Archive of SID

پژوهنده (مجله پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی) تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۸۴/۷/۴
سال یازدهم، شماره ۴۹، صفحات ۴۹ تا ۵۴، فروردین و اردیبهشت ۱۳۸۵ تاریخ پذیرش مقاله: ۱۳۸۴/۹/۱

بررسی میزان کروم کل و شش ظرفیتی محلول و غیر محلول سیمان تیپ ۱و۲ در کارخانجات سیمان کشور، سال‌های ۸۳-۱۳۸۲

دکترمنصور رضازاده آذری[۱]*، محمد رضا خرم زاده[۲]

چکیده

سابقه و هدف: *ترکیبات شش ظرفیتی کروم به صورت محلول و غیر محلول که به مقادیر قابل ملاحظه‌ای در سیمان یافت می‌شوند از سوی مؤسسات بین المللی به عنوان عوامل سرطان‌زا در انسان شناخته شده‌اند. با توجه به عدم اطلاع از مقادیر ترکیبات شش ظرفیتی کروم در سیمان کارخانجات کشور، این تحقیق در سال‌های ۳-۱۳۸۲ انجام گرفت.*

مواد و روش‌ها: *این تحقیق به روش توصیفی در چهار کارخانه بوشهر، هرمزگان، اردبیل و داراب انجام گرفت و نمونه‌های توده براساس روش شماره۹۰۱ NIOSH از مراحل هشت گانه خط تولید به صورت احتمالی طبقه‌ای نمونه‌برداری و به روش‌های ۷۶۰۰ و ۷۰۲۴ NIOSH آنالیز شدند. مقادیر ترکیب کروم کل و ترکیبات شش ظرفیتی محلول و غیر محلول آن به تفکیک کارخانجات و مراحل تولید تعیین شد و مورد قضاوت آماری قرار گرفت.*

یافته ها: *مقدار کروم کل در محصول نهایی سیمان چهار کارخانه بوشهر، هرمزگان ، اردبیل و داراب به ترتیب ۰/۱۰±۹/۱۰۳، ۸/۷ ±۷/۸۵، ۴/۳±۸/۳۹ و ۰/۱۱±۷/۹۶ میلیگرم بر کیلوگرم و مقدار کروم شش ظرفیتی محلول به ترتیب ۲/۵±۸/۴۰ ، ۸/۸±۷/۳۶، ۲/۴±۸/۱۰ و۲/۳±۶/۲۸ میلیگرم بر کیلوگرم و مقدار کروم شش ظرفیتی غیر محلول به ترتیب ۸/۳±۰/۲۵، ۹/۵±۳۳/۱، ۵/۲±۳/۶ و ۲،۷±۲۲،۲ میلیگرم بر کیلوگرم اندازه‌گیری شدند. کروم کل کارخانه سیمان بوشهر در بالاترین حد و کارخانه سیمان اردبیل در کمترین سطح از سایر کارخانه‌ها بود که این اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌دار است (p<۰/۰۰۱). کروم شش ظرفیتی محلول و غیر محلول کارخانه سیمان بوشهر در حد بالاترین و کارخانه سیمان اردبیل در کمترین سطح از سایرکارخانه‌ها بود که این اختلاف در هر دو مورد از لحاظ آماری معنی دار است(p ۰/۰۰۱).*

نتیجه‌گیری: *میزان ترکیبات کروم شش ظرفیتی در محصول نهایی کارخانجات سیمان ایران به مراتب بیشتر از سیمان کشورهای اروپایی است و این امر می‌تواند سلامت شاغلین در صنعت سیمان و کارگران ساختمانی را تحت تأثیر قرار دهد. از اینرو، روش‌های جدید تولید سیمان جهت کاهش ترکیبات یاد شده در سیمان کشور توصیه می‌شود.*

واژگان کلیدی: ***کروم کل، کروم شش ظرفیتی محلول، کروم شش ظرفیتی غیر محلول، استاندارد سیمان و کوره سیمان***

