

بررسی سطح سرمی روی در دانش‌آموزان دوره راهنمایی شهر سنندج و ارتباط آن با شاخص توده بدنی و وضعیت تحصیلی دکتر صلاح‌الدین احمدی^۱، دکتر ناهید قطی^۲، سروس شهسواری^۳، دکتر آزاد ماجدی^۴، دکتر شاهو مظهري^۴

۱- استادیار گروه فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی کردستان (مؤلف مسؤول) slahadin@yahoo.com

۲- استادیار گروه اطفال، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، بیمارستان بعثت

۳- کارشناس ارشد اپیدمیولوژی، عضو هیئت علمی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان

۴- پزشک عمومی

چکیده

زمینه و هدف: روی یک عنصر ضروری برای سلامتی انسان بوده و کمبود آن می‌تواند انواع ناهنجاری‌های بیوشیمیایی را در انسان ایجاد نماید. سطح سرمی روی در نوجوانان شهر سنندج مشخص نیست. هدف این مطالعه تعیین سطح سرمی روی در دانش‌آموزان دوره راهنمایی شهر سنندج و ارتباط آن با جنس، نمایه توده جسمی بدن و وضعیت تحصیلی بود.

روش بررسی: در این مطالعه مقطعی ۳۰۱ نفر دانش‌آموز پسر و دختر در مدارس راهنمایی شهر سنندج به صورت تصادفی انتخاب و ضمن تعیین نمایه توده جسمی بدن و بررسی وضعیت تحصیلی، غلظت روی سرم آنها با اسپکترومتری جذب اتمی شعله‌ای اندازه‌گیری شد. داده‌های گردآوری شده با استفاده از تست‌های آماری تی، آنالیز واریانس و ضریب همبستگی پیرسون مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت.

یافته‌ها: میانگین کلی روی سرم، بدون در نظر گرفتن جنس $90/1 \pm 19/1$ میکروگرم بر دسی‌لیتر بود. میانگین سطح سرمی روی در پسران، $93/6 \pm 22/6$ میکروگرم در دسی‌لیتر و بطور معنی‌داری بیشتر از میانگین سطح سرمی روی در دختران، $87/4 \pm 15/4$ میکروگرم در دسی‌لیتر، بود ($p < 0/05$). در $31/2$ درصد از دانش‌آموزان میزان روی سرم کمتر از نرمال بود. بین شاخص توده بدن و وضعیت تحصیلی دانش‌آموزان با میزان روی سرم ارتباطی مشاهده نشد.

نتیجه‌گیری: بیش از ۳۰ درصد از دانش‌آموزان دوره راهنمایی در شهر سنندج دچار کمبود شدید و یا خفیف روی هستند. نظر به اهمیت روی در سلامت انسان مطالعات کاملتری بمنظور آگاهی از وضعیت روی سرم در سطح استان و به منظور برنامه‌ریزی جهت مداخلات بعدی پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژه‌ها: روی سرم، دانش‌آموزان، شاخص توده بدن، اسپکترومتری جذب اتمی

وصول مقاله: ۸۶/۵/۲۹ اصلاح نهایی: ۸۶/۹/۱۳ پذیرش مقاله: ۸۶/۹/۲۱

مقدمه

روی به عنوان یک ریز مغذی^۱ و یک عنصر نادر^۲ برای سلامت انسان مورد نیاز بوده و برای بسیاری از اعمال زیستی نظیر

رشد فیزیکی، کنترل دیابت، تکثیر

سلولها و کارایی سیستم ایمنی ضروری است (۶-۱). کمبود روی منجر به درماتیتیس شدید، به تأخیر افتادن رشد، اختلالات سیستم ایمنی، متابولیک و تولید مثلی می‌شود (۷-۱۰).

1. Micronutrient
2. Trace element

در دانش‌آموزان مدارس راهنمایی شهر سنندج، این مطالعه به منظور تعیین میزان شیوع کمبود روی بر حسب جنس و ارتباط آن با وضعیت تحصیلی و شاخص‌های آنتروپومتریک، قد و وزن، طراحی گردید.

