



بررسی تأثیر افزودن ترکیبات آلی و معدنی بر برخی ویژگی‌های شیمیایی یک خاک سدیمی

آذر علی‌مردانی^۱، *محمدامیر دلاور^۲ و احمد گلچین^۳

^۱دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان، آستادیار گروه خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان،

^۲آستاد گروه خاک‌شناسی، دانشگاه زنجان

تاریخ دریافت: ۹۰/۸/۱۰؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۶/۷

چکیده

به منظور بررسی تأثیر هم‌زمان بقایای گیاهی یونجه (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد وزنی) همراه و بدون کاربرد گچ و سولفات آلومینیوم بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی یک خاک سدیمی، آزمایش گلخانه‌ای با ۹ تیمار و ۳ تکرار در قالب طرح کاملاً تصادفی به اجرا درآمد. نمونه‌های خاک پس از اعمال تیمارها برای ۴ ماه در رطوبت ظرفیت مزرعه خوابانیده شدند. نتایج نشان داد پس از ۲ و ۴ ماه، تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ هم‌زمان با ۵ درصد بقایای یونجه به ترتیب باعث افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی در خاک شده و تیمار ۲/۵ درصد بقایای یونجه کم‌ترین تأثیر را بر افزایش هدایت الکتریکی پس از ۲ و ۴ ماه نسبت به سایر تیمارها نشان داد. کاربرد سولفات آلومینیوم هم‌زمان با ۵ درصد بقایای یونجه واکنش خاک را به مقدار ۱/۳۶ و ۱/۵۵ واحد به ترتیب پس از ۲ و ۴ ماه نسبت به شاهد کاهش داد. تیمارهای شامل گچ و سولفات آلومینیوم به تنهایی باعث کاهش مقدار رس قابل انتشار در طی دو دوره زمانی به مقدار ۸۹/۴۳ و ۹۳/۰۳ درصد نسبت به تیمار شاهد شدند، این در حالی است که تیمار ۵ درصد بقایای یونجه مقدار رس قابل انتشار را ۴/۸ و ۲/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد در هر دو دوره پس از اعمال تیمارها افزایش داد. به طور مشابه تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ به تنهایی مقدار نسبت جذب سدیم خاک را به ترتیب ۵۴/۱۹ و ۴۳/۸۵ درصد پس از ۴ ماه نسبت به شاهد کاهش دادند، اما تیمارهای ۲/۵ و ۵ درصد بقایای یونجه به ترتیب مقدار نسبت جذب سدیم را پس از ۲ ماه نسبت به شاهد به مقدار ۰/۷ و ۳/۸۴ درصد افزایش دادند.

واژه‌های کلیدی: خاک سدیمی، رس قابل انتشار، نسبت جذب سدیم، مواد اصلاح‌کننده معدنی، مواد آلی

* مسئول مکاتبه: adelavar443@yahoo.com

مقدمه

در این حال ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی بسیاری از خاک‌ها در مناطق مختلف جهان به دلایل متعدد برای انجام عملیات کشاورزی نامناسب شده که از جمله عوامل نامطلوب می‌توان به کاهش مواد آلی، افزایش مقدار سدیم تبادل‌ی و شور شدن خاک‌ها اشاره نمود. وجود سدیم بالا موجب تخریب ساختمان خاک، کاهش نفوذپذیری و کاهش سرعت حرکت آب در خاک، افزایش آب‌دوی سطحی، کم شدن تهویه، کم شدن اراضی مناسب و تغییر کاربری اراضی و در نهایت کاهش عملکرد محصولات زراعی شده است (قرایبه و همکاران، ۲۰۱۰). در خاک‌های سدیمی کاتیون سدیم با قرار گرفتن در محل‌های تبادل‌ی رس‌ها، باعث افزایش ضخامت لایه دوگانه پخشیده شده که این ویژگی 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 (لبرون و همکاران، ۲۰۰۲). گزارش‌های متعددی در خصوص اضافه کردن مواد آلی از منابع مختلف شامل کود سبز و کود دامی و بهبود ساختمان خاک‌های سدیمی در شرایط مزرعه ارائه شده است (هانای و همکاران، ۲۰۰۴؛ یودایاسوریان و همکاران، ۲۰۰۹؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۹). ادس (۱۹۸۴) پیشنهاد داد که حضور مقادیر کافی یون کلسیم در بین کلونیدهای آلی دارای بار منفی و رس‌ها پیوند ایجاد کرده که این شرایط مانع از پراکنش رس‌ها توسط آنیون‌های آلی می‌گردد.

هانای و همکاران (۲۰۰۴) بیان نمودند که تأثیر ماده آلی به تنهایی بر روی ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های سدیمی ناچیز بوده و افزایش آن بر بعضی از خصوصیات خاک مانند نسبت جذب سدیم و مقدار رس قابل انتشار اثر منفی دارد. ونگ و همکاران (۲۰۰۵) در خصوص اصلاح خاک‌های شور و سدیمی توسط مواد آلی نتیجه گرفتند که افزودن ماده آلی باعث افزایش نسبت جذب سدیم و مقدار رس قابل انتشار در این خاک‌ها شده است. کاربرد گچ و سولفات آلومینیوم در اصلاح خاک‌های سدیمی باعث تبادل سدیم با کلسیم محلول شده که نتیجه این وضعیت تولید سولفات سدیم و سولفات آلومینیوم محلول بوده، که توسط آب‌شویی از خاک خارج می‌شوند (رنگاسمی، ۱۹۹۷؛ مویا و ماچاریا، ۲۰۰۳؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵). بسیاری از پژوهش‌گران تکنولوژی ترکیب مواد آلی و معدنی را به‌عنوان بهترین تیمارهای اصلاح‌کننده خصوصیات فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در خاک‌های سدیمی معرفی نموده‌اند (هایس و همکاران، ۱۹۹۷؛ وحید و همکاران، ۱۹۹۸؛ حسین و همکاران،

۲۰۰۰؛ حسین و همکاران، ۲۰۰۱؛ ساهین و همکاران، ۲۰۰۲؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ هیت وایت و همکاران، ۲۰۰۵؛ یودایاسوریان و همکاران، ۲۰۰۹؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۹؛ چاوم و همکاران، ۲۰۱۱). با توجه به وسعت زیاد خاک‌های شور و سدیمی در ایران (بیش از ۳۵ میلیون هکتار) ضرورت اصلاح و به‌سازی این گونه اراضی از طریق کاربرد مواد معدنی ارزان‌قیمت موجود در کشور مانند گچ، گوگرد، اسید سولفوریک و سولفات آلومینیوم به همراه مواد آلی مختلف مانند بقایای گیاهی امری اجتناب‌ناپذیر است، بنابراین هدف از این پژوهش بررسی تأثیر کاربرد سطوح مختلف بقایای گیاهی یونجه به تنهایی و همراه با ترکیبات معدنی از جمله گچ و سولفات آلومینیوم بر ویژگی‌های مختلف شیمیایی یک خاک سدیمی است.

