Archive of SID

مجله علمی پژوهشی دانشگاه علـوم پزشکی زنجـــان
دوره ۱۳، شمـاره ۵۳، زمستان ۱۳۸٤، صفحات ۵۵ تا ٦۱

ارزیابی میزان مواجههی شاغلین صنایع ذوب روی شهر زنجان با فلزات سنگین، ۸٤ـ ۱۳۸۳

دکتر فریده گلبابایی*، زهرا حسنی **، دکتر سید جمال الدین شاهطاهری***،
دکتر محمود محمودی****، آرام تیرگر*****
نویسندهی مسئول: مرکز بهداشت استان، دانشگاه علوم پزشکی زنجان hassani_zanjan@yahoo.com

دریافت: ۸٤/٦/۱ پذیرش: ۸٤/۱۲/۱٦

چکیده

زمینه و هدف: *پراکندگی و انتشار فلزات سنگین در محیط اعم از محیط کار و محیط زیست یکی از معضلات بهداشتی حاصل از فعالیتهـای بشری است که در بسیاری از جوامع با خطرات جدی برای سلامت عموم مردم و به ویژه کارگران در صنایع تولیـد یـا مصـرف کننـدهی آنهـا همراه است. از این رو مطالعهی حاضر با هدف تعیین میزان مواجههی کارگران با فلزات سنگین، در صنایع ذوب روی شـهر زنجـان طـی سـال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸٤ انجام شد.*

روش بررسی: *این مطالعهی توصیفی در ٦ واحد صنعتی شهر زنجان انجام شد و در طی آن تراکم فلزات سنگین سرب، روی، کبالت، کـادمیوم، و نیکل در هوا اندازهگیری شد. جمعآوری نمونهها از طریق نمونه برداریهای رو بسته (Closed-face) محتوی فیلترهای غشایی استرسـلولزی با قطر منافذ ۰/۸ میکرون و منطبق با روش موسسهی ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا (NIOSH) انجام شد. تعیین مقدار فلـزات سـنگین بـا استفاده از روش جذب اتمی و پردازش دادهها نیز با کمک نرم افزار آماری SPSS (ویرایش ۱۱/۵) صورت پذیرفت.*

یافتهها: *نتایج نشان داد که میانگین میزان مواجههی کارگران با فلزات سنگین سرب، روی، کبـالت، کـادمیوم و نـیکل بـه ترتیـب ۰/۰۵۸ ،۲/۵۱۸ ،۰/۰۰۲۵، ۰/۰۰۳، ۰/۰۱۰۸ میلی گرم بر مترمکعب بوده است. بر اساس نتایج تحقیق، تراکم سرب در ۲۵ درصد از کارگران بیـش از حـد مجـاز تشخیص داده شد، اما مواجههی کارگران با آمیزه ای از فلزات سنگین به طور همزمان پس از محاسبهی مخلوط مقادیر، گویای مواجههی بـالاتر از حد مجاز در بیش از ۷۵ درصد از کارگران میباشد.*

نتیجهگیری: *علیرغم سابقهی نسبتا "کم (کمتر از پانزده سال) صنعت ذوب روی در استان زنجان و جوان بودن نیروهای کار، مواجههی بیـش از حد مجاز بسیاری از کارگران با فلزات سنگین، احتمال اختلالات سوء ناشی از مواجهـه بـا ایـن فلـزات را در سـالهای آتـی افزایـش میدهـد. از این رو به منظور حفاظت از سرمایههای ملی و انسانی کشور، به کارگیری اقدامات پیشگیری هر چه جدی تر در قالب پایش سلامت کارگران و استفاده از روشهای کنترلی کارآمد توصیه می گردد.*

