

تأثیر پلی آکریل آمید، پومیس و کمپوست زباله شهری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی یک خاک رسی شور - سدیمی

فاطمه ذیحیجی^{1*}، محمد رضا نیشابوری² و محمد رضا دلایان³

تاریخ دریافت: 91/03/16 تاریخ پذیرش: 91/07/15

¹ دانشجوی کارشناسی ارشد علوم خاک، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

² استاد گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تبریز.

³ استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز.

* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: Parastoo.zabihi@yahoo.com

چکیده

شوری و سدیمی بودن خاک از جمله مشکلات خاک‌های مناطق خشک و نیمه خشک و از عوامل کاهش دهنده کیفیت خاک است. بر این اساس به منظور بهبود کیفیت فیزیکی و شیمیایی این نوع خاک‌ها، نمونه‌ای مرکب از یک خاک شور-سدیمی ($EC_e=11/5$ dS/m و $SAR=13/23$) از اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی بیلوردی وابسته به دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در 70 کیلومتری جاده تبریز- اهر تهیه و آزمایشی در گلخانه بر اساس طرح کاملاً تصادفی در قالب فاکتوریل و در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول پلی آکریل آمید با سه سطح (0، 0/25 و 0/5 گرم بر کیلوگرم خاک)، فاکتور دوم پومیس با سه سطح (0، 50 و 100 تن در هکتار) و فاکتور سوم کمپوست با سه سطح (0، 30 و 60 تن در هکتار) بود. پس از مخلوط کردن مواد اصلاحی با خاک، گلدان‌ها در محیطی با دمای $18-25$ °C قرار داده شد. رطوبت خاک گلدان‌ها به صورت چرخه‌های تر و خشک بین FC و $0.5 FC$ متغیر بود و جمعاً 10 چرخه تر و خشک اعمال گردید. آبیاری گلدان‌ها با آب شهری با $EC=0/387$ dS/m و $SAR=1/014$ صورت گرفت. بعد از سپری شدن 100 روز، اسیدیته گل اشباع (pH)، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_e)، نسبت جذب سدیم (SAR)، کربن آلی (OC) در نمونه‌های دست خورده و هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s) و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S_i) در نمونه‌های دست‌نخورده از گلدان‌ها اندازه‌گیری شد. نتایج تجزیه واریانس و مقایسه میانگین مربوط به تیمارهای مختلف نشان داد که پومیس و کمپوست موجب کاهش pH به میزان 0/37 واحد نسبت به شاهد گردید. پومیس و PAM توأم موجب کاهش EC_e (بین 34/9 تا 43/97 درصد کاهش نسبت به شاهد) و کمپوست موجب افزایش EC_e (186/69 درصد افزایش نسبت به شاهد) خاک شد. نتایج حاصله نشان‌دهنده تأثیر مثبت پومیس و کمپوست بر کاهش SAR به میزان 58/97 درصد و تأثیر مثبت PAM و کمپوست بر افزایش OC به میزان 26/67 درصد نسبت به شاهد است. PAM بعلاوه خاصیت چسبندگی با اتصال ذرات خاک و تشکیل خاکدانه‌های درشت موجب افزایش خلل و فرج درشت خاک در نتیجه افزایش K_s به میزان 3 سانتی-متر بر ساعت (638/3 درصد) و افزایش S_i به میزان 0/074 واحد (160/87 درصد) نسبت به شاهد شد. بطور کلی نتایج دلالت بر این دارد که جهت اصلاح خاک‌های شور-سدیمی، بهتر است ابتدا از PAM استفاده شود، چون از نظر بهبود هدایت هیدرولیکی و تسریع آبخوبی تأثیر مهم می‌گذارد، بهره‌گیری از پومیس یا کمپوست در اولویت بعدی قرار می‌گیرد.

واژه‌های کلیدی: پلی آکریل آمید، پومیس، خاک‌های شور-سدیمی، کمپوست زباله شهری، ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی

Effects of Polyacrylamide, Pumice and Municipal Compost on Some Physical and Chemical Characteristics of a Saline-Sodic Clay Soil

F Zabihi^{1*}, MR Neyshabouri² and MR Dalalian³

Received: 5 June 2012 Accepted: 6 October 2012

¹- M.Sc. student, Faculty of Agric., Islamic Azad Univ., Tabriz Branch, Iran

²- Prof., Faculty of Agric., Univ. of Tabriz, Iran

³- Assist. Prof., Faculty of Agric., Islamic Azad Univ., Tabriz Branch, Iran

*Corresponding Author Email: Parastoo.zabihi@yahoo.com

Abstract

Salinity and sodicity are of major problems of arid and semi-arid regions soils and account for lowering soil quality. In order to improve the physical and chemical qualities of these soils, a composite sample of a saline-sodic clay soil ($EC_e = 11.5$ dS/m, $SAR = 13.23$) from Bilverdi agricultural research center of Islamic Azad University of Tabriz branch was collected. The experiment carried out in a greenhouse, was factorial with complete randomized design with 3 replications. The experimental factors (treatments) were a) polyacrylamide (PAM) (0, 0.25 and 0.5 g/kg soil), b) pumice (0, 50 and 100 ton/ha) and c) municipal waste compost (0, 30 and 60 ton/ha). After complete mixing of these amendments with pre-weighed amount of soils in plastic pots, the pots were kept in the greenhouse under 18-25 °C. The soil moisture varied in the range of 0.5 FC to FC. Ten wetting and drying cycles were imposed to the pots using tap water with $EC = 0.387$ dS/m and $SAR = 1.014$. After incubating of the pots for 100 days under the described conditions pH, saturated electrical conductivity (EC_e), sodium adsorption rate (SAR) and organic carbon (OC) were determined in the disturbed samples taken from the pots. Saturated hydraulic conductivity (K_s) and slope of soil moisture curve at the inflection point (S_i) were also determined in undisturbed samples taken from the surface layers of the pots. Analysis of variance and mean comparisons between the treatments showed that pumice and compost reduced pH significantly by 0.37 unit in comparison to the control. Pumice and PAM also reduced EC_e from 34.9 to 43.97 percent relative to the control. while compost raised EC_e by 186.69 percent relative to the control. The result clearly showed a positive effect of pumice and compost on reducing SAR by 58.97 percent and positive effect of PAM and compost on increasing OC by 26.67 percent in comparison to the control significantly. Due to strong adhesive effect of PAM for the soil particles, and thus its aggregation effect, this amendment led to more larger pores and as a result significantly raised K_s up to 3 cm/hr (638.3%) and S_i to 0.074 unit (160.87%) as compared with the control. Generally, it seems that using PAM at the beginning of saline-sodic soils reclamation may considerably facilitate the practice because it greatly improves hydraulic conductivity. Taking the benefits of pumice or compost will be the next step

Keywords: Municipal compost, Physical and chemical characteristics, Polyacrylamide, Pumice, Saline-sodic soils.