مواد و روش‌ها

منطقه مورد مطالعه در ۲۵ کیلومتری غرب شهرستان ملایر در شمال رودخانه حرم‌آباد بین ۴۸ درجه و ۳۳ دقیقه تا ۴۸ درجه و ۴۰ دقیقه طول شرقی و ۳۴ درجه و ۲۱ دقیقه تا ۳۴ درجه و ۲۶ دقیقه عرض شمالی قرار گرفته است. با توجه به گزارش‌ها و نقشه‌های خاک‌شناسی موجود و انجام بازدیدهای کلی در واحدهای نقشه شناسایی شده ابتدا نسبت به حفر ۱۵ نقطه مشاهده‌ای به‌صورت متعزنی اقدام گردید. نمونه‌های به‌دست آمده از مته‌ها مورد تجزیه آزمایشگاهی اولیه قرار گرفته و ویژگی‌های هدایت الکتریکی، واکنش خاک و کاتیون‌های سدیم، کلسیم و منیزیم در آن‌ها مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. پس از محاسبه نسبت جذب سدیم خاک‌های موردنظر در گروه‌های سدیمی، شور سدیمی و شور غیرسدیمی دسته‌بندی شدند. در گروه خاک‌های سدیمی شاخص پروفیل خاک حفر و براساس دستورالعمل‌های استاندارد مشخصات مورفولوژیکی در آن‌ها مطالعه گردید (اسچینبرگر و همکاران، ۲۰۰۲). از عمق ۰-۵۰ سانتی‌متری سطح خاک پروفیل خاک سدیمی، در حدود ۲۰۰ کیلوگرم نمونه خاک جمع‌آوری و برای اعمال تیمارها به آزمایشگاه ارسال گردید. به‌منظور بررسی تأثیر هم‌زمان مقادیر مختلف بقایای گیاهی یونجه (صفر، ۲/۵ و ۵ درصد وزنی) 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. نمونه‌های خاک به همراه تیمارهای مختلف به‌مدت ۴ ماه خوابانیده شدند. تیمارهای آزمایشی عبارت بودند از: شاهد (B) بدون بقایای گیاهی

یونجه و ماده اصلاحی، ۲/۵ درصد بقایای گیاهی یونجه (O_۱)، ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه (O_۲)، گچ به تنهایی به اندازه نیاز گچی (G)، ۲/۵ درصد بقایای گیاهی یونجه هم‌زمان با گچ (G+O_۱)، ۵ درصد بقایای یونجه هم‌زمان با گچ (G+O_۲)، سولفات آلومینیوم به تنهایی به اندازه نیاز گچی (AIS)، ۲/۵ درصد بقایای یونجه هم‌زمان با سولفات آلومینیوم (AIS+O_۱) و ۵ درصد بقایای یونجه هم‌زمان با سولفات آلومینیوم (AIS+O_۲). نیاز گچی از رابطه ۱ محاسبه گردید:

$$GR = \frac{ESP_i - ESP_f}{100} \times CEC \quad (1)$$

که در آن، GR: معادل نیاز گچی بر حسب میلی‌اکی‌والان درصد گرم خاک، ESP_f: درصد سدیم تبادلی مورد انتظار که در این آزمایش ۸ در نظر گرفته شد، ESP_i: درصد سدیم تبادلی اولیه و CEC ظرفیت تبادلی کاتیونی خاک بر حسب میلی‌اکی‌والان درصد گرم خاک است (برزگر، ۲۰۰۸). برای تعیین مقدار تأثیر تیمارهای اعمال شده، ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها ویژگی‌های شیمیایی نمونه‌های خاک اندازه‌گیری شدند. بافت خاک به روش هیدرومتری (گی و بائودر، ۱۹۸۶)، مقدار رطوبت خاک در نقطه پژمردگی و ظرفیت زراعی با استفاده از محفظه‌های شامل صفحات سرمایی تحت فشار (کلوت، ۱۹۸۶)، واکنش گل اشباع خاک و در نسبت‌های ۱:۵ و ۱:۱۰ به روش پتانسیومتری (اندازه‌گیری فعالیت یون هیدروژن) با pH متر جن‌وی مدل ۶۳۰، هدایت الکتریکی عصاره گل اشباع خاک در نسبت ۱:۱ خاک به آب با دستگاه هدایت‌سنج الکتریکی جن‌وی مدل ۴۳۱۰، ماده آلی به روش هضم تر (نلسون و سامنر، ۱۹۸۲)، ظرفیت تبادل کاتیونی به روش جایگزینی با استات سدیم و استات آمونیوم (باور و هاتچا، ۱۹۶۶)، کربنات کلسیم معادل به‌وسیله خنثی کردن با اسید کلریدریک و تیتراسیون با سود (نلسون، ۱۹۸۲)، اندازه‌گیری سدیم، کلسیم و منیزیم محلول (لانیون و هیلد، ۱۹۸۲) در عصاره اشباع با دستگاه فلیم‌فوتومتر جن‌وی و دستگاه جذب اتمی واریان مدل Specter AA 20 و نسبت جذب سدیم از رابطه ۲ محاسبه گردید:

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

که در آن، غلظت کاتیون‌های محلول بر حسب میلی‌اکی‌والان در لیتر است. میانگین وزنی قطر خاک‌دانه‌ها با اندازه‌های مختلف به روش الک تر (کمپر و روزنا، ۱۹۸۶)، هدایت هیدرولیکی اشباع به روش بار ثابت و استفاده از قانون داریسی تعیین گردید (کلوت و دیرکسن، ۱۹۸۶). مقدار رس قابل انتشار با استفاده از روش رنگاسمی و همکاران (۱۹۸۴) تعیین گردید. نتایج به دست آمده از اندازه‌گیری‌های مختلف توسط نرم‌افزارهای SPSS نسخه ۱۸ و MSTATC مورد تجزیه و تحلیل آماری قرار گرفت و مقایسه میانگین داده‌ها با آزمون دانکن در دو سطح ۱ و ۵ درصد انجام شد.

