



بررسی و اندازه‌گیری برخی فلزات سمی در اسباب بازی‌های پلاستیکی مورد استفاده کودکان در شهر اردبیل

سهیلا نصیری

کارشناسی ارشد سم شناسی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهر، اهر، ایران

میرمهدی ابوالقاسمی

دکترای شیمی تجزیه، استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد مراغه، مراغه، ایران

mehdiabolghasemi@gmail.com

چکیده

مطالعات متعدد نشان‌دهنده وجود عناصر فلزی سمی در محصولات پلاستیکی مورد استفاده کودکان بوده و در بیش‌تر کشورها با افزایش تقاضای عمومی، شاهد تصویب قانون اصلاح ایمنی محصولات می‌باشیم. این پژوهش در زمینه بررسی مقدار فلزات سنگین سرب و کادمیوم در اسباب بازی‌های پلاستیکی مورد استفاده کودکان شهر اردبیل و مقایسه آن با استاندارد در نیمه اول سال ۹۳ صورت گرفت. به‌منظور انجام این آزمایش، تعداد ۴۵ نمونه از ۴ نوع اسباب بازی به‌صورت تصادفی از چند اسباب بازی فروشی و داروخانه در سطح شهرستان اردبیل جمع‌آوری شد و پس از انجام عملیات خاکستری و هضم اسیدی با روش اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مطابق با استاندارد شماره ۶۲۰۴، غلظت فلزات سنگین آن توسط اسپکتروفتومتری جذب اتمی با شعله تعیین مقدار گردید. در نهایت آزمون‌های آماری واریانس و تی تست برای تجزیه تحلیل داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. داده‌های حاصل از این تحقیق نشان داد که اسباب بازی‌های مورد مطالعه دارای مقادیری از فلزات سمی بوده که بالاترین میانگین مربوط به عنصر سرب و پایین‌ترین میانگین مربوط به عنصر کادمیوم می‌باشد که با فاصله اطمینان ۹۵٪ و در سطح آماری $\alpha=0/05$ می‌توان گفت میانگین غلظت فلزات مذکور پایین‌تر از محدوده مجاز استاندارد است. هم‌چنین مقایسه میانگین‌ها نشان‌دهنده ارتباط بین شرایط اقتصادی، کشور تولیدکننده، جنس اسباب بازی و غلظت فلزات سمی موجود در آن می‌باشد.

در نتیجه لازم است آزمون ایمنی اسباب بازی‌های وارداتی و محصولات ساخت داخل به‌طور جدی توسط سازمان‌های ذیربط صورت پذیرد تا در آینده شاهد حذف فلزات سمی از محصولات کودکان باشیم.

کلید واژه: اسباب بازی، فلزات سمی، سرب، کادمیوم

مقدمه

سرب و استنارات سرب، از کادمیوم نیز به عنوان ماده رنگی در تولید پلاستیک استفاده می‌شود [۵]. در جدول تناوبی به فلزات گروه III B تا VIA در تناوب ۴ و ۴ به بعد که وزن مخصوص آن‌ها بزرگ‌تر از ۷ گرم بر سانتی متر مکعب و یا جرم اتمی آن‌ها بیش از ۵۰ باشد فلزات سنگین می‌گویند که بسیاری از این عناصر نه تنها برای حیات بیولوژیکی ضروری نیستند. بلکه بسیار هم خاصیت سمی دارند [۶][۷]. افزایش تمایل به الکترون دهی یک فلز، سمیت آن را افزایش می‌دهد. تمایل به الکترون دهی با حرکت از راست به چپ و از بالا به پایین در جدول تناوبی عناصر، کاهش می‌یابد [۸]. ایراد اصلی فلزات سنگین این است که در بدن متابولیزه نمی‌گردند در واقع فلزات سنگین پس از ورود به بدن دیگر از آن دفع نشده همین امر موجب بروز بیماری‌ها و عوارض متعددی در بدن می‌شود [۵]. سرب یک عنصر بسیار سمی بوده که می‌تواند عوارض فراوانی در بدن ایجاد کند. سرب عنصر سنگینی است که به سمت زمین انتقال پیدا می‌کند و بر روی تنفس افراد و رشد آن‌ها تاثیر منفی می‌گذارد. مهم‌ترین عامل در اثر استنشاق سرب در بدن دخالت متابولیسم آن با آهن بوده که کم خونی یا آنمی ایجاد می‌کند. از طرف دیگر اگر غلظت آن در خون افزایش پیدا کند در کبد تجمع کرده و اختلالاتی در آن ایجاد می‌کند و در صورت دفع آن از ادرار به کلیه صدمه می‌رساند. البته سرب بر روی مغز و ایجاد بیماری‌های عصبی تاثیر دارد چون بسیار سمی است [۹].

