

تعیین شاخص مخاطره سلامت فلزات سنگین در نان مصرفی برخی مناطق شهر همدان

سامان کیان پور¹، سهیل سبحان اردکانی^{2*}

1- دانشیار گروه محیط زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

2- کارشناس ارشد محیط زیست، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

تاریخ پذیرش: 96/09/30

تاریخ دریافت: 96/06/13

چکیده

با توجه به افزایش روزافزون ورود آلاینده‌ها به منابع آب، خاک و هوا و به تبع آن آلودگی مواد غذایی، بررسی توجه به ایمنی غذایی از اهمیتی بسزا برخوردار است. لذا، این پژوهش با هدف تعیین شاخص مخاطره سلامت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در انواع نان مصرفی شهر همدان در سال 1393 انجام یافت. پس از نمونه برداری از چهار مرکز پخت نان لواش، بربری، سنگک و باگت در سطح شهر همدان مطابق روش استاندارد و انجام مراحل آماده سازی نمونه‌ها به روش هضم اسیدی، غلظت عناصر در نمونه‌ها توسط دستگاه نشر اتمی خوانده شد و در نهایت شاخص مخاطره سلامت برای همه عنصر محاسبه شد. پردازش آماری داده‌ها نیز توسط نرم افزار SPSS انجام یافت. نتایج نشان داد که در بین نمونه‌های نان مورد مطالعه، غلظت روی در دامنه 3/07 تا 8/84 میلی گرم در کیلوگرم، غلظت سرب در دامنه 0/04 تا 0/12 میلی گرم در کیلوگرم، غلظت کادمیوم در دامنه 0/42 تا 1/26 میلی گرم در کیلوگرم و غلظت مس در دامنه 1/43 تا 1/71 میلی گرم در کیلوگرم بود. از طرفی نتایج نشان داد که به جز در مورد فلز سرب، شاخص مخاطره سلامت عناصر روی، کادمیوم و مس برای مصرف کنندگان از سطح ایمن ($HI < 1$) بزرگ تر بود. لذا، با توجه به عوارض نامطلوب فلزات سنگین بر سلامتی، نسبت به پایش دوره‌ای و منظم محتوی فلزات سنگین در مواد غذایی پرمصرف به ویژه گندم و نان توصیه می‌شود.

واژه‌های کلیدی: فلز سنگین، نان، مخاطره سلامت، ایمنی غذایی

* مسول مکاتبات: s_sobhan@iauh.ac.ir

1- مقدمه

مجاز مصرف این عنصر معادل 70 میکروگرم در روز تعیین شده است. تجمع مقادیر بالای این فلز در بدن باعث آسیب جدی به کلیه‌ها، استخوان و سیستم عصبی انسان می‌شود (26). مس در زمره عناصر غذایی ضروری برای گیاهان و حیوانات است که در گیاهان وظیفه فعال کردن آنزیم‌های واکنش اکسایش را بر عهده دارد (15). سطح بحرانی مس در بخش‌های سبزینه‌ای گیاهان بسته به نوع گیاه، اندام، مرحله رشد و همچنین کاربرد نیتروژن، از 3 تا 5 میکروگرم در گرم ماده خشک گیاهی متغیر است. مقادیر 20-30 میکروگرم در گرم مس در ماده خشک در اکثر گیاهان سبب مسمویت و از جمله توقف رشد ریشه، کاهش پنجه‌زنی در غلات و تیره شدن رنگ برگ می‌شود (35).