مقدمه

کروم یکی از فراوان‌ترین عناصر پوسته زمین است. کروم به صورت عنصر در محیط زیست یافت نمی‌شود و در حالت‌های اکسیداسیون درگستره۲Cr+ تا ٦Cr+ در طبیعت وجود دارد که پایدارترین اشکال آن کروم سه وشش ظرفیتی است (۱). ترکیب سه ظرفیتی در مقدار کم به صورت ریز مغذی برای متابولیسم گلوکز، چربی و پروتئین پستانداران مورد نیاز است ولی مقادیر زیاد آن برای جانوران و گیاهان ممکن است مخاطره آمیز باشد (۲). ترکیبات کروم شش ظرفیتی با توانایی اکسیداسیون بیشتر، به مراتب سمی‌ترگزارش شده‌اند (۳).

کروم در هوای محیط‌های کاری نظیر صنایع تولید فروکرومات، فرآیند تصفیه سنگهای معدنی حاوی کروم، کارخانه‌های تولید کننده مواد شیمیایی نسوز، صنایع تولید سیمان و فرآیندهای احتراق حاصل

* ۱. نویسنده مسؤول: دانشیار، دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی. آدرس برای مکاتبه: تهران، اوین، بلوار دانشجو، دانشکده بهداشت. mrazari@yahoo.com
۲. کارشناس ارشد HSE شرکت سهامی احداث صنعت

www.SID.ir

Archive of SID

از سوخت‌های فسیلی وجود دارد. اثرات زیان‌آور ناشی از کروم در انسان مربوط به حالت شش ظرفیتی آن است و مکانیزم اثر کروم شش ظرفیتی به صورت تحریک پوست، غشای مخاطی و سرطان‌زایی به خاطر احیای آن به کروم سه ظرفیتی و تولید واسطه‌های بسیار فعال و واکنش دهنده و ایجاد ترکیبات و پیوندهای خاص با ماکرومولکول‌های داخل سلولی گزارش شده است (٤). کروم شش ظرفیتی همراه با آرسنیک، بریلیوم، کادمیوم نیکل از سوی مؤسسات بیین المللی نظیر آژانس بین المللی تحقیقات سرطان، اتحادیه اروپا و برنامه سم‌شناسی ایالات متحده به عنوان عوامل سرطان‌زا در انسان شناخته شده‌اند (۵).

ترکیبات کروم سه ظرفیتی به طور قابل ملاحظه‌ای نسبت به کروم شش ظرفیتی سمیت کمتری دارند و التهاب و تحریک پوستی کمتری نیز ایجاد می‌کنند(٦ و۷).

آلودگی منابع آب و خاک محیط زیست به ترکیبات کروم به صورت رهاسازی گرد و غبار کوره سیمان از طریق دودکش و همچنین دفع ضایعات مواد نسوز کوره در زیر خاک، مشکلات زیست محیطی حادی را به وجود آورده است (۸و۹).

کارخانجات سیمان یکی از منابع آلوده کننده محیط زیست به ترکیبات کروم شناخته شده‌اند. در یک مطالعه در ترکیه، غلظت کروم در نمونه‌های خاک و گیاه برداشته شده از منطقه روستایی نزدیک کارخانه به طور معنی‌داری بیشتر از مناطق شاهد اندازه‌گیری شد. غلظت خون ساکنین محل نیز مورد اندازه‌گیری شد. آنالیز خون اهالی نیز نشان دهنده تفاوت معنی‌دار در قیاس با منطقه شاهد بوده است. براساس معاینات و بررسی‌های پوستی در جوامع روستایی اطراف کارخانه، اثر مواجهه با ترکیبات کروم به صورت تفاوت حساسیت پوستی در دو جمعیت مورد و شاهد نیز گزارش شده است(۱۰). به لحاظ خطرات بالقوه ترکیبات کروم شش ظرفیتی، موضوع پاک‌سازی محیط، توجه بسیاری از محققان را جلب نموده است. در چندین مطالعه، مسأله کروم زدایی فاضلاب‌های صنعتی و آب‌های زیر زمینی وخاک‌های و رسوبات مورد بررسی قرار گرفته است (۱۱).