کادمیوم نیز به کلیه‌ها آسیب وارد می‌سازد و یک سرطان زا می‌باشد. روی ژن‌ها و کروموزم‌های دی ان ای سمیت دارد و سبب سرطان ریه می‌شود. هم‌چنین سبب سرطان پروستات و غیر طبیعی شدن بافت اسکلتی و استخوانی می‌شود. در بدن انسان روی آنزیم‌های حاوی روی و گوگرد اثر کرده و جانشین روی، در آنزیم‌های بدن شده و در عمل کرد آن‌ها اختلال ایجاد می‌کند. در مجموع، اگر به‌طور دائم و مزمن وارد بدن انسان شود، تقریباً روی تمام سیستم‌های بدن اثر گذار است [۱۰][۱۱]. دوزهای زیاد کادمیوم در شرایط حاد

اسباب بازی در زندگی کودک نقش مهم و موثری دارد و برای کودکان نوعی غذای روانی است و می‌توان گفت که یکی از نیازهای مهم آنان به‌شمار می‌آید و جزئی از زندگی آنان را تشکیل می‌دهد. از نظر روانشناسان باید دانست که تمایل کودکان به بازی و علاقه شدید آن‌ها به داشتن اسباب بازی یکی از علایم سلامت عقل و کنجکاوی و هوشیاری آنان است [۱]. یکی از مهم‌ترین نکاتی که در هنگام ساخت یا انتخاب اسباب بازی‌ها باید مورد توجه قرار گیرد، بی‌خطر بودن آن‌ها می‌باشد. باید به طوری طراحی و ساخته شوند که هیچ خطر بالقوه‌ای برای بچه‌ها نداشته باشند. برآورد می‌شود که نیمی از صدمات ناشی از اسباب بازی‌ها در بچه‌های چهار ساله و قبل از چهار ساله اتفاق می‌افتد و اغلب مرگ و میرهای مربوط به اسباب بازی‌ها نیز در همین سن اتفاق می‌افتد [۲]. عروسک‌های پلاستیکی، جغجغه‌ها، حلقه‌های دندان و سایر اسباب بازی‌های کودکان، علی‌رغم این‌که ممکن است ظاهری جذاب داشته باشند، اما استفاده از یک ماده شیمیایی نرم‌کننده در آن‌ها به نام فتالات، والدین و دولت‌ها را در برابریک معضل بزرگ قرار داده است. مطالعات مختلف علمی نشان می‌دهد که به دلیل ورود این ماده به بدن کودکان، آثاری نظیر بر هم خوردن توازن هورمون‌ها، بلوغ زودرس دختران، مشکلات تولیدمثل، آسیب رساندن به اسپرم‌های مردان، بر هم خوردن عمل کرد تیروئید و در نهایت، سرطان بیضه در مردان به وجود می‌آید. مشکل این‌جاست که این مواد شیمیایی، در مواد پلاستیکی باقی نمی‌مانند. این مواد پس از جویده شدن وارد دهان و بدن کودکان می‌شود، همان‌طور که طعم دهنده‌های آدامس‌ها بلعیده می‌شوند [۳].

بسیاری از اسباب بازی‌های پلاستیکی قاچاق و نامرغوب از ماده پلی وینیل کلراید ساخته شده است پلی وینیل کلراید ترکیبی است از مشتقات نفت خام و گاز کلر که طی فرآیند پلیمریزاسیون تولید می‌شود، پی وی سی، پلاستیکی سخت است که به‌وسیله اضافه کردن روان‌کننده‌ها نرم و انعطاف‌پذیر می‌شود [۴]. ترکیبات سرب رایج‌ترین تثبیت‌کننده‌ها در محصولات پلاستیکی می‌باشد. مانند کربنات

این مسئله اهمیت می یابد [۱۶]. لذا این طرح به منظور بررسی مقدار سرب و کادمیوم در اسباب بازی های کودکان و مقایسه مقادیر تعیین شده با استانداردهای موجود صورت گرفته است.

مواد و روش

به منظور انجام این پژوهش تعداد ۴۵ نمونه از چهار نوع اسباب بازی جغجغه، دندان گیر، شیشه شیر پلاستیکی و پستانک تولید کشورهای چین، ایران و ترکیه، عرضه شده در ۶ اسباب بازی فروشی و داروخانه در سطح شهر اردبیل به صورت تصادفی ساده انتخاب گردید. محلول های استاندارد سرب و کادمیوم و اسید کلریدریک با خلوص تجزیه ای از شرکت مرک آلمان تهیه گردید و با روش استاندارد عملیات آغاز شد [۱۷][۱۸]. اساس آماده سازی نمونه ها بر اساس استاندارد شماره a-6204 موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می باشد. به منظور عملیات خاکستری فلزات سنگین ابتدا ۵ گرم از نمونه را به طور دقیق و با استفاده از ترازوی دیجیتال (مدل AND,GF-۳۰۰ کشور ژاپن) داخل کپسولی تمیز و عاری از هر گونه آلودگی وزن می کنیم سپس نمونه را روی شعله ۲۳۰ درجه قرار داده تا کاملاً بسوزد، بعد از سوختن کامل نمونه آن را داخل بوتله چینی قرار داده و در کوره الکتریکی مدل (F.47-Shimi fan) ایران در دمای ۵۵۰ درجه به مدت ۷ ساعت قرار داده تا خاکستری کامل از نمونه ها تهیه گردد، نمونه های خاکستر شده را با اسید کلریدریک ۰/۰۷ نرمال آماده می کنیم. بدین صورت که ابتدا با استفاده از پیت ۵ یا ۱۰، مقدار ۵ سی سی از اسید کلریدریک ۰/۰۷ را روی خاکستر حاصله می ریزیم سپس کپسول را روی شعله قرار داده تا خاکستر درون کپسول کاملاً در اسید حل شود، دوباره ۵ سی سی اسید کلریدریک ۰/۰۷ روی کپسول ریخته و مجدداً روی شعله می گذاریم و با هم زدن شیشه ای محلول داخل کپسول را هم زده و از صافی واتمن سایز ۴۲ عبور می دهیم، سپس محلول داخل کپسول را از صافی که روی قیف پلاستیکی قرار دادیم به داخل مزور ۲۵ می ریزیم، قبل از افزودن محلول به داخل مزور، محلول حاصل از اسید

باعث نکروز و آپوپتوز از هر دو مسیر میتوکندریایی و گیرنده های مرگ سلولی می شود [۱۲].

