

محور مقاله: آلودگی خاک و آب و سلامت محصولات کشاورزی

اثر آبیاری پساب فاضلاب شهری بر جذب و انتقال برخی از فلزات سنگین توسط ریحان

هوشنگ زنده‌بودی^۱، ابراهیم پناهپور^{۲*}، رضا جلیل‌زاده ینگجه^۳^۱ دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مهندسی محیط زیست، گرایش آب و فاضلاب، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران.^۲ دانشیار گروه خاکشناسی، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران^۳ استادیار گروه مهندسی محیط زیست، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

چکیده

یکی از نگرانی‌های دنیای امروز، آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین می‌باشد. در این پژوهش، اثر آبیاری پساب فاضلاب شهری بوشهر بر جذب و انتقال فلزات سنگین توسط سبزی ریحان مورد بررسی قرار گرفت. این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بود. آزمایش بصورت گلدانی و در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تیمار آبیاری شامل، آب معمول آبیاری به عنوان شاهد، مخلوط پساب و آب معمولی به میزان ۵۰ درصد، و پساب فاضلاب شهری با ۳ تکرار انجام شد. در پایان فصل رشد اندام‌های ریشه، ساقه و برگ گیاه تفکیک، خشک و پودر شدند و پس از عصاره‌گیری با تیزاب سلطانی، غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه جذب اتمی گرافیتی مدل Varian قرائت شد. نتایج نشان داد که برگ‌ها از غلظت بالاتری از فلزات نسبت به ریشه و ساقه برخوردار هستند که نشان از جذب و انتقال فلزات به اندام‌های هوایی گیاه است بطوری‌که در آبیاری با پساب غلظت آهن، منگنز، کروم، سرب و کادمیوم به ترتیب ۶/۴۵، ۲/۸۹، ۲/۷۶، ۰/۰۹ و ۰/۰۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. بنابراین لازم است در کاربرد پساب فاضلاب شهری برای آبیاری این محصول احتیاطات لازم را بکار گرفت.

کلمات کلیدی: ضریب انتقال، آلودگی سبزیجات، کادمیوم، کروم، سرب

مقدمه

در سال‌های اخیر به دلیل رشد جمعیت و توسعه شهرنشینی، صنعت و کشاورزی، مصرف سرانه آب و به تبع آن تولید فاضلاب افزایش چشمگیری یافته است. به همین دلیل، استفاده از فاضلاب تصفیه شده به عنوان یک منبع آب پایدار بیش از پیش مورد توجه مدیران صنعت آب و فاضلاب کشور قرار گرفته است. استفاده مجدد از فاضلاب در کشاورزی، امری مقرون به صرفه و در جهت استفاده فاضلاب شهری برای مصارف آبیاری و کشت کاملاً هم راستا با محیط زیست است (نبی‌زاده ۱۳۷۵).

در این میان امکان سنجی کاربرد پساب‌ها و آب‌های برگشتی در مصارف مختلف و تعیین محدودیت‌های کیفی مربوطه، یکی از ابعاد با اهمیت در برنامه‌ریزی و بهره‌برداری از این منابع محسوب می‌شود.

استفاده از فاضلاب در کشاورزی و آبیاری، پر سابقه‌ترین روش استفاده مجدد از پساب است، علاوه بر آن استفاده از پساب در زمین‌های زیر کشت دیم حائز اهمیت است. بخش کشاورزی با توجه به مصرف بالای آب دارای بزرگ‌ترین پتانسیل برای استفاده مجدد پساب تصفیه شده است. استفاده مجدد از پساب تصفیه شده فاضلاب جهت مصارف مختلف شهری و غیرشهری مطابق با استاندارد محیط زیست و میزان تصفیه بعنوان یک راهکار پایدار جهت مقابله با بحران کمبود آب در کشور حائز اهمیت است. همچنین بدلیل وجود مواد مغذی کافی و برآورد بخشی از نیاز کودی فضای سبز و کاهش هزینه‌های مرتبط بر آن، آبیاری با پساب تصفیه شده پیشنهاد می‌گردد (قلی‌کندی و همکاران ۱۳۹۲).

در این مطالعه، اثر آبیاری پساب فاضلاب شهری بوشهر بر جذب و انتقال فلزات سنگین توسط سبزی ریحان مورد بررسی قرار گرفته است. ریحان گیاهی یک‌ساله از تیره نعناعیان است. دارای برگ‌های معطر بوده و در دو نوع سبز و بنفش وجود دارد. این گیاه به عنوان سبزی خوراکی استفاده می‌شود.

* ایمیل نویسنده مسئول: panahpour@gmail.com

¹ Ocimum Basilicum

در ادامه به چند مورد از تحقیقاتی که در این زمینه انجام گرفته است اشاره می‌گردد.