مقدمه

شیشه سیلیسی حفره‌دار آتشفشانی است که به صورت انفجاری از دهانه آتشفشان‌ها خارج می‌شود. پومیس یک نوع کانی سیلیکاتی غیرکریستالی است. جرم مخصوص آن بسیار کم (غالباً کمتر از یک) و حجم آن زیاد است. هزینه‌های برآوردشده نشان می‌دهد که در مقایسه با PAM بعنوان یک پلیمر سنتتیک و وارداتی، پومیس بسیار ارزانتر است (صادقیان و همکاران 1385). کمپوست عبارت از بقایای گیاهی و حیوانی، زباله‌های شهری و یا لجن فاضلاب است که تحت شرایط پوسیدگی قرار گرفته و کاملاً تجزیه شده و فرم اولیه خود را از دست داده است. اثر فیزیکی کمپوست به مقدار ماده‌آلی آن و اثر شیمیائی کمپوست به ترکیب شیمیائی آن بستگی دارد. تهیه کمپوست از زباله‌های شهری و لجن فاضلاب راه مفیدی برای مصرف مجدد و دفع بهداشتی این مواد است (خدییوی بروجنی و همکاران 1386). میزان تولید پسماندهای جامد شهری ایران 10.370.798 تن در سال بوده و از کل تولید تنها 6 درصد بازیافت و 10 درصد به کمپوست تبدیل گردیده و حدود 84 درصد آن دفن می‌گردد (حسنوند و همکاران 1387). با توجه به اینکه قسمت اعظم پسماندهای جامد شهری ایران را بخش آلی تشکیل می‌دهد، لذا پتانسیل بالایی جهت توسعه صنعت کمپوست در ایران وجود دارد. آگلیدس و لوندرا (2000) گزارش کردند که هدایت هیدرولیکی اشباع و غیراشباع، جرم مخصوص ظاهری، تخلخل کل، توزیع اندازه منافذ، مقاومت فروروی خاک، خاکدانه‌سازی و پایداری خاکدانه در خاک‌های لومی ورسی تیمار شده با کمپوست حاصل از ضایعات شهری و لجن فاضلاب بهبود می‌یابد. مصرف کمپوست زباله شهری و کود-دومی منجر به افزایش کربن آلی، نیتروژن کل، فسفر، آهن، روی، مس و منگنز قابل استفاده، هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم خاک شده است (رسولی و مفتون 1389). مصرف مخلوط کمپوست زباله شهری و گوگرد

شور و سدیمی شدن خاک‌ها و آب‌های زیرزمینی از پیامدهای تخریب خاک در مناطق خشک و نیمه خشک می‌باشد. خاک‌های شور-سدیمی 13 درصد از اراضی قابل کشت جهان (تنجی 1990) و 10 درصد از خاک‌های ایران را تشکیل می‌دهد (سپاسخواه و همکاران 1986). تجمع سدیم در خاک موجب بهم خوردن تعادل یون‌های تبادل و محلول، افزایش pH، ناپایداری ساختمان، زوال ویژگی‌های هیدرولیکی و افزایش سله بستن خاک می‌شود (پیکولو و مگوو 1990). برآوردها نشان می‌دهد که در هر دقیقه 3 هکتار از اراضی زراعی جهان به دلیل شوری و سدیمی شدن خاک‌ها از چرخه تولید کنار می‌رود (آبرول و همکاران 1988). بنابراین اصلاح خاک‌های شور و شور-سدیمی مورد توجه خاصی قرار گرفته است. یکی از راه‌های اصلاح خاک‌های شور-سدیمی، اضافه کردن مواد اصلاح کننده (آلی و معدنی) به این خاک‌ها است. پلیمرهای شیمیایی از جمله پلی-آکریل آمید¹ با جذب بر روی ذرات خاک موجب تقویت پیوستگی آنها به هم و افزایش پایداری خاکدانه‌ها می‌شود، در نتیجه موجب افزایش نفوذ آب و کاهش فرسایش و رواناب و جلوگیری از تشکیل سله در خاک‌های شور-سدیمی می‌شود (شهبازی و همکاران 1384). پلی آکریل آمید به فرمول شیمیایی $(\text{H}_2\text{-CH-CO-})_n$ (NH₂) یک پلیمر مصنوعی محلول در آب است که از مونومرهای آکریل آمید ساخته می‌شود. از ویژگی‌های این پلیمر قابلیت دستیابی به جرم‌های مولکولی بالا و متفاوت، حلالیت در آب تحت شرایط گوناگون و قابلیت تهیه آن به صورت غیریونی، آنیونی و کاتیونی است. پلی آکریل آمید غیرسمی بوده و پس از 4 تا 7 سال، بسته به نوع پلیمر، در خاک بوسیله میکروارگانیزم‌ها تخریب می‌شود (پروانک بروجنی 1388). پومیس یک

¹ Polyacrylamid

توان به عنوان شاخصی جهت تشخیص بهبود و اصلاح خاک‌های با بافت ریز و متأثر از نمک استفاده کرد (زاهو و آمرین 1992). حسن‌اوقلی و همکاران (1384) جهت بررسی تأثیر آبیاری با فاضلاب‌های خانگی و پساب‌های حاصل از تصفیه آن بر روی بهبود ساختمان خاک از هدایت هیدرولیکی اشباع خاک (K_s) استفاده کردند. هوشمند و همکاران (2005) هدایت هیدرولیکی را به عنوان شاخصی جهت تعیین پایداری ساختمان خاک بکار بردند. شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف آن (S_i) می‌تواند منعکس‌کننده جنبه‌های مختلف از کیفیت خاک از قبیل نفوذ، سخت‌شدگی و فشردگی باشد. این شاخص به تراکم خاک، مقدار مواد آلی و رشد ریشه بستگی دارد و آن را می‌توان به آسانی از داده‌های منحنی رطوبتی تعیین کرد (دکستر 2004a). امامی (1387) نتیجه گرفت که بین شاخص S_i و بعضی از ویژگی‌های زود یافت خاک مانند درصد ماده آلی، کربنات کلسیم معادل، درصد رطوبت اشباع و درصد سیلت همبستگی معنی‌دار مثبت و بین S_i با نسبت جذب سدیم (SAR)، درصد شن و جرم مخصوص ظاهری همبستگی معنی‌دار منفی در خاک‌های غیرشور، شور و شور سدیمی وجود دارد. هدف از این تحقیق ارزیابی اثرات اصلی و چند جانبه توأم پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست زباله شهری بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک‌های شور-سدیمی است.