اسباب بازی از ۲ جنبه مشخصات فیزیکی و مکانیکی و وجود فلزات و عناصر سنگین در آن بررسی می شود. انواع اسباب بازی آلوده و مسموم با برندهای مختلف توسط کارشناسان اداره استاندارد و تحقیقات صنعتی شناسایی شده است و اقلامی هم به ویژه در میان اسباب بازی های وارداتی بوده اند که دارای عناصر سرب و کروم و کادمیوم بیش از حد مجاز و مشکل زا برای کودکان بوده اند. گفتنی است چند سال پیش در آمریکا نسبت به بیش از ۲۰ میلیون اسباب بازی ساخت چین که حاوی رنگ های سربی و اثراتی از نوعی ماده سمی دیگر بودند هشدار داده و اعلام شد که این نوع اسباب بازی ها می تواند در اثر تماس دست کودکان، منجر به صدماتی به کبد، شش ها و سیستم هورمونی بدن آن ها شود. اخیراً نیز حدود یک میلیون قطعه اسباب بازی ساخت چین در آمریکا، به دلیل نگرانی در مورد خطرناک بودن نوع رنگ به کار رفته در ساخت آنها، نامناسب تشخیص داده شده و بازگردانده شد. آزمایش های انجام شده نشان داد که تولید کننده چینی در ساخت این محصول از رنگی استفاده کرده که سرب به کار رفته در آن از حد مجاز بیش تر است [۱۳]. در سال ۲۰۰۷ نیز بیش از ۱۷ میلیون اسباب بازی به دلیل نقض قانون استاندارد رنگ سرب فراخوان گردید [۱۴].

قرار گرفتن در معرض سم در کودکان به دلیل افزایش سطح متابولیسم و افزایش سطح نسبت به وزن در مقایسه با بزرگسالان، عدم بلوغ در همه سیستم های بدن، و رشد سریع اندام به یک نگرانی عمده تبدیل گردیده است و چون در کودکان خوردن غذا و نوشیدن مایعات بیشتر است و هوای بیش تری نسبت به هر کیلوگرم از وزن بدن تنفس میکنند این مسئله نسبت به بزرگسالان از اهمیت فراوانی برخوردار است [۱۵]. کودکان به طور روزانه چندین مواجهه با دوز کم از انواع مواد که با آن در تماس هستند علاوه بر مواد شیمیایی موجود در گرد و غبار خانگی و محیط زیست در فضای باز دریافت می کنند. از آنجا که کودکان حین بازی اسباب بازی را به دهان خود می برند

ارزیابی گردید که با توصیه‌های کتاب استاندارد متد مطابقت داشت [۱۹]. (جدول شماره ۱). میانگین وانحراف معیار هر کدام از نمونه‌های اسباب‌بازی به تفکیک در (جدول شماره ۲) آورده شده است. همان‌طور که ملاحظه می‌گردد بیش‌ترین میانگین بترتیب در مورد عنصر سرب مربوط به شیشه شیر و کم‌ترین میانگین مربوط به پستانک بوده و در مورد عنصر کادمیوم بیش‌ترین میانگین مربوط به اسباب‌بازی جغجغه و کم‌ترین میانگین مربوط به دندان‌گیر می‌باشد. همان‌طور که نتایج (جدول شماره ۳) نشان می‌دهد میانگین عنصر سرب در اسباب‌بازی‌های ساخت کشور ایران بالاتر می‌باشد. در مورد میانگین عنصر کادمیوم، این میزان در محصولات ساخت چین بالاتر بود. بر اساس نتایج (جدول شماره ۴) در نمونه‌های مورد تحقیق بیش‌ترین غلظت عنصر سرب مربوط به جنس پلی پروپیلن و بیش‌ترین غلظت عنصر کادمیوم مربوط به جنس پلی وینیل کلراید می‌باشد. نمودارهای ۱ تا ۴ میانگین غلظت فلزات سنگین سرب و کادمیوم را برای هر یک از نمونه‌ها با استانداردهای ISIRI مقایسه کرده است.

جهت رسم منحنی کالیبراسیون برای فلزات سرب و کادمیوم، از فلز سرب ۶ استاندارد به غلظت‌های ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱ میلی گرم در کیلوگرم و از فلز کادمیوم ۵ استاندارد به غلظت‌های ۰، ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸ میلی گرم در کیلوگرم تهیه شد که به وسیله شعله حاصل از استیلن-هوا مورد ارزیابی قرار گرفت. در نمودارهای ۵ و ۶ به ترتیب منحنی‌های کالیبراسیون سرب و کادمیوم بر اساس استانداردهای تزریقی ترسیم گردیده است.

