Archive of SID

اثر تراکم خاک و کاربرد ماده آلی بر برخی ویژگی‌های زیستی خاک در کشت گلخانه‌ای گندم

مهربان شاهپوری ارانی، احمد فرخیان فیروزی[1]، نعیمه عنایتی ضمیر و افراسیاب راهنما

دانشجوی کارشناسی ارشد، گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز؛ m.shahpoori@ymail.com

دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز؛ a.farrokhian@scu.ac.ir

دانشیار گروه علوم و مهندسی خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز؛ n.enayatzamir@scu.ac.ir

دانشیار گروه علوم و مهندسی تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهید چمران اهواز؛ a.rahnama@scu.ac.ir

دریافت: 98/5/26 و پذیرش: 98/11/27

چکیده

تراکم خاک یکی از مشکلات زیست محیطی جهانی است. تاکنون عمده پژوهش‌ها بر تأثیر تراکم خاک بر ویژگی‌های فیزیکی خاک و رشد گیاه تمرکز داشته‌اند، درحالیکه تعیین اثر تراکم خاک بر فعالیت ریزجانداران و فرآیندهای بیولوژیکی خاک بسیار ضروری است. هدف از انجام این پژوهش تعیین تاثیر تراکم خاک و افزودن موادآلی بر برخی ویژگی‌های زیستی شامل تنفس، کربن زیست توده میکروبی خاک، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون در خاک بود. بدین منظور آزمایشی به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار در شرایط گلخانه‌ای انجام شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل تراکم خاک (صفر، 10 و 20 درصد) و افزودن ماده آلی (صفر و 2 درصد کمپوست باگاس نیشکر) بودند. نتایج نشان داد که اثر جداگانه تراکم خاک و ماده آلی بر تنفس، کربن‌زیست توده میکروبی خاک، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون معنی‌دار بود. همچنین، اثر متقابل تراکم خاک و افزودن ماده آلی به خاک بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سطح یک درصد معنی‌دار بود. با افزایش تراکم خاک، تمام ویژگی‌های بیولوژیکی مورد بررسی کاهش یافت، اما افزودن مواد آلی به خاک موجب بهبود فعالیت میکروبی و افزایش میزان تنفس و کربن زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون شد. بنابراین افزایش مواد آلی یا بقایای گیاهی یک شیوه مدیریتی مهم است که می‌تواند باعث بهبود ویژگی‌ها و عملکرد خاک شود.

واژه‌های کلیدی: اوره‌آز، تنفس خاک، کربن زیست توده میکروبی، نیتریفیکاسیون.

[1]. نویسنده مسئول، آدرس: اهواز، دانشگاه شهید چمران اهواز، دانشکده کشاورزی

www.SID.ir

Archive of SID

مقدّمه

در کشاورزی پیشرفته، استفاده مکرر از ماشین-آلات سنگین در مزارع به‌ویژه در وضعیت رطوبتی نامناسب به تدریج موجب متراکم شدن خاک، شکسته شدن خاکدانه‌های خاک و تخریب مواد آلی شده و کیفیت خاک را کاهش می‌دهد. همین موضوع سبب شده است تراکم که بسیاری از اراضی دنیا را در بر گرفته است به یک مشکل جهانی تبدیل شود. تراکم خاک عبارت است از کاهش حجم خاک غیر اشباع، تحت تأثیر یک نیروی خارجی که با نزدیک شدن ذرات خاک به یکدیگر و خارج شدن هوا از منافذ بین آنها بوجود می‌آید. تراکم خاک در اثر افزایش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت به نفوذ و همچنین با کاهش اندازه خلل و فرج درشت، تشکیل سله سطحی و کاهش پایداری خاکدانه‌ها سبب تخریب ساختمان خاک، کاهش تخلخل و نفوذ پذیری آب در خاک می‌گردد (بیلیش و همکاران، 2010؛ فراخ نواز، 2013؛ گلب،2014؛ هولتوسنا و همکاران 2018؛ اسکالسوین و همکاران 2019). در اثر تراکم خاک فعالیت‌های بیولوژیکی و نفوذپذیری خاک نسبت به آب و هوا کاهش یافته و در نهایت عملکرد زراعی کاهش می‌یابد. تراکم خاک منافذ درشت خاک را کاهش می‌دهد. ساختار منافذ خاک با تأثیر بر توزیع رطوبت و اکسیژن بر فعالیت ریزجانداران موجود در خاک و در نتیجه بر تجزیه ماده آلی در خاک تأثیر می‌گذارند. تراکم ناشی از عملیات زراعی باعث کاهش فعالیت ریزموجودات خاک می‌شود (ونگ و همکاران، 2005؛ بیلیش و همکاران، 2010). نتایج پژوهش کاراکا و همکاران (2000) نشان داد با افزایش تراکم خاک فعالیت آنزیم اوره‌آز، معدنی شدن نیتروژن و تنفس میکروبی کاهش می‌یابد. تراکم خاک با کاهش میزان تخلخل و منافذ پر از هوای خاک باعث کاهش توزیع اکسیژن در نیمرخ خاک می‌گردد (ویسکوپ و همکاران، 2010) که در نتیجه با کاهش میزان اکسیژن قابل انتشار در خاک فعالیت میکروبی نیز کاهش می‌یابد.

گاهی ممکن است کلیه عناصر غذایی اصلی جهت رشد گیاه در خاک موجود باشد و خاک هیچگونه کمبودی از نظر مواد غذایی لازم برای گیاه نداشته باشد اما به علت نداشتن وضع فیزیکی مناسب عملکرد محصول تا حد زیادی کاهش پیدا کند. برزگر و همکاران (2002) نشان دادند موادآلی و جرم مخصوص ظاهری دو عامل اصلی تأمین کننده حاصلخیزی خاک می‌باشند. تراکم خاک با تأثیر بر ویژگی‌های فیزیکی خاک (تخلخل، تهویه) باعث کاهش فعالیت‌های بیولوژیکی خاک می‌شود. چان و بارچیا (2007) گزارش کردند که فراوانی و زیست‌توده میکروبی خاک به صورت نمایی با افزایش وزن مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد. در نتیجه تراکم خاک نیتریفیکاسیون کاهش و دنیتریفیکاسیون افزایش پیدا می‌کند. بسیاری از محققان یک همبستگی منفی قوی بین کربن زیست توده میکروبی و نیتروژن کل خاک متراکم را گزارش کرده‌اند (کاراکا و همکاران، 2000؛ پنگتامکراتی و همکاران، 2011). بنابراین بهبود پایداری خاکدانه‌ها و فراهم نمودن شرایط مناسب تهویه و رطوبت جهت فعالیت موجودات زنده و رشد گیاه حائز اهمیت است که یکی از راهکارهای رسیدن به این هدف افزودن ماده آلی به خاک است. مواد آلی چسبندگی خاک‌های رسی را کاهش و از متراکم شدن بیش از حد خاک در اثر تردد ماشین آلات می‌کاهند. مواد آلی باعث کاهش وزن مخصوص ظاهری خاک می‌گردد و نه تنها تخلخل، بلکه منافذ درشت که در تهویه خاک نقش اساسی دارند را افزایش می‌دهد. کاربرد کمپوست ضایعات آلی و کود شیمیایی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک نشان داده است کود آلی تأثیر مثبتی بر پایداری خاکدانه و نفوذ آب به خاک داشته و استفاده منظم و مداوم از کودهای آلی سبب افزایش قابل توجهی در پایداری خاکدانه‌ها می‌شود (آدریرن و همکاران، 2005؛ اسکالسوین و همکاران، 2019).

