

The Levels of Lead, Cadmium and Chromium in Edible Mushrooms in Sari, 2012

Mohammad Shokrzadeh¹,
Narges Amadeh juybary²

¹Associate Professor, Pharmaceutical Research Center, Department of Toxicology and Pharmacology, Faculty of Pharmacy, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

²MSc Student in Toxicology, Student Research Committee, Faculty of Medicine, Mazandaran University of Medical Sciences, Sari, Iran

(Received January 29, 2014 ; Accepted September 14, 2014)

Abstract

Background and purpose: Mushrooms are highly nutritive, since they are low in calories and contain significant amounts of vegetative proteins, vitamins, minerals, amino acid, and fiber. Mushrooms might be contaminated by heavy metals such as lead, cadmium, chromium, etc. This contamination depends on type of mushrooms, their physiology, and ecosystem. The present study aimed at determining the amount of lead, cadmium and chromium in edible mushrooms disturbed in the city of Sari (north of Iran).

Material and methods: This study was done in laboratory on 108 samples of commercial mushrooms widely found in supermarkets in Sari. They were coded 1 to 6 and their stem and cap were studied. Finally, the amount of lead, cadmium, and chromium were determined using atomic absorption spectrometer (AAS).

Results: The concentrations of lead and cadmium were found to be less than standard levels recommended by Codex guidelines. But the amount of chromium in all samples was observed to be more than Codex standards (20 mg/kg). The Provisional Tolerable Weekly Intake (PTWI) for chromium in cap was similar to standard levels while this was lower in stem.

Conclusion: High concentrations of chromium could be due to high levels of that found in composts used for growing mushrooms or contaminated water.

Keywords: Edible mushroom, lead, chromium, cadmium, Sari

J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(117): 165-172 (Persian).

بررسی میزان سرب، کادمیوم و کروم در قارچ های تکمه ای خوراکی عرضه شده در سطح شهر ساری در سال ۱۳۹۱

محمد شکرزاده^۱
نرگس آماده جویباری^۲

چکیده

سابقه و هدف: قارچ‌ها حاوی مقادیر اندکی کالری و مقادیر قابل توجهی از پروتئین‌های گیاهی، ویتامین، مواد معدنی، آمینو اسید و فیبر هستند و غذایی با ارزش محسوب می‌شوند. در قارچ‌ها ممکن است آلودگی به انواع فلزات سنگین مانند سرب، کادمیوم و کروم ... وجود داشته باشد که به نوع و فیزیولوژی انواع قارچ و اکوسیستم آن‌ها بستگی دارد. هدف از این مطالعه تعیین میزان سرب، کروم و کادمیوم در قارچ‌های تکمه‌ای خوراکی شاخص توزیع شده در سطح عرضه شهر ساری است.

مواد و روش‌ها: تحقیق حاضر به روش آزمایشگاهی و بر روی ۱۰۸ نمونه قارچ شاخص تجاری با بیش‌ترین عرضه در سطح شهر ساری که به صورت کدهای ۱ تا ۶ شماره گذاری شده در دو قسمت ساقه و کلاهک قارچ انجام شد. در نهایت عناصر سرب، کروم و کادمیوم با بهره‌گیری از دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی مورد بررسی و تعیین قرار گرفت.

یافته‌ها: سطح غلظت سرب و کادمیوم در تمامی نمونه‌ها کم‌تر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد فوق‌الذکر می‌باشد ولی سطح غلظت کروم در تمامی نمونه‌ها بیش‌تر از استاندارد کدکس « ۰/۲۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم » بوده است. همچنین PTWI به دست آمده نیز نشان داد فقط مقدار کروم در کلاهک برابر با حد استاندارد می‌باشد و سایر نمونه‌ها کم‌تر از حد استاندارد است.

استنتاج: این میزان بالای کروم در قارچ می‌تواند ناشی از مقدار بالای کروم در مواد مورد نیاز برای پرورش قارچ (کمپوست) و یا آلودگی آب باشد.