از سال ۱۹۸۱ در کشورهای دانمارک، فنلاند و سوئد مقادیر کروم شش ظرفیتی در سیمان به مقدار کمتر از دو میلیگرم در کیلوگرم کاهش داده شد. عوامل کاهش مقادیر کروم شش ظرفیتی در سیمان تولید شده در کشورهای یاد شده اضافه نمودن یک ترکیب افزودنی ثبت شده به سیمان به نام کروماتین (۱۲) و استفاده از آجرهای از جنس ترکیبات منیزیم و آلومینیم به جای آجرهای کرومیت برای عایق کاری کوره سیمان گزارش شده است(۱۳). با توجه ارتقای کیفی سیمان، اثرات حاد سیمان در سلامت کارگران کشور فنلاند به صورت درماتیت آلرژیک پوستی در کشور فنلاند ۸۰ درصد کاهش داشته است(١٤). به طور کلی سیمان پرتلند تولید شده در اکثر کشورها حاوی ۱ الی ٤٠ میلیگرم کروم شش ظرفیتی (محلول در آب) در هر کیلوگرم از سیمان خشک است که به عنوان خطر بالقوه کار با سیمان از سوی مؤسسات بهداشت حرفه‌ای در چندین کشور جهان معرفی شده است. کروم شش ظرفیتی هنگامی که سیمان با آب مخلوط می‌شود حل گشته و تماس مکرر دست با سیمان مخلوط با آب منجر به بیماری‌های پوستی نظیر اگزما یا زخم‌های کرومات می‌شود که معمولاً ناتوان کننده و حاد است(۱۵).

به طور کلی مقدار کروم شش ظرفیتی محلول موجود در مواد خام سیمان (سنگ آهک، مواد معدنی رسی) بسیار اندک (کمتر از mg/kg ۱/۰) گزارش شده است، ولی مقدار کروم شش ظرفیتی محلول در محصول نهایی کارخانجات سیمان قابل ملاحظه است و در گستره ۱-٤٠mg/kg گزارش شده است و این امر نشان دهنده پیدایش کروم شش ظرفیتی در مراحل مختلف فرآوری سیمان است(١٦). به طور کلی، مقدار کروم به صورت کل و قابل حل در آب موجود در سیمانهای پرتلند به عواملی نظیر مواد اولیه، درجه خلوص مواد، فرآیند تولید کلینکر، ساختار گلوله های فولادی آسیاب، مواد نسوز مورد استفاده در کوره، نوع سیمان تولید شده بستگی دارد(۱۷و۱۸). در یک مطالعه در مورد آجرهای نسوز از جنس منیزیوم کروم که به مدت ۲۷ روز درکوره‌های سیمان مصرف و فرسوده شده بودند از جهات مختلف مورد آنالیز قرار گرفتند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می‌دهد که هیچ مقدار کروم شش ظرفیتی در آجر نو و استفاده نشده وجود ندارد ولی در مورد آجر مصرف شده، تنها در سطح روی آجر کروم شش ظرفیتی به میزان ١٦٤ میلیگرم بر کیلوگرم یافت شد و لایه‌های زیرین، فاقد آن بودند (۱۹).

با توجه به اهمیت صنعت سیمان در اقتصاد کشورمان، مقادیرکروم کل و کروم های شش ظرفیتی در این تحقیق بر روی سیمان تیپ ۱ و۲ کارخانجات سیمان بوشهر، هرمزگان، اردبیل و داراب در سالهای ۳-۱۳۸۲ انجام گرفت. در این مطالعه کروم کل و کروم شش ظرفیتی (محلول و غیرمحلول در آب) در مواد اولیه سیمان (سنگ آهک، مواد معدنی رسی)، کلینکر، مواد افزودنی بر حسب نوع سیمان (پوزولان، گچ) و سیمان پخته شد. هدف دیگر این بررسی نحوه

www.SID.ir

Archive of SID

ورود ترکیبات شش ظرفیتی کروم به محصول سیمان در فرآیند تولید بود.

