نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۷، شماره ۴، زمستان ۱۳۹۰، ص.۳۴۰-۳۳۶

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 7, No. 4, 2012, p. 336-340

مقاله کوتاه پژوهشی

سنجش و اندازه گیری فلزات سنگین (Co , Mn , Cr , Ni) در نمک طعام حاصل از تصفیه به روش شستشو با آب و مقایسه با سنگ نمک تصفیه نشده

اکبر الصاق[1*]

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۳۰
تاریخ پذیرش: ۹۰/۶/۲۴

چکیده

هر ساله بیش از یک سوم افراد کشور های توسعه یافته به بیماری هایی از طریق مواد غذایی گرفتار می شوند و میزان مرگ و میر ناشی از بیماری های منتج از آلاینده های مواد غذایی، در کشور های در حال توسعه، سالانه ۲/۲ میلیون نفر گزارش شده است. فلزات سنگین از جمله آلاینده های زیست محیطی هستند که مواجهه انسان با بعضی از آنان از طریق آب و مواد غذایی می تواند مسمومیت های مزمن و بعضا" حاد ایجاد نمایند که از جمله آنان می توان به فلزاتی نظیر کروم، منگنز، نیکل و کبالت در انواع نمک اشاره کرد. براین مبنا پروژه حاضر به اندازه گیری و مقایسه فلزات سنگین نیکل، کروم، منگنز و کبالت در نمونه های نمک شسته شده و سنگ نمک با دستگاه طیف سنج جذب اتمی شعله می پردازد. میانگین ± خطای استاندارد غلظت فلزات سنگین برای نمک شسته شده، نیکل (۰/۶۸۹ ± ۱/۸۶۰)، کروم (۰/۱۴۴ ± ۰/۳۴۵)، منگنز (۰/۱۲۰ ± ۰/۱۷۱) و کبالت (۰/۸۳۲ ± ۳/۷۴۷) میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه به دست آمد. برای سنگ نمک نیز، نیکل (۰/۰۲۱ ± ۲/۰۰۱)، کروم (۰/۰۱۱ ± ۲/۵۴۹)، منگنز (۰/۰۲۵ ± ۰/۲۰۰) و کبالت (۰/۱۰۰ ± ۹/۰۴۱) میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه به دست آمد. با مقایسه و توجه به اختلاف این مقادیر و کم شدن غلظت این عناصر در نمک شسته شده، به اهمیت تصفیه سنگ نمک می توان پی برد. با بررسی آماری (t-Test) می توان دریافت که مقادیر فلزات سنگین کروم، منگنز و کبالت در نمک تصفیه نشده با مقادیر این فلزات در نمک تصفیه شده، اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵) و تنها برای فلز نیکل این اختلاف معنی دار نیست (P>۰/۰۵) و هم چنین نشان داد که با شسته شدن سنگ نمک تغییر معنی داری در درجه خلوص نمک از ۹۶/۹۸ تا ۹۸/۸۳ درصد جرمی به دست می آید (P<۰/۰۵).