واژه های کلیدی: قارچ خوراکی، سرب، کروم، کادمیوم، شهر ساری

مقدمه

پروتئین، ۲/۹ درصد چربی و برخی از مواد معدنی دیگر تشکیل شده‌اند (۳). علاوه بر این، قارچ‌ها عاملی برای شکستن تعداد زیادی از مواد ارگانیک بوده و کاربردهای درمانی و پیشگیری از بیماری‌هایی مانند پرفشاری خون، کلسترول بالا، چاقی، دیابت و سرطان دارند (۴،۵،۱).

قارچ‌ها (*Agaricus bisporus*) حاوی مقادیر اندکی کالری و مقادیر قابل توجهی از پروتئین‌های گیاهی، ویتامین، مواد معدنی، آمینو اسید و فیبر هستند و به عنوان یکی از غذاهای با ارزش محسوب می‌شوند (۲،۱). قارچ‌ها در حدود ۳۹/۹ درصد کربوهیدرات، ۱۷/۵ درصد

^۱ این مقاله حاصل طرح تحقیقاتی (دانشجویی) شماره ۱۱۸-۹۱ است که توسط معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی مازندران تامین شده است.

مؤلف مسئول: نرگس آماده جویباری - ساری: کیلومتر ۱۸ جاده خزرآباد، مجتمع دانشگاهی پیامبر اعظم، دانشکده داروسازی E-mail: nargesamadeh@yahoo.com

۱. مرکز تحقیقات دارویی، گروه سم شناسی و فارماکولوژی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران

۲. دانشجوی کارشناسی ارشد سم شناسی، کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی مازندران، ساری، ایران



مجله دانشگاه علوم پزشکی مازندران
دوره بیست و چهارم ، فرورداد سال ۱۳۹۳ (۴۶-۴۸)

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۱۱/۹ تاریخ ارجاع جهت اصلاحات: ۱۳۹۳/۲/۱۰ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۶/۲۳

فلزات سنگین، اجزاء طبیعی پوسته زمین هستند. موجودات زنده به مقدار کم به برخی از این فلزات از جمله روی و منگنز و ... نیازمند می‌باشند. با وجود این، سطوح بالای این فلزات ضروری می‌تواند برای موجودات زنده، مضر و زیان‌بار باشد (۶).

مشکل اصلی در مورد فلزات سنگین آن است که با فرآیندهای زیستی تجزیه نمی‌شوند. ترکیبات فلزی می‌توانند تغییر پیدا کنند ولی همچنان باقی می‌مانند. این پایداری به آن‌ها اجازه انتقال به وسیله زنجیره غذایی یا آب را می‌دهد. در نتیجه، پایداری فلزات سنگین در سطوح بالای زنجیره غذایی بروز میکند که می‌تواند در حد چند برابر میزانی که در آب، هوا و یا غذا بوده است، انباشته گردد (۸،۷).

تحقیقات نشان داده است که فلزات سنگین خاصیت جمع شونده‌گی داشته، تجمع بیش از حد آن می‌تواند خطراتی برای سلامت انسان داشته باشد (۹). قارچ‌ها توانایی تجمع فلزات سنگین را دارند (به خصوص کادمیوم، جیوه، سلنیوم، سرب، وانادیم، مسوآرسنیک).

۲ عامل که در این تجمع نقش دارد شامل نوع و فیزیولوژی انواع قارچ و اکوسیستم و بستر آن‌ها است. همچنین قارچ‌ها در تجمع فلزات از محیط مکانیسم‌های مختلفی دارند؛ بنابراین برای ارزیابی سطح آلودگی‌های محیطی می‌توان از قارچ‌ها استفاده کرد (۱۰). در برخی از انواع قارچ‌ها از جمله *Agaricus* تجمع سطوح بالای کادمیوم و جیوه حتی در مناطق پاک و کمتر آلوده مشاهده شده است. از طرفی در مجاورت کارخانه ذوب فلزات تجمع سرب بیشتر دیده شده است (۱۱).

از این رو سطح بالایی از ترکیبات سمی در قارچ ممکن است مزیت‌های مفید آن را برای سلامتی در یک وعده غذایی پر از قارچ جبران کند و حتی خوردن یک قارچ ممکن است برای سلامتی انسان نیز خطرناک باشد (۴،۲،۱).