ریزجانداران خاک یکی از اجزای اصلی در فرآیندهای بیوشیمیایی خاک و چرخه عناصر غذایی می‌باشند. در محیط خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده فعالیت میکروبی قابلیت دسترسی به سوبسترای کربنی قابل مصرف است که با ورود سوبسترای سهل الوصول به خاک مانند موادآلی، جمعیت میکروبی و به دنبال آن زیست توده میکروبی و برخی فعالیت‌های آنزیمی خاک مانند اوره‌آز افزایش می‌یابد (رایت و همکاران 2005).

مدیریت صحیح خاک با افزایش مقدار ماده آلی خاک، کاهش تراکم و افزایش پایداری ساختمان خاک می‌تواند تأثیری چشمگیر بر بهبود ویژگی‌های میکروبیولوژیکی و بیوشیمی خاک مانند فعالیت میکروبی، زیست توده و تنوع و فعالیت‌های آنزیمی داشته باشد(جیانگ و همکاران، 2009؛ شانگ و همکاران، 2014؛ رئیسی و سالک گیلانی، 2018) .در سال‌های اخیر ارائه شاخص لازم و مناسب برای ارزیابی کیفیت خاک به طور چشمگیری مورد توجه قرار گرفته است. آنزیم‌های خاک یکی از شاخص‌های کیفیت خاک هستند که به دلیل حساسیت زیاد آن به تغییرات مدیریتی در خاک، اهمیت

www.SID.ir

Archive of SID

فراوانی دارند. آنزیم اوره‌آز نقش مهمی در معدنی کردن نیتروژن ترکیبات آلی و تأمین نیتروژن برای گیاهان و ریز جانداران از منابع طبیعی و کودها در خاک دارد. افزودن کودهای آلی سبب افزایش زیست توده میکروبی، تحریک فعالیت میکروبی و آنزیمی در خاک می‌گردد (تجادا و گونزالز، 2006؛ رز و همکاران، 2003).

با توجه به این‌که توسعه کشاورزی و استفاده زیاد از ماشین‌آلات سنگین کشاورزی موجب متراکم شدن خاک می‌گردد، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر کاربرد ماده آلی در سطوح مختلف تراکم خاک بر روی برخی شاخص‌های میکروبی شامل: تنفس، کرین زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر به صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در شرایط گلخانه انجام شد، تیمارها شامل تراکم خاک در سه سطح (شاهد، تراکم 10 درصد وتراکم 20 درصد) و کاربرد ماده آلی (کمپوست باگاس نیشکر) در دو سطح (صفر و2 درصد وزنی) بودند. مقدار 5 کیلوگرم خاک در گلدان‌های از جنس PVC به ارتفاع 50 و قطر 10 سانتی‌متر ریخته شدند. برای افزودن ماده آلی به خاک هر گلدان مقدار 100 گرم کمپوست باگاس نیشکر اضافه و خوب مخلوط شد. ماد آلی استفاده شده از باگاس نیشکر تهیه شده بود که برای فرآوری آن باگاس نیشکر و افزودنی‌هایی جهت غنی‌سازی و تحریک فعالیت‌های میکروبی شامل پیت نیشکر، کود دامی و پودر زغال به آن اضافه و با هم مخلوط شده و به مدت 6 ماه به حالت استراحت گذاشته شده بودند. جرم مخصوص خاک شاهد 1/3 گرم بر سانتی مکعب در نظر گرفته شد. با مشخص بودن حجم گلدان و جرم مخصوص ظاهری خشک، وزن خاک لازم که بایستی در هر گلدان ریخته شود محاسبه گردید. وزن خاک تمام تیمارهای تراکم یکسان بود، اما ارتفاع خاک درون گلدان‌ها به دلیل تراکم متفاوت بود. حجم گلدان‌هایی با تیمار تراکم 10 و 20 درصد با داشتن وزن مخصوص ظاهری خشک خاک متراکم (1/43 و1/54 گرم برسانتی متر مکعب) و وزن ثابت خاک در همه تیمارها محاسبه گردید و سپس ارتفاع خاک گلدان‌های متراکم شده ($V = \eta r^2 h$) محاسبه شد، فشردگی را تا زمانی که ارتفاع خاک به میزان محاسبه شده برسد، اعمال شد. تراکم با استفاده از وزنه دو و نیم کیلوگرمی انجام شد که با انرژی مشخص و ثابت از ارتفاع 30 سانتیمتری رها شد. وزنه هنگام کار به طور مداوم بر سطح خاک موجود در لوله نیرو وارد می‌کند. این عمل در هر بار که خاک به درون لوله ریخته می‌شد، تکرار گردید (برزگر 2000). پس از آماده سازی گلدان‌ها، گیاه گندم رقم چمران در گلدان‌ها کشت گردید. قبل از کشت کوددهی براساس آزمون خاک انجام شد. نیتروژن، فسفر و پتاسیم مورد نیاز به ترتیب از منابع کود اوره، سوپرفسفات تریپل و سولفات پتاسیم تأمین گردید. به منظور تأمین نیتروژن گیاه کود اوره به مقدار 200 کیلوگرم در هکتار در دو مرحله به صورت پایه و سرک (در مرحله پنجه زنی) و کود فسفاته و پتاسه هر یک به میزان 100 کیلوگرم در هکتار به صورت پایه استفاده شد. در هر گلدان 10 عدد بذرگندم کاشته شد که پس از مرحله اولیه رشد، 4 بوته نگهداری و بقیه حذف شدند. پس از برداشت محصول، از هر گلدان یک نمونه خاک مرطوب به منظور اندازه‌گیری برخی ویژگی‌های زیستی خاک برداشته و نمونه‌ها در یخچال در دمای 4 درجه سلسیوس نگهداری شدند.