واژه‌های کلیدی: تصفیه نمک، طیف سنجی جذب اتمی، فلزات سنگین، نمک طعام

مقدمه

در اکثر افراد اصلی ترین راه دریافت عناصر واسطه ای ضروری، برنامه غذایی آنها است (Zhang, et al., 1997). بنابراین به منظور ازریابی خطر این عناصر برای سلامتی انسان آگاهی از رژیم غذایی دریافتی بسیار حائز اهمیت می باشد (Hubbard, et al., 1979). نمک طعام جایگاهی مهم در مصارف خوراکی انسان دارد. طعم غذا های ما با افزودن نمک تغییر کرده و مطلوب می شوند (Ruusunen, et al., 2005). به طور کلی می توان نمک مصرفی را به دو دسته تصفیه شده و تصفیه نشده تقسیم کرد (Dim, et al., 1991). میزان مصرف نمک بهبود یافته در کشورهای در حال توسعه بسیار بالا می باشد (Amorim, et al., 2005). نمک های تصفیه نشده بیشتر از دریاچه های نمک تهیه می شوند و مردم بسیاری از این کشورها همچون ترکیه از آن برای مصرف غذایی استفاده می کنند (Soylak, et al., 2008). مهم ترین اثرات سوء ناشی از مصرف مواد غذایی آلوده به فلزات سنگین از جمله کروم، ایجاد درماتیت های پوستی و تحریک غشاهای مخاطی می باشد (Saracoglu, et al., 2001). آثار سمیت نیکل بر سیستم تنفس، دستگاه گوارش، خون، کبد و کلیه‌ها دیده شده است (Aktas, et al., 2005)، آثار تنفسی با علایمی شامل سرفه، گیجی و سر درد ظاهر می‌شود و اختلالات عصبی به صورت بی‌خوابی، توهم و تشنج نمایان می‌گردد (Zemanov, et al., 2007). افزایش میزان منگنز آسیب‌های شدید

۱- مربی گروه شیمی، دانشکده شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال
(*- نویسنده مسئول: (Email: a_elsagh@iau-tnb.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

مغزی همراه با اختلالات فیزیولوژیکی و نورولوژیکی مانند بیماری پارکینسون (سفتی عضلات) را به دنبال دارد (Yaman, et al., 2004). هم چنین افزایش میزان کبالت بر رشد جنین آثار مضری دارد و در اعمال فیزیولوژیک فلزات دو ظرفیتی نظیر کلسیم، منیزیم، منگنز و اعمال بیولوژیکی ساخت کوآنزیم‌های وابسته به ویتامین ها ایجاد تداخل می‌کند (Saulea, et al., 2004). برای تصفیه این ناخالصی ها در سنگ نمک معمولا" دو روش تصفیه جزیی یا شستشو باآب(A.O.M.A, 1984) و تصفیه کامل یا تبلور مجدد (Mullin, 1993) و اخیرا" هم روش سالکس(Sedivy, 1996) استفاده می شود. در سراسر دنیا محققان متعددی به تعیین میزان فلزات سنگین در نمک تصفیه شده و تصفیه نشده پرداخته اند (Boppel, 1976; Makhno, et al., 1992; Chmilenko, et al., 2000; Soylak, et al., 2003; El-Ghawi, et al., 2006). در ایران متداول ترین روش خالص سازی نمک، تصفیه سنگ نمک از طریق شستشو با آب می باشد(Elsagh[a], et al., 2010). لذا این تحقیق به منظور اندازه گیری مقادیر فلزات سنگین نیکل، کروم، منگنز و کبالت در نمک های خوراکی حاصل از تصفیه به روش شستشو با آب و سنگ نمک و مقایسه آنها با هم انجام شد.

مواد و روش ها

مواد و محلول های استاندارد

کلیه مواد شیمیایی از نوع معرف های تجزیه ای از شرکت مرک آلمان استفاده شد. تمامی نمونه های این تحقیق با آب دو بار تقطیر تهیه شدند. محلول های استاندارد نیکل، کروم، منگنز، کبالت و سدیم با HNO_3(۲٪)، HCl(۱٪) و آب ساخته شد. هم چنین به منظور رفع آلودگی احتمالی کلیه ظروف قبل از استفاده با نیتریک اسید ۱:۱ و آب مقطر شستشو و به مدت ۴ ساعت در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد خشک شدند.

