ارزیابی و تعیین مقادیر سرب و کادمیوم موجود در شکر سفید تولید شده در استان خوزستان

کریم ابراهیم نجف‌آبادی[1]، آزاده اشتری نژاد[2*]

[1]گروه سم شناسی، دانشکده داروسازی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

[2*]گروه بهداشت حرفه‌ای/ مرکز تحقیقات سلامت کار، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت: 93/3/5 تاریخ پذیرش: 93/10/21

چکیده

شکر یکی از اجزای اصلی سبد غذایی در کشور ما بوده و سرانه مصرف آن در کشور سالیانه به حدود 33 کیلوگرم می‌رسد. یکی از آلاینده‌ای مهم موجود در شکر فلزات سنگین و به‌خصوص سرب و کادمیوم گزارش‌شده که مواجهه طولانی‌مدت با آنها عوارض خطرناکی مانند انواع سرطان‌ها و آسیب‌های سیستم عصبی-عضلانی را به دنبال دارد. در این مطالعه به ارزیابی مقادیر سرب و کادمیوم موجود در شکر تولیدی در کارخانه‌های استان خوزستان پرداخته شد. برای اندازه‌گیری سرب و کادمیوم از روش طیف‌سنجی جذب اتمی و کوره گرافیت استفاده شد. نمونه‌های شکر به تفکیک کارخانه و مزرعه جمع‌آوری، هموژن شده و بعد از خاکستر شدن در کوره و هضم اسیدی به دستگاه تزریق شدند. میانگین مقادیر سرب و کادمیوم در نمونه‌های جمع‌آوری‌شده به ترتیب31/37±71/55 µg/kg و 16/3±41/76 تعیین گردید که از حدود استاندارد ملی ایران در خصوص میزان مجاز فلزات سنگین در مواد غذایی (200 µg/kg و 100 به ترتیب برای سرب و کادمیوم) کمتر و از حدود توصیه‌شده توسط سازمان بهداشت جهانی (3/5-4µg/kg برای سرب و1/2 µg/kg-1 برای کادمیوم) بالاتر می‌باشد. مقایسه آماری مقادیر سرب و کادمیوم موجود در نمونه‌های مربوط به کارخانه‌ها و مزارع مختلف هیچ تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. بر اساس نتایج این مطالعه، لازم است برای ارتقاء سطح سلامت افراد جامعه و به‌خصوص کودکان، منابع احتمالی آلودگی شکر به سرب و کادمیوم را شناسایی و در جهت حذف آنها اقدامات عملی صورت پذیرد.

واژه های کلیدی: شکر، سرب، کادمیوم، طیف‌سنجی جذب اتمی

*مسوول مکاتبه: ashtarinezhad@yahoo.com

1- مقدمه

هرساله بیش از یک‌سوم افراد کشورهای توسعه‌یافته به بیماری‌های ناشی از مواد غذایی گرفتار می‌شوند و میزان مرگ‌ومیر ناشی از بیماری‌های منتج از آلاینده‌های مواد غذایی، در کشورهای درحال‌توسعه، سالانه 2/2 میلیون نفر گزارش‌شده است (7). با توجه به اهمیت این مسئله در سال‌های اخیر، توجه عموم مردم و ارگان‌های نظارتی در بخش غذا به‌صورت جدی به ایمنی غذا و تضمین کیفیت آن معطوف گشته است. برای اطمینان از ایمنی زنجیره غذا، می‌بایست نظارت‌های لازم از مزرعه و محل تولید تا سفره خانواده مدنظر قرار گیرد و یکی از مهم‌ترین اقدامات در تحقق این امر، داشتن آگاهی از وضعیت آلاینده‌های موجود در اقلام غذایی می‌باشد که بر اساس این آگاهی بتوان به تدوین استانداردهای ملی و اعمال نظارت‌های لازم، همت گماشت. بر اساس همین نگرش، بررسی سطوح آلاینده‌های موجود در شکر که یکی از اجزاء اصلی سبد غذایی مردم کشور می‌باشد، مورد توجه گرفت. در ایران سرانه مصرف شکر حدود 33 کیلوگرم برآورد شده که درواقع یکی از محصولات پرمصرف در کشور ما به‌حساب می‌آید (2). اخیراً گزارشات مختلفی در برخی از کشورها مبنی بر آلودگی شکر عرضه‌شده در بازار به سرب و کادمیوم ارائه‌شده که با توجه به نقش اساسی شکر در رژیم غذایی افراد جامعه، نگرانی‌هایی را در خصوص عوارض جدی آنها بر سلامت افراد مطرح نموده است (11و13).

