

یادداشت فنی

بررسی اثر سه نوع سیستم آبیاری با پساب بر میزان آبشویی آنیون های حاصله

شراره نصر^{۱*}، پیام نجفی^۲ و ناصر هنرجو^۳

چکیده

با توجه به افزایش مصرف آب، استفاده از منابع آب‌های غیر متعارف نظیر پساب شهری در کشاورزی رایج شده است. این تحقیق برای بررسی تأثیر کاربرد پساب بر روی خصوصیات کیفی خاک دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان در چهار تیمار با سه تکرار در سال ۱۳۸۶ انجام شد. چهار تیمار آبیاری، شامل آبیاری جویچه‌ای با آب معمولی (شاهد)، آبیاری جویچه‌ای با پساب، آبیاری قطره‌ای سطحی با پساب، آبیاری قطره‌ای زیر سطحی با پساب بود. نمونه‌برداری خاک از چهار عمق (صفر تا ۱۵، ۱۵ تا ۳۰، ۳۰ تا ۴۵، ۴۵ تا ۶۰ سانتی‌متری) در دو مرحله قبل و بعد از اعمال تیمار انجام گرفت. استفاده از پساب، باعث افزایش هدایت الکتریکی خاک می‌شود. نتایج نشان داد EC خاک افزایش می‌یابد و از نظر آماری، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها در عمق ۱۵ سانتی‌متری به وجود می‌آید. بهره‌گیری از پساب بر PH خاک اثر ندارد. استفاده از پساب سبب افزایش درصد ماده آلی خاک می‌شود و از لحاظ آماری فقط در عمق ۱۵ سانتی‌متری بین تیمارها تفاوت معنی‌داری در سطح ۵ درصد وجود دارد. در عمق ۱۵ سانتی‌متری در مورد غلظت کلراید و سولفات نیز تفاوت معنی‌داری وجود دارد. نتایج نشان می‌دهد که سیستم آبیاری قطره‌ای زیر سطحی بهترین عملکرد (کمترین شوری $2/43 \text{ ds/m}$) را از لحاظ کنترل شوری و سایر املاح خاک دارد و اثر آن روی خصوصیات فیزیکی خاک کمتر است.

واژه‌های کلیدی: پساب، آبیاری جویچه‌ای، آبیاری قطره‌ای، سولفات، کلراید، بی‌کربنات

ارجاع: نصر ش. نجفی پ. هنرجو و مؤمنی ر. ۱۳۹۰. بررسی اثر سه نوع سیستم آبیاری با پساب بر میزان آبشویی آنیون‌های حاصله. مجله پژوهش آب ایران. ۵(۹): ۲۰۵-۲۱۰.

۱- دانشجوی سابق کارشناس ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران
۲- دانشیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران
۳- استادیار گروه خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان، اصفهان، ایران

* نویسنده مسئول: shararehnsr_k@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۸/۰۲/۱۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۱۲

مقدمه

سیستم قطره‌ای بیشترین بازده را در آبیاری با پساب دارد اما عامل محدودکننده‌ی این سیستم، مواد معلق و آلی موجود در پساب است که منجر به انسداد قطره‌چکان‌ها و فیلتر می‌شود و در نتیجه مشکل‌ساز است.

هدف از انجام این تحقیق بررسی اثر آبیاری با پساب دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان روی میزان انباشتگی و آشوبی برخی از آنیون‌های حاصله (کلراید، سولفات و بی‌کربنات) در شرایط استفاده از سه روش آبیاری جویچه‌ای، قطره‌ای سطحی و قطره‌ای زیر سطحی است که عملکرد این سیستم‌های آبیاری بررسی و مقایسه شد و بهترین عملکرد از لحاظ کنترل املاح (آنیون) تحقیق شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در قطعه زمینی به مساحت ۱۲۰۰ مترمربع در پایلوت زیتون کاری در سال ۱۳۸۶ (حدود شش ماه، بهار و تابستان) انجام گرفت. منطقه دارای اقلیم گرم و خشک با میانگین بارندگی سالیانه ۱۲۲/۴ میلی‌متر و میانگین تبخیر و تعرق سالیانه ۵۷۱۱ میلی‌متر و همچنین میانگین دمای سالیانه ۱۴/۱ درجه سانتی‌گراد است. بر اساس روش آمریکایی، خاک بر اساس روش آمریکایی، خاک منطقه در گروه بزرگ Calci gypsids قرار دارد. جدول‌های ۱ و ۲ به ترتیب بیانگر برخی ویژگی‌های اولیه‌ی خاک و پساب است.