شستشوی سنگ نمک

با توجه به تاثیر سختی آب بر تصفیه سنگ نمک که توسط نگارنده تحقیق شده است، آب شستشوی مورد استفاده، آب دوبار تقطیر انتخاب شد (Elsagh[b], et al., 2010; Elsagh[c], et al., 2010). برای تهیه محلول اشباع نمک، ۳۶ گرم از سنگ نمک آسیاب شده در دمای آزمایشگاه (۳۰ درجه سانتی گراد) تا ۱۰۰ میلی لیتر در آب حل شد(Lide, 1992; Weast, 1987). آنگاه به نسبت ۱ به ۳ سنگ نمک پودر شده با دانه بندی و مقدار مشخص با محلول آب نمک اشباع مخلوط گردیده و برای ۳۰ ثانیه به هم زده شد. سپس محلول نمک فوق اشباع ایجاد شده، برای۲۰ دقیقه ساکن گذاشته شد. آنگاه محلول سانتریفوژ گردید. در نهایت، محصول نمک در خشک کن با هوای گرم ۳۰۰ درجه سانتی گراد کاملا" خشک و رطوبت گیری شد (Soylak, et al., 2008).

دستگاه

دستگاه طیف سنج جذب اتمی Varian مدل۲۴۰-AA ساخت کشور آمریکا–استرالیا جهت اندازه گیری مقادیر فلزات مورد استفاده قرار گرفت. برای این منظور، ابتدا منحنی های کالیبراسیون بطور مجزا برای هر فلز، با استفاده از محلول های استاندارد با غلظت های مشخص در طول موج های ماکزیمم مربوط به هر فلز به وسیله ی دستگاه طیف سنج جذب اتمی به دست آمد(A.O.M.A, 1984). شاخص های عملیاتی طیف سنجی در جدول ۱ نشان داده شده است(Soylak, et al., 2008; Elsagh[b], et al., 2010).

جدول۱- شرایط دستگاه برای اندازه گیری عناصر به روش FAAS*

عناصر	طول موج (nm)	عرض شکافت (nm)	جریان (mA)
Ni	۲۳۲/۰	۰/۲۰	۴/۰
Cr	۳۵۷/۹	۰/۲۰	۷/۰
Mn	۲۷۹/۵	۰/۲۰	۵/۰
Co	۲۴۰/۷	۰/۲۰	۷/۰
Na	۵۸۹/۰	۰/۵۰	۵/۰

*- FAAS: Flame Atomic Absorption Spectroscopy

برای اندازه گیری مقادیر نیکل، کروم، منگنز و کبالت با تزریق محلول های آماده شده از هر نمونه نمک (برای محلول اولیه مقدار ۲ گرم از هر نمونه ی نمک خشک شده در بالن حجمی ۵۰ میلی لیتری به حجم رسانده شد و در دو مرحله رقیق سازی شد) به دستگاه، مقادیر جذب و غلظت خوانده شد. درجه خلوص نمونه های نمک، براساس درصد محاسبه شده برای سدیم به دست آمد. برای تعیین در صد سدیم نمونه های نمک، برای ساختن محلول اولیه، ۳ گرم از هر نمونه ی نمک خشک شده در بالن حجمی ۵۰ میلی لیتری به حجم رسانده شد و در دو مرحله رقیق سازی شد. سپس نمونه های ساخته شده به دستگاه تزریق و مقادیر جذب و غلظت خوانده شد. غلظت خوانده شده توسط دستگاه با قرار دادن در رابطه فوق به غلظت واقعی فلز در نمک بر حسب میکروگرم بر گرم وزن خشک نمک تبدیل شد (Berman, 1990).

$$C_r = C_i \cdot V/W \qquad (۱)$$

C_r : غلظت واقعی نمونه (بر حسب (میلی گرم بر کیلوگرم) میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه).

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۲- افزایش استاندارد و درصد بازیابی فلزات

فلز	غلظت نمونه بدون استاندارد میکرو گرم بر گرم	غلظت استاندارد اضافه شده میکرو گرم بر گرم	غلظت نمونه پس از افزایش استاندارد میکرو گرم بر گرم	درصد بازیابی
Ni	۱/۱۶	۱	۲/۱۱	۹۵
Cr	۱/۴۱	۱	۲/۴۶	۱۰۵
Mn	۰/۶۲	۱	۱/۵۶	۹۴
Co	۳/۶۰	۱	۴/۶۶	۱۰۶
Na	۰/۳۷	۱	۱/۳۶	۹۶

C_i: غلظت بدست آمده از دستگاه با استفاده از منحنی کالیبراسیون (بر حسب میلی گرم بر لیتر).

