ارزیابی ماندگاری تأثیر کاربرد کودهای آلی، اوره و سولفات روی بر ویژگی‌های خاک در تناوب کلزا- گندم

سمیه مرادنیا[۱]، روح‌اله نادری[۱*] و مهدی نجفی[۲]

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۳/۲۲؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۵/۷/۱۲)

چکیده

به‌منظور بررسی ماندگاری تأثیر کاربرد کودهای آلی، اوره و سولفات روی بر ویژگی‌های خاک بر تناوب کلزا- گندم، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال متوالی در گلخانه انجام شد. تیمارهای آزمایش در سال اول شامل: کود اوره، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی، کود گاوی و شاهد و روی از منبع سولفات روی و دو رقم کلزا بودند. در سال دوم، دو رقم گندم دوروم در گلدان‌های تیمار شده سال قبل کشت شدند. نتایج نشان داد که پس از گذشت دو سال از مصرف کود گاوی، قابلیت هدایت الکتریکی (۴۱/۸۱ درصد)، مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک (۵۹/۴۵ درصد) و مقدار منگنز قابل استفاده خاک (۷۹/۸۲ درصد) نسبت به شاهد طور معنی‌داری افزایش یافت. میزان درصد رطوبت گل اشباع (۴۸/۵۷ درصد)، مقدار نیتروژن کل خاک (۹۶/۶۶ درصد)، مقدار آهن قابل استفاده خاک (۴۶/۴۹ درصد) و مقدار مس قابل استفاده خاک (۴۷/۵۱ درصد) به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمار کمپوست ضایعات شهری قرار گرفت و نسبت به شاهد افزایش یافت. اثر کود سولفات روی بر میزان نیتروژن کل خاک (۰/۲۸درصد)، پتاسیم قابل استفاده خاک (۲۱۸/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) و مقدار منگنز قابل استفاده خاک (۱۲/۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) معنی‌دار بود. به‌طور کلی نتایج نشان داد که کاربرد اصلاح کننده‌های آلی می‌تواند سبب تغییر در بسیاری از ویژگی‌های خاک گردیده که برخی از این تغییرات ممکن است در سال‌های بعد نیز تأثیر داشته باشد. بنابراین نیاز است در اراضی که به آنها کودهای آلی افزوده گردیده ویژگی‌های خاک و وضعیت قابلیت استفاده عناصر غذایی در سال‌های بعد نیز رصد گردد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح کننده‌های ارگانیک، کمپوست، کود دامی، کشاورزی پایدار

۱. گروه اگرواکولوژی، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
۲. گروه علوم خاک، دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز
*: مسئول مکاتبات: پست الکترونیکی: Naderi.ruhollah@gmail.com، rnaderi@shirazu.ac.ir

مقدمه

از مهم‌ترین مسائل مؤثر بر تولید پایدار، حفظ حاصل‌خیزی خاک از طریق کاربرد کودهای آلی و نیز جایگزین‌های غیرشیمیایی به جای آفتکش‌های شیمیایی می‌باشد (۱۷، ۳۲). خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران دارای کمبود ماده آلی می‌باشند که این امر باعث کاهش حاصل‌خیزی و وضعیت نامساعد بعضی خصوصیات شیمیایی و فیزیکی این خاک‌ها می‌شود (۳۹،۳). به‌علت اقلیم خشک و نیمه‌خشک ایران و کمبود آب، زمین‌های زراعی کشور چندان قابل توسعه نمی‌باشند، بنابراین بایستی در پی افزایش عملکرد بود. یکی از راه‌های افزایش عملکرد بهبود ویژگی‌های فیزیکی و تغذیه‌ای خاک مزارع با افزودن ماده آلی به خاک می‌باشد (۲۸). میرزایی و همکاران تأثیر کاربرد کودهای آلی بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و تولید محصول ماده خشک گوجه‌فرنگی را بررسی کرده و به این نتیجه رسیدند که کود کمپوست، میزان غلظت نیتروژن کل (۱/۸۳ درصد)، فسفر (۱۸/۹۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) و پتاسیم قابل جذب (۴۶۶/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) را افزایش دادند (۳۱). کاسادو و همکاران تأثیر کمپوست را به‌عنوان منبع تغذیه برای خاک باغبانی بررسی کردند و به این نتیجه که کمپوست، نیتروژن کل (۱/۵۵ گرم بر کیلوگرم)، فسفر قابل استفاده (۸۱/۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) و قابلیت هدایت الکتریکی (۵۹۹ میکرو زیمنس بر سانتی‌متر) خاک را افزایش دادند (۲۲). طالقانی و همکاران تأثیر مختلف کودهای دامی بر گیاه چغندرقند بررسی کردند و نشان دادند که استفاده از کود گاوی علاوه بر اینکه باعث افزایش ماده آلی خاک می‌شود فعالیت بیولوژیکی خاک را نیز زیاد می‌کنند (۱۰). محمدی و همکاران تأثیر کودهای آلی و شیمیایی و بیولوژیک بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که به‌طور کلی کمپوست ضایعات شهری و کود دامی به علت اثرات سازنده‌ای که بر خصوصیات فیزیکی و زیستی خاک دارند به‌عنوان یکی از ارکان باروری خاک نیز محسوب می‌شوند (۱۳). با توجه به اینکه ماده آلی در خاک‌های ایران محدود و همچنین عناصر غذایی موجود در آنها از توازن صحیحی برخوردار نیستند و به‌علاوه مصرف زیاد و مستمر کودهای شیمیایی باعث آلودگی آبهای زیرزمینی می‌شوند و اثرات زیانباری بر محیط زیست دارند، بنابراین استفاده از کودهای آلی علاوه بر اثرات مثبتی که بر محیط زیست دارند بر ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی خاک نیز تأثیر گذار هستند (۲۴،۶). کمبود عناصر غذایی کم مصرف در گیاهان و محصولات زراعی گسترش جهانی دارد. از بین عناصر کم مصرف، کمبود روی و آهن در خاک‌های آهکی گسترده‌تر می‌باشد (۳۶، ۲۵). مطالعات زیادی در مورد کمبود آهن در خاک‌های آهکی انجام شده است اما مطالعات در مورد کودهای روی و تأثیر ترکیبات آلی بر کارآیی مصرف کودهای روی کمتر مورد توجه قرار گرفته است. گزارشات نشان می‌دهد که ۳۰ درصد خاک‌های دنیا مبتلا به کمبود روی می‌باشند. عناصر غذایی کم مصرف در اعمال مختلف بیوشیمیایی سلول‌های گیاهی نقش به‌سزایی دارند (۴۰). هر عامل محیطی که موجب غیرقابل دسترس شدن این عناصر برای گیاه گردد، باعث بروز علائم ناشی از کمبود به شکل‌های مختلف از قبیل کاهش عملکرد دانه و همچین کاهش غلظت این عناصر در بافت گیاهی می‌شود (۱۲). به‌طور کلی استفاده از کودهای آلی به‌عنوان یک سیستم مدیریتی صحیح و پایدار علاوه بر جلوگیری از مصرف بی‌رویه کودهای شیمیایی، باعث بهبود وضعیت ویژگی‌های خاک نیز می‌شوند. نتایج این تحقیق می‌تواند در پیش‌بینی وضعیت حاصل‌خیزی خاک‌هایی که کود آلی دریافت کرده‌اند مفید باشد. به‌طور کلی مصرف توام کودهای آلی و شیمیایی همانند سولفات روی از عوامل افزایش عملکرد در تیمارهای نظام مدیریت تلفیقی حاصل‌خیزی خاک و تغذیه گیاه می‌باشد. لذا این تحقیق جهت بررسی ارزیابی ماندگاری تأثیر کاربرد کودهای آلی، اوره و سولفات روی بر ویژگی‌های خاک در تناوب کلزا- گندم انجام گردید.