به طور کلی فلزات سنگین موجود در محیط زیست یک خطر بالقوه برای موجودات زنده به شمار می‌آیند. انسان و حیوانات همیشه در معرض آلودگی با فلزات سنگین می‌باشند اینگونه فلزات با ترکیبات ضروری بدن از قبیل اکسیژن، گوگرد و ازت به صورت گروه‌هایی از قبیل S-S، SH، OH، COO و COOH پیوند برقرار می‌نمایند. بیشتر ترکیبات ضروری بدن از جمله آنزیم‌ها و پروتئین‌ها دارای چنین گروه‌هایی می‌باشند در نتیجه فلزات سنگین موجب وقفه فعالیت آنزیم‌ها و اختلال در سنتز ترکیبات ضروری بدن می‌شوند (رکنی ۱۳۷۸).

نتایج بررسی تأثیر کاربرد فاضلاب تصفیه شده شهری بر میزان و الگوی تجمع برخی از فلزات سنگین در نیمرخ خاک زیر کشت ذرت و گوجه فرنگی، نتایج نشان داد که خاک آبیاری شده با فاضلاب تصفیه شده شهری به طور معنی‌داری مقادیر بیشتری از فلزات سنگین مورد مطالعه را در مقایسه با آب معمولی دارا می‌باشد. نتایج این تحقیق همچنین نشان داد که میزان غلظت عناصر سنگین خاک با افزایش عمق و فاصله افقی از گیاه کاهش می‌یابد (کریمی و همکاران ۱۳۹۵).

محمدزاده (۱۳۹۴) در تحقیقی ضمن استفاده از پساب شهری تصفیه شده جهت تولید محصولات زراعی گندم، ذرت علوفه‌ای و گوجه فرنگی نتایج نشان داد که کاربرد پساب موجب افزایش عملکرد محصولات گردید و غلظت عناصر سنگین در خاک و گیاهان آبیاری شده با پساب کم‌تر از حدود استانداردهای تعیین شده بود.

در تحقیقی که توسط Kala & Rouzouosite و همکاران (۲۰۰۸) در یونان انجام شد مشخص شد که میزان فسفر، کادمیوم، کبالت، نیکل و آهن در کلم و گل کلم با پساب فاضلاب تصفیه شده آبیاری شده‌اند به طور قابل توجهی افزایش یافته است. Gupta و همکاران (۲۰۱۰) در مطالعه‌ای با عنوان اثر آبیاری فاضلاب بر سبزیجات و ارتباط آن بر ذخیره و انتقال فلزات سنگین و تغییرات بیوشیمیایی، نشان دادند که بین عناصر آهن، کادمیوم، کروم، منگنز و سرب اندازه‌گیری شده در خاک، آهن بیشترین تجمع را در خاک دارد.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر آبیاری پساب فاضلاب شهری بر جذب و انتقال برخی از فلزات سنگین شامل آهن، منگنز، کروم، سرب و کادمیوم توسط ریحان آزمایشی بصورت گلدانی در قالب بلوک‌های کاملاً تصادفی با سه تیمار آبیاری شامل، آب معمول آبیاری به عنوان شاهد، مخلوط پساب و آب معمولی به میزان ۵۰ درصد و پساب فاضلاب شهری با ۳ تکرار انجام شد. این مطالعه از نوع توصیفی-تحلیلی بود. در پایان فصل رشد اندام‌های ریشه، ساقه و برگ گیاه تفکیک، خشک و پودر شدند و پس از عصاره‌گیری با مخلوط اسیدهای نیتریک، کلریدریک و پرکلریک با نسبت ۱:۴:۴ غلظت فلزات سنگین توسط دستگاه اسپکتروفتومتری جذب اتمی گرافیتی مدل AAS Varian 220 قرائت شد (Estefan و همکاران، ۲۰۱۳). قبل از کاشت بذر از خاک منطقه نمونه‌برداری و میزان فلزات سنگین، همچنین خصوصیات فیزیکی شیمیایی آن اندازه‌گیری شد. پساب استفاده شده در این تحقیق از آخرین برکه تثبیت تصفیه خانه فاضلاب شهر بوشهر واقع در منطقه عالی تهیه شد و آبیاری بصورت روزانه بود.

ضریب انتقال فلز، توانایی گیاه در انباشت فلزات را با توجه به غلظت فلز در خاک ارزیابی می‌کند و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شد.

$$BAF = \frac{C_{plant}}{C_{soil}}$$

در این فرمول BAF ضریب انتقال فلز، C_{soil} و C_{plant} به ترتیب غلظت فلز در بخش خوراکی گیاه و خاک را نشان می‌دهد. نمایی از گلدان‌های آماده شده جهت کشت سبزی در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱- گلدان‌های آماده شده جهت کشت سبزی ریحان

نتایج و بحث

نتایج آزمایش‌های کیفی خاک مورد مطالعه

در جداول ۱ و ۲ برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک و پساب بکار برده شده جهت کشت سبزی آورده شده است.