روش بررسی

نوع مطالعه توصیفی-تحلیلی (مقطعی) بوده و جامعه آماری مورد بررسی کلیه دانش‌آموزان مدارس راهنمایی شهر سنندج در سال ۱۳۸۵ بود. با فرض شیوع ۲۵ درصدی کمبود روی بنا به مطالعات مختلف و حدود اطمینان ۹۵ درصد و دقت ۵ درصد تعداد نمونه مورد نیاز ۲۸۸ نفر بود که جهت بدست آوردن دقت بیشتر تعداد ۳۰۱ نفر انتخاب گردید.

برای انتخاب نمونه‌ها ابتدا از کلیه مدارس راهنمایی شهر سنندج تعدادی مدارس دخترانه و پسرانه به صورت تصادفی انتخاب و بعد از مراجعه به هر مدرسه با استفاده از نمونه‌گیری تصادفی ساده تعداد تقریبی ۳۰ نفر انتخاب شد. قد و وزن دانش‌آموزان انتخاب شده اندازه‌گیری و شاخص توده بدن از طریق تقسیم وزن بر حسب کیلوگرم بر مجذور قد بر حسب متر محاسبه گردید. شاخص توده بدن در محدوده بین ۱۸/۵ تا ۲۵ نرمال، کمتر از ۱۸/۵ زیر نرمال و بالاتر از ۲۵ بیشتر از نرمال در نظر گرفته شد. وضعیت درسی دانش‌آموزان با مراجعه به پرونده تحصیلی بر حسب معدل بصورت عالی (بالای ۱۹)، خوب (۱۷ تا ۱۹)، متوسط (۱۴ تا کمتر از ۱۷) و ضعیف (زیر ۱۴) دسته‌بندی شد. جهت بررسی سطح سرمی روی دانش‌آموزان از سیاهرگ ناحیه

روی بر روی اعمال شناختی و حرکتی در بچه‌ها مؤثر بوده و استفاده از مکمل‌های روی در بچه‌های دچار کمبود روی سبب بهبود اعمال عصبی-روانی می‌گردد (۱۴-۱۱). استفاده از مکمل‌های روی در دوران حاملگی بر تکامل قبل و بعد از تولد بچه، افزایش سرعت رشد نوزادان، کاهش دوره اسهال حاد و مزمن و بهبود بیماری مؤثر است (۱۹-۱۵). بین قد بچه‌ها و غلظت پلاسمایی روی ارتباط مستقیم و بین شاخص توده بدنی حاملگی و غلظت پلاسمایی روی در ابتدای حاملگی رابطه معکوس گزارش شده است (۲۰، ۲۱). تصور می‌شود حوزه وسیع عملکرد روی در موجود زنده ناشی از نقش کوفاکتوری آن در پروتئین‌های زینک فینگر^۳ باشد که در ابراز ژنی انواع فاکتورهای رشد، فاکتورهای رونویسی و رسپتورهای داخل هسته‌ای هورمون‌ها نقش دارند (۲۶-۲۲).

بر اساس گزارش سال ۲۰۰۲ سازمان بهداشت جهانی کمبود روی یکی از مهمترین علت بیماری در کشورهای با درآمد پایین، پنجمین ریسک فاکتور در کشورهای در حال توسعه و در مقیاس جهانی یازدهمین ریسک فاکتور است. بار ناشی از کمبود روی هشتصد هزار مرگ در سال و میزان سال‌های زندگی سالم از دست رفته بیش از بیست و هشت میلیون سال برآورد شده است (۲۷).