پساب شهری به‌عنوان متداول‌ترین منبع قابل احیا برای جبران کمبود آب محسوب می‌شود و از دیر باز به ویژه برای آبیاری در بخش کشاورزی مورد استفاده بوده است. میزان مصرف آب در کشاورزی بالاترین سهم را در بین کلیه مصارف به خود اختصاص می‌دهد و از آنجا که در بسیاری از نقاط کشور کمبود آب به وضعیت حاد و بحرانی رسیده است (یاداو و همکاران، ۲۰۰۵)، در واقع استفاده از پساب برای آبیاری به روش آبیاری وابسته است. در انتخاب روش آبیاری باید توجه شود که روش مورد استفاده باید کمترین خطر را بر سلامتی کارگران و محیط پیرامون داشته باشد (کاپرا و ساینس، ۲۰۰۴).

طباطبائی و همکاران (۲۰۰۹)، در بررسی اثر آبیاری با پساب شهری تصفیه شده بر خصوصیات خاک در اقلیم خشک و نیمه‌خشک گزارش کردند افزایش شوری و نسبت سدیم جذبی آشوبی در عمق ۶۰ سانتی‌متری و در جویچه‌ای به دلیل آشوبی بیشتر در عمق ۹۰ سانتی‌متری مشاهده شد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد. ناظم و همکاران (۱۳۸۶) گزارش کردند آبیاری با شیرابه کارخانه کمپوست سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک و غلظت کاتیون‌ها و آنیون محلول خاک می‌شود.

ارون و همکاران (۱۹۹۹) نشان دادند در میان روش‌های مختلف آبیاری، روش قطره‌ای مشکلات کمتری در ارتباط با کاربرد پساب در آبیاری محصولات کشاورزی دارد.

جدول ۱ - برخی ویژگی‌های اولیه‌ی خاک

رده خاک	تحت رده	pH	EC (dS/m)	ρ_s^* (g/cm ³)	ρ_b (g/cm ³)	OM (%)	بافت
اریدی سولزها	کلسیک جیپسید	۷/۵۰	۱/۴۲	۲/۶	۱/۳۸	۰/۵۱	**لومی رسی
*وزن مخصوص حقیقی ۲۳٪/شبن ۴۹٪/سیلت ۲۸٪/رسی							

جدول ۲ - آنالیز شیمیایی آب و فاضلاب - پساب دانشگاه خوراسگان

نوع آب آبیاری	PH	EC (dS/m)	HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	TSS ^۱	SI ^۲	SAR ^۳	BOD ₅ ^۴	COD ^۵
			me/l	me/l	me/l	mg/l			l/ mg	l/ mg
فاضلاب	۸	۰/۹	۴/۵	۳/۶۸	۲/۸۲	۴۳۷	۳	۲/۷	۱۸۰	۲۱۲
آب	۷/۵	۰/۵۵	۲/۳۵	۲/۷۵	۰/۹	۴۴	۱/۱	۰/۵	۲۸/۹	۵۸/۴۳
پساب	۸	۰/۷۵	۴	۳/۲	۲/۲	۱۴۲/۵	۱/۴۶	۲/۶	۱۱۴/۵	۱۸۰

۱- مواد معلق، ۲- شاخص اشباع $SI=pH_a-pH_c$ ، ۳- نسبت جذب سدیم، ۴- اکسیژن مورد نیاز بیوشیمیایی، ۵- اکسیژن مورد نیاز شیمیایی