نتایج و بحث

خصوصیات خاک مورد مطالعه: خاک موردنظر در این مطالعه براساس معیارهای طبقه‌بندی جامع خاک به روش آمریکایی (۲۰۱۰) در تحت گروه سدیک کلسی‌زپت (Sodic Calcixerepts) رده‌بندی شده است. واکنش خاک در خمیر اشباع در اعماق مختلف از ۹/۳-۸/۵ نوسان داشته و در نسبت‌های ۱:۵ و ۱:۱۰ خاک به آب تغییرات آن از ۱۰/۱-۹/۷ اندازه‌گیری شده است. هدایت الکتریکی در دو حالت عصاره گل اشباع و عصاره ۱:۱ خاک به آب با عمق کاهش منظم نشان داده و در افق‌های سطحی کم‌تر از ۶ دسی‌زیمنس بر متر تعیین شده است. براساس مشاهدات صحرائی آهک پودری در اعماق ۱۵۰-۸۰ سانتی‌متری خاک مشاهده شد. کربنات کلسیم با عمق به تدریج افزایش یافته و حداکثر آن در افق‌های کلسیک مشاهده شده است. بافت خاک در این خاک رسی و خیلی سنگین است براساس نتایج تجزیه آزمایشگاهی درصد شن، سیلت و رس به ترتیب ۹، ۵۰ و ۴۱ درصد تعیین گردید. تغییرات سدیم قابل تبادل با افزایش عمق کاهش یافته و در عمق‌های ۷۰-۰ 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.

واکنش خاک: اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی خاک سدیمی ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر تیمارهای آزمایشی در هر دو دوره بر همه ویژگی‌های شیمیایی موردنظر در سطح آماری ۱ درصد معنی‌دار شده است.

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

CEC ($\text{cmol}^+(\text{kg}^{-1})$)	K (سانتی‌متر بر روز)	θ_{PWP} (درصد)	θ_{FC} (درصد)	MWD (میلی‌متر)	OC (درصد)	ESP (درصد)	SAR	EC (دسی‌زیمنس بر متر)	pH _{۱۰}	pH _{Fast}	متغیر
۱۲/۲۸	۰/۰۰۱	۱۶/۴	۱۹/۲	۰/۰۱۲	۰/۱۵	۴۵/۲	۳۰/۳	۵/۸	۹/۷	۹/۲	مقدار

پH_{Fast} و اکس گل اشباع، pH_{۱۰} و اکس نسبت (به ۵ خاک به آب، EC: هدایت الکتریکی، SAR: نسبت جذب سدیم، ESP: درصد سدیم تبادل، OC: کربن آلی، MWD: میانگین وزنی قطر خاک‌دانه، درصد رطوبت در نقطه ظرفیت زراعی، θ_{PWP} : درصد رطوبت در نقطه پژمردگی دائم، K: هدایت هیدرولیکی، CEC: ظرفیت تبادل کاتیونی.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس تأثیر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های شیمیایی ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها.

منبع تغییرات	واکنش خاک		درصد رس قابل انتشار		هدایت الکتریکی		نسبت جذب سدیم	
	ماه ۲	ماه ۴	ماه ۲	ماه ۴	ماه ۲	ماه ۴	ماه ۲	ماه ۴
تیمار	۰/۵۶۴**	۰/۷۵۱**	۳۶۷/۹**	۳۵۵/۷**	۳۱/۶۰**	۳۶/۱۷**	۳۴/۲۴**	۵۶/۹۳**
CV (درصد)	۰/۳۵	۰/۲۹	۱/۴۹	۲/۹۵	۲/۲۷	۲/۸۵	۱/۰۵	۱/۵۳
MS خطا	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	۰/۲۴۵	۰/۶۸۶	۰/۰۱۸	۰/۰۳۷	۰/۰۰۵۲	۰/۰۷۱

** در سطح ۱ درصد معنی‌دار و CV: ضریب تغییرات.

نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر واکنش خاک معنی‌دار بوده و تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین این ویژگی پس از ۲ و ۴ ماه اختلاف معنی‌داری را نشان داده است. سولفات آلومینیوم و گچ هم‌زمان با ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه مقدار واکنش خاک سدیمی را از ۹/۲۵ در تیمار شاهد به ۷/۷۲ و ۷/۲۱ پس از ۲ ماه و ۷/۸۳ و ۷/۵۸ پس از ۴ ماه از اعمال تیمارها کاهش داد. کم‌ترین مقدار کاهش واکنش خاک در اثر کاربرد تیمار ۲/۵ درصد بقایای گیاهی یونجه به‌دست آمد. کاهش واکنش خاک در اثر کاربرد هم‌زمان گچ با بقایای گیاهی یونجه احتمالاً ناشی از افزایش غلظت کاتیون کلسیم و آنیون سولفات در خاک و جایگزین شدن کلسیم محلول با یون هیدروژن در سطح کلونیدهای خاک و وارد شدن یون هیدروژن به محلول خاک است. بقایای گیاهی به‌صورت‌های مختلف باعث کاهش واکنش خاک می‌شود، در اثر تجزیه میکروبی دی‌اکسیدکربن تولید شده با آب تولید اسید کربنیک که یک اسید ضعیف است شده و باعث کاهش واکنش خاک می‌شود، اسیدهای آلی تولید شده در طی مراحل تجزیه خصوصیت اسیدی داشته و منجر به کاهش واکنش خاک می‌شوند. از طرفی، کاهش فعالیت یون‌های کربنات و بی‌کربنات موجود در خاک از طریق رسوب آن‌ها با کاتیون کلسیم و تشکیل ترکیبات کم‌محلول‌تر و خروج بی‌کربنات و کربنات سدیم موجود در محلول خاک از طریق آب‌شویی را می‌توان دلیل دیگر کاهش واکنش خاک نام برد (هایس و همکاران، ۱۹۹۷؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵). استفاده از سولفات آلومینیوم به‌دلیل تشکیل اسید سولفوریک و همچنین واکنش با کربنات کلسیم موجود در خاک و افزایش غلظت الکترولیت در قدرت یونی محلول خاک موجب کاهش فعالیت یون‌های کربنات و بی‌کربنات موجود در محلول خاک شده و باعث رسوب آن‌ها به‌صورت ترکیبات کم‌محلول‌تر می‌شود، وجود این شرایط کاهش واکنش خاک را به‌دنبال دارد. کاربرد سطوح مختلف مواد آلی باعث کاهش معنی‌دار واکنش خاک نسبت به

شاهد گردید، اما مقدار کاهش واکنش خاک نسبت به بقیه تیمارها کم‌تر بود به طوری که کاربرد ماده آلی به میزان ۲/۵ و ۵ درصد پس از ۲ ماه، واکنش خاک را از ۹/۰۸ به ترتیب به ۸/۶۱ و ۸/۴۳ و پس از ۴ ماه به ۸/۴۶ و ۸/۱۸ کاهش داد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین‌های واکنش خاک ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها.