به‌منظور تعیین مخاطره‌های طولانی‌مدت مصرف مواد غذایی آلوده بر مصرف‌کنندگان، برآورد می‌بایست نسبت به محاسبه میانگین جذب قابل قبول روزانه (Estimated Average Daily Intakes) فلزات اقدام کرد (22, 41). در این رابطه، شاخص مخاطره سلامت (Health Index) را نیز می‌توان از نسبت EADI هر عنصر بر جذب روزانه قابل قبول (Acceptable Daily Intakes) آن عنصر محاسبه کرد. مقادیر شاخص مخاطره سلامت کوچک‌تر از یک بیان‌گر آن است که مصرف ماده غذایی اثر سوء بهداشتی برای مصرف‌کننده ندارد و بالعکس (22). تاکنون چندین مطالعه در زمینه بررسی غلظت تجمع‌یافته و تعیین مخاطره سلامت فلزات سنگین در نان در ایران و سایر کشورها انجام یافته است. پژوهشی به‌منظور تعیین غلظت سرب در اجزای متشکله نان 83 واحد نانویی فعال در منطقه 5 شیراز انجام یافت (3). در پژوهشی نسبت به بررسی غلظت فلزات سنگین آلومینیوم، مس، آهن، منگنز و روی در نان تولیدشده در ترکیه اقدام شد (27). پژوهشی با هدف بررسی غلظت عناصر سرب و کادمیوم در انواع نان لواش، بربری، تافتون و سنگک عرضه شده در شهر تهران انجام یافت (30). غلات به‌ویژه گندم، برنج، ذرت و جو، پایه و اساس تغذیه و حیات انسان به‌شمار رفته و تامین‌کننده 70% غذای مردم کره زمین است. در این بین، نان و برنج به‌عنوان ماده غذایی غالب، سهم عمده‌ای در الگوی مصرف خانوارها دارند (14).

با پیشرفت و توسعه فناوری و افزایش جمعیت، گسترش آلودگی در مناطق مختلف جهان به‌ویژه مناطق صنعتی، معدنی و کشاورزی رشد چشم‌گیری داشته است. به‌طوری‌که امروزه تخریب محیط‌زیست، کل حیات زیست‌کره را تهدید می‌کند (13). آب و خاک دو منبع اصلی در تولید محصولات کشاورزی هستند، بنابراین هرگونه آسیب به منابع آب و خاک به‌طور مستقیم بر کیفیت و کمیت تولیدات مؤثر بوده و خسارتی جبران‌ناپذیر را برای سلامتی انسان و کیفیت محیط‌زیست در پی دارد (21). نتایج مطالعات نشان داده که در حدود 30% از سرطان‌های انسانی از طریق تماس کوتاه‌مدت با آلاینده‌های سرطان‌زا در رژیم‌های غذایی ایجاد می‌شود (34). فعالیت‌های انسانی مثل فعالیت‌های صنعتی و انتشار گازها از آگزوز وسایل نقلیه، تخلیه کودهای شیمیایی و احتراق سوخت و زغال‌سنگ همگی منبع بالقوه برای ورود فلزات سنگین به خاک‌های کشاورزی هستند (36). به‌دلیل این‌که گیاهان فلزات سنگین را از خاک‌های آلوده و یا رسوب این عناصر از هوای آلوده جذب می‌کنند، آلودگی فلزات در خاک‌های کشاورزی تاثیرات منفی جدی بر سلامت انسان دارد (33). روی به‌عنوان دومین عنصر کمیاب موجود در بدن در اعمال متابولیکی و در ساختمان آنزیم‌های مغزی شرکت می‌کند. مقدار توصیه شده برای جذب این عنصر 60 میلی‌گرم در روز عنوان شده است (20). این عنصر از آن‌جا که باعث کاهش محتویات کربوهیدرات در برگ و ساقه در گندم هنگام شکل‌گیری خوشه می‌شود، به‌عنوان یکی از عناصر و ترکیبات حیاتی و الزامی برای این گیاه شناخته شده است. از طرفی روی در چندین آنزیم، از جمله کربنیک آنهیدراز، دهیدروژناز، پروتئیناز و پپتیداز وجود دارد (18). سرب به‌عنوان یکی از عوامل مهم آلوده‌کننده محیط‌زیست ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی منجر به ایجاد اثرات سمی شدید در انسان و سایر جانداران و به‌ویژه کاهش ضریب بهره‌هوشی کودکان می‌شود (5). کادمیوم در غلظت‌های 0/06 تا 1/1 میلی‌گرم در کیلوگرم یکی از مهم‌ترین و متحرک‌ترین فلزات سنگین خاک محسوب می‌شود. حد

