Arch

نشریه پژوهش‌های حفاظت آب و خاک
جلد بیست و پنجم، شماره پنجم، ۱۳۹۷
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.12334.2691

تأثیر زئولیت و کود گاوی بر برخی پارامترهای فیزیکی خاک

سیده‌زهره تقدیسی‌حیدریان[۱]، *رضا خراسانی[۲] و حجت امامی[۲]
[۱]دانشجوی کارشناسی‌ارشد گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد، [۲]دانشیار گروه علوم خاک، دانشگاه فردوسی مشهد
تاریخ دریافت: ۹۶/۱۲/۶ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۷/۷/۲۳

چکیده

سابقه و هدف: برای مدیریت بهینه منابع آب و خاک توجه به ویژگی‌های فیزیکی خاک به‌خصوص ساختمان خاک ضروری است. ویژگی‌های فیزیکی خاک با اضافه کردن مواد آلی و معدنی بهبود می‌یابد. اضافه کردن برخی مواد آلی همواره سبب افزایش کارایی جذب عناصر و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌شود اما اثر برخی از مواد معدنی مانند زئولیت علی‌رغم تأثیر مثبت بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک می‌تواند تأثیر منفی نیز داشته باشد که احتیاج به پژوهش بیش‌تری دارد. بنابراین، این پژوهش با هدف تأثیر کاربرد زئولیت و کود گاوی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک انجام شد.

مواد و روش‌ها: به‌منظور بررسی تأثیر زئولیت و کود گاوی بر برخی پارامترهای فیزیکی در خاک زیر کشت گیاه ذرت آزمایش گلدانی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه پژوهشی در شرایط کنترل شده انجام شد. فاکتورهای آزمایشی شامل زئولیت طبیعی در سه سطح (صفر، ٦، ۱۲ درصد وزنی) و کود گاوی پوسیده در سه سطح (صفر، ۰/۵، ۱ درصد وزنی یا صفر، ۲۰، ٤۰ تن هکتار) بودند. خاک آزمایشی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از مرکز تحقیقات آب و خاک مشهد نمونه‌برداری شد. ویژگی‌های اولیه خاک، کود گاوی و زئولیت طبق روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شد. خاک هر گلدان با تیمارهای آزمایشی با نسبت‌های معین مخلوط و بذر ذرت در آن کاشته شد. مراقبت روزانه و آبیاری همه گلدان‌ها با آب مقطر در حد ظرفیت زراعی براساس روش وزنی تا قبل از گلدهی گیاه ذرت به‌مدت ۷۵ روز انجام شد. در پایان دوره رشدی گیاه از طوقه جدا و خاک هر گلدان هوا خشک شد. ویژگی‌های فیزیکی شامل جرم مخصوص ظاهری، درصد رطوبت اشباع، رس قابل پراکنش در آب و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها براساس روش‌های استاندارد اندازه‌گیری شدند.

یافته‌ها: نتایج نشان داد که افزایش مقدار زئولیت، سبب افزایش درصد رطوبت اشباع (تخلخل کل خاک)، رس قابل پراکنش در آب و کاهش جرم مخصوص ظاهری و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) شد. کود گاوی سبب کاهش معنی‌دار جرم مخصوص ظاهری، رس قابل پراکنش در آب و افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر)

* مسئول مکاتبه: khorasani@um.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

شد. علی‌رغم تأثیر مثبت زئولیت بر روی جرم مخصوص ظاهری و درصد رطوبت اشباع، بر مقدار رس قابل پراکنش در آب و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) تأثیر منفی داشت.

نتیجه‌گیری: زئولیت مانند هر ترکیب دیگرممکن است اثرات مثبت و منفی داشته باشد. علی‌رغم تأثیر مثبت زئولیت بر برخی ویژگی‌ها، بر رس قابل پراکنش در آب و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) تأثیر منفی داشت. با توجه به اثر مثبت کود گاوی بر رس قابل پراکنش در آب و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها تلفیق کود گاوی با زئولیت جهت تعدیل اثر منفی زئولیت تا حدودی قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: پایداری ساختمان، تخلخل، رس قابل پراکنش در آب، زئولیت، کود گاوی

مقدمه

خاک به‌عنوان بستر کشت محصولات نقش مهمی در توسعه بخش کشاورزی ایفا می‌کند و منبع اصلی عناصر غذایی برای گیاهان است. بنابراین توجه به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک از اهمیت زیادی برخوردار است. ساختمان خاک یکی از مهم‌ترین ویژگی‌های فیزیکی خاک می‌باشد. ساختمان خاک عامل کلیدی در بهبود رشد گیاهان است و با تأثیر بر توزیع ریشه، جذب آب و عناصر غذایی بر رشد گیاه نیز مؤثر است. از جمله راه‌های بهبود ویژگی‌های فیزیکی و تغذیه‌ای خاک، افزودن مواد آلی و معدنی به خاک می‌باشد. افزودن ماده آلی به خاک از طریق تجزیه تدریجی در خاک و تولید انواع متابولیت‌ها و اسیدهای آلی که سبب چسبندگی ذرات خاک می‌شوند سبب بهبود ساختمان خاک، خاکدانه‌سازی، افزایش هم‌آوری ذرات رس، فراهمی بیش‌تر عناصر غذایی، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی و نگهداری آب در خاک شده و کمبود آن موجب ناپایداری ساختمان و کاهش حاصلخیزی خاک می‌شود، بنابراین باید میزان ماده آلی خاک را افزایش داد. کاربرد مواد آلی به‌ویژه کود گاوی علاوه بر تأمین بخشی از نیاز غذایی گیاه با اتصال ذرات خاک به یکدیگر و تشکیل خاکدانه سبب بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک هم‌چون افزایش نفوذپذیری، کاهش جرم مخصوص ظاهری، رشد بهتر ریشه و به دنبال آن افزایش رشد گیاه می‌شود (۱۸). گرزابک و همکاران (۱۹۹۵) افزایش معنی‌داری در پایداری خاکدانه‌ها در اثر کاربرد ماده آلی مشاهده کردند، به‌گونه‌ای که در کرت حاوی کود حیوانی پایداری ساختمان خاک بیش‌تر بود (۱۲). کارون و همکاران (۱۹۹۶) معتقدند که مواد آلی سرعت خیس شدن خاکدانه‌ها و حساسیت ساختمان خاک به تخریب را کاهش می‌دهند (۸). استون و اکود (۱۹۹۳) گزارش کردند به‌کارگیری کود آلی در خاک با تغییر اندازه خلل و فرج و افزایش منافذ ریز و متوسط، سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک می‌شود (۳۶). تجادا و گونزالز (۲۰۰۸) گزارش کردند کود دامی در خاک، سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری و افزایش منافذ خاک شد (۳۷).

علاوه بر کودهای آلی، یکی از رایج‌ترین مواد معدنی که می‌توان برای بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک به‌ویژه افزایش ظرفیت ذخیره رطوبت خاک استفاده نمود زئولیت است. زئولیت‌ها کانی‌های آلومینوسیلیکاته از فلزات قلیایی و قلیایی خاکی می‌باشند که از یک شبکه سه‌بعدی بی‌نهایت وسیع از چهارضلعی‌های AlO_4 و SiO_4 که به‌وسیله اشتراک اتم‌های اکسیژن به هم متصل هستند، ساخته شده‌اند و