واژگان کلیدی: فلزات سنگین، روی، سرب، نیکل، کبالت، کادمیوم، صنعت ذوب روی، مواجهه

مقدمه

فلزات سنگین نـامی اسـت که گروهـی از فلـزات شـامل کبالت، کروم، مس، طلا، آهن، سـرب، روی،کـادمیوم، منگـنز، نیکل، جیوه وتعداد معدودی از دیگر عناصر را در بر میگـیرد و به طور کلی به گروهی از فلزات اطلاق مـیگـردد که دارای وزن مخصوص بیشتر از ٦ گرم بر سانتیمترمکعب و یـا جـرم اتمی بیشتر از ۵۰ باشند (۱). این فلزات در بسیاری از صنـایع مانند خودروسازی و صنایع الکترونیک کاربرد وسیعی داشته و

* دکترای بهداشت حرفهای، استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران
** کارشناس ارشد بهداشت حرفهای، دانشگاه علوم پزشکی زنجان
*** دکترای بهداشت حرفهای، دانشیار دانشگاه علوم پزشکی تهران
**** دکترای آمار زیستی، استاد دانشگاه علوم پزشکی تهران
*****دانشجوی دوره دکتری بهداشت حرفهای، دانشگاه علوم پزشکی تهران

www.SID.ir

Archive of SID

از نظر اقتصادی از نقش استراتژیکی برجسته‌ای برخوردارند. اگر چه حضور برخی از این عناصر در بدن از نظر تغذیه‌ای و متابولیسم مواد غذایی بسیار حائز اهمیت بوده (۲)، اما مواجهه با تراکم‌های بیش از اندازه‌ی آن‌ها از طریق منابع مختلف (هوا، آب، خاک)، می‌تواند آثار مخربی را برای سلامت انسان و سایر موجودات به همراه داشته باشد. از نمونه‌های آن در جوامع بشری می‌توان به فاجعه میناماتای ژاپن در سال ۱۹۵۳ اشاره کرد که به دلیل مصرف ماهی و غذاهای دریایی آلوده به متیل جیوه حادث گردید (۳). از دیدگاه بهداشت حرفه‌ای نیز مواجهه با فلزات سنگین از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. مواجهه‌ی شغلی با فلزات سنگین به طور عمده از طریق استنشاق و طی فرایندهای صنعتی مختلف اتفاق می‌افتد. از جمله عوارضی که ممکن است در نتیجه‌ی تماس با این فلزات در انسان ظهور یابند، می‌توان به عوارض آن بر سیستم اعصاب مرکزی و محیطی، دستگاه گوارش، سیستم کلیوی، سیستم خونساز (٤)، سیستم قلبی ـ عروقی (۵)، اختلالات آنزیمی(٦) و در نهایت ایجاد سرطان (۱) اشاره کرد.

لازم به ذکر است که علاوه بر کارگران، خانواده‌ی آن‌ها نیز معمولاً قربانی این آلودگی‌ها هستند. این فلزات از طرق مختلفی چون لباس، مو و کفش آلوده، به منازل کارگران راه یافته و به تبع آن صدمات جبران ناپذیری را در همسر و فرزندان به دنبال خواهند داشت. از جمله شواهد این موضوع مطالعه‌ای است که در سال ۱۹۹۹ انجام شده است. بر اساس نتایج این مطالعه غلظت سرب خون فرزندان کارگرانی که درمعرض مواجهه‌ی شغلی با این فلز بوده‌اند بالاتر از فرزندان کارگرانی بوده که مواجهه شغلی نداشته‌اند (۷). هم‌چنین بر اساس برخی مطالعات، کاهش بهره‌ی هوشی کودکانی که در مجاورت معادن سرب و روی زندگی می‌نمایند به اثبات رسیده است (۸). انتشار فلزات سنگین و مواجهه‌ی استنشاقی با آن‌ها نه تنها در محیط کار، بلکه در محیط زیست و به واسطه‌ی انتشار در هوا، آب و خاک نیز از اهمیت خاصی برخوردار است. انتشار فلزات سنگین در آب با اثرات زیانبار متعددی از جمله تاثیرات نامطلوب بر روی آبزیان به ویژه در مراحل اولیه‌ی زندگی آن‌ها (تخم، مراحل رشدی و لارو) همراه است (۱). حلالیت بالای بسیاری از ترکیبات فلزات سنگین در آب موجب می‌گردد تا امکان ورود و جذب آن‌ها در بدن افزایش یافته و با اتصال به ماکرو ملکول‌ها در بدن، ساختار و عملکرد طبیعی آن‌ها را تغییر دهند. این موضوع موجب متاثر شدن فرایندهای بیو شیمیایی و در نتیجه، بسیاری از عملکردهای غیر طبیعی در بدن می شود (۹).

