تاثیر سطوح مختلف ورمی‌کمپوست بر تغییرات هدایت الکتریکی زه‌آب و خاک در اثر عبور پساب غنی شده با سرب و کادمیم از ستون‌های خاک

علی شریفی [۱]، نیلوفر صدری [۱]
۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد گروه علوم خاک دانشگاه یاسوج،

چکیده
به منظور بررسی تغییرات هدایت الکتریکی زه‌آب و خاک در اثر عبور پساب غنی شده با سرب و کادمیم از ستون‌های خاک با سطوح مختلف ورمی‌کمپوست آزمایش در قالب طرح بلوک کاملاً تصادفی انجام شد. تیمارهای آزمایش شامل ورمی‌کمپوست در ۳ سطح وزنی (سطح ۲=v_2 ، ۰=v_1 و ۴=v_3 درصد وزنی) و زمان در ۸ دوره‌ی ۱۰ روزه بود که در ۳ تکرار انجام شد. نتایج نشان داد که ورمی‌کمپوست و زمان، در سطح احتمال ۱%، تاثیر معنی‌داری بر تغییر هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی داشت. هدایت الکتریکی در نمونه‌های زه‌آب جمع‌آوری شده از تیمارهای ورمی‌کمپوست در طول زمان نشان داد که هدایت الکتریکی، همواره بیشتر از میانگین مقدار آن در پساب ورودی بود (میانگین هدایت الکتریکی پساب برابر با ۹/۰ دسی زیمنس بر متر). هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی در ابتدای کاربرد پساب بدلیل حل شدن نمک‌های خنثی خاک و عناصر موجود در پساب عبوری بیشتر از سایر مراحل بود. تیمار v_3 بدلیل حل شدن نمک‌های موجود در ورمی‌کمپوست هدایت الکتریکی بیشتری در زه‌آب خروجی داشت.
واژه‌های کلیدی: زه‌آب، سرب، کادمیم، ورمی‌کمپوست، هدایت الکتریکی

