



19th Iranian Soil Science Congress
2-4 December, 2025



نوزدهمین کنگره علوم خاک ایران
۱۳ آذرماه ۱۴۰۴



۰۴۲۵۰-۳۲۰۳۱

مدیریت جامع نگر و هوشمند خاک و آب

Holistic and Smart Soil and Water Management

دانشکده‌گان کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران

College of Agriculture & Natural Resources, University of Tehran



بررسی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک اراضی فضای سبز تحت آبیاری بلند

مدت با پساب فاضلاب شهری

حمید ملاحسینی

استادیار بخش تحقیقات خاک و آب، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، اصفهان، ایران، پست الکترونیک: molahoseini_h@yahoo.com

چکیده

مطالعه حاضر با هدف بررسی تاثیر پساب فاضلاب بر افزایش پایداری کوسیستم خاک دو عرصه فضای سبز در اصفهان انجام شد. ابتدا خاک عرصه های فوق، در دو عمق ۳۰ سانتی متر تا ۶۰ سانتی متر نمونه برداری خاک شد. نمونه‌های خاک برای انجام آنالیز خصوصیات بافت، شوری، اسیدیته، عناصر غذایی کربن آلی، نیتروژن، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، مس و روی و همچنین تعیین غلظت کاتیون ها و آنیون ها به آزمایشگاه ارسال شدند. بررسی نتایج وضعیت شاخص مرکزی پارامترهای مورد آزمایش نشان داد که استفاده بلند مدت پساب فاضلاب شهری، باعث افزایش میانگین مقادیر کربن آلی در لایه سطحی خاک شده به طوری که کربن آلی در لایه سطحی آنها بیش از ۱ درصد بود همچنین برخی عناصر ماکرو نظیر فسفر و پتاسیم لایه سطحی خاک افزایش داشت به طوری که در مناطق مختلف به ترتیب بیش از ۱۸ و ۳۵۰ میلی گرم بر کیلوگرم بودند علاوه بر این عناصر میکرو نظیر آهن، منگنز، روی و مس در اکثر عرصه ها برابر یا بیش از حد بحرانی برای خاک های زراعی بود. لذا نتیجه می شود که پساب فاضلاب شهری با قابلیت بهبود عناصر ماکرو و میکرو خاک، حاصلخیزی خاک و افزایش فعالیت میکروبی خاک مناسب برای آبیاری درختان غیر مثمر در مناطق کویری و بیابانی با هدف افزایش پایداری اکوسیستم می باشد.