مواد و روش ها

تحقیق به روش توصیفی انجام گرفت. نوع مواد اولیه مصرفی، درجه خلوص آنها، انواع فرآورده‌های نسوز مصرفی در کوره، نوع و میزان سوخت مصرفی، نوع و میزان مواد افزودنی، متغیرهای موجود در فرآیند، ظرفیت واحد تولیدی و سایر عوامل مداخله گر بررسی و ثبت گردید.

در این مطالعه نمونه های توده براساس روش شماره NIOSH۱۹۰۱ به صورت احتمالی طبقه‌ای، نمونه‌برداری شد(۲۰). با توجه به احتمال احیای، کروم شش ظرفیتی به صورت کروم سه ظرفیتی، نمونه‌ها در اسرع وقت در فاصله سه روزه برای اندازه‌گیری کروم‌های شش ظرفیتی محلول و غیر محلول و همچنین کروم کل بر اساس روش‌های ۷۶۰۰ و NIOSH ۷۰۲٤ آنالیز شدند (۲۱و۲۲). برای سنجش کروم کل از روش جذب اتمی استفاده شد (کروم کل شامل کروم فلزی، دو و سه ظرفیتی است). محلول استخراج مورد استفاده اسید نیتریک ۵ درصد است و برای آنالیز از هالوکاتد مربوطه با طول موج ۳۵۷/۹ نانومتر استفاده شد. همچنین برای سنجش کروم شش ظرفیتی محلول و نامحلول از روش طیف‌نگاری در گستره طول موج مرئی(۵٤۰ نانومتر) استفاده شد. مناطق هشت گانه در این مطالعه بر اساس ردیابی منشأ کروم در سیمان و پیدایش کروم‌های شش ظرفیتی در طول فرآیند صنعتی تعیین شد. نمونه‌های مناطق یک الی دو مرتبط با مواد خام اصلی سیمان و مراحل سه الی پنج فراوری مواد خام به صورت سنگ شکنی، خردکردن و آسیاب است و نمونه مرحله شش حاصل پخت مواد خام در کوره و نمونه‌های هفت الی هشت مربوط به آسیاب مواد و اضافه نمودن مواد افزودنی از قبیل پوزولان و گچ است. میزان کروم کل و مقادیر ترکیبات کروم شش ظرفیتی محلول و غیر محلول در فرآیند هشت گانه تولید و به تفکیک نام کارخانجات تعیین و مقادیر آن به روش ANOVA مورد قضاوت آماری قرار گرفت و در صورت وجود اختلاف معنی‌دار آماری، آزمون تکمیلی نیز انجام گرفت.

یافته‌ها

میزان ترکیبات کروم کل شش ظرفیتی محلول و غیر محلول بر حسب مراحل تولید و به تفکیک نام کارخانجات در جداول ۱، ۲ و ۳ ارایه گردید. در جداول یاد شده مقادیر طبیعی ترکیبات مختلف کروم در مواد خام و نقش فرآیندهای کارخانجات سیمان در افزایش کروم موجود در سیمان ذکر شده است.

کروم کل در نمونه‌های سیمان (محصول نهایی) چهار کارخانه بوشهر، هرمزگان، اردبیل و داراب به ترتیب ۱۰،۰±۱۰۳،۹، ۷،۸± ۸۵،۷، ۳،٤±۳۹،۸ و ۱۱،۰±۹٦،۷ میلیگرم بر کیلوگرم است (جدول۱). کروم کل کارخانه بوشهر بیشتر از سایر کارخانه‌ها و کارخانه اردبیل کمتر از سایر کارخانه‌ها است واین اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی‌دار است (p<۰/۰۰۱). ضمناً کروم کل مواد خام (آهک و خاک رس) کمتر از محصول نهایی سیمان در تمامی کارخانجات است و این اختلاف در تمامی موارد از لحاظ آماری معنی‌دار است (p<۰/۰۰۱).

