INSO
20166
1st.Edition
2016

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران
Iranian National Standardization Organization

استاندارد ملی ایران
۲۰۱۶۶
چاپ اول
۱۳۹۴

الزامات سلامت و ایمنی مرتبط با مواجهه شغلی با کرومات‌های نامحلول در آب- راهنما

Safety and health requirement relating to occupational exposure to water-Insoluble chromates-Guidance

ICS:13:100

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق‌پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج ، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸- ۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: http://www.isiri.org

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No.1294 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.org.ir

Website: http://www.isiri.org

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفهٔ تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمآن‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود. پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند درکمیته ملی طرح، بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)[1]، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization
2- International Electrotechnical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)
4- Contact point
5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«الزامات سلامت و ایمنی مرتبط با مواجهه شغلی با کرومات‌های نامحلول در آب-راهنما»

رئیس:	**سمت و/یا محل اشتغال:**
اسماعیل زاده، آرزو (کارشناسی ارشد بهداشت حرفه‌ای	عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی کرمانشاه-دانشکده بهداشت
دبیر:	
حبیبی، سونا (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان کرمانشاه
اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
احمدیان زاده، سجاد (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان کرمانشاه
دارابی پورکلهر، ژیلا (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	اداره کل استاندارد استان کرمانشاه
ریزوندی، حامد (کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)	شرکت سیمان سامان- واحد HSE
شهبازی، علی (کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)	مرکز بهداشت استان کرمانشاه
قاضیان، عباس (کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)	شرکت قند بیستون- واحد بهداشت و ایمنی
کسانی، کیوان (کارشناسی بهداشت حرفه‌ای)	پتروشیمی کرمانشاه- واحد بهداشت محیط
مرادی، یاسر (کارشناسی ارشد شیمی آلی)	اداره کل استاندارد استان کرمانشاه
ویراستار:	
بابازاده، فرشته (کارشناسی ارشد شیمی تجزیه)	کارشناس استاندارد

فهرست مندرجات

عنوان	صفحه
پیش‌گفتار	ز
مقدمه	ح
۱ هدف و دامنه کاربرد	۱
۲ مراجع الزامی	۲
۳ اصطلاحات و تعاریف	۳
۴ الزامات عمومی	۵
۵ خواص فیزیکی و شیمیایی	۱۲
۶ پایش کرومات‌های هوابرد و بیولوژیکی	۱۳
۷ روش‌های آزمون تجزیه‌ای	۱۴
پیوست الف (آگاهی‌دهنده) اپیدمیولوژی و سم‌شناسی	۱۵
کتاب‌نامه	۲۵

پیش‌گفتار

استاندارد «الزامات سلامت و ایمنی مرتبط با مواجهه شغلی با کرومات‌های نامحلول در آب- راهنما» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده است، در نود و یکمین اجلاسیه کمیتهٔ ملی استاندارد محیط زیست مورخ ۹۴/۱۲/۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوهٔ نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینهٔ صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون‌های مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

منبع و مأخذی که برای تهیه و تدوین این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

ASTM E 848:1994 (2012), Safety and health requirement relating to occupational exposure to water-Insoluble chromates-Guidance

مقدمه

این استاندارد، راهنمایی برای کاربرد ایمن ترکیباتی خاصی از کرومات که مشکوک به سرطان‌زایی در انسان هستند را فراهم می‌کند[۱-۸]. اقدامات احتیاطی تعیین شده در این استاندارد برای محافظت در مقابل احتمال سرطان بیان می‌شوند و همچنین برای رفع هر گونه خطرات سلامتی حاد به استثناء جایی که حساسیت شدید پوستی یک فاکتور می‌باشد، کافی خواهد بود. سایر خطرات نیز مورد بحث و بررسی قرار خواهند گرفت.

در این استاندارد میانگین وزنی زمانی (TWA)[۱] و حدود مجاز مواجهه (PEL)[۲] بر اساس مطالعات انجام شده توسط انجمن متخصصین بهداشت حرفه‌ای آمریکا (ACGIH)[۳] تعیین شده‌اند[۹]. مطالعات اپیدمیولوژیکی کرومات حاصل از صنایع تولیدی نشان داده است که اثرات بهداشتی مضر مشاهده شده برای آن‌ها که با سطوح زیست محیطی و روش‌های بهداشت همراه می‌شوند به طور قابل توجهی کمتر از مقادیر توصیه شده در این استاندارد است (به پیوست **الف** مراجعه شود). کنترل‌های بهداشتی و معیارهای توصیه شده پزشکی که برای محافظت کارگران انتخاب شده است نشان می‌دهند که پتانسیل در معرض قرار گرفتن به طورگسترده‌ای از صنعتی به صنعت دیگر و بین یک مکان و مکان دیگر با توجه به ترکیبات به کار رفته، مقیاس عملکرد، نوع فرآیند و شرایط فیزیکی، متفاوت خواهد بود.

راه حل نگه داشتن سطوح کرومات در مقادیر پایین‌تر از حدود مجاز مواجهه، از طریق اجرای کنترل‌های مهندسی مقرون به صرفه افزوده شده و در صورت نیاز، به وسیله تجهیزات حفاظت فردی، یا کنترل دستورالعمل‌های کاری یا هر دو می‌باشد. توصیه می‌شود انتخاب روش‌ها به فاکتورهای مرتبط در هر وضعیت خاص وابسته باشد. همچنین برای کرومات سرب، پایش بیولوژیکی پیشنهاد می‌شود (به زیر بند ۶-۴ مراجعه شود). هنگام به کارگیری این استاندارد، تمام مقررات اجرایی ایالتی، کشوری و محلی باید برآورده شوند.

1- Time_weighted average
2- Permissible exposure limit
3- American Conference of Government Industrial Hygienists

الزامات سلامت و ایمنی مرتبط با مواجهه شغلی با کرومات‌های نامحلول در آب-راهنما

هشدار- در این استاندارد تمام موارد ایمنی و بهداشتی نوشته نشده است. در صورت وجود چنین مواردی، مسئولیت برقراری شرایط ایمنی و سلامتی مناسب و اجرای آن بر عهده کاربر این استاندارد است .

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روش‌های کنترل تولید، انبارش، انتقال و کاربرد بی‌خطر برای ترکیبات کروم شش ظرفیتی مطابق با جدول ۱ و هیدرات‌های مختلف آن‌ها و مخلوط رسوبات شیمیایی صرف‌نظر از شکل بلوری رسوب می‌باشد.

- این استاندارد کرومات‌هایی که به آسانی در آب محلول نیستند و همچنین کرومات‌هایی با انحلال‌پذیری در آب (یون کرومات) در محدوده انحلال‌پذیری کلسیم کرومات با بالاترین محلولیت و کرومات سرب با کم‌ترین محلولیت، را شامل می‌شود. مشاغل اصلی که مواجهه بالقوه‌ای با کرومات‌های نامحلول دارند، شامل: صنعت ذوب سنگ معدن کرومیت، صنایع تولید رنگدانه‌های کرومات و رنگ‌آمیزی با روش اسپری توسط این پوشش‌ها هستند.

شواهد برای نتیجه‌گیری سرطان‌زا بودن ترکیبات کروم سه ظرفیتی، ناکافی است.

- این استاندارد برای موارد زیر کاربرد ندارد.

الف- کرومات‌های محلول مانند کرومات‌های سدیم، پتاسیم، منیزیم یا آمونیوم؛

ب- دی‌کرومات‌های محلول؛

پ- کرومیک اسید؛

ت- ترکیبات کرومیل فرار؛

ث- هرگونه ترکیب کروم سه ظرفیتی؛

ج- کروم فلزی

توصیه می‌شود، عدم ذکر نام ترکیبات یا گروه‌هایی از ترکیبات در این استاندارد ، به معنای امکان استفاده از آن‌ها بدون توجه به مخاطرات فیزیکی، شیمیایی و سم شناسی خاص‌شان، تفسیر نشود [۹]، [۱۰]، [۱۱].

- یون کرومات، CrO_4^{-2}، بسته به میزان اسیدیته (محیط) با هم ترکیب شده و ترکیبات دی‌کرومات، تری‌کرومات و پلی‌کرومات‌های بالاتر را تشکیل می‌دهند. بنابراین کرومات‌های فهرست شده در جدول ۱ ممکن است مجموعه‌ای از پلی‌کرومات‌ها را وابسته به روش جداسازی و استفاده نهایی شامل شوند.

جدول ۱- مثال‌هایی از چند ترکیب کروم شش ظرفیتی

نام شیمیایی	فرمول	اسم شاخص رنگ[a]
باریم کرومات	$BaCrO_4$	رنگدانه زرد ۳۱
باریم پتاسیم کرومات	$BaK_3(CrO_4)_2$	رنگدانه زرد ۳۱
مس کرومات بازی	$CuCrO_4$ $xCu(OH)_2$	در این فهرست نیست
کادمیم کرومات بازی	$Cd_2(OH)_2CrO_4$	رنگدانه زرد ۴۴
سرب کرومات بازی	$PbCrO_4PbO$	رنگدانه نارنجی ۲۱
بیسموت دی‌کرومات بازی	$Bi_2O_3CrO_3$	رنگدانه قرمز ۱۰۳
کلسیم کرومات	$CaCrO_4$	معین نشده است
کرومیک کرومات	$xCaO\ yCr_2O_3$	رنگدانه زرد۳۳
کلسیم کرومات متخلخل	$ZCrO_3$	در این فهرست نیست
آهن III کرومات	$Fe_2(CrO_4)_3$	رنگدانه زرد ۴۵
آهن III کرومات بازی	$Fe(OH)CrO_4$	رنگدانه زرد ۴۵
سرب کرومات	$PbCrO_4$	رنگدانه زرد ۳۴
سرب مولیبدو کرومات	$PbCrO_4PbMoO_4$	رنگدانه قرمز ۱۰۴
پتاسیم روی کرومات	$K_2O\ 4ano.4Cr_4O_3$	رنگدانه زرد ۳۶
استرانسیم کرومات	$SrCrO_4$	رنگدانه زرد ۳۲
روی کرومات	$ZnCrO_4$	رنگدانه زرد ۳۶

a برای طبقه‌بندی، غیرسمی

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین‌ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی‌که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 ANSI[1] Z87-1, Practice for Occupational and Educational Eye and Face Protection

2-2 ANSI Z88-2, Practices for Respiratory Protection

1- American National Standards Institute

2-3 ANSI Z129-1, Precautionary Labeling for Hazardous Industrial Chemicals

2-4 OSHA[1] 29 CFR 1910.20, Access to Records

2-5 OSHA CFR 1910.1200, Hazard Communication

2-6 OSHA CFR 1910.134, Respiratory Protection

2-7 OSHA CFR 1910.1025, Lead

2-8 "Certified Equipment," HEW Publication No. 76-145

2-9 "Recommended Industrial Ventilation Guidelines," January 1976, HEW Publication No.76-162

2-10 "Criteria for a Recommended Standard Chromium (VI)," HEW Publication No.6-129

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد تعاریف و اصطلاحات زیر به کار می‌رود:

۳-۱

منطقه مواجهه

exposure area

ساختمان‌ها و مکان‌های بیرونی، جایی‌که کرومات‌های نامحلول ممکن است به عنوان ذرات موجود در هوا بیش از غلظت تعیین شده مطابق با زیر بند ۴-۱-۲ وجود داشته باشند یا جایی که احتمال تماس پوستی با گرد و غبار حاوی کرومات وجود دارد.

