نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص. ۴۶-۳۷

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 1, Spring and Summer 2019, 37-46

آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده خانگی: چالش‌ها و فرصت‌ها

اردلان ذوالفقاران[۱*]، سید ابوالقاسم حقایقی مقدم[۲] و حسن حمیدی[۳]

چکیده

با توجه به کمبود منابع آب، کاهش بارندگی‌های سالیانه و رشد بی‌رویه جمعیت و گسترش صنایع و کشاورزی، استفاده از آب‌های بازیافتی درواقع یکی از راهکارهای مقابله با بحران کمبود آب است که امری ضروری و اجتناب‌ناپذیر است. به‌منظور آگاهی از تأثیر پساب شهری بر کلزا و ویژگی‌های شیمیایی خاک، یک آزمایش زراعی با شش تیمار آبیاری در قالب بلوک‌های کامل تصادفی در چهار تکرار اجرا شد. تیمارهای آبیاری عبارت بودند از: ۱- آبیاری کامل با پساب (۱۰۰ درصد پساب)، ۲- سه نوبت آبیاری با پساب و یک نوبت آبیاری با آب چاه (۷۵ درصد پساب)، ۳- یک نوبت آبیاری با پساب و یک نوبت آبیاری با آب چاه (۵۰ درصد پساب)، ۴- یک نوبت آبیاری با پساب و سه نوبت آبیاری با آب چاه (۲۵ درصد پساب)، ۵- آبیاری با آب چاه (صفر درصد پساب)، ۶- آبیاری با آب چاه همراه با کود شیمیایی. این تحقیق در مزرعه نمونه آستان قدس رضوی واقع در شرق شهر مشهد در خاکی با بافت سیلتی‌لوم در نزدیکی تصفیه‌خانه آستان قدس اجرا شد. نتایج نشان داد که اختلاف عملکرد دانه کلزا در تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده بودند نسبت به تیمارهایی که با پساب کمتری آبیاری شده بودند. درواقع تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده بودند به دلیل وجود مواد غذایی در آب آبیاری، عملکرد بیشتری نسبت به سایر تیمارها داشتند. میزان فلزات سنگین، شوری خاک، درصد ازت، فسفر قابل‌جذب و مواد آلی در تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده بودند، افزایش جزئی نشان داد ولی در سطح ۵ درصد معنی‌دار نبود. این افزایش تدریجی عناصر در خاک، می‌تواند به‌عنوان یک چالش اساسی در استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده در درازمدت مطرح باشد. فرصت‌های حاصل از آبیاری با استفاده از پساب شامل: مقابله با مشکل کمبود آب، جلوگیری از آلودگی محیط‌زیست و منابع آب سطحی و زیرزمینی، دوام بیشتر منابع آب با کیفیت بالا، افزایش عملکرد محصول، صرفه‌جویی در هزینه مصرف کودهای شیمیایی و توسعه سطح زیر کشت آبی بود.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، فاضلاب تصفیه‌شده، چالش‌ها، فرصت‌ها.

مقدمه

فاضلاب‌ها یکی از عوامل آلاینده محیط‌زیست می‌باشند که لازم است آن‌ها را به طریق بهداشتی جمع‌آوری، تصفیه و مجدداً به گردش آب در طبیعت بازگرداند. لذا در راستای اجرای تدابیری در جهت توسعه و بهره‌برداری از منابع آبی جدید به‌خصوص در بخش کشاورزی کشور، استفاده مجدد از پساب فاضلاب‌های صنعتی، شهری و روستایی می‌تواند به‌عنوان منابع آب مطمئن موردتوجه قرار گیرد تا نه‌تنها کسری از میزان کمبود آب کشاورزی را جبران نماید، بلکه از اثرات سوء تخلیه بی‌رویه فاضلاب و خسارات وارده آن به محیط‌زیست نیز جلوگیری به عمل آید. بکار بردن آب نامتعارف در کشاورزی هرچند مزایای فراوانی دارد اما به دلیل اینکه این آب‌ها حاوی موادی مانند املاح، سدیم، کلر، بر، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و در برخی شرایط فلزات سنگین و یا ترکیبات آلی و معدنی مضر دیگری می‌باشند کاربرد بدون برنامه‌ریزی آن‌ها می‌تواند تبعات زیست‌محیطی بسیار نامطلوبی را به بار بیاورد که جبران بسیاری از آن‌ها در کوتاه‌مدت ممکن نخواهد بود. شور شدن خاک‌ها، تخریب ساختمان خاک، مسمومیت گیاهان و کاهش عملکرد آن‌ها، آلودگی منابع آب‌های سطحی و زیرزمینی و شیوع بیماری‌ها نمونه‌های بارزی از این اثرات می‌باشند. به همین جهت به‌منظور جلوگیری از اثرات سوء کوتاه‌مدت و طولانی‌مدت کاربری آب نامتعارف، بایستی

[۱ و ۲] عضو هیئت‌علمی بخش تحقیقات فنی و مهندسی کشاورزی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، مشهد، ایران. (*نویسنده مسئول: azolfagharan@yahoo.com)

[۳] محقق بخش تحقیقات چغندرقند، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی خراسان رضوی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی مشهد، ایران.

تاریخ دریافت: ۹۸/۳/۱۸
تاریخ پذیرش: ۹۸/۶/۱۰

برنامه‌ریزی‌ها و تمهیدات خاصی در نظر گرفته شود (دانش و همکاران، ۱۳۸۷).

