مقاله پژوهشی

علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره بیست و سوم، شماره نه، آذرماه ۱۴۰۰(۱۷۴-۱۶۵)

بررسی غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیم و غلظت روی درگندم تولیدی کشور ایران

کبرا سادات هاشمی نسب[1*]

k.hasheminasab@areeo.ac.ir

کریم شهبازی[2]

کامبیز بازرگان[2]

تاریخ دریافت: ۹۸/۸/۱۱ **تاریخ پذیرش: ۹۹/۹/۲۳**

چکیده

زمینه و هدف: گندم‌های تولیدی کشور ایران از نظر میزان آلودگی به فلزات سنگین کادمیم و سرب و میزان روی بررسی شدند.

روش بررسی: تعداد ۴۱۹ نمونه گندم از مزارع تهیه گردید. دانه‌های گندم پس از بوجاری، آسیاب شده و هضم و عصاره‌گیری انجام شد. غلظت فلزات سنگین در عصاره‌ها با دستگاه جذب اتمی اندازه‌گیری گردید.

یافته‌ها: میزان کادمیم در ۸/۵۹ درصد از نمونه‌های گندم کشور، بالاتر از میزان حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۰۳mg/Kg) بود. میانگین میزان کادمیم درتمام استان‌های بررسی شده به جز استان گیلان ازحد مجاز استاندارد ملی پایین‌تر به دست آمد. نتایج نشان دادند که میزان سرب در ۰/۷۲ درصد از نمونه‌های گندم آنالیز شده بالاتر از میزان حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۱۵ mg/Kg) بود. میانگین میزان سرب در همه استان‌ها از حد مجاز استاندارد ملی پایین‌تر به دست آمد. بررسی غلظت عنصر مفید روی در نمونه‌های گندم نشان داد در بخش اعظم نمونه‌ها (حدود ۷۹٪)، غلظت این عنصرکمتر از حد مطلوب (۳۰mg/Kg) می‌باشد.

بحث و نتیجه‌گیری: توزیع فراوانی غلظت عناصر سرب و کادمیم در مناطق مختلف ایران حاکی از بالاتر بودن غلظت عنصر کادمیم نسبت به حد مجاز در استان گیلان است. به نظر می‌رسد حد مجاز کادمیم در گندم در استاندارد ملی، به طور غیر مستندی سخت‌گیرانه است، لذا پیشنهاد می‌شود حد مجاز کادمیم در دانه گندم در استاندارد ملی ایران مجدداً بازنگری شود. اگر استاندارد جهانی به عنوان شاخص ارزیابی آلودگی گندم‌های تولیدی کشور در نظر گرفته شود، در رابطه با کادمیم، در هیچکدام از نمونه‌های تجزیه شده غلظت کادمیم بالاتر از حد مجاز استاندارد جهانی نیست. در ادامه نتایج اندازه‌گیری عنصر روی در گندم‌ها، نشانگر کمبود روی در بخش اعظم نمونه‌های گندم است. لذا با توجه به سهم نان درسبد غذای جامعه ایرانی بایستی موضوع ارتقاء غلظت روی درگندم مورد توجه جدی قرار گیرد.

واژه‌های کلیدی: فلزات سنگین، سرب، کادمیم، روی،گندم، ایران.

۱- استادیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران. *(مسوول مکاتبات)

۲- دانشیار موسسه تحقیقات خاک و آب، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج، ایران.

J. Env. Sci. Tech., Vol 23, No. 9, December, 2021

Investigation on the concentration of heavy metals, lead and cadmium, and zinc concentration in the wheat produced in Iran

Kobra Sadat Hasheminasab[1*]
k.hasheminasab@areeo.ac.ir
Karim Shahbazi[2]
Kambiz Bazargan[2]

Admission Date: November 13, 2020 Date Received: November 2, 2019

Abstract

Background & Objective: We investigated the produced wheat of Iran in terms of heavy metal cadmium and lead, and also to measure the extent of zinc.

Material and Methodology: The amount of the mentioned metals in 419 wheat samples, after preparation and extraction, was analyzed by atomic absorption spectrometry.

Findings: The amount of cadmium in the 8.59 percent of wheat was higher than permissible limit in national standard index of Iran (0.03 mg/kg). In all provinces, the average amount of cadmium was less that the permissible limit, except Gilan. The findings showed that the amount of lead in 0.72 percent of analyzed samples was higher than permissible limit in the national index (0.15 mg/kg). In all provinces, the average amount of lead was less than national index of Iran. Analysis of concentration of zinc, a useful element, showed that in much of samples (about 79 percent), the concentration of this element less than acceptable level (30 mg/kg).

