نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و ششم، شماره دوم، ۱۳۹۸
۱۷۷-۱۹٤
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.15112.3026

مقایسه تأثیر کود گاوی، ورمی‌کمپوست و آزولا بر ویژگی‌های شیمیایی و هیدرولیکی خاک شور- سدیمی

*پرستو شریفی[۱]، مهدی شرفا[۲] و محمدحسین محمدی[۳]
[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه تهران، [۲]استاد گروه علوم خاک، دانشگاه تهران،
[۳]استادیار گروه علوم خاک، دانشگاه تهران
تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۳۱؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۲۹

چکیده

سابقه و هدف: شور و سدیمی شدن خاک‌ها یکی از عوامل تخریب اراضی، به‌ویژه در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان به‌شمار می‌رود. ایران نیز در منطقه‌ای خشک و نیمه‌خشک قرار دارد و خاک‌های شور- سدیمی مناطق وسیعی از ایران را پوشانده‌اند. خاک‌های شور- سدیمی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نامطلوبی دارند که باعث کاهش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان و در نهایت افت رشد و عملکرد آن‌ها می‌گردد. کاربرد اصلاح‌کننده‌ها از جمله مواد آلی، اغلب می‌تواند راهکاری مناسب در جهت اصلاح و بهبود باروری خاک‌های شور- سدیمی باشد.

مواد و روش‌ها: در این پژوهش خاک شور- سدیمی شاهد از منطقه نظرآباد کرج جمع‌آوری و با سه سطح ۱، ۳ و ۵ درصد از کودهای گاوی، ورمی‌کمپوست و آزولا (به‌عنوان اصلاح‌کننده آلی) مخلوط شد. سپس تیمارها به‌مدت پنج ماه تحت انکوباسیون در دمای ۲۰ درجه سلسیوس و رطوبت ظرفیت مزرعه قرار گرفتند. ویژگی‌های شیمیایی و فیزیکی اصلی خاک شاهد، کودها و نیز برخی ویژگی‌های شیمیایی و هیدرولیکی تیمارها قبل و بعد از انکوباسیون، مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: قابلیت هدایت الکتریکی خاک شاهد ۱۳/۰۹ دسی‌زیمنس بر متر و نسبت جذب سدیم آن ۲۳/۰۲ به‌دست آمد. بعد از دوره انکوباسیون، تیمار ۵ درصد آزولا و ورمی‌کمپوست در پایین‌ترین سطح شوری قرار داشتند. کاهش پ‌هاش در تیمارها عمدتاً غیرمعنی‌دار بود. بیش‌ترین دامنه تغییرات نسبت جذب سدیم مربوط به تیمار ۵ درصد کود گاوی با تفاوت غالباً معنی‌دار نسبت به تمامی تیمارها بود. به‌استثنای حالت رطوبت اشباع، تفاوت چندانی میان مقدار رطوبت در یک مکش معین در تیمارهای مختلف مشاهده نشد. در طول دوره انکوباسیون میزان کل خلل و فرج در تمامی تیمارها، به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. این کاهش در خلل و فرج متوسط در تمامی تیمارها به‌طور معنی‌دار مشاهده شد، بیشترین کاهش معنی‌دار در تیمار ۵ درصد کود گاوی رخ داده است. این در حالی است که بعد از دوران

* مسئول مکاتبه: p.69.sharifi@ut.ac.ir

انکوباسیون، بالاترین درصد خلل و فرج متوسط، در سطح ۵ درصد کود ورمی‌کمپوست مشاهده شد. با توجه به این‌که بخش اعظم آب قابل‌دسترس گیاهان، در خلل و فرج متوسط قرار دارد، افزودن کود ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد به خاک شور- سدیمی می‌تواند شرایط بهینه‌ای را جهت رشد گیاه در خاک به وجود آورد.

نتیجه‌گیری: بعد از دوران انکوباسیون کاهش شوری و پ‌هاش و افزایش نسبت جذب سدیم در اکثر تیمارها دیده شد. در ادامه کاهش خلل و فرج درشت و متوسط مشاهده شد که کاهش ضریب آبگذری اشباع را در تیمارها در پی داشت. با توجه به یافته‌های مذکور، کود گاوی در سطح یک درصد تقریباً بی‌تأثیر بر روی ویژگی‌های خاک و در سطوح بالاتر سبب افت کیفیت و شرایط خاک شور- سدیمی از نظر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی شد. در حالی‌که کود ورمی‌کمپوست در سطح پنج درصد با اصلاح مناسب خاک شور- سدیمی از نظر ویژگی‌های شیمیایی و هیدرولیکی، برتری خود را در بین این سه کود نشان داد و بعد آن، کود آزولا در سطح سه درصد در اولویت قرار گرفت.

واژه‌های کلیدی: اصلاح خاک شور- سدیمی، انکوباسیون، مواد آلی، ویژگی‌های خاک

مقدمه

امروزه تخریب اراضی به‌عنوان یک تهدید جهانی مطرح بوده و از جنبه‌های مختلف باعث کاهش محصول و افت عملکرد در اراضی کشاورزی می‌شود. یکی از علت‌های تخریب اراضی، شور و سدیمی شدن خاک است که بخش‌های وسیعی از مناطق خشک و نیمه‌خشک را تحت‌تأثیر قرار داده است. حدود نیمی از اراضی زیر کشت آبی دنیا در معرض تهدید شور و سدیمی شدن، قرار گرفته‌اند (۹). با توجه به این‌که کشور ایران در منطقه خشک و نیمه‌خشک قرار دارد، مقدار ماده آلی در خاک بسیار اندک است. بنابراین کاربرد اصلاح‌کننده‌های آلی در خاک جهت حفظ پایداری آن الزامی است (٦).

خاک‌های شور و سدیمی خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی نامطلوبی دارند که باعث کاهش جذب عناصر غذایی توسط گیاهان و درنهایت افت رشد و عملکرد آن‌ها می‌گردد (۲٦). بسیاری از ویژگی‌های خاک در اثر استفاده از اصلاح‌کننده‌های آلی بهبود می‌یابند (٦). با توجه به این‌که بسیاری از خاک‌های مناطق خشک و نیمه‌خشک آهکی بوده و از آن‌جا که میزان حلالیت آهک پایین است، می‌توان با افزودن ماده آلی، فشار گاز دی‌اکسیدکربن را در خاک افزایش داد. این امر باعث افزایش حلالیت آهک و از طرفی کاهش واکنش خاک می‌شود؛ از این‌رو، شدت جایگزینی کلسیم محلول به‌جای سدیم تبادلی افزایش می‌یابد (۱۳). به‌دلیل محدودیت‌های خاک‌های شور و سدیمی، اصلاح و احیا این اراضی که قابلیت کشت و کار در آن‌ها وجود دارد، امری اجتناب‌ناپذیر به‌نظر می‌رسد. از این‌رو برای اصلاح خاک‌های شور و سدیمی، روش‌های متفاوتی توسط پژوهشگران مورد استفاده قرار گرفته است (۳۷). ماده آلی (۲۲، ۳٤ و ۳۷) و گچ (۲٤ و ۳۷) از جمله اصلاح‌کننده‌هایی است که برای اصلاح خاک‌های شور و سدیمی مورد استفاده قرار می‌گیرد. اثر مثبت استفاده از ورمی‌کمپوست در بهبود ویژگی‌های خاک و تولید محصول توسط مطالعات متعددی گزارش شده است (۱ و ۱٦).

شی و همکاران (۲۰۱٦)، طی آزمایش ۲۸ ساله، در چین، بیان کردند که تیمار کود دامی دارای بهترین

تأثیر روی خاک از نظر خصوصیات فیزیکی شامل جرم مخصوص ظاهری، درصد تخلخل کل، آب قابل‌دسترس گیاهی، هدایت هیدرولیکی اشباع در عمق‌های صفر تا ۱۵ سانتی‌متری خاک مورد آزمایش بوده است و بازدهی مناسبی برای تولید محصول داشته است (۳۱). یاگو و همکاران (۲۰۱٦)، طی آزمایشی که ۱۰ سال روی خاک جیرونا در شمال‌شرقی کشور اسپانیا بیان کردند که استفاده از کود گاوی به‌میزان ۳۰/۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در سال می‌تواند بیش‌ترین تأثیر مثبت را داشته باشد در حالی‌که از نظر اقتصادی مقرون‌به‌صرفه است و باعث مدیریت پایدار خاک در درازمدت می‌شود (٤۰). آکساکال و همکاران (۲۰۱٦)، نشان دادند که استفاده از ورمی‌کمپوست، یک راه مؤثر برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک است (۱). پلتر و همکاران (۲۰۱۷)، بیان کردند که کود گاوی و کمپوست دارای مؤثرترین تأثیر روی افزایش کربن، فعالیت میکروبی و گرمای خاک بوده‌اند که طی دوره طولانی سبب افزایش پایداری خاک گشته است (۲۸). گوسوآمی و همکاران (۲۰۱۷) نشان داد که تیمار کمپوست همراه با مواد معدنی، دارای بالاترین بازدهی در زمینه تولید گیاه گوجه‌فرنگی و کلم است (۱۰). زین و همکاران (۲۰۱٦) در مطالعه ۲۳ ساله‌ای که روی زمین‌های شمالی چین بیان کردند که کود آلی کمپوست گیاهی بهترین کود در جهت بهبود شرایط فیزیکی خاک، حفظ باروری و تولید پایدار محصول است (۳۸).