کادمیوم و سرب به دلیل اثرات سمی خود از مهم‌ترین فلزات سنگین آلوده‌کننده محیط زیست به‌حساب می‌آیند. کادمیوم علاوه بر منشأ طبیعی از طریق فعالیت‌های صنعتی نظیر استخراج کانی‌های معدنی، آبکاری فلزات، لحیم‌کاری و لعاب ظروف سفالی وارد محیط‌زیست می‌شود. سرب نیز طی فرآیندهایی مانند استفاده از بنزین‌های حاوی سرب، صنایع رنگ و چاپ و استخراج و ریخته‌گری فلزات سر از محیط‌زیست اطراف ما در می‌آورد. همان‌گونه که می‌دانیم، فلزات در محیط تجزیه‌پذیر نبوده و پس از ورود به خاک و آب جذب گیاهانی مانند نیشکر شده و ضمن تغلیظ، وارد چرخه غذایی انسان می‌گردند (14). اثرات سمی این فلزات بر سلامت انسان بسیار متعدد و بعضاً وخیم می‌باشد. آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، کادمیوم را در زمره مواد شیمیایی قطعاً سرطانزا برای انسان قرار داده است. این فلز علاوه بر این، باعث عوارض دیگری مانند سمیت کلیوی، سمیت تولیدمثلی، از دست دادن حافظه و عوارض اسکلتی عضلانی در انسان می‌گردد. مواجهه مزمن با سرب عوارضی مانند نروپاتی‌های محیطی و مرکزی، تأخیر رشد و کاهش ضریب هوشی (به‌خصوص در کودکان)، آنمی، سمیت تولیدمثلی و بر هم زدن هموستاز کلسیم در بدن را به دنبال دارد (4، 6، 8، 9 و10).

با توجه به عوارض ذکرشده در خصوص سمیت سرب و کادمیوم برای انسان و سرانه مصرف شکر در کشور ما، اهمیت تعیین مقدار این فلزات در شکر تولیدی در کشور بیش‌ازپیش مشخص می‌گردد. کمیته مشترک FAO/WHO در خصوص ایمنی غذا حدود مجاز توصیه‌شده برای سرب و کادمیوم در محصولات غذایی را به ترتیب µg/kg 3/5-4 و µg/kg 1-1/2 اعلام نموده است (12). در تحقیقی که در سال 2011 توسط ریمونت[1] در نواحی شمالی استرالیا انجام شد، مقادیر کادمیوم در ساقه نیشکر حدود 0/198 میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک ساقه تعیین گردید (11). در مطالعه دیگری که توسط سانچو[2] و همکاران در سال 1997 انجام شد، غلظت فلزات سنگین در شکر موجود در بازار در اسپانیا تعیین گردید که نتایج آن حاکی از مقادیر 35 میکروگرم سرب و 10میکروگرم کادمیوم در یک کیلوگرم وزن خشک شکر بود (12). در این مطالعه با توجه به نقش شکر در سبد غذایی مردم ایران و عدم وجود هیچ‌گونه اطلاعاتی از میزان فلزات سمی در این محصول استراتژیک، بر آن شدیم که میزان سرب و کادمیوم موجود در شکر تولیدی استان خوزستان (به‌عنوان قطب تولید شکر کشور) را ارزیابی و با استانداردهای کشوری و بین‌المللی مقایسه نماییم.

