بررسی فلزات سنگین فاضلاب نهر فیروزآباد پس از آبیاری مزارع سبزیجات جنوب تهران

دکترمحمود اسدی [۱] ، مهندس ناصر بازرگان [۲]

واژه های کلیدی : *آلودگی آب ، فلزات سنگین ، فاضلاب ، تهران*

چکیده

در تحقیق انجام شده آلودگی فاضلاب نهر فیروزآباد، خاک، گیاه و آب شاهد به عناصر کادمیوم ، سرب، کروم، جیوه، نیکل و روی در منطقه روستای فیروزآباد واقع در جاده ورامین که حدود ۳۰ سال است از فاضلاب نهر آبیاری می شوند، مورد بررسی قرار گرفت.

نتایج حاصل از آزمایش و بررسی نشان میدهد که خاک زمین مورد مطالعه در عمق ۲۰-۰ سانتیمتری با حدود اعتماد ۹۹ درصد تغییرات میانگین دارای فلزات سنگین (حد بالا و حد پائین) کادمیوم ۱/۵ و ۰/۸ ، سرب ۸/۶۸ و ۵/۵۱ ، کروم ۲/۶ و ۱/۴ و روی ۲۱۸/۵ و ۹۳/۴۶ است که کمتراز حد آستانه می باشد.

در بررسی آماری با حدود اعتماد ۹۹ درصد، تغییرات میانگین مقدار عناصر سنگین در سبزیجات مزرعه مورد آزمایش نشان میدهد مقدار کادمیوم در سبزیجات در صورت مصرف ۱۰۰ گرم سبزی خشک مخلوط (معادل یک کیلوگرم تر) ۴۵ درصد از حداکثر مجاز دریافتی روزانه از رژیم غذائی (۵۷-۷۱ میکروگرم) را تشکیل میدهد. لذا مصرف آن بی خطر خواهد بود و با توجه به اینکه کمترین مقدار عنصری از فلزات سنگین گیاه که میتواند مصرف آن سلامت انسان راتهدید نماید کادمیوم است و از طرفی دیگر قابلیت جذب کادمیوم توسط گیاه بسیار زیاد می باشد، بنابراین مصرف سبزیجات از نظر سرب، روی ، کروم بلااشکال میباشد.

۱- گروه مهندسی بهداشت ، دانشکده بهداشت ، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران ، صندوق پستی ۶۴۴۶ - ۱۴۱۵۵.

۲- اداره کل بهداشت محیط، وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی .

سرآغاز

نهر فیروزآباد از قدیمی ترین و پرآب ترین کانالهای موجود در تهران است. کانال از شمال غربی و غرب شهر به طرف جنوب شهر در جریان است. جریان فاضلاب دراین نهر دائمی و دبی میانگین حدود ۴/۵ مترمکعب در ثانیه و درفصول بارانی به ۹ متر مکعب در ثانیه می رسد (۴). نهر مزبور فاضلابهای سطحی نواحی از غرب، شمال غربی، جنوب و شرق تهران و فضولات زیان آور تعدادی از صنایع، اماکن عمومی، بیمارستانها و کشتارگاهها را دریافت می دارد صنایع عمده ای که پسابها و پس مانده ها جامدشان وارد این نهر می شود عبارتند از : نساجی، دباغی، کارگاههای گلگیرسازی، آب فلزکاری، تراشکاری، قالیشویی، روغن کشی، تعویض روغن و غیره. حدود ۳۰ سال است فاضلاب نهر فیروزآباد بدون هیچگونه تصفیه برای آبیاری در کشاورزی بخصوص آبیاری سبزیجات استفاده می شود نهر فیروزآباد در قسمت های قابل توجهی از طول مسیر روباز و بعلت وجود مواد زائد خطرناک ، میکروارگانیسم ها و انگل های متنوع در آن خطر جدی برای سلامت ساکنین شهر ۷ میلیونی تهران را به ارمغان می آورد.