آلودگی خاک به فلزات سنگین با تغییر در ظرفیت تبادل یون خاک وتغییر در میزان جذب سدیم بر روی محصولات کشاورزی و حاصلخیزی آن اثر سوء گذارده و در نهایت تجمع آن‌ها در حیوانات آبزی و محصولات کشاورزی، سلامت انسان را به شدت تهدید می‌کند (۱۰،۱۱). نظر به این که هرگونه اقدام جهت پیشگیری از اثرات سوء این فلزات بر روی کارگران و هم‌چنین کنترل انتشار آن‌ها در محیط کار و محیط زیست، نیازمند اندازه‌گیری تراکم آلودگی در محیط کار و علایم ایجاد مسمومیت می باشد و با توجه به تمرکز «صنایع ذوب روی» در شهر زنجان، در این تحقیق به تعیین میزان مواجهه‌ی (میزان تماس استنشاقی) کارگران با فلزات سنگین کادمیوم، کبالت، سرب و روی در کارکنان «صنایع ذوب روی» شهر زنجان طی سال ۱۳۸۳ تا ۱۳۸٤ پرداخته است.

روش بررسی

این مطالعه‌ی مقطعی بر روی ٦ کارخانه (از میان ١٤ صنعت) از صنایع اطراف شهر زنجان انجام شد. جامعه‌ی مورد مطالعه ۵۸۰ نفر از کارکنان صنایع ذوب روی شهر زنجان بودند. این واحدها در سه شیفت کاری فعالیت می‌نمودند که تعداد شاغلین در شیفت صبح (شیفت مورد مطالعه) بالغ بر ۲۰۰ نفر بود. به دلیل فقدان اطلاعات لازم در خصوص تراکم فلزات سنگین در صنایع ذوب روی ایران،

www.SID.ir

Archive of SID

انجام یک پیش آزمون ضرورت داشت که به این منظور ابتدا صنایع ذوب و روی بر حسب تُناژ تولیدی به سه گروه طبقه‌بندی شدند. سپس ۳۰ نمونه‌ی فردی به عنوان پیش آزمون از گروه‌های مذکور انتخاب شدند. نتایج نشان داد که انحراف معیار فلزی که بیشترین تراکم را دارا است، حدود ٦ واحد بوده بنابراین حجم نمونه با اطمینان ۹۵ درصد و خطای کمتر از یک واحد، ۸۳ نفر تعیین شد.