بی‌هو وانشواری و کومار (۲۰۱۳)، بیان نمودند با توجه به این‌که افزودن کود آزولا به خاک، سبب آزادسازی نیتروژن، مواد آلی و دیگر کاتیون‌ها هم‌چون منیزیم، کلسیم و سدیم می‌شود، تأثیر معنی‌داری بر بهبود خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک می‌گذارد. کود آزولا، با تشکیل خاکدانه‌ها، ساختمان فیزیکی خاک را بهبود می‌بخشد، بنابراین سبب افزایش حاصلخیزی، پایداری و کیفیت خاک می‌شود (۳). کلا و همکاران (۲۰۱٦) و یاداو و همکاران (۲۰۱٤)، بیان کردند که برای ایجاد کشاورزی پایدار و سلامت خاک، می‌توان از آزولا کمک گرفت. رقم‌های کارآمد از این گیاه در شرایط متفاوت زیست‌محیطی ازجمله شوری، وجود فلزات سنگین و غیره ارزیابی شده است که این خود می‌تواند سبب حاصلخیزی خاک‌ها و ترویج کشاورزی شود. برای ترویج این خواسته، هم‌سویی سیاست‌گزاران، پژوهشگران و کشاورزان مورد نیاز است (۲۱ و ۳۹).

با توجه به اهمیت بالای کشاورزی و نیاز روزافزون به تولید کمی و کیفی محصول در کشور ایران، اصلاح زمین‌های خشک و نیمه‌خشک، با وجود درصد بالای سدیم و شوری، دارای اهمیت است. از این‌رو تأثیر سه ماده آلی شامل کود گاوی، ورمی‌کمپوست و آزولا جهت بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک های شور- سدیمی مورد ارزیابی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: خاک مورد استفاده در این پژوهش از اراضی شور- سدیمی روستای حسن‌آباد واقع در نظرآباد کرج، از عمق ۲۵ تا ۱۱۰ سانتی‌متری جمع‌آوری شد. منطقه مورد مطالعه به‌دلیل شوری و سدیمی بودن بیش‌ازحد، لم‌یزرع بود. درصد شن، سیلت و رس خاک به‌ترتیب ۷۲/۵، ۱۲/۵ و ۱۵ درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱- برخی ویژگی‌های خاک مورد مطالعه.

Table 1. Selected properties of studied soil.

بافت خاک Soil texture	قابلیت هدایت الکتریکی EC(dS/m)	پ‌هاش pH	ظرفیت تبادل کاتیونی CEC (meq/100g)	نسبت جذب سدیم SAR	چگالی ظاهری (g/cm^3)	چگالی حقیقی (g/cm^3)
لوم شنی	13.09	7.72	1.62	23.02	1.29	2.72

*میزان مواد آلی و آهک خاک مورد مطالعه بسیار ناچیز و غیرقابل اندازه‌گیری بود، بنابراین صفر در نظر گرفته شد.

خاک ابتدا هوا خشک، مخلوط و یکنواخت شد و سپس از الک چهار میلی‌متری عبور داده شد. مقداری از خاک نیز جهت انجام آزمایش‌های فیزیکی و شیمیایی اولیه (بافت خاک و وزن مخصوص و تهیه عصاره اشباع جهت اندازه‌گیری ظرفیت تبادل کاتیونی، پ‌هاش، نسبت جذب سدیم و قابلیت هدایت الکتریکی)، از الک دو میلی‌متری عبور داده شد. کودهای گاوی، آزولا و ورمی‌کمپوست به‌عنوان اصلاح‌کننده‌های آلی مورد استفاده قرار گرفتند. کود گاوی پوسیده و ورمی‌کمپوست از مزرعه پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران جمع‌آوری شد و کود آزولا از مؤسسه تحقیقات برنج واقع در استان گیلان تهیه شد (جدول ۲). کودها به‌طور جداگانه در آون با دمای ۷۰ درجه سلسیوس به‌مدت ۲٤ ساعت قرار داده شد تا در شرایط یکسان خشک شوند. سپس از الک چهار میلی‌متری جهت مخلوط کردن با خاک (در سه سطح یک، سه و پنج درصد حجمی) و دو میلی‌متری جهت انجام آزمایش‌ها عبور داده شدند (۸).

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی کودهای آلی مصرفی.

Table 2. Selected chemical properties of used organic matters.

ویژگی‌های شیمیایی chemical properties	کود گاوی Manure	کود ورمی‌کمپوست Vermicompost	کود آزولا Azolla
قابلیت هدایت الکتریکی Electrical Conductivity (ds/m)	20.11	2.39	4.79
پ‌هاش pH	7.03	7.62	6.42
نسبت جذب سدیم SAR	20.11	6.89	18.44
کربن آلی Organic Carbon (%)	26.09	21.09	23.94

آماده‌سازی ستون‌ها و انکوباسیون: به‌منظور تهیه ستون خاک، از استوانه‌های پی‌وی‌سی به قطر داخلی ۱۲ و ارتفاع ۳۰ سانتی‌متر استفاده شد. انتهای ستون‌ها با تور فلزی محکم بسته شد و روی آن، شن به ارتفاع ۲ سانتی‌متر ریخته شد (به‌منظور عدم خروج ذرات ریز رس از خاک و به‌عنوان فیلتری جهت عدم تأثیر روی ضریب آبگذری خاک). سپس مخلوط خاک و مواد آلی با ارتفاع ۱۷ سانتی‌متر درون ستون‌ها ریخته شد. جرم مخصوص ظاهری هر نمونه به ۱/۳ گرم بر سانتی‌مترمکعب (جرم مخصوص ظاهری خاک

مزرعه) رسانده شد. به این ترتیب که وزن مشخصی (۳ کیلوگرم) از هر تیمار در هر ستون ریخته شد و برای رساندن به وزن مخصوص مدنظر، تعدادی ضربه به ستون زده شد، تا به حجم مورد نظر برسد.

تیمارها در سه تکرار به‌صورت زیر آماده شدند (۳۲ و ۱۵):

۱. خاک شاهد (فاقد اصلاح‌کننده) | ۲. خاک با ۱٪ وزنی کود گاوی | ۳. خاک با ۳٪ وزنی کود گاوی | ٤. خاک با ۵٪ وزنی کود گاوی | ۵. خاک با ۱٪ وزنی کود ورمی‌کمپوست | ٦. خاک با ۳٪ وزنی کود ورمی‌کمپوست | ۷. خاک با ۵٪ وزنی کود ورمی‌کمپوست | ۸. خاک با ۱٪ وزنی کود آزولا | ۹. خاک با ۳٪ وزنی کود آزولا | ۱۰. خاک با ۵٪ وزنی کود آزولا

ستون‌ها به‌مدت ۵ ماه در دمای ۱±۲۰ درجه سلسیوس، در شرایط رطوبت مزرعه در اتاق انکوباسیون نگهداری شدند. در این مدت، رطوبت تیمارها در حد ظرفیت مزرعه از طریق توزین هفتگی ستون‌ها و آبیاری با آب مقطر حفظ گردید.