۳-۲

نامحلول

insoluble

اصطلاحی برای تمایز انحلال‌پذیری کم در محیط آبی کرومات‌های فهرست شده در جدول ۱، از کرومات‌های سدیم، پتاسیم و آمونیوم با انحلال‌پذیری بیشتر در آب می‌باشد. انحلال‌پذیری کرومات‌های سرب و کرومات کلسیم به ترتیب مثالی از کمترین و بیشترین انحلال‌پذیری این گروه هستند (به بند ۵ مراجعه شود).

1- Occupational Safety and Health Administration

۴ الزامات عمومی

۴-۱ سطوح زیست محیطی

۴-۱-۱ این استاندارد برای محافظت سلامتی و ایمنی کارگران برای هشت تا ده ساعت کار در روز، چهل ساعت کار هفتگی و بیش از یک طول عمر کاری طراحی می‌شود. حدود مجاز مواجهه (PEL)[1] می‌تواند با کمک روش‌ها و کنترل‌هایی که مواجهه کارگر را تا حدود ایمن مناسب کاهش می‌دهد، تأمین شود. این کنترل‌ها باید قابل اعتماد باشند. حدود مواجهه مجاز، بر اساس توصیه حد آستانه مجاز (TLV)[2] انجمن متخصصین بهداشت حرفه‌ای آمریکا سال ۱۹۸۵، برای کرومات‌های سرب و روی و برای فرآیند زغال سنگ معدن کرومیت می‌باشد[۱۲].

۴-۱-۲ حدود مجاز مواجهه (PEL)

مواجهه شغلی با هر کدام از ترکیبات فهرست شده در جدول ۱ باید با میانگین تراکم وزنی ۰٫۰۵ میلی‌گرم بر متر مکعب (به عنوان مثال کروم) برای هر هشت ساعت کار روزانه کنترل شود.

۴-۱-۳ بهتر است حداقل نمونه فردی یک شیفت کاری کامل (٪ ۸۰ از طول زمان شیفت کاری) برای هر گروه شغلی و هر منطقه کاری درگیر با کرومات‌های نامحلول گرفته شود. این نمونه‌ها باید نماینده‌ی کارگر پایش شده با تماس منظم روزانه با کرومات‌های نامحلول باشند و ممکن است برای بیان میزان مواجهه همه شاغلان آن وظیفه شغلی استفاده شود. یک نمونه ممکن است برای توصیف ویژگی مطلوب کافی نباشد. برای راهنمایی بیشتر و اهداف کنترلی مناسب به زیر بندهای ۴-۶، ۵-۲ و ۶-۳ مراجعه شود.

۴-۲ مراقبت پزشکی

۴-۲-۱ معاینات

برای افراد در معرض و کسانی که قرار است در این مناطق مواجهه استخدام شوند (به زیر بند ۳-۱ مراجعه شود). باید معاینات بدو استخدام و سالانه پزشکی را انجام بدهند،که این معاینات باید موارد زیر را شامل بشود، اما لزوماً به موارد زیر محدود نشود.

۴-۲-۱-۱ تاریخچه‌کار

تاریخچه‌کار جهت استخراج اطلاعات تمامی مواجهه‌ها در زمان گذشته با انواع ترکیبات کروم شش ظرفیتی و سایر مواد سمی، خصوصاً مواد مؤثر بر عملکرد ریه می‌باشد.

۴-۲-۱-۲ معاینات پزشکی دوره‌ای

1- Permissible exposure limit
2- Threshold limit value

حداقل شامل این موارد می‌باشد: تکمیل پرسش‌نامه سابقه سلامتی با توجه به سابقه مصرف سیگار،

رادیوگرافی قفسه سینه خلفی قدامی، شمارش کامل خون یا شمارش گلبول قرمز و هموگلوبین و بررسی‌های عملکرد ریوی (ظرفیت حیاتی اجباری(FVC)[1]، حجم بازدمی(FEV)[2]).

۴-۲-۲ معاینات پزشکی برای کارگران با علایم پوستی یا تحریک دستگاه تنفس فوقانی در زمانی که علایم برای اولین بار مشاهده یا گزارش می‌شود، باید انجام شود.

۴-۲-۳ مدیریت

برنامه پزشکی مناسب بی‌درنگ برای کارگرانی که به صورت مضر تحت تأثیر مواجهه با کرومات‌های نامحلول هستند، باید در نظر گرفته شود. علت هر مواجهه افراطی باید بدون تأخیر بررسی شود و اقدامات اصلاحی شروع شود. یک پزشک باید مواردی را برای برکناری افراد حساس متقاضی شغل‌های با ریسک مواجهه بالا، تعیین کند.

۴-۲-۴ کمک اولیه

۴-۲-۴-۱ بلع

شخص را سریعاً وادار به استفراغ کنید و توصیه‌های فوری پزشکی را به‌کار ببرید. توصیه به پزشکان: در اسرع وقت (۵۰۰ تا ۱۰۰۰) میلی‌گرم اسید اسکوربیک IV به همراه ویتامین ث خوراکی، (۵ تا ۱۰) گرم در روز را تا زمانی که ریسک نارسایی کلیه متوقف شود را تجویز کنید[۱۳].

۴-۲-۴-۲ آلودگی زخم‌های باز توسط کروم

به طور کامل پانزده دقیقه آب را با فشار بریزید و مراقبت پزشکی را دنبال کنید.

۴-۲-۴-۳ سوزش چشم

به طور کامل پانزده دقیقه آب با مقدار فراوان را با فشار بریزید و مراقبت پزشکی را به کار ببرید.

۴-۳ برچسب‌گذاری و حمل و نقل

۴-۳-۱ علایم هشدار دهنده

در مناطقی که غلظت‌های کرومات نامحلول در اتمسفر به احتمال زیاد از استاندارد تجاوز می‌کند، بهتر است علایم هشدار دهنده مناسب، محدودیت‌ها یا روش‌های اجرایی برای محدود کردن دسترسی افراد غیر مجاز

1- Forced vital capacity
2- Forced expiratory volume

به‌کار برده شوند. علامت هشدار باید افراد را در حین ورود به منطقه برای انجام عمل مورد نظر آگاه کند.

۴-۳-۲ برچسب‌گذاری ظروف

توصیه می‌شود همه ظرف‌ها (کیسه، بشکه، جعبه، قوطی، ظروف استوانه‌ای، ظرف واکنش، تانک‌های ذخیره، به جزء لوله و خطوط لوله) با اطلاعات زیر برچسب‌گذاری، علامت‌گذاری و نشان‌دار شوند.

۴-۳-۲-۱ شناسایی مواد

شناسایی به معنی نام هر ماده شیمیایی یا نام‌های عمومی، شماره یا نام کد یا نام علامت، که روی برگه اطلاعات ایمنی مواد برای مواد شیمیایی مشخص می‌شود، می‌باشد.

۴-۳-۲-۲ تا زمان فراهم شدن شناسایی مناسب جهت استفاده شاغلان، برگه‌های اطلاعات فرآیند، برچسب سری ساخت، روش‌های اجرایی عملیاتی یا سایر موارد مستند، جایگزین قابل قبول برای برچسب‌گذاری‌های اختصاصی هستند.

۴-۳-۲-۳ ظروف قابل حمل برای استفاده موقت احتیاج به برچسب‌گذاری ندارند.

۴-۳-۳ برگه اطلاعات ایمنی مواد (MSDS)[1]

برگه اطلاعات ایمنی مواد یا موارد مشابه آن اولین منبع اطلاعات بهداشت و ایمنی می‌باشد. برگه اطلاعات ایمنی مواد و شناسایی مواد شیمیایی برای همه کرومات‌های نامحلول استفاده شده در محل کار، باید به راحتی در دسترس همه شاغلان باشد. برگه اطلاعات ایمنی مواد همراه با برچسب شناسایی مواد و آموزش شاغلان، خطر(ات) (فیزیکی و بهداشتی) خاص برای ترکیبات کرومات را بیان می‌کند. اطلاعات روی برگه اطلاعات ایمنی مواد باید شامل موارد زیر باشد.

۴-۳-۳-۱ حدود مجاز مواجهه (PEL) سازمان بهداشت و ایمنی شغلی و حد آستانه مجاز (TLV) کنفرانس دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا

۴-۳-۳-۲ یک بیانیه مبنی بر تأثیر کرومات به عنوان یک ماده مشکوک به سرطان‌زایی از طرف برنامه زهرشناسی ملی (NTP)[2]، آژانس بین‌المللی تحقیقات سرطان (IARC)[3]، سازمان بهداشت و ایمنی شغلی (OSHA) یا کارفرما، صادر شده است.

۴-۳-۴ برچسب‌گذاری نهایی محصول، بر اساس دانش استفاده نهایی از محصولات خاص به عهده تولید کننده می‌باشد. هرچند بهتر است برچسب مطابق با توصیه‌های استاندارد ANSI Z129.1 باشد. هر گونه قانون و مقررات دولتی قابل اجرا باید اعمال شود.

1- Material safety data sheet
2- National toxicology program
3- International agency for research on cancer

۴-۴ تجهیزات حفاظت شخصی

۴-۴-۱ حفاظت تنفسی

محیط کاری شخصی هر یک از شاغلان باید به وسیله اجرای کنترل‌های مهندسی قابل اجرا و در صورت لزوم با تجهیزات حفاظت فردی یا کنترل‌های شیوه انجام کار یا هر دو، در سطح مواجهه ایمن حفظ شود. انتخاب روش بهتر است به فاکتورهای مرتبط با شرایط خاص وابسته باشد. توصیه می‌شود دو معیار به عنوان راهنمای اقدامات کنترلی انتخاب شوند. اقدام انتخاب شده باید مواجهه شاغلان را به کمتر از حدود ایمن مناسب کاهش دهد و روش کنترلی باید قابل اطمینان باشد [۱۴]، [۱۵]. با این دو فاکتور که بررسی شد، بقیه فاکتورها مانند تدارکات، کیفیت محصول، اقتصاد، روحیه، نگه‌داری و مراقبت و بهره‌وری می‌توانند برای تصمیم منطقی برای انتخاب اقدامات کنترلی مناسب، در نظر گرفته شوند. همچنین برای موارد اضطراری و آزمایش‌های غیر معمول و وظایفی که احتمال تجاوز از حد مجاز مواجهه را دارند، ماسک مناسب لازم می‌شود. کاربرد غلطک و قلم موی رنگ‌ها به طور معمول، به تجهیزات حفاظتی تنفسی برای محافظت از کرومات‌های موجود در هوا نیاز ندارد.