www.SID.ir

Archive of SID

به دو صورت طبیعی و مصنوعی (سنتزی) هستند. جایگزینی Si^{4+} توسط Al^{3+} در ورقه تتراهدرال باعث ایجاد بار منفی و افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی شده است که این بار منفی توسط کاتیون‌های قابل تبادل به تعادل می‌رسند. این مواد حاوی کانال‌ها و حفره‌های به هم متصل هستند که این فضاها توسط کاتیون‌ها و ملکول‌های آب اشغال شده‌اند که هر کدام قابلیت تحرک و در نتیجه قابلیت تبادل یونی و آب‌زدایی برگشت‌پذیر را دارا می‌باشند (۲۵). زئولیت به‌دلیل داشتن تخلخل زیاد و ساختار کریستالی می‌تواند تا بیش از ٦٠ درصد وزن خود آب را جذب کند و به‌عنوان سوپرجاذب معدنی (۹) سبب افزایش ظرفیت نگهداری آب به‌ویژه در خاک‌های شنی (به‌دلیل قابلیت نگهداری ضعیف آب) شود که این امر با توجه به اقلیم خشک و نیمه‌خشک کشور ما نمی‌تواند بسیار با اهمیت باشد. همچنین کاتیون‌ها به راحتی می‌توانند در داخل شبکه حرکت کنند بدون این‌که ساختار شبکه دچار تغییر شود (۳۲). نقش مفید و کارآمد زئولیت‌ها در بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک از طریق تغییر ساختمان خاک، افزایش ظرفیت تبادل کاتیونی، افزایش میزان دسترسی گیاه به آب و کاهش چسبندگی ذرات خاک و بهبود شرایط تهویه خاک توسط میشرا و جاین (۲۰۱۱) ثابت شده است (٢٤). ژیبین و هانگ (۲۰۰۱) نشان دادند زئولیت نفوذ آب به داخل خاک را تا ۳۵ درصد در شیب تند افزایش داد (۳۹). نوری و همکاران (۲۰۰٦) دریافتند که استفاده از زئولیت کیفیت خاک را بهبود می‌بخشد و موجب افزایش عملکرد گیاهان زراعی می‌شود (۲۸). باتاچاریا و همکاران (۱۹۹۳) بیان کردند که زئولیت به‌عنوان اصلاح‌کننده خاک این قابلیت را دارد که آب خاک را جذب کند و اثرات تنش در گیاهان زراعی را تعدیل بخشد (۵). اما کاربرد زئولیت ممکن است علاوه بر تأثیر مثبت تأثیر منفی بر ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک بگذارد. این که زئولیت دقیقاً می‌تواند بر کدام ویژگی‌ها تأثیر منفی داشته باشد هنوز کاملاً مشخص نیست. بسته به این‌که زئولیت برای چه هدفی و در چه خاکی استفاده می‌شود می‌تواند اثرات متفاوتی داشته باشد (۲۳).زئولیت‌ها به‌عنوان کودهای کندرها، با جذب و به دام انداختن عناصر غذایی مشکلات تلفات و آبشویی عناصر و در نتیجه آلودگی آب‌های زیرزمینی را کاهش می‌دهد و از طرف دیگر، به‌دلیل این ویژگی، زئولیت ممکن است اثر معکوس در رشد گیاه داشته باشد به این صورت که آن‌ها می‌توانند سطوح بالایی از سدیم را به داخل بستر رها کنند و یا با جذب عناصر غذایی در کانال‌های خود، با ریشه گیاه رقابت می‌کنند (٢٦). از جمله طبق گزارش حمیدپور و همکاران (۲۰۱۲) اضافه کردن زئولیت ممکن است سبب آزاد شدن یون سدیم در خاک شود که این امر می‌تواند افزایش پراکندگی ذرات خاک و ناپایداری ساختمان خاک را به همراه داشته باشد (١٦). بنابراین بهتر است کاربرد آن در خاک‌ها به همراه مواد آلی و بر اساس ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن خاک انجام شود. پژوهش حاضر با هدف بررسی تأثیرات منفی زئولیت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک که برای بررسی امکان تعدیل این ویژگی‌ها با استفاده از کود گاوی انجام شد. بنابراین این مطالعه با هدف بررسی تأثیر کاربرد زئولیت و کود گاوی بر برخی ویژگی‌های فیزیکی خاک برای کشت گیاه ذرت انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور بررسی تأثیر زئولیت و کود گاوی بر برخی پارامترهای فیزیکی در خاک زیر کشت گیاه ذرت، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی در سه تکرار در گلخانه پژوهشی تحت شرایط کنترل شده با میانگین حداقل و حداکثر دما

www.SID.ir

Archive of SID

۲۷-۱۸ درجه سانتی‌گراد و رطوبت نسبی ۹۲-۷۲ درصد انجام شد.

تعیین ویژگی‌های خاک و کود گاوی: خاک مورد بررسی از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری از مزرعه مرکز تحقیقات آب و خاک مشهد نمونه‌برداری شد و پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۲ میلی‌متری جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک به آزمایشگاه منتقل شد. ویژگی‌های خاک (جدول ۱) شامل بافت خاک (شن لومی) به روش هیدرومتری (۱۱)، رطوبت خاک به روش وزنی، pH خاک (اسیدیته) در گل اشباع به‌وسیله دستگاه pHمتر (۱۹)، هدایت الکتریکی (EC) در عصاره گل اشباع به‌وسیله دستگاه ECمتر (۱۹)، میزان کربن آلی (OC) به روش اکسیداسیون تر (۳۸)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۷)، فسفر و پتاسیم قابل‌استفاده به‌ترتیب به روش استخراج با بیکربنات سدیم (۲۹) و استات آمونیوم (۳۰) توسط دستگاه اسپکتروفتومتر و فلیم‌فتومتر اندازه‌گیری شدند. کود گاوی پوسیده شده پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ۰/۵ میلی‌متری جهت تعیین ویژگی‌های شیمیایی به آزمایشگاه منتقل و ویژگی‌های مانند pH و EC در نسبت ۱:۵ کود به آب، میزان کربن آلی به روش واکلی وبلک (۳۸)، نیتروژن کل به روش کجلدال (۷)، فسفر و پتاسیم به روش هضم خشک (۲۱) تعیین شد (جدول ۱).

جدول ۱- برخی از ویژگی‌های فیزیکی وشیمیایی خاک و کود گاوی مورد استفاده.

Table 1. Some physical and chemical properties of the Soil and Cow manure used.

کود گاوی Cow manure	خاک Soil	واحد measure	ویژگی Properties
8.47	7.67	-	پ‌هاش خاک pH*
13.26	0.59	(dSm^{-1})	قابلیت هدایت الکتریکی EC*
45.24	0.16	(٪)	کربن آلی OC
-	1.44	(gcm^{-3})	جرم مخصوص ظاهری BD
15750	210	($mgkg^{-1}$)	نیتروژن N(Total)
6391.65	8.50	($mgkg^{-1}$)	فسفر قابل‌استفاده P
32718.89	95.85	($mgkg^{-1}$)	پتاسیم قابل‌استفاده K
-	69.28	(٪)	شن Sand
-	20.00	(٪)	سیلت Silts
-	10.72	(٪)	رس Clay
1964	1.98	($mgkg^{-1}$)	آهن قابل‌استفاده Fe
362	0.35	($mgkg^{-1}$)	روی قابل‌استفاده Zn
119	2.09	($mgkg^{-1}$)	منگنز قابل‌استفاده Mn

* نسبت۱:۵ کود به آب

* Ratio of 1:5 fertilizer to water

www.SID.ir

Archive of SID

تعیین ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زئولیت: زئولیت طبیعی کلینوپتیلولایت مورد استفاده در این پژوهش، از شرکت افرند توسکا با اندازه ۱-۰/۵ میلی‌متر که مربوط به معادن سمنان بود تهیه شد. پس از انتقال به آزمایشگاه علاوه بر ویژگی‌های اولیه که توسط شرکت ارائه شده بود (جدول ۲) مقادیر pH و EC در نسبت ۱:۲ زئولیت به آب تعیین شد (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه شیمیایی زئولیت.

Table 2. Chemical analysis of zeolite.

ترکیب شیمیایی Chemical composition	SiO_2	Al_2O_3	CaO	K_2O	Na_2O	Fe_2O_3	MgO	TiO	MnO	P_2O_5	L.O.I*
(٪)	66.5	11.8	3.1	2.1	2	1.3	0.8	0.3	0.04	0.01	12

* افت حرارتی یا تقلیل وزنی حرارتی (Loss on Ignition)

جدول ۳- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی زئولیت طبیعی.

Table 3. Some physical and chemical properties of natural zeolite.