نظر به اهمیت روی در سلامت نوجوانان و نداشتن اطلاعات کافی در ارتباط با شیوع کمبود روی

3. Zinc Finger

کمبود روی در دختران ۳۳/۵ درصد و در پسران ۲۸/۳ درصد بود. میزان همبستگی بین شاخص توده بدن و مقدار روی سرم ۰/۰۷۷ بود که معنی‌دار نبود. بین میزان روی سرم با وضعیت تحصیلی دانش‌آموزان ارتباط معنی‌داری بدست نیامد (جدول ۲).

آرنج دست هر دانش‌آموز ۵ میلی‌لیتر خون جمع‌آوری و بمدت پنج دقیقه با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه سانتریفوژ گردید. بخش فوقانی نمونه‌های سانتریفوژ شده (سرم) جدا و در اسید سولفوریک یک دهم نرمال رقیق گردید. سطح سرمی روی توسط دستگاه جذب اتمی (Variant Spectra AA 220) به روش اسپکترومتری شعله^۴ در سازمان انرژی اتمی اندازه‌گیری شد. غلظت سرمی کمتر از ۷۰ میکروگرم بر دسی‌لیتر کمبود شدید، محدوده بین ۷۰ تا ۷۹/۹ کمبود خفیف، ۸۰ تا ۱۱۹/۹ تقریباً نرمال و بیشتر از ۱۲۰ نرمال در نظر گرفته شدند.

داده‌ها وارد محیط آماری SPSS win شده و با استفاده از آمار توصیفی مقادیر میانگین و انحراف معیار بدست آمد. تحلیل فرضیه‌های پژوهش با استفاده از تست‌های آماری تی، آنالیز واریانس یک طرفه و ضریب همبستگی پیرسون انجام شد.

یافته‌ها

در این مطالعه که بر روی تعداد ۱۳۴ پسر و ۱۶۷ دختر انجام شد. میانگین کلی روی سرم بدون در نظر گرفتن جنس $90/1 \pm 19/1$ میکروگرم بر دسی‌لیتر بود. میزان روی سرم در پسران با میانگین $93/6 \pm 22/6$ نسبت به دختران با میانگین $87/4 \pm 15/4$ میکروگرم بر دسی‌لیتر بطور معنی‌داری بیشتر بود ($p < 0/05$). شیوع کمبود شدید و خفیف روی بترتیب ۷/۶ و ۲۳/۶ درصد و میزان کلی شیوع کمبود روی ۳۱/۲ درصد بود (جدول ۱).

جدول ۱: توزیع فراوانی وضعیت روی سرم بر حسب جنس

وضعیت روی سرم (میکروگر بر دسی‌لیتر)	کمبود شدید (کمتر از ۷۰)		کمبود خفیف (۷۰ تا ۷۹/۹)		تقریباً نرمال (۸۰ تا ۱۱۹/۹)		نرمال (بیشتر از ۱۲۰)		کل
	فراوانی درصد	فراوانی د	فراوانی درصد	فراوانی د	فراوانی درصد	فراوانی د	فراوانی درصد	فراوانی د	
پسر	۱۱	۸/۲	۲۷	۱/۲۰	۸۶	۲/۶۴	۱۰	۵/۷	۱۳۴
دختر	۱۲	۷/۲	۴۴	۳/۲۶	۱۰۶	۵/۶۳	۵	۳/۰	۱۶۷
کل	۲۳	۷/۶	۷۱	۶/۲۳	۱۹۲	۸/۶۳	۱۵	۵/۰	۳۰۱

جدول ۲: مقایسه میانگین روی بر حسب وضعیت تحصیلی

P. value	وضعیت تحصیلی	میانگین	انحراف معیار	کرانه پائین	کرانه بالا
۰/۵۶۵	ضعیف	۸۹/۳	۱۷/۰	۸۵/۲	۹۳/۵
معنی‌دار	متوسط	۸۸/۶	۱۸/۵	۸۵/۰	۹۲/۳
نیست	خوب	۹۲/۹	۲۰/۵	۸۷/۰	۹۸/۸
NS	عالی	۹۱/۲	۱۹/۷	۸۶/۷	۹۵/۷
	کل	۹۰/۱	۱۹/۱	۸۸/۰	۹۲/۳

NS: Non Significant

بحث

ناشی از سندروم‌های مرتبط با عملکرد نامناسب متابولیک یا ژنتیک و یا بدلیل تغذیه‌ای باشد (۲۷).

