مقاله مروری
مجله دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان
دوره ۲۰، اردیبهشت ۱۴۰۱، ۲۴۴-۲۲۱

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

ارزیابی سطح سرب خون در کودکان ایرانی: یک مرور نظام‌مند

علی غفاریان بهرمان[۱]، محسن رضائیان[۲]

دریافت مقاله: ۱۴۰۰/۰۷/۰۷ارسال مقاله به نویسنده جهت اصلاح: ۱۴۰۰/۰۸/۱۷ دریافت اصلاحیه از نویسنده: ۱۴۰۰/۰۹/۲۴ پذیرش مقاله: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰

چکیده

زمینه و هدف: قرار گرفتن در معرض سرب و اثرات آن بر سلامت کودکان یکی از مهم‌ترین و گسترده‌ترین دغدغه‌های جوامع بشری امروز است. بنابراین هدف از این مطالعه مروری، ارزیابی سطح سرب خون در کودکان ایرانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه مروری، پایگاه‌های اطلاعاتی پابمد، اسکوپوس، ساینس دایرکت، ایران مدکس، مگ ایران و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی به طور جامع برای مقالات از سال ۱۳۸۴ تا پایان مهرماه ۱۴۰۰ منتشر شده بودند، جستجو شد. مطالعاتی که در آن‌ها میزان سرب خون در کودکان ایرانی گزارش شده بود، جمع‌آوری گردید. سپس مقالات مطابق چک لیست از پیش تهیه شده مورد ارزیابی قرار گرفتند.

یافته‌ها: از مجموع ۱۴۳ مقاله‌ای که در جستجوی اولیه یافت شد، ۱۳ مطالعه در بررسی سیستماتیک حاضر گنجانده شد. کم‌ترین و بیش‌ترین سطح سرب خون به ترتیب در آبادان ۰/۶۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر و در مشهد ۵۷/۱ میکروگرم بر دسی-لیتر بود. در سه مطالعه انجام شده در مشهد و اصفهان، میزان سرب خون در همه کودکان مورد مطالعه بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است. سطح تحصیلات پدر، استفاده از غذاهای کنسروی، عادت خوردن خاک توسط کودک، آسیب به رنگ خانه و کاهش سطح آهن خون از عوامل مرتبط با افزایش سطح سرب خون در کودکان ایرانی بود.

نتیجه‌گیری: با توجه به شیوع بالای نمونه‌های سرب خون بالای ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر در برخی از مطالعات، کاهش مواجهه با سرب باید به طور جدی توسط سیاست‌گذاران سلامت و سیستم‌های بهداشتی دنبال شود.

واژه‌های کلیدی: غلظت خونی سرب، کودکان، ایران، مرور نظام‌مند

۱- دکترای سم شناسی، مرکز تحقیقات محیط کار، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
۲- استاد گروه آموزشی اپیدمیولوژی و آمار زیستی، دانشکده پزشکی، مرکز تحقیقات محیط کار، دانشگاه علوم پزشکی رفسنجان، رفسنجان، ایران
تلفن: ۰۳۴-۳۱۳۱۵۱۲۳ ، دورنگار: ، ۰۳۴-۳۱۳۱۵۱۲۳، پست الکترونیکی: moeygmr2@yahoo.co.uk

مقدمه

سرب فلزی سمی است که استفاده وسیع از آن باعث آلودگی گسترده محیطی و مشکلات بهداشتی در بسیاری از مناطق جهان شده است [۱]. سرب در مقادیر پایین در پوسته زمین یافت می‌شود. با این حال، توزیع گسترده سرب در محیط زیست عمدتاً نتیجه فعالیت انسانی مانند استخراج معادن، ذوب و بازیافت سرب است. استفاده از سرب در سوخت، تولید باتری‌های اسیدی، تولید رنگ، لحیم کاری و تولید سرامیک موجب افزایش مواجهه انسان با سرب شده است [۲]. برای جمعیت عمومی که سیگار نمی‌کشند، بیش‌ترین سهم در مواجهه روزانه با سرب از طریق غذا، آب، خاک و گرد و غبار می‌باشد. درحالی که، استعمال دخانیات یک منبع مهم مواجهه با سرب در افراد سیگاری و غیر سیگاری می‌باشد [۴-۳]. این در حالی است که علاوه بر منابع بالا، مواجهه نوزادان و کودکان با سرب می‌تواند از طریق شیر مادر، اسباب بازی و بلعیدن قطعات خرد شده رنگ‌های حاوی سرب و خاک باشد [۵]. سرب یک نوروتوکسین تکاملی است که با انتقال عصبی، مهاجرت سلولی و انعطاف‌پذیری سیناپسی در طول دوران رشد سیستم عصبی مرکزی تداخل دارد [۶]. اثرات نامطلوب ناشی از مواجهه با سرب، آن را به عنوان یک مشکل جدی بهداشت عمومی در جهان تبدیل کرده است [۷]. شدت مسمومیت با سرب با سطح خونی سرب ارتباط دارد، اما تظاهرات آن ممکن است متفاوت باشد. مواجهه مزمن با سرب باعث ایجاد طیف وسیعی از اثرات، شامل کم‌خونی، اختلالات عصبی شامل سردرد، تحریک پذیری، تشنج، ضعف عضلانی، لرزش، اختلال شنوایی، اختلالات دستگاه گوارش، به ویژه قولنج شکمی و اختلال عملکرد کلیه می‌شود. مواجهه مزمن هم‌چنین با افزایش خطر فشارخون بالا، بیماری ایسکمیک قلب و سکته مغزی نیز همراه است [۸]. در کودکان، افزایش سطح سرب خون با نقص ضریب هوشی، اختلال توجه و ضعف پیشرفت تحصیلی همراه است [۹]. هم‌چنین، مواجهه با سرب در دوران بارداری با سقط خود به خودی، کاهش رشد جنین، افزایش زایمان زودرس، افزایش فشار خون و نقص‌های شناختی در کودک ارتباط دارد [۱۱-۱۰]. آسیب برگشت ناپذیر سرب بر روی ضریب هوشی به عنوان بحرانی‌ترین تأثیر سرب در کودکان خردسال است. به طوری که با افزایش سطح سرب در خون، اثرات سرب بر روی کاهش ضریب هوشی کودکان به تدریج افزایش می‌یابد [۱۲]. مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های آمریکا جهت کاهش اثرات نامطلوب سرب در کودکان، سطح سرب خون بیش‌تر یا مساوی ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر را به عنوان میزان مرجع برای شناسایی کودکان با سطح سرب خون بالا تعریف کرده است. در حالی که تا قبل از سال ۲۰۱۲، این مرکز سطح سرب خون کم‌تر از ۱۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر را به عنوان میزان مرجع تعریف کرده بود [۱۳]. اگرچه آسیب عصبی دائمی و اختلالات رفتاری در سطوح سرب خون کم‌تر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر نیز قابل مشاهده شده است، اما این مقدار مرجع به عنوان سطحی از مواجهه با سرب است که در آن نظارت و درمان بالینی بیش‌تر توصیه می‌شود

