مجله پژوهش‌های به زراعی
جلد ۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹

مجله پژوهش‌های به زراعی

اثر آبیاری با پساب تصفیه خانه ها بر میزان تجمع فلزات سنگین در برخی از سبزیجات منطقه رودهن

آزیتا بهبهانی‌نیا[1]*، امین آزادی[2]، سهیلا صادقیان[1]

۱- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد رودهن، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران
۲- دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه زراعت و اصلاح نباتات، تهران، ایران

تاریخ دریافت: ۸۹/۳/۱۶ تاریخ پذیرش: ۸۹/۷/۲۹

چکیده

در زمین‌های کشاورزی موجود در بخش‌هایی از جنوب تهران برای آبیاری از پساب‌های تصفیه خانه‌ها استفاده می‌شود. برای بررسی میزان جذب فلزات سنگین سرب، کادمیم، نیکل، کروم در برخی محصولات کشاورزی آبیاری شده با پساب، آزمایشی به صورت اسپیلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه رودهن صورت پذیرفت. فاکتور اصلی تیمار آبیاری (پساب تصفیه خانه و آب شهر) و فاکتور فرعی سبزیجات (پیاز، تربچه، کاهو، نعناع و تره) مختلف در نظر گرفته شدند. پس از اعمال تیمارها و جمع‌آوری داده‌ها تجزیه واریانس انجام شد. نتایج نشان داد که اثر آبیاری بر همه صفات به جز وزن تازه گیاهان معنی‌دار است و بین گیاهان مختلف نیز از نظر همه صفات تفاوت معنی‌دار دیده شد. همچنین اثر متقابل آبیاری در گیاهان نیز برای صفات میزان سرب، کادمیوم، کروم و وزن خشک گیاهان معنی‌دار شد. بنابر نتایج بدست آمده مقدار کروم و کادمیم در این گیاهان هم برای گیاه و هم برای انسان از مقادیر استاندارد بیش‌تر است. بیش‌ترین مقدارکروم و کادمیم به ترتیب در کاهو و تربچه با ۳۱/۳ و ۲/۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم، کم‌ترین مقدار در پیاز ۷/۰ و در نعنا ۰/۸ میلی‌گرم بر کیلوگرم بدست آمد. گیاه پیاز کم‌ترین و کاهو و تربچه بیش‌ترین جذب را نشان دادند. با توجه به نتایج، هنگامی که از آب شهر برای آبیاری استفاده می‌شود، جذب فلزات در همه‌ی سبزیجات نزدیک به صفر است. بنابراین آبیاری با پساب و فاضلاب سبب افزایش مخاطرات زیست محیطی می‌شود و انتخاب گیاهانی که پتانسیل تجمع کم‌تری نسبت به فلز دارند، می‌تواند راهکار مؤثری باشد.

واژه‌های کلیدی: آبیاری، پساب، صفات مورفولوژیکی، تصفیه خانه فلزات سنگین

---

* نگارنده مسئول (Azitabehbahani@yahoo.com)

Archive of SID
www.SID.ir

مقدمه

در تهران روزانه بیش از دو میلیون متر مکعب فاضلاب تولید می‌شود که حجم قابل توجهی می‌باشد. وجود زمین‌های حاصلخیز در اطراف شهر و بازار مصرف گسترده محصولات کشاورزی در مجاورت آن‌ها، به کارگیری پساب فاضلاب را در امر کشاورزی با جاذبه بسیار همراه می‌سازد اما ورود فلزات سنگین از راه پساب و لجن در خاک یکی از مسائل مهم زیست محیطی می‌باشد.