کاربرد کودهای آلی نظیر فاضلاب به‌صورت منطقی می‌تواند سهم مهمی در تأمین نیازهای غذایی گیاهان داشته باشد و در دنیای امروز که روزبه‌روز به سمت افزایش کمیابی آب نزدیک می‌شویم، می‌تواند این ناامنی را کاهش دهد (Jimenez and Asano, 2008). به‌علاوه کاربرد لجن فاضلاب می‌تواند سبب بهبود خصوصیات فیزیکی خاک ازجمله ظرفیت نگهداری آب، تهویه و تخلخل شود (Engelhart et al., 2000). در ایران کشاورزان به دلیل ارزان بودن این کود، تمایل زیادی به استفاده از آن دارند. خاک‌های مناطق خشک به علّت عدم وجود پوشش گیاهی کافی و بازگشت مقدار اندک بقایای گیاهی به خاک حاوی ماده آلی پایین می‌باشند (ارست و همکاران، ۱۳۹۴). این خاک‌ها عموماً آهکی و دارای واکنش قلیایی بوده درنتیجه بسیاری از گیاهان در این خاک‌ها همواره با مشکل تغذیه عناصر مواجه هستند. مصرف مواد آلی ازجمله روش‌های افزایش قابلیت جذب این عناصر برای گیاه است (McNeill et al., 2009).

فاضلاب‌ها اغلب دارای مقادیر قابل توجهی فلزات سنگین و سمی می‌باشند (Abdul-Wahab and Marikar, 2011). که نوع و مقدار آن‌ها از مکانی به مکان دیگر در طول زمان متفاوت است. فلزات سنگین ازنظر زیستی تجزیه‌ناپذیر بوده و به سهولت در سطوح تجمع پیداکرده و به‌شدت در محیط‌زیست ماندگار می‌گردند (Tabari et al., 2008). در حقیقت یکی از مسائل اساسی استفاده از فاضلاب برای آبیاری، حضور فلزات سنگین در فاضلاب، رسوب آن‌ها در خاک و درنهایت جذب آن‌ها توسط گیاه است (Al-Hamaiedeh and Bino, 2010). غلظت بالای فلزات سنگین در گیاه می‌تواند جابه جایی و تعادل عناصر اساسی گیاه، میکروارگانیسم‌ها را از طریق جذب رقابتی تحت تأثیر قرار دهد (Abdolkarim, 2009). ازآنجاکه تبادل کاتیونی فرآیندی دوگانه است، ترکیب کاتیون‌های تبادلی به درصد کاتیون‌های موجود در محلول خاک بستگی دارد. بنابراین اگر آب نامتعارف برای مصارف آبیاری استفاده شود، نه‌تنها کل املاح موجود در آب نامتعارف بلکه نسبت سدیم به مجموع کلسیم و منیزیم که معمولاً به‌عنوان نسبت جذب سدیم (SAR) بیان می‌شود باید لحاظ شود. آب‌هایی که یون بی‌کربنات در آن‌ها زیاد است، باعث رسوب کربنات کلسیم می‌شوند. این امر می‌تواند افزایش SAR آب و ESP خاک را به دنبال داشته باشد (Tanji el al., 2002).

در تولید محصولات کشاورزی، کیفیت آب نامتعارف تعیین‌کننده نوع گیاه مناسب کشت ازنظر آبیاری است. معمولاً غلظت نمک‌ها و بعضاً عناصر کمیاب خاص و مواد مغذی محلول در آب نامتعارف خروجی از زهکش‌های زیرزمینی بالا است. اگر غلظت نمک بیش‌ازحد آستانه باشد، برای رشد گیاهان مضر است. نوع نمک نیز می‌تواند مانع جذب مواد غذایی شده و برای گیاهان حالت سمی داشته باشد. عناصر سمی مانند بور موجب کاهش رشد گیاه شده و حضور سلنیم و آرسنیک در آب نامتعارف و ورود آن‌ها به زنجیره غذایی، سلامت انسان و سایر موجودات زنده را در معرض خطر قرار می‌دهد (حسن اقلی،۱۳۸۵). شارما و همکاران (۱۹۹۴) از آب‌های شور زهکشی (۱۵–۱۰/۵ دسی زیمنس بر متر) و آب غیر شور (۰/۴ دسی زیمنس بر متر) برای آبیاری گندم به‌صورت چرخشی استفاده نمودند(Sharma et al., 1994). میانگین عملکرد گندم درصورتی‌که فقط از آب‌شور زهکشی استفاده شود، معادل ۷۴ درصد عملکرد پتانسیل بوده است. درصورتی‌که اولین آبیاری با آب غیر شور، جایگزین شود و بقیه‌ی مراحل با آب‌شور زهکشی آبیاری شود، عملکرد به ۸۴ درصد افزایش می‌یابد.