Discussion and conclusion: The analysis of frequency distribution of heavy metals in different provinces of Iran showed that in Gilan province, the concentration of cadmium is more than permissible limit. Since that the permissible concentration of cadmium in the national standard of Iran is unreasonably exigent. It is suggested that the maximum tolerance limit for cadmium in wheat grain should be reviewed. If the Codex standard is considered as an indicator of the pollution of heavy wheat production in Iran, in relation to cadmium, none of the analyzed samples cadmium concentration has not exceeded the Codex limit. In addition, the results of zinc measurement in wheat samples indicate zinc deficiency in most of the samples. Therefore, regarding the share of bread in the food basket of Iranian society, increasing the concentration of zinc in the wheat of Iran should be taken into consideration.

Keywords: heavy metals, Lead, Cadmium, Zinc, Wheat, Iran.

1- Assistant Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran. *(*Corresponding Author*)
2- Associate Professor, Soil and Water Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Karaj, Iran.

مقدمه

آلودگی خاک به فلزات سنگین یکی از مشکلات زیست محیطی عمده در جوامع بشری است که علاوه بر اثرات زیان‌بار بر گیاهان و جانوران با راه‌یابی به آب‌های زیرزمینی از طریق آبشویی موجب کاهش عملکرد و کیفیت محصول و در نهایت به خطر افتادن سلامتی افراد جامعه و دیگر موجودات زنده می‌شود (۱). در این زمینه، سازمان غذا و کشاورزی[1] (FAO) و سازمان بهداشت جهانی[2] (WHO)، کمیته اروپا[3] (EC) و دیگر سازمان‌های نظارتی در دیگر کشورها میزان غلظت‌های مجاز یا غلظت‌های حداکثر برای سمیت فلزات سنگین در مواد غذایی را تنظیم کرده‌اند (۲). گندم به عنوان یکی از محصولات استراتژیک نقش مهمی در تأمین کالری و پروتئین ساکنان مناطق شهری و روستایی ایران بر عهده دارد. اگرچه تأمین گندم مورد نیاز کشور برای مصرف سالانه اهمیت بسیاری دارد، اما سلامت گندم تولید شده نیز بایستی مورد توجه قرار گیرد. تولید گندم‌هایی با ارزش غذایی بالا (سرشار از پروتئین و عناصر غذایی کم‌مصرف) که عاری از مواد و عناصر آلاینده نظیر کادمیم و سرب باشد، در دستور کار قرار گرفته است. پژوهش‌ها و مطالعات گوناگونی برای بررسی میزان آلودگی گندم‌هایی که در مناطق مختلف ایران تولید می‌شوند، انجام شده است. رنج وسیعی از تجمع فلزات سنگین در محصولات غلات و لگوم گزارش شده است. کیان پور و همکاران (۳) با بررسی گندم کشت شده در همدان، آلودگی به فلز سنگین کادمیم را گزارش کردند.اسماعیلی و همکاران (۴) با بررسی میزان فلزات سنگین گندم استان بوشهر، آلودگی به کادمیم را مشاهده نکردند. محمدی و همکاران (۵) با بررسی میزان کادمیم و سرب گندم های خریداری شده از کل کشور،گزارش دادند ۸۰/۳۲ درصد نمونه‌های گندم دارای مقدار کادمیم بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی ایران و ۱۹ درصد از نمونه‌ها دارای مقدار سرب بالاتر از حد مجاز استاندارد ملی است. با توجه به اهمیت و حساسیت موضوع و همچنین تناقضات موجود در گزارش‌های مربوط به میزان عناصر سنگین در گندم تولیدی کشور، هدف این مطالعه ارزیابی مقدار فلزات سنگین (کادمیوم، سرب و محتوای روی) در دانه گندم جمع‌آوری شده از استان‌های مختلف کشور می‌باشد. این بررسی با حساسیت ویژه‌ای در مرحله آماده‌سازی و تجزیه‌ی نمونه‌های گندم انجام گرفت و از روش‌های مختلف جهت سنجش دقت و صحت نتایج استفاده گردید.

مواد و روش‌ها

روش نمونه‌برداری

برای انجام این بررسی تعداد ۴۱۹ نمونه گندم از مزارع مناطق مختلف تحت کشت گندم آبی در سال ۹۶-۱۳۹۵ تهیه گردید. نمونه‌برداری توسط کارشناسان خبره سازمان جهاد کشاورزی در زمان برداشت گندم هر مزرعه انجام گرفت.

