Archive of SID

بررسی تاثیر مواد آلی و ترکیبات معدنی کلسیم دار بر توزیع اندازه ای خاکدانه ها و میزان رس قابل پراکنش در یک خاک سدیمی*

محمد جواد روستا، احمد گلچین و حمید سیادت**

چکیده:

در یک آزمایش مزرعه‌ای روی خاک سدیمی در استان قزوین، تاثیر انواع و مقادیر مختلف مواد اصلاح کننده خاک بر پایداری خاکدانه‌های با اندازه مختلف (از ۷۵ تا ٤٧٦٠ میکرون) و میزان رس قابل پراکنش در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با سه تکرار بررسی شد. تیمارهای آزمایشی شامل کاه و کلش خردشده گندم و کود دامی پوسیده در سه سطح ۱۰، ۲۰ و ٤٠ تن در هکتار، گچ معدنی ($CaSO_4.2H_2O$) (به اندازه نیاز گچی) و سیمان (۵ تن در هکتار) به تنهایی و یا توام با ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش و کود دامی و همچنین اسیدسولفوریک صنعتی (معادل نیاز گچی) همراه با آب آبیاری بود.

نتایج اندازه گیریها نشان داد که یکماه پس از اعمال تیمارهای مختلف، تیمارهای ٤٠ تن در هکتار کاه و کلش، ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش همراه با سیمان و ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش همراه با گچ باعث افزایش معنی دار میانگین وزنی قطر خاکدانه ها (MWD) شدند، افزایش MWD در اثر کاربرد ٤٠ تن در هکتار کاه و کلش و ۲۰ تن در هکتار از این ماده همراه با سیمان بیشتر به دلیل افزایش درصد فراوانی خاکدانه های بزرگتر از ۱۰۰۰ µm و در تیمار ۲۰ تن درهکتار کاه و کلش همراه با گچ ناشی از افزایش درصد فراوانی خاکدانه های بزرگتر از ۵۰۰µm بود. مصرف کود دامی همراه با سیمان باعث کاهش درصد فراوانی خاکدانه های با اندازه مختلف و در نتیجه کاهش معنی دار MWD در مقایسه با شاهد گردید. همچنین کاربرد ۲۰ تن در هکتار کاه وکلش نیز MWD را تا حد معنی داری افزایش داد که این افزایش اشی از زیاد شدن درصد فراوانی خاکدانه های بزرگتر از ۵۰۰µm متناسب با کاهش مقدار خاکدانه های با قطر ۵۰۰-۲۵۰µm بود.

تیمارهای گچ، اسید سولفوریک و کود دامی همراه با گچ نیز درصد فراوانی خاکدانه های کوچکتر از ۲۵۰µm را افزایش دادند که این افزایشها از نظر آماری معنی دار شد. چهارماه پس از کاربرد مواد اصلاحی، مقدار MWD در تیمارهای سطوح مختلف کود دامی، اسید سولفوریک، سیمان، گچ، کود دامی همراه با گچ و تیمار ٤٠ تن در هکتار کاه و کلش در مقایسه با شاهد افزایش معنی دار پیدا کرد که علت آن عمدتا افزایش درصد فراوانی خاکدانه‌های بزرگتر از ۱۰۰۰µm بود، در صورتیکه یکماه پس از کاربرد این مواد، تاثیر آنها چندان مشهود نبود. تاثیر تیمارهای مختلف بر پراکنش رسها متفاوت بود و در این میان تاثیر کاربرد گچ، کود دامی همراه با گچ و کاه و کلش همراه با گچ در کاهش درصد رس قابل پراکنش بسیار قابل ملاحظه بود به طوریکه پس از یک ماه میزان رس قابل پراکنش از ۸۹/٦۸ درصد در تیمار شاهد به ترتیب به ٤/٤٦، ٦/٨١ و ۷/٦۳ درصد و پس از چهارماه از ۸۳/۷۸ درصد در تیمار شاهد به ترتیب به ٤/۲۳، ۱/۵۱ و ٤/۳۲ درصد کاهش یافت. درصد رس قابل پراکنش در اثر مصرف اسید سولفوریک همراه با آب آبیاری نیز پس از یکماه به ۵۲/۵۵ درصد و چهارماه بعد به ۱۹/۳۵ درصد کاهش یافت که از نظر آماری معنی دار بود.

نتایج این آزمایش نشان دهنده نقش واهمیت افزودن مواد آلی همراه با گچ در تشکیل خاکدانه ها و افزایش پایداری آنها در خاکهای سدیمی از طریق هماور کردن رسها می‌باشد.

واژه های کلیدی : پایداری خاکدانه، مواد اصلاح کننده خاک، کاه و کلش گندم، گچ،اسید سولفوریک، کود دامی، سیمان، قزوین

---

* این مقاله از بخشی از نتایج رساله دکترای خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس استخراج شده است.

** به ترتیب دانشجوی دکترای خاکشناسی دانشگاه تربیت مدرس، عضو هیات علمی دانشگاه زنجان، استاد پژوهش موسسه تحقیقات خاک وآب.

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه:

در خاکهـای سـدیمی،پراکنش[1] (انتـشار)رسـها باعث فرو پاشی ساختمان خاک و سپس انسداد منافـذ ریز و منافذ درشت شده و از این طریق حرکت هوا و آب را به درون خاک محدود کرده و همچنین پـس از خشک شدن خاک و ایجـاد سـله، باعـث سـفتی زیـاد خاک می گردد. مسائل و مشکلات مدیریتی مربوط به ایـن ناپایـداری سـاختمانی عبارتنـد از: کـاهش نفـوذ پذیری خاک، ماندابی شـدن زمـین، روانـاب سـطحی، فرسایش خاک، مشکل بودن تهیه بستر بذر، ایجاد سله و سفتی خاک و در نتیجه استقرار ضعیف گیاه و رشـد نـامطلوب آن (رنگاسـمی و اولـسن، ۱۹۹۱)، بنـابراین شرط اول تشکیل خاکدانه در خاکهای سـدیمی، جابـه جایی سـدیم از مکانهـای تبـادلی و جـایگزینی آن بـا کاتیونهای چند ظرفیتی از جملـه کلـسیم اسـت کـه از طریـق کـاهش ضـخامت لایـه دو گانـه باعـث هماوری[2] رسها می‌شود.

ادس (۱۹۸٤) پیشنهاد کرد که حضور مقادیر کـافی کلسیم (Ca^{2+}) می تواند بین کلوئیدهای آلی دارای بار منفی و رسـها پیونـد ایجـاد کنـد کـه ایـن امـر بـرای جلوگیری از پراکنش رسها بـه وسـیله آنیونهـای آلـی ضروری است. از طرف دیگر مواد آلـی در جلـوگیری از پراکنش رسها در حضور سدیم (Na^{+}) تـاثیر دارنـد (امرسون، ۱۹٥٤؛ لولند و همکاران، ۱۹۸۷). ایـن تـاثیر مربوط به نقش ریشه های گیاه و هیفهای قارچی است که باعث تشکیل و پایداری خاکدانه های بزرگ شـده و از این طریق مانع پراکنش رسها می شوند. وقتی این پیوندها در اثر به هم زدن مکانیکی شـوند و خاکدانـه های بزرگ تخریب گردند، اثرات پراکنده کنندگی ماده آلـی غالـب مـی شـود (امرسـون ۱۹٥٤؛ گلـدبرگ و همکاران، ۱۹۹۰؛ نلسون وادس، ۱۹۹۸).

از مطالعات انجام شـده در ایـن رابطـه مـی تـوان چنین نتیجه گرفت که تاثیر ماده آلی بر پراکنش رسـها بـستگی بـه عـواملی از جملـه درجـه سـدیمی بودن(sodicity) ، طبیعت ماده آلـی، درجـه تخریـب مکانیکی و خصوصیات دیگر خاک از جملـه مقـدار و نوع رس دارد (برزگر و همکاران، ۱۹۹۷).

در حالی که هماوری و پراکنش رسها عمدتا پدیده ای الکترواستاتیک به نظر می رسند، پایداری خاکدانـه های بزرگتر مستلزم وجود عوامل پیوند دهنده‌ای است که این عوامل می توانند معدنی، آلی و یا هر دو باشند (تیسدال و ادس، ۱۹۸۲).

نقش اتصالات آلی–معدنی به عنوان عوامل پیونـد دهنـده در خاکدانـه هـای کـوچکتر از ۲۵۰ میکـرون، مورد تاکید قرار گرفته اسـت (ادواردز وبرمنـر، ۱۹٦۷؛ همبلین، ۱۹۷۷).

اضافه کردن مواد آلی مختلف مانند کود سبز، کـود دامی، کمپوست و مواد زاید حاصل از صنایع غذایی تا ۵۰ تـن در هکتـار باعـث بهبـود سـاختمان خاکهـای سدیمی در مزرعه گردیـده اسـت. ایـن مـواد هـم بـه تنهایی و هم با مواد کلسیم دار ماننـد گـچ، سـاختمان خاک را بهبود بخشیده اند (کانوار و همکـاران، ۱۹٦٥؛ چانـد و همکـاران، ۱۹۷۷؛ روبینـز، ۱۹۸٦؛ سـینگ و سینگ، ۱۹۸۹ ؛ مور، ۱۹۹٤). کاربرد اسید سـولفوریک در خاکهای سدیمی حاوی کربنات کلسیم می تواند از طریق واکنش با کربنات کلسیم و تـامین منبـع کلـسیم محلول بـه صـورت گـچ، خـاک را اصـلاح نمـوده و همچنین با حل نمـودن هیدروکـسیدهای آلومینیـوم و آهن باعث افزایش هماوری رسها و پایداری ساختمان خاک شود (پراتر و همکاران، ۱۹۷۹).

مشخص شده است که الکترولیت تولیـد شـده بـه وسیله گچ عامل مهمی در هماوری رسها بوده و علاوه بر ESP باید مورد توجه قـرار گیـرد (شـانموگاناتان و ادس، ۱۹۸۳). بـرای همـاوری رسـها حـد معینـی از غلظت الکترولیت لازم است که ایـن حـد بـستگی بـه

1- Dispersion
2- Flocculation

www.SID.ir

Archive of SID

میزان ESP دارد (کوییرک، ۱۹۷۷). رنگاسمی (۱۹۸۲) نشان داد که رسهای اشباع شده از کلسیم در غیاب الکترولیت، در حالت مرطوب در اثر نیروی مکانیکی ضعیف پراکنش می‌یابند، این موضوع ممکن است در سطح خاک هم وقتی که بارندگی سنگینی انجام شود اتفاق بیفتد.