با توجه به تعداد نمونه‌ها از هر گروه تناژ تولیدی، دو کارخانه انتخاب و کارگران (نمونه‌ها) به صورت نمونه‌گیری تصادفی سیستماتیک از روی فهرست اسامی آنان به طور نسبتا برابر (از هر صنعت ١٤ نفر) انتخاب شدند. اگرچه نمونه برداری از هوا به منظور تعیین تراکم فلزات سنگین را می‌توان در هر یک از مناطق سه گانه شامل منطقه‌ی نزدیک به منبع آلودگی، هوای عمومی کارگاه و یا منطقه‌ی تنفسی کارگران انجام داد (۱۲)، اما به دلیل اهمیت تعیین هر چه دقیق‌تر میزان تراکم فلزات مورد نظر (سرب، روی، کبالت، کادمیوم و نیکل) نمونه برداری از هوای منطقه‌ی تنفسی کارگران انجام پذیرفت و به این منظور از روش ۷۳۰۰ انستیتو ملی بهداشت و ایمنی شغلی آمریکا (NIOSH) تبعیت گردید (۱۳). متناسب با این روش، نمونه‌ها با استفاده از نمونه برداری‌های رو بسته بر روی فیلترهای ۳۷ میلی‌متری از جنس غشایی استرسلولزی با قطر منافذ ۰/۸ میکرون، با کمک پمپ‌های نمونه برداری فردی ساخت شرکت SKC (مدل pcxR3-٢٢٤) در دبی ۲ ۰/۱ لیتر بر دقیقه و به مدت ۱۲۰ دقیقه (با توجه به نتایج پیش آزمون) از منطقه‌ی تنفس کارگران تهیه گردید. تمامی نمونه‌ها به دنبال جمع‌آوری و انتقال به آزمایشگاه، به کمک ترکیبات اسیدی و عملیات حرارتی مورد آماده سازی قرار گرفته و سپس با استفاده از دستگاه جذب اتمی Varian مدل FS220 (ساخت استرالیا) با کمک لامپ‌های مخصوص فلزات سرب، روی، کبالت، کادمیوم و نیکل، پس از رسم منحنی‌های کالیبراسیون (R^2= ۰/۹۹) تراکم برای هریک از فلزات، تعیین گردید. از دیدگاه بهداشت حرفه‌ای، در مواردی که با مخلوطی از آلاینده‌ها از جمله ذرات هوابرد روبرو باشیم و این ذرات دارای اثرات مشابهی بر روی بدن باشند، از تراکم مخلوط آن‌ها جهت ارزیابی مواجهه و مقایسه با مقادیر آستانه‌ی مجاز استفاده می‌شود (١٤). بر این اساس تراکم واقعی مواجهه کارگران مورد مطالعه با مخلوطی از فلزات سنگین به شکل زیر محاسبه گردید که در آن TLV_1 معادل حد تماس شغلی و C غلظت ماده‌ی یافت شده در هوای محیط کار می‌باشد.

$$C_1/TLV_1+C_2/TLV_2+ .....Cn/TLVn \geq 1$$

در چنین شرایطی مقادیر کمتر از یک گویای شرایط استاندارد و مقادیر بیش از یک به معنای تراکم آلودگی فراتر از آستانه‌ی مجاز خواهد بود.

یافته‌ها

نتایج حاصل از بررسی نشان داد که رده‌ی سنی اکثر کارگران کمتر از ۳۰ سال بوده و ۸۸ درصد از پرسنل را مردان و بقیه را زنان تشکیل می‌دادند. از نظر میزان تحصیلات ٤٥ درصد از پرسنل دیپلمه بودند. نتایج مطالعه نشان داد که اکثر کارکنان در چهار بخش محلول سازی، الکترولیز، ریخته گری و بخش‌های اداری به ترتیب با فراوانی ۲۸/۹ ، ۱۸/۱، ۱۸/۱، ۱۳/۳ درصد فعال بوده‌اند و در مجموع ۷۸/٤ درصد از نیروهای کار در این چهار بخش و بقیه درقسمت‌های جنبی فعال بودند. بررسی ۸۳ نمونه‌ی فردی جمع آوری شده از منطقه‌ی تنفسی کارکنان (اعم از کارگران و کارمندان) در کارگاه‌های مورد بررسی در جدول (۱) ارایه شده است. نتایج مذکور پس از مقایسه با حد مجاز مواجهه‌ی شغلی (Allowable Occupational Exposure [AOE]) ارائه شده توسط کمیته‌ی فنی بهداشت حرفه ای کشور (١٤) نشان داد که به جز ذرات هوابرد سرب، تراکم سایر ذرات فلزی در بیش از ۹۵ در صد از موارد، کمتر از مقدار آستانه‌ی مجاز بوده است. نکته‌ی حائز توجه آن است که در خصوص ذرات