جدول ۱- برخی از خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک منطقه

میلی گرم بر کیلوگرم					K ppm	P ppm	N(%)	گچ (%)	EC (dS/m)	OM %	pH	بافت خاک
Cd	Pb	Cr	Mn	Fe								
nd	۷/۹۷	۴۸/۰۹	۶۴۹/۰۷	۲۷/۶۴	۱۶۴	۵/۹	۰/۱۵	۰/۶۸	۲/۶	۰/۱۶۵	۷/۸۸	SL

جدول ۲- برخی از خصوصیات شیمیایی پساب مورد استفاده در آزمایش

میلی گرم بر کیلوگرم					EC (dS/m)	pH
Cd	Pb	Cr	Mn	Fe		
۰/۰۱۶	۰/۰۳۸۵	۰/۱۴۳	۶۱/۹۷	۷/۴۷	۲/۰۹	۸/۱۳

اندازه‌گیری غلظت فلزات سنگین در گیاه

در جدول ۳ غلظت فلزات سنگین اندازه‌گیری شده در اندام‌های گیاهی نشان داده شده است، بر این اساس غلظت عناصر سنگین در تیمارهایی که پساب دریافت نموده‌اند بیشتر از تیمار شاهد می‌باشد. در تیماری که در آن پساب فاضلاب شهری به تنهایی مورد استفاده قرار گرفته است غلظت فلزات سنگین جذب شده توسط گیاه بیشتر بوده است.

جدول ۳- غلظت میلی گرم بر کیلوگرم فلزات سنگین در اندام‌های گیاه ریحان

اندام گیاه	تیمار	آهن	منگنز	کروم	سرب	کادمیوم
	شاهد	۰/۷۸	۰/۳۴	۰/۲۱	۰/۰۰۰	۰/۰۰۱
ریشه	مخلوط آب و پساب	۰/۷۶	۰/۵۴	۰/۴۱	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
	پساب	۰/۹۸	۰/۷۷	۰/۵۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۳
	شاهد	۲/۱	۱/۰۵	۰/۳۶	۰/۰۰۵	۰/۰۰۳
ساقه	مخلوط آب و پساب	۲/۲۱	۱/۲۵	۰/۵۹	۰/۰۰۸	۰/۰۰۳
	پساب	۲/۶	۱/۲	۰/۷۸	۰/۰۱	۰/۰۰۵
	شاهد	۴/۴	۱/۶	۱/۰۹	۰/۰۱	۰/۰۰۷
برگ	مخلوط آب و پساب	۵/۰۵	۲/۱۵	۲/۱۱	۰/۰۰۹	۰/۰۰۴
	پساب	۵/۵	۲/۳۴	۲/۴	۰/۰۷	۰/۰۰۹
	میانگین در گیاه	۲/۷۱	۱/۲۵	۰/۹۴	۰/۰۰۱۲	۰/۰۰۴۲
	استاندارد WHO	۰/۳	۰/۳	۰/۱۵	۰/۱	۰/۲
	ضریب انتقال	۰/۱۲	۰/۳۵	۰/۴۷۵	۰/۴۳۵	۰/۱۵

میانگین غلظت فلزات سنگین جذب شده توسط گیاه ریحان برای عناصر آهن، منگنز، کروم، سرب و کادمیوم به ترتیب برابر با ۲/۷۱، ۱/۲۵، ۰/۹۴، ۰/۰۰۱۲ و ۰/۰۰۴ میلی گرم بر کیلوگرم ماده خشک بدست آمد، که در مقایسه با استاندارد سازمان بهداشت جهانی (WHO) غلظت همگی اندازه‌گیری شده بجز سرب و کادمیوم بالاتر از حد استاندارد می‌باشد.

محاسبه ضریب انتقال فلزات سنگین نشان داد که در شرایط استفاده از پساب فاضلاب شهری در کشت ریحان به ترتیب ۱۲، ۳۵، ۴۷/۵، ۴۳/۵ و ۱۵ درصد از آهن، منگنز، کروم، سرب و کادمیوم موجود توسط گیاه جذب و به برگ‌های گیاه منتقل می‌گردند.