طول موج‌های 206/200، 220/353، 214/439 و 324/754 نانومتر در 3 تکرار خوانده شد. در این پژوهش تضمین و کنترل کیفیت (Quality Assurance/Quality Control) با استفاده از مرجع استاندارد 1000 میلی‌گرم در لیتر هر یک از فلزات در اسید نیتریک که از شرکت Sigma-Aldrich خریداری شد، انجام یافت. بر این اساس، میزان بازیابی برای روی، سرب، کادمیوم و مس به ترتیب برابر با 98%، 97%، 101% و 99% به دست آمد. برای محاسبه برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه و شاخص مخاطره سلامت هر عنصر به ترتیب از روابط 1 و 2 استفاده شد (22):

$$EADI = \frac{C \times F}{W \times D}$$

در رابطه 1:

C = میانگین غلظت تجمع یافته هر عنصر در ماده غذایی مورد

مطالعه بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم؛

D = تعداد روزهای سال (365)؛

F = میانگین مصرف سالانه ماده غذایی توسط هر فرد؛

W = میانگین وزن بدن که برای بزرگسالان برابر با 70

کیلوگرم و برای کودکان برابر با 15 کیلوگرم است.

$$HI = \frac{EADI}{ADI}$$

در رابطه 2:

EADI = برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه هر عنصر

بر حسب میلی‌گرم در کیلوگرم در روز؛

ADI = جذب روزانه قابل قبول هر عنصر بر حسب میلی‌گرم

در کیلوگرم در روز که برابر با 0/30 برای روی، 0/0036

برای سرب، 0/001 برای کادمیوم و 0/04 برای مس است

(25،29،40).

در این پژوهش پردازش آماری داده‌ها با استفاده از ویرایش

19 نرم‌افزار SPSS انجام یافت. به منظور بررسی نرمال بودن

داده‌ها از آزمون شاپیرو-ویلک و برای مقایسه میانگین

غلظت فلزات سنگین با رهنمود WHO از آزمون تی تک-

نمونه‌ای استفاده شد.

مصرف سرانه نان در ایران حدود 300 کیلوگرم است (12). بنابراین با توجه به اهمیت نان در سبد غذایی خانوار، این پژوهش با هدف شاخص مخاطره سلامت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نان مصرفی شهر همدان در سال 1393 انجام یافت.

2- مواد و روش‌ها

در تابستان سال 1393، نسبت به تهیه 12 نمونه نان از انواع لواش، بربری، سنگک و باگت از چهار نانویی مستقر در برخی نواحی شهر همدان که همگی آرد مصرفی خود را از یک کارخانه تهیه می‌کردند، اقدام شد. نمونه‌ها پس از پهن شدن روی کاغذهای تمیز در هوای آزاد خشک و سپس برای اطمینان از خشک شدن کامل به مدت 24 ساعت در دستگاه آون در دمای 60 درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند. نمونه‌های خشک شده توسط آسیاب کاملاً پودر و در ظروف پلی‌اتیلنی نگهداری شدند (10). یک گرم از هر نمونه در کوره با درجه حرارت 450 درجه سانتی‌گراد قرار داده شد تا خاکستر سفید و بدون کربن حاصل شود (28،32). عصاره‌گیری از نمونه‌ها به روش هضم اسیدی و توسط اسید نیتریک 4 مولار در حرارت 95 درجه سانتی‌گراد انجام یافت. سپس عصاره‌ها توسط کاغذ صافی واتمن 42 از صاف شدند (27،38). کالیبره کردن دستگاه طیف‌سنجی نشری پلاسمای جفت شده القایی (ICP)¹ Varian مدل 710-ES ساخت استرالیا، از طریق رقیق کردن محلول استاندارد 1000 قسمت در میلیون (ppm)² عناصر مورد مطالعه و تهیه استاندارد فلزات در غلظت‌های صفر، 100، 250 و 500 قسمت در میلیارد (ppb)³ انجام یافت. بدین صورت که 0/10 میلی‌لیتر از محلول استوک را به فلاسک حجمی 100 میلی‌لیتری منتقل کرده و توسط رابطه $M_{dilution} V_{dilution} = M_{stock} V_{stock}$ نسبت به تهیه استاندارد فلزات در غلظت‌های مختلف اقدام شد. در نهایت نیز غلظت روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه‌ها با استفاده از روش طیف‌سنجی پلاسمای جفت شده القایی به ترتیب در

1- Inductively Coupled Plasma

2- Parts per million

3- Parts per billion

3- نتایج و بحث

نتایج محاسبه برآورد میانگین جذب روزانه عناصر و شاخص غلظت تجمع یافته عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه های نان برحسب میلی گرم در کیلوگرم و همچنین مخاطره سلامت آن ها به ترتیب در جداول 1 و 2 ارایه شده است.