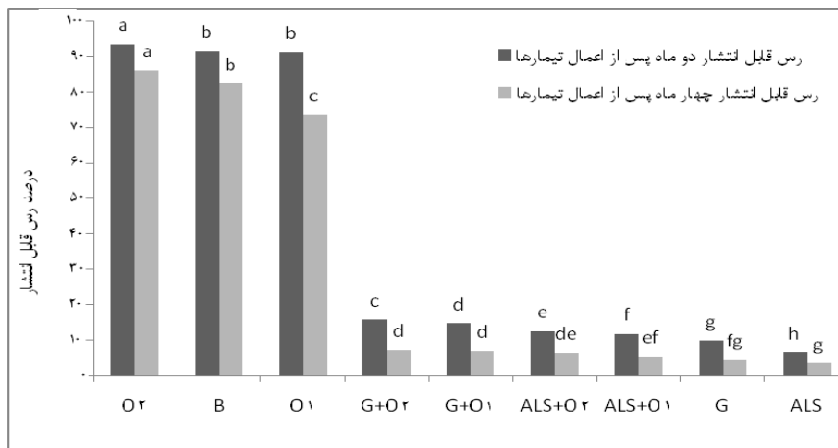
تیمارها	۲ ماه	۴ ماه
شاهد (B)	۹/۰۸ ^a	۸/۹۶ ^a
۲/۵ درصد بقایای یونجه (O _۱)	۸/۶۱ ^b	۸/۴۶ ^b
۵ درصد بقایای یونجه (O _۲)	۸/۴۳ ^c	۸/۱۸ ^c
گچ (G)	۸/۱۷ ^d	۷/۷۴ ^e
گچ + ۲/۵ درصد بقایای یونجه (G+O _۱)	۸/۰۲ ^e	۷/۸۵ ^d
گچ + ۵ درصد بقایای یونجه (G+O _۲)	۷/۸۳ ^e	۷/۵۸ ^f
سولفات آلومینیوم (AIS)	۷/۹۳ ^f	۷/۶۹ ^e
سولفات آلومینیوم + ۲/۵ درصد بقایای یونجه (AIS+O _۱)	۷/۸۶ ^e	۷/۷۳ ^e
سولفات آلومینیوم + ۵ درصد بقایای یونجه (AIS+O _۲)	۷/۷۷ ^h	۷/۴۱ ^g

در هر ستون حروف مشابه بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آماری هستند.

توجه به این نکته لازم است که با کاربرد بقایای گیاهی علاوه بر تولید اسیدهای آلی مختلف در طی مراحل تجزیه مقادیر فشار جزیی دی‌اکسیدکربن خاک نیز افزایش یافته، که در نتیجه منجر به افزایش تشکیل اسید کربنیک و کاهش بیش‌تر واکنش خاک می‌شود (نلسون و همکاران، ۱۹۹۹؛ حسین و همکاران، ۲۰۰۰؛ حسین و همکاران، ۲۰۰۱؛ هانای و همکاران، ۲۰۰۴؛ ماکوی و نداکیدی، ۲۰۰۷؛ بودایاسوریان و همکاران، ۲۰۰۹؛ ماکوی و ورپلانکه، ۲۰۱۰).

وانس و همکاران (۲۰۰۹) و ونگ و همکاران (۲۰۰۹) گزارش دادند که در خاک‌های سدیمی پروتون‌های به‌دست آمده از واکنش‌های میکروبی واکنش خاک را کاهش داده و باعث افزایش حلالیت کربنات کلسیم موجود در خاک می‌گردد. از طرفی با اعمال تیمارهای مختلف هدایت الکتریکی در نمونه‌های خاک افزایش یافته که این افزایش، کاهش واکنش خاک را به دنبال دارد. همبستگی بالا و منفی (۰/۹۶۷-) در سطح ۱ درصد آماری بین هدایت الکتریکی و واکنش خاک بیانگر آن است که با افزایش هدایت الکتریکی واکنش خاک کاهش یافته است. در تیمارهایی که حداکثر تأثیر را بر کاهش واکنش خاک نشان دادند، مقدار هدایت الکتریکی خاک نسبت به سایر تیمارها بیش‌تر افزایش یافته بود.

درصد رس قابل انتشار: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها بر کاهش درصد رس قابل انتشار معنی‌دار شده است. تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین این ویژگی پس از ۲ و ۴ ماه اختلاف معنی‌داری را در سطح ۱ درصد نشان دادند. مقایسه تأثیر تیمارهای مختلف بر درصد رس قابل انتشار نشان داد که پس از کاربرد سولفات آلومینیوم و گچ مقدار کاهش رس قابل انتشار خاک حداکثر بوده و این ویژگی به ترتیب ۹۲/۰۳ و ۸۹/۴۳ پس از ۲ ماه و ۹۶/۰۳ و ۹۴/۸۳ درصد پس از ۴ ماه کاهش یافته است. در تیمارهای شامل مواد آلی هم‌زمان با سولفات آلومینیوم و گچ میزان کاهش رس قابل انتشار در مقایسه با کاربرد تنهایی سولفات آلومینیوم و گچ کم‌تر بود. کاربرد تیمارهای شامل ۵ درصد بقایای گیاهی یونجه به تنهایی درصد رس قابل انتشار را نسبت به تیمار شاهد افزایش داد به طوری که در ۲ و ۴ ماه پس از اعمال این تیمار مقدار رس قابل انتشار به ترتیب ۴/۸ و ۲/۲ درصد نسبت به تیمار شاهد افزایش نشان داد (شکل ۱).



شکل ۱- تغییرات درصد رس قابل انتشار ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارهای مختلف.

در خصوص نقش گچ به تنهایی و یا هم‌زمان با بقایای گیاهی در کاهش مقدار رس قابل انتشار می‌توان بیان نمود که آزادسازی یون کلسیم توسط گچ و جایگزینی آن با سدیم تبادلی باعث کاهش ضخامت لایه الکتریکی دوگانه و افزایش غلظت الکترولیت شده که این شرایط باعث هم‌آوری ذرات ریز رس می‌شود و از انتشار این ذرات جلوگیری می‌کند (چرم و همکاران، ۱۹۹۴؛ چرم و رنگاسمی،

