شانزدهمین کنگره علوم خاک ایران

دانشگاه زنجان، ۵ تا ۷ شهریور ۱۳۹۸

محور مقاله: آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

تولید محصولات کشاورزی تحت مدیریت طولانی مدت پساب فاضلاب شهری

ناهید کاوه زاده[۱*]، بابک خیام باشی[۲]، نصرت اله منتجبی[۲]

[۱] کارشناس ارشد، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان

[۲] استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان

چکیده

شناسایی و ارائه روش‌ها و مدیریت‌های مناسب استفاده از منابع آبهای نامتعارف، میتواند ضمن افزایش تولید پایدار از عواقب ناگوار زیست محیطی نیز جلوگیری به عمل آورد. یکی از منابع آبهای نامتعارف پساب فاضلاب شهری است که در استان اصفهان بطور وسیعی در اراضی شمال و شرق اصفهان مورد استفاده قرار می‌گیرد. تاثیر ماده اصلاح کننده زئولایت بر عملکرد گیاهان زراعی جو، ذرت و سورگوم تحت آبیاری دراز مدت با پساب فاضلاب شهری (حدود ۲۵ سال) در یک شرایط اقلیمی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش با دو سطح تیمار مواد اصلاح کننده معدنی زئولایت در دو سطح ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار و یک تیمار شاهد بدون کاربرد زئولایت بصورت طرح آماری بلوک های کامل تصادفی در سه تکرار در دو سال زراعی اجراء شد. در این پروژه تأثیر مواد اصلاحی بر عملکرد هر یک از گیاهان مورد کشت مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. نتایج نشان داد که استفاده از ماده اصلاح کننده تاثیری بر عملکرد محصولات مورد بررسی ندارد.

کلمات کلیدی: آب‌های نامتعارف، پساب فاضلاب شهری، جو، ذرت، سورگوم علوفه‌ای

مقدمه

استان اصفهان به‌عنوان یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور دارای محدودیت کمی و کیفی منابع آب می‌باشد و در شرایط بحران کمبود آب استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده شهری در آبیاری محصولات کشاورزی یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر است. در حال حاضر در نقاط مختلف کشور تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در حال توسعه هستند و شاید یکی از بهترین راه‌های بهره‌برداری از پساب خروجی این تصفیه‌خانه‌ها، در صورت رعایت نکات فنی و زیست‌محیطی استفاده آن‌ها به‌عنوان آب آبیاری در محصولات کشاورزی، گیاهان صنعتی و زینتی می‌باشد. در اصفهان نیز تعدادی تصفیه‌خانه تاکنون ایجاد و عمدتاً پساب تصفیه‌شده آن‌ها در بخش کشاورزی استفاده می‌گردد. ولی متأسفانه چالش‌های فراوانی بین نهادهای مختلف تصمیم گیر و برنامه‌ریز استان و کشاورزان این مناطق وجود دارد و برخی اعتقاد به مصرف این‌گونه پساب‌ها در صنایع و برخی به استفاده از آن‌ها در احیای کویر و تالاب گاوخونی اصفهان را دارند لیکن با توجه به کمبود منابع آب در عرصه‌های کشاورزی استان و وجود پساب‌های فاضلاب تصفیه‌شده به‌عنوان یک منبع پایدار، کاربرد این‌گونه پساب‌ها در بخش کشاورزی از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. از طرف دیگر در اطراف تصفیه‌خانه محل اجرای این طرح در شمال شرق اصفهان منابع آب‌های زیرزمینی بسیار کاهش‌یافته است و با ایجاد تصفیه‌خانه فاضلاب در این منطقه که قدمت آن به حدود ۲۸ سال می‌رسد کشاورزان از این پساب‌ها در امر کشاورزی استفاده می‌نمایند و با توجه به قرار گرفتن این منطقه در حاشیه کویر، عدم فعالیت‌های کشاورزی می‌تواند سبب پیشروی کویر و خسارات زیان باری به شهر اصفهان گردد. در حال حاضر با این پساب فاضلاب حدود ۵۰۰۰ هکتار از اراضی این منطقه به کشت گیاهانی از قبیل غلات اختصاص دارد و بیش از ۱۰۰۰ کشاورز در این منطقه به‌طور مستقیم مشغول فعالیت کشاورزی و دامداری می‌باشند (فیضی ۱۳۸۰)