جدول 1- غلظت تجمع یافته عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در انواع نان

برحسب میلی گرم در کیلوگرم				
انحراف معیار \pm میانگین *				
عنصر	بربری	سنگک	باگت	لواش
روی	8/84 \pm 0/30	4/35 \pm 0/16	3/07 \pm 0/09	5/61 \pm 0/32
سرب	0/04 \pm 0/00	0/12 \pm 0/00	0/05 \pm 0/00	0/04 \pm 0/00
کادمیوم	0/92 \pm 0/03	0/42 \pm 0/03	1/26 \pm 0/03	1/06 \pm 0/01
مس	1/71 \pm 0/03	1/47 \pm 0/05	1/43 \pm 0/01	1/66 \pm 0/05

* نتایج مربوط به میانگین غلظت سه تکرار است.

منبع آلودگی کادمیومی خاک های کشاورزی (6)، مصرف بی رویه سموم حشره کش (37)، استفاده از فاضلاب شهری به منظور آبیاری اراضی (2) و تردد وسایل نقلیه در جاده های مواصلاتی پیرامون اراضی زیرکشت گندم در شهرستان همدان (9) مرتبط دانست. نتایج پژوهشی نشان داد که میانگین غلظت عنصر کادمیوم در محصولات گندم آبی و دیم در برخی مزارع کشاورزی شهرستان همدان به علت توسعه صنایع و استفاده نادرست کودهای شیمیایی و دامی بیش تر از حد مجاز بود (17). نتایج پژوهشی نشان داد که بر اثر آبیاری با پساب شهری، بیش ترین شاخص انتقال فلزات سنگین از خاک به دانه های گندم با 6/14 میلی گرم در کیلوگرم مربوط به عنصر کادمیوم و میانگین غلظت این عنصر بیش تر از حد مجاز اتحادیه اروپا بود (1). نتایج پژوهشی بیان گر آن بود که آبیاری با پساب های آلوده دلیل اصلی افزایش غلظت تجمع یافته عنصر کادمیوم در دانه گندم است (8). در پژوهش مشخص شد که به دلیل آلودگی ناشی از صنایع اطراف مزارع، غلظت تجمع یافته عنصر کادمیوم در همه واریته های گندم مورد آزمایش بیش تر از حد مجاز بود (39).

نتایج نشان داد که میانگین غلظت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه های نان برحسب میلی گرم در کیلوگرم به ترتیب برابر با $5/47 \pm 2/48$ ، $0/06 \pm 0/04$ ، $0/92 \pm 0/36$ و $1/57 \pm 0/14$ بود. نتایج بررسی نرمال بودن غلظت تجمع یافته عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس در نمونه های نان بیان گر آن بود که با توجه به سطح معنی داری بزرگ تر از 0/05، غلظت تمام عناصر از توزیع نرمال برخوردار است. از طرفی، نتایج آزمون تی تک نمونه ای بیان گر آن بود که میانگین غلظت تجمع یافته فلزات سنگین در نمونه های نان مصرفی شهر همدان با رهنمود WHO برحسب میلی گرم در کیلوگرم برابر با 50 برای روی، 2/5 برای سرب، 0/05 برای کادمیوم و 10 برای مس (31) اختلاف معنی دار آماری داشت. بدین ترتیب که میانگین غلظت عناصر روی، سرب و مس کم تر و میانگین غلظت عنصر کادمیوم بیش تر از حد مجاز بود. در این رابطه، تجاوز میانگین غلظت عنصر کادمیوم در نمونه های نان از حد استاندارد را می توان به آلودگی گندم ناشی از آلودگی خاک به دلیل منشاء زمین شناسی (16)، مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به ویژه کودهای فسفاته به عنوان مهم ترین