تجمع فلزات سنگین در خاک‌های تحت آبیاری با فاضلاب نه تنها موجب آلودگی خاک می‌شود بلکه بر روی امنیت و کیفیت غذای انسان اثر خواهد گذاشت (Muchuweti *et al*., 2006). مصرف محصولات کشاورزی آلوده به فلزات سنگین می‌تواند سبب کاهش برخی مواد مغذی اساسی در بدن انسان شود. همچنین سبب کاهش دفاع ایمنی بدن، تأخیر در رشد جنین، سوء تغذیه و شیوع انواع سرطان‌های معده و روده را موجب می‌شود (Turkdogan *et al*., 2003). سرب، به سیستم اعصاب مرکزی از راه اثرات بیوشیمیایی تقریباً ناشناخته بر روی سلول‌ها و اعصاب مغز، آسیب می‌رساند. این امر می‌تواند به بروز علائمی اعم از خستگی، سردرد، تشنج ، فلج مغزی و عقب ماندگی ذهنی منجر شود (نوری و فردوسی، ۱۳۷۹). در کشور کویت استفاده از فاضلاب شهری در کشاورزی سبب افزایش جذب کادمیم در حد سمیت بود (Al Enezi *et al*., 2004). نتایج مطالعه‌های Amusan *et al* (2005) در کشور نیجریه نشان داد غلظت فلزات سنگین در سبزیجات برگی و میوه‌ها و همچنین نمونه‌های خاک تحت آبیاری با پساب‌های شهری بیشتر از نمونه‌های شاهد بود. در نیجریه، خاک‌هایی که در آن‌ها زباله و مواد زائد شهری دفن می‌شود به عنوان کود در مناطق کشاورزی به کار می‌رود همچنین خاک‌هایی تحت عنوان کمپوست توسط کشاورزان بدون توجه به وجود مواد زائد خطرناک در مزارع مصرف می‌شوند. نتایج این تحقیق نشان داد غلظت روی ۱۰۲/۱۱-۶۳/۲، کبالت ۱۳۲/۱۴-۳۶، مس ۷۲/۹۹-۳۶/۵، سرب ۴۱۸/۵۸-۶۳/۵۸ و کادمیم ۴۷/۰۶-۱۷ میکروگرم بر گرم بدست آمد. بنابراین اگر چه استفاده و به کارگیری پساب برای آبیاری از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است ولی در طولانی مدت سبب می‌شود سلامت مردم مصرف کننده را به مخاطره اندازد (Mapanda *et al*., 2007).

نتایج حاصل از تحقیقات ترابیان و مهجوری (۱۳۸۱) بر روی اراضی کشاورزی جنوب تهران نیز نشان می‌دهد بیش‌تر گیاهان دارای مقادیر بیش از حد مجاز کروم و کادمیم می‌باشند ولی تجمع کادمیم در تیره‌ی اسفناجیان و شب بو بیش‌تر می‌باشد.

در تهران، قسمتی از فاضلاب‌ها به جنوب شهر منتقل شده و با توجه به کمبود آب از این پساب‌ها برای آبیاری زمین‌های کشاورزی دشت ورامین استفاده می‌شود. با توجه به استفاده از حجم قابل توجهی از پساب و لجن تصفیه‌خانه‌ها در دشت ورامین بررسی اثرات استفاده از پساب و لجن بر خاک‌ها و محدودیت‌های کیفی استفاده از پساب و لجن برای آبیاری محصولات خاص از جمله مواردی است که با توجه به الگوی کشت متداول در دشت ورامین باید مورد توجه قرار گیرد. تحقیق حاضر برای ارزیابی اثرات آبیاری با پساب حاصل از تصفیه خانه‌ها و فاضلاب در محتوای فلزات سنگین سبزیجات و برخی صفات مورفولوژیکی آن‌ها است.

مواد و روش‌ها

برای بررسی اثر آبیاری با پساب خروجی تصفیه خانه بر غلظت فلزات سنگین و برخی صفات مورفولوژیکی در سبزیجات در هنگام برداشت، در