ویژگی Parameter	*pH	*EC	CEC	جرم مخصوص Bulk density	درجه خلوص Degree of purity
	–	($dS\ m^{-1}$)	($cmol{+}kg^{-1}$)	($g\ cm^{-3}$)	(٪)
مقدار Amount	9.41	0.753	160-180	1.8	85-95

* نسبت ۱:۲ زئولیت به آب

* Ratio of 1:2 zeolite to water

پ‌هاش خاک pH　　قابلیت هدایت الکتریکی EC　　ظرفیت تبادل کاتیونی CEC

تیمارهای آزمایشی و کشت گیاه: ابتدا در هر گلدان ۵ کیلوگرم خاک پس از هوا خشک شدن و عبور از الک ٤ میلی‌متری با تیمارهای آزمایشی که شامل زئولیت طبیعی در سه سطح (Z_1: عدم استفاده از زئولیت، Z_2: ٦ درصد وزنی و Z_3: ۱۲ درصد وزنی) و کود گاوی پوسیده در سه سطح (M_1: عدم استفاده از کود گاوی، M_2: ۰/۵ درصد وزنی یا ۲۰ تن در هکتار و M_3: ۱ درصد وزنی یا ٤۰ تن در هکتار) بودند با نسبت‌های معین مخلوط شدند. علاوه بر آن مقادیر توصیه کودی نیتروژن، فسفر و پتاسیم به‌ترتیب به مقدار ۲۰، ۸، ۲۵ میلی‌گرم بر کیلوگرم از منابع سولفات آمونیوم (محلول)، فسفات کلسیم (پودری) و سولفات پتاسیم (محلول) به خاک گلدان‌ها اضافه شد. در هر گلدان ۸ بذر ذرت (سینگل کراس ۷۰٤) در آذرماه سال ۱۳۹۵ کاشته شد و در مرحله دو برگی به دو بوته کاهش یافت. آبیاری همه گلدان‌ها با آب مقطر در حد ظرفیت زراعی بر اساس روش وزنی تا قبل از گلدهی گیاه ذرت به‌مدت ۷۵ روز انجام گرفت.

برداشت گیاه و آنالیز خاک: در پایان دوره رشد (بهمن‌ماه)، اندام هوایی گیاه ذرت از محل طوقه جدا و نمونه‌های خاک جهت تعیین ویژگی‌های فیزیکی خاک بعد از برداشت گیاه، هوا خشک شدند. ویژگی درصد رطوبت اشباع به روش وزنی، جرم مخصوص

www.SID.ir

Archive of SID

ظاهری (BD) به روش کلوخه و پوشش دادن آن با پارافین (٦) اندازه‌گیری شد. مقدار رس قابل پراکنش در آب (WDC) به روش رنگاسمی (۱۹۸٤) اندازه‌گیری شد (۳۳). به این صورت که خاک هوا خشک شده به همراه آب مقطر تشکیل سوسپانسیون داده محلول موردنظر را هم زده و حدود ۲ ساعت کنار گذاشته شد بعد از آن میزان رس قابل پراکنش از عمق ۱۰ سانتی‌متری به روش پی‌پت اندازه‌گیری و در آون خشک و به‌صورت درصدی از کل رس موجود در نمونه بیان شد. میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (MWD) و میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (GWD) به روش الک تر و خشک اندازه‌گیری شد (۲۰). در روش الک تر ابتدا خاک هوا خشک شده از الک ۸ میلی‌متری عبور داده شد. ۵۰ گرم از خاکدانه‌ها وزن و روی سری الک‌ها با قطر منافذ ٤، ۲، ۱، ۰/۵ و ۰/۲۵ میلی‌متری که به‌ترتیب از بالا به پایین قرار داده شده بود و سری الک‌های درون آب توسط دستگاه شیکرالک با نوسان ۳۰ تا ۳۵ بار در دقیقه به‌مدت ۳ دقیقه الک شد. پس از پایان الک کردن، الک‌ها به آرامی از آب خارج شده، خاکدانه‌های باقی‌مانده روی هر الک شسته شده و در آون در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد خشک و وزن شدند. سپس خاکدانه‌های باقی‌مانده مربوط به هر الک از الک ۰/۰۵ عبور داده شد تا تصحیح شن صورت بگیرد و جرم واقعی خاکدانه‌ها بر روی هر الک محاسبه شود. مقدار خاکدانه‌های باقی‌مانده بر روی سری الک خشک نیز تعیین شد و سپس با استفاده از معادله‌های زیر میانگین وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر و خشک) محاسبه شد:

$$MWD = \sum_{i=1}^{n} x_i w_i \qquad (۱)$$

$$GWD = exp\left[\frac{\sum_{i=1}^{n} wi \log xi}{\sum_{i=1}^{n} wi}\right] \qquad (۲)$$

که در آن، n تعداد الک‌ها، x_i میانگین قطر دو الک متوالی، w_i نسبت وزن خاکدانه‌های روی هر الک به وزن خشک کل خاکدانه‌ها است. از تفاضل میانگین‌های وزنی و هندسی قطر خاکدانه‌ها حاصل از دو روش الک تر و خشک نیز به‌عنوان معیاری از پایداری خاکدانه‌ها استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: آنالیز آماری داده‌های آزمایش با استفاده از نرم‌افزار JMP8 و مقایسه میانگین‌ها بر اساس آزمون حداقل تفاوت معنی‌داری (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

جرم مخصوص ظاهری: براساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، تأثیر متقابل زئولیت و کود گاوی اثر معنی‌داری بر جرم مخصوص ظاهری نداشت در حالی‌که اثرات ساده زئولیت و کود گاوی بر جرم مخصوص ظاهری به‌ترتیب در سطح آماری ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر ساده زئولیت بر جرم مخصوص ظاهری نشان داد که افزایش سطح زئولیت سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری شد و بیش‌ترین مقدار جرم مخصوص ظاهری مربوط به عدم استفاده از زئولیت بود. جرم مخصوص ظاهری در تیمارهای ٦ و ۱۲ درصد زئولیت در مقایسه با عدم مصرف زئولیت به‌ترتیب ۵/۰۲ و ۱۱/۱ درصد کاهش داشت (جدول ۵). با کوچک‌تر شدن قطر ذرات جرم مخصوص ظاهری کاهش می‌یابد و دلیل آن افزایش تخلخل کل است. در واقع سهم وزن ذرات جامد در واحد حجم کم‌تر شده و جرم مخصوص کاهش می‌یابد. زئولیت‌ها به‌دلیل داشتن تخلخل زیاد، تخلخل خاک را افزایش و سبب بهبود شرایط تهویه خاک در طولانی‌مدت شده که این مسأله

www.SID.ir

Archive of SID

سبب رشد مناسب گیاه می‌شود (۳۵). زنگویی‌نسب و همکاران (۲۰۱۳) دریافتند که کاربرد سوپرجاذب در خاک موجب کاهش جرم مخصوص ظاهری خاک شد که علت این امر ناشی از انبساط خاک بوده است (٤٠). میرزائی و همکاران (۲۰۰۹) گزارش کردند که تیمارهای زئولیت سبب افزایش جرم مخصوص ظاهری خاک شد، اما اثر متقابل کودهای آلی و زئولیت سبب کاهش معنی‌دار آن نسبت به شاهد شد (۲۲). علاوه بر این اثر ساده کود گاوی بر جرم مخصوص ظاهری نشان داد که افزایش سطح کود گاوی سبب کاهش جرم مخصوص ظاهری شد به‌گونه‌ای که افزودن ۰/۵ درصد کود گاوی نیز سبب کاهش ٦/٩٦ درصد جرم مخصوص ظاهری نسبت به عدم مصرف کود گاوی شد و کاربرد ۱ درصد کود گاوی اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی و عدم مصرف کود گاوی نداشت (جدول ۵). نتایج گوپتا و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که جرم مخصوص ظاهری با افزایش ماده آلی به خاک به‌دلیل افزایش خلل و فرج خاک کاهش می‌یابد (۱۵). زیتین و آران (۲۰۰۳) به‌منظور بررسی اثر ماده آلی بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، افزایش درصد تخلخل و کاهش جرم مخصوص ظاهری، نسبت به شاهد گزارش کردند (٤١).