۴-۴-۲ برنامه حفاظت از سیستم تنفسی باید الزامات عمومی مطابق با استانداردهای OSHA 29 CFR1910.134 و ANSI Z88.2-1980 را تأمین کند[۱۶]. این برنامه باید شامل دستورالعمل‌هایی برای انتخاب و استفاده مناسب، از جمله تست تناسب، تمیز کردن و نگهداری ماسک‌های تنفسی و دستگاه‌های تهیه هوا باشد. تست تناسب بهتر است سالیانه روی همه ماسک‌های تنفسی توسط فشار منفی انجام شود. همچنین یک تست کمی و کیفی هم رضایت‌بخش است[۱۴]، [۱۵]. نوع ماسک تنفسی لازم برای حفاظت در مقابل غلظت قابل انتظار یا شناخته شده کرومات موجود در هوا که با آن مواجهه می‌شویم در جدول ۲ ذکر شده است.

۴-۴-۳ حفاظت از پا

انواع کفش‌های چرم صنعتی با کف مصنوعی که حفاظت کافی برای عملیات معمولی و شرایط مراقبت و نگهداری خوب را تأمین خواهد کرد. برای عملیات مرطوب در طول پاکسازی خرده‌ها یا هنگام انجام مراحل ضدعفونی، نیم پوتین لاستیکی یا سنتزی یا کفش یک تکه[1] محافظ باید پوشیده شود و قبل از استفاده مجدد کاملاً شسته و خشک شود. کفش‌هایی که پاره شده یا شواهدی از آلودگی داخلی با کرومات را نشان می‌دهد باید به درستی سر و سامان داده شوند.

۴-۴-۴ لباس

هر یک از شاغلانی که در معرض سطوح کروم موجود در هوا بالاتر از حد مواجهه مجاز قرار دارند یا هنگامی

1- Pullover

جدول ۲- عوامل محافظت برای ذرات فیلتر رسپیراتورها

مضرب غلظت حدود مجاز مواجهه[a]	فشار قطعه صورت	رسپیراتور مجاز
۵ برابر	-	مختص گرد و غبار
	-	ربع ماسک گرد و غبار
۱۰ برابر	-	نیم ماسک گرد و غبار[b]
	-	نیم ربع ماسک، دود
	-	نیم یا ربع ماسک، کارایی بالا
	-	نیم ماسک، تامین کننده هوا
۵۰ برابر	-	قطعه تمام صورت، کارایی بالا یا گرد و غبار، دود، میست
	-	قطعه تمام صورت، تأمین کننده هوا در حالت مورد نیاز[c]
	-	وسایل تامین کننده خودکار(SCBA) در حالت مورد نیاز
۱۰۰۰ برابر	+	خودکار، کارایی بالا، همه ضمائم[d]
	+	نیم ماسک، تأمین کننده هوا، در حالت فشار مورد نیاز یا دبی یکنواخت با پمپ پره‌ای
۲۰۰۰ برابر	+	قطعه تمام صورت، هود، هلمت یا لباس‌های کامل، تأمین کننده هوا، در حالت فشار مورد نیاز یا دبی یکنواخت با پمپ پره‌ای
۱۰۰۰۰ برابر	+	قطعه تمام صورت، SCBA در حالت فشار مورد نیاز
	+	قطعه تمام صورت، تأمین کننده هوا، در حالت فشار مورد نیاز یا دبی یکنواخت با کمک تأمین کننده هوای خودکار
اضطراری ورود به غلظت ناشناخته یا آتش نشانی	+	قطعه تمام صورت، SCBA در حالت فشار مورد نیاز
فقط فرار[e]	+	هر نوع SCBA
	-	هر خود یاری

یاد آوری- این جدول بر اساس مراجع ۱۷، ۱۸، ۱۹ و ANSI Z88.2 است.

a سایر مواد شیمیایی مانند سرب ممکن است فاکتور کنترلی قوی‌تری از غلظت کرومات باشد.

b باید در شرایطی که مواد خاصی سبب تحریک چشم در غلظت مورد استفاده کرومات می‌شوند، ماسک‌های تنفسی نیم و ربع استفاده نشود.

c توصیه می‌شود قطعه تمام صورت، رسپیراتور تأمین کننده هوا در هر اتمسفری استفاده نشود، زیرا برای زندگی و سلامتی خطرناک است مگر این‌که با یک کمکی تأمین کننده هوای خودکار که بتواند حالت فشار مثبت را اعمال کند، مجهز شده باشد.

d کار جدید توسط NIOSH نشان داد که فاکتور حفاظتی ۱۰۰۰ ممکن است حاصل نشود. با تأمین کننده خود مشورت کنید.

e هر اتمسفری که در لحظه برای زنده ماندن و سلامتی خطرناک است.

که احتمال سوزش پوست یا چشم وجود دارد، بهتر است با لباس کار محافظ مانند روپوش یا لباس‌های کار تمام بدن مشابه، پوشانده شوند. برای مثال، مطابق استاندارد ANSI Z87.1 دستورالعمل‌های حفاظت برای صورت و چشم را ملاحظه کنید. توصیه می‌شود در این موارد لباس کار تمیز حداقل هر هفته بین شاغلان توزیع شود. تمام لباس‌های حفاظتی باید در پایان هر شیفت کاری در اتاق تعویضی که به این منظور تهیه شده است، تعویض شوند. شاغلانی که در معرض کروم بالاتر از حد مجاز مواجهه قرار می‌گیرند بهتر است در پایان هر شیفت کاری دوش بگیرند. شاغلان نباید هیچ کدام از تجهیزات حفاظتی را در محل کار بپوشند یا در بیاورند. جهت جلوگیری از هرگونه آلودگی ثانویه لباس خانگی، باید مراقبت لازم را به‌عمل آورید.

۴-۴-۵ حفاظت از دست

دستکش‌های مناسب به منظور کاهش تماس دست در طول عملیاتی که کرومات‌ها با دست جابه‌جا می‌شوند و ممکن است با پوست تماس یابند، باید پوشیده شوند. دست‌ها بهتر است بعد از درآوردن دستکش شسته شوند. در صورتی که داخل دستکش‌ها آلوده شده، باید دور انداخته شوند یا قبل از استفاده مجدد کاملاً تمیز شوند.

۴-۴-۶ بازرسی

تمام وسایل حفاظت فردی باید به طور منظم بررسی شوند و باید در شرایط کاری تمیز و رضایت بخش نگهداری شوند.

۴-۵ ارزیابی شاغلان از خطرات (ارتباطات):

۴-۵-۱ آموزش

همه شاغلانی که در مناطق مواجهه استخدام می‌شوند باید مطابق OSHA 29 CFR 1910.1200 برای موارد زیر آموزش داده شوند.

۴-۵-۱-۱ نام‌های مواد شیمیایی[۱]؛

۴-۵-۱-۲ سامانه شناسایی برچسب؛

۴-۵-۱-۳ روش اجرایی کار؛

۴-۵-۱-۴ وبگاه و استانداردهای ملی؛

۴-۵-۱-۵ اثرات بهداشتی بالقوه ناشی از مواجهه حاد و مزمن؛

۴-۵-۱-۶ آزمایشات پزشکی مرتبط؛

۱- این موارد نیز بهتر است ورقه‌های اطلاعات ایمنی مواد را شامل بشود.

۴-۵-۱-۷ اقدامات کنترلی حفاظتی استفاده شده و اطلاعات مرتبط جدید؛

۴-۵-۱-۸ برنامه پایش مواجهه؛

۴-۵-۱-۹ مسئولیت شاغلان برای روش‌های زیر و استفاده از تجهیزات حفاظتی؛

۴-۵-۱-۱۰ روش‌های مورد نیاز برای شرایط اضطراری.

۴-۵-۱-۱ این اطلاعات ممکن است از طریق مشاوره یا آموزش به وسیله روش‌های فردی یا گروهی شفاهی یا نوشته شده و یا با هم ارائه شود. بهتر است آموزش به طور سالیانه تکرار شود.

۴-۵-۲ سوابق مواجهه

شاغلان حق داشتن سوابق مواجهه و سوابق پزشکی را مطابق با استاندارد OSH 29 CFR 1910.20 دارند.

۴-۶ شیوه‌های کار و کنترل‌های مهندسی

۴-۶-۱ نگهداری و مراقبت

ریخت و پاش‌ها باید سریع به وسیله جارو برقی یا روش‌های مرطوب یا روش‌های جذبی که از آلودگی هوای موجود جلوگیری می‌کند، زدوده شوند. جارو کردن خشک نباید انجام شود. کف‌ها، تجهیزات، لکه‌ها و دیگر سطوح قابل تماس که ممکن است باقیمانده ذرات کرومات را انباشته کنند، باید از گرد و خاک هوابرد[1] عاری شوند. ظروف تهیه شده برای ضایعات کرومات جامد باید برچسب‌گذاری شوند و مطابق با زیر بند ۴-۳-۲ پوشیده شوند.

۴-۶-۲ کنترل خطرات

۴-۶-۲-۱ طراحی مهندسی و ساخت و ساز

توصیه می‌شود اصول بهداشت صنعتی و ایمنی، در طراحی و نصب تولید جدید یا اصلاح شده یا استفاده تجهیزات، به‌طور سیستماتیک اعمال شود.

۴-۶-۲-۲ تهویه

تمام عملیاتی که گرد و غبار را منتشر می‌کند، مانند باز کردن بسته‌ها، نمونه‌برداری، تقسیم کردن، پر کردن ظروف، خشک کردن، اندازه گرفتن، مخلوط کردن، تخلیه کردن یا تمیز کردن باید به تهویه محلی مشخص مناسب، مطابق با توصیه‌های کنفرانس دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا و قابل اجرا با قوانین

[1] به وسیله هوا نقل و انتقال یافته

دولتی، تجهیز بشود. سیستم‌های تهویه باید در معرض برنامه بازرسی و بازدید نگهداری پیش‌گیرانه قرار بگیرند تا اطمینان حاصل شود که هودها، کانال‌ها، فن‌ها، مواد جاذب، دریچه‌ها، فیلترها، زنگ‌های هشدار و دیگر اجزا از نظر ساختاری سالم و در نظم کاری خوبی هستند. آزمون‌های دوره‌ای فشارهای کانال یا جریان هوا یا هر دو باید جهت اطمینان از تهویه مناسب، انجام شود.

۴-۶-۳ دفع مواد زائد جامد

مواد جامد زائد حاوی کرومات‌های نامحلول که پتانسیل تبدیل به مواد هوابرد را دارند، باید در ظرف‌های برچسب‌گذاری شده و پوشیده شده تا زمان دفع مطابق با آیین‌نامه سازمان دولتی، ذخیره شود.

۴-۶-۴ تعمیر و نگهداری

تجهیزات و ابزارها باید توسط سیستم تعمیر و نگهداری تحت کنترل باشند. پمپ‌ها، ظروف و خطوط در تماس با کرومات‌های نامحلول باید قبل از این‌که تعمیرات انجام شود، تخلیه و شسته شوند، مگر جایی‌که تعمیرات بتواند بدون خارج شدن از حدود مجاز مواجهه انجام شوند.