جدول۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک مورد استفاده

ویژگی‌های خاک	مقدار
pH	۷/۵۴
ماده آلی (٪)	۰/۵
نیتروژن کل (٪)	۰/۰۱۶
رطوبت اشباع (٪)	۲۲
قابلیت هدایت الکتریکی گل اشباع (دسی زیمنس بر متر)	۲/۵۶
فسفر قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۳۰
پتاسیم قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱۴۰
آهن قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۴/۱۲
روی قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	0/2
مس قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۱/۶۹
منگنز قابل جذب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	۲/۶

جدول ۲. برخی خصوصیات شیمیایی مواد آلی مصرفی

منابع مواد آلی	T.N (٪)	P (٪)	K (٪)	pH	EC (dS m^{-1})	Fe(mg/kg)	Cu(mg/kg)	Mn(mg/kg)
کمپوست ضایعات شهری	۲/۶۱	۰/۶۳	۰/۳۴	۶/۹	۸	۸۰۴/۵	۲۸۱	۱۰۲
ورمی کمپوست	۲/۵۲	۰/۶۰	۰/۴۰	۸/۱۲	۷/۳۱	۸۰۱/۲	۱۰۵/۶	۱۲۱/۸
کود گوسفندی	۲/۳۱	۰/۷۲	۰/۵۲	۷/۲۰	۴/۵۱	۶۵۸/۶	۳/۸۸	۱/۹۲
کود گاوی	۲/۱۵	۰/۸	۰/۴۲	۸/۷	۱۱	۶۰۴/۲	۳/۵۴	۱۲۵/۹

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی اثرات باقی‌مانده کودهای آلی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، آزمایشی به‌صورت دوساله (۱۳۹۳-۱۳۹۱) در گلخانهٔ دانشکدهٔ کشاورزی و منابع طبیعی داراب، دانشگاه شیراز انجام شد. در سال اول (۱۳۹۲- ۱۳۹۱) کلزا در تاریخ ۲۸ آبان ۱۳۹۱کشت شد. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار اجرا گردید. تیمارها شامل کود اوره (۱۵۰کیلوگرم نیتروژن در هکتار)، کمپوست ضایعات شهری (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)، ورمی کمپوست (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)، کود گوسفندی (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم)، کود گاوی (۲۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) و شاهد (بدون کود) که مشخصات آنها در جدول (۲) آورده شده است. روی از منبع سولفات روی در سه سطح صفر، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم خاک بود و دو رقم کلزا (ساری گل و RGS) کشت گردید. در این آزمایش از ۱۰۸ گلدان گلدان ۲ کیلوگرمی با قطر ۸/۳۰ سانتی‌متر و ارتفاع ۸/۶۰ سانتی‌متر استفاده شد. دمای گلخانه ۲۴ درجه سانتی‌گراد در روز و ۱۶ درجه سانتی‌گراد در شب بود. خاک استفاده شده تیپیک توری ارتنتز (carbonatic, hyperthermic, TypicTorriorthents Fine-loamy,) از افق سطحی (صفر تا ۳۰ سانتی‌متری) از مزارع دانشکدهٔ کشاورزی داراب جمع‌آوری و هوا خشک شده و از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش در جدول (۱) آورده شده است. کود کمپوست ضایعات شهری از کارخانه کمپوست سازی اصفهان و

جدول۳. میانگین مربعات عناصر پرنیاز و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت تأثیر عوامل مختلف مورد مطالعه

منابع تغییرات	درجه آزادی	درصد رطوبت اشباع	قابلیت هدایت الکتریکی	نیتروژن	پتاسیم	فسفر
تکرار	۲	۱۵/۶۳۰^{ns}	۱/۵۹۰**	۰/۰۱۶*	۵۶۰۰/۷۲۲**	۴/۱۳۰*
روی	۲	۲۸۱/۷۹۶^{ns}	۰/۰۸۱^{ns}	۰/۰۲۲**	۳۰۱۸/۱۶۷*	۰/۳۵۲^{ns}
کود	۵	۲۸۶/۳۸۵**	۵/۶۲۷**	۰/۰۱۱*	۳۰۶۰۹/۸۱۱**	۱۲/۶۰۷**
کود × روی	۱۰	۲۱۸/۲۴۱^{ns}	۱/۰۲۶**	۰/۰۲۳**	۱۲۴۴/۸۱۱^{ns}	۱/۵۰۷^{ns}
خطا	۳۴	۹۵/۴۱۴	۰/۲۲۷	۰/۰۰۴	۸۰۷/۷۲۲	۱/۰۵۱

ns، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

ورمی کمپوست از کارخانه تولید ورمی کمپوست تهیه شد، و کلزا در تاریخ ۲۲ فروردین ماه سال ۱۳۹۲ برداشت گردید. در سال دوم (۱۳۹۳- ۱۳۹۲) دو رقم گندم دوروم (بهرنگ و یاواروس) در تاریخ ۸ آبان ماه در گلدان‌های تیمار شده سال قبل کشت شدند. این آزمایش نیز در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار بود. در سال دوم هیچ گونه تیمار کود آلی (کمپوست، ورمی‌کمپوست، کود گوسفندی، کود گاوی) به گلدان‌ها اضافه نشد و فقط کودهای شیمیایی (اوره و سولفات روی) همانند آزمایش سال اول به گلدان‌های که دارای تیمار سولفات روی، در سطوح ۱ و ۲، کود سولفات روی و همچنین گلدان‌هایی که دارای تیمار N150 بودند، کود نیتروژن افزوده شد. و گندم در تاریخ ۱۷ فروردین برداشت شد، و در تاریخ ۱۸ فروردین ماه ۱۳۹۳ خاک‌ها داخل گلدان‌ها برداشته شد و در آزمایشگاه گروه آب و خاک دانشکدهٔ کشاورزی داراب مورد بررسی قرار گرفت. ویژگی‌هایی که در این آزمایش اندازه‌گیری شدند عبارت بودند از: قابلیت هدایت الکتریکی به روش گروه آزمایشگاه شوری (۴۰)، با دستگاه EC سنج مدل Conductometer ۶۴۴، درصد رطوبت اشباع، نیتروژن کل خاک به روش میکروکلدال (۲۱)، با دستگاه اتوماتیک مدل Kejlflex, k=۳۶۰ ، فسفر قابل استفاده خاک با عصاره‌گیری بی‌کربنات‌سدیم (۳۳)، با دستگاه اسپکتروفتومتر، مدل +۲۰۰، آهن، روی، مس و منگنز قابل استفاده خاک (۲۳)، با دستگاه جذب اتمیک مدل ۹۹۰- PG. داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار آماری MSTAT-C (۱۹۹۰) تجزیه واریانس شدند و میانگین‌ها به‌وسیلهٔ آزمون LSD در سطح احتمال ۵٪ مقایسه شدند.