تنفس، کربن زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون نمونه‌ها اندازه‌گیری شدند. مقدار تنفس میکروبی خاک از روش تیتراسیون با اسید کلریدریک(اندروسون، 1982). کربن زیست توده به روش تدخین-استخراج (ونس و همکاران، 1987) تعیین شدند فعالیت آنزیم اوره‌آز از روش طباطبایی و برمنر (1994) و شدت نیتریفیکاسیون خاک به روش (علی اصغرزاده، 1390) اندازه‌گیری شدند.

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها با کمک نرم افزار SASنسخه 9/1 و مقایسه میانگین‌ها با آزمون LSD در سطح 5 درصد انجام شد. نمودارها با استفاده از نرم افزار EXCEL رسم شدند.

نتایج و بحث

جدول 1 برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه پیش و پس از افزودن ماده آلی را نشان می‌دهد. بافت خاک لومی رسی بود و با افزودن ماده آلی به خاک مقدار pH خاک از 7/95 به 7/97 و هدایت الکتریکی خاک از 4 به 4/3 دسی زیمنس بر متر افزایش یافت که می‌تواند به دلیل افزودن برخی عناصر از جمله سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم موجود در ماده آلی مورد استفاده باشد. ویژگی‌های ماده آلی (باگاس نیشکر) نیز در جدول 2 آورده شده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 1- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه پیش و پس از اعمال تیمار ماده آلی

	شن (%)	رس (%)	OC (%)	EC ds/m	pH	سدیم (meq/L)	پتاسیم (meq/L)	کلسیم (meq/L)	منیزیم (meq/L)
خاک اولیه	26	30	1/04	4	7/95	22/9	1/35	31/4	26/6
خاک اصلاح شده	26	30	3/04	4/3	7/97	32/35	2	36	31/5

جدول 2- برخی ویژگی‌های ماده آلی (باگاس نیشکر) مورد استفاده

EC(dS/m) 1:1	pH	Ca(ppm)	Cu(ppm)	Zn(ppm)	Mg(ppm)	Fe(ppm)
30	8/12	3000	250	6000	1000	2800

نتایج تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف تراکم و کاربرد ماده آلی بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در جدول 3 آمده است. اثر تراکم خاک بر تنفس، کربن زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و نیتریفیکاسیون در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول3). همچنین اثر ماده آلی بر تنفس خاک در سطح 5 درصد و بر فعالیت آنزیم اوره‌آز و میزان نیتریفیکاسیون در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثر متقابل تراکم و مواد آلی بر تمام خصوصیات مورد بررسی شامل تنفس، کربن زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و نیتریفیکاسیون در سطح یک درصد معنی‌دار گردید.

جدول 3- تجزیه واریانس تأثیر سطوح مختلف تراکم و ماده آلی بر برخی خصوصیات بیولوژیکی خاک

منابع تغییرات	درجه آزادی (df)	تنفس	کربن زیست توده میکروبی	فعالیت آنزیم اوره‌آز	شدت نیتریفیکاسیون
تراکم خاک	2	0/103**	379862/7**	45/78*	643527593**
ماده آلی	1	0/0016*	95821/28^{ns}	51/89*	19601179721**
تراکم × ماده آلی	2	0/0107**	1318157/8**	1208/72**	1259227531**
خطا	12	0/0003	35712/55	8/39	5983203
ضریب تغییرات		5/73	16/04	12/38	7/79

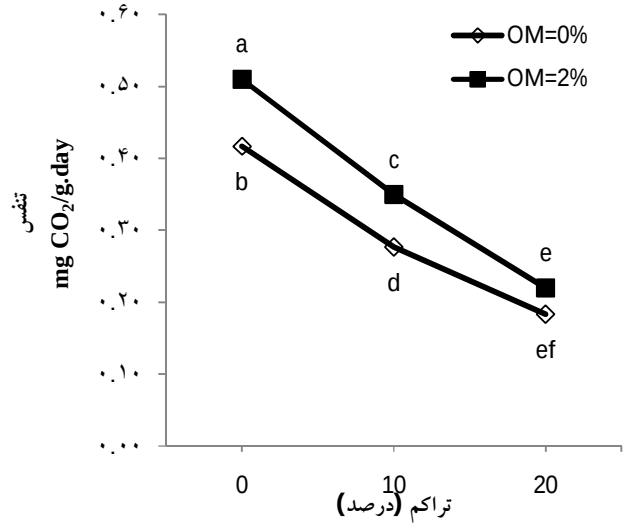
ns،* و ** به‌ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌داری در سطح 1 و 5 درصد.

نتایج آزمون مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد اثر متقابل تراکم و ماده آلی بر مقدار تنفس خاک در سطح یک درصد معنی‌دار است، به طوری که در خاک با تراکم 20 درصد و عدم وجود ماده آلی کمترین مقدار تنفس مشاهده شد (شکل1). در سطوح مختلف تراکم خاک با افزودن ماده آلی به خاک تنفس خاک افزایش یافت.

با افزایش تراکم خاک به 20 درصد در شرایط بدون افزودن ماده آلی میزان تنفس خاک 56 درصد نسبت به خاک بدون تراکم و بدون افزودن ماده آلی کاهش یافت. درحالی‌که با افزودن مواد آلی در تیمار سطح تراکم 20 درصد به میزان 17درصد تنفس خاک افزایش یافت. تخریب ساختمان خاک در اثر فشردگی موجب کاهش تخلخل و نفوذپذیری خاک می‌شود و در نتیجه با کاهش فعالیت میکروبی خاک میزان تنفس خاک نیز کاهش می‌یابد (ویسکوپ و همکاران، 2010)، از طرفی افزودن مواد آلی به خاک به طور مستقیم و غیرمستقیم موجب افزایش تنفس خاک می‌شود (ماری ناری و همکاران، 2000). دینش و همکاران (2010) نیز افزایش تنفس خاک را در نتیجه استفاده از کودهای آلی گزارش کردند. اثر متقابل تراکم و ماده‌آلی خاک بر زیست توده میکروبی در سطح یک درصد معنی‌دار شد، به طوری که در تراکم 20 درصد و عدم حضور ماده آلی کمترین مقدار زیست توده میکروبی مشاهده شد، در حالی که افزودن ماده آلی باعث کاهش اثر تراکم در سطوح مختلف آن بر کربن زیست توده میکروبی خاک شد (شکل2).