Archive of SID

www.SID.ir

فروردین و اردیبهشت ماه ۱۳۸۹ آزمایشی به صورت اسپیلیت پلات در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در دانشگاه آزاد اسلامی واحد رودهن صورت پذیرفت. اندازه هر تکرار ۱۰×۲ متر در نظر گرفته شد. سپس گیاهانی مانند پیاز، تربچه، کاهو، نعناع و تره کشت شده و بر اساس تیمارها، هرسه تکرار تحت آبیاری با پساب و آب شهر قرار گرفتند. بعد از اعمال تیمارها و در زمان برداشت، نمونه‌برداری صورت گرفت. برای آماده‌سازی نمونه‌ها، اسیدنیتریک غلیظ به نمونه‌ها اضافه و برروی هیتر تا نزدیک خشک شدن به آرامی حرارت داده شد (Clescent *et al*., 2004) و سپس به وسیله‌ی دستگاه جذب اتمی (واریان مدل ۲۰۰) غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیم، کروم، نیکل در نمونه‌های پساب تعیین شد. از خاک مزرعه نمونه‌برداری شد و نیتروژن خاک به روش کجلدال، فسفر خاک به وسیله‌ی دستگاه اسپکتروفتومتر، pH خاک به وسیله دستگاه pH متر، بافت خاک به وسیله‌ی هیدرومتر، مواد آلی خاک به روش خاکستر مرطوب اندازه‌گیری شد (علی‌احیایی، ۱۳۷۶).

بعد از نمونه‌برداری از محصولات کشت شده، نمونه‌ها کاملاً شسته شده در دستگاه آون به مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند از هر گیاه به طور دقیق ۱ گرم وزن و به کروزه چینی منتقل شد. نمونه‌های خشک و پودر شده در کوره الکتریکی در دمای ۴۵۰ درجه به مدت ۲ساعت خاکستر شدند خاکسترها با ۱تا ۳ میلی‌لیتر آب مرطوب و کروزه‌ها روی هیتر حرارت داده شدند سپس ۵ میلی‌لیتر اسید کلریدریک ۶ مولار به خاکسترها اضافه و دوباره بر روی هیتر حرارت داده شد و باقیمانده در ۱۰ تا ۳۰ میلی‌لیتر از اسید نیتریک ۰/۱ نرمال حل شده کروزه را با احتیاط چرخانده تا همه خاکستر با اسید در تماس باشد. با شیشه ساعت روی کروزه‌ها را پوشانیده و به مدت ۲ ساعت ثابت نگه داشته شدند و پس از هم زدن به بطری‌های پلاستیکی که قبلاً با اسید شسته شده بودند، منتقل شدند و با دستگاه جذب اتمی غلظت فلزات سنگین در نمونه‌ها تعیین شد (Clescent *et al*., 2004).

نتایج و بحث

نتایج حاصل از اندازه‌گیری برخی خصوصیات فیزیکی و شیمیایی خاک در جدول ۱ نشان داده شده است. همان طور که در این جدول مشاهده می‌شود بافت خاک لومی و درصد مواد آلی خاک مانند بیش‌تر خاک‌های ایران کم و حدود ۰/۵٪ می‌باشد. مواد آلی خاک می‌توانند با فلزات سنگین مانند سرب و کادمیم کمپلکس تشکیل دهند که در صورت محلول بودن می‌توانند توسط گیاهان جذب شوند و در صورت تشکیل کمپلکس‌های غیر محلول، در خاک باقیمانده و غیر قابل دسترس خواهند شد. میانگین درصد رطوبت اشباع نشان می‌دهد رس کمی در خاک وجود دارد. درصد کربنات کلسیم نیز در حد متوسط است. کربنات کلسیم موجب می‌شود فلزات سنگین جذب آن شود و کم‌تر وارد محلول خاک می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۱– برخی خصوصیات فیزیکو شیمیایی خاک پایلوت‌ها

درصد تخلخل	درصد رطوبت اشباع	ازت	فسفر	درصد مواد آلی	درصد کربنات کلسیم	CEC	pH	بافت
۰/۵	۱/۳۷	۱/۴	۲۰	٪۰/۵	٪۰/۱۵	۳۵/۵	۷/۳	لومی

در جدول ۲ میانگین غلظت فلزات سنگین در پساب تصفیه خانه، نهرهای جنوب تهران و بیش‌ترین غلظت مجاز برای آبیاری با هم مقایسه شده است. همان طور که در جدول مشخص شده غلظت کادمیم در پساب تصفیه خانه بیش‌تر از حد مجاز برای آبیاری است.

