



محور مقاله: آلودگی زیست‌بوم، سلامت انسان و زیست‌پالایی

تأثیر زئولایت بر تولید محصولات علوفه ای تحت مدیریت کاربرد طولانی مدت فاضلاب شهری

بابک خیامباشی^{۱*}، علی اصغر شهایی^۱، ناهید کاوه‌زاده^۲

^۱ استادیار، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان
^۲ کارشناس ارشد، بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان

چکیده

در حال حاضر یکی از مهمترین چالش‌های بخش کشاورزی در ایران محدودیت شدید در منابع آبی با کیفیت مناسب می باشد. یکی از راهکارهای مقابله با این محدودیت و حفظ میزان تولیدات کشاورزی در این شرایط استفاده از آب‌های نامتعارف همانند پساب فاضلاب تصفیه شده شهری می‌باشد. استفاده از این منابع می‌تواند باعث ایجاد برخی از مشکلات در تولید محصولات کشاورزی گردد. استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک می‌تواند راهکاری برای کاهش برخی از این خطرات باشد. در این تحقیق تأثیر سطوح مختلف زئولایت بر تولید ذرت و سورگوم علوفه ای در اراضی که بیش از ۲۵ سال تحت آبیاری با پساب فاضلاب شهری بوده اند مورد بررسی قرار گرفته است. این آزمایش بصورت طرح آماری بلوک‌های کامل تصادفی با سطوح مختلف ماده اصلاح‌کننده معدنی زئولایت (۲۰ و ۴۰ تن در هکتار) با سه تکرار در استان اصفهان اجرا گردید. نتایج نشان داد که در شرایط آزمایش، زئولایت تأثیر معناداری بر افزایش عملکرد کاه و دانه گندم نداشت.

کلمات کلیدی: پساب فاضلاب شهری، زئولایت، ذرت علوفه‌ای، سورگوم علوفه‌ای

مقدمه

محدودیت منابع آبی از یک‌سو امروزه استفاده از منابع آب‌های نامتعارف و آب‌های با کیفیت نامطلوب به یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر بدل شده است. بررسی‌ها نشان داده است که بهره‌برداری از پساب فاضلاب تصفیه‌شده در کشاورزی یکی از بهترین روش‌های دفع آن است. این منابع آبی می‌تواند به‌عنوان منبعی سرشار از عناصر غذایی نیتروژن، فسفر و برخی از عناصر کم‌مصرف مورد نیاز گیاه هستند که به‌طور گسترده در مناطقی که با کمبود آب مناسب روبرو هستند مورد استفاده قرار می‌گیرد. اگرچه این منابع می‌توانند به نحو مؤثری عناصر غذایی مورد نیاز گیاه را تأمین کنند ولی اگر استفاده از آن‌ها به‌صورت صحیحی مدیریت نشود، خطر بالقوه آلودگی را به دنبال خواهند داشت. استان اصفهان نیز به‌عنوان یکی از مناطق خشک و نیمه‌خشک کشور دارای محدودیت کمی و کیفی منابع آب می‌باشد و در حال حاضر با توجه به کاهش کمی آب استفاده از فاضلاب تصفیه‌شده شهری در آبیاری محصولات کشاورزی یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر شده است. در این استان تاکنون تعدادی تصفیه‌خانه ایجاد و عمدتاً پساب تصفیه‌شده آن‌ها در بخش کشاورزی استفاده می‌گردد. یکی از مهم‌ترین مناطق کشاورزی این استان که در حدود ۳۰ سال از این منبع در تولیدات کشاورزی استفاده می‌گردد در شمال شرق اصفهان، در منطقه برخوار واقع شده است. از طرف دیگر 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. بر اساس تحقیقات انجام شده پساب‌های فاضلاب غیر از تأمین آب جهت گیاهان و صرفه‌جویی در منابع آبی، به‌عنوان یک منبع کودی نیز به‌حساب می‌آید (Feigin و همکاران، ۱۹۹۱، ملایی و همکاران ۱۳۹۵). یکی از مهم‌ترین تولیدات گیاهی با منابع پساب فاضلاب محصولات علوفه‌ای می‌باشد. به دلیل اینکه مقدار تولید این محصولات به‌طور مستقیم به مقدار نیتروژن بستگی دارد، وجود این عنصر در بستر کشت تأثیر بسزایی در عملکرد دارد. دامنه نیتروژن در پساب فاضلاب خام بین ۲۰ تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر، در فاضلاب تصفیه‌شده (پساب اولیه) بین ۱۰ تا ۶۰ میلی‌گرم در لیتر و در پساب ثانویه بین ۱۰ تا ۴۰ میلی‌گرم در لیتر متغیر است. نیتروژن پساب فاضلاب به صورت‌های نیتروژن آلی، آمونیاکی، نیتراتی و نیتريتی می‌باشد. با توجه به نتایج برخی تحقیقات استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک در کنار استفاده از پساب نه‌تنها می‌تواند تا حدی از خطرات آن بکاهد بلکه احتمالاً به دلیل