www.SID.ir

Archive of SID



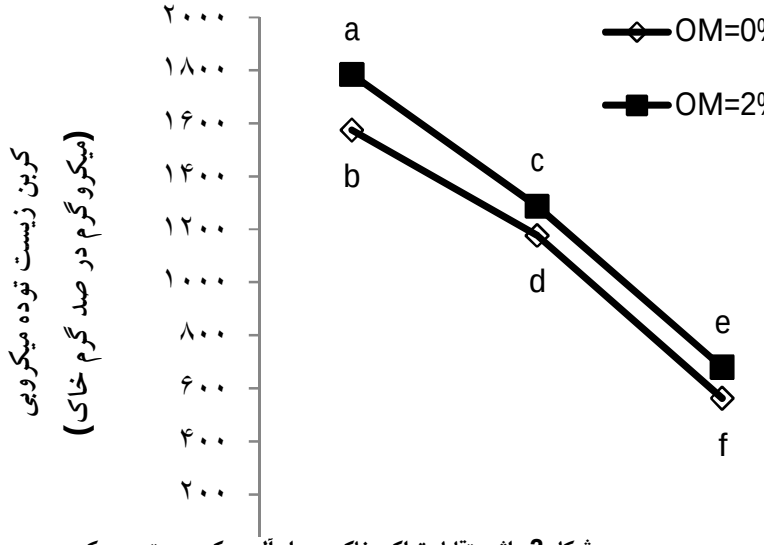
شکل 1- اثر متقابل تراکم خاک و مواد آلی بر تنفس خاک

زیست‌توده میکروبی خاک نقش عمده‌ای در چرخه مواد غذایی دارد. هر چند همبستگی مثبت بین زیست‌توده میکروبی و ثبات خاکدانه‌های پایدار پیدا شده است، اما سهم زیست‌توده میکروبی خاک در پایداری خاکدانه‌ها به خوبی تعریف نشده است. نابودی خاکدانه‌ها پس از فشردگی خاک می‌تواند منجر به کاهش فعالیت زیست‌توده میکروبی خاک شود. تراکم خاک تأثیر مستقیم بر زیست توده میکروبی خاک ندارد و به طور غیر مستقیم از طریق تخریب ساختمان خاک، کاهش تخلخل و نفوذ-پذیری و تغییر وضعیت هوادهی و تهویه خاک بر فعالیت میکروبی (تنفس) خاک تأثیر گذاشته و موجب کاهش فعالیت‌های میکروبی خاک می‌گردد (ویسکوپ و همکاران 2010). تراکم موجب کاهش پیوستگی منافذ خاک شده و در نتیجه برای تنفس ریزجانداران خاک محدودیت ایجاد کرده و موجب کاهش زیست توده میکروبی می‌گردد (بیلیچ و همکاران، 2010). کاهش مقدار اکسیژن در خاک به علت تراکم خاک زمینه فعالیت ریزموجودات بی‌هوازی را فراهم نموده و بر فعالیت دیگر جانداران خاک تأثیر منفی دارد. در محیط خاک یکی از مهم‌ترین عوامل محدود کننده فعالیت میکروبی قابلیت دسترسی به سوبسترای کربنه قابل مصرف است که با ورود سوبسترای سهل‌الوصول به خاک مانند موادآلی، جمعیت میکروبی و به دنبال آن زیست توده میکروبی و برخی فعالیت‌های آنزیمی افزایش می‌یابد (رایت و همکاران، 2005). بنابراین افزایش مواد آلی یا بقایای گیاهی یک شیوه مدیریتی مهم است که می‌تواند باعث اصلاح خاک شود. بهبود ساختمان خاک بر اثر کاربرد کودهای آلی فعالیت میکروبی را تقویت کرده و رشد آنها را از طریق افزودن مواد غذایی به خاک افزایش می‌دهد (تریپاتی و همکاران 2006). باتاچریا و همکاران (2005) نیز گزارش دادند بهبود شرایط فیزیکی خاک در اثر کاربرد کمپوست زباله شهری و کود گاوی باعث افزایش کربن زیست توده میکروبی خاک می‌گردد. کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک در اثر افزودن مواد آلی به خاک نیز باعث افزایش فعالیت و تعداد جوامع میکروبی خاک می‌گردد (لی و همکاران، 2002).

نتایج مطالعات مانا و همکاران (2003) نشان داد که ویژگی‌های بیولوژیکی خاک شامل تنفس خاک، زیست توده میکروبی و فعالیت آنزیم دهیدروژناز در خاک تیمارشده با ورمی‌کمپوست بسیار بیشتر از خاک تیمار شده با کودهای شیمیایی است.