واژگان کلیدی: خاک، پساب فاضلاب شهری، پایداری اکوسیستم

مقدمه

کشور ایران با مساحت حدود ۱۶۵ میلیون هکتار مقدار حجم نزولات جوی آن معادل ۴۱۳ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. با توجه به اینکه حدود ۷۰ درصد از کل مقدار بارش یعنی ۲۹۰ میلیارد مترمکعب به صورت تبخیر و تعرق از دسترس خارج می‌شود و حدود ۱۳ میلیارد مترمکعب از طریق رودخانه‌های مرزی به ایران وارد می‌شود، کل حجم آب تجدید پذیر (در صورت تحقق حدود ۲۵۰ میلی‌متر بارندگی در کشور) حدود ۱۳۰ میلیارد مترمکعب برآورد می‌شود. با توجه به ارقام فوق و پیش‌بینی جمعیت یکصد میلیونی برای سال‌های آتی نه‌چندان دور، سرانه آب تجدید پذیر حدود ۱۰۰۰ الی ۱۳۰۰ مترمکعب خواهد بود که با شاخص جهانی وضعیت تنش آبی برای ایران حتمی است. حدود ۹۳ درصد از کل آب مصرفی در ایران صرف آبیاری حدود ۸/۵ میلیون هکتار از اراضی زراعی شده و سهم بخش شرب و صنعت به ترتیب ۵/۸ و ۱/۲ درصد می‌باشد. جوامع شهری و روستایی کانون اصلی مصارف آب برای مقاصد شرب، زراعی، صنعت و تولید فاضلاب انسانی می‌باشند (معاونت برنامه‌ریزی و نظارت رئیس‌جمهور، ۱۳۸۹). در چنین شرایطی که کشور به شدت از لحاظ کمبود منابع آب شیرین رنج می‌برد توجه به منابع غیرمتعارف آب اجتناب‌ناپذیر است (رادانیا و همکاران، ۱۳۹۶؛ پروینی، ۱۳۷۴). از این رو استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع آب پایدار بیش از پیش مورد توجه محققان و مدیران مربوطه قرار گرفته است (مهرآوران و همکاران، ۱۳۹۴). رشد تصاعدی جمعیت و گرایش بسوی صنعت و تکنولوژی همگام با کاربرد روش های مدرن کشاورزی نیاز به منبع های آب را افزایش داده است و در چنین شرایطی استفاده مجدد از فاضلاب کبی از راه های نجات از مشکل کم آبی است. فاضلاب به دست آمده از مصرف آب در زندگی روزمره انسان از ۹۹/۹ درصد آب و ۱/۰ درصد مخلوطی از مواد معلق معدنی، آلی، گازها تشکیل شده است (Musyoki, 2015). محققان مراکشی از پساب ضد عفونی شده جهت آبیاری چمن گلف کارخانه ای در کشور مراکش استفاده نمودند که نتایج به دست آمده نشان داد علاوه بر کلر زنی جهت از بین رفتن باکتر یها باید از هیپوکلرید سدیم (سفید کنند ها) جهت آبیاری چمن زمین گلف استفاده نمود که سبب افزایش شوری خاک و تحت تاثیر قرار دادن رشد چمن شد (Ministry of Power, 2011). پژوهشگران با هدف تاثیر پساب صنعتی بر کیفیت خاک، زمین های فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه استان اصفهان را که با آب چاه و پساب صنعتی آبیاری شده بودند، مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که pH خاک در زمین های آبیاری شده با پساب نسبت به بیمار شاهد آبیاری شده با آب چاه کمتر است و بطور کلی مدیریت آبیاری با پساب جهت فضای سبز مجتمع فولاد مبارکه موجب بهبود کیفیت خاک این زمین ها نسبت به گذشته شد (Moradi Nasab et al., 2016). پژوهش ها بیانگر آن است که استفاده از فاضلا بها بدلیل داشتن غلظت عنصرهای زیاد، بر وضعیت حاصلخیزی و مواد آلی موثر است. در نشست متخصصان سازمان جهانی بهداشت ۱۹۷۳ اعلام گردید تولید پسابی با کیفیت ۱۰۰۰ کلیفرم تا ۱۰۰ میلی لیتر، از نظر فنی به راحتی امکان پذیر است و آبیاری بدون محدودیت محصول ها با چنین پسابی، احتمال دارد مخاطرات بهداشتی بسیار محدودی را موجب شود. در این تحقیق، تاثیر پساب فاضلاب شهری بر برخی ویژگی های فیزیکی و شیمیایی خاک دو عرصه فضای سبز تحت آبیاری با پساب بررسی شد.

مواد و روش ها

تحقیق حاضر باهدف بررسی تاثیر پساب فاضلاب شهری بر برخی ویژگی های خاک دو عرصه فضای سبز انجام شد. از مشکلات عدیده شده است. مبنای انجام مطالعات میدانی و بررسی خاک عرصه های مورد مطالعه بر اساس حدود هر ۵۰ متر حرکت غیر منظم طولی یک نقطه مطالعاتی طراحی گردید. ضمن رعایت فاصله ۵۰ متر فاصله برای نمونه برداری، عمق نمونه برداری های خاک در نیمی از نقاط حداقل ۳۰ سانتی متر و در نیم دیگر تا عمق ۶۰ سانتی متر بود. نمونه ها جهت اندازه گیری پارامترهای بافت، اسیدیته، هدایت الکتریکی، کربن آلی، ازت کل، فسفر، پتاسیم، آهن، منگنز، روی، مس قابل جذب خاک و همچنین آنیون ها

و کاتیون‌های فاز محلول خاک به آزمایشگاه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان اصفهان ارسال شدند. سرانجام پارامتر آماری شاخص مرکزی میانه، مد و میانگین برای نتایج آزمایشگاهی هر دو عمق تعیین و مورد مقایسه و تجزیه و تحلیل آمار توصیفی قرار گرفتند.

