علوم و تکنولوژی محیط زیست، دوره هجدهم، شماره سه، پاییز ۹۵

تعیین میزان سرب، کادمیوم، مس و آنتاگونیست های روی و کلسیم در شیر و پنیر تولیدی کارخانه شیر پاستوریزه کرمان وسیرجان

امیرناصر علی بیگی[۱]

محمد ملکوتیان[۲*]

m.malakootian@yahoo.com

سید علیرضا میرزاحسینی[۳]

تاریخ دریافت: ۹۳/۲/۹ **تاریخ پذیرش:۹۳/۶/۱۶**

چکیده

زمینه و هدف: تعیین غلظت‌های باقی مانده فلزات سنگین در شیر می تواند یک شاخص مستقیم تعیین وضع بهداشتی شیر و یک شاخص غیرمستقیم مشخص کننده درجه آلودگی محیطی باشد. این مطالعه با هدف بررسی میزان فلزات Pb،Cd،Cu،Zn و Ca شیر پاستوریزه و پنیر دو کارخانه شیر در استان کرمان انجام یافته است.

روش بررسی: از شیر خام، پاستوریزه و پنیر دو کارخانه دو نمونه در نیمه هر ماه در پاییز و زمستان ۱۳۹۲ برداشته شد. در مجموع بر روی ۷۲ نمونه برداشته شده ۳۶۰ آزمایش برای تعین میزان فلزات یاد شده با استفاده ازاسپکترومتری جذب اتمی انجام گرفت. کلیه آزمایش‌ها بر اساس دستورالعمل های کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب انجام یافت. داده‌ها با نرم افزارSPSS نسخه۱۶ تجزیه وتحلیل شد.

یافته ها: میانگین سرب، کادمیوم، روی، مس و کلسیم اندازه‌گیری شده در شیر پاستوریزه سیرجان به ترتیب ۰/۰۰۲۷±۰/۰۰۳۴، ۰/۰۰۰۲۹±۰/۰۰۰۰۸، ۵/۰۶±۰/۳۹، ۰/۶۰±۰/۱۰و ۷۳±۱۰۱۹میلی گرم بر لیتر و در پنیر کارخانه یاد شده به ترتیب ۰/۰۰۸۵±۰/۰۵۳۵، ۰/۰۰۲۰۸±۰/۰۰۰۱۸، ۹/۹۸±۰/۷۷، ۱/۶۵±۰/۱۸ و ۱۶۱±۲۱۷۲میلی گرم برکیلوگرم بود. میانگین سرب، کادمیوم، روی، مس و کلسیم اندازه گیری شده در شیر پاستوریزه کرمان به ترتیب ۰/۰۰۳۶±۰/۰۰۱۹، ۰/۰۰۰۲۹±۰/۰۰۰۰۹، ۴/۵±۰/۵۴، ۰/۵۷±۰/۰۷ و ۴۷±۱۰۷۵میلی گرم بر لیتر و در پنیر کارخانه یاد شده به ترتیب ۰/۰۵۶۹±۰/۰۰۷، ۰/۰۰۳۶۷±۰/۰۰۰۴۵، ۱۰/۱۷±۰/۸۱، ۱/۴۹±۰/۱۳ و ۱۲۶±۲۲۵۴میلی گرم بر کیلوگرم بود.

نتیجه گیری: میزان فلزات اندازه گیری شده در پژوهش حاضر در حد استانداردهای جهانی (FAO/WHO و کدکس۲۰۰۷) و یا بعضی کشورهای تولید کننده لبنیات (آژانس ملی نظارت بهداشتی برزیل) بوده و فقط سرب موجود در پنیر از حد مجاز بیش‌تر بوده است.

واژه های کلیدی: فلزات، شیر پاستوریزه، پنیر، کرمان، سیرجان

۱- مربی، گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده علوم پزشکی سیرجان،کرمان، ایران

۲- استاد، مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران* (نویسنده مسؤول).

۳- استادیار، دانشکده محیط زیست و انرژی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات تهران.

Archive of SID

www.SID.ir

J.Env. Sci. Tech., Vol 18, No.3, autumn 2016

Determine the amount of lead, cadmium, copper, zinc and calcium antagonists of milk and cheese which is produced in Kerman and Sirjan pasteurized milk factory

Amir-NaserAlibeigi[1]
Mohammad Malakootian[2]*
m.malakootian@yahoo.com
Seyed Alireza Mirzahoseini[3]

Abstract

Background and Objective: Determine the residual concentrations of heavy metals in milk can be a direct indicator for the definition health status of milk and also is an indirect determiner indicator for degree of environmental pollution. This study aimed to evaluate the metals including Pb, Cd, Cu, Zn and Ca of pasteurized milk and cheese in two milk factories in Kerman province.

Methods: From raw milk, pasteurized milk and cheese of both factories two samples were taken in half a month in the fall and winter. Overall 360 experiments were conducted on 72 samples to determine the levels of Pb, Cd, Cu, Zn and Ca by atomic Absorption Spectrometry. All tests are based on instructions of standard methods for the examination of water and wastewater book. Data were analyzed by SPSS version 16.

Findings: The averages of measured metal concentrations in pasteurized milk of Sirjan factory are: Pb:3.4±2.7µg/L, Cd:0.29±o.o8µg/L, Zn:5.06±0.39mg/L، Cu:0.60±0.10mg/L, Ca: 1019±73mg/L and the averages metal concentrations of produced cheese in mentioned factory are Pb:53.5±8.5 µg/kg, Cd: 2.08±0.18µg/kg, Cu:1.65±0.18mg/kg, Zn:9.98±0.77mg/kg, Ca:2172±161 mg/kg, respectively. The averages of measured metal concentrations in pasteurized milk of Kerman factory are Pb:3.6±1.9 µg/L, Cd: 0.29±o.o9 µg/L, Zn:4.5±0.54 mg/L, Cu:0.57±0.07mg/L, Ca:1075±47mg/L and the averages metal concentrations of produced cheese in mentioned factory are Pb:56.9±7.0 µg/kg, Cd:3.67±0.4 µg/kg, Cu:1.49±0.13mg/kg, Zn:10.17±0.81mg/kg, Ca:2254±126 mg/kg, respectively.