اگر چه روی عمدتاً یک عنصر داخل سلولی بوده و غلظت پلاسمایی و یا سرمی آن لزوماً منعکس کننده غلظتی بافتی آن نیست ولی از غلظت سرمی آن می‌توان به عنوان یک شاخص نسبتاً قابل اعتماد برای بررسی وضعیت روی بدن استفاده کرد (۳۴،۳۵). میانگین کلی روی سرم در این مطالعه بدون در نظر گرفتن جنس $90/1 \pm 19/1$ میکروگرم در دسی‌لیتر و در پسران، $93/6 \pm 22/6$ ، نسبت به دختران، $87/4 \pm 15/4$ ، بالاتر بود.

بنظر می‌رسد در کشورهای در حال توسعه علت اصلی کمبود روی تغذیه‌ای است (۳۳). در این مطالعه نیز شیوع کلی کمبود روی $31/2$ درصد بود که $7/6$ درصد افراد مورد مطالعه دارای کمبود شدید و $23/6$ درصد دارای کمبود خفیف بودند. کمبود روی مشاهده شده

اهمیت روی در سلامت انسان کاملاً مشخص و مشکلات ناشی از کمبود روی متعدد و از اختلالات جزئی، نظیر اختلال در الگوی رشد و یا اشکال در ذائقه، تا اختلالات بسیار جدی و تهدید کننده حیات را شامل می‌شود (۲۸-۳۰). اگرچه بیش از هفتاد سال است که

ضروری بودن روی برای رشد و بقا حیوانات مشخص شده است (۳۱) تا قبل از گزارش پرساد و همکارانش در سال ۱۹۶۱ در ارتباط با نقش روی به عنوان یک فاکتور اتیولوژیک اصلی در سندرم کوتوله‌گی تغذیه‌ای بزرگسالی^۵ در یک مرد بیست و یک ساله ایرانی، تصور نمی‌شد که انسان ممکن است دچار کمبود روی شده و این موضوع اهمیت کلینیکی داشته باشد (۳۲). اکنون برآورد شده است که یک سوم جمعیت ساکنان زمین دچار کمبود روی هستند که ممکن است

5. Adolescent Nutritional Dwarfism

سال، در تهران قابل مقایسه ولی کمتر از میانگین روی سرم در دختران ساکن تهران است (۴۵). تفاوت برآورد شیوع کمبود روی در این مطالعه با سایر مطالعات را میتوان به فاکتورهایی نظیر سن گروه هدف، وضعیت اجتماعی-اقتصادی جامعه مورد مطالعه، مکان انجام مطالعه و یا عاداتی غذایی گروه‌های مطالعه شده، متغیرهایی که تصور میشود بر روی غلظت پلاسمایی روی مؤثر باشند، نسبت داد (۴۶).

اگرچه مطالعه انجام گرفته در سال ۱۳۷۵ بر روی دانش‌آموزان هشت تا ده ساله کشور، استان کردستان را نیز شامل شده است (۴۳) ولی با توجه به تفاوت حجم نمونه، جمعیت هدف و نیز قدیمی بودن مطالعه فوق، انجام این مطالعه در دانش‌آموزان راهنمایی شهر سنندج به شکل متمرکز، با حجم نمونه بزرگتر و در مقطع سنی متفاوت ضروری بنظر میرسد.