فلزات سنگین عوارض نامطلوبی را در بدن ایجاد

می‌کنند. از عوارض نامطلوب حضور کادمیوم در بدن میتوان به اسهال، شکم درد و استفراغ شدید، شکستگی استخوان، عقیم شدن، آسیب به سیستم عصبی مرکزی، آسیب به سیستم ایمنی، اختلالات کلیوی و دستگاه تنفس، ناهنجاری‌های روانی و آسیب احتمالی به DNA و اثرات ژنتیکی و سرطانزایی اشاره کرد (۱۲،۴). اختلال بیوسنتز هموگلوبین و کم‌خونی، افزایش فشار خون، آسیب به کلیه، سقط جنین و نارسایی نوزاد، اختلال سیستم عصبی، آسیب به مغز، ناباروری مردان، کاهش قدرت یادگیری و اختلالات رفتاری در کودکان، تغییرات لته و سرطانزایی از عوارض منفی افزایش غلظت سرب در بدن است (۱۲،۴). کروم نیز موجب گاستروآنتریت حاد هموراژیک، از دست رفتن مقدار زیاد مایعات و خون، شوک، نارسایی کلیوی الیگوریک، همولیز، هیپاتیت و ادم مغزی می‌شود (۱۳).

در اسپانیا میزان دریافت روزانه فلزات سنگین از قبیل سرب، کادمیوم، جیوه، نیکل و مولیبدن در سبد خانوار چهار منطقه جغرافیایی اندازه‌گیری شد و نتایج با *ADI* (Acceptable) و *PTWI* (Provisional Tolerable Weekly Intake) مقایسه گردید و مشخص شد که میانگین دریافت بعضی عناصر نظیر سرب در رژیم غذایی یک منطقه بالاتر از *PTWI* بوده و در مورد برخی عناصر دیگر نظیر جیوه این حدود کم‌تر از *PTWI* می‌باشد (۱۴).

همچنین طی مطالعه‌ای که عنبری و همکاران در مورد بررسی میزان سرب و کادمیوم در قارچ‌های خوراکی پرورشی در سطح شهر تهران انجام داده اند به این نتیجه رسیدند در ۲۵ درصد قارچ‌های مورد بررسی، سرب بیش‌تر از حد مجاز بوده و میزان کادمیوم پایین‌تر از حد مجاز استاندارد اتحادیه اروپا / 2001EU466 « ۳ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای سرب و ۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم برای کادمیوم » بوده است (۴).

از آنجایی که هیچ‌گونه مطالعه‌ای در مورد اندازه‌گیری فلزات سنگین در قارچ‌های خوراکی توزیع شده

آب اکسیژنه اضافه شد و در بالن ژوژه به حجم ۲۵ میلی لیتر رسانده شد (۱۶،۱۵). در نهایت عناصر سرب، کادمیوم و کروم با بهره گیری از دستگاه اسپکترومتر جذب اتمی Atomic-Absorption-Spectrophotometer (AAS) با مارک Perkin Element و مدل Analyst 100 و حد تشخیص $0.01/0.01$ ppm مورد بررسی و تعیین قرار گرفت. در این بررسی ۶ استاندارد از ۳ فلز سرب و کروم و کادمیوم با غلظت ۱ و ۲ و ۴ و ۱۶ و ۳۲ و ۶۴ آماده و به دستگاه تزریق گردید. برای تهیه استاندارد مقدار 0.0064 گرم از نمک سرب و کروم و کادمیوم را در بالن ژوژه به حجم ۱۰۰ سی سی رسانده و سپس استانداردها را از مقدار کم به بالا به دستگاه داده و کامپیوتر نمودار آن را کشیده سپس نمونه‌ها به دستگاه تزریق گردید. از یافته‌های به دست آمده در هر نمونه ابتدا میانگین و انحراف معیار محاسبه شد و سپس با انجام آزمون ناپارامتری کروسکال والیس بین نمونه‌ها مقایسه صورت گرفت. باید در نظر داشت که دستگاه هر نمونه را ۳ بار تکرار اندازه‌گیری نمود و در نهایت نتایج به صورت $mean \pm sd$ در هر نمونه گزارش شد و خطای ۵ درصد به عنوان حد اندازه‌گیری معین گردید.

