

ORIGINAL ARTICLE

Comparison of Lead Concentration in Human Deciduous and Permanent Teeth in Urban and Rural Reigns in Zanjan

Majid Azmi¹,
Forouzan Ghasemian Rodsari²

¹ MSc in Environmental Sciences, Faculty of Science, University of Zanjan
² Associate Professor, Department of Biology, Faculty of Science, University of Zanjan

(Received August 17 2014 ; Accepted November 1, 2014)

Abstract

Background and purpose: Lead is a heavy metal, which has been replaced by calcium hydroxyapatite in tooth enamel. It is considered as an index of pollution assessment. Zanjan province is potential area for lead element accumulation. This study aimed at comparing the amount of lead in human deciduous and permanent teeth in order to evaluate and determine the risk of lead pollution in urban and rural regions in Zanjan (North West of Iran).

Materials and methods: The samples were 95 deciduous and permanent teeth which were randomly collected from urban and rural regions in Zanjan. After primary preparation and acidic digestion, the lead content was measured in samples using ICP-OES.

Results: The mean concentrations of lead in deciduous and permanent teeth in rural regions were 36.78 and 45.81 μgg^{-1} , respectively and in urban regions they were 54.44 and 75.10 μgg^{-1} , respectively. Significant differences was observed in lead content of deciduous teeth in urban and rural regions ($P<0.05$). Also, the concentration of lead in permanent teeth in urban regions was 1.5 times higher than that of the rural regions. Lead content was significantly higher in permanent teeth compared to that of the deciduous teeth. In studied areas, lead concentrations of permanent teeth increased significantly with age.

Conclusion: Teeth are the best bioindicators for determining the concentration of heavy metals. This study demonstrated that lead concentration in teeth depended on sex, age, and place of residency. According to the results, in both regions the lead concentration in samples of female teeth was less than that of male subjects. We found higher level of lead contamination in urban areas compared to rural areas.

Keywords: Risk assessment, Zanjan, ICP-OES, Bioindicator

J Mazandaran Univ Med Sci 2014; 24(114): 123-135 (Persian).

مقایسه تجمع سرب در دندان‌های شیری و دائمی مناطق شهری و روستایی شهرستان زنجان

مجید عزمی^۱

فروزان قاسمیان رودسری^۲

چکیده

سابقه و هدف: سرب جانشین کلسیم هیدروآپاتیت مینای دندان شده و به عنوان شاخص پایش آلودگی به کار می‌رود. استان زنجان از مناطق مستعد تجمع عنصر سرب است. هدف این تحقیق مقایسه مقادیر سرب در دندان‌های شیری و دائمی افراد جهت ارزیابی و تعیین ریسک آlundگی به سرب در مناطق شهری و روستایی است.

مواد و روش‌ها: در مطالعه تجربی حاضر ۹۵ دندان شیری و دائمی به‌طور تصادفی از مناطق شهری و روستاهای جنوب شهرستان زنجان جمع‌آوری شد. مقادیر سرب دندان‌ها پس از آماده‌سازی اولیه و هضم اسیدی توسط دستگاه ICP-OES تعیین گردید.

یافته‌ها: میانگین مقدار سرب دندان‌های شیری و دائمی مناطق روستایی به ترتیب ۳۶/۷۸ و ۴۵/۸۱ میکروگرم بر گرم و در منطقه شهری به ترتیب ۵۴/۴۴ و ۷۵/۱۰ میکروگرم بر گرم بود. تفاوت معنی‌داری بین مقدار سرب دندان‌های شیری مناطق شهری و روستایی مشاهده شد ($p < 0.05$). غلظت سرب دندان‌های دائمی منطقه شهری با منطقه روستایی تفاوت دندان‌های دائمی منطقه روستایی بود. غلظت سرب در دندان‌های دائمی افراد منطقه شهری از دندان‌های شیری بیشتر بود. غلظت سرب دندان‌های دائمی منطقه روستایی تفاوت معنی‌دار داشت. مقدار سرب دندان‌های دائمی به‌طور معنی‌داری از دندان‌های شیری بیشتر بود. غلظت سرب دندان‌های دائمی مناطق روستایی و شهری با سن افزایش یافت. تأثیر سن بر غلظت سرب دندان‌های دائمی معنی‌دار بود.

استنتاج: دندان‌ها به عنوان بهترین شاخص زیستی برای تعیین غلظت عناصر سنگین هستند. غلظت سرب دندان‌ها در این تحقیق تابع جنسیت، سن و محل زندگی است. غلظت سرب دندان دخترچه‌ها و زنان مناطق روستایی کم تراز غلظت سرب دندان پسرچه‌ها و مردان منطقه شهری است. خطر آlundگی به سرب مناطق شهری بسیار بیشتر از مناطق روستایی است.

واژه‌های کلیدی: ارزیابی ریسک، زنجان، ICP-OES، شناساگرهای زیستی

مقدمه

به‌واسطه دارا بودن اطلاعاتی در خصوص ترسیب عناصر در ترکیب آن‌ها از مهم‌ترین شناساگرهای زیستی محسوب شده و برای ارزیابی وضعیت تغذیه، شرایط فیزیولوژیکی و عوامل محیطی مؤثر بر تجمع عناصر سنگین در انسان‌ها

بررسی آlundگی‌های محیط زیست به فلزات سنگین در دهه‌های اخیر در بسیاری از کشورها مورد توجه خاص قرار گرفته است و اثرات این فلزات بر سامانه‌های زیستی به‌طور گسترده مطالعه شده است(۱). دندان‌ها

E-mail: F-ghasemian@znu.ac.ir

مولف مسئول: فروزان قاسمیان رودسری - زنجان: دانشگاه زنجان، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

۱. کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

۲. استادیار، گروه زیست‌شناسی، دانشکده علوم، دانشگاه زنجان، زنجان، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۵/۲۶ تاریخ ارجاع چوت اصلاحات: ۱۳۹۳/۵/۲۹ تاریخ تصویب: ۱۳۹۳/۸/۱۰