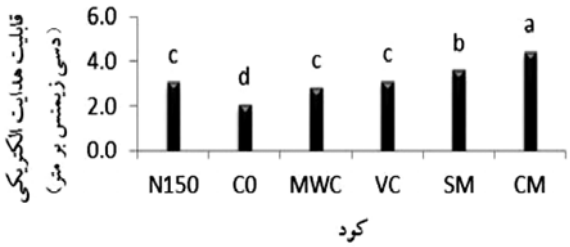
نتایج و بحث

قابلیت هدایت الکتریکی خاک (EC)

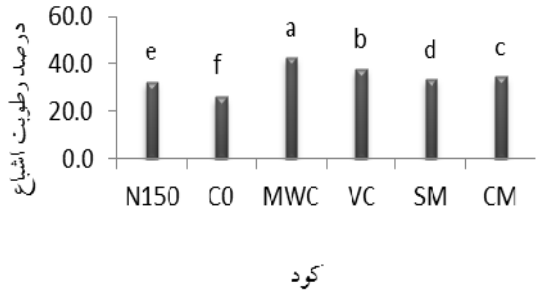
اثر کودهای آلی بر میزان قابلیت هدایت الکتریکی خاک معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) (جدول۳). بیشترین هدایت الکتریکی در تیمارکودگاوی (۴/۴ دسی زیمنس بر متر) مشاهده شد. قابلیت هدایت الکتریکی خاک در تیمار کود گوسفندی (۳/۶ دسی زیمنس بر متر) بیشتر از ورمی کمپوست (۳/۱ دسی زیمنس بر متر)، کود نیتروژن (۳/۱ دسی زیمنس بر متر) و کمپوست ضایعات شهری (۲/۸ دسی زیمنس بر متر) بود. تیمار بدون کود (۲/۱ دسی زیمنس بر متر) کمترین مقدار قابلیت هدایت الکتریکی خاک را داشت (شکل۱). شریفی و همکاران تأثیر لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر رشد و عملکرد و جذب آهن، روی، منگنز و نیکل در گل جعفری (*Tagetes signata* L.) بررسی کردند و با این نتیجه رسیدندکه کود گاوی قابلیت هدایت الکتریکی خاک ۳/۰۵ دسی زیمنس بر متر را افزایش داد (۹). باربایک و همکاران بیان نمودند که کاربرد کودهای گاوی در خاک، به‌ویژه خاک‌های قلیایی مناطق خشک، باعث تجمع نمک و افزایش قابلیت هدایت الکتریکی خاک می‌شود (۱۹).

درصد رطوبت اشباع

مصرف کودهای آلی بر درصد رطوبت اشباع تأثیر معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$) (جدول۳). تیمار کمپوست ضایعات شهری (۴۲/۷۸ درصد) بالاترین درصد رطوبت اشباع را

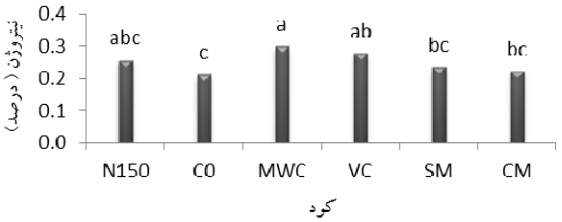


شکل۱. تأثیر کودهای آلی و اوره بر قابلیت هدایت الکتریکی (EC) خاک. N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند



شکل۲. تأثیر کودهای آلی و اوره بر میزان رطوبت اشباع خاک N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

شکل۳. تأثیر سطوح روی (صفر ،۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر مقدار نیتروژن کل (درصد) خاک. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمونLSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند

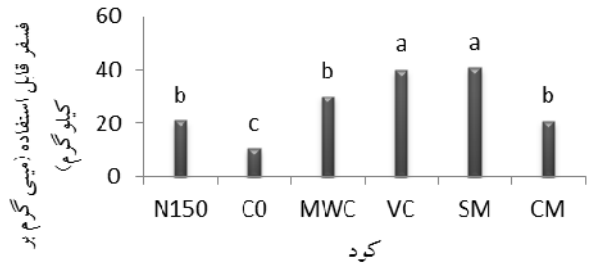


شکل۴. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار نیتروژن کل (درصد) خاک. N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصددارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

داشت. کمترین درصد رطوبت اشباع در تیمار بدون کود (۲۵/۸۹ درصد) مشاهده شد (شکل۲). تیمار کمپوست درصد رطوبت اشباع را افزایش می‌دهد (۲). کمپوست اثرات مثبتی بر خواص فیزیکی خاک از جمله درصد رطوبت اشباع دارد (۱۸). کمپوست از طریق افزایش ماده آلی خاک و بهبود خاکدانه، باعث افزایش درصد رطوبت اشباع خاک می‌شود (۳۴). کمپوست تأثیر مثبتی در تشکیل خاکدانه‌ها و بهبود ساختمان خاک و در نتیجه افزایش تخلخل و منافذ درشت خاک می‌شود که در نتیجه میزان درصد رطوبت اشباع خاک را افزایش می‌دهد (۱).