مواد و روش‌ها

برای اجرای این تحقیق، نمونه‌ای مرکب از یک خاک شور-سدیمی با مشخصات مندرج در جدول 1 از اراضی مرکز تحقیقات کشاورزی بیلوردی وابسته به دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز واقع در 70 کیلومتری جاده تبریز-اهر با طول جغرافیایی $35'$ و 46° تا $40'$ و 46° شرقی و عرض جغرافیایی $8'$ و 35° تا $12'$ و 35° شمالی تهیه گردید. نمونه‌ها از عمق 0-30 سانتی‌متر

کاهش pH، افزایش هدایت الکتریکی، کربن‌آلی، کاتیون‌های پتاسیم، کلسیم و منیزیم محلول، آنیون‌های سولفات و کلرید محلول و درصد ازت کل خاک به همراه داشته است، در حالیکه کمپوست به تنهایی موجب افزایش کاتیون سدیم محلول و فسفر خاک می‌شود (قیامتی و همکاران 1388). پلی‌آکریل‌آمید به عنوان یک اصلاح‌کننده جهت پایدار کردن ساختمان خاک و کاهش میزان رواناب و فرسایش استفاده می‌شود. همچنین می‌تواند به عنوان یک اصلاح‌کننده مقرون به صرفه در پایدارکردن شیب‌های تند بوجود آمده در صنعت ساختمان‌سازی و بریدگی‌های کنار بزرگراه‌ها و سایر خاک‌های به هم‌خورده باشد. به علت استفاده از آن در نسبت‌های پائین از طریق آب آبیاری، از لحاظ هزینه‌ها بسیار موثر است. در کشاورزی دیم و آبیاری بهاره، این ماده موجب کاهش انسداد سطحی و پوسته‌بندی خاک در اثر فرسایش می‌شود (استیون‌گرین و استات 2001). پلی‌آکریل‌آمید موجب افزایش پایداری خاکدانه‌ها در حالت خشک و مرطوب می‌شود. میزان این افزایش به چگالی بار پلیمر، میزان رطوبت خاک و نوع یون تبدالی موجود در خاک بستگی دارد (نادلر و همکاران 1996). کوچک‌زاده و همکاران (1379) گزارش کرد که پلی-آکریل‌آمید میزان نگهداری رطوبت در خاک‌های سبک را افزایش داده و مشکل نفوذپذیری خاک‌های ریز بافت را مرتفع می‌نماید. اضافه کردن پلی‌آکریل‌آمید همراه با گچ به خاک‌های شور و سدیمی سبب افزایش بیشتر هدایت هیدرولیکی اشباع در مقایسه با اضافه کردن پلی‌آکریل‌آمید به تنهایی گردید (زاهو و آمرین 1992). مواد اصلاحی مانند پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کاه و کلش با کاهش جرم مخصوص ظاهری و مقاومت سله در لایه سطحی خاک و افزایش تخلخل و سرعت نفوذ آب به خاک موجب بهبود وضعیت فیزیکی خاک‌ها گردیده است (صادقیان و همکاران 1385). سرعت نفوذ آب در خاک‌های شور و سدیمی اغلب سرعت اصلاح این خاک‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از هدایت هیدرولیکی اشباع می-

آمید) و فاکتور دوم (سه سطح پومیس) و فاکتور سوم (سه سطح کمپوست)، در قالب طرح کامل تصادفی انجام شد، به این ترتیب با 3 نوع ماده اصلاحی هر کدام با 3 سطح، تعداد تیمار برابر با 3^3 یا 27 بود. این طرح در سه تکرار جمعا با 81 گلدان اجرا شد. گلدان‌ها در محیطی با دمای $18-25^{\circ}\text{C}$ قرار داده شد. رطوبت خاک گلدان‌ها به صورت چرخه‌های تر و خشک بین FC و 0.5 FC متغیر بود و جمعاً 10 چرخه تر و خشک اعمال گردید. هدف شبیه سازی شرایط مزرعه‌ای بر خاک گلدان‌ها بود. آبیاری‌ها با آب شهری با $\text{EC}=0/387\text{dS/m}$ و $\text{SAR}=1/014$ صورت گرفت. رطوبت FC خاک (معادل مکش 3/ بار) بوسیله تانسئومتر اندازه گیری شد و با توجه به وزن خاک خشک و خالی هر گلدان، وزن کل گلدان در رطوبت FC 5/ محاسبه گردید. از روی این وزن هم زمان آبیاری گلدان‌ها و هم مقدار آب لازم جهت رساندن رطوبت مجدد به FC استفاده شد. در تمام طول دوره آزمایش رطوبت خاک گلدان‌ها از طریق توزین کنترل گردید.

جمع آوری و هواخشک شد. مواد اصلاح‌کننده شامل پلی‌آکریل‌آمید (تهیه شده از شرکت TIANRUN CHEMICALS کشور چین) که مشخصات کامل آن در جدول 2 آمده است، به صورت دانه‌ای خشک با مقادیر صفر (شاهد)، $0/25\text{ g/kg}$ و $0/5\text{ g/kg}$ (اصغری و همکاران 2009)، کمپوست زباله شهری با مقادیر صفر، 1/5% و 3% (آگلیدس و لوندرا 2000) معادل 0، 30 و 60 تن در هکتار و پومیس با مقادیر صفر، 2/5% و 5% (صادقیان و همکاران 1385) معادل 0، 50 و 100 تن در هکتار به صورت خشک کاملاً با خاک مخلوط و سپس در گلدان‌های پلاستیکی فاقد زهکش ریخته شد. برخی از ویژگی‌های پومیس و کمپوست بکاررفته در تحقیق که اندازه گیری شد در جدول 3 آمده است. گلدان‌ها با جرم مخصوص ظاهری مشابه با خاک مزرعه که قبلاً اندازه گیری شده بود، پر گردید و خاک مزرعه قبل از پرکردن از الک شماره 4 عبور داده شد. گلدان‌ها دارای قطر بالایی $19/5 \pm 0/5$ سانتی‌متر، قطر پائینی $0/5 \pm 0/5$ سانتی‌متر و ارتفاع $19 \pm 0/1$ سانتی‌متر بود. مقدار 3 کیلوگرم خاک هواخشک در گلدان‌ها ریخته شد. آزمایش به صورت فاکتوریل، فاکتور اول (سه سطح پلی‌آکریل-

جدول 1- برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد آزمایش.

S_i	K_s (cm/h)	کربن آلی (%)	SAR	EC_e (dS/m)	pH	کلاس بافت خاک	رس	سیلت (%)	شن	عمق (cm)
0/077	0/668	1/17	13/23	11/5	8/13	رسی	53/8	32/2	14	0-30

جدول 2- مشخصات پلی آکریل آمید مورد استفاده.