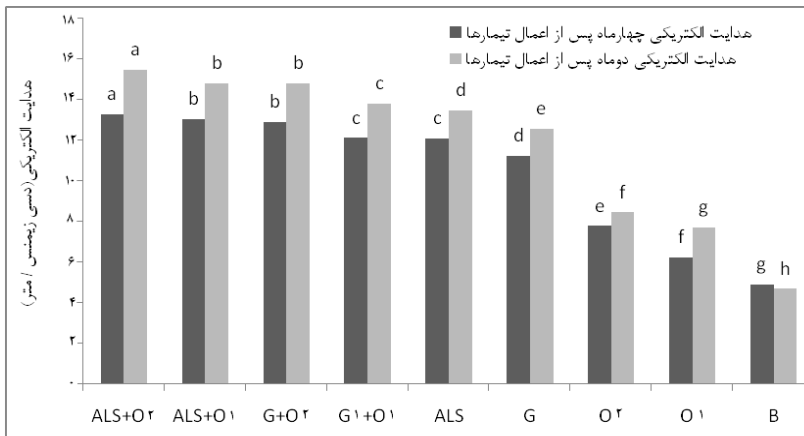
۱۹۹۷). نلسون و همکاران (۱۹۹۹) بیان نمودند که نوع کاتیون‌های تبادلی، غلظت الکترولیت و واکنش خاک از عوامل مؤثر بر انتشار رس به‌شمار می‌روند. افزودن گچ یا سولفات آلومینیوم هم‌زمان با ماده آلی در مقایسه با کاربرد جداگانه مواد آلی، مقدار رس قابل انتشار را به مقدار قابل توجهی کاهش داده، به‌طوری‌که تفاوت میان تیمارها شامل گچ و سولفات آلومینیوم با تیمارهای شامل مواد آلی به تنهایی از نظر آماری معنی‌دار بود. یافته‌های این پژوهش با نتایج سایر پژوهش‌گران در خصوص مصرف هم‌زمان گچ و کود سبز در کاهش رس قابل انتشار هماهنگی دارد (چرم و همکاران، ۱۹۹۴؛ چرم و رنگاسمی، ۱۹۹۷؛ حسین و همکاران، ۲۰۰۰؛ چودھاری و همکاران، ۲۰۰۴؛ قراییه و همکاران، ۲۰۱۰). براساس نتایج ۴ ماه پس از انکوباسیون همبستگی بین درصد رس قابل انتشار و مقادیر کلسیم محلول $0/538$ - به‌دست آمد، که این همبستگی در سطح آماری ۵ درصد معنی‌دار و نشان‌دهنده رابطه معکوس بین این دو ویژگی بود. ایگوی و یودیگبونام (۲۰۰۸) گزارش کردند که کاربرد کلسیم و عناصر چندظرفیتی مقدار رس قابل انتشار را به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد، آن‌ها همبستگی $0/47$ - را در سطح ۵ درصد بین مقدار یون کلسیم افزوده شده به خاک و مقدار رس قابل انتشار گزارش نمودند.

افزودن ماده آلی به خاک‌های سدیمی در بعضی مواقع باعث افزایش مقدار رس قابل انتشار می‌شود. بعضی از پژوهش‌گران نیز عنوان کردند که کاربرد تنهایی مواد آلی در خاک‌های سدیمی باعث افزایش مقدار رس قابل انتشار می‌شود (گو و دونر، ۱۹۹۳؛ چرم و همکاران، ۱۹۹۴؛ چرم و رنگاسمی، ۱۹۹۷؛ حسین و همکاران، ۲۰۰۱؛ تومباسز و همکاران، ۲۰۰۴؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ ایگوی و یودیگبونام، ۲۰۰۸). احتمالاً آنیون‌های آلی تولید شده از تجزیه ترکیبات آلی با افزایش بار منفی رس و همچنین کمپلکس کردن کاتیون‌های کلسیم و دیگر کاتیون‌های چندظرفیتی مانند آلومینیوم و کاهش دادن فعالیت آن‌ها در محلول خاک باعث افزایش انتشار رس می‌شوند. در این پژوهش کاربرد بقایای گیاهی یونجه به تنهایی باعث افزایش مقدار رس قابل انتشار خاک شده و می‌توان بیان نمود که کاربرد تنهایی مواد آلی در خاک‌های سدیمی باعث کاهش مقدار رس قابل انتشار نشده و ضروری است که این مواد با ترکیبات معدنی مختلف مانند گچ و سولفات آلومینیوم به‌کار برده شود و یا این‌که قبل از مصرف این مواد با کاربرد مواد حل‌کننده کلسیم، کربنات کلسیم موجود در خاک را به شکل محلول در آورده تا با افزایش هدایت الکتریکی و هم‌آوری ذرات خاک مانع از پراکنش ذرات رس شده و با تشکیل کمپلکس‌های آلی - معدنی خاک‌دانه‌های پایدار ایجاد گردد.

همبستگی بین هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک با رس قابل انتشار نشان داد که با افزایش هدایت الکتریکی درصد رس قابل انتشار کاهش یافته و افزایش نسبت جذب سدیم باعث

افزایش درصد رس قابل انتشار شده است. کاهش واکنش خاک در اثر کاربرد سولفات آلومینیوم و گچ هم‌زمان با مواد آلی نیز عامل دیگری است که در کاهش مقدار رس قابل انتشار مؤثر است. در این مطالعه همبستگی بین واکنش خاک و درصد رس قابل انتشار ۰/۸۷۱ به دست آمد که نشان‌دهنده همبستگی بسیار بالا و مثبت بین این دو ویژگی در سطح احتمال آماری ۱ درصد است.

هدایت الکتریکی: نتایج تجزیه واریانس داده‌ها نشان داد که اثر تیمارها در سطح ۱ درصد آماری بر این ویژگی معنی‌دار شده است. تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین این ویژگی ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان داده و اعمال تیمارهای مختلف در طی ۲ دوره باعث افزایش هدایت الکتریکی در خاک شدند. بیش‌ترین مقدار افزایش هدایت الکتریکی در طی ۲ دوره خوابانیدن مربوط به تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ هم‌زمان با بقایای گیاهی یونجه بود، این تیمارها هدایت الکتریکی را از ۵/۸۹ دسی‌زیمنس بر متر در تیمار شاهد به ترتیب ۱۳/۲۷ و ۱۵/۴۹ دسی‌زیمنس بر متر افزایش دادند. افزودن بقایای گیاهی یونجه به میزان ۲/۵ درصد هدایت الکتریکی خاک را کم‌تر از سایر تیمارها تغییر داد. این تیمار به ترتیب پس از ۲ و ۴ ماه هدایت الکتریکی را به ۶/۲۴ و ۷/۷۳ دسی‌زیمنس بر متر افزایش داد. کاربرد مواد اصلاحی و مواد آلی در تمام تیمارها باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک شده است. با این حال بین تیمارهای سولفات آلومینیوم و بقایای گیاهی یونجه و گچ با سطوح بقایای گیاهی متفاوت اختلاف معنی‌دار وجود ندارد (شکل ۲).



شکل ۲- تغییرات هدایت الکتریکی ۲ و ۴ ماه پس از اعمال تیمارهای مختلف.