جدول 2- نتایج محاسبه برآورد میانگین جذب قابل قبول روزانه (میلی گرم در کیلوگرم در روز) و شاخص مخاطره سلامت مصرف

انواع نان بر اساس قابلیت خطرآفرینی عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس

عنصر	میانگین غلظت (mg/kg)	حداکثر غلظت مجاز (mg/kg)	EADI (کودکان)	EADI (بزرگسالان)	HI (کودکان)	HI (بزرگسالان)
روی	5/47	50/00	0/300	0/064	1/00	0/21
سرب	0/06	2/50	0/003	0/0007	0/83	0/19
کادمیوم	0/92	0/05	0/050	0/011	50/0	11/0
مس	1/57	10/00	0/086	0/018	2/15	0/45

خشک‌سالی (که در برخی از نقاط شهر کشاورزان را بر آن داشته تا از منابع آبی و از جمله آب‌های با کیفیت پایین استفاده کنند)، بنابراین آلودگی خاک و تولیدات زراعی به عناصر سمی دور از انتظار نیست (10). جذب از خاک نه تنها به غلظت کلی یک فلز، بلکه به انتقال آن به ریشه و انتقال آن از طریق فاز ریشه-خاک نیز وابسته است. مقدار کلی یک فلز در خاک خود متأثر از سنگ مادر و فعالیت‌های کشاورزی و صنعتی آن ناحیه است (24). موضوع آلودگی محصولات کشاورزی به فلزات سنگین با توجه به اثرات تجمعی فلزات سنگین و عوارض سوء ناشی از آن در جوامع انسانی و نیز تهدید امنیت غذایی قابل توجه می‌باشد (11). نتایج تحقیقات نشان داده که نزدیک به نیمی از فلزات سنگین از طریق گیاهان، سبزیجات و غلات وارد بدن می‌شود (23). بنابراین کنترل بیشینه رواداری فلزات سنگین یعنی بیش‌ترین مقداری از فلزات سنگین موجود در خوراک انسان و دام که مصرف آن در کوتاه و یا طولانی مدت سبب ایجاد عوارض سوء برای سلامت انسان می‌شود، در مواد غذایی یکی از مواردی است که برای حفظ سلامت مصرف‌کنندگان مواد غذایی و نیل به ایمنی غذا باید مورد توجه قرار گیرد (19). طی پژوهشی که با هدف ارزیابی نان‌های سنتی تافتون، لواش و بربری عرضه‌شده در منطقه 3 شهر تهران از نظر تجمع فلز سنگین کادمیوم انجام یافت، مشخص شد که میانگین غلظت کادمیوم در نمونه‌های نان بربری و لواش به‌علت فرسودگی تجهیزات نانویی، عوامل بهداشتی، نوع و نحوه استفاده از سوخت مصرفی به‌ترتیب

با استناد به نتایج مندرج در جدول 2، نان مصرفی در شهر همدان از نظر عنصر کادمیوم برای بزرگسالان و کودکان و از نظر عناصر روی و مس برای کودکان از قابلیت خطرآفرینی برخوردار است. امروزه با گسترش آلاینده‌ها در محیط‌زیست و وابستگی انسان به محیط برای تأمین مواد غذایی و سایر نیازها، بررسی در مورد انواع آلودگی و به‌ویژه فلزات سنگین، توجه بشر را به‌خود جلب کرده است (7). در این راستا، خاک‌های کشاورزی به‌طور مستقیم و غیرمستقیم بر روی سلامت عمومی از طریق تولید غذا تأثیر می‌گذارند، بنابراین حفاظت از این منبع و اطمینان از پایداری آن حائز اهمیت است. پیشرفت سریع صنعت و افزایش رهاسازی مواد شیمیایی مورد استفاده در کشاورزی به محیط‌زیست منجر به افزایش نگرانی‌ها در مورد احتمال تجمع فلزات سنگین در محصولات کشاورزی شده است. آلودگی فلزات سنگین در خاک‌های کشاورزی ممکن است منجر به بی‌نظمی در ساختار خاک، دخالت در رشد گیاه و حتی آسیب به سلامت انسان از طریق ورود به زنجیر غذایی شود. در شهر همدان با توجه به صنعتی شدن شهر در دهه‌های اخیر و تولید مقادیر قابل توجهی فاضلاب‌های شهری و صنعتی توسط کارخانجات، مراکز شهری و رهاسازی آن‌ها در بوم‌سازگان‌های طبیعی و رواناب‌ها از سوی دیگر افزایش استفاده از سوخت‌های فسیلی و احتمال بازگشت ترکیبات احتراق یافته به محیط، استفاده از آفت-کش‌ها و کودهای شیمیایی در مزارع، مشکل کم آبی و