فلزات سنگین نظیر جیوه ، کادمیوم، سرب، نیکل، روی و قلع و مس موجود در مواد زائد خطرناک نهر فیروزآباد میتوانند آلودگی آبهای زیرزمینی جنوب تهران و زمینهای کشاورزی را فراهم و از طریق زنجیره غذائی به انسان منتقل شوند و بدین ترتیب سلامت آنها را به خطر اندازند. این عناصر بر روی اعضاء مختلف بدن انسان از جمله اعصاب، گوارش، خون ، کلیه، ریه ، مجاری تنفسی ، کبد، پوست و سلولهای غشائی اثرات سوء دارند. اثر سرطان زائی بعضی ازاین عناصر درانسان به ثبوت رسیده است (۲۰,۱۹,۱۸).

هدف از مطالعه ، بررسی کمیت فلزات سنگین (سرب، کرم، روی، جیوه، نیکل و کادمیوم) درفاضلاب نهر فیروزآباد، آبهای زیرزمینی منطقه، خاک و گیاهان منطقه آبیاری شده با فاضلاب مزبور است.

نمونه گیری و روش بررسی

الف - شناسائی منطقه

ب - بررسی کمیت فلزات سنگین به روش اتمیک آبسورپشن اسپکتروفتومتری در فاضلاب خاک و گیاهان زمینی به مساحت تقریبی ۱۵ هکتار (۸) نمونه برداری فاضلاب شهر هفته ای ۳ روز هر روز در سه نوبت در ساعتهای ۹ ، ۱۲ ، ۱۶ بمدت ۱۲ ماه از مهرماه سال ۱۳۶۶ تا مهرماه سال ۱۳۶۷. نمونه برداری خاک بطور مرکب در ۷ نوبت و هرنوبت ۷

نمونه از عمق ۰-۲۰ سانتیمتری از قطعات حدود ۲ هکتاری برداشت شد. از ۱۰ نمونه سبزیجات تولیدی (جعفری، تره، شنگ ، یونجه، شاهی، برگ اسفناج ، غده تربچه قرمز، گل کلم، برگ کلم و برگ کاهو جمعاً ۳۰ نمونه مرکب برداشت شد. نمونه برداری آب زیرزمینی از آب ۸ چاه انجام پذیرفت. آزمایشها طبق روش کتاب استاندارد (۶) انجام گردید.

یافته ها، گفتگو و بهره گیری پایانی

برای فلزات سنگین یا کمیاب خاک زمینهائی که با فاضلاب آبیاری شده اند استاندارد و توصیه های عملی ارائه نشده است. ولی عده ای از محققین مقادیر آستانه ها را که بیشتر از آن در خاک سطحی موجب ایجاد سمیت در گیاه می شود ارائه نموده اند (۱۰ ،۱۱ ، ۱۲، ۱۴). مقدار کادمیوم در خاک قطعه مورد مطالعه بطور متوسط ۱/۱۵ میلی گرم در کیلوگرم (وزن خشک) است که این میزان غلظت کمتر از حد آستانه ها می باشد. کلاک [1] محاسبه کرده است چنانچه میزان کادمیوم و سرب در خاکی کمتر از حد آستانه ها ارائه شده در جدول باشد انتظار میرود که مقادیر فلزات سنگین در رژیم غذائی روزانه با هفتگی انسان از حداکثر مجاز که توسط کمیته مشترک سازمان جهانی بهداشت و سازمان جهانی خواربار توصیه شده است تجاوز ننماید (۱۳). نتایج بدست آمده نشان میدهد مقدار فلزات سنگین خاک مورد آزمایش از حد آستانه ها پایین تراست (شترنگه ۲).