مقدار نیتروژن کل خاک

تأثیر روی بر مقدار نیتروژن کل خاک معنی‌دار بود ($P<0/05$) (جدول۳). بیشترین مقدار نیتروژن کل در سطح ۲۰ میلی‌گرم روی (۰/۲۸درصد) مشاهده شد که البته تفاوت معنی‌داری با سطح ۱۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی (۰/۲۶ درصد) نداشت. کمترین مقدار نیتروژن کل در تیمار بدون روی (۰/۲۱درصد) مشاهده شد (شکل۳). کاربرد خاکی کود روی، موجب افزایش جذب نیتروژن شد (۳۷). کودهای آلی و اوره بر مقدار نیتروژن کل خاک تأثیر معنی‌داری داشت ($P<0/05$) (جدول۳). تیمار کمپوست ضایعات شهری (۰/۳۰ درصد) بیشترین مقدار نیتروژن کل را داشت. کمترین مقدار نیتروژن هم متعلق به تیمار بدون کود (۰/۲۱ درصد) بود (شکل۴). با افزودن کمپوست ضایعات شهری، غلظت نیتروژن قابل استفاده در خاک افزایش یافته



شکل ۵. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار فسفر قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک. N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

شکل ۶. تأثیر سطوح روی (صفر ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر مقدار پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم برکیلوگرم) خاک. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند

است (۶). جاگدیو و همکاران اثر باقی‌مانده کمپوست در تناوب گندم- برنج بررسی کردند و اظهارنمودند که با مصرف کمپوست زباله شهری نیتروژن کل خاک (۱۵۳۳/۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم) افزایش یافته است (۲۷). بارامرید اثر کمپوست در خاک‌های گرمسیری بررسی گرد و به این نتیجه رسید که با مصرف کمپوست میزان نیتروژن خاک (۳/۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم) افزایش یافت و همچنین نشان دادند که استفاده از کمپوست ضایعات شهری علاوه بر افزایش ماده آلی و افزایش مقادیر نیتروژن خاک باعث بهبود حاصل‌خیزی خاک نیز می‌شود (۲۰).

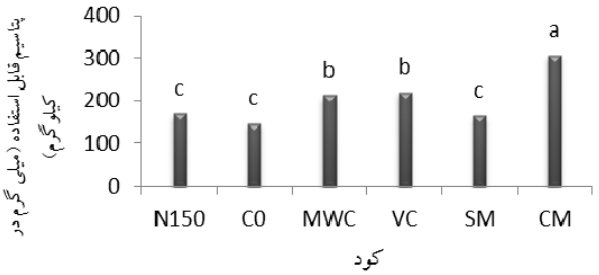
مقدار فسفر قابل استفاده خاک

تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار فسفر قابل استفاده خاک معنی‌دار بود($P<0/05$) (جدول۳). تیمار کود گوسفندی (۴۰/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشترین مقدار فسفر قابل استفاده در خاک را داشت که اختلاف معنی‌داری با تیمار ورمی کمپوست (۴۰/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) نداشت. تیمار کمپوست ضایعات شهری، تیمار کود نیتروژن وتیمار کود گاوی به‌ترتیب دارای مقدار فسفر قابل استفاده ۳۰، ۲۰/۸ و ۲۰/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم بودند که تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند. کمترین مقدار فسفر قابل استفاده خاک نیز در تیمار بدون کود (۱۰/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد (شکل۵). کود گوسفندی از طریق افزایش زیست توده و تنوع میکروبی در خاک، با تجزیه مواد آلی و معدنی کردن فسفر موجود در مواد آلی و تبدیل آنها به شکل قابل استفاده گیاه، نقش کلیدی را در چرخه فسفر خاک ایفا می‌نماید (۵).

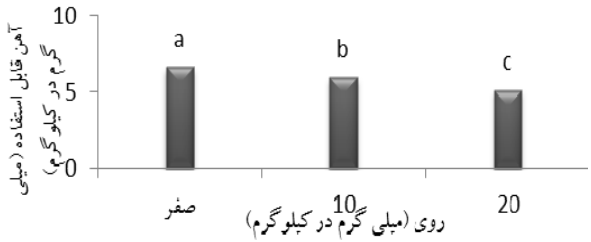
ماسکینا و همکاران اثر کودهای آلی به‌عنوان منبع نیتروژن در تناوب برنج- گندم بررسی کردند و نشان دادند که مصرف کود دامی، ۱۳ کیلوگرم فسفر در اختیار گندم قرار داده است (۳۰). رسولی و مفتون اثر باقی‌مانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که میزان فسفردر ترکیب کود دامی بیشتر است در نتیجه مقدار این عناصر در خاک تیمار شده با آنها بیشتر است (۶).

مقدار پتاسیم قابل استفاده خاک

اثر مصرف کود سولفات روی بر مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک معنی‌دار بود ($P<0/05$) (جدول۳). بیشترین پتاسیم قابل استفاده در خاک در سطح ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی (۲۱۸/۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. سطح بدون روی (۱۹۳/۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمترین پتاسیم قابل استفاده در خاک را داشت (شکل ۶). تأثیر کودهای آلی و اوره بر پتاسیم قابل استفاده خاک نیز معنی‌دار بودند ($P<0/05$) (جدول ۳).



شکل ۷. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار پتاسیم قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک. N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصددارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند



شکل ۸. تأثیر سطوح روی (صفر ، ۱۰ ، ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر مقدار آهن قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند

جدول ۴. میانگین مربعات عناصر کم نیاز و برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک تحت تأثیر عوامل مختلف مورد مطالعه

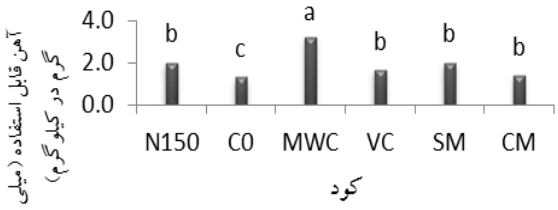
منابع تغییرات	درجه آزادی	روی	مس	آهن	منگنز
تکرار	۲	۱۵/۱۳۰**	۰/۱۶۷^{ns}	۱/۱۷۶^{ns}	۲۲/۵۱۹**
روی	۲	۸۴/۷۹۶**	۰/۳۸۹^{ns}	۱۰/۸۳۲**	۱۱۷/۸۵۲**
کود	۵	۳۴/۱۵۲**	۴/۲۱۱**	۱۰/۶۵۲**	۳۷/۱۷۴**
کود × روی	۱۰	۳/۷۳۰^{ns}	۰/۴۳۳**	۰/۵۳۵^{ns}	۵/۷۶۳^{ns}
خطا	۳۴	۲/۳۰۶	۰/۱۲۷	۰/۴۷۶	۳/۶۷۵

ns، * و ** به‌ترتیب غیر معنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد

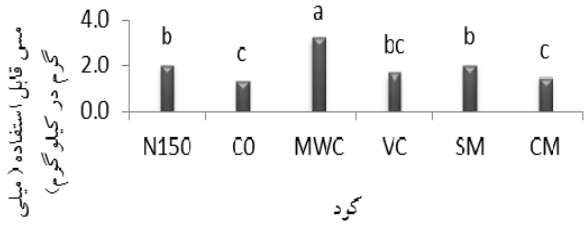
بیشترین مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک در تیمار کود گاوی (۳۴۵/۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. کمترین مقدار پتاسیم قابل استفاده در خاک متعلق به تیمار بدون کود (۱۴۵/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (شکل ۷). با توجه به اینکه پتاسیم خاک در حد مطلوب بود، بنابراین با افزایش مصرف کود با منشاء آلی (کود گاوی) مقدار پتاسیم خاک بیشتر شد. براهیمی و همکاران اثر باقی‌مانده و تجمعی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گندم را بررسی کردند و نشان دادند که پتاسیم قابل جذب نیز با افزایش مقدار کود گاوی نسبت به شاهد افزایش معنی‌داری پیدا کرد و بیشترین غلظت پتاسیم (۱۵۷۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) مربوط به تیمار ۱۰۰ تن کود گاوی می‌باشد (۳).