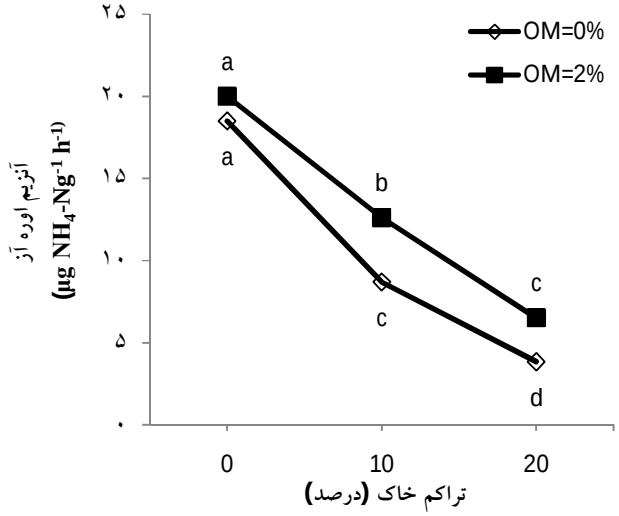
www.SID.ir

Archive of SID



شکل 2- اثر متقابل تراکم خاک و مواد آلی برکربن زیتوده میکروبی

اثر متقابل تراکم و ماده‌آلی خاک بر فعالیت آنزیم اوره‌آز در سطح یک درصد معنی‌دار بود و با افزایش تراکم خاک و عدم حضور مواد آلی مقدار فعالیت آنزیم اوره‌آز کاهش یافت به طوری که در خاک با تراکم 20 درصد و عدم حضور مواد آلی کمترین مقدار را داشت (شکل 3). با افزایش تراکم خاک به 20 درصد در شرایط بدون افزودن ماده آلی، فعالیت آنزیم اوره‌آز به مقدار 79 درصد نسبت به خاک بدون تراکم و بدون افزودن ماده آلی کاهش یافت. در حالی که با افزودن مواد آلی در سطح تراکم 20 درصد فعالیت این به میزان 41 درصد افزایش یافت. فعالیت جانداران و میکروارگانیسم‌ها درون خاک تحت تأثیر فشردگی خاک قرارگرفته و کاهش می‌یابد (باره و همکاران، 2009). این آنزیم عمدتا توسط میکروارگانیسم‌ها و در شرایط هوازی تولید می‌شود و فشردگی خاک با کاهش تخلخل و تهویه خاک و تاثیر بر فعالیت‌های میکروبی، موجب کاهش فعالیت این آنزیم می‌گردد. فشردگی خاک اثرات مهمی بر فرآیندهای کلیدی، انتقال و نفوذ آب و هوا دارد که این عوامل به نوبه‌ی خود بر روی فعالیت‌های بیولوژیکی خاک مؤثر می‌باشد و به نوعی باعث کاهش تولید آنزیم‌ها می‌گردد (بریسو و همکاران، 2013). کاراکا و همکاران (2000) با بررسی که روی دو نوع خاک فشرده شده در سه سطح فشردگی (0، 2 و 4 کیلوگرم بر سانتی متر مربع) با و بدون اضافه کردن ده درصد کود اوره، انجام دادند به این نتیجه رسیدند که با افزایش فشردگی میزان فعالیت آنزیم اوره‌آز، تنفس و نیتریفیکاسیون کاهش می‌یابد.



شکل3- اثر متقابل تراکم خاک و مواد آلی برفعالیت آنزیم اوره‌آز خاک

www.SID.ir

Archive of SID

آنزیم‌های خارج سلولی در خاک نقش مهمی در واکنش-های بیوشیمیایی و چرخه‌های بیوشیمیایی دارند (رئیسی و سالک گیلانی، 2018) اما پژوهش‌های انجام شده در زمینه نقش تراکم خاک و ماده آلی بر فعالیت این آنزیم‌ها بویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک مانند ایران بسیار اندک است. فعالیت اوره‌آز خاک رابطه‌ای مثبت با مقدار کربن آلی خاک دارد. آنزیم اوره‌آز مسئول هیدرولیز اوره به دی‌اکسیدکربن و آمونیاک است. اوره‌آز آنزیمی برون سلولی بوده و ساختار سه بعدی مولکول آن روی سطح کلوئیدی (به ویژه کلوئیدهای آلی) محافظت می‌شود. با افزایش ماده آلی افزون بر پایداری و تثبیت بیشتر آنزیم در خاک، خود به عنوان پیش ماده‌ای موجب تحریک و افزایش تولید و فعالیت آنزیم اوره‌آز می‌شود (آلویر و همکاران 2005). با توجه به این ویژگی آن در اقتصاد نیتروژن خاک اهمیت شایانی دارد. بنابراین این آنزیم در درک فرآیند معدنی شدن عنصر نیتروژن و پاسخ آن به کاربرد کودهای معدنی و سیستم‌های مدیریت خاک، به ویژه ارتباط آن با شیوه‌های مختلف مدیریت کشاورزی اهمیت دارد.

کودهای آلی باعث بهبود شرایط خاک از جمله بهبود ساختمان و باروری خاک، افزایش ظرفیت نگهداری آب خاک، هدایت هیدرولیکی، میزان نفوذپذیری، تخلخل و تهویه خاک شده و موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری و تراکم خاک می‌شوند و در نتیجه فعالیت میکروبی خاک بهبود می‌یابد. افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز در حضور مقادیر مختلف کود آلی و شیمیایی (NPK) گزارش شده است (کانچیکریمث و سینگ 2001). باتارچا و همکاران (2005) طی آزمایشی اثر کود گاوی تجزیه شده، کمپوست زباله‌های شهری، به تنهایی و همراه با کود اوره را برخصوصیات میکروبی و فعالیت برخی آنزیم‌ها از جمله اوره‌آز را در خاک مورد بررسی قرار دادند. نتایج این محققان نشان داد فعالیت آنزیم اوره‌آز در حضور تیمار تلفیقی کود گاوی تجزیه شده و اوره بیشترین مقدار را داشت.

فعالیت آنزیم‌های خاک با قابلیت دسترسی عناصر غذایی در خاک همبستگی بالایی دارند. آنزیم‌هایی که در معدنی شدن عناصر غذایی شرکت می‌کنند، اصولاً همبستگی خوبی با تجزیه‌ی لاشبرگ‌های گیاهی و سهولت دسترسی عناصر غذایی نشان می‌دهند. اکثر فرایندهایی که فعالیت میکروبی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، کنترل شدیدی بر تولید آنزیم‌های خاک، قابلیت دسترسی عناصر غذایی و حاصلخیزی خاک دارند (ساردان و پنوالز، 2005).

افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز در اثر اضافه کردن بقایای یونجه، کود گاوی، کود کمپوست و مخلوط کود کمپوست با بقایای گیاهی گزارش شده است (موسوی و همکاران 1390). موادآلی سبب افزایش جمعیت میکروبی و در نتیجه افزایش فعالیت آنزیم اوره‌آز می‌شود. افزایش ثبات و استقرار جامعه میکروبی در اثر کاربرد کودهای آلی را می‌توان عامل افزایش فعالیت آنزیمی دانست.

نتایج پژوهش‌های قبلی نشان داده است فعالیت‌های آنزیمی به شیوه مدیریت کشاورزی بسیار حساس بوده و پاسخ سریع به تغییرات اعمال شده را نشان می‌دهند. لذا بررسی آنزیمی خاک برای شناسایی اثر مثبت یا مدیریت بقایا، تراکم خاک، خاکورزی، تناوب زراعی و آلودگی خاک در طی یک دوره زمانی مفید است(دیک، 1984؛ سیسونی و همکاران، 2005؛ یانگ و همکاران، 2007؛ چنگ و همکاران، 2007). همچنین نتایج پژوهش‌ها نشان داده فعالیت‌های آنزیمی به عملیات حفاظتی خاک مانند زراعت بدون شخم و کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی، بسیار حساس است. وضعیت آنزیم‌های خاک برای اهداف مختلفی مانند بیومس میکروبی، فعالیت میکروبی، کیفیت خاک، اثر آلاینده‌ها و اثر ریزوسفری بررسی می‌شوند (دیک و همکاران، 1988؛سیسونی و همکاران، 2005؛ چانگ و همکاران، 2007؛ یانگ و همکاران، 2007؛ بلیش و همکاران، فراخ‌نواز و همکاران، 2013؛ رئیسی و سالک گیلانی، 2018؛ اسکالسوین و همکاران، 2019).