* ایمیل نویسنده مسئول: bkhyam@Yahoo.com



جذب نیتروژن می‌تواند در عملکرد مؤثر باشد. در این رابطه استفاده از کانی‌هایی با قدرت جذب سطحی بالا که از نظر اقتصادی نیز دارای صرفه اقتصادی باشد شایان توجه می‌باشد. در آمریکا غلظت نیتروژن نیتراتی در پساب ثانویه شهری بین صفر تا ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر است (Feigin و همکاران ۱۹۹۰). حسن اقلی و همکاران در سال ۱۳۸۱ در بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب‌های خانگی بر انتقال مواد به عمق خاک و کیفیت زه آب‌های خروجی از لایسیمتر به این نتیجه رسیدند که از نظر درصد ازت انتقال یافته به عمق در فاضلاب خام کمترین و در آب چاه بیشترین است و پساب تصفیه‌شده نیز در بین آن‌ها قرار دارد. برای کاهش آبشویی نیتروژن مواد مختلفی مورد استفاده قرار گرفته‌اند که از آن‌ها می‌توان به کودهای کندرها، بازدارندگان نیتراتی و زئولیت‌ها اشاره کرد. در میان موارد فوق، زئولیت‌ها به دلیل فراوانی و قیمت مناسب‌تر بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند (Nadav و همکاران ۲۰۱۲، حسینی ابری و همکاران ۱۳۸۶، مهدوی و همکاران ۱۳۹۰). اگرچه پساب‌های شهری دارای منابع غنی نیترات هستند اما در هنگام کاربرد آن‌ها در بخش کشاورزی، نگهداشت این منابع در خاک نیز اهمیت دارد. نیترات به‌عنوان آنیون با بار منفی، تحت تأثیر بار منفی ذرات رس خاک جذب نمی‌شود و به علت بالا بودن قابلیت حل نیترات‌ها در آب، آنیون‌های نیترات به راحتی در پروفیل خاک جابه‌جا می‌شوند (فرداد و همکاران ۱۳۸۷). نگهداشت نیترات از دو جنبه منبع غذایی گیاهان و عدم آلودگی‌های زیست محیطی حائز اهمیت است. Widjastuti و همکاران در سال ۲۰۱۱ نشان دادند که زئولیت طبیعی بسته به زمان تماس، غلظت آمونیوم و واکنش خاک تا ۹۷ درصد قادر به جذب آمونیوم پساب می‌باشد. تحقیقات نشان می‌دهد که زئولیت کلینوپتیلولیت با دارا بودن توانایی کاهش مقدار شستشوی نیتروژن آمونیاکی و نیتراتی، افزایش نگهداری آب و تأخیر در نیتریفیکاسیون جهت اصلاح خاک‌های کشاورزی مناسب می‌باشد (حسینی ابری و همکاران ۱۳۸۶). از سوی دیگر استفاده از اصلاح‌کننده‌های خاک احتمالاً بتواند تا حدودی جذب عناصر سنگین در گیاه را کاهش دهد. در سال ۱۳۹۰ مطالعه‌ای در زمینه ارزیابی اثر اختلاط سطوح مختلف زئولیت طبیعی با خاک به همراه کاربرد پساب تصفیه نشده به‌عنوان آب آبیاری و لجن فاضلاب بر کاهش ورود عناصر سنگین به درون گیاه شاهی توسط هاشمی انجام گرفت. نتایج نشان داد که کاربرد زئولیت باعث کاهش جذب کادمیوم توسط گیاه می‌شود. اگر چه اثر بین تیمارهای زئولیت معنادار نبوده است. تیمارهای آلودگی اختلاف معناداری از نظر جذب کادمیوم توسط گیاه دارند و همچنین جذب این عنصر در گیاه رشد یافته در خاک شنی بیشتر از گیاهانی بوده که در خاک رسی رشد کرده بودند. میزان جذب سرب در تیمارهای دارای لجن فاضلاب کاهش معناداری نسبت به بقیه تیمارها نشان داده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده نوع فلز سنگین موجود در فاضلاب مورد استفاده تعیین‌کننده سطح مورد نظر زئولیت مصرفی است. به‌گونه‌ای که برای جذب عناصر سنگین که به شدت توسط زئولیت جذب نمی‌شوند سطح دو درصد وزنی و برای فلزاتی که تمایل برای جذب با زئولیت دارند سطح یک درصد وزنی زئولیت پیشنهاد گردیده است (مهدوی و همکاران ۱۳۹۰).