V : حجم نمونه بر حسب میلی لیتر (با احتساب رقیق سازی).

W : وزن ماده خشک استفاده شده (بر حسب گرم).

جهت اطمینان از دقت آزمایش هر نمونه سه مرتبه آزمایش و میانگین آن ثبت شد. هم چنین برای اطمینان از صحت آزمایش و روش تجزیه ای سنجش فلزات در نمونه ها و کسب مقدار صحیح آنها از روش افزایش استاندارد و درصد بازیابی فلزات استفاده گردید. در این تحقیق ۱۰ میلی لیتر از محلول استاندارد فلزات نیکل، کروم، منگنز، کبالت و سدیم با غلظت ۱ میکروگرم بر گرم به هر کدام از نمونه های مورد آزمایش اضافه شد. لازم به ذکر است که برای هر فلز دو نمونه به صورت مشابه و در شرایط یکسان تهیه و تنها به یکی از آنها محلول استاندارد اضافه گردید. آنگاه غلظت هر کدام جداگانه تعیین (با برون یابی کالیبراسیون های مربوطه) و درصد بازیابی فلزات از طریق فرمول زیر محاسبه شد (A.O.M.A, 1984).

$$R = 100 (A_2 - A_1)/ A_s \quad (۲)$$

R : درصد بازیابی.

A_1 : غلظت نمونه بدون استاندارد بر حسب میکرو گرم بر گرم.

A_2 : غلظت نمونه حاوی استاندارد بر حسب میکرو گرم بر گرم.

A_s : غلظت محلول استاندارد بر حسب میکرو گرم بر گرم.

نتایج حاصل از افزایش استاندارد به نمونه های نمک و درصد بازیابی فلزات در جدول ۲ ارائه گردیده است.

با توجه به درصدهای بازیابی فلزات مختلف (۶٪ ± ۱۰۰) می توان چنین نتیجه گیری نمود که روش مورد استفاده برای تعیین فلزات از اطمینان کافی برخوردار است.

تجزیه و تحلیل آماری با فرض نرمال و گوسی بودن داده‌ها، به روش آزمون های پارامتریک با استفاده از نرم افزار SPSS/ ۱۵ انجام شد.

نتایج

کلیه نتایج اندازه گیری غلظت فلزات سنگین و سدیم در نمونه ها به ترتیب زیر می باشد :

سنجش فلزات سنگین در نمونه ها ی نمک

نتایج حاصل از اندازه گیری فلزات سنگین در نمونه های نمک مطابق جدول۳ به دست آمد.

سنجش Na و درجه خلوص نمک

با توجه به درصد محاسبه شده برای سدیم، درجه خلوص نمونه‌های نمک محاسبه شد که در جدول۴ مشاهده می کنید.

