

## اثر سوپر جاذب، ورمی کمپوست در سطوح مختلف شوری آب آبیاری بر برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک

حسین باقری<sup>۱</sup>، پیمان افراسیاب<sup>۲\*</sup>

تاریخ دریافت: ۹۴/۰۵/۱۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۰۹/۲۰

<sup>۱</sup>-دانش آموخته کارشناسی ارشد رشته آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

<sup>۲</sup>-دانشیار رشته آبیاری و زهکشی، گروه مهندسی آب، دانشکده آب و خاک، دانشگاه زابل

\* مسئول مکاتبات، پست الکترونیکی: P\_afراسiab@yahoo.com

### چکیده

ویژگی‌های شیمیایی خاک از این جهت اهمیت دارند که می‌توانند تأثیر قابل ملاحظه‌ای بر ویژگی‌های فیزیکی خاک، فعالیت ریزجانداران و رشد گیاهان داشته باشند. به منظور بهبود ویژگی‌های شیمیایی خاک در شرایط استفاده از آب آبیاری با شوری‌های مختلف، آزمایشی مزرعه‌ای بر یک خاک لوم رسی به صورت فاکتوریل در قالب طرح پایه بلوک، با چهار سطح شوری آب (۰/۷۹، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) به اضافه تیمارهای اصلاح‌کننده سوپر جاذب (۰/۰۲ کیلوگرم بر مترمربع)، ورمی کمپوست (۱/۵ کیلوگرم بر متر مربع) و فاقد اصلاح‌کننده انجام گردید. بعد از آبیاری و سپری شدن سه ماه از اعمال شرایط فوق، قابلیت هدایت الکتریکی، کربن آلی و pH کرت‌ها در سه تکرار اندازه‌گیری شدند. مقادیر هدایت الکتریکی (دسی‌زیمنس بر متر)، کربن آلی (درصد) و pH برای کرت فاقد اصلاح‌کننده به ترتیب برابر ۴/۲۴، ۱/۹۹ و ۷/۸۴، برای کرت‌های حاوی ورمی کمپوست برابر با ۳/۶۸، ۲/۱۷ و ۸/۰۵ و برای کرت‌های حاوی سوپر جاذب برابر ۴/۱۸، ۱/۹۸ و ۷/۹۷ بودند. نتایج به طور کلی نشان داد که ورمی کمپوست به طور معناداری کربن آلی و pH را افزایش داده و هدایت الکتریکی خاک را کاهش داده است. سوپر جاذب، pH را به طور معناداری افزایش و هدایت الکتریکی خاک را کاهش داده است اما اثر معناداری بر مقدار کربن آلی خاک نداشته است. همچنین با افزایش شوری آب آبیاری، هدایت الکتریکی و ماندگاری کربن آلی در خاک به طور معناداری افزایش اما pH کاهش یافت. به طور کلی ورمی کمپوست به دلیل کاهش معنادار هدایت الکتریکی خاک در سطوح شوری زیاد آب و افزایش کربن آلی خاک در مقایسه با سوپر جاذب عملکرد بهتری را نشان داد.

واژه‌های کلیدی: اصلاح‌کننده، کربن آلی، کیفیت آب آبیاری، هدایت الکتریکی، pH

## Effect of Super-Absorbent and Vermicompost at Different Levels of Irrigation Water Salinity on Some Soil Chemical Properties

H Bagheri<sup>1</sup>, P Afrasiab<sup>2\*</sup>

Received: 01 August 2015

Accepted: 22 November 2016

1- M.Sc. Graduate of Irrigation and Drainage, Dept. of water engin., Faculty of Water and Soil, Univ. of Zabol, Iran

2- Associate Professor of Irrigation and Drainage, Dept. of water engin., Faculty of Water and Soil, Univ. of Zabol, Iran

\* Corresponding author, E-mail: P\_afrasiab@yahoo.com

### Abstract

Soil chemical properties are important because they may have significant effect on the soil physical properties, activity of microorganisms and plant growth. For improving soil chemical properties under different levels of irrigation water salinity, a field experiment on clay loam soil was done as factorial with basic block design in four levels of irrigation water salinity (0.79, 5, 10, 15 dS m<sup>-1</sup>) and treatments of super absorbent (0.02 Kg m<sup>-2</sup>), vermicompost (1.5 Kg m<sup>-2</sup>) and without amendment. After irrigation and passing three months, soil electrical conductivity (EC), organic carbon content and pH were measured in three replications. Electrical conductivities (dS m<sup>-1</sup>), organic carbon (%) and pH for the without amendment plots were 4.24, 1.99 and 7.84, for the plots treatment by vermicompost were 3.68, 2.17 and 8.05, and for the plots treatment by super absorbent were 4.18, 1.98, and 7.97, respectively. The results showed the organic carbon and pH were significantly increased and soil EC was significantly decreased by treatment. The super absorbent increased the pH and decreased the EC significantly, but it had no significant effect on soil organic carbon. Soil electrical conductivity and organic carbon retention were significantly increased and soil pH was decreased by increasing water salinity. Overall, vermicompost showed better performance than super absorbent, because it decreased soil salinity in high water salinity and increased soil organic carbon.

**Keywords:** Amendment, Electrical conductivity, Irrigation water salinity, Organic carbon, pH

### مقدمه

ویژگی‌های به منظور افزایش قدرت حاصلخیزی خاک نیز بوده است. کربن آلی مهمترین گزینه و شاخص برای کیفیت و تقویت حاصلخیزی خاک محسوب می‌شود (روس ۱۹۹۷). اهمیت تعیین pH خاک به این دلیل است که بر قدرت حلالیت محلول خاک و متعاقب آن بر میزان جذب مواد غذایی توسط گیاهان تأثیر می‌گذارد (برادی ۱۹۹۰). هدایت الکتریکی خاک از این جهت مورد بررسی قرار می‌گیرد که با افزایش آن گیاه بایستی انرژی بیشتری برای جذب آب مصرف کند (باثودر و براک ۲۰۰۱). عوامل مختلفی ویژگی‌های شیمیایی خاک را تحت تأثیر خود قرار می‌دهند که شاید اضافه کردن انواع اصلاح‌کننده و کیفیت آب آبیاری از جمله عوامل بسیار