نتیجه‌گیری

نتیجه‌ی این بررسی نشان داد که استفاده از پساب فاضلاب شهری بخاطر اینکه محتوی مقادیری از فلزات سنگین هستند باعث افزایش غلظت این عناصر در خاک می‌شوند، که به تبع آن جذب این فلزات توسط گیاهان کاشته شده در خاک نیز افزایش می‌یابد. در این تحقیق بیشترین میزان انتقال برابر با ۴۷/۵ < ۴۳/۵ < ۳۵ < ۱۵ < ۱۲ به ترتیب برای عناصر کروم، سرب، منگنز، کادمیوم و آهن به دست آمد. بنابراین با توجه به انتقال و تجمع عناصر کروم، سرب و منگنز لازم است در استفاده از پساب فاضلاب شهری در آبیاری سبزیجات احتیاط بیشتری انجام داد. همچنین نتایج تحقیق نشان داد که با توجه به فقیر بودن خاک از نظر برخی عناصر غذایی و مواد آلی کاربرد مخلوط پساب فاضلاب شهری و آب معمولی بواسطه تأمین این عناصر و کم بودن میزان فلزات می‌تواند راهگشا باشد. از طرف دیگر با توجه به ضریب انتقال بالای عناصر سنگین توصیه می‌گردد از کشت ریحان جلوگیری به عمل آید و پیشنهاد می‌شود آزمایش را برای سبزیجات غده‌ای مانند تربچه تکرار نموده و در صورتی که تجمع فلزات سنگین در غده مشاهده نشد، کشت آن انجام گیرد.

منابع

- رکنی، ن. ۱۳۷۸. اصول بهداشت مواد غذایی، چاپ سوم، انتشارات و چاپ دانشگاه تهران، ۱۵۴-۱ صفحه.
- کریمی، ب، عبدی، چ، فتحی، ز، گوئیلیان، ه، ۱۳۹۵. تأثیر کاربرد فاضلاب تصفیه‌شده شهری بر میزان و الگوی تجمع برخی از فلزات سنگین در نیمرخ خاک زیر کشت ذرت و گوجه فرنگی. نشریه پژوهش آب در کشاورزی / ب / جلد ۳۰ / شماره ۱.
- نبی‌زاده، ر، بسیم، ی، ۱۳۷۵. تهیه رهنمودهای شیمیایی مرتبط با سلامتی انسان در خصوص آبیاری با فاضلاب. تصفیه شده، مجله آب و فاضلاب، شماره ۲۰.



- APHA, AWWA, WEF, 2005. Standard methods for the examination of water and wastewater. 21th ed. American Public Health Association, Washington DC.
- Estefan, G., Sommer, R. and John Ryan. 2013. Methods of Soil, Plant, and Water Analysis: A manual for the West Asia and North Africa region. Third Edition. 244 pp.
- Gupta, S., Satpati, S., Nayek, S., and Garai, D. 2010. Effect of wastewater irrigation on vegetables in relation to bioaccumulation of heavy metals and biochemical changes. Environmental Monitoring and Assessment. 165(1-4): 169-77.
- WHO. 2010. Evaluation of Certain Food Additives: Seventy-first Report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Geneva: World Health Organization.
- WHO, 2006. Guidelines for the safe use of wastewater, excreta and grey water wastewater use in agriculture.



16th Iranian Soil Science Congress

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



Topic for submission: Soil and Water Pollution and Crop Health

The Effect of Irrigation of Sewage Wastewater on the Recovery and Transfer of Some Heavy Metals by *Ocimum Basilicum*

Zendeh Boudi¹, H., Panahpour*², E., Jalilzade Yengejeh, R.³

¹ M. Sc. Student, Department of Environmental Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

² Associate Prof., Department Soil Science, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

³ Assistant Prof., Department of Environmental Engineering, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran

Abstract

There is One of the worries in the world today is the pollution of agricultural products with heavy metals. In this research, the effect of Irrigation of Bushehr urban wastewater on the adsorption and transfer of heavy metals by *Ocimum Basilicum* vegetable was studied. This study was descriptive-analytic. The experiment was conducted in a completely randomized block design with three irrigation treatments, Normal irrigation water was used as control, mixed waste water and ordinary water by 50%, and municipal wastewater with 3 replications. At the end of the growth season, the root, stem and leaf branches of the plant were dissected, dried and powdered, and after extraction with royal jelly, heavy metal concentrations were read by the Varian graphite atomic absorption device. The results showed that the leaves had higher concentrations of metals than roots and stems, which indicates the absorption and transfer of metals to the plant's air organs. So that in irrigation with wastewater, concentration of iron, manganese, chromium, lead and cadmium was 6.45, 2.89, 2.76, 0.99 and 0.01 mg / kg, respectively. Therefore, it is necessary to use the precautions in the use of municipal wastewater to irrigate this product.

Keywords: Transfer Coefficient, Vegetables, Pollution, Cd, Cr, Pb