با افزایش هدایت الکتریکی و قدرت یونی محلول خاک، واکنش خاک کاهش یافت. نتایج به دست آمده توسط سایر پژوهش‌گران در خصوص کاربرد گچ و اسید سولفوریک هم‌زمان با کود سبز بر اصلاح خاک‌های سدیمی با نتایج به دست آمده در این پژوهش مطابقت کامل دارد (چرم و همکاران، ۱۹۹۴؛ غفور و همکاران، ۲۰۰۱؛ روستا و همکاران، ۲۰۰۲؛ مویا و ماچاریا، ۲۰۰۳؛ اشرف و همکاران، ۲۰۰۴؛ چوداهاری و همکاران، ۲۰۰۴؛ ماکوی و نداکیدی، ۲۰۰۷؛ آگین و همکاران، ۲۰۰۷؛ ماکوی و ورپلانکه، ۲۰۱۰). افزایش هدایت الکتریکی خاک در اثر کاربرد مقادیر مختلف مواد آلی همراه با مواد معدنی را می‌توان به تجزیه تدریجی مواد آلی و آزاد شدن گاز دی‌اکسیدکربن و در نتیجه حل شدن کربنات کلسیم خاک در ارتباط دانست. از طرف دیگر ورود یون‌های ناشی از تجزیه مواد آلی به محلول خاک می‌تواند باعث افزایش غلظت الکترولیت خاک شود.

تجزیه مواد آلی و آزاد شدن دی‌اکسیدکربن و افزایش فشار جزیی این گاز در هوای خاک و حل شدن آن در آب خاک می‌تواند باعث حل شدن کربنات کلسیم موجود در خاک و تولید یون کلسیم گردد. چرم و همکاران (۱۹۹۴) مشاهده کردند که کاربرد هم‌زمان گچ و کود سبز در مقایسه با کاربرد جداگانه هر یک از این مواد، هدایت الکتریکی خاک را به مقدار بیش‌تری افزایش داده است. روستا و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که افزودن کود سبز همراه با گچ در مقایسه با کاربرد گچ به تنهایی، هدایت الکتریکی خاک را به مقدار بیش‌تری افزایش می‌دهد. تجدا و گونزالز (۲۰۰۶) گزارش کردند که کاربرد مواد آلی به تنهایی و همراه با ترکیب گچ در اصلاح خاک‌های سدیمی منجر به افزایش هدایت الکتریکی در این خاک‌ها شده است.

نسبت جذب سدیم: اثر تیمارهای آزمایشی بر این ویژگی در سطح ۱ درصد آماری معنی دار شد و تأثیر تیمارهای مختلف بر میانگین این ویژگی پس از ۲ و ۴ ماه اختلاف معنی‌داری را نشان دادند. بررسی تأثیر تیمارهای مختلف بر نسبت جذب سدیم عصاره اشباع نشان داد که در همه تیمارها به جز کاربرد تیمارهای بقایای گیاهی یونجه به تنهایی این ویژگی کاهش یافته و کاربرد این تیمارها ۴ ماه پس از اعمال تیمارها باعث افزایش این ویژگی نسبت به تیمار شاهد شده است. بیش‌ترین مقدار کاهش نسبت جذب سدیم به ترتیب در اثر کاربرد تیمار شامل سولفات آلومینیوم و گچ به تنهایی به دست آمد و اختلاف بین همه تیمارها در سطح ۱ درصد معنی‌دار گردید (جدول ۴). تیمارهای سولفات آلومینیوم و گچ نسبت جذب سدیم را از ۲۸/۴۲ در تیمار شاهد به ترتیب به ۱۸/۴۳ و ۱۹/۹۸ پس از ۲ ماه و ۱۲/۶۱ و ۱۵/۴۹ پس از ۴ ماه کاهش دادند.

دلایل کاهش نسبت جذب سدیم در اثر کاربرد سولفات آلومینیوم را می‌توان به حل شدن کربنات کلسیم موجود در خاک و ورود مقدار زیادی کاتیون کلسیم به محلول خاک مرتبط دانست، از طرف دیگر، سولفات آلومینیوم نسبت به گچ با تولید کاتیون سه‌ظرفیتی آلومینیوم که نسبت به کاتیون کلسیم دارای قدرت جانشینی بیش‌تری با سدیم در خاک است، تأثیر بیش‌تری بر روی کاهش نسبت جذب سدیم در خاک داشته است.

جدول ۴- مقایسه میانگین‌های نسبت جذب سدیم پس از ۲ و ۴ ماه از اعمال تیمارها.

تیمارها	۲ ماه	۴ ماه
شاهد (B)	۲۸/۴۲ ^c	۲۷/۵۳ ^a
۲/۵ درصد بقایای یونجه (O _۱)	۲۸/۶۸ ^b	۲۵/۱۵ ^c
۵ درصد بقایای یونجه (O _۲)	۲۹/۵۱ ^a	۲۶/۴۱ ^b
گچ (G)	۱۹/۹۸ ^h	۱۵/۴۹ ^h
گچ + ۲/۵ درصد بقایای یونجه (G+O _۱)	۲۲/۶۱ ^e	۱۸/۴۸ ^e
گچ + ۵ درصد بقایای یونجه (G+O _۲)	۲۳/۱ ^d	۱۸/۸۵ ^d
سولفات آلومینیوم (AIS)	۱۸/۴۳ ⁱ	۱۲/۶۱ ⁱ
سولفات آلومینیوم + ۲/۵ درصد بقایای یونجه (AIS+O _۱)	۲۱/۴۲ ^g	۱۶/۵۷ ^g
سولفات آلومینیوم + ۵ درصد بقایای یونجه (AIS+O _۲)	۲۲/۲۵ ^f	۱۸/۰۲ ^f

در هر ستون حروف مشابه بدون تفاوت معنی‌دار در سطح ۵ درصد آماری هستند.

در تیمارهای شامل بقایای گیاهی یونجه به مقدار ۲/۵ و ۵ درصد به تنهایی نسبت جذب سدیم نسبت به تیمار شاهد افزایش و با افزایش مقادیر بقایای گیاهی این نسبت نیز روند افزایشی داشت. دلیل این افزایش کمپلکس شدن کاتیون کلسیم توسط ترکیبات آلی است. از طرف دیگر، کاهش نسبت جذب سدیم در تیمارهای شامل بقایای گیاهی یونجه هم‌زمان با گچ و سولفات آلومینیوم به دلیل افزایش هدایت الکتریکی خاک و افزایش غلظت یون کلسیم در محلول خاک است، که منجر به کاهش مقدار نسبت جذب سدیم خاک شده است.