شانموگاناتان و ادس (۱۹۸۲b) هم نشان دادند که رسهای غیر سدیمی وقتی که غلظت الکترولیت کم باشد در اثر تکان دادن (shaking) پراکنش می یابند و رس پراکنده شده بر بسیاری از خصوصیات فیزیکی خاک اثر منفی می گذارد.

مهمترین ویژگیهای خاک که بر پراکنش رس موثر هستند عبارتند از: (۱) مقدار رس، (۲) اندازه رس، نوع رس و خصوصیات بار سطحی آن (۳) کاتیونهای تبادلی، غلظت الکترولیت و pH خاک، (٤) وجود عوامل پراکنده کننده مانند آنیونهای آلی و همچنین عوامل متصل کننده ذرات یا تشکیل دهنده خاکدانه مانند مواد آلی، کربناتهای Ca و Mg و اکسیدها و هیدروکسیدهای Si، Al و Fe، (۵) برهمکنش این عوامل (نلسون و ادس، ۱۹۹۸). مشخص شده که مواد آلی و سدیم تبادلی از عوامل مهم موثر بر پراکنش رسها هستند، سدیم تبادلی از طریق افزایش ضخامت لایه دو گانه پخشیده، مستقیما بر پراکنش رسها موثر است (شینبرگ و لتی، ۱۹۸٤).

مواد آلی نیز ممکن است باعث افزایش پراکنش یا مانع پراکنش رسها شوند بدین صورت که آنیونهای آلی با افزایش بار منفی سطح ذرات رس و همچنین با کمپلکس کردن کاتیون کلسیم و دیگر کاتیونهای چند ظرفیتی مانند آلومینیوم و در نتیجه کاهش فعالیت[۳] آنها در محلول خاک باعث افزایش پراکنش رسها می شوند (نلسون و همکاران، ۱۹۹۹). از طرف دیگر، پلی آنیونهای بزرگ می‌توانند با اتصال به محلهای دارای بار مثبت، ذرات رس را به یکدیگر متصل کرده و خاکدانه های کوچک و پایدار را به وجود آورند (گرینلند، a ۱۹٦۵).

گرچه مهندسین با موفقیت توانسته‌اند ساختمان خاک را با افزودن سیمان تغییر دهند ولی استفاده از آن در کشاورزی هنوز مورد توجه قرار نگرفته است.

آهوجا و اسمارتزندروبر (۱۹۷۲) مشاهده کردند که استفاده از سیمان به میزان ۱ درصد وزنی در یک خاک سیلتی لوم، باعث افزایش ضریب آبگذری گردید و میزان خاکدانه های پایدار در آب را به سه برابر افزایش داد. شانموگاناتان و ادس (۱۹۸۳) مشاهده کردند که بسیاری از خواص فیزیکی خاک از جمله پایداری خاکدانه‌های بزرگ با افزودن ۰/۸ درصد وزنی سیمان بهبود یافت ولی وقتی گندم در آن کاشته شد، بدلیل افزایش pH، درصد جوانه زنی بذر، پنجه زنی، رشد ریشه و جذب فسفر کمتر از شاهد بود. آزمایشهای مختلف نشان می دهد که کاربرد ترکیبات کلسیم دار به علت تولید یون کلسیم (Ca^{2+}) در خاک و جابه جا کردن یون سدیم تبادلی، باعث هماوری رسها شده و به تشکیل خاکدانه های کوچک (۵۰–۲۵۰μm) کمک می کند و از این طریق ضمن کاهش رس قابل پراکنش و کاهش سله بندی باعث بهبود خواص فیزیکی خاک می شود .

از طرف دیگر مواد آلی پوسیده با گروههای عاملی فراوان که قدرت کمپلکس کردن کاتیونهای چند ظرفیتی را دارند در تشکیل کمپلکس‌های آلی – معدنی و در نتیجه در پایداری خاکدانه های کوچک (<۲۵۰μm) نقش عمده ای را ایفا می کند (تیسدال وادس، ۱۹۸۲) . علاوه بر مواد آلی پوسیده، مواد آلی زود تجزیه شونده، پلی ساکاریدهای میکروبی که در اثر تجزیه ماده آلی تولید می‌شوند و موسیلاژهای سطح ریشه گیاه نیز در پایداری خاکدانه های کوچک نقش اساسی (تیسدال وادس، a۱۹۸۰) . هیفهای قارچی، شبکه ریشه ای گیاه و بقایای گیاهی تاره قادرند با اتصال خاکدانه های کوچک بهم باعث

1- Activity

www.SID.ir

Archive of SID

تشکیل خاکدانه های بزرگ (>۲۵۰μm) و پایدار گردند.

نتایج تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف ایران نشان می دهد که کاربرد مواد اصلاح کننده در اراضی سدیمی و شور سدیمی استانهای آذربایجان شرقی، آذربایجان غربی، گلستان، قزوین، خراسان، اصفهان (در گلپایگان) و مازندران (در ساری) نتیجه مثبت داده است (مهاجر میلانی، ۱۳۷۹). با توجه به وسعت زیاد خاکهای شور و سدیمی در ایران (حدود ۱۵ میلیون هکتار) اصلاح و بهسازی این قبیل اراضی از طریق کاربرد مواد نسبتا ارزان قیمت موجود در کشور، مانند گچ و اسید سولفوریک و همچنین روشهای زراعی مانند افزودن بقایای گیاهی یا کوددامی می‌تواند تاثیر زیادی در اصلاح و بهره وری از این اراضی داشته باشد.

مواد و روشها:

به منظور بررسی تاثیر مواد آلی از منابع کاه و کلش خرد شده گندم (به طول ۵ تا ۱۰ سانتی متر) و کود دامی پوسیده و همچنین ترکیبات معدنی کلسیم دار مانند گچ معدنی ($CaSO_4.2H_2O$) و سیمان و همچنین اسید سولفوریک همراه با آب آبیاری بر پایداری خاکدانه ها و میزان رس قابل انتشار، در اواخر شهریور ماه ۱۳۷۸، یک آزمایش مزرعه ای در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی با ۱۴ تیمار و ۳ تکرار در یک خاک سدیمی (ESP=۴۰/۷ و pH=۸/۳) در استان قزوین به اجرا در آمد. واحدهای آزمایشی شامل کرتهایی به ابعاد ۳ متر در ۵ متر با حد فاصل ۴۰ سانتی متر و تیمارها به شرح زیر بودند:

۱- شاهد (بدون اضافه کردن ماده اصلاحی) ؛ (Bl)

۲- کاه و کلش گندم به میزان ۱۰ تن در هکتار ؛ (S_1)

۳- کاه و کلش گندم به میزان ۲۰ تن در هکتار ؛ (S_2)

۴- کاه و کلش گندم به میزان ۴۰ تن در هکتار ؛ (S_3)

۵- کود دامی به میزان ۱۰ تن در هکتار ؛ (M_1)

۶- کود دامی به میزان ۲۰ تن در هکتار ؛ (M_2)

۷- کود دامی به میزان ۴۰ تن در هکتار ؛ (M_3)

۸- گچ به اندازه نیاز گچی ؛ (G)

۹- کاه و کلش گندم (۲۰ تن در هکتار)+گچ به اندازه نیاز گچی ؛ (S_2+G)

۱۰- کود دامی (۲۰ تن در هکتار)+گچ به اندازه نیاز گچی ؛ (M_2+G)

۱۱- سیمان به میزان ۵ تن در هکتار ؛ (Ce)

۱۲- کاه و کلش گندم (۲۰ تن در هکتار)+سیمان به میزان ۵ تن در هکتار ؛ (S_2+Ce)

۱۳- کود دامی (۲۰ تن در هکتار)+سیمان به میزان ۵ تن در هکتار ؛ (M_2+Ce)

۱۴- اسید سولفوریک صنعتی (۹۸ درصد)معادل نیاز گچی (Su).

در این آزمایش بعد از آبیاری، شخم، دیسک و تسطیح جزیی زمین کاه و کلش خرد شده گندم، کود دامی پوسیده (کود گاوی)، گچ و سیمان با خاک سطحی (۲۰-۰ سانتی متر) مخلوط گردیدند و سپس کرتها آبیاری شدند و پس از دوبار آبیاری که هر دو هفته یکبار صورت گرفت به دلیل بارندگیهای مناسب کرتها آبیاری نشدند. در مورد تیمار اسید سولفوریک این ماده در دو نوبت و هر نوبت نیمی از مقدار محاسبه شده همراه با آب آبیاری به کرتهای مورد نظر داده شد ولی نمونه برداری از این کرتها همزمان با نمونه برداری از سایر کرتها صورت گرفت، بنابراین به جای یک و چهار ماه، تاثیر اسید سولفوریک پس از ۲۱ روز و سه ماه و ۲۱ روز نشان داده شده است. نیاز گچی از رابطهٔ

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه گردید $GR = \frac{ESP_i - ESP_f}{100} \times CEC$

که در آن GR نیاز گچی بر حسب میلی اکی والان گرم در صد گرم خاک ESP_f درصد سدیم تبادلی مورد نظر (در این آزمایش این مقدار برابر با ۱۰ در نظر گرفته شد)، ESP_i، درصد سدیم تبادلی اولیه وCEC ظرفیت تبادل کاتیونی خاک بر حسب سانتی مول در کیلوگرم خاک می باشد. در جدول شماره ۱ برخی از خصوصیات خاک مورد آزمایش و در جدول شماره ۲ برخی از خصوصیات مواد مصرفی و در جدول شماره ۳ نتایج تجزیه شیمیایی آب آبیاری مورد استفاده نشان داده شده است.