جدول ۲– مقایسه غلظت فلزات سنگین پساب تصفیه خانه شوش و نهرهای جنوب تهران با ماکزیمم غلظت پیشنهاد شده در آبیاری mg/L

عنصر	میانگین غلظت پساب تصفیه خانه	میانگین غلظت نهرهای جنوب تهران	ماکزیمم مجاز غلظت جهت آبیاری
سرب	۰/۳۲	۰/۱۲	۵
نیکل	۰/۱	۲/۹۸	۰/۲
کروم	۰/۰۶	۰/۳۲	۰/۱
کادمیم	۰/۰۲۳	۰/۰۲	۰/۰۱

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر آبیاری بر همه‌ی صفات به جز وزن تازه گیاهان معنی‌دار است و بین گیاهان مختلف نیز از نظر همه صفات تفاوت معنی‌دار دیده شد. همچنین اثر متقابل آبیاری در گیاهان نیز برای صفات میزان سرب، میزان کادمیوم، میزان کروم و وزن خشک گیاهان معنی‌دار شد (جدول ۳).

جدول ۳– تجزیه واریانس اثر آبیاری و گیاه بر صفات مورد آزمون

منابع تغییرات	درجه آزادی	میانگین مربعات						
		Pb	Ni	Cd	Cr	وزن تازه گیاهان	وزن خشک گیاهان	طول برگ
تکرار	۲	۰/۰۳۶ ns	۰/۰۵۲ ns	۰/۰۷۳ ns	۱۱۳/۶۱ ns	۰/۱۲۹ ns	۰/۰۳۲ ns	۰/ ۰۷۳ ns
آبیاری	۱	۳۲/۲۴**	۲۹/۴**	۱۳/۶۰۱**	۳۶۴۱/۰۸*	۰/۹۷۲ ns	۲/۰۲۸*	۳/۴*
خطای a	۲	۰/۰۵۸	۰/۰۰۴	۰/۰۵	۱۱۵/۶۵	۰/۱۴۴	۰/۰۲۵	۰/۰۸۵
گیاهان	۴	۱/۲۳**	۰/۳۵۱*	۰/۷۱**	۱۶۰/۴۷*	۵۸/۲۲**	۸/۸۳**	۵۷/۵۵**
آبیاری×گیاهان	۴	۱/۰۵۷**	۰/ ۲۶۴ ns	۰/۲۸**	۱۴۲/۱۵*	۰/۰۴۹ ns	۰/۰۷۳**	۰/۲۵۶ ns
خطای b	۱۶	۰/۱۹۸	۰/۱۱۳	۰/۰۳۵	۳۹/۱۶	۰/۰۶۱	۰/۰۱۱	۰/۲۴۲
ضریب تغییرات(درصد)		۳۱/۸۷	۲۵/۲۷	۲۴/۱۳	۵۲/۸۱	۶/۹۶	۸/۰۵	۷/۵۶

* و ** به ترتیب معنی‌داری در سطح احتمال ۱٪ و ۵٪ . ns: عدم تفاوت معنی‌دار

Archive of SID

www.SID.ir

مقایسه‌ی نتایج حاصل از اندازه‌گیری فلزات سنگین در سبزیجات آبیاری شده با آب شهر و پساب، تفاوت قابل ملاحظه‌ای نشان می‌دهند. هنگامی که از آب شهر برای آبیاری استفاده می‌شود جذب فلزات در سبزیجات در همه موارد نزدیک به صفر می‌شود.

در جدول ۴ اندازه طول برگ گیاهان در گیاهان در دو نوع آبیاری نشان داده شده است همان طور که از جدول‌ها مشخص است اندازه‌ی طول برگ گیاهان در پیاز و نعنا در آبیاری با پساب به طور قابل ملاحظه‌ای بیش‌تر است ولی در تره، کاهو و تربچه این تفاوت محسوس نیست.