نتایج و بحث

ارزیابی پارامترهای شاخص مرکزی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (اعماق ۳۰-۶۰ و ۰-۳۰ سانتی متری) عرصه یک مطابق جدول ۱ نشان داد که بافت خاک در هر دو عمق مورد بررسی دارای توزیع یکنواخت و میانگین درصد رس در هر دو عمق کمتر از ۳۰ درصد و برای گیاهان فضای سبز نسبتاً مناسب بود. شوری خاک، مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها در عمق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متر توزیع یکنواختی داشت بطوریکه میانگین شوری، مجموع آنیون‌ها و کاتیون‌ها در عمق ۰-۳۰ سانتی متر به ترتیب ۱/۹۱ دسی زیمنس بر متر، ۲۰/۸ و ۲۰/۵ میلی اکی والان برلیتر و در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر به ترتیب ۱/۷۶ دسی زیمنس بر متر، ۱۹/۱ و ۱۸/۹ میلی اکی والان برلیتر که برای گیاهان فضای سبز مناسب بود. کربن آلی خاک در هر دو عمق مورد بررسی توزیع یکنواختی نداشت به طوری که میانگین کربن آلی خاک در عمق اول با مقدار ۱/۱ درصد برای گیاهان با ریشه سطحی مناسب ولی میانگین کربن آلی خاک در عمق دوم با مقدار ۰/۳ درصد برای گیاهان درختچه و درخت با ریشه عمیق نامناسب بود. مقادیر فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک در هر دو عمق مورد بررسی توزیع یکنواختی داشت بطوریکه میانگین فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی متر به ترتیب ۳۹/۷ و ۳۵۲/۲ میلی گرم بر کیلوگرم و برای گیاهان فضای سبز مناسب ولی در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر به ترتیب ۱۰/۴ و ۲۸۶/۹ میلی گرم بر کیلوگرم و برای گیاهان فضای سبز نامناسب بود. وضعیت عناصر آهن، منگنز، روی و مس توزیع یکنواختی داشت ولی آهن قابل جذب کمتر از حد بحرانی گیاهان زراعی بود.

جدول ۱- پارامترهای شاخص مرکزی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه یک

عمق نمونه	شاخص مرکزی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	تگرزبانک	کلر	سولفات	مجموع آنیون‌ها	کلسیم و منیزیم	سدیم	مجموع کاتیون‌ها	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	کربن آلی	رطوبت	نسبت	رتبه
		dS/m					meq/l				mgkg-1		%			
۰-۳۰	میانگین	۱/۹۱	۷/۵۱	۲/۹	۸/۶	۹/۳	۸/۲۰	۱۳/۲	۷/۳	۲۰/۵	۳۹/۷	۳۵۳/۲	۱/۱	۵۲/۱	۱۸/۷	۲۹/۲
	میانه	۱/۵۶	۷/۵	۲/۸	۷	۷/۲	۱۶/۹	۱۰/۵	۵/۸	۱۶/۷	۳۹/۱	۳۴۷	۱/۱	۵۶	۱۶	۲۸
	مد	N/A	۷/۵	۲/۴	۷	N/A	N/A	۹	۶/۷	N/A	N/A	۳۳۱	۱/۶	۵۵	۱۶	۲۷
۳۰-۶۰	میانگین	۱/۷۶	۷/۵	۲/۲	۷/۵	۹/۴	۱۹/۱	۱۲/۵	۶/۵	۱۸/۹	۱۰/۴	۲۸۶/۹	۱/۳	۵۸/۵	۱۶/۴	۲۵/۲
	میانه	۱/۴۲	۷/۵	۲	۶	۷/۵	۱۵/۵	۱۰	۵/۶	۱۵/۶	۱۰/۴	۲۶۹	۱/۲	۶۵	۱۰	۲۳
	مد	۱/۴۲	۷/۵	۲	۶	N/A	N/A	۱۰	۵/۶	N/A	N/A	N/A	۱/۲	۷۵	۶	۲۳