ویژگی‌های شیمیایی خاک جز مهمترین ویژگی‌های خاک می‌باشند که علاوه بر تأثیر مستقیم بر فعالیت ریزجانداران، بر ویژگی‌های فیزیکی خاک تأثیر چشمگیری داشته و عملکرد گیاه را نیز کاملاً تحت تأثیر خود قرار می‌دهند. اینگونه به نظر می‌رسد، تجزیه و تحلیل ویژگی‌های شیمیایی خاک بتواند بخشی از توانایی خاک در تأمین مواد غذایی مورد نیاز گیاه را آشکار کند (فوس ۱۹۹۰). برخی ویژگی‌های شیمیایی خاک از قبیل کربن آلی، هدایت الکتریکی، pH جز ویژگی‌هایی هستند که در اکثر مطالعات آب و خاک مورد بررسی قرار گرفته‌اند و حتی هدف خیلی از مطالعات بهبود این

به خصوص در مناطق خشک و نیمه خشک به خاک اضافه می‌شوند (حقیقی و همکاران ۱۳۹۳). این نوع اصلاح‌کننده‌ها، دارای ساختمانی یونی می‌باشند که قدرت زیادی در جذب آب و املاح دارند (دراجی و همکاران ۱۳۸۹) و به حفظ کربن آلی در خاک کمک شایانی می‌کنند (جنوبال و همکاران ۲۰۰۵، جوهان و همکاران ۲۰۰۵). یون‌ها و اسیدهای قابل تبادل در سوپرچاذب‌ها می‌توانند ویژگی‌های اسیدی و بازی بودن، فعالیت میکرب‌های خاک و مواد غذایی مورد استفاده را تحت تأثیر خود قرار دهند، با این حال اثرات آن‌ها در تغییرات این ویژگی‌ها به نوع سوپرچاذب اضافه شده به خاک نیز وابسته خواهد بود (ژانگ و همکاران ۲۰۱۰).

همان‌طور که بیان گردید کیفیت آب‌های ورودی به خاک به ویژه آب آبیاری نیز جز عوامل مؤثر در تغییر ویژگی‌های شیمیایی خاک می‌باشد. با توجه به امکانات موجود و شرایط اقتصادی، بهبود کیفیت آب در کشت‌های با وسعت زیاد عملی نمی‌باشد اما وجود منابع آب با شوری زیاد در کنار منابع آب با کیفیت خوب و استفاده از روش‌های تلفیق آن‌ها می‌تواند راهکاری جهت افزایش سطح زیر کشت گیاهان باشد. با این وجود، بارندگی بسیار ناچیز در مناطق گرم و خشک و مرطوب نشدن مؤثر زمین در بازه زمانی بین فصول کشت موجب ایجاد گردیان رطوبتی زیاد بین عمق و سطح خاک شده که تغییرات زیاد املاح در لایه‌های بالایی خاک و به پیرو آن تغییر دیگر ویژگی‌های خاک را به همراه خواهد داشت. وجود این شرایط سبب شد که با اجرای آخرین آبیاری فصل کشت، اثر اصلاح‌کننده‌ها و شوری‌های مختلف آب آبیاری بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک در ابتدای فصل کشت بررسی شود. بنابراین، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات سوپرچاذب و ورمی کمپوست و مقایسه‌ی آنها در سطوح مختلف شوری آب آبیاری روی مقدار pH، کربن آلی و هدایت الکتریکی خاک انجام گردید.

مؤثر در این خصوص باشند. سوپرچاذب و ورمی کمپوست از جمله اصلاح‌کننده‌هایی می‌باشند که در دهه‌های اخیر توجه بسیاری از پژوهشگران و کشاورزان را به خود معطوف ساخته‌اند. لازم به ذکر است که مطالعات زیادی در مورد تأثیر سوپرچاذب (المرشدی ۲۰۱۲، یانتر یاگمور ۲۰۱۱، بای و همکاران ۲۰۱۰، برنرسم و همکاران ۱۹۹۹) و ورمی کمپوست (احمدآبادی و همکاران ۱۳۹۰، مهدوی دامغانی و همکاران ۱۳۸۶، ماتوس و آروندا ۲۰۰۳) روی ویژگی‌های فیزیکی خاک صورت گرفته، درحالی‌که در مورد تأثیر آنها روی ویژگی‌های شیمیایی مطالعات به نسبت کمتری صورت گرفته است.

ماریناری و همکاران (۲۰۰۰) با بررسی اثر نوعی کمپوست روی کیفیت خاک اظهار داشتند که افزودن آن به خاک مستقیماً بر فاکتورهای کیفی خاک از جمله pH تأثیر می‌گذارد. آزرمی و همکاران (۲۰۰۸) بیان نمودند که ورمی کمپوست موجب بهبود pH و کربن آلی خاک شده اما بر هدایت الکتریکی اثر منفی داشته است، به طوری که با افزایش سطوح مصرفی ورمی کمپوست، هدایت الکتریکی خاک افزایش یافته است. احمدآبادی و همکاران (۱۳۹۰) در مطالعه‌ای اظهار داشتند که اضافه کردن ورمی کمپوست موجب کاهش pH و افزایش معنادار کربن آلی و هدایت الکتریکی خاک شده است. محمود و ابراهیم (۲۰۱۲) با بررسی اثر ورمی کمپوست بر ویژگی‌های شیمیایی به این نتیجه رسیدند که با افزایش سطح مصرف ورمی کمپوست pH کاهش و کربن آلی خاک افزایش می‌یابد. به نظر می‌رسد ورمی کمپوست جدا از بهبود وضعیت کربن آلی، به دلیل سطح ویژه زیاد ذرات مکان‌های مناسب زیادی برای فعالیت ریزجانداران، جذب و ذخیره عناصر و مواد غذایی مهیا کند تا بتواند به عنوان یک اصلاح‌کننده آلی مناسب مورد توجه محققان قرار بگیرد (آتیه و همکاران ۲۰۰۳).

سوپرچاذب‌ها گونه‌ای دیگر از اصلاح‌کننده‌ها می‌باشند که بیشتر به منظور افزایش نگهداشت رطوبت

## مواد و روش‌ها

این مطالعه در قطعه‌ای از مزرعه‌ی تحقیقاتی دانشکده‌ی کشاورزی دانشگاه زابل با مختصات طول جغرافیایی ۶۱ درجه و ۳۱ دقیقه و عرض جغرافیایی ۳۰ دقیقه و ۵۵ درجه اجرا گردیده است. ارتفاع منطقه از سطح دریا ۴۸۳ متر بوده که بر اساس آمار بلند مدت ۲۰ ساله، دارای آب و هوای بیابانی گرم و خشک با متوسط

بارندگی سالانه ۹۹ میلی‌متر و متوسط درجه حرارت سالانه ۲۱/۷ درجه‌ی سلسیوس می‌باشد. برای تعیین ویژگی‌های خاک نمونه‌هایی از عمق ۰-۵۰ سانتی‌متری به صورت مرکب برداشته شد. سپس برخی از ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی آن با استفاده از روش‌های مرسوم تجزیه‌ی خاک تعیین و در جدول ۱ آورده شد. نتایج تجزیه آب نیز در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه.