نتیجه گیری

با توجه به اهمیت ویژه ی نمک در زندگی روزمره و مصرف متنوع در بخش های مختلف صنایع غذایی، شیمیایی، دارویی و صنعتی باید توجه بیشتری به کیفیت و درجه خلوص و ناخالصی های نمک معطوف گردد و همین طور با عنایت به مصرف نمک در ایران که از حد معمول جهانی نیز بالاتر است و همین طور دیگر فراورده های غذایی که در تولیدشان از نمک استفاده می شود و در رژیم غذایی مردم قرار دارد، اهمیت کیفیت نمک و ناخالصی ها و درجه خلوص آن دو چندان می شود. میانگین ± خطای استاندارد غلظت فلزات سنگین موجود در نمک طعام تصفیه شده در این تحقیق نیکل (۰/۶۸۹ ± ۱/۸۶۰)، کروم (۰/۱۴۴ ± ۰/۳۴۵)، منگنز (۰/۱۲۰ ± ۰/۱۷۱) و کبالت (۰/۸۳۲ ± ۳/۷۴۷) میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه به دست آمد. برای سنگ نمک نیز، نیکل (۰/۰۲۱ ± ۲/۰۰۱)، کروم (۰/۰۱۱ ± ۲/۵۴۹)، منگنز (۰/۰۲۵ ± ۰/۲۰۰) و کبالت (۰/۱۰۰ ± ۹/۰۴۱) میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه به دست آمد. در نمونه نمک مورد نظر منگنز کمترین و کبالت بیشترین مقدار را به خود اختصاص دادند.

همان طور که مقادیر فوق و شکل ۱ نشان می دهد، میانگین غلظت فلزات سنگین نیکل، کروم، منگنز و کبالت در نمک تصفیه شده نسبت به نمک تصفیه نشده پایین تر می باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول۳- نتایج آماری و غلظت فلزات سنگین در نمونه های نمک برحسب میکروگرم بر گرم وزن خشک نمونه

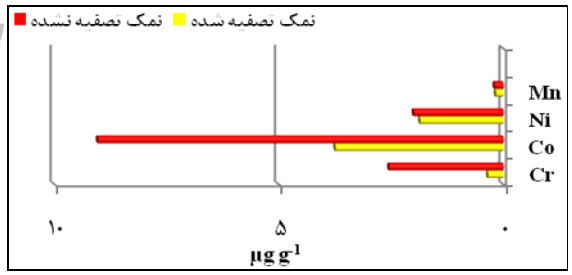
عناصر	نیکل	کروم	منگنز	کبالت
میانگین (سنگ نمک)	۲/۰۰۱	۲/۵۴۹	۰/۲۰۰	۹/۰۴۱
میانگین (نمک شسته شده)	۱/۸۶۰	۰/۳۴۵	۰/۱۷۱	۳/۷۴۷
بیشینه (سنگ نمک)	۲/۰۲۳	۲/۵۶۳	۰/۲۲۵	۹/۱۵۰
بیشینه (نمک شسته شده)	۲/۳۲۵	۰/۵۸۳	۰/۳۸۳	۸/۸۲۵
کمینه (سنگ نمک)	۱/۹۸۰	۲/۵۴۲	۰/۱۷۵	۸/۹۵۳
کمینه (نمک شسته شده)	۰/۱۰۰	۰/۲۰۸	۰/۰۱۶	۰/۷۲۰
خطای استاندارد (سنگ نمک)	۰/۰۲۱	۰/۰۱۱	۰/۰۲۵	۰/۱۰۰
خطای استاندارد (نمک شسته شده)	۰/۶۸۹	۰/۱۴۴	۰/۱۲۰	۰/۸۳۲

تعداد تکرار اندازه گیری = ۹ =n ::: خطای استاندارد (Standard Error) = S.E

جدول۴- مقدار Na و خلوص نمک ها

کمیت	نمک شسته شده (٪ w/w ; n = ۶ [a])	سنگ نمک (٪ w/w ; n = ۶ [a])
Na	۳۸/۸۷۳ ± ۰/۰۳۷	۳۸/۱۴۰ ± ۰/۰۲۴
خلوص	۹۸/۸۳۰ ± ۰/۰۱۶	۹۶/۹۸۵ ± ۰/۰۵۳