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

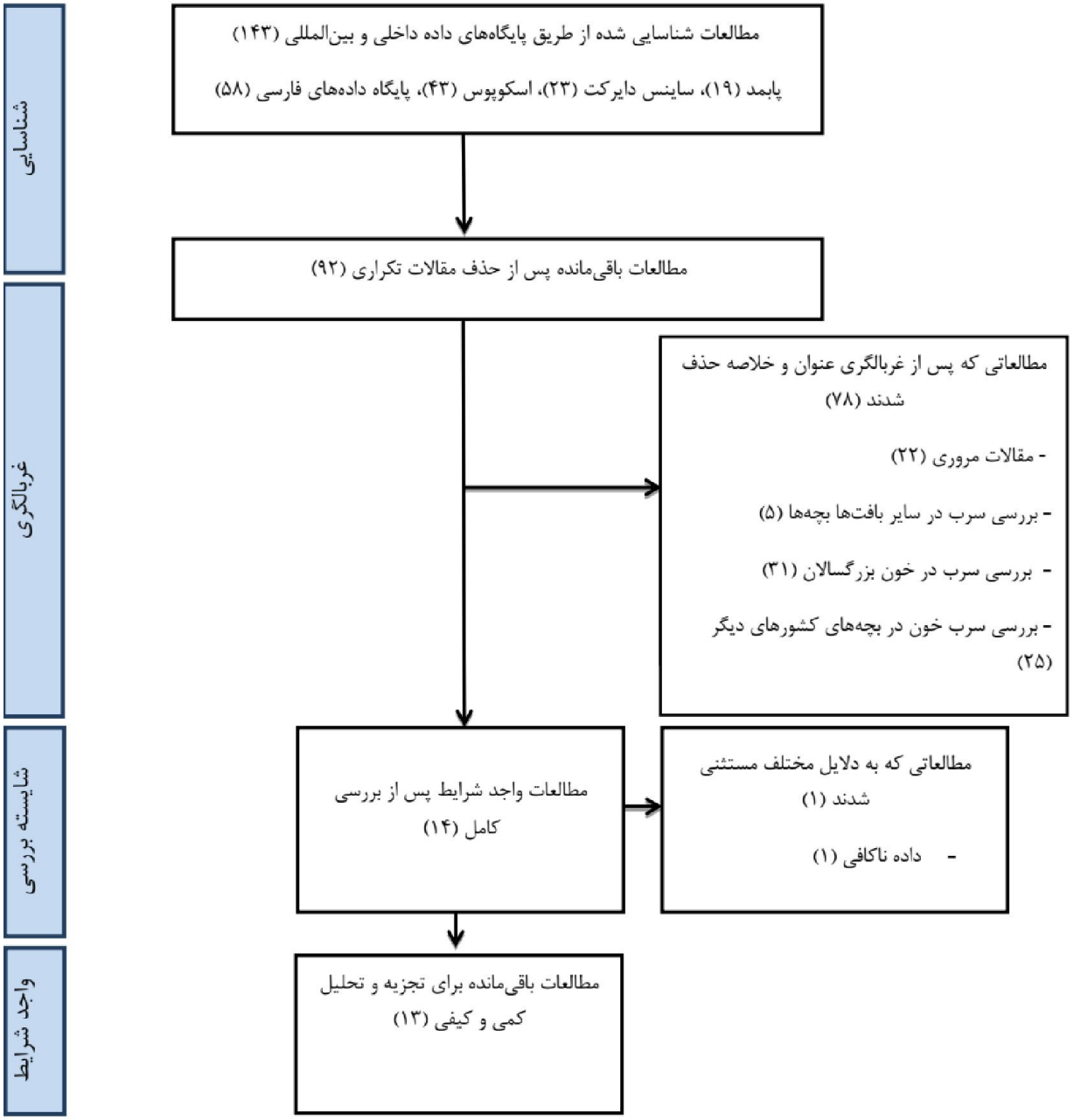
[۱۶-۱۴]. از این رو دولت آمریکا خود را متعهد به کاهش میانگین سطح خونی سرب به ۱/۶ میکروگرم بر دسی‌لیتر در کودکان ۱ - ۵ ساله تا سال ۲۰۲۰ کرد. هم‌چنین تا سال ۲۰۲۰ تعداد کودکان با سطح سرب خونی ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر یا بالاتر به زیر ۱۰ درصد برسد [۱۷]. با توجه به تأثیرات نامطلوب و غیرقابل برگشت سرب بر ضریب هوشی و پیشرفت تحصیلی کودکان، بنابراین کاهش مواجهه با سرب برای بهبود سلامت مادام‌العمر کودکان مهم است [۱۸]. بنابراین هدف از این مطالعه مروری، ارزیابی سطح سرب خون در کودکان ایرانی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

برای انجام پژوهش حاضر، از یک بررسی نظام‌مند جهت روشن شده وضعیت سرب خون در کودکان ۱۰ سال یا کم‌تر استفاده شد. به این منظور، ابتدا مقالات با توجه به کلید واژهای فارسی سرب، سرب خون، سطح سرب خون، کودکان، نوزادان، ایران و یا کلید واژهای انگلیسی lead, blood lead, blood lead levels, children, infants, Iran در پایگاه‌های داده داخلی و بین‌المللی شامل PubMed, Science Direct, Scopus، IranMedex ، Scientific Information Database (SID) و Magiran مورد بررسی قرار گرفت. محدودیت زمانی ابتدایی برای جستجوی مقالات در نظر گرفته نشد، اما مهر ۱۴۰۰ (اکتبر ۲۰۲۱) به عنوان نقطه پایانی جستجوی مقالات در نظر گرفته شد. در ادامه، قسمت منابع مطالعات انتخاب شده نیز برای یافتن مقالات بیش‌تر، مورد بررسی قرار گرفت. هم‌چنین رهنمودهای Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) برای گزارش بررسی نظام‌مند برای غربال‌گری و بررسی فرآیندهای مربوط به این مطالعه دنبال شد [۱۹]. همه مقالاتی که طی جستجوی اولیه دارای کلید واژه‌های مورد نظر در قسمت عنوان، خلاصه و کلمات کلیدی بودند، وارد مطالعه شدند. سپس مطالعاتی که به صورت کتاب، پایان‌نامه، همایش‌ها، خلاصه مقالات پوستر شده در کنگره‌ها از مطالعه خارج شدند. سپس مقالاتی که سطح غلظت سرب در خون کودکان (یا خون بندناف) را در کودکان ۱۰ سال یا کم‌تر گزارش کرده بودند، انتخاب شدند. با توجه به اینکه هدف مطالعه حاضر تعیین میزان سرب در کودکان ایران بود، از این رو در مطالعات مورد – شاهدی، داده‌های هر دو گروه مورد بررسی قرار گرفت. هنگام استخراج داده، ابتدا دو داور به صورت مستقل مطالعات انتخاب شده را مورد ارزیابی کامل قرار دادند. هر گونه اختلاف نظر بین داوران مورد بحث قرار گرفت تا به یک نتیجه واحد دست یافتند. سپس با توجه به نظرات دو داور چک لیستی از اطلاعات لازم تهیه و در صورت نیاز مورد بحث قرار گرفت. سپس با توجه به چک لیست نهایی مورد توافق دو داور، اطلاعات شامل نام نویسنده، سال چاپ مقاله، تعداد نمونه، سن کودک، غلظت سرب، دامنه غلظت و شهر از مطالعات استخراج شد. هم‌چنین با توجه به این‌که مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های آمریکا، سطح سرب خون ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر را به عنوان میزان مرجع برای شناسایی کودکان با سطح سرب بالا تعریف کرده است [۱۷]،

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

بنابراین تعداد کودکان با میزان سرب خون بالای ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر نیز از مطالعات استخراج شد



شکل ۱- فلوچارت مطالعات واجد شرایط در بررسی سیستماتیک (تعداد مقالات).

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

نتایج

مطالعه حاضر به عنوان اولین بررسی نظام‌مند جهت روشن تر شدن وضعیت سرب در خون کودکان ۱۰ سال و کم‌تر ایرانی می‌باشد. در جستجوی اولیه در پایگاه‌های علمی، ۱۴۳ مطالعه مشاهده شد که در نهایت ۱۳ مقاله، از سال ۱۳۸۴ تا ۱۳۹۹ دارای معیارهای ورود جهت بررسی نظام مند شدند (شکل ۱). با توجه به جدول ۱، شش مطالعه به صورت مورد - شاهدی با هدف مقایسه غلظت خونی سرب در کودکان دچار تشنج [۲۰]، اختلال بیش‌فعالی [۲۱]، کم‌خونی [۲۲] و کمبود وزن [۲۴-۲۳] با کودکان سالم طراحی شده بود. هم‌چنین، یک مطالعه مورد - شاهدی دیگر نیز به مقایسه میزان سرب خون در کودکان تازه متولد شده در شهر تهران و روستا های استان گیلان پرداخته بود. هدف این مطالعه تعیین اثر آلاینده‌های محیطی، به خصوص هوا بر روی سطح سرب خون کودکان بود [۲۵]. در ادامه، شش مطالعه به صورت مقطعی و یک مطالعه به صورت کارآزمایی بالینی شاهد دار با هدف تعیین اثر عصاره گشنیز بر میزان دفع سرب در کودکان ۳ تا ۷ ساله طراحی شده بود [۲۶]. در پنج مطالعه، غلظت سرب در نمونه خون بند ناف به عنوان میزان مواجهه با سرب در بدو تولد گزارش شده بود [۲۳-۲۵, ۲۷, ۲۸]. در سه مطالعه انجام شده در مشهد و اصفهان، میزان سرب خون در همه کودکان مورد مطالعه بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است. سطح تحصیلات پدر، استفاده از غذاهای کنسروی، عادت خوردن خاک توسط کودک، آسیب به رنگ خانه و کاهش سطح آهن خون از عوامل مرتبط با افزایش سطح سرب خون در کودکان ایرانی بود. ویژگی‌های اضافی مطالعات در جدول ۱ نشان داده شده است.