بافت خاک	اندازه ذرات خاک (%)			pH	هدایت الکتریکی (dS m <sup>-1</sup> )	نسبت سدیم قابل جذب (-)	کربن آلی (درصد)
	شن	سیلت	رس				
لومی رسی	۳۱	۳۹/۴	۲۹/۶	۸/۱	۱/۹۴	۳/۳۵	۲/۲۸

جدول ۲- برخی ویژگی‌های شیمیایی آب منطقه.

هدایت الکتریکی (dS m <sup>-1</sup> )	pH	نسبت سدیم قابل جذب (-)	کلسیم (meq L <sup>-1</sup> )	سدیم (meq L <sup>-1</sup> )	منیزیم (meq L <sup>-1</sup> )
۰/۷۹	۷/۸۵	۲/۵۸	۳/۰۰	۵/۷۸	۴/۰۰

ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این تحقیق، توسط شرکت ورمی صنعت ایرانیان، از فعالیت کرم خاکی *Eisenia foetida* روی کود دامی حاصل گردیده است. میزان pH آن برابر ۸، هدایت الکتریکی محلول آبی آن (در نسبت ۱۰:۱ ورمی‌کمپوست به آب مقطر) ۳/۵۳ دسی‌زیمنس بر متر و کربن آلی آن ۲۵ درصد می‌باشد. با توجه به این که سوپرچاذب نوع A200 تولید شده تحت لیسانس پژوهشگاه پلیمر و پتروشیمی ایران با انواع خارجی از لحاظ خواص جذبی محلول‌های یونی برابری می‌کند، از این نوع سوپرچاذب در پژوهش، استفاده گردید. پلیمر سوپرچاذب A200 مورد استفاده، کوپلیمری از جنس آکرلیک اسید-پتاسیم آکریلات است، که pH محلول آبی آن ۶-۷ و ظرفیت عملی جذب آب مقطر آن ۲۲۰ گرم آب به ازای هر گرم از این ماده می‌باشد (کبیری و ظهوریان مهر ۱۳۸۵).

آزمایش به صورت فاکتوریل در چهار سطح شوری آب آبیاری حاوی سدیم کلرید (شوری آب منطقه (۰/۷۹)، ۵، ۱۰ و ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر) با تیمار اصلاح‌کننده‌ی سوپرچاذب و ورمی‌کمپوست، هر یک در یک سطح معمول مصرفی به ترتیب به میزان ۰/۰۲ (توکی کواریم ۲۰۱۱) و ۱/۵ (اصغری و همکاران ۱۳۹۰) کیلو-گرم در هر کرت (۱ متر مربع) به همراه تیمار فاقد اصلاح‌کننده انجام گردید (ارزش اقتصادی سطوح مصرفی دو اصلاح‌کننده با یکدیگر برابرند). با توجه به مقاومت‌های متفاوت گیاهان به شوری‌های مختلف خاک و وجود منابع آب با کیفیت‌های متفاوت تا متوسط شوری ۱۵ دسی‌زیمنس بر متر در منطقه (قائدی و همکاران، ۱۳۹۵)، در این پژوهش سعی شد تا دامنه وسیعی از شوری مورد بررسی قرار گیرد.

## نتایج و بحث

اثر مواد اصلاح‌کننده در سطوح شوری آب آبیاری روی هدایت الکتریکی خاک: جدول ۳ تجزیه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده را نشان می‌دهد. در این جدول مشاهده می‌شود که اثرات اصلی فاکتورهای اعمالی و اثر متقابل آنها در سطح آماری ۹۵٪ معنادار می‌باشد. نتایج مقایسه میانگین اثر مستقل سطوح شوری آب آبیاری در جدول ۴ نشان داده شده است. مطابق این جدول مشاهده می‌شود که با افزایش شوری آب آبیاری، هدایت الکتریکی خاک افزایش می‌یابد به طوری که از لحاظ آماری میانگین هدایت الکتریکی تمامی سطوح با یکدیگر اختلاف معناداری دارند.

در انتهای فصل کشت، عملیات آبیاری با عمق ۱۰ سانتی‌متر بر اساس عمق آبیاری در اراضی مجاور، به درون کرت‌ها انجام شد. درحالی‌که در این مدت از قطعه‌ی آزمایش زهکشی آزاد صورت گرفته و بارندگی مؤثر در محل اتفاق نیفتاد. برای تعیین ویژگی‌های شیمیایی خاک، نمونه‌هایی بعد از سه ماه از انجام اعمال فوق از عمق ۰-۳۰ سانتی‌متری در سه تکرار برداشته شد. سپس مقادیر هدایت الکتریکی و pH عصاره‌های اشباع نمونه‌ها به ترتیب به وسیله EC متر و pH متر و کربن آلی نمونه‌های خاک به روش اکسیداسیون سرد در آزمایشگاه تعیین گردید (کارتر و گرگورین ۲۰۰۸). به منظور تجزیه‌ی آماری نتایج مطالعه از نرم افزار SPSS استفاده شد و میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن مورد مقایسه قرار گرفتند.

جدول ۳- تجزیه واریانس پارامترهای اندازه گیری شده.

منبع تغییرات	درجه آزادی	هدایت الکتریکی	pH	میانگین مربعات	کربن آلی
بلوک	۲	۰/۰۹۰*	۰/۰۰۰ <sup>ns</sup>		۰/۰۰۵ <sup>ns</sup>
سطوح شوری	۳	۶۶/۰۶۰*	۰/۰۷۸*		۱/۲۲۰*
اصلاح‌کننده	۲	۱/۱۲۲*	۰/۱۴۸*		۰/۱۳۰*
سطوح شوری × اصلاح‌کننده	۶	۱/۱۲۷*	۰/۰۲۹*		۰/۰۰۷ <sup>ns</sup>
خطا	۲۴	۰/۰۰۹	۰/۰۰۲		۰/۰۰۶
ضریب تغییرات (%)	-	۰/۸۶۰	۰/۱۷۲		۳/۹۲۴

\*: معنادار در سطح احتمال ۵ درصد، ns: عدم معناداری در این سطح احتمال

جدول ۴- مقایسه میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده در سطوح مختلف شوری.