مقدمه
کاربرد لجن و پساب حاصل از تصفیه فاضلاب برای آبیاری در زمین‌های کشاورزی بخصوص در حاشیه شهرها در حال افزایش است (بهبهانی‌نیا و همکاران، ۲۰۰۸). قابلیت هدایت الکتریکی، یك شاخص عمده در ارزیابی شوری خاك می‌باشد. مشکل اصلی خاك‌های شور، حضور نمك‌های محلول و بطور عمده یون‌های کلر، سولفات و گاهی نیترات است (خواجه‌پور، ۱۳۸۴). هر چقدر آب آبیاری شورتر باشد، به تدریج خاك نیز شورتر خواهد شد. در مناطقی که منشا تولید پساب، دارای املاح زیادی است، بایستی مسئله‌ی شوری به دقت مورد نظر قرار گیرد (عابدی و نجفی، ۱۳۸۰).
همچنین آب با هدایت الکتریکی زیاد نفوذپذیری خاک را افزایش داده و حداقل حاصل شده بخشی از مشکلاتی را که با در نظر گرفتن نسبت جذب سدیم ممکن است پیش‌بینی گردد را خنثی می‌نماید. در یک مقدار نسبت جذب سدیم معین، با افزایش هدایت الکتریکی بر سرعت نفوذ آب به درون خاک افزوده می‌شود و بالعکس. بنابراین (SAR) و (EC_w هدایت الکتریکی آب آبیاری) بایستی به همراه یکدیگر جهت ارزیابی ایجاد مشکلات نفوذپذیری خاک مورد بررسی قرار گیرند. فاضلاب‌های شهری در شرایط عادی دارای مقادیر کافی و مناسب یون کلسیم و املاح محلول بوده، لیکن بدلیل سدیم نسبتاً زیاد و در نتیجه (SAR) بالا، بایستی در استفاده مجدد از آن‌ها جهت عملیات آبیاری دقت ویژه‌ای مبذول گردد (مت‌کاف و ادی، ۱۹۹۱ و فائو، ۱۹۹۲).
افزایش و کاهش هدایت الکتریکی خاک پس از کاربرد فاضلاب گزارش شده است. عابدي‌کوپایی و همکاران (۱۳۸۲) گزارش کردند که استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری، منجر به کاهش هدایت الکتریکی خاک شده است، به طوری که خاک‌های شور سدیمی محل مورد آزمایش به یک خاک با هدایت الکتریکی ۳۵/۱ تا ۴۹/۳ دسی زیمنس بر متر تغییر یافته است. همچنین این محققان گزارش کردند که آبیاری بارانی تاثیر معني‌داری در کاهش هدایت الکتریکی خاک در مقایسه با آبیاری سطحی داشته است. نجفی و همکاران (۱۳۸۰) گزارش دادند که اگر هدایت الکتریکی آب در حدود ۴۹/۰ دسی زیمنس بر متر و میزان نسبت جذب سدیم، حدود ۸/۱ دسی زیمنس بر متر باشد، مي‌تواند برای آبیاری محصولات کشاورزی مناسب باشد. صابر (۱۹۸۶) گزارش کرد که با افزایش کاربرد فاضلاب در شهر قاهره، نمک‌های محلول در لایه ۲۰-۰ سانتی‌متری افزایش یافته و پس از ۶۰ سال به سه برابر مقدار اولیه رسیده است. بول و همکاران (۱۹۸۱) با بررسی تاثیر آبیاری با فاضلاب بر هدایت الکتریکی خاک در مدت ۶ سال نشان دادند که در دو سال اول بدلیل بالا بودن درصد آبشویی، هدایت الکتریکی خاک کاهش و در چهار سال انتهایی در نتیجه‌ی کاهش آبشویی، هدایت الکتریکی خاک افزایش یافت. باقری (۱۳۷۹) کاهش هدایت الکتریکی خاک را پس از آبیاری با پساب گزارش کرد.
روحانی و شهرکی (۱۳۸۴) تاثیر آبیاری بر پساب را بر خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه‌ی شمال اصفهان بررسی کردند. نتایج نشان داد که طی نه سال آبیاری با پساب، هدایت الکتریکی (EC) و نسبت جذب سدیم (SAR) نسبت به قبل کاهش معنی‌داری داشت. حسین‌پور و همکاران (۱۳۸۶) تاثیر کاربرد فاضلاب خام (تصفیه نشده) و پساب تصفیه خانه مشهد را بر خصوصیات شیمیایی یک نوع خاک لوم شنی بررسی کردند. آزمایش‌ها بر روی لوله‌های پلی اتیلن به قطر ۱۵ و ارتفاع ۱۵۰ سانتی‌متر که از خاک مورد نظر پر شده بود انجام گرفت. استفاده از فاضلاب باعث افزایش معنی‌دار هدایت الکتریکی و نسبت جذب سدیم گردید. در مقایسه از نظر تاثیر نوع آب کاربردی مشخص شد، میانگین EC و SAR در تیمارهایی که در آن‌ها از فاضلاب خام استفاده گردید، تفاوت معنی دار با تیمارهای پساب فاضلاب تصفیه شده دارد. پساب تصفیه شده‌ی فاضلاب نسبت به فاضلاب خام EC و SAR کمتری را دارا بود. صفری سنجابی و حاج رسولی‌ها (۱۳۸۰) تاثیر آبیاری با پساب تصفیه خانه‌ی فاضلاب شمال اصفهان را بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی ناحیه خاک برخوار اصفهان بررسی کردند. نتایج نشان داد که هفت سال آبیاری کرتی با پساب،

باعث شد تا خاک‌های شور و سدیمی منطقه به خاک مناسب کشاورزی تبدیل گردد. در این تحقیق هدایت الکتریکی خاک در لایه ۰-۴۰ سانتی‌متر، از ۳۱ به ۲/۱ دسی‌زیمنس بر متر کاهش یافت.