انسان به موازات صنعتی شدن افزایش یافته و مشکلات مهمی در عرصه سلامت عمومی به خصوص در کشورهای توسعه یافته به وجود می آورد که این مسمومیت‌ها به خصوص در کودکان ساکن این مناطق صنعتی یک مشکل جدی محسوب می‌شود(۲۲). سرب تمايل به تجمع در اندام‌های حیاتی و بافت‌های سخت بدن داشته به نحوی که استخوان‌ها و دندان‌ها در بدن مهم‌ترین اندام هدف برای تجمع سرب در مهره‌داران هستند(۲۳). به دلیل شباهت هیستوپاتولوژیکی (Histopathologic) ساختار دندان و استخوان‌ها، مطالعه و بررسی تجمع فلزات سنگین در دندان‌ها می‌تواند همانند استخوان‌ها جهت تخمین آلودگی زیست محیطی در دراز مدت مورد استفاده قرار گیرد(۱۹). مزیت استفاده از دندان نسبت به سایر بافت‌ها آن است که سرب واردشده در این بافت از زمان جنینی تا پایان عمر یک دندان در آن باقی‌مانده و قابل ردیابی است(۱۳). اگرچه استخوان‌ها نیز کم‌وپیش دارای چنین شرایطی هستند اما دندان‌ها به راحتی به دست آمده و می‌توانند جهت تشخیص آلودگی به کار روند(۱۹). Tvinnereim و همکاران متوسط غلظت سرب را در دندان‌های شیری در نروژ $1/37$ میکروگرم بر گرم گزارش کردند(۱). بر اساس گزارش Frank و همکاران متوسط غلظت سرب در دندان‌های شیری کودکان شهرهای لیپزیک (Leipzig) و تورگائو (Torgau) آلمان در حدود 5 میکروگرم بر گرم است(۲۲). میانه غلظت سرب در دندان‌های شیری کودکان در برزیل در نواحی صنعتی، 118 میکروگرم بر گرم در نواحی غیر صنعتی، 169 میکروگرم بر گرم در نواحی شیری Baranowska و همکاران متوسط غلظت سرب در دندان‌های ساکنین کشور لهستان را $17/1$ میکروگرم بر گرم گزارش کردند(۲۵). Blanusa و همکاران متوسط غلظت سرب در نمونه‌های دندان مطالعه شده در یوگسلاوی سابق را بین $7/4$ تا $34/6$ میکروگرم بر گرم گزارش کردند(۱۶). Kamberi و همکاران(۲۶) متوسط غلظت سرب را در دندان‌های دائمی در کوزوو $22/3$ میکروگرم بر گرم و

به کار می‌روند(۴-۲). استفاده از دندان به عنوان یک شاخص زیستی تجمع عناصر سنگین در بسیاری از کشورها مطالعه شده است(۱۵،۲۱،۵).

Blanusa و همکاران ارتباط بین تجمع عناصر سنگین آهن، مس و سرب را در دندان‌های شیری با ویژگی‌های سن و فاصله از معادن سرب در یوگسلاوی سابق مورد مطالعه قراردادند(۱۶). Tvinnereim و همکاران، ارتباط بین تجمع غلظت سرب، جیوه، کادمیم و روی را در دندان‌های شیری کودکان و بعضی از عوامل مؤثر بر آن‌ها را مورد مطالعه قرار داده و نتیجه گرفتند که نوع دندان و وجود پوسیدگی بر غلظت سرب انباسته شده در دندان مؤثر است(۱). Orzechowska-Wylegala و همکاران، مقادیر نسبی کادمیم، سرب و کلسیم را در دندان‌های شیری بچه‌ها به حساسیت غذایی (Food Allergies) و بیماری سیلیاک (Celiac Disease) مرتبط دانستند(۱۴). Alomary و همکاران و Karahalil افزایش سرب را در دندان‌ها به تراویک شهری نسبت دادند(۱۲،۲). Amr و همکاران، با اندازه گیری غلظت سرب در دندان‌های شیری و دائمی گزارش کردند که مقدار سرب در دندان‌های دائمی به طور معنی‌داری بیش تر از دندان‌های شیری است(۳). Murphy و همکاران، در اندازه گیری مقدار سرب در دندان‌های شیری دو گروه سنی زیر شش سال و شش تا 12 سال نشان دادند که ویژگی سن تأثیری بر غلظت سرب در دندان‌ها نداشته و تفاوت این دو گروه معنی‌دار نیست(۱۷). Nowak و همکاران(۱۸)، Arruda-Neto و همکاران(۱۹)، Wilhelm و همکاران(۲۰) از طریق اندازه گیری غلظت عناصر سنگین در خون، دندان، مو و بزاق دهان کودکان، قرار گیری در معرض آلودگی به عناصر سنگین را مورد مطالعه قراردادند.

سرب یک عنصر سرطان‌زا است که موجب بروز نوافض مادرزادی در جنین می‌شود و مسمومیت‌های بدون علامت (Asymptomatic) ناشی از سرب باعث اختلالات حرکتی، نارسایی در یادگیری، فهم و هم چنین عدم موفقیت‌های تحصیلی می‌شود(۲۱،۲). مقدار سرب در بدن

مراکز خدمات بهداشتی، درمانگاه‌ها و کلینیک‌های دندانپزشکی این مناطق نمونه‌های دندان جمع‌آوری شد. اطلاعات مختلف از قبیل جنسیت (دخترچه و پسرچه)، زن یا مرد) سن (۵ تا کمتر از ۷ سال، ۷ تا کمتر از ۹ سال و ۹ تا ۱۱ سال برای دندان‌های شیری و ۱۵ تا ۲۵، ۲۶ تا ۴۵ و ۴۶ تا ۶۵ سال برای دندان‌های دائمی)، نوع دندان (شیری و دائمی) و وضعیت پوسیدگی برای هر دندان در یک پرسشنامه ثبت گردید. جهت انجام مقایسه یکسان و کاهش خطا فقط دندان‌های آسیاب مورد آزمایش و مقایسه قرار گرفتند. *Tvinnereim* و همکاران در مطالعه خود نتیجه گرفتند که دندان‌های مختلف حاوی مقادیر متفاوتی از سرب هستند^(۱). دندان‌های پرشده و دارای پوسیدگی زیاد مورد آزمایش قرار نگرفتند. هر نمونه دندان معرف یک فرد است.

تمامی ظروفی که برای جمع‌آوری دندان‌ها استفاده شدند، در ابتدا با مواد پاک کننده و آب مقطر شسته شده و به مدت یک شب در محلول اسیدسیتریک ۱۰ درصد قرار داده شدند و پس از آن چندین بار توسط آب مقطر شسته شده تا کاملاً عاری از هرگونه ناخالصی و آلدگی باشند. نمونه‌های دندان جمع‌آوری شده پس از انتقال به آزمایشگاه ابتدا چندین بار توسط آب مقطر و سپس توسط محلول سه درصد پراکسید هیدروژن (H_2O_2) برای حذف مواد آلی شسته شدند. نمونه‌های دندان به مدت یک شب در آون با دمای ۵۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا کاملاً خشک شده و سپس توسط ترازویی با دقیقه ۰/۰۰۰۱ گرم توزین شدند. برای انجام هضم، هر دندان در بالن ۵۰ میلی‌لیتری قرار داده شد و به هر کدام از نمونه‌ها سه میلی‌لیتر اسید نیتریک ۷۰ درصد و یک میلی‌لیتر اسید پرکلریک ۷۰ درصد اضافه و به مدت ۲۴ ساعت در دمای آزمایشگاه نگهداری شدند. نمونه‌ها به مدت چهار ساعت در دمای ۱۲۰ درجه سلسیوس قرار داده شدند تا مراحل هضم کامل شود. سپس در دمای محیط سرد شده و با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شدند. نمونه‌های