اثر متقابل تراکم و ماده آلی بر شدت نیتریفیکاسیون در سطح یک درصد معنی‌دار بود، به طوری که در خاک با تراکم 20 درصد و عدم حضور ماده‌آلی کمترین و در خاک غیرمتراکم با حضور ماده‌آلی بیشترین مقدار را داشت (شکل4). آزاد شدن نیتروژن موجود در مواد آلی به فرم آمونیوم را معدنی شدن می‌نامند. یون آمونیوم ممکن است در خاک به وسیله گروهی از باکتری‌های شیمیواتروتروف به نیترات تبدیل شود که این فرایند نیتریفیکاسیون نامیده می‌شود. با افزایش تراکم خاک به 20 درصد در شرایط بدون افزودن ماده آلی شدت نیتریفیکاسیون 57 درصد نسبت به خاک بدون تراکم و بدون افزودن ماده آلی کاهش یافت که با فزودن مواد آلی به مقدار 21 درصد شدت نیتریفیکاسیون افزایش یافت.

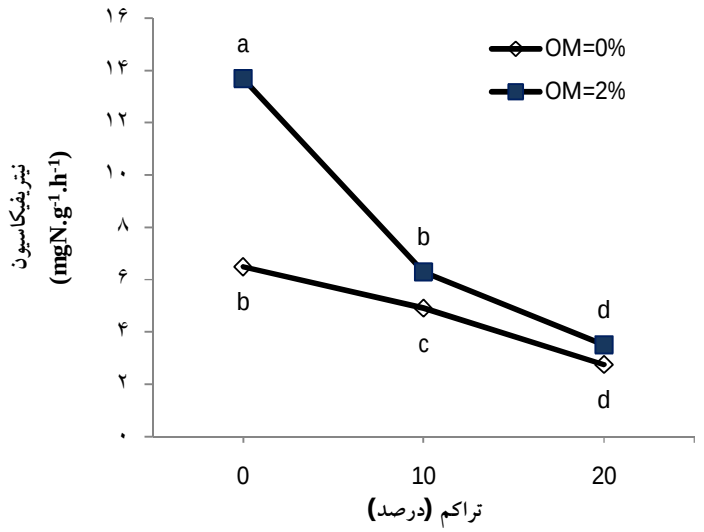
پنگتامکراتی و همکاران (2011) تجمع نیتروژن آمونیومی را در نمونه‌های فشرده شده نسبت به نمونه‌های غیرفشرده گزارش کردند و اظهار نمودند سرعت نیتریفیکاسیون در نمونه‌های فشرده کاهش یافته و در نتیجه نیتروژن آمونیومی کمتری تحت نیتریفیکاسیون قرار

www.SID.ir

Archive of SID

می‌گیرد و در خاک تجمع می‌یابد. فعالیت میکروبی تحت تأثیر خصوصیات فیزیکی مانند تخلخل کل، تهویه خاک، نفوذ آب و هدایت هیدرولیکی است و تراکم خاک از طریق کاهش این خصوصیات باعث کاهش فرایند نیتریفیکاسیون به وسیله کاهش جمعیت میکروبی و میکروارگانیسم‌های زنده می‌شود (نیوا و همکاران 2011). دی نو و هافمن (2000) نیز گزارش کردند در نتیجه فشردگی خاک، شدت نیتریفیکاسیون خاک کاهش می‌یابد. در خاک‌های فشرده با افزایش سطح فشردگی خاک مقدار نیتریفیکاسیون خاک کاهش و در مقابل دنیتریفیکاسیون خاک افزایش می‌یابد به طوری که مقدار قابل توجهی از نیتروژن خاک به صورت گاز نیتروژن از خاک خارج می‌گردد (ویسکوپ و همکاران ،2010؛ کاراکا و همکاران،2000).

مواد آلی نقش بسیار مهمی بر قابلیت جذب عناصر غذایی لازم برای هتروتروف‌های خاک دارند و به عنوان سوبسترا برای فعالیت ریزموجودات هتروترف خاک هستند. با افزایش مواد آلی به خاک جمعیت میکروبی افزایش یافته و متعاقبا فعالیت میکروبی و نیتریفیکاسیون افزایش می‌یابد (کاراکا و همکاران، 2000). تجزیه مواد آلی نقش بسیار مهمی در چرخه عناصر غذایی بویژه نیتروژن ایفا می‌کند. برگشت گیاهان کود سبز در خاک باعث افزایش کربن و ماده آلی، نیتروژن کل و حاصلخیزی خاک شده که این پدیده در نتیجه فرآیندهای میکروبیولوژیکی اتفاق افتاده و باعث آزادسازی عناصر غذایی برای گیاهان می‌شود (تالگر و همکاران، 2009).



شکل 4- اثر متقابل تراکم خاک و موادآلی بر نیتریفیکاسیون خاک

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش به خوبی نشان داد با افزایش سطح تراکم خاک از صفر به 20 درصد فرآیندهای بیولوژیکی مورد مطالعه شامل تنفس میکروبی، کربن زیتوده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون روند کاهشی داشت. این در حالی است که افزودن ماده آلی به خاک باعث شد اثر تخریبی تراکم خاک بر این فرآیندها بطور چشمگیری کاهش یابد. فعالیت میکروبی در خاک‌های متراکم اغلب به دلیل ویژگی‌های نامطلوب فیزیکی محدود می‌شود. با افزودن کود آلی به خاک علاوه بر ارتقاء شرایط فیزیکی (تخلخل و تهویه) و حاصلخیزی خاک، شرایط بیولوژیکی خاک نیز بهبود می‌یابد. در سطوح مختلف تراکم خاک افزودن ماده آلی با تأمین مقدار کربن قابل تجزیه و بهبود شرایط فیزیکی خاک باعث افزایش جمعیت میکروبی و تنفس خاک می‌گردد. فعالیت آنزیم اوره‌آز با تأمین مواد غذایی مورد نیاز ریزموجودات تولید کننده این آنزیم ضمن افزودن مواد آلی و همچنین بهبود شرایط تهویه‌ای خاک، افزایش می‌یابد. شدت نیتریفیکاسیون خاک نیز از طریق بهبود وضعیت تهویه‌ای خاک وبه طور غیر مستقیم با تأمین منبع آمونیومی برای آمونیفیکاتورها، از طریق افزودن مواد آلی به خاک متراکم، متأثر می‌گردد. مدیریت صحیح خاک و آب، می‌تواند اثرات نامطلوب حاصل از تراکم زیاد را به حداقل برساند. اضافه کرن مواد آلی با بهبود

www.SID.ir

Archive of SID

ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک و تعدیل اثر تراکم خاک (برزگر و همکاران، 2002؛ اصغری و نجفیان، 2014) سبب بهبود ویژگی‌های بیولوژیکی خاک مانند کربن زیست توده میکروبی، فعالیت آنزیم اوره‌آز و شدت نیتریفیکاسیون می‌شود.