تمام نقاط جهان، چه کشورهای درحال‌توسعه و چه کشورهای توسعه‌یافته، همه با خطر تخریب محیط‌زیست مواجه هستند. هوا، آب و زمین اجزای محیط‌زیست ما هستند که به دلیل افزایش جمعیت، شهرنشینی و صنعتی شدن بدون برنامه‌ریزی تحت آلودگی قرار گرفتند (ارست و همکاران، ۱۳۹۴). که دراین‌بین آلودگی آب‌ها بخش عمده‌ای از مشکل جهان است و آن را دلیل اصلی بسیاری از بیماری‌ها و مرگ بیش از ۱۴۰۰۰ نفر در روز می‌دانند (West, 2006). ترکیبات نیتریت و نیترات که در آب نامتعارف وجود دارند ازجمله عوامل آلاینده منابع آب زیرزمینی محسوب می‌شوند که در سال‌های اخیر به لحاظ افزایش جمعیت و افزایش آب نامتعارف میزان متوسط آن‌ها در آب‌های زیرزمینی در حال افزایش است. انحلال رسوبات طبیعی حاوی نیترات در آب و کودهای نیتراتدار ازجمله منابع ورود نیتریت و نیترات به آب‌های زیرزمینی می‌باشند. نیترات به‌عنوان آخرین مرحله‌ی اکسیداسیون ترکیبات نیتروژن دار محسوب می‌شود که عامل بیماری متهموگلوبینما در نوزادان است (عابدی کوپایی و همکاران، ۱۳۸۰). به‌عنوان‌مثال در استان خوزستان بر اساس مطالعات انجام‌شده بیش از ۷۰ درصد اراضی دارای عمق آب زیرزمینی بین ۰ تا ۳ متر و ۳۰ درصد اراضی نیز دارای عمق بین ۳ تا ۵ متر می‌باشند. همچنین شوری آب زیرزمینی در این طرح‌ها یکسان نبوده و از ۴ تا ۱۵۰ میلی موس بر سانتیمتر است. نامناسب بودن خاک‌های منطقه و شوری بیش‌ازحد آب زیرزمینی و همچنین پایین بودن

کیفیت آب آبیاری، سبب شده که در حال حاضر آب نامتعارف حاصل از آبیاری این اراضی بسیار شور بوده و تخلیه آن به داخل رودخانه‌ها و دیگر منابع آب شیرین موجب کاهش کیفیت این منابع شده و مشکلات حادی را ایجاد می‌نماید (محجوبی و همکاران،۱۳۸۸).

در صورت استفاده غیراصولی از آب‌های نامتعارف، آلودگی‌های موجود در آب نامتعارف و آب‌های برگشتی نظیر میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، سموم شیمیایی، آفت‌کش‌ها و فلزات سنگین به منابع آبی (سطحی و زیرزمینی) راه‌یافته موجب تخریب زیست‌بوم‌های آبی شده و حیات حیوانات و به‌خصوص آبزیان به خطر می‌افتد. تحقیقات نشان می‌دهد استفاده از آب‌های نامتعارف حاوی فلزات سنگین موجب انتقال و تجمع این فلزات در محصولات تولیدی و درنهایت ایجاد خطر برای حیوان و انسان می‌نماید، آب‌های نامتعارف حاوی پاتوژن‌ها و تخم انگل‌ها علاوه بر آلودگی خاک سبب انتقال آلودگی به احشام و درنهایت به انسان می‌گردد (عزیزی و همکاران،۱۳۹۳). کریمی (۱۳۹۴) در تحقیقی میزان ریسک اکولوژیکی آفت‌کش‌ها در تالاب بین‌المللی شادگان را بررسی کرد. با استفاده از روش ارزیابی ریسک احتمال گرا و روش کسر ریسک، به بررسی بقایای آفت‌کش‌ها در تالاب شادگان پرداخت و به این نتیجه رسید که فاضلاب‌های زراعی در تالاب شادگان باعث اثر گذاشتن بر کیفیت آب و عملکرد برخی از موجودات زنده می‌شوند. از طریق محدودیت مردم محلی از شکار و ماهیگیری؛ محدودیت دسترسی؛ گسترش آگاهی‌های عمومی در خصوص آلاینده‌ها را به‌عنوان اقدامات لازم پیشنهاد داد. استفاده از آب نامتعارف‌ها با آلودگی میکروبی برای آبیاری گونه‌های علوفه‌ای، علاوه بر مخاطرات بهداشتی برای کارگران، می‌تواند باعث انتقال آلودگی به احشام و دام‌ها گردد. مهم‌ترین بیماری‌ها در این رابطه شامل بیماری سل، کرم کدوی گاوی و آلودگی‌های سالمونلایی است (Shukla, 1992). کاربرد آب نامتعارف به دلیل وجود مواد شیمیایی در آن می‌تواند با مخاطرات بهداشتی همراه گردد، مهم‌ترین عامل ایجادکننده مخاطرات بهداشت فردی، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا و مواد سمی هستند. هم‌چنین مشکلات بهداشتی محصولات کشاورزی درنتیجه فعل‌وانفعالات و واکنش‌های مختلف با خاک و گیاه اتفاق می‌افتد. مواد شیمیایی سمی عمدتاً مشتمل بر فلزات سنگین (کروم، کادمیوم، مس و سرب و...) در ترکیبات آلی (آفت‌کش‌ها و ترکیبات حلقوی و...) است که ضمن تأثیر منفی بر خاک زراعی، بهداشت فردی کارگران مزارع را نیز تهدید می‌نماید (منظمی،۱۳۹۳).