اگرچه در رابطه با بررسی ابعاد مختلف مصرف پساب‌های فاضلاب در جهان، کشور و منطقه مطالعات مختلفی انجام گردیده است لیکن نتایج به‌دست‌آمده با توجه به کیفیت پساب‌ها و موقعیت منطقه و مدیریت آن متفاوت می‌باشد. با توجه به اینکه در منطقه مورد مطالعه یکی از کشت‌های رایج، محصولات علوفه‌ای می‌باشد لذا لازم بود که در کنار سایر مطالعات در دست انجام تأثیر استفاده از زئولیت بر عملکرد محصولات علوفه‌ای نیز بررسی شود. بنابراین در بخشی از تحقیق انجام شده تأثیر کاربرد دراز مدت پساب فاضلاب شهری بر تولید سورگوم و ذرت علوفه‌ای و نیز امکان کاهش خطرات ناشی از استفاده از این منبع آب نامتعارف با استفاده از زئولیت به‌عنوان ماده اصلاح‌کننده خاک با قابلیت جذب سطحی بالا و با ارزش اقتصادی پایین مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق جهت تعیین تأثیر کاربرد ماده اصلاح‌کننده زئولیت بر تولید ذرت و سورگوم علوفه‌ای در منطقه‌ای که به مدت ۲۵ سال تحت آبیاری با پساب شهری خارج شده از تصفیه‌خانه شمال اصفهان (برخورار) قرار داشته و همواره نیز با همین پساب آبیاری گردیده بود به اجرا در آمد. طرح تحقیقاتی در غالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در نظر گرفته شد. تیمارها شامل سطوح مختلف زئولیت و تیمار شاهد بود. مقدار زئولیت مصرف شده معادل ۲۰ و ۴۰ تن در هکتار در نظر گرفته شد. در تمامی کرت‌ها طبق محاسبات انجام شده مقدار زئولیت به‌صورت دستی روی خاک ریخته شد و سپس اقدام به شخم زمین و کشت محصولات فوق گردید. کشت علوفه در ابتدای تیرماه انجام شد. برای افزایش دقت اندازه‌گیری از هر واحد آزمایشی سطحی معادل ۲۰ مترمربع برداشت گردید. پس از برداشت نمونه‌ها توزین شدند. جهت یکسان‌سازی مقدار رطوبت نمونه‌ها، مقدار رطوبت آن‌ها تا دمای ۷۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری و در نهایت میزان ماده خشک نمونه‌ها محاسبه شد. نمونه خاک قبل و بعد از کشت از عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ 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. کلیه وزن نمونه‌ها بر اساس تن بر هکتار یکسان‌سازی و مورد بررسی آماری قرار گرفت. سایر اندازه‌گیری‌های دیگر نیز بر اساس دستورالعمل‌های موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شد. محاسبات با نرم‌افزار Excel نسخه ۲۰۱۳، تجزیه آماری با نرم‌افزار SAS نسخه ۹/۱ انجام گردید.