مقدار آهن قابل استفاده خاک

تأثیر مصرف کود سولفات روی بر مقدار آهن قابل استفاده در خاک معنی‌دار بود ($P<۰/۰۵$) (جدول ۴). بیشترین آهن قابل استفاده در خاک در تیمار بدون روی (۶/۶۸ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. سطح ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی (۵/۱۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمترین آهن قابل استفاده در خاک را داشت (شکل ۸). افزودن سولفات روی به خاک ممکن است به علت رقابت آن با عناصری مانند آهن سبب جدا شدن آهن از نقاط جذب و همچنین از عوامل کمپلکس کننده و ورود آن به محلول خاک و در نتیجه جذب آن به‌وسیله گیاه و یا رسوب آن گردد. یک برهمکنش منفی بین روی و آهن وجود دارد (۳۶). کودهای آلی و اوره نیز بر آهن قابل استفاده در خاک تأثیر معنی‌داری داشتند ($P<۰/۰۵$) (جدول ۴). بیشترین آهن



شکل ۹. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار آهن قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)خاک. N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

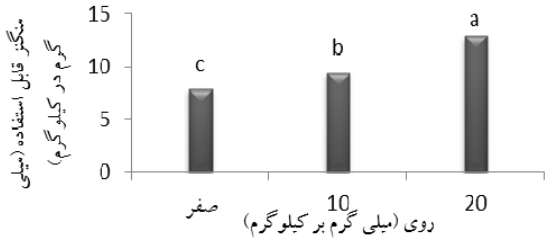


شکل ۱۰. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار مس قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)خاک. N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

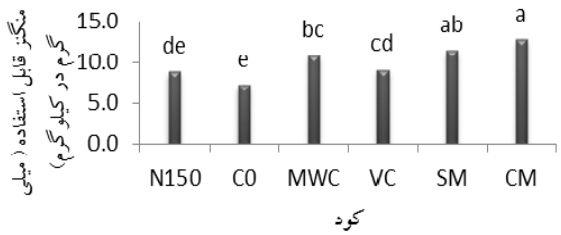
قابل استفاده در خاک در تیمار کمپوست ضایعات شهری (۷/۷ میلی‌گرم در کیلوگرم) مشاهده شد. مقدار آهن قابل استفاده خاک در تیمار نیتروژن (۶/۳۲ میلی‌گرم در کیلوگرم)، تیمار کود گاوی (۵/۸۳ میلی‌گرم در کیلوگرم)، تیمار کود گوسفندی (۵/۷۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) و تیمار ورمی کمپوست (۵/۶۶ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. تیمار بدون کود (۴/۳۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمترین مقدار آهن قابل استفاده در خاک را داشت (شکل ۹) (جدول ۴). شریفی و همکاران تأثیر لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر رشد و عملکرد و جذب آهن، روی، منگنز و نیکل در گل جعفری را بررسی کردند و با این نتیجه رسیدند که کاربرد کمپوست ضایعات شهری سبب افزایش قابل توجه آهن قابل جذب (۸/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) خاک شد و آنها اظهار نمودند که با وجود غلظت کم آهن در کمپوست ولی میزان آهن خاک را افزایش داده که دلیل این امر ناشی از این است که آهن با بخش آلی هوموس شده کمپوست در خاک پیوند ضعیف برقرار کرده و سبب افزایش آهن قابل جذب خاک می‌شود (۹). کمپوست به‌طور طبیعی حاوی مقدار قابل ملاحظه‌ای از عناصر کم مصرف است که به علت وجود موادآلی زیاد به‌صورت کلات‌های آلی در آمده و باعث افزایش حلالیت و قابلیت جذب این عناصر در خاک می‌شوند (۳۵). رضوی (۲۰۰۰) تأثیر کمپوست بر رشد برنج بهاره را بررسی کرد و بیان نمود که افزایش مقدار آهن قابل جذب با مصرف کمپوست، نشان دهنده پتانسیل این کودها در کاهش مشکل کمبود آهن می‌باشد (۳۵).

مقدار مس قابل استفاده خاک

تأثیر کودهای آلی و اوره نیز بر مقدار مس قابل استفاده در خاک معنی‌دار بود ($P<0/05$) (جدول ۴). تیمار کمپوست ضایعات شهری (۳/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشترین مس قابل استفاده در خاک را داشت. تیمار بدون کود (۱/۳۳ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمترین مقدار مس قابل استفاده در خاک را داشت که تفاوت معنی‌داری با تیمار کود گاوی (۱/۴۴ میلی‌گرم در کیلوگرم) نداشت (شکل ۱۰). مرجوی و جهاد اکبر به بررسی اثرات کمپوست شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک و صفات کمی و کیفی چغندرقند پرداخته‌اند و نتیجه گرفتند که کمپوست ضایعات شهری به‌طور معنی‌داری باعث افزایش مس (۲/۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) خاک شد (۱۵). کمپوست ضایعات شهری حاوی مقادیر فراوانی عناصر معدنی است که از مهم‌ترین این عناصر، مس است (۱۱). سوماره و همکاران تأثیر کمپوست زباله شهری بر رشد گیاهان در خاک‌های مناطق گرمسیری را بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که کمپوست ضایعات شهری میزان مس خاک (۳/۱ میلی‌گرم در کیلوگرم) را افزایش داده است (۳۸).