۴-۶-۵ سیستم تخلیه فاضلاب

تسهیلات شستشو، دوش‌های اضطراری، فواره چشم‌شور آبشاری، یا تأسیسات شستشوی مناسب باید تهیه شود و به آسانی در مناطقی که پتانسیل تماس چشمی و پوستی با گرد یا مایعات کروم شش ظرفیتی نامحلول وجود دارد، در دسترس باشد. لباس‌های آلوده باید تا زمان دورکردن برای آلودگی‌زدایی یا دفع، در ظروف مخصوص نگهداری شود. تمهیدات شستشو یا دیگر آلودگی‌زدایی‌های لباس کار باید حفاظت افراد درگیر در این کار را تضمین کند.

۴-۶-۶ کنترل آماری

داده‌های حاصل از هوا و پایش بیولوژیکی می‌تواند در معرض خطاهای مختلف از جمله خطاهای دستگاهی نمونه‌برداری تصادفی، یا خطاهای تجزیه‌ای تصادفی، یا هر دو باشد. این خطاها می‌توانند اندازه‌گیری شوند و اثرات آن‌ها با کاربرد برنامه‌های کنترل کیفی آماری حداقل شود. بهتر است هر روش تجزیه‌ای برای بدست آوردن جزئیات مورد نظر بررسی شود.

۴-۶-۶-۱ منبع بالقوه خطای بزرگ دیگر، به علت نوسانات روزانه و تصادفی سطوح آلودگی هوای موجود می‌باشد. این نوسانات به طور کلی نرمال لگاریتمی در نظر گرفته می‌شوند و ممکن است به نتایج اشتباه منتج شوند مگر این‌که به درستی در نظرگرفته شوند.

۴-۶-۶-۲ یک هدف مناسب باید مواجهه هر یک از شاغلان را کنترل کند بنابراین حداکثر احتمال مواجهه بالاتر از حد مواجهه ٪ ۵ می‌باشد. تعدادی از مراجع می‌توانند برای راهنمایی، زمانی‌که این جزئیات فراتر از دامنه این روش کار هستند، استفاده شوند[۲۱]، [۲۲]، [۲۳].

۴-۶-۷ ظروف

همه ظروف حمل و نقل، ذخیره یا نقل و انتقال کرومات‌های نامحلول باید برای شناسایی ماده برچسب‌گذاری شوند.

۴-۶-۸ ایمنی (حریق و انفجار)

۴-۶-۸-۱ حریق

کرومات‌های موضوع این روش اجرایی اشتعال‌پذیر نیستند، اما تحت شرایط مطلوب بعضی کرومات‌ها می‌توانند انحلال‌پذیری کافی در حضور مواد قابل احتراق جهت آغاز احتراق توسط اکسیداسیون گرمازا موضعی را داشته باشند.

۴-۶-۸-۲ انفجار

هیچ‌کدام از کرومات‌های موضوع این روش اجرایی حتی در دماهای بالا هم، منفجر شونده نیستند. مخلوطی از کرومات‌های نامحلول با مواد به آسانی اکسیده، ممکن است منفجر شوند.

۴-۷ نگهداری سوابق

۴-۷-۱ همه نتایج آزمون باید با مشخص بودن مکان، زمان و تاریخ نمونه و هویت شاغلان درمورد نمونه‌برداری بیولوژیکی یا شخصی ثبت شوند. این اطلاعات باید حداقل ۳۰ سال نگهداری شوند و در مورد نمونه‌برداری بیولوژیکی یا شخصی، نتایج باید برای ۴۰ سال یا حداقل ۳۰ سال بعد از پایان همکاری، هر کدام که طولانی‌تر هست، نگهداری شود.

۴-۷-۲ سوابق پزشکی مربوط، شامل نتایج آزمایشات بالینی، تجزیه و تحلیل‌های بیوشیمیایی و بیولوژیکی، عکس پرتونگاری و تاریخ‌های درمان یا بستری شدن در بیمارستان باید به روشی محرمانه و مطمئن برای حداقل سی سال بعد از اتمام استخدام، نگهداری شوند.

۵ خواص فیزیکی و شیمیایی

۵-۱ خواص فیزیکی و شیمیایی انتخاب شده کرومات‌های نامحلول در جدول ۳ داده شده است.

۶ پایش کرومات‌های هوابرد و بیولوژیکی

۶-۱ پایش فردی

نمونه‌های منطقه تنفس صحیح‌ترین اندازه‌گیری مواجهه شاغلان با کرومات موجود در هوا را نشان می‌دهد.

جدول ۳- خواص شیمیایی و فیزیکی کرومات‌های نامحلول

کرومات	وزن مولکول	چگالی ذره	نقطه ذوب	حلالیت در آب[a] $\frac{gr}{100cm^3}$	حلالیت محصولات $\frac{mol^2}{L^2}$	حلالیت در اسید رقیق
باریم پتاسیم	۵۶۳٫۵۲	۴٫۵۰(۱۵°c)				
باریم	۲۵۳٫۳۷	۴٫۵۰(۱۵°c)		۰٫۰۰۰۳۴ (۱۶°c)	$۱٫۶\times۱۰^{-۱۰}$ (۱۶°c)	محلول
کادیم بازی	۳۷۴٫۸۱			۰٫۰۰۴ (۳۷°c)		
فریک بازی	۱۸۸٫۸۵					
مس بازی	ترکیبات مختلف					
سرب بازی	۵۴۶٫۲۰					
بیسموت دی‌کرومات بازی	۶۶۵٫۹۵					
کلسیم	۱۵۶٫۰۷			۰٫۷۵ (۳۷°c)		
کرومیک (متخلخل)	ترکیبات مختلف			۰٫۱۳ (۳۷°c) مانند Cr^{+6}		محلول
فریک	۴۵۹٫۶۷					
سرب	۳۲۳٫۱۰	۶٫۱۲(۱۵°c)	۸۴۴	$۵٫۸\times۱۰^{-۶}$(۲۵°c)		محلول
سرب مولیبدو کرومات	ترکیبات مختلف					
پتاسیم روی	۸۱۹٫۶۸					
استرانسیم	۲۰۳٫۶۳	۳٫۹۰(۱۵°c)		۰٫۰۹(۳۷°c)		محلول
روی	۱۸۱٫۳۷	۳٫۴۰(۱۵°c)		۰٫۲۱(۳۷°c)		محلول

a حلالیت‌ها در آب در (۳۷°c) براساس اطلاعات داده شده در W.C و Heuper و Conway, W. D., chemical carcinogenesisand cancers, C. C Thomas. Springfield, il 1964. P. 397

نمونه‌ای که در فاصله یک فوتی از صورت فرد گرفته شده و این نمونه هوای استنشاق شده به وسیله شاغلان را نشان می‌دهد. نمونه ممکن است با استفاده یک نمونه‌بردار شخصی متصل شده به یک فرد یا با یک وسیله

نمونه‌برداری در فاصله ۰٫۳۰۵ متر (1 ft) از صورت فرد، گرفته شود. بهتر است از یک روش تحلیلی برای انتخاب جزئیات لازم مانند وسیله نمونه‌برداری، دبی جریان[1] و موارد مشابه استفاده شود.

۶-۲ منطقه نمونه‌برداری

این منطقه به عنوان یک موقعیت ثابت نمونه‌برداری شناخته می‌شود و به طور معمول برای تعیین حداکثر پتانسیل مواجهه استفاده می‌شود یا یک مطالعه مقدماتی از شرایط محل کار را ایجاد می‌کند. یک مثال پایش مداوم است.

۶-۳ تناوب

در کاربرد این روش، بهتر است تحقیقات اولیه تمام مراحل عملیاتی کار به کمک یک متخصص بهداشت صنعتی یا فرد حرفه‌ای واجد شرایط دیگری، به منظور تعیین تناوب (زمان نمونه‌برداری فردی و بیولوژیکی) و محل استقرار دستگاه‌های نمونه‌برداری هوا و متناسب با شغل مورد پایش، انجام شود.

۶-۴ پایش بیولوژیکی

به منظور پایش اثر بخشی برنامه‌های کنترلی اعمال شده برای مواجهه شاغلان، باید اندازه‌گیری فاکتورهای خاصی از ادرار و خون به صورت دوره‌ای انجام شود. بهتر است سطح سرب هوا و خون مطابق با الزامات OSHA 29CFR 1910.1025، پایش شود. بنابراین، زمانی‌که کرومات سرب استفاده می‌شود یا به هر روشی به کار گرفته می‌شود، چنانچه سطح سرب موجود در هوا بیش از $30\ \mu g/m^3$ باشد، اجرای برنامه پایش سرب خون ضروری است. پایش دیگر شاخص‌های بیوشیمیایی ممکن است در شرایط خاص مفید باشد اما تا زمانی که همبستگی بهتر با سطح سرب خون بدست نیامده است، هیچ‌کدام توصیه نمی‌شود. یادآوری می‌شود که اگر مقدار سرب در خون بیش از $50\ \mu g/100\ g$ باشد، بر اساس استاندارد سازمان بهداشت و ایمنی شغلی، جابه‌جایی کارگر از آن منطقه الزامی است.

۷ روش‌های آزمون تجزیه‌ای

۷-۱ موسسه ملی ایمنی و بهداشت حرفه‌ای (NIOSH) روش‌هایی شامل، ۷۰۲۴، ۷۲۰۰، ۷۶۰۰، ۷۶۰۴، ۸۰۰۵ و ۸۳۱۰ منتشر کرده است، که می‌تواند مورد استفاده قرار بگیرد. ترجیحاً باید از استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

۷-۲ هر روش تجزیه‌ای که حساسیت، تکرارپذیری و صحت معادل یا بیشتری را نشان داده است، ممکن است برای تعیین سطوح زیست محیطی که مطابق با استانداردهای معرفی شده هستند، استفاده شود.

1- Flow rate

پیوست الف

(آگاهی دهنده)

اپیدمیولوژی و سم‌شناسی

الف-۱ کلیات

الف-۱-۱ این پیوست به بررسی اپیدمیولوژی و سم‌شناسی کرومات‌های نامحلول که در بخش اول تعریف شده، محدود می‌شود. توصیه می‌شود برای درک کامل‌تر مقاله اصلی بررسی شود.

الف-۲ مطالعات اولیه

الف-۲-۱ هر چند درماتیت‌های ناشی از کروم، زخم‌های پوستی و سوراخ‌های تیغه بینی اوایل سال ۱۹۲۸ در اسکاتلند و در سال ۱۹۳۳ در ایالات متحده گزارش شد، نشانه‌هایی از این‌که انواعی ازکرومات‌ها، دلیل احتمالی سرطان‌های ریه مشاهده شده در کارخانه‌های تولید کرومات بودند، برای اولین بار در مستندات آلمانی در دهه ۱۹۳۰ پدیدار شد[۱]، [۲]، [۲۴]، [۲۵]، [۲۶]، [۲۷]. شواهد بعدی در سال ۱۹۴۵ گسترش وضعیت مشابه در ایالت متحده را نشان داد، صنعت کرومات از مستندات و چنین تحقیقاتی حمایت کرد تا این‌که در گزارش‌های ارائه شده Machle و Gregorius، Baetjer و خدمات بهداشت عمومی آمریکا به اوج رسید. این گزارشات تأیید کرد که عوامل مسبب در مرحله گداخت آهک در فرآیند تولید رخ می‌دهند. در این زمان روشن بود که بسیاری از درماتیت‌ها، حساسیت، و اثرات زخم به دلیل تماس با اسید کرومیک و کرومات‌های محلول و عوامل مسبب بودند. لازم به ذکر است، ترکیبات کرومات سرب سبب حساسیت یا زخم نمی‌شوند.