ارزیابی پارامترهای شاخص مرکزی برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی (اعماق ۰-۳۰ و ۳۰-۶۰ سانتی متری) عرصه دو مطابق جدول ۲ نشان داد که بافت خاک در هر دو عمق مورد بررسی دارای توزیع یکنواخت و میانگین درصد رس در هر دو عمق کمتر از ۳۰ درصد و برای گیاهان فضای سبز نسبتاً مناسب بود. شوری خاک، مجموع آنیون ها و کاتیون ها در عمق ۰-۳۰ سانتی متر توزیع یکنواختی داشت و با میانگین شوری ۱/۷۹ دسی زیمنس بر متر، ۱۹/۳ و ۱۹/۶ میلی اکی والان بر لیتر برای گیاهان فضای سبز مناسب بود. ولی شوری خاک، مجموع آنیون ها و کاتیون ها در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر توزیع یکنواختی نداشت که باعث افزایش میانگین شوری، مجموع آنیون ها و کاتیون ها به ترتیب تا ۲/۲ دسی زیمنس بر متر، ۲۴/۹ و ۲۴/۲ میلی اکی والان بر لیتر شده است که احتمالاً ناشی از عدم یکنواختی عمق آبیاری بوده است. کربن آلی خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی متر توزیع یکنواختی داشت و با میانگین ۲/۸ درصد برای گیاهان با ریشه سطحی مناسب بود ولی کربن آلی خاک در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر با میانگین ۱/۶ درصد توزیع یکنواختی نداشت. مقادیر فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک در هر دو عمق مورد بررسی توزیع یکنواختی داشت بطوریکه میانگین فسفر و پتاسیم قابل جذب خاک در عمق ۰-۳۰ سانتی متر به ترتیب ۳۹/۵ و ۳۶۷/۲ میلی گرم بر کیلوگرم و در عمق ۳۰-۶۰ سانتی متر به ترتیب ۳۹ و ۳۷۲/۲ میلی گرم بر کیلوگرم و برای گیاهان فضای سبز مناسب می باشند. وضعیت عناصر آهن، منگنز، روی و مس توزیع یکنواختی داشت ولی مقدار روی و منگنز قابل جذب بیشتر و مقدار آهن قابل جذب کمتر از حد بحرانی گیاهان زراعی بود.

جدول ۱- پارامترهای شاخص مرکزی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه دو

عمق نمونه	شاخص مغذی	هدایت الکتریکی	اسیدیته	نیترات	کلر	سولفات	مجموع آنیون ها	کلسیم و منیزیم	سدیم	مجموع کاتیون ها	فسفر قابل جذب	پتاسیم قابل جذب	کربن آلی	رطوبت	رتب	
	dS/m					meq/l	mgkg-1			mgkg-1	mgkg-1	%	%			
۰-۳۰	میانگین	۱/۷۹	۷/۴	۴	۶/۷	۸/۹	۱۹/۶	۱۲/۷	۶/۷	۱۹/۳	۳۹/۵	۳۶۷/۲	۲/۸	۵۸/۵	۲۰/۵	۲۱
۳۰-۶۰	میانگین	۲/۲۴	۷/۵	۳/۶	۱۱/۱	۱۰/۲	۲۴/۹	۱۳/۸	۱۰/۵	۲۴/۲	۳۹	۳۷۲/۲	۱/۶	۵۲/۵	۲۰	۲۷/۴
۰-۳۰	مد	۱/۶	۷/۴	۴	۶	۷/۶	۱۷/۵	۱۲	۶	۱۷/۳	۴۳/۱	۳۷۵	۲/۶۹	۶۳	۱۸/۵	۱۹
۳۰-۶۰	مد	۱/۷	۷/۵	۴	۵	۴/۵	۱۸/۶	۸	۶/۴	۱۸/۴	N/A	۴۱۴	۱/۴۴	۵۵	۱۴	۱۳
۰-۳۰	میانگین	۱/۵۳	۷/۵	۳/۶	۷	۶	۱۶/۸	۱۰	۶/۷	۱۶/۵	۴۷	۳۵۰	۱/۱	۵۳	۱۶/۵	۲۹
۳۰-۶۰	مد	N/A	۷/۴	۳/۶	۵	N/A	N/A	۸	N/A	N/A	N/A	۳۵۰	۰/۵	۲۱	۸	۳۵