متشکله نان منطقه 5 شیراز در سال 1379. تحقیقات نظام سلامت حکیم، دوره 7، شماره 2، 17-21.

4. ذوالفقاری، م. 1392. بررسی میزان فلزات سنگین در نان های بربری و تافتون و لواش شهر تهران، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی، علوم و صنایع غذایی، دانشگاه آزاد اسلامی - واحد دامغان، دانشکده کشاورزی.

5. رحمانی، ح.ر. کلباسی، م. و حاج رسولیها، ش. 1379. آلودگی گیاه بوسیله سرب حاصل از وسائط نقلیه در محدوده برخی از بزرگراه های ایران. محیط شناسی، شماره 26، 77-83.

6. رحیمی، م. 1392. بررسی میزان کادمیوم و توزیع شکل های آن در سری خاک های غالب تحت کشت گندم در استان همدان، پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی کشاورزی، خاک شناسی، دانشگاه بوعلی سینا، دانشکده کشاورزی.

7. سبجان اردکانی، س. معانی جو، م. و اسدی، ه. 1393. بررسی غلظت سرب، کادمیوم، مس و منیزیم در منابع آب زیرزمینی دشت رزن. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، دوره 21، شماره 4، 319-329.

8. سلماسی، ر. 1385. بررسی رابطه بین ویژگی های خاک و غلظت سرب و کادمیوم موجود در گندم بهاره کشت شده در خاک های آلوده، مجموعه مقالات همایش خاک، محیط زیست و توسعه پایدار، تهران.

9. سلیمی، م. بهمنیار، م.ع. قاجار سپانلو، م. و محمدی، آ. 1392. تأثیر تردد وسائط نقلیه بر میزان سرب و کادمیوم خاک بستر کلزا در حاشیه جاده ساوه - همدان، مجموعه مقالات همایش ملی پدافند غیر عامل در بخش کشاورزی، مشهد مقدس.

10. سمرقندی، م.ر. کریم پور، م. و صدری، غ. 1379. بررسی مقدار فلزات سنگین موجود در سبزیجات پرورشی با آب های آلوده به این فلزات در حومه شهر

24% و 20% بیش تر از حد استاندارد است (4). نتایج پژوهش که به منظور بررسی غلظت عناصر سرب و کادمیوم در انواع نان لواش، بربری، تافتون و سنگک عرضه شده در شهر تهران انجام یافت، نشان داد که میانگین غلظت سرب و کادمیوم در نمونه ها به ترتیب کم تر و بیش تر از حد مجاز بود (30).

4- نتیجه گیری

نتایج بررسی غلظت عناصر روی، سرب، کادمیوم و مس نشان داد که نان مصرفی شهر همدان در معرض آلودگی بیش از حد مجاز به فلز سنگین کادمیوم می باشد. از طرفی نتایج بیان گر آن است که شاخص مخاطره سلامت عنصر کادمیوم برای بزرگسالان و کودکان و عنصر مس برای کودکان در نمونه های نان بزرگ تر از 1 است و مخاطره آمیز می باشد. از این رو استفاده بی رویه و طولانی مدت از نهاده های کشاورزی، استقرار صنایع در مجاورت اراضی کشاورزی، مصرف بی رویه کودهای شیمیایی به ویژه کودهای فسفاته، کاربرد لجن فاضلاب به عنوان کود، کشت گندم در مجاورت راه های مواصلاتی پر تردد و استفاده از فاضلاب شهری برای آبیاری می تواند ضمن آلودگی محصول گندم و به تبع آن سایر فرآورده های حاصل مانند نان، تبعات بهداشتی غیر قابل جبرانی را نیز برای مصرف کنندگان به دنبال داشته باشد.