فراوانی تعداد نمونه گندم نمونه‌بردای شده از هر استان در جدول ۱ ارائه شده است. بر اساس آمارنامه جهاد کشاورزی (۶) استان-های خوزستان، فارس، خراسان رضوی و گلستان از استان‌های عمده تولید کننده گندم در سال زراعی ۹۵-۱۳۹۴ بوده‌اند و به همین دلیل در پژوهش حاضر تعداد نمونه‌های بررسی شده از این استان‌ها به دلیل سهم بیشتر در سبد غذایی مردم بیشتر بود.

1- Food and Agriculture Organization
2- Word Health Organization
3- European Commission

جدول ۱- فراوانی تعداد نمونه‌های گندم به تفکیک استان

Table1. Frequency of wheat samples by province

استان	تعداد نمونه	درصد فراوانی	استان	تعداد نمونه	درصد فراوانی
اردبیل	۱۱	۲/۶	فارس	۴۱	۹/۸
اصفهان	۲	۰/۵	قزوین	۷	۱/۷
البرز	۳	۰/۷	قم	۲	۰/۵
ایلام	۵	۱/۲	کردستان	۱۵	۳/۶
آذربایجان شرقی	۱۸	۴/۳	کرمان	۱۰	۲/۴
آذربایجان غربی	۱۳	۳/۱	کرمانشاه	۱۹	۴/۵
بوشهر	۹	۲/۱	کهگیلویه و بویراحمد	۸	۱/۹
تهران	۱۹	۴/۵	گلستان	۴۵	۱۰/۷
چهار محال و بختیاری	۳	۰/۷	گیلان	۶	۱/۷
خراسان جنوبی	۱۷	۴/۱	لرستان	۱۱	۲/۶
خراسان رضوی	۲۴	۵/۷	مازندران	۱۴	۳/۳
خراسان شمالی	۶	۱/۴	مرکزی	۱۲	۲/۹
خوزستان	۳۰	۷/۲	هرمزگان	۱۳	۳/۱
زنجان	۱۲	۲/۹	همدان	۲۰	۴/۸
سمنان	۳	۰/۷	یزد	۴	۱
سیستان و بلوچستان	۱۶	۳/۸			

واکنش‌گرها[1]

اسیدهای مورد استفاده (HNO_3 ٪۶۵ W/V) و (H_2O_2 ٪۳۰ W/V) با درجه خلوص بالا (Suprapure, Merck) بودند. کالیبراسیون دستگاه‌ها با محلول‌های استاندارد تیترازول[2] (مرک) که حاوی $1\ g\ L^{-1}$ از عنصر می‌باشد، انجام شد.

آماده‌سازی نمونه‌ها

نمونه‌های گندم در بسته‌بندی‌های مشخص از مناطق مختلف جمع‌آوری شدند. برای جدا سازی دانه‌های گندم از کاه وکلش و ذرات خارجی موجود مثل گرد وخاک و شن، نمونه‌های گندم از الک‌هایی با سایزهای مختلف عبور داده شدند. سپس دانه‌های گندم آسیاب شده و هضم و عصاره‌گیری انجام شد.از روش هضم اسیدی نمونه تحت شرایط بسته وکنترل شده دما و فشار با استفاده از سیستم میکرویو[3]برای هضم و عصاره‌گیری نمونه های گندم استفاده شد. ۰/۵ گرم از نمونه گندم آسیاب شده را داخل لوله‌های تفلون مخصوص دستگاه میکرویو توزین و به آن ۵ میلی‌لیتر اسید نیتریک غلیظ (۶۵ درصد با درجه خلوص بالا) و ۲ میلی‌لیتر آب اکسیژنه ۳۰ درصد اضافه می‌کنیم. لوله‌ها را داخل دستگاه میکرویو قرار داده و مطابق برنامه دستگاه را تنظیم و عمل هضم انجام شد (۷).

آنالیز فلزات سنگین

غلظت Cd و Pb در محلول‌های نهایی هضم شده با دستگاه جذب اتمی کوره گرافیتی[4]GFAAS Perkin Elmer

1-Reagents
2-Titrisol
3- Microwave
4- Graphite Furnace Atomic Absorption

900Z (USA) و غلظت روی با دستگاه جذب اتمی شعله FAAS 900F(USA) اندازه‌گیری گردید.

کنترل کیفی

دو نمونه مواد مرجع گواهی شده گندم از کشور آمریکا (SRM 1567b) و کشور چین (NCZ ZC73009) خریداری شدند.