به‌کارگیری فاضلاب‌ها و پساب حاصل از تصفیه آن‌ها در امر آبیاری محصولات کشاورزی، از جمله راه‌کارهای مواجه با مسئلهٔ بحران آب به شمار می‌آید که در سطح وسیعی، به‌خصوص در مناطق خشک و نیمه‌خشک با این مشکل روبرو می‌باشیم و مورد توجه خاص قرار گرفته است. فاضلاب‌های شهری و خانگی با ترکیبی مشتمل بر ۹۹/۹ درصد آب و ۰/۱ درصد مخلوطی از انواع مواد آلی، معدنی و گازها جزء آب‌های نامتعارف یا آب‌های با کیفیت پایین به شمار می‌آیند. البته این امر دلیلی بر غیرقابل مصرف بودن این نوع آب‌ها نبوده، بلکه خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آن‌ها موجب می‌شود تا ضمن کاربرد، عملیات مدیریتی ویژه‌ای از جمله رعایت اصول تصفیه و بخصوص رعایت استانداردهای بهداشتی آن مورد توجه می‌باشد که در استفاده از آب‌های با کیفیت مناسب معمول نیست (حسن اقلی و همکاران،۱۳۸۲، فیجین و همکاران،۱۹۹۱).

* نویسنده مسئول nkavezadeh@gmail.com

مجیری (۲۰۱۱) اثرات پساب فاضلاب بر روی تجمع فلزات سنگین در خاک و گندم را با دو روش آبیاری کرتی و قطره¬ای در منطقه¬ی فریدون‌شهر واقع در استان اصفهان بررسی کرد. این مطالعه شامل نمونه‌گیری‌هایی از عمق ۰ تا ۲۰ سانتیمتری خاک دارای کشت گندم و شامل ۴ تیمار آزمایشی بود. خصوصیات خاک مانند pH، هدایت الکتریکی خاک، ماده آلی، میزان آهن، منگنز و نیکل قبل و بعد از آزمایش تعیین گردید. شواهد نشان داد که فاضلاب شهری منجر به افزایش فلزات سنگین در گندم در هر دو روش آبیاری کرتی و قطره¬ای گردید و تجمع فلزات سنگین در روش آبیاری کرتی دارای اهمیت بیشتری نسبت به روش آبیاری قطره¬ای داشت.

جعفرنژادی و همکاران (۱۳۹۳) در ایستگاه مرکز تحقیقات کشاورزی استان خوزستان مطالعه¬ای را درزمینه‌ی بررسی اثرات فاضلاب تصفیه شده بر آلودگی میکروبی و شیمیایی خاک و گندم انجام دادند. نتایج آن‌ها نشان داد، کادمیم کل خاک کمتر از ۱/۶ میلی‌گرم در کیلوگرم خاک بود. همچنین، میانگین غلظت کادمیم قابل جذب گیاه نسبت به خاک اولیه اندکی کاهش یافت. تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای فاضلاب در مقایسه با آب معمولی تأثیر معنی‌داری بر غلظت عناصر دانه و غلظت کادمیم بذر نداشت. همچنین، میانگین غلظت کادمیم قابل جذب در هر مرحله از رشد، نسبت به غلظت اولیه خاک افزایشی نشان نداد.

ناداو و همکاران (۲۰۱۲) به بررسی چندین رژیم نفوذ با هدف دستیابی به سرعت نفوذ بالا در سیستم تغذیه مصنوعی با پساب پرداختند و نتیجه گرفتند که سرعت نفوذ آب به داخل خاک شنی در اثر انباشتگی مواد آلی کاهش خواهد یافت و تجمع مواد آلی در لایه سطحی خاک مهم‌ترین عاملی است که باعث کاهش نفوذپذیری در خاک می¬شود. تقی خو (۱۳۹۰) نیز در بررسی تأثیر پساب بر خصوصیات خاک بیان کرد که در تیمارهای مورد آزمایش، هدایت هیدرولیکی اشباع خاک با افزایش در صد پساب به آب آبیاری کاهش یافت و دلیل این امر را مواد جامد و معلق موجود در پساب، سله¬بندی سطحی خاک و افزایش میزان سدیم خاک در اثر آبیاری با پساب عنوان کرد. همچنین با افزایش درصد پساب در آب آبیاری، جرم ویژه ظاهری خاک به‌طور معنی‌داری افزایش یافت. در پایان آزمایش¬های نامبرده جرم ویژه ظاهری خاک ۰/۱۳ گرم بر سانتیمتر مکعب افزایش یافت و بیان کرد که اگرچه مقدار این افزایش زیاد نمی‌باشد ولی با کاربرد بلند مدت پساب ممکن است این افزایش حائز اهمیت شود.