بر اساس نتایج این مطالعه که با استفاده از غلظت سرمی روی بدست آمد بیش از سی درصد نوجوانان در شهر سنندج از کمبود شدید و یا خفیف روی رنج می‌برند. بر اساس توصیه سازمان بهداشت جهانی در صورت شیوع کمبود روی بیش از بیست درصد در یک جامعه برنامه‌های مداخله‌ای بمنظور بهبود وضعیت لازم است (۴۷). در صورتیکه نتایج بدست آمده در این مطالعه قابل تعمیم به مقاطع سنی بالاتر نظیر سن باروری باشد درصد بالایی از بانوان باردار در شهر سنندج از کمبود روی رنج می‌برند. با توجه به اینکه شواهد زیادی دال بر

در این مطالعه نیز احتمالاً علل تغذیه‌ای داشته و بدلیل نبود مقدار کافی غذاهای غنی از ریز مغذی روی نظیر گوشت قرمز در رژیم غذایی دانش‌آموزان و یا ناشی از استفاده زیاد از مواد غذایی نظیر فیتاتها است که در جذب روی تداخل ایجاد می‌کنند، مخصوص که نان تهیه شده از آرد بدون سبوس، بخش نسبتاً بزرگی از جیره غذایی مردم شهر را تشکیل می‌دهد.

ارتباط بین شاخص توده بدنی و وضعیت روی پلاسمای کاملاً مشخص نیست (۳۶،۳۷). در این مطالعه نیز رابطه‌ای بین شاخص توده بدن و سطح روی سرم دیده نشد و ضریب همبستگی بدست آمده ۰/۰۷۷ بود و بیانگر آن است که دانش‌آموزان با شاخص توده بدنی بالا به همان اندازه افراد با شاخص توده بدنی نرمال و یا کمتر از نرمال در معرض خطر کمبود روی هستند.

در مطالعاتی که بر روی گروه‌های سنی مختلف در کشورهای ژاپن، یونان و هندوستان انجام شده است مقدار روی سرم بترتیب ۸۲±۱۵، ۷۷/۱۱±۱۷/۶۷ و ۱۰۶/۶±۵/۸۹ میکروگرم بر دسلیتر گزارش شده است (۴۰-۳۸). کمبود روی در نوزادان کمتر از دو سال در کشور مکزیک ۳۴/۰ درصد، در کارکنان سالم بیمارستان فیروزگر تهران ۴۷/۰ درصد، در دانش‌آموزان هشت تا ده ساله دبستانی بیست و سه استان کشور ۱۴/۰ درصد و در دانش‌آموزان راهنمایی شهر زاهدان ۴۲/۸ درصد گزارش شده است (۴۱-۴۴). میانگین روی سرم در دانش‌آموزان پسر در این مطالعه با مقدار گزارش شده برای نوجوانان پسر، ۱۱ الی ۱۶

شده و منجر به صرفه جویی در هزینه‌های بخش درمان کشور و ارتقای سطح سلامت جامعه منجر می‌گردد. در این تحقیق به علت محدودیت هزینه‌ای، ضریب اثر طرح در تعیین حجم نمونه لحاظ نگردید.

نتیجه‌گیری

بر اساس نتایج این مطالعه می‌توان گفت که کمبود کلی روی در نوجوانان دانش‌آموز شهر سمنان بیش از سی درصد است. مطالعات کاملتری به منظور تعیین شیوع کمبود روی در سطح استان در گروه‌های مختلف سنی و با هدف برنامه‌ریزی جهت مداخله بمنظور بهبود وضعیت توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی کردستان انجام شده است. نویسندگان مقاله تشکر و قدردانی خود را نسبت به شرکت‌کنندگان در مطالعه، سازمان انرژی اتمی ایران و سایر افرادی که در اجرای این مطالعه همکاری داشته‌اند، ابراز می‌دارند.

نقش مثبت استفاده مکمل‌های روی در زمان حاملگی بر روی نتیجه حاملگی وجود دارد (۵۲-۴۸) و نظر به اهمیت روی در سلامت مردم بخصوص سلامت مادر و جنین، وجود برنامه‌های مداخله‌ای نظیر تغذیه مادران باردار و یا شیرده و یا بچه‌های تازه متولد شده با مواد غذایی غنی شده با روی البته با در نظر گرفتن تداخل بین ریز مغذیها پیشنهاد می‌گردد.