سطح شوری	کربن آلی (%)	pH	هدایت الکتریکی خاک (dS m <sup>-1</sup> )
۰/۷۹	۱/۸۲ <sup>c</sup>	۸/۰۸ <sup>a</sup>	۱/۵۵ <sup>d</sup>
۵	۱/۸۳ <sup>c</sup>	۷/۹۴ <sup>b</sup>	۲/۳۳ <sup>c</sup>
۱۰	۱/۹۴ <sup>b</sup>	۷/۹۴ <sup>b</sup>	۴/۶۷ <sup>b</sup>
۱۵	۲/۵۹ <sup>a</sup>	۷/۸۶ <sup>c</sup>	۷/۵۸ <sup>a</sup>

میانگین‌های با حروف لاتین غیرمشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

می‌دهد که کاربرد هر دو نوع اصلاح‌کننده موجب کاهش معنادار هدایت الکتریکی خاک شده است.

نتایج مقایسه میانگین اثر مستقل اصلاح‌کننده‌ها در جدول ۵ ارائه شده است. بررسی نتایج حاصله نشان

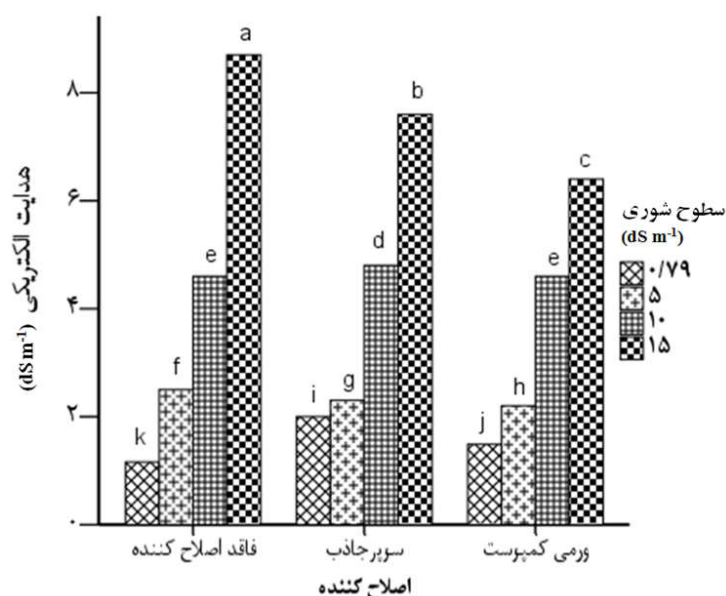
در شکل ۱ اثرات متقابل اصلاح‌کننده با سطوح شوری آب آبیاری روی هدایت الکتریکی خاک نشان داده شده است. در این شکل مشاهده می‌شود که با افزایش شوری آب آبیاری، مقدار هدایت الکتریکی به طور معناداری در هر اصلاح‌کننده افزایش می‌یابد، درحالی‌که شیب افزایش هدایت الکتریکی در تیمار ورمی‌کمپوست

کمتر از سوپرچادب شده و تیمار فاقد اصلاح‌کننده بیشترین شیب افزایش را دارد. بنابراین بیشترین تأثیر شوری روی هدایت الکتریکی خاک در کرت فاقد اصلاح‌کننده بوده و تیمار ورمی‌کمپوست بیشترین اثر کاهش هدایت الکتریکی را در بیشترین سطح شوری ایجاد کرده است.

جدول ۵- مقایسه میانگین‌های مقادیر خصوصیات اندازه‌گیری شده در اصلاح‌کننده‌ها.

اصلاح‌کننده	هدایت الکتریکی خاک ( $\text{dS m}^{-1}$ )	pH	کربن آلی (%)
فاقد اصلاح‌کننده	۴/۲۴ <sup>a</sup>	۷/۸۴ <sup>c</sup>	۱/۹۹ <sup>b</sup>
سوپرچادب	۴/۱۸ <sup>b</sup>	۷/۹۷ <sup>b</sup>	۱/۹۸ <sup>b</sup>
ورمی‌کمپوست	۳/۶۸ <sup>c</sup>	۸/۰۵ <sup>a</sup>	۲/۱۷ <sup>a</sup>

میانگین‌های با حروف لاتین غیرمشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.



شکل ۱- اثر نوع اصلاح‌کننده در شوری‌های مختلف آب آبیاری بر هدایت الکتریکی خاک. میانگین‌های با حروف لاتین غیرمشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

افزایش هدایت الکتریکی خاک در سطح شوری ۰/۷۹ در تیمار ورمی‌کمپوست نسبت به تیمار فاقد اصلاح‌کننده را می‌توان به هدایت الکتریکی بالای ورمی‌کمپوست مرتبط دانست، به طوری که آزر می و همکاران (۲۰۰۸) و آتیه و همکاران (۲۰۰۱) در بررسی اثر ورمی‌کمپوست روی ویژگی‌های شیمیایی خاک به این نتیجه‌ی مشترک رسیدند که با توجه به هدایت الکتریکی

افزایش هدایت الکتریکی خاک به‌واسطه افزایش مقدار شوری آب آبیاری بر هیچ کس پوشیده نیست، زیرا نمک‌ها ساختار یونی دارند که با اضافه شدن به خاک، میزان املاح و مطابق آن هدایت الکتریکی خاک را افزایش می‌دهند. این نتیجه در مطالعه کمالی و همکاران (۱۳۸۹) نیز به چشم می‌خورد.

دراجی و همکاران (۱۳۸۸) اظهار داشتند کاهش هدایت الکتریکی خاک با افزودن پلیمر به این دلیل است که پلیمر می‌تواند مقدار زیادی آب و محلول‌های فیزیولوژیکی را جذب و در خود نگهدارد؛ وجود این مقدار آب زیاد در خاک، عملاً هدایت الکتریکی خاک را کاهش خواهد داد (رمضانی هرندی و همکاران ۱۳۸۴، وانگ و بوگر ۱۹۸۷). دلیل کاهش عملکرد سوپرچاذب نسبت به ورمی کمپوست در کاهش هدایت الکتریکی خاک را می‌توان در مطالعه کبیری و ظهوریان مهر (۱۳۸۵) یافت، ایشان به این نتیجه رسیدند که با توجه به ساختار یونی سوپرچاذب‌ها، با قرارگیری آنها در محیط‌های با املاح زیاد، عملاً قدرت جذب آب و املاح آنها کمتر خواهد شد، بنابراین عملکرد آنها در بهبود وضعیت هدایت الکتریکی خاک و جذب املاح از آب خاک کاهش می‌یابد. در صورتی که حضور کاتیون‌های چندظرفیتی در ورمی کمپوست و وجود نیروی دافعه آنها با کاتیون‌های تک ظرفیتی، انتقال سریع‌تر سدیم به لایه‌های پایین‌تر خاک را در پی داشته که می‌تواند کاهش چشمگیر هدایت الکتریکی خاک را در مقایسه با سوپرچاذب به همراه داشته باشد. همچنین وجود خلل و فرج درشت‌تر در ساختمان ورمی کمپوست نسبت به سوپرچاذب در شروع آبیاری نیز می‌تواند عاملی در تسریع فرآیند انتقال املاح آب آبیاری باشد.