2- مواد و روش‌ها

2-1- نمونه‌گیری

در استان خوزستان مجتمع‌های متعددی به تولید شکر از نیشکر کشت‌شده در استان می‌پردازند. در این مطالعه بر اساس هماهنگی به‌عمل‌آمده، امکان نمونه‌گیری از محصول سه مجتمع فراهم گردید. لازم به ذکر است که هر یک از این کارخانه‌های تولید شکر، نیشکر موردنیاز خود را از مزارع مختلف تهیه می‌نمایند که در این مطالعه برای بررسی تأثیر احتمالی نوع نیشکر بر میزان سرب و کادمیوم موجود در شکر، فرآیند نمونه‌برداری به نحوی

[1] Raymen
[2] Sancho

طراحی شد که از شکر مربوط به هر مزرعه در هر کارخانه به‌صورت مجزا نمونه‌گیری به عمل آید (لازم به ذکر است که بنا به درخواست تولیدکنندگان شکر و تعهد اخلاقی پژوهشگر، در این مطالعه از ذکر نام این کارخانه‌ها و مزارع معذور بوده و تحت عنوان کارخانه‌های A، B و C و مزارع A، B و C از آنها یادشده است) . برای تهیه یک نمونه شکر مخلوط بر اساس دستورالعمل استاندارد AOAC، طی 8 ساعت شیفت کاری کارخانه تولید شکر مورد نظر، 16 نمونه نیم کیلویی (در فواصل زمانی نیم‌ساعته) از محصول نهایی کارخانه تهیه و باهم کاملاً مخلوط گردید و درنهایت یک نمونه نیم کیلویی از آن برداشته شد. فرایند نمونه‌گیری برای شکر مربوط به هر مزرعه در هر کارخانه حداقل 5 روز تکرار می‌گردید. تحت این شرایط نهایتاً 60 نمونه شکر تهیه و به آزمایشگاه فرستاده شد. نمونه‌ها تا زمان تعیین مقدار در دمای 20°C- نگهداری شدند.

2-2- آماده‌سازی نمونه

نمونه‌های شکر جمع‌آوری‌شده ابتدا کاملاً آسیاب شده و مقدار 5 گرم از نمونه هموژنیزه به ظرف تمیز مخصوص خاکستر کردن (کروزه) که قبلاً وزن شده بود اضافه می‌گردید. نمونه‌ها ابتدا در آون 120-110 درجه سانتی‌گراد به مدت دو ساعت خشک‌شده و مجدداً وزن شده و با وزن قبلی مقایسه می‌گردید، در صورت مشاهده کاهش وزن، فرایند خشک‌کردن مجدداً تکرار می‌گردید تا زمانی که دیگر تغییر وزنی روی ندهد. در ادامه ظرف حاوی نمونه در کوره سرد قرار داده‌شده و حرارت به‌تدریج افزایش داده می‌شد تا دما به550 درجه سانتی‌گراد برسد. گرمادهی در این دما تا حصول خاکستر سفید و بدون کربن ادامه می‌یافت. پس‌ازآن ظرف از کوره خارج، سرد شده و نمونه در اسید نیتریک رقیق حل‌شده و به یک بالن ژوژه منتقل و به حجم 5 سی‌سی رسانده می‌شد.

2-3- تعیین مقادیر سرب و کادمیوم

برای تعیین مقادیر سرب و کادمیوم موجود در نمونه‌های شکر از دستگاه اسپکتروسکوپی جذب اتمی مدل(CTA3000, UK) مجهز به اتمایز کوره گرافیت استفاده گردید. طول‌موج مورد استفاده برای سرب 283 نانومتر و برای کادمیوم 228 نانومتر بود. برای تعیین دقیق غلظت سرب و کادمیوم در نمونه‌ها، ابتدا منحنی کالیبراسیون غلظت در برابر جذب برای هر دو فلز با استفاده از نمونه‌های استاندارد سرب و کادمیوم خریداری شده از شرکت سیگما رسم گردید و مقادیر سرب و کادمیوم موجود در نمونه‌ها بر اساس این منحنی‌ها تعیین گردید. پارامترهای دستگاهی شامل طول‌موج 283 نانومتر برای سرب و 228 نانومتر برای کادمیوم و پهنای دریچه ورودی نور 0/5 نانومتر روی دستگاه طیف‌سنجی جذب اتمی تنظیم شدند. برای اطمینان از پاسخ‌های دستگاهی، اندازه‌گیری هر نمونه سه بار تکرار گردید. همچنین پارامترهای دمایی برای اندازه‌گیری عنصر کادمیوم و سرب جداگانه با کوره الکتریکی بهینه شدند. با انتخاب این پارامترها، دستگاه برای اندازه‌گیری جذب اتمی به روش نرمال استاندارد شد (5).