شکل ۱۱. تأثیر سطوح روی (صفر ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر مقدار منگنز قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند



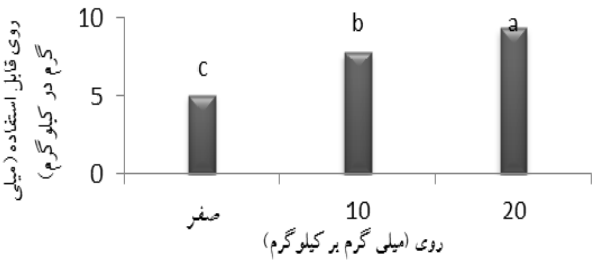
شکل۱۲. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار مس قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک.N۱۵۰, C0, MWC, VC, SM CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

مقدار منگنز قابل استفاده خاک

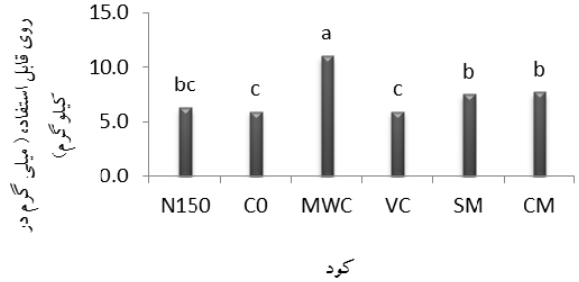
کاربرد کود سولفات روی بر مقدار منگنز قابل استفاده در خاک تأثیر معنی‌داری داشت (P<۰/۰۵) (جدول ۴). سطح ۲۰ میلی‌گرم روی (۱۲/۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشترین مقدار منگنز قابل استفاده در خاک را داشت. کمترین مقدار منگنز قابل استفاده در خاک مربوط به تیمار بدون روی (۷/۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (شکل ۱۱). کودهای آلی اوره تأثیر معنی‌داری بر مقدار منگنز قابل استفاده در خاک داشتند (P<۰/۰۵) (جدول ۴). تیمار کود گاوی (۱۲/۸۹ میلی‌گرم در کیلوگرم) دارای بیشترین مقدار منگنز قابل استفاده در خاک بود. تیمار بدون کود (۷/۲۲ میلی‌گرم در کیلوگرم) کمترین مقدار منگنز قابل استفاده در خاک را داشت (شکل ۱۲). کودهای حیوانی علاوه بر اثرات مثبت بیولوژیک و اصلاح خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک، به علت اینکه آهسته آزاد شده و در اختیار گیاه قرار می‌گیرند آلودگی کمتری را در محیط زیست ایجاد می‌کنند و حلالیت تعدادی از عناصر غذایی مثل منگنز را افزایش می‌دهد (۱۶).

مقدار روی قابل استفاده خاک

تأثیر مصرف کود سولفات روی بر مقدار روی قابل استفاده خاک معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) (جدول ۴). سطح ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم روی (۹/۲۷میلی‌گرم در کیلوگرم) بیشترین مقدار روی قابل استفاده خاک را داشت. کمترین مقدار روی قابل استفاده خاک هم مربوط به تیمار بدون روی (۵ میلی‌گرم در کیلوگرم) بود (شکل ۱۳). مصرف مصرف کود سولفات روی میزان روی خاک افزایش می‌دهد (۸). کودهای آلی و اوره تأثیر معنی‌داری بر مقدار روی قابل استفاده خاک داشتند (P<۰/۰۵) (جدول ۴). بیشترین مقدار روی قابل استفاده خاک مربوط به تیمار کمپوست ضایعات شهری (۱۱میلی‌گرم در کیلوگرم) بود. تیمار بدون کود (۵/۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) کمترین مقدار روی قابل استفاده خاک را داشت که تفاوت معنی‌داری با تیمار ورمی کمپوست (۵/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم) نداشت (شکل ۱۴). کاربرد کودهای آلی سبب افزایش روی قابل جذب در خاک می‌شود که علت این پدیده، تجمع زیاد روی در حضور کودهای آلی در شکل‌های محلول (یونی و کمپلکس‌های آلی محلول) و تبادلی می‌باشد (۴). افزایش مقدار روی قابل جذب خاک در اثر کاربرد کودهای آلی، علاوه بر مقدار قابل ملاحظه این فلزات در کودهای آلی، تجزیه مواد آلی کودها، تشکیل اسیدهای آلی و افزایش اسید کربنیک خاک را به دنبال داشته که در نهایت با کاهش pH خاک می‌تواند بر قابلیت جذب عناصر کم مصرف نظیر روی اثر بگذارد (۹). بارامرید اثر کمپوست ضایعات شهری در منطقه اسکاتلند بررسی کردند و به این نتیجه رسیدند که استفاده از ضایعات شهری باعث افزودن مقادیری عناصر کم مصرف نظیر روی (۳/۵ میلی‌گرم بر



شکل ۱۳. تأثیر سطوح روی (صفر ، ۱۰ و ۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم) بر مقدار روی قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم) خاک. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد معنی‌دار نمی‌باشند



شکل ۱۴. تأثیر کودهای آلی و اوره بر مقدار روی قابل استفاده (میلی‌گرم بر کیلوگرم)خاک.N150, C0, MWC, VC, SM, CM به‌ترتیب: نیتروژن، بدون کود، کمپوست ضایعات شهری، ورمی کمپوست، کود گوسفندی و کود گاوی. میانگین‌های با حروف مشابه براساس آزمون LSD در سطح ۵ درصد دارای اختلاف معنی‌دار نمی‌باشند

کیلوگرم) به خاک شد که این امر منجر به بهبود حاصل‌خیزی خاک می‌شود (۲۰).

نتیجه‌گیری کلی

به‌طور کلی می‌توان نتیجه‌گیری کرد که کودهای آلی به اندازه و حتی بیشتر از کودهای نیتروژن در بهبود وضعیت خاک مؤثر می‌باشند. نتایج نشان داد که روی نیز باعث بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک می‌شود که با توجه به شرایط خاک‌های ایران که آهکی بوده و دچار کمبود می‌باشند قابل توصیه است. در این مطالعه، کاربرد کمپوست ضایعات شهری باعث بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک شد. به‌طور مثال کمپوست ضایعات شهری درصد رطوبت اشباع، مقدار نیتروژن کل خاک، مقدار مس، روی و آهن قابل استفاده خاک را افزایش داد. به‌طور کلی تأثیر کودهای آلی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک را نتیجه بهبود ساختمان خاک و در نتیجه بهبود تهویه و قابلیت نگهداری آب خاک، افزایش فعالیت ریزجانداران مفید خاک، تجزیه ماده آلی در خاک و آزاد شدن عناصر غذایی، ایجاد عوامل کمپلکس کننده در نتیجه تجزیه مواد آلی در خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و در نتیجه جذب عناصر غذایی به‌صورت تبادلی و تأثیر بر pH خاک دانست که البته با توجه به ماهیت متفاوت ترکیبات آلی تأثیر هر کدام از این عوامل می‌تواند بسیار متفاوت باشد. افزودن روی به خاک نیز با توجه به رقابتی که این عنصر با دیگر عناصر فلزی برای جذب روی سطوح خاک، رسوب از محلول خاک، جذب توسط ریشه گیاه و غیرمتحرک شدن به‌وسیله ریزجانداران خاک دارد می‌تواند قابلیت استفاده سایر عناصر را تحت تأثیر قرار دهد. با توجه به گران شدن روز افزون کودهای شیمیایی می توان از کودهای جایگزین آلی استفاده کرد. کودهای آلی علاوه بر تأثیر قابل توجهی که بر اصلاح خصوصیات فیزیکی- شیمیایی و فعالیت زیستی خاک دارند، دارای عناصر نظیر روی، آهن، مس و منگنز نیز می‌باشند که برای گیاهان مفید هستند لذا می‌توان به کشاورزان استفاده از کودهای آلی را توصیه کرد. نکته قابل توجه این است که اثر باقی‌مانده کود گاوی بر شوری خاک نشان داد که این کود، شوری خاک را افزایش داده است. با این حال خطراتی که کود گاوی بر املاح محلول خاک دارد بایستی درنظر داشت و پیشنهاد می‌شود این موضوع در مطالعات آینده بررسی گردد.