www.SID.ir

Archive of SID

هوابرد سرب، بخشی از کارمندان و پرسنل بخشهای اداری نیز مانند کارگران در معرض تراکمی بیش از حد مجاز بودهاند. نتایج نشان داد که تقریباً ۲۵ درصد از نیروهای کارگری و ۲٦ در صد از نیروهای کارمندی (در مجموع حدود ۲۵ درصد از نیروی کاری) در معرض ذرات هوابرد سرب با تراکمی بیش از آستانهی مجاز اعلام شده از سوی وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی هستند. لازم به توضیح است که با توجه به مشابه بودن حدود مجاز توصیه شده از سوی وزارت بهداشت ـ درمان و آموزش پزشکی با حدود مجاز ارائه شده از سوی مجمع دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا (ACGIH) در سال ۲۰۰٤ به عنوان یک مرکز معتبر بین المللی، چنین نتیجه ای در مقایسه با حدود مجاز بین المللی نیز صادق است (۱۵). در جدول (۲) ضمن ارائه میانگین تراکم فلزات سنگین و حداکثر آستانهی مجاز مربوط به هر یک از آنها، وجود اختلاف معنیدار آماری بین آنها با استفاده از آزمون تی نیز نشان داده شده است. چنانچه مشهود است میانگین تراکم ذرات برای تمامی فلزات به جز یک مورد به طور معنی داری کمتر از حد آستانهی مجاز است (P< ۰/۰۵). به بیانی دیگر میانگین تراکم ذرات هوابرد سرب به طور معنی داری بیش از آستانهی تراکم مجاز مربوط به این فلز بوده و میتوان استنتاج نمود که کارگران مورد مطالعه در این صنعت از نظر مواجهه با این فلز در معرض خطر جدی قرار دارند.

از دیدگاه بهداشت حرفه ای، در مواردی که با مخلوطی از آلاینده ها از جمله ذرات هوابرد روبرو باشیم و این ذرات دارای اثرات مشابهی بر روی بدن باشند، از تراکم مخلوط آنها جهت ارزیابی و میزان تراکم و مقایسه با مقادیر آستانهی مجاز استفاده می شود(۱٦). بر این اساس تراکم واقعی مواجهه کارگران مورد مطالعه با مخلوطی از فلزات سنگین به شکل زیر محاسبه گردید.

$$\frac{C1}{TLV1}+\frac{C2}{TLV2}+\frac{C3}{TLV3}+\frac{C4}{TLV4}+\frac{C5}{TLV5}=2/3$$

به این ترتیب مشخص میگردد که بر خلاف تصور اولیه، کارکنان صنایع ذوب و روی در معرض مواجهه بیش از حد مجاز با فلزات سنگین میباشند.

بررسی رابطهی برخی عوامل مرتبط به کار نظیر نوع شغل (کارگری و کارمندی)، نوع فعالیت (محلول سازی، الکترولیز و....) و مقدار تولید بر میانگین تراکم فلزات سنگین با استفاده از آزمونهای آماری کای دو و آنالیز واریانس نشان داد که بین

جدول ۱: توزیع فراوانی مطلق و نسبی تراکم فلزات سنگین در مقایسه با مقادیر آستانهی مجاز در صنایع روی زنجان، ۸٤-۱۳۸۳

گروه	فلز / مواجهه شغلی	سرب	کادمیوم	کبالت	نیکل	روی
کارگران	کمتر از حد مجاز **	٥٤ (۷۵)*	۷۱ (۹۸/٦)	٦۹ (۹۵/۸)	۷۲ (۱۰۰)	٦۸ (۹٤/٤)
	بیشتر از حد مجاز	۱۸ (۲۵)	۱ (۱/٤)	۳ (٤/۲)	ـ	٤ (٥/٦)
کارمندان	کمتر از حد مجاز	۸ (٦٤)	۱۱ (۱۰۰)	۱۱ (۱۰۰)	۱۱ (۱۰۰)	۱۱ (۱۰۰)
	بیشتر از حد مجاز	۳ (۲٦)	۰ (۰)	۰ (۰)	۰ (۰)	۰ (۰)

* اعداد داخل پرانتز بیانگر درصد میباشند.