آلوماری و همکاران^(۲) غلظت سرب را در دندان‌های شیری در اردن ۳۰/۰۷ میکرو گرم بر گرم گزارش کردند. شهرستان زنجان به واسطه وجود ذخایر عظیم سرب و روی، صنایع وابسته، کارخانه‌های متعدد فرآوری و استحصال این ترکیبات از مناطق مستعد قرارگیری افراد در معرض سرب است. مقدار پسماندهایی که سالانه توسط واحدهای فرآوری سرب و روی در سطح استان تولید می‌شود بالغ بر ۱۰۰۰۰ تن سرب است که اغلب به صورت غیراصولی دفع شده و سبب آلدگی هوای آب و خاک در این مناطق می‌شود^(۲۷). از طرف دیگر، دندان‌ها به عنوان بهترین شاخص زیستی برای تعیین غلظت عناصر کم‌صرف و عناصر سنگین هستند و در این بین دندان‌های شیری برای مطالعه تأثیر عوامل محیطی، وضعیت تغذیه‌ای و شرایط فیزیولوژیکی عناصر سنگین در افراد کاربرد فراوان دارند. هدف از این تحقیق، تعیین غلظت و مقایسه مقادیر عنصر سرب در دندان‌های شیری و دائمی منطقه شهری زنجان به عنوان منطقه آلدود (متاثر از فعالیت‌های صنعتی، حمل و نقل و ترافیک شهری) و مناطق روستایی غیر آلدود است. در مناطق روستایی مورد مطالعه معادن سرب و روی وجود نداشته و قادر کارگاه‌های استخراج و فرآوری سرب بوده و از جاده اصلی زنجان- بیجار بیش تر از پنج کیلومتر فاصله دارند. ویژگی‌های موردنظر شامل جنسیت (دخترچه و پسرچه برای دندان‌های شیری، زنان و مردان برای دندان‌های دائمی)، سن (گروه‌های سنی مختلف برای دندان‌های شیری و دندان‌های دائمی) و ترافیک شهری و روستایی است.

مواد و روش‌ها

برای نیل به اهداف مطالعه تجربی حاضر، دو منطقه شاخص شامل منطقه شهری زنجان (منطقه صنعتی) و مناطق روستایی (غیر صنعتی) شامل روستاهای بوغداکندي، ايج، گلابر و سعيدکندي واقع در اطراف جاده اصلی زنجان- بیجار انتخاب شدند. با مراجعه به

که به خوبی مشخص شده است که پوسیدگی دندان باعث انتشار مواد معدنی از طریق سطح مینای دندان به دلیل فرآیند دمینرالیزاسیون می‌شود، بنابراین این تحقیق تنها بر روی دندان‌های فاقد پوسیدگی یا با پوسیدگی کم تمرکز شده است. تمامی دندان‌های جمع‌آوری و تجزیه شده وجود سرب را در خود نشان دادند. از ۹۵ نمونه دندان مورد مطالعه در این تحقیق، ۴۴ نمونه دندان شیری (۴۶ درصد) و ۵۱ نمونه دندان دائمی (۵۴ درصد) را شامل می‌شد. از کل دندان‌های شیری ۷۰ درصد دندان‌ها مربوط به منطقه شهری و ۳۰ درصد مربوط به منطقه روستایی بود. در دندان‌های دائمی نیز به ترتیب ۷۰ و ۳۰ درصد دندان‌ها متعلق به منطقه شهری و روستایی بود. ۴۵ درصد دندان‌های شیری متعلق به دخترچه‌ها و ۵۵ درصد آن‌ها متعلق به پسرچه‌ها بوده است. این نسبت در دندان‌های دائمی به ترتیب ۵۶ درصد متعلق به زنان و ۴۴ درصد متعلق به مردان بود. خلاصه نتایج آماری اندازه گیری غلظت سرب در دندان‌های جمع‌آوری شده در دو منطقه شهری و روستایی در جدول شماره ۱ ارائه شده است. نتایج محاسبات آماری نشان داد که مقادیر میانگین و میانه تقریباً به هم نزدیک است که نشان‌دهنده نرم‌مال بودن نتایج اندازه گیری است.

میانگین غلظت سرب در دندان‌های شیری پسر بچه‌های مناطق شهری و روستایی به ترتیب ۶۱/۰۸ و ۳۶/۸۶ میکروگرم بر گرم و در دندان‌های شیری

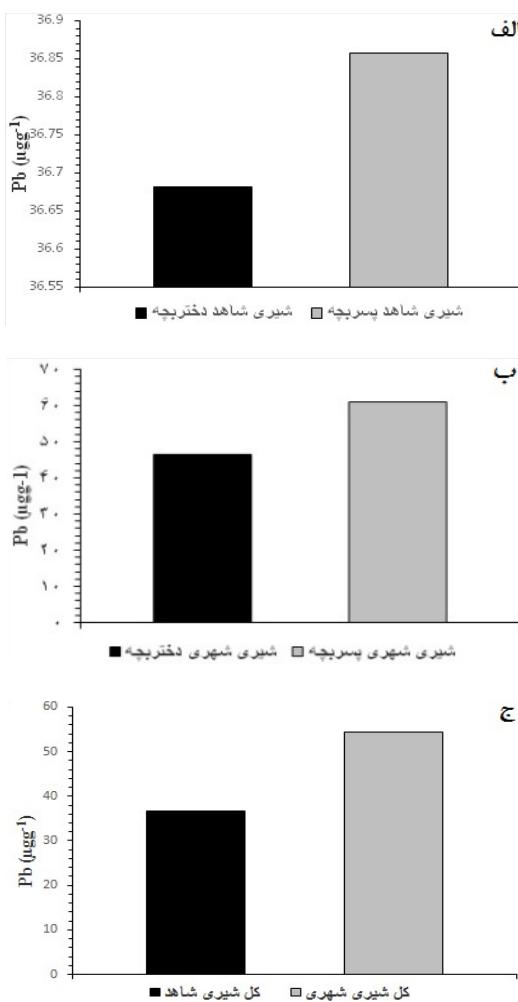
آماده شده در مرحله بعد با استفاده از کاغذ صافی و اتمن (Wattman) ۴۲ فیلتر شده و در ظروف استریل نگهداری شدند (۱۸، ۲). غلظت فلز سرب در محلول نهایی هضم شده توسط دستگاه طیف سنجی نشر نوری پلاسمای جفت شده القایی (ICP-OES) مدل SPECTROGENESIS-SOP دانشگاه زنجان اندازه گیری شد. غلظت سرب در نمونهای هضم شده در دو تکرار قرائت شد. شاخص‌های میانگین، میانه، کمینه، بیشینه و انحراف استاندارد داده‌ها مورد پردازش ساده آماری قرار گرفت. نرم‌مال بودن داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov (Kolmogorov-Smirnove) بررسی شد. مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آزمون t- تست غیر جفت (Independent t-Test) انجام شد. مقایسه بین جنس، سن و اثرات متقابل آن‌ها با مقدار سرب موجود در دندان‌ها با استفاده از آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Post Hoc Multiple Test Duncan) انجام شد. نتایج مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون t- استیودنت در سطح احتمال ۹۹ درصد ($p < 0.01$) و ۹۵ درصد ($p < 0.05$) انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از بسته نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۸ و رسم نمودارها توسط نرم‌افزار اکسل نسخه ۲۰۰۷ انجام شد.