2-4- بررسی‌های آماری

نتایج به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری‌ها توسط نرم‌افزاری آماری SPSS ورژن 21 مورد تجزیه‌وتحلیل قرار گرفت برای اطمینان از توزیع نرمال داده‌ها از آزمون آماری Shapiro–Wilk test، برای مقایسه غلظت‌های به‌دست‌آمده با مقادیر استاندارد آنها از آزمون آماری one sample t-test برای مقایسه گروه‌ها برحسب نیاز از آزمون‌های آماری t-test و یا ANOVA استفاده گردید.

3- نتایج و بحث

اندازه‌گیری مقادیر سرب و کادمیوم در نمونه‌های شکر به روش ذکرشده در قسمت مواد و روش‌ها با دقت، صحت و ضریب بازیابی مناسبی همراه بود. ضریب همبستگی (r^2) برای منحنی استاندارد سرب 0/97 و برای منحنی استاندارد کادمیوم 0/98 به دست آمد. حد تشخیص (LOD[1]) برای اندازه‌گیری سرب ppb 2/8 و برای کادمیوم ppb 3/4 تعیین گردید. حد تعیین مقدار (LOQ[2]) برای سرب ppb 11/4 و برای کادمیوم ppb 12/9تعیین گردید. ضریب تغییرات درون روزی اندازه‌گیری برای سرب و کادمیوم به ترتیب 7/7 درصد و 4/8 درصد و ضریب تغییرات بین روزی برای اندازه‌گیری سرب و کادمیوم به ترتیب 9/9 و 6/7 درصد به دست آمد. ضریب بازیابی (راندمان) روش اندازه‌گیری برای سرب 91 و برای کادمیوم 92/5 درصد تعیین گردید.

[1] Limit Of Detection
[2] Limit Of Quantification

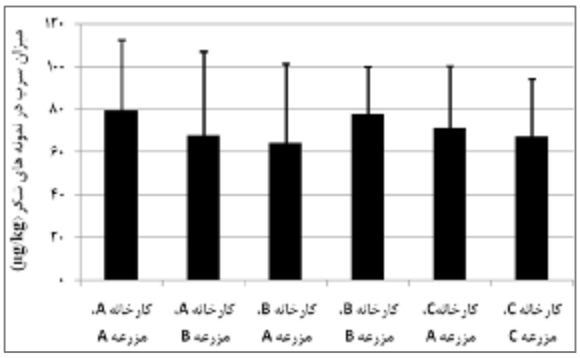
جدول 1- مقادیر اندازه‌گیری سرب و کادمیوم در نمونه‌های شکر مربوط به 3 مجتمع تولید شکر در استان خوزستان (میکروگرم بر کیلوگرم)