** حد مجاز مواجههی شغلی (AOE) برای فلزات سرب، کادمیوم، کبالت، نیکل و روی به ترتیب ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۲، ۰/۰۵، ۵ میلی گرم بر متر مکعب تعیین شده است (۱٤).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول۲ : مقایسه‌ی میانگین تراکم فلزات سنگین با تراکم مجاز تعیین شده از سوی وزارت بهداشت ـ درمان و آموزش پزشکی زنجان، ۸۴ـ۱۳۸۳

شاخص / فلز	تعداد	میانگین (میلی‌گرم بر متر مکعب)	انحراف معیار	حد مجاز مواجهه‌ی شغلی (میلی‌گرم بر متر مکعب)	نتیجه‌ی آزمون
کبالت	۸۳	۰/۰۰۲۴۷	۰/۰۰۴۲	۰/۰۲	P= ۰/۰۰۰۱
نیکل	۸۳	۰/۰۱۰۸	۰/۰۰۳۸	۰/۰۵	P= ۰/۰۱
کادمیوم	۸۳	۰/۰۰۳۰۱	۰/۰۰۲۳	۰/۰۱	P=۰/۰۰۰۱
سرب	۸۳	۰/۰۵۸۱	۰/۱۱۵	۰/۰۵	P=۰/۵۱۹
روی	۸۳	۲/۵۱۸	۱۱/۷۵	۵	P= ۰/۰۵۸

تراکم آلاینده و برخی از شاخص‌های مربوط به محیط کار شامل محلول سازی، الکترولیز، ریخته گری، آزمایشگاه و اداری، ارتباط آماری معنی‌دار وجود دارد (فلز کبالت با P= ۰/۰۱ و فلز کادمیوم با P= ۰/۰۰۰۱).

بحث

نتایج مطالعه نشان داد که ۲۵/۳، ۱/۲ ، ۳/۶ ، ۴/۸ درصد از کارکنان به ترتیب در معرض مواجهه بیش از حد مجاز با فلزات سنگین سرب، کادمیوم، کبالت و روی قرار داشته و در مورد فلز نیکل هیچ موردی از مواجهه‌ی بیش از حد مجاز مشاهده نگردید. نتایج مطالعه‌ای که بخارات فلزی را در ذوب و ریخته‌گری مورد سنجش قرار داد، نشان داد که مواجهه با سرب ، مس و روی به عنوان یک مشکل بهداشتی مطرح است (۱۶). هم‌چنین یافته‌های مطالعه‌ی دیگری در خصوص ارزیابی مواجهه با سرب در باطری سازی نیز نشان داد که میزان سرب در محیط کار بیش از حد مجاز بوده است (۱۷).