یافته‌ها

نتایج آزمون‌های شیمیائی انجام شده بر روی قارچها مشخص شد که میانگین و انحراف معیار غلظت فلزات سنگین سرب، کادمیوم و کروم در کلاهک به ترتیب $0.153/0.027$ و $0.568/0.027$ و در ساقه $0.277/0.147$ و $0.437/0.147$ میلی گرم بر کیلوگرم بوده است. جدول شماره ۱ میزان سرب، کادمیوم و کروم در کلاهک و ساقه ۶ نمونه قارچ مختلف را برحسب میلی گرم بر کیلوگرم نشان می‌دهد که هر عدد معرف میانگین سه تکرار است. با توجه به این جدول بیشترین میزان سرب در قسمت کلاهک در قارچ ۵ با میانگین $0.265/0.058$ و کمترین آن در قارچ ۴ با میانگین $0.058/0.058$ است؛ بیشترین میزان سرب در ساقه قارچ ۲ با میانگین

در سطح شهر ساری و همچنین استان مازندران انجام نشده، از این رو هدف از این مطالعه تعیین میزان کادمیوم، سرب و کروم در قارچ‌های تکمه‌ای خوراکی شاخص توزیع شده در سطح عرضه شهر ساری بوده که در سال ۱۳۹۱ انجام شده است تا آگاهی نسبتاً کاملی از چگونگی وضع قارچ‌های خوراکی و امنیت غذایی آن به دست آید.

مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر به روش آزمایشگاهی و بر روی ۱۰۸ نمونه قارچ با ۶ برند مختلف از انواع قارچ‌های تکمه‌ای شاخص تجاری با بیشترین عرضه در سطح شهر ساری انجام شد. برای نمونه‌برداری، قارچ‌های بسته‌بندی شده از سوپرمارکت‌های شهر ساری در مناطق مختلف جغرافیایی به روش تصادفی ساده انتخاب شده و به مقدار ۵۰۰ گرم طی ۳ مرحله با فاصله زمانی ۱ ماه جمع‌آوری گردید و به صورت کدهای ۱ تا ۶ شماره‌گذاری شد و از آنجایی که در هر مرحله ۳ بار تکرار و در دو قسمت ساقه و کلاهک انجام شد، لذا در کل ۱۰۸ نمونه قارچ مورد ارزیابی قرار گرفت.

جهت رفع آلودگی احتمالی کلیه ظروف آزمایشگاهی توسط اسید نیتریک ۵ درصد اسیدوآش و با آب دیونیزه آبکشی و در آون خشک شدند. پس از تهیه قارچ‌ها و انتقال آن به آزمایشگاه و شستشو با آب، آن‌ها را با آب مقطر آبکشی کرده و در معرض هوا قرار داده شد. قارچ‌ها را خرد کرده و در آون در دمای ۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت برای خشک شدن قرار داده شد. سپس آن‌ها را با آسیاب برقی پودر کرده و در ظروف پلی‌اتیلن ذخیره شدند.

پس از توزیع در کپسول چینی آن‌ها را در کوره الکتریکی در دمای ۴۰۰-۴۵۰ درجه سانتی‌گراد خاکستر گردید. 0.1 گرم از خاکستر حاصله را در 0.3 سی سی اسید سولفوریک غلیظ حل کرده و تا ۲ روز در اسید ماند. سپس 0.1 سی سی اسید نیتریک و 0.5 میکرولیتر

جدول شماره ۱: میانگین و انحراف معیار میزان فلزات سرب، کادمیوم و کروم در کلاهک و ساقه قارچ خوراکی بر حسب میلی گرم بر کیلوگرم