مشخصات	واحد
نوع پلی آکریل آمید	آنیونی
ظاهر محصول	سفید و دانه ای پودری
درجه بار	30-35 (Mal%)
جرم مولکولی نسبی	بالا
جرم مخصوص ظاهری	0/75 (گرم بر سانتی متر مکعب) ± 0/05
pH محلول 0/5 %	6-8
گرانروی (ویسکوزیته) محلول 0/1 %	300 سانتی پویز (cps)
ویسکوزیته محلول 0/25 %	cps 450
ویسکوزیته محلول 0/5 %	cps 950
حلالیت	حداکثر 0/5 درصد (v/v) %
آکریل آمید باقیمانده	حداکثر 0/05 درصد
درجه خلوص	99 درصد

جدول 3- برخی از ویژگی های پومیس و کمپوست مورد استفاده در تحقیق.

ماده اصلاحی	OC (%)	EC _e (dS/m)	pH	SAR
پومیس	صفر	4/02	8/69	2/2
کمپوست زیاله شهری	5/3	27/11	7/28	21/2

پارامترهای معادله ونگوختن (1980)، S_i از رابطه [1] محاسبه گردید.

$$S_i = -n(\theta_s - \theta_r)[1 + 1/m]^{-(1+m)} \quad [1]$$

در معادله فوق θ_s و θ_r به ترتیب مقادیر رطوبت اشباع و باقیمانده (cm^3/cm^3) و m و n پارامترهای تجربی هستند. تجزیه های آماری و مقایسه میانگین ها با آزمون دانکن و از طریق به کارگیری نرم افزار MSTATC و رسم نمودارها با نرم افزار Excel صورت گرفت.

pH گل اشباع، هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC_e)، نسبت جذب سدیم (SAR) به روش های استاندارد (بی نام 1954) و کربن آلی (OC) به روش نلسون و سامرز (1975) اندازه گیری شد. هدایت هیدرولیکی به روش بارافتان (کلوت و دیرکسن 1986) در نمونه های دست نخورده که از لایه سطحی (5 سانتی متر) خاک گلدان ها با استفاده از سیلندرهای نمونه برداری فلزی با قطر $0/05 \pm 6$ و ارتفاع $0/06 \pm 3/4$ سانتی متر تهیه گردیده بود اندازه گیری شد. برای بدست آوردن شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S_i) داده های منحنی رطوبتی خاک (مکش های 0، 10، 30، 50 و 100 کیلو پاسکال) به نرم افزار RETC وارد و پس از تخمین

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد مطالعه در جدول 4 آمده است.

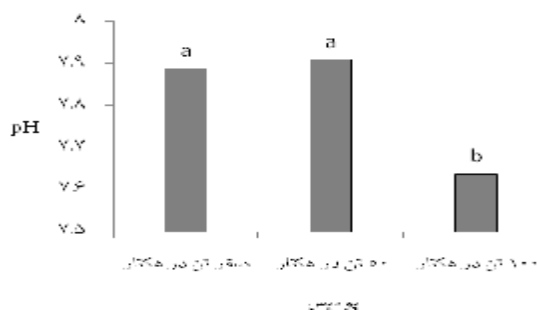
جدول 4- میانگین مربعات اثر تیمارهای مختلف بر ویژگی‌های اندازه‌گیری شده.

میانگین مربعات						درجه آزادی	منابع تغییر
S _i	K _s	OC	SAR	EC _e	pH		
**0/03	**5/88	*0/02	**35/81	**34/02	^{ns} 0/15	2	پلی آکریل آمید
^{ns} 0/001	**0/75	^{ns} 0/02	**88/46	**45/6	*0/61	2	پومیس
^{ns} 0/001	**0/86	**0/12	^{ns} 0/42	**73/41	^{ns} 0/01	2	کمپوست
^{ns} 0/005	^{ns} 0/22	*0/02	^{ns} 14/18	^{ns} 8/1	^{ns} 0/03	4	پلی آکریل آمید × پومیس
^{ns} 0/001	**3/3	^{ns} 0/01	**29/02	**32/61	*0/55	4	پلی آکریل آمید × کمپوست
^{ns} 0/002	**1/35	^{ns} 0/00	*17/1	**26/22	^{ns} 0/06	4	پومیس × کمپوست
^{ns} 0/001	**0/88	**0/03	**26/34	*10/93	^{ns} 0/22	8	پلی آکریل آمید × پومیس × کمپوست
0/002	0/1	0/1	6/55	8/32	0/16	54	اشتباه
59/39	29/18	6/70	26/46	27/74	5/12		ضریب تغییرات (درصد)

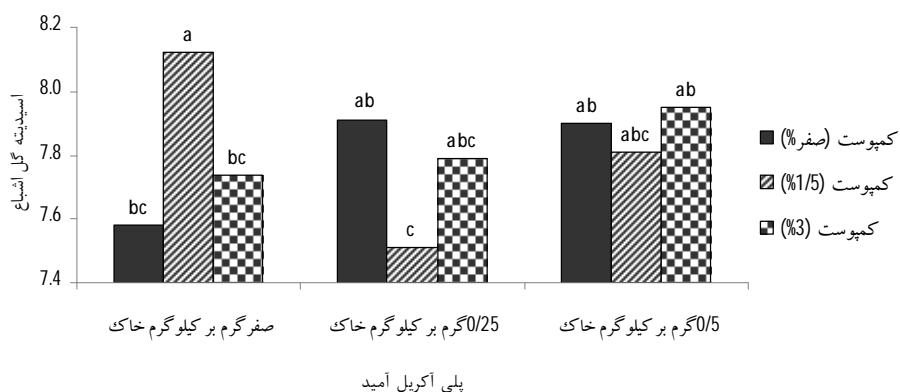
^{ns}، *، ** به ترتیب غیرمعنی‌دار و معنی‌دار در سطح احتمال 5 درصد و 1 درصد می‌باشد.