کلریدریک و خاکستر را با هم‌زن شیشه‌ای هم‌زده تا کاملاً حل شود. بعد از افزودن اسید کلریدریک ۰/۰۷ با استفاده از آب دیونیزه از قبل جوشیده به کار خود ادامه می‌دهیم. بدین صورت که ۵ سی سی آب دیونیزه را روی کیسولی که حاوی خاکستر بود افزوده و از صافی عبور می‌دهیم این عمل را مثل اسید کلریدریک ۰/۰۷، دو بار انجام می‌دهیم یعنی ۵ سی سی آب دیونیزه را دوباره روی کیسول حاوی لوله افزوده و از صافی عبور داده (۱۰ سی سی آب دیونیزه) در نهایت حجم نمونه آماده شده جهت تزریق به دستگاه جذب اتمی را با استفاده از آب دیونیزه به ۲۵ سی سی می‌رسانیم. در ادامه با استفاده از دستگاه جذب اتمی با شعله استیلن مدل ۲۳۸۰ (Perkin Elmer) ساخت آمریکا غلظت فلزات سرب و کادمیوم با تنظیم طول موج مربوطه که در مورد سرب ۲۸۳/۳ و در مورد کادمیوم ۲۲۸/۸ نانومتر می‌باشد، قرائت گردید. جهت تجزیه تحلیل داده‌ها و رسم جداول و نمودارها از آزمون‌های آماری واریانس و تی تست و نرم افزار نسخه ۱۶ Spss و Exel استفاده گردید.

یافته‌ها

به منظور افزایش دقت هر نمونه دو بار و جهت کنترل اعتبار روش از افزایش استاندارد فلزی و درصد بازیابی استفاده گردید و به تعداد ۷ نمونه از اسباب‌بازی‌ها محلول استاندارد ۱۰ میلی گرم در کیلوگرم سرب و ۱ میلی گرم در کیلوگرم کادمیوم در مراحل اولیه هضم اضافه گردید و درصد بازیابی فلزات مورد بررسی قرار گرفت. که در نهایت درصد بازیافت در محدوده ۱۰/۶-۸۵ قابل قبول

جدول ۱: درصد بازیابی فلزات سرب و کادمیوم در ۷ نمونه از اسباب‌بازی‌های مورد مطالعه

نوع اسباب بازی	نام فلز	*A ₁ (mg/kg)	**A ₂ (mg/kg)	***درصد بازیابی (R%)
جغجغه	سرب	۴/۸	۱۴/۹۶	۱۰/۱۶
	کادمیوم	۰/۴۴	۱/۳۷	۹۳
جغجغه	سرب	۴/۲	۱۳/۱۹	۸۹/۹
	کادمیوم	۰/۴۱	۱/۳۱	۹۰

۹۰/۷	۱۲/۶۲	۳/۵۵	سرب	جفجغه
۹۵	۱/۰۲	۰/۰۷	کادمیوم	
۹۳/۶	۱۴/۱۱	۴/۷۵	سرب	دندانگیر
۸۵	۰/۸۷	۰/۰۲	کادمیوم	
۹۶/۱	۱۴/۲۷	۴/۶۶	سرب	دندانگیر
۹۰	۰/۹۳	۰/۰۳	کادمیوم	
۹۸/۳	۱۵/۳	۵/۷	سرب	شیشه شیر
۹۴	۰/۹۷	۰/۰۳	کادمیوم	
۸۷/۲	۱۰/۵۲	۱/۸	سرب	پستانک
۸۹	۱/۰۱	۰/۱۲	کادمیوم	

فرمول ۱: $Re\ cov=100(A_2-A_1)/AS$

A_1^* : غلظت نمونه بدون استاندارد (mg/kg)

A_2^{**} : غلظت نمونه پس از افزایش استاندارد (mg/kg)

جدول ۲: میانگین و انحراف معیار عناصر سرب و کادمیوم در نمونه های اسباب بازی

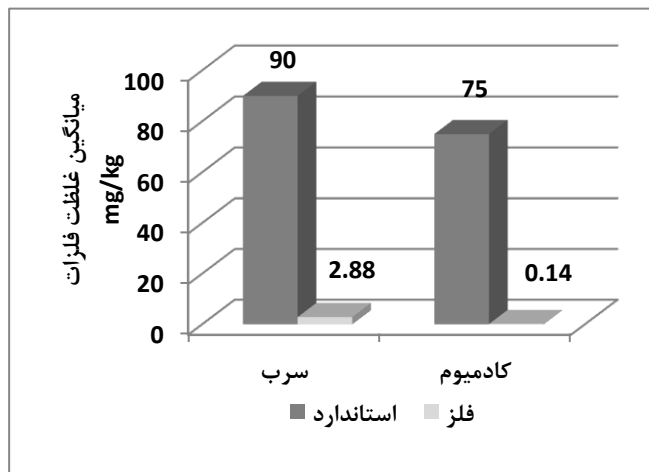
نوع اسباب بازی	تعداد نمونه	سرب (mg/kg) Mean±SD	کادمیوم (mg/kg) Mean±SD
جفجغه	N=15	۲/۸۸±۱/۱۶	۰/۱۴±۰/۱۵
دندانگیر	N=10	۳/۸۳±۰/۸۴	۰/۰۴±۰/۱۶
شیشه شیر	N=10	۳/۴۷±۱/۸۵	۰/۱۰±۰/۰۸
پستانک	N=10	۱/۴۲±۰/۱۸	۰/۰۹±۰/۰۲