بخاطر این است که مقداری از آب از بین لوله‌ها نشت می‌کند، در حالی که در سیستم جویچه‌ای بیشتر آب (بجز بخشی که صرف تبخیر در هوا و جذب گیاه می‌شود) در خاک نفوذ می‌کند. فاضلاب قبل از ورود به سیستم‌های آبیاری به روش تصفیه فیزیکی بوسیله فیلتراسیون (فیلترشنی، مدل هایپرشن) تصفیه شد و فاضلاب تصفیه شده (پساب) در این تحقیق مورد استفاده واقع شد. نمونه برداری از خاک از اعماق صفر تا ۱۵، ۱۵ تا ۳۰، ۳۰ تا ۴۵ و ۴۵ تا ۶۰ سانتی متری انجام شد. نمونه‌های خاک پس از انتقال به آزمایشگاه مطابق روش‌های استاندارد تجزیه خاک بررسی شد (جدول ۴).

سپس با استفاده از برنامه‌ی آماری SPSS اثر پساب در بین تیمارهای آبیاری (DI, SDI, FW) بدون اعمال تیمار (شاهد) بررسی شد و با نرم افزار EXECLL شکل‌های مربوط در مقایسه با شاهد (FN) رسم شد.

این تحقیق با ۴ تیمار و ۳ تکرار به صورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی انجام شد. تیمارها عبارتند از: ۱- تیمار آبیاری خاک منطقه‌ی دانشگاه آزاد اسلامی خوراسگان با آب معمولی به عنوان شاهد به روش جویچه‌ای (FN)، ۲- تیمار آبیاری خاک منطقه‌ی مورد مطالعه با پساب به روش جویچه‌ای (FW)، ۳- تیمار آبیاری خاک منطقه با پساب به روش آبیاری قطره‌ای سطحی (DI) ۴- تیمار آبیاری خاک منطقه با پساب به روش قطره‌ای زیر سطحی (SDI). دور آبیاری (روز) برای دو تیمار FN و FW، هر ۷ روز یکبار و برای دو تیمار DI و SDI هر ۳ روز یکبار بود. دبی آبیاری برای تیمارهای مورد نظر به ترتیب در DI، SDI ۸ و ۱۲ لیتر در ساعت و در جویچه‌ای حدود ۷۵ لیتر در ساعت بود که، این اعداد برای فصول گرم محاسبه شد. علت این که دور آبیاری در سیستم‌های DI, SDI ۳ روز در نظر گرفته شده،

جدول ۳- آنالیزهای شیمیایی و فیزیکی خاک و شیمیایی پساب

ردیف	نوع آزمایش	ماده مورد بررسی	روش آزمایش	مرجع آزمایش
۱	بافت خاک	خاک	هیدرومتر بایکوس	(لی و بوادر، ۱۹۸۶)
۲	وزن مخصوص ظاهری	خاک	کلوخه و پارافین	(کلوت، ۱۹۸۶)
۳	وزن مخصوص حقیقی	خاک	پیکنومتر	(کلوت، ۱۹۸۶)
۴	هدایت الکتریکی	خاک و پساب	هدایت سنج	(پگ و همکاران، ۱۹۹۹)
۵	pH	خاک و پساب	pH متر	(پگ و همکاران، ۱۹۹۹)
۶	کلراید و بی کربنات محلول	خاک و پساب	تیتراسیون	(کلوت، ۱۹۸۶)
۷	ماده آلی	خاک	اکسیداسیون سرد	(نلسون و سامرز، ۱۹۸۷)
۸	سولفات	خاک	باریم کلراید	(تاندون، ۱۹۹۸)

نتایج و بحث

(شاهد) می‌شود. نتایج همچنین نشان داد که مقدار PH تا پایان آزمایش تقریباً ثابت باقی ماند و این بیانگر قدرت بافوری بالای خاک مورد مطالعه است. تغییرات وزن مخصوص ظاهری و وزن مخصوص حقیقی در طول آزمایش از لحاظ آماری معنی دار نبود، اگرچه وزن مخصوص ظاهری از لحاظ عددی پس از چند ماه آبیاری مقدار اندکی افزایش نشان داد.