منابع مورد استفاده

۱. امامی، ح.، ع. ر. آستارایی، م. مهاجر و ع. فرح بخش.۱۳۹۱. تأثیر اصلاح‌گرها بر میزان نگهداشت آب در مکش‌های گوناگون یک خاک شور- سدیمی. نشریه بوم شناسی کشاورزی. ۴(۲): ۱۱۱-۱۰۴.

۲. باب گهری، ج.، م. افیونی، ا. خوشگفتار و ح. عشقی زاده. ۱۳۸۹. بررسی اثر لجن فاضلاب کارخانه پلی اکریل، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر ویژگی‌های خاک و عملکرد ذرت دانه‌ای. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی. ۴(۵۴): ۱۵۳-۱۶۵.

۳. براهیمی، نوید.، م. افیونی، م. کرمی و ی. رضایی نژاد. ۱۳۸۷. اثر باقی‌مانده و تجمعی کودهای آلی بر غلظت نیتروژن، فسفر و پتاسیم در خاک و گندم. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۲(۴۶): ۸۱۲-۸۰۳.

۴. خدیوی بروجنی، ا. ۱۳۸۶. اثر کودهای آلی بر اشکال شیمیایی فلزات سنگین در خاک و جذب این عناصر توسط گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد خاک شناسی. دانشکدهٔ کشاورزی. دانشگاه صنعتی اصفهان.

۵. رضایی، ح. ۱۳۹۲. مروری بر تحقیقات کاربرد کودهای دامی در اراضی کشاورزی ایران. مجله علمی ترویجی مدیریت اراضی ۱(۱): ۶۸-۵۶.

۶. رسولی، ف. و م. مفتون. ۱۳۸۹. اثر باقی‌مانده دو ماده آلی با و یا بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک ۲۴(۲): ۲۷۳-۲۶۲.

۷. رسولی، ف. ۱۳۸۱. تأثیر سه کود آلی غنی شده با نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی برنج و اثرات باقی‌مانده آن بر گندم. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکدهٔ کشاورزی، دانشگاه شیراز.

۸. ساجدی، ن.ع. و ف. رجالی. ۱۳۹۰. تأثیر تنش خشکی، کاربرد روی و تلقیح میکوریزا بر جذب عناصر کم مصرف در ذرت. مجله پژوهش‌های خاک. ۲۵(۲): ۹۲-۸۳.

۹. شریفی، م.، م. افیونی و ا.ح. خوشگفتار منش.۱۳۸۹. تأثیر لجن فاضلاب، کمپوست زباله شهری و کود گاوی بر رشد و عملکرد و جذب آهن، روی، منگنز و نیکل در گل جعفری. مجله علوم و فنون کشت گلخانه‌ای (۲): ۵۳-۴۳.

۱۰. فتح اله طالقانی، د.، س. صادق زاده، ح. نوشاد، م. دهقان شعار، ق. توحیدلو و ف. محمدی. ۱۳۸۵. تأثیر مقادیر مختلف کود دامی بر خصوصیات کمی وکیفی چغندرقند در تناوب گندم و چغندرقند. مجله چقندرقند ۲۲(۲): ۷۸-۶۷.

۱۱. علیدوست، ر.۱۳۸۰. مطالعه اثر کاربرد مقادیر متفاوت کمپوست ضایعات شهری، نیتروژن و فسفر بر رشد و تغذیه معدنی ذرت علوفه‌ای. پایان نامه کارشناسی ارشد زراعت. دانشگاه تهران. پردیس ابوریحان.

۱۲. ملکوتی، م. و ج. سپهر. ۱۳۸۲ . تغذیه بهینه دانه‌های روغنی گامی مؤثر در نیل به خود کفایی روغن در کشور. انتشارات خانیران.

۱۳. محمدی، خ.، الف. قلاوند، م. آقا علیخانی و ا. رخزادی. ۱۳۹۰. تأثیر روش‌های مختلف افزایش حاصل‌خیزی خاک از طریق افزودن کودهای آلی، شیمیایی و بیولوژیکی بر عملکرد و کیفیت دانه کلزا. انتشارات بوم شناسی کشاورزی ۳(۳): ۳۰۸-۲۹۸.

۱۴. محمود آبادی، م. ر.، ع. م. رونقی، ن. ع. کریمیان و ی. امام. ۱۳۸۷. بررسی گلخانه‌ای اثر آبشویی کود آلی بر میزان شوری خاک و خصوصیات دانهٔ سویا. مجله تنش‌های محیطی در علوم کشاورزی ۱(۱):۵۶-۴۷.

۱۵. مرجوی، ع. و م. ر. جهاد اکبر (۱۳۸۱). بررسی اثرات کمپوست شهری بر خصوصیات شیمیایی خاک و صفات کمی و کیفی چغندرقند ۱۸(۱): ۱۴-۱.

۱۶. ملکوتی.م. ج و ز، خادمی. ۱۳۷۵. افزایش تولید گندم آبی وغنی سازی آن با آهن و روی از طریق مصرف کمپوست و ریزمغذی‌ها

در ایران. نشر آموزش کشاورزی کرج، ایران.

۱۷. نور قلی پور، ف.، ی. ر. باقری و م. لطف الهی. ۱۳۸۷. اثر منابع مختلف کود نیتروژن بر عملکرد و کیفیت گندم. مجله پژوهش در علوم کشاورزی ۴(۲): ۱۴-۱.