اندازه‌گیری ویژگی‌های شیمیایی تیمارها: ابتدا عصاره اشباع خاک تهیه شد (١٤). قابلیت هدایت الکتریکی، توسط EC متر و پ‌هاش (pH) را توسط پ‌هاش متر در عصاره اشباع تیمارها اندازه‌گیری شد (۲۳). غلظت کاتیون سدیم محلول در عصاره اشباع خاک و کودها توسط دستگاه فلیم‌فتومتر و کاتیون‌های کلسیم و منیزیم موجود در نمونه‌ها از طریق تیتراسیون با EDTA، اندازه‌گیری شد. به‌منظور اندازه‌گیری کربن آلی از روش والکی و بلک (۳٦) و اندازه‌گیری نیتروژن از روش کجلدال استفاده شد (٤). نسبت جذب سدیم با استفاده از رابطه ۱ برآورد شد:

$$SAR = \frac{Na^{+}}{\sqrt{\frac{(Ca^{2+} + Mg^{2+})}{2}}} \qquad (۱)$$

تعیین منحنی رطوبتی و ویژگی‌های تخلخلی تیمارها: ابتدا تیمارها به‌مدت ٢٤ ساعت اشباع شده، سپس در دستگاه صفحه تحت فشار، تحت فشارهای ۳۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ سانتی‌متر آب و در دستگاه غشاء تحت فشار تحت فشارهای ۵۰۰۰، ۱۰۰۰۰ و ۱۵۰۰۰ سانتی‌متر آب قرار داده شدند و درصد وزنی رطوبت تیمارها در هر فشار، تعیین گردید (۲۰). با استفاده از نرم‌افزار اکسل، منحنی رطوبتی تیمارها ترسیم شدند. با استفاده از منحنی‌های رطوبتی، نظریه کی (۱۷) و رابطه ۲، ویژگی‌های تخلخلی در سه سایز خلل و فرج ریز (<۰/۲ میکرومتر)، خلل و فرج متوسط (۰/۲ تا ۳۰ میکرومتر) و خلل و فرج درشت (< ۳۰ میکرومتر) و آب قابل‌دسترس آن‌ها (تفاضل رطوبت مزرعه و رطوبت پژمردگی) با استفاده از منحنی‌های ترسیم‌شده، محاسبه گردیدند.

رابطه ۲، ارتفاع صعود آب در لوله موئین (مکش) را نشان می‌دهد که h ارتفاع صعود آب در لوله موئین و d قطر خلل و فرج خاک است.

$$h = \frac{0.3}{d} \qquad (۲)$$

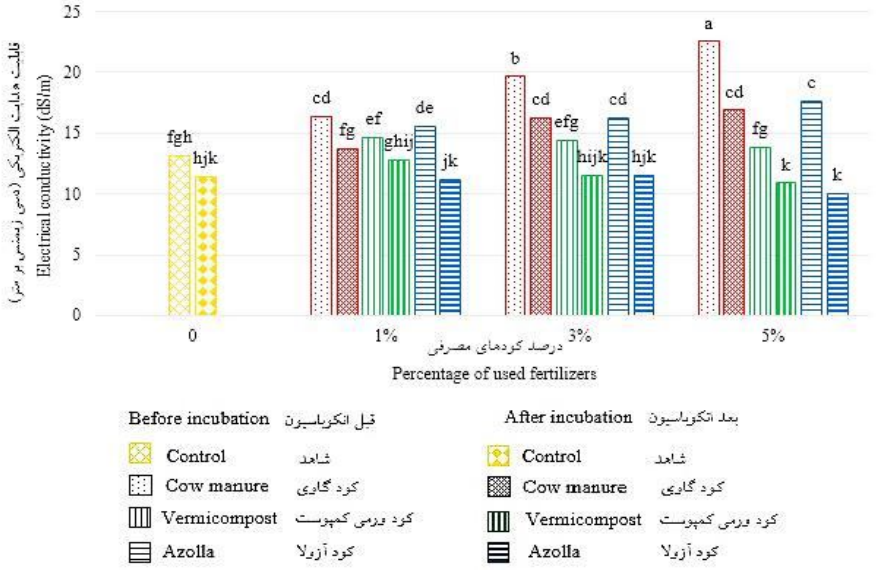
تعیین ضریب آبگذری اشباع تیمارها: به‌منظور تعیین هدایت هیدرولیکی اشباع از روش بار ثابت استفاده می‌شود. در این روش تیمارهای مختلف در استوانه‌هایی با قطر و ارتفاع ۵ سانتی‌متر ریخته شد، سپس از پایین به بالا اشباع نموده و تحت‌تأثیر بار ثابت، ضریب آبگذری اشباع آن‌ها، با توجه به قانون دارسی، بر اساس رابطه ۳ اندازه‌گیری شد (۱۹). در رابطه ۳، V حجم آب جمع شده در مدت‌زمان (T) می‌باشد. L ارتفاع خاک، A سطح مقطع خاک درون استوانه و H نیز بار آبی است.

$$K_s = \frac{V \times L}{A \times T \times H} \qquad (۳)$$

آنالیزهای آماری: به‌طورکلی قبل و بعد از انکوباسیون ۶۰ ستون از تیمارها بررسی و آزمایش شدند؛ آرایش فاکتوریل بر مبنای طرح کاملاً تصادفی دوعامله، برای تعیین اثرات کودهای گاوی، ورمی‌کمپوست و آزولا بر مبنای طرح کاملاً تصادفی و در چهار سطح کود مصرفی (صفر، یک، سه و پنج درصد)، مورد استفاده قرار گرفت. به‌منظور مقایسات میانگین داده‌ها، از نرم‌افزار SAS استفاده شد. همچنین شکل‌ها توسط نرم‌افزار اکسل رسم شد و میانگین متوسط به‌وسیله آزمون چنددامنه‌ای دانکن، در سطح اطمینان پنج درصد مقایسه گردیدند.

نتایج و بحث

قابلیت هدایت الکتریکی عصاره اشباع تیمارها: جدول ۲ نشان می‌دهد که کود گاوی دارای بالاترین قابلیت هدایت الکتریکی است و بعد از آن آزولا و ورمی‌کمپوست در سطح پایین‌تری قرار دارند. به تبعیت از آن، همان‌طور که در شکل ۱ مشاهده می‌شود قبل از انکوباسیون، افزایش درصد کود گاوی در خاک، سبب افزایش شوری در خاک شده است. تیمارهای کود گاوی قبل و بعد از انکوباسیون غالباً در بالاترین سطح شوری قرار دارند که این تغییرات نسبت به تیمارشاهد معنی‌دار می‌باشد. افزودن کود آزولا به نسبت کم‌تر از کود گاوی، سبب افزایش شوری به‌صورت معنی‌دار در خاک شده است در صورتی‌که این افزایش در کود ورمی‌کمپوست غیرمعنی‌دار است. شکل ۱ نیز نشان می‌دهد که بعد از انکوباسیون در تمامی تیمارها شوری خاک نسبت به قبل انکوباسیون کاهش یافته است، که علت آن، جریان ترجیحی آب از میان برخی خلل و فرج و شستشوی املاح می‌باشد. به‌طوری‌که بعد از ۵ ماه انکوباسیون، افزایش سطوح مصرفی کود ورمی‌کمپوست و آزولا سبب کاهش شوری خاک نسبت به خاک شاهد شده است و در نتیجه تیمار ۵ درصد آزولا و تیمار ۵ درصد ورمی‌کمپوست در پایین‌ترین سطح شوری قرار گرفته‌اند.



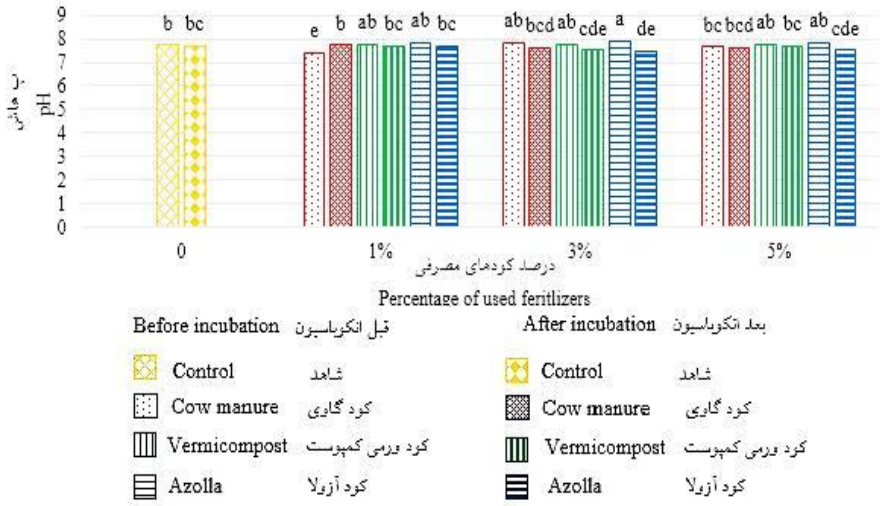
شکل ۱- مقایسه قابلیت هدایت الکتریکی تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 1. Comparison of electrical conductivity of treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

روستا و همکاران (۲۰۰۳)، تأثیر کاه و کلش گندم، کود دامی، گچ و سیمان را به‌صورت جداگانه و توأم بر روی خاک‌های سدیمی قزوین با بافت لوم رس شنی، طی ٤ ماه انکوباسیون مورد ارزیابی قرار دادند و نتیجه گرفتند که قابلیت هدایت الکتریکی در تیمار کود گاوی با افزایش معنی‌دار اما در تیمار کاه و کلش گندم با کاهش غیرمعنی‌دار همراه بوده است (۳۰). این یافته با نتایج ما هماهنگ است. خطبایی و همکاران (۲۰۱۵)، خاک شور- سدیمی با قابلیت هدایت الکتریکی ۵ دسی‌زیمنس بر متر (شاهد)، را با کمپوست زباله شهری، گچ کارخانه کمپوست مشهد، ورمی‌کمپوست و کود مرغی (۳ گرم بر کیلوگرم) مخلوط و بعد دو ماه انکوباسیون، تحت کشت ذرت قرار دادند. ایشان گزارش دادند که کود مرغی باعث بالاترین قابلیت هدایت الکتریکی شد، درصورتی‌که تیمار ورمی‌کمپوست در مقایسه با آن، دارای قابلیت هدایت الکتریکی پایین‌تری به‌طور معنی‌دار بود (۱۸) که این یافته‌ها با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.