جدول ۴ – میانگین اندازه طول برگ گیاهان در آبیاری با پساب و آب شهر

گیاه	میانگین طول برگ (سانتی‌متر)	
	آبیاری آب شهر	آبیاری پساب
پیاز	۹/۳a	۱۱/۰a
تربچه	۵/۵d	۵/۴d
کاهو	۸/۵b	۸/۵b
نعناع	۱/۵e	۲/۵e
تره	۷/۰c	۷/۰c

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

در جدول‌های ۵ و ۶ تفاوت تغییرات وزن خشک و مرطوب گیاهان تحت آبیاری با آب شهر و پساب مشخص شده است. جدول ۵ نشان می‌دهد، در بیش‌تر سبزیجات تحت آبیاری با پساب وزن خشک گیاهان بیش‌تر است. جدول ۶ نیز نشان می‌دهد، وزن همه‌ی سبزیجات تحت آبیاری با پساب به جز تره پس از برداشت آن‌ها بیش‌تر از وزن سبزیجات تحت آبیاری با آب شهر بدست آمد.

جدول۵ – میانگین وزن خشک گیاهان آبیاری شده با پساب و آب شهر

گیاه	وزن خشک گیاه در شرایط آبیاری با آب شهر(g)	وزن خشک گیاه در شرایط آبیاری با پساب(g)
پیاز	۸/۲a	۵/۳b
تربچه	۵/۰b	۲/۱c
کاهو	۲/۱c	۶/۱a
نعناع	۱/۰d	۵/۰b
تره	۱/۰d	۲/۰c

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۶ – میانگین وزن تازه گیاهان آبیاری شده با پساب و آب شهر

گیاه	وزن تازه گیاه در شرایط آبیاری با آب شهر(g)	وزن تازه گیاه در شرایط آبیاری با پساب(g)
پیاز	۹/۸a	۵/۹d
تربچه	۷/۲c	۹/۲a
کاهو	۸/۳b	۸b
نعناع	۱/۱d	۷/۱c
تره	۱d	۱e

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد

نتایج مقایسه‌ی میانگین صفات میزان نیکل، وزن تازه گیاهان و طول برگ نشان داد که از نظر میزان نیکل آبیاری با آب شهر دارای کم‌ترین میزان و از نظر طول برگ آبیاری با فاضلاب دارای بیش‌ترین میزان می‌باشند. همچنین مقایسه‌ی گیاهان مختلف نشان داد که از نظر صفت جذب نیکل گیاه پیاز و نعناع نسبت به سایرین دارای جذب کم‌تری بودند اگرچه بین این دو گیاه و سایر گیاهان تفاوت معنی‌داری دیده نشد. از نظر طول برگ و وزن تازه گیاه پیاز بالاترین میزان را دارا بود (جدول ۷).

جدول ۷– مقایسه میانگین ساده اثر آبیاری و نوع گیاه بر برخی صفات مورد آزمون

تیمارها	صفات		
	(mg/kg) Ni	وزن تازه گیاهان (g)	طول برگ (g)
آبیاری			
آب	۰/۳۴a	۳/۳۸a	۶/۱۷b
فاضلاب	۲/۳۲b	۳/۷۴a	۶/۸۴a
گیاهان			
پیاز	۱/۰۸۳a	۸/۷۸۳a	۹/۹۱۷a
تربچه	۱/۵۶۷a	۲/۷c	۵/۳۶۷df
کاهو	۱/۳۵a	۳/۸۵b	۸/۳۶۷b
نعناع	۱/۰۸۳a	۱/۳۸d	۱/۸۵e
تره	۱/۵۶۷a	۱/۱۱d	۷/۰۵c

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

در خصوص سایر صفات به دلیل معنی‌دار شدن اثر متقابل، مقایسه‌ی میانگین گیاهان در هر سطح، آبیاری به طور جداگانه صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که بین گیاهان مختلف از نظر غلظت عناصر سرب، کادمیم و کروم در آب شهر تفاوت معنی‌داری وجود ندارد (به جز غلظت کادمیم در کاهو) .