(Mean ± Standard Error) ::: تعداد تکرار اندازه گیری :a



شکل۱- مقایسه میانگین فلزات موجود در نمک تصفیه نشده با نمک تصفیه شده

با توجه به اختلاف این مقادیر و کم شدن غلظت این عناصر در نمک شسته شده، به اهمیت تصفیه سنگ نمک می توان پی برد. با بررسی آماری (t-Test) می توان دریافت که مقادیر فلزات سنگین کروم، منگنز، کبالت در نمک تصفیه نشده با مقادیر این فلزات در نمک تصفیه شده اختلاف معنی داری دارند (P<۰/۰۵) و تنها برای فلز نیکل این اختلاف معنی دار نیست (P>۰/۰۵) و هم چنین نشان داد که با شسته شدن سنگ نمک تغییر معنی داری در درجه خلوص نمک از ۹۶/۹۸ تا ۹۸/۸۳ درصد جرمی بدست می آید (P<۰/۰۵) . هر چند درجه خلوص و میزان ناخالصی های فلزات سنگین نمک تصفیه نشده و تصفیه شده، با یکدیگر تفاوت کمی دارند، ولی این ناخالصی ها با توجه به ایجاد عوارض نامطلوب و مسمومیت های مزمن در بدن و هم چنین کاهش شوری نمک و به دنبال آن افزایش مصرف نمک، بسیار بااهمیت تلقی می شوند. بنابراین در صنعت تولید نمک، اگر توجه مناسب به تصفیه سنگ نمک نشود، قطعا" محصولاتی با کیفیت و درجه خلوص پایینی خواهیم داشت که این مقوله علاوه بر اینکه امکان بازاریابی جهانی و صادرات محصول و هم چنین موارد استفاده دارویی آن را غیر ممکن می کند، مصرف آن نیز در جامعه پیامد های ناگواری برای سلامت مردم در پی خواهد داشت و می تواند هشداری جدی برای مسئولین ذی ربط و صاحب نظران و پژوهشگران باشد که نسبت به رفع آن اقدام کنند و تحقیقات کاربردی و عملی اساسی در جهت روش های کارآمدتر را در دستور کار خود قرار دهند. از آنجایی که بیشتر نمک های موجود در بازار تصفیه نشده اند و تعداد کارخانه هایی که نمک تصفیه شده تولید می کنند به نسبت کم است، پیشنهاد می گردد تعداد کارخانه هایی که نمک تصفیه شده تولید می کنند، افزایش یابد. هم چنین فاکتور های دیگری که روی کیفیت محصول نهایی تاثیر می گذارند، مانند : اثر سختی آب در تصفیه سنگ نمک، بسته بندی نمک، ید دارکردن و نیز عوامل ناخالصی های میکروبی موجود در نمک بررسی شوند.

قدردانی

بدین وسیله مراتب سپاس و قدردانی خود را از راهنمایی ها و مساعدت استاد فرهیخته، جناب آقای دکتر محمد ربانی در سازمان انرژی اتمی ایران و دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال و از معاونت محترم پژوهش و فناوری دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال جناب آقای دکتر رضا مرندی در خصوص حمایت مالی طرح پژوهشی فوق اعلام می‌دارم.

منابع

Aktas, Y. K., Ibar, H., 2005, Determination of chromium, copper, manganese, nickel and zinc by flame atomic absorption spectrometry after separation of bentonite modified with trioctylamine. Journal of the Indian Chemical Society, 82, 134-136.

Amorim, F.A.C., Ferreira, S.L.C., 2005, Determination of cadmium and lead in table salt by sequential multi-element flame atomic absorption spectrometry. Talanta, 65, 960–964.