پ‌هاش در عصاره اشباع تیمارها: مقدار پ‌هاش کودها، به‌تنهایی تفاوت معنی‌داری نشان دادند، به‌طوری‌که بیش‌ترین پ‌هاش متعلق به کود ورمی‌کمپوست و کم‌ترین آن متعلق به کود آزولاست (جدول ۲). شکل ۲ نیز نشان می‌دهد که قبل از انکوباسیون، کم‌ترین پ‌هاش متعلق به تیمار یک درصد گاوی و بیش‌ترین آن متعلق به تیمار ۳ درصد آزولاست که این تفاوت نسبت به شاهد از نظر آماری، معنی‌دار می‌باشد. بعد از انکوباسیون نسبت به قبل از انکوباسیون در تیمارهای ورمی‌کمپوست و آزولا، پ‌هاش کاهش داشت که این کاهش در سطح ۳ و ۵ درصد، غالباً معنی‌دار است. بعد از انکوباسیون، با افزایش درصد کود آزولا، کاهش پ‌هاش غالباً به‌طور معنی‌دار می‌شود که علت کاهش پ‌هاش در اثر افزودن این دو کود، به‌دلیل کم‌تر بودن میزان پ‌هاش این دو کود نسبت به خاک شاهد و به‌دلیل نوع و همچنین میزان تجزیه مواد گیاهی در مقایسه با کود دامی مورد استفاده (گاوی) است، چنان‌که روستا و همکاران (۲۰۰۳) بیان کردند که کاربرد سطوح مختلف کود دامی به‌جز در مراحل اولیه، تأثیر چندانی در کاهش پ‌هاش خاک ندارد ولی کاربرد کود گیاهی، منبع مناسبی از کربن می‌باشد که از طریق افزایش فعالیت میکروبی خاک، خصوصیات بیولوژیکی خاک‌های سدیمی را اصلاح می‌نماید و سبب کاهش پ‌هاش خاک می‌گردد (۳۰). این موضوع بیانگر تأثیر متقابل پ‌هاش بر فعالیت بیولوژیک است که توسط نلسون و اودس (۱۹۹٦) نیز تأیید می‌شود (۲۵).

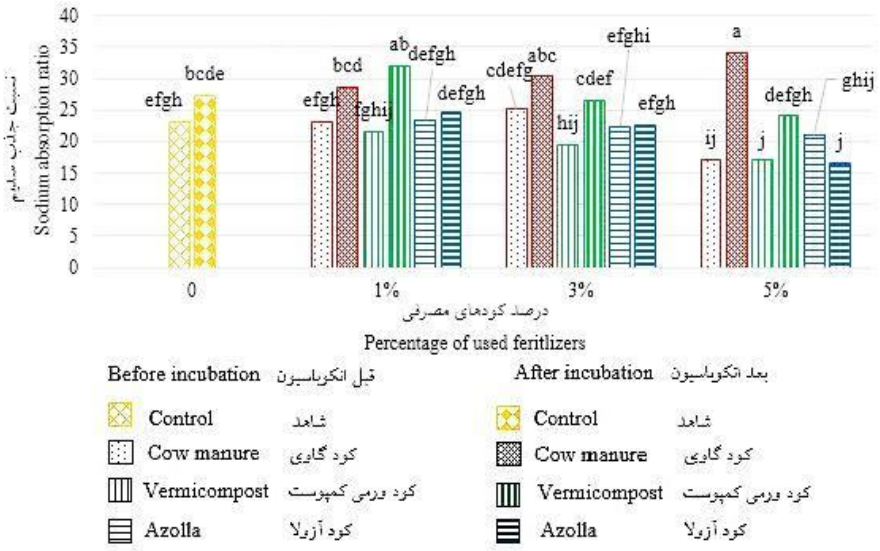
تجزیه میکروبی کودهای گیاهی علاوه بر تولید اسیدهای آلی مختلف در طی مراحل تجزیه، با افزایش مقدار کربن دی‌اکسید (افزایش فعالیت بیولوژیک) سبب کاهش پ‌هاش خاک می‌شود. گوپتا و همکاران (۱۹۸۹) و رابینز (۱۹۸٦) نیز کاهش پ‌هاش خاک را در اثر افزایش کربن دی‌اکسید حاصل از تنفس ریشه گیاه و تجزیه مواد آلی گزارش دادند (۱۱ و ۲۹). چروم و رنگاسمی (۱۹۹۷) نتیجه گرفتند که در خاک‌های سدیمی قلیایی، پروتون‌های حاصل از واکنش‌های میکروبی، پ‌هاش خاک را کاهش داده و سبب افزایش حلالیت کربنات کلسیم موجود در خاک می‌گردد. آن‌ها بیان کردند در خاک‌های سدیمی قلیایی، حذف یون‌های سدیم، کربنات و بی‌کربنات توسط اضافه کردن پروتون از طریق واکنش‌های میکروبی و بیولوژیکی، باعث کاهش پ‌هاش و افزایش حلالیت کلسیم کربنات می‌شود (۷). که این نیز با نتایج این پژوهش همخوانی دارد.



شکل ۲- مقایسه پ‌هاش تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 2. Comparison of pH of treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

نسبت جذب سدیم در عصاره اشباع تیمارها: نسبت جذب سدیم در کود گاوی در بالاترین سطح است و در کود ورمی‌کمپوست در پایین‌ترین سطح قرار دارد که این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار است (جدول ۲). شکل ۳ نشان می‌دهد که این رفتار، قبل از انکوباسیون نیز در تیمارها منعکس شده است. بعد از انکوباسیون، غالباً افزایش معنی‌دار نسبت جذب سدیم در تمامی تیمارها مشاهده می‌شود. در کل، بعد از انکوباسیون، بیش‌ترین دامنه تغییرات نسبت جذب سدیم مربوط به تیمار ۵ درصد کود گاوی با تفاوت غالباً معنی‌دار نسبت به تمامی تیمارها وجود دارد.

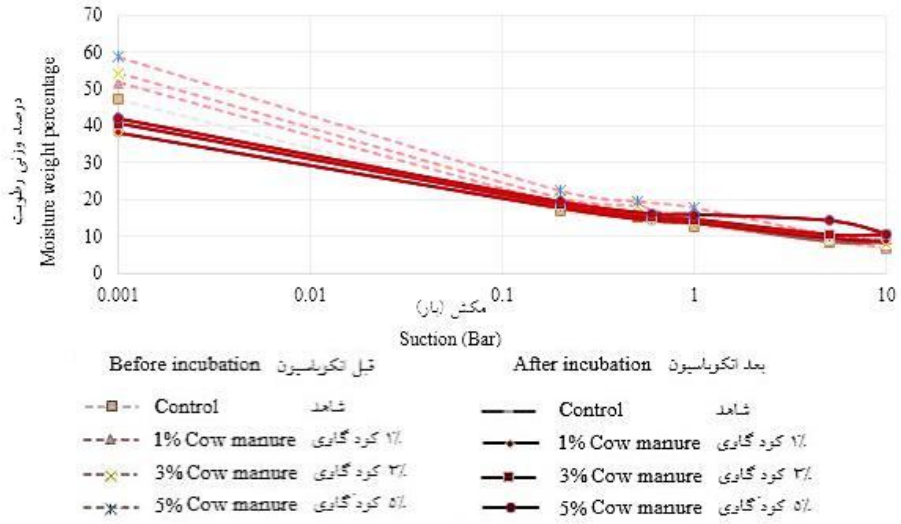


شکل ۳- مقایسه نسبت جذب سدیم تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 3. Comparison of sodium adsorption ratio of treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