Discussion and Conclusion: The amounts of measured metal in the study are as global standards (FAO/WHO and Codex 2007) or some dairy producing countries (Brazil's National Health Surveillance Agency) and will not create a hazard for consumers. Just Lead in cheese is higher than the permissible limit.

Keywords: Metals, Pasteurization Milk, Cheese, Kerman, Sirjan.

1- M.Sc in environmental health engineering, Dept. of Environmental Health, College of Medical Sciences of Sirjan, Kerman, Iran.
2- Professor, Environmental Health Engineering Research Center, Kerman University of Medical Sciences Kerman, Iran. *(Corresponding Author).
3- Assistant Professor, Dept of Envirinmental and Energy, Islamic Azad University, Science and Research Branch of Tehran

Archive of SID

www.SID.ir

مقدمه

وجود آلاینده ها در مواد غذایی می تواند منجر به ایجاد مخاطرات بیولوژیکی، شیمیایی و جسمی در بدن انسان شود(۱). در بین مواد غذایی، شیر بیش‌تر از سایر مواد غذایی مورد توجه قرار گرفته است(۲). شیر ومحصولات لبنی از نظر ترکیب بسیار متنوع بوده و محتوی بیش از ۲۰ عنصر کمیاب مختلف می باشند. برخی از این عناصر مثل مس، روی ، منگنز و آهن بسیار ضروری و مهم هستند. این فلزات عامل بسیاری از آنزیم ها بوده و در عملکردهای فیزیولوژیکی زیادی در انسان و حیوانات نقش مهمی ایفا می‌کنند(۳, ۴). پیشرفت تکنیکی و فعالیت های صنایع مختلف و افزایش ترافیک جاده‌ای باعث افزایش چشم‌گیری در آلودگی محیط زیست شده است(۴). سرب وکادمیوم دو فلز سنگین با فراوانی بالا در محیط بوده که اغلب در محیط آلوده هم‌زیستی دارند و در مسمومیت انسان و حیوانات بسیار دخیل هستند(۵). در جانداران عالی‌تر ورود عناصر کمیاب به بدن عمدتا از طریق سیستم تنفس و یا از راه زنجیره غذایی رخ می‌دهد. بیش‌تر عناصر و ترکیبات خطرناک مانند آفت کش‌ها ، فلزات وغیر فلزات در زنجیره غذایی تجمع پیدا می‌کنند(۶). تعیین غلظت‌های باقی‌مانده فلزات سنگین در شیر می‌تواند یک شاخص مستقیم تعیین وضع بهداشتی شیر و نیز یک شاخص غیرمستقیم مشخص کننده میزان آلودگی محیطی باشد(۷).

کادمیوم عنصری سرطان‌زاست و دارای نیمه عمری در حدود ۱۰ تا ۱۵ سال می باشد که این نیمه عمر زیاد، سبب شده است که کادمیوم مستعدترین فلز برای تجمع در بدن محسوب گردد. سرب فلزی غیرضروری برای بدن است که وجود هر مقدار از آن در بدن نشان‌گر آلودگی به این عنصر می‌باشد. سرب در سلول‌ها می‌تواند جایگزین کلسیم گردیده و فعالیت اعضای بدن را که کلسیم در آن‌ها نقش مهمی دارد، مختل نماید. همچنین سرب باعث اختلال عملکرد کلیه و کبد، آسیب به اعضای تناسلی و دستگاه تولید مثل، کم خونی، کاهش بهره‌هوشی و بروز بسیاری از عوارض متابولیکی دیگر می شود(۲). آثار متابولیسمی سرب بر روی بیوسنتز و به طور غیرمستقیم بر متابولیسم آهن و طول عمر گلبول های قرمز مشهوداست(۸).

مطالعه‌های انجام شده توسط Fullmer در سال ۱۹۹۱ در آمریکا نشان داد که بین میزان کلسیم موجود در مواد مورد تغذیه حیوانات و تجمع سرب در بافت بدن آن ها ارتباط وجود دارد که علت آن افزایش جذب سرب در روده به هنگام فقر کلسیم در رژیم غذایی است(۹). مطالعه‌های اپیدمیولوژیک انجام یافته توسط Hauser و همکاران در سال۱۹۹۹ درایتالیا و اتریش نشان داد که میزان سرب خون، استخوان و موی انسان با میزان کلسیم مواد غذایی مصرفی رابطه معکوس دارد (۱۰). بررسی‌های دیگر در سال ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ توسط Reeves و Chaney در آمریکا روی حیوانات آزمایشگاهی نشان داده است که اگر غلظت Zn در مواد غذایی تا حداقل حد آستانه مورد نیاز پایین آورده شود، نرخ جذب و باقی مانده کل کادمیوم در کل بدن حیوان تا ۳ برابر و اگر غلظت Ca،Zn وFe تا حداقل کافی کاهش یابد، مقدار جذب و باقی مانده کادمیوم ۷ تا ۱۰ برابر افزایش می‌یابد(۱۱, ۱۲). مطالعات دیگری توسط ملکوتیان و همکاران در سال۲۰۱۳ در ایران بر روی شیرخشک انجام شد که نشان داد غلظت سرب و کادمیوم شیر خشک بالاتر از حدود جهانی است(۱۳). در بررسی دیگری توسط Licata و همکاران در ایتالیا در سال ۲۰۰۴ غلظت سرب در بالاترین مقدار ۱/۳۲میکروگرم بر کیلوگرم بوده در حالی که غلظت کادمیوم در کم‌ترین مقدار آن ۰/۰۲ میکروگرم بر کیلوگرم و غلظت روی ۲۰۱۶ میکروگرم بر کیلوگرم و مس ۱/۹۸ میکروگرم بر کیلوگرم بوده است(۴). در بررسی انجام یافته روی شیر خام توسط Gonzalez و همکارانش در اسپانیا میزان سرب ۱۶/۰۶-۰/۷۱ میکروگرم بر کیلوگرم و میزان کادمیوم کم تر از ۲ میکروگرم بر کیلوگرم گزارش شد(۱۴). از آن‌جا که اطلاعات کافی در مورد وجود فلزات سنگین در شیر، در صنایع شیر پاستوریزه ایران وجود ندارد این مطالعه با هدف تعیین فلزات سنگین سرب، کادمیوم، مس، روی و کلسیم در شیر پاستوریزه و پنیر تولیدی دو کارخانه شیر پاستوریزه کرمان و سیرجان انجام گرفت.