بحث

بررسی حاضر نشان می‌دهد که بالاترین و کم‌ترین میانگین غلظت سرب مشاهده شده در کودکان ایرانی به ترتیب ۳۲/۰ ± ۰/۶۵ و ۲۵/۳± ۵۷/۱ میکروگرم بر دسی‌لیتر است [۲۲, ۲۸]. دامنه تغییرات غلظت خونی سرب مشاهده شده در کودکان ایرانی بین ۰/۰۴ تا ۲۱۲ میکروگرم بر دسی‌لیتر است [۲۹، ۲۲]. با توجه به جدول شماره ۱، میانگین غلظت خونی سرب در اکثر مطالعات بیش‌تر از میزان مرجع توصیه شده توسط مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های آمریکا است (۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر). هم‌چنین، در ۳ مطالعه سطح سرب در تمام نمونه های خون مورد برررسی بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر [۲۶، ۲۳-۲۲] و در ۲ مطالعه سطح سرب خون در تقریباً تمام نمونه‌های خون مورد برررسی کم‌تر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر بود [۲۹-۲۸]. هم‌چنین در ۳ مطالعه دیگر، بین ۸ درصد تا ۲۵ درصد نمونه های خون مورد بررسی دارای غلظت سرب بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر بودند [۳۱-۳۰، ۲۷]. کودکان به دلایل مختلف همچون افزایش جذب سرب از طریق سیستم گوارش (۴۵ درصد در مقابل ۵ تا ۱۵درصد در بزرگسالان)، کمبود آهن و کلسیم، سد مغزی خونی نابالغ، توانایی پایین

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

در دفع و هم‌چنین افزایش مواجهه محیطی (ناشی از انتقال دست به دهان) بیش‌تر از بزرگ‌سالان در معرض خطرات مسمومیت ناشی از سرب قرار دارند [۶, ۳۲]. مرکز کنترل و پیشگیری از بیماری‌های آمریکا هیچ سطح سرب خونی ایمن برای کودکان مشخص نکرده است [۳۳]. هم‌چنین سازمان بهداشت جهانی در سال ۲۰۱۹ اعلام کرد که تجزیه و تحلیل داده‌های دوز – پاسخ نشان می‌دهد که هیچ سطح آستانه‌ای برای عوارض جانبی کلیدی سرب نمی‌توان ارائه داد [۳۴]. بنابراین، با توجه به این‌که میزان آلودگی سرب در بعضی از مطالعات تا ۱۰۰درصد نمونه‌های خون مورد بررسی گزارش شده است، از این رو نیاز به کاهش مواجهه با سرب در کودکان ایرانی باید به عنوان مسئله جدی در نظر گرفته شود. هم‌چنین لازم به ذکر است که غلظت سرب در گروه مورد، در مطالعات مورد – شاهدی، تأثیری بر روی تفسیر نتایج نهایی نداشت، چراکه غلظت سرب گزارش شده در این مطالعات تفاوت چندانی با گروه شاهد نداشت.

تأثیر محل سکونت بر روی سطح سرب خون

بررسی حاضر نشان می‌دهد که بیش‌ترین میانگین غلظت سرب خون به ترتیب در کودکان ساکن شهرهای مشهد و اصفهان [۲۶، ۲۳-۲۲، ۲۰] و کم‌ترین میانگین غلظت سرب خون در کودکان ساکن آبادان و بیرجند مشاهده شد است [۳۱، ۲۸]. در ۳ مطالعه انجام شده در شهرهای مشهد و اصفهان میزان سرب خون در تمام نمونه های مورد بررسی بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر بود [۲۶، ۲۳-۲۲]. این در حالی است که، در بررسی‌های انجام شده در آبادان و شهرکرد سطح سرب در تقریبا تمام نمونه‌های خون مورد بررسی کم‌تر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر بود [۲۹-۲۸]. اگرچه مهمترین منابع مواجهه کودکان با سرب شامل گردو غبار و غذا می‌باشد، اما وسایل نقلیه موتوری و شهرک‌های صنعتی نیز در افزایش مواجهه با آلودگی سرب موثر هستند [۳۶-۳۵]. به طوری که، زندگی در شهرهای بزرگ و دوری و نزدیکی به مراکز صنعتی نیز می‌تواند بر روی افزایش مواجهه کودکان با سرب نقش داشته باشد [۳۸-۳۷]. مطالعات نشان داداند که غلظت سرب خون در کودکان ساکن مناطق شهری یا صنعتی بالاتر از کودکان ساکن در مناطق روستایی یا غیرصنعتی است [۴۱-۳۹]. این مسئله می‌تواند ناشی از حضور آلاینده سرب در هوای شهرهای دارای ترافیک سنگین وسایل نقلیه موتوری و هم‌چنین وجود شهرک های صنعتی در داخل یا نزدیک شهرهای بزرگ باشد [۴۳-۴۲]. نتایج بررسی Golmohammadi و همکارانش نشان داد که غلظت سرب خون بند ناف در کودکان تهرانی به طور معنی داری بالاتر از کودکان ساکن مناطق کوهستانی گیلان است [۲۵]. به نظر می‌رسد میزان بالای آلودگی سرب در هوای شهر تهران در مقایسه با مناطق کوهستانی گیلان، می‌تواند علت این افزایش غلظت سرب در کودکان تهرانی باشد [۲۵]. برآورد قبلی در ایران نشان داد که ۶۰ تا ۹۰ درصد سرب در گرد و غبار موجود در هوا و ۱۰ تا ۵۰ درصد سرب در خون افراد ساکن تهران (بدون مواجهه شغلی) را می‌توان به سرب

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

بنزین نسبت داد [۴۴]. در آمریکا حذف سرب از بنزین براساس استاندارد جدید هوا در اواخر دهه ۱۹۷۰ آغاز شد. نتایج این کار منجر به نصف شدن میانگین سرب خون (از ۱۶ به ۸ میکروگرم بر دسی‌لیتر) در ایالات متحده بین سال های ۱۹۷۵ تا ۱۹۸۰ شد [۴۵]. با توجه به حذف سرب از بنزین ایران در سال ۱۳۸۰، به نظر می‌رسد آن دیگر به عنوان یک منبع مهم مواجهه با سرب برای مردم ایران در نظر گرفته نمی‌شود [۴۶]. این در حالی است که بررسی های اخیر نشان می‌دهد که احتراق وسایل نقلیه هنوز هم می‌تواند یک منبع مهم انتشار سرب در شهرهای بزرگ ایران باشند[۴۸-۴۷]. از این رو به نظر می‌رسد کودکان ایرانی که در شهرهای پرجمعیت یا صنعتی زندگی می‌کنند بیش‌تر در معرض خطر مواجهه با سرب هستند[۴۶]. به طوری که بررسی‌ها در تهران نشان می‌دهد که سطح سرب خون و هم‌چنین فراوانی نمونه‌های خون با سطح سرب بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر در کودکان ساکن تهران بالاتر از کودکان ساکن حومه تهران است [۲۷]. هم‌چنین، بررسی‌ها در شهرکرد نشان می‌دهد که میزان سرب خون در کودکانی که در نزدیکی مراکز صنعتی زندگی می‌کنند، بالاتر است [۲۹]. بنابراین، بالاتر بودن غلظت سرب خون در کودکان ساکن شهرهای بزرگ مشهد و اصفهان می‌تواند ناشی از صنعتی بودن و بالاتر بودن ترافیک وسایل نقلیه موتوری این شهرها در مقایسه با آبادان و بیرجند باشد.

در ادامه، نتایج بررسی‌ها در ایران نشان می‌دهد که میزان سرب خون در کودکان ساکن خانه قدیمی و یا کودکان در معرض گرد و غبار ناشی از آسیب به رنگ‌های خانه بالاتر است [۳۱-۲۹]. به طوری که بررسی Panahandeh و همکارانش نشان داد که سطح سرب خون در کودکان ساکن خانه های قدیمی یا خانه‌های در حال بازسازی به طور معنی داری بالاتر است [۲۹]. بررسی‌ها در نیجریه نشان می‌دهد که بین نقاشی و بازسازی اخیر محل اقامت و افزایش سطح سرب خون بند ناف ارتباط معنی‌داری وجود دارد [۴۹]. در آمریکا، پس از ممنوعیت استفاده از سرب در بنزین، منبع اصلی مواجهه کودکان با سرب به رنگ‌های آلوده به سرب و خاک آلوده به سرب نسبت داده شد [۵۱-۵۰]. اگرچه از سال ۱۹۷۱ استفاده از سرب در رنگ‌های خانگی ممنوع شده است، اما ۸۰ درصد خانه‌هایی که تا قبل از ۱۹۵۰ در آمریکا ساخته شده اند بودند (۲۳ میلیون واحد)، از رنگ‌های حاوی سرب برای نقاشی خانه استفاده کرده بودند [۴۵]. بررسی‌ها در آمریکا نشان داد که کاهش سکونت ۱۰ تا ۱۴ ماهه در خانه‌های قدیمی دارای رنگ‌های حاوی سرب، می‌تواند موجب نصف شدن (۲۴/۳به ۱۲/۳ میکروگرم بر دسی‌لیتر) سطح سرب خون کودکان ۶ ماهه تا ۶ ساله شود [۵۲]. از این رو با توجه به نقش رنگ‌های حاوی سرب در افزایش سطح سرب خون در بزرگ‌سالان و کودکان، سازمان بهداشت جهانی طی یک برنامه جامع شروع به تشویق کشورهای جهان به وضع قوانین برای کاهش یا حذف تولید رنگ‌های

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

حاوی سرب تا سال ۲۰۲۰ گرفت [۵۳]. تا پایان سال ۲۰۱۹، تنها ۷۳ کشور از ۱۹۳ کشور عضو سازمان ملل دارای کنترل های قانونی لازم برای محدود کردن تولید، واردات و فروش رنگ‌های سربی را اعمال کرده‌اند. به طوری که در کشورهای منطقه غرب آسیا، تنها سه کشور اردن، عراق و عمان با اعمال قوانینی در این تصمیم جهانی مشارکت کرده‌اند [۵۴]. بنابراین به نظر می‌رسد با اعمال قوانین مربوط به محدود کردن تولید، واردات و فروش رنگ‌های سربی در ایران، می توان به کاهش مواجهه کودکان ایرانی با سرب کمک کرد.