یافته‌ها

نتایج مطالعه محققان مختلف مؤید این نکته است که تجمع سرب با نوع دندان متفاوت است (۲۲). از آن جا

جدول شماره ۱: خلاصه نتایج ویژگی‌های آماری مقادیر سرب در افراد منطقه- مورد مطالعه

نوع دندان	منطقه مطالعه	جنسيت	تعداد	کمینه (µgg-1)	بيشينه (µgg-1)	ميانگين (µgg-1)	انحراف معيار (µgg-1)
دندان شیری	شهری	دخترچه	۱۴	۱۱/۱۱	۶۱/۶۶	۴۶/۱۷	۵۰/۶۸
	پسرچه	پسرچه	۱۷	۴۹	۸۱	۶۱/۰۸	۵۸
	کل	کل	۳۱	۱۱/۱۱	۸۱	۵۴/۴۴	۵۲/۵۱
روستایی	Dextralge	Dextralge	۶	۱۴/۳۸	۸۵/۸۹	۳۶/۶۸	۳۱/۵۶
	پسرچه	پسرچه	۷	۱۵/۰۵	۶۶/۹۷	۴۶/۸۶	۳۱/۷۶
	کل	کل	۱۳	۱۴/۳۸	۸۵/۸۹	۴۶/۷۸	۳۱/۷۶
دندان دائمی	شهری	زن	۲۱	۶/۴۷	۹۵/۹۰	۶۷/۵۹	۶۰/۷۶
	مرد	مرد	۱۵	۵۲	۱۲۵/۵۸	۸۷/۵۶	۸۳/۵۷
	کل	کل	۳۶	۶/۴۷	۱۲۵/۵۸	۷۵/۱۰	۸۳/۵۷
روستایی	زن	زن	۸	۱۳/۶۴	۶۵/۵۰	۴۵/۴۴	۴۶/۵۶
	مرد	مرد	۷	۳۰/۲۷	۶۲/۹۱	۴۶/۲۴	۴۵/۸۷
	کل	کل	۱۵	۱۳/۶۴	۶۰/۵۰	۴۵/۸۱	۴۵/۸۷

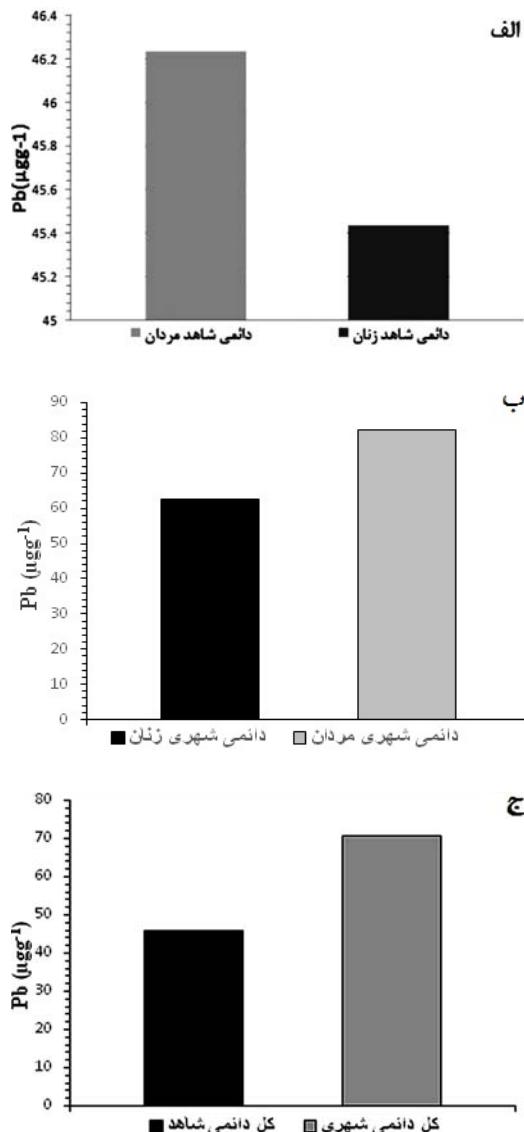


تصویر شماره ۱: مقایسه میانگین غلظت سرب در دندان های شیری مناطق شهری و روستایی دختریجه ها و پسریجه ها

نتایج تحقیق نشان داد که میانگین غلظت سرب در دندان زنان منطقه روستایی از میانگین غلظت سرب در دندان مردان همین منطقه کم تر است، اما اختلاف آنها در سطح آماری پنج درصد معنی دار نیست (تصویر شماره ۲: الف). بیشینه غلظت سرب با مقدار ۶۵/۵۰ میکرو گرم بر گرم در دندان های زنان و در دندان مردان ۶۲/۹۱ میکرو گرم بر گرم اندازه گیری شد. میانگین غلظت سرب در دندان زنان منطقه شهری ۶۲/۵۹ میکرو گرم بر گرم و در دندان مردان ۸۷/۵۶ میکرو گرم بر گرم ایست (تصویر شماره ۲: ب). میانگین کل غلظت سرب شامل مجموع غلظت دندان های دختریجه ها و پسریجه های منطقه شهری ۴۶/۳۷ میکرو گرم بر گرم است و در منطقه روستایی ۳۶/۷۸ میکرو گرم بر گرم است (تصویر شماره ۲: ج). میانگین غلظت سرب در دندان های دائمی مردان منطقه شهری ۱/۴ برابر بیش تر از میانگین غلظت سرب در دندان های دائمی زنان است. میانگین کل غلظت سرب در دندان های دائمی منطقه شهری ۱/۵ برابر بیش تر از میانگین کل غلظت سرب در منطقه روستایی است. حداقل مقدار اندازه گیری شده غلظت سرب دندان های شیری و دائمی مطالعه شده در مناطق روستایی اندازه گیری شد. حداکثر مقادیر غلظت سرب اندازه گیری شده در دندان های شیری و دائمی مناطق شهری در دندان پسریجه ها و مردان مشاهده شد.

دختریجه های همین مناطق به ترتیب ۴۶/۳۷ و ۳۶/۶۸ میکرو گرم بر گرم است. میانگین غلظت سرب در دندان های شیری منطقه شهری ۱/۵ برابر بیش تر از میانگین همین ویژگی در منطقه روستایی است. نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین غلظت سرب در دندان دختریجه های منطقه روستایی از میانگین غلظت سرب در دندان پسریجه های همین منطقه کم تر است. میانگین غلظت سرب در دندان های کودکان دختر ۳۶/۶۸ میکرو گرم بر گرم و میانگین غلظت سرب در دندان کودکان پسر ۳۶/۸۵ میکرو گرم بر گرم است و اختلاف آنها در سطح آماری پنج درصد معنی دار نیست (تصویر شماره ۱: الف). مقدار سرب در بعضی از نمونه های دندان شیری دختریجه ها بیش تر از پسریجه ها است. نتایج مقایسه میانگین داده ها نشان داد که بین میانگین غلظت سرب در دندان شیری دختریجه ها و پسریجه های منطقه شهری تفاوت معنی دار در سطح پنج درصد وجود دارد. میانگین غلظت سرب در دندان کودکان دختر منطقه شهری ۴۶/۳۷ میکرو گرم بر گرم و در دندان کودکان پسر ۶۱/۰۸ میکرو گرم بر گرم است (تصویر شماره ۱: ب). میانگین کل غلظت سرب شامل مجموع غلظت دندان های دختریجه ها و پسریجه های منطقه شهری ۵۴/۴۴ میکرو گرم بر گرم و در منطقه روستایی ۳۶/۷۸ میکرو گرم بر گرم است که تفاوت آنها در سطح آماری پنج درصد معنی دار است (تصویر شماره ۱: ج). میانگین غلظت سرب در دندان های دائمی مردان منطقه شهری ۱/۴ برابر بیش تر از میانگین غلظت سرب در دندان های دائمی زنان است. میانگین کل غلظت سرب در دندان های دائمی منطقه شهری ۱/۵ برابر بیش تر از میانگین کل غلظت سرب در منطقه روستایی است. حداقل مقدار اندازه گیری شده غلظت سرب دندان های شیری و دائمی مطالعه شده در مناطق روستایی اندازه گیری شد. حداکثر مقادیر غلظت سرب اندازه گیری شده در دندان های شیری و دائمی مناطق شهری در دندان پسریجه ها و مردان مشاهده شد.