نمونه	تعداد نمونه	سرب mean±sd		کادمیوم mean±sd		کروم mean±sd	
		کلاهک	ساقه	کلاهک	ساقه	کلاهک	ساقه
۱	۹	۰/۰۲۳۳±۰/۰۲۰۹	۰/۰۰۹۳±۰/۰۰۳	۰/۰۰۴۳±۰/۰۰۱۴	۰/۰۰۴۷±۰/۰۰۲۴	۰/۰۵۹۵±۰/۰۴۲۴	۰/۳۶۷±۰/۲۸۸
۲	۹	۰/۰۱۱±۰/۰۰۴۵	۰/۱۰۶±۰/۰۸۹	۰/۰۰۵۷±۰/۰۰۱۳	۰/۰۴۶±۰/۰۴۲	۰/۵۱۴±۰/۰۳۲۸	۰/۳۵۳±۰/۲۴
۳	۹	۰/۰۱۷۸±۰/۰۱۵۴	۰/۰۱۳±۰/۰۱۰	۰/۰۰۳۹±۰/۰۰۳۴	۰/۰۰۶۳±۰/۰۰۵۳	۰/۷۸±۰/۰۷۰۱۱	۰/۴۱۶±۰/۱۵۳
۴	۹	۰/۰۰۵۸±۰/۰۰۰۶۸	۰/۰۱۱±۰/۰۰۲۴	۰/۰۰۱۱±۰/۰۰۰۹	۰/۰۱۲±۰/۰۰۹۷	۰/۳۹±۰/۰۲۱۴	۰/۳۳۸±۰/۱۰۷
۵	۹	۰/۰۲۶۵±۰/۰۰۳۷۲	۰/۰۱۴±۰/۰۱۱۵	۰/۰۰۱۲±۰/۰۰۱۰	۰/۰۰۷۳±۰/۰۰۶۳	۰/۸۵۴±۰/۰۸۲۳	۰/۷۳۲±۰/۰۱
۶	۹	۰/۰۰۷۸±۰/۰۰۰۶۳	۰/۰۱۳±۰/۰۱۱	۰/۰۰۰۶±۰/۰۰۰۱	۰/۰۱۲۴±۰/۰۱۰	۰/۲۶±۰/۰۱۹۲	۰/۴۱۷±۰/۳۴۱

۰/۱۰۶ و کمترین آن در نوع ۱ با میانگین ۰/۰۰۹۳ بوده است. از نظر میزان کادمیوم نیز بیشترین میزان در قسمت کلاهک قارچ ۲ با میانگین ۰/۰۰۵۷ و کمترین در قارچ ۶ با میانگین ۰/۰۰۰۶ است و بیشترین میزان کادمیوم در ساقه قارچ ۲ با میانگین ۰/۰۰۴۶ و کمترین آن در قارچ ۱ با میانگین ۰/۰۰۴۷ بوده است. بیشترین میزان کروم در قسمت کلاهک قارچ ۵ با میانگین ۰/۸۵۴ و کمترین آن در قارچ ۶ با میانگین ۰/۲۷۶ می باشد. بیشترین میزان کروم در ساقه قارچ ۵ با میانگین ۰/۷۳۲ و کمترین در قارچ ۴ با میانگین ۰/۳۳۸ بوده است.

در مجموع در هیچ کدام از نمونه‌ها مقدار سرب بالاتر از استاندارد اتحادیه اروپا « 0.30 mg/kg » نبوده و همچنین مقدار کادمیوم نیز بالاتر از اتحادیه اروپا « 0.20 mg/kg » نبوده است؛ ولی در مورد کروم همگی نمونه‌ها بالاتر از اتحادیه اروپا بوده است.

با انجام آزمون ناپارامتری کروسکال والیس در کلاهک قارچ مشخص شد اختلاف میانگین سرب ($p=0.0762$)، کادمیوم ($p=0.0422$) و کروم ($p=0.0825$) در نمونه‌ها معنی دار نیست. اختلاف میانگین سرب ($p=0.0898$)، کادمیوم ($p=0.0798$) و کروم ($p=0.0171$) در ساقه قارچ‌ها نیز معنی دار نشد یعنی در میانگین تمام فلزات موجود در نمونه‌ها، با هم تفاوت آماری معنی داری مشاهده نشده است.

بحث

مطالعه حاضر نشان داد تفاوت آماری قابل توجهی میان فلزات در قسمت کلاهک و ساقه قارچ‌های

خوراکی وجود ندارد.