در جدول ۸ غلظت فلزات سنگین در سبزیجات نشان داده شده است. همان طور که مشخص شده بیش‌ترین غلظت سرب در شرایط آبیاری با پساب در تره با (۳/۸۳۳ mg/kg) و کم‌ترین در پیاز (۱/۵۷۶ mg/kg) بدست آمد. بیش‌ترین جذب کادمیم در تربچه (۲/۱۰mg/kg) و کاهو

Archive of SID

www.SID.ir

(۱/۹۶۷mg/kg) و کم‌ترین در نعنا (۰/۸۶۶mg/kg)، بیش‌ترین غلظت کروم نیز در کاهو (۳۱/۳۳ mg/kg) و کم‌ترین در پیاز (۷/۰۰mg/kg) تعیین شده است. قابل ذکر است میزان جذب هر فلز سنگین خاک توسط گیاه تابع نوع خاک و ویژگی‌های آن، نوع فلز سنگین و شکل‌های آن و بالاخره نوع گیاه است.

بیش‌ترین مقدار مجاز سرب در گیاه برای انسان ۵ mg/kg می‌باشد. بر اساس نتایج بدست آمده تمام نمونه‌ها کم‌تر از حد مجاز سرب جذب کرده‌اند. بیش‌ترین مقدار سرب جذب شده در گیاه تره ۳/۸ mg/kg و کم‌ترین مقدار در پیاز۱/۵ mg/kg بدست آمد. مقدار کادمیم در گیاه برای مصرف انسان نباید از ۰/۱ mg/kg تجاوز کند. در تمام نمونه‌ها بیش‌تر از حد مجاز کادمیم جذب کرده‌اند. کم‌ترین مقدار کادمیم در نعنا ۰/۸و بیش‌ترین در تربچه ۲/۲ بدست آمد.

با توجه به این‌که مقدار زیان‌آور کرم در گیاه برای انسان بیش از ۱ میلی‌گرم بر کیلوگرم است مطابق جدول ۸ مقدار کروم در همه‌ی نمونه‌های مورد مطالعه بیش از مقدار مجاز می‌باشد، بطوریکه کم‌ترین مقدار در پیاز ۷ mg/kg و بیش‌ترین مقدار در کاهو ۳۱/۳ mg/kg می‌باشد. لازم به ذکر است که در حالت عادی روزانه حدود ۲۰ mg/kg-۶۰۰ کروم از راه غذا وارد بدن انسان می‌شود (Zuane, 1990). نتایج تحقیقات Alloway (1990) نشان می‌دهد، میزان کروم در گیاه آلوده ۵ mg/kg-۳۰ می‌باشد. مقدار متوسط نیکل که روزانه از طریق تغذیه وارد بدن انسان می‌شود حدود ۴۰۰-۵۰۰ میکروگرم می‌باشد (Zuane, 1990). همه‌ی گیاهان تحت کشت مورد مطالعه بیش از ۱/۷ میلی‌گرم بر کیلوگرم نیکل جذب کرده‌اند که در تره و تربچه ۶/ ۲ و در پیاز ۱/۷ می‌باشد. میزان نیکل در گیاه آلوده ۱۰-۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم می‌باشد (Alloway, 1990).

جدول ۸– مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری و نوع گیاه بر صفات مورد آزمون

A سطوح (آبیاری)	B سطوح (گیاهان)	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Cr (mg/kg)	وزن خشک گیاهان (g)
آب شهر	پیاز	۰/۵۶۶a	۰/۰۰۰a	۰/۴۰a	۲/۸۶۷a
	تربچه	۰/۴۳۳a	۰/۱۰۰a	۱/۴۰a	۰/۸۶۶c
	کاهو	۰/۱۰۰a	۰/۴۳۳b	۰/۵۷a	۱/۲۳۳b
	نعناع	۰/۲۰۰a	۰/۰۰۰a	۱/۴۳a	۰/۱۶۶d
	تره	۰/۵۰۰a	۰/۰۰۰a	۰/۳۷۶a	۰/۱۳۳d
فاضلاب	پیاز	۱/۵۶۷a	۱/۱۶۷a	۷/۰۰a	۳/۷۶۷a
	تربچه	۲/۴۳۳a	۲/۱۰۰b	۳۰/۶۷b	۱/۳۶۷c
	کاهو	۲/۳۰۰a	۱/۹۶۷b	۳۱/۳۳b	۱/۶۰۰b
	نعناع	۲/۰۳۰a	۰/۸۶۶a	۲۵/۶۷b	۰/۵۳۳d
	تره	۳/۸۳۳b	۱/۱۶۷a	۱۹/۶۷b	۰/۶۰۰d

حروف مشابه در هر ستون بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار بر اساس آزمون دانکن در سطح احتمال ۱٪ می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

در کل در آبیاری با فاضلاب گیاه پیاز کم‌ترین میزان جذب و گیاهان تره ، تربچه و کاهو بیش‌ترین میزان جذب را نشان دادند (جدول ۸).