جدول ۴ نتایج حاصل از آنالیز شیمیایی خاک قبل از آبیاری و بعد از اعمال شش ماه آبیاری با پساب را در تیمارهای مورد بررسی در چهار عمق نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد، تیمارهای DI, SDI و FW که با پساب آبیاری شد، سبب افزایش هدایت الکتریکی خاک و افزایش غلظت آنیون‌های کلراید، سولفات و بی‌کربنات محلول نسبت به تیمار FN

زمان نمونه برداری	عمق Cm	تیماز	pH	EC dS/m	SO ₄ ²⁻ Me	HCO ₃ ⁻ Me	Cl ⁻	OM (%)	bρ g/cm ³	sρ
ابتدای دوره	۰ تا ۱۵	FN*	۷/۴۴	۱/۹۸	۱/۰۳	۹	۸	۰/۵۸	۱/۳۸	۲/۶
	۱۵ تا ۳۰		۷/۵۰	۱/۴۲	۰/۵۱	۱۴	۴۵	۰/۵۱	۱/۳۷	۲/۵۸
	۳۰ تا ۴۵		۷/۵۶	۰/۵۵	۰/۳۹	۴	۱۱	۰/۳۹	۱/۳۸	۲/۶
	۴۵ تا ۶۰		۷/۴۱	۰/۹۸	۰/۳۹	۳	۷	۰/۳۹	۱/۳۹	۲/۶۴
انتهای دوره	۰ تا ۱۵	FW	۷/۶۲	۵/۰۶	۱۱	۷/۳۳	۳۲/۰۰	۱/۲۷	۱/۳۶	۲/۵۱
	۰ تا ۱۵	DI	۷/۲۷	۸/۶	۱۶/۵	۸/۶	۶۴/۰۰	۰/۲۵	۱/۴۸	۲/۶
	۰ تا ۱۵	SDI	۷/۴۸	۴/۰۵	۴/۷	۹	۳۲/۰۰	۱/۵۲	۱/۴۸	۲/۴۸
	۱۵ تا ۳۰	FW	۷/۵۲	۲/۶۷	۹/۵	۱۰/۳	۹/۳۳	۰/۲۰	۱/۳۷	۲/۵۸
	۱۵ تا ۳۰	DI	۷/۲۸	۴/۲۹	۶/۲	۶	۳۵/۳۳	۰/۲۱	۱/۴۸	۲/۶
	۱۵ تا ۳۰	SDI	۷/۲۹	۲/۸۷	۳/۳۶	۷/۳	۱۸/۳۳	۰/۴۲	۱/۵۰	۲/۵۸
	۳۰ تا ۴۵	FW	۷/۵۲	۱/۸۳	۳/۰۳	۱۰	۶/۶۶	۰/۴۶	۱/۳۸	۲/۵۹
	۳۰ تا ۴۵	DI	۷/۳۶	۲/۲۵	۴/۰۳	۸/۳	۱۳/۰۰	۰/۵۲	۱/۴۱	۲/۶۰
	۳۰ تا ۴۵	SDI	۷/۴۲	۲/۰۹	۲/۲۶	۸	۱۶/۶۶	۰/۹۹	۱/۳۹	۲/۵۹
	۴۵ تا ۶۰	FW	۷/۳۵	۳/۵۹	۳/۵۶	۱۰	۷/۵	۰/۱۱	۱/۴۳	۲/۶۰
	۴۵ تا ۶۰	DI	۷/۱۸	۲/۹۳	۱۱/۰۶	۵/۳	۱۲/۰۰	۰/۳۰	۱/۳۶	۲/۵۵
	۴۵ تا ۶۰	SDI	۷/۱۴	۱/۹۶	۶/۰۶	۷/۶	۱۰/۰۰	۰/۴۲	۱/۴۶	۲/۶۰

* نمونه شاهد از ابتدا دوره تا انتهای دوره با آب چاه آبیاری شد

میانگین سولفات در FN، FW، DI و SDI به ترتیب ۷/۵۸، ۶/۰، ۹/۴۵ و ۴/۱۰ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. استفاده از پساب، مقدار میانگین سولفات را در خاک افزایش می‌دهد. شاید بیشتر بودن املاح سولفات در DI نسبت به دو سیستم دیگر ناشی از این باشد که در سیستم DI از آن جا که توزیع آبدهی کمتر، آشوبی نیز کم است. در مورد آبیاری FW، املاح به دلیل تبخیر به سطح منتقل می‌شود و بدین ترتیب و سبب تجمع سولفات در روی پشته می‌شود.