درصد رطوبت اشباع: آب مهم‌ترین عامل محدودکننده توسعه کشاورزی است و کمبود آن بر رشد کیفیت و عملکرد بسیاری از محصولات اثر می‌گذارد، بنابراین افزودن مواد اصلاحی به خاک برای افزایش کارایی مصرف آب و بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک یکی از مهم‌ترین راه‌های مقابله با کمبود آب به‌شمار می‌رود. بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، تنها اثر زئولیت بر درصد رطوبت اشباع در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود و کود گاوی تأثیر معنی‌داری نداشت (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر زئولیت بر درصد رطوبت اشباع نشان داد که افزایش سطح زئولیت سبب افزایش درصد رطوبت اشباع شد به‌طوری‌که بیش‌ترین مقدار درصد رطوبت اشباع مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت بود که افزایش ۱۱/۱ درصدی را نسبت به تیمار عدم استفاده از زئولیت و افزایش ۸/١٦ درصدی نسبت به تیمار ٦ درصد زئولیت داشت و اختلاف معنی‌داری بین تیمار عدم استفاده از زئولیت و تیمار ٦ درصد زئولیت مشاهده نشد (جدول ۵). میزان رطوبت وزنی با کاهش قطر ذرات افزایش یافته که علت آن افزایش منافذ ریز است که با افزایش منافذ ریز رطوبت اشباع خاک نیز افزایش می‌یابد. باتوجه به این‌که خاک‌های سبک توانایی ذخیره و نگهداری رطوبت کمی دارند اضافه کردن سوپرجاذب (زئولیت) به خاک علاوه بر این‌که ظرفیت نگهداری آب در این خاک‌ها را افزایش می‌دهد از میزان تبخیر آب در خاک کاسته می‌شود. برنادری و همکاران (۲۰۱۰) گزارش کردند زئولیت می‌تواند رطوبت خاک را برای مدت بیش‌تری حفظ و در اختیار گیاه قرار دهد (٤). اسد کاظمی (۲۰۰۵) بیان کرد که کاربرد ٦ درصدی زئولیت سمنان در خاک رطوبت قابل‌استفاده خاک را افزایش داد (۱).

رس قابل پراکنش در آب: هرچه میزان رس قابل پراکنش خاک کم‌تر باشد، خاک از پایداری بیش‌تری برخوردار است. براساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، تأثیر تیمارهای آزمایشی بر رس قابل پراکنش در آب در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود (جدول٤). مقایسه میانگین اثرات تیمارهای آزمایشی بر رس قابل پراکنش درآب نشان داد که افزودن هر دو سطح زئولیت به‌ویژه سطح ۱۲ درصد سبب افزایش

www.SID.ir

Archive of SID

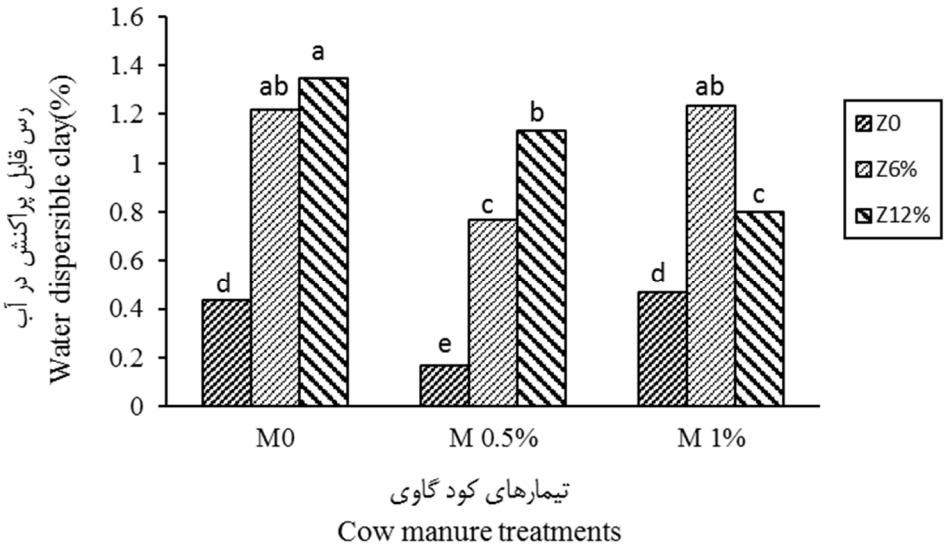
معنی‌دار مقدار رس قابل پراکنش در آب نسبت به عدم مصرف زئولیت شد، اما اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای ٦ و ۱۲ درصد زئولیت مشاهده نشد. علاوه بر این هر دو سطح کود گاوی نیز سبب کاهش معنی‌دار رس قابل پراکنش در آب نسبت به تیمار عدم مصرف کود گاوی شدند و کم‌ترین مقدار رس قابل پراکنش در آب در اثر افزودن ۰/۵ درصد کود گاوی به‌دست آمد که کاهش ۳۱/۱ درصدی نسبت به تیمار عدم مصرف کود گاوی داشت (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر رس قابل پراکنش درآب نشان دادکه بیش‌ترین مقدار رس قابل پراکنش در آب مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت و عدم مصرف کود گاوی (Z_3M_1) بود که اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد (Z_1M_1) داشت (شکل ۱). در صورت عدم استفاده از زئولیت، افزایش سطح کود گاوی ابتدا سبب کاهش و سپس افزایش رس قابل پراکنش در آب شد و کم‌ترین میزان رس قابل پراکنش مربوط به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_1M_2) بود که کاهش ٦۱/٤ درصدی نسبت به تیمار شاهد (Z_1M_1) داشت و بیش‌ترین رس قابل پراکنش مربوط به تیمار ۱ درصد کود گاوی (Z_1M_3) بود که اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد (Z_1M_1) نداشت اما نسبت به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_1M_2) معنی‌دار بود. در حضور ٦ درصد زئولیت، افزایش سطح کود گاوی ابتدا سبب کاهش و سپس افزایش رس قابل پراکنش در آب شد و کم‌ترین میزان رس قابل پراکنش مربوط به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_2M_2) بود که کاهش ۳۷ درصدی نسبت به تیمار ٦ درصد زئولیت و عدم مصرف کود گاوی (Z_2M_1) داشت و بیش‌ترین رس قابل پراکنش مربوط به تیمار ۱ درصد کود گاوی (Z_2M_3) بود که اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار ٦ درصد زئولیت و عدم مصرف کود گاوی (Z_2M_1) نداشت اما نسبت به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_2M_2) معنی‌دار بود. در حضور ۱۲ درصد زئولیت، افزایش سطح کود گاوی ابتدا سبب افزایش رس قابل پراکنش در آب شد به‌طوری‌که کم‌ترین میزان رس قابل پراکنش به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱ و ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_3M_2 و Z_3M_3) بود که به‌ترتیب کاهش ٤۰/۷ و ۱٦/۰۷ درصد نسبت به تیمار ۱۲ درصد زئولیت و عدم مصرف کود گاوی (Z_3M_1) داشتند. علاوه بر این در تیمارهای عدم استفاده از کود گاوی (M_1) و ۰/۵ درصد کود گاوی (M_2) بیش‌ترین مقدار رس قابل پراکنش در آب مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت بود که در تیمار عدم استفاده از کود گاوی بین تیمار ۱۲ و ٦ درصد زئولیت اختلاف معنی‌داری وجود نداشت در حالی‌که در تیمار ۱ درصد کود گاوی (M_3) بیش‌ترین مقدار رس قابل پراکنش در آب مربوط به تیمار ٦ درصد زئولیت بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده در حضور زئولیت افزایش سطح کود گاوی به‌ویژه سطح ۰/۵ درصد کود گاوی میزان رس قابل پراکنش را به‌طور معنی‌داری کاهش داد. ریتز و هاینس (۲۰۰۳) بیان کردند که افزودن بقایای گیاهی به همراه مواد معدنی سبب پیوند رس‌ها با مواد آلی شده و انتشار رس را کم و خاکدانه‌های پایدار را ایجاد می‌نماید (۳٤). نلسون و همکاران (۱۹۹۹) نیز نوع و میزان ماده آلی را یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پراکنش ذرات رس بیان کردند (۲۷). تأثیر ماده آلی بر پراکنش رس‌ها بستگی به عواملی از جمله درجه سدیمی بودن، طبیعت ماده آلی، مقدار و نوع رس خاک دارد. مواد آلی نیز ممکن است سبب پراکنش و یا مانع پراکنش رس‌ها شود به‌طوری‌که آنیون‌های آلی با افزایش بار منفی سطح ذرات رس و همچنین با کمپلکس کردن