در سه تکرار هضم شد و برای محاسبه (QA/QC) آنالیز گردید. درصد بازیابی مطابق با معادله ۱ محاسبه گردید. نتایج درصد بازیابی در جدول ۲ گزارش شده است.

$$\text{Recovery (\%)}=\frac{\text{مقدار غلظت به‌دست‌آمده}}{\text{مقدار غلظت گواهی‌شده}} \times 100 \qquad (۱)$$

جدول ۲-درصد بازیابی عناصر در ماده مرجع ($mg.kg^{-1}$) (میانگین ± انحراف معیار) (n=۳)

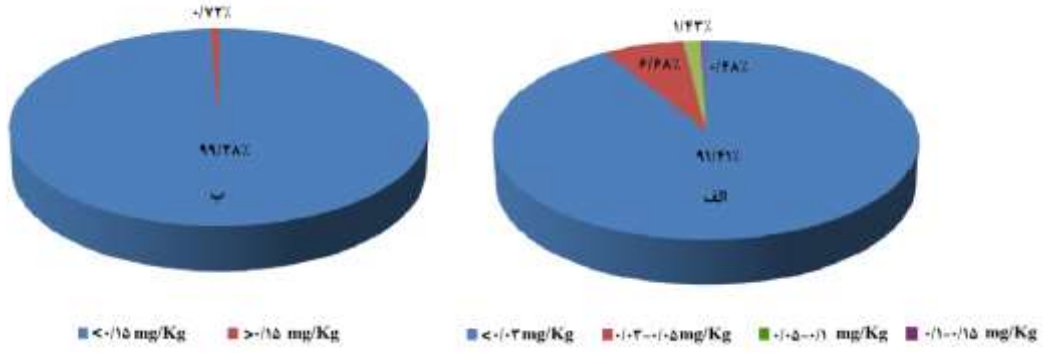
Table 2. The recovery percentage of elements in the reference material (mg. kg-1) (mean± standard deviation) (n=3)

ماده مرجع	عنصر	مقدار گواهی شده (میلی گرم در کیلوگرم)	درصد بازیابی
	روی	۱۱/۶ ۰±/۷	۹۸/۳
NCZ ZC73009	کادمیم	۰/۰۱۸ ۰±/۰۰۴	۱۰۰/۲
	سرب	۰/۰۶۵ ۰±/۰۲۴	۹۸/۳
	روی	۱۱/۶ ۰±/۲۶	۹۷
SRM 1567b	کادمیم	۰/۰±۰۲۵۴/۰۰۰۹	۱۰۰
	سرب	۰/۰±۰۱۰۴/۰۰۲۴	۹۵/۱

یافته‌ها

بررسی وضعیت غلظت عنصر کادمیم در نمونه‌های گندم تولیدی کشور

نتایج برر سی میزان کادمیم در نمونه‌ها نشان می‌دهد که میزان این عنصر در ۸/۵۹ درصد از نمونه‌های گندم تولیدی در کل کشور، بالاتر از میزان حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۰۳ میلی گرم در کیلوگرم) است و در ۹۱/۴۱ درصد نمونه‌های آنالیز شده مقدار کادمیم کمتر از حد مجاز می‌باشد (شکل۱- الف).



شکل ۱- غلظت الف) کادمیم، ب) سرب در نمونه‌های دانه گندم

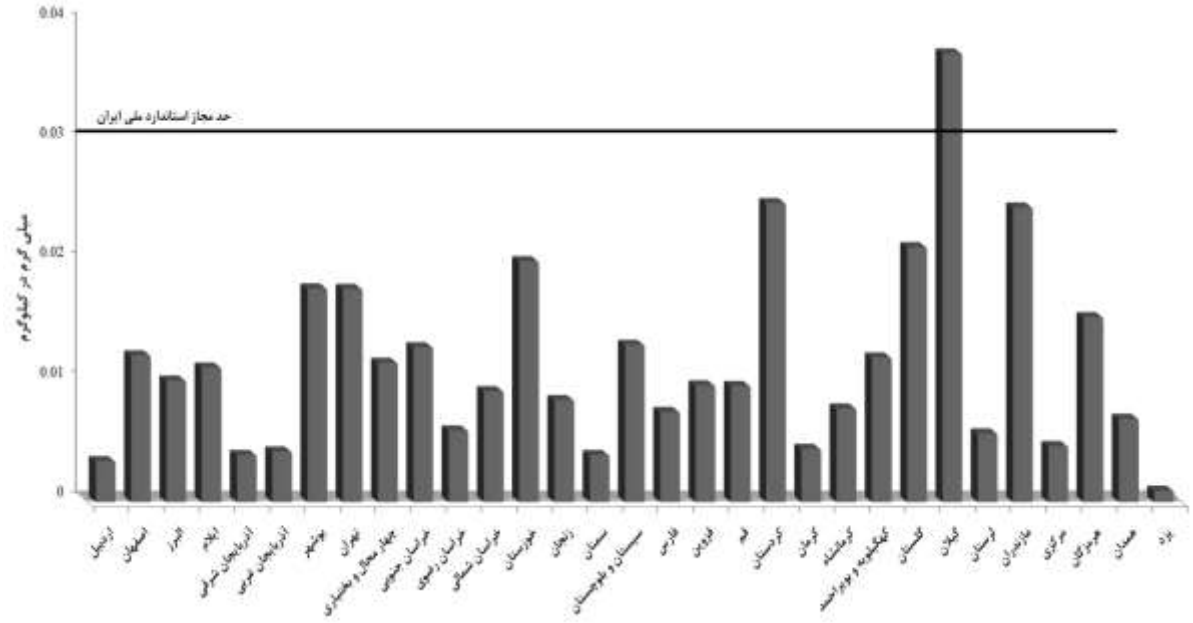
Figure 1. Concentrations of (a) cadmium, (b) leadin wheat grain samples.