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار عناصر سرب و کادمیوم در اسباب بازی ها بر حسب کشور تولید کننده

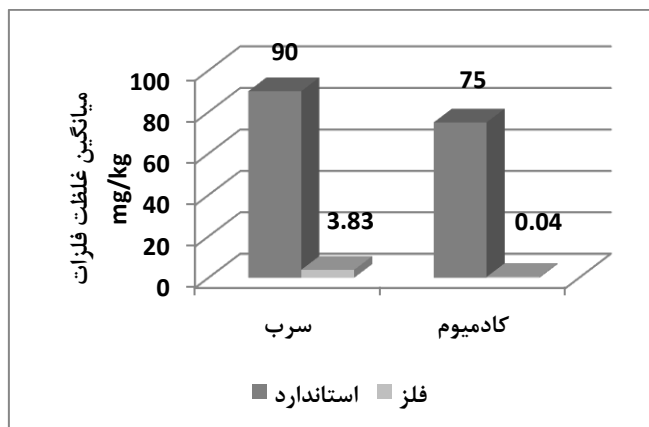
نام کشور	تعداد نمونه	سرب Mean±SD	کادمیوم Mean±SD
چین	N=15	۲/۸۸±۱/۱۶	۰/۱۴±۰/۱۵
ایران	N=20	۳/۵۳±۱/۵۲	۰/۰۸±۰/۰۶
ترکیه	N=10	۱/۶۷±۰/۷۰	۰/۰۶±۰/۰۱

جدول ۴: میانگین و انحراف معیار عناصر سرب و کادمیوم در اسباب بازی ها بر حسب جنس

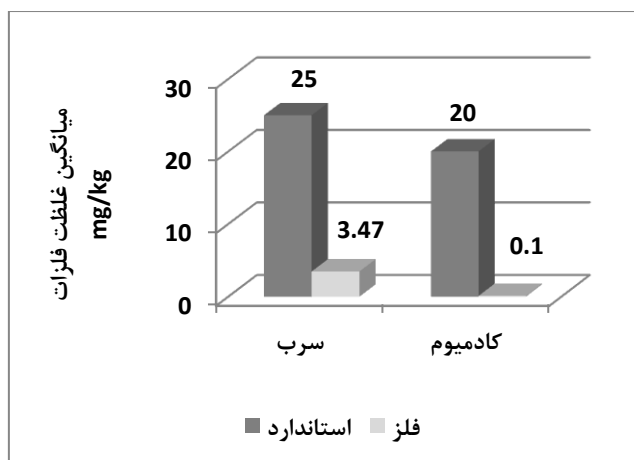
جنس	تعداد	سرب Mean±SD	کادمیوم Mean±SD
پلی پروپیلن	N=10	۳/۴۷±۱/۸۵	۰/۱۰±۰/۰۸
پلی وینیل کلراید	N=15	۲/۸۸±۱/۱۶	۰/۱۴±۰/۱۵
سیلیکون	N=20	۲/۶۲±۱/۳۷	۰/۰۶±۰/۰۳



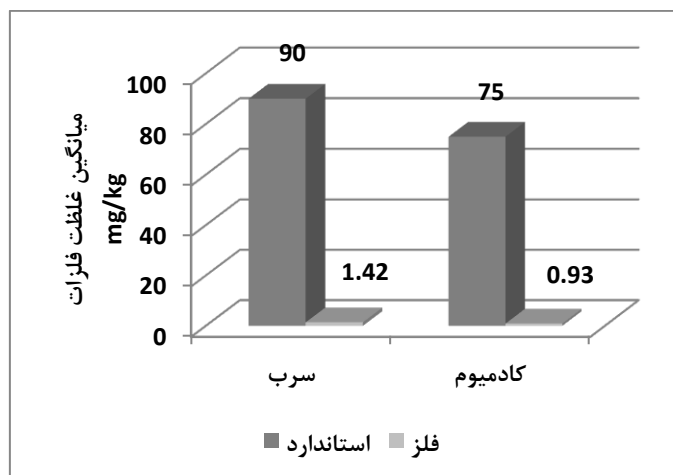
نمودار ۱: میانگین غلظت سرب و کادمیوم در اسباب بازی جغجغه با استاندارد



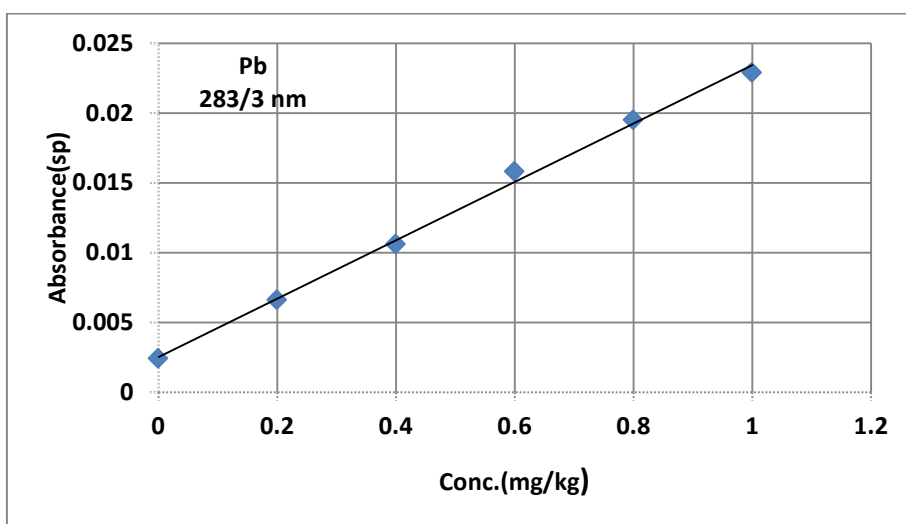
نمودار ۲: مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در اسباب بازی دندانگیر با استاندارد