اضافه کردن کمپوست به خاک در برخی مواقع باعث افزایش pH خاک شده است. چواسواتی و ترلوگس (2001) علت آنرا آزادسازی کاتیون‌های بازی مثل پتاسیم، کلسیم و منیزیم از این مواد به خاک توجیه کردند. شیرانی و همکاران (1389) نتیجه گرفتند که اسیدیته خاک‌های آهکی به علت قدرت بافری آن‌ها به راحتی قابل تغییر نیست.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به pH (شکل 1) نشان داد که پومیس با مقدار 100 تن در هکتار موجب کمترین مقدار pH (pH=7/6) شده است. پومیس باعث داشتن خاصیت جذب کاتیونی احتمالاً با آزادسازی H⁺ موجب کاهش pH به میزان 0/37 واحد نسبت به شاهد شده است. همچنین نتایج مقایسه میانگین (شکل 2) نشان داد که کمترین مقدار pH (pH=7/5) در تیمار 0/25 گرم بر کیلوگرم PAM با 30 تن در هکتار کمپوست (کاهش pH به میزان 0/47 واحد نسبت به شاهد) ایجاد شده است. در واقع گروه‌های عاملی فعال کمپوست با تفکیک پروتون موجب کاهش pH شده‌اند. لاخدار و همکاران (2010) کاهش معنی‌دار pH را با لجن فاضلاب گزارش کردند. ایمبوفه و همکاران (2004) کاهش pH در قسمت‌های سطح الارضی و افزایش آن در قسمت‌های تحت الارضی را با استفاده از هومات پتاسیم گزارش کردند.



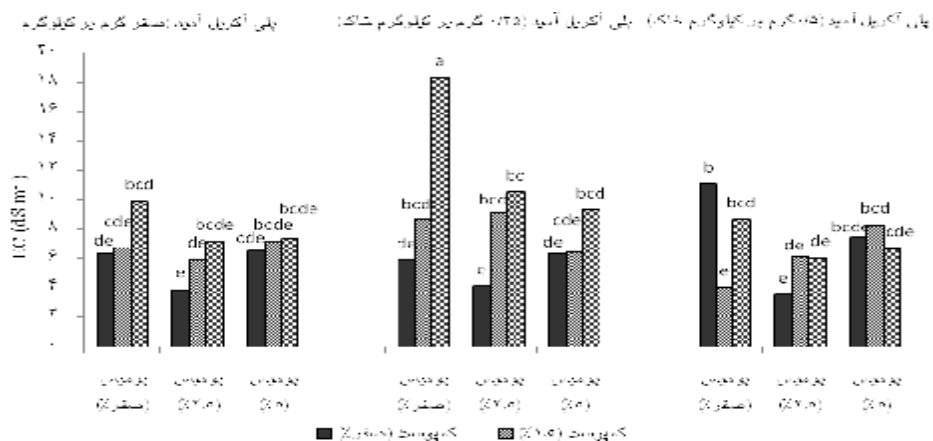
شکل 1- مقایسه میانگین اثر اصلی تیمار پومیس بر اسیدیته کل اشباع (pH).



شکل 2- مقایسه میانگین اثر متقابل پلی آکریل آمید و کمپوست بر اسیدیته کل اشباع (pH).

شستشوی املاح از لایه سطحی گلدانها شده و در نتیجه کاهش EC_e در آن شده است. لاخلدار و همکاران (2010) افزایش EC_e را با کمپوست و لجن فاضلاب گزارش کردند. شیرانی و همکاران (1389) افزایش EC_e خاک را به علت زیاد بودن مقدار املاح در لجن فاضلاب گزارش کردند. کمپوست زباله شهری می تواند جایگزین نسبتاً مناسبی برای کودهای دامی باشد. با توجه به بالا بودن نمکهای محلول در کمپوست، کاربرد با احتیاط آن در مصارف زراعی ضروری و دارای اهمیت خاص است و این موضوع بویژه در اراضی شور از حساسیت بیشتری برخوردار است (داوری نژاد و همکاران 1383).

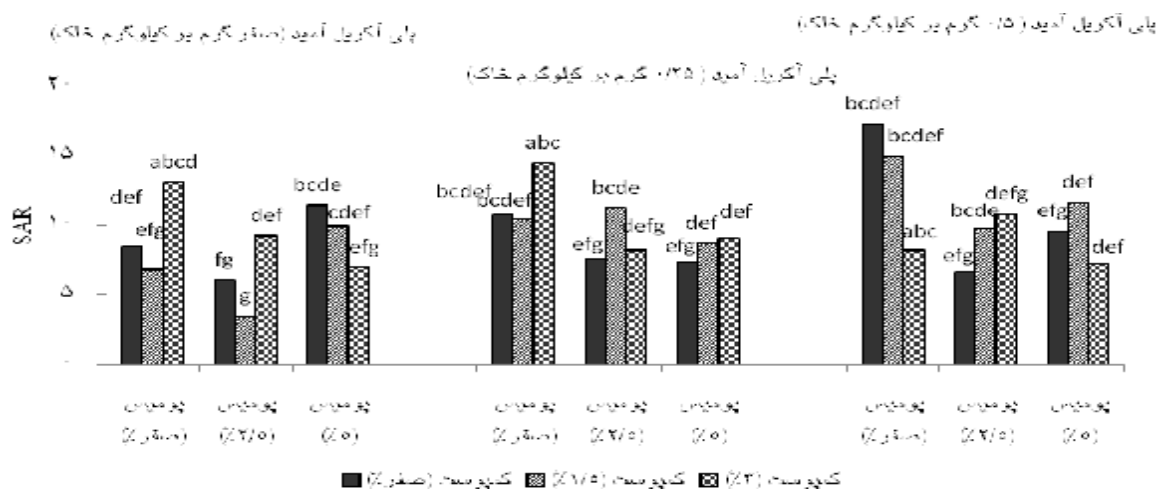
نتایج مقایسه میانگین مربوط به EC_e نشان داد که کمترین مقدار آن در تیمار های 50 تن در هکتار پومیس و شاهد کمپوست به همراه سطوح شاهد، 0/25 و 0/5 گرم بر کیلوگرم PAM بود (شکل 3). نتایج نشان دهنده تأثیر توام پومیس و PAM بر روی کاهش EC_e (بین 34/9 تا 43/97 درصد کاهش در EC_e نسبت به شاهد) و تأثیر کمپوست بر روی افزایش EC_e (186/69 درصد افزایش در EC_e نسبت به شاهد) خاک است که به علت بالا بودن هدایت الکتریکی عصاره اشباع در کمپوست ($EC_e = 27/11 \text{ dSm}^{-1}$) می باشد. پلی آکریل آمید بعلا دارا بودن خاصیت چسبندگی با تقویت خاکدانه ها و افزایش خلل و فرج درشت خاک موجب افزایش



شکل 3- مقایسه میانگین اثر متقابل پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست بر هدایت الکتریکی عصاره اشباع (EC).

درصد نسبت به شاهد در اثر تیمار خاک با پومیس و ماده آلی بود که با یافته‌های یان و همکاران (2001) نیز همخوانی دارد. پومیس نیز احتمالاً باعث داشتن SAR بسیار پائین (جدول 3) موجب کاهش SAR گردیده است. بر اساس نتایج جدول همبستگی (جدول 5) بین EC و SAR در سطح احتمال 1 درصد همبستگی مثبت وجود داشت.