Archive of SID

www.SID.ir

روش بررسی

این مطالعه توصیفی- مقطعی در نیمه دوم سال ۱۳۹۲ در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان انجام گرفت. از شیرخام، پاستوریزه و پنیر دو کارخانه شیر پاستوریزه واقع در کرمان و سیرجان هر کدام دو نمونه در نیمه هر ماه برداشت شد. در مجموع بر روی ۷۲ نمونه یاد شده ۳۶۰ آزمایش برای تعیین میزان Pb، Cd، Cu، Zn وCa با استفاده از اسپکترومتری جذب اتمی کوره گرافیتی و جذب اتمی شعله انجام یافت. ظروف نمونه برداری از جنس پلی اتیلن بوده و برای اطمینان از عاری بودن ظروف از هر گونه آلودگی، کلیه ظروف به مدت ۲۴ ساعت در اسید کلریدریک ۱۰٪ قرار داده شد و سپس ۲۴ساعت در آب مقطر مستغرق شد و در نهایت با آب دیونیزه شستشو گردید و پس از خشک شدن زیر هود لامینار برای نمونه برداری مورد استفاده قرار گرفت.

برای هضم نمونه های شیر۴۰ گرم نمونه روی بن ماری قرار داده شد، تا خشک گردد. سپس نمونه خشک شده را روی هیتر سوزانده شد و حدود ۸ ساعت در کوره ۶۵۰ درجه سانتی گراد قرار گرفت تا خاکستر سفید رنگی حاصل گردید. ۵ CC اسید کلریدریک ۶ مولار به خاکستر حاصل افزوده شد و رطوبت نمونه روی هیتر تبخیر و نمونه خشک شد. سپس ۲۵ CC اسید نیتریک ۰/۱ مولار به نمونه افزوده شد تا خاکستر کاملا حل شود. بعد از شفاف شدن نمونه با استفاده از بالن، قیف و کاغذ صافی واتمن محلول صاف شد. محلول صاف شده در بالن ۱۰۰ میلی لیتر به حجم رسانده شد(۱۵). برای هضم نمونه پنیر نیز دقیقا به همین ترتیب اقدام گردید با این تفاوت که در ابتدا ۲۰ گرم پنیر به عنوان نمونه برداشته شد.

مقادیر سرب و کادمیوم توسط دستگاه جذب اتمی مجهز به کوره‌گرافیتی (مارک PG انگلستان) و مقادیر مس، روی و کلسیم با دستگاه جذب اتمی شعله (مارک PG انگلستان) اندازه‌گیری شد. کلیه آزمایش‌ها بر اساس روش های مندرج در کتاب روش های استاندارد برای آزمایش های آب و فاضلاب انجام گرفت(۱۶). تجزیه وتحلیل داده ها با استفاده ازنرم افزار SPSS نسخه۱۶ انجام یافت.

یافته‌ها

میانگین سرب، کادمیوم، روی، مس و کلسیم اندازه گیری شده در شیر و پنیر کارخانه‌های شیر پاستوریزه کرمان و سیرجان در جدول شماره یک آمده است. چون داده ها زوجی بودند باید از آزمون های t زوجی استفاده می شد، لیکن به دلیل نرمال نبودن توزیع نمونه‌ها از آزمون معادل نا پارامتری آن یعنی ویلکاکسون استفاده شد. از تجزیه و تحلیل یافته‌ها با آزمون آماری ویلکاکسون مشخص شد که هیچ اختلاف معنی داری بین نتایج اندازه‌گیری‌ها در شیرخام و شیرپاستوریزه وجود ندارد (p value> ۰/۰۵) لذا از ذکر نتایج شیر خام صرف نظر گردید.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار مقادیر سرب، کادمیوم، مس، روی و کلسیم در شیر و پنیر پاستوریزه تولیدی کارخانه های شیر پاستوریزه سیرجان و کرمان در نیمه دوم سال ۱۳۹۲.

Table1- The mean and standard deviation of lead, cadmium, copper, zinc and calcium in pasteurized milk and cheese production pasteurized milk Sirjan and Kerman in the second half of 1392

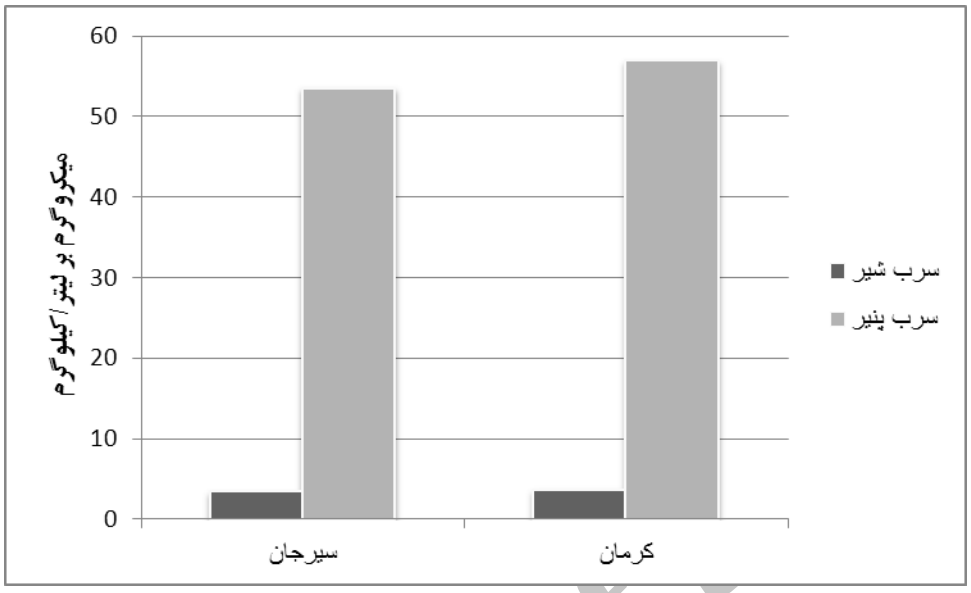
کارخانه	نوع فلز / ماده غذایی	سرب(میکروگرم بر لیتر) Mean±SD	کادمیوم(میکروگرم بر لیتر) Mean±SD	مس(میلی گرم بر لیتر) Mean±SD	روی(میلی گرم بر لیتر) Mean±SD	کلسیم(میلی گرم بر لیتر) Mean±SD
سیرجان	شیر پاستوریزه	۳/۴±۲/۷	۰/۲۹±۰/۰۸	۰/۶۰±۰/۱۰	۵/۰۶±۰/۳۹	۱۰۱۹±۷۳
	پنیر[۱]	۵۳/۵±۸/۵	۲/۰۸±۰/۱۸	۱/۶۵±۰/۱۸	۹/۹۸±۰/۷۷	۲۱۷۲±۱۶۱
کرمان	شیر پاستوریزه	۳/۶±۱/۹	۰/۲۹±۰/۰۹	۰/۵۷±۰/۰۷	۴/۵۰±۰/۵۴	۱۰۷۵±۴۷
	پنیر[۱]	۵۶/۹±۷/۰	۳/۶۷±۰/۴۵	۱/۴۹±۰/۱۳	۱۰/۱۷±۰/۸۱	۲۲۵۴±۱۲۶