کارخانه	کارخانه تولید شکر A				کارخانه تولید شکر B				کارخانه تولید شکر C			
مزرعه	مزرعه B		مزرعه A		مزرعه B		مزرعه A		مزرعه C		مزرعه A	
فلز	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd	Pb	Cd
نمونه1	137/74 ± 7/45	34/14 ± 0/98	120/62 ± 4/7	70/22 ± 2/62	115/32 ± 4/64	40/71 ± 1/53	48/73 ± 2/19	64/56 ± 1/07	62/75 ± 3/17	19/43 ± 0/95	47/26 ± 4/44	73/27 ± 1/89
نمونه2	33/49 ± 5/11	52/46 ± 0/87	48/67 ± 2/65	32/41 ± 2/07	85/74 ± 7/44	26/21 ± 0/93	133/75 ± 7/44	15/96 ± 1/62	21/20 ± 2/55	52/31 ± 2/56	96/08 ± 2/26	29/87 ± 1/98
نمونه 3	65/48 ± 5/03	63/28 ± 1/87	35/83 ± 3/46	19/67 ± 1/34	66/98 ± 3/00	43/28 ± 2/57	59/98 ± 7/26	34/75 ± 1/36	73/62 ± 2/37	34/92 ± 1/57	90/82 ± 3/37	34/39 ± 1/98
نمونه4	69/56 ± 3/87	23/24 ± 1/63	89/7 ± 4/31	36/50 ± 2/68	54/42 ± 4/67	25/38 ± 1/02	33/01 ± 2/2	56/08 ± 1/21	97/41 ± 2/43	46/67 ± 2/53	94/57 ± 3/05	20/41 ± 0/93
نمونه 5	35/98 ± 3/51	42/98 ± 1/36	102/42 ± 2/57	65/23 ± 2/66	67/08 ± 3/98	39/42 ± 1/39	46/43 ± 6/71	63/19 ± 1/93	82/66 ± 3/76	49/67 ± 1/83	30/00 ± 2/08	37/91 ± 2/04
میانگین	68/3 ± 38/95	43/22 ± 14/46	79/45 ± 33/45	65 ± 20/63	77/91 ± 22/25	35/70 ± 8/53	64/38 ± 37/23	46/91 ± 19/49	67/53 ± 26/81	40/60 ± 12/67	71/74 ± 28/73	39/17 ± 18/72

حداقل مقدار سرب اندازه‌گیری شده در یک نمونه 21/2±2/55 و حداکثر آن 137/74±7/45 میکروگرم بر کیلوگرم بود. میانگین غلظت سرب در کل نمونه‌ها 71/55±31/37 میکروگرم بر کیلوگرم تعیین گردید. این میزان از سرب (میانگین سرب در کل نمونه‌ها) کمتر از حد استانداردی کشوری سرب در مواد غذایی (100 میکروگرم بر کیلوگرم) (1) و بالاتر از حد توصیه‌شده توسط کمیته مشترک FAO/WHO در خصوص ایمنی غذا حدود مجاز توصیه‌شده برای سرب در محصولات غذایی (4-3/5 میکروگرم بر کیلوگرم) می‌باشد. این میزان سرب اندازه‌گیری شده در نمونه‌های شکر، از مطالعات مشابه در سایر کشورها ازجمله مطالعه سانچو و همکاران در کشور اسپانیا نیز بالاتر می‌باشد. مقایسه آماری نتایج مربوط به‌اندازه گیری سرب در نمونه‌های مربوط به مزارع و کارخانه‌های مختلف با آزمون آماری حاکی از آن بود که هیچ تفاوت معنی‌داری در نمونه‌های مربوط به کارخانه‌ها و مزارع مختلف وجود نداشت (شکل شماره 1). به توجه به این نتایج می‌توان ادعا نمود که فرایندهای فراوری ساقه نیشکر و تولید شکر در کارخانه مسئول ایجاد این میزان سرب در نمونه‌های شکر تولیدی در استان خوزستان نبوده و گیاه نیشکر تولید شده در مزارع این استان حاوی مقادیر قابل‌توجه سرب می‌باشد. دلایلی که برای این موضوع می‌توان ذکر نمود احتمال آلودگی خاک مزارع و یا احتمال وجود مقادیر قابل‌توجه سرب در آب کشاورزی این مناطق می‌باشد که بالطبع مطالعات بیشتر در این خصوص می‌تواند در تعیین علت قطعی این آلودگی و اجرای اقدامات کنترلی بعدی بسیار راه گشا باشد.