میانگین غلظت کلراید خاک در تیمارهای FN، FW، DI و SDI به ترتیب ۱۷/۷۵، ۱۹/۴، ۳۸/۰ و ۱۹/۲۵ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است. میانگین غلظت کلراید با

در واقع حرکت آب به دلیل تبخیر در لوله‌های کاپیلاره نقش به‌سزایی در تجمع نمک در لایه‌ی سطحی خاک دارد، به طوری که برای انتقال و شستشوی املاح خاک از سطح خاک به اعماق پایین‌تر، بایستی دور آبیاری را کم کرد تا این که سطح خاک همیشه مرطوب باشد و نمک‌ها به طرف سطح خاک حرکت نکنند. میانگین شوری در سیستم FW، DI و SDI به ترتیب ۳/۲۹، ۴/۵۲ و ۲/۴۳ دسی‌زیمنس بر متر است. کمتر بودن شوری در SDI نسبت به دو سیستم دیگر ناشی از وضعیت قرار گیری قطره چکان و نیز توزیع بیشتر آبدهی و دبی قطره چکان است. کاهش هدایت الکتریکی با عمق در تیمار آبیاری با پساب به روش قطره‌ای سطحی (DI) نسبت به دو تیمار دیگر FW و SDI بیشتر است.

شوری به ترتیب به سیستم DI و SDI تعلق دارد. در واقع سیستم آبیاری بر میزان شوری در نیمرخ خاک اثر دارد. بهره‌گیری از پساب سبب افزایش مواد آلی خاک می‌شود و بیشترین ماده آلی به سیستم FW تعلق دارد. میزان پخش مواد آلی در نیمرخ خاک با افزایش عمق کاهش می‌یابد.

سیاس‌گذاری

بدین وسیله از دانشگاه آزاد اسلامی واحد خوراسگان به دلیل حمایت‌های معنوی و مالی تشکر و تقدیر می‌شود.

منابع

۱- طباطبائی س.ح و نجفی پ. ۲۰۰۹. تأثیر آبیاری با پساب شهری تصفیه شده بر خصوصیات خاک در اقلیم خشک و نیمه خشک، مجله آبیاری و زهکشی (ICID)، ۵۸(۵): ۵۵۱-۵۶۰

۲- طباطبائی س.ح. توسلی م. اسلامیان س.س. و احمد زاده ق. ۱۳۸۵. مطالعه میزان آلاینده‌های آب زیرزمینی شهر اصفهان و ارزیابی آن با تأکید بر جنبه آب شرب. مجله علوم کشاورزی. ۲۹(۲): ۷۹-۹۲

۳- ناظم ز. نجفی پ. حاج رسولیها ش. و طباطبائی س.ح. ۱۳۸۶. بررسی تاثیر زئولیت کلینوپتیلولیت طبیعی ایران در بستر خاک بر روی کاهش میزان املاح موجود در شیرابه کارخانه کود آلی اصفهان. مجله پژوهش آب ایران. (۱): ۴۳-۵۵

4- Najafi P. Tabatabaei, S.H. and Amini H 2009. Effects of Sugar Beet Industrial Wastewater toward Soil Hydraulic Properties. Research journal of chemistry and environment. 13(1):37-43

5- Capra A. and Scicolone B. 2004. Emitter and filter test for wastewater reuse by drip irrigation. Agricultural water management. 68(2): 135-149.

6- Heidarpoor M. Mostafazadeh-fard B. Abedi-koupai J. and Malekian R. 2007. The effect of treated wastewater on soil chemical properties using subsurface and surface irrigation method. Agriculture water managment. 90(2): 87-94.