تأثیر سن و جنس بر روی سطح سرب خون

سن از جمله عواملی است که می‌توان بر روی میزان سرب خون نوزاد تأثیر بگذارد. با توجه به جدول ۱، پنج مطالعه به بررسی میزان سرب خون نوزادان در بدو تولد پرداختند. کم‌ترین سطح سرب خون در نوزادن تازه متولد شده در ایران ۰/۶۵میکروگرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است [۲۸]. این در حالی است که میزان سرب خون در کودکان کم‌تر از ۲ سال ۶,۳۷ میکروگرم بر دسی‌لیتر (۲۴)، کودکان ۲ تا ۶ سال ۶,۹ میکروگرم بر دسی‌لیتر [۲۹]، کودکان ۳ تا ۷ سال ۱۶,۳۸ میکروگرم بر دسی‌لیتر [۲۶] و کودکان ۱ تا ۱۰ سال ۵۷,۱ میکروگرم بر دسی‌لیتر گزارش شده است [۲۲]. در مطالعات وارد شده در بررسی حاضر، تنها دو مطالعه به بررسی ارتباط بین سن و غلظت خونی سرب پرداختند. نتایج هر دو مطالعه نشان می‌دهد که غلظت خونی سرب در کودکان کم‌تر از ۴ سال پائین‌تر از کودکان بالاتر از ۴ سال است [۳۱، ۲۹]. اگرچه یک روند منظم افزایش سطح سرب خون کودک با توجه به افزایش سن در تمام مطالعات قابل مشاهد نیست [۳۱، ۲۹]، اما این موضوع به عنوان به یک روند کلی در مطالعات با تعداد نمونه بزرگ قابل مشاهده است [۵۵]. به نظر می‌رسد، افزایش سن از طریق افزایش مواجهه محیطی نوزاد با سرب می‌تواند موجب افزایش سرب تحمیل شده به بدن گردد. در ادامه، شش مطالعه به بررسی تأثیر جنس بر روی میزان سرب خون پرداخته اند. به جزء یک مطالعه [۵۶]، در بقیه بررسی‌ها تفاوت معنی‌داری در سطح سرب خون دختران و پسران ایرانی مشاهده نشد. به طوری که، در سه مطالعه میزان سرب خون در پسران بالاتر از دختران [۳۰، ۲۷، ۲۴] و در سه مطالعه دیگر نیز میزان سرب خون در دختران بالاتر از پسران بود [۵۶، ۳۱، ۲۹]. در برخی از مطالعات انجام شده در سایر کشورهای جهان، غلظت خونی سرب در کودکان پسر بالاتر از دختران گزارش شده است [۶۰-۵۷، ۴۱]. علت این تفاوت می‌تواند به خاطر فعالیت‌های بیش‌تر دست به دهان و فعالیت‌های هنگام بازی کودکان پسر توضیح داده شود [۵۷]. هم‌چنین به نظر می رسد مواجهه با سرب بیش‌تر از دختران بر روی پسران تأثیر سوء می‌گذارد [۶۲-۶۱]. از این رو کاهش مواجهه با سرب، به خصوص در پسران باید جدی در نظر گرفته شود.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

جدول ۱- مشخصات و نتایج مختصر مطالعات وارد شده در بررسی نظام‌مند وضعیت سرب در کودکان بدو تولد تا ۱۰ سال ایرانی

نوسینده اول- سال انتشار - نوع مطالعه(منبع)	تعداد نمونه به نفر (سن کودکان)	میانگین غلظت سرب بر حسب میکروگرم بر دسی‌لیتر (دامنه)	تعداد نمونه با غلظت خونی سرب بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر	شهر	توضیحات
۱۳۸۴- Farhat مورد-شاهدی (۲۰)	شاهد:۱۱۱ مورد: ۹۵ (۱ تا ۷ سال)	شاهد: ۳/۱۱ ± ۱۱/۸ (۵/۳ – ۲۹/۸) مورد: ۳/۵۹ ±۱۲/۶۵ (۱/۳ – ۲۴/۷)	شاهد: ۱۱۱ مورد: گزارش نشده	مشهد	**شاهد: کودکان بدون سابقه صرع** **مورد: کودکان با سابقه صرع**
۱۳۸۴-Iran pour مورد-شاهدی (۲۳)	شاهد: ۳۴ مورد:۳۲ (بدو تولد)	شاهد: ۱/۹±۱۱/۳ (۷/۱ – ۱۴/۶) مورد: ۱/۷ ±۱۰/۷ (۷/۱ –۱۴/۶)	شاهد: ۳۴ مورد: ۳۲	اصفهان	**شاهد: کودکان با وزن بیش‌تر از ۲۵۰۰ گرم** **مورد: کودکان با وزن کم‌تر از ۲۵۰۰ گرم**
- Golmohammadi ۱۳۸۶ مورد-شاهدی (۲۵)	شاهد: ۸۶ مورد: ۸۵ (بدو تولد)	شاهد: ۵/۲± ۶/۵ (۱/۵- ۱۴) مورد: ۳ ± ۵/۹ (۱/۲-۲۶)	گزارش نشده	تهران گیلان	**شاهد: مادران در معرض هوای آلوده به سرب کم (ساکن روستای گیلان)** **مورد: مادران در معرض هوای آلوده به سرب بالا (ساکن تهران)**
۱۳۹۱ - Darogar مورد-شاهدی (۲۱)	شاهد: ۱۰۰ مورد:۱۰۰ (کم‌تر از ۱۰ سال)	شاهد: ۲/۳۶۵ ± ۷/۲ (۱/۸ – ۷/۱۸۹) مورد: ۳/۱۸۶ ± ۷/۱۸۹ (۲,۹ – ۷,۲)	گزارش نشده	تهران	**شاهد: کودکان بدون اختلال بیش‌فعالی و عدم‌توجه** **مورد: کودکان دارای اختلال بیش فعال و عدم‌توجه**
۱۳۹۲ – Keramati مورد-شاهدی (۲۲)	شاهد: ۹۵ مورد:۱۲۵ (۱ تا ۱۰ سال)	شاهد: ۲۵/۳± ۵۷/۱ (۲۰ – ۲۱۲) مورد: ۲۰/۴ ± ۵۷ (۱۰/۹ – ۱۵۹)	شاهد: ۹۵ مورد: ۱۲۵	مشهد	**شاهد: کودکان با سطح آهن نرمال** **مورد: کودکان با مشکل کم خونی کمبود آهن**
۱۳۹۷ - Torabian مورد-شاهدی (۲۴)	شاهد: ۱۰۰ مورد:۱۰۰ (۲> سال)	شاهد: ۵/۹۳ ± ۶/۳۷ (گزارش نشده) مورد: ۳/۳۲ ± ۷/۳ (گزارش نشده)	گزارش نشده	مشهد	**شاهد: کودکان با وزن بیش‌تر از ۲۵۰۰ گرم** **مورد: کودکان با وزن کم‌تر از ۲۵۰۰ گرم**
۱۳۷۸ – Deldar کار آزمایی بالینی (۲۶)	شاهد: ۱۶ مورد: ۱۶ (۳ تا ۷ سال)	شاهد:۴/۰۱ ± ۱۶/۵۴ (گزارش نشده) مورد:۷/۱± ۱۶/۲ (گزارش نشده)	شاهد: ۱۶ مورد: ۱۶	مشهد	**شاهد: دارونما** **مورد: عصاره گشنیز**
۱۳۹۳ – Khosravi مقطعی (۲۷)	۶۰ (بدو تولد)	۲/۲۴ ± ۲/۹۷ (گزارش نشده)	۱۲	تهران	**کودکان سالم**

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

۱۳۹۶ – Nassaji مقطعی (۲۸)	۱۴۷ (بدو تولد)	۰/۶۵ ± ۰/۳۲ (۱/۳۵ - ۰/۳)	۰	آبادان	**کودکان سالم**
۱۳۹۶ – Panahandeh مقطعی (۲۹)	۲۶۲ (۲ تا ۶ سال)	۶/۹ ± ۷/۹ (۵/۲۸ – ۰/۰۴)	۱	شهرکرد	**کودکان سالم**
۱۳۹۶ – Torabi مقطعی [۵۶]	۷۰ (بدو تولد)	۹/۵۴ ± ۱/۷ (۲۰ – ۴)	گزارش نشده	زنجان	**کودکان سالم**
۱۳۹۷ – Hatami مقطعی [۳۰]	دختر: ۱۴۸ پسر: ۱۲۴ (۶ تا ۷ سال)	دختران: ۴/۰۸ ± ۴/۶۹ (گزارش نشده) پسران: ۴/۳۱ ± ۴/۸۵ (گزارش نشده)	۹۴	بوشهر	**کودکان سالم**
۱۳۹۹ – Zardast مقطعی [۶۳]	۴۰۰ (۱ تا ۷ سال)	۲/۴۹ ± ۲/۶۴ (گزارش نشده)	۳۲	بیرجند	**کودکان سالم**