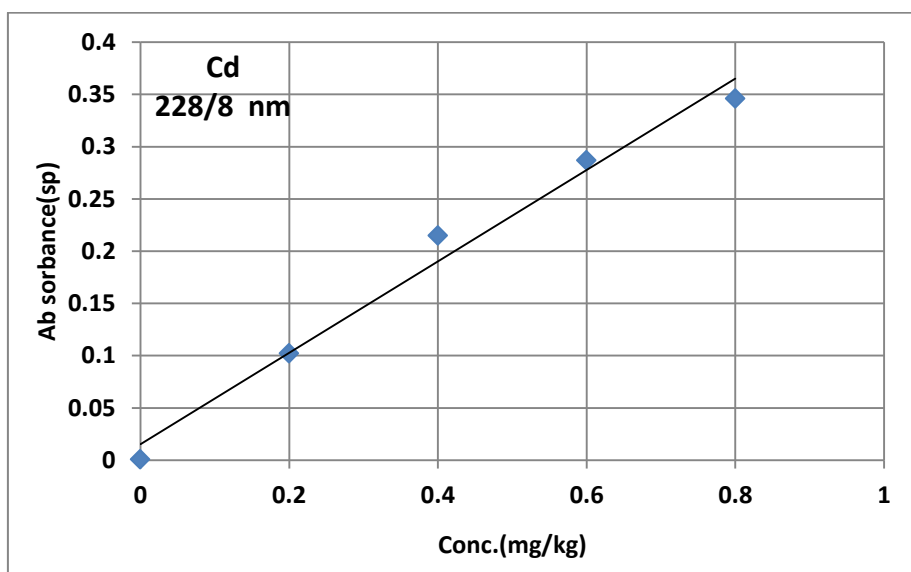
نمودار ۳: مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در شیشه شیر پلاستیکی



نمودار ۴: مقایسه میانگین غلظت سرب و کادمیوم در پستانک



نمودار ۵: منحنی کالیبراسیون سرب



نمودار ۶: منحنی کالیبراسیون کادمیوم

بحث و نتیجه گیری

در مورد میزان فلزات سنگین در اسباب بازی‌ها، نتایج جدول ۲ نشان داد که میانگین غلظت فلز سرب در اسباب بازی‌های جغجغه، دندان گیر، شیشه شیر و پستانک به ترتیب، ۲/۸۸، ۳/۸۳، ۳/۴۷، ۱/۴۲ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن خشک نمونه و در مورد میانگین فلز کادمیوم این میزان به ترتیب ۰/۱۴، ۰/۰۴، ۰/۱، ۰/۰۹ میلی گرم به ازای هر کیلوگرم وزن خشک نمونه می‌باشد. بیشترین میانگین در مورد عنصر سرب مربوط به شیشه شیر (با توجه به متفاوت بودن استاندارد) و در مورد عنصر کادمیوم مربوط به جغجغه می‌باشد. همان‌طور که نتایج نمودارهای (۴ تا ۱) نشان می‌دهد میانگین عناصر سرب و کادمیوم در اسباب بازی‌ها از حداکثر مقدار مجاز عناصر که در مورد سرب ۹۰ میلی گرم در کیلوگرم و در مورد کادمیوم ۷۵ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد پایین تر بوده و اختلاف فاحشی را نشان می‌دهد. هم چنین در مورد شیشه شیر که جزء تجهیزات نوشیدن محسوب می‌گردد، میانگین عناصر سرب و کادمیوم از حداکثر میزان قابل قبول که به ترتیب ۲۵ و ۲۰ میلی گرم در کیلوگرم می‌باشد کم تر می‌باشد. در خصوص کشور تولید کننده اسباب بازی، بر اساس نتایج جدول ۳، میانگین عنصر سرب در محصولات ساخت کشور ایران بالاتر بوده و میانگین عنصر کادمیوم در

محصولات ساخت کشور چین بالا می‌باشد که نشان دهنده ارتباط بین کشور تولید کننده و میزان فلزات سمی در اسباب بازی می‌باشد، اما به دلیل پایین تر بودن از حداکثر مقدار مجاز، چندان قابل توجه نیست. در مورد جنس اسباب بازی و میزان فلزات سمی موجود در آن، با توجه به نتایج جدول ۴، بالاترین میانگین فلز سرب در اسباب بازی‌هایی با جنس پلی پروپیلن و کمترین میانگین در اسباب بازی‌هایی با جنس سیلیکون مشاهده شد و در مورد عنصر کادمیوم بترتیب بالاترین و پایینترین میانگین، در اسباب بازی‌هایی با جنس پلی وینیل کلراید و سیلیکون مشاهده گردید که این امر ناشی از رنگ‌های اضافه شده به این محصولات می‌باشد ولی با توجه به پایین تر بودن این میزان از حداکثر مقدار مجاز این مسئله چندان حائز اهمیت نمی‌باشد.