۱- کلیه مقادیر فلزات برای پنیر به صورت میکروگرم یا میلی گرم در کیلوگرم می باشد.

Archive of SID

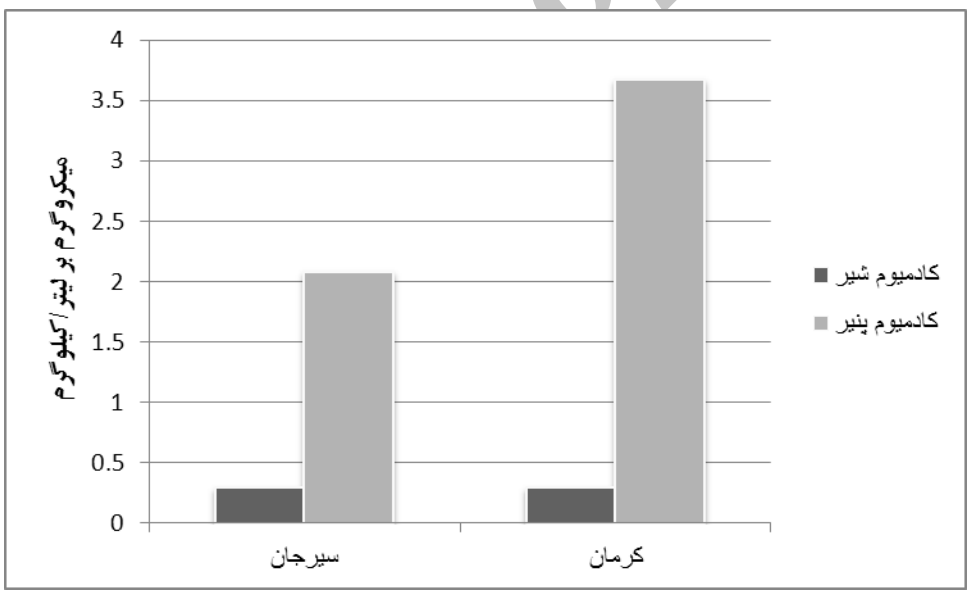
www.SID.ir

مقادیر فلزات مذکور در شیر پاستوریزه و پنیر تولیدی کارخانه‌های شیر پاستوریزه کرمان و سیرجان در نمودارهای ۱ تا ۵ مقایسه شده است.



نمودار۱- مقایسه میزان سرب در شیر پاستوریزه و پنیر کارخانه سیرجان و کارخانه کرمان

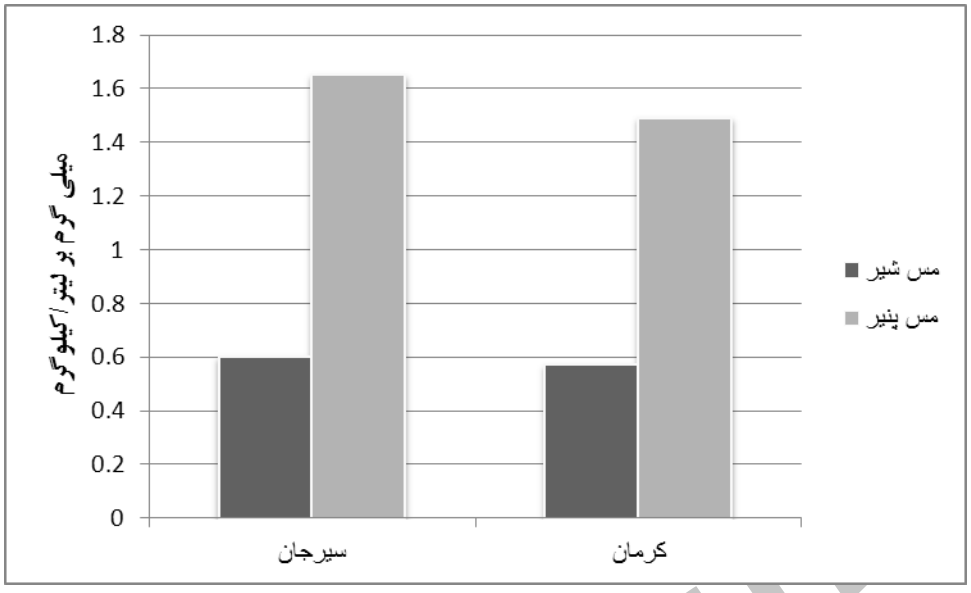
Fig 1- Compare the amount of lead in milk and cheese factories of Sirjan, Kerman



نمودار۲- مقایسه میزان کادمیوم در شیر پاستوریزه و پنیر کارخانه سیرجان و کارخانه کرمان