در بررسی توسط رحمانی (۱۳۹۴) بر روی ترکیب لجن فاضلاب تصفیه‌خانه‌های شاهین‌شهر و شمال اصفهان و اثرات آن‌ها بر خاک و گیاه گزارش گردید که با توجه به کاربرد لجن فاضلاب حدود ۱۵ تن در هکتار توسط کشاورزان منطقه برخوار، میزان عناصر غذایی اضافه شده به خاک از این طریق بر حسب کیلوگرم در هکتار برای ازت، فسفر، پتاسیم، کلسیم و منیزیم به ترتیب برای لجن تصفیه‌خانه فاضلاب شاهین‌شهر برابر ۳۵۱، ۲۱۰، ۹۷/۵، ۲۵۸ و ۳۹ و برای لجن تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان ۲۱۳، ۱۹۳/۵، ۶۰، ۳۴۸ و ۴۶/۵ برابر می‌باشد که ارقامی قابل توجه برای این عناصر به‌استثنای منیزیم و پتاسیم می‌باشد. اما بررسی میکروبی لجن‌های فاضلاب نشان داد که بار میکروبی در لجن تولیدی زمانی که آبگیری نشده بسیار بالاست و برای مصرف محدودیت جدی دارد. برای رفع این معضل لازم است لجن تثبیت و آبگیری شود و به مدت دو سال در کنار مزرعه هوادهی شده تا بار میکروبی آن کاهش و در حد مجاز قرار گیرد آنگاه استفاده شود. همچنین اثر استفاده از لجن فاضلاب بر خاک در دراز مدت برای هدایت الکتریکی (شوری) چه از نظر مقدار و چه با عمق در اراضی با لجن و بدون لجن نامشخص بود، اما برای درصد کربن و درصد ازت مقایسه میانگین‌ها معنی‌دار و مقادیر آن‌ها در تیمار با لجن بسیار بالاتر بود. همچنین مقادیر آن‌ها با عمق نیز کاهش نشان داد که بیانگر تأثیر استفاده از لجن در افزایش مقادیر کربن و ازت خاک است. میزان سدیم، پتاسیم، کلسیم و منیزیم هم در اراضی با لجن بالاتر نشان داد اما با عمق خاک مقادیر پتاسیم و کلسیم افزایش و مقادیر منیزیم و سدیم کاهش یافتند. لذا تأثیر استفاده از لجن بر افزایش غلظت این عناصر در خاک به‌ویژه منیزیم و سدیم در درازمدت است. همچنین در بررسی میانگین غلظت عناصر سنگین در گیاه گندم در اراضی با لجن نسبت به اراضی بدون لجن مشخص گردید مقایسه غلظت عناصر سنگین در گندم در اراضی با لجن نسبت به اراضی بدون لجن دارای اختلاف معنی‌دار نبود اما در بیشتر موارد غلظت عناصر سنگین در گیاه گندم در اراضی با لجن بالاتر بوده است.

مواد و روش‌ها

جهت تعیین میزان تجمع عناصر شیمیایی در گیاهان زراعی تحت تناوب‌های زراعی گندم _ ذرت، گندم _ سورگوم و کاربرد ماده اصلاح کننده زئولایت و در یک شرایط اقلیمی به شرح ذیل به مورد اجرا قرار گرفت. آزمایش در اراضی که در مدت ۲۵ سال تحت آبیاری با پساب شهری خارج شده از تصفیه‌خانه شمال اصفهان قرار داشته و همواره با همین پساب آبیاری گردیده است به اجرا درآمد. این پژوهش در منطقه برخوار و در اراضی محدوده تصفیه‌خانه فاضلاب شمال اصفهان به اجرا درآمد. برای افزایش دقت اندازه‌گیری از هر واحد آزمایشی سطحی معادل ۲۰ متر مربع برداشت گردید. نمونه‌های جو پس از برداشت تهیه و پس از جدا نمودن کاه از دانه عملکرد هر یک از قسمت‌ها به‌طور مجزا محاسبه شد. در خصوص ذرت و سورگوم نیز پس از برداشت محصول نمونه‌ها توزین و پس از مشخص نمودن رطوبت آن در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد وزن خشک نمونه‌ها محاسبه و