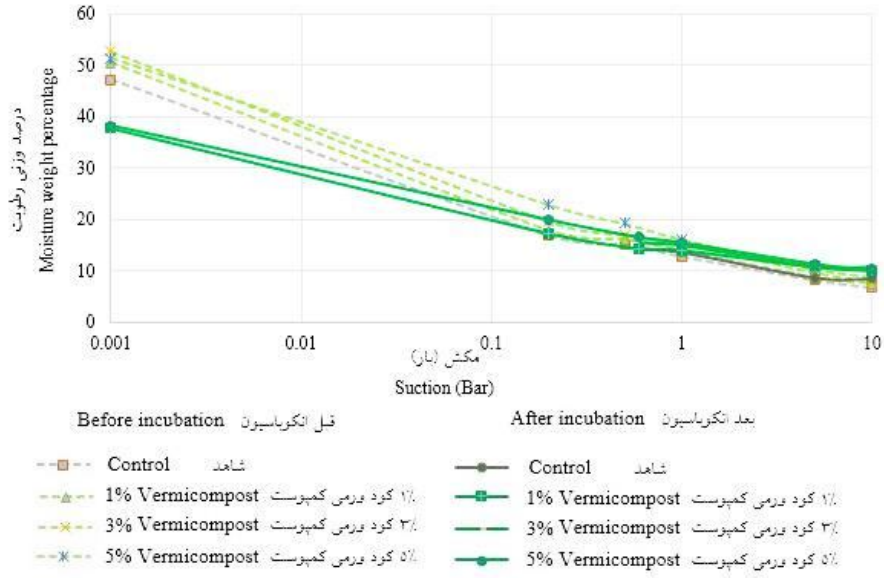
در تیمار کود گاوی با توجه به نسبت جذب سدیم بالا، به‌ویژه در سطح ۵ درصد، پس از اتمام دوران انکوباسیون، خاکدانه‌ها تخریب گردیدند (بر اساس کم شدن میزان خلل و فرج درشت، فروریزش خاکدانه‌ها برداشت می شود) (۵). مواد آلی از طریق تولید کربن دی‌اکسید و در نتیجه افزایش انحلال آهک، باعث تولید یون کلسیم شده که از ورود سدیم به مکان‌های تبادلی جلوگیری می‌کنند (۲۷ و ۳۵). تجدا و گوانزالس (۲۰۰۶) بیان کردند که با افزودن بقایای گیاهی پوسیده پنبه به خاک شور-سدیمی می‌توان نسبت جذب سدیم تبادلی را کاهش داد (۳۳). یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۱۳)، خاک شور-سدیمی منطقه کشاورزی را با مواد اصلاحی کود دامی، تفاله پسته و گچ به‌صورت جداگانه و توأم مخلوط نمودند در طی ٤ ماه انکوباسیون همراه با آبشویی توسط آب معمولی یا اسیدسولفوریک دریافتند که نسبت جذب سدیم در تیمار کود دامی، نسبت به سایر تیمارها و شاهد، افزایش معنی‌دار داشته است (٤١)، اگر ما نیز وجود جریان ترجیحی را در خاکمان در نظر بگیریم، این یافته‌ها با نتایج این پژوهش نیز هماهنگی دارد.

منحنی رطوبتی انواع تیمارها: شکل‌های ٤، ۵ و ٦ منحنی رطوبتی تیمارهای مختلف کود دامی، ورمی‌کمپوست و آزولا را به‌ترتیب نشان می‌دهد. بالاترین درصد رطوبت اشباع مربوط به تیمار ۵ درصد آزولا، قبل دوران انکوباسیون است و پایین‌ترین آن مربوط به تیمار شاهد، بعد از دوران انکوباسیون است. با مشاهده و مقایسه تمامی تیمارها در نقطه مکش صفر، مشخص می‌کند که تیمارها قبل از دوران انکوباسیون، رطوبت اشباع بیش‌تری نسبت به بعد از دوران انکوباسیون دارند که به‌دلیل کاهش کل خلل و فرج در خاک تیمارها در نتیجه افزایش نسبت جذب سدیم و فروپاشی خاکدانه‌ها، در طی دوران انکوباسیون است (۵). به‌طورکلی به‌استثناء حالت اشباع، که تفاوت میان مقدار رطوبت در یک مکش مشخص در تیمارهای مختلف بارز است؛ در سایر مکش‌ها، تفاوت محسوسی وجود ندارد.



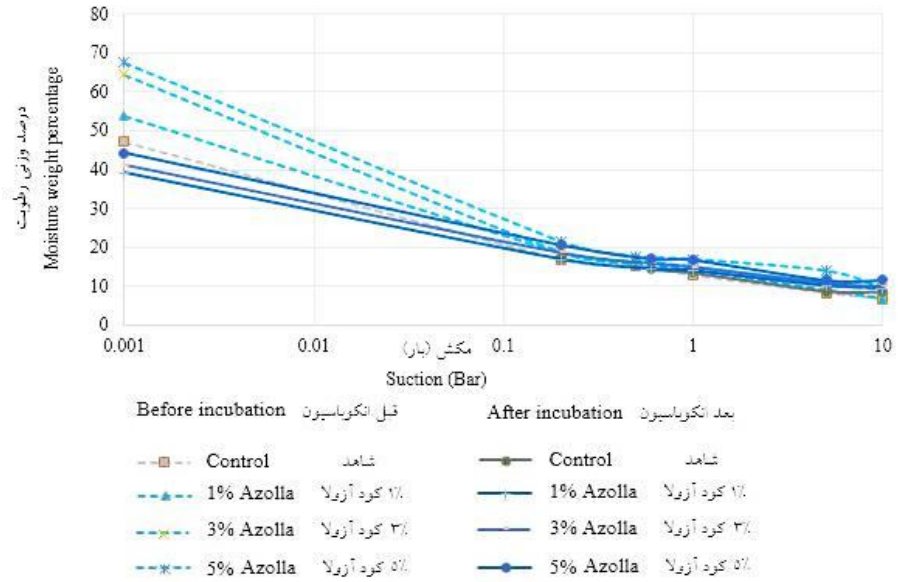
شکل ٤- مقایسه منحنی رطوبتی تیمارهای مختلف کود گاوی و شاهد، قبل و بعد از انکوباسیون.

Figure 4. Comparison of moisture curve of different treatments of cow manure and control, before and after incubation.



شکل ۵- مقایسه منحنی رطوبتی تیمارهای مختلف کود ورمی‌کمپوست و شاهد، قبل و بعد از انکوباسیون.

Figure 5. Comparison of moisture curve of different treatments of vermicompost fertilizer and control, before and after incubation.



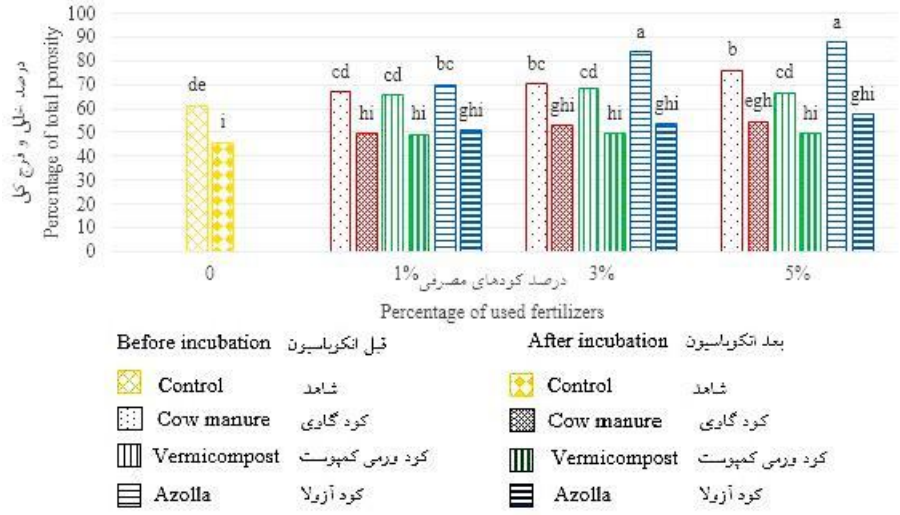
شکل ٦- مقایسه منحنی رطوبتی تیمارهای مختلف کود آزولا و شاهد، قبل و بعد از انکوباسیون.

Figure 6. Comparison of moisture curve of different treatments of Azolla fertilizer and control, before and after incubation.

توزیع اندازه‌ای خلل و فرج تیمارها: شکل‌های ۷ تا ۱۰، درصد حجمی تخلخل کل، ریز، متوسط و درشت را برای تیمارهای مختلف به‌ترتیب بیان می‌کند. شکل ۷ نشان می‌دهد قبل از دوره انکوباسیون، بالاترین درصد خلل و فرج، در تیمار ۵ درصد کود آزولا، مشاهده شده است. در طول دوره انکوباسیون با کاهش معنی‌دار میزان کل خلل و فرج در تمامی تیمارها، روبرو هستیم. این پدیده به‌دلیل فروپاشی

خاکدانه‌های موجود، در طول دوران انکوباسیون، ناشی از یون‌های سدیم باقی مانده، اتفاق افتاده است (۵). معمولاً درصد خلل و فرج کل را با درصد رطوبت اشباع خاک، با اندک اختلافی برابر در نظر می‌گیرند.