در حدود ۱/۵ برابر بیش تر از دندان‌های شیری سنین مشابه در منطقه روستایی بود (جدول شماره ۳).



تصویر شماره ۲: مقایسه میانگین غلظت سرب دندان‌های دائمی مناطق شهری و روستایی زنان و مردان

روستایی ۴۵/۸۱ میکروگرم بر گرم است و تفاوت آن‌ها در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار است (تصویر شماره ۲: ج).

تأثیر جنسیت، سن و اثرات متقابل آن‌ها بر مقادیر سرب در دو منطقه شهری و روستایی برای دندان‌های شیری و دائمی در جدول شماره ۲ نشان داده شده است. اثرات جنسیت، سن و اثرات متقابل آن‌ها بر مقدار سرب در دندان‌های شیری و دائمی منطقه شهری تأثیر جنسیت نبود، اما در دندان‌های شیری مناطق شهری تأثیر جنسیت بر مقدار سرب در سطح یک درصد معنی‌دار شد. اثرات متقابل سن و جنسیت در سطح آماری پنج درصد معنی‌دار شد. در دندان‌های دائمی مناطق شهری اثر جنسیت در سطح پنج درصد و اثر سن در سطح یک درصد معنی‌دار شد (جدول شماره ۲).

نتایج نشان داد که با افزایش سن (سنین ۹ تا ۱۱ سال) در دندان‌های شیری منطقه روستایی غلظت سرب افزایش یافته به نحوی که در افراد با سنین ۹ تا ۱۱ سال تفاوت معنی‌داری با گروه‌های سنی ۵ تا ۷ و ۷ تا ۹ ساله مشاهده گردید، بیشترین مقدار سرب در افراد با سن ۹ تا ۱۱ سال اندازه‌گیری شد. در دندان‌های شیری منطقه شهری با افزایش سن اختلاف معنی‌داری بین مقادیر سرب و گروه‌های سنی ۵ تا ۷، ۷ تا ۹ و ۹ تا ۱۱ ساله مشاهده نشد. مقدار سرب در دندان‌های شیری منطقه شهری با بالا رفتن سن به طور منظم افزایش نیافت و گروه‌های سنی ۷ تا ۹ سال نسبت به سایر گروه‌ها گروه‌ها بیشترین مقدار سرب را نشان دادند. مقدار سرب در دندان‌های شیری منطقه شهری در تمام سنین

جدول شماره ۲: نتایج تجزیه واریانس اثر جنسیت و سن بر مقدار سرب دندان‌های شیری و دائمی

منبع تغییرات	دندان شیری										دندان دائمی									
	منطقه شهری					منطقه روستایی					منطقه شهری					منطقه روستایی				
	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی	منطقه شهری	منطقه روستایی
*	۲۷۳۶/۰۴۵	۱	ns ^{۲۵/۲۹}	۱	**۱۶۷۳/۵۳	۱	ns ^{۸۱/۳۱}	۱	ns ^{۸۱/۳۱}	۱	جنسیت									
**۲۵۲۱/۳۲	۲	ns ^{۲۵/۱۰}	۲	ns ^{۸۹/۱۳}	۲	ns ^{۱۴۰}	۲	ns ^{۱۴۰}	۲	سن										
ns ^{۸۸۲/۱۳}	۲	ns ^{۱۴۴/۵۲}	۲	**۴۳۳/۲۵	۲	ns ^{۳۶/۹۷}	۲	ns ^{۳۶/۹۷}	۲	جنسیت × سن										
۴۲۷/۹۸	۳۰	۱۷۳/۸۰	۹	۱۱۲/۶۶	۲۵	۳۳۳/۲۲	۷	۳۳۳/۲۲	۷	خطای آزمایش										
۲۵/۵۴	-	۲۷/۷۸	-	۱۹/۴	-	۴۹/۱	-	۴۹/۱	-	ضریب تغییرات										

*، ** و ns به ترتیب معنی‌دار در سطح یک درصد، در سطح پنج درصد و غیر معنی‌دار است.

سرب در مناطق نمونه برداری شده را می‌توان به وجود فعالیت‌های صنعتی مربوط به شرکت سرب و روی زنجان، کارخانه‌های فرآوری و استحصال آن، معادن موجود در منطقه شهرستان زنجان و ترافیک شهری نسبت داد.

جدول شماره ۴: مقایسه مقادیر سرب در دندان‌های شهر زنجان با نتایج سایر محققان

میانگین سرب (میکرو گرم بر گرم)	منطقه نمونه برداری	نوع دندان	محققان
۲۰/۲۶	اردن	شیری	Alomary et al., 2012
۲۸/۹۱	اردن	دائمی	Alomary et al., 2006
۲۰/۲۲	بحرين	شیری	Al-Hadad et al., 1999
۵	آلمان	شیری	Frank et al., 1999
۰/۶۹	برزیل (صنعتی)	شیری	Gomez et al., 2004
۰/۱۸	برزیل (غیر صنعتی)	شیری	Gomez et al., 2004
۱/۷۱	لهستان	شیری	Baranowska et al., 2004
۱/۳۷	نروژ	شیری	Tvinneriem et al., 2000
۱/۰۲	مکزیکو سیتی	شیری	Báez et al., 2004
۱/۹۲	پشمی و پورخیاز، ۱۳۹۱	شیری	
۳۴/۶ تا ۷/۴	پروگلازوی	شیری	Blanusa et al., 1990
۲۲/۳	کوزوو	شیری	Kamberi et al., 2011
۵۴ تا ۳۶	زنجان	شیری	عزیزی و قاسمیان، ۱۳۹۳
۷۵ تا ۴۵	زنجان	دائمی	عزیزی و قاسمیان، ۱۳۹۳

مقادیر بر حسب میانه گزارش شده است.