شکل ۱. نمایی از کرت‌های مورد آزمایش در اراضی تحت مدیریت طولانی مدت پساب فاضلاب شهری

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 (در صد)	کربنات کلسیم معادل (در صد)	ماده آلی (در صد)	مس (در صد)	روی (در صد)	منگنز (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	آهن (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	کادمیوم (میلی‌گرم بر کیلوگرم)	سرب (میلی‌گرم بر کیلوگرم)
۳۹/۱۵	۲۵/۲۲	۳۵/۶۰	۳/۵	۷/۱	۲۶/۷۳	۰/۸۷	۱/۴۸	۰/۸	۲/۴۴	۶/۴	۰/۰۸	۲/۳۴

جدول تجزیه واریانس عملکرد ذرت و سورگوم علوفه‌ای در جدول ۲ و نتایج میانگین‌ها نیز در جدول ۳ آمده است. بر اساس نتایج جدول ۲ منبع تغییر تیمار معنادار نشده است. این نتایج بیانگر عدم تأثیر تیمار زئولایت در عملکرد ذرت و سورگوم علوفه‌ای می‌باشد. اگرچه بر اساس نتایج تحقیق سودجانی و همکاران ۱۳۹۱ نشان داده که زئولایت می‌تواند راندمان جذب نیتروژن را افزایش دهد ولی در این شرایط احتمالاً به دلیل وجود مقدار بالای رس در خاک نتوانسته است تأثیری در عملکرد گندم داشته باشد. نتایج مقادیر میانگین ذرت و سورگوم علوفه‌ای نیز نشان می‌دهد که مقدار عملکرد محصولات نسبت به میانگین مناطق مجاور که با آب چاه مورد آبیاری قرار گرفته‌اند و توصیه کودی آن‌ها بر اساس آزمون خاک صورت گرفته است حدود ۲۷-۳۰ درصد بالاتر است. این مسئله نشان‌دهنده تأثیر وجود عناصر غذایی در پساب بر عملکرد می‌باشد. از دیگر دلایل بالاتر بودن عملکرد محصولات مورد بحث نسبت به میانگین مناطق مجاور این است که در هر آبیاری مقدار قابل توجهی از عناصر غذایی در دسترس گیاه قرار می‌گیرد در حالی که در شرایط معمول کودهای شیمیایی تنها در ابتدای آماده‌سازی زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد و تنها از کود نیتروژن به صورت سرک استفاده می‌گردد.

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس (میانگین مربعات) تأثیر زئولایت بر عملکرد سورگوم و ذرت علوفه‌ای در دوره آزمایش

منابع تغییرات	df	سورگوم	ذرت
تیمار	۲	۴۷۸/۴۹ns	۹۳۸/۷۱ns
بلوک	۲	۲۰/۷۶ns	۱۰۶۸/۸۸ns
خطا	۴	۸۹/۷۲	۳۱۲۰/۵۰
ضریب تغییرات		۱۷/۴۹	۳۴/۷۲

ns و * غیر معنادار در سطح پنج درصد.

جدول ۳- نتایج میانگین عملکرد سورگوم و ذرت علوفه‌ای بر حسب تن در هکتار

تیمار	سورگوم	ذرت
شاهد	۵۲/۸۸۳	۶۸/۸۹۰
۲۰ تن در هکتار زئولایت	۶۷/۳۸۶	۱۰۰/۸۲۰
۴۰ تن در هکتار زئولایت	۴۲/۲۲۶	۷۱/۶۶۰

نتیجه‌گیری

این پژوهش نشان داد که کاربرد زئولایت اگرچه ممکن است در جذب برخی عناصر در گیاه مؤثر باشد ولی تأثیری در میزان عملکرد علوفه تولیدی نداشته است. با توجه به عدم تأثیر زئولایت بر عملکرد، پذیرش مصرف آن برای بهبود کیفی محصول توسط کشاورزان مشکل خواهد بود. بر این اساس باید تحقیقات وسیع دیگری در مزرعه با استفاده از مواد اصلاح کننده دیگری نظیر اصلاح کننده‌های آلی و یا با زئولایت با دانه‌بندی ریزتر انجام داد.