بالا بودن نسبت جذب سدیم در خاك، نشانگر افزایش میزان یون سدیم، نسبت به یون‌های کلسیم و منیزیم است. به جز در موارد خاصی که قلیائیت زیاد خاك ناشی از وجود مقدار زیاد منیزیم است، معمولاً قلیائیت زیاد در خاك، با افزایش درصد سدیم تبادلی به بیشتر از ۱۵ درصد اتفاق مي‌افتد. بالا بودن میزان سدیم تبادلی به تدریج خاك را سخت و غیر قابل نفوذ مي‌كند. جذب بعضی عناصر غذایی مانند کلسیم، منیزیم، فسفر، آهن، روی و منگنز به دلیل عدم حلالیت کافی و یا رقابت با یون سدیم کاهش یافته است یا حتی متوقف مي‌شود و افزایش بیش از حد جذب سدیم توسط گیاه، مي‌تواند باعث بروز سمیت در آن شود. در pH بالا، سدیم قابل تبادل باعث انتشار مواد آلی و رس‌ها شده است و نهایتاً به بسته شدن خلل و فرج خاك منجر مي‌شود (فتحی، ۱۳۷۸).

مواد و روش‌ها

این پژوهش در قالب طرح کاملا تصادفی در مدت ۸۰ روز با تیمار ورمی‌کمپوست در سه سطح (صفر (V_1)، (V_2) ۲ و ۴ درصد وزنی (V_3) در ۳ تکرار انجام گرفت. آزمایش در ۸ دوره ۱۰ روزه انجام شد. آزمایش‌های فیزیکوشیمیایی به روش‌های معمول صورت گرفت. ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. ستون‌های پلی اتیلنی به قطر ۸ و ارتفاع ۸۰ سانتی‌متر آماده شدند. سپس نمونه خاک مخلوط شده با مقادیر مشخص ورمی‌کمپوست در ستون‌ها تا ارتفاع ۶۵ سانتی‌متری پر شدند. حجم پساب مورد استفاده با محاسبه میزان تخلخل بدست آمد. پس از افزودن پساب، شیر خروجی به مدت ۲۴ ساعت باز نگهداشته تا کل زهاب پس از عبور از ستون خاک از آن خارج شود. در پایان هر مرحله تجزیه‌های مورد نظر صورت گرفت هدایت الکتریکی توسط دستگاه هدایت سنج الکتریکی اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک مورد استفاده

نوع خاک	رس	سیلت	شن	کلاس بافتی	کربنات کلسیم	ماده‌ی آلی	کربن آلی	نیتروژن -نیتراتی	فسفر	ظرفیت تبادل کاتیونی
	%	%	%		%	%	%	mgl^{-1}	mgl^{-1}	$cmol_{(+)}Kg^{-1}$
لوم رسی	۷۲/۴۸	۷۲/۳۶	۵۶/۱۴	Cl	۶۴/۳۷	۱/۰	۰۶/۰	۲/۵	۳/۵	۳۷

نتایج و بحث

نتایج تجزیه‌ی واریانس (جداول ۲ و ۳) نشان داد که ورمی‌کمپوست و زمان، در سطح احتمال ۱%، تاثیر معنی‌داری بر تغییر هدایت الکتریکی زه‌آب خروجی داشت. هدایت الکتریکی در نمونه‌های زه‌آب جمع‌آوری شده از تیمارهای ورمی‌کمپوست در طول زمان نشان داد (شکل ۱) که هدایت الکتریکی، همواره بیشتر از میانگین مقدار آن در پساب ورودی بود (میانگین هدایت الکتریکی پساب برابر با ۹/۰ دسی زیمنس بر متر). هدایت الکتریکی پساب عبوری در مرحله‌ی اول تخلیه‌ی پساب به تیمارهای ورمی‌کمپوست افزایش نشان داد. هر چند با گذشت زمان و استمرار کاربرد پساب از مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب کاسته شد و روند نزولی داشت. این روند تا مرحله‌ی ۶ ادامه یافت اما در مرحله‌ی ۷ و ۸ اندکی بر هدایت الکتریکی زه‌آب افزوده گردید که تیمار ۱V افزایش بیشتری را نشان داد (شکل ۱).