الف-۲-۲ اثرات سرطان‌زایی کرومات کلسیم و سنگ معدن گداخته شده و متخلخل (شامل کلسیم کروماتو کرومیت، به اشتباهی"کرومیک کرومات" نامیده شد) به وسیله Heuper در سال‌های ۱۹۵۸ و ۱۹۵۹، Baetjer در سال ۱۹۵۹، و Payne در سال ۱۹۶۰ به کمک مطالعات حیوانی تأیید شد[۳۲]، [۳۳]، [۳۴]، [۳۵]، [۳۶].

الف-۳ مسمومیت خوراکی و متابولیسم

الف-۳-۱ کرومات‌های نامحلول، در موش صحرایی بسته به حلالیت آن‌ها، بدون تغییر در مدفوع دفع شده یا به کروم سه ظرفیتی کاهش یافته که به پروتئین متصل می‌شود[۳۷]. مقادیر دیگر سه جزء با نیمه عمرهای ۰٫۵، ۵٫۹ و ۸۳٫۴ روز را دارند.

الف-۳-۲ بدیهی است که مسمومیت خوراکی کرومات‌های نامحلول، خصوصاً درباره کرومات سرب به

ماهیت کاتیون وابسته است. دوز کشنده کرومات سرب برای انسان حداقل ۵۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم به وسیله Gleason گزارش شد، اما Harrold فهمید که این ترکیب بسیار ضعیف به وسیله کارگران نقاش جذب می‌شود[۲۹]، [۳۸].Gross فهمید که موش‌ها تا مقدار ٪ ۱ کرومات روی در غذایشان را تحمل می‌کنند[۳۹]. Kennedy سمیت کرومات سرب را خلاصه کرد[۴۰]. اندازه دوز مورد نیاز برای تولید اثرات بطور قابل توجهی بین رنگدانه‌ها متفاوت است. نامطلوب‌ترین اثرات از در دسترس بودن کاتیون سرب منجر می‌شود.

الف-۳-۳ در بیشتر مطالعات، ترکیبات به وسیله تزریق داخل وریدی، یک روش در نظر گرفته غیر مرتبط برای هدف در دست، تجویز شد. حداقل برای رنگدانه‌های کرومات محلول‌تر، انتظار می‌رود همانند کرومات‌های محلول تزریق شده، در کم‌کاری یا آسیب حاد یا مزمن کلیه یا هر دو، جذب خوراکی زیادی بدست آید. برای مثال Hunder کشف کرد که ۰٫۰۲ گرم بر کیلوگرم از دی کرومات پتاسیم (به عنوان محلول ٪ ۲) برای میمون با ایجاد ضایعات کلیوی حاد کشنده است[۴۱]. Tandon سطح کروم بالا در ادرار استفاده کننده‌های رنگدانه کارخانه‌های رنگ‌سازی هندی را گزارش داد[۴۲]. سمیت از راه خوراکی به عنوان یک خطر شغلی گزارش نشده است.

الف-۴ تحریک دهان و پوست

الف-۴-۱ تحریک پوستی و خواص حساسیت‌زای پوستی کرومات‌های محلول به خوبی شناخته شده و کاملاً مستند شده‌اند[۴۳]، [۴۴]. اطلاعات درخصوص عملکرد کرومات‌های نامحلول کمتر شناخته شده است. اما از آن‌جا که تعدادی از رنگدانه‌های کرومات حلالیت محدود در رطوبت دارند و بنابراین در تعریق، واکنش‌های آلرژیک پوستی در افراد حساس می‌تواند اتفاق بیفتد. عقیده Walsh این است یک‌بار که حساسیت کرومات ایجاد می‌شود، ظاهراً مقاوم شدن یا افزایش تحمل تماس بیشتر مشاهده نمی‌شود. Fisher و Engle درماتیت هایی را در کارگران در تماس با رنگ حاوی کرومات روی مشاهده کردند[۴۶]، [۴۷]. Calnan در مطالعه‌ای که "درماتیت‌های سیمان" نامیده شد، نتیجه گرفت که وجود کرومات دلیل احتمالی این درماتیت بود[۴۷]. احتمالاً به نظر می‌رسد کرومات موجود در سیمان، به مقدار زیاد به شکل نمک کلسیم خواهد بود. به طور مشابه، چنان‌چه به وسیله Fregret و Shelly گزارش شد، کرومی که عامل مسبب احتمالی در درماتیت‌های دود جوشکاری می‌باشد، ممکن است به شکل شش ظرفیتی باشد[۴۸]، [۴۹]. در هر صورت، برای باور ایجاد درماتیت تماسی توسط رنگدانه‌های کرومات محلول‌تر، به ویژه در میان افراد آلرژیک و حساس دلیل وجود دارد.

الف-۴-۲ بهتر است کرومات‌های نامحلول به عنوان محرک احتمالی چشم به دلیل خاصیت تحریک‌کنندگی ذرات آن‌ها، در نظر گرفته شوند. هیچ گزارشی از مطالعات خاص اثرات کرومات‌های نامحلول بر چشم کشف نشده است. هر چند زخم‌های پوستی و سوراخ تیغه بینی به صورت غیر طبیعی با تماس افراطی با کرومات‌های محلول، دی‌کرومات‌ها و اسید کرومیک ایجاد می‌شوند. برخی رنگدانه‌های کرومات به حدی محلول هستند که نمی‌توان نقش آن‌ها را به عنوان عوامل مسبب فراموش کرد.

الف-۵ تحریک دستگاه تنفسی

الف-۵-۱ نشان داده شده است که استنشاق کرومات محلول می‌تواند واکنش‌های تنفسی مختلف مانند برونشیت، التهاب حنجره، آسم برونش، آبریزش بینی، التهاب گلو، آمفیزم را ایجاد کند[۱]، [۴۴]. هیچ گزارشی برای بیان این‌که کرومات‌های نامحلول موجود در هوا عامل این اثرات باشند، دیده نشد.

الف-۵-۲ مطالعات اپیدمیولوژیک

الف-۵-۲-۱ Machle و Gregorius اولین مطالعات اپیدمیولوژیک در صنعت کرومات ایالات متحده را انجام دادند[۲۸]. آن‌ها نرخ بروز سرطان ریه در هفت کارخانه تولید کننده کرومات را بررسی کردند و همواره نسبت مرگ و میر بالا را در شش عدد از این کارخانه‌ها به‌دست آورند.

الف-۵-۲-۲ Baetjer تحقیقاتش را به دو کارخانه تولیدی در بالتیمور محدود کرد، افزایش مشابه در نسبت مرگ و میر را پیدا کرد[۲۹]، [۳۰]. Machle و Baetjer هر دو کارخانه‌هایی را مطالعه کردند که از فرآیند گداختن آهک استفاده کردند. یک کارخانه که توسط Machle مورد آزمون قرار گرفت از اکسیداسیون قلیایی کرومیت استفاده نکرد و هیچ مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه در سال ۱۸۵۳ بر اثر مواجهه مشاهده نشد.

الف-۵-۲-۳ Mancuso و Heuper یک کارخانه تولید کرومات در اوهایو که از فرآیند گداختن آهک استفاده می‌کردند، را بررسی کردند و یک افزایش مشخص در موارد سرطان ریه فراتر از آن‌که در گروه شاهد یافتند را نتیجه گرفتند[۵۰].

الف-۵-۲-۴ یک بررسی دقیق از صنعت تولید کرومات در ایالت متحده به وسیله خدمات بهداشت عمومی ایالت متحده در سال ۱۹۴۸ انجام شد و در سال ۱۹۵۳ منتشر شد[۲]، [۵۱]. «بعضی فاکتورها، که در گروه‌های مورد مقایسه وجود ندارند، مسئول شیوع بیشتر و ایجاد اولیه سرطان ریه در کارگران کرومات می‌باشند.

الف-۵-۲-۵ در سال ۱۹۵۱، Bidstrup بر اساس مطالعه درباره صنعت تولید کرومات بریتانیا، جایی‌که فرآیند گداختن آهک استفاده می‌شد گزارش داد[۵۲]. نتایج او در اهمیت منحصر بود زیرا او فقط یک مورد سرطان ریه در بین ۷۲۴ کارگر پیدا کرد. در سال ۱۹۵۶، Bidstrup و Case نشان دادند که از سال ۱۹۴۹ تا سال ۱۹۵۵ در سه کارخانه تولید کننده دی‌کرومات در بریتانیای کبیر، یک افزایش معین آماری در مرگ ناشی از سرطان ریه وجود دارد[۵۳].

الف-۵-۲-۶ Alderson، Rappan و Bidstrup در سال ۱۹۸۱ با یک مطالعه پیگیر روی ۲۷۱۵ انسان که حداقل یک سال در سه کارخانه تولید کننده کرومات در بریتانیا، بین سال‌های ۱۹۴۸ و ۱۹۷۷ کار کرده بودند، نشان داد که ریسک نسبی سرطان ریه برای آن افرادی که در یک کارخانه در حال بهره‌برداری استخدام شدند، از مقدار بیشتر از سه، قبل از انجام اقدام اصلاحی به مقدار ۱٫۸ برای افرادی که بعد از انجام اقدامات اصلاحی استخدام شده بودند، کاهش پیدا کرده بود (این امر شامل حذف آهک‌زنی در سال ۱۹۶۱ بود)[۵۴].

الف-۵-۲-۷ در سال ۱۹۶۶، Taylor بر اساس بررسی ۱۲۱۲ نفر کارگر نماینده سه کارخانه و ٪ ۷۰ ظرفیت کرومات تولیدی ایالات متحده گزارش داد[۵۵]. این کارخانه‌ها از فرآیند آهک‌زنی استفاده کردند. او افزایش نه برابر در مرگ ناشی از سرطان ریه را نتیجه‌گیری نمود.

الف-۵-۲-۸ Enterline در سال ۱۹۷۴، داده‌های مطالعه Taylor از سال ۱۹۴۱ تا سال ۱۹۶۰ را دوباره تحلیل کرد و دوباره افزایش نه برابری مرگ ناشی از سرطان ریه را فهمید[۵۶]. بعلاوه، او همچنین افزایش جزئی در مرگ ناشی از سرطان سیستم گوارشی را متوجه گردید.