1-Flame Atomic Absorption Spectroscopy

2- Certified Reference Materials

3-Recovery

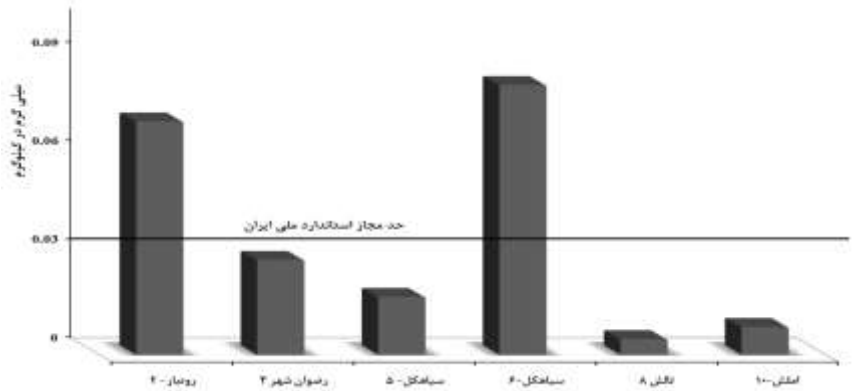
نتایج اندازه‌گیری میزان کادمیم نمونه‌های گندم نشـــان می‌دهد که میانگین میزان کادمیم درتمام استان‌های بررسی شده به جز اســـتان گیلان از حدمجازاســـتاندارد ملی (۰/۰۳ mg/Kg) پایین‌تراســـت (شـــکل ۲). میانگین مقدار کادمیم در ۴۱۹ نمونه گندم آنالیز شـــده ۰/۰۱۳ mg/Kg بود. مقدار میانگین کادمیم در اســـتان گیلان ۰/۰۳۷ mg/Kg بود که از مقدار حد مجاز بیشتر می‌باشد.



شکل ۲- میانگین غلظت کادمیم در نمونه‌های دانه گندم استان‌های مختلف

Figure 2. Mean cadmium concentration in wheat samples of different provinces

نتایج مقدار کادمیم در نمونه‌های گندم ا ستان گیلان به تفکیک نمونه و شهر در شکل ۳ آمده است. مقدار کادمیوم در دو نمونه رودبار با ۰/۰۷۱ mg/Kg و سیاهکل با ۰/۰۸۲ mg/Kg بالاتر از حد مجاز تعیین شـــده توســـط ســـازمان اســـتاندارد ملی ایران (۰/۰۳mg/Kg) بود.



شکل ۳- غلظت کادمیم در نمونه‌های دانه گندم مناطق مختلف استان گیلان

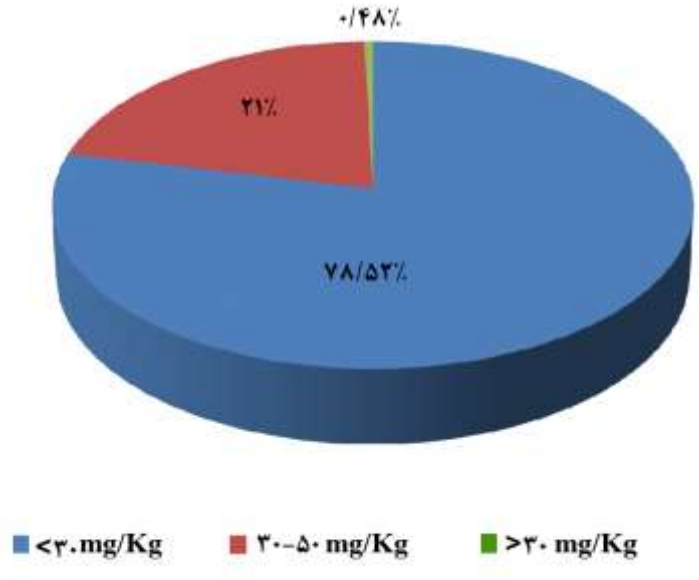
Figure 3. Cadmium concentration in wheat grain samples of different regions of Gilan province