18. Aggelides, S. M. and P. A. Londra. 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresour.Technol. 71: 253 - 259.
19. Barbarik, K. A., J. A. Ippolito and D. G. Westfall. 1998. Extractable trace elements in the soil profile after years of biosolid application. J. Environ. Qual. 27: 801 - 805.
20. Bramryd, T. 2001. Effect of liquid and dewatered sewage sludge applied to a Scot pine stand (*Pinus sylvestris* L.) in central Sweden. For. Ecol. Manage. 147: 197 – 216.
21. Bremner J. M. 1965. Total nitrogen. PP. 1149-1178. *In* C. A. Black et al. (Ed.) Methods of soil analysis. American. Society. Agron., Madison, WI.
22. Casado-Vela, J., S. Selles, J. Navarro, M. A. Bustamante, J. Mataix, C. Guerrero, and I. Gomez. 2006. Evaluation of composted sewage sludge as nutritional source for horticultural soils. Waste. Manage. 26: 946-952.
23. Lindsay. W. L. and W. A. Norvel. 1978. Development of DTPA soil- test for zinc, iron and copper. Soil Sci. Soci. Am. J. 42: 421 – 428.
24. Esmaeili, A., M. R. Mahmoodabadi, N. Karimian, A. Fotovat. 2008. Effect of manure and compost on growth and chemical composition of plant in two calcareous soils. 12th Congress of Soil Science Pakistan. October 20-23.
25. Graham R. D., J. S. Ascher and S. C. Hynes. 1992. Selecting zinc - efficient cereal genotypes for soils of low zinc status. Plant Soil. 146: 241 - 250.
26. Hao, X. and C. Chang. 2003. Does a long term heavy cattle manure application increase salinity of a clay loam soil in semiarid southern Alberta. Agric. Ecol. Environ. 94: 89 - 103.
27. Jagdev S., C. R. Sharma and J. Sharma. 1997. Direct and residual effects of compost enriched mussoorioe rock phosphate in wheat-rice sequence. Indian J. Agric. Sci. 67: 192 - 198.
28. Khoshgoftramanesh, A. H. and M. Kalbasi. 2002. Effect of municipal waste leachate on soil properties and growth and yield of rice. Commun Soil Sci. Plant Anal. 33: 2011 – 2020.
29. Khayyat, M., E. Tafazoli, S. Rajaee, M. Vazifeshenas, M. R. Mahmoodabadi and A. Sajjadinia. 2009. Effects of NaCl and supplementary potassium on gas exchange, ionic content, and growth of salt-stressed strawberry plants. JPlant Nutr. 32: 1 – 12.
30. Maskina, M. S., C. S. Khind and O. P. Meelu. 1986. Organic manures as a nitrogen source in a rice-wheat rotation. Int. Rice Res. News. 11: 44 - 49.
31. Mirzaei, R., J. Kambozia, H. Sabahi and A. Mahdavi. 2009. Effect of different organic fertilizers on soil physicochemical properties, production and biomass yield of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Iran J. Crops Res. 7(1): 257-267.
32. Neeson, R. 2004. Organic processing tomato production. NSW Agriculture. Agfact. H. 8. 3. 6.Nyamangara, J. and J. Mzezewa. 2001. Effect of long-term application of sewage sludge to a grazed pasture on organic carbon and nutrients of clay soil in Zimbabwe. Nutr. Cycl. Agroecosys. 59: 13 – 18.
33. Olsen, S. R., C. V. Cole, F .S. Watanabe and C. A. Dean. 1954. Estimation of available phosphorous in soils by extraction with sodium bicarbonate. Soil Sci. Society of Am. J. 21: 144 - 149.
34. Ojeda, G., J. M. Alcaniz and O. Ortiz. 2003. Runoff and losses by erosion in soils amended with sewage sludge. Land Degrad Dev. 14: 563– 573.
35. Razavi Toosi, A. 2000. Interaction effects of compost, compost leachate and Mn on growth and chemical composition of spinach and rice seedling. M.Sc. Thesis, College of Agriculture, Shiraz University, Iran.
36. Savaghebifirouozabadi, G. h., M. J. Malakouti and M. Avdalan. 2003. Available of different form of sulphur fertilizer on wheat and oil grain rape. Plant and soil. Iranian J. Agric. Sci. 34(2) : 471 – 482.
37. Saeedi, G. H. 2008. The effect of some macro and microelements on grain yield and other agronomic characters on (*Sesamum indicum*L.). JSci. Technol. Agric. Nat. Res. 45: 379-402.
38. Soumare, M., F. M. G. Tack and M. G. Verloo. 2003. Effects of a municipal solid waste compost and mineral fertilization on plant growth in two tropical agricultural soils of Mali. Bioresour. Technol. 86: 15 - 20.
39. Sabahi, H., A. Ghalavand, A. M. ModarresSanavy and A. Asgharzadeh. 2008. Comparing the effects of integrated and conventional fertilization systems on canola (*Brassica napus*) yield and chemical properties of soil. Water Soil J. 22(2): 1-15.
40. Takkar, P. N. and C. D. Walker. 1993. The distribution and correction of Zinc deficiency. PP: 151-166. *In*: Robson, A. D. (Ed.), Zinc in soils and plants. Kluwer academic Publishers, Dordrecht, the Netherlands.
41. U. S. Salinity Laboratory. 1954. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. USDA Handbook No:60.

J. Water and Soil Sci (Sci. & Technol. Agric. & Natur. Resour.)
Vol. 21, No. 2, Summer 2017, Isf. Univ. Technol., Isf., Iran.

Evaluation of Persistence Impact of Organic Amendments, Urea Nitrogen and Zinc Sulphate Application on Soil Characteristics in Rapeseed-wheat Rotation

S. Moradnia[1], R. Naderi[*1] and M. Najafi[2]

(Received: June 12-2015 ; Accepted: Oct. 03-2016)

Abstract

In order to investigate the persistence of organic amendments, nitrogen and zinc effects on soil characteristics in rapeseed-wheat rotation, a factor analysis was conducted in a complete random design with three replications in two consecutive years in a greenhouse. Treatments in the first year consisted of N fertilizer, municipal waste compost, vermicompost, sheep manure. The control consisted of zinc and two rapeseed cultivars. In the second year of the experiment, two cultivars of durum wheat were sown in the same pots as the first year of the experiment. Results showed that two years after application of cattle manure, a significant increase in soil electrical conductivity (41.81 %), available K (59.45 %) and available Mn (79.82 %) compared to the control were found. Saturated soil moisture (48.57%), total N (94.66 %), available Fe (46.49 %) and available Cu (47.51 %) significantly increased by municipal waste compost compared to the control. Also, Zinc had a significant effect on soil total N (0.28 %), available K (218.4 mg/kg) and available Mn (12.89 mg/kg). Generally, the results showed that application of organic amendments can change many soil characteristics which some of their impacts might last for next upcoming years. Therefore, it is necessary to monitor the soil characteristics and nutrients availability of the fields that were treated with organic amendments in the years after application.

Keywords: Organic amendments, Compost, Animal manure, Sustainable agriculture.

1. Dept. of Agroecology, College of Agric. and Natural Resour. of Darab, Shiraz Univ., Shiraz, Iran.
2. Dept. of Soil Sci., College of Agric. and Natural Resour. of Darab, Shiraz Univ., Shiraz, Iran.
*: Corresponding Author, Email: Naderi.ruhollah@gmail.com, rnaderi@shirazu.ac.ir