الف-۵-۲-۹ در سال ۱۹۷۹ در کارخانه‌ای در بالتیمور، Hill و Ferguson تأثیر تغییرات فناوری تولید را با استفاده از «آنالیز پنجره احتمال» بررسی کردند[۵۷]. این محققان کاهش پی‌درپی در سرطان برونکوژنیک میان افرادی که به صورت متوالی در محیط خطرناک وارد می‌شوند در دوره‌های ده ساله، ۱۹۳۲ تا ۱۹۴۱، ۱۹۴۲ تا ۱۹۵۱، ۱۹۵۲ تا ۱۹۶۱، و ۱۹۶۲ تا ۱۹۷۱ را بسیار معنادار یافتند. هیچ مورد دیگری در دوره بعدی در سال‌های ۱۹۲۷ تا ۱۹۷۷ رخ نداد و هیچ موردی از سرطان برونکوژنیک میان کارگران در مدت دوره بیست ساله ۱۹۵۸ تا ۱۹۷۷ که مواجهه با خطر داشته‌اند، مشاهده نشده است. نتایج نشان می‌دهد که خطر سرطان ریه در کارگران تولید کرومات با فرآیند اصلاح شده و به دنبال آن کاهش مواجهه (تماس) با مواد کروم، کاهش یافته است.

الف-۵-۲-۱۰ هر چند تعداد موارد، گاهی اوقات آنقدر کم است که نمی‌توان از آن‌ها نتیجه‌گیری قطعی داشت و بیشترین مواجهه‌ها جمع‌بندی شده‌اند، شاهد اپیدمیولوژیکی جمع‌آوری شده نشان می‌دهد که کرومات کلسیم و سنگ آهک متخلخل شامل کلسیم کرومات- کرومیت عامل سرطان ریه یا ایجاد مشکلات ژنتیکی در کارخانه‌های تولید کرومات که از فرآیند آهک استفاده می‌کنند، می‌باشند.

الف-۵-۲-۱۱ اولین مطالعه اپیدمیولوژیکی کارخانه تولیدی رنگدانه کرومات به وسیله Gross در ۱۹۴۳ گزارش شد[۲۶]. در یک کارخانه آلمانی، هفت مرگ ناشی از سرطان ریه در میان کمتر از ۵۰ کارگر دیده شد. میان رنگدانه‌های تولید شده، کرومات‌های سرب، روی، پتاسیم و باریم وجود داشتند. دی‌کرومات پتاسیم به عنوان ماده خام استفاده شد.

الف-۵-۲-۱۲ در سال ۱۹۷۵، Langaard و Norseth افزایشی در سرطان برونشیت در کارخانه تولید رنگدانه اسکاندیناوی را گزارش دادند[۳]. متأسفانه زیر گروه مورد مطالعه کوچک بود. فقط ۲۴ نفر سابقه بیش از سه سال کار را داشتند و از بین این‌ها، سه نفر به سرطان برونکوژنیک مبتلا بودند و دو نفر از آن‌ها نیز سیگاری بودند. در سال ۱۹۸۳، langaard و Vigander نتایج مطالعات بعدی روی گروه مشابه کارگران را گزارش دادند[۲۱]. بیش از سه مورد سرطان ریه یافته شد. نسبت مشاهده شده یا قابل انتظار ۴۴ نفر مشابه آمار سال ۱۹۷۲ بود. پنج نفر از شش بیمار مبتلا به سرطان ریه سیگاری بودند و همه در معرض کرومات روی قرار داشتند.

الف-۵-۲-۱۳ Davies احتمال بروز مرگ و میر ناشی از سرطان ریه میان کارگران در دو کارخانه تولیدی که در معرض کرومات روی و سرب هر دو بودند را با محل دیگری که فقط کرومات سرب تولید می‌کرد، مقایسه نمود[۸]، [۵۸]. هیچ تفاوت آشکاری در میزان مرگ‌ومیر ناشی از سرطان ریه در میان کارگران با مواجهه (تماس) در سطح پایین و همچنین میان آن‌هایی که در معرض کرومات‌ها در همه سطوح تماس قرار می‌گیرند، وجود نداشت. در کارگرانی که با ترکیبات کرومات روی و سرب هر دو، در دسته [متوسط به بالا) مواجهه داشتند یک افزایش مشخص مرگ‌ومیر سرطان وجود داشت. به عقیده نویسنده، نتایج نشان می‌دهد که تولیدکنندگان کرومات روی، امکان ابتلا به سرطان ریه را دارند .

الف-۵-۲-۱۴ در سال ۱۹۸۱، Hagauenor و دیگران، یک مطالعه آینده نگری مرگ‌ومیر در کارخانه تولیدی رنگدانه کروم در فرانسه را انجام داد[۵۹]. آن‌ها ۲۵۱ کارگر را که برای حداقل ۶ ماه در طول سال‌های ۱۹۵۸ و ۱۹۷۷، در معرض تولید کرومات روی و سرب (هر دو) قرار داده شده بودند، را مطالعه کردند. ریسک استاندارد نسبی سرطان برونکوژنیک ۶٫۴۱ بوده، همچنین ملاحظه شد که ده نفر از یازده فرد مبتلا به سرطان برونکوژنیک، سیگاری بوده و ۵ نفر نیز سابقه مسمومیت با سرب را داشتند.

الف-۵-۲-۱۵ در سال ۱۹۸۲، Sheffet و دیگران یک مطالعه اپیدمیولوژیکی مرگ‌ومیر در کارخانه رنگدانه در نیوجرسی نیویورک، که هر دو از رنگدانه‌های روی و سرب استفاده کردند، را انجام دادند[۶۰]. جمعیت مورد مطالعه، به دو گروه تقسیم شده بودند، که گروه اول شامل ۱۲۹۶ سفید پوست و گروه دوم شامل ۶۵۰ نفر از شاغلان مرد رنگین پوست بودند، که در کارخانه بین ژانویه ۱۹۴۰ و دسامبر ۱۹۶۹ برای بیشتر از یک ماه کار کردند، را مقایسه کرد. خطر نسبی یک به شش برای ابتلا به سرطان ریه در میان شاغلان مرد سفید پوست به طور آماری معنادار بود. یک افزایش بروز سرطان ریه در میان رنگین پوستان و همچنین سرطان‌های پانکراس و معده در میان کل گروه‌ها مشهود بود، اما از نظر آماری معنی‌دار نبودند.

الف-۵-۲-۱۶ در سال ۱۹۷۶، مرکز بهداشت محیط یک مطالعه بر مرگ‌ومیر شاغلان در سه کارخانه تولیدی رنگدانه کرومات را انجام داد[۶۱]. تجزیه و تحلیل مرگ‌ومیر نتایج خاصی نداشت، اما داده‌ها نشان داد که استنشاق طولانی مدت بیش از حد، رنگدانه کرومات می‌تواند سبب سرطان ریه شود. در سال ۱۹۸۳، یک مطالعه پنج ساله انجام شد[۶۲]. پیگیری‌ها نشان داد که در کارخانه‌ای که فقط مواجهه (تماس) با رنگدانه کرومات سرب وجود دارد میزان، مرگ و میر ناشی از سرطان ریه افزایش معنی‌دار دارد. نویسنده نتیجه گرفت که «مطالعه هیچ شواهد احتمالی مبنی بر ارتباط بین کرومات سرب و سرطان ریه را ارائه نداد» یک افزایش آماری معنی‌دار در مرگ ناشی از سرطان ریه در کارخانه‌های تولیدکننده کرومات سرب و روی هر دو، وجود دارد و نویسنده نتیجه گرفت که «هرچند این تعداد کم می‌باشد، این پیگیری به روز، فرضیه‌ای که کرومات روی خطر ابتلا به سرطان ریه را افزایش می‌دهد، را حمایت می‌کند». با این حال، تعداد مرگ‌ومیر سرطان ریه در بین افرادی که تنها در معرض کرومات سرب قرار می‌گیرند، برای به‌دست آوردن نتیجه قطعی، بسیار اندک بود.

الف–۵–۲–۱۷ یک مطالعه توسط Frentzel–Beyme و دیگران، در پنج کارخانه در هلند و آلمان غربی با مجموع ۱۹۲۱ شاغل که همه تولید کننده کرومات روی و سرب هستند، انجام گرفت و یک افزایش ریسک متوسط اما ثابت سرطان دستگاه تنفسی و ریه، را در چهار کارخانه از پنج کارخانه را نشان داد. یک مطالعه اپیدمیولوژیکی اروپایی چند مرکزی، مرگ و میر سرطان ریه کارگران شاغل در کارخانه‌های رنگدانه کرومات را بررسی کردند[۶۳]. سایر مطالعات از وقوع سرطان ریه در کارگران تولیدی رنگدانه‌های کروم به وسیله Langard در سال ۱۹۸۳ گزارش شد[۶۴] و یک انتشار به وسیله Satoh در سال ۱۹۸۱ یک مطالعه اپیدمیولوژیک از کارگران درگیر در تولید ترکیبات کروم را توضیح داد[۶۵].

الف–۵–۲–۱۸ کنفرانس دولتی متخصصین بهداشت صنعتی آمریکا، کرومات‌های سرب و روی را به عنوان مواد صنعتی مشکوک به پتانسیل سرطان برای انسان با یک حد آستانه مجاز ۰٫۰۵ میلی‌گرم بر متر مکعب معین کرده است.

الف–۵–۲–۱۹ آژانس بین المللی تحقیقات سرطان (IRAC)[1] یک مطالعه روی کروم و ترکیبات کروم به عنوان بخشی از رساله خود در ارزیابی ریسک سرطان‌زایی مواد شیمیایی روی انسان انجام داد [۶۶]. نتیجه آن به شرح زیر است: «شواهد کافی از سرطان تنفسی در افرادی که از طریق شغلشان در معرض تولید کرومات قرار می گیرند، وجود دارد، داده‌ها در مورد خطر سرطان ریه در مشاغل مرتبط با سایر ترکیبات کروم و برای سرطان در مکان های دیگر ناکافی بود. داده‌های اپیدمیولوژیکی، ارزیابی از سهم نسبی برای ریسک سرطان‌زایی کروم فلزی، کروم (III)، کروم (IV) یا ترکیبات کروم نامحلول در مقایسه با کروم محلول را تصویب نمی‌کند».

الف–۵–۲–۲۰ J. Morga، با یک مطالعه مروری جدید از اثرات سمی شناخته شده کرومات سرب نتیجه‌گیری کرد که «در مطالعات گذشته، خواص سمی که از ویژگی‌های ترکیبات خاصی از سرب و ترکیبات خاصی از کرومات سرب شش ظرفیتی و فرآیندهایی که در هر کدام از آن‌ها رخ می‌دهد، به اشتباه به رنگدانه‌های کرومات سرب و فرآیندهایی که در آن‌ها تولید یا استفاده شده، نسبت داده شده‌اند»[۴۰]. بررسی‌های گذشته خواص سمی، شیمیایی و فیزیکی متفاوت رنگدانه‌های کرومات سرب را در مقایسه با رده‌های عمومی ترکیبات سرب و ترکیبات کروم شش ظرفیتی تشخیص نمی‌دهد.