بر اساس نتایج مقایسه میانگین مربوط به SAR، کمترین مقدار نسبت جذب سدیم در تیمار شاهد PAM همراه با 50 تن در هکتار پومیس و 30 تن در هکتار کمپوست (SAR=3/5) و بیشترین مقدار آن در تیمار 0/5 گرم بر کیلوگرم PAM همراه با سطوح شاهد تیمارهای پومیس و کمپوست دیده شد (SAR=17/38) (شکل 4). نتایج حاصله نشان‌دهنده کاهش SAR به میزان 58/97



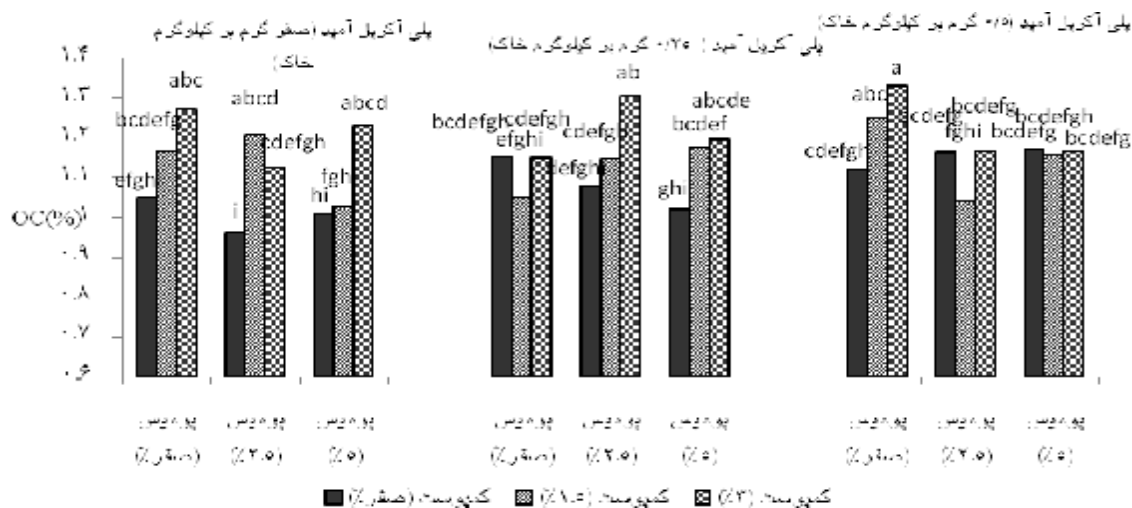
شکل 4- مقایسه میانگین اثر متقابل پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست بر نسبت جذب سدیم (SAR).

جدول 5- جدول همبستگی بین ویژگی‌های اندازه‌گیری شده.

pH	EC	SAR	OC	K _s	S _i	
					1	S _i
				1	0/5*	K _s
			1	0/17 ^{ns}	0/15 ^{ns}	OC
		1	0/05 ^{ns}	0/13 ^{ns}	0/22 ^{ns}	SAR
	1	0/5*	0/25 ^{ns}	0/07 ^{ns}	0/05 ^{ns}	EC _e
1	0/05 ^{ns}	0/05 ^{ns}	0/06 ^{ns}	0/11 ^{ns}	0/21 ^{ns}	pH

کمپوست بعلت داشتن کربن آلی زیاد (جدول 3) موجب افزایش OC شده است که وینال فرتاس و همکاران (2010) نیز نتیجه گرفتند که کاربرد کمپوست اثر مثبتی بر روی OC خاک دارد. ملرو و همکاران (2007) نیز افزایش OC خاک را با اصلاح کننده‌های آلی گزارش کردند. PAM از منومرهای آکریل آمید تشکیل شده و در ساختار منومرها نیز کربن وجود دارد، در نتیجه احتمالاً به این علت موجب افزایش OC شده است.

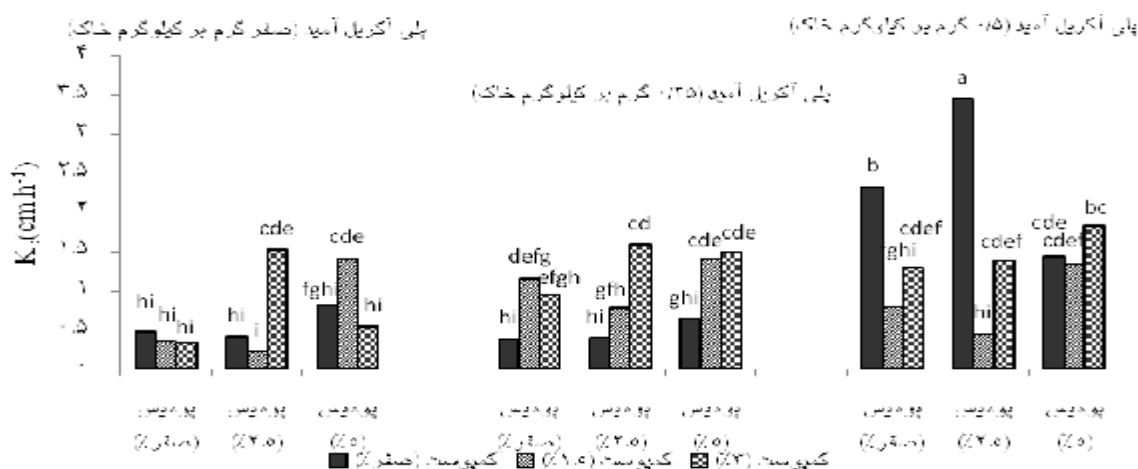
بر اساس نتایج مقایسه میانگین در خصوص درصد کربن آلی، کمترین مقدار آن در تیمار شاهد و PAM 0/5 و بیشترین مقدار آن (OC= 1/33) در تیمار 0/5 گرم بر کیلوگرم PAM به همراه 60 تن در هکتار کمپوست و شاهد پومیس دیده شد (شکل 5). این نتایج نشان دهنده تأثیر مثبت PAM و کمپوست بر افزایش OC به میزان 26/67 درصد نسبت به شاهد است.



شکل 5- مقایسه میانگین اثر متقابل پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست بر درصد کربن آلی (OC).