اندازه گیری pH با دستگاه pH متر، EC به وسیله دستگاه هدایت سنج الکتریکی، CEC به روش استات آمونیوم، کربنات کلسیم معادل به وسیله خنثی سازی با اسید کلریدریک و تیتراسیون با سود صورت گرفت. سدیم با دستگاه فلیم فتومتر، کلسیم و منیزیم با دستگاه جذب اتمی، کربن آلی به روش والکلی-بلاک و ازت کل با دستگاه میکرو کجلدال اندازه گیری گردید و SAR از رابطه $SAR = \frac{Na^+}{(\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2})^{0.5}}$ که در آن تمام غلظتها بر حسب میلی اکی والان در لیتر هستند محاسبه گردید. مقدار یونهای کربنات و بی کربنات به وسیله تیتراسیون با اسید کلریدریک، کلر به وسیله تیتراسیون با نیترات نقره و مقدار بُر به روش رنگ سنجی توسط اسپکتروفتومتر با استفاده از معرف کورکامین و مقدار یون سولفات از تفاضل کاتیونها و آنیونها محاسبه گردید. درصد اشباع با قرار دادن مقداری از گل اشباع در کوره الکتریکی به مدت ۲٤ ساعت در حرارت ۱۰۵ درجه سانتیگراد و سپس توزین نمونه خشک شده محاسبه گردید. جرم مخصوص ظاهری نمونه دست نخورده به کمک استوانه فلزی و بافت خاک با روش هیدرومتر اندازه گیری شد.

جدول شماره ۱- برخی خصوصیات خاک مورد آزمایش (عمق ۲۰-۰ سانتی متر)

خصوصیت خاک	مقدار	خصوصیت خاک	مقدار	خصوصیت خاک	مقدار
PH گل اشباع	۸/۳	SAR	۲٦/۷	درصد اشباع (SP)	٪۳۳/۵
PH (۵ : ۱)	۹/۹	کربنات کلسیم معادل	٪۱۰	جرم مخصوص ظاهری	۱/٤۳Mg.m^{-3}
ECe	۲/۵dS.m^{-1}	گچ	٪۰	شن	٪۵۳
CEC	۱۳Cmol.Kg^{-1}	0.C	٪۰/۱۲	سیلت	٪۲۱
ESP	٤۰/۷			رس	٪۲٦
سدیم محلول	۳۲me.L^{-1}			بافت	Sandy Clay Loam

www.SID.ir

Archive of SID

جدول شماره ۲- برخی خصوصیات مواد مورد استفاده در آزمایش

نام ماده	خصوصیت			
کاه و کلش گندم	٪O.C=٤٦	٪T.N=۰/۲۲	C:N=۲۰۹	۱/۸=درصد رطوبت
کود دامی	٪O.C=۲۵/۷	٪T.N=۱/٦۸	C:N=۱۵/۲۳	۸/٦=درصد رطوبت
گچ معدنی	۸٤= درصد خلوص	۲۰/۵= درصد رطوبت	اندازه ذرات µm ۵۰۰ >	
اسید سولفوریک صنعتی	۹۸= درصد خلوص			
***سیمان**	$EC=۱۲/۵٤ dS.m^{-1}$	pH=۱۲/۳	٪CaO=٦۵ (معادل کربنات کلسیم)	اندازه ذرات µm ۱۰٦>

*EC و pH در سوسپانسیون ۵ : ۱ اندازه گیری گردید.

جدول شماره ۳- تجزیه شیمیایی آب آبیاری

کلاس آب آبیاری	pH	$dS.m^{-1}$	$mg.L^{-1}$	$me.L^{-1}$					
		EC	B	SO_4^{2-}	Cl^-	HCO_3^-	CO_3^{2-}	Na^+	$Ca^{2+}+Mg^{2+}$
C_2-S_1	۸/۳	۰/۷۰	۰/۱٤	۱/۳۵	۰/٦۵	۵/٦۵	۰/۵۰	۵/۷۰	۲/٦۵

همچنین برای افزایش سرعت تجزیه کاه و کلش گندم که دارای C:N برابر ۲۰۹ بود مقدار ازت لازم از منبع کود اوره برای کاهش این نسبت به حدود ۵۰ محاسبه گردید و همزمان با مخلوط کردن کاه و کلش با خاک سطحی به تیمارهای دارای کاه و کلش اضافه گردید.

یک و چهار ماه پس از اعمال تیمارها، از دو نقطهٔ هر کرت نمونه هایی به وزن حدود ۳ کیلوگرم از عمق ۲۰-۰ سانتی متری برداشت گردید و بعد از هوا خشک شدن و مخلوط کردن، از الک ۲ میلی متر عبور پداده شد و مقدار رس قابل پراکنش در آن به روش رنگاسمی و همکاران (۱۹۸٤) اندازه گیری گردید. بدین صورت که نمونه های ۲۰ گرمی (براساس وزن خشک شده در کوره) از هر تیمار را در ارلن مایر ۲۵۰ میلی لیتری ریخته و سپس ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر افزوده و پس از یک ساعت قرار دادن برروی دستگاه تکان دهنده (شیکر) دورانی با سرعت۱٤٦ دور در دقیقه، میزان رس پراکنده شده به روش پی پت اندازه گیری شد و میزان رس قابل پراکنش به صورت درصدی از کل رس موجود در نمونه بیان گردید. مقدار رس کل فقط در نمونه‌های برداشت شده پس از یکماه از کاربرد مواد اصلاحی اندازه گیری شد.

نمونه های ۵۰ گرمی از خاکدانه های با قطر ۲ تا ٤/۷٦ میلیمتر نیز برای اندازه گیری پایداری خاکدانه ها به روش الک کردن در آب [٤] مورد استفاده قرار گرفت (کمپر و روزنیو، ۱۹۸٦). بدین صورت که پس از توزین ۵۰ گرم از خاکدانه های با قطر ۲ تا ٤/۷٦ میلی مترو اشباع نمونه ها، آنها را برروی سری الکهای ۲، ۱، ۰/۵، ۰/۲۵، ۰/۱۰٦ و ۰/۰۷۵ میلی متری قرار داده و به مدت ۱۰ دقیقه با نوسان قائم ۵/ ۲ سانتی متر و سرعت ۳۵ دور در دقیقه در آب حرکت داده شدند. سپس مقدار خاکدانه های باقیمانده برروی هر الک بعد از خشک نمودن در کوره الکتریکی (به مدت ۲٤ ساعت در حرارت ۱۰۵ درجه سانتی گراد) تعیین شد و بر اساس مقادیر به دست آمده، درصد فراوانی خاکدانه‌های با اندازه مختلف محاسبه گردید. در این اندازه گیری ها اصلاح شن صورت نگرفت.

1- Wet Sieving 2- Mean Weight Diameter

www.SID.ir

Archive of SID

نتایج به دست آمده از اندازه گیری مقدار خاکدانه ها به صورت میانگین وزنی قطر [۵] یا (MWD) هم بیان گردید. میانگین وزنی قطر از رابطه $MWD = \sum_{i=1}^{n} x_i W_i$ محاسبه شد (n ، نشان دهنده تعداد الکهاست). میانگین وزنی قطر حاصلضرب دو عامل است:

۱- میانگین قطر خاکدانه هایی که برروی هر الک باقی می ماند (x_i)؛

۲- نسبت وزن خاکدانه های باقیمانده برروی هر الک به وزن کل نمونه (W_i).

نتایج حاصل از این اندازه گیری ها در قالب طرح بلوکهای کامل تصادفی و به کمک نرم افزار رایانه ای MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفتند. مقایسه میانگین ها با آزمون چند دامنه ای دانکن و نمودارها با استفاده از نرم افزار رایانه ای Excel ترسیم گردیدند.

نتایج و بحث:

نتایج اندازه گیری پایداری خاکدانه های با اندازه مختلف به صورت درصد فراوانی این خاکدانه‌ها در تیمارهای مختلف در شکلهای ۱، ۲و۳ نشان داده شده است. با توجه به شکل ۱ مشاهده می شود که یک ماه پس از کاربرد ۱۰ و ٤۰ تن در هکتار کاه و کلش، درصد فراوانی خاکدانه های با قطر ۵۰۰-۲۵۰ میکرون در مقایسه با شاهد افزایش یافت و این افزایشها از نظر آماری معنی‌دار گردید. با توجه به اینکه افزایش درصد فراوانی این خاکدانه‌ها متناسب با کاهش درصد فراوانی خاکدانه های با قطر ۲۵۰-۱۰٦ میکرون بود، می توان نتیجه گرفت که مواد حاصل از تجزیه میکروبی کاه و کلش و همچنین متابولیتهای تولید شده توسط میکرو ارگانیسمهای تجزیه کننده این مواد باعث اتصال خاکدانه های با قطر ۲۵۰-۱۰٦ میکرون به یکدیگر شده و خاکدانه‌های بزرگتر (۵۰۰-۲۵۰ میکرون) را به وجود آورده‌اند.

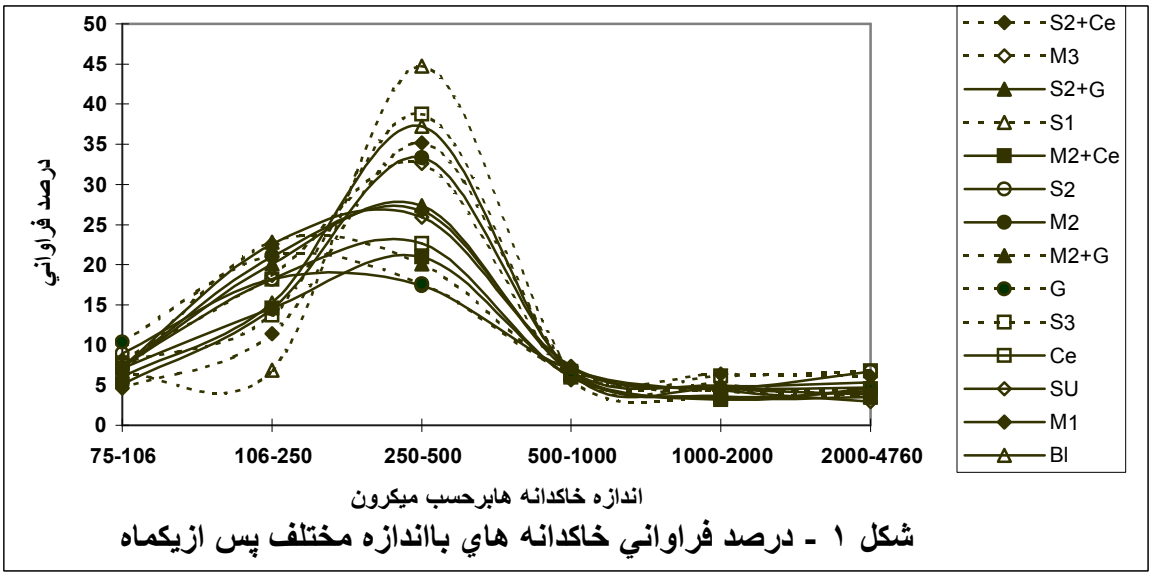
یکماه پس از اعمال تیمارها، تأثیر کاربرد گچ، ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش و ٤۰ تن در هکتار کود دامی در افزایش فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۱۰٦-۷۵ میکرون بیشتر از سایر تیمارها بود. تیمارهای کود دامی همراه با گچ، اسید سولفوریک، گچ،۱۰ تن در هکتار کود دامی، کاه و کلش همراه با گچ، ٤۰ تن در هکتار کود دامی، ۲۰تن در هکتار کاه و کلش و تیمار سیمان به ترتیب باعث افزایش معنی دار فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰-۱۰٦ میکرون گردیدند.

همچنین کاربرد توأم کود دامی و گچ در مقایسه با کاربرد جداگانه هر یک از این مواد تأثیر بیشتری در افزایش فراوانی خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰-۱۰٦ میکرون داشت.

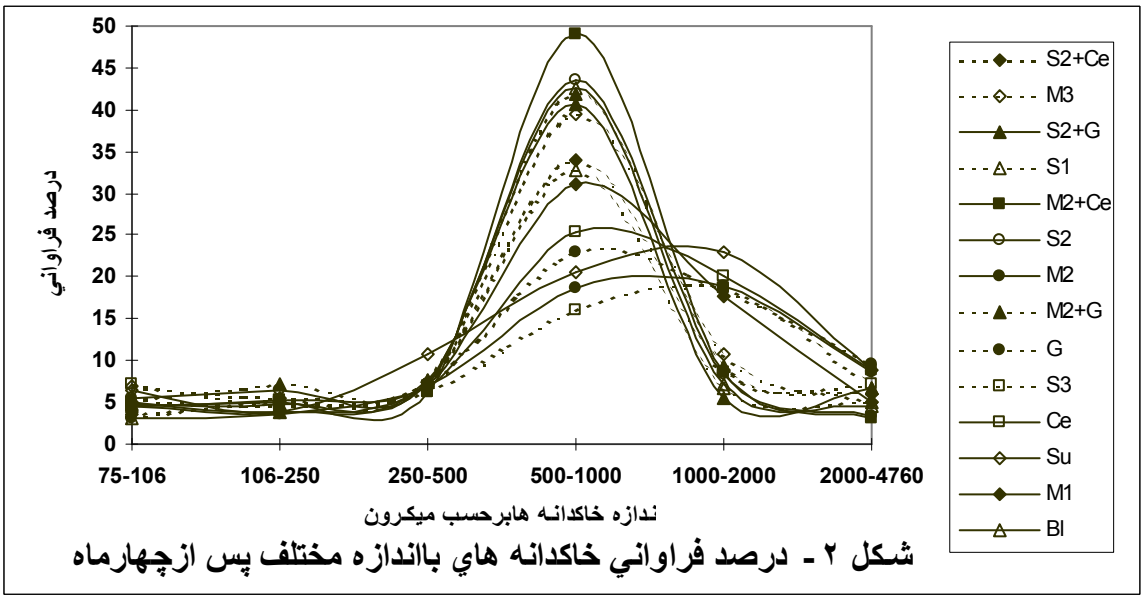
نتایج اندازه گیریها پس از یک ماه نشان داد که کاربرد توأم کاه و کلش و سیمان باعث افزایش معنی‌دار فراوانی خاکدانه‌های بزرگتر از ۵۰۰ میکرون شد و همین امر میانگین وزنی قطر (MWD) را از ۰/٤۱۵ در شاهد به ۰/۵۱۲ در این تیمار افزایش داد. همچنین کاربرد ٤۰ تن در هکتار کاه و کلش باعث افزایش معنی‌دار خاکدانه‌های بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون (۱ میلی متر) گردید و میانگین وزنی قطر را به ۰/۵۵ افزایش داد (شکل ٤).

www.SID.ir

Archive of SID



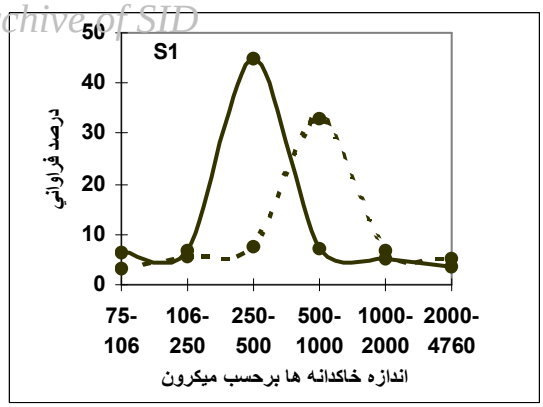
شکل ۱ - درصد فراواني خاکدانه هاي بااندازه مختلف پس ازيکماه

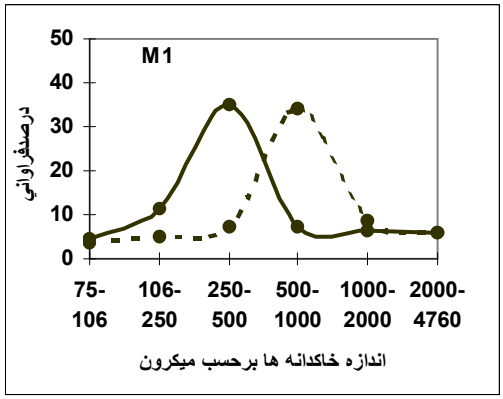


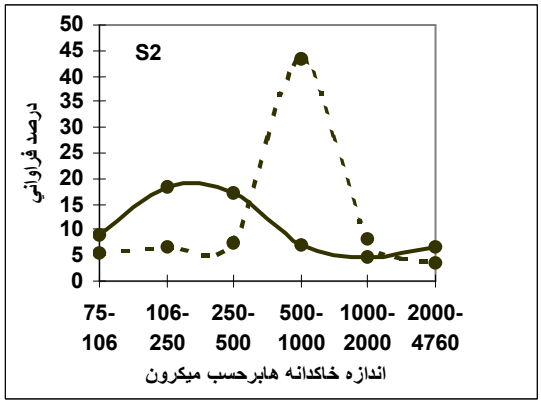
شکل ۲ - درصد فراواني خاکدانه هاي بااندازه مختلف پس ازچهارماه

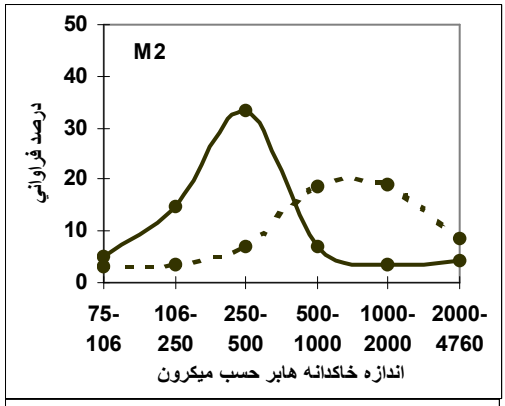
www.SID.ir

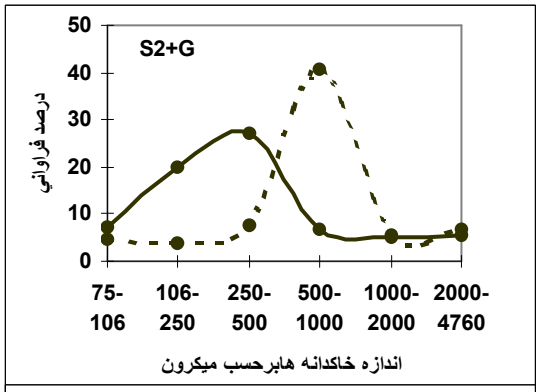
Archive of SID

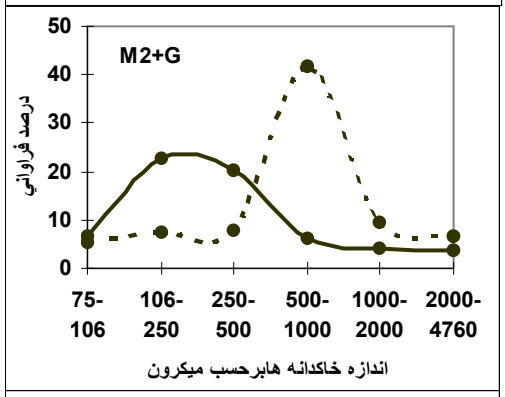


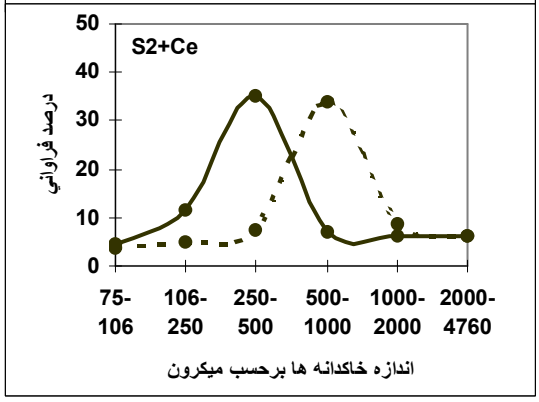


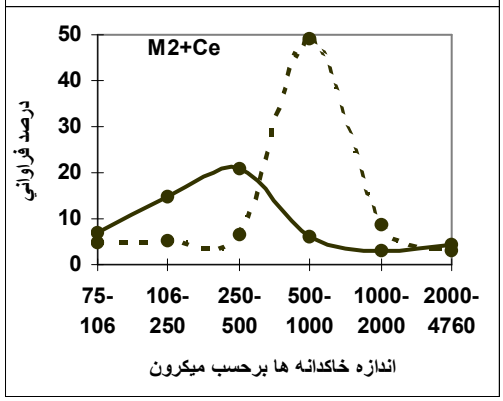








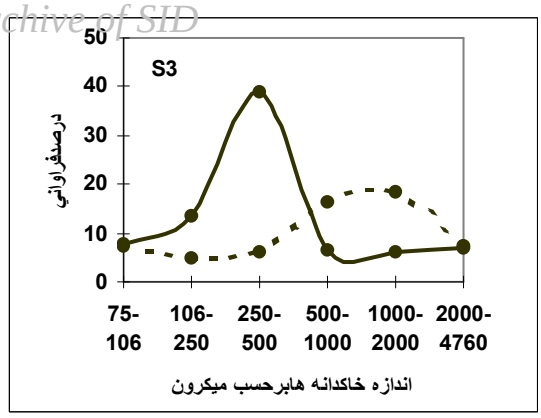


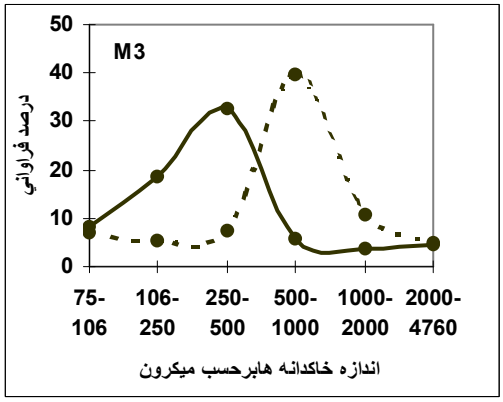


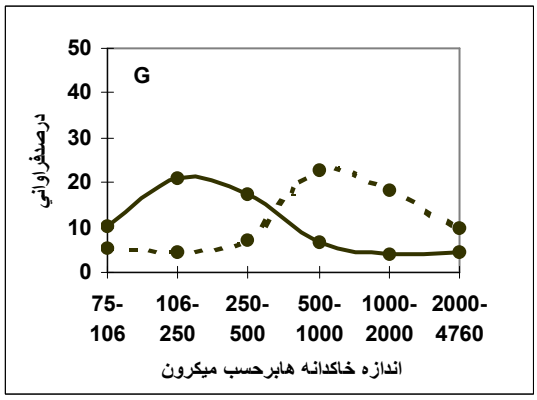
شکل ۳ – درصد فراوانی خاکدانه های با اندازه مختلف درتیمارهای آزمایشی (خطوط پیوسته نشان دهنده درصد فراوانی یکماه پس از اعمال تیمارها وخطوط نقطه چین نشان دهنده درصد فراوانی چهارماه پس ازاعمال تیمارها می باشد).

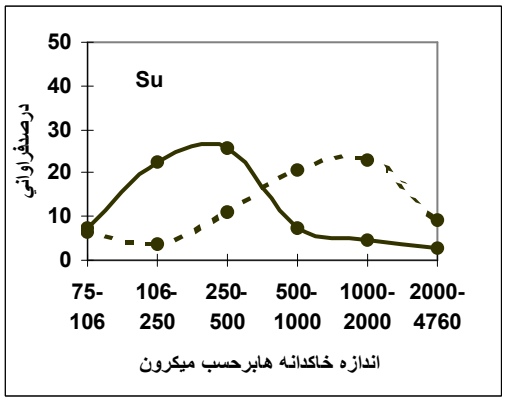
www.SID.ir

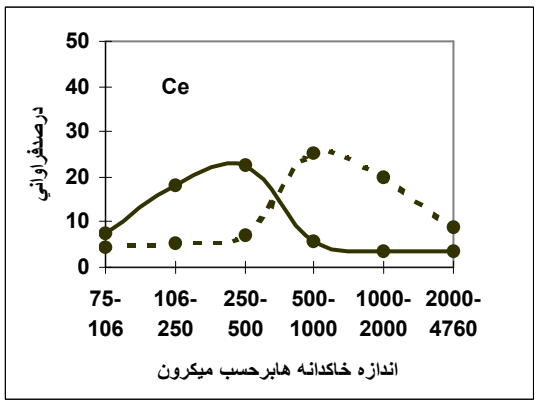
Archive of SID

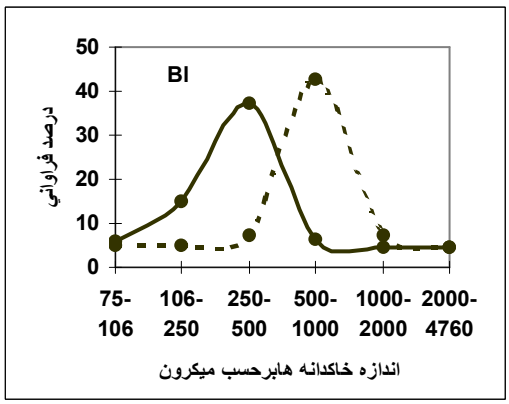




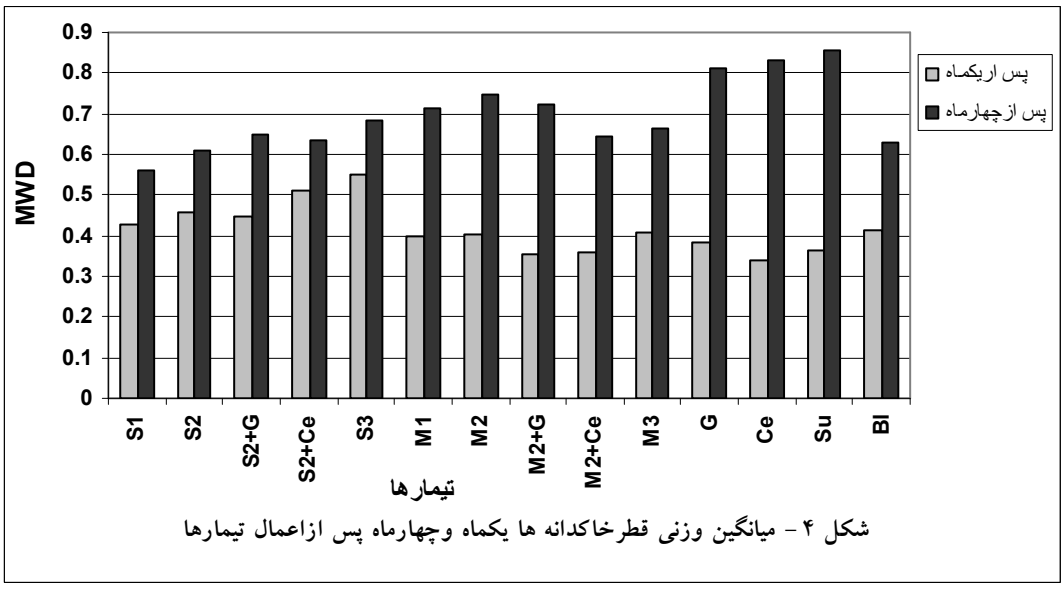








ادامه شکل ۳- — درصد فراوانی خاکدانه های با اندازه مختلف در تیمارهای آزمایشی .



شکل ۴ - میانگین وزنی قطرخاکدانه ها یکماه وچهارماه پس ازاعمال تیمارها

www.SID.ir

Archive of SID

کاربرد ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش و کاربرد تـوام کاه و کلش و گچ نیز باعث افزایش معنی دار فراوانـی خاکدانه های بزرگتر از ۲۰۰۰ میکرون (۲ میلـی متـر) گردید و این تیمارها MWD را به ترتیب به ۰/٤٥٥ و ۰/٤٥۰ افزایش دادند که ایـن افزایـشها در مقایـسه بـا شاهد معنی دار بود.

کاربرد توام کـود دامـی و سـیمان باعـث افـزایش درصـد فراوانـی خاکدانـه هـای بـا انـدازه ۱۰٦-۷٥ میکرون گردید ولی درصد فراوانی خاکدانه های دیگر را کاهش داد، این امر ممکن اسـت ناشـی از شکـسته شدن خاکدانه‌های بزرگتر و تبـدیل آنهـا بـه خاکدانـه های کوچکتر (۱۰٦-۷٥ میکرون) باشد.

چهار ماه پـس از اعمـال تیمارهـای مختلـف، درصد فراوانی خاکدانه هـای بـا قطـر ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون در اثر کار برد توأم کود دامی و سـیمان و کاربرد ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش در مقایـسه بـا شاهد افزایش یافت ولـی فقـط افـزایش ناشـی از کاربرد توأم کود دامی و سیمان در مقایسه با شاهد معنی‌دار گردید (شکلهای ۲و۳).

تیمارهای اسیدسولفوریک، سـیمان، ۲۰تـن در هکتار کود دامی، ٤۰ تن در هکتـار کـاه وکلـش و تیمار گچ باعث افزایش درصـد فراوانـی خاکدانـه های بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون در مقایسه با شـاهد گردیدند و این افزایشها متناسب با کـاهش درصـد فراوانی خاکدانه‌هـای کـوچکتر از ۱۰۰۰ میکـرون بـود (شـکلهای ۲ و ۳). میـانگین وزنـی قطـر خاکدانه‌ها در اثر کـاربرد ایـن مـواد، از ۰/٦۳۰ در شاهد بترتیب به ۰/۸٥۷، ۰/۸۳۲، ۰/۷٤۹، ۰/٦۸٦ و ۰/۸۱۳ افزایش یافت و این افزایشها از نظر آمـاری معنی‌دار گردید (شکل ٤).

با توجه به شکل های ۱،۲ و ۳ مـشخص مـی شود که یـک مـاه پـس از کـاربرد مـواد مختلـف اصلاحی، درصـد فراوانـی خاکدانـه‌هـای بـا قطـر ۵۰۰-۲۵۰ میکرون در کلیه تیمارها بیشتر از درصد فراوانی سایر خاکدانه‌ها بوده (احتمالاً بدلیل نقـش کربنـات کلـسیم و اکـسیدهای آهـن و آلـومینیم موجود در خاک بـه عنـوان عامـل اتـصال دهنـده ذرات) و پـس از چهـار مـاه، درصـد فراوانـی خاکدانه‌های با قطر ۱۰۰۰-۵۰۰ میکرون نسبت بـه سایر خاکدانه‌ها افزایش یافته است، از آنجا کـه در تیمار بـدون مـواد اصـلاحی (شـاهد) نیـز چنـین افزایشی مشاهده می‌شـود، علـت افـزایش درصـد فراوانی این خاکدانه‌ها که متناسب با کاهش درصد فراوانی خاکدانه‌های بـا قطـر ۵۰۰-۲۵۰ میکـرون می‌باشد را می‌تـوان بـه عوامـل محیطـی مـوثر در خاکدانـه سـازی از جملـه یـخزدن و ذوب شـدن خاک نسبت داد و به همین علـت مقـدار MWD در کلیه تیمارها پس از چهـار مـاه افـزایش یافـت (مرحله اول اندازه‌گیریها در آبان ماه و مرحلـه دوم در دیماه صورت گرفت).

تـأثیر گـچ در افـزایش درصـد فراوانـی خاکدانه‌های کوچک ($<250\mu m$) پس از یک ماه ناشـی از کـاهش SAR عـصاره اشـباع همـراه بـا افزایش غلظت الکترولیـت محلـول خـاک (ECe) می‌باشد

(SAR عصاره اشباع از ۱۷/۵۳ در تیمـار شـاهد، در اثر کاربرد گچ به ۹/۸۵ کـاهش یافـت و ECe از ۲/٤۸ در تیمار شاهد به ۵/۹۱ دسی‌زیمـنس بـر متر افزایش پیدا کـرد). کـاتیون کلـسیم حاصـل از حل شدن تدریجی گچ، جایگزینی سـدیم تبـادلی موجـود در سـطح ذرات رس شـده و از طریـق

www.SID.ir

Archive of SID

کاهش ضخامت لایه دوگانه باعث هماوری این ذرات گردیده و خاکدانه‌های کوچک را بوجود آورده است. نتایج مشابهی نیز توسط شانموگاناتان و ادس (۱۹۸۳) و منیروادس (۱۹۸۹a و ۱۹۸۹ b) گزارش گردیده است.

درمقایسه با گچ، تاثیر سیمان در افزایش درصد فراوانی خاکدانه های کوچک کمتر بود، هر چند که تفاوت این دو تیمار از نظر آماری معنی دار شد ولی تاثیر سیمان در افزایش درصد فراوانی خاکدانه های کوچک در مقایسه با شاهد معنی دار بود (شکل های ۱و ۳). با توجه به اینکه ECe و SAR عصاره اشباع در تیمار سیمان تفاوت چندانی با شاهد نداشت (به ترتیب ۲/۸۱ دسی زیمنس بر متر و ۱۸/۸۲ در مقایسه با ۲/٤۸ دسی زیمنس بر متر و ۱۷/۵۳ در شاهد) تاثیر سیمان در افزایش درصد فراوانی خاکدانه های کوچک را می توان ناشی از اتصال فیزیکی ذرات کوچکتر به وسیله سیلیکات کلسیم موجود در سیمان دانست. با گذشت زمان ژل سیلیکات به وجود آمده در اثر آبگیری سیمان باعث اتصال خاکدانه ها و ذرات کوچک به یکدیگر شده و خاکدانه های بزرگتر را به وجود آورده است، به طوریکه چهار ماه پس از کاربرد این ماده، درصد فراوانی خاکدانه های بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری پیدا کرد (شکل‌های ۲و۳). تحقیقات شانموگاناتان وادس (۱۹۸۳) نیز نشان داد که کاربرد سیمان باعث افزایش درصد فراوانی خاکدانه های با قطر ۲۰۰۰-۲۵۰ میکرون گردید.

کاربرد توام مواد آلی (کاه و کلش و کود دامی) و گچ در مقایسه با کاربرد جداگانه مواد آلی باعث افزایش بیشتر درصد فراوانی خاکدانه های کوچکتر از ۲۵۰ میکرون گردید، علت این امر احتمالا تشکیل کمپلکس های آلی با کاتیون کلسیم (کمپلکس های آلی – معدنی) و نقش این کمپلکس ها به عنوان عاملی برای اتصال ذرات کلوییدی به یکدیگر و نهایتاً تشکیل و پایداری خاکدانه های کوچک[۶] می‌باشد (گرینلند، ۱۹٦۵a؛ سادانا و باجوا، ۱۹۸۵). به عقیده رنگاسمی و اولسن (۱۹۹۱) مواد آلی تا حدودی بر ساختمان خاکهای سدیمی موثر هستند ولی تاثیر این مواد پس از جایگزین شدن کلسیم به جای سدیم تبادلی بسیار بیشتر می شود.

کاربرد سطوح مختلف کود دامی در مراحل اولیه، تاثیر معنی داری در افزایش MWD نداشت ولی با گذشت زمان این تاثیر بیشتر شد، به طوریکه چهار ماه پس از کاربرد این مواد مقدار MWD در مقایسه با شاهد افزایش معنی داری یافت (شکل ٤).

اضافه کردن ٤۰ تن در هکتار کاه و کلش پس از یک ماه و چهار ماه باعث افزایش معنی دار درصد فراوانی خاکدانه های بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون گردید و مصرف ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش نیز پس از یک ماه باعث افزایش درصد فراوانی خاکدانه های بزرگتر از ۲۰۰۰ میکرون و پس از چهار ماه باعث افزایش درصد فراوانی خاکدانه های با قطر بزرگتر از ۱۰۰۰ میکرون گردید که این نتایج با نتایج حاصل از تحقیقات منیروادس (۱۹۸۹b) هماهنگی دارد. کاه و کلش باعث افزایش فعالیت میکروارگانیسم ها بخصوص قارچها شده و هیف قارچها خاکدانه های کوچک را به یکدیگر متصل نموده و خاکدانه های بزرگ را به وجود می آورند (هوکر و همکاران، ۱۹۸۲؛ لینخ الیوت ۱۹۸۳; تیسدال و همکاران، ۱۹۸٤). از طرف دیگر، باکتریهای زنده و میکروارگانیسم های دیگر با ترشح پلی ساکاریدهای مختلف ذرات خاک را به یکدیگر متصل می کنند. با توجه

1 - Microaggregates

www.SID.ir

Archive of SID

به اینکه پلی ساکاریدها به راحتی مورد حمله میکروارگانیسمها قرار می گیرد، انتظار می رود تاثیر آنها در خاکدانه سازی کوتاه مدت باشد. این امر نشان می دهد که مواد آلی تازه و بقایای گیاهی یا حیوانی باید به طور متناوب به خاک اضافه شوند تا انرژی لازم برای ساخته شدن مجدد پلی ساکاریدها از طریق فعالیت میکروارگانیسمها تامین شود (استیونسون، ۱۹۹٤).

مکانیسمهایی که احتمالا باعث پایداری خاکدانه ها می شوند عبارتند از:

(۱) تاثیر زودگذر[۷] پلی ساکاریدهای میکروبی؛ (۲) اتصال موقت [۲] ذرات خاک توسط هیف قارچها و ریشه گیاهان؛ (۳) اتصالات پایدارتر [۳] ناشی از برهمکنش [٤] ماکرو ملکولهای پلی کربوکسیلی با اکسیدها، رسها و کاتیونهای فلزی چند ظرفیتی (تیسدال و ادس، ۱۹۸۲).

کاربرد اسید سولفوریک همراه با آب آبیاری نیز در مراحل اولیه باعث افزایش درصد فراوانی خاکدانه های ۲۵۰> میکرون شد. با گذشت زمان، تاثیر مثبت این ماده در افزایش فراوانی خاکدانه های ۱۰۰۰< میکرون نمایان گردید. این تاثیر را می توان به افزایش غلظت الکترولیت خاک (ECe)، کاهش pH، جایگزینی کلسیم محلول ناشی از حل شدن کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن و آلومینیوم موجود در خاک که منجر به هماوری رسها می گردد، نسبت داد. به تدریج با اتصال خاکدانه های کوچک به یکدیگر توسط اکسیدهای آهن و آلومینیوم، خاکدانه‌های بزرگتر تشکیل شده اند و به همین علت میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها به ۰/۸۵۷ افزایش یافته است.

همانطور که در شکل شماره ۵ مشخص شده، تیمارهای مختلف، تاثیر متفاوتی بر میزان پراکنش رس داشته اند و دراین میان تاثیر گچ، کود دامی همراه با گچ و کاه و کلش همراه با گچ در کاهش میزان رس قابل پراکنش بسیار قابل توجه می باشد. این تیمارها پس از یک ماه میزان رس قابل پراکنش را از ۸۹/٦۸ درصد در تیمار شاهد به ترتیب به ٤/٤٦، ٦/۸۱ و ۷/۳٦ درصد کاهش دادند و این مقادیر پس از چهارماه از ۸۳/۸۷ درصد در تیمار شاهد به ترتیب به ٤/۲۳، ۱/۵۱ و ٤/۳۲ درصد رسید. کاهش میزان رس قابل پراکنش متناسب با کاهش pH و افزایش ECe بود. کاربرد گچ و کود دامی همراه با گچ و کاه و کلش همراه با گچ پس از یک ماه و چهار ماه pH را از ۸/۳۷ در تیمار شاهد به ترتیب به ۷/۹۳ و ۷/۹۷، ۷/۹۳ و ۸/۰۷، ۷/۹۷ و ۷/۹۰ کاهش داد. مقدار ECe در اثر کاربرد این مواد پس از یک ماه و چهار ماه از ۲/٤۸ و ۲/۰۷ در تیمار شاهد به ترتیب به ۵/۹۱ و ۵/۳۳، ۷/۳۱ و ٦/۵٦، ۸/۳۰ و ۵/۷۵ دسی زیمنس برمتر افزایش یافت.

نقش گچ تنها یا همراه با مواد آلی علاوه بر رها سازی کاتیون کلسیم برای جانشینی با سدیم تبادلی وکاهش ضخامت لایه دو گانه، افزایش غلظت الکترولیت خاک هم می باشد که هر دو عامل باعث هماوری ذرات رس شده و مانع پراکنش آنها گردیده است.

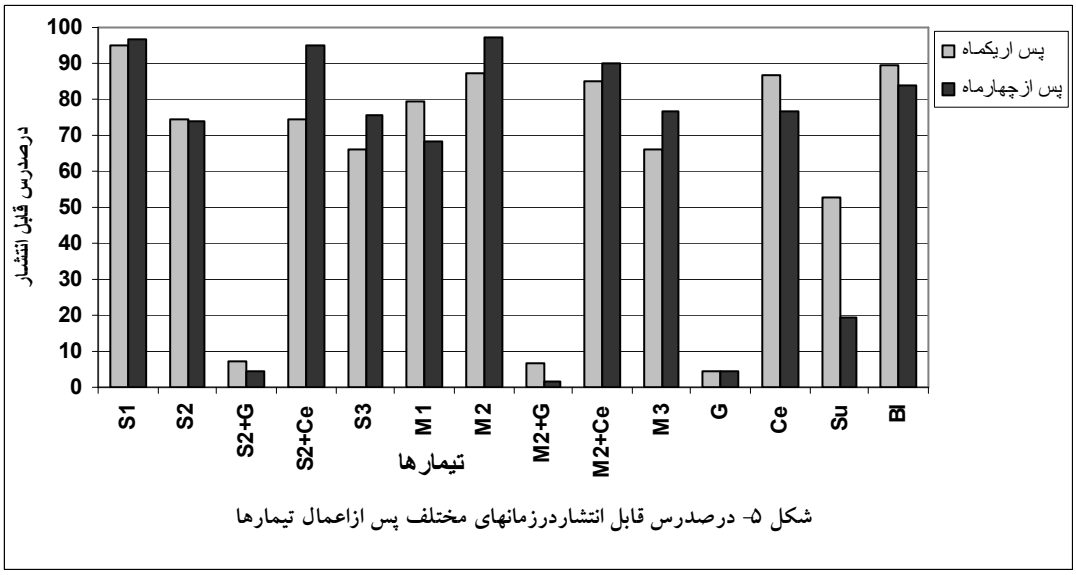
کاربرد مقدار ۱۰ تن در هکتار کاه و کلش گندم در مقایسه با شاهد باعث افزایش پراکنش رس پس از یک و چهار ماه گردید، این یافته ها با نتایج تحقیقات بالدوک و همکاران (۱۹۹٤) مشابهت دارد. یک ماه پس از کاربرد ۲۰و٤۰ تن در هکتار کاه وکلش و چهار ماه پس از کاربرد ۲۰ تن در هکتار از این ماده، مقدار رس پراکنش یافته نسبت به شاهد تا حد معنی داری کاهش یافت.

1 - Transient 2- Temporary 3- Persistent
4- Interaction

www.SID.ir

Archive of SID

افزودن توام مواد آلی و گچ به خاک در مقایسه با کاربرد مواد آلی باعث کاهش بسیار زیاد درصد رس پراکنش یافته گردید و تفاوت تیمارهای مواد آلی همراه با گچ و مواد آلی بدون گچ از نظر آماری معنی دار شد (شکل ۵)، نتایج مشابهی توسط منیرو ادس (۱۹۸۹a و ۱۹۸۹b) گزارش شده است.



شکل ۵- درصدرس قابل انتشاردرزمانهای مختلف پس ازاعمال تیمارها

بنابراین می توان نتیجه گرفت که کاربرد مواد آلی در خاکهای سدیمی به تنهایی نمی تواند تاثیر قابل توجهی بر کاهش میزان رس قابل پراکنش داشته باشد و ضروری است این ماده با ترکیبات کلسیم دار مناسب از جمله گچ مصرف شوند یا اینکه قبل از مصرف این مواد با کاربرد مواد حل کننده کربنات کلسیم موجود در خاک کلسیم به صورت محلول در آمده و مانع پراکنش رسها شده و علاوه بر این با تشکیل کمپلکس با مواد آلی باعث تشکیل خاکدانه‌های پایدار گردد. کاربرد سیمان همراه با کاه و کلش نیز در مراحل اول مقدار رس قابل پراکنش را در مقایسه با شاهد به مقدار قابل توجهی کاهش داد ولی با گذشت زمان این تاثیر کاهش یافت، به طوریکه پس از چهار ماه، درصد رس قابل پراکنش در این تیمار در مقایسه با شاهد و همچنین در مقایسه با تیمار کاه و کلش جداگانه، افزایش معنی داری نشان داد (شکل ۵). این موضوع را می توان در ارتباط با سرعت تجزیه کاه و کلش و تاثیر آن در تعدیل pH تفسیر نمود، بدین صورت که در ابتدا به دلیل بالا بودن سرعت تجزیه کاه وکلش، مقدار اسیدهای آلی تولید شده و همچنین فشار جزیی گاز کربنیک هوای خاک در اثر فعالیت میکروبی افزایش یافته و علاوه بر اینکه مانع افزایش pH ناشی از کاربرد سیمان گردیده، pH خاک را تا حد زیادی نیز کاهش داده است (پس از یک ماه pH گل اشباع در تیمار سیمان ۸/۴۳ و در تیمار کاه و کلش همراه با سیمان ۸/۰۷ بود).

پس از چهار ماه با کاهش درجه حرارت محیط و احتمالا مقاوم شدن ترکیبات در برابر تجزیه، سرعت تجزیه کاه وکلش کاهش یافته و در نتیجه تاثیر سیمان در افزایش pH غالب گردیده است به طوریکه، pH گل اشباع در تیمار کاه و کلش همراه با سیمان از ۸/۰۷ (پس از یک ماه) به ۸/۳۷ افزایش یافت و احتمالا این افزایش باعث بیشتر شدن درصد رس قابل پراکنش در

www.SID.ir

Archive of SID

مقایسه با مرحله اول (پس از یک ماه) گردیده است. علاوه بر این، کمپلکس شدن کاتیون های چند ظرفیتی موجود در محلول خاک و همچنین پوشیده شدن محلهای مثبت موجود در سطح رسها توسط آنیونهای حاصل از تجزیه ماده آلی نیز ممکن است در این افزایش نقش داشته باشند (منیروادس، ۱۹۸۹b؛ نلسون و همکاران، ۱۹۹۹). سوارز و همکاران (۱۹۸٤) نیز نشان دادند که در SAR و غلظت الکترولیت ثابت، میزان پراکنش رسها با افزایش pH افزایش یافت.

با توجه به اینکه کاربرد سیمان به طور جداگانه یا توام با کاه و کلش تاثیر چندانی در ECe خاک نداشت، تاثیر این ماده در افزایش یا کاهش درصد رس قابل پراکنش را نمی توان به کاهش یا افزایش ECe خاک نسبت داد (ECe تیمار شاهد، سیمان و تیمار کاه و کلش همراه با سیمان پس از یک ماه و چهار ماه به ترتیب ۲/٤۸ و ۲/۰۷، ۲/۸۱ و ۲/٤۳، ۲/۲۷و ۲/۰٤ دسی زیمنس بر متر بود).

افزودن مقادیر مختلف کود دامی به جز مقدار ۲۰ تن در هکتار، باعث کاهش درصد رس قابل پراکنش شد. کاربرد توام کود دامی و سیمان در مراحل اولیه در مقایسه با شاهد کاهش معنی داری در میزان رس قابل پراکنش ایجاد نکرد و در مراحل بعدی نیز درصد رس قابل پراکنش را تا حد معنی داری افزایش داد. بنابراین می توان گفت که کاربرد کود دامی یا کود دامی همراه با سیمان نمی تواند تاثیر زیادی در کاهش میزان رس قابل پراکنش داشته باشد، زیرا در صورت عدم جایگزینی سدیم تبادلی با کلسیم، سدیم موجود در خاک باعث افزایش حلالیت و تحرک مواد آلی می شود (سوکولوف، ۱۹۳۸) و از این طریق باعث افزایش سرعت تجزیه این مواد در خاک می گردد. ولی زمانی که مواد آلی همراه با گچ مورد استفاده قرار گیرد، همان طوری که در مورد تیمارهای ۲۰ تن در هکتار کاه و کلش و کود دامی همراه با گچ مشاهده شد درصد رس قابل پراکنش به طور چشمگیری کاهش خواهد یافت زیرا کلسیم ناشی از حل شدن تدریجی گچ علاوه بر هماور کردن رسها با تشکیل کمپلکس های آلی – معدنی (Ca-Organic) و تشکیل خاکدانه های پایدار باعث تداوم بقای مواد آلی و ایفای نقش مثبت آنها در خاک می‌گردد.

کاربرد اسید سولفوریک همراه با آب آبیاری از طریق انحلال کربنات کلسیم موجود در خاک باعث جایگزینی کاتیون کلسیم به جای سدیم تبادلی شده و در نتیجه درصد رس قابل پراکنش را تا حد زیادی کاهش داد و این تاثیر با گذشت زمان نمود بیشتری پیدا کرد، به طوری که میزان رس قابل پراکنش یک ماه پس از کاربرد این ماده از ۸۹/٦۸ درصد در تیمار شاهد به ۵۲/۵۵ درصد و چهارماه بعد، از ۸۳/۸۷ درصد به ۱۹/۳۵ درصد کاهش یافت (شکل ۵). علاوه بر انحلال کربنات کلسیم و اکسیدهای Fe و Al موجود در خاک و کاهش pH می توان به نقش اسید سولفوریک در افزایش غلظت الکترولیت و همچنین کاهش مقدار یون های کربنات و بیکربنات موجود در آب آبیاری و محلول خاک (و در نتیجه کاهش رسوب کلسیم محلول به صورت کربنات کلسیم) نیز اشاره کرد.

در مجموع می توان تیمارهای کاه و کلش و کود دامی همراه با گچ، گچ و اسید سولفوریک را به عنوان تیمارهای مناسب برای ایجاد خاکدانه (بخصوص خاکدانه های کوچک) و همچنین کاهش درصد رس قابل پراکنش معرفی نمود.

جدول شماره ٤ خلاصه تجزیه واریانس خصوصیات اندازه گیری شده را نشان می دهد.

www.SID.ir

Archive of SID

همانطور که در جدول مشخص شده اثر اصلی تیمار (به جز در مورد خاکدانه های با قطر ۱۰۰۰-۵۰۰ µm در مرحله اول که در سطح ۵ درصد معنی دار شد) در تمام موارد در سطح ۱ درصد معنی دار گردید.

جدول شماره ٤- خلاصه تجزیه واریانس متغیرهای اندازه گیری شده یک ماه و چهار ماه پس از اعمال تیمارها.

منبع تغییر / خصوصیت	اثر اصلی تیمار پس از یکماه	L. S. D در سطح ۵ درصد	٪CV	اثر اصلی تیمار پس از چهار ماه	L. S. D در سطح ۵ درصد	٪CV
MWD	**	۰/۰۱۷٦	۲/٦۷	**	۰/۰۲٤۸۹	۲/۱۳
درصد فراوانی خاکدانه های با قطر						
۲۰۰۰-٤۷٦۰µm	**	۰/۵۰٦٤	٦/۲۹	**	۰/۵۸۱٤	۵/٤۵
۱۰۰۰-۲۰۰۰ µm	**	۰/۵۳۰۸	٦/۹۷	**	۰/۸۰۸٤	۳/٦۹
۵۰۰-۱۰۰۰ µm	*	۰/٦۱۹	۵/۵۷	**	۱/٦۵٤٦	۳/۰۱
۲۵۰-۵۰۰ µm	**	۱/٤۳٦	۲/۹۹	**	۰/۸۲۹	٦/٦۳
۱۰٦-۲۵۰ µm	**	۰/۸۸۱۸	۳/۰۹	**	۰/۷۵۰٦	۹/۰۸
۷۵-۱۰٦ µm	**	۰/۵۵۱٦	٤/۵۹	**	۰/۵٤۱۲	٦/٤۷
درصد رس قابل پراکنش	**	٤/۹۱۲	٤/٦۸	**	۲/۳۲۹	۲/۲۵

*معنی دار در سطح ۵ درصد ** معنی دار در سطح ۱ درصد

تشکر و قدردانی:

از شرکت کشاورزی ایران که امکانات مورد نیاز برای انجام آزمایش مزرعه ای را فراهم نموده نهایت تشکر و قدردانی به عمل می آید.