بررسی وضعیت غلظت عنصر سرب در نمونه‌های گندم تولیدی کشور

نتایج نشان می‌دهد که در سطح کل کشور میزان سرب در ۰/۷۲ درصد از نمونه‌های گندم آنالیز شده بالاتر از میزان حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۱۵mg/Kg) است و در ۹۹/۲۸ درصد نمونه‌ها مقدار سرب پایین‌تر از حد مجاز می‌باشد (شکل ۱- ب). مقدار سرب تنها در سه نمونه مربوط به استان‌های مازندران، قزوین و تهران به ترتیب با ۰/۳۲، ۰/۲۵ و ۰/۲۰ میلی‌گرم در کیلوگرم، از مقدار حد مجاز بیشتر بود. میانگین میزان سربدر همه استان‌ها از حد مجاز استاندارد ملی ایران (۰/۱۵mg/Kg) پایین‌تر است. میانگین مقدار سرب در ۴۱۹ نمونه گندم آنالیز شده ۰/۰۳۹mg/Kg به دست آمد.

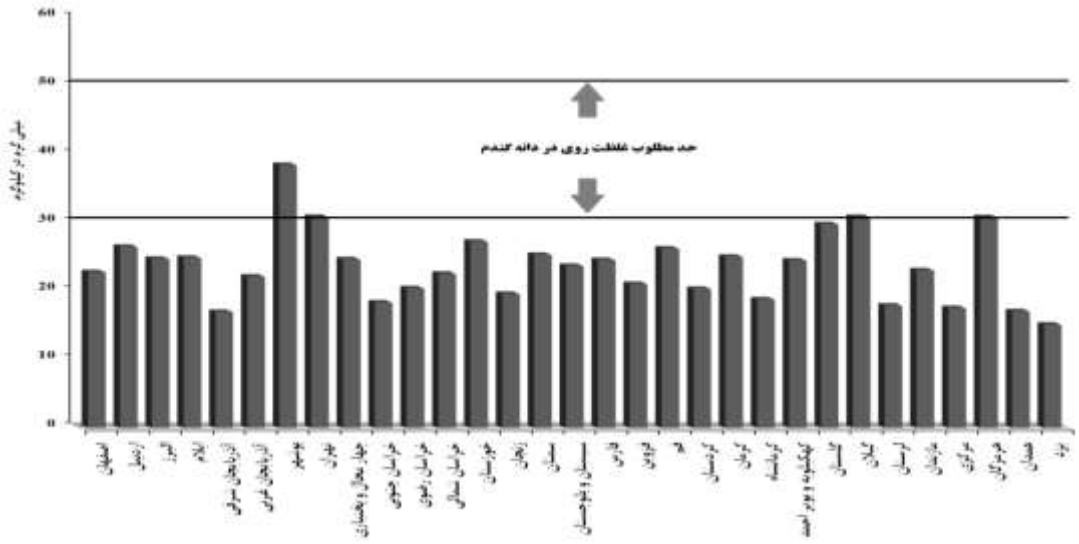
بررسی وضعیت غلظت عنصر روی در نمونه‌های گندم تولیدی کشور

سرانه مصرف نان در کشور ایران بالا است، این بدین معنی است که بخش قابل توجهی از نیاز افراد جامعه به کالری، پروتئین و مواد معدنی بایستی از طریق نان تأمین گردد، لذا غنی بودن گندم و به تبع آن نان از مواد معدنی، باعث تأمین مواد معدنی لازم برای شهروندان خواهد گردید. از این میان با توجه به نتایج پژوهش‌های قبلی در مؤسسه تحقیقات خاک و آب، عنصر روی که بر اساس شرایط خاک‌های کشور با خطر کمبود در محصولات مواجه است و از طرف دیگر نقش جدی در سلامت مردم دارد، برای بررسی انتخاب گردید. کمبود عناصر کم مصرف در ایران مخصوصاً آهن و روی در مزارع و باغات به طور عمومی شایع می‌باشد (۸). حد مطلوب عنصر روی در دانه گندم ۵۰-۳۰ میلی‌گرم در کیلوگرم می‌باشد (۹). این در حالی است که در این پژوهش میانگین غلظت روی در گندم تولیدی کشور ۲۳/۸۴ میلی‌گرم در کیلوگرم به دست آمده است. با توجه به نتایج غلظت روی در دانه‌های گندم در شکل ۴، ۷۸/۵۲ درصد نمونه‌های گندم دارای کمبود روی می‌باشند. میانگین استانی غلظت روی در گندم‌های تولیدی کشور در شکل ۵ نشان داده شده است. میزان روی در گندم تولیدی اکثر استان‌ها زیر حد مطلوب غلظت روی در گندم است. با توجه به نتایج به دست آمده، مشکل کمبود روی در گندم‌های تولیدی کشور کاملاً مشهود است.