تأثیر عوامل اقتصادی و اجتماعی بر روی سطح سرب خون

در بعضی از مطالعات تأثیر عواملی مانند شغل والدین، مصرف سیگار توسط والدین، سطح تحصیلات والدین و وضعیت اقتصادی خانواده نیز بر روی سطح سرب خون کودکان مورد بررسی قرار گرفته است. با توجه به تجمع فلزات سنگین مانند سرب در گیاه تنباکو، از این رو مصرف سیگار یا مواجهه با دود آن می‌تواند یک منبع افزایش سرب در بدن باشد [۶۴]. در بررسی‌های انجام شده در ایران، اگرچه در بعضی از مطالعات غلظت سرب خون در کودکان در معرض دود سیگار کمی بالاتر بود، اما این تفاوت از نظر آماری معنی‌دار نبود [۳۱، ۲۷]. در ادامه، نتایج بعضی از بررسی‌ها در ایران حکایت از بالاتر بودن سطح سرب خون در کودکان دارای پدر با تحصیلات ابتدایی یا بی‌سواد در مقایسه با پدران داری تحصیلات بالاتر دارد [۳۱-۲۹]. به طوری که در بعضی از مطالعات این اختلاف مشاهده شده معنی‌دار بود [۲۹]. به نظر می‌رسد افراد دارای سطح تحصیلی بالاتر به دلیل شیوه زندگی متفاوت و نه الزاماً سطح دانش بالاتر، کم‌تر در معرض مواجهه با سرب قرار می‌گیرند [۶۵]. هم‌چنین والدین با سطح تحصیلات پایین‌تر اغلب آگاهی کافی از خطرات بهداشتی ناشی از مواجهه با سموم محیطی نداشته و بنابراین بیش‌تر در شرایطی که در معرض گرد و غبار فلزات سنگین قرار دارند ،کار می‌کنند [۶۶]. در ادامه شغل از جمله عواملی است که می‌تواند بر روی غلظت سرب خون تأثیر بگذارد [۶۷]. سطح سرب در کودکان دارای پدران کارگر یا نظامی نسبت به پدران کارمند بالاتر بود [۳۱]. هم‌چنین، میزان سرب خون در کودکانی که پدرانشان در کاخانه باطری سازی کار می‌کردند، بالاتر از کودکان با پدران شاغل در کارخانه‌های کاشی و سرامیک سازی بود [۲۶]. بررسی‌های اخیر در ایران نشان دهنده بالا بودن غلظت

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

خونی سرب در کارگران معدن، جوشکار، باطری ساز، صنایع اتومبیل و نقاشان است [۶۸]. در ادامه، نتایج بعضی از مطالعات نشان از تأثیر معنی‌دار شغل پدر در افزایش غلظت خونی سرب کودک را دارد [۶۹، ۴۱]. به نظر می‌رسد والدین می‌توانند از طریق لباس، کفش، مو، پوست و وسایل نقلیه خود آلودگی را به فضای داخلی خانه انتقال داده و موجب افزایش مواجهه فرزندان خود با سرب شوند [۱۷].

تأثیر وضع اقتصادی خانواده بر میزان سرب خون کودک از جمله دیگر عوامل اجتماعی بود که در بعضی از مطالعات انجام شده در ایران مورد بررسی قرار گرفته بود. نتایج مطالعه Panahandeh و همکاران در شهرکرد نشان داد که میزان سرب در کودکان با وضع اقتصادی ضعیف بالاتر از کودکان با وضع اقتصادی متوسط و خوب است [۲۹]. تأثیر عوامل اقتصادی بر مسمومیت با سرب پیچیده است. به طوری که، فقر و سطح پایین تحصیلات با محرومیت اقتصادی از نیازهای اولیه زندگی (مثل آب و غذای سالم)، شرایط بدتر زندگی و افزایش سوء تغذیه کودکان همراه است [۶۶]. به طوری که کمبود آهن در کودکان می‌تواند با افزایش غلظت خونی سرب همراه باشد [۷۰]. هم‌چنین این امکان وجود دارد که خانواده‌های با وضع اقتصادی ضعیف کم‌تر به بهداشت فرزندان خود توجه کنند [۷۱]. از این رو نتایج یک بررسی اخیر بر روی میزان سرب خون در جمعیت عمومی ۴۴ کشور با درآمد پایین و متوسط نشان دهنده بالاتر بودن غلظت سرب در جمعیت عمومی این کشورها (به خصوص کودکان) در مقایسه با کشورهای با درآمد بالا می باشد [۷۲]. بنابراین به نظر می‌رسد، بهبود وضع اقتصادی و اجتماعی جامعه می‌تواند در کاهش سطح سرب خون کودکان مؤثر باشد.

تأثیر عوامل دیگر بر غلظت سرب خون

علاوه بر عوامل ذکر شده در بالا، در بعضی از مطالعات به تأثیر معنی‌دار استفاده از غذاهای کنسرو شده در ظروف فلزی و عادت خاک خوری در افزایش سطح سرب خون کودکان ایرانی تأکید دارد [۲۹]. بررسی انجام شده در ایران نشان دهنده وجود انواع آلایندهای فلزی از جمله کادمیوم، آرسنیک، جیوه و سرب در انواع ماهی‌های کنسرو شده در ایران می‌باشد. به طوری که میانگین سطح سرب موجود در ماهی‌های کنسرو شده ۰/۲۴ میکروگرم بر گرم گزارش شده است [۷۳]. بنابراین مصرف غذای کنسرو شده می‌تواند به عنوان یک منبع مواجهه با سرب در کودکان در نظر گرفت. از این رو در آمریکا از اوایل دهه ۱۹۹۰ تلاش‌ها برای کاهش مواجهه نوزادان و کودکان خردسال با سرب ناشی از بسته بندی مواد غذایی شروع شد. در سال ۱۹۹۳ اداره دارو و غذای آمریکا میزان سرب مجاز برای نوشیدنی های میوه‌ای کنسرو شده ۸۰ میکروگرم بر کیلوگرم و برای بقیه غذاهای کنسرو شده ۲۵۰ میکروگرم بر کیلوگرم تعریف کرد. هم‌چنین، یک ممنوعیت کامل استفاده از قوطی های مواد غذایی با لحیم سرب، از جمله قوطی های وارداتی در سال ۱۹۹۵ در آمریکا اجرایی شد [۱۷].

در بعضی از مطالعات، روند افزایش غلظت خونی سرب با افزایش سن کودک را ناشی از افزایش مواجهه خارج از خانه

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

با سرب از طریق آب، گرد و غبار، خاک یا دود وسایل نقلیه موتوری می‌دانند [۷۴]. نشت بنزین حاوی سرب به خاک، رنگ‌های بر پایه سرب و آلاینده‌های صنعتی به افزایش سطح سرب در خاک، به ویژه در مناطق شهری و خانه های قدیمی کمک کرده است [۷۵]. از این رو مواجهه استنشاقی یا خوراکی با خاک و یا کاشت میوه و سبزی‌جات در خاک آلوده به سرب می‌تواند یک منبع مهم مواجهه با سرب در کودکان باشد [۷۴]. کودکان می‌توانند با لمس، تنفس یا بازی در خاک آلوده به سرب در معرض سرب قرار گیرند. هم‌چنین آن‌ها می‌توانند ذرات خاک آلوده به سرب را از طریق کفش، لباس یا حیوانات خانگی به داخل خانه آورند [۷۶]. برخی از کودکان خردسال دارای عادت خاک خوری هستند که این مسئله می‌تواند موجب افزایش مواجهه با سرب در آن‌ها شود [۷۵]. از این رو کاهش مواجهه با خاک و جلوگیری از عادت خاک خوری در کودکان می‌تواند در کاهش سطح خونی سرب در کودکان نقش داشته باشد.

ارتباط غلظت سرب خون با شاخص های تن سنجی

مواجهه کودک با سرب می‌تواند در اثر انتقال سرب از مادر به جنین در دوران بارداری رخ دهد. زنان باردار و جنین‌های آن‌ها گروه‌های آسیب پذیر هستند که به دلیل تحریک فیزیولوژیکی ذخایر سرب استخوانی در دوران بارداری و شیردهی در معرض غلظت سرب بیش‌تری قرار دارند [۷۷]. پیامدهای مواجهه با سرب در دوران جنینی شامل سقط خود به خودی [۷۸]، زایمان زودرس [۷۹]، ناهنجاری‌های مادرزادی [۸۰]، وزن کم هنگام تولد [۸۱]، کاهش طول و دور سر است [۸۲]. در بررسی حاضر، هفت مطالعه به تعیین ارتباط بین سطح خونی سرب با شاخص‌های تن سنجی در کودک پرداختند [۵۶، ۳۰، ۲۸-۲۷، ۲۵-۲۳]. نتایج بعضی بررسی‌ها نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری بین غلظت سرب خون نوزاد با وزن [۲۸، ۲۵، ۲۳]، قد [۵۶]، دور سر [۵۶] و هم‌چنین شاخص توده‌بدنی [۳۰] نوزاد وجود ندارد. این در حالی است که تعدادی محدوی از مطالعات نشان می دهد که بین غلظت سرب خون بند ناف با کاهش وزن، قد و دو سر نوزاد در هنگام تولد ارتباط معنی‌داری وجود دارد. [۵۶، ۲۸]. به طور جالبی، بررسی Khosravi و همکارانش نشان داد که میزان وزن هنگام تولد در کودکان با غلظت سرب خون بالای ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر به طور معنی داری بیش‌تر از کودکان با غلظت سرب خون کم‌تر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر است [۲۷]. این در حالی است که بررسی‌ها در مشهد نشان می‌دهد که میزان سرب خون در کودکان زیر دو سال با وزن گیری ناکافی، به طور معنی داری بالاتر از کودکان زیر دو سال با وزن‌گیری طبیعی است [۲۴]. بررسی‌های انجام شده بر روی بیش از ۴۳ هزار مادر آمریکایی نشان می‌دهد که ارتباط معنی‌داری بین افزایش غلظت خون مادر و کاهش وزن کودک وجود دارد. به طوری که به ازای افزایش غلظت سرب خون مادر از صفر به ۵ و ۱۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر، به ترتیب یک کاهش ۶۱ و ۸۷ گرم وزن کودک در هنگام تولد مشاهده شد [۸۱]. این در حالی است که در تعدادی از مطالعات ارتباط معنی‌داری بین غلظت سرب خون بند ناف با شاخص‌های تن سنجی کودک

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

مشاهده نشد [۸۳، ۶۰، ۴۹]. چگونگی تأثیر سرب بر رشد انسان با توجه به مطالعات آزمایشگاهی کنترل شده روی حیوانات به خوبی ثابت شده است. به طوری که سرب می تواند از طریق تأثیر بر محور هیپوتالاموس- هیپوفیز موجب کاهش ترشح هورمون رشد در موش‌های تحت درمان با سرب شود [۸۴].