www.SID.ir

Archive of SID

کاتیون کلسیم و دیگر کاتیون‌های چندظرفیتی مانند آلومینیوم و در نتیجه کاهش فعالیت آن‌ها در محلول خاک سبب پراکنش رس‌ها می‌شوند (۲۷). از طرف دیگر پلی‌آنیون‌های بزرگ می‌توانند با اتصال به محل‌های دارای بار مثبت ذرات رس را به یکدیگر متصل کرده و خاکدانه‌های کوچک و پایدار را به وجود آورند و اثر تخریبی سدیم تبادلی بر ساختمان خاک را کاهش دهند (۱۳). در صورتی که سدیم ماده آلی و یا زئولیت زیاد باشد میزان رس قابل پراکنش افزایش یافته و پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد. زمانی که میزان سدیم در مقایسه با یون‌های مثبت دوظرفیتی زیاد باشد، ذرات رس خاک دچار تورم و پراکنش شده و خاکدانه‌ها شروع به فروپاشی می‌نمایند و هدایت هیدرولیکی خاک کاهش می‌یابد. این حالت به‌ویژه در شرایطی که غلظت نمک کم و میزان pH زیاد باشد بیش‌تر رخ می‌دهد (۳۱). بنابر این باید به تأثیر زئولیت بر ویژگی‌های فیزیکی خاک توجه کنیم و کاربرد آن به تنهایی برای هر خاکی به‌ویژه خاک‌های سدیمی و خاک‌هایی با ماده آلی کم توصیه نمی‌شود چون سبب ناپایداری ساختمان خاک می‌شود.



شکل ۱- اثر متقابل زئولیت و کود گاوی بر رس قابل پراکنش در آب.

Figure 1. Interaction effects of zeolite and cow manure on water dispersible clay.

میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر و خشک): در مناطق خشک و نیمه‌خشک، ساختمان خاک و پایداری خاکدانه‌ها یکی از ویژگی‌های مهم خاک برای رشد گیاهان است. از جمله روش‌های ارزیابی پایداری خاکدانه‌ها اندازه‌گیری میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به روش الک تر و خشک می‌باشد. که روش الک خشک بیش‌تر برای بررسی تأثیر خاک‌ورزی بر خردشدگی خاک و ارزیابی فرسایش‌پذیری خاک در برابر باد و الک تر عموماً برای تعیین پایداری خاکدانه‌های درشت در برابر نیروی آبی استفاده می‌شود. براساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، تأثیر کود گاوی و اثر متقابل

www.SID.ir

Archive of SID

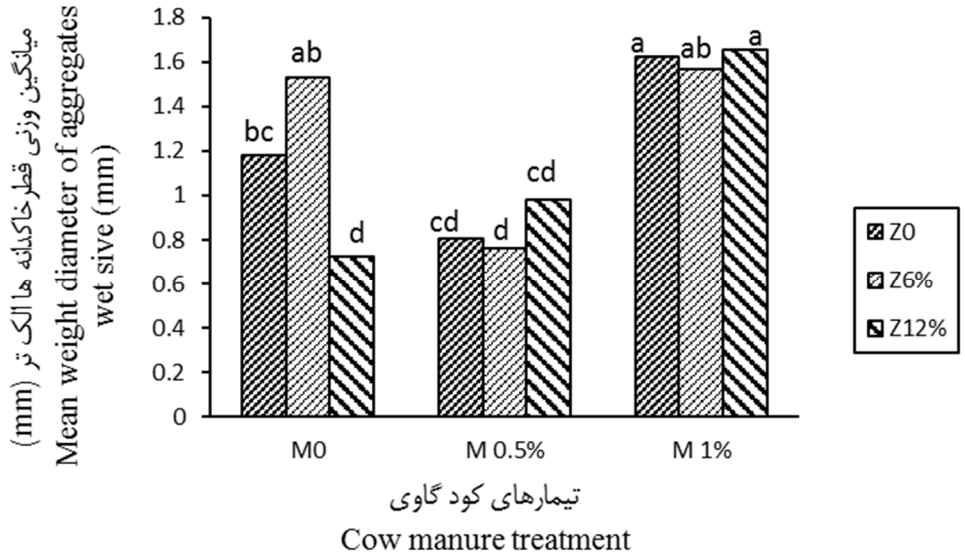
کود گاوی و زئولیت بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) به‌ترتیب درسطح آماری ۱ و ۵ درصد معنی‌دار بود و زئولیت اثر معنی‌داری بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) نداشت در حالی‌که اثر زئولیت بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (حاصل از الک خشک) در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ٤). مقایسه میانگین اثر ساده کود گاوی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) نشان داد که افزایش سطح کود گاوی ابتدا سبب کاهش و سپس افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه (الک تر) شد و بیش‌ترین و کم‌ترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱ و ۰/۵ درصد کود گاوی بود که به‌ترتیب افزایش ٤۱/۵ درصدی و کاهش ۲۵/٦ درصد نسبت به عدم مصرف کود گاوی داشتند. نتایج بررسی برزگر و همکاران (۱۹۹۷) نشان داد که مواد آلی در خاک سبب افزایش خاکدانه‌سازی می‌گردد و ترکیبات آلی از طریق ایجاد پل‌های اتصال بین ذرات، سبب افزایش اندازه و پایداری خاکدانه در برابر نیروهای مخرب می‌گردد (۲). گویدی و همکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که اضافه کردن کود دامی و کمپوست اثر معنی‌داری بر روی پایداری خاکدانه‌ها نداشت (۱٤). هاینس و نایدو (۱۹۹۸) بیان کردند که افزودن مقدار زیاد کودهای دامی به خاک باعث تخریب ساختمان خاک می‌شود که احتمالاً به‌دلیل مقدار زیاد کاتیون‌های یک‌ظرفیتی (K^+, Na^+) است که به خاک منتقل می‌کند (۱۷). مقایسه میانگین اثر ساده زئولیت بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) نشان داد که افزایش سطح زئولیت ابتدا سبب افزایش و سپس کاهش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) شد به‌طوری‌که بیش‌ترین و کم‌ترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) به‌ترتیب مربوط به تیمار ٦ و ۱۲ درصد زئولیت بود که تیمار ٦ درصد زئولیت اختلاف معنی‌داری نسبت به تیمار عدم استفاده زئولیت نداشت و تیمار ۱۲ درصد زئولیت کاهش ۹/۰۸ درصدی نسبت به تیمار عدم استفاده زئولیت داشت (جدول ۵). علت آن می‌تواند به‌دلیل یون سدیم حاصل از زئولیت باشد که به دنبال آن میزان رس قابل پراکنش افزایش یافته و پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد.

مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) نشان داد که بیش‌ترین مقدار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت به همراه ۱ درصد کود گاوی بود (شکل ۲). در صورت عدم استفاده از زئولیت بیش‌ترین و کم‌ترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) به‌ترتیب مربوط به تیمار ۱ و ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_1M_2 و Z_1M_3) بود که تیمار ۱ درصد کود گاوی (Z_1M_3) افزایش ۳۷/۸ درصدی نسبت به تیمار شاهد (Z_1M_1) و ۱۰۲ درصدی نسبت به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_1M_2) داشت و تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی اختلاف معنی‌داری با عدم مصرف کود گاوی (Z_1M_1) نداشت. در حضور ٦ درصد زئولیت کم‌ترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) مربوط به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_2M_2) بود که کاهش ۵۰/۱ درصدی نسبت به تیمار ٦ درصد زئولیت به همراه عدم مصرف کود گاوی (Z_2M_1) داشت و بیش‌ترین مقدار آن مربوط به تیمار ۱ درصد کود گاوی (Z_2M_3) بود که افزایش ۱۰۵ درصدی نسبت به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_2M_2) داشت در حالی‌که اختلاف معنی‌داری با تیمار ٦ درصد زئولیت به همراه عدم مصرف کود گاوی (Z_2M_1) نداشت. در

www.SID.ir

Archive of SID

حضور ۱۲ درصد زئولیت، افزایش سطح کود گاوی سبب افزایش میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) شد و بیش‌ترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) مربوط به تیمار ۱ درصد کود گاوی (Z_3M_3) بود که افزایش ۱۲۹ درصدی نسبت به تیمار ۱۲ درصد زئولیت به همراه عدم مصرف کود گاوی (Z_3M_1) و ٦٨/٧ درصدی نسبت به تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_3M_2) داشت. تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی (Z_3M_2) اختلاف معنی‌داری با تیمار ۱۲ درصد زئولیت و عدم مصرف کود گاوی (Z_3M_1) نداشت. علاوه بر این در صورت عدم استفاده کود گاوی کم‌ترین میزان میانگین وزنی قطر خاکدانه (الک تر) مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت بود در حالی‌که در تیمارهای ۰/۵ و ۱ درصد کود گاوی بیش‌ترین میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها الک تر مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت بود که در هر دو سطح کود گاوی تیمار ۱۲ درصد زئولیت با تیمارهای ٦ درصد زئولیت و عدم مصرف زئولیت اختلاف معنی‌داری نداشت. با توجه به نتایج، زئولیت تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر اتصال ذرات خاک در جهت افزایش اندازه خاکدانه‌ها نداشت که این امر موجب کاهش هم‌آوری، خاکدانه‌سازی و پایداری خاکدانه‌ها شد (جدول ٦). کورتین و همکاران (١٩٩٤) بیان کردند همبستگی منفی بین رس قابل پراکنش و پایداری خاکدانه‌ها وجود دارد و با افزایش رس قابل پراکنش در آب، پایداری خاکدانه‌ها کاهش می‌یابد (۱۰). بنکوا و همکاران (۲۰۰۵) با بررسی اثر زئولیت بر پایداری خاکدانه‌ها دریافتند که تیمارهای زئولیت در آزمایش الک تر، میانگین وزنی قطر بیش‌تری نسبت به تیمار شاهد داشت که این نتایج عکس نتایج به‌دست آمده می‌باشد (۳). وجود زئولیت تأثیر قابل‌ملاحظه‌ای بر اتصال ذرات خاک در جهت افزایش اندازه خاکدانه‌ها نداشت و هم‌آوری و خاکدانه‌سازی کم و شاخص پایداری خاکدانه‌ها کاهش پیدا کرد.



شکل ۲- اثر متقابل زئولیت و کود گاوی بر میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر).

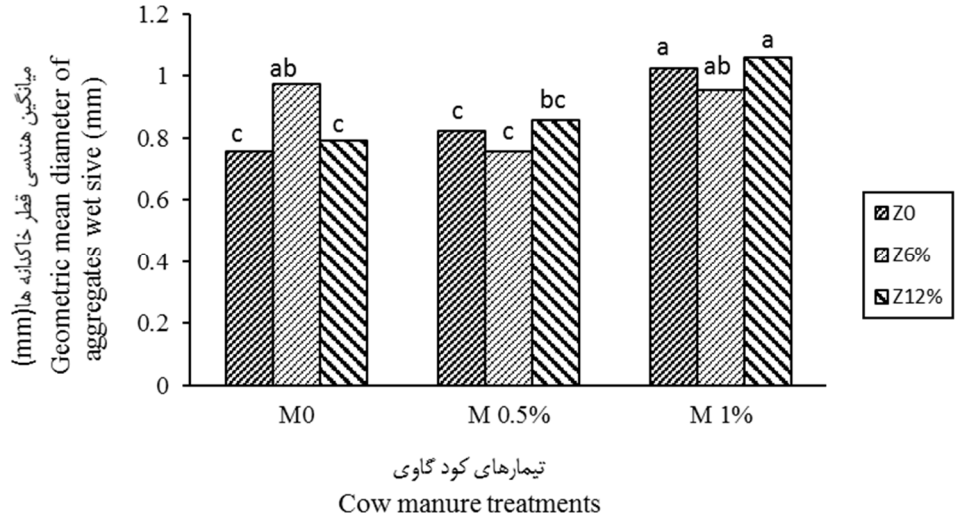
Figure 2. Interaction effects of zeolite and cow manure on Mean weight diameter of aggregates (wet sieve).

www.SID.ir

Archive of SID

میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر و خشک): بر اساس نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس، تأثیر کود گاوی و اثر متقابل کود گاوی و زئولیت بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) درسطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود و زئولیت اثر معنی‌داری بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) نداشت در حالی‌که اثر ساده زئولیت و کود گاوی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار بود و اثر متقابل کود گاوی و زئولیت بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) معنی‌دار نبود (جدول ٤). مقایسه میانگین اثرساده کود گاوی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر و خشک) نشان داد که افزایش سطح کود گاوی میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها الک تر و خشک را نسبت به تیمار عدم استفاده کود گاوی به‌ترتیب افزایش و کاهش داد. همچنین افزایش سطح زئولیت میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) را نسبت به تیمار عدم استفاده زئولیت کاهش داد که تیمار ٦ درصد زئولیت با عدم استفاده زئولیت اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۵).

مقایسه میانگین اثرات متقابل تیمارهای آزمایشی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) نشان دادکه بیش‌ترین مقدار میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) مربوط به تیمار ۱۲ درصد زئولیت به همراه ۱ درصد کود گاوی بود (شکل ۳). در صورت عدم استفاده از زئولیت و در حضور ۱۲ درصد زئولیت، تیمار ۱ درصد کود گاوی نسبت به تیمار عدم استفاده کود گاوی سبب افزایش معنی‌دار میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) شد و تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی اختلاف معنی‌داری با تیمار عدم استفاده کود گاوی نداشت. در حضور ٦ درصد زئولیت، تیمار ۰/۵ درصد کود گاوی سبب کاهش معنی‌دار میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) نسبت به عدم استفاده کود گاوی شد و تیمار ۱ درصد کود گاوی اختلاف معنی‌داری با عدم استفاده کود گاوی نداشت.



شکل ۳- اثر متقابل زئولیت و کود گاوی بر میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر).

Figure 3. Interaction effects of zeolite and cow manure on Geometric mean diameter of aggregates (wet sieve).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای آزمایشی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک.

Table 4. Analysis of variance effect of experimental treatments on some physical properties of soil.

منابع تغییر Change resources	درجه آزادی Degrees of freedom	میانگین مربعات Mean Square								
		جرم مخصوص ظاهری Soil bulk density	درصد رطوبت اشباع Saturated moisture percent	رس قابل پراکنش در آب Water dispersible clay	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) Mean weight diameter of aggregateswet sieve	میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) Geometric meandiameter of aggregateswet sieve	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) Mean weight diameter of aggregates dry sieve	میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) Geometric mean diameter of aggregates dry sieve	تفاوت میانگین قطر خاکدانه‌ها The difference mean weight the diameters of aggregates	تفاوت میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها The difference Geometric mean diameter of aggregates
زئولیت Zeolite	2	0.062**	23.320**	1.590**	0.0613^{ns}	0.003^{ns}	0.177*	0.023**	0.058^{ns}	0.041*
کود گاوی Cow manure	2	0.023*	2.931^{ns}	0.218**	1.348**	0.107**	0.379^{ns}	0.023**	3.029**	0.22**
زئولیت × کود گاوی Z × M	4	0.011^{ns}	0.498^{ns}	0.151**	0.237*	0.027**	0.032^{ns}	0.006^{ns}	0.29^{ns}	0.047**
خطا Error	18	0.005	0.992	0.013	0.058	0.005	0.036	0.002	0.134	0.0084
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	4.912	3.418	13.639	20.03	8.42	7.387	3.2	26.84	13.17

^{ns} غیر معنی‌دار بودن، ** معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۱درصد، * معنی‌دار بودن در سطح احتمال ۵ درصد.