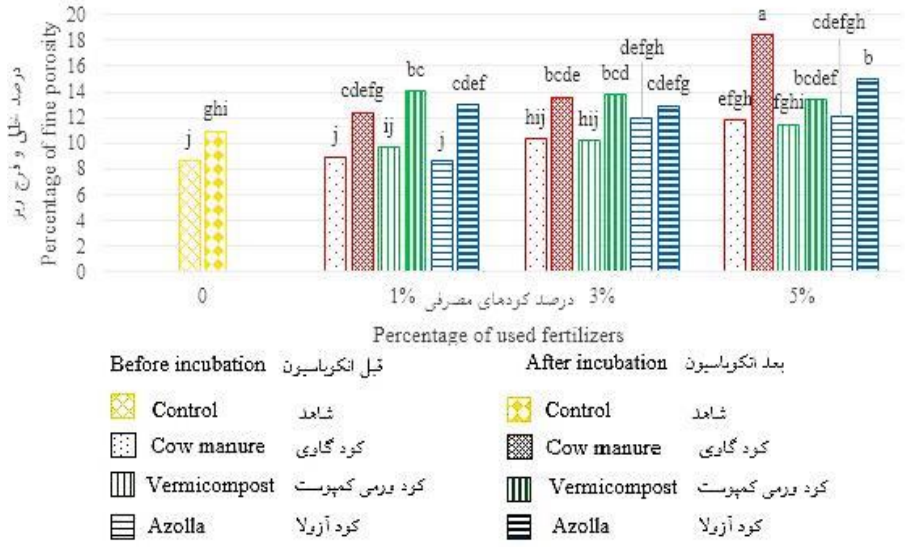
یزدان‌پناه و همکاران (۲۰۱۳)، با مطالعه روی خاک شور- سدیمی و آهکی توسط مواد اصلاحی کود دامی، تفاله پسته و گچ به‌صورت جداگانه و توأم در طی ٤ ماه انکوباسیون دریافتند که مقدار رطوبت اشباع در تیمار کود گاوی و تفاله پسته، افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد داشته است (٤١)، که با نتایج این پژوهش هماهنگ است. زین و همکاران (٢٠١٦)، طی پژوهشی که در چین انجام دادند، مواد اصلاحی کمپوست گیاهی (گندم- تخم شلغم روغنی- تخم پنبه) و مواد معدنی را با نسبت‌های متفاوت به خاک افزودند. ایشان بیان نمودند که تیمار کمپوست گیاهی به‌طور معنی‌داری افزایش رطوبت اشباع را نسبت به شاهد نشان داده است (۳۸). نتایج پژوهش حاضر نیز با آن هماهنگ است.



شکل ۷- مقایسه درصد کل خلل و فرج در تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 7. Comparison of percentage of total porosity in the treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

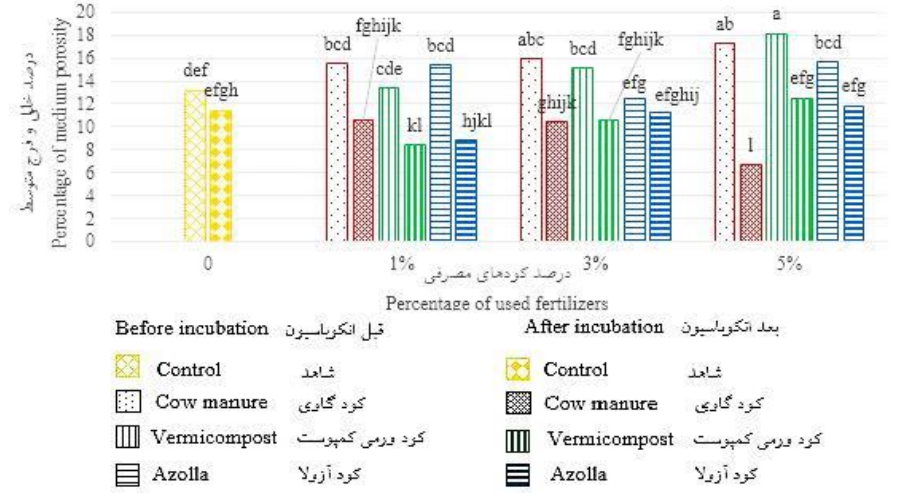
با توجه به شکل ۸، قبل از انکوباسیون عمدتاً تفاوت معنی‌داری در خلل و فرج ریز تیمارها مشاهده نمی‌شود. بعد از دوران انکوباسیون با افزایش معنی‌دار خلل و فرج ریز در تمام تیمارها روبرو هستیم که این موضوع، موجب افزایش نگهداشت آب در این تیمارها می‌گردد. در تیمارهای ۱، ۳ و ۵ درصد تمامی کودها، این افزایش خلل و فرج ریز نسبت به شاهد بعد از دوره انکوباسیون، به‌طور معنی‌داری نمایان شده است که تیمار ۵ درصد کود گاوی در بالاترین سطح قرار دارد. وجود مقدار بالای جذب سدیم بعد از دوران انکوباسیون سبب فروپاشی خاکدانه‌ها شد که مسبب تبدیل بخش قابل‌توجهی از خلل و فرج درشت و متوسط به خلل و فرج ریز گردید (۵).



شکل ۸- مقایسه درصد خلل و فرج ریز در تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 8. Comparison of percentage of fine porosity in the treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

شکل ۹، مقایسه‌ای بین مقادیر خلل و فرج متوسط در تیمارهای مختلف در طی دوره انکوباسیون را نشان می‌دهد. قبل از دوران انکوباسیون، بالاترین درصد خلل و فرج متوسط، در سطح ۵ درصد کود ورمی‌کمپوست مشاهده شد. در طول دوران انکوباسیون با کاهش معنی‌دار خلل و فرج متوسط در تمامی تیمارها مواجه هستیم، بیش‌ترین کاهش معنی‌دار در تیمار ۵ درصد کود گاوی رخ داده است. بخش اعظم آب قابل‌دسترس گیاهان، در خلل و فرج متوسط قرار دارد.



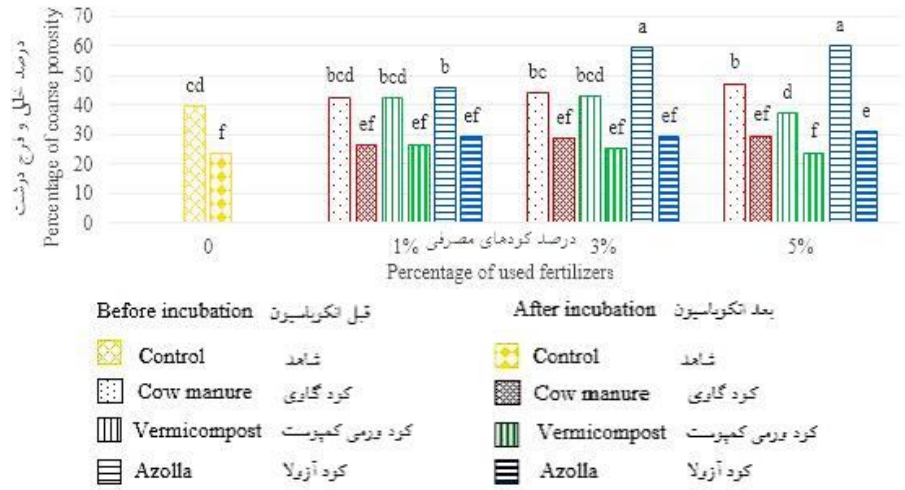
شکل ۹- مقایسه درصد خلل و فرج متوسط در تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 9. Comparison of percentage of medium porosity in the treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

علی‌مردانی و همکاران (۲۰۱۲) تأثیر مواد اصلاحی بقایای گیاهی یونجه، گچ و سولفات آلومینیوم را در اصلاح خاک‌های سدیمی بررسی کردند، نتایج نشان داد پس از انکوباسیون آب قابل‌استفاده گیاه، در تیمار ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه نسبت به تیمار شاهد سدیمی به‌طور معنی‌داری افزایش یافته است. دلیل این امر را تشکیل خاکدانه‌های بیش‌تر و بهبود میزان آب قابل‌دسترس گیاه به‌دلیل افزودن بقایای گیاهی بیان کردند (۲).