به عنوان یک کشور در حال توسعه و نظر به برنامه‌های در نظر گرفته شده در راستای توسعه، در بعضی از شاخصها نظیر کاهش وزن هنگام تولد به شاخص‌های کشورهای توسعه یافته نزدیک شده‌ایم. با توجه به اهمیت روی در سلامت و با توجه به شیوع بالای کمبود روی و هزینه بالای مراقبت و درمان بیماری‌های ناشی از کمبود روی، استئوپوروز، دیابت و غیره، داشتن استراتژی‌های کوتاه و بلند مدت در این مورد ضروری بوده و هر نوع هزینه ناچیز در این مورد، از طریق غربالگری و مداخله بمنظور پیشگیری، سرمایه‌گذاری محسوب

References

1. Prasad AS. Zinc: An overview. *Nutrition* 1995; 11: 93-99.
2. Rink L, Haase H. Zinc homeostasis and immunity. *Trends Immunol* 2007; 28: 1-4.
3. Hambridge KM, Walravens PA. Disorders of mineral metabolism. *Clin Gastroenterol* 1982; 11: 87-118.
4. MacDonald RS. The role of zinc in growth and cell proliferation. *J Nutr* 2000; 130 (5S Suppl): 1500S-8S.
5. Cuevas LE, Koyanagi A. Zinc and infection: a review. *Ann Trop Paediatr* 2005; 25: 149-60.
6. Shankar AH, Prasad AS. Zinc and immune function: the biological basis of altered resistance to infection. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(2 Suppl): 447S-463S.
7. Apgar, J. Zinc and reproduction. *Annu Rev Nutr* 1985; 5: 43-68.
8. Beach RS, Gershwin ME, Hurley LS. Persistent immunological consequences of gestation zinc deprivation. *Am J Clin Nutr* 1983; 38: 579-90.