حداقل مقدار کادمیوم اندازه‌گیری شده در یک نمونه 15/96±1/62 و حداکثر آن 73/27±1/89 میکروگرم بر کیلوگرم بود. میانگین غلظت کادمیوم در کل نمونه‌ها 41/76±16/3 میکروگرم بر کیلوگرم تعیین گردید. این میزان از کادمیوم (میانگین کادمیوم در کل نمونه‌ها) کمتر از حد استانداری کشوری کادمیوم در مواد غذایی (100 میکروگرم بر کیلوگرم) و بالاتر از حد توصیه‌شده توسط کمیته مشترک FAO/WHO در

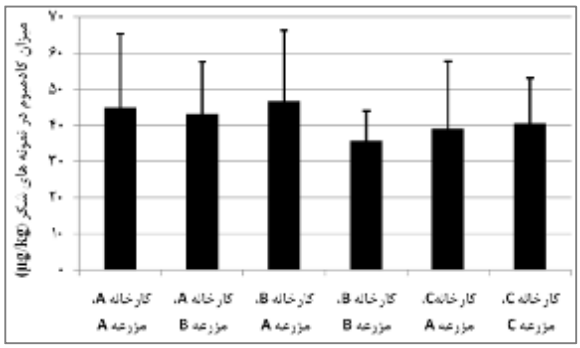
خصوص ایمنی غذا حدود مجاز توصیه‌شده برای کادمیوم در محصولات غذایی (1/2-1 میکروگرم بر کیلوگرم) می‌باشد.



شکل 1- میانگین مقادیر سرب موجود در نمونه‌های شکر به تفکیک کارخانه تولید شکر و مزرعه تولید نیشکر.

(آزمون ANOVA تفاوت معنی‌داری ($p<0.5$) را بین گروه‌ها نشان نداد)

مقایسه آماری نتایج مربوط به اندازه‌گیری کادمیوم در نمونه‌های مربوط به مزارع و کارخانه‌های مختلف با آزمون آماری حاکی از آن بود که مجدداً هیچ تفاوت معنی‌داری در نمونه‌های مربوط به کارخانه‌ها و مزارع مختلف مشاهده نگردید. (شکل شماره 2). همان‌گونه که در مورد سرب اشاره گردید، به استناد این نتایج، فرضیه آلوده شدن شکر به سرب و کادمیوم طی فرایندهای تولیدی شکر رد شده و می‌توان آلودگی خاک و یا آب کشاورزی را علت اصلی یافت شدن این میزان از سرب و کادمیوم در نمونه‌ای شکر تلقی نماییم.



شکل2- میانگین مقادیر کادمیوم در نمونه‌های شکر به تفکیک کارخانه تولید شکر و مزرعه تولید نیشکر

(آزمون ANOVA تفاوت معنی‌داری ($p<0.5$) را بین گروه‌ها نشان نداد)

خوشبختانه بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان سرب و کادمیوم اندازه‌گیری شده در نمونه‌های شکر بسیار کمتر از مقادیر اندازه‌گیری شده این فلزات در سایر محصولات غذایی مانند برنج می‌باشد به‌طور مثال، جاهد خانیکی و همکاران در سال 2005 میزان سرب و کادمیوم را در برنج موجود در بازار کشور اندازه‌گیری نمودند که مقادیر آن به ترتیب برای سرب و کادمیوم 2230 و 410 میکروگرم بر کیلوگرم وزن خشک برنج گزارش گردید که بسیار بیشتر از مقادیر اندازه‌گیری شده این فلزات در شکر می‌باشد (15). در مورد شیر نیز که یکی دیگر از اقلام پرمصرف سبد غذایی می‌باشد، تاج کریمی و همکاران میانگین میزان سرب در نمونه‌های شیر را حدود 8 میکروگرم بر لیتر گزارش نموده‌اند (3).

4- نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه میزان سرب و کادمیوم موجود در نمونه‌های شکر تولید شده در استان خوزستان کمتر از حدود استاندارد کشوری آن بوده عرضه آن به بازار شکر کشور با محدودیتی روبرو نمی‌باشد ولی چنانچه در این مقاله بدان اشاره شد، مؤسسات قانون‌گذاری مرتبط با ایمنی مواد غذایی با توجه یافته‌های جدید در خصوص اثرات زیانبار این فلزات بر سلامت انسان، دائماً در حال کاهش سطوح مجاز این فلزات در محصولات غذایی می‌باشند. لذا با توجه به اینکه سطوح سرب و کادمیوم اندازه‌گیری شده در شکر تولیدی استان خوزستان بیشتر از سطوح مجاز توصیه‌شده بین‌المللی آن می‌باشد، پیشنهاد می‌گردد تولیدکنندگان شکر در راستای تأمین هرچه بیشتر امنیت غذایی مصرف‌کنندگان، منابع احتمالی آلودگی شکر به این فلزات را شناسایی و اقدامات عملی در جهت کاهش این آلودگی‌ها را اجرا نمایند.

5- منابع

1- Hedayatifar, R., Falahi, E. and Birjandi, M. 2006. Determination of lead and cadmium in rice samplse and comparison with natinal standards. Yafteh, 12(4): 15-22.

2- Iran Sugar Statestics.2013. Avilble at: http://www.isfs.ir/amartakhassosi1.htm. (Accessed: Jul. 2014).

3- Jahed Khaniki, G. and Zozali, M.A. 2005. Cadmium and lead contents in rice (Oryza sativa) in the North of Iran. Int J Agric Biol, 6: 1026-1029.

4- Järup, L., Berglund, M., Elinder, C.G., Nordberg, G. and Vanter, M. 1998. Health effects of cadmium exposure–a review of the literature

and a risk estimate. Scandinavian journal of work, environment & health, 24(3): 1-51.
5- Leblebici, J. and Volkan, M.1998. Sample preparation for arsenic, copper, iron, and lead determination in sugar. Journal of agricultural and food chemistry, 46(1): 173-77.
6- McKelvey, W., Gwynn, R.C., Jeffery, N., Kass, D., Thorpe, L.E., Garg, R.K., et al. 2007. A biomonitoring study of lead, cadmium, and mercury in the blood of New York City adults. Environmental Health Perspectives,115(10): 1435-41
7- Mead, P.S., Slutsker, L., Dietz, V., McCaig, L.F., Bresee, J.S., Shapiro, C., et al.1999. Food-related illness and death in the United States. Emerging infectious diseases, 5(5): 607-625
8- Meeker, J.D., Rossano, M.G., Protas, B., Diamond, M.P., Puscheck, E., Daly, D., et al. 2008. Cadmium, lead, and other metals in relation to semen quality: human evidence for molybdenum as a male reproductive toxicant. Environmental Health Perspectives,116(11): 1473-79
9- Papanikolaou, N.C., Hatzidaki, E.G., Belivanis, S., Tzanakakis, G.N. and Tsatsakis, A.M. 2005. Lead toxicity update. A brief review. Medical science monitor, 11(10): 329-36
10- Patrick, L.2006. Lead toxicity, a review of the literature. Part 1: Exposure, evaluation, and treatment. Alternative medicine review: a journal of clinical therapeutic, 11(1): 2-22.
11- Rayment, G.E. 2005. Cadmium in sugar cane and vegetable systems of Northeast Australia. Communications in soil science and plant analysis, 36(4-6): 597-608.
12- Sancho, D., Vega, M., Debán, L., Pardo, R. and Gonzáles, G.1997. Determination of zinc, cadmium and lead in untreated sugar samples by anodic stripping voltammetry. Analyst, 122(7): 727-30.
13- Sancho, D., Deban, L., Pardo, R. and Valladolid, D. 2005. Determination of zinc, cadmium, lead and copper in pellets and pulp of sugar beet. Journal of the Science of Food and Agriculture, 85(6): 1021-25.
14- Satarug, S., Baker, J.R., Urbenjapol, S., Haswell-Elkins, M., Reilly, P.E., Williams, D.J., et al. 2003. A global perspective on cadmium pollution and toxicity in non-occupationally exposed population. Toxicology letters, 137(1): 65-83.
15- Tajkarimi, M., Ahmadi Faghih, M., Poursoltani, H., Salah Nejad A., Motallebi, A. A. and Mahdavi, H. 2008. Lead residue levels in raw milk from different regions of Iran. Food Control, 19(5): 495-498.