ارتباط غلظت سرب خون با سایر بیماری‌های کودکان

سرب یک نوروتوکسین است که از طریق تداخل با ناقلین عصبی می‌تواند موجب اختلالاتی عصبی چون صرع، اوتیسم، حواس پرتی، اختلال بیش فعالی و نقص توجه شود [۸۷- ۸۵]. بعضی از مطالعات وارد شده در بررسی حاضر، به بررسی ارتباط غلظت سرب خون با بیماری‌هایی چون اختلال بیش فعالی یا عدم توجه [۲۱]، آنمی [۳۰، ۲۲] و صرع [۲۰] در کودکان ایرانی پرداختند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد که هیچ ارتباط معنی‌داری بین غلظت سرب خون و افزایش صرع، اختلال بیش فعالی یا عدم توجه و آنمی وجود ندارد. توانایی سرب در ایجاد اختلالات عصبی عمدتاً به دلیل توانایی آن در جایگزینی با یون‌های کلسیم است [۸۸]. هم‌چنین بررسی‌ها نشان داده است که کمبود آهن منجر به افزایش جذب سرب از روده می شود [۸۹]. بررسی‌های انجام شده در ایران نشان دهنده ارتباط معنی داری بین افزایش غلظت خونی سرب و کاهش سطح آهن در بین کودکان است [۶۳] از این رو در بعضی از مطالعات بر ارتباط مصرف مکمل‌های کلسیم و آهن بر کاهش غلظت خونی سرب تأکید دارد [۹۱-۹۰]. بنابراین، استفاده از مکمل کلسیم و آهن می‌تواند به عنوان یک راهبرد مهم پیشگیری جهت کاهش سطح سرب خون مادر و کودک در نظر گرفته شود [۹۲، ۹۰].

نتیجه‌گیری

یافته‌های بررسی نظام‌مند حاضر بر روی ۱۳ مطالعه نشان می‌دهد که میانگین سطح سرب خون در اکثر مطالعات بالاتر از ۵ میکروگرم بر دسی‌لیتر است. هم‌چنین سطح سرب خون در کودکان ساکن شهرهای بزرگ اصفهان، مشهد و زنجان به طور خطرناکی بالا می‌باشد. سطح تحصیلات پدر، استفاده از مواد غذایی کنسرو شده، عادت خاک خوری توسط کودک و آسیب به رنگ خانه از جمله عوامل مرتبط با افزایش غلظت خونی سرب در کودکان ایرانی بودند. از این رو اقداماتی مانند عدم استفاده از غذاهای کنسرو شده، بازبینی و ترمیم رنگ آسیب دیده منزل، جلوگیری از خاک خوری و بازی کودک در خاک توصیه می‌شود. انجام مطالعات گسترده تر جهت روشن‌تر شدن وضعیت سرب خون و منابع مواجهه با سرب در کودکان ایرانی یک امر لازم و ضروری به نظر می رسد.

تشکر و قدردانی

از تمامی افرادی که در بهبود مقاله حاضر مشارکت داشته اند، مراتب سپاس و قدردانی به عمل می‌آید.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

References

[1] Briffa J, Sinagra E, Blundell R. Heavy metal pollution in the environment and their toxicological effects on humans. *Heliyon* 2020; 6(9): e04691.

[2] Boldyrev M. Lead: properties, history, and applications. *WikiJournal of Science* 2018; 1(2): 1-23.

[3] Boskabady M, Marefati N, Farkhondeh T, Shakeri F, Farshbaf A, Boskabady MH. The effect of environmental lead exposure on human health and the contribution of inflammatory mechanisms, a review. *Environ Int* 2018; 120(11): 404-20.

[4] Ashraf MW. Levels of heavy metals in popular cigarette brands and exposure to these metals via smoking. *ScientificWorld Journal* 2012; 20 (12): 1-5

[5] Health AAoPCoE. Lead exposure in children: prevention, detection, and management. *Pediatrics* 2005; 116(4): 1036-46.

[6] Woolf AD ,Goldman R, Bellinger DC. Update on the clinical management of childhood lead poisoning. *Pediatr Clin North Am* 2007; 54(2): 271-94.

[7] O'Connor D, Hou D, Ok YS, Lanphear BP. The effects of iniquitous lead exposure on health. *Nat Sustain* 2020; 3(2): 77-79.

[8] Flora G, Gupta D, Tiwari A. Toxicity of lead: a review with recent updates. *Interdiscip Toxicol* 2012; 5(2): 47.

[9] Liu J, Li L, Wang Y, Yan C, Liu X. Impact of low blood lead concentrations on IQ and school performance in Chinese children. *PLoS One* 2013; 8(5): e65230.

[10] Schnur J, John RM. Childhood lead poisoning and the new Centers for Disease Control and Prevention guidelines for lead exposure. *J Am Assoc Nurse* 2014; 26(5): 238-47.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]

[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

[11] Sowers M, Jannausch M, Scholl T, Li W, Kemp FW, Bogden JD. Blood lead concentrations and pregnancy outcomes. *Arch Environ Health* 2002; 57(5): 489-95.

[12] Desrochers-Couture M, Oulhote Y, Arbuckle TE, Fraser WD ,Séguin JR, Ouellet E, et al. Prenatal, concurrent, and sex-specific associations between blood lead concentrations and IQ in preschool Canadian children *Enviro In*. 2018; 121(2): 1235-42.

[13] Raymond J, Wheeler W, Brown MJ, Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Lead screening and prevalence of blood lead levels in children aged 1–2 years—Child blood lead surveillance system, United States, 2002–2010 and national health and nutrition examination survey, United States, 1999–2010. *MMWR Suppl* 2014; 63(2): 36-42.

[14] Cantor AG, Hendrickson R, Blazina I, Griffin J, Grusing S, McDonagh MS. Screening for elevated blood lead levels in childhood and pregnancy: updated evidence report and systematic review for the US Preventive Services Task Force. *Jama* 2019; 321(15):1510-1526

[15] Canfield RL, Henderson CR, Lanphear BP. Intellectual Impairment and Blood Lead Levels. *N Engl J Med* 2003; 349(5): 501-2.

[16] Bellinger DC. Very low lead exposures and children's neurodevelopment. *Curr Opin Pediatr* 2008; 20(2): 172-7.

[17] Dignam T, Kaufmann RB, LeStourgeon L, Brown MJ. Control of lead sources in the United States, 1970-2017: public health progress and current challenges to eliminating lead exposure. *JPHMP* 2019; 25(Suppl): 13-22

[18] Ghaffarian Bahraman A, Taherifard A, Rezaeian M. Status of Lead in ranian Mothers' Milk: A Systematic Review. *JRUMS* 2021; 20(7): 817-34 [Farsi].

[19] Shamseer L, Moher D, Clarke M, Ghersi D, Liberati A, Petticrew M, et al. Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015: elaboration and explanation. *Bmj* 2015; 4 (1): 1-9.

[20] Farhat AS, Parizadeh SM, Balali M, Khademi GR . Comparison of blood lead levels in 1-7 year old children with and without seizure. *Neurosci J* 2005; 10(3): 210-2. [Farsi]

[21] Darogar S, Davari R, Kamran Lalbakhsh A. The association of attention deficit hyperactivity disorder and blood lead level among children less than 10 years old referred to Tehran hospitals in 2007 to 2009. *Medical Sciences Journal of Islamic Azad University* 2012; 22(1): 57-61.

[22] Keramati MR, Manavifar L, Badiee Z, Sadeghian MH, Farhangi H, Mood MB. Correlation between blood lead concentration and iron deficiency in Iranian children. *Niger Med J* 2013; 54(5): 325-8.

[23] Iranpour R, Besharati AA, Nasseri F, Hashemipour M, Balali-Mood M, Kelishadi R. Comparison of blood lead levels of mothers and cord blood in intrauterine growth retarded neonates and normal term neonates. *Saudi Med J* 2007; 28(6): 877-80.