^{ns} Non-significant, ** Significance at 1% probability level, * Significance at 5% probability level

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵- اثر زئولیت و کود گاوی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی خاک.

Table 5. The effects of experimental treatments on some physical properties of soil.

تیمارهای آزمایشی Experimental treatments	جرم مخصوص ظاهری Soil bulk density	درصد رطوبت اشباع Saturated moisture percent	رس قابل پراکنش در آب Water dispersible clay	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) Mean weight diameter of aggregateswet sieve	میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) Geometric meandiameter of aggregateswet sieve	میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) Mean weight diameter of aggregatesdry sieve	میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها (الک خشک) Geometric meandiameter of aggregatesdry sieve	تفاوت میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها The difference mean weight the diameters of aggregates	تفاوت میانگین هندسی قطر خاکدانه‌ها The difference Geometric mean diameter of aggregates
	($g\ cm^{-3}$)	(٪)	(٪)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
زئولیت Zeolite									
Z_1	1.494^{a}	27.849^{b}	0.356^{b}	1.202^{a}	$867^{a}.0$	2.644^{a}	1.614^{a}	1.44^{a}	0.75^{a}
Z_2	1.419^{b}	28.618^{b}	1.072^{a}	1.287^{a}	$895^{a}.0$	2.648^{a}	1.573^{a}	1.36^{a}	0.68^{ab}
Z_3	1.328^{c}	30.954^{a}	1.094^{a}	1.122^{a}	0.902^{a}	2.404^{b}	1.514^{b}	1.28^{a}	0.61^{b}
کود گاوی Cow manure									
M_1	1.465^{a}	28.504^{b}	1^{a}	1.143^{b}	0.840^{b}	2.691^{a}	1.610^{a}	1.55^{a}	0.77^{a}
M_2	1.363^{b}	29.310^{ab}	0.689^{c}	0.850^{c}	0.811^{b}	2.676^{a}	1.579^{a}	1.83^{a}	0.77^{a}
M_3	1.413^{ab}	29.607^{a}	0.833^{b}	1.617^{a}	1.013^{a}	2.328^{b}	1.512^{b}	0.71^{b}	0.49^{b}

اعداد با حروف مشترک در هر ستون دارای اختلاف معنی‌دار P<۰/۰۵ نمی‌باشند.

Similar letters in each column are not significant (P<0.05).

Z_1: عدم استفاده از زئولیت (۰)، Z_2: ٦ درصد وزنی زئولیت، Z_3: ۱۲ درصد وزنی زئولیت، M_1: عدم استفاده از کود گاوی (۰)، M_2: ۰/۵ درصد وزنی کود گاوی، M_3: ۱ درصد وزنی کود گاوی.

Z_1: No zeolite (0), Z_2: 6% zeolite, Z_3: 12% zeolite, M_1: No cow manure (0), M_2: 0.5% cow manure, M_3: 1% cow manure.

www.SID.ir

Archive of SID

نتیجه‌گیری کلی

تمایل استفاده از زئولیت و مواد آلی روز به روز در کشاورزی در حال افزایش است. از طرفی زئولیت مانند هر ترکیب دیگر وقتی به خاک اضافه می‌شود ممکن است اثرات مثبت و منفی در خاک و گیاه ایجاد کند. با توجه به نتایج به‌دست آمده از این آزمایش اگرچه کاربرد زئولیت و مواد آلی در خاک لومی به‌دلیل قابلیت نگهداری نسبتاً ضعیف آب مثبت بود و زئولیت سبب افزایش تخلخل کل و درصد رطوبت اشباع و کاهش جرم مخصوص ظاهری شد اما رس قابل پراکنش در آب را افزایش و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر وخشک) را کاهش داد که تغییرات این دو ویژگی می‌تواند منجر به ناپایداری خاک شود. اما اثر کود گاوی بر رس قابل پراکنش در آب و میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها (الک تر) به‌طور معنی‌داری مثبت بود. بنابراین در هنگام افزودن زئولیت به خاک به‌منظور بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک و تغذیه‌ای گیاه، باید به اثرات منفی آن بر روی پایداری خاک توجه کرد. همچنین نتایج این پژوهش نشان داد که افزودن کود گاوی می‌تواند سبب تعدیل اثرات منفی زئولیت شود. بنابراین اضافه کردن تلفیقی زئولیت با مواد آلی از جمله کود گاوی توصیه می‌شود.

منابع

1. Asad Kazemi, J. 2005. Effect of A200 superabsorbent polymer and two types of Firoozkooh and Semnan zeolite on growth indices and water requirement of two species of green space in Isfahan. Thesis Master. Faculty of Agriculture, Isfahan University of Technology.
2. Barzegar, A., Malcolm, N., and Rengasamy, P. 1997. Organic matter, sodicity and clay type: influence on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Amer. J. 61: 1131-1137.
3. Benkova, M., Filcheva, E., Raytchev, T., Sokolowska Z., and Hajnos, M. 2005. Impact of different ameliorants on humus state in acid soil polluted with heavy metals. P 46-58. In: Raytchev, T., G. Józefaciuk., Z, Sokołowska and M. Hajnos (Eds), Physicochemical management of acid soils polluted with heavy metals. ALF-GRAF, Lublin, Poland.
4. Bernardi, A., Olivera, P., Melo Monte, M., Polidoro, J.C., and Barros, F.S. 2010. Brazilian sedimentary zeolite uses in agriculture. World Congress of Soil Science, Australia.
5. Bhattacharyya, T., Pal, D.K., and Deshpande, S.B. 1993. Genesis and transformation of minerals in the formation of red (Alfisols) and black (Inceptisols and Vertisols) soils on deccan basalt in the western Ghats, J. Ind. Soc. Soil Sci. 44: 159-171.
6. Black, G.R., and Hartege, K.H. 1986. Bulk density. P 363-375. In: Klute A. (Ed.), Methods of soil Analysis. Part a: Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America, Madison, WI.
7. Bremner, J.M., and Mulvaney, C.S. 1982. Nitrogen-total. In: Page, AL, Miller, RH, Keeney, RR, (Eds), Methods of soil analysis and Part 2. Second ed. American Society of Agronomy, Madison, WI, Pp: 595-624.
8. Caron, J., Espindola, C.R., and Angers, D.A. 1996. Soil structural stability during rapid wetting: Influence of land use on some aggregate properties. Soil Sci. Soc. Amer. J. 60: 901-908.
9. Chatzopoulos, F., Fugit, J.L., Quillon, I., Rodriguez, F., and Taverdet, J.L. 2000. Etude, eu function de differents parameters, de absorbtion et de la desorbtion deau par un copolymer acryamide acrylate de sodium reticule. Europ. Polymer J. 36:51-60.