هیدرولیکی و افزایش تخلخل خاک (3 برابر نسبت به شاهد) در خاک‌های لوم شنی با افزودن 60 کیلوگرم در هکتار PAM را گزارش کردند. در تحقیقی باسچر و همکاران (2007) به این نتیجه رسیدند که PAM به تنهایی موجب افزایش مقاومت نفوذ می‌شود، اما زمانیکه همراه با مواد آلی به خاک اضافه شود این افزایش معنی‌دار نخواهد بود. وارهام و همکاران (1998) کاهش K_s را در اثر افزایش قلیائیت ترکیب آب گزارش نمودند. اضافه کردن گچ همراه با پلی‌آکریل‌آمید به خاک‌های شور و سدیمی سبب افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع بیشتر در مقایسه با پلی‌آکریل‌آمید تنها گردید (زاهو و آمرین 1992). بر اساس نتایج جدول همبستگی (جدول 5) بین K_s و S_i در سطح احتمال 1 درصد همبستگی مثبت وجود داشت.

نتایج مقایسه میانگین مربوط به K_s نشان داد که بیشترین مقدار آن (3/47 سانتی‌متر بر ساعت) در تیمار 0/5 گرم بر کیلوگرم PAM همراه با 50 تن در هکتار پومیس و 30 تن در هکتار کمپوست بود (شکل 6). همچنین تیمارهایی که PAM در سطح صفر بود، مقادیر K_s کمترین مقدار را دارا بود. پلی‌آکریل‌آمید بعلت خاصیت چسبندگی که دارد با اتصال ذرات خاک و تشکیل خاکدانه‌های درشت موجب افزایش خلل و فرج درشت خاک در نتیجه افزایش هدایت هیدرولیکی خاک به میزان 3 سانتی‌متر بر ساعت (638/3 درصد) نسبت به شاهد می‌شود. حسن اوقلی و همکاران (1384) دریافتند که K_s خاک‌های آبیاری شده با فاضلاب خانگی در مقایسه با آبیاری با آب چاه بعلت تأثیر یون‌های کلسیم و منیزیم موجود در فاضلاب تا 11/8 برابر افزایش می‌یابد. پروانک بروجنی (1388) افزایش هدایت



شکل 6- مقایسه میانگین اثر متقابل پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست بر هدایت هیدرولیکی اشباع (K_s).

ساختمان خاک و خاکدانه‌ها شده و این امر موجب افزایش S_i به میزان 0/074 واحد (160/87 درصد) نسبت به شاهد می‌شود. مقادیر میانگین S_i بدست آمده از 27 تیمار در محدوده 0/0399-0/1889 بود که بر اساس طبقه بندی دکستر (2004c) که کلاس‌های 0/020

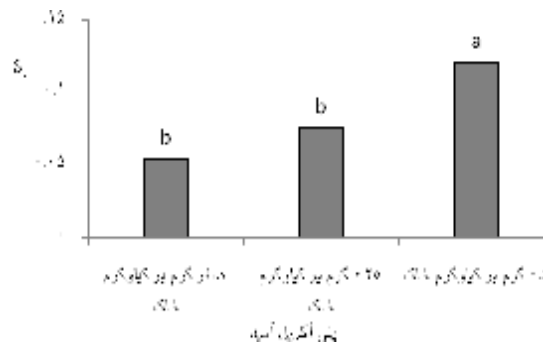
نتایج مقایسه میانگین (شکل 7) در خصوص S_i نشان داد که کمترین مقدار آن در تیمار شاهد ($S_i=0/05$) و تیمار 0/25 گرم بر کیلوگرم ($S_i=0/07$) و بیشترین آن در تیمار 0/5 گرم بر کیلوگرم PAM ($S_i=0/12$) بود. پلی‌آکریل‌آمید با اتصال ذرات خاک موجب پایداری

از جمله کاهش pH، EC و SAR و کمپوست بعنوان یک ماده آلی موجب افزایش میزان کربن آلی خاک‌های شور و سدیمی می‌گردد. توصیه می‌شود که تأثیر مواد اصلاحی (پلی‌آکریل‌آمید، پومیس و کمپوست) در سطح مزرعه و اعماق مختلف خاک در خاک‌هایی با درجات مختلف شوری و سدیمی و در بافت‌های مختلف مورد مطالعه قرار گیرد. همچنین به هنگام اصلاح خاک‌های شور- سدیمی توصیه می‌شود که در ابتدا PAM اضافه گردد، زیرا از نظر آبشویی، خصوصیات فیزیکی و هیدرولیکی مهم می‌باشد، سپس سایر اصلاح کننده‌ها مثل پومیس یا کمپوست اضافه گردد.

سپاسگزاری

این مقاله قسمتی از پایان نامه کارشناسی ارشد اینجانب فاطمه ذبیحی می‌باشد که با حمایت دانشکده کشاورزی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تبریز به اجرا در آمده است. بدینوسیله از مسئولین محترم بخاطر مساعدت هایشان صمیمانه سپاسگزاری می‌گردد.

$S_i < 0/020$ تا $0/035$ خیلی ضعیف و $S_i > 0/035$ خوب را برای شاخص کیفیت فیزیکی خاک‌ها پیشنهاد کرد، خاک‌های مورد نظر در محدوده کلاس خوب قرار گرفت.



شکل 7- مقایسه میانگین اثر اصلی پلی‌آکریل‌آمید بر شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف (S_i).

نتیجه‌گیری کلی

بطور کلی می‌توان نتیجه گرفت که PAM موجب بهبود ویژگی‌های فیزیکی و هیدرولیکی از جمله افزایش هدایت هیدرولیکی اشباع و شیب منحنی رطوبتی در نقطه عطف، پومیس موجب بهبود ویژگی‌های شیمیایی

منابع مورد استفاده

- امامی ح، 1387. تعیین بعضی از ویژگی‌های هیدرولیکی و مکانیکی با استفاده از شاخص کیفیت فیزیکی خاک (S_i)، رساله دکتری گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تهران.
- پروانک بروجنی ک، 1388. تأثیر هیدروژل جاذب رطوبت Super AB A 200 بر تخلخل، توانایی نگهداری آب و هدایت هیدرولیکی خاک در شرایط مزرعه، فصلنامه علمی- پژوهشی گیاه و زیست بوم، شماره 18، صفحه های 102 تا 118.
- حسن اوقلی ع ر، لیاقت ع م و میراب زاده م، 1384. بررسی چگونگی تغییرات هدایت هیدرولیکی اشباع خاک در نتیجه اجرای عملیات آبیاری با فاضلاب خانگی و پساب تصفیه شده آن، مجله علوم کشاورزی، سال یازدهم، شماره 4، صفحه های 99 تا 108.
- حسنوند م ص، نبی زاده ر و حیدری م، 1387. آنالیز پسماندهای جامد شهری در ایران، مجله سلامت و محیط، فصلنامه انجمن علمی بهداشت محیط ایران، دوره اول، شماره اول، صفحه های 9 تا 18.

خدیوی بروجنی ا، شریعتمداری ح، افیونی م، رضائی نژاد ی، 1386. تأثیر کمپوست زباله شهری بر شکل‌های شیمیایی روی و مس در یک خاک تیپیک کلسی آرچید، آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 21، شماره 1، صفحه های 23 تا 33.