در یک آزمایش سه‌ساله تأثیر استفاده از لجن فاضلاب شهری بر محصول گندم در رژیم‌های مختلف آبیاری بررسی شد. در سال اول در رژیم خشکی، استفاده از لجن فاضلاب عملکرد دانه را افزایش داد ولی در رژیم مرطوب برخلاف رژیم خشکی عملکرد کاهش یافت. در سال دوم آزمایش بیشترین عملکرد در تیمارهای رژیم مرطوب با مصرف ۲۰ تن در هکتار لجن حاصل شد و در سال سوم عملکرد با افزایش میزان کاربرد در لجن افزایش یافت (Al- Mustafa et al. 1995). در کالیفرنیا، با بررسی اثرات پخش پساب تصفیه‌شده فاضلاب بر روی اراضی کشاورزی و نتیجه‌گیری شد که چه ازنظر کشاورزی و چه ازنظر بهداشتی، پخش پساب هیچ‌گونه اثرات سوئی بر آب‌های زیرزمینی منطقه و یا محصولات زراعی نداشت (Asano and Pettygrove, 1987). در آزمایشی بر روی گوجه‌فرنگی، بادمجان، سورگوم و ذرت اثرات اعمال دو تیمار آبیاری با آب و فاضلاب تصفیه‌شده بررسی شد. در سورگوم عملکرد تیمار پساب ۲/۵ برابر تیمار آب و در ذرت عملکرد سه برابر تیمار آب بوده است. در گوجه و بادمجان نیز عملکرد تقریباً سه برابر بوده است. گیاهانی که با فاضلاب آبیاری شدند بلندتر و رنگ سبز تیره‌تری داشته‌اند. گلدهی آن‌ها نیز زودتر اتفاق افتاده و میوه‌های آن‌ها بزرگ‌تر از میوه‌های تیمار آب بوده است (Jenkins et al., 1994). خوان پایه و کرمی (۱۳۹۴) بامطالعه‌ی موردی شهرستان مرودشت دریافتند که کشاورزانی که از آب نامتعارف شهری در مزارع خود استفاده می‌کنند، نگرش مثبتی نسبت بعد پایداری اجتماعی دارند. همچنین، یکی از اثرات استفاده از آب نامتعارف، افزایش عملکرد محصولات بوده که این امر باعث افزایش جذابیت شغلی و انگیزه پیشرفت در کشاورزان شده و همچنین پایداری اقتصادی را برای آنان به دنبال داشته است. همچنین با توجه به کمبود بارش در بسیاری از مناطق کشور، استفاده از منابع آب سطحی می‌تواند برای این هدف در نظر گرفته شود. عزیزی و همکاران (۱۳۹۶) مطالعات خود را باهدف مقایسه آبیاری سریالی و معمولی بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب سه گیاه ذرت، سویا و آفتابگردان انجام دادند. به دلیل اثر تیمار کود نیتروژن بر کیفیت آب نامتعارف تولیدی، تیمار کود اوره را نیز موردمطالعه قراردادند و درنهایت به این نتیجه رسیدند که برتری سیستم آبیاری سریالی با آب نامتعارف (با استفاده متوالی از زه آب) نسبت به آبیاری معمولی در میزان صرفه‌جویی آب باکیفیت مطلوب به میزان ۴۵/۵۹ درصد و افزایش بهره‌وری آب به میزان حداقل ۲ برابر در این تحقیق مشاهده شد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق جهت بررسی تأثیر آبیاری جویچه‌ای با پساب تصفیه‌شده فاضلاب خانگی بر عملکرد کلزا و ویژگی‌های خاک در اراضی تحقیقاتی مزرعه نمونه آستان قدس رضوی واقع در ۱۷ کیلومتری جاده مشهد ــ سرخس (غرب شهرستان مشهد) در نزدیکی تصفیه‌خانه آستان قدس به اجرا درآمد. بر اساس داده‌های ده‌ساله ایستگاه هواشناسی منطقه، حداقل دمای مطلق ماهانه ۲۸- درجه سانتی‌گراد و حداکثر مطلق آن در سال ۴۱/۶ درجه سانتی‌گراد است. متوسط حداقل دمای ماهیانه ۶/۵ و متوسط حداکثر آن ۲۱ درجه است. آب موردنیاز برای اجرای آزمایش از چاه موجود در محل و فاضلاب تصفیه‌شده نیز از تصفیه‌خانه آستان قدس رضوی تأمین می‌شد. این طرح در قالب بلوک‌های کامل تصادفی با شش تیمار و در چهار تکرار به اجرا درآمد که تیمارهای اعمال‌شده عبارت‌اند از: ۱- آبیاری با پساب تصفیه‌شده فاضلاب خانگی (۱۰۰٪ پساب) = t1 ۲- سه نوبت آبیاری با پساب و یک نوبت آبیاری با آب معمولی (۷۵٪ پساب) = t2 ۳- یک نوبت آبیاری با آب معمولی و یک نوبت آبیاری با پساب (۵۰٪ پساب) = t3 ۴- یک نوبت آبیاری با پساب و سه نوبت آبیاری با آب معمولی (۲۵٪ پساب) = t4 ۵- آبیاری با آب چاه (بدون پساب) = t5 ۶- آبیاری با آب معمولی همراه با کود شیمیایی = t6. طرح آماری مزرعه کلزا شامل ۲۴ پلات به ابعاد ۷ ×۷ متر بود. خلاصه نتایج حاصله از آنالیز آب چاه و پساب تصفیه‌شده در جدول (۱) به همراه مقادیر مجاز توصیه‌شده در استاندارد ایران جهت آبیاری با پساب آورده شده است.