بحث

ساکنین شهر زنجان به ویژه کودکان علاوه بر قرار گرفتن در معرض منابع آلاینده‌ای که احتمالاً کودکان روستایی نیز در معرض آن هستند (مانند استفاده از محصولات کشاورزی پرورش یافته در خاک‌های آلوده به واسطه مصرف کودهای شیمیایی، کودهای آلی و استفاده از لجن فاضلاب در اراضی کشاورزی)، در معرض هوای آلوده ناشی از ترافیک سنگین شهر زنجان نیز هستند. بر اساس نتایج تحقیقات انجام شده، غلظت سرب در بعضی از مناطق شهری زنجان تا ۸۰۰ میلی گرم بر گرم نیز اندازه گیری شده است (۲۸). شهرستان زنجان به واسطه وجود منابع عمده آلوده کننده سرب و روی شامل مراکز صنعتی از قبیل شرکت ملی سرب و روی زنجان و شهر ک تخصصی روی زنجان در فاصله نزدیک به شهر و هم چنین فعالیت‌های گسترده صنعتی مرتبط با این صنایع از یک طرف و قرار گیری بازارهای

جدول شماره ۳: نتایج مقایسه میانگین مقادیر سرب در دندان‌های شیری و دائمی با استفاده از آزمون چند دامنه ای دانکن

مقدار سرب دندان شیری			مقدار سرب دندان دائمی		
سن	منطقه روستایی	منطقه شهری	سن	منطقه روستایی	منطقه شهری
۵-<۷	۵۸/۹۶ ^b	۴۰/۶۲ ^a	۱۵-۲۵	۵۲/۴۶ ^a	۲۶/۷۵ ^b
۷-<۹	۶۹/۷۸ ^b	۴۲/۹۵ ^a	۲۶-۴۵	۵۷/۷ ^a	۳۰/۱۵ ^b
۹-۱۱	۱۰/۳۵ ^a	۵۴/۳۱ ^a	۴۶-۶۳	۵۴/۴۰ ^a	۵۳/۳۲ ^a

^{a,b}: مقایسه میانگین‌های دارای حروف مشترک اختلاف معنی‌دار در سطح پنج درصد با یکدیگر ندارند.

در دندان‌های دائمی ساکنین منطقه روستایی اختلاف معنی‌داری بین مقادیر غلظت سرب و گروه‌های سنی ۱۵ تا ۲۵، ۲۶ تا ۴۵ و ۴۶ تا ۶۳ ساله مشاهده نشد. بیشترین مقدار سرب در هر دو منطقه در نمونه‌های دندان افراد با سنین ۴۶ تا ۶۳ سال اندازه گیری شد. در منطقه شهری اختلاف معنی‌داری بین مقدار غلظت سرب در سنین ۴۶ تا ۶۳ سال با گروه‌های سنی ۱۵ تا ۲۵ و ۲۶ تا ۴۵ سال مشاهده شد که تفاوت آن‌ها در سطح پنج درصد معنی‌دار بود. میانگین مقدار غلظت سرب دندان‌های دائمی منطقه شهری بین ۱/۵ تا ۲ برابر بیشتر از میانگین غلظت سرب در دندان‌های دائمی منطقه روستایی با سنین مشابه است. دندان‌های دائمی به سبب این که نسبت به دندان‌های شیری عمر بیشتری دارند ممکن است مقادیر بیشتری از سرب را جذب کنند. محتوای سرب دندان‌های دائمی در برخی موارد ممکن است از محتوای سرب دندان‌های شیری کم تر باشد (۱۱).

جدول شماره ۴ مقایسه مقادیر به دست آمده برای غلظت عنصر سنگین سرب را در دندان‌های شیری و دائمی مطالعه حاضر با نتایج تحقیقات انجام شده در سایر مناطق نشان می‌دهد. تغییرات در میزان سرب به دلیل وجود این عنصر در منابع و مواد مختلف، وجود کارخانه‌ها و معادن مرتبط با این صنایع، تفاوت‌های ژئوشیمیایی در مناطق جغرافیایی متفاوت و عوامل دیگر همگی فاکتورهایی هستند که به عنوان عوامل اثرگذار بر غلظت سرب دندان‌ها هستند. مقادیر سرب اندازه گیری شده در این تحقیق بسیار بالاتر از مقادیر به دست آمده توسط سایر محققان بوده است. دلیل بالا بودن غلظت

همکاران در ارتباط با مقایسه تجمع عنصر مس در دندان‌های دختربچه‌ها و پسربچه‌ها با نتایج این تحقیق مطابقت دارد(۹). دلیل افزایش سرب در دندان پسربچه‌ها را می‌توان چنین استنباط کرد که پسرها نسبت به دخترها مدت زمان بیشتری را در بیرون از خانه سپری می‌کنند و در نتیجه احتمال قرار گرفتن آن‌ها در معرض این عنصر بیشتر است.

Wilhelm و همکاران گزارش کردند اگرچه مقادیر سرب در تتراتیل ترکیبات سوختی نظیر گازوئیل و بنزین کاهش یافته اما تجمع سرب هم چنان یک مشکل جدی در مناطق شهری است(۲۰). معدنی شدن دندان‌های شیری در اوایل مرحله زندگی درون رحمی آغاز می‌شود نتایج نشان می‌دهد که غلظت‌های این عناصر در دندان‌های شیری، تغذیه دوره جنینی را منعکس می‌کند. محققان غلظت‌های بالایی از فلزات را در جفت زنانی که در نواحی خطرناک زندگی می‌کنند یا آن‌هایی که سیگار می‌کشنند، مشاهده کرده‌اند. بیشتر فلزات به آسانی از طریق جفت منتقل می‌شوند. نتایج بررسی‌ها نشان داده است که غلظت بعضی عناصر مانند کلسیم، منگنز و روی در ورید نافی جین نسبت به سرم خون مادر بالاتر است(۱۰). از طرف دیگر وجود مقادیر بسیار بالای عناصر سنگین در دندان‌های شیری را می‌توان به وجود دندان‌های پرشده در داخل دهان مادر ارتباط داد. نتایج مطالعات گذشته مؤید آن است که بین تعداد دندان‌های پرشده در دهان و غلظت عناصر در دندان مادر رابطه مثبتی وجود دارد(۳۴).

Alomary و همکاران با مطالعه تأثیر غلظت عناصر سرب، روی، کادمیم و سایر عناصر سنگین در نمونه‌های دندان شیری کودکان در شهر ایریید اردن نتیجه گرفتند که مقادیر سرب در دندان‌های شیری کودکانی که محل زندگی آن‌ها دارای ترافیک سنگین‌تری است به‌طور معنی‌داری بیشتر از کودکان ساکن در مناطق دارای بار ترافیکی سبک‌تر است(۲). Möller و همکاران نشان دادند که سرب دندان‌های دائمی تعدادی از ساکنین شهر نیویورک، از سرب دندان دائمی ساکنین کشور

عمله مصرف با جمعیتی حدود ۵۰ درصد جمعیت کل کشور در شعاع ۴۰۰ کیلومتری این شهرستان و هم‌چنین استقرار بازارهای تولید کشور به میزان تقریبی ۵۶ درصد تولید داخلی (بدون نفت خام و گاز طبیعی) در این محدوده دارای آلدگی‌های مختلفی در منابع خاک، آب و هواست. Kristjansson و همکاران در تحقیقی نشان دادند که غلظت آلومینیوم در دندان پسربچه‌ها به صورت معنی‌داری بیشتر از دندان دختربچه‌ها است(۲۹). آل حداد و همکاران گزارش کردند که ارتباط معنی‌داری بین غلظت کادمیم، مس و آهن با جنسیت بچه‌ها وجود ندارد(۳۰).