جدول ۲- آنالیز واریانس ویژگی‌های شیمیایی زه‌آب تیمارهای ورمی‌کمپوست تحت آبشویی با پساب غنی‌شده با کادمیم

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	EC
ورمی‌کمپوست	۲	۷۱۹۰۵۷۰**
زمان	۷	۱۲۵۳۷۹۹۶**
بر همکنش	۱۴	۲۲۷۲۷۰۶**
خطا	۴۸	۶/۴۶۳۷۱

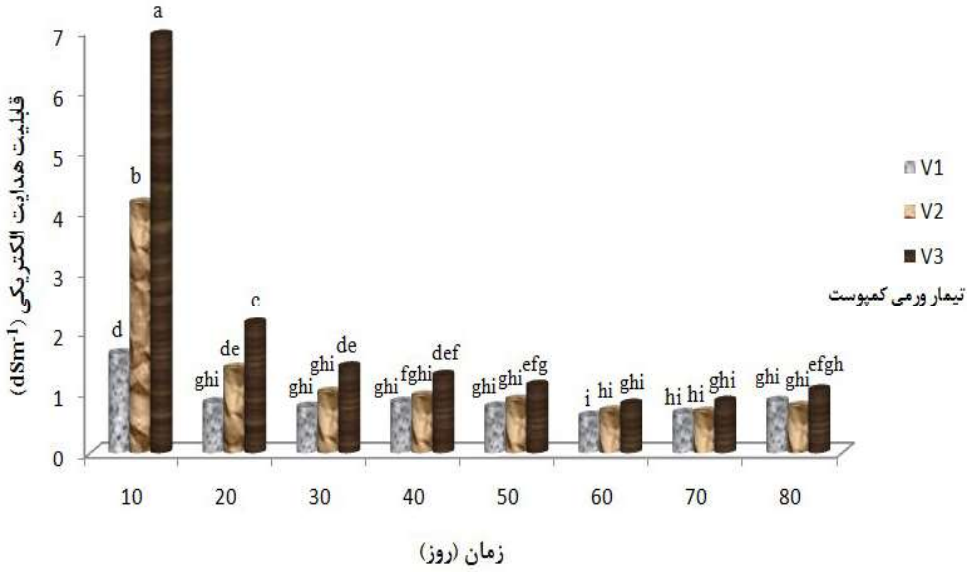
ns معنی‌دار نیست. ** و * به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد، از لحاظ آماری معنی‌دار هستند.

جدول ۳- آنالیز واریانس هدایت الکتریکی تیمارهای ورمی‌کمپوست خاک تحت آبشویی با پساب غنی‌شده با سرب

منبع تغییرات	درجه‌ی آزادی	EC
ورمی‌کمپوست	۲	۶۶۰۶۱۲۰**
زمان	۷	۱۲۶۲۴۴۷۶**
بر همکنش	۱۴	۲۳۰۵۴۹۵**
خطا	۴۸	۴/۱۳۳۸۱

.معنی‌دار نیست. ** و * به ترتیب در سطوح احتمال یک و پنج درصد، از لحاظ آماری معنی‌دار هستند ns

نارته و ساهروت (۱۹۹۹) نشان دادند که هدایت الکتریکی خاک (EC) در ابتدا پس از غرقاب شدن افزایش یافته و سپس کاهش می‌یابد. همچنین با نتایج دکامدی و دداتا (۱۹۹۵) نیز مطابقت دارد. بیشترین هدایت الکتریکی زه‌آب تیمارهای ورمی‌کمپوست، در تیمار ۳V (۹/۶-۱ دسی‌زیمنس بر متر) مشاهده شد که تا مرحله‌ی چهارم از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها داشت. افزایش هدایت الکتریکی در تیمارهای ۲V و ۳V در مقایسه با تیمار ۱V احتمالاً بدلیل حل شدن نمک‌های موجود در ورمی‌کمپوست و نمک‌های خاک بود. توریبیو و رومانیا (۲۰۰۶) با بررسی آبیاری ستون‌های خاک با آب مقطر که لجن فاضلاب به آن اضافه شده بود بیان کردند که مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب در هفته‌ی اول آزمایش افزایش یافته است. آن‌ها کاربرد لجن فاضلاب را دلیلی عمده بر افزایش هدایت الکتریکی در مرحله‌ی اول آزمایش دانستند.