سطح غلظت سرب در تمامی نمونه‌ها پایین‌تر از استاندارد کدکس (EC) No 1881/2006 « 0.30 » میلی گرم بر کیلوگرم می باشد.

مطالعه انجام شده در سال ۸۷ در تهران نشان داد سطح غلظت سرب در شش مورد از قارچ‌های خوراکی پرورشی از نوع تکم‌های در حد استاندارد اتحادیه اروپا (EU466/2001) بوده و در دو نوع قارچ تکم‌های به ترتیب 0.14 ± 0.35 میلی گرم در کیلوگرم و 0.14 ± 0.71 میلی گرم در کیلوگرم بوده که بیش‌تر از حد استاندارد فوق‌الذکر است و همچنین میزان کادمیوم اندازه‌گیری شده در تمام قارچ‌های تکم‌های خوراکی پرورشی مورد آزمایش، پائین‌تر از حد مجاز استاندارد اتحادیه اروپا تعیین گردید (۳).

مطالعه‌ای توسط Kula در سال ۲۰۱۱ در ترکیه بر روی نمونه قارچ انجام شد که میزان سرب 0.37 ± 0.15 و 0.03 ± 0.69 میکروگرم بر گرم محاسبه شد (۱). Liu و همکارانش در سال ۲۰۰۸ میزان سرب در قارچ را پایین‌تر از حد تشخیص محاسبه کردند (۵).

همان‌طور که از جدول شماره ۲ استنتاج می‌شود، میزان سرب و کادمیوم در کلاهک و ساقه قارچ کم‌تر از PTWI مجاز است. اما در مورد کروم هم در کلاهک قارچ مساوی با حد مجاز است. (برای به دست آوردن PTWI، وزن شخص ۷۰ کیلوگرم (۱۷) و میزان مصرف روزانه قارچ 0.42 گرم در روز در نظر گرفته شد (۱۸)).

سطح غلظت کادمیوم در تمامی نمونه‌ها پایین‌تر از استاندارد کدکس (EC) No 1881/2006 « 0.20 mg/kg » می باشد.

جدول شماره ۲: میزان دریافت هفتگی PTWI قارچ

فلز سنگین	PTWI به دست آمده		PTWI مجاز (میلی گرم بر کیلوگرم وزن بدن در هفته) (۱۷)
	کلاهیك	ساقه	
سرب	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۱۱	۰/۰۲۵
کادمیوم	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۶	۰/۰۰۰۷
کروم	۰/۰۲۳	۰/۰۱۸	۰/۰۲۳۳

بیش تر از حد مجاز تعیین شده در استاندارد فوق‌الذکر می‌باشد. در مطالعه انجام شده در سال ۸۷ در تهران نشان داد نمونه قارچ‌های مورد آنالیز از نظر میزان کادمیوم در حد قابل قبول استاندارد اتحادیه اروپا قرار داشتند (۴). در مطالعه‌ای توسط Kula میزان کادمیوم $۰/۲۱ \pm ۰/۰۱ - ۰/۳۷ \pm ۰/۰۱$ میکروگرم بر گرم محاسبه شد (۱). بررسی‌های انجام گرفته روی گندم و برنج در بوشهر نشان داد که میزان کادمیوم در کلیه نمونه‌ها پایین تر از حد تشخیص دستگاه بود (۲۱).

در جدول شماره ۳ میزان فلزات سنگین در کشورهای مختلف با یکدیگر مقایسه شد. همانطور که از این جدول استنتاج می‌شود میزان سرب، کروم و کادمیوم در مطالعه حاضر کمتر از سایر کشورها بود. سطح غلظت کروم در تمامی نمونه‌ها بیش تر از استاندارد کد کس (EC)No 1881/2006 « $۰/۲۰ \text{ mg/kg}$ » بوده است.