برای بررسی آلودگی سبزیجات به فلزات سنگین مورد تحقیق و توصیه مصرف بدون خطر از سبزیجاتی که مورد آزمایش قرارگرفته اند لازم است مقدار دریافتی بدن از رژیم غذائی روزانه را ملاک مقایسه با نتایج بدست آمده قرار دهیم. باتوجه به این که کمترین مقدار عنصری از فلزات سنگین گیاه که میتواند مصرف آن سلامت انسان را به خطر اندازد کادمیوم است و از طرف دیگر قابلیت جذب کادمیوم توسط گیاه بسیار زیاد می باشد همچنین با توجه به کیفیت فاضلاب از نظر فلزات سنگین جدول یک، بنابراین مصرف سبزیجاتی که ازنظر کادمیوم بی خطر باشد به احتمال قوی از نظر سرب و کروم و روی بلااشکال است (۲ ،۹) اغلب مواد غذائی حاوی کمتر از ۰/۱ میلیگرم در کیلوگرم (وزن تر) کادمیوم هستند. رژیم غذائی روزانه معمولی ۶۰-۱۵ میکروگرم کادمیوم دارد. در شانزدهمین جلسه مشترک سازمان جهانی بهداشت و سازمان جهانی خواربار در آوریل ۱۹۷۲ توصیه شده است میزان دریافت کادمیوم نباید از ۴۰۰-۵۰۰ میکروگرم در هفته یا ۷۱-۵۷ میکروگرم در روز در بزرگسالان تجاوز کند (۳ ، ۷).

1- Clake

مقدار متوسط کادمیوم موجود در ۹ نوع از سبزیجات مورد مصرف انسان در زمین مورد مطالعه (شترنگه ۱) برابر ۳۲ میکروگرم در ۱۰۰ گرم وزن خشک می باشد. حال چنانچه یک فرد ۱۰۰ گرم سبزی خشک مخلوط [۱] تهیه و مصرف نماید حدود ۴۵ درصد از حداکثر مجاز دریافتی روزانه از رژیم غذائی را دریافت نموده و هنوز ۵۵ درصد (۴۹ میکروگرم) دیگر را مجازاست از مصرف سایر منابع غذائی اخذ نماید. مضافاً به اینکه بعید است یک انسان در روز یک کیلوگرم از سبزیجات و صیفی جات در رژیم غذائی معمولی مصرف نماید.

میزان متوسط نیکل موجود در سبزیجات مخلوط ۴۴۲ میکروگرم در ۱۰۰گرم (وزن خشک) بوده است. نیکل در اغلب مواد غذائی حد پائین یک میلی گرم در کیلوگرم وجود دارد. مقدار نیکل در رژیم غذائی روزانه ۹۰۰-۲۰۰ میکروگرم در روز گزارش شده است. میزان دریافتی نیکل در مقایسه مقدار کروم موجود در گیاهان پائین تر از حداکثر دریافتی روزانه است. توضیح اینکه دراین مورد نیز مصرف یک کیلوگرم سبزی تازه برای یک نفر در روز درنظرگرفته شده است که عملاً چنین نخواهد بود. باوجود این ۴۶/۵ درصد از حداکثر مجاز دریافتی روزانه را تشکیل می دهد.

متوسط غلظت روی در سبزیجات مخلوط ۲۲۸ میکروگرم در ۱۰۰ گرم (وزن خشک) می باشد. مقدار دریافتی از رژیم غذائی روزانه معمولی ۱۲ میلی گرم (۱۲۰۰۰ میکروگرم) است که گوشت و لبنیات از نظر روی غنی هستند.

سبزیجات و میوه جات کمتر از ۲ میلی گرم در کیلوگرم (وزن تازه) روی دارند. بنابراین مقدار روی موجود در سبزیجات (۲۲۸ میکروگرم) بسیار کمترازحد دریافتی از رژیم غذایی روزانه است. مقدار دریافتی پیشنهادی روی از رژیم غذائی روزانه بسته به جنس و سن بین ۱۵-۴ میلیگرم در روز است . زنان باردار و مادرانی که فرزند بدنیا آورده اند به بیش از ۱۶ میلی گرم در روز احتیاج دارند.