شکل ۱- برهمکنش زمان و ورمی‌کمپوست بر تغییرات هدایت الکتریکی در زه‌آب خروجی

حروف متفاوت بالای ستون‌ها در هر زمان نشان دهنده تفاوت معنی‌دار میانگین‌ها در سطح ۵ درصد با آزمون دانکن می‌باشد

چن و همکاران (۲۰۱۰) افزایش اولیه‌ی هدایت الکتریکی در زه‌آب خروجی از ستون‌های خاک را گزارش و بیان کردند که هدایت الکتریکی زه‌آب ستون خاکی که به آن کمپوست اضافه شده در مقایسه با ستون خاک شاهد افزایش بیشتری را نشان داد. آن‌ها مشاهده کردند که با گذشت زمان از مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب کاسته شد که احتمالاً نشان دهنده‌ی آبشویی بیشتر عناصر در مراحل اولیه و تخلیه‌ی عناصر از خاک دانستند. در تیمارهای ۳V و ۲V مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب در تیمارهای ورمی‌کمپوست تا مرحله‌ی پنجم کاربرد پساب بیشتر از هدایت الکتریکی پساب ورودی بود. روند کاهش هدایت الکتریکی زه‌آب در تیمارهای ۲V و ۳V تا مرحله‌ی ششم نزولی و پس از آن صعودی شد و در تیمار ۱V فقط در مرحله‌ی اول افزایش هدایت الکتریکی دیده شد و از مرحله‌ی دوم به بعد مقدار هدایت الکتریکی زه‌آب کمتر از پساب ورودی گردید. در مرحله‌ی اول هدایت الکتریکی زه‌آب تیمارهای ورمی‌کمپوست بطور معنی‌داری بیشتر از مراحل دیگر کاربرد پساب مشاهده شد (شکل ۱). هدایت الکتریکی زه‌آب تا مرحله‌ی ششم روند نزولی داشت که پس از آن هدایت الکتریکی زه‌آب افزایش یافت. کاهش هدایت الکتریکی در تیمارهای ورمی‌کمپوست با گذشت زمان احتمالاً بدلیل آبشویی بیشتر عناصر در مراحل اولیه و خروج عناصر از خاک بود.

منابع

باقری، م. ۱۳۷۹. اثرات پساب و سیستم‌های آبیاری بر برخی خواص فیزیکی، شیمیایی و آلودگی خاك تحت کشت چند محصول زراعی. پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد خاک‌شناسی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۱۶۶ صفحه.

حسین‌پور، ا.، غ.ح. حق‌نیا.، ا. علیزاده و ا. فتوت. ۱۳۸۷. بررسی انتقال برخی عناصر به عمق خاک پس از آبیاری با فاضلاب خام و پساب شهری در دو شرایط غرقاب پیوسته و متناوب، مجله آب و خاک، ۲۲ (۲). ۱۱۷-۱۳۲.

خواجه‌پور، م.ر. ۱۳۸۴. اصول و مبانی زراعت. جهاد دانشگاهی، دانشگاه صنعتی اصفهان، ۳۷۵ صفحه.

روحانی‌شهرکی، ف. ، ر. مهدوی و م. رضایی. ۱۳۸۴. اثر آبیاری با پساب بر برخی خواص فیزیکی و شیمیایی خاک. مجله آب و فاضلاب، ۵۳: ۱۶-۲۹.

صفری‌سنجابی، ع. ا. و ش. حاج‌رسولیها. ۱۳۸۰. پیامد آبیاری با پساب پالایشگاه شمال اصفهان بر برخی از ویژگی‌های شیمیایی خاک‌های ناحیه برخوار، مجله علوم کشاورزی ایران، ۳۲ (۱): ۷۹-۸۸.

عابدي‌کوپایی، ج.، م. افیونی.، ب. مصطفی‌زاده.، س.ف. موسوی و ر. باقری. ۱۳۸۲. تأثیر آبیاری بارانی و سطحی با پساب تصفیه شده بر شوری خاک. مجله‌ی آب و فاضلاب، ۱۵ (۲): ۹۵-۸۹.

عابدی، م.ج. و پ. نجفی. ۱۳۸۰. استفاده از فاضلاب تصفیه شده در کشاورزی. انتشارات کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران،شماره‌ی ۴۷، صفحه‌ی ۹۲.

فتحی، ت. ۱۳۷۸. تأثیر میزان نیتروژن بر عملکرد دانه‌ی جو کارون. مجله‌ی علوم فنون کشاورزی و منابع طبیعی، ۵ (۴): ۷۴-۶۷.

نجفی، پ.، م. موسوی و م. عابدی. ۱۳۸۰. اثرات کاربرد روش آبیاری قطره‌ای در بهبود وضعیت بهره‌برداری از پساب فاضلاب شهری. همایش اثرات زیست محیطی پساب‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی، ص: ۹۰-۸۵.

Behbahaninia, A., S.A. Mirbagheri and A.H. Javid. ۲۰۰۸. Heavy Metals Tranansport in the soil profiles under the application of sludge and wastewater. World Academy of Science. Engineering and Technology, ۴۳: ۴۰۷-۴۱۶

Bole, J.B., J.M. Carefoot., C. Change and M. Osterveled. ۱۹۸۱. Effect of wastewater irrigation and leaching percentage of salt and ground water chemistry. J Environ Qual. ۴۰(۲): ۱۷۷-۱۸۳.

Chen, G., G. Du., C, Zeng., D. Huang., L. Tang., L. Wang and G. Shen. ۲۰۱۰. Transfer of heavy metals from compost to red soil and groundwater under simulated rainfall conditions. Journal of Hazardous Materials, ۱۸۱: ۲۱۱-۲۱۶.

Dekamedhi, B. and S.K. De Datta. ۱۹۹۵. Effect of green manure and prilled urea on the changes of electrochemical properties of soil under low land rice. J. Indian Soc. Soil Sci. ۴۳: ۵۷۲-۵۷۷.

FAO. ۱۹۹۲. Wastewater Treatment and Use in Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, No. ۴۷.

Metcaff, A. and I. Eddy. ۱۹۹۱. Wastewater Engineering: Treatment Disposal Reuse. McGraw-Hill, International Edition, Civil Engineering Series. Third Edition.

Narteh, L.T. and K.L. Sahrawat. ۱۹۹۹. Influence of flooding on electrochemical and chemical propertiesof West African soils. Geoderma, ۸۷: ۱۷۹-۲۰۷.

Saber, M.S.M. ۱۹۸۶. Prolonged effect of land disposal of waste on soil conditions. J Water Sci Tech. ۱۸: ۳۷۱-۳۷۴.

Toribio, M. and J. Romanya. ۲۰۰۶. Leaching of heavy metals (Cu, Ni and Zn) and organic matter after sewage sludge application to Mediterranean forest soils. Science of the Total Environment, ۳۶۳: ۱۱-۲۱.

Abstract

In order to investigate the changes in electrical conductivity and soil drainage water passes through the water enriched with lead and cadmium from soil columns with different levels of vermicompost as a randomized complete block design was used. The treatments include weight vermicompost in ۳ levels (level $v_۱$=۰, $v_۲$=۲ and $v_۳$=۴ wt%) and in ۸ of the ۱۰ days in three replications. The results showed that vermicompost and time, at ۱%, a significant impact on the electrical conductivity of the effluent output. The electrical conductivity of drainage water samples collected from vermicompost treatments over time showed that the electrical conductivity is always higher than the average value in the effluent (waste electrical conductivity equal to ۰/۹ the average dS/ m). Electrical conductivity of water drainage outlet at the beginning of the use of water due to dissolved salts in the water passing through the neutral territory and elements than other processes. $V_۳$ treatment because of dissolved salts in the vermicompost more electrical conductivity of the effluent exit.