الف–۵–۲–۲۱ سرطان ریه آشکارا ناشی از فرآیند تولید کرومات‌های محلول از سنگ معدن کرومیت می‌باشد. این مشاهدات در دوره‌ای از زمان، که غلظت گرد و غبار، در مقایسه با استاندارد موجود اداره بهداشت و ایمنی کار برای اسید کرومیک و کرومات‌ها، بسیار بالا بود، ایجاد شد. در تولید رنگدانه‌های کرومات سرب، ترکیب گرد و غبار از ترکیب آن در کرومیت یا فرآیند متفاوت می‌باشد. حتی در دهه گذشته که غلظت گرد و غبار بالا بود، بروز سرطان به آشکار کردن رابطه قطعی بین مواجهه (تماس) و بیماری موفق

[1] The international agency for research on cancer

نشده است. J.Morgan نتیجه گرفت که انطباق با استاندارد فعلی اداره بهداشت و ایمنی کار برای کرومات، در دهه‌های گذشته تولید و استفاده رنگدانه، برای حفاظت از سلامت کارگران در معرض کرومات کافی بوده است.

الف– ۵-۲-۲۲ یک مطالعه مرگ‌ومیر در گذشته درباره ۴۲۱۵ نفر از شاغلان مرد در ده کارخانه خودرو، با توجه خاص به نقاشان اسپری کار، به وسیله Chiazzi گزارش شده است[۶۷]. او نسبت مرگ‌ومیر متناسب (PMR)[1] را ۱/۳ برای ۲۷۸ سرطان ترکیبی دستگاه تنفسی فوقانی و ریه در میان تمام کارگران مرد سفید پوست گزارش داده است. تعداد چنین مواردی به طور قابل توجهی بیشتر از تعداد قابل انتظار نبود. نسبت مرگ‌ومیر استاندارد شده (SMR)[2] برای نقاشان اسپری کار ۱/۲۶ در مقابل ۱/۳۴ برای شاغلان بدون مواجهه (تماس) با اسپری رنگ بود. هیچ اطلاعاتی مانند سطح مواجهه (تماس) و عادات استعمال دخانیات درباره گروه‌های مورد مطالعه داده نشده است.

الف-۵-۲-۲۳ مطالعه مرگ‌ومیر متناسب برای نقاشان اسپری کار هواپیما توسط N.Dalager گزارش شد[۶۷]. مطالعه (کارگرانی که حداقل سه ماه کار کردند) یک افزایش قابل توجه از سرطان (PMR ۱/۳۶) خصوصاً سرطان دستگاه تنفسی (۱/۸۴) را میان کارگرانی که از رنگ‌های اسپری حاوی کرومات روی استفاده می‌کردند، را گزارش داد. هرچند، مطالعه بسیاری از مواد شیمیایی دیگر موجود در رنگ یا استعمال دخانیات در حضور رنگ‌ها یا تاریخچه استعمال دخانیات یا این واقعیت که تعدادی از این کارگران قبلاً در مشاغل ناشناخته دیگری کار کرده بودند، را مشخص نکرد.

الف-۵-۲-۲۴ انجمن ملی رنگ و پوشش (NPCA)[3]، در سال ۱۹۸۱ مطالعه مرگ‌ومیر کارگران خط تولید صنعت ساخت رنگ و پوشش را مورد حمایت قرار داد[۶۹]. این مطالعه یک نسبت مرگ‌ومیر استاندارد کاهش یافته برای نئوپلاسم‌های بدخیم ناشی از همه علل را نشان داد. هر چند، گروه رنگدانه افزایشی برای انواع خاصی از سرطان را نشان داد. این امر می‌تواند احتمالاً به علت تعداد کم موارد مرگ‌های مورد بحث باشد. یک مطالعه آینده‌نگر، گروه رنگدانه را بررسی کرد و نشان داد که ریسک نسبی، ابتلا به سرطان در رابطه با کل گروه بالا نبود.

الف-۶ سرطان‌زایی در حیوانات

الف-۶-۱ تعداد زیادی از آزمایشات حیوانی با استفاده از کرومات‌های نامحلول انجام شده است. این آزمایش‌ها برای قسمت‌هایی که پیوند خورده، یا داخل ماهیچه‌ای، داخل پرده جنب و تزریقات زیر پوستی می‌باشد. در حالی‌که سارکوم موضعی و تومورهای سرد گاه و بی‌گاه، با این روش‌ها در انواعی از گونه‌ها بدست

[1] Proportionate morality ratio
[2] Standardized morality ratio
[3] National Paint and Coating Association

آمده است، اهمیت بسیاری از مطالعات مورد تردید است، زیرا میزان وقوع پایین بوده یا افزایش کنترل نشده زیاد نبوده است.

الف-۶-۱-۱ Heuper افزایش تومور در موش‌های صحرایی را با کاشت عضلانی سنگ آهک حاوی کانی کرومیت، کرومیت کلسیم و کرومات کلسیم متخلخل به غیر از باریم کرومات بدست آورد[۳۲]، [۳۳]. Payne رشد غده سرطانی در موش را با کاشت عضلانی کرومات کلسیم و سنگ معدن کرومات کلسیم نتیجه گرفت[۳۵]. او همچنین کرومات کلسیم را به صورت داخل عضلانی و داخل پرده جنبی در موش‌ها تزریق کرد و این کار سبب ایجاد غده سرطانی موضعی شد. تزریق زیر جلدی در ناحیه پشت گردن موش با ترکیبات مشابه نتایج همسانی داد[۳۶]. Heuper، تزریق داخل تراشه در موش‌های صحرایی را با استفاده از ترکیبات کرومات کلسیم، کرومات استرانسیم و کرومات روی انجام داد و نتایج منفی را بدست آورد. موش‌ها و موش صحرایی به وسیله Baetjer برای استنشاق گرد و غباری که ترکیبی از هر دو کرومات‌های محلول و غیر محلول بوده را مطالعه کرد و نتایج منفی را بدست آورد[۷۲]. با تزریق داخل تراشه‌ای مانند تزریق داخل وریدی کرومات پتاسیم روی و کرومات روی در موش نتایج منفی بدست آمد.

الف-۶-۱-۲ Steffee و Baetjer در ایجاد تومورهای معنادار در خرگوش‌ها، خوکچه هندی، موش و موش صحرایی به وسیله تزریق داخل تراشه آهک گداخته، کرومات پتاسیم روی، کرومات‌های سرب و آهک گداخته تصفیه شده ناموفق بودند[۷۳].

الف-۶-۱-۳ Roe با استفاده از روغن بادام زمینی[1] به عنوان ناقل، تعداد معناداری از تومورهای موضعی در موش‌های صحرایی با کرومات کلسیم را مشاهده نمود.

الف-۶-۱-۴ در سال ۱۹۶۶، Heuper، تشکیل درصد بالایی از سرطان‌های محل تزریق در موش‌های صحرایی ناشی از تزریق «کرومیک کرومات»، کرومات کلسیم متخلخل، کرومات کلسیم، کرومات استرانسیم و روی زرد را گزارش داد[۷۵]. یک عملکرد پایین با کرومات‌های باریم و سرب بدست آمد. Laskin نتایج جالبی را به وسیله کاشت درون نایژه از باقی مانده آهک گداخته تصفیه شده و کرومات کلسیم در کلسترول بدست آورد[۷۶]. او یک عملکرد پایین از سلول‌های سنگفرشی در موش‌های صحرایی و همسترهای مورد مطالعه در طول مدت استنشاق گرد و غبار کرومات کلسیم و هایپرپلازی حنجره و تعدادی تومورهای سنگفرشی بدست آورد، معناداری هر کدام مورد تردید است.

الف-۶-۱-۵ در سال ۱۹۷۱، Nettesheim، یک عملکرد پایین از تومورهای ریه و نبود تومورهای برونکوژنیک را در موش صحرایی در معرض استنشاق ۱۳ میلی‌گرم بر متر مکعب کرومات کلسیم، گزارش داد[۷۷]. افزایش بیش از مقادیر کنترل شده ۶٫۲ برای ۱۳۶ موش نر و ۸٫۲ برای ۱۳۶ موش ماده مشاهده کرد.

[1] Arachis

Nettesheim نیز همسترها را تا ۱۵ هفته به وسیله تزریق داخل تراشه کرومات کلسیم مطالعه کرد و کیسه هوایی از بین رفت.

الف-۶-۱-۶ در سال ۱۹۶۵، Heuper و Conway نتیجه گرفتند که قدرت نسبی سرطان‌زایی ترکیبات کروم به حلالیت آن‌ها در آب بستگی دارد و قدرت سرطان‌زایی ترکیبات با حلالیت متوسط که به تدریج در بدن حل می‌شوند بیشترین است[۷۸]. این امر آن‌ها را به اعمال اقدام طولانی مدت قادر ساخت. نظریه اهمیت حلالیت به وسیله Clayson در سال ۱۹۶۲ پشتیبانی شد[۷۹].

الف-۶-۱-۷ مطالعه‌ای توسط Levy در سال ۱۹۷۵ انجام شد که از روش کاشت قرص درون برنشی انواعی از ترکیبات کروم شامل موادی که به طور معمول در صنعت تولید کرومات یافت می‌شدند، استفاده کرد[۸۰]. مطالعه نشان داد که سرطان برونش می‌تواند در ریه موش در حضور برخی از مواد حاوی کروم تشکیل شود.

الف-۶-۱-۸ در روش ارتقاء یافته توسط Laskin [۸۱] قرص درون برنشی که در آن یک قرص فلزی یا بسته حاوی مواد تحت آزمون، به صورت جراحی در برونش تحتانی سمت چپ موش کاشته شد[۸۲]. قرص فلزی مانند تعیین کننده چارچوب عملکرد در داخل یا اطراف جایی که محل استقرارش می‌باشد، عمل می‌کند. در سال ۱۹۸۳ یک مطالعه توسط Levy در دانشگاه استون انگلستان انجام گرفت که یافته‌های معناداری از آن بدست آمد[۸۳]. یافته‌ها عبارتند از: کرومات روی (با انحلال‌پذیری کم) تعداد معناداری (۵ مورد از ۱۰۰ مورد) از سرطان برونش را در مقایسه با عدد قابل انتظار ایجاد می‌کند. سایر ترکیبات کرومات روی ۳ مورد از ۱۰ مورد سرطان برونش را می‌دهد و این امر از نظر آماری قابل توجه نیست. هیچ سرطان برونشی (۰ مورد از ۱۰۰ مورد) در گروه شاهدی که فقط دارای کلسترول بودند، دیده نشد و سرطان برونش در دو گروه شاهده بود (در متیل کلانتین و کرومات کلسیم تعداد تومورها به ترتیب ۲۲ از ۴۸ و ۲۵ از ۱۰۰ بود). کرومات باریم سرطان برونش را ایجاد نمی‌کند (یک مورد از ۱۰۰ مورد برای کرومات سرب خالص، کروم زرد کمرنگ، کروم زرد با دانسیته پایین، کروم زرد متوسط و ۰ مورد از ۱۰۰ مورد برای مولیبدات کروم زرد). نویسندگان نتیجه گرفتند که «این نتایج و نتایج دیگر نشان می‌دهد که رنگدانه‌های کرومات سرب سرطان‌زا نیستند یا در اغلب موارد، قدرت سرطان زایی بسیار کمی دارد». نویسندگان همچنین نتیجه‌گیری کردند که «نتایج حاصل از مواد رنگدانه کرومات که در این مطالعه مورد بررسی قرار گرفته، همراه با مطالعات قبلی حیوانی می‌تواند برای توضیح گزارش ریسک ابتلا به سرطان ریه در شاغلان تولید رنگدانه کرومات استفاده شود».