مقدارمتوسط کروم ۴۳۲ میکروگرم در ۱۰۰ گرم سبزی خشک مخلوط می باشد. مواد غذائی از نظر کروم اختلاف زیادی دارند و مقدار آن بین ۵۹۰-۲۰ میکروگرم در کیلوگرم متغیراست. اطلاعات ضعیفی در مورد مقدار کروم دریافتی روزانه از رژیم غذائی در دست است. در ایالات متحده این رقم بین ۵۰۰-۵ میکروگرم در روز فرض شده است و دراین حدود احتمالاً دراغلب نقاط جهان در رژیم غذائی وجود دارد. وجود کروم سه ظرفیتی برای انسان اساسی است و هیچگونه اثر سمی و آسیب رسانی ندارد. و مقدار متوسط موجود درمحصولات قطعه آزمایشی آبیاری شده با فاضلاب نهر فیروزآباد کمتراز حداکثر اعلام شده است .

۱- معادل یک کیلوگرم سبزی تر (تازه)

متـــوسط غلظت سرب در سبزیجات مخلوط ۷۹۰ میکروگرم در ۱۰۰ گرم خشک (یک کیلوگرم تر) است . مقدار دریافت روزانه سرب کمتراز ۱۰۰ و بیشتراز ۵۰۰ تخمین زده شده است. مقدارمتوسط برای بزرگسالان حدود ۲۰۰ میکروگرم در روزاست.

حال چنانچه میزان مصرف سبزیجات خوراکی را در الگوی غذائی روزانه مورد توجه قرار دهیم با مصرف ۵۰ گرم سبزی خشک که معادل نیم کیلوگرم سبزی تازه می گردد مقدار دریافتی سرب کمتراز حداکثر مجاز روزانه خواهد بود.

فاضلاب نهر فیروزآباد:

مقدار فلزات سنگین در فاضلاب (شترنگه ۱) در مقایسه با مقادیر مجاز سازمان حفاظت محیط زیست و حداکثر مجاز سازمان جهانی خواربار در شترنگه ۳ آمده است. نتیجه بدست آمده نشان میدهد بجز نیکل سایر فلـــزات سنـــگین از مقادیر مجاز کیفیت آب آبیاری برای کشاورزی پائین تراست.

پیشنهادات :

۱- ممنوعیت کاربرد فاضلاب خام جهت آبیاری مزارع سبزیکاری وگیاهان سالادی، که بصورت خام مصرف می شوند.

۲- الزام صاحبان صنایع به تصفیه فاضلاب و هدایت پساب براساس ضوابط زیست محیطی به کانالهای جمع آوری .

۳- تامین آب کشاورزی منطبق با معیارهای کیفیت آب آبیاری.

۴- اعمال ضوابط زیست محیطی در مراکز آلوده کننده نهرها ، قنوات و کانالهای بخصوص صنایع توسط سازمان حفاظت محیط زیست.

۵- پذیرش ضوابط ایجاد شبکه جمع آوری و اجرای طرح تصفیه فاضلاب به عنوان یک سیاست ملی جبران کمبود آب کشاورزی ، حفاظت و خاک و تولید مواد غذائی در کشور توسط برنامه ریزان .

۶- بررسی کاربرد برکه های تثبیت در تصفیه فاضلاب پساب با ضوابط زیست محیطی برای آبیاری کشاورزی (۱ ، ۵ ، ۸ ، ۱۶).

۷- کنترل سطح آبهای زیرزمینی بطورسالیانه و تعیین میزان تاثیر فاضلاب بر کیفیت آنها.

۸- بررسی اثرات بهداشتی کاربرد فاضلاب برزارعین و کارگران کشاورزی و ساکنان اطراف.

۹- ارزیابی زنده مانده باکتریها، ویروسها، پروتوزوئرها و بخصوص تخم انگل ها در فاضلاب ، خاک و گیاهان زمینهائی که با فاضلاب آبیاری می شوند.

