میکروبی خاک می‌شود، درحالی‌که در رطوبت‌های بالاتر از این نقطه فعالیت‌های میکروبی به‌واسطه کاهش تهویه و میزان اکسیژن در خاک محدود می‌شود (یولی‌روآ و همکاران، 2005). رجائی (1386) بیان کرد افزایش سوپرجاذب‌ها به خاک باعث افزایش میزان تنفس در خاک‌های شنی و رسی می‌گردد که این افزایش در خاک‌های رسی بیش از خاک‌های شنی بوده است و دلیل آنرا بالاتر بودن میزان مواد آلی در خاک‌های رسی بیان کرد. همچنین سراپاتکا و همکاران (2003) نیز بیان کردند که افزودن پلیمرهای سوپرجاذب باعث افزایش معدنی شدن کربن (تنفس میکروبی) در خاک-های تیمار شده با این مواد شده است. همان‌طور که اجوا و طباطبایی (1994) بیان کرده‌اند فعالیت‌های میکروبی ابتدا در خاک به وسیله کربن دردسترس محدود می‌شود تا نیتروژن و هرچه C/N در بقایا بالاتر باشد میزان تنفس در خاک بیشتر کاهش می‌یابد. همین امر باعث کاهش میزان تنفس در تیمار خاک اره نسبت به تیمار کوکوپیت که هر دو از نوع اصلاح کننده‌های طبیعی می‌باشند شده است. نسبت بالای C/N در خاک اره نشان‌دهنده کربن پیچیده و محدودیت نیتروژن در آن نسبت به کوکوپیت می‌باشد که این مسئله ریزجانداران را با محدودیت نیتروژن مواجه کرده و باعث کاهش میزان تنفس در خاک‌های تیمار شده با این ماده کرده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که در شرایط تنش، افزودن سوپرجاذب‌ها به خاک نه‌تنها باعث افزایش فعالیت‌های میکروبی می‌گردد بلکه مؤثرتر از اصلاح کننده‌های طبیعی مانند خاک اره و کوکوپیت عمل نموده‌اند. همچنین سوپرجاذب‌ها فقط در شرایط تنش رطوبتی مؤثر می‌باشند و در شرایط بدون تنش کارآیی قابل انتظار را ندارند و در بین دو سوپرجاذب، A300 از سوپرجاذب A200 در تعدیل تنش مؤثرتر عمل کرده است.

تنفس ناشی از سوبسترا در خاک (SIR)

نتایج جدول مقایسه میانگین‌ها (جدول1) نشان می‌دهدکه بیشترین مقدار SIR در شرایط بدون تنش در تیمار کوکوپیت و در شرایط تنش نیز در تیمارهای کوکوپیت و خاک اره می‌باشد. کمترین مقدار SIR در شرایط بدون تنش تیمار سوپرجاذب A300 و در شرایط تنش تیمار سوپرجاذب A200 بدست آمد. افزایش SIR در شرایط بدون تنش در تیمار کوکوپیت می‌تواند ناشی از وجود منبع کربن قابل استفاده برای ریزجانداران و همچنین افزایش سطح رطوبت نسبت به خاک شاهد باشد. دلیل کاهش میزان SIR در تیمار خاک اره به دلیل محدودیت میزان نیتروژن و بالا بودن نسبت (C/N=41/1) در این ماده و در دو تیمار سوپرجاذب A300 و A200 به دلیل محدودیت کربن قابل استفاده

(C/N>3) برای میکروب‌های خاک و همچنین به وجود آمدن شرایط نسبتاً بی‌هوازی در خاک ناشی از بالا بودن میزان رطوبت در این دو تیمار نسبت به خاک شاهد باشد. در شرایط تنش افزایش SIR در تیمار کوکوپیت به علت وجود کربن بالا و قابل استفاده برای میکروب‌های خاک و نسبت پائین میزان C/N (10/4) در این ماده و در تیمار خاک اره به دلیل اضافه شدن کربن سهل الوصول برای استفاده ریزجانداران در خاک و افزایش میزان رطوبت نسبت به خاک شاهد برای هر دو تیمار باشد. کربن خاک اره از نوع کربن سهل الوصول نبوده و نسبت بالای C/N (41/11) در خاک اره یک عامل محدود کننده فعالیت ریزجانداران در خاک‌های تیمار شده با این ماده می‌باشد. دلیل کاهش میزان SIR در تیمار سوپرجاذب A200 و A300 پائین بودن میزان کربن در این مواد نسبت به سایر تیمارها می‌باشد. ام-بیالکوسکی و همکاران (2010) در بررسی‌های خود روی اثرات مرطوب کردن خاک خشک و اضافه نمودن مواد کربن-دار ساده و پیچیده به خاک بر SIR اظهار نمودند با مرطوب نمودن خاک خشک میزان SIR در خاک شدیداً افزایش می‌یابد تا جائیکه اثرات اضافه نمودن آب به خاک‌های خشک بیش از اضافه نمودن مواد کربن‌دار سهل الوصول است. همچنین مواد کربن دار ساده پس از اضافه شدن به خاک باعث بالا رفتن میزان SIR در خاک می‌شوند ولیکن مواد کربن‌دار ساده در کوتاه مدت اثرات بیشتری بر افزایش میزان SIR در خاک دارند و در دوره‌های زمانی بلند مدت مواد کربن‌دار پیچیده اثراتشان از مواد ساده بیشتر است.

منابع

رجائی ف، 1386. نقش سوپر جاذب طراوت در کاهش تنش‌های رطوبتی و اثر آن بر فعالیت‌های میکروبی خاک‌های شنی و رسی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

Ajwa H.A, and Tabatabai M.A, 1994. Decomposition of different organig materials in soil. Biology and Fertility of Soils 18:175-182.

Alef K, and Nannipieri P, 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press. London. UK.

Anderson J.P.E, 1982. Soil respiration. In:R.H. Miller and D.R. Keeney (Ed.), Methods of soil analysis part 2. Chemical and microbiological properties. The American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, pp. 831- 871.

Hillel D, 2004. Introduction to environmental soil physics. Academic Press. California. United State of America 494 p.

M.Bialkowski K, Archibald R, E.StJ.Hardy G, and I.Burgess T, 2010. Substrates used in SIR assays can inhibit basal respiration in rewetted soil. 19th Word congress of Soil Science, Soil Solutions for a Changing World. 1-6 August, Brisbane, Australia.

Uhlirova E, Elhottova D, Triska J, and Santruckova H, 2005. Physiology and microbial community structure in soil at extreme water content. Folia microbiology 50:161-166.

Sarapatca B, Libor L, and Bubenikova I, 2003. Effects of hydroabsorbent used on extremely sandy soils on soil biological and biochemical characteristics. www.bodenkunde2.uni-freiburg.de/eurosoil/abstracts/id702_Sarapatka.

Suyama K, Okamoto Y, Itoh K, Itamochi M, Kagwa Y, Fujii K, Kumagai S, Koga N, Kajihara S, Ikushima T, Miyamoto H, Aoki M, Kojima A, and Yamamoto H, 2001. Natural fluctuation of microbial biomass and population in rice paddy siols as a basis for assessing the side-effect of pesticides on soil ecosystem. Journal of Pesticide Science 26:127-135.

Keith H, Jacobsen K.L, and Raison R.J, 1997. Effects of soil phosphorus availability, temperature and moisture on soil respiration in Eucaly ptus pauciflora forest. Plant and Soil. 190:127-141.