#### اثر مواد اصلاح‌کننده در سطوح شوری آب

آبیاری روی کربن آلی خاک: جدول ۳ نشان می‌دهد که اثرات اصلی فاکتورهای اعمالی در سطح آماری ۹۵٪ معنادار شد، اما اثر متقابل آنها معنادار نشد. مقایسه میانگین اثر مستقل سطوح شوری آب آبیاری روی کربن آلی خاک، در جدول ۴ نشان داده شده است. نتایج نشان می‌دهند که با افزایش شوری آب آبیاری، ماندگاری کربن آلی در خاک افزایش می‌یابد. اما از لحاظ آماری میانگین کربن آلی موجود در سطوح شوری پایین (۰/۷۹ و ۵) با یکدیگر اختلاف معناداری نداشته و بقیه سطوح اختلاف معناداری با یکدیگر دارند.

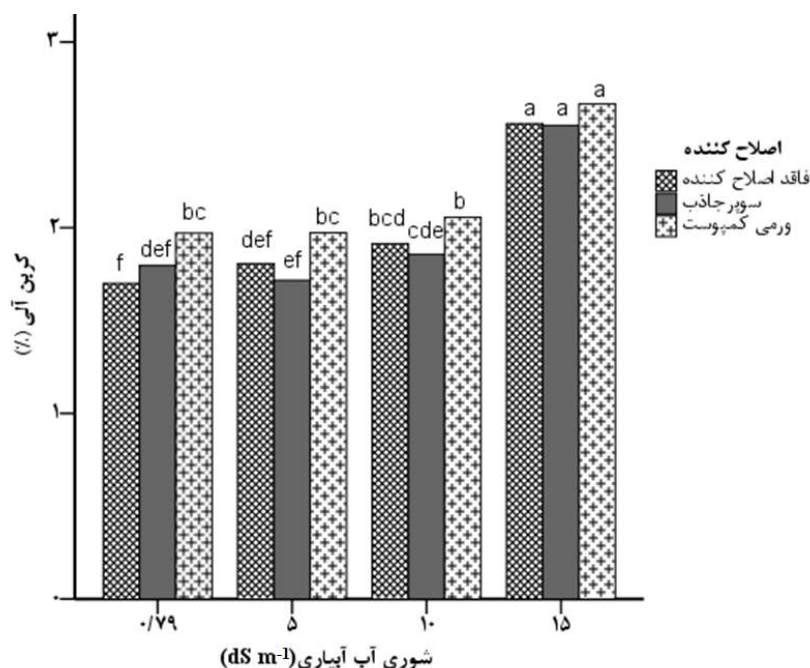
بالای ورمی کمپوست مورد استفاده، در خاک‌های با هدایت الکتریکی پایین، با افزایش سطوح ورمی کمپوست به خاک هدایت الکتریکی آن افزایش می‌یابد. اما با افزایش شوری به ویژه در سطوح زیاد، مطابق شکل (۱)، میزان هدایت الکتریکی خاک در تیمار ورمی کمپوست به نسبت تیمار فاقد اصلاح‌کننده کاهش چشمگیری را نشان می‌دهد. چنین نتیجه‌ای در مطالعه محمود و ابراهیم (۲۰۱۲) نیز مشاهده می‌شود. ایشان در بررسی اثر ورمی کمپوست روی ویژگی‌های شیمیایی نمونه خاکی با شوری زیاد ۲۵/۸۲ دسی‌زیمنس بر متر به این نتیجه رسیدند که با اضافه نمودن ورمی کمپوست به خاک و افزایش سطوح آن، میزان هدایت الکتریکی خاک کاهش می‌یابد. یکی از دلایل عمده این اتفاق را می‌توان به حضور مقادیر زیاد برخی از کاتیون‌های چند ظرفیتی مثل منیزیم و کلسیم در ورمی کمپوست مرتبط دانست (ژیاوو و همکاران، ۲۰۱۶). زیرا حضور این کاتیون‌های چند ظرفیتی و وجود رقابت آنها با کاتیون‌ها تک ظرفیتی برای جذب روی سطوح ذرات خاک موجب افزایش نیروی دافعه سدیم ورودی آب آبیاری شده و باعث می‌شود بخشی از سدیم ورودی، به لایه‌های پایین‌تر خاک دفع شوند که در نهایت شوری کمتر لایه مورد مطالعه را در پی خواهد داشت.

بای و همکاران (۲۰۱۰) با اعمال سوپرچاذب به خاک با شوری اولیه ۰/۰۳ دسی‌زیمنس بر متر به این نتیجه رسیدند افزایش سطوح مصرفی سوپرچاذب، موجب افزایش شوری خاک می‌گردد. ایشان اظهار داشتند یونی بودن ساختمان سوپرچاذب‌ها موجب شده تا با قرار گرفتن در محیط‌های یونی، تبادلات یونی صورت گرفته و هدایت الکتریکی محلول آب خاک تغییر کند. همانطور که در شکل ۱ نیز مشهود است سوپرچاذب به طور معناداری هدایت الکتریکی خاک در شوری ۰/۷۹ دسی‌زیمنس بر متر را افزایش داده است. اما در بالاترین سطح شوری این گونه نیست و سوپرچاذب موجب کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است در این راستا

و سوپرچاذب به جز شوری ۰/۷۹ دسی زیمنس بر متر کمترین مقدار کربن آلی را دارد، اما از لحاظ آماری تیمار فاقد اصلاح‌کننده با سوپرچاذب در تمامی سطوح شوری با یکدیگر اختلاف معناداری نداشته اما با تیمار ورمی‌کمپوست در سطح شوری ۰/۷۹ و ۵ دسی زیمنس بر متر اختلاف معناداری دارد. به‌علاوه اختلاف تیمار ورمی‌کمپوست با سوپرچاذب، در همه‌ی سطوح شوری به جز سطح ۱۵ دسی زیمنس بر متر معنادار می‌باشد. همچنین در مقایسه درون گروهی در هر تیمار اصلاح‌کننده، مقادیر کربن آلی در سطوح شوری ۰/۷۹ و ۵ و ۱۰ دسی زیمنس بر متر با یکدیگر اختلاف معناداری ندارند، اما سطح ۱۵ دسی زیمنس بر متر با بقیه سطوح شوری اختلاف معناداری دارد.