5- منابع

1. بیگی هرچگانی، ح. ا. و بنی طالبی، گ. 1392. اثر بیست و سه سال آبیاری سطحی با پساب شهری بر انباشت بعضی فلزات سنگین در خاک، انتقال به دانه های گندم و ذرت و خطرات بهداشتی مرتبط. آب و خاک، دوره 27، شماره 3، 570-580.
2. بهمنیار، م.ع. 1386. تاثیر مصرف فاضلاب در آبیاری گیاهان زراعی بر میزان برخی از عناصر سنگین خاک و گیاهان. محیط شناسی، شماره 44، 19-26.
3. خواب نادیده، ص. مختاری فرد، ا. نام آور جهرمی، ب. و ملک پور، م.ب. 1383. تعیین میزان سرب در اجزاء

18. ملکوتی، م.ج. و داودی، م.ح. 1382. روی در کشاورزی "عنصری فراموش شده در چرخه حیات گیاه، دام و انسان"، انتشارات سنا، صفحات 25-28.
19. مهاجر، ر. صالحی، م.ح. و محمدی، ج. 1393. بررسی غلظت سرب و کادمیوم در محصولات کشاورزی (کاهو، کلم، پیاز و چغندر) استان اصفهان، سلامت و محیط، دوره 7، شماره 1، 1-10.
20. Alam, M. G. Snow, E. T. and Tanaka, A. 2003. Arsenic and heavy metal contamination of vegetables grown in Samta village, Bangladesh. *Science of The Total Environment*, 308(1-3): 83-96.
21. Amini, M. Afyuni, M. Khademi, H. Abbaspour, K. C. and Schulin, R. 2005. Mapping risk of cadmium and lead contamination to human health in soils of central Iran. *Science of the Total Environment*, 347(1-3): 64-77.
22. Apau, J. Acheampong, A. Appiah, J. A. and Ansong, E. 2014. Levels and health risk assessment of heavy metals in tubers from markets in the Kumasi metropolis, Ghana. *International Journal of Science and Technology*, 3(9): 534-539.
23. Bigdeli, M. and Seilsepour, M. 2008. Investigation of metals accumulation in some vegetables irrigated with waste water in Shahre Rey-Iran and toxicological implications. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4(1): 86-92.
24. Boluda, R. Andreu, V. Gilabert, M. A. and Sobrino, P. 1993. Relation between reflectance of rice crop and indices of pollution by heavy metals in soils of Albufera Park (Valencia, Spain). *Soil Technology*, 6(4): 351-363.
25. Fu, Q. L. Liu, Y. Li, L. and Achal, V. 2014. A survey on the heavy metal contents in Chinese traditional egg products and their potential health risk assessment. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 7(2): 99-105.
26. Gracey, J. F. Collins, D. S. and Huey, R. J. 1999. *Meat Hygiene*. 10th Edition. WB Saunders & Co, New York, pp. 19-23.
27. Harmankaya, M. Ozcan, M. M. and Gezgin, S. 2012. Variation of heavy metal and micro and macro element concentrations of bread and durum wheats and their relationship in grain of Turkish wheat cultivars. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(9): 5511-5521.
- همدان در سال 1375. مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار. دوره 7، شماره 1، 43-54.
11. شکرزاده، م. و رکنی، م.ح. 1391. بررسی میزان فلزات سنگین (کروم - کادمیوم - سرب) در آب آبیاری و برنج رقم طارم تولیدی مزارع شهرهای مرکزی استان مازندران. مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران. شماره 98، 242-234.
12. عبداللهی، م. محمدی نصرآبادی، ف. هوشیار راد، آ. حاجی فرجی، م. و اسفرجانی، ف. 1390. سهم دریافت انرژی و مواد مغذی خانوارهای ایرانی از اقلام غذایی یارانه ای در گروه‌های اجتماعی-اقتصادی. علوم تغذیه و صنایع غذایی ایران، دوره 6، شماره 1، 43-56.
13. عرفان منش، م. و افیونی، م. 1390. آلودگی محیط-زیست (آب، خاک و هوا)، نشر ارکان، اصفهان، صفحات 101-103.
14. فتحی، ق.ا. و عنایت قلی‌زاده، م.ر. 1388. تاثیر کودهای کم مصرف آهن، روی و مس بر رشد و عملکرد ارقام جو در شرایط آب و هوایی خوزستان. فیزیولوژی گیاهان زراعی، دوره 1، شماره 1، 26-39.
15. کرمی، م. افیونی، م. رضایی نژاد، ی. و خوش گفتارمنش، ا.ح. 1387. آثار تجمعی و باقی‌مانده لجن فاضلاب شهری بر غلظت روی و مس در خاک و گیاه گندم. علوم آب و خاک، دوره 12، شماره 46، 639-654.
16. گلشاهی، ا. 1388. توزیع مکانی کادمیوم، روی و وانادیوم در خاک سطحی و تجمع آنها در تعدادی از محصولات زراعی استان همدان، پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی منابع طبیعی، محیط‌زیست، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده منابع طبیعی.
17. لرستانی، ب. و هزاوه‌ئی، ز.ا. 1393. بررسی آلودگی فلزات سنگین در محصولات گندم (آبی و دیم) در برخی مزارع کشاورزی شهرستان همدان. علوم و تکنولوژی محیط‌زیست، ویژه‌نامه شماره 1، 205-218.