گو و همکاران (۲۰۱۶)، طی آزمایش یک‌ساله‌ای که روی خاک استان پینجی در چین انجام دادند، خاک سطحی (۲۰-۰ سانتی‌متری) را با کود گاوی و کود معدنی (N-P-K) به‌طور جداگانه مخلوط کردند. این زمین‌ها تحت کشت ذرت و گندم قرار داشت. تجزیه‌های خاک نشان داد که آب قابل‌دسترس گیاهی، در تیمار کود گاوی عمدتاً به‌طور معنی‌داری بالاتر از دیگر تیمارهاست (۱۲).

با توجه به شکل ۱۰، انجام فرآیند انکوباسیون سبب کاهش معنی‌دار درصد خلل و فرج درشت در تمامی تیمارها شده است. علت این پدیده آن است که در نتیجه جریان ترجیحی کاتیون‌هایی مانند کلسیم و منیزیم، نسبت جذبی سدیم افزایش یافته و سبب فروپاشی خاکدانه‌های درشت و کاهش خلل و فرج بین خاکدانه‌ای مربوطه شده است.

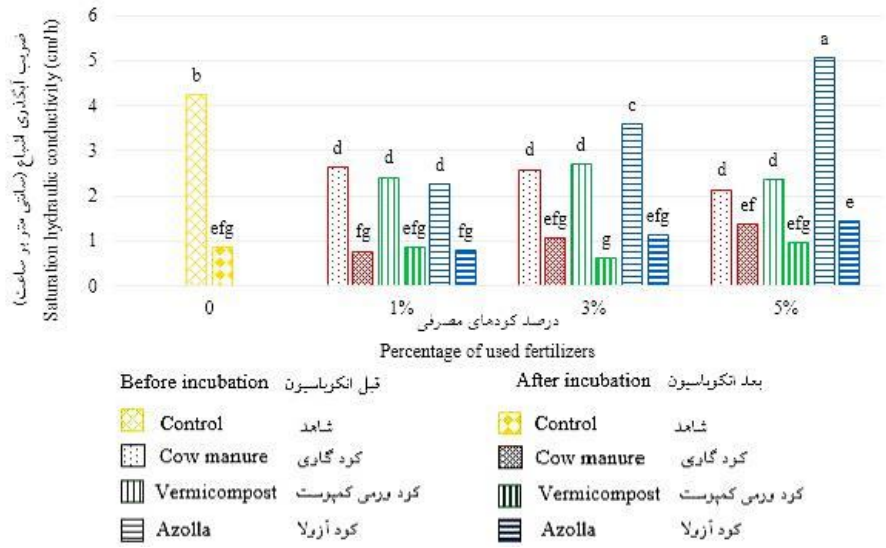


شکل ۱۰- مقایسه درصد خلل و فرج درشت تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 10. Comparison of percentage of coarse porosity in the treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

ضریب آبگذری اشباع در انواع تیمارها: شکل ۱۱ نشان می‌دهد که قبل از دوره انکوباسیون بالاترین ضریب آبگذری مربوط به تیمار ۵ درصد آزولا است. پس از دوران انکوباسیون، ضریب آبگذری در تمامی تیمارها با کاهش معنی‌دار روبرو شده است. با توجه به افزایش نسبت جذب سدیم بعد از انکوباسیون و شستشوی یون‌های کلسیم و منیزیم توسط جریان ترجیحی، این پدیده قابل توجیه است. یون‌های سدیم باقی‌مانده، با شعاع هیدراته زیاد، موجب کاهش خلل و فرج درشت و تبدیل آن‌ها به خلل و فرج ریز شده است که سبب کاهش ضریب آبگذری اشباع در تیمارهای مختلف گردیده است.

نتایج علی‌مردانی و همکاران (۲۰۱۲)، بیانگر افزایش معنی‌دار ضریب آبگذری اشباع در تیمارها نسبت به تیمار شاهد سدیمی بعد از ٤ ماه دوران انکوباسیون بود. آن‌ها نتیجه گرفتند که مواد اصلاحی یونجه گرچه باعث بهبود ضریب آبگذری اشباع به‌طور معنی‌دار نسبت به شاهد می‌شود (هماهنگ با نتایج ما در استفاده از کود گیاهی)، اما کاربرد توأم مواد آلی با مواد معدنی در خاک سدیمی نتیجه بهتری داشت (۲).



شکل ۱۱- مقایسه ضریب آبگذری اشباع تیمارها، قبل و بعد از انکوباسیون (حروف مشابه، نشان‌دهنده عدم اختلاف آماری معنی‌دار در سطح ۵٪ می‌باشد).

Figure 11. Comparison of saturation hydraulic conductivity of treatments, before and after incubation (Similar letters, indicate a significant difference in the level of 5%).

نتیجه‌گیری کلی

این پژوهش با هدف اصلاح خاک‌های شور-سدیمی انجام گردید، نتایج نشان داد، بعد از دوران انکوباسیون کاهش شوری و پ‌هاش و افزایش نسبت جذب سدیم در اکثر تیمارها دیده شد. در طول انکوباسیون تأثیر جریان ترجیحی در تیمارها سبب شستشوی کاتیون‌های کلسیم و منیزیم از پروفیل خاک و باقی‌ماندن کاتیون‌های سدیم شد، که سبب فروپاشی خاکدانه‌های موجود، کاهش خلل و فرج درشت و متوسط و تبدیل بخش اعظمی از آن‌ها به خلل و فرج ریز گردید در نتیجه کاهش ضریب آبگذری اشباع در تیمارها دیده شد. البته این اثرات تخریبی در تیمار ۵ درصد کود ورمی‌کمپوست و سپس تیمار ۳ درصد کود آزولا نسبت به بقیه تیمارها، کم‌تر بوده است.

از نتایج این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که به‌منظور اصلاح خاک‌های شور و سدیمی کشورمان، استفاده از کود ورمی‌کمپوست در سطح ۵ درصد و سپس کود آزولا در سطح ۳ درصد می‌تواند در اولویت باشد و باید از دادن کود گاوی به این خاک‌ها پرهیز شود.

منابع

1. Aksakal, E.L., Serdar, S., and Angin, I. 2016. Effects of vermicompost application on soil aggregation and certain physical properties. Land Degrade and Develop, 27: 983-995.
2. Ali Mardani, A., Delaware, M.A., and Golchin, A. 2012. The Effect of Adding Organic and Mineral Compounds on Some Physical Properties of a Sodium Soil. J. Soil Manage. Sust. (1) - Inable Production, 1: 2. (In Persian)
3. Bhuvaneshwari, K., and Kumar, A. 2013. Agronomic potential of the association Azolla-Anabaena. Science Research Reporter, 3: 1. 78-82.
4. Bremner, D.C., and Mulvaney, J.M. 1982. Total Nitrogen. In: Methods of Soil Analysis. (A.L. Page, R.H. Miller and D.R. Keaney, eds). Number 9, Part 2, America Society of Agronomy.
5. Carrow, R.N., and Duncan, R.R. 2011. Best management practices for saline and sodic turfgrass soils: assessment and reclamation. CRC Press.
6. Chaney, K., and Swift, R.S. 1986. Studies on aggregate stability of reformed soil aggregates. J. Soil Sci. 37: 337-343.
7. Chorom, M., and Rengasamy, P. 1997. Carbonate chemistry, pH and physical properties of an alkaline sodic soil as affected by various amendments. Austr. J. Soil Res. 35: 149-161.
8. Emami, A. 1997. Plant decomposition methods. Ministry of Agriculture publication, Water and Soil Research Institute. 1. (In Persian)
9. Flagella, Z., Cantore, V., Giuliani, M.M., Tarantino, E., and De Caro, A. 2002. Crop salt tolerance: Physiological, yield and quality aspects. Recent Research Development Plant Biology, 2: 155-186.
10. Goswami, L., Nath, A., Sutradhar, S., Bhattacharya, S.S., Kalamdhad, A., Vellingiri, K., and Kim, K.H. 2017. Application of drum compost and vermicompost to improve soil health, growth, and yield parameters for tomato and cabbage plants. J. Environ. Manage. 200: 243-252.
11. Gupta, R.K., Singh, R.R., and Abrol, I.P. 1989. Influence of simultaneous changes in sodicity and pH on the hydraulic conductivity of alkali soil under rice culture. Soil Science, 147: 28-33.
12. Guo, L., Wu, G., Li, Y., Li, C., Liu, W., Meng, J., Liu, H., Yu, X., and Jiang, G. 2016. Effects of cattle manure compost combined with chemical fertilizer on topsoil organic matter, bulk density and earthworm activity in a wheat-maize rotation system in Eastern China. Soil and Tillage Research, 156: 140-147.
13. Hanay, A., Buyuksanmz, F., Kiziloglu, F.M., and Canbolat, M.V. 2004. Reclamation of saline-sodic soils with gypsum and MSW compost. Compost Science and Utilization, 12: 175-179.
14. Holmgren, G.S., Juve, R.L., and Geschwender, R.C. 1977. A mechanically controlled variable rate leaching device. Soil Sci. Soc. Amer. J. 41: 1207-1208.
15. Jalali, M., and Ranjbar, F. 2009. Effects of sodic water on soil sodicity and nutrient leaching in poultry and sheep manure amended soils. Geoderma, 153: 1. 194-204.
16. Joshi, R., Vig, A.P., and Singh, J. 2013. Vermicompost as a soil supplement to enhance growth, yield and quality of Teiticum aestivum L.: a field study. Inter. J. Recycl. Org. Waste Agric. 2: 16. DOI: 10.1186/2251-7715-2-16.
17. Kay, B.D. 1990. Rates of change of soil structure under different cropping systems. Soil Sci. Soc. Amer. J. 12: 1-52.
18. Khotabayi, M., Emami, H., Astarai, A., and Photovat, A. 2015. The Effect of Organic Materials and Plaster on Some Characteristics of Corn in Salt-Sodium Soil. Iran. J. Crop Res. 12: 4. 664-658. (In Persian)
19. Kirkham, M. 2005. Principles of soil and plant water relations. Academic Press.
20. Klute, A. 1986. Water retention: Laboratory methods. Methods of Soil Analysis: Part 1- Physical and Mineralogical Methods, Pp: 635-662.