جدول ۱- مشخصات آب و پساب استفاده‌شده

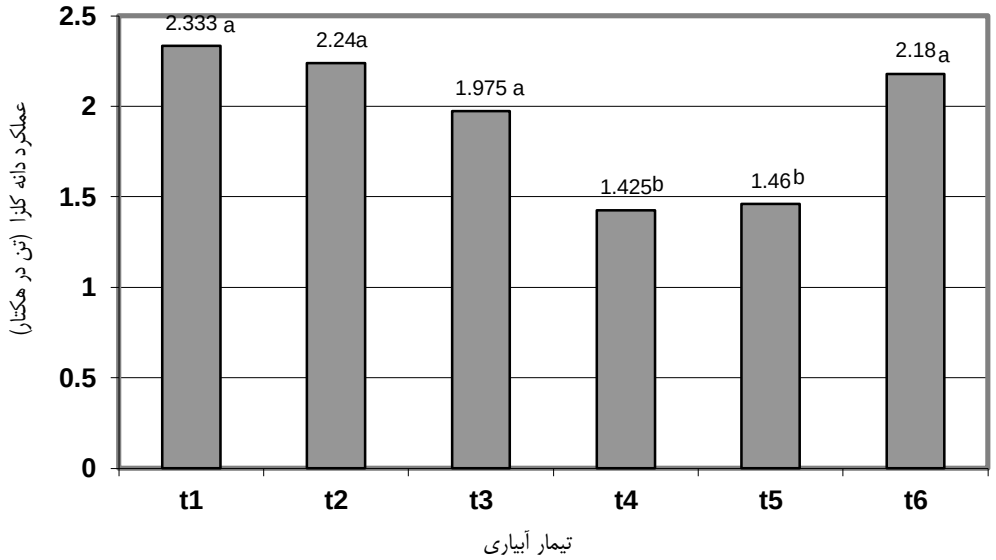
پارامتر	واحد	آب چاه	پساب تصفیه‌شده	**مقادیر مجاز توصیه‌شده در استاندارد ایران**
BOD5	mg/lit	_	۱۱۵	۱۰۰
COD	mg/lit	_	۱۴۰	۲۰۰
TSS	mg/lit	_	۹۰	۱۰۰
Fe	mg/lit	۰/۰۵	۰/۱	۳
Mg	mg/lit	۰/۰۲	۰/۰۹	۱۰۰
Zn	mg/lit	۰/۰۱	۰/۲۱	۲
Pb	mg/lit	۰/۱	۰/۷۹	۱
Cu	mg/lit	۰/۰	۰/۰۵	۰/۲
Cd	mg/lit	۰/۰۱	۰/۰۵	۰/۰۵
Co	mg/lit	۰/۰	۰/۰	۰/۰۵
Ni	mg/lit	۰/۰	۰/۲	۲
تعداد تخم انگل	N/lit	_	_	_
کل کلیفرم‌ها	N/100ml	_	۱۰۰۰	۱۰۰۰
pH	_	۷/۸	۷/۸۱	۶-۸/۵
EC	dS/m	۰/۵۶	۱/۲	_
Na	mg/lit	۶۲/۳	۸۴/۳	_
Ca	mg/lit	۲۱	۳۵/۴	_
Mn	mg/lit	۱۷	۱۸/۶	۱
B	mg/lit	۰/۸۴	۰/۸۷	۱
Cl -	mg/lit	۱۳/۱	۱۱۰	۶۰۰
Po4	mg/lit	۰/۲	۲/۹	_
K	mg/lit	۲/۶	۲۱/۴	_
SAR	(mmol/lit)/2	۲/۶۴	۲/۸۴	_
NH4-N	mg/lit	_	۲۹	_
NO3- N	mg/lit	_	۰	_
مواد آلی	mg/lit	_	۱۳	_
سدیم قابل‌تبادل	mg/lit	_	۶۶۱	_
سختی	mg/lit	_	۱۹۰	_

جهت تعیین خصوصیات شیمیایی خاک، نسبت به تهیه نمونه‌های خاک مورد نیاز از کلیه تیمارهای هر تکرار در پایان آزمایش و از عمق ۳۰-۰ سانتی‌متری اقدام گردید و نمونه‌ها به آزمایشگاه منتقل شد. عوامل شیمیایی اندازه‌گیری شده شامل: شوری، pH، ازت، فسفر، پتاسیم، منگنز، روی، مس، سرب و کادمیوم بود. روش انجام آزمایش‌ها مطابق با دستورالعمل مؤسسه خاک و آب بود که در بخش تحقیقات خاک و آب مشهد انجام شد.

نتایج و بحث

تأثیر تیمارهای آب آبیاری بر عملکرد کلزا

نتایج حاصل از تأثیر تیمارهای آبیاری بر میزان عملکرد دانه کلزا شکل ۱ ارائه‌شده است. بیشترین مقدار عملکرد در تیمارهایی که از درصد پساب بیشتری استفاده‌شده (t1، t2، t3) و تیماری که به آن کود شیمیایی داده‌شده است (تیمار t6) مشاهده شد، بطوریکه اختلاف آن‌ها با تیمارهای t4 و t5 در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. نتیجتاً کاربرد پساب به علت دارا بودن عناصر غذایی بیشتر در مقایسه با سایر تیمارها، باعث افزایش عملکرد دانه کلزا شده است. بیشترین عملکرد مربوط به تیمار t1 و کمترین عملکرد مربوط به تیمار t5 (تیمار شاهد) بود. نتایج تحقیقات المصطفی و همکاران (۱۹۹۵) و جنکینز و همکاران (۱۹۹۴) نیز افزایش عملکرد محصولات در استفاده از پساب تصفیه‌شده را نشان داد (Jenkins et al., 1994; Al- Mustafa et al., 1995).



شکل ۱- اثر تیمارهای آبیاری مختلف بر عملکرد دانه کلزا

تأثیر تیمارهای آبیاری بر تغییرات میزان فلزات سنگین، شوری و pH خاک

نتایج حاصل از تجزیه شیمیایی تغییرات میزان فلزات سنگین (روی، سرب، منگنز، مس، سرب و کادمیوم)، شوری وpH خاک در جدول ۲ آورده شده است. نتایج نشان داد که غلظت فلزات سنگین خاک در تیمارهایی که با پساب بیشتری آبیاری شده‌اند، افزایش‌یافته است، لیکن اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد این افزایش درنتیجه تجمع فلزات موجود در پساب در خاک حادث شد که البته غلظت هیچ‌یک از فلزات به حد بحرانی نرسید. Saber (1986) به این نتیجه رسید که در یک دوره ۶۰ ساله هر یک از فلزات سنگین می‌تواند به‌اندازه چشمگیری در خاک انباشته شود.