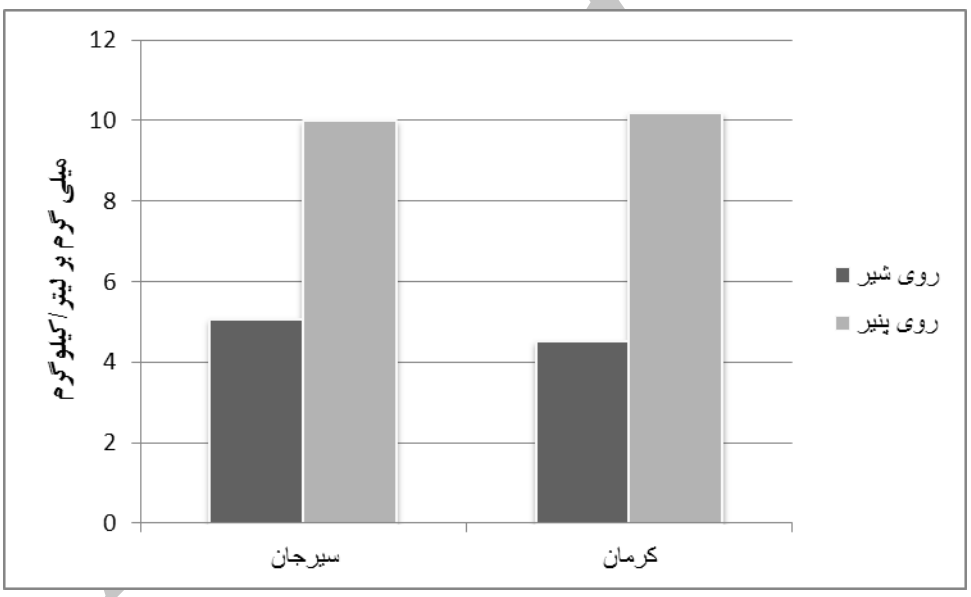
Fig 2- Compare the amount of cadmium in milk and cheese factories of Sirjan, Kerman

www.SID.ir



نمودار۳- مقایسه میزان مس در شیر پاستوریزه و پنیر کارخانه سیرجان و کارخانه کرمان

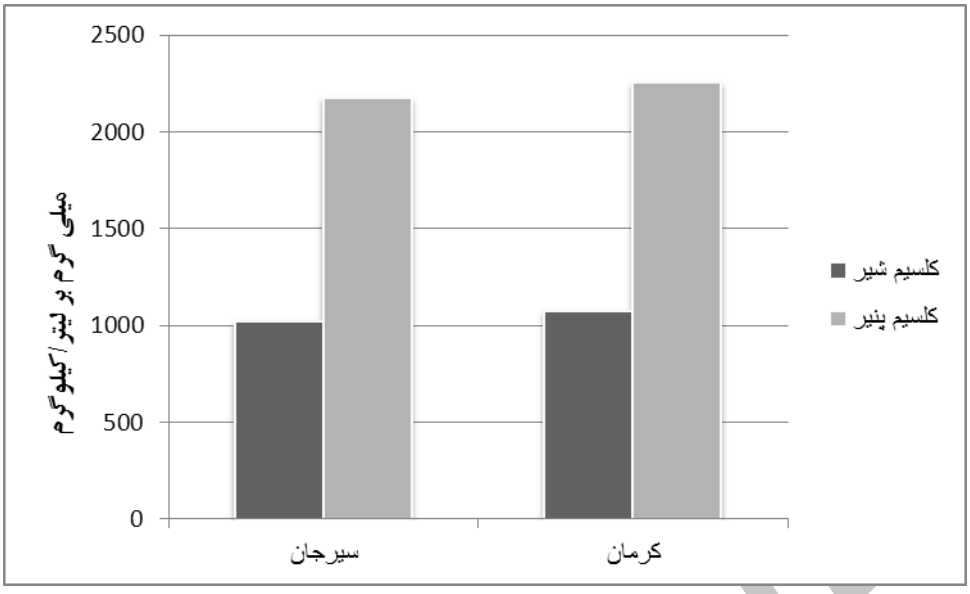
Fig 3- Compare the amount of copper in milk and cheese factories of Sirjan, Kerman



نمودار۴- مقایسه میزان روی در شیر پاستوریزه و پنیر کارخانه سیرجان و کارخانه کرمان

Fig 4- Compare the amount of zinc in milk and cheese factories of Sirjan, Kerman

www.SID.ir



نمودار۵- مقایسه میزان کلسیم در شیر پاستوریزه و پنیر کارخانه سیرجان و کارخانه کرمان

Fig 5- Compare the amount of calcium in milk and cheese factories of Sirjan, Kerman

بحث و نتیجه گیری

بر اساس رهنمود های FAO/WHO[1] و استاندارد کدکس ۲۰۰۷ حد مجاز سرب درشیر ومحصولات لبنی ۲۰ میکروگرم بر کیلوگرم اعلام شده است(۱۷, ۱۸). میانگین سرب یافت شده در شیر سیرجان و کرمان به ترتیب ۳/۴ میکروگرم بر لیتر و ۳/۶ میکروگرم بر لیتر بود که از حد مجاز رهنمود FAO/WHO و استاندارد کدکس ۲۰۰۷ پایین‌تر است. میزان سرب به دست آمده در پژوهش انجام گرفته در سال ۲۰۱۲ توسط دلاور و همکارانش در اراک (۱۶/۰۴ppb) از مقادیر مشاهده شده در تحقیق حاضر بیش‌تر است که دلیل احتمالی آن کم تر بودن میزان سرب در آب وعلوفه مصرفی دام‌های تولید کننده شیر در سیرجان و کرمان است(۱۹) میانگین سرب شیر پاستوریزه در بررسی انجام یافته درسال ۲۰۱۰ در کشور برزیل (۰/۲۳میلی گرم بر لیتر) توسط Vanessa و همکاران بسیار بالاتر از میزان مشاهده شده در این پژوهش است که علت آن وجود کارخانه تولید شمش سرب و بازیافت سرب از زباله های صنعتی در آن شهرعنوان شده است(۲۰).

میانگین میزان سرب پنیر سیرجان و کرمان به ترتیب ۵۳/۵ و ۵۶/۹ میکروگرم بر کیلوگرم بود که از حد مجاز رهنمود FAO/WHO و کدکس ۲۰۰۷ بالاتر است. این مقادیر از میزان اندازه‌گیری شده توسط صادقی‌زاده در شهر یزد (۴۳/۶۱ppb) بالاتر می باشد که می تواند به علت انتقال سرب از دستگاه ها و وسایل خط تولید و افزودنی هایی چون چربی گیاهی و یا آب نمک به پنیر باشد(۲۱). میزان اندازه گیری شده سرب در پنیر سفید در کشورترکیه (۰/۳۱میکروگرم بر گرم) از مقادیر به دست آمده در مطالعه حاضر بالاتر است علت احتمالی آن را می توان به آلودگی شیر مصرفی ویا فرسوده و قدیمی بودن دستگاه های خط تولید و انتقال از وسایل و ظروف خط تولید نسبت داد(۲۲).