منابع

- حسن اقلی، ع.، ع.، ع. لیاقت م. میراب زاده م. وثوقی و ح. فرداد. ۱۳۸۱. بررسی اثرات آبیاری با فاضلاب‌های خانگی بر انتقال مواد به عمق خاک و کیفیت زه آب‌های خروجی از لایسیمتر. کمیته ملی آبیاری و زهکشی ایران، تهران ۳۳۴-۳۱۷: ۱۱
- حسینی ابری، ع.، م. ا. کاوه و م. ر. صالح پرهیزکار. ۱۳۸۶. بررسی ساختار شیمیایی زئولیت‌های طبیعی و مزایای استفاده از آن‌ها به‌عنوان اصلاح کننده خاک‌های کشاورزی. مجله علوم پایه دانشگاه آزاد اسلامی ۱۱-۱۸: ۶۴
- سودجانی طاهری، هاجر طباطبائی، سیدحسن قبادی‌نیا و کاظمیان. ۲۰۱۴. تأثیر روش کاربرد، اندازه ذرات و میزان زئولایت بر نگهداشت نیترات در خاک آبیاری شده با پساب شهری. نشریه علوم آب و خاک-علوم و فنون کشاورزی و منابع طبیعی ۱۸(۶۷): ۴۷-۵۷
- فرداد، ح. و ناشر م. ۱۳۸۷. آبیاری با فاضلاب تصفیه شده با مدیریت در حفظ محیط زیست و اثر آن بر بهداشت: انسان، دام و طیور. انتشارات تندیس شب، تهران
- مهدوی، ع.، ع. م. لیاقت و ی. شیخ محمدی. ۱۳۹۰. حذف نیترات از زه آب کشاورزی با استفاده از زئولیت اصلاح شده. مجله پژوهش آب ایران ۱۲۴-۵: ۱۱۷
- هاشمی، س. ن. ۱۳۹۰. ارزیابی اثر اختلاط سطوح مختلف زئولایت طبیعی با خاک به همراه کاربرد پساب تصفیه نشده به‌عنوان آب آبیاری و لجن فاضلاب بر کاهش ورود عناصر سنگین به درون گیاه شاهی. پایان‌نامه کارشناسی ارشد خاکشناسی. دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان.
- Feigin, A., I. Ravina and J. Shalhevet. 1991. Irrigation with Treated Sewage Effluent: Management for Environmental Protection. Springer- Verlag Pub., Berlin.
- Nadav, I., G. Arye, J. Tarchitzky and Y. Chen. 2012. Enhanced infiltration regime for treated-wastewater purification in soil aquifer treatment (SAT). J. Hydrol. 421: 275-283.
- Widiastuti, N., H. Wu, H. Ming Ang and D. Zhang. 2011. Removal of ammonium from greywater using natural zeolite. J. Homepage 277: 15-23.



16th Iranian Soil Science Congress

University of Zanjan, Iran, August 27-29, 2019



Topic for submission: Ecosystem Pollution, Human Health and Bioremediation

The effect of zeolite on forage production under long-term management of municipal wastewater

Khayambashi B^{*1}, Kavehzadeh N.², Shahabi A. A.¹

¹ Assistant Prof., soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

² MSc., soil and water Research Department, Isfahan Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, AREEO, Isfahan, Iran

Abstract

One of the most important challenges facing the agricultural production is the severe restriction of quality water resources, in Iran. The most important strategies to deal with this scarcity and maintain agricultural production is to use unconventional waters such as municipal Wastewater. Use of these resources can cause some problems in its products. The use of soil amendments can be a solution to reduce some of these risks. Iran as one of the arid and semi-arid regions in the world has a quantitative and qualitative restriction of water resources. In In these circumstances the use of unconventional waters as municipal wastewater in agriculture is one of the ways for crop production. In this research, the effect of different levels of zeolite on forage corn and sorghum yield in land that has been irrigated with municipal wastewater for 25 years has been investigated. This experiment was carried out in a randomized complete block design (RCBD) with different levels of mineral zeolite as soil conditioner (20 and 40 tons per hectares) with three replications. The results of investigation showed that zeolite had not significant effect on forage corn and sorghum yield.

Keywords: Municipal wastewater, zeolite, Forage corn, Forage sorghum

* Corresponding author, Email: bkhayam@yahoo.com