اثر مستقل اصلاح‌کننده روی مقادیر میانگین کربن آلی خاک در جدول ۵ آورده شده است. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر کربن آلی در تیمار ورمی‌کمپوست بیشتر از فاقد اصلاح‌کننده و تیمار فاقد اصلاح‌کننده بیشتر از سوپرچاذب می‌باشد. همچنین از لحاظ آماری بین تیمار ورمی‌کمپوست با تیمارهای فاقد اصلاح‌کننده و سوپرچاذب اختلاف معناداری وجود دارد، در حالی‌که بین تیمار فاقد اصلاح‌کننده و سوپرچاذب اختلاف معناداری وجود ندارد.

شکل ۲ اثر متقابل اصلاح‌کننده با سطوح شوری آب آبیاری بر درصد کربن آلی موجود در خاک را نشان می‌دهد. مطابق این شکل مشاهده می‌شود که در تمامی سطوح شوری، ورمی‌کمپوست بیشترین مقدار کربن آلی



شکل ۲- اثر نوع اصلاح‌کننده در شوری‌های مختلف آب آبیاری بر درصد ماده‌ی آلی خاک. میانگین‌های با حروف لاتین غیرمشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

مطالعه اندراسک و همکاران (۲۰۱۲) نیز به چشم می‌خورد، ایشان به این نتیجه رسیدند که، افزایش شوری سرعت تجزیه کربن آلی و یا سرعت مصرف آن توسط ریزجانداران خاک را کاهش می‌دهد. کاهش سرعت تجزیه مواد آلی را می‌توان به این علت مرتبط دانست که، نمک

شیرانی و همکاران (۱۳۸۸) در بررسی سرعت تجزیه مواد آلی در سطوح مختلف شوری به این نتیجه رسیدند که با افزایش هدایت الکتریکی خاک، سرعت تجزیه مواد آلی کاهش می‌یابد. بنابراین ماندگاری کربن آلی در شوری‌های زیاد بیشتر خواهد شد. این نتیجه در



شوری آب آبیاری روی میانگین مقادیر pH در جدول ۴ نشان می‌دهد که با افزایش شوری آب آبیاری، pH خاک کاهش می‌یابد. همچنین در تمامی سطوح شوری به جز سطوح ۵ با ۱۰ دسی زیمنس بر متر اختلاف معناداری مشاهده می‌شود.

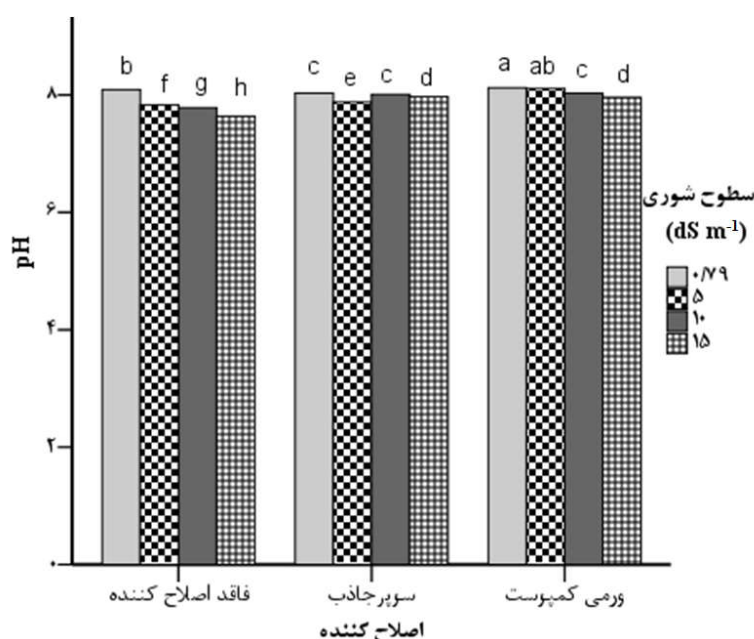
اثر مستقل اصلاح‌کننده روی مقادیر میانگین pH در جدول ۵ آمده است. نتایج نشان می‌دهد که مقادیر pH در تیمار ورمی کمپوست بیشتر از سوپرچاذب و تیمار سوپرچاذب بیشتر از تیمار فاقد اصلاح‌کننده گردید. به طوری که تمامی اصلاح‌کننده‌ها با یکدیگر اختلاف معناداری داشتند.

اثرات متقابل اصلاح‌کننده با سطوح شوری آب آبیاری روی pH خاک، در شکل ۳ ارائه شده است. مقایسه مقادیر pH نشان می‌دهد تیمار ورمی کمپوست در تمامی سطوح شوری بیشترین مقدار pH و تیمار فاقد اصلاح‌کننده به جز در سطح ۰/۷۹ دسی زیمنس بر متر کمترین مقدار pH را دارا می‌باشد. به طوری که در سطوح شوری مشابه مقادیر pH در تیمار ورمی کمپوست به طور معناداری بیشتر از فاقد اصلاح‌کننده می‌باشد. در هر سه تیمار ورمی کمپوست، سوپرچاذب و فاقد اصلاح‌کننده با افزایش شوری مقدار pH به طور معناداری کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که سوپرچاذب کمترین شیب کاهش می‌یابد و تیمار فاقد اصلاح‌کننده بیشترین تغییرات را با افزایش شوری نشان می‌دهد. همچنین در سطوح شوری زیاد، عملکرد سوپرچاذب و ورمی کمپوست در تغییر pH یکسان بود اما در سطوح شوری کم عملکرد اصلاح‌کننده‌ها در این امر متفاوت بود.

خاصیت ضد میکروبی داشته، فعالیت میکروب‌های خاک را کاهش داده و سرعت تجزیه ماده آلی را کم می‌کند. همانطور که کبیری و ظهوریان مهر (۱۳۸۵) اظهار داشتند، سوپرچاذب خاصیت یونی داشته و خاصیت جذب آب و املاح زیادی دارد. بنابراین بخشی از املاح افزوده شده به خاک را جذب کرده و متعاقباً املاح کمتری در مجاورت مواد آلی قرار می‌گیرد تا سرعت تجزیه آن‌ها را کاهش دهند بنابراین سرعت تجزیه در تیمار حاوی سوپرچاذب افزایش می‌یابد. اما در شوری ۰/۷۹ دسی زیمنس بر متر مقدار هدایت الکتریکی خاک افزایش یافته بنابراین ماندگاری کربن آلی در این سطح شوری نسبت به تیمار فاقد اصلاح‌کننده افزایش خواهد یافت که لی و همکاران (۲۰۱۳) نیز به همین نتیجه رسیده بودند.