[24] Torabian S, Kiani MA, Anahita AG, Jafari SA, Saeidi M, Khakshour A, et al. Assessment of the blood lead level in children with unexplained failure to thrive (FTT) admitted to pediatrics emergency ward of Ghaem Hospital, Mashhad, Iran. *Int J Pediatr* 2019; 7(3): 9181-7.

[25] Golmohammadi T, Ansari M, Nikzamir A, SAFARI AR, Elahi S. The effect of maternal and fetal lead concentration on birth weight: polluted versus non-polluted areas of Iran.*Tehran Univ Med J* 200; 65(8): 74-8 [Farsi]

[26] Deldar K, Nazemi E, Mood MB, Emami SA, MohammadPour AH, Tafaghodi M, et al. Effect of Coriandrum sativum L. extract on lead excretion in 3-7 year old children. *JBirjandUniMedSci* 2008; 15(3): 11-20. [Farsi]

[27] Khosravi N, Khalesi N, Noorbakhsh S, Tabatabaei A, Ahmadi B, Asgarian R, et al. Serum lead levels of cord blood in newborn immediately after birth. *Tehran Univ Med J* 2014; 72(8): 540-5 [Farsi]

[28] Neda A-N, Fahimeh S, Tahereh ZK, Leila F, Zahra N, Bahman C, et al. Lead level in umbilical cord blood and its effects on newborns anthropometry. *J Clin Diagn* 2017;11(6):SC01.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

[29] Panahandeh G, Khoshdel A, Heidarian E, Amiri M, Rahiminam H. Blood lead levels in children of Southwest Iran, aged 2-6 years and associated factors. *J Clin Diagn* 2017; 11(7): SC01.

[30] Hatami G, Eghbali SS, Darki A, Mohebbi G, Mohebbi F, Motamed N. Serum levels of lead in 6-7year old children in Bushehr in 2012 *ISMJ* 2019; 21(6): 459-71. [Farsi]

[31] Zardast M, Khorashadi-Zadeh SS, Nakhaee S, Amirabadizadeh A, Mehrpour O. Blood lead concentration and its associated factors in preschool children in eastern Iran: a cross-sectional study. *BMC Pediatrics* 2020; 20(1): 1-10.

[32] Fraser S, Muckle G, Despres C. The relationship between lead exposure, motor function and behaviour in Inuit preschool children. *Neurotoxicol Teratol* 2006; 28(1): 18-27.

[33] Wheeler W, Brown MJ. Blood lead levels in children aged 1–5 years—United States, 1999–2010. *MMWR* 2013; 62(13): 245-51.

[34] World Health Organization. exposure to lead: a major public health concern. 2019; Available at: https://www.who.int/publications/i/item/9789240037632. 7 December 2021.

[35] Ghorani-Azam A, Riahi-Zanjani B, Balali-Mood M. Effects of air pollution on human health and practical measures for prevention in Iran. *J Res Med Sci* 2016; 21 (5): 1-12

[36] Han Z, Guo X, Zhang B, Liao J, Nie L. Blood lead levels of children in urban and suburban areas in China (1997–2015): Temporal and spatial variations and influencing factors. *Sci Total Environ* 2018; 625 (12): 1659-66.

[37] Oulhote Y, Le Bot B, Poupon J, Lucas J-P, Mandin C, Etchevers A, et al. Identification of sources of lead exposure in French children by lead isotope analysis: a cross-sectional study. *J Environ Health* 2011; 10(1): 1-12.

[38] Obeng-Gyasi E. Sources of lead exposure in various countries. *Rev Environ Health* 2019; 34(1): 25-34.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

[39] Lin S, Wang X, Yu ITS, Tang W, Miao J, Li J, et al. Environmental lead pollution and elevated blood lead levels among children in a rural area of China. *Am J Public Health* 2011; 101(5): 834-41.

[40] Aelion C, Davis H. Blood lead levels in children in urban and rural areas: Using multilevel modeling to investigate impacts of gender, race, poverty, and the environment. *Sci Total Environ* 2019; 694 (25): 1-8

[41] Rahbar MH, White F, Agboatwalla M, Hozhabri S, Luby S. Factors associated with elevated blood lead concentrations in children in Karachi, Pakistan. *Bull World Health Organ* 2002; 80(10): 769-75.

[42] Xiong Z. Heavy metal contamination of urban soils and plants in relation to traffic in Wuhan city, China. *Toxicol Environ Chem* 1998; 65(4): 31-9.

[43] Gao Z, Cao J, Yan J, Wang J ,Cai S, Yan C. Blood lead levels and risk factors among preschool children in a lead polluted area in Taizhou, China. *Biomed Res Int* 2017; 2(2): 1-8

[44] Abdollahi M, Shohrati M, Nikfar S, Jalali N. Monitoring of lead poisoning in bus drivers of Tehran. *Irn J Med Sci* 1995;20(5):29-33.

[45] Needleman H. Lead poisoning. *Annu Rev Med* 2004; 55: 209-22.

[46] Karrari P, Mehrpour O, Abdollahi M. A systematic review on status of lead pollution and toxicity in Iran; Guidance for preventive measures. *DARU J Pharm Sci* 2012; 20(1): 1-17.

[47] Mehdipour A, Zaeimdar M, Sekhavatjou MS, Jozi SA. Heavy metal concentrations in the outdoor and indoor air of high-traffic areas in Tehran, Iran. *J Adv Environ Health Res* 2020; 8(1): 25-37.

[48] Zarandi SM, Shahsavani A, Khodagholi F, Fakhri Y. Concentration, sources and human health risk of heavy metals and polycyclic aromatic hydrocarbons bound PM 2.5 ambient air, Tehran, Iran. *Environ Geochem Health* 2019; 41(3): 1473-87.

[49] Ladele JI, Fajolu IB, Ezeaka VC. Determination of lead levels in maternal and umbilical cord blood at

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

birth at the Lagos University Teaching Hospital, Lagos. *PloS One* 2019; 14(2): e0211535.

[50] Raymond J, Brown MJ. Childhood blood lead levels-United States, 2007-2012. *Morb Mortal Wkly Rep* 2015; 62(4): 76-80.

[51] Blood lead levels in young children-United States and selected states, 1996-1999. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 2000; 49(50): 12-21

[52] Leighton J, Klitzman S, Sedlar S, Matte T, Cohen NL. The effect of lead-based paint hazard remediation on blood lead levels of lead poisoned children in New York City. *Environ Res* 2003; 92(3): 182-90.

[53] O'Connor D, Hou D, Ye J, Zhang Y, Ok YS, Song Y, et al. Lead-based paint remains a major public health concern: A critical review of global production, trade, use, exposure, health risk, and implications. *Environ Int* 2018; 121(1): 85-101.

[54] United Nations Environment Programme. Update on the Global Status of Legal Limits on Lead in Paint. 201; Available at: https://www.unep.org/resources/ report/2019-update-global-status-legal-limits-lead-paint. 7 December 2021

[55] Wang S, Jin Y, Chen J, Lu L, Li Y, Zhao Q, et al. Blood lead levels of Chinese children from 1991 to 2020: Based on Monte Carlo simulation. *Environ Pollut* 2021; 278(12): e116823.

[56] Torabi Z, Halvachi M, Mohseni M, Khederlou H. The relationship between maternal and neonatal umbilical cord blood lead levels and their correlation with neonatal anthropometric indices. *J Compr Pediatr* 2018; 9(1): e55056

[57] Iriani DU, Matsukawa T, Tadjudin MK, Itoh H, Yokoyama K. Cross-sectional study on the effects of socioeconomic factors on lead exposure in children by gender in Serpong, Indonesia. *Int J Environ Res* 2012; 9(11): 4135-49.

[58] Jedrychowski W, Perera F, Jankowski J, Mrozek-Budzyn D, Mroz E, Flak E, et al. Gender specific differences in neurodevelopmental effects of prenatal exposure to very low-lead levels: the prospective cohort study in three-year olds. *Early Hum Dev* 2009; 85(8): 503-10.

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

[59] Neesanan N, Kasemsup R, Ratanachuaeg S, Kojaranjit P, Sakulnoom K, Padungtod C. Preliminary study on assessment of lead exposure in Thai children aged between 3-7 years old who live in Umphang district, Tak Province. *J Med Assoc Thai* 2011; 94 (S113-2)

[60] Huzior-Bałajewicz A, Pietrzyk JJ, Schlegel-Zawadzka M, Piatkowska E, Zachwieja Z. The influence of lead and cadmium environmental pollution on anthropometric health factors in children. *Prz Lek* 2001; 58(4): 524-31

[61] Llop S, Lopez-Espinosa MJ, Rebagliato M, Ballester F. Gender differences in the neurotoxicity of metals in children. *Toxicology* 2013 Sep 6; 311(2):3-12.

[62] Nishioka E, Yokoyama K, Matsukawa T, Vigeh M, Hirayama S, Ueno T, et al. Evidence that birth weight is decreased by maternal lead levels below 5μg/dl in male newborns. *Reprod Toxicol* 2014; 47(1): 21-26.