مورد بررسی آماری قرار گرفت. کلیه محاسبات بر اساس تن بر هکتار یکسان‌سازی و مورد بررسی قرار گرفت. در زمان کاشت و برداشت کلیه محصولات از خاک نمونه‌برداری صورت گرفت و به آزمایشگاه ارسال گردید. نمونه خاک قبل و بعد از کشت از دو عمق ۳۰-۰ و ۶۰-۳۰ سانتی‌متری تهیه و مقدار عناصر غذایی، بافت، واکنش خاک، هدایت الکتریکی و مقادیر عناصر سنگین کل مورد اندازه‌گیری قرار گرفت. در نمونه‌های خاک، بافت به روش هیدرومتری، درصد سنگریزه به روش وزنی، پ.هاش با استفاده از pH سنج، ماده آلی به روش والکی-بلک و کربنات کلسیم معادل به روش خنثی‌سازی با اسید اندازه‌گیری شدند. سایر اندازه‌گیری‌های دیگر نیز بر اساس دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد. محاسبات با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳ و تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ و مقایسه میانگین‌ها با آزمون دانکن در سطح احتمال آماری ۵ درصد انجام گردید.

نتایج و بحث

نتایج مربوط به برخی از ویژگی‌های خاک در جدول (۱) ارائه گردیده است. خاک مورد بررسی دارای آهک نسبتاً زیاد با ماده آلی کم (کمتر از ۱ درصد) بود.

جدول ۱. برخی ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی خاک مورد مطالعه

شن (در صد)	سیلت (در صد)	رس (در صد)	سنگریزه (در صد)	پ.هاش	کربنات کلسیم معادل (در صد)	ماده آلی (در صد)
۳۹/۱۵	۲۵/۲۲	۳۵/۶۰	۳/۵	۷/۳	۲۷/۳۵	۰/۸۵

جدول تجزیه واریانس عملکرد دانه و کاه گندم در جدول ۲ و نتایج میانگین‌ها نیز در جدول ۳ آمده است. بر اساس جدول ۲ تأثیر تیمارهای زئولایت در دانه جو معنی‌دار شده است ولی در خصوص سایر پارامترها تأثیر معنی‌داری نداشته است. با توجه به جدول ۳ مشاهده می‌شود که استفاده از زئولایت در این شرایط تأثیری بر عملکرد کاه و دانه جو نداشته است. همچنین عدم وجود تفاوت معنی‌دار در سایر محصولات نیز بیانگر عدم تأثیر تیمار زئولایت در عملکرد خشک سورگوم و ذرت می‌باشد.

جدول ۲: نتایج میانگین مربعات در تجزیه واریانس عملکرد محصولات مورد کشت

منبع	df	دانه جو	کاه جو	سورگوم	ذرت
تیمار	۲	۵/۰۵ns	۳/۲۰ns	۵۶/۸۲ns	۲۴۶۰/۰۴ns
بلوک	۲	۰/۵۵ns	۶/۰۲ns	۱۷۱/۵۴ns	۳۰۴/۴۶ns
خطا	۴	۲/۲	۶/۲۱	۱۴۷/۰۴	۱۳۱۲/۴۰
ضریب تغییرات		۷/۲۴	۲۸/۲۱	۲۵/۰۶	۴۳/۴۸

ns، به مفهوم غیر معنی‌دار می‌باشد

جدول ۳ – نتایج میانگین عملکرد کاه و دانه جو، عملکرد خشک سورگوم و ذرت بر حسب تن در هکتار

تیمار	دانه جو	کاه جو	سورگوم	ذرت
شاهد	۴/۹۶۷	۸/۸۳۳	۴۵/۶۲۸	۶۰/۸۳۰
۲۰ تن در هکتار زئولایت	۷/۶۱۷	۷/۸۰۰	۵۳/۴۰۲	۱۱۵/۵۵۰
۴۰ تن در هکتار زئولایت	۶/۷۸۳	۹/۸۶۷	۴۶/۱۲۵	۷۳/۵۶۰

در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که تیمار زئولایت هیچ‌گونه اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه و کاه جو و نیز عملکرد خشک سورگوم و ذرت در تیمارهای متفاوت نداشته است.