۱۰- اندازه گیری و کنترل میزان فلزات سنگین در کودهای شیمیائی وارداتی و تولیدات داخلی.

۱۱- تعیین سهم آفت کشها، قارچ کشها و مواد ضد عفونی کننده بذرها در آلودگی خاک به فلزات سنگین .

۱۲- تشکیل و حمایت ستاد تحقیقاتی برای بررسی آلودگیهای بیولوژیکی و شیمیایی، در الگوی غذائی کشور، در ارتباط با سلامتی .

شترنگه ۱ - حدوداعتماد* میانگین فلزات سنگین درگیاه (میکروگرم در یک گرم خشک).

عنصر / شماره نمونه	کادمیوم	سرب	کروم	نیکل	جیوه	روی	نوع گیاه
۱	۰/۲۵	۳/۲۵	۲/۶	۴/۳	خوانده نشد	۶/۱	جعفری
۲	۰/۵۷	۹/۸۵	۵/۵	۳/۶	»	۲۲/۲	تره
۳	۰/۱۰	۵/۲	۷/۱	۲/۸	»	-	سنگ
۴	۰/۴۰	۸/۷	۲/۳	۴/۸	»	۳۷/۷	شاهی
۵	۰/۴۴	۱۱/۵	۵/۶	۶/۱	»	۳۸/۵	اسفناج
۶	۰/۱۰	۹/۸	۲/۵	۳/۴	»	۲۱/۱	غده تربچه قرمز
۷	۰/۴۵	۴/۴	۲/۱	۵/۶	»	۱۳/۲	گل کلم
۸	۰/۱۱	۸/۲	۶/۶	۴/۱	»	۲۴/۸	برگ کلم
۹	۰/۴۶	۱۰/۴	۴/۶	۵/۱	»	۱۹/۴	برگ کاهی
میانگین	۰/۳۲	۷/۹	۴/۳۲	۴/۴۲	»	۲۲/۸۷	
واریانس	۰/۱۸	۲/۹۲	۱/۹۸	۱/۰۷	»	۱۱/۰۷	
حد بالای میانگین	۰/۵۲	۱۱/۱۶	۶/۵۳	۵/۶۱	»	۳۲/۲۵	
حدپایین میانگین	۰/۱۲	۴/۶۳	۲/۱۰	۳/۲۲	»	۱۰/۴۹	

* حدود اعتماد ۹۹ درصد.

شترنگه ۲ - حدود اعتماد* میانگین فلزات سنگین در خاک (میلی گرم در کیلوگرم وزن خشک)

عنصر / شماره نمونه	کادمیوم	سرب	کروم	نیکل	جیوه	روی
۱	۱/۱	۱۰	۲/۸	۱/۶	۱۱۰	۱۰۸/۵
۲	۱/۰	۵/۷	۱/۴	۰/۹۸	صفر	۵۳/۵
۳	۰/۷۲	۵/۷	۲/۸	۱/۲	۸۰	۱۴۴
۴	۱/۲	۱/۵	۱/۴	۱/۵	۱۳۶	۱۲۸
۵	۱/۹	۵/۷	۱/۴	۲/۱	۸۰	۹۸
۶	۰/۹۳	۷/۱	۱/۹	۱/۴	۸۰	۲۳۵
۷	۱/۲	۷/۲	۲/۳	۰/۹۸	۱۰۰	۲۲۵
میانگین	۱/۱۵	۷/۱	۲	۱/۴	۸۳/۷	۱۵۶
واریانس	۰/۳۷	۰۱/۶۴	۰/۶۴	۰/۳۹	۴۳/۳	۶۶/۴
حدبالای میانگین	۱/۵۰	۸/۶۸	۲/۶۰	۱/۷۶	۲۱۳/۵۴	۲۱۸/۵
حدپائین میانگین	۰/۸۰	۱/۵۱	۱/۴۰	۱/۰۳	۴۳/۸۴	۹۳/۴۶

* حدود اعتماد ۹۹ درصد.