طبق رهنمود FAO/WHO و کدکس ۲۰۰۷ حد مجاز کادمیوم در شیر ۱۰میکروگرم بر لیتر می باشد. مقادیر این پارامتردر شیر خام کارخانجات سیرجان و کرمان به ترتیب ۰/۶۷ و۰/۷۰ میکروگرم بر لیتر بود و پایین تر از این حد مجاز می‌باشد و احتمالا به دلیل کم بودن میزان کادمیوم در آب وعلوفه مصرفی دام‌های تولید کننده شیر است(۱۷, ۱۸). میانگین اندازه گیری شده کادمیوم در نمونه‌های شیر خام اراک

1- Food and Agriculture Organization/ World Health Organization

Archive of SID

www.SID.ir

(۲۰/۰۹ppb) در سال ۲۰۱۲ توسط دلاور و همکارانش از مقادیر به دست آمده دراین تحقیق بسیار بالاتر است که علت احتمالی آن آلودگی خاک، بارش باران اسیدی در بهار و تغییر pH خاک و ورود کادمیوم خاک به آب‌های سطحی و در پی آن به غذای دام و شیر برشمرده شده است(۱۹). در مطالعه ای که در سال ۲۰۰۱ توسط Martino و همکارانش در اسپانیا انجام یافت میانگین کادمیوم در شیر خام ۰/۷۴میکروگرم بر لیتر اعلام شد که از مقادیر اندازه گیری شده این مطالعه پایین‌تر است(۲۳). میزان کادمیوم در شیر پاستوریزه مطالعه حاضر (سیرجان و کرمان به ترتیب ۰/۲۹ و ۰/۲۹ ۰میکروگرم بر لیتر) از میزان حدمجاز رهنمود FAO/WHO و کدکس ۲۰۰۷ کم‌تر بود و از میزان اندازه گیری شده در مطالعه انجام یافته در برزیل در سال ۲۰۱۰ (کم تر از ۰/۱۳میکروگرم بر لیتر) بیش‌تر است که شاید آن را بتوان به روش کار تشخیص به کار برده شده در برزیل نسبت داد(۲۴). در پژوهش حاضر مشاهده شد که میزان کادمیوم در شیرپاستوریزه نسبت به شیرخام به طور چشم‌گیری کاهش یافته است که می‌تواند به دلیل چربی‌گیری و خامه‌گیری از شیر در طی فرایند تولید شیر پاستوریزه باشد(۲۵). میزان کادمیوم پنیر کارخانه‌های سیرجان و کرمان به ترتیب ۲/۰۸و ۳/۶۷ میکروگرم‌برکیلوگرم است که از حدمجاز اعلام شده توسط FAO/WHO و کدکس۲۰۰۷ برای شیر پایین‌تر می‌باشد که حاکی از کم بودن میزان کادمیوم در مواد اولیه مصرفی است. میزان کادمیوم در تحقیق انجام یافته در سال ۲۰۱۰ در عربستان سعودی (۰/۰۹میکروگرم بر گرم) از مقادیر به دست آمده دراین پژوهش بسیار بالاتر است که احتمالا مربوط به آلودگی های نفتی رها شده در محیط آن کشورمی باشد(۲۶).

در مستندات FAO ، EPA وWHO حدود مجازی برای میزان مس در شیر یافت نشد ولی آژانس ملی نظارت بهداشتی برزیل حد مجاز مس در شیر را ۳۰میلی گرم بر لیتر تعیین نموده است(۲۷). میانگین میزان مس در شیر پاستوریزه سیرجان و کرمان به ترتیب ۰/۶و ۰/۵۷میلی‌گرم بر لیتر بود که به‌مراتب از حدمجاز مذکور کم‌تر است. میانگین مس اندازه‌گیری شده در شیر پاستوریزه در پژوهشی در برزیل ۱/۷۳ میلی‌گرم بر لیتر بود که از میانگین به دست آمده دراین تحقیق بیش‌تر است(۲۰). همچنین میزان میانگین‌های مس پنیر در مطالعه حاضر(سیرجان و کرمان به ترتیب ۱/۶۵و ۱/۴۹ میلی‌گرم بر کیلوگرم) حدود ۱۰ برابر میانگین مس در بررسی صورت گرفته در عربستان در سال ۲۰۰۸می باشد(۲۶). بیش تر بودن مس در پنیر در مطالعه حاضر می‌تواند مربوط به وجود معادن متعدد مس در استان کرمان و بالاتر بودن مس در آب این منطقه و یا حتی انتقال از بعضی قطعات خط تولید به پنیر باشد. در هر صورت مقادیر مس در کلیه نمونه‌های مطالعه حاضر (شیر و پنیر) از مقدار مجاز اعلام شده توسط آژانس ملی نظارت بهداشتی برزیل پایین‌تر بود.

آژانس ملی نظارت بهداشتی برزیل حد مجاز روی در شیر را ۵۰ میلی گرم بر لیتر اعلام داشته است. میزان روی به دست آمده در نمونه های شیر پاستوریزه این پژوهش (سیرجان و کرمان به ترتیب ۵/۰۶ و ۴/۵۰ میلی‌گرم بر لیتر) پایین تر از آن می‌باشد(۲۷). محدوده روی اندازه گیری شده توسط Baldini و همکارانش در سال ۱۹۹۰ در ایتالیا ۷۳۰۰-۳۳۰۰ میکروگرم بر کیلوگرم است و نتایج پژوهش حاضر نیز در این محدوده قرار دارد(۲۸). میانگین غلظت روی در شیر پاستوریزه در تحقیق صورت گرفته در کشور برزیل ۴/۵۹ میلی گرم بر لیتر بوده که به میانگین‌های به دست آمده در مطالعه حاضر نزدیک است(۲۰). میانگین میزان روی پنیر در کارخانه های سیرجان و کرمان به ترتیب ۹/۹۸ و ۱۰ /۱۷ میلی گرم بر کیلوگرم بود. غلظت روی در پنیر سفید در بررسی انجام یافته در ترکیه توسط Mendil در سال ۲۰۰۶ به میزان ۱۲ میکروگرم بر گرم بوده (۲۲) که تقریبا نزدیک به مقادیر تحقیق حاضر می باشد. نزدیکی نتایج اندازه گیری فلز روی در مطالعات ذکر شده به مطالعه حاضر حاکی از شباهت مقادیر این فلز در محیط و یا آب و علوفه مصرفی دام ها است. میانگین غلظت روی اندازه گیری شده در پنیر در عربستان درسال ۲۰۰۸ (۸/۶ میکروگرم بر گرم)، کم تر از این میزان بوده است(۲۶) که ممکن است مربوط به میزان بالای کادمیوم رها شده از طریق آلودگی های نفتی

Archive of SID

www.SID.ir

درعربستان و آنتاگونیست بودن کادمیوم و روی در بدن دام‌های تولید کننده شیر باشد.