- for heavy metal accumulators amongst autochthonous plants in a polluted site in Italy. *Ecotoxicology and Environmental safety*, 73(8): 1988-1997.
37. Mulla, D. J. Page, A. L. and Ganje, T. J. 1980. Cadmium accumulations and bioavailability in soils from long-term phosphorus fertilization. *Journal of Environmental Quality*, 9(3): 408-412.
38. Naghipour, D. Amouei, A. and Nazmara, Sh. 2014. A comparative evaluation of heavy metals in the different breads in Iran: A case study of Rasht City. *Health Scope*, 3(4): e18175.
39. Stefanovic, V. Z. Filipovic, N. K. and Jovanovic, B. M. 2008. Undesirable metals content in wheat of different wheat varieties. *Acta Periodica Technologica*, 39: 69-76.
40. Turkmen, M. Turkmen, A. Tepe, Y. Tore, Y. and Ates, A. 2009. Determination of metals in fish species from Aegean and Mediterranean seas. *Food Chemistry*, 113: 233-237.
41. Zhu, F. Wang, X. and Fan, W. 2013. Assessment of potential health risk for arsenic and heavy metals in some herbal flowers and their infusions consumed in China. *Environmental Monitoring and Assessment*, 185(5): 3909-3916.
28. Hodgson, E. 2010. *A Textbook of Modern Toxicology*. 4th Edition. John Wiley and Sons Inc. New Jersey, pp. 312-317.
29. Iwegbue, C. M. A. 2011. Concentrations of selected metals in candies and chocolates consumed in southern Nigeria. *Food Additives & Contaminants: Part B*, 4(1): 22-27.
30. Jahed Khaniki, G. R. Yunesian, M. Mahvi, A. H. and Nazmara, Sh. 2005. Trace metal contaminants in Iranian flat breads. *Journal of Agriculture and Social Sciences*, 1(4): 301-303.
31. JECFA. 2003. Summary and conclusions of the 61st Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. JECFA/61/Sc: Rome, Italy.
32. Kabata-Pendias, A. 2010. *Trace Elements in Soils and Plants (Fourth Edition)*. CRC Press, New York, pp. 218-221.
33. Li, P. Wang, X. Zhang, T. Zhou, D. and He, Y. 2008. Effect of several amendments on rice growth and uptake of copper and cadmium from a contaminated soil. *Journal of Environmental Sciences*, 20(4): 449-455.
34. Mansour, S. A. Belal, M. H. Abou-Arab, A. A. K. and Gad, M. F. 2009. Monitoring of pesticides and heavy metals in cucumber fruits produced from different farming systems. *Chemosphere*, 75(5): 601-609.
35. Marschner, H. 2011. *Mineral Nutrition of Higher Plants (Third Edition)*. Academic Press, New York, pp. 413-415.
36. Massa, N. Andreucci, F. Poli, M. Aceto, M. Barbato, R. and Berta, G. 2010. Screening

Archive