نتیجه گیری

نتایج خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک عرصه های مورد مطالعه تحت آبیاری با پساب نشان داد که پساب مصرفی در بلند مدت باعث افزایش غلظت عناصر به خصوص کربن آلی، فسفر، پتاسیم و عناصر کم مصرف آهن، منگنز، روی و مس در لایه های سطحی خاک شده است که از نظر تغذیه بر ای گیاهان کم توقع فضای سبز و مناطق بیابانی مناسب بوده اند. همچنین استفاده از پساب باعث کاهش شوری لایه سطحی شده که با توجه به شوری بالای خاک مناطق بیابانی منبع مناسبی می باشد.

فهرست منابع

-رادنیا، م. ر.، ا. بذرافشان، ف. کردمصطفی‌پور، ع. شهریاری، ر. خاکسفیدی و ز. کریم‌پور. (۱۳۹۶). بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه‌خانه فاضلاب بیمارستان علی بن ابیطالب (ع) شهر زاهدان جهت آبیاری فضای سبز. چهارمین کنفرانس بین‌المللی برنامه‌ریزی و مدیریت محیط-زیست- دانشگاه تهران. ۸-۱.

-معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور. (۱۳۸۹). ضوابط زیست‌محیطی استفاده مجدد از آب‌های برگشتی و پساب‌ها. شماره ۵۳۵، معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس‌جمهور، تهران. شماره ۵۳۵، ۱۵۵.

-مهرآوران، ب.، انصاری، ح. ع. ا. بهشتی و ک. اسماعیلی. (۱۳۹۴). بررسی امکان استفاده از پساب تصفیه‌شده در آبیاری با توجه به اثرات زیست‌محیطی آن (مطالعه موردی پساب خروجی تصفیه‌خانه پرکنآباد مشهد). نشریه آبیاری و زهکشی ایران، ۳(۹): ۴۴۶-۴۳۹.

Ministry of Power. (2011). Environmental codes for reuse of recovering waters and wastewater. Journal of the Strategic Planning and Control Department of the Ministry of Energy. 535.

Moradi Nasab,., Shirvani, M., Shamsaee, M. and Babaie M., (2016). Evaluation of some indicators of chemical and biological quality of soil in green spaces of Mobarakeh Steel Complex, irrigated with well water and industrial waste water. Journal of Soil and Water Sciences, 19 (74), 101-110.

Musyoki, M.S. (2015). University of Nairobi Title: A Study on the Disposal of Hazardous Chemicals, Domestic Waste and Waste Water in Kenya.

Investigation of some physical and chemical properties of green space soil under long-term irrigation with urban wastewater effluent

Hamid Molahoseini

Assistant Professor, Soil and Water Research Department, Isfahan Province Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Isfahan, Iran,
Email: molahoseini_h@yahoo.com

Abstract

The present study was conducted with the aim of investigating the effect of urban wastewater effluent on increasing the soil ecosystem stability of 2 green space areas in Isfahan. First, based on field studies and soil investigation of areas irrigated with urban wastewater effluent, soil samples were collected at two depths of 30 cm to 60 cm. Soil samples were sent to the laboratory for analysis of texture, salinity, acidity, nutrients organic carbon, nitrogen, phosphorus, potassium, iron, manganese, copper and zinc, as well as determination of the concentration of cations and anions. The results of the central index status of the tested parameters showed that long-term use of urban wastewater effluent increased the average amount of organic carbon in the surface layer of the soil, so that the organic carbon in their surface layer was more than 1%. Also, some macro elements such as phosphorus and potassium in the surface layer of the soil increased so that in different areas they were more than 18 and 350 mg/kg, respectively. In addition, micro elements such as iron, manganese, zinc and copper were equal to or above the critical level for agricultural soils in most areas. Therefore, it is concluded that urban wastewater, with its ability to improve soil macro and micro elements, soil fertility, and increase soil microbial activity, is suitable for irrigating non-productive trees in desert and wilderness areas with the aim of increasing ecosystem stability.

Keywords: Soil, urban sewage effluent, soil ecosystem sustainability