Bayo و همکاران گزارش کردند که جنسیت بچه‌ها در دندان‌های شیری بر روی غلظت سرب دندان‌ها تأثیر مثبت دارد(۳۱). نتایج تحقیق حاضر مؤید آن است که غلظت سرب در دندان شیری پسربچه‌ها بیشتر از دختربچه‌ها است. پژوهش Karahalil و Hamendaz-Guerrero و همکاران(۱۲) با نتایج به دست آمده از این تحقیق مطابقت دارد. نتایج پژوهش Amr و همکاران نشان داد که سرب تجمع یافته در دندان‌های پسران از سرب تجمع یافته در دندان‌های دختران بیشتر است(۳). Báez و همکاران گزارش کردند که مقدار سرب در دندان‌های آسیاب زنان در مقایسه با دندان‌های آسیاب مردان بیشتر است، اما تفاوت در آن‌ها معنی‌دار نیست. این محققین عقیده دارند که عامل جنسیت بر تجمع سرب در دندان بی‌تأثیر است(۵). پشمی و پورخیاز نتیجه گرفتند که هرچند غلظت سرب در دندان‌های کودکان پسر از کودکان دختر بیشتر است اما این تفاوت از لحاظ آماری معنی‌دار نیست(۳۳). این محققین هم چنین اختلاف معنی‌داری را بین غلظت سرب دندان‌های آسیاب کودکان دختر با کودکان پسر در شهر بیرجندر گزارش کردند که با نتایج به دست آمده در این تحقیق مطابقت ندارد. نتایج به دست آمده از این مطالعه حاکی از آن است که غلظت سرب در دندان پسربچه‌ها به‌طور معنی‌داری بالاتر از دخترها است. نتایج Fischer و

بچه‌های با سنین بین ۴ تا ۱۱ سال گزارش کردند که غلظت هر دو عنصر با افزایش سن کاهش یافته است.^(۳۱) غلظت سرب در دندان‌ها با افزایش سن افزایش یافته و به درمعرض قرار داشتن افراد به سرب بستگی دارد.^(۴) Komarnicki و همکاران در تحقیق خود گزارش کردند که میزان سرب در بافت‌های استخوانی و دندانی با افزایش سن تجمع بیشتری دارد.^(۳۶) Alomary و همکاران در تحقیقات خود نتیجه گرفتند که ارتباط مشخصی بین افزایش سن و غلظت سرب و کادمیم در دندان‌های شیری وجود ندارد.^(۲۷) در پایان می‌توان نتیجه گیری کرد که دندان‌ها به عنوان یکی از بهترین شاخص‌های زیستی برای تعیین غلظت عناصر سنگین هستند. دندان‌ها حاوی اطلاعاتی در خصوص مقدار عناصر موجود در آن‌ها بوده و نشان‌دهنده شرایط محیطی زندگی افراد هستند. نتایج حاکی از آن است که مقادیر سرب در دندان‌های شیری و دائمی افراد نمونه برداری شده در شهرستان زنجان نسبت به مقادیر سرب در دندان‌های شیری و دائمی تحقیقات مشابه در سایر کشورها بیشتر است و غلظت سرب دندان‌ها متأثر از جنسیت، سن و محل زندگی است.

سپاسگزاری

این مقاله مستخرج از پایان‌نامه دانشجویی کارشناسی ارشد گروه علوم و محیط زیست دانشگاه زنجان است، بدین وسیله از دانشگاه زنجان به خاطر حمایت‌های مالی این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

References

1. Tvinneim HM, Eide R, Riise T. Heavy metals in human primary teeth: Some factors influencing the metal concentrations. *Sci Total Environ.* 2000; 255(1): 21-27.
2. Alomary A, Al-Momani IF, Obeidat MS, Massadeh AM. Levels of lead, cadmium, copper, iron, and zinc in deciduous teeth of children living in Irbid, Jordan by ICP-OES: some factors affecting their concentrations. *Environ Monit Assess.* 2013; 185(4): 3283-3295.
3. Amr MA, Helal AFI. Analysis of trace elements in teeth by ICP-MS: implications for caries. *J Phys Sci* 2010; 21(2): 1-12.

سوئد بیشتر است. آن‌ها گزارش کردند که محتوای سرب دندان‌های دائمی ساکنان شهرهای بزرگ در کشور سوئد از شهرهای کوچک این کشور نیز به طور معنی داری بیشتر است. این محققان، تفاوت معنی‌دار را به سنگینی ترافیک در شهرهای بزرگ نسبت دادند.^(۳۵) دندان‌های دائمی به سبب این که نسبت به دندان‌های شیری عمر بیشتری دارند ممکن است مقادیر بیشتری از سرب را جذب کنند. سن، عامل بسیار مهمی است که با افزایش آن مقدار سرب تجمع یافته در دندان‌ها بیشتر می‌شود. دلیل افزایش سرب دندان با افزایش سن، به خاطر سختی و پایداری نسبی بافت‌های دندان است که فلزات را در طی فرآیند می‌آلیزاسیون در بافت‌های خود رسوب داده و تا مدت‌ها در آن باقی می‌ماند. نیمه عمر متوسط سرب در استخوان ۳۲ سال است اما چرخه سرب و خروج آن از دندان‌ها کم تر از استخوان‌ها است و با گذشت زمان بر محتوای سرب دندان‌ها افزوده می‌شود.^(۱) نتایج تحقیقات گذشته مؤید این نکته است که غلظت عناصر سنگین تابع سن بوده اما تحقیقات دیگری ارتباط مشخص و واضحی بین غلظت عناصر سنگین و سن بیان نمی‌کنند. Nowak و همکاران ارتباط مثبتی بین سن و مقدار غلظت سرب در دندان گزارش کردند.^(۱۹) آل-حداد و همکاران در تحقیقی ارتباط بین غلظت آهن، مس و سرب را در بچه‌های با سنین ۶ تا ۱۰ سال مطالعه کرده و نتیجه گرفتند که ارتباط مشخصی بین غلظت این عناصر و سن وجود ندارد.^(۳۰) Bayo و همکاران در مطالعه‌ای ارتباط غلظت سرب و کادمیم در