9. Moynahan EJ. Acrodermatitis enteropathica: a lethal inherited human zinc-deficiency disorder. *Lancet* 1974; 2: 399-400.
10. Fraker, PJ, and LE King. Reprogramming of the immune system during zinc deficiency. *Annu Rev Nutr* 2004; 24: 277-298.
11. Penland J, Sanstead H, Egger N, Dayal H, Alcock N, Plotkin R, and et al. Zinc, iron and micronutrient supplementation effects on cognitive and psychomotor function of Mexican-American school children. *FASEB J* 1999; 13: A921.
12. Sanstead, HH, Penland JG, Alcock NW, Dayal HH, Chen XC, Li JS, and et al. Effects of repletion with zinc and other micronutrients on neuropsychologic performance and growth of Chinese children. *Am J Clin Nutr* 1998; 68: 470S-475S.
13. Black MM. The evidence linking zinc deficiency with children's cognitive and motor functioning. *J Nutr* 2003; 133(5 Suppl 1): 1473S-6S.
14. Bryan J, Osendarp S, Hughes D, Calvaresi E, Baghurst K, van Klinken JW. Nutrients for cognitive development in school-aged children. *Nutr Rev.* 2004; 62: 295-306.
15. Merialdi M, Caulfield LE., Zavaleta N, Figueroa A, DiPietro JA. Adding zinc prenatal iron and folate tablets improves fetal neurobehavioral development. *Am J Obstet Gynecol* 1998; 180: 483-490.
16. Hambidge KM, Krebs NF, Walravens A. Growth velocity of young children receiving a dietary zinc supplement. *Nutr Res* 1985; 1: 306-316.
17. Bhutta ZA, Black RE, Brown KH, Gardner JM, Gore S, Hidayat A, and et al. Prevention of diarrhea and pneumonia by zinc supplementation in children in developing countries: pooled analysis of randomized controlled trials. *J Pediatr* 1999; 135: 689-697.
18. Caulfield LE, Zavaleta N, Figueroa A. Maternal zinc supplementation does not affect size at birth or duration of pregnancy in Peru. *J Nutr* 1999; 129: 1563-1568.
19. Walravens PA, Krebs NF, Hambridge KM. Linear growth of low income preschool children receiving a zinc supplement. *Am J Clin Nutr* 1983; 38: 195-201.
20. Arvanitidou V, Voskaki I, Tripsianis G, Athanasopoulou H, Tsalkidis A, Filippidis S, and et al. Serum copper and zinc concentrations in healthy children aged 3-14 years in Greece. *Biol Trace Elem Res* 2007; 115: 1-12.
21. Tamura T, Goldenberg RL, Johnston KE, Chapman VR. Relationship between pre-pregnancy BMI and plasma zinc concentrations in early pregnancy. *Br J Nutr* 2004; 91: 773-7.
22. Fierke C. Function and mechanism of zinc. *J Nutr* 2000; 130: 1437S-1446S.
23. Krishna, SS, I Majumdar, and NV Grishin. Structural classification of zinc fingers. *Nucleic Acids Res* 2003; 31: 532-5.
24. Berg JM, and YG Shi. The galvanization of biology: A growing appreciation for the roles of zinc. *Science* 1995; 271: 1081-1085.
25. Prasad AS. Zinc and gene expression. In: Prasad AS, ed. *Biochemistry of Zinc*. New York: Plenum Press, 1993 .p. 55-76.
26. Vallee BL, Coleman JE and Auld, DS. Zinc fingers, zinc clusters, and zinc twists in DNA-binding protein domains. *Proc Natl Acad Sci U S A.* 1991; 88: 999-1003.
27. World Health Organization. *The World Health Report 2002: reducing risks, promoting healthy life*. Geneva: WHO, 2002.
28. Frederickson CJ, Koh JY, Bush AI. The neurobiology of zinc in health and disease. *Nat Rev Neurosci* 2005; 6: 449-62.
29. Tudor R, Zalewski PD, Ratnaike RN. Zinc in health and chronic disease. *J Nutr Health Aging* 2005; 9: 45-51.
30. Bhatnagar S, Natchu UC. Zinc in child health and disease. *Indian J Pediatr* 2004; 71: 991-5.
31. Todd WR, Elvejheim CA, Hart EB. Zinc in the nutrition of the rat. *Am J Physiol*; 107: 146-56.
32. Prasad AS, Halsted JA, Nadimi M. Syndrome of iron deficiency anemia, hepatosplenomegaly, hypogonadism, dwarfism and geophagia. *Am J Med* 1961; 31: 532-546.
- 33- Gibson, Rosalind S Ferguson, Elaine L. Nutrition intervention strategies to combat zinc deficiency in developing countries. *Nutrition Research Reviews* 1998; 11: 115-131.