جایی که شاغلان در این صنعت در معرض کرومات سرب و روی، هر دو قرار می‌گیرند، این مطالعه به شدت از فرضیه‌ای مبنی بر این‌که کرومات سرب غیر سرطان‌زا است و یا حداکثر قدرت سرطان زایی بسیار پایینی دارد، حمایت می‌کند. این امر با یافته های Davies مطابق می‌باشد[۸]، [۵۸]. مشخص شده که این روش‌ها، مواجهه افراد در شرایط بسیار سخت با ملاحظه تماس هر عامل مورد آزمون با بافت هدف، مدت زمان تماس، التهاب مزمن ناشی از برخی مواد را شبیه‌سازی نمی‌کند.

الف-۶-۱-۹ در سال ۱۹۸۱، Pertrilli و De flora نتیجه‌گیری کردند یون شش ظرفیتی کروم با تحریک و ایجاد اختلال در همانند سازی DNA باعث جهش‌زایی می‌شود[۱۸]. تمام مواد کروم سه ظرفیتی آزمون شده، حتی در غلظت‌های بالا، غیر سمی و غیرجهش‌زا بودند. آن‌ها همچنین نشان دادند که جهش‌زایی کروم شش ظرفیتی به وسیله مواد شیمیایی مختلف یا متابولیت‌ها، مانند شیره معده انسان کاهش داده می‌شود یا حذف می‌شود. این امر احتمال سم‌زدایی از راه خوراکی، جریان خون و روش درمان مسیرهای آنزیم را پیشنهاد داد. کبد در کاهش جهش زایی ترکیبات کروم (IV) مؤثر است. Levy و همکاران در سال ۱۹۸۶، تحقیقی از قدرت سرطان‌زایی محدوده‌ای از مواد حاوی کرومات بر ریه موش صحرایی را گزارش دادند[۸۴].

الف-۷ نقطه پایانی ناهنجارزا[1]

الف-۷-۱ ناهنجارزایی

الف-۷-۱-۱ هیچ گزارشی مبنی بر خاصیت ناهنجارزایی کرومات نامحلول پیدا نشد.

الف-۸ خلاصه

الف-۸-۱ هرچند مطالعات اپیدمیولوژیک و حیوانی، رنگدانه‌های حاوی کرومات و پسماندهای رها شده فرآیندها به حدی نیستند که بتوانند مدرکی برای اثبات سرطان زا بودن این ترکیبات ارائه دهند. تعدادی از گزارشات اپیدمیولوژیکی نشان می‌دهد که مواجهه صنعتی در طی تولید کرومات نامحلول در سطوح بالاتر از حدود مجاز مواجهه و مقدار آستانه مجاز سازمان بهداشت و ایمنی شغلی باعث افزایش سرطان ریه می‌شود. ترکیبات با حلالیت محدود، می توانند عامل احتمال سرطان‌زایی باشند.

[1] Teratogenicity

کتاب‌نامه:

[1] *Chromium*, Division of Medical Sciences, National Research Council, National Academy of Sciences, 1974, p. 4.
[2] *Health of Workers in Chromate Producing Industry*, Public HealthService Publication No. 192, 1953, p. 6.
[3] Lamganard, S., and Norseth, T., "A Cohort Study of BronchialCarcinomas in Workers Producing Chromate Pigments," *British*
Journal of Industrial Medicine, Vol 32, 1975, pp. 62–65.
[4] Gross, W. G., and Heller, V. G., "Chromates in Animal Nutrition,"*Journal of Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol 28, 1946,pp.52–56.
[5] Equitable Environmental Health Inc., "An Epidemiologic Study ofLead Chromate Plants Final Report," submitted to the Dry Colors Manufacturers Association and the National Institute for OccupationalSafety and Health, 1976.
[6] Furst, A., Schalnder, M., and Sasmore, D. P., "Tumorigenic Activity of Lead Chromate," *Cancer Research*, Vol 36, 1976, pp. 1779–1783.
[7] Ohsaki, Y., et al., "Lung Cancer in Japanese Chromate Workers,"*Thorax*, Vol 33, 1978, pp. 372–374.
[8] Davies, J. M., "Lung Cancer Mortality in Workers Making Chrome Pigments," Letter to the editor, *Lancet*, Vol 1, p. 384.
[9] *Documentation of the Threshold Limit Values for Substances inWorkroom Air*, American Conference of Governmental Industrial
Hygienists, Cincinnati, OH, 1971, pp. 55–56.
[10] *Acceptable Concentrations of Chromic Acid and Hexavalent Chromium Compounds*, American National Standards Institute, Inc., New York, NY, 1973.
[11] *Chemical Safety Data Sheet SD-44*, Chromic Acid, Manufacturer Chemists Association, Inc. Washington, DC, 1952.
[12] *Threshold Limit Values for Chemical Substances.* American Conference of Governmental Industrial Hygienists, Cincinnati, OH, 1977, pp. 13, 21, 31, and 35.
[13] Amendment to Lead Standard, 25 CFR 1910.1025 (F) (3) (ii) appearing at 47 *Federal Register* 51110 November 12, 1982.
[14] *Respirator Information Notice on MSA Powered Air Purifying Respirator*, Mine Safety Appliance Company, Pittsburgh, PA.
[15] R. Smith, "The AIHA's Response to the OSHA Inpr. on Respiratory Protection," American Industrial Hygienist Association,Vol 44,1983, pp. B-56.
[16] Nelson, T. J., and Dixon, S. W., "Procedures for Determining Workplace Performance of Respirators," Part II, American Industrial Hygiene Conference, Philadelphia, PA.
[17] Nelson, T. J., "Risk Management Decisions," American Industrial Hygiene Conference in Philadelphia, 1983. Available upon request.
[18] Dixon, S. W., and Nelson, T. J., "Procedures for Determining Workplace Performance of Respirators," Part I, American Industrial Hygiene Conference, Philadelphia, PA.
[19] OSHA Instruction Cpl. 2-220, *Industrial Hygiene Field Operations Manual*, U.S. Dept. of Labor, Washington, DC.
[20] *Industrial Ventilation—A Manual of Recommended Practice*, 17th ed. (1982), ACGIH Committee on Industrial Ventilation, Documentation of TLV's (1983).

[21] Petrilli, F. L. and De Flora, S., "Mutagenicity of Chromium Compounds," *Proceedings Chromate Symposium 80, Focus of a*
Standard, Industrial Health Federation Inc., 1981, pp. 77–99.
[22] Leidel, N. A., Busch, K. A., and Lynch, J. R., "Occupational Exposure Sampling Strategy Manual," HEW Publication 1977, pp.77–173.
[23] Linch, A. L., "Evaluation of Ambient Air Quality by Personal Monitoring," Vol II, 2nd ed., CRC Press, 1981.
[24] Alwers, W., and Jonas, W., "Chromate Lung Cancer," *Acta Unio Internationalis Contra Cancrum*, Vol 3, 1938, pp. 103–118.
[25] Gross, E., "Lung Cancer from Employment in Chromate Manufacturing Plants—Statistical Section," *Berichte VIII Internationale Kongress Unfallmedizin u. Berufskrankheiten*, Vol 2, 1938, pp. 996–973.
[26] Gross, E., and Kolsch, F., "Lung Cancer in the Chromate Pigment Industry," *Archiv fur Gewerbepathologie und Gewerbehygiene*, Vol 12, 1943, pp. 164–170.
[27] Letterer, E., Neilhardt, K., and Klett, H., "Chromate Lung Cancer and Chromate Pneumoconiosis. A Clinical and Industrial Hygiene Study," *Archiv fur Gwerebekpathologie und Gewerbehygiene*, Vol
12, 1944, pp. 323–361.
[28] Machel,W., and Gregorius, F., "Cancer of the Respiratory System in
the United States Chromate Producing Industry," *Public Health Reports*, Vol 63, No. 35, 1948, pp. 1114–1127.
[29] Baetjer, A. M., "P ulmonary Carcinoma in Chromate Workers, Part I, A Review of the Literature and Report of Cases," *American Medical Association Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine*, Vol 2, 1950, pp. 487–504.
[30] Baetjer, A. M., "Pulmonary Carcinoma in Chromate Workers, Part II, Incidence on Basis of Hospital Records," *American Medical Association Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine*, Vol 2, 1950, pp. 506–516.
[31] *Health Workers in Chromate Producing Industry, Public Health Services Publication*, No. 192, 1953, pp. 1–130.
[32] Heuper, W. C., "Experimental Studies in Metal Carcinogenesis. Part X, Cancerigenic Effect of Chromate Ore Roast Deposited in Muscle Tissue and Pleural Cavity of Rats," *American Medical Assocation Archives of Industrial Health*, Vol 18, 1958, pp. 284–291.
[33] Heuper, W. C., and Payne, W. W., "Experimental Cancers in Rats Produced by Chromium Compounds and Their Significance to Industry and Public Health," *Industrial Hygiene Journal*, Vol 20, 1959, pp. 136–150.
[34] Baetjer, A. M., et al., "Effect of Chromium on Incidence of Lung Tumors in Mice and Rats," *American Medical Association Archives of Industrial Health*, Vol 20, No. 2, 1959, pp. 136–150.
[35] Payne,W.W., "Production of Cancer in Mice and Rats by Chromium Compounds," *American Medical Association Archives and Industrial Health*, Vol 21, 1960, pp. 530–535.
[36] Payne,W.W., "The Role of Roasted Chromite Ore in the Production of Cancer," *Archives of Environmental Health*, Vol 1, 1960, pp. 20–26.
[37] Gruber, J. E., and Jeanette, K. W., "Metabolism of the Carcinogen Chromate by Rat Liver Microsomes," *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol 82, No. 2, 1978, pp. 799–806.
[38] Harrold, G. C., et al., "Toxicity of Lead Chromate," *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol 26, 1944, pp. 47–54.

[39] Gross, W. G., and Heller, V. G., "Chromates in Animal Nutrition," *Journal of Industrial Hygiene and Toxicology*, Vol 28, 1946, pp. 52–56.
[40] Morgan, J., and Kennedy, G. L., "Safe Exposure Levels for Lead Chromate Pigments," Unpublished report prepared for and available from Dry Color Manufacturers' Association.
[41] Hunter, W. C., and Roberts, J. M., "Experimental Study of the Effects of Potassium Biochromate on the Monkey's Kidney," *American Journal of Pathology,* Vol 9, 1933, pp. