



تأثیر افزودن ترکیبات آلی و معدنی بر برخی از ویژگی‌های فیزیکی یک خاک سدیمی

آذر علی‌مردانی^۱، محمد امیر دلاور^۲ و احمد گلچین^۳

^۱دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه خاک شناسی، دانشگاه زنجان،

^۲استادیار گروه خاک شناسی، دانشگاه زنجان، ^۳استاد گروه خاک شناسی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۳/۱۱؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۸/۹

چکیده

سدیم تبدلی موجود در خاک‌های سدیمی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی این خاک‌ها را به شدت کاهش می‌دهد. از راه‌های بهبود این خصوصیات استفاده از ترکیبات آلی و مواد اصلاحی معدنی است. به منظور بررسی تأثیر مقادیر مختلف بقایای گیاهی یونجه (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد) همراه و بدون گچ و سولفات آلومینیوم بر ویژگی‌های فیزیکی یک خاک سدیمی، آزمایشی گلخانه‌ای با ۹ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی در گلخانه پژوهشاتی دانشگاه زنجان به اجرا در آمد. پس از اعمال تیمارها و خوابانیدن نمونه‌ها به مدت ۴ ماه، ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی و مقدار آب قابل استفاده گیاه در فواصل زمانی ۲ و ۴ ماه اندازه‌گیری شد. نتایج اندازه‌گیری‌ها نشان داد که ۴ ماه پس از اعمال تیمارهای مختلف، تیمار حاوی سولفات آلومینیوم و گچ توأم با ۵ درصد بقایای یونجه، باعث افزایش معنی‌دار میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، افزایش هدایت هیدرولیکی و مقدار آب قابل استفاده گیاه شدند. ۲ ماه پس از اعمال تیمارها، خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها خاکدانه‌های با قطر ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون افزایش چشمگیری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. تأثیر تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ توأم با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه بر مقدار آب قابل استفاده گیاه حداکثر^۱ بود و این تیمارها به ترتیب این ویژگی را به مقدار ۲۶/۲۴ و ۲۳/۵۰ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش دادند. مؤثرترین تیمارها در افزایش هدایت هیدرولیکی به ترتیب تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ توأم با ۵ درصد بقایای یونجه بود که تفاوت این دو تیمار در افزایش این ویژگی، معنی‌دار گردید. نتایج این پژوهش نشان‌دهنده نقش و اهمیت ماده آلی همراه با ترکیبات کلسیم‌دار و اسیدزا در اصلاح و بهسازی خاک‌های سدیمی است.

واژه‌های کلیدی: بقایای یونجه، خاک سدیمی، میانگین وزنی قطر خاکدانه، مقدار آب قابل استفاده، هدایت هیدرولیکی

* مسئول مکاتبه: adelavar443@yahoo.com

مقدمه

امروزه ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیاری از خاک‌ها در مناطق مختلف جهان، به دلایل متعدد برای انجام عملیات کشاورزی نامناسب شده است. از جمله عوامل نامطلوب می‌توان به کاهش مواد آلی، افزایش مقدار سدیم تبادلی و شور شدن خاک‌ها اشاره نمود. وجود سدیم بالا سبب تخریب ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری و کاهش سرعت حرکت آب در خاک، افزایش روان‌آب سطحی، پایین آمدن کاربری اراضی، کم شدن تهویه و در نهایت کاهش عملکرد محصولات زراعی می‌گردد (قراییه و همکاران، ۲۰۱۰). در خاک‌های سدیمی کاتیون سدیم با قرار گرفتن در محل‌های تبادلی رس‌ها، باعث افزایش ضخامت لایه دوگانه پخشیده شده که این عمل منجر به آماس رس‌ها و در نهایت تخریب خاکدانه‌ها می‌شود. در ادامه این فرآیند، هم‌آوری و انعقاد جای خود را به پخشیدگی و پراکندگی می‌دهد (لیرون و همکاران، ۲۰۰۲).

تأثیر پیوندهای آلی- معدنی به‌عنوان عوامل پیوند دهنده در خاکدانه‌های کوچک‌تر از ۲۵۰ میکرون، توسط بسیاری از پژوهشگران مورد تأکید قرار گرفته است (رودریگز و همکاران، ۲۰۰۶). مواد آلی با تجزیه تدریجی در خاک، موجب تولید انواع متابولیت‌ها و اسیدهای آلی در خاک شده که از یک سو باعث چسبندگی بیشتر ذرات خاک و از سوی دیگر با افزایش فشار جزئی گاز دی‌اکسیدکربن، باعث افزایش حلالیت بیشتر ترکیبات معدنی کلسیم‌دار در خاک می‌شوند و نتیجه آن افزایش هم‌آوری ذرات رس، پایداری خاکدانه‌ها و افزایش خاکدانه‌های بزرگ‌تر است (بارال و همکاران ۲۰۰۷). اضافه کردن مواد آلی مختلف شامل کود سبز و کود دامی، سبب بهبود ساختمان خاک‌های سدیمی در مزرعه نیز شده است (هانای و همکاران، ۲۰۰۴؛ یودایاسوریان و همکاران، ۲۰۰۹؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵ و ۲۰۰۹).

تیسدال و آدس (۱۹۸۲) پیشنهاد کردند که حضور مقادیر کافی کاتیون کلسیم، می‌تواند بین کلوئیدهای آلی دارای بار منفی و رس‌ها پیوند ایجاد کند که این امر جهت جلوگیری از پراکنش رس‌ها توسط آنیون‌های آلی ضروری می‌باشد. نتایج به‌دست آمده توسط پژوهشگران مختلف نشان داده است که کاربرد ترکیبات کلسیم‌دار مانند گچ، به‌علت تولید یون کلسیم در خاک و جابه‌جا کردن یون سدیم تبادلی سبب هم‌آوری رس‌ها شده و به تشکیل خاکدانه‌ها کمک می‌کند (ارتز و همکاران، ۲۰۰۰؛ دیوکر و همکاران، ۲۰۰۱). تأثیر کاتیون‌های کلسیم به‌دلیل ظرفیت بالا و شعاع آب‌پوشی کم، عامل مهمی در

افزایش هم‌آوری خاکدانه‌ها است (لال و شوکلا، ۲۰۰۴؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ تویوگین و همکاران، ۲۰۰۷).

کاربرد ترکیبات معدنی حاوی یون سولفات مانند اسیدسولفوریک و سولفات آلومینیوم در خاک‌های سدیمی حاوی کربنات کلسیم نیز می‌تواند از طریق واکنش با کربنات کلسیم و تأمین منبع کلسیم محلول، به‌صورت گچ موجب اصلاح این خاک‌ها گردد. هم‌چنین با کاهش واکنش خاک باعث انحلال هیدروکسیدهای آلومینیوم و آهن شده و در نتیجه باعث بهبود ساختمان خاک و افزایش پایداری خاکدانه‌ها در آن‌ها می‌گردد (بالدوک و همکاران ۱۹۹۴، اشرف و همکاران ۲۰۰۱، ماکوی و همکاران، ۲۰۰۷؛ ماکوی و همکاران، ۲۰۱۰).

خاک‌های شور و سدیمی در مناطق خشک و نیمه‌خشک ایران از وسعت قابل توجهی برخوردارند. به‌طوری که براساس اطلاعات نقشه ۱:۱۰۰۰۰۰۰ خاک‌های کشور، مساحت خاک‌های با شوری کم و متوسط ۲۵/۵ میلیون هکتار و خاک‌های با شوری و قلیائیت زیاد ۸/۵ میلیون هکتار برآورد شده است (بنایی، ۲۰۰۰). با توجه به وسعت زیاد این اراضی در کشور و نیز به‌منظور جلوگیری از توسعه و گسترش آن‌ها، اصلاح و بهسازی این قبیل اراضی از طریق کاربرد مواد نسبتاً ارزان قیمت و فراوان موجود در کشور نظیر گچ و ترکیبات تولیدکننده اسید، لازم به‌نظر می‌رسد. روش‌های زراعی از قبیل استفاده از بقایای گیاهی همراه با ترکیبات معدنی، تأثیر بیشتری بر بهبود خصوصیات خاک‌های سدیمی به‌همراه خواهد داشت (هانای و همکاران، ۲۰۰۴). بنابراین اهداف این پژوهش عبارت بودند از:

- ۱- بررسی کاربرد همزمان مواد آلی و ترکیبات معدنی کلسیم‌دار و اسیدزا بر اصلاح خاک‌های سدیمی،
- ۲- مقایسه کاربرد سطوح مختلف مواد آلی و ترکیبات معدنی از منابع مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی خاک سدیمی و
- ۳- مقایسه مواد آلی با ترکیبات معدنی کلسیم‌دار و اسیدزا بر نحوه تشکیل خاکدانه‌ها در خاک سدیمی.

مواد و روش‌ها

مطالعات صحرائی و نمونه‌برداری: منطقه مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان ملایر در شمال رودخانه حرم‌آباد بین ۴۸ درجه ۳۳ دقیقه تا ۴۸ درجه ۴۰ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه ۲۱ دقیقه تا ۳۴ درجه ۲۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. با توجه به گزارش‌ها و نقشه‌های خاک-شناسی موجود و انجام بازدیدهای کلی در واحدهای نقشه شناسایی شده، ابتدا نسبت به حفر ۱۵ نقطه

مشاهده‌ای به صورت مت‌زنی اقدام گردید. نمونه‌های به دست آمده از اعماق صفر تا ۳۰ و ۳۰ تا ۶۰ سانتی‌متر از مته‌ها، مورد تجزیه آزمایشگاهی اولیه قرار گرفته و ویژگی‌های قابلیت هدایت الکتریکی، pH خاک و کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم در آن‌ها اندازه‌گیری شد. بر این اساس، خاک‌های مورد نظر در گروه‌های سدیمی، غیرسدیمی و شور-سدیمی دسته‌بندی شدند. در گروه خاک‌های سدیمی شاخص، دو پروفیل خاک حفر و بر اساس دستورالعمل‌های استاندارد مشخصات مورفولوژیکی در آن‌ها مطالعه شد (شنون برگر و همکاران، ۲۰۰۲). از پروفیل این خاک‌های سدیمی تا عمق ۵۰ سانتی‌متری از سطح خاک در حدود ۲۰۰ کیلوگرم نمونه خاک جمع‌آوری و برای اعمال تیمارها به آزمایشگاه منتقل گردید.

مطالعات آزمایشگاهی: به منظور بررسی تأثیر توأم مقادیر مختلف بقایای گیاهی یونجه (۰، ۲/۵ و ۵ درصد) همراه و بدون گچ و سولفات آلومینیوم بر ویژگی‌های خاک سدیمی، آزمایش گلخانه‌ای با ۹ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی طراحی گردید. بدین منظور ۵ کیلوگرم از نمونه‌های خاک به همراه تیمارهای مختلف به مدت ۴ ماه در گلدان‌های پلاستیکی خوابانیده و رطوبت آن‌ها از طریق توزین گلدان‌ها در حد ظرفیت مزرعه نگه‌داری شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: شاهد (B) فاقد بقایای گیاهی یونجه و ماده اصلاحی، ۲/۵ درصد بقایای گیاهی یونجه (O₁)، ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه (O₂)، گچ به تنهایی به اندازه‌ی نیاز گچی (G)، ۲/۵ درصد بقایای گیاهی یونجه توأم با گچ (G+O₁)، ۵ درصد بقایای یونجه توأم با گچ (G+O₂)، سولفات آلومینیوم به تنهایی به اندازه‌ی نیاز گچی (AIS)، ۲/۵ درصد بقایای یونجه توأم با سولفات آلومینیوم (AIS+O₁)، ۵ درصد بقایای یونجه توأم با سولفات آلومینیوم (AIS+O₂). برای تعیین تأثیر تیمارهای اعمال شده، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی نمونه‌های خاک در دو دوره زمانی مختلف شامل ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها به صورت جداگانه اندازه‌گیری شدند. نیاز گچی از رابطه $GR=ESPI-ESPf/100 \times CEC$ محاسبه گردید (برزگر، ۲۰۰۸). در این رابطه GR نیاز گچی برحسب میلی‌اکی‌والان در صد گرم خاک، ESPf درصد سدیم تبدالی مورد انتظار که در این آزمایش ۸ در نظر گرفته شد. درصد سدیم تبدالی نهایی خاک در عملیات اصلاح خاک‌های سدیمی بین ۵ تا ۱۰ در نظر گرفته می‌شود که متوسط مقدار آن عدد ۸ بوده که در این پژوهش مورد استفاده قرار گرفت (برزگر، ۲۰۰۸). ESPi درصد سدیم تبدالی اولیه و CEC ظرفیت تبدالی کاتیونی خاک بر حسب سانتی‌مول بار مثبت بر کیلوگرم خاک است. ویژگی‌های فیزیکی خاک شامل میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها با اندازه‌های مختلف به روش الک‌تر، درصد رطوبت در نقطه

ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی با استفاده از دستگاه صفحه فشاری به ترتیب در فشارهای ۳۳ و ۱۵۰۰ کیلوپاسکال و محاسبه درصد وزنی آب قابل استفاده گیاه از اختلاف درصد وزنی رطوبت در نقطه ظرفیت مزرعه و نقطه پژمردگی اندازه‌گیری شد. هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت و استفاده از قانون دارسی تعیین گردید، بدین منظور ۴ ماه پس از اعمال تمامی تیمارها در هر گلدان یک سیلندر مخصوص اندازه‌گیری هدایت هیدرولیکی (به طول ۱۰ و قطر ۶ سانتی متر) فرو برده شد و نمونه‌های موجود در هر سیلندر از قسمت پایین ستون توسط آب استاندارد در طی یک روز به تدریج اشباع و با برقراری بار آبی ثابت در قسمت بالایی ستون مقدار آب جمع‌آوری شده در زمان مشخص برای محاسبه هدایت هیدرولیکی در سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت (بیورت، ۲۰۰۴). نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌های مختلف توسط نرم‌افزارهای SPSS و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در دو سطح یک در صد و پنج درصد انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات بدون مطالعه شده: خاک مورد نظر در این مطالعه براساس سیستم طبقه‌بندی جامع آمریکایی (۲۰۱۰) در تحت گروه سدیک کلسی‌زرپت (Sodic Calcixerepts) رده‌بندی شده است. واکنش خاک در خمیر اشباع در اعماق مختلف از ۸/۵ تا ۹/۳ نوسان داشت و در نسبت‌های ۱:۵ و ۱:۱۰ خاک به آب تغییرات آن از ۹/۷ تا ۱۰/۳ اندازه‌گیری شد. هدایت الکتریکی در دو حالت عصاره اشباع و عصاره ۱:۱ خاک به آب، با عمق کاهش منظم نشان داد و در افق‌های سطحی کمتر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر تعیین شده است. براساس مشاهدات صحرائی، آهک پودری در اعماق ۸۰ تا ۱۵۰ سانتی‌متری مشاهده شده است. کربنات کلسیم با عمق به تدریج افزایش یافته و حداکثر آن در افق‌های کلسیک مشاهده گردید. بافت خاک در این خاک رسی و خیلی ریز است براساس نتایج تجزیه آزمایشگاهی در صد شن، سیلت و رس به ترتیب ۹، ۵۰ و ۴۱ در صد تعیین گردید. تغییرات سدیم قابل تبادل با افزایش عمق کاهش یافته و در اعماق صفر تا ۷۰ سانتی‌متری حداکثر مقدار برابر با ۴۵ درصد تعیین شده است. جدول ۱- نتایج برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد بررسی را تا عمق ۵۰ سانتی‌متری قبل از اعمال تیمارهای آزمایشی نشان می‌دهد.

جدول ۱- ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک سدیمی قبل از اعمال تیمارها.

CEC سانتی مول در کیلوگرم	Texture	K سانتی متر در روز	θ_{PWP} (درصد)	θ_{FC} (درصد)	MWD (میلی متر)	OC (درصد)	ESP (درصد)	SAR	EC (دسی زیمنس بر متر)	pH _{1.5}	pHpast	مقدار
۱۲/۲۸	C	۰/۰۰۱	۱۶/۴	۱۹/۲	۰/۰۱۲	۰/۱۵	۴۵/۲	۳۰/۳	۵/۸	۹/۷	۹/۲	

pHPast: واکنش گل اشباع، pH_{1.5}: واکنش گل اشباع خاک به آب در نسبت یک به پنج، EC: هدایت الکتریکی، SAR: نسبت جذب سدیم، ESP: درصد سدیم تبادلی، OC: کربن آلی، MWD: میانگین وزنی قطر، θ_{FC} : در صد رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی، θ_{PWP} : در صد رطوبت در نقطه پژمردگی دائم، K: هدایت هیدرولیکی، Texture: بافت خاک و CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی.

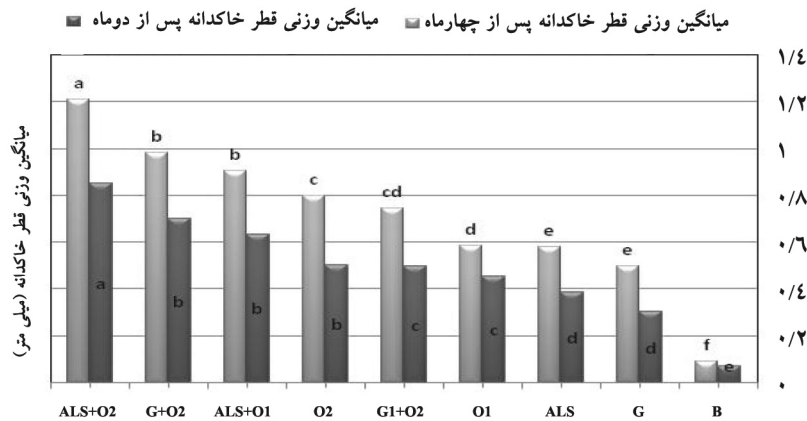
میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها: نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی خاک سدیمی ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر تیمارها بعد از گذشت ۲ و ۴ ماه بر تمامی ویژگی‌های اندازه‌گیری شده در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار شد. هدایت هیدرولیکی پس از ۲ ماه در چندین تیمار به روش معمول اندازه‌گیری شد ولی از آنجا که با تیمار شاهد تفاوت معنی‌دار نشان ندادند برای این ویژگی اندازه‌گیری تنها در دوره زمانی ۴ ماه پس از اعمال تیمارها اندازه‌گیری شد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های فیزیکی دو و چهارماه پس از اعمال تیمارها.

منبع تغییرات		میانگین وزنی قطر خاکدانه		هدایت هیدرولیکی		آب قابل استفاده
تیمار		دوماه	چهار ماه	دوماه	چهار ماه	چهار ماه
		۰/۱۸**	۰/۳۶۱**	ND	۰/۱۴۸**	۲۸/۱۸۷**
%CV		۰/۳۱	۰/۳۵	-	۱۰/۱	۱/۰۵
MSخطا		۰/۰۱	۰/۰۰۳	-	۰/۰۰۶	۰/۲۶۳

** در سطح یک درصد معنی‌دار، ND: اندازه‌گیری نشده است، CV: ضریب تغییرات

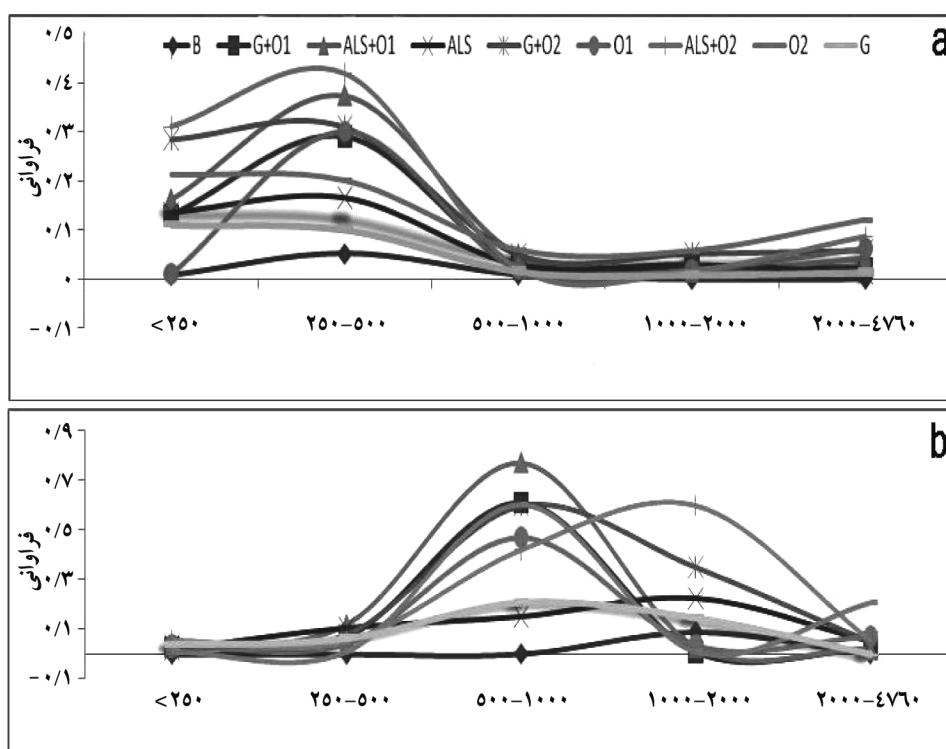
نتایج اندازه‌گیری‌های میانگین وزنی - قطر خاکدانه‌ها در تیمارهای مختلف در شکل ۱ نشان داده شده است. همه‌ی تیمارها میانگین وزنی - قطر خاکدانه‌ها را نسبت به شاهد در هر دو دوره افزایش دادند. تیمارهای مختلف اثرات افزایشی متفاوتی بر میانگین وزنی - قطر خاکدانه‌ها داشتند.



شکل ۱- تغییرات میانگین وزنی- قطر خاکدانه ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها.

تأثیر تیمار سولفات آلومینیوم همراه با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه در افزایش این ویژگی بسیار قابل توجه بود. این تیمار پس از ۲ و ۴ ماه میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها را نسبت به تیمار شاهد به ترتیب ۱۱/۲۰ و ۱۹/۲۸ درصد افزایش داد. کاربرد گچ همراه با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه نیز میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها را پس از ۲ و ۴ ماه به ترتیب ۱۰/۵۳ و ۱۷/۲۵ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش داد، و تفاوت بین این دو تیمار در سطح ۵ درصد معنی دار بود. سطوح مختلف بقایای گیاهی یونجه (۲/۵ و ۵ درصد) نسبت به اعمال تیمارهای گچ و سولفات آلومینیوم به تنهایی، میانگین وزنی- قطر خاکدانه‌ها را به مقدار بیشتری افزایش دادند. دلیل این افزایش، احتمالاً بالا بودن فعالیت میکروبی به خصوص قارچ‌ها و هیف‌های آن‌ها در اتصال خاکدانه‌های کوچک‌تر و ایجاد خاکدانه‌های بزرگ‌تر بوده است. در این میان تیمارهای ۵ درصد بقایای یونجه نسبت به تیمار ۲/۵ درصد بقایای یونجه به دلیل فعالیت میکروبی مؤثرتر، بیشتر بود، به طوری که تأثیر آن از تیمار گچ همراه با ۲/۵ درصد بقایای گیاهی یونجه نیز بیشتر است. تجدا و گونزالس (۲۰۰۶) گزارش کردند که با افزایش ماده آلی، مقدار هدایت الکتریکی عصاره خاک بالا رفته و در اثر این افزایش، همآوری و تشکیل خاکدانه‌ها به صورت موقتی بیشتر شده که منجر به بهبود وضعیت ساختمان خاک شده است. تأثیر بیشتر تیمارهای حاوی مواد آلی و معدنی را می‌توان به افزایش غلظت الکترولیت خاک، کاهش واکنش، جایگزینی کلسیم محلول ناشی از حل شدن کربنات کلسیم و اکسیدهای آهن و آلومینیوم موجود در خاک که منجر به همآوری رس‌ها می‌گردد، مرتبط دانست (ونسو و همکاران، ۲۰۰۵).

بررسی تاثیر اعمال تیمارهای مختلف بر فراوانی خاکدانه‌های با اندازه مختلف در شکل (۲) نشان داد که بعد از گذشت ۲ ماه از اعمال تیمارها، خاکدانه‌های با قطر ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرون تشکیل شده و فراوانی آن‌ها افزایش یافته است. نتایج نشان داد که تیمارهای حاوی بقایای گیاهی یونجه نسبت به تیمارهای فاقد بقایای یونجه از لحاظ این ویژگی برتری داشته و حداکثر فراوانی این خاکدانه‌ها در تیمارهای حاوی سولفات آلومینیوم و گچ توأم با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه مشاهده گردید.



شکل ۲- فراوانی خاکدانه‌ای با قطر متفاوت (a) ۲ ماه و (b) ۴ ماه پس از اعمال تیمارها.

تجزیه بقایای گیاهی یونجه در خاک موجب آزاد شدن پلی‌ساکاریدها، ترکیبات هومیکی و موسیلاژها گردیده که در پیوستگی ذرات خاک به یکدیگر، نقش مثبتی ایفا کرده‌اند. نقش بقایای گیاهی در تشکیل خاکدانه‌های بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرون توسط (اودس، ۱۹۸۴؛ گلچین و همکاران، ۱۹۹۸؛ سیکس و همکاران، ۲۰۰۴) بیان شده است. از طرف دیگر حضور مواد آلی، فعالیت موجودات

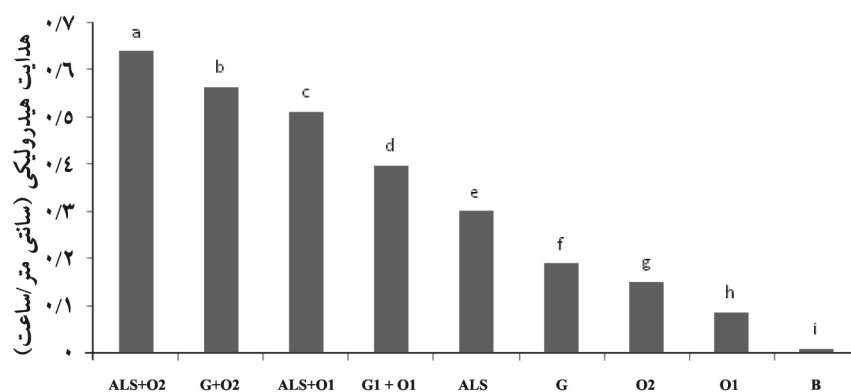
خاکی مانند قارچ‌ها را تشدید نموده و جمعیت آن‌ها را افزایش می‌دهد که نتیجه آن افزایش خاکدانه‌سازی و ثبات خاکدانه‌ها می‌باشد. تیسدال و اودس (۱۹۸۸) حضور ریشه و هیف قارچ‌ها را برای تشکیل خاکدانه‌های بزرگ لازم و ضروری می‌دانند و آن‌ها را جزء مواد پیوند دهنده موقتی دسته‌بندی می‌کنند. با گذشت ۴ ماه انکوباسیون، نتایج نشان داد که بر فراوانی خاکدانه‌های بزرگ (۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون) افزوده شده و در بعضی تیمارها تفاوت معنی‌دار با شاهد وجود دارد.

اودس و واتر (۱۹۹۱) بیان نمودند در خاک‌هایی که ماده آلی عامل پیوند ذرات منفرد به یکدیگر است، یک سلسله مراتب در تشکیل خاکدانه‌ها دیده می‌شود، به طوری که خاکدانه‌های بزرگ‌تر از اجتماع خاکدانه‌های کوچک‌تر توسط یک عامل پیونددهنده به وجود می‌آیند. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که از اجتماع خاکدانه‌های با اندازه ۲۵۰ تا ۵۰۰ میکرومتر توسط پلی‌ساکاریدها و هیف قارچ‌ها، خاکدانه‌های با اندازه ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ تشکیل شده است. تیمار آلومینیم و ماده آلی ۵ درصد به دلیل دارا بودن کاتیون‌های چند ظرفیتی از یک طرف و ماده آلی بیشتر بعد از ۴ ماه دوره انکوباسیون، باعث تولید بیشترین خاکدانه‌ها در ابعاد ۱۰۰۰ تا ۲۰۰۰ میکرون شده است. با توجه به سه ظرفیتی بودن آلومینیم، حضور ماده آلی کافی و تولید اسیدسولفوریک در حین هیدرولیز سولفات آلومینیم و به دنبال آزادسازی یون کلسیم به دلیل تشکیل گچ شرایط برای تشکیل خاکدانه‌های با ابعاد بزرگ فراهم می‌گردد (گلچین و همکاران، ۱۹۹۸). سیکس و همکاران (۲۰۰۴) نیز به نقش ترکیبات پلی‌ساکاریدی و همچنین هیف‌های قارچ‌ها در ایجاد خاکدانه‌های بزرگ اشاره کرده‌اند.

اگر چه تیمارهای حاوی گچ و سولفات آلومینیم به‌تنهایی در لخته کردن رس‌ها و تشکیل خاکدانه‌های کوچک‌تر از ۲۵۰ میکرون بسیار مؤثر عمل نموده‌اند، ولی نبود بقایای گیاهی یونجه و نبود مواد پیونددهنده مناسب در این تیمارها، باعث تشکیل نشدن خاکدانه‌های بزرگ‌تر از ۲۵۰ میکرون در این تیمارها شده است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که علاوه بر وجود کاتیون تبدلی مناسب برای به انعقاد در آوردن رس‌ها، وجود مواد پیونددهنده مناسب برای تشکیل خاکدانه‌های بزرگ، لازم و ضروری است.

هدایت هیدرولیکی اشباع: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان می‌دهد که اثر تیمارها بر افزایش هدایت هیدرولیکی در سطح ۱ درصد آماری معنی‌دار شده است. تأثیر تیمارهای مختلف بر هدایت هیدرولیکی خاک‌ها پس از ۴ ماه نسبت به شاهد به‌طور چشمگیری افزایش یافت. تیمار ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه همراه با سولفات آلومینیم بیشترین تأثیر را بر افزایش هدایت هیدرولیکی خاک

مورد مطالعه نشان داد. به طوری که این ویژگی را از ۰/۰۰۱ در تیمار شاهد، پس از ۴ ماه به ۰/۶۴ سانتی متر در ساعت افزایش داد. تیمار گچ همراه با ۵ درصد بقایای یونجه نیز باعث افزایش هدایت هیدرولیکی خاک مورد مطالعه شد، ولی این افزایش نسبت به تیمار سولفات آلومینیوم توأم با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه به میزان ۶/۲۵ درصد کمتر بود. کمترین تأثیر در افزایش هدایت هیدرولیکی خاک، مربوط به کاربرد تیمار ۲/۵ درصد بقایای یونجه به تنهایی بوده که هدایت هیدرولیکی را نسبت به تیمار شاهد به میزان ۰/۱۲۸ افزایش داده که این افزایش در سطح ۵ درصد آماری معنی دار گردید (شکل ۳).



شکل ۳- تغییرات هدایت هیدرولیکی، چهار ماه پس از اعمال تیمارها.

کاربرد مواد آلی مختلف در خاک‌های سدیمی که دارای نسبت جذب سدیم بالا هستند، با تولید آنیون‌های آلی و افزایش مقدار رس قابل انتشار خاک از یک طرف و مسدود کردن فضاهای خالی از طرف دیگر و همچنین کمپلکس کردن کاتیون‌های کلسیم و سایر کاتیون‌های چندظرفیتی، موجب کاهش فعالیت این یون‌ها در محلول خاک و افزایش انتشار رس‌ها شده که نتیجه آن است که کاربرد مواد آلی به تنهایی در مقایسه با کاربرد آن‌ها با مواد معدنی اصلاحی هر چند که باعث بهبود هدایت هیدرولیکی خاک در مقایسه با تیمار شاهد شده است، اما کاربرد تنهایی آن‌ها کم اثرتر از کاربرد آن‌ها همراه با مواد معدنی اصلاحی است در خاک است. نتایج مطالعات مختلف بیانگر آن است که افزودن

کودهای دامی و کاه و کلش گیاهان، تأثیر کمی بر هدایت هیدرولیکی خاک‌های سدیمی دارد (گیو و دونر، ۱۹۹۳).

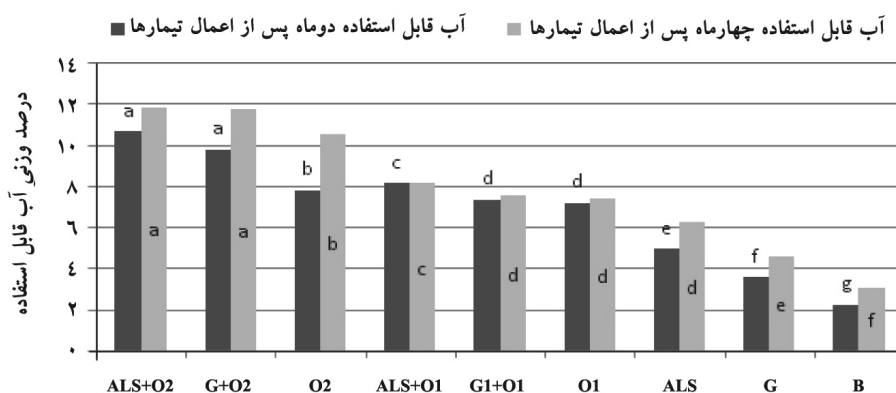
بالدوک و همکاران (۱۹۹۴) گزارش کردند که کاربرد توأم کاه و کلش گندم همراه با گچ یا آهک باعث افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در مقایسه با کاربرد جداگانه هر یک از مواد در خاک‌های سدیمی شده است.

تومباکز و همکاران (۲۰۰۴) و نلسون و همکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که مواد آلی بر افزایش هدایت هیدرولیکی خاک سدیمی تأثیر کمی داشته که با نتایج حاصل از این پژوهش هماهنگی دارد. ریتز و هاینس (۲۰۰۳) در پژوهش‌های خود اظهار داشتند که افزودن بقایای گیاهی به همراه مواد معدنی نظیر گچ و سولفات آلومینیوم، می‌تواند باعث پیوند رس‌ها و مواد آلی شده و از یک طرف انتشار رس را کم و از طرف دیگر خاکدانه‌های پایدار ایجاد نماید و از این طریق باعث افزایش هدایت هیدرولیکی خاک گردد.

ایگو و همکاران (۲۰۰۸) گزارش دادند که یون کلسیم و کاتیون‌های چندظرفیتی، مقدار رس قابل انتشار را به مقدار قابل توجهی کاهش داده و همبستگی $0/47-$ را بین مقدار کلسیم و رس قابل انتشار گزارش نمودند. رابطه همبستگی بین مقدار یون کلسیم و رس قابل انتشار در این پژوهش برابر $0/51-$ به‌دست آمد. هم‌چنین گچ و سولفات آلومینیوم با افزایش هدایت الکتریکی خاک باعث هم‌آوری ذرات خاک شده و مانع از انتشار رسمی گردد که این شرایط از تشکیل سله سطحی خاک جلوگیری می‌کند. از طرف دیگر اضافه کردن گچ و اسیدسولفوریک ایجاد شده ناشی از اثر هیدرولیز سولفات آلومینیم پایداری خاکدانه‌ها را افزایش داده که نتیجه آن افزایش هدایت هیدرولیکی در خاک‌های سدیمی است. سانسون و همکاران (۱۹۹۸) گزارش نمودند که گچ اضافه شده به خاک با بالا رفتن هدایت الکتریکی، ذرات خاک را به سرعت هم‌آور کرده و با ایجاد خلل و فرج درشت نفوذپذیری خاک را افزایش می‌دهد.

درصد وزنی آب قابل استفاده گیاه: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که تیمارها موجب افزایش درصد وزنی آب قابل استفاده گیاه در سطح آماری یک درصد معنی‌دار شده است. تیمارهای مختلف بر درصد وزنی رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی و نقطه پژمردگی دائم و مقدار آب قابل استفاده گیاه اثرات متفاوتی داشتند و در این میان تیمار سولفات آلومینیوم همراه با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه باعث افزایش آب قابل استفاده گیاه پس از ۴ ماه نسبت به تیمار شاهد به مقدار $26/24$ درصد شد.

مقدار آب قابل استفاده گیاه در تیمار گچ توأم با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه نسبت به تیمار شاهد به مقدار ۲۳/۵۰ درصد افزایش یافت. تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ به تنهایی نسبت به تیمارهای حاوی بقایای گیاهی به تنهایی، آب قابل استفاده گیاه را از ۱/۷۳۳ در تیمار شاهد به ترتیب به ۲/۴۲ و ۳/۲۶۲ درصد در این تیمارها افزایش داده و اختلاف این تیمارها از نظر آماری با شاهد در سطح یک درصد معنی دار شده است (شکل ۴).



شکل ۴- تغییرات آب قابل استفاده گیاه، ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها.

افزودن بقایای گیاهی باعث افزایش ظرفیت نگهداری آب در خاک شده و با افزایش مقدار بقایای گیاهی این ظرفیت بیشتر شده است، زیرا مواد آلی با تشکیل خاک دانه‌های بزرگ‌تر باعث افزایش منافذ بزرگ و بالا رفتن مقدار آب نگهداری شده در نقطه ظرفیت زراعی شده، ولی با این حال افزودن مواد آلی به خاک بر مقدار رطوبت در نقطه پژمردگی تأثیر زیادی ندارد. رطوبت خاک در نقطه ظرفیت زراعی بیشتر تحت تأثیر ساختمان خاک، میزان و نوع تخلخل است به همین دلیل ماده آلی با بهبود ساختمان خاک باعث افزایش رطوبت در این نقطه می‌شود. در نقطه مقابل رطوبت خاک در نقطه پژمردگی دائم بیشتر تحت تأثیر میزان رس و ماده آلی خاک است. هانای و همکاران (۲۰۰۴) اظهار داشتند که بقایای گیاهی همچنین به عنوان موانع فیزیکی در مقابل انتشار بخار آب از سطح خاک عمل کرده و بدین ترتیب موجب ذخیره بیشتر آب برای مصارف بعدی گیاه شوند. یودایاسوریان و همکاران

(۲۰۰۹) گزارش دادند که کاربرد مواد آلی توأم با مواد معدنی در افزایش مقدار آب قابل استفاده گیاه نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از این مواد مؤثرتر است. یودایاسوریان و همکاران (۲۰۰۹)، ماکوی و همکاران (۲۰۰۷) و ماکوی و ورپلانک (۲۰۱۰) گزارش دادند که کاربرد مواد آلی توأم با مواد معدنی در افزایش مقدار آب قابل استفاده گیاه نسبت به کاربرد جداگانه هر کدام از این مواد مؤثرتر است، آن‌ها دلیل این افزایش را پایداری خاکدانه در ارتباط با کاربرد توأم این مواد ذکر کردند. احتمالاً افزایش پایداری خاکدانه‌ها سبب حفظ ساختار منافذ درشت (بین ۰/۰۲ تا ۱۰ میکرون) در زمان خیس شدن می‌گردد. افزایش تعداد این منافذ باعث افزایش رطوبت قابل استفاده گیاه می‌شود. نتایج این پژوهشگران نیز با نتایج بدست آمده در این پژوهش کاملاً منطبق است.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ماده آلی با سطح ۵ درصد همراه با مواد معدنی اصلاحی (سولفات آلومینیم و گچ) سبب بهبود معنی‌دار ویژگی‌های مختلف خاک شامل میانگین وزنی قطر خاکدانه‌ها، هدایت هیدرولیکی خاک و رطوبت قابل استفاده گیاه شد. اعمال این تیمار و خوابانیدن خاک به مدت ۲ و ۴ ماه نشان داد که ابتدا خاکدانه‌های با قطر ۲۰۰ تا ۵۰۰ میکرون تشکیل شده و پس از چهار ماه خاکدانه‌های با قطر ۵۰۰ تا ۱۰۰۰ میکرون از اجتماع خاکدانه‌های کوچکتر تشکیل می‌شود. به طور کلی نتایج نشان می‌دهد که کاربرد توأم ماده آلی و مواد اصلاحی در مقایسه با کاربرد جداگانه هر کدام از این مواد تاثیر بیشتری بر بهبود ویژگی‌های فیزیکی خاک دارد. نتایج این پژوهش به نقش و اهمیت ماده آلی همراه با ترکیبات کلسیم‌دار و اسیدزا در اصلاح و بهسازی خاک‌های سدیمی حاوی آهک تاکید دارد.

منابع

1. Ashraf, M., Aslam, M., Saeed, M.M. and Shafique, M.S. 2001. Effect of intermittent pumping on the water quality of multi-strainer skimming wells. P: 200-211, 2nd National Seminar on Drainage in Pakistan, Department of Irrigation and Drainage, University of Agriculture, Faisalabad.

2. Baldock, J.A., Aoyama, M., Oades, J.M., Susanto, O. and Grant, C.D. 1994. Structural amelioration of South Australian red-brown earth using calcium and organic amendments. *Aust. Jour. of Soil Res.*, 32: 571-594.
3. Banaei, M.H. 2000. Soil resources and use potentiality map of Iran. Soil and water research institute. Tehran, Iran (In Persian).
4. Barral, M.T., Bujan, E., Devesa, R., Iglesias, M.L., and Velasco-Molina, M. 2007. Comparison of the structural stability of pasture and cultivated soils. *Science of the Total Environment*, 378: 174-178.
5. Barzegar, A.R. 2008. Salt affected soils: Diagnosis and Productivity. 2nd Edition, Shahid Chamran University.
6. Burt, R. 2004. Soil Survey Laboratory methods manual. Version 4.0. Soil Survey Investigations Report No. 42. U.S. Gov. Print.
7. Duiker, S.W., Flanagan, D.C., and Lal, R. 2001. Erodibility and infiltration characteristics of five major soils of southwest Spain. *Catena*, 45: 103-121.
8. Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I., and Shra'ah, S.H. 2010. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. *Soil Use and Management* 26:93-195.
9. Golchin, A., Baldock, J.A. and Oades, J.M. 1998. A model linking organic matter decomposition, chemistry, and aggregate dynamics. P: 245-266, In: Lal, R., J.M. Kimble, R.F. Follett, and B.A. Stewart eds. *Soil Processes and the Carbon Cycle*, CRC Press, Boca Raton, USA.
10. Gu, B. and Doner, H.E. 1993. Dispersion and aggregation of soils as influenced by organic and inorganic polymers. *Soil Science Society American Journal*, 57:709-716.
11. Hanay, A., Büyüksönmez, F., Kızıloğlu, F.M. and Canbolat, M.Y. 2004. Reclamation of saline-sodic soils with gypsum and MSW compost. *Compost Science Utility*, 12:175-179.
12. Igwe, C.A. and Udegbunam, O.N. 2008. Soil properties influencing water-dispersible clay and silt in an Ultisol in Southern Nigeria. *International Agrophysics*, 22: 319-325.
13. Lal, R. and Shukla, M.K. 2004. *Principles of Soil Physics*. Marcel Dekker, New York.
14. Lebron, I., Suarez, D.L. and Yoshida, T. 2002. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. *Soil Science Society American Journal*, 66: 92-98.
15. Makoi J.H.J.R., and Ndakidemi P.A. 2007. Reclamation of sodic soils in northern Tanzania, using locally available organic and inorganic resources. *African Journal of Biotechnology*, 6:1926-1931.
16. Mokoi J.H.J.R., and Verplancke H. 2010. Effect of gypsum placement on the physical properties of a saline sandy loam soil. *Australian Jour. Crop Sci.*, 4: 556-563.

17. Nelson, P.N., Baldock, J.A., Clarke, P., Oades, J.M. and Churchman, G.J. 1999. Dispersed clay and organic matter in soil: their nature and associations. *Australian Journal of Soil Research*, 37: 289–315.
18. Oades, J. M. 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil*, 76:319-334.
19. Orts, J.W., Sojka, R.E. and Glenn, G.M. 2000. Biopolymer additives to reduce erosion induced soil losses during irrigation. *Industrial Crops and Products*, 11: 19-26.
20. 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.
21. Rodríguez, A.R., Arbelo, C.D., Guerra, J.A., Mora, J.L., Notario, J.S. and Armas, C.M. 2006. Organic carbon stocks and soil erodibility in Canary Islands Andosols. *Catena*, 66: 228-235.
22. Sansom, J.J., Naeth, M.A., Chanasyk, D.C. and Bateman, J.C. 1998. In Situ Amelioration of Sodic Minespoil with Chemical Amendments and Crop Management. II. Soil physical properties, soil moisture and plant growth. *Canadian Jour. of Soil Sci.*, 78: 667-674.
23. Schoeneberger, P.J., Wysocki, D.A., Boenhm, E.C. and Broderson, W.D. 2002. Field book for describing and sampling soils. Ver. 2.0, Natural resource conservation service, national soil survey center, Lincoln, N. E.
24. Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S. and Denef, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Tillage Research*, 79: 7-31.
25. Soil Survey Staff. 2010. Keys to Soil Taxonomy, 11th ed. USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC. 344p.
26. 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.
27. Tisdall, J.M. and Oades, J.M. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in grassland of soils. *Journal Soil Science*, 33:141-163.
28. Toby O'geen, A., Prichard, T.L., Elkins, R. and Pettygrove, G.S. 2007. Orchard Floor Management Practices to Reduce Erosion and Protect Water Quality, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication 8202.
29. Tombácz, E., Libor, Z., Illés, E., Majzik, A. and Klumpp, E. 2004. The role of reactive surface sites and complexation by humic acids in the interaction of clay mineral and iron oxide particles. *Organic Geochemistry*, 35:257–267.
30. Udayasoorian, C., Sebastian, S.P. and Jayabalakrishnan, R.M. 2009. Effect of amendments on problem soils with poor quality irrigation water under sugarcane crop. *American-Eurasian Jour. Agri. and Envir. Sci.*, 5: 618-626.

31. Vanessa, N.L., Richard, S.B. and Brian, W. 2005. Decomposition of organic matter in salt affected soil. CRC Press, London, PP: 333-337.
32. Waters, A.G., and Oades, J.M. 1991. Aggregate hierarchy in soils. Australian Journal of Soil Research, 29: 815-828.
33. 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: laboratory incubation. Applied Soil Ecology, 41:29-40.
34. Wong V.N.L., Greene R.S.B., Murphy B.W., Dalal R. and Mann S. 2005. Decomposition of added organic material in salt-affected soils. pp. 333-337. In 'Cooperative Research Centre for Landscape Environments and Mineral Exploration Regional Regolith Symposia 2005: 10 Years of CRC LEME'. Canberra. (Ed. I Roach). (CRC LEME).



The effects of organic and inorganic materials on some physical properties of a sodic soil

A. Alimardani¹, *M.A. Delaver² and A. Golchin³

¹Former M.Sc. student Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Zanzan University,

²Assistant Prof. Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Zanzan University

³Professor, Dept. Dept. of Soil Science, College of Agriculture, Zanzan University

Received: 2011-6-1; Accepted: 2011-10-31

Abstract

The presence of excessive amounts of exchangeable sodium on sodic soils adversely affects the physico-chemical properties of these soils. Organic matter and minerals amendments were used to improve the properties of sodic soils. To study the effects of different levels (0, 2.5, and 5%) of alfalfa residue without or with gypsum and aluminum sulfate on physical properties of a sodic soil a greenhouse experiment with 9 treatments was conducted in Zanzan University using a completely randomized design and three replications. After addition of different treatments to soil samples, they were incubated for four months at moisture content of field capacity. Physical properties of the soil samples including stability of soil aggregates (measured as mean weight diameter), hydraulic conductivity and plant available water were measured after incubation of two and four months intervals. Aggregates with diameters of 250-500 μm and 500-1000 μm increased significantly with respect to control after 2 and 4 months of incubation respectively. The highest plant available water was obtained from treatments with 5% alfalfa residue+ gypsum or 5% alfalfa residue+ aluminum sulfate and these treatments increased this attribute by 26.5% and 23.5% respectively compared to control. The most effective treatment in increasing hydraulic conductivity was aluminum+ 5% alfalfa residue stood in second place. The results of this research indicate the importance of organic matter and calcium bearing compounds for improving physical properties of sodic soils.

Keywords: Alfalfa residue; Sodic soil; Mean weight diameter; Hydraulic conductivity; Plant available water

*Corresponding Authors; Email: adelavar443@yahoo.com