بیشتر بودن میزان کربن آلی خاک در تیمار ورمی کمپوست نسبت به دو تیمار دیگر، به این دلیل است که این اصلاح‌کننده در ترکیبات خود درصد کربن زیادی داشته بنابراین با افزودن آن به خاک عملاً کربن آلی خاک افزایش می‌یابد (آزرمی و همکاران ۲۰۰۸). در همین مورد مطالعات دیگری نیز انجام شده است که بیان از افزایش کربن آلی با افزودن ورمی کمپوست به خاک دارد (زبراس و همکاران ۱۹۹۹، احمدآبادی و همکاران ۱۳۹۰، پارداساراتی و همکاران ۲۰۰۸).

**اثر مواد اصلاح‌کننده در سطوح شوری آب آبیاری روی pH خاک:** جدول ۳ نشان می‌دهد که اثرات اصلی فاکتورهای اعمالی و اثر متقابل آنها در سطح آماری ۹۵٪ معنادار می‌باشد. مقایسه اثر مستقل سطوح



شکل ۳- اثر نوع اصلاح‌کننده در شوری‌های مختلف آب آبیاری بر pH خاک

میانگین‌های با حروف لاتین غیرمشابه از نظر آماری در سطح احتمال ۵ درصد تفاوت معناداری دارند.

خاک می‌شود. همچنین این اصلاح‌کننده میزان pH خاک را بصورت معناداری افزایش و هدایت الکتریکی خاک را کاهش داده است. سوپرچاذب نیز مشابه ورمی‌کمپوست اما با اثری کمتر موجب کاهش هدایت الکتریکی و pH خاک شد. با این حال، میزان کربن آلی در تیمار سوپرچاذب کمتر از فاقد اصلاح‌کننده گردید. در بررسی اثر شوری آب آبیاری این نتایج بدست آمد که با افزایش میزان شوری آب آبیاری، هدایت الکتریکی خاک در هر سه تیمار ورمی‌کمپوست و سوپرچاذب و فاقد اصلاح‌کننده افزایش یافت، اما شدت افزایش در تیمار فاقد اصلاح‌کننده بیشتر از تیمار سوپرچاذب و تیمار سوپرچاذب بیشتر از تیمار ورمی‌کمپوست گردید که دلیل آن به ساختار یونی سوپرچاذب و حضور کاتیون‌های چندظرفیتی در ورمی‌کمپوست مرتبط شد. اثر مواد اصلاح‌کننده روی pH در شوری‌های مختلف نشان داد که در هر تیمار اصلاح‌کننده، با افزایش شوری، pH کاهش یافت به طوری که بیشترین شیب کاهشی در تیمار فاقد اصلاح‌کننده و کمترین شیب کاهشی در تیمار سوپرچاذب مشاهده شد. اثر سطوح شوری روی کربن

کاهش pH با افزایش شوری در مطالعه‌ی اوحدی و گودرزی (۲۰۰۷) نیز مشاهده می‌شود. ایشان در بررسی رابطه‌ی شوری و pH به این نتیجه رسیدند که این دو پارامتر با یکدیگر رابطه‌ی معکوس دارند، به طوری که با افزایش هدایت الکتریکی خاک، میزان pH آن کاهش می‌یابد. ژانگ و همکاران (۲۰۱۰) نیز بیان کردند که در انواع پلیمر اضافه شده به خاک استفاده از آب‌های با کیفیت پایین pH خاک را کاهش می‌دهد. دلیل بیشتر بودن مقادیر pH در تیمار ورمی‌کمپوست نسبت به بقیه‌ی تیمارها در سطوح شوری یکسان به جز سطح شوری ۰/۷۹ دسی‌زیمنس بر متر به این دلیل هست که با افزایش شوری فعل و انفعالات میکروپ‌های خاک کم شده (شیرانی و همکاران ۱۳۸۹) و در نتیجه اسیدتیته زیاد ورمی‌کمپوست مورد استفاده در این تحقیق pH خاک را افزایش می‌دهد.

### نتیجه‌گیری کلی

از آنجایی که ورمی‌کمپوست در ساختار شیمیایی خود کربن زیادی دارد موجب افزایش معنادار کربن آلی

آلی خاک بیان‌گر این نتیجه بود که هر چه سطح شوری بیشتر شود، کربن آلی بیشتری در خاک دیده می‌شود. در واقع میزان ماندگاری کربن با افزایش شوری آب خاک افزایش می‌یابد. با توجه به همه نتایج می‌توان ورمی کمپوست را ماده‌ای با قدرت اصلاحی و حاصلخیزی بیشتر نسبت به سوپرچاذب معرفی کرد.