در یک نگاه خوشبینانه مقایسه‌ی میانگین تراکم در مورد تک تک فلزات با حدود مجاز، حاکی از پایین تر بودن میانگین تراکم فلزات کبالت، نیکل، کادمیوم و روی بوده است و تنها میانگین سرب با حد مجاز برابر بوده است. حال آن‌که محاسبه‌ی تراکم مخلوط این مواد به دلیل مواجهه‌ی هم‌زمان کارگران با مخلوطی از فلزات سنگین حاکی از آن است که شرایط محیط کار به مراتب خطرناک‌تر از آن وضعیتی است که در یک نگاه سطحی ممکن است تصور گردد(۷۷ درصد در حالت مخلوط). با توجه به میانگین تراکم هر یک از فلزات سنگین چنین استنتاج می‌شود که در این افزایش بیش از حد مجاز، فلز سرب نقش اصلی را داشته به طوری که ۲۵ درصد افراد در معرض تراکمی بیش از حد مجاز با این فلز هستند. در مطالعه‌ای که مواجهه‌ی همزمان سرب، کادمیوم و کبالت در باطری سازی و صنایع گالوانیزه و بازیافت وسایل الکتریکی را مورد بررسی قرار داده نیز، اثرات ژنوتوکسیک فلزات سنگین در صورت مواجهه‌ی همزمان به اثبات رسیده است حتی اگر تراکم تک تک فلزات کمتر از حد مجاز باشد (۱۸). بنابراین با توجه به خواص سمی این فلزات و اثرات زیان‌باری که به واسطه‌ی مواجهه‌ی هم‌زمان فلزات سنگین با یکدیگر ممکن است به وقوع بپیوندد (۱۷)، لزوم به کارگیری اقدامات کنترلی، بهسازی محیط کار از نظر تهویه، رعایت اصول بهداشت فردی و استفاده از وسایل حفاظتی ضروری به نظر می‌رسد. لازم به ذکر است که یافته‌ی اخیر با مطالعه‌ای که در صنایع روی انجام گرفته هم‌خوانی دارد. تحقیق مذکور نیز گویای پایین‌تر بودن تراکم فلزات مختلف در مقایسه با سرب و بالاتر بودن میزان سرب از حد مجاز بوده است (۱۹).

بررسی میانگین مواجهه با فلزات کادمیوم و کبالت در قسمت‌های مختلف از متغیر بودن تراکم آن‌ها حکایت دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

انجام آنالیز واریانس نیز گویای آن بود که تراکم این فلزات در واحد محلول سازی بیشتر از ریخته گری، اداری و آزمایشگاه می‌باشد (P= ۰/۰۱).

نتیجه‌گیری

اگر چه تراکم هر یک از فلزات سنگین در هوا به طور مجزا گویای شرایط بحرانی و خطرناکی نیست، اما مطالعه‌ی تراکم مخلوط حاکی از حاکمیت شرایط غیر استاندارد بر محیط کار است، از این رو ضمن پیش بینی پتانسیل بالای مخاطرات مربوط به مسمومیت شغلی به واسطه‌ی مواجهه با فلزات سنگین، به کارگیری تدابیر پیشگیری و بهسازی محیط همانند آموزش شاغلین در مورد اصول بهداشت فردی و همگانی مرتبط با عوارض مواجهه با فلزات سنگین، انجام معاینات دوره‌ای، به کارگیری سیستم‌های کنترلی مناسب و تهویه‌ی موضعی و عمومی اکیدا توصیه می‌گردد.

تشکر و قدردانی

به این وسیله از آقای دکتر دین محمدی سرپرست محترم معاونت بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی زنجان، خانم مهندس نیکنام، آقای مهندس نامغ مدیر عامل محترم شرکت زرین روی و خانم مهندس دغاغله مسئول محترم آزمایشگاه شرکت زرین روی به دلیل حمایت وپشتیبانی از اجرای این پژوهش تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

۱ـ اسماعیلی عباس. جذب فلزات سنگین بوسیله کانی‌های معدنی و ضایعات صنعتی. ***پایان نامه‌ی دکترای بهداشت محیط،*** تهران: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران ۱۳۸۱، صفحات ۱ تا ٦ .

۲ـ ثنائی غلامحسین. ***سم شناسی صنعتی.*** چاپ سوم. تهران: انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۷۱، صفحات ۱۷۳ تا ۲٦۸ .