شکل۴- غلظت عنصر روی در نمونه‌های دانه گندم

Figure 4. Zinc concentration in wheat grain samples



شکل۵- میانگین غلظت روی در نمونه‌های دانه گندم استان‌های مختلف

Figure 5. Average zinc concentration in wheat samples of different provinces

بحث و نتیجه‌گیری

مقایسه حدود مجاز غلظت سرب و کادمیم در نمونه های گندم طبق استانداردهای مختلف (استاندارد جهانی Codex (۱۰)، استاندارد ملی ایران (۱۱)، اتحادیه اروپا (۱۲)، چین (۱۳)، ایرلند (۱۴) و استرالیا (۱۵)) در جدول ۳ م شاهده می شود. حد مجاز کادمیم در ا ستاندارد ملی ایران نسبت به ا ستانداردهای دیگر کشورها اختلاف چشمگیری نشـان می‌دهد که نیاز به بررسـی بیشـتر دارد. نکته تأمل برانگیز و با اهمیت، اختلاف فاحش اسـتاندارد ملی ایران و Codex اسـت. حد مجاز غلظت کادمیم در دانه گندم طبق اسـتاندارد Codex، برابر با ۰/۲ mg/Kg است، در حالیکه این رقم در ا ستاندارد ملی ایران به میزان ۰/۰۳ mg/Kg تعریف شده است که اختلاف قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر دارند. بر این اساس استاندارد ملی ایران برای غلظت کادمیم در گندم، ۷ برابر سخت‌گیرانه‌تر از ا ستاندارد جهانی Codex ا ست، این در شرایطی است که در مورد حد مجاز سرب اختلاف چشمگیری بین استاندارد ملی ایران و Codex مشاهده نمی‌شود.

جدول۳- حدود مجاز سرب و کادمیم در استانداردهای مختلف

Table 3. Lead and cadmium permissible limits in various standards

استاندارد	حد مجاز سرب (میلی‌گرم در کیلوگرم)	حد مجاز کادمیم (میلی گرم در کیلوگرم)
استاندارد جهانی Codex	۰/۲	۰/۲
استاندارد ملی ایران	۰/۱۵	۰/۰۳
اتحادیه اروپا	۰/۲	۰/۲
چین	۰/۲	۰/۱
ایرلند	۰/۲	۰/۲
استرالیا	۰/۲	۰/۱

از طرف دیگر میانگین غلظت کادمیم در دانه گندم تولیدی کشورهای مختلف بر اساس گزارش‌های علمی در جدول ۴ آورده شده است. ملاحظه می‌گردد که میانگین غلظت کادمیم در گندم های تولیدی ایران (۰/۰۱۳ mg/Kg) نسبت به کشورهای دیگر و حتی بسیاری از کشورهای پیشرفته بسیار پایین‌تر است و این خود نشانگر کیفیت خوب گندم تولیدی کشور از نظر محتوای عنصر سنگین کادمیم است.

جدول ۴- غلظت کادمیم گندم‌های تولیدی کشورهای مختلف (۱۶)

Table 4. Cadmium concentration of wheat produced in different countries

ردیف	کشور	میانگین غلظت کادمیم (mg/Kg)
۱	ایران	۰/۰۱۳
۲	سوئد	۰/۰۶۰
۳	آلمان	۰/۰۴۰
۴	لهستان	۰/۰۵۶
۵	فرانسه	۰/۰۵۸
۶	سوئد	۰/۰-۰۴۰/۰۰۶۹
۷	برزیل	۰/۰۲۳
۸	استرالیا	۰/۰۲۲
۹	روسیه	۰/۰-۰۶۰/۰۷۰
۱۰	ترکیه	۰/۰۱۲
۱۱	مصر	۰/۰۵۰
۱۲	ژاپن	۰/۰۳۰
۱۳	انگلستان	۰/۰۳۸
۱۴	هلند	۰/۰۶
۱۵	چین	۰/۰۱۸ -۰/۰۲۳

توزیع فراوانی غلظت عناصر سرب و کادمیم درمناطق مختلف حاکی از بالاتر بودن غلظت عنصر کادمیم نسبت به حد مجاز در استان گیلان است. بررسی غلظت عنصر معدنی مفید روی در نمونه‌های گندم نشان داد در بخش اعظم نمونه‌ها (حدود ۷۹٪)، غلظت این عنصر کمتر از حد مطلوب می‌باشد. لذا با توجه به سهم نان در سبد غذای افراد جامعه ایرانی بایستی موضوع ارتقاء غلظت روی در گندم مورد توجه جدی قرار گیرد.