کروم شش ظرفیتی محلول در نمونه‌های سیمان (محصول نهایی) چهار کارخانه بوشهر، هرمزگان، داراب و اردبیل به ترتیب ۵۲±٤۰۸، ۸۷±۳٦٤، ٤۲±۱۰۸ و۳۲±۲۸٦ میلیگرم بر کیلوگرم است و میزان آن در بوشهر بیشتر از سایر کارخانه ها و کارخانه اردبیل کمتر از سایر کارخانجات است واین اختلاف از لحاظ آماری نیز معنی دار است (p<۰/۰۰۱). ضمناً کروم شش ظرفیتی مواد خام (آهک و خاک رس) کمتر از محصول نهایی سیمان در تمامی کارخانجات است و این اختلاف در تمامی موارد از لحاظ آماری نیز معنی دار است (p<۰/۰۰۱). کروم شش ظرفیتی غیرمحلول در نمونه های سیمان (محصول نهایی) چهار کارخانه بوشهر، هرمزگان، داراب و اردبیل به ترتیب ۳،۸±۲۵،۰، ۵،۹±۱۳،۳، ۲،۵±۶،۳ و ۲،۷±۲۲،۲ میلیگرم بر کیلوگرم است و میزان آن در کارخانه بوشهر بیشتر از سایر کارخانه‌ها و در کارخانه اردبیل کمتر از سایر کارخانه‌ها است که این اختلاف از لحاظ آماری معنی‌دار است(p<۰/۰۰۱).

ضمناً کروم شش ظرفیتی غیر محلول مواد خام (آهک و خاک رس) کمتر از محصول نهایی سیمان در تمامی کارخانجات است و این اختلاف در تمامی موارد از لحاظ آماری معنی دار است (p<۰/۰۰۱).

مواد افزودنی سیمان بعد از پخت در کوره از قبیل گچ و پوزولان نیز برای کروم کل، کروم‌های شش ظرفیتی آنالیز شد. مواد افزودنی کلینکر(گچ و پوزولان) در گستره (۲۲-۰) میلیگرم بر کیلوگرم دارای کروم شش ظرفیتی محلول، و در گستره (۱٤-۰) میلیگرم بر کیلوگرم دارای کروم شش ظرفیتی غیر محلول و در گستره (۱۳۱-۰) میلیگرم بر کیلوگرم دارای کروم کل است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱- میانگین مقدار کروم کل(mg/kg) در فرایندهای تولید و به تفکیک کارخانجات

مراحل هشت گانه	آهک	رس	سنگ شکن	قبل از آسیاب	بعد از آسیاب	کلینکر	کلینکر پوزالان و گچ	محصول نهایی
بوشهر	۱۲/۱±۷.۴	۵۶/۸±۱۶/۳	۳۱/۱±۱۷/۳	۲۴/۹±۷/۹	۲۴/۷±۵/۳	۱۱۵/۲±۷/۸	۱۰۷/۴±۱۰/۷	۱۰۳/۹±۱۰/۰
هرمزگان	۴۱/±۱۶/۲	۲۱/۷±۴/۱	۲۵/۶±۶/۹	۴۶/۷±۳۶/۲	۲۳/۱±۴/۵	۹۴/۲±۷/۲	۹۴/۳±۶/۵	۸۵/۷±۷/۸
اردبیل	۸/۷±۱۱/۰	۲۹/۸±۳۱/۳	۴۴/۴±۴۵	۳۷/۹±۳۵	۵/۳±۴/۹	۲۷/۳±۱۲/۹	۲۲/۰±۴/۷	۳۹/۸±۳/۴
داراب	۲۲/۱±۱۹/۸	۲۴/۰±۲۳/۵	-	-	-	۱۱۳/۱±۷/۰	-	۹۶/۷±۱۱/۰

جدول ۲- میانگین مقدار کروم شش ظرفیتی محلول(mg/kg) در فرایندهای تولید و به تفکیک کارخانجات

مراحل هشت گانه	آهک	رس	سنگ شکن	قبل از آسیاب	بعد از آسیاب	کلینکر	کلینکر پوزالان و گچ	محصول نهایی
بوشهر	۰/۷±۰/۴	۱/۲±۱/۱	۰/۷±۰/۷	۰/۷±۰/۵	۱/۶±۱/۳	۴/۴±۳۸/۸	۲/۸±۳۴/۶	۵/۲±۴۰/۸
هرمزگان	۲/۰±۱/۷	۰/۶±۰/۴	۱/۹±۰/۷	۱۵/۲±۱۲/۷	۰/۹±۰/۹	۷/۵±۲۵/۳	۵/۷±۱۴/۸	۸/۷±۳۶/۴
اردبیل	۰/۵±۰/۳	۰/۳±۰/۱	۰/۳±۰/۱	۰/۶±۰/۵	۰/۶±۰/۳	۰/۷±۰/۴	۰/۸±۱/۲	۴/۲±۱۰/۸
داراب	۰/۸±۰/۵	۰/۶±۰/۵	۰/۶±۰/۵	-	-	۵/۰±۲۷/۲	-	۳/۲±۲۸/۶