میانگین کلسیم در شیر پاستوریزه سیرجان و کرمان به ترتیب ۱۰۱۹ و ۱۰۷۵ میلی‌گرم‌برلیتر بود که از میانگین به دست آمده در مطالعه انجام یافته برای کلسیم شیرخام توسط Sola در سال ۲۰۰۹ در ایتالیا (۹۷۰ میلی‌گرم برلیتر) بیش‌تر است که علت را شاید بتوان بالاتربودن کلسیم درآب منطقه استان‌کرمان دانست(۲۹). میانگین میزان کلسیم شیر در سال ۲۰۰۶ در آمریکا معادل ۱۲۲۰ میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده که کمی از تحقیق حاضر بالاتر است(۳۰). میانگین مقدار کلسیم شیر پاستوریزه در مطالعه انجام یافته در برزیل ۸۸۸میلی‌گرم بر لیتر گزارش شده که از میزان کلسیم شیر پاستوریزه در این تحقیق پایین‌تر است(۲۰) که عامل احتمالی آن ممکن است بالا بودن میزان سرب و آنتاگونیست بودن سرب و کلسیم باشد. به طور کلی متفاوت بودن میزان کلسیم در بررسی‌های مختلف می‌تواند دلایل متعددی ازجمله مقادیر مختلف کلسیم موجود در آب، خاک، علوفه و یا حتی تفاوت نژاد دام های تولید کننده شیر داشته باشد. میانگین میزان کلسیم پنیر در کارخانه‌های سیرجان و کرمان به ترتیب ۲۱۷۲ میلی‌گرم بر کیلوگرم و ۲۲۵۴ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. در پژوهشی که توسط Mendil در سال ۲۰۰۶ در ترکیه صورت پذیرفت، میزان کلسیم در پنیر سفید را ۳۷۱۸ میکروگرم بر گرم گزارش نمود که از میزان کلسیم پنیر دراین تحقیق بالاتر است که علت آن را شاید بتوان به متفاوت بودن روش های تولید پنیر و یا میزان بالاتر کلسیم در شیر مورد استفاده نسبت داد(۲۲).

میزان جذب قابل قبول فلزات سمی سرب و کادمیوم در هفته برای بزرگسالان به ترتیب ۲۵ و ۷میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن در نظر گرفته شده است. بدین معنی که دریک فرد بالغ که حدود ۷۰ کیلوگرم وزن دارد میزان جذب هفتگی قابل تحمل برای سرب و کادمیوم به ترتیب ۱۷۵ و ۴۹ میکروگرم بر کیلوگرم وزن بدن می باشد(۱۸, ۳۱). بر اساس نتایج پژوهش حاضر و با درنظر گرفتن این‌که مصرف سرانه شیر و فرآورده‌های حاصل از آن در ایران حدود ۱۰۰-۹۵ کیلوگرم است(۲)، به نظر می رسد که میزان دریافت هفتگی سرب و کادمیوم از طریق مصرف شیر و پنیر کارخانه های سیرجان و کرمان توسط مصرف کنندگان آن ها در حد مطلوب و قابل قبولی است.

در مجموع میزان فلزات اندازه گیری شده در پژوهش حاضر به غیر از میزان سرب در حد استانداردهای تعریف شده جهانی و یا بعضی کشورهای تولید کننده لبنیات (مانند کشور برزیل) بوده است، لذا مخاطره‌ای برای مصرف‌کنندگان ایجاد نخواهد کرد. فقط سرب موجود در پنیر از حد مجاز اعلام شده بیش‌تر است که گرچه بر اساس میزان مصرف لبنیات در ایران و میزان جذب سرب در بدن افراد بزرگ سال، در حد قابل قبولی قلمداد می شود، ولی بالا بودن میزان آن از عوامل هشدار دهنده به شمار می‌رود که بایستی علت آن (استفاده از ظروف و تجهیزات تولید سربی ویا افزودنی هایی مانند چربی گیاهی و یا آب نمک آلوده به سرب) مرتفع گردد.

تدوین حدود مجاز برای فلزات سنگین وسایر آلاینده‌ها در فراورده های لبنی از موارد مهمی است که بایستی با اولویت در برنامه های مسؤولان منظور گردد.

تشکر و قدردانی

این پژوهش در قالب طرح مصوب در مرکز تحقیقات مهندسی بهداشت محیط دانشگاه علوم پزشکی کرمان و با حمایت معاونت تحقیقات و فن آوری این دانشگاه و با همکاری و راهنمایی‌های سرکار خانم مهندس شیوا جلالی‌راد مدیر آزمایشگاه شرکت فنی مهندسی و صنعت کیفیت نامداران انجام یافته است، بدین‌وسیله از مساعدت‌هـــای آنان سپاس‌گزاری می گردد.

منابع

1. Lelieveld HLM, Holah JT., 2014. Hazards, sources and vectors of contamination. Hygiene in Food Processing (Second edition): Woodhead Publishing, pp. 21-50.

۲. عزت پناه، حمید و همکاران، «ارزیابی مقادیر سرب و کادمیوم در شیر خام گاوهای مناطق مختلف استان

Archive of SID

www.SID.ir

یزد»، مجله علوم غذایی و تغذیه، تابستان ۱۳۸۸، جلد ۸، شماره ۳.