افزایش عمق، کاهش می‌یابد. کاهش غلظت کلراید با افزایش عمق به دو دلیل است:

۱- تبخیر که سبب تجمع املاح در سطح خاک توسط حرکت کاپیلاری می‌شود.

۲- قابلیت تحرک یون کلراید بیشتر از سولفات است. لذا در اثر آبشویی املاح کلراید نسبت به سولفات در عمق بیشتری از خاک تجمع می‌یابد. سیستم آبیاری DI بیشترین افزایش غلظت کلراید را نسبت به شاهد داشته است، این افزایش شاید ناشی از توزیع آبدهی، آبشویی و بافت خاک باشد. چون میزان آبشویی یون کلر در DI به مراتب کمتر از SDI است و چون توزیع آبدهی قطره چکان در سیستم DI کمتر از SDI است، پس میانگین کلراید در DI بیشتر خواهد بود (وحیدی، ۱۳۸۱). همچنین میانگین غلظت بی‌کربنات خاک در تیمارهای FN، FW، DI و SDI به ترتیب ۷/۵، ۹/۵، ۷/۰۸، ۸ میلی‌اکی‌والان بر لیتر است.

میانگین مواد آلی در FN، FW، DI و SDI به ترتیب ۰/۴۶، ۱/۰۳، ۰/۵۵ و ۰/۶۳ درصد است. تغییرات مواد آلی در FW درجهت مثبت بوده، زیرا مواد آلی در این سیستم بدون هیچ محدودیتی به خاک اضافه می‌شود. بالاترین درصد مواد آلی در لایه‌ی سطحی خاک وجود دارد. آبیاری با پساب سبب افزایش مواد آلی خاک می‌شود. مواد آلی به علت داشتن سطح ویژه‌ی بالای جذب یکی از عوامل مهم در کاهش حرکت املاح حاصله از آبیاری با پساب به اعماق پروفیل خاک به شمار می‌آیند. میزان مواد آلی با افزایش عمق کاهش می‌یابد (نجفی و همکاران، ۱۳۸۵). در نتیجه حجم بار آلی که توسط سیستم‌های قطره‌ای به خاک تزریق می‌شود به مراتب کمتر از سیستم جویچه‌ای است. این عوامل محدود کننده در سیستم DI و SDI سبب می‌شود افزایش درصد مواد آلی در این دو سیستم به مراتب کمتر از سیستم FW باشد بنابراین تفاوت مذکور توجیه‌پذیر و منطقی است.

نتیجه‌گیری

بهره‌گیری از پساب افزایش شوری خاک بویژه در لایه‌های سطحی را به دنبال دارد. بیشترین و کمترین

- in small communities. *Arg. Wat. Manag.* 38: 223-233
- 11-Page A. L. Miller R. H. and Keeney D. R. 1986. *Method of soil analysis, Part 2: Chemical and microbiological*, Second Edition, Soil Sci. Soc. Am. Inc. 1159p.
- 12-Waly T.M. Abdelnaim E.M. Omran M.S. and EL-nashar B. M.B. 1987. Effect of sewage water on chemical properties and heavy metal content of el gabal el asfar sandy soils. *Biological Wastes*. 22(4): 275-284.
- 13-Yadav R.K. Chaturvedi R.K. and Minhas S.. 2005. Stage dependent tolerance of paddy and wheat *Indian journal of Agriculture Science*, 76(11): 661-666.
- 7-Klute A. 1986. *Method of soil analysis part I. Physical and mineralogical methods*, 2 edition, Soil sci. Soc. Am. Madison, Ws, USA. 1189 p.
- 8-Lee G. W. and Bauder J. W. 1986. Particle size analysis, pp 383-411. In: *Method of soil analysis, Part 1 Agron. Monogr. 9, ASA and SSSA. Madison, Ws, USA.*
- 9-Nelson D.W. and Sommers L. E. 1987. total carbon, organic carbon and organic matter. pp.539-577. In: *A.L. Page, R. H., Miller and D. R. Microbiological properties. Agronomy.*
- 10-Oron C. Campos G. Gillerent L. and M. Salgot. 1999. *Wastewater treatment, Renovation and reuse for agriculture irrigation*