جدول شماره ۳: مقایسه میزان فلزات سنگین در کشورهای مختلف

کشور سال	Pb	Cd	Cr	منابع
ایران (شهر ساری)	۰/۰۱۵۳	۰/۰۰۲۷	۰/۵۶۸	مطالعه حاضر
	۰/۰۲۷۷	۰/۰۱۴۷	۰/۴۴۷	ساقه
ایران (تهران) ۱۳۸۷	۲/۸۵	۰/۴۲۳	—	۴
ترکیه ۲۰۱۱	۳/۶۰	۲/۰۳۲	—	۱
ترکیه ۲۰۰۴	۲/۵۶	۱/۳۳	۱۰/۳۴	۱۹
یونان ۲۰۰۹	۰/۳۷	۰/۸۲۲	۲/۴۴۵	۲۰

همچنین با توجه به مقالات متعدد بررسی شده، مشخص گردید که انتقال فلزات از میسلیم به کلاهیك می‌باشد و این عناصر در کلاهیك قارچ ذخیره می‌گردند و میزان آن ارتباط مستقیمی با میسلیم قارچ در محیط کشت دارد (۶).

بنابراین میزان بالای کروم می‌تواند ناشی از مقدار بالای کروم در مواد مورد نیاز برای پرورش قارچ (کمپوست) باشد. احتمال این وجود دارد که گاه و گلیش گندم استفاده شده برای تولید کمپوست به دلیل میزان بالای کروم در خاک، آلوده به کروم شده باشد و در نتیجه باعث افزایش چشمگیری در میزان کروم در قارچ‌های خوراکی عرضه شده گردد.

همچنین امکان آلودگی آب مورد استفاده برای پرورش قارچ به کروم می‌تواند وجود داشته باشد. علاوه بر این، بعضی از کارخانه‌ها کود آلی برای تولید کمپوست را از زباله‌های شهری تولید می‌کنند که این زباله‌ها می‌توانند دارای مقادیر بالایی از مواد آلی و فلزات سنگین باشند که در نتیجه می‌تواند باعث آلودگی کمپوست شوند.

با عنایت به این که پرورش قارچ نیاز اساسی به کمپوست مناسب دارد و در ایران از کمپوست مصنوعی که حاوی گلش گندم است استفاده می‌شود و همچنین با توجه به این که قارچ بافت مناسبی برای جذب فلزات سنگین دارد و امروزه مصرف آن در خانوارها زیاد شده است، پیشنهاد می‌شود در تهیه کمپوست از گلش گندمی استفاده شود که در مزارعی با خاک دارای حداقل فلزات سنگین کشت شده باشد.

همچنین از سالم بودن و کم بودن مقدار فلزات سنگین آب مورد نیاز برای آبیاری و مرطوب کردن محیط پرورش قارچ اطمینان حاصل شود. توصیه می‌شود میزان سایر فلزات سنگینو میزان دریافت هفتگی آنها از طریق سایر محصولات کشاورزی به طور دوره‌ای مورد ارزیابی قرار گیرد.

در این تحقیق قارچ‌های شاخص تجاری عرضه شده در سطح شهر ساری مورد ارزیابی قرار گرفته است. از این رو پیشنهاد می‌گردد کارهای مشابهی در استان‌های دیگر نیز انجام شود. همچنین پیشنهاد می‌گردد سایر فلزات سنگین مانند آرسنیک و جیوه و ... که سمیت‌های مهمی در بدن ایجاد می‌کنند، نیز در قارچ اندازه‌گیری شود.