34. Hess SY, Peerson JM, King JC, Brown KH. Use of serum zinc concentration as an indicator of population zinc status. *Food Nutr Bull* 2007; 28(3 Suppl): S403-29.
35. Thomas EA, Bailey LB, Kauwell GA, Lee DY, Cousins RJ. Erythrocyte metallothionein response to dietary zinc in humans. *J Nutr* 1992; 122: 2408-14.
36. CH, Choi WS, Oh HJ, Kim KS. Associations of serum minerals with body mass index in adult women. *Eur J Clin Nutr* 2007; 61: 682-5.
37. Mahmoodi MR, Kimiagar SM. Prevalence of zinc deficiency in junior high school students of Tehran city. *Biol Trace Elem Res* 2001; 81: 93-103.
38. Hongo T, Suzuki T, Ohba T, Karita K, Dejima Y, Yoshinaga J, and et al. Nutritional assessment of a group of Japanese elementary school children in Tokyo: with special emphasis on growth, anemia, and obesity. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)*. 1992; 38: 177-96.
39. Eleni Kouremenou-Dona, Artemis Dona, John Papoutsis and Chara Spiliopoulou. Copper and zinc concentrations in serum of healthy Greek adults. *Science of The Total Environment* 2006; 359: 76-81.
40. Nigam PK. Serum zinc and copper levels and Cu: Zn ratio in psoriasis. *Indian J Dermatol Venereol Leprol* 2005; 71: 205-6.
41. Villalpando S, Garcia-Guerra A, Ramirez-Silva CI, Mejia-Rodriguez F, Matute G, Shamah-Levy T, and et al. Iron, zinc and iodide status in Mexican children under 12 years and women 12-49 years of age: A probabilistic national survey. *Salud Publica Mex* 2003; 45 Suppl 4: S520-9.
۴۲. دکتر هاشمی فروغ السادات، دکتر جلیوند احمد، دکتر حکیمی سیدمحمد، دکتر نورمحمدی عیسی. بررسی سطح سرمی روی در کارکنان بیمارستان فیروزگر با دستگاه اسپکترومتری جذب اتمی. مجله دانشگاه علوم پزشکی ایران، دوره دوازدهم / شماره ۴۹ / زمستان ۱۳۸۴، شماره صفحات: ۱۸۲-۱۷۳.
۴۳. شریفی فرانک، هدایتی مهدی، میرمیران پروین، محرابی پدا...، عزیزی فریدون. سطح سرمی روی، مس و آهن در کودکان دبستانی ۲۳ استان کشور در سال ۱۳۷۵. مجله غدد درون ریز و متابولیسم ایران، ۱۳۷۸؛ دوره ۱، زمستان، شماره ۴: صفحات ۲۸۵-۲۷۵.
۴۴. منتظری فر فرزانه، کرجی‌بانی منصور، کیمی‌اگر مسعود، ولایی ناصر، غفاری‌پور معصومه. ارزیابی وضعیت روی در دختران دانش‌آموز مدارس راهنمایی و دبیرستانی‌های شهر زاهدان. مجله دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی - درمانی قزوین، ۱۳۷۸؛ زمستان، شماره ۱۲، صفحات: ۷۷-۷۲.
۴۵. محمودی محمدرضا، کیمی‌اگر سید مسعود. بررسی اپیدمیولوژی روی در نوجوانان: همبستگی و رابطه بین شاخص‌های وضعیت روی. مجله دانشگاه علوم پزشکی شهید صدوقی یزد. سال دهم، شماره دوم، تابستان ۱۳۸۱، صفحات: ۷۹-۷۴.
46. Agte VV, Chiplonkar SA, Tarwadi KV. Factors influencing Zinc status of apparently healthy Indians. *J Am Coll Nutr* 2005; 24: 334-41.
47. de Benoist B, Darnton-Hill I, Davidsson L, Fontaine O, Hotz C. Conclusions of the joint WHO/UNICEF/IAEA/IZiNCG Interagency meeting on zinc status indicators. *Food Nutr Bull* 2007; 28(3 Suppl): S480-4.
48. Black RE. Micronutrients in pregnancy. *Br J Nutr* 2001; 85 Suppl 2: S193-7.
49. Saskia JM, Osendarp, Clive E West and Robert E. Black. on behalf of the Maternal Zinc Supplementation Study Group. The need for maternal zinc supplementation in developing countries: An Unresolved Issue *J Nutr* 2003; 133: 817S-827S.
50. Goldenberg RL, Tamura T, Negggers Y, Copper RL, Johnston KE, DuBard MB, and et al. The effect of zinc supplementation on pregnancy outcome. 1995; 274: 463-8.
51. Hininger I, Favier M, Arnaud J, Faure H, Thoulon JM, Hariveau E, and et al. Effects of a combined micronutrient supplementation on maternal biological status and newborn anthropometrics measurements: a randomized double-blind, placebo-controlled trial in apparently healthy pregnant women. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 52-9.
52. Caulfield LE, Zavaleta N, Shankar AH & Merialdi M. Potential contribution of maternal zinc supplementation during pregnancy to maternal and child survival. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(suppl.): 449S-508S.