جدول۳- میانگین مقدار کروم شش ظرفیتی غیرمحلول (mg/kg) در فرایندهای تولید و به تفکیک کارخانجات

مراحل هشت گانه	آهک	رس	سنگ شکن	قبل از آسیاب	بعد از آسیاب	کلینکر	کلینکر پوزالان و گچ	محصول نهایی
بوشهر	۰/۲±۰/۵	۰/۲±۰/۴	۰/۳±۰/۹	۰/۰۲±۰/۱	۰/۰۲±۰/۱	۲۲/۰±۶/۰	۲۲/۰±۵/۲	۲۵/۰±۳/۸
هرمزگان	۰/۰±۰/۰	۰/۳±۰/۹	۰/۰۲±۰/۰۶	۰/۰۲±۰/۰۶	۰/۴±۰/۶	۷/۸±۴/۴	۷/۹±۳/۳	۱۳/۳±۵/۹
اردبیل	۰/۱±۰/۲	۰/۹±۱/۰	۰/۳±۰/۴	۰/۳±۰/۴	۰/۵±۲/۲	۶/۰±۲/۶	۵/۷±۲/۳۶	۶/۳±۲/۵
داراب	۰/۱±۰/۳	-	-	-	-	۳۳/۸±۰/۸	-	۲۲/۲±۲/۷

بحث

نـتایج ایـن تحقیق نشان داد که میزان کروم کل در چهار کارخانه به اسـتثنای کارخانه اردبیل دارای یک الگوی افزایشی در فرآیند پخت کـوره است(جدول ۱). کروم کل کارخانه بوشهر بیشترین و کارخانه اردبـیل کمتریـن مقدار بوده است. مقدار کمتر کروم کل در محصول نهایـی کارخانه اردبیل می‌تواند به لحاظ مقدارکمتر کروم کل در مواد خـام سـیمان (آهـک و رس) و همچنیـن فـرآوری بهـتر در مـراحل مخـتلف بـه ویـژه کـوره تفسـیر شـود. به طور کلی مقدارکروم کل سـیمان کارخانجـات ایـران (نـوع سیمان تیپ یک و دو) در گستره ۱۰۴-۴۰ میلـیگرم بـر کـیلوگرم کمـتر از سیمان تولید شده در کشور اسپانیا در گستره۱۶۷-۲۰ میلیگرم بر کیلوگرم است (۱۶).

بـر اسـاس این مطالعه مقدار کروم شش ظرفیتی محلول در مواد خام کارخانجـات سـیمان ایـران تقریـباً نـزدیک به صفر است و از طرف دیگـر کـروم شش ظرفیتی در محصول نهایی کارخانجات ایران قابل ملاحظـه و در گسـتره۴۱-۱۱ میلـیگرم بر کیلوگرم است (جدول ۲). لازم بـه ذکـر اسـت کـه کـروم شـش محلول سیمان کارخانه بوشهر بـیشتـرین و کـارخانه اردبـیل کـمترین مـقدار انـدازه گیـری گردید و دلـیل پیدایش کروم شش ظرفیتی محلول در محصول نهایی سیمان ایـران مـی‌توانـد بـه لحاظ اکسیداسیون کروم کل در فرآیند پخت در کـوره و رهـا سازی کروم شش ظرفیتی از آجرهای کرومیت اکسید شده در کوره تفسیر شود. با توجه به اختلاف معنی دار کروم کل قبل و بعـد از کوره (جدول ۱) نقش مؤثر کوره در وارد کردن کروم شش ظرفیتی در محصول سیمان کارخانجات ایران نمایان می‌شود. به طور کلی، علت کمتر بودن کروم شش ظرفیتی محلول در سیمان اردبیل به لحـاظ مقـدار کمـتر کـروم کـل مـواد خـام سیمان و همچنین روش راهـبری مناسـب کـوره مـی توانـد تفسـیر شود. کروم شش ظرفیتی محلـول ایـران در گسـتره غلظتی ۴۱-۱۱ میلیگرم بر کیلوگرم، بیشتر ازسـیمان تولـید شـده در کشور اسپانیا ۲۴- ۰/۹ میلیگرم برکیلوگرم واسـتاندارد کشـورهای اروپایی شمالی (۲ میلیگرم بر کیلوگرم) است (۱۶). بـا توجـه به بهتر بودن کیفیت مواد خام سیمان ایران از سیمان کشور اسپانیا از لحاظ مقدار کروم کل آن، بار دیگر مدیریت فرآوری در مورد کارخانجات ایران در مورد کروم شش ظرفیتی محلول، مورد سؤال قرار می‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