نتایج آزمون مقایسه میانگین عناصر سرب و کادمیوم با استاندارد توسط آزمون تی تست در مورد اسباب بازی‌ها نشان داد که، به دلیل این که میزان $\text{sig}=0$ بوده و $\text{sig}<\alpha$ ($\alpha=0/05$) و چون مقادیر انحراف از میانگین و محدوده بالا و پایین هر سه مقادیری منفی می‌باشند، در نتیجه با احتمال ۹۵٪ می‌توان گفت میانگین عناصر نام برده در اسباب بازی‌های مذکور کم تر از حد مجاز استاندارد می‌باشد (جدول ۵ و ۶)

جدول ۵: آزمون تی تست در مورد عنصر سرب

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pb	۴۵	۲/۹۰۰۴	۱/۴۳۵۷۴	۰/۲۱۴۰۳

Test Value = 90						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Pb	-	۴۴	۰,۰۰۰	-	-	-
	۴۰,۶,۹۵۵			۸۷,۰۰۹۹۵۶	۸۷,۵۳۰۹	۸۶,۶۶۸۲

جدول ۶: آزمون تی تست در مورد عنصر کادمیوم

One-Sample Statistics				
	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Cd	۴۵	۰,۱۰۱۱	۰,۱۰۱۴۵	۰,۰۱۵۱۲

One-Sample Test						
Test Value = 75						
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Cd	-۴۹۵۲,۶۰۲	۴۴	۰,۰۰۰	۷۴,۸۹۸۸۹	-۷۴,۹۲۹۴	۷۴,۸۶۸۴

بالاتر از حد مجاز استاندارد قرار داشت. در نتیجه نیاز فوری به سیاست ملی و کنترل ویژه در حذف فلزات سنگین از محصولات کودکان احساس می شود [۲۲].

نتایج

نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که اسباب بازی های مورد مطالعه همگی دارای غلظت هایی از عناصر سرب و کادمیوم بوده اند. در بررسی تحقیقات انجام شده در ایران و سایر کشورها به جزء چند نمونه از سایر کشورها این مقادیر پایین تر از محدوده مجاز استاندارد گزارش گردیده است. اما این نتایج به تنهایی قانع کننده نیست و پیشنهاد می شود که تمامی اسباب بازی های وارداتی و محصولات ساخت داخل تحت آزمون قرار گیرد. هم چنین در خصوص اسباب بازی های مناسب کودکان پیشنهاد می شود که حداقل مقدر از جنس های پارچه ای و با قیمت مناسب تهیه گردد و در هنگام خرید حتما به برجسب ایمنی محصولات توجه گردد. جهت مطالعات آتی بهتر است که محصولات کودکان از نظر وجود ۸ عنصر سنگین تحت آزمون قرار گیرد. در نهایت در واکنش به مواد سمی در محصولات کودکان توجه به این نکات ضروری است: منع یا محدود کردن استفاده از مواد شیمیایی با سمیت مستند در اسباب بازی ها و دیگر محصولات کودکان، اطمینان از مصرف

در مطالعات مشابه صورت گرفته توسط پورمقدس و هم-کاران در شهر اصفهان در سال ۱۳۸۵ بر روی ۷۵ نمونه اسباب بازی میانگین غلظت فلزات سرب، کروم و کادمیوم کم تر از حد مجاز استاندارد بود [۲۰]. در بررسی دیگر توسط Kumar و Pastors در کشور هند در سال ۲۰۰۷، بر روی ۱۱۱ اسباب بازی با جنس پلی وینیل کلراید، به جز چند مورد غلظت عناصر سرب و کادمیوم پایین تر از محدوده مجاز قرار داشت [۱۰]. هم چنین در تحقیقات Bokor و Offoh در کشور غنا و سال ۲۰۱۴، بر روی ۳۰ اسباب بازی پلاستیکی نرم، غلظت فلزات سرب و کادمیوم کم تر از محدوده مجاز قرار داشت [۲۱]. در پژوهش Kang و Zhu در کشور چین و سال ۲۰۱۴، نتایج به دست آمده از نشت ۸ فلز سنگین بر روی ۳۵ نمونه اسباب بازی نشان داد که نمونه ها عاری از فلز کادمیوم بوده و هفت نمونه دارای مقادیری از سرب بیش تر از محدوده مجاز استاندارد بودند. نتایج نشان داد که کشور چین نیاز به بروز رسانی استانداردهای ایمنی اسباب بازی در اسرع وقت دارد [۱۶]. طبق تحقیقات Sindiku و Osibanju در کشور نیجریه و در سال ۲۰۱۱ بر روی ۵۱ اسباب بازی خریداری شده از کشورهای مختلف به منظور تعیین سطح سرب، کروم، کادمیوم و نیکل، پس از انجام عملیات هضم اسیدی و تعیین مقادیر فلزات با استفاده از دستگاه جذب اتمی، نتایج حاکی از بالا بودن میزان فلزات بود و تمامی این عناصر به جز کادمیوم در محدوده

[14]. <http://www.children.webmd.com/a-to-z-guides/heavymetal-poisoning>; <http://www.children.webmd.com>, 21 June, 2010.

[15]. Becker. M, Edwards. S, Massey. R, And et al. Toxic chemicals in toys and children's products: limitations of current responses and recommendations for government and industry. *Environ Sci Technol*, 44(21), 7986-7991 (2010).