3. Lukáčová A, Massányi P, Golian J.,2012. Concentration of selected elements in raw and ultra heat treated cow milk. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, Vol. 2(2), pp.795-802.
4. Licata P, Trombetta D, Cristani M, Giofrè F, Martino D, Calò M, et al., 2004. Levels of "toxic" and "essential" metals in samples of bovine milk from various dairy farms in Calabria, Italy. Environment International, Vol. 30(1), pp.1-6.
5. Patra RC, Swarup D, Kumar P, Nandi D, Naresh R, Ali SL., 2008. Milk trace elements in lactating cows environmentally exposed to higher level of lead and cadmium around different industrial units. Science of The Total Environment, Vol. 404(1), pp.36-43.
6. Caggiano R, Sabia S, D'Emilio M, Macchiato M, Anastasio A, Ragosta M, et al., 2005. Metal levels in fodder, milk, dairy products, and tissues sampled in ovine farms of Southern Italy. Environmental Research, Vol.99(1), pp.48-57.
7. Pilarczyk RPJWPCPSB., 2013. Concentrations of toxic heavy metals and trace elements in raw milk of Simmental and Holstein-Friesian cows from organic farm. Environ Monit Assess, Vol.185, pp.8383-8392.

۸. رادمهر، بهراد و همکاران، «بررسی ارتباط سرب موجود در شیر با سرب موجود در آب شرب گاوداری‌های اطراف تهران»، مجله پژوهش‌های بالینی دامپزشکی، زمستان ۱۳۸۸، جلد۱، شماره ۱۰.

9. Fullmer CS., 1991.Intestinal calcium and lead absorption: effects of dietary lead and calcium. Environmental Research, Vol.54(2), pp.159-169.
10. Hauser G, Vienna A, Wolfsperger M, Goessler W.,1999. Milk consumption, smoking and lead concentration in human hair. Collegium antropologicum, Vol.23(2), pp.433.
11. Reeves PG, Chaney RL., 2002. Nutritional status affects the absorption and whole-body and organ retention of cadmium in rats fed rice-based diets. Environmental science & technology, Vol.36(12), pp.2684-2692.
12. Reeves PG, Chaney RL., 2001. Mineral Status of Female Rats Affects the Absorption and Organ Distribution of Dietary Cadmium Derived from Edible Sunflower Kernels (< i> Helianthus annuus</i> L.). Environmental Research, Vol.85(3), pp.215-225.

۱۳. ملکوتیان، محمد، گلپایگانی، عبدالعلی «تعیین میزان فلزات سمی سرب، کادمیوم، آلومینیوم و بازدارنده‌های کلسیم و روی در شیر خشک و غذای کودک عرضه شده در ایران»، مجله علوم و صنایع غذایی ایران، تابستان ۱۳۹۲، جلد ۸، شماره ۳.

14. González-Montaña JR SE, Gutiérrez A, Prieto F., 2012. Cadmium and lead in bovine milk in the mining area of the Caudal River (Spain). Environ Monit Assess,Vol.184(7), pp.4029-34.
15. Iran ISaIRo., 1992.Food - Determination of Lead, Cadmium, Copper, Iron, and Zinc- Atomic absorption spectrophotometry. 1st edition: ISIRI 9266.
16. APHA., 2005.Standard method for examination of water and wastewater.

Archive of SID

www.SID.ir

21 ed. Washington DC: American public health association publication.

17. FAO/WHO., 1993.Evaluation of Certain Food Additives and Contaminants : Technical Report Series 837837; World health Organization: Geneva, Switzerland.
18. Codex AC., 2007. Codex general standard for contaminants and toxins in foods. Codex Stan,.193-1995.
19. Delavar Mostafa AM, Navabi Atefeh, Sadeghi Masoudeh, Hadavand Shokoufeh, Mansouri Ali., 2012. Evaluation and Determination of Toxic Metals, Lead and Cadmium, in Incoming Raw Milk from Traditional and Industrial Farms to Milk Production Factories in Arak, Iran. Iranian Journal of Toxicology, Vol6(17), pp.630-634.
20. Vanessa A. Soares MMMK, André Luis C. Peixoto, Juliana S. Carrocci, Rodrigo F.S. Salazar, Hélcio J. Izário Filho., 2010. Determination of nutritional and toxic elements in pasteurized bovine milk from Vale do Paraiba region (Brazil). Food Control, Vol.21, pp.45-49.

۲۱. صادقی زاده، جلال و همکاران، «مطالعه میزان و منابع آلودگی پنیرهای سفید آب نمکی شهرستان یزد به برخی از فلزات»، مجله علوم و صنایع غذایی، بهار ۱۳۸۶، جلد ۴، شماره ۱.

22. Mendil D., 2006.Mineral and trace metal levels in some cheese collected from Turkey. Food Chemistry, Vol.96, pp.532-537.
23. Martino FAR SM, Sanz-Medel A., 2001.The potential of double focusing-ICP-MS for studying elemental distribution patterns in whole milk, skimmed milk and milk whey of different milks. Anal Chim Acta,Vol.442, pp.191-200.
24. Soares VA, Kus MMM, Peixoto ALC, Carrocci JS, Salazar RFS, Izário Filho HJ., 2010. Determination of nutritional and toxic elements in pasteurized bovine milk from Vale do Paraiba region (Brazil). Food Control,Vol.21(1), pp.45-9.

۲۵. بنیادیان، مجتبی و همکاران، «بررسی میزان سرب و کادمیوم در شیرهای خام و پاستوریزه تولید شده در منطقه شهرکرد»، مجله دامپزشکی ایران، پاییز ۱۳۸۵، جلد ۲، شماره ۲.

26. Magda M. Aly a MNA-Sb, Safaa Y. Qusti b, Nagwa M. El-Sawi b., 2010. Mineral content and microbiological examination of some white cheese in Jeddah, Saudi Arabia during summer 2008. Food and Chemical Toxicology,Vol.48, pp.3031-3034.
27. Decree number 55.871/65., 2007.
28. Baldini M CE, Stacchini A, Stacchini P., 1990.Presence and assessment of xenobiotic substances in milk and dairy products. Ann Ist Super Sanita,Vol.26(2), pp.167-176.
29. Cristina Sola-Larrañaga IN-B., 2009. Chemometric analysis of minerals and trace elements in raw cow milk from the community of Navarra ,Spain. Food Chemistry, Vol.112(1), pp.189-196.
30. Cashman KD., 2006. Milk minerals (including trace elements) and bone health. International Dairy Journal, Vol.16,pp.1389-1398.
31. Safety evaluation of certain food additives and contaminants., 2000.

Archive of SID

www.SID.ir