۳ـ رضایی، غلامعباس. بررسی میزان تجمع فلزات سنگین در رسوبات سطحی خورخوران. ***پایان نامه‌ی کارشناسی ارشد،*** تهران: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، ۱۳۸۲، صفحه‌ی ۳ .

٤ـ فرشاد علی اصغر، حجازی سید احمد. ***تشخیص زودرس بیماری های ناشی از کار.*** تهران: چاپ سرشار، ۱۳۷۷، صفحات ۹٤ تا ۱۰۰ .

5- Sorczynski J, Biskupek K, Piotrowski J, Rudzki H. Effect of occupational exposure to lead, zinc and cadmium on various indicators of the circulatory system of metallurgical workers. ***Med Pr.*** 1990; 41 (3): 152-8.

6- Wado O, Ono T, Motsui H. Aspects of enzymatic toxicology of metals. A review (author's transl). ***Sangyo Igaku.*** 1977; 19 (6): 479-94.

7- Laforest L, Annino MC, Alluard A, et al. Epidemiologic study of lead contamination of children of occupationally exposed parents. ***Rev Epidemiol Sante Publique.*** 1999; 47 (5): 433-41.

۸ـ مهرام منوچهر. رابطه هوشبهر کودکان با سکونت در مناطق دارای معادن سرب. ***نشریه بهبود*** ۱۳۸۲؛ سال هفتم، شماره چهارم: صفحات ۳٦ تا ٤۲.

9- Rosa G, Gardea-Torresdey JL, Peralta-Videa JR, Herrera I, Contreras C. Use of silica- immobilized humin for heavy metal removal from aqueous solution under flow conditions. ***Bioresource Technology.*** 2003; 90:11-7.

۱۰ـ دکتر غیاث الدین و همکاران. ***گزارش ارزیابی اثرات زیست محیطی کارخانه روی زنجان.*** تهران: شرکت ملی سرب و روی ایران ـ زنجان، ۱۳۷۱، صفحه‌ی ۱٦۲ .

www.SID.ir

Archive of SID

11- Kayser A, Wenger K, Keller A, et al. Enhancement of phytoextraction of Zn, Cd, and Cu from calcareous soil: The use of NTA and sulfur amendments. ***Environ Sci Technol.*** 2000; 34: 1778-83.

12- Ness SA. Air monitoring for toxic exposures: An integrated approach. New York: Van Nostr & Reinhold; 1991, 145-295.

13- US National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). ***NIOSH Manual of Analytical Methods,*** Method No. 7300, Cincinnati: NIOSH; 2003; 7300-1, 7300-8.

۱٤ـ وزارت بهداشت ،درمان ،آموزش پزشکی. ***حدود تماس شغلی عوامل بیماری زا***، تهران: وزارت بهداشت، درمـان، آمـوزش پـزشکی، ۱۳۸۳، ردیف ۱٦۳،۹۸، ٤۰۲، ٤۸۳، ۷۳۸ .

15- American Conference Govermental Industrial Hygiene (ACGIH). ***Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Index.*** USA: ACGIH; 2003, 10-150.

16- Tossavanien A. [Metal fumes in foundries]. ***S Cand J Work Environ Health.*** 1970; 2 Suppl 1: 42-9.

17- Araujo UC, Pivetta FR, Moreira JC. [Occupational lead exposure assessment: a proposal for a strtegy to monitor prevention of clinical and subclinical effects]. ***Cad Saude Publica.*** 1999;15 (1): 123-31.

18- Jan G, Hengstler J, Audorff U, et al. Occupational exposure to heavy Metals: DNA damage induction and DNA repair inhibition Co-exposures to cadmium cobalt and lead as more dangerous than hitherto expected***. Carcinogenesis Hengstler.*** 2003; 24 (1): 63-73.

19- Braszczynska Z, Linscheid D, Osinska R, Klopetowski . Degree of exposure to arsenic compounds of worker in zinc smelteries. ***Med pr.*** 1988; 34 (5-6): 413-7.

www.SID.ir