شکل شماره ۱: کشت تیمارهای جو، ذرت و سورگوم

شکل شماره ۲: کشت تیمارهای جو، ذرت و سورگوم

نتیجه گیری

بین بلوک‌ها و یا تیمارها در کلیه محصولات تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. عدم وجود تفاوت معنادار در تیمارها بیانگر عدم تأثیر تیمار زئولایت در عملکرد دانه و کاه جو و نیز عملکرد خشک سورگوم و ذرت می‌باشد. در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که تیمار زئولایت هیچ‌گونه اثر معنی‌داری روی عملکرد دانه و کاه جو و نیز عملکرد خشک سورگوم و ذرت در تیمارهای متفاوت نداشت.

منابع

احمدپور،ا ،دهکردی تدین م و تدین ،ع (۱۳۹۴) تأثیر پساب شهری و منابع مختلف کودی بر غلظت برخی عناصر و رشد شاخساره چغندر قند

تقی خو، م. (۱۳۹۰). تأثیر آبیاری با پساب شهرکرد بر برخی ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک، رشد و عملکرد لوبیای قرمز. پایان نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شهرکرد.

جعفرنژادی، ع. و موسوی فضل، س. م. (۱۳۹۳). بررسی اثرات فاضلاب تصفیه شده بر آلودگی میکروبیوشیمیایی خاک و گندم. نشریه پژوهش آب در کشاورزی. جلد ۲۸ شماره ۳ .

حسن اقلی، ع.، ع. لیاقت، م. میراب زاده، م. وثوقی و ح. فرداد. (۱۳۸۲). بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب‌های خانگی بر انتقال مواد به عمق خاک و کیفیت زه آب‌های خروجی از لایسیمتر. مجموعه مقالات یازدهمین همایش کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران. ۳و۴ دی ماه، تهران.

رحمانی ح. ر، (۱۳۹۴). بررسی ترکیب لجن فاضلاب شهری و اثرات کوتاه مدت، میان مدت و درازمدت آن بر خاک و گیاه، گزارش نهایی موسسه تحقیقات خاک و آب.

فیضی.م، ۱۳۸۰، تاثیر مصرف پساب فاضلاب بر روی خاک و گیاه در منطقه شمال اصفهان، هفتمین کنگره علوم خاک ایران، دانشگاه شهرکرد.

Feigin, A., I. Ravina and J. Shalhevet. (1991). Irrigation with Treated Sewage Effluent: Management for Environmental Protection. Springer- Verlag Pub., Berlin.

Mojiri, A. and Hamidi, A.A. (2011). Effects of Municipal Wastewater on Accumulation of Heavy Metals in Soil and Wheat (Triticum aestivum L.) With Two Irrigation Methods.

Nadav, I. Arye, G., Tarchitzky, J., and Chen, Y. (2012). Enhanced infiltration regime for treated wastewater purification in Soil Aquifer Treatment. (SAT). Journal of Hydrology Volume. 421, pp: 275-283.

Sepaskhah A.R., and Karizi A. (2011). Effects of alternate use of wastewater and fresh water on soilsaturatedhydraulic conductivity. J of Agronomy and Soil Science. 57:149–158.

Singh, A. and Agrawal, M. (2012). Effects of waste water irrigation on physical and biochemical characteristics of soil and metal partitioning in beta vulgaris L. Agricultural Research, 1(4): 379–391.

Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

Agricultural production under long-term management of municipal wastewater

Kavehzadeh N.*[1], Khayambashi B[2], Montajabi M.[2]

[1] Msc. soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

[2] Assistant Prof., Animal Science Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

Identifying and providing appropriate methods and management for the use of unconventional water sources can prevent sustainable environmental impacts while increasing sustainable production. One of the most unconventional waters which is widely used in the northern and eastern lands of Isfahan is municipal waste water. The effect of zeolite as a soil amendment on yield of barley, corn and sorghum under long-term irrigation with urban waste water (about 25 years) was investigated in a uniform climate condition. The Experiment was conducted with two levels of zeolite as o soil amendment that included 20 and 40 tons / ha and a control treatment (without application of zeolite) in a randomized complete block design with three replications in two years. In this project, the effect of soil amendment was investigated on the yield of crops. The outcomes show that the use of the modifier does not affected the yield of the barley, corn and sorghum.

Key words: Unconventional waters, municipal wastewater, Barley, Corn, Sorghum

* Corresponding author, Email nkavezadeh@Gmail.com