بـه رغـم مقـدار ناچـیز کـروم شش ظرفیتی غیر محلول در مواد خام کارخانجـات سـیمان ایران، مقدار آن در محصول نهایی کارخانجات ایـران قـابل ملاحظـه و در گسـتره ۲۵-٦ میلـیگرم بر کیلوگرم است (جـدول ۳). بـه طورکلـی، مقادیـر کـروم شـش ظرفیتی غیر محلول کارخانـه بوشـهر بیشـترین و کارخانـه اردبـیل کمترین است. همانند کـروم شـش ظرفیتـی محلول، علت پیدایش کروم شش ظرفیتی غیر محلـول در محصـول نهایـی سـیمان، فرسـایش آجـرهای کرومیـت فرسـوده در کـوره و رها سازی ترکیبات شش ظرفیتی کروم می‌تواند تفسـیر گـردد. ایـن مطالعـه بـرای اولیـن بار کروم شش ظرفیتی غیر محلـول را در ایـران مورد بررسی قرار داد و به طور کلی با توجه به دشواری اندازه‌گیری کروم شش ظرفیتی غیرمحلول، اطلاعات مدونی در ایـن مـورد بـرای سـیمان کشـورهای مختلف دنیا به دست نیامده اسـت (۱۷). با توجه به خواص سمی کروم شش ظرفیتی غیرمحلول (۲-۱) ، گسـتره غلظتـی ۲۵-٦ میلـیگرم بـر کـیلوگرم آن بـه مراتب جـدی‌تر از کروم شش ظرفیتی محلول سیمان ایران در گستره غلظتی ٤۱-۱۱ میلیگرم بر کیلوگرم است (٦).

میزان کروم کل و شش ظرفیتی محلول و غیرمحلول در مواد افزودنی (پوزولان و گچ) سیمان‌های تیپ مختلف نیز مورد بررسی قرار داده شد. بر اساس داده‌های این مطالعه نقش مواد افزودنی در میزان کروم کل و شش ظرفیتی محلول و نامحلول سیمان ایران ناچیز است.

بـا توجـه بـه سـمیت ترکیـبات کـروم در سـیمان ایـران، استفاده از تکـنولوژی مـدرن فـرآوری از جملـه تغییر نوع آجرهای عایق کننده کـوره بـرای کـاهش مـیزان کروم‌های شش ظرفیتی و ارتقای کیفیت محصول سیمان همانند کشورهای اروپایی توصیه می‌شود (۱۱و۱۲).

نتیجه‌گیری

مقدارکـروم شـش ظرفیتـی محلـول در سـیمان ایـران در مقایسـه با استاندارد اروپا بسیار چشمگیر است.

مهمتریـن عامل پیدایش ترکیبات شش ظرفیتی کروم در سیمان ایران رهاسـازی ترکیـبات یـاد شـده از کـوره بـه محصـول نهایـی سیمان تشـخیص داده شـد. مقدارکروم شش ظرفیتی غیرمحلول در محصول نهایی کارخانجات ایران چشمگیر است.