Archive of SID

www.SID.ir

Anonymous Official Methods of Analysis., 1984, 14th Edition Association of Official Analytical Chemists, 33, 147.
Berman, S., 1990, Fourth Round Intercomparison for Trace Metals in Marine Sediments and Biological Tissues. NOAA/BT4.
Boppel, B., 1976, Lead content and cadmium content of foodstuffs. 1. Lead-content and cadmium-content of spices and table salt. Zeitschrift Fur Lebensmittel-Untersuchung Und-Forschung, 160, 299-302.
Chmilenko, F.A., Baklanov, A.N., 2000, Determination of alkali and alkaline-earth elements in table salt and sodium chloride by sonoluminescence. Journal of Analytical Chemistry, 55, 1152–1154.
Dim, L., Kinyua, A. & Munyithya, J. Adetuni, J., 1991, Lead and other metals distribution in local cooking salt from Fofi salt spring in Akwana, Middle Benue, Nigeria. Journal Environmental Science and Health-Part B pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes, 26, 357-65.
El-Ghawi, U.M., Al-Sadeq, A.A., 2006, Determination of iodine in Libyan food samples using epithermal instrumental neutron activation analysis. Biological Trace Element Research, 111, 31–40.
Elsagha, A., Rabani, M., 2010, Effect of water hardness on purity of NaCl. Specialty Semiannual Journal of Salt, 1, 53-62.
Elsaghb, A., Rabani M., 2010, Determination of heavy metals like Ni, Cr, Mn and Co in salt that getting from infiltration with water washing method and comparing with impure salt. The National Chemistry Conference, Islamic Azad University, Shahreza Branch.
Elsaghc, A., Rabani, M., 2010, Determination of heavy metals in salt from filtration with water washing method and comparing with standard. 2nd Iranian Congress for Trace Elements.
Hubbard, A.W., Lindsay, D.G., 1979, Dietary intakes of heavy metals by consumers in the UK, In, Proceeds of the international conference on management and control of heavy metals in the environment, London.
Lide, D.R., 1992, CRC handbook of chemistry and physics 73rd ed. New York, Chemical Rubber Publishing Inc.
Makhno, A.Y., Alemasova, A.S., 1992, Determination of heavy-metal impurities in table salt. Industrial Laboratory, 58, 1142–1143.
Mullin, J.W., 1993, Crystallization, 3rd Edition, Butterworth-Heinemann Ltd, Oxford.
Ruusunen, M., Puolanne, E., 2005, Reducing sodium intake from meat products. Meat Science, 70, 531–541.
Saracoglu, S., Soylak, M. & Elci, L., 2001, Enrichment and separation of traces of cadmium, chromium, lead and manganese ions in urine by using magnesium hydroxide coprecipitation method. Trace Elements and Electrolytes, 18, 129-133.
Saulea, M., Stoica, A.I. & Baiulescu, G.E. Marinescu, D. Ionica, M., 2004, Determination of cobalt in food samples. Revista de Chimie, 55, 301-303.
Sedivy, V.M., 1996, Purification of salt for chemical and human consumption. KREBS SWISS, Zurich, Switzerland.
Soylak, M., Karatepe, A.U. & Elci, L. Dogan, M., 2003, Column preconcentration/separation and atomic absorption spectrometric determinations of some heavy metals in table salt samples using amberlite XAD-1180. Turkish Journal of Chemistry, 27, 235–242.
Soylak, M., Peker, D., 2008, Heavy metals contents of refined and unrefined table salts from Turkey, Egypt and Greece. Environ Monit Assess, 143, 267-272.
Weast, R.C., 1987, CRC handbook of chemistry and physics 67th ed. Boca Raton, FL, Chemical Rubber Publishing Inc.
Yaman, M., Dilgin, Y. & Okumus, N., 2004, Manganese contents in fruits and soils in Elazig-Turkey region. Journal of the Chemical Society of Pakistan, 26, 17-22.
Zemanova, J., Lukac, N. & Massanyi, P. Trandzik, J. Burocziova, M. Nad, P. et al., 2007, Nickel seminal concentrations in various animals and correlation to spermatozoa quality. Journal Vet Med A, 54, 281-286.
Zhang, Z.W., Moon, C.S. & Watanabe, T. Shimbo, S. Ikeda, M., 1997, Contents of pollutant and nutrient elements in rice and wheat grown on neighboring fields. Sci Tot Environ, 57, 39–50.

Archive of SID

www.SID.ir