21. Kollah, B., Patra, A.K., and Mohanty, S.R. 2016. Aquatic microphylla Azolla: a perspective paradigm for sustainable agriculture, environment and global climate change: A Review, Environmental Science and Pollution Research, 23: 4358-4369.
22. Li, F.H., and Keren, R. 2009. Calcareous sodic soil reclamation as affected by corn stalk application and incubation: A laboratory study. Pedosphere, 19: 465-475.
23. McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and Microbiological properties, Pp: 199-224.
24. Mitchell, J.P., Shennan, C., Singer, M.J., Peters, D.W., Miller, R.O., Prichard, T., Grattan, S.R., Rhoades, J.D., May, D.M., and Munk, D.S. 2000. Impacts of gypsum and winter cover crops on soil physical properties and crop productivity when irrigated with saline water. Agricultural Water Management, 45: 55-71.
25. Nelson, P.N., and Oades, J.M. 1996. Organic matter, sodicity and soil structure. In: Sodic Soils: Distribution, Processes, Management and Environmental Consequences. Oxford University Press, New York.
26. Qadir, M., and Oster, J.D. 2004. Review, crop and irrigation management strategies for saline-sodic soils and waters aimed at environmentally sustainable agriculture. Science of Total Environment, 323: 1-19.
27. Qadir, M., Ghafoor, A., and Murtaza, G. 2001. Use of saline-sodic waters through phytoremediation of calcareous saline-sodic soils. Agricultural Water Management, 50: 197-210.
28. Peltre, C., Gregorich, E.G., Bruun, S., Jensen, L.S., and Magid, J. 2017. Repeated application of organic waste affects soil organic matter composition: Evidence from thermal analysis, FTIR-PAS, amino sugars and lignin biomarkers. Soil Biology and Biochemistry, 104: 117-127.
29. Robbins, C.W. 1986. Sodic Calcareous soil reclamation as affected by different amendments and crops. Agron. J. 78: 916-920.
30. Rusta, M.J., Golchin, A., Siyadat, H., and Salehrastin, N. 2003. Effect of organic matter and mineral compounds on some chemical properties and biological activity of a sodium soil. J. Soil Water Sci. 16: 1. (In Persian)
31. Shi, Y., Zhao, X., Gao, X., Zhang, Sh., and Wu, P. 2016. The effects of long-term fertilizer applications on soil organic carbon and hydraulic properties of a loess soil in China. Land Degradation and Development, 27: 60-67.
32. Tazeh, E.S., Pazira, E., Neyshabouri, M.R., Abbasi, F., and Abyaneh, H.Z. 2013. Effect of Two organic amendments on EC, SAR and soluble ions concentration in a salinesodic soil. Inter. J. Biosci. (IJB). 3: 9. 55-68.
33. Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2006. The relationships between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. Soil Tillage Research, 91: 186-198.
34. Valzano, F.P., Greene, R.S.B., Murphy, B.W., Rengasamy, P., and Jarwal, S.D. 2001. Effects of gypsum and stubble retention on the chemical and physical properties of a sodic grey Vertosol in western Victoria. Austr. J. Soil Res. 39: 1333-1347.
35. Walker, D.J., and Bernal, M.P. 2008. The effects of olive mill waste compost and poultry manure on the availability and plant uptake of nutrients in a highly saline soil. Bio Resources Technology, 99: 396-403.
36. Walkley, A., and Black, I.A. 1934. An examination of the dictagraph method for determining soil organic matter and proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Science, 37: 29-38.
37. Wong, V.N.L., Dalal, R.C., and Greene, R.S.B. 2009. Carbon dynamics of sodic and saline soils following gypsum and organic material additions: A laboratory incubation. Applied Soil Ecology, 41: 29-40.
38. Xin, X., Zhang, J., Zhu, A., and Zhang, C. 2016. Effects of long-term (23 years) mineral fertilizer and compost application on physical properties of fluvo-aquic soil in the North China Plain. Soil and Tillage Research, 156: 166-172.

39. Yadav, R.K., Abrahami, G., Singh, Y.V., and Singh, P.K. 2014. Advancements in the Utilization of Azolla-Anabaena System in Relation to Sustainable Agricultural Practices. A Review, Indian National Science Academy, 80: 301-316.
40. Yague, M.R., Domingo-Olive, F., Bosch-Serra, A.D., Poch, R.M., and Boixadera, J. 2016. Dairy cattle manure effects on soil quality: Porosity, earthworms, aggregates and soil organic carbon fractions. Land Degradation and Development, 27: 1753-1762.
41. Yazdan-Panah, N., Pazira, A., Neshat, A., and Mahmoud Abadi, M. 2013. Investigation of the effect of various correctional materials on the physico-chemical properties of saline and sodium soils. Quar. J. Drought. 2: 1. (In Persian)

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 26(2), 2019
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2019.15112.3026

Comparison of the effect of cow manure, vermicompost and Azolla on the chemical and hydraulic properties of saline-sodic soil

***P. Sharifi[1], M. Shorafa[2] and M.H. Mohammadi[3]**
[1]M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Tehran University, [2]Professor, Dept. of Soil Science, Tehran University, [3]Assistant Prof., Dept. of Soil Science, Tehran University
Received: 05.21.2018; Accepted: 01.19.2019

Abstract

Background and Objectives: Salinity and sodimization of soils are two factors of land degradation, especially in arid and semi-arid regions of the world. Iran is also located in an arid and semi-arid region and saline-sodic soils cover large areas of Iran. Considering that saline-sodic soils have poor physical, chemical and biological properties that reduce the absorption of nutrients by plants and eventually decline in their growth and yield. The use of reformers, including organic matter, can often be a suitable solution for improving the fertility of saline-sodic soils.

Materials and Methods: In this study, saline-sodic soil was collected from Nazar-Abad area of Karaj and was mixed with three levels of 1, 3 and 5 percent of cow manure, vermicompost and Azolla (as Organic modifier). Then the treatments were incubated for 5 months at 20 °C temperature and field capacity moisture. The chemical and physical properties of the control soil, fertilizers and some chemical and hydraulic properties of the treatments were evaluated before and after incubation.

Results: The electrical conductivity of the control soil was 13.09 dS/m and its sodium absorption ratio was 23.02. After incubation period, 5% Azolla and Vermicompost treatment are at the lowest salinity level. pH reductions in treatments were mostly non-significant. The highest range of changes in the sodium absorption ratio was related to 5% cow manure treatments with a significant difference relative to all treatments. Except for saturated moisture content, there was no significant difference in the amount of moisture in a given suction in different treatments. During the incubation period, there is a significant decrease in the total amount of porosity in all treatments. This decrease was significant in mean porosity in all treatments, the most significant decrease was observed in 5% cow manure treatment and however 5% vermicompost treatment had the highest mean porosity. Due to the fact that most of the water available to plants is in the middle pores, the addition of vermicompost fertilizer at 5% level to saline-sodic can provide optimal conditions for plant growth in the soil.

Conclusion: After incubation period, salinity and pH reduction and increasing of sodium absorption ratio were observed in most treatments. On the other hand, it reduced the coarse and mean porosity, resulting in a decrease in the saturation hydraulic conductivity in the treatments. According to the findings of this study, Vermicompost fertilizer at the level of 5%, with chemical and hydraulic correction of saline-sodic soil, showed its superiority among these three fertilizers and then the Azolla at the level of 3% is given priority.

Keywords: Incubation, Organic matter, Saline-Sodic Soil improvement, Soil properties

* Corresponding Author; Email: p.69.sharifi@ut.ac.ir