بـا توجه به سمیت زیادتر کروم شش ظرفیتی غیر محلول در قیاس با کـروم شـش ظرفیتی محلول، مشکلات بهداشتی کروم شش ظرفیتی غیرمحلول نیازمند به توجهات بیشتری است.

مقـدار کـروم کـل، کروم شش ظرفیتی محلول و کروم شش ظرفیتی غیرمحلول سیمان اردبیل کمتر از سایر کارخانجات است.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانـی شـهید بهشـتی و شـرکت سـهامی سـیمان اردبیل انجام شد.

REFERENCES

1. Goyer RA, Clarkson TW. Casarret and Doulls Toxicology, the basic science of poisons. 6th ed; PP: 2001:826-827.

2. William Philip L, James Robert C, Roberts Stephen M. Principles of Toxicology, Environmental and Industrial application. John Wiley & Sons Inc. 2 nd ed; 2000; PP: 325-433.

3. Barceloux DG. Chromium. J Clin Toxicol. 1999;37(2):173-194.

4. Detmer B. Effects of carcinogenic metals on gene expression. Toxicol letters 2002; 127:63-68

5. IARC: IARC Monographs on evaluation of carcinogenic risk to humans. Vol. 1-76. Lyon, France. World Health Organization, 2000.

6. American Conference of Governmental Industrial Hygienist. Threshold limit values for chemical and physical agents and biological exposure indices. 2005.

7. Robert MA. Occupational skin disease. Grump and Stratton, Inc, New York . 1983; 130-5.

8. Cervantes C. Interaction of chromium with microorganisms and plants.FEMS Microbiology Reveiws 2001; 25(3): 335-447.

9. Jiasheng C, Wei-xian Z. The annual International Conference on Soil, Sediments and Water. Reduction and Immobilization of Chromium(VI) in Groundwater Using Nanoscale Iron Particles. University of Massachusetts Proceedings ; 2000 : 342-44.

10. Iskal TA. Effects of chromium exposure from a cement factory. Environmental Research. 2003; (91): 113-18.

11. Wildt C. On-site Remediation of Chromium-Contaminated Sediments by Combination of Sediment Washing and Stabilization with Magnesium Oxide/Limestone Mixtures. J Soil and Sediment 2004; (3): 184 -91.

www.SID.ir

Archive of SID

12. Chromatin. Portland cement additive for production and selling of low chromium VI packed cement. Cementaren P, Krala UJ, Slovak Republic; 2003.

13. Fang H, Smith JD, Peaslee KD. Study of spent refractory waste recycling from metal manufacturers in Missouri. Resource, Conservation and Recycling. 1999; (25):111-24.

14. Pekka R, Hannele ST, Pekka L. Addition of ferrus sulfate to cement and risks of chromium dermatitis. Contact dermatitis 1996; 34:43-50 .

15. Jesper K, Jytte MC, Kristen B, Danref A. Certified reference material for chromate in cement. Analyst 1997; 122:1155-1159 .

16. Frias M, Sanchees MI. Total and soluble Chromium, Nickel ,and Cobalt content in the main materials used in the manufacturing of Spanish Commercial Cements. Cement and Concrete Research. 1999; 32:435-440.

17. Frias M, Sanchees MI. Determination and Quantification of total Chromium contents in commercial cement. Concrete Research 1995; 25(2):433-439.

18. Mariano Velez. Chromium in refractory. Ceramic Engineering 1999.

19. Qtaibi Z, Diouri A, Boukhari A, Mtaibi and,Aride J. Analysis of magnesia-chrome refractory worn in a rotary cement kiln. Ann Chim Sci Mat 1998; 23:169-172.

20. NIOSH. NIOSH manual of analytical methods (NMAM), 4th ed., DHHS (NIOSH) 1994: Publication, Method No. 1991.

21. NIOSH. NIOSH manual of analytical methods (NMAM), 4th ed., DHHS (NIOSH) 1999; Publication, Method No. 7024.

22. NIOSH. NIOSH manual of analytical methods (NMAM), 4th ed., DHHS (NIOSH) 1994; Publication, Method No. 7600.

www.SID.ir