www.SID.ir

Archive of SID

10. Curtin, D., Campbell, C.A., and Zentner, R.P. 1994. Long-term management and clay dispersibility in two Hoploborolls in Saskatchewan. Soil Sci. Soc. Amer. J. 58: 962-967.
11. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Methods of Soil Analysis. P 383-410. In: Klute A. (Ed.), Part I, Physical and Mineralogical Methods. Soil Science Society of America. Madison, WI. Particle-size analysis.
12. Gerzabek, M.H., Kirchmann, H., and Pichlmayer, F. 1995. Response of soil aggregates stability to manure amendments in the Ultuna long- term soil organic matter experiment. Zeitschrift– Fur–Pflanzenernahrung– und– Bodenkunde. 158: 257-260.
13. Greenland, D.J. 1965a. Interaction between clays and organic compounds in soils. Part I. Mecahanisms of interaction between clays and defined organic compounds. Soils and Fertilizers. 28: 415-425.
14. Guidi, G., Pera, A., Giovannetii, M., Poggio, G., and Toldi, M. 1988. Variations of soil structure and microbial population in a compost amended soil. Plant and Soil. 106: 113-119.
15. Gupta, S.C., Dowdy, R.H., and Larson, J. 1977. Hydraulic and thermal properties on a sand soil as influenced by incorporation of sewage sludge. Soil Proc. 41: 601-605.
16. Hamidpour, M., Shariatmadari, H., and Soleimani, M. 2012. Zeoponic systems. P 588-600. In: Inglezakis, V.J., and Zorpas, A. (Eds.), Handbook of Natural Zeolites, Bentham Science Publ., Sharjah, UAE.
17. Haynes, R.J., and Naidu, R. 1998. Influence of lime, fertilizer and manure applications on soil organic matter content and soil physical conditions: a review. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 51: 123-137.
18. Hornick, S.B. 1998. Use of organic amendments to increase the productivity of sand and gravel soils: Effect on yield and composition of sweet corn. Amer. J. Alternative Agric. 3: 156-62.
19. Jones, J.B. 2001. Laboratory guide for conducting soil tests and plant analysis CRC Press, BocaRaton, FL, Pp: 27-160.
20. Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and size distribution. In: Klute A. (Ed.), Methods of Soil Analysis. Part a: Physical and Mineralogical Methods. Agronomy Monograph No. 9. American Society of Agronomy. Soil Science Society of America, Madison, WI, Pp: 425-442.
21. Kuo, S. 1996. Phosphorus. P 869-920. In: Sparks, D.L. (Eds.), Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical methods, Soil Science Society of America and American Statistical Association, Madison.
22. Mirzaee Talarposhti, R., Kambozia, J., Sabahi, H., and damghany, A. 2009. Effect of organic fertilizer on physical and chemical properties of soil, the yield and dry matter of tomato. J. Agric. Engin. Res. 7: 1. 257-267. (In Persian)
23. Misaelides, P. 2011. Application of natural zeolites in environmental remediation: A short review. Microporous and Mesoporous Materials. 144: 15-18.
24. Mishra, M., and Jain, S. 2011. Properties and applications of zeolites: A Review. Proceedings of the National Academy of Sciences India. 81: 111.
25. Mumpton, F. 1999. La roca magica: Uses of natural zeolites in agriculture and industry. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 96: 3463-3470.
26. Munir, J.M., Nabila, S.K., and Nabil, K.A. 2004. Response of croton grown in a zeolite-containing substrate to different concentrations of fertilizer solution. J. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 35: 15-16. 2283-2297.
27. Nelson, P.N., Baldock, A., Clarke, P., Oades, J.M., and Churechman, G.J. 1999. Dispersed clay and organic matter in soil: their nature and associations. Austr. J. Soil Res. 37: 289-319.
28. Noori, M., Zendehdel, M., and Ahmadi, A. 2006. Using natural zeolite for the improvement of soil salinity and crop yield. Toxicological and Environmental Chemistry. 88: 77-84.

www.SID.ir

Archive of SID

29. Olsen, S.R., Cole, C.V., Watenabe, F.S., and Dean, L.A. 1954. Estimation of available phosphorous in soil by extraction with sodium bicarbonate, U.S. Department of Agriculture Cris, 939. USA.
30. Page, A.L. 1982. Methods of soil analysis. Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Agronomy Series No 9. 2nd ed. American Society of Agronomy and Soil Science Society of America. Madison, WI.
31. Pascal, S., and Barbier, G. 1995. Effect of soil salinity from long-term irrigation with saline – sodic water on yield and quality of winter vegetable crops. Agricultural Water Management. 64: 145-157.
32. Rehakova, M., Cuvanova, S., Dzivak, M., Rimar, J., and Gavalova, Z. 2004. Agricultural and agrochemical uses of natural zeolite of the clinoptilolite type. Current Opinion in Solid State and Materials Science. 8: 397-404.
33. Rengasamy, P. 1984. Dispersion of calcium clay. Aust. J. Soil Res. 20: 153-158.
34. Rietz, D.N., and Haynes, R.J. 2003. Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. Soil Biology and Biochemistry. 35: 845-854.
35. Shaddox, T. 2004. Investigation of soil amendments for use in golf course putting green construction. Soil and Water Science, 136p.
36. Stone, R.J., and Ekwue, E.I. 1993. Maximum bulk density achieved during soil compaction as affected by the incorporation of three organic materials. Trans. ASAE. 6: 1713-1719.
37. Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2008. Influence of two organic amendments on the soil physical properties. Geoderma. 145: 325-334.
38. Walkley, A., and Black, I. 1934. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. Soil Sci. Soc. Amer. J. 37: 29-38.
39. Xiubin, H., and Huang, Z. 2001. Zeolite application for enhancing water infiltration and retention in loess soil, Resources, Conservation and Recycling. 34: 1. 45-52.
40. Zangoei Nasab, Sh., Emami, H., Astarai, A.R., and Yari, A.R. 2013. Effects of stockosorb hydrogel and irrigation intervals on some soil physical properties and growth of haloxylon seedling. Soil Manage. Sust. Prod. J. 3: 1. 167-182. (In Persian)
41. Zeytin, S., and Aran, A. 2003. Influence of composted Hazelnut hask on some physical properties of soils. Bioresource Technology. 88: 241-245.

www.SID.ir

Archive of SID

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 25(5), 2019
http://jwsc.gau.ac.ir
DOI: 10.22069/jwsc.2018.12334.2691

Effect of zeolite and cow manure on some physical properties of soil

S.Z. Taghdisi Heydarian[1], *R. Khorasani[2] and H. Emami[2]
[1]M.Sc. Student, Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad,
[2]Associate Prof., Dept. of Soil Science, Ferdowsi University of Mashhad
Received: 02.25.2018; Accepted: 10.15.2018

Abstract

Background and Objectives: In order to optimize the management of soil and water resources, it is necessary to pay attention to the physical properties of soil, especially the soil structure. The soil physical property improve by adding some mineral and organic matter. The addition of some organic materials always increases the efficiency of the absorption of elements and improves the physical properties of the soil, but the effect of some minerals such as zeolite, despite the positive effects on the physical and chemical properties of the soil, can have a negative effect that needs more investigations. Therefore, this research was carried out with the aim of effecting the application of zeolite and cow manure on some physical parameters of soil.

Materials and Methods: In order to study the effect of zeolite and cow manure on some soil physical parameters a factorial experiment was conducted based on completely randomized design with three replications under greenhouse conditions. The experimental factors consisted of natural zeolite at three levels (0, 6, 12%) and cow manure at three levels (0, 0.5, 1%). The soil was sampled at a depth of 0-30 cm from Mashhad Water and Soil Research Center. Primary soil characteristics, cow manure and zeolite were measured according to standard methods. Soil of each pot was planted with experimental treatments with mixed ratios and corn seeds. All the pots watered with distilled water at field capacity based on weight before maize flowering plants for 75 days. At the end of the growth period, the plant was separated from the crown and the soil was dried. Physical parameters including bulk density, saturation moisture content, water dispersible clay and mean weight diameter of aggregates were measured according to standard methods.

Results: The results showed that the increase of zeolite levels increased the saturated moisture content (total soil porosity), the water dispersible clay and decreased the bulk density and the mean weight diameter of aggregates (dry sieve). The cow manure had no significant effect on bulk density, total porosity and increase saturated moisture content. However, the water dispersible clay and the mean weight diameter of aggregates (wet sieve) were significantly decreased by adding organic matter. In spite of the positive effect of zeolite on bulk density and saturated moisture content, there was a negative effect on the water dispersible clay and the mean weight diameter of aggregates (wet sieve).

Conclusions: Zeolite, like any other compound, may have positive and negative effects. In spite of the positive effect of zeolite on some characteristics, it had negative effects on the water dispersible clay and the mean weight diameter of aggregates. Considering the improving influence of organic matter on water dispersible clay and the mean weight diameter of aggregates, combining cow manure with zeolite to modify the negative effect of zeolite can be recommended.

Keywords: Cow manure, Porosity, Structural stability, Water dispersible clay, Zeolite

* Corresponding Author; Email: khorasani@um.ac.ir

www.SID.ir