4. Nowak B, Kozłowski HK. Heavy metals in human hair and teeth: The correlation with metal concentration in the environment. *Biol Trace Elem Res* 1998; 62(3): 213-228.
5. Báez A, Belmont R, Espinosa S, García R, Hernández C. Lead absorption in impacted third molars. *Rev Int Contam Ambien* 2002; 18(2): 75-79.
6. Báez A, Belmont R, Garcia R, Hernández JC. Cadmium and lead levels in deciduous teeth of children living in Mexico City. *Rev Int Contam Ambien* 2004; 20(3): 109-115.
7. Barton HJ. Advantages of the use of deciduous teeth, hair, and blood analysis for lead and cadmium bio-monitoring in children. A study of 6-year-old children from Karkow (Poland). *Biol Trace Elem Res* 2011; 143(2): 637-658.
8. Begerow J, Freier I, Turfeld M, Kramer U, Dunemann L. Internal lead and cadmium exposure in 6-year-old children from western and eastern Germany. *Inter Arch Occup Environ Health* 1994; 66(4): 243-248.
9. Fischer A, Kwapuliński J, Wiechuła D, Fischer T, Loska M. The occurrence of copper in deciduous teeth of girls and boys living in Upper Silesian Industry Region (Southern Poland). *Sci Total Environ* 2008; 389(2-3): 315-319.
10. Fischer A, Wiechuła D, Postek-Stefńska L, Kwapuliński J. Concentrations of metals in maxilla and mandible deciduous and permanent human teeth. *Biol Trace Elem Res* 2009; 132(1-3): 19-26.
11. Gomes VE, De Sousa MDR, Barbosa FJr, Krug FJ, Cury JA, Gerlach RF, et al. In vivo studies on lead content of deciduous teeth superficial enamel of preschool children. *Sci Total Environ* 2004; 320(1): 25-35.
12. Karahalil B, Aykanat B, Ertas N. Dental lead levels in children from two different urban and suburban areas of Turkey. *Int J Hyg Environ Health* 2007; 210(2): 107-112.
13. Needleman HL, Tuncay OC, Shapiro IM. Lead levels in deciduous teeth of urban and suburban American children. *Nature* 1972; 235(5333): 111-112.
14. Orzechowska-Wylegala B, Obuchowicz A, Malara P, Fischer A, Kalita B. Cadmium and lead accumulate in the deciduous teeth of children with celiac disease or food allergies. *Int J Stomatol Occlusion Med* 2011; 4(1): 28-31.
15. Twinnereim HM, Eide R, Riise T, Wesenberg GR, Fosse G, Steinnes E. Lead in primary teeth from Norway: Changes in lead level from the 1970s to the 1990s. *Sci Total Environ* 1997; 207(2-3): 165-177.
16. Blanusa M, Ivicic N, Simeon V. Lead, iron, copper, zinc and ash in deciduous teeth in relation to age and distance from a lead smelter. *Bull Environ Contam Toxicol* 1990; 45(4): 478-485.
17. Murphy K, Berger-Ritchie J, Gerstenberger SL, et al. Analysis of lead levels in deciduous teeth from children in Clark County, Nevada. *Nev J Public Health* 2011; 8(1): 26-31.
18. Arruda-Neto JDT, DeOliveira MC, Sarkis JES, Bordini P, Manso-Guevara MV, Garcia F, et al. Study of environmental burden of lead in children using teeth as bioindicator. *Environ Int* 2009; 35(3): 614-618.
19. Nowak B, Chmielnicka J. Relationship of lead and cadmium to essential elements in hair, teeth, and nails of environmentally exposed people. *Ecotoxicol Environ Saf* 2000; 46(3): 265-274.
20. Wilhelm M, Pesch A, Rostek U, Begerow J, Schmitz N, Idel H, et al. Concentrations of

- lead in blood, hair and saliva of German children living in three different areas of traffic density. *Sci Total Environ* 2002; 297(1-3): 109-118.
21. Needleman HL, Bellinger D. The health effects of low level exposure to lead. *Annu Rev Publ Health* 1991; 12: 111-140.
 22. Frank U, Herbarth O, Langer O, Stark HJ, Treide A. Lead levels in deciduous teeth in relation to tooth type and tissue as well as to maternal behavior and selected individual environmental parameters of children. *Environ Toxicol* 1999; 14(5): 439-454.
 23. Navas-Acien A, Guallar E, Silbergeld EK, Rothenberg SJ. Lead exposure and cardiovascular disease-a systematic review. *Environ Health Perspect* 2007; 115(3): 475-482.
 24. Weisskopf MG, Proctor SP, Wright RO, Schwartz J, Spiro A, Sparrow D, et al. Cumulative lead exposure and cognitive performance among elderly men. *Epidemiology* 2007; 18(1): 56-66.
 25. Baranowska I, Barchański L, Bąk M, Smolec B, Mzyk Z. X-Ray Fluorescence Spectrometry in Multielemental Analysis of Hair and Teeth. *Pol J Environ Stud* 2004; 13(6): 639-646.
 26. Kamberi B, Kqiku L, Hoxha V, Dragusha E. Lead concentration in teeth from people living in Kosovo and Austria. *Coll Antropol* 2011; 35(1): 79-82.
 27. Khamesi J, Asadi A. A survey of hazardous and toxic wastes from leads and zinc industries in Zanjan province. *Mohit-e-zist* 2008; 46: 11-20 (Persian.)
 28. Noorian M, Delavar MA, Shekari P, Abdolahi S. Study of distribution of soil pollution by heavy metals with geostatistics and fuzzy clustering in Dizajabad area, Zanjan Province. *Journal of Water and Soil Conservation* 2014; 21(1): 125-143 (Persian).
 29. Kristjansson I, Faresjo T, Lionis C, Nosratabadi AR, Gudmundsson K, Halling A, et al. Assessment of aluminum in human deciduous teeth. *Eur J Epidemiol* 2000; 16(3): 231-233.
 30. Al-Haddad A, Al-Saleh F, Al-Mahroos F. Levels of cadmium, copper and iron in deciduous teeth of children living in Bahrain. *Int J Environ Heal R* 1999; 9: 261-268.
 31. Bayo J, Moreno-Grau S, Martinez MJ, Moreno JM, Angosto J, Guillén Pérez L, et al. Environmental and physiological factors affecting lead and cadmium levels in deciduous teeth. *Arch Environ Contam Toxicol* 2001; 41(2): 247-254.
 32. Harnandez-Guerrero JC, Jimenez-Farfan MD, Belmont R, Ledesma-Montes C, Baez A. Lead levels in primary teeth of children living in Mexico City. *Int J Paediatr Dent* 2004; 14(3): 175-181.
 33. Pashmi Kh, Pourkhabbaz A. Accumulation of toxic metals of cadmium and lead in the deciduous teeth of children. *J Birjand Uni Med Sci* 2012; 19(1): 96-105.
 34. Saber-Tehrani M, Givianrad MH, Kahkashan P. Assessment of some elements in human permanent healthy teeth, their dependence on number of metallic amalgam fillings, and inter elements relationships. *Biol Trace Elem Res* 2007; 116(2): 155-169.
 35. Möller B, Carlsson LE, Johnsson GI, Malmqvist KG, Hammarström L, Berlin M. Lead levels determined in Swedish permanent teeth by particle-induced X-ray emission. *Scand J Work Env Health* 1982; 8(4): 267-272.
 36. Komarnicki GJK. Tissue, sex and age specific accumulation of heavy metals

- (Zn, Cu, Pb, Cd) by populations of the mole (Talpa europaea L.) in a central urban area. Chemosphere 2000; 41(10): 1593-1602.
37. Alomary A, Al-Momani IF, Massadeh AM. Lead and cadmium in human teeth from Jordan by atomic absorption spectrometry: Some factors influencing their concentrations. Sci Total Environ 2006; 369(1-3): 69-75.