فهرست منابع:

1. ناصر علی اصغرزاده، روش‌های آزمایشگاهی در بیولوژی خاک. 1390. انتشارات دانشگاه تبریز.
2. موسوی، ف. و رئیسی، ف. 1390. اثر همزمان تلقیح کرم خاکی و کاربرد مواد آلی مختلف بر تغییرات زمانی فعالیت آنزیمی یک خاک لوم آهکی. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی). 25: 1، ص 160-150.
3. Acosta-Martinez, V., Mikha, M.M. and Vigil, M.F. 2007. Microbial communities and enzyme activities in soils under alternative crop rotations compared to wheat–fallow for the Central Great Plains. Applied Soil Ecology. 37(1-2), pp.41-52.
4. Adediran, J.A., Taiwo, L.B., Akande, M.O., Sobulo, R.A. and O.J., Idowu. 2005. Application of organic and inorganic fertilizer for sustainable maize and cowpea yields in Nigeria. Journal of Plant Nutrition. 27(7):1163-1181.
5. Alvear, M., Rosas, A., Rouanet, J.L. and F., Borie. 2005. Effects of three soil tillage systems on some biological activities in an Ultisol from southern Chile. Soil and Tillage Research, 82(2):195-202.
6. Anderson, J.P., Page, A. L., Miller, R. H., and D. R. Keeney. 1982. “Soil respiration,” pp. 831-871. In Methods of Soil Analysis, Part 2: Chemical and Microbiological Properties (Soil Science Society of America, Madison.
7. Asghari, Sh., Najafiyan M. 2014. Interactive Effects of Organic Matters and Earthworm on some Physical and chemical Properties of Two Soils under Different Compaction Conditions. Applied Soil Research. 3(1): 89-102.
8. Barré, P., McKenzie, B.M. and P.D., Hallett. 2009. Earthworms bring compacted and loose soil to a similar mechanical state. Soil Biology and Biochemistry. 41(3): 656-658.
9. Barzegar, A.R., Asoodar, M.A. and M., Ansari. 2000. Effectiveness of sugarcane residue incorporation at different water contents and the Proctor compaction loads in reducing soil compactibility. Soil and Tillage Research. 57(3): 167-172.
10. Barzegar, A.R., Yousefi, A. and A. Daryashenas. 2002. The effect of addition of different amounts and types of organic materials on soil physical properties and yield of wheat. Plant and Soil. 247(2): 295-301.
11. Berisso, F.E., Schjønning, P., Keller, T., Lamandé, M., Simojoki, A., Iversen, B.V., Alakukku, L. and J., Forkman. 2013. Gas transport and subsoil pore characteristics: Anisotropy and long-term effects of compaction. Geoderma. 195: 184-191.
12. Beylich, A., Oberholzer, H.R., Schrader, S., Höper, H. and B.M., Wilke. 2010. Evaluation of soil compaction effects on soil biota and soil biological processes in soils. Soil and Tillage Research. 109(2):133-143.
13. Bhattacharyya, P., Chakrabarti, K. and A. Chakraborty. 2005. Microbial biomass and enzyme activities in submerged rice soil amended with municipal solid waste compost and decomposed cow manure. Chemosphere. 60(3) :310-318.
14. Chan, K.Y. and I. Barchia. 2007. Soil compaction controls the abundance, biomass and distribution of earthworms in a single dairy farm in south-eastern Australia. Soil and Tillage Research. 94(1): 75-82.
15. Chang, E.H., Chung, R.S., and Y.H., Tasi. 2007. Effect of different application rates of organic fertilizer on soil enzyme activity and microbial population. Soil Science and Plant Nutrition. 53 :132–140.

www.SID.ir

Archive of SID

16. Cycońi, M., A. Kaczyńskai and Z., Piotrowska-Seget. 2005. Soil enzyme activities as indicator of soil pollution by pesticides. Pestycydy. (1-2): 35-45.
17. Dick, W.A. 1984. Influence of long-term tillage and rotation combinations on soil enzyme activities. Soil Science Society of America Journal. 48: 569–574.
18. Dick R., Myrold, D., and E. Kerle .1988. Microbial biomass and soil enzyme activities in compacted and rehabilitated skid trail soils. Soil Science Society of America Journal. 52: 512–516.
19. Dinesh, R., Srinivasan, V., Hamza, S. and Manjusha, A., 2010. Short-term incorporation of organic manures and biofertilizers influences biochemical and microbial characteristics of soils under an annual crop [*Turmeric* (*Curcuma longa L.*)]. Bioresource Technology, 101(12), pp.4697-4702.
20. Farrakh, Nawaz M., Bourrié, G. and F. Trolard. 2013. Soil compaction impact and modelling. A review. Agronomy for Sustainable Development. (2013) 33:291–309.
21. Głab, T. 2014. Effect of soil compaction and N fertilization on soil pore characteristics and physical quality of sandy loam soil under red clover/grass sward. Soil and Tillage Research. 144: 8-19.
22. Holthusena, D., Brandtb, A.A., Reicherta, J.M., Hornc, R., Fleigec, H. and A. Zinkd. 2018. Soil functions and in situ stress distribution in subtropical soils as affected by land use, vehicle type, tire inflation pressure and plant residue removal. Soil and Tillage Research. 184: 78–92.
23. Jiang, J.P., Xiong, Y.C., Jiang, H.M., Ye, D.Y., Song, Y.J., Li, F.M., 2009. Soil microbial activity during secondary vegetation succession in semiarid abandoned lands of Loess Plateau. Pedosphere. 19: 735–747.
24. Kanchikerimath, M. and D., Singh. 2001. Soil organic matter and biological properties after 26 years of maize–wheat–cowpea cropping as affected by manure and fertilization in a Cambisol in semiarid region of India. Agriculture, Ecosystems and Environment. 86(2), pp.155-162.
25. Karaca, A., Baran, A. and K. Haktanir. 2000. The effect of compaction on urease enzyme activity, carbon dioxide evaluation and nitrogen mineralization. Turkish Journal of Agriculture and Forestry. 24(4): 437-442.
26. Li, C.H., Ma, B.L. and T.Q. Zhang. 2002. Soil bulk density effects on soil microbial populations and enzyme activities during the growth of maize (*Zea mays L.*) planted in large pots under field exposure. Canadian Journal of Soil Science. 82(2): 147-154.
27. Manna, M.C., Jha, S., Ghosh, P.K. and C.L. Acharya. 2003. Comparative efficacy of three epigeic earthworms under different deciduous forest litters decomposition. Bioresource Technology. 88(3): 197-206.
28. Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., and S. Grego. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. Bioresource Technology. 72(1): 9-17.
29. Niwa, S., Mariani, L., Kaneko, N., Okada, H., and K. Sakamoto. 2011. Early-stage impacts of sika deer on structure and function of the soil microbial food webs in a temperate forest: a large-scale experiment. Forest Ecology and Management. 261(3): 391-399.
30. Pengthamkeerati P., Motavalli P.P., and R.J. Kremer. 2011. Soil microbial biomass nitrogen and β-glucosaminidase activity response to surface compaction and poultry-litter application in a claypan soil .Applied Soil Ecology 51: 79- 86.
31. Raiesi, F., and S. Salek-Gilani. 2014. The potential activity of soil extracellular enzymes as an indicator for ecological restoration of rangeland soils after agricultural abandonment. Applied Soil Ecology. xxx: xxx. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2018.02.022.