داوری نژاد غ ح، حق نیا غ ح و لکزیان ا، 1383. تأثیر کودهای دامی و کمپوست غنی شده بر عملکرد گندم، علوم و صنایع کشاورزی، جلد 18، شماره 1، صفحه های 10 تا 18.

رسولی ف و مفتون م، 1389. اثر باقیمانده دو ماده آلی با و بدون نیتروژن بر رشد و ترکیب شیمیایی گندم و برخی خصوصیات شیمیایی خاک. نشریه آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد 24، شماره 2، صفحه های 262 تا 273.

شهبازی ع، سرمیدیان ف، رفاهی ح ق و گرجی م، 1384. تأثیر پلی‌اکریل‌آمید بر فرسایش و رواناب خاک‌های شور-سدیمی، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 36، شماره 6، صفحه های 1103 تا 1112.

شیرانی ح، حاج عباس م ع، افیونی م و دشتی ح، 1389. اثر تجمعی لجن فاضلاب بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک، مجله آب و فاضلاب، شماره 3، صفحه های 36 تا 28.

صادقیان ن، نیشابوری م ر، جعفر زاده ع ا و تورچی م، 1385. بررسی اثر سه نوع اصلاح‌کننده بر روی خصوصیات فیزیکی لایه سطحی خاک، مجله علوم کشاورزی ایران، جلد 37، شماره 2، صفحه های 341 تا 351.

قیامتی گ، آستارایی ع ر و زمانی غ ر، 1388. تأثیر کمپوست زباله شهری و گوگرد بر عملکرد چغندر و خصوصیات شیمیایی خاک. مجله پژوهش‌های زراعی ایران، جلد 7، شماره 1، صفحه های 153 تا 162.

کوچک زاده م، صباغ فرشی ع ا و گنجی خرم‌دل ن، 1379. تأثیر پلیمر فراچاذب آب بر روی برخی خصوصیات فیزیکی خاک، علوم خاک و آب، جلد 14، شماره 2، صفحه های 176 تا 186.

Abrol IP, Yadav JSP and Massoud FI, 1988. Salt-affected soils and management. FAO Soils Bulletin No. 39. Rome Italy.

Aggelides SM and Londra PA, 2000. Effects of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. Bioresource Technology 71: 253-259.

Anonymous, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soils. USDA Agric. Handbook. No 60. US. Government. Print office. Washington DC.

Asghari SH, Neyshabouri MR, Abbasi F, Aliasgharzag N and Oustan SH, 2009. The effects of four organic soil conditioners on aggregate stability, pore size distribution, and respiration activity in a sandyloam soil. Turk J Agric and Forst 33: 47-55.

Busscher WJ, Novak JM and Caesar-TonThat TC, 2007. Organic matter and polyacrylamide amendment of Norfolk loamy sand. Soil & Tillage Research. 93: 171-178.

Chuasavathi T and Trelo-Ges T, 2001. An improvement of Yasothon soil fertility (oxic Paleustults) using municipal fermented organic compost and *Panicum maximum* TD 58 Grass. Pak J Bio Sci 4(8): 968-972.

Dexter AR, 2004a. Soil physical quality, Part I: Theory, effects of soil texture, density, and organic matter, and effects on root growth. Geoderma 120: 201-214.

Dexter AR, 2004c. Soil physical quality, Part III. Unsaturated hydraulic conductivity and general conclusions about S-theory. Geoderma. 120: 227-239.

Imbufe, A.U., A.F. Patti, D. Burrow, A. Surapaneni, W.R. Jackson, and A.D. Milner. 2005. Effect of potassium humate on aggregate stability of two soils from Victoria, Australia. Geoderma. 125: 321-330.

Houshmand AR, Kashkouli HA and Naseri AA, 2005. The effect of initial soil moisture content on soil structure stability during leaching. The Scientific Journal of Agriculture (SJA). Special Issue of Water Science Engineering. 27: 19-30.

Klute A and Dirksen C, 1986. Laboratory method of hydraulic conductivity and diffusivity. Pp. 87-734 In: Klute A(ed). Method of Soil Analysis. Part 1. Physical and Mineralogical Properties. ASA and SSSA,. Madison WI.

Lakhdar A, Scelza R, Scotti R, Rao MA, Jedidi N, Gianfreda L and Abdelly C, 2010. The effect of compost and sewage sludge on soil biologic activities in salt affected soil. Soil, Nutrient and Vegetable 10(1): 40-47.

Melero S, Madejon E, Ruiz JC and Herencia JF, 2007. Chemical and biochemical properties of clay soil under dry land agriculture system as affected by organic fertilization. Eur J Agron 26: 327-334.

- Nadler A, Perfect E and Kay BD, 1996. Effect of polyacrylamide application on the stability of dry and wet aggregates. *Soil Sci Soc Am J* 60: 555-561.
- Nelson DW and Sommers LE, 1975. A rapid and accurate procedure for estimation of organic carbon in soil. *Proc. Indiana Acad Sci* 84:456-262.
- Piccolo A and Mbagwu JSC, 1990. Effects of different organic waste amendments on soil micro-aggregate stability and molecular sizes of humic substances. *Plant and Soil* 123(1): 27- 37.
- Sepaskhah A, Amin Schani S and Abtahi A, 1986. Leaching and salt control in saline and sodic area. Research report number 5. Agriculture Faculty of Shiraz University. 47 pp.
- Steven Green V and Stott DE, 2001. Polyacrylamid: A review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment. Pp. 384-389. 10th International Soil Conservation Organization Meeting 24-29 May. Purdue University and the USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory.
- Tanji KK, 1990. Agriculture Salinity Assessment and Management. ASCE, New York. 619 pp.
- Van Genuchten MTh, 1980. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil Sci Soc Am J* 44: 892-898.
- Vinhal-Freitas IC, Wangen DRB, Ferreira AS, Correa GF, Wendling B, 2010. Microbial and enzymatic activity in soil after organic composting. *Biol Soil* 34: 757-764.
- Wareham DG, Farajelahi A and Milke NW, 1998. Influence of alkalinity on the hydraulic conductivity of bentonite-sand liners. *Water Science and Technology* 38(2): 151- 157.
- Yan YU, Yanju CH, Caihong G, Jin W and Zhaohau LU, 2001. Effect of organic amendments on the salt-affected soil. Pp. 3132-3135. International Conference. 24-26 June. Toronto, Canada.
- Zahow MF and Amrhein C, 1992. Reclamation of a saline sodic soil using synthetic polymers and gypsum. *Soil Sci Soc Am J* 56: 1257-1260.