بنابر نتایج بدست آمده می‌توان نتیجه گرفت علی‌رغم کم بودن غلظت فلزات در پساب، مقادیر برخی از فلزات سنگین در گیاهان بیش‌تر از حد مجاز می‌باشد به طوری که مقدار کروم در این گیاهان هم برای گیاه و هم برای انسان از مقادیر استاندارد بیش‌تر است یا مقدار کادمیم چند برابر مقدار مجاز آن در گیاه برای مصرف انسان می‌باشد.

بنابراین باید به مخاطرات زیست محیطی آبیاری با پساب و فاضلاب توجه داشت و در صورت نیاز به استفاده از آن‌ها، حتماً تصفیه این منابع آبی بر اساس استانداردهای مصارف آبیاری صورت گیرد. با بررسی میزان و شدت جذب فلزات سنگین مختلف توسط هر گیاه و تعیین فلزات آلاینده در هر منطقه می‌توان از گیاهانی که پتانسیل تجمع کم‌تری نسبت به آن فلز دارند در هر منطقه استفاده کرد و آن‌ها را تحت کشت قرار داد.

منابع

نوری،ج و س.فردوسی. ۱۳۷۹. شیمی محیط زیست. مرکز علمی دانشگاه آزاداسلامی، صفحه ۶۷۸ .

ترابیان،ع. و م.مهجوری. ۱۳۸۱. بررسی اثر آبیاری با فاضلاب روی جذب فلزات سنگین بوسیله سبزی‌های برگی جنوب تهران. مجله علوم خاک و آب جلد ۱۶، شماره ۲، ص ۱۹۰-۱۹۷.

علی‌احیایی،م. ۱۳۷۶. شرح روش‌های تجزیه شیمیایی خاک، نشریه شماره ۱۰۲۴، مؤسسه تحقیقات آب و خاک، صفحه ۴۴.

Al Enezi,G., M.F.Hamoda, and N.Fawzi. 2004. Heavy metals content of municipal wastewater and sludges in Kuwait. Journal of Environmental Science and Health. 39:2, 397-407.

Alloway,B.J. 1990. Heavy metals in soils. Gohn Wiely and sons Inc. New York. Pp 20-27.

Amusan,A.A., D.V.Ige, and R.Olawale. 2005. Characteristics of soils and crops uptake of Metals in Municipal waste Dump sites in Nigeria Journal Human Ecology. 17(3): 167-171.

Clescent,L.S., A.E.Greenberg, and A.S.Eaton. 2004. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.2004. The American Public Health Association. Pp 1265-1275.

Mapanda,F., E.N.Mangwayana, J.Nyamangara, and K.E.Giller. 2007. Uptake of heavy metals by vegetables irrigateel using wastewater and the subsequent risks Harare, Zimbabwe .Physics and chemistry of the Earth 32 (2007) 1399-1405.

Muchuweti,M., J.W.Birkett, E.Chinyanga, R.Zvauya, M.D.Scrimshaw, and J.N.Lester. 2006. Heavy metal content of vegetables irrigated with mixture of wastewater and sewage sludge in Zimbabwe: implications for human health. Agriculture, Ecosystem, and Environment, 112: 41-48.

Archive of SID

www.SID.ir

Turkdogan,M.K., K.Feviz, K.Kazim, T.Ilyas, and U.Ismail. 2003. Heavy metals in soil, vegetables and fruits in the endemic upper gastrointestinal cancer region of Turkey. Environ. Toxicol. Phamacol.13: 175-179.

Zaune,P.E. 1990. Handbook of Drinking Water Quality Standards and Controls. Van Vostrand Reinold, New York. Pp. 64-103.

Archive of SID

www.SID.ir