شترنگه ۳ - مقایسه فلزات سنگین فاضلاب نهر فیروزآباد و آب چاه شاهد با معیارهای آب آبیاری کشاورزی (میلی گرم در لیتر)

عنصر	استاندارد سازمان حفاظت محیط زیست	حداکثرمجاز F.A.O	فاضلاب بهر فیروز آباد	آب چاه شاهد
کادمیوم	۰/۱	۰/۰۱	۰/۰۰۶۵	۰/۰۰۳۹
سرب	۱	۵	۰/۰۸۸	۰/۰۲
کروم	۱	۰/۱	۰/۱۳	خوانده نشد
نیکل	۰/۲	۰/۲	۲/۵۸	»
جیوه	صفر	--	۰/۳۶	»
روی	۲	۲	۰/۲	۰/۰۳۸

کتابنامه

۱- اسدی، محمود (شهریور ۱۳۵۴): استفاده مجدد از پساب برکه های تثبیت درکشاورزی . بیست وچهارمین کنگره پزشکی رامسر.

۲- اسدی، محمود (۱۳۶۳) : تجزیه وتحلیل دائمی علمی آلودگی آب جاری. نشریه شماره ۲۰۸۴، انتشارات علمی دانشکده بهداشت و موسسه تحقیقات بهداشتی .

۳- بداغی، مصباح الدین (۱۳۶۳): اصول علم تغذیه، جلددوم، انتشارات انستیتو علوم تغذیه و صنایع غذائی ایران .

۴- سازمان حفاظت محیط زیست (۱۳۶۵): گزارش مسیل ها و کانالهای ، تهران .

۵- نلون ال نمرو (۱۳۶۸): فاضلاب صنعتی، ترجمه اسدی م. مرکز نشر دانشگاهی ، تهران .

6- Am. Public Health Assoc., AWWA (1985): Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 16th. Ed. Washington D.C.

7- A.W.W.A. (1984): Future of water reuse preceeding of water reuse, Symp., San diego, California.

8- Ayers R.S. and Westcot D.W. (1976): Water quality for agriculture. F.A.O.

9- Environmental Pretection Agency, (1977): Process design manual for land treatment of municipal wastewater. washington D.C. USA.

10- El-Bassam. N and Tiel Jen. C. (1977): Municipal sludge as organic fertilizer with speical reference to the heavy metals constituents in soil. Vol 2, Viena.

11- Klike, A. (1972): Content of Arsenic, Camdmium, Chromium, Fluorine, Lead, Mercury and Nickel in plants grown on contaminated soil, paper presented at United Nations ECE Symp. War saw.

12- Kabata-Pendias. A. (1979): Current problems in chemical degradation of soil. Paper Presented at Conf. on Soil and Plant Analyses in Environmental Protection. Falenty, Warsaw.

13- Lee Douglas H.K (1912): Metallic contaminants and human health. Academic Press. New York and London.

14- Linzon. S.N. (1973): Phytotoxicology exceccive levels for Contaminats in Soil and Vegetation Report of Ministry of the Environment Canada.

15- Reynolds R.J. and Aldous K. (1970): Atomic Absorption Spectroscopy. First Ed. London.

16- The World Bank (1986): Wastwater irrigation in developing countries. Health Effects and Technical Solution. Washington, D.C. U.S.A.

17- W.H.O. (1987): Wastwater stabilization ponds. EMRO Technical Publication No.10.

18- W.H.O. (1984): Health aspests of reuse of treated wastewater for irrigation.Inter country seminar on wastewater reuse. EMRO.

19- W.H.O. (1984): Guidelines for drinking water quality. Vol. 2, Geneva.

20- W.H.O. (1992): Cadmium environmental aspects. First edition, WHO, Geneva.