References

1. Kula I, Solak MH, Uğurlu M, Işıloğlu M, Arslan Y. Determination of Mercury, Cadmium, Lead, Zinc, Selenium and Iron by ICP-OES in Mushroom Samples from Around Thermal Power Plant in Mug̃la, Turkey. *Bull Environ Contam Toxicol* 2011; 87(3): 276-281.
2. Firenzuoli F, Gori L, Lombardo G. The Medicinal Mushroom *Agaricus blazei* Murrill: Review of Literature and Pharmacotoxicological Problems. *Evid Based Complement Alternat Med* 2008; 5(1): 3-15.
3. Mendil D, Uluo Zlu OD, Tu̇zen M, Hasdemir E, Sarı H. Trace metal levels in mushroom samples from Ordu, Turkey. *Food Chem* 2005; 91: 463-467.
4. Anbari MA, Fath Ordoobady F, Komeily Fanood R, kamali Z, Salasali M, Shafighi A. Investigation of lead and Cadmium contents of cultivated edible mushrooms consumed in Tehran. *Iranian Journal of Food Science and Technology (JFST)* 2011; 8(30): 85-91.
5. Liu Y, Fukuwatari Y, Okumura K, Takeda K, Ishibashi K, Furukawa M, et al. Immunomodulating Activity of *Agaricus brasiliensis* KA21 in Mice and in Human Volunteers. *Evid Based Complement Alternat Med* 2008; 5(2): 205-519.
6. Besharat H, Zokaei M. Identification of tolerance threshold of *Agaricus bisporus* to Cr³⁺. *Journal of Plant Protection* 2009; 23(1): 34-40.
7. Bosque MA, Schuhmacher M, Domingo JL, Llobet JM. Concentrations of lead and cadmium in edible vegetables from Tarragona Province, Spain. *Sci Total Environ* 1990; 95: 61-67.
8. Al-Saleh I, Shinwari N. Report on the levels of cadmium, lead, and mercury in imported rice grain samples. *Biol Trace Elem Res* 2001; 83(1): 91-96.
9. Mohammadi Sani A, Nikpouyan H, Moshiri Roodsari R. Determining of Heavy Metals Content in Produced Liquid and Dry Curdle in Khorasan-E- Razavi Industries. *Journal of Food Science and Technology* 2010; 1(3): 17-22.
10. Sesli E, Tu̇zen M. Levels of trace elements in the fruiting bodies of macro fungi growing in the east Black Sea region of Turkey. *Food Chem* 1999; 65(4): 453-460.
11. Kalač P, Svoboda L. A review of trace element concentrations in edible mushrooms. *Food Chemistry* 2000; 69(3): 273-281.
12. Ebrahimi Sirizi Z, Sakizadeh M, Esmaili Sari A, Bahramifar N, Ghasempouri M, Abbasi K. Survey of Heavy Metals (Cd, Pb, Cu and Zn) Contamination in Muscle tissue of *Esox lucius* from Anzali International Wetland: Accumulation and Risk Assessment. *J Mazand Univ Med Sci* 2012; 22(87): 57-63 (Persian).
13. Mosavi SR, Khodam R, Karimian H, Alimohamadi H, Iranpoor A. Poisoning: Principles, Diagnosis and Treatment. Tehran: Dibaj; 2009.
14. Emami Khansari F, Ghazi-Khansari M, Abdollahi M. Heavy metal content of canned tuna fish. *Food Chemistry* 2005; 93: 293-296.
15. Eslami S, Hajizadeh Moghaddam A, Jafari N, Nabavi SF, Nabavi SM, Ebrahimzadeh MA. Trace element level in different tissues of *Rutilus frisii kutum* collected from Tajan

- River, Iran. *Biol Trace Elem Res* 2011; 143(2): 965-973.
16. Dabbagh AJ, Mannion T, Lynch SM, Frei B. The effect of iron overload on rat plasma and liver oxidant status in vivo. *Biochem J* 1994; 300(pt3): 799-803.
17. Pourang N, Dennis JH, Ghourchian H. Distribution of heavy metals in *Panaeus semisulcatus* from Persian Gulf and possible role of metallothionein in their redistribution during storage. *Environ Monit Assess* 2005; 100(1-3): 71-88.
18. Standard Industrial Research Institute of Iran. Printing. Iranian standards. 12968. ICS: 67.020 (Persian).
19. Isildak O, Turkecul I, Elmastas M, Tuzen M. Analysis of heavy metals in some wild-grown edible mushrooms from the middle black sea region, Turkey. *Food Chemistry* 2004; 86: 547-552.
20. Ouzouni PK, Petridis D, Koller WD, Riganakos KA. Nutritional value and metal content of wild edible mushrooms collected from West Macedonia and Epirus, Greece. *Food Chemistry* 2009; 115(4): 1575-1580.
21. Dobaradaran S, Afrasiabi E, Sobhani T, Khorsand M. Evaluation of the metals cadmium, cobalt, copper, wheat and rice production and consumption in Bushehr. *Tabriz University of Medical Sciences. 16th National Conference on Environmental health*. 2013; 10, 1-3. Tabriz, Iran.