شوری خاک در تیمارهای آبیاری با پساب قدری افزایش نشان می‌دهد که به دلیل وارد شدن یون‌های مختلف توسط پساب به خاک است. ولی آنچه مسلم است اینکه در صورت قرار داشتن شوری پساب در محدوده توصیه‌شده (۰/۷-۳ dS/m) مشکلی ایجاد نخواهد شد و می‌توان با انجام عمل آبشویی طی دوره کشت و یا بعدازآن، شوری خاک را در حد مطلوب حفظ نمود. نتایج

اندازه‌گیری pH خاک نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای آبیاری از این نظر وجود نداشته و pH خاک به دلیل استفاده از پساب کاهش نیز یافته است، هرچند مقدار این کاهش قابل‌توجه نبوده و بسیار جزئی می‌باشد. علت این کاهش جزئی نیز ورود مواد آلی به خاک و تجزیه این مواد طی فصل کشت می‌باشد که منجر به تولید اسیدهای آلی می‌گردد. کاهش pH خاک ازنظر افزایش حلالیت فلزات سنگین و جذب بیشتر آن‌ها توسط گیاه درصورتی‌که کمبود آن‌ها مشاهده شود، یکی از فواید استفاده از فاضلاب‌ها و پساب آن‌ها در آبیاری به شمار می‌رود.

جدول ۲- اثر تیمارهای آبیاری بر عناصر سنگین و خصوصیات شیمیایی خاک در عمق ۳۰-۰ سانتی‌متر

مشخصه	T6	T5	T4	T3	T2	T1
منگنز (PPM)	۱۰/۸۷۰	۱۱/۰۹۰	۱۰/۳۳۰	۱۱/۰۲۰	۱۱/۴۰۰	۱۲/۰۷۵
روی (PPM)	۴/۳۰۰	۵/۲۱۵	۵/۴۲۰	۳/۸۰۰	۶/۳۰۰	۴/۱۸۰
مس (PPM)	۴/۲۶۰	۳/۹۱۰	۳/۸۵۰	۳/۵۷۰	۴/۱۰۰	۳/۹۰۰
سرب (PPM)	۴/۱۶۰	۳/۳۲۰	۴/۱۹۰	۳/۲۷۰	۴/۰۶۰	۳/۶۱۵
کادمیوم (PPM)	۰/۰۸۰	۰/۱۱۵	۰/۱۰۳	۰/۱۰۵	۰/۱۲۶	۰/۱۱۰
EC(ds/m)	۱/۷	۱/۹	۱/۸	۱/۷	۲/۴	۲/۷
pH	۸/۱	۸	۷/۹۵	۸/۱	۷/۹	۸
درصد مواد آلی	۱/۶۱	۱/۶۸	۱/۸۲	۱/۵۹	۱/۷۷	۱/۷۷
درصد ازت کل	۰/۱۲۰	۰/۱۱۵	۰/۱۱۷	۰/۱۲۰	۰/۱۲۲	۰/۱۳۰
فسفر قابل‌جذب (PPM)	۲۷/۹۵	۲۵/۳۰	۲۲/۴۵	۲۵/۸۰	۲۵/۹۰	۲۶/۴۵
پتاسیم قابل‌جذب (PPM)	۲۴۱/۸	۲۶۹/۰	۳۰۰/۰	۲۲۲/۳	۲۶۵/۰	۲۸۲/۵

تأثیر تیمارهای آبیاری بر میزان ازت، مواد آلی، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب در خاک

جدول ۲ اثر تیمارهای آبیاری با فاضلاب بر میزان ازت، مواد آلی، فسفر و پتاسیم قابل‌جذب در خاک را نشان می‌دهد. مقدار نیتروژن کل خاک (N) تحت تأثیر عواملی همچون نوع پوشش گیاهی، فعالیت موجودات زنده، رطوبت و دمای خاک می‌باشد و در یک رطوبت ثابت، با افزایش دما مقدار آن کاهش می‌یابد. میزان نیتروژن کل خاک مقیاسی است برای اندازه‌گیری مقدار اولیه‌ای که در معرض تجزیه قرار خواهند گرفت. در آزمایش انجام‌شده نیز مشاهده شد که در تیمارهایی که پساب دریافت کرده‌اند و در تیمار کود شیمیایی، N کل خاک نسبت به تیمار آب چاه افزایش داشته است، ولی این افزایش در آماری سطح پنج درصد معنی‌دار نبود.

مواد آلی عمده‌ترین منبع ذخیره نیتروژن در خاک به شمار می‌آیند. ازنظر تأمین مواد آلی خاک، حضور این مواد در پساب فاضلاب باعث افزایش آن‌ها در خاک شده و حاصلخیزی خاک را فزونی می‌دهد. ازاین‌رو در نگاه اول استفاده از پسابی که BOD بالاتری داشته باشد در آبیاری محصولات کشاورزی می‌تواند موردتوجه بیشتری قرار گیرد. ولی ازآنجاکه پخش پسابی با BOD بالا ممکن است باعث تولید بوهای نامطبوع و انسداد منافذ خاک و درنتیجه کاهش نفوذپذیری شود. در آزمایش انجام‌شده مواد آلی در تیمارهای پساب به مقدار کمی بیشتر از آب چاه بود ولی اختلاف معنی‌داری از این نظر مشاهده نشد.

نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف آبیاری ازنظر مقدار فسفر قابل‌جذب موجود در خاک وجود ندارد. فسفر کل موجود در خاک تأثیر چندانی را بر قابلیت جذب فسفر توسط گیاه بر جای نگذاشته، زیرا قسمت عمده فسفر خاک به روش‌های مختلف به شکلی درمی‌آید که به‌آسانی برای گیاه قابل‌جذب نبوده و نمی‌تواند نیاز غالب گیاهان را در مدت کوتاه حضور در خاک برآورده نماید. همان‌طور که در جدول ۲ مشهود است، فسفر قابل‌جذب در تیمارهای آبیاری با پساب و تیمار کاربرد کود شیمیایی بیشتر است.