[16]. Kang. Sh, Zhu. J, Metals Contamination and Leaching Potential in Plastic Toys Bought on the Beijing Market. *Advanced Materials Research*, 878, 112-121(2014).

[۱۷]. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، ایمنی اسباب بازی - انتقال و انتشار برخی عناصر خاص بکار رفته در اسباب بازی، استاندارد شماره ۶۲۰۴-ا، ۱۳۸۱.

[۱۸]. موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، کالاهای مراقبتی و مورد استفاده کودکان - تجهیزات برای نوشیدن - (بطری و سر شیشه و مشتقات)، استاندارد شماره ۲-۱۳۹۱۶، ۱۳۸۱.

[19] Helrich. K, AOAC, official methods of the Association of Official Analytical Chemists. Wilson Boulevard Arlington., USA, 15nd Ed, 233,681(1990).

[۲۰]. حسین پورمقدس، احمد رضا پیشکار دهکردی، فخرالملوک کاوه زاده، «بررسی مقدار فلزات سمی سرب، کروم و کادمیوم در برخی از اسباب بازیهای پلاستیکی کودکان در شهر اصفهان به دو روش ASTM و ISIRI»؛ مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی شهید صدوقی یزد ۱۳۸۵، ۶۴-۵۹.

[21] Bokor. L, Offoh. E, Assessment of Level of Lead and Cadmium in Selected Plastic Toys Imported from China on the Ghanaian Market. *Chemistry and Materials Research*, 6.1, 62-68(2014).

[22] Sindiku.O. K, Osibanjo. O, priority heavy metals in children toys imported to Nigeria. *Journal of Toxicology and Environmental Health Sciences*, 3.4, 109-115(2011).

کنندگان "حق دانستن" در مورد مواد شیمیایی سمی در محصولات کودکان، نیاز به تولیدکنندگان مواد شیمیایی برای تولید و افشای اطلاعات سمیت اساسی برای تمام مواد شیمیایی، ارتقاء طراحی و توسعه محصولات امن تر برای کودکان، تا در آینده شاهد حذف کامل فلزات سنگین از اسباب بازی های کودکان باشیم.

منابع

[۱]. احمد وند. محمد علی، روانشناسی بازی. انتشارات دانشگاه پیام نور، تهران، چاپ پنجم. ۸۸(۱۳۸۱).

[۲]. علی سعیدی، «انتخاب اسباب بازی های مناسب برای کودکان»؛ نشریه علوم تربیتی ۱۳۹۰، ص ۴۳-۴۱.

[۳]. هاروی کارپ، راسل گیسون، «کودکان را از شر اسباب بازی های سمی نجات دهید»؛ نشریه سیاحت غرب ۱۳۸۶، ص ۱۰۵-۱۰۳.

[4]. Marin. M.I, Lopez. J, Sanchez. A, Vilaplana. J, Jimenez. A., Analysis of Potentially Toxic Phthalate Plasticizers Used in Toy Manufacturing *Environ Cintam Toxicol*. 60, 68-73(1998).

[5]. Korfali. SI, Sabra. R, Jurdi. M, TaLeb. RI, And et al. Assessment of Toxic Metals and Phthalates in Children's Toys and Clays. *Environ Contam and Toxicol*. 65, 368-381(2013).

[۶]. ثریا افضلی، بررسی نقش فلزات سنگین بر سلامتی انسان، نخستین همایش بین المللی بازرسی و ایمنی در صنایع نفت و انرژی، تهران، ۱۳۹۱.

[۷]. سمیه سادات فکور جنتی، حامد رضا بهشتی، «بررسی میزان فلزات سنگین در نمونه های کنجد خام و پوست گیری شده مصرفی در سطح استان خراسان با استفاده از دستگاه جذب اتمی با لامپ پیوسته»؛ مجله علمی پژوهشی علوم و فناوری غذایی ۱۳۸۹، ص ۲۴-۲۰.

[۸]. نیل استیسی، کریستوفر ویندر، ترجمه کریم ابراهیم نجف آبادی، سم شناسی شغلی. انتشارات خسروی، تهران، ویرایش دوم. ۲۷۳(۱۳۹۲).

[9]. Manser. WWT, Altaf khan. MA, Hasan. Z, Blood copper, zinc, magnesium and lead levels in psychiatric patients with disturbed behavior. *J. Pak. Med. Assoc.* 39.9, 235-38(1989).

[10]. Kumar. A, Pastors. P, Lead and cadmium in soft plastic toy. *Current Sci Bangalore*, 93.6, 818. (2007).

[۱۱]. بهرام کمره یی، سید حامد میرحسینی و همکاران، «اندازه گیری غلظت فلزات سنگین در منابع آب و رودخانه شهر بروجرد در سال ۸۸-۷۸»؛ فصلنامه علمی پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان ۱۳۸۸، ۵۱-۴۶.

[۱۲]. رضا نیکبخت بروجنی، جمیله سالار آملی و همکاران، مقایسه آثار پاتولوژیک ایجاد شده در مسمومیت با کلرید کادمیوم در ارگانهای لنفاوی جوجه گوشی، مجله تحقیقات آزمایشگاهی دامپزشکی ۱۳۹۱، ص ۲۲۷.

[13]. NSite/Full story/HTML/Id=198443; Available from: <http://www.kanoonnews.ir>, 2010.