تقدیر و تشکر

این پژوهش در بخش آزمایشگاه‌های موسسه تحقیقات خاک و آب انجام شده است. نویسندگان از حمایت مالی موسسه تحقیقات خاک و آب (گزارش فنی با شماره ثبت ۵۴۲۲۵) و همکاری کارشناسان قدردانی می‌نمایند.

References

1. Kandeler, E., Tscherko, D., Bruce, K., Stemmer, M., Hobbs, P.J., Bardgett, R.D., Amelung, W., 2000. Structure and function of the soil microbial community in microhabitats of a heavy metal polluted soil. Biology and fertility of soils. Vol. 32, pp. 390-400.
2. FAO/WHO, Contaminants, Codex Alimentarius, vol. XVII, Edition 1,

FAO/WHO,Codex Alimentarius Commission, Rome, 1984.

3. Kianpoor, S., Sobhanardakani, S., 2018. Evaluation of Zn, Pb, Cd and Cu concentrations in wheat and bread consumed in Hamedan city. Journal of Food Hygiene. Vol. 7, No. 28, pp. 87. (In Persian)
4. Esmaili, A., Noroozi, V., Saeedi, R., Mohammadi, M. J., Sobhani, T., Dobaradaran, S., 2017. Data on heavy metal levels (Cd, Co, and Cu) in wheat grains cultured in Dashtestan County, Iran. Data in Brief.Vol. 14,pp. 543–547.
5. Mohammadi, A., 2016. Investigation of heavy metals (lead and cadmium) in purchased wheat in 2014, (In Persian).
6. Agriculture Jihad Statistics, Agronomic crops. Crop year 2016-2017. (In Persian)
7. AOAC Official Method 999.10:1999 Lead, Cadmium, Zinc, Copper and Iron in Foods. Atomic Absorption Spectrometry (AAS) after microwave digestion.
8. Khavazi, K., Balali, M.R., Bazargan, k., Tehrani, M.M., Rezaei, H., AsasdiRahmani, H., Gheibi, M.N., Davoodi, M.H., Saadat, S., Moshiri, F., Davatgar, N., 2014. Comprehensive soil fertility and plant nutrition program 2014-2025. Soil and water research institute.Vol. 1, pp. 28. (In Persian)
9. Malakouti, M.J., Moshiri, F., Gheibi, M.N., 2005. Optimum levels of nutrients in soils and some agronomic and horticultural crops (Part 1: agronomic crops), Technical bulletin No. 405, Soil and water research institute, Sana Publications. (In Persian)
10. Codex Stan 193-1995. "Codex General Standard for Contaminants and Toxins in Food and Feed".
11. National Standard of Iran, No. 12968. Institute of Standards and Industrial Research of Iran, Food & Feed-Maximum limit of heavy metals.2009. (In Persian)
12. Commision Regulation (EC) No 1881-2006-"Setting maximum levels for criteria contaminations in foodstuffs". European Commission, Commission Regulation (EC) No.466/2001 SettingMaximum Levels for Certain Contaminants in Foodstuffs, 2002;US EPA, Risk Assessment Guidance for Superfund, Human Health Evaluation Manual (Part A). Interim Final, vol. I. Washington (DC), United States Environmental Protection Agency, EPA/540/1-89/002, 1989.
13. National Standard of the People's Republic of China (NSPRC). National Food Safety Standard, Issued by Ministry of Health of the People's Republic of China. 2011.
14. Food Safety Authority of Ireland.Mercury, Lead, Cadmium, Tin and Arsenic in Food, Food safety Authority of IRELAND. 2009.
15. Food Standards Australia and New Zealand Standard 1.4.1 (FSANZS) – Contaminants and Natural Toxicants laid down maximum levels of FIVE heavy metals in specified food.
16. Yanardag, A.B., Mermut, A.R., Cano, A.F., Garces, D.M.C., Yanardag, I.H., 2016. Cadmium contents of soils and durum and bread wheats on Harran Plain, southeast Turkey, Turkish Journal of Agriculture and Forestry. Vol. 40, pp. 772-782.