در این پژوهش همبستگی بین هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم برابر با ۰/۸۲۹- مشاهده شد، که بیانگر ارتباط بسیار بالا و منفی بین هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم عصاره اشباع خاک در سطح آماری ۱ درصد آماری است. نتایج به‌دست آمده با نتایج بسیاری از پژوهش‌گران هماهنگی

دارد (وحید و همکاران، ۱۹۹۸؛ چاودهاری، ۲۰۰۱؛ غفور و همکاران، ۲۰۰۱؛ حسین و همکاران، ۲۰۰۱؛ اشرف و همکاران، ۲۰۰۴؛ هانای و همکاران، ۲۰۰۴؛ ونگ و همکاران، ۲۰۰۵؛ ماکوی و نداکیدی، ۲۰۰۷؛ یودایاسوریان و همکاران، ۲۰۰۹؛ ماکوی و ورپلانکه، ۲۰۱۰) چرم و همکاران (۱۹۹۴) نیز مشاهده کردند که تأثیر کاربرد هم‌زمان گچ و کود سبز در مقایسه با کاربرد جداگانه این مواد در کاهش نسبت جذب سدیم بسیار مؤثرتر است. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش به تأثیر دوگانه کاه و کلش بر مقدار کلسیم محلول خاک و نسبت جذب سدیم عصاره اشباع اشاره دارد. مواد آلی از یک طرف با کمپلکس کردن کلسیم و رسوب دادن آن باعث کاهش مقدار کلسیم محلول خاک شده و از طرف دیگر با افزایش مقدار دی‌اکسیدکربن هوای خاک باعث افزایش حلالیت کربنات کلسیم محلول موجود در خاک و افزایش غلظت یون کلسیم در محلول خاک می‌شوند و تأثیر نهایی این مواد برآیند این دو شرایط است. بررسی‌های انجام شده در خصوص اصلاح خاک‌های سدیمی در کشور اسپانیا نشان داده است که با مصرف کمپوست چغندرقد به‌عنوان ماده اصلاح‌کننده بر خلاف افزایش مقدار ماده آلی خاک، به‌دلیل افزایش درصد سدیم تبادل‌ی خاک، پایداری ساختمان خاک کاهش و مقدار فرسایش‌پذیری خاک افزایش یافته است (تجداد و گونزالز، ۲۰۰۶).

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان داد که کاربرد ماده آلی همراه و بدون ترکیبات معدنی سبب بهبود معنی‌دار ویژگی‌های مختلف خاک سدیمی شامل درصد رس قابل انتشار، واکنش خاک و نسبت جذب سدیم گردید. کاربرد هم‌زمان تیمارهای شامل ترکیبات معدنی و آلی بیش‌ترین تأثیر را بر بهبود ویژگی‌های شیمیایی مختلف خاک مانند واکنش خاک، نسبت جذب سدیم و مقدار رس قابل انتشار نشان داد. با تجزیه تدریجی ماده آلی در خاک، انواع متابولیت‌ها و اسیدهای آلی تولید شده که از یک طرف سبب چسبندگی بیش‌تر ذرات خاک شده و از طرف دیگر با افزایش فشار جزیی گاز دی‌اکسیدکربن منجر به افزایش حلالیت ترکیبات معدنی شامل کلسیم در خاک و در نتیجه آزادسازی بیش‌تر یون کلسیم در خاک شده است. با توجه به نقش کلسیم به‌عنوان عامل منعقدکننده ذرات مقدار پراکنش رس‌ها کاهش یافت. اگرچه باید به افزایش مقادیر هدایت الکتریکی و اثر منفی آن بر خصوصیات خاک در اثر اضافه کردن بقایای گیاهی و مواد معدنی اشاره کرد. نتایج به‌دست آمده در این پژوهش بیانگر آن است که استفاده هم‌زمان از ترکیب‌های مواد آلی و معدنی به‌عنوان بهترین روش کاربرد مواد اصلاح‌کننده مؤثر بر بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک سدیمی است.

منابع

1. Ashraf, M., Saeed, M.M., and Ashfaq, A. 2004. Effect of sulfurous acid generator treated water on soil physio-chemical properties and crop yield. *Sarhad J. Agric.* 20: 563-570.
2. Barzegar, A.R. 2008. Salt affected soils: Diagnosis and Productivity. 2nd Edition, Shahid Chamran University. (In Persian)
3. Bower, C.A., and Hatchea, J.T. 1966. Simultaneous determination of surface area and cation exchange capacity. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* 30: 525-527.
4. Chaudhry, M.R. 2001. Gypsum efficiency in the amelioration of saline-sodic and sodic soil. *Int. J. Agric. Biol.* 3: 276-280.
5. Chaum, S., Pokasombat, Y., and Kirdmanee, C. 2011. Remediation of salt-affected soil by gypsum and farmyard manure importance for the production of Jasmine rice. *Aust. J. Crop Sci.* 5: 458-465.
6. Chorom, M., and Rengasamy, P. 1997. Carbonate chemistry, pH, and physical properties of an alkaline sodic soil as affected by various amendments. *Aust. J. Soil Res.* 35: 149-161.
7. Chorom, M., Rengasamy, P., and Murray, R.S. 1994. Clay dispersion as influenced by pH and net particle charge of sodic soils. *Aust. J. Soil Res.* 32: 1243-1252.
8. Choudhary, O.P., Josan, A.S., Bajwa, M.S., and Kapur, L. 2004. Effect of sustained sodic and saline-sodic irrigation and application of gypsum and farmyard manure on yield and quality of sugarcane under semi-arid conditions. *Field Crop Res.* 87: 103-116.
9. Gee, G.W., and Bauder, J.W. 1986. Particle-size analysis, P 383-411. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part. I. Physical and mineralogical methods*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
10. Ghafoor, A., Gill, M.A., Hassan, A., Murtaza, G., and Qadir, M. 2001. Gypsum: an economical amendment for amelioration of saline-sodic waters and soils and for improving crop yields. *Int. J. Agric. Biol.* 3: 266-275.
11. Gharaibeh, M.A., Eltaif, N.I., and Shraah, S.H. 2010. Reclamation of a calcareous saline-sodic soil using phosphoric acid and by product gypsum. *Soil Use Manage.* 26: 93-195.
12. Gu, B., and Doner, H.E. 1993. Dispersion and aggregation of soils as influenced by organic and inorganic polymers. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 57: 709-716.
13. Hanay, A., Büyüksönmez, F., Kiziloglu, F.M., and Canbolat, M.Y. 2004. Reclamation of saline-sodic soils with gypsum and MSW compost. *Compost Sci. Util.* 12: 175-179.
14. Heathwaite, A.L., Sharpley, A., Bechmann, M., and Rekolainen, S. 2005. Assessing the risk and magnitude of agricultural non-point source phosphorus pollution, P 85-728. In: J.T. Sims, and A.N. Sharpley (ed.) *Phosphorus, agriculture and the environment*. American Society of Agronomy, Monograph No. 46, Madison, WI, USA.