[63] Zardast M, Khorashadi-Zadeh SS, Nakhaee S, Amirabadizadeh A, Mehrpour O. Blood lead concentration and its associated factors in preschool children in eastern Iran: a cross-sectional study. *BMC Pediatr* 2020; 20(4): 21-9

[64] Pappas RS. Toxic elements in tobacco and in cigarette smoke: inflammation and sensitization. *Metallomics* 2011; 3(11): 1181-98.

[65] Thanapop C, Geater AF, Robson MG , Phakthongsuk P, Viroonudomphol D. Exposure to lead of boatyard workers in southern Thailand. *J Occup Health* 2007; 49(5): 345-52.

[66] Pelc W, Pawlas N, Dobrakowski M, Kasperczyk S. Environmental and socioeconomic factors contributing to elevated blood lead levels in children from an industrial area of Upper Silesia. *Environ Toxicol Chem* 2016; 35(10): 2597-603.

[67] Ghaffarian-Bahraman A, Taherifard A, Esmaeili A, Ahmadinia H, & Rezaeian M. Evaluation of blood lead among painters of buildings and cars. *Toxicol Ind Health* 2021; 37(12): 1-8

[68] Azami M, Tardeh Z, Mansouri A, Soleymani A, Sayehmiri K. Mean blood lead level in Iranian

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

workers: A systematic and meta-analysis. *Iran Red Crescent Med J* 2018; 20(1): 1-8

[69] Paoliello MMB, De Capitani EM, Da Cunha FG, Matsuo T, de Fátima Carvalho M, Sakuma A, et al. Exposure of children to lead and cadmium from a mining area of Brazil. *Environ Res* 2002; 88(2): 120-8.

[70] Bradman A, Eskenazi B, Sutton P, Athanasoulis M, Goldman LR. Iron deficiency associated with higher blood lead in children living in contaminated environments. *Environ Health Perspect* 2001; 109(10): 1079-84.

[71] Rashid A, Bhat RA, Qadri H, Mehmood MA. Environmental and socioeconomic factors induced blood lead in children: an investigation from Kashmir, India. *Environ Monit Assess* 2019; 191(2): 76.

[72] Ericson B, Hu H, Nash E, Ferraro G, Sinitsky J, Taylor MP. Blood lead levels in low-income and middle-income countries: a systematic review. *Lancet Planet Health* 2021;5(3):e145-e53.

[73] Rahmani J, Fakhri Y, Shahsavani A, Bahmani Z, Urbina MA, Chirumbolo S, et al. A systematic review and meta-analysis of metal concentrations in canned tuna fish in Iran and human health risk assessment. *Food Chem Toxicol* 2018; 118(12): 753-65.

[74] Zhang Y, O'Connor D, Xu W, Hou D. Blood lead levels among Chinese children: The shifting influence of industry, traffic, and e-waste over three decades. *Environ int* 2020; 135(9): 105379.

[75] Mielke HW, Reagan PL. Soil is an important pathway of human lead exposure. *Environ Health Perspect* 1998; 106(Suppl 1): 217-29.

[76] Laidlaw M A, Filippelli GM, Brown S, Paz-Ferreiro J, Reichman SM, Netherway P, Mielke H W. Case studies and evidence-based approaches to addressing urban soil lead contamination. *Applied Geo* 2017; 83 (10): 14-30.

[77] Téllez-Rojo M M, Hernández-Avila M, Lamadrid-Figueroa H, Smith D, Hernández-Cadena L, Mercado A, Hu H. Impact of bone lead and bone resorption on plasma and whole blood lead levels

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

during pregnancy. *Am J Epidemiol* 2004; 160(7): 668-78.

[78] Borja-Aburto VH, Hertz-Picciotto I, Lopez MR, Farias P, Rios C, Blanco J. Blood lead levels measured prospectively and risk of spontaneous abortion. *Am J Epidemiol* 1999; 150(6): 590-7.

[79] Cheng L, Zhang B, Huo W, Cao Z, Liu W, Liao J, et al. Fetal exposure to lead during pregnancy and the risk of preterm and early-term deliveries. *Int J Hyg Environ Health* 2017; 220(6): 984-9.

[80] Bellinger DC. Teratogen update: lead and pregnancy. *Birth Defects Res A Clin Mol Teratol* 2005; 73(6): 409-20.

[81] Zhu M, Fitzgerald EF, Gelberg KH, Lin S, Druschel CM. Maternal low-level lead exposure and fetal growth. *Environ Health Perspect* 2010; 118(10): 12-19

[82] Schell LM, Denham M, Stark AD, Parsons PJ, Schulte EE. Growth of infants' length, weight, head and arm circumferences in relation to low levels of blood lead measured serially. American Journal of Human Biology. *Am J Hum Biol* 2009; 21(2): 180-7.

[83] Falcón M, Viñas P, Luna A. Placental lead and outcome of pregnancy. *Toxicology* 2003 14; 185(2): 59-66.

[84] Berry Jr WD, Moriarty CM, Lau Y-S. Lead attenuation of episodic growth hormone secretion in male rats. *Int J Toxicol* 2002; 21(2): 93-8.

[85] Nigg JT, Knottnerus GM, Martel MM, Nikolas M, Cavanagh K, Karmaus W, et al. Low blood lead levels associated with clinically diagnosed attention–deficit/hyperactivity disorder and mediated by weak cognitive control. *Biol Psychiatry* 2008; 63(3): 325-31.

[86] Banerjee TD, Middleton F, Faraone SV. Environmental risk factors for attention-deficit hyperactivity disorder. *Acta Paediatr* 2007; 96(6): 69-74

[87] Frye RE, Casanova MF, Fatemi SH, Folsom TD, Reutiman TJ, Brown GL, et al. Neuropathological

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

mechanisms of seizures in autism spectrum disorder. *Fron Neurol* 2016; 10: 192.

[88] Sanders T, Liu Y, Buchner V, Tchounwou PB. Neurotoxic effects and biomarkers of lead exposure: a review. *Rev Environ Health* 2009; 24(1): 15-45.

[89] Ahamed M, Singh S, Behari J, Kumar A, Siddiqui M. Interaction of lead with some essential trace metals in the blood of anemic children from Lucknow, India. *Clin Chim Acta* 2007; 377(1): 92-7.

[90] Ettinger AS, Hu H, Hernandez-Avila M. Dietary calcium supplementation to lower blood lead levels in pregnancy and lactation. *J Nutr Biochem* 2007; 18(3): 172-8.

[91] Choi J, Kim S. Association between blood lead concentrations and body iron status in children. *Arch Dis Child* 2003; 88(9): 791-2.

[92] Bradman A, Eskenazi B, Sutton P, Athanasoulis M, Goldman LR. Iron deficiency associated with higher blood lead in children living in contaminated environments. *Environ Health Perspect* 2001; 109(10): 1079-84. .

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]
[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]
[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]

Evaluation of Blood Lead Levels in Iranian Children: A Systematic Review

Ali Ghaffarian Bahraman[1], Mohsen Rezaeian[2]

Received: 29/09/21 Sent for Revision: 08/10/21 Received Revised Manuscript: 15/11/21 Accepted: 21/11/21

Background and Objectives: Exposure to lead and its effects on children's health is one of the most important and widespread concerns of human societies today. Therefore, the purpose of this systematic study was to evaluate blood lead levels in Iranian children.

Materials and Methods: In this systematic review, PubMed, Scopus, Science Direct, Scientific Information Database (SID), and Iran Medex databases were comprehensively searched for papers published from 2005 to the end of October 2021. Studies that reported blood lead levels in Iranian children were collected. Then the articles were evaluated according to a pre-prepared checklist.

Results: Of a total of 143 articles found in the initial search, 13 studies were included in our systematic review. The lowest and highest mean blood lead levels were 0.65 micrograms per deciliter in Abadan and 57.1 micrograms per deciliter in Mashhad, respectively. In three studies conducted in Mashhad and Isfahan, blood lead levels were reported to be higher than 5 Micrograms per deciliter in all children studied. The level of education of the father, the use of canned food, the habit of eating soil by the child, damage to the paint of the house, and the reduction of blood iron levels were the effective factors in increasing the blood lead levels in Iranian children.

Conclusion: Due to the high prevalence of blood lead samples above 5 micrograms per deciliter in some studies, reducing the exposure to lead should be seriously pursued by health policy makers and health systems.

Key words: Blood lead levels, Children, Iran, Systematic review

Funding: This study did not have any funds.

Conflict of interest: None declared.

Ethical approval: None applicable.

How to cite this article: Ghaffarian Bahraman Ali, Rezaeian Mohsen. Evaluation of Blood Lead Levels in Iranian Children: A Systematic Review. *J Rafsanjan Univ Med Sci* 2022; 21 (02): 221-44. [Farsi]

1- PhD in Toxicology, Occupational Environment Research Center, Medical School, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran

2- Prof., Dept. of Epidemiology and Biostatistics, Occupational Environmental Research Center, Medical School, Rafsanjan University of Medical Sciences, Rafsanjan, Iran, ORCID: 0000-0003-3070-0166

(Corresponding Author) Tel: (034) 31315123, Fax: (034) 31315123, E-mail: moeygmr2@yahoo.co.uk

[Downloaded from journal.rums.ac.ir on 2026-11-16]

[DOR: 20.1001.1.17353165.1401.21.2.1.0]

[DOI: 10.52547/jrums.21.2.221]