منابع:

- مهاجر میلانی، پرویز، ۱۳۷۹، مروری بر تحقیقات کاربرد گوگرد و مشتقات آن در موسسه تحقیقات خاک وآب، ماهنامه علمی، تخصصی کشاورزی زیتون، شماره ۱٤۲، ۲۸-۲۳.

- Ahuja, L. R. and Swartzendruber, D. 1972. Effect of portland cement on soil aggregation and hydraulic properties. Soil Sci. 114, 359-66.
- Baldock, J. A, Aoyama, M., Oades, J. M, Susanto and Grant, C. D. 1994. Structural amelioration of a Australian Red-brown Earth using calcium and Organic amendments. Aust. J. Soil Res. 32, 571-94.
- Barzegar, A. R., Nelson, P. N., Oades, J. M., and Rengasamy, P. 1997. Organic matter, sodicity, and clay type: Influence on soil aggregation. Soil Sci. Soc. Am. J. 61, 1131-7.
- Chand, M., Abrol, I. P., and Bhumbla, D. R. 1977. A comparison of the effect of eight amendments on soil properties and crop growth in highly sodic soil. Indian J. Agric. Sci. 47, 348-54.

www.SID.ir

Archive of SID

- Edwards, A. P., and Bremner, J. M. 1967. Microaggregates in soils. J. Soil Sci 18, 64-73.
- Emerson, W. W. 1954. The determination of stability of soil crumbs. J. Soil Sci 5, 235-50.
- Goldberg, S., Kapoor, B. S., and Roads, J. D. 1990. Effect of aluminum and iron oxides and orgainc matter on flocculation and dispersion of arid zone soils. Soil Sci. 150, 588-93.
- Greenland, D. J. 1965a. Interaction between clays and organic compounds in soils. Part I. Mechanisms of interaction between clays and defined organic compounds. Soils and Fertilizers, 28, 415-25.
- Greenland, D. J. 1965b. Interaction between clays and organic compounds in soils. Part II. Adsorption of soil organic compounds and its effect on soil properties. Soils and Fertilizers, 28, 421-32.
- Hamblin, A. P. 1977. Structural features of aggregates in some East Anglian silt soils. J. Soil Sci 28, 23- 28.
- Hooker, M. L., Herron, G. M., and Penas, P. 1982. Effects of residue burning, removal and incorporation on irrigated cereal crop yields and soil chemical properties. Soil Sci.Soc. Am J . 46, 122-6.
- Kanwar, J. S. Bhumbla, D. R. and Singh, N. T. 1965. Studies on the reclamation of saline and sodic soils in the Punjab. Indian J. Agric. Sci. 35, 43-51.
- Kemper, W. D., and Rosenau, R. C. 1986. Aggregate stability and size distribution, In: Methods of Soil Analysis, 2nd. Ed. (Ed. Klute, A.) PP. 425-60. American Society of Agronomy, Madison, WI.
- Loveland, P. J., Hazelden, J., and Sturdy, R. G. 1987. Chemical properties of salt-affected soil in North Kent and their relationship to soil instability. J. Agric. Sci. Cambridge, 109, 1-6.
- Lynch, J. M., and Elliot, L. F. 1983. Aggregate stabilization of volcanic ash and soil during microbial degradation of straw. Appl. Environ. Microbiol. 45, 1398-401.
- More, S. D. 1994. Effect of farmwastes and organic manures on soil properties, nutrient availability and yield of rice-wheat grown on sodic Vertisol. J. Indian, Soc. Soil Sci. 42, 253-6.
- Muneer, M., and Oades, J. M. 1989a. The role of Ca-Organic interactions in soil aggregate stability. I. Laboratory studies with ^{14}C-glucose, $CaCO_3$ and $CaSO_4$.$2H_2O$. Aust. J. Soil Res. 27, 389-99.

-Muneer, M., and Oades, J. M. 1989b. The role of Ca-Organic interactions in soil aggregates stability. II. Field studies with ^{14}C - lebelled straw, $CaCO_3$ and $CaSO_4$ - .$2H_2O$. Aust. J. Soil Res. 27,401-9.

- Nelson, P. N., and Oades, J. M. 1998. Organic matter, sodicity and soil structure. In: Sodic Soils, Distribution, Properties, Management, and Enviromental Consequences. (Eds. Summer, M. E., and Naidu, R.) PP. 51-57.Oxford Univ. Press, New York.
- Nelson, P. N., Baldock, J. A., Clarke, P., Oades, J. M. 1999. Dispersed clay and organic matter in soil: Their nature and associations. Aust. J. Soil Res., 37, 289-315.
- Oades, J. M. 1984. Soil organic matter and structurall stability: Mechanisms and implications for manegement. Plant Soil, 76 , 319-34.

www.SID.ir

Archive of SID

- Prather, P. J., Goertzen, J. O., Rhoades, J. D., and Frenkel, H. 1978. Efficient amendment use in sodic soil reclamation. Soil Sci Soc. Am J . 42, 782-6.
- Quirk, J. P. 1977. Chemistry of saline soils and their physical properties. In: Salinity and Water Use, (Eds. Talsma, T., and Philip, J.R.) PP. 79-09. A National Symposium on Hydrology, The Australian Academy of Science, Canberra.
- Rengasamy, P., Greene, R.S.B., Ford, G.W., and Mehanni, A.H. 1984. Identification of dispersive behaviour and the management of red-brown earths. Aust. J. Soil Res. 22, 413-31.
- Rengasamy, P. 1982. Dispersion of calcium clay. Aust. J. Soil Res. 20, 153-7.
- Robbins, C. W., 1986. Sodic calcareous soil reclamation as affected by different amendments and crops. Agron. J. 78, 916-20.
- Sadana, U. S., and Bajwa, M. S. 1986.Manganese equilibrium in submerged sodic soils as influenced by application of gypsum and green manuring. J. Agric. Sci. Cambridge 104, 257-61.
- Shainberg, I., and Letey, J. 1984. Response of soils to sodic and saline conditions. Hilgardia, 52, 1-57.
- Shanmuganathan, R. T., Oades, J. M. 1982b. Effect of dispersible clay on the physical properties of the B horizon of a red-brown earth. Aust. J. Soil Res. 20, 315-24.
- Singh, M. V., and Singh, K. N., 1989. Reclamation techniques for improvement of sodic soils and crop yield. Indian. J. Agric. Sci. 59, 495-500.
- Sokoloff, V. P. 1938. Influence of soil mineral colloids on metabolic processes, growth, adhesion, and ecology of microbes and viruses. In: Interactions of soil minerals with natural organic and microbes (Eds. Huang, P. M., and Schnitzer, M.) PP. 305-428. SSSA Spec. Publ. 17. SSSA, Madison, WI.
- Stevenson, F. J. 1994. Humus Chemistry, Genesis, Composition and Reactions. PP. 446-7. John Wiley and Sons, New York.
- Suarez, D.L., Rhoades, J.D., Lavado, R., and soil dispersion. Soil Soc. Am J.48, 50-55.
- Tisdall, J.M., and Oades, J.M., 1980a. The management of ryegrass to stabilize aggregates of a red-brown earth. Aust. J. Soil Res. 18, 415-22.
- Tisdall, J.M., and Oades, J.M., 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils, J. Soil Sci., 33,141-3.
- Tisdall, J.M., Olsson, K.A., and Willoughby, P. 1984. Soil structural management and production in a non-cultivated peach orchard. Soil Till. Res. 4,165-74.

www.SID.ir

Archive of SID

The Effect of Organic Matter and Mineral Calcium Compounds on Aggregate Size Distribution and Dispersible Clay in a Sodic Soil

M. J. Rousta, A. Golchin, and H. Siadat[8]

Abstract:

In a field experiment on a sodic soil in Qazvine province, the effects of different types and amounts of soil amendments were studied using a RCB design with three replicates. The treatments included: chipped wheat straw and manure at rates of 10, 20 and 40 t/ha, gypsum (equivalent to gypsum requirement) cement (5 t/ha), 20 t/ha organic matter with gypsum or with cement (5t/ha), and sulfuric acid equivalent to gypum requirement (applied through irrigation water). Aggregate stability (75-4760μm) and dispersible clay were measured one and four months after application of the amendments. One month after application of treatments, the results showed that application of 40 t/ha straw and 20 t/ha straw with cement or with gypsum increased the MWD significantly, due to increase in the abundance of > 1000 μm and >500 μm aggregates respectively.

Applicaion of manure with cement decreased the stability of different size aggregates and MWD, significantly. Also, application of 20 t/ha straw increased MWD due to increase in the abundance of aggregates >500 μm proportional to the decrease in <250 μm aggregates.The abundance of < 250 μm aggregates increased significantly upon the addition of gypsum, sulfuric acid, and manure with gypsum.

Four months after addition of the amendments, the MWD increased due to application of different rates of manure, sulfuric acid, cement, gypsum, manure with gypsum, and 40 t/ha straw, mostly due to the increase in the abundance of aggregates greater than 1000 μm.

Application of gypsum, at first, increased the abundance of <250 μm aggregates and, later, increased the abundance of >1000 μm aggregates proportional to the decrease in dispersible clay. Although the effects of different amendments on dispersible clay varied, application of gypsum, manure, and straw with gypsum decreased the dispersible clay more significantly than the other treatments. After one month, the amount of dispersible clay decreased from 89.68% in control, to 4.46%, 6.81%, and 7.63%, and after four months from 83.87% in control, to 4.23%, 1.51%, and 4.32%, respectively.

Use of sulfuric acid with irrigation water decreased the amount of dispersible clay, one and four months after acid application to, respectively, 52.55% and 19.35%,. The overall results showed the importance of organic matter addition with gypsum for the aggregate formation and stability of a sodic soil due to flocculation of dispersed clay.

Keywords: Gypsum requirement, Wheat straw, Manure, Cement.

Respectinely, Ph. D student, Tarbiat Modaress Univ., associate Prof., Zanjan Univ., and Prof., Soil and Water Research Ins., Iran.

www.SID.ir