15. Hussain, N., Hassan, G., Arshadullah, M., and Mujeeb, F. 2001. Evaluation of amendments for the improvement of physical properties of sodic soil. *Int. J. Agric. Biol.* 3: 319-322.
16. Hussain, N., Niazi, B.H., Salim, M., Ali, A., and Hassan, G. 2000. Effect of split application of gypsum on wheat yield and properties of saline sodic soil irrigated with brackish water. *Int. J. Agric. Biol.* 3: 234-236.
17. Hyas, M., Quresh, R.H., and Qadir, M.A. 1997. Chemical changes in a saline-sodic soil after gypsum application and cropping. *J. Soil Tech.* 10: 247-260.
18. Igwe, C.A., and Udegbunam, O.N. 2008. Soil properties influencing water-dispersible clay and silt in an Ultisol in southern Nigeria. *Int. Agrophys.* 22: 319-325.
19. Kemper, W.D., and Rosenau, R.C. 1986. Aggregate stability and aggregate size distribution, P 377-381. In: A. Klute (Ed), *Methods of Soil Analysis, Part. I. Physical and mineralogical methods*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
20. Klute, A. 1986. Water retention, P 635-662. In: *Methods of Soil Analysis, Part. I. Physical and mineralogical methods*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
21. Klute, A., and Dirksen, C. 1986. Hydraulic conductivity and diffusivity, P 687-734. In: *Methods of Soil Analysis, Part. I. Physical and mineralogical methods*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
22. Lanyon, L.E., and Heald, W.R. 1982. Magnesium, Calcium, Strontium and Barium, P 247-260. In: A.L. Page et al. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and microbiological properties*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
23. Lebron, I., Suarez, D.L., and Yoshida, T. 2002. Gypsum effect on the aggregate size and geometry of three sodic soils under reclamation. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 66: 92-98.
24. Makoi, J.H.J.R., and Ndakidemi, P.A. 2007. Reclamation of sodic soils in northern Tanzania, using locally available organic and inorganic resources. *Afr. J. Biotechnol.* 6: 1926-1931.
25. Mokoi, J.H.J.R., and Verplancke, H. 2010. Effect of gypsum placement on the physical properties of a saline sandy loam soil. *Aust. J. Crop Sci.* 4: 556-563.
26. Muya, E.M., and Macharia, P.N. 2003. Effects of irrigation and soil fertility management technologies on the productivity of saline-sodic soils, Kajiado District, Kenya. *Proceedings of East African Soil Society Conference Held in Eldoret, Kenya.*
27. Nelson, D.W., and Sommers, L.E. 1982. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter, P 539-577. In: A.L. Page et al. (Ed), *Methods of Soil Analysis, Part II. Chemical and microbiological properties*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.

28. 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. *Aust. J. Soil Res.* 37: 289-315.
29. Nelson, R.E. 1982. Carbonate and Gypsum, P 181-196. In: A.L. Page et al. (Ed), *Methods of Soil Analysis. Part II. Chemical and microbiological properties*, 2nd ed., Agronomy Monograph. No: 9. ASA and SSSA. Madison, WI.
30. O'geen, A.T., Prichard, T.L., Elkins, R., and Pettygrove, G.S. 2006. Orchard floor management practices to reduce erosion and protect water quality, University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Publication #8202, 78p.
31. Oades, J.M. 1984. Soil organic matter and structural stability: Mechanisms and implications for management. *Plant Soil*, 76: 319-334.
32. Rengasamy, P. 1997. Sodic soils, P 265-277. In: R. Lal, W.H. Blum, C. Valentine and. B.A. Stewart (eds.) *Methods for Assessment of Soil Degradation*.
33. Rengasamy, P., Greene, R.S.B., Ford, G.W., and Mehanni, A.H. 1984. Identification of dispersive behavior and the management of red-brown earths. *Aust. J. Soil Res.* 22: 413-431.
34. Rousta, M.J., Golchin, A., Siadat, H., and Saleh Rastin, N. 2002. Effect of organic matter and mineral compounds on some chemical properties and biological activity of a sodic soil. *J. Soil and Water.* 16: 33-46.
35. Sahin, U., Anapali, O., and Hanay, A. 2002. The effect of consecutive application of leaching water applied in equal, increasing, or decreasing quantities on soil hydraulic conductivity on a saline-sodic soil in the laboratory. *Soil Use Manage.* 8: 152-154.
36. Schoeneberger, P.J., Wysoki, 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. 211p.
37. Soil Survey Staff. 2010. *Keys to Soil Taxonomy*, 11th ed. USDA, Natural Resources Conservation Service, Washington, DC.
38. Tejada, M., and Gonzalez, J.L. 2006. The relationship between erodibility and erosion in a soil treated with two organic amendments. *Soil Till. Res.* 86: 97-106.
39. 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. *Org. Geochem.* 35: 257-267.
40. 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 J. Agric. and Environ. Sci.* 5: 618-626.
41. Vance, W.H., Brookes, P.C., and Jenkinson, D.J. 2009. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biol. Biochem.* 19: 703-707.
42. Wahid, A., Shamshad, A., Lftikhar, A., and Ejaz, R. 1998. Amelioration of saline-sodic soils with organic matter and their use for wheat growth. *Commun. Soil Sci. Plan.* 29: 2307-2318.

43. 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. *Appl. Soil Ecol.* 41: 29-40.
44. 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. In 'Cooperative Research Centre for Landscape Environments and Mineral Exploration Regional Regolith Symposia 2005: Ten Years of CRC LEME. CRC LEME, Canberra. (Ed. I Roach) Pp: 333-337.



Gorgan University of Agricultural
Sciences and Natural Resources

J. of Water and Soil Conservation, Vol. 20(2), 2013
<http://jwsc.gau.ac.ir>

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

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

¹M.Sc. Graduate, Dept. of Soil Science, Zanzan University, ²Assistant Prof., Dept. of soil
Science, Zanzan University, ³Professor, Dept. of Soil Science, Zanzan University

Received: 11/01/2011; Accepted: 08/28/2012

Abstract

To study the effects of different levels (0, 2.5 and 5%) of alfalfa residue with and without gypsum or aluminum sulfate on chemical properties of a sodic soil, a greenhouse experiment with 9 treatments was conducted using a completely randomized design and three replications. After addition of treatments to soil samples, they were incubated for four months at moisture content of field capacity. The results showed that 2 and 4 months after incubation, treatments with 5% alfalfa residue + aluminum sulfate and 5% alfalfa residue + gypsum increased the electrical conductivity of soil samples significantly. Treatment with 5% alfalfa residue + aluminum sulfate decreased the pH values of soil samples to 1.36 and 1.55 units compared to control 2 and 4 months after incubation respectively. Treatments with gypsum and aluminum sulfate decreased water dispersible clay to 89.43 and 93.03% compared to control after 4 months of incubation respectively. Treatment with 5% alfalfa residue increased water dispersible clay by 4.8 and 2.2% 2 and 4 months after incubation respectively. Similarly, these treatments decreased sodium adsorption ratio respectively by 54.19 and 43.85% compared to control 4 months after incubation but treatments with 2.5 and 5% alfalfa residue increased sodium adsorption ratio respectively by 0.7 and 3.83% compared to control after 2 months of incubation.

Keywords: Sodic soil, Dispersible clay, SAR, Minerals amendment, Organic matter

* Corresponding Author; Email: adelavar443@yahoo.com