پتاسیم مدت‌زمان بسیار کوتاهی را به‌صورت محلول باقی می‌ماند، زیرا این عنصر توان یونی بالایی داشته و قادر است به‌آسانی همراه با آنیون‌های محلول، به‌ویژه در خاک‌های سبک جابجا شود و مدت طولانی را در حالت قابل‌تبادل سپری کند، بنابراین حرکت نزولی پتاسیم درنتیجه وجود رس به تأخیر می‌افتد. روند مشخصی در اثر تیمارهای آبیاری بر پتاسیم قابل‌جذب خاک از این آزمایش وجود ندارد.

رهیافت ترویجی

آبیاری با فاضلاب تصفیه‌شده همراه با چالش‌ها و فرصت‌هایی است لذا استفاده از آن نیازمند مدیریتی مناسب می‌باشد. همان‌طور که نتایج این آزمایش نشان داد، آبیاری با پساب خانگی به دلیل وجود عناصر کودی، باعث افزایش عملکرد شده است. ولی افزایش جزئی در عناصر شیمیایی خاک نیز مشاهده شد. لذا بایستی توجه داشت که عدم استفاده صحیح از آن دارای ضرر و زیان‌های فراوانی است و چالش‌هایی را برای انسان، دام، گیاه و محیط‌زیست به همراه خواهد داشت. در جهت رفع این چالش‌ها نکات ذیل توصیه می‌گردد. رعایت این نکات ضروری، سبب پایداری در بهره‌برداری از منابع آب‌های نامتعارف و حفظ محیط‌زیست خواهد شد.

۱- زمین زراعی در پائین‌دست تصفیه‌خانه‌هایی انتخاب شوند که حد مجاز و استاندارد تصفیه آب کشاورزی را رعایت می‌کنند.

۲- از کشت محصولاتی که مصرف تازه‌خوری دارند اجتناب گردد.

۳- پساب استفاده‌شده، خاک زراعی و محصول تولیدشده، در طول فصل زراعی مورد پایش قرار گیرد.

۴- آبیاری با آب چاه در کنار آبیاری با پساب.

از طرف دیگر بر اساس نتایج بدست آمده، استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده خانگی هم باعث افزایش عملکرد محصول شده است و هم در مصرف منابع آب زیرزمینی صرفه‌جویی شده است. بنابراین می‌توان فرصت‌های ذیل را به‌عنوان دستاوردهای ترویجی آبیاری با پساب برای سایر محصولات مشابه کلزا، ذکر نمود.

۱- استفاده از پساب در آبیاری می‌تواند راهکاری در جهت مقابله با مشکل کمبود آب باشد.

۲- استفاده از پساب خانگی به افزایش عملکرد محصول کمک خواهد کرد.

۳- در هزینه مصرف کودهای شیمیایی صرفه‌جویی خواهد شد.

۴- از آلودگی محیط‌زیست و منابع آب سطحی و زیرزمینی جلوگیری به عمل خواهد آمد.

مراجع

ارست، م.، زهتابیان، غ.، جعفری، م.، خسروی، ح. (۱۳۹۴). بررسی خصوصیات خاک تحت تأثیر آبیاری با آب های غیرمتعارف در دو عمق سطحی و تحتانی، نشریه بازیافت آب، ۲(۲): ۱۴۹-۱۴۱.

حسن اقلی، ع. ۱۳۸۵. مدیریت زه آب‌های حاصل از سامانه‌های زهکشی و کاربرد مجدد آن در کشاورزی. چهارمین کارگاه فنی زهکشی.

خوان پایه، م.، کرمی، ع، ا. ۱۳۹۴. سازه‌های مؤثر بر نگرش کشاورزان نسبت به ابعاد پایداری مزرعه در شرایط آبیاری با آب نامتعارف شهری: موردمطالعه شهرستان مرودشت. علوم ترویج و آموزش کشاورزی ایران. ۱۱ (۱).

دانش. ش.، علیزاده. الف. ۱۳۸۷. کاربرد آب نامتعارف در کشاورزی، فرصت‌ها و چالش‌ها. اولین سمینار ملی جایگاه آب‌های بازیافتی و آب نامتعارف در مدیریت منابع آب- چالش‌ها و راهکارها. مشهد.

عابدی کوپایی، ج.، باقری، م.ر. ۱۳۸۰. اثرات زیست‌محیطی آبیاری با آب نامتعارف تصفیه‌شده بر منابع آب زیرزمینی. همایش اثرات زیست‌محیطی آب نامتعارف‌های کشاورزی بر آب‌های سطحی و زیرزمینی.

عزیزی، م.، بسکابادی، ع. ا. و توکلی، ر. ۱۳۹۳. امکان‌سنجی استفاده مجدد از آب نامتعارف تصفیه‌خانه فاضلاب جهت استفاده کشاورزی (مطالعه موردی تصفیه‌خانه فاضلاب چرم سرایان). هفتمین همایش ملی مهندسی محیط‌زیست.

عزیزی، م.، الباجی، م. و برومند نسب، س. ۱۳۹۶. ارزیابی آبیاری معمولی و سریالی با زهاب بر عملکرد، اجزای عملکرد و بهره‌وری آب مصرفی ذرت، سویا و آفتابگردان. تحقیقات آب‌وخاک ایران، ۴۸(۳): ۶۸۸-۶۷۹.