### منابع مورد استفاده

- احمدآبادی ز، قاچار سپانلو م و رحیمی آلاشتی س، ۱۳۹۰. اثر کاربرد ورمی کمپوست بر برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی، علوم آب و خاک، سال پانزدهم، شماره ۵۸، صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۳۷.
- اصغری ش، عباسی ف، نیشابوری م ر، اوستان س و علی‌اصغرزاد ن، ۱۳۹۰. اثر ۴ اصلاح کننده آلی خاک بر پارامترهای هیدرولیکی و انتقال املاح در یک خاک لوم شنی. مجله پژوهش‌های حفاظت آب و خاک، جلد ۱۸، شماره ۲، صفحه‌های ۱۷۷ تا ۱۹۴.
- توکل کواریم ص، ۱۳۹۰. سوپر چاذب‌های کشاورزی. مجله شیرین بیان، سال پنجم، شماره ۱۷، صفحه‌های ۳۹ تا ۴۱.
- دراجی س س، گلچین ا و احمدی ش، ۱۳۸۹. تأثیر سطوح یک پلیمر سوپرچاذب (superab A200) و شوری خاک بر ظرفیت نگهداشت آب در سه بافت شنی، لومی و رسی. نشریه ی آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۴، شماره ۲، صفحه‌های ۳۱۶ تا ۳۰۶.
- حقیقی م، مظفریان م و عفیفی پور ز، ۱۳۹۳. بررسی تأثیر پلی‌مر سوپرچاذب و سطوح مختلف کم آبیاری بر رشد و برخی خصوصیات کمی و کیفی میوه گوجه فرنگی (*Lycopersicon esculentum L.*). نشریه علوم باغبانی (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۸، شماره ۱، صفحه‌های ۱۲۵ تا ۱۳۳.
- رمضانی هرندی م ج، کبیری ک، ظهوریان مهر م ج، یوسفی ع ا و ارشاد لنگرود ا، ۱۳۸۴. بررسی مقایسه‌ای تورم آزاد و تحت بار در هیدروژل‌های سوپرچاذب به ازای تغییر چگالی شبکه بندی، صفحه‌های ۵۱۸۶ تا ۵۱۹۱. مجموعه مقالات دهمین کنگره ملی مهندسی شیمی ایران، ۲۴-۲۶ آبان، دانشگاه سیستان و بلوچستان، سیستان و بلوچستان.
- شیرانی ح، ابوالحسنی زراعتکار م، لکزیان ا و اخگر ع، ۱۳۸۹. سرعت تجزیه مواد آلی کمپوست زباله شهری، ورمی کمپوست، کود دامی و کمپوست پسته در بافت و شوری‌های متفاوت خاک در شرایط آزمایشگاهی. مجله آب و خاک (علوم و صنایع کشاورزی)، جلد ۲۵، شماره ۱، صفحه‌های ۸۴ تا ۹۳.
- کبیری ک و ظهوریان مهر م ج، ۱۳۸۵. مطالعه رفتار تورمی هیدروژل‌های سوپرچاذب کشاورزی در چرخه‌های متوالی جذب-واجذب آب شور. دو ماهنامه انجمن علوم و مهندسی پلیمر ایران، شماره ۲۸، صفحه‌های ۴ تا ۵.
- کمالی ا، شاه محمدی حیدری ز، حیدری م و فیضی م، ۱۳۸۹. اثر شوری آب آبیاری و آبشویی بر خصوصیات شیمیایی خاک و عملکرد گلرنگ در منطقه اصفهان. مجله علوم گیاهان زراعی ایران، دوره ۴۲، شماره ۱، صفحه‌های ۶۳ تا ۷۰.
- قائدی س، افراسیاب پ، لیاقت ع، ۱۳۹۵. مقایسه روش‌های تلفیق آب شور و غیرشور در کشت سورگوم علوفه‌ای و توزیع شوری در نیمرخ خاک. مجله علوم و مهندسی آبیاری، جلد ۳۹، شماره ۱، صفحه‌های ۱۶۷ تا ۱۷۹.
- مهدوی دامغانی ع، دیهیم فرد ر و میرزایی تالارپشتی ر، ۱۳۸۶. خاکهای پایدار: جایگاه ماده‌ی آلی در پایداری و حاصلخیزی خاک (ترجمه). انتشارات دانشگاه شهید بهشتی، تهران.
- Almarshadi MH, 2012. Effect of gel-formation and agristar on date palm yield and some physical properties of soil in arid region. *Journal of Food, Agriculture & Environment* 10 (2):418-423.
- Atiyeh RM, Dominguez J, Subler S and Edwards CA, 2000. Biochemical changes in cow manure processed by earthworms (*Eisenia andrei*) and their effects on plant-growth. *Pedobiologia* 44:709-724.
- Atiyeh RM, Lee Edward CA, Sulbar S and Metzger T, 2001. Pig manure vermicompost as a component of a horticultural bedding plant medium. Effects on physiochemical properties and plant growth. *Bioresource Technology* 78:11-20.
- Azarmi R, Torabi Giglou M and Taleshmikail RD, 2008. Influence of vermicompost on soil chemical and physical properties in tomato (*Lycopersicon esculentum*) field. *African Journal of Biotechnology* 7(14):2397-2401.

- Bai W, Zhang H, Liu B, Wu Y and Song J, 2010. Effects of super-absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. *Soil Use and Management* 26(3):253-260.
- Bauder JW and Brock TA, 2001. Irrigation water quality, soil amendment, and crop effects on sodium leaching. *Arid Land Research and Management* 15:101-113.
- Brady NC, 1990. *The Nature and Properties of Soils* (10th Edn.). Macmillan, New York.
- Brandsm RT, Fullen MA and Hocking TJ, 1999. Soil conditioner effects on soil structure and erosion. *Journal of Soil and Water Conservation* 54:485-489.
- Carter M R and Gregorich EG, 2008. *Soil Sampling and Methods of Analysis* (second edition). Canadian Society of Soil Science, CRC Press, New York.
- Foth H, 1990. *Fundamentals of Soil Science*(8th Edn). John Wiley & Sons, New York.
- Goebel MO, Bachmann J, Woche SK and Fischer WR, 2005. Soil wettability, aggregate stability, and the decomposition of soil organic matter. *Geoderma* 128:80-93.
- John B, Yamashita T, Ludwig B and Flessa H, 2005. Storage of organic carbon in aggregate and density fractions of silty soils under different types of land use. *Geoderma* 128:63-79.
- Li X, He JZ, Liu YR and Zheng YM, 2013. Effects of super absorbent polymers on soil microbial properties and Chinese cabbage (*Brassica chinensis*) growth. *Journal of Soils and Sediments* 13:711-719.
- Mahmoud EK and Ibrahim MM, 2012. Effect of vermicompost and its mixtures with water treatment residuals on soil chemical properties and barley growth. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 12 (3):431-440.
- Marinari S, Masciandaro G, Ceccanti B and Grego S, 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology* 72:9-17.
- Matos GD and Arrunda MAZ, 2003. Vermicompost as natural adsorbent for removing metal ions from laboratory effluents. *Process Biochemistry* 39:81-88.
- Ondrasek G, Rengel Z, Romic D and Savic R, 2012. Salinity decreases dissolved organic carbon in the rhizosphere and increases trace element phyto-accumulation. *European Journal of Soil Science* 63:685-693.
- Ouhadi VR and Goodarzi AR, 2007. Factors impacting the electro conductivity variations of clayey soils. *Iranian Journal of Science & Technology, Transaction B, Engineering* 31(2):109-121.
- Parthasarathi K, Balamurugan M and Ranganathan LS, 2008. Influence of vermicompost on the Physico-Chemical and Biological properties in different types of soil along with yield and quality of the pulse Crop-Blackgram. *Iran. Journal of Environmental Health Science & Engineering* 5(1):51-58.
- Reeves DW, 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research* 2:113-123.
- Wang Y and Boogher CA, 1987. Effect of medium- incorporated hydrogel on plant growth and water use of two foliage species. *Journal of Environmental Horticulture* 5:125-127.
- Xiao Zh, Liu M, jiang L, Chen X, Griffiths BS, Li H and Hu F, 2016. Vermicompost increases defense against root-knot nematode (*Meloidogyne incognita*) in tomato plants. *Applied Soil Ecology* 105(2016):177-186.
- Yonter G and Yagmur B, 2011. Effect of Agri-SC as a soil conditioner on runoff, soil loss and crust strengths. *African Journal of Biotechnology* 10:13292-13298.
- Zebarth BJ, Neilsen GH, Hogue E and Neilsen D, 1999. Influence des amendements faits de dechets organiques. *Canadian Journal of Soil Science* 79:501-504.
- Zhang W, Bai H, Liu B, Wu Y and Song J, 2010. Effects of super-absorbent polymers on the physical and chemical properties of soil following different wetting and drying cycles. *Soil Use and Management* 26:253-260.