www.SID.ir

Archive of SID

32. Ros, M., Hernandez, M.T. and C. Garcí a 2003. Soil microbial activity after restoration of a semiarid soil by organic amendments. Soil Biology and Biochemistry, 35(3), pp.463-469.
33. Sardans, J. and J. Peñuelas. 2005. Drought decreases soil enzyme activity in a Mediterranean Quercus ilex L. forest. Soil Biology and Biochemistry. 37(3): 455-461.
34. Shang, Z.H., Cao, J.J., Guo, R.Y., Long, R.J., and B. Deng. 2014. The response of soil organic carbon and nitrogen 10 years after returning cultivated alpine steppe to grassland by abandonment or reseeding. Catena. 119: 28-35.
35. Skaalsveen, K., Ingrama, J., and L.E. Clarkeb. 2019. The effect of no-till farming on the soil functions of water purification and retention in north-western Europe: A literature review Soil and Tillage Research.189: 98-109.
36. Tabatabai M.A., and J.M.Bremner. 1972. Assay of urease activity in soils. Soil Biology Biochemistry. 4 (4): 479–487.
37. Talgre, L., Lauringson, E., Roostalu, H. and A. Astover. 2009. The effects of green manures on yields and yield quality of spring wheat. Agronomy Research. 7(1): 125-132.
38. Tejada, M. and J.L. Gonzalez. 2006. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. Soil and Tillage Research. 91(1-2): 186-198.
39. Tripathi, S., Kumari, S., Chakraborty, A., Gupta, A., Chakrabarti, K. and B.K. Bandyapadhyay. 2006. Microbial biomass and its activities in salt-affected coastal soils. Biology and Fertility of Soils. 42(3): 273-277.
40. Vance, E.D., Brookes, P.C. and D.S. Jenkinson. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology Biochemistry. 19: 703–707.
41. Wanga, W., Ohse, K., Liu, J., Mo, W. and T. Oikawab. 2005. Contribution of root respiration to soil respiration in a C 3/C 4 mixed grassland. Journal of Biosciences. 30(4): 507-514.
42. Weisskopf, P., Reiser, R., Rek, J. and H.R. Oberholzer. 2010. Effect of different compaction impacts and varying subsequent management practices on soil structure, air regime and microbiological parameters. Soil and Tillage Research. 111(1): 65-74.
43. Wright, A.L., Hons, F.M. and J.E. Matocha Jr. 2005. Tillage impacts on microbial biomass and soil carbon and nitrogen dynamics of corn and cotton rotations. Applied Soil Ecology, 29(1): 85-92.
44. Yang, S.X., Liao, B., Xiao, R.B., and J.T. Li. 2007. Effects of amendments on soil microbial diversity, enzyme activity and nutrient accumulation after assisted phytostabilization of an extremely acidic metalliferous mine soil. Applied Science. 9 (1552): 2-12.

www.SID.ir

Archive of SID

Effect of Soil Compaction and Organic Matter Application on some Soil Biological Characteristic under Wheat Cultivation in Greenhouse Conditions

M. Shahpouri Arani, A. Farrokhian Firouzi[1], N. Enayatizamir and A. Rahnama

MSc. Student of Soil Science, Faculty of Agriculture., Shahid Chamran University of Ahvaz; E-mail: m.shahpoori@ymail.com

Associate Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz; E-mail: a.farrokhian@scu.ac.ir

Associate Prof., Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz; E-mail: n.enayatzamir@scu.ac.ir

Associate Prof., Department of Agronomy, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz; E-mail: a.rahnama@scu.ac.ir

Received: August, 2019 and Accepted: February, 2020

Abstract

Soil compaction is a worldwide environmental problem. Investigations on soil compaction have focused mainly on its effects on soil physical parameters and plant growth. There is an essential need to identify the effect of soil compaction on soil organisms and biological process, especially in arid and semiarid regions such as Iran. The main objective of this research was to investigate the effect of soil compaction and organic matter on soil respiration and microbial biomass carbon, urease activity, and soil nitrification. Therefore, a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three replications in greenhouse conditions. Treatments included different compaction levels (0, 10, and 20 %) and organic matter addition (0 and 2 %W/W from the bagasse compost). The results indicated that the effects of soil compaction and organic matter on soil respiration, microbial biomass carbon, urease activity, and soil nitrification rate were significant. Also, the interaction effect of soil compaction and organic matter on the measured biological properties were significant ($p<0.01$). Furthermore, the results showed that the value of all measured biological properties decreased with increasing soil compaction, whereas, increasing soil organic matter improved those properties and the amount of microbial respiration, microbial biomass carbon, urease activity and soil nitrification significantly increased. Therefore, increasing organic matter or plant residues is an important management approach that can improve soil characteristics and performance.

Keywords: Microbial biomass carbon, Soil respiration, Urease activity, Biomass Carbon, Nitrification.

[1]. Corresponding author: Department of Soil Science, Faculty of Agriculture, Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran

www.SID.ir