کریمی، ف.۱۳۹۴. ارائه روشی واقع‌گرایانه جهت بررسی ریسک اکولوژیکی آفت‌کش‌ها در تالاب بین‌المللی شادگان. فصلنامه علمی پژوهشی اکوبیولوژی تالاب.۷(۲۶): ۱۵-۲۲.

محجوبی، ا.، بصیرزاده، ح. و طرفی، ک. ۱۳۸۸. نگرشی بر مسائل و مشکلات تخلیه زه آب‌های کشاورزی در طرح‌های جنوب خوزستان. دوازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران.

منظمی، ن. ۱۳۹۳. استفاده از منابع آب نامتعارف (فاضلاب-آب نامتعارف) در مصارف صنعتی، کشاورزی، شهری و چالش‌های محیط‌زیستی و بهداشتی استفاده از آب نامتعارف. دومین همایش ملی بازیافت آب.

Abdolkarim C. 2009. Phytoremediation of heavy-metal-polluted soils: screening for new accumulator plants in Angouran mine (Iran) and evaluation of removal ability. Ecotoxicol Environ Saf 72(5):1349–1353.

Abdul-Wahab SA, Marikar FA. 2011. The environmental impact of gold mines: pollution by heavy metals. Cent Eur J Eng 2(2):304–313.

Al- Mustafa, W., El- shall, A., Abdallah, A. and Modaish, A. 1995. Response of wheat to sewage sludge applied under two different moisture regimes. Exp. Agric. 31:365- 369.

Al-Hamaiedeh, H., Bino, M. 2010. Effect of treated grey water reuse in irrigation on soil and plants. Desalination 256 (1–3), 115–119.

Asano, T. and Pettygrove G. S. 1987. Using reclaimed municipal wastewater for irrigation. California Agric. Vol.41.

Engelhart M., Kruger M., Kopp, J., and Dichtl, N. 2000. Effect of disintegration on anaerobic degradation of sewage excess sludge in down flow stationary fixed film digesters. Water Science and Technology, 41:171-179.

Jenkins, C. R., Papadopoulos, I. and Stylianou, Y. 1994. Pathogens and wastewater use for irrigation in Cyprus. In "International Conference on Land and Water Resources Management in the Mediterranean Region" PP. 979-989, bari, Italy.

Jimenez, B., Asano, T. 2008. International Survey onWater Reuse. InternationalWater Association Publishing, london.

McNeill, L.S., Almasri, M.N., Mizyed, N. 2009. A sustainable approach for reusing treated wastewater in agricultural irrigation in the West Bank–Palestine. Desalination 248 (1–3), 315–321.

Saber, M.S.M. 1986. Prolonged effect of land disposal of human waste on soil conditions. Wat.Sci. Tech. 18: 371-374.

Sharma D., RAOK.N., SinghP.,Kumbhare.S. and R.j.Asterbaan., 1994. Conjunctive use of Saline and non_saline irrigation waters in semi_arid regions.Irrig.sci.15:25-33.

Shukla, S.K., Srivasta P.R. 1992. "Water Impact Analysis". New Delhi.

Tabari, M., Salehi, A., Ali-Arab, A.R. 2008. Effects of waste water application on heavy metals (Mn, Fe, Cr and Cd) contamination in a black locust stand in semi-arid zone of Iran. Research Journal of Environmental Science, 7 (4): 382-388.

Tanji, K.K. and Kielen, N. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semiarid

West, L. 2006. World Water Day, A Billion People Worldwide lack Safe Drinking Water pp. 31–41.

Water Management in Agriculture
Vol. 6, No. 1, Spring and Summer 2019, 37-46

نشریه مدیریت آب در کشاورزی
جلد ۶، شماره ۱، بهار و تابستان ۱۳۹۸، ص. ۴۶-۳۷

Irrigation with Treated Domestic Wastewater: Challenges and Opportunities

A. Zolfagharan*[1] , A. Haghayeghi[2] and H. Hamidi[3]

Abstract

Regarding the lack of water resources, the reduction of annual rainfall and the excessive growth of the population and the expansion of industry and agriculture, the use of recycled water is in fact one of the solutions to the water scarcity crisis, which is essential and inevitable. Irrigation treatments were: 1- Application of treated wastewater only 2-3times irrigation with wastewater, then use of well water 3- Irrigation with wastewater and Well water respectively 4-One irrigation with wastewater and three times with well water 5-Well water application and 6- Irrigation with well water + chemical fertilizers. The research was carried out in Austan Ghods agricultural farm in Mashhad for one year harvested. The soil texture was silty loam. The results showed that the yield of rapeseed was significantly higher in treatments that were irrigated with more treating wastewater than those treated with less treating wastewater. In fact, treatments that were irrigated with more wastewater, due to the presence of food in irrigation water, were more effective than other treatments. The amount of heavy metals, soil salinity, nitrogen percentage, absorbed phosphorus and organic matter in irrigation treatments showed a slight increase, but was not significant at 5% level. This gradual increase of the elements in the soil can be considered as a major challenge in the use of long-term refined wastewater.

Opportunities from irrigation using wastewater include: tackling the problem of water scarcity, preventing pollution of the environment and surface and underground water resources, increasing the durability of high quality water resources, increasing product yield, saving on consumption expenditure chemical fertilizers and development of aquatic areas.

Key Words: Irrigation, Treated Wastewater, Challenges, Opportunities.

[1,2] Academic member of Agricultural Engineering Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.(*Corresponding author, azolfagharan@yahoo.com)
[3] Academic member of Sugar Beet Research Department, Khorasan Razavi Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Mashhad, Iran.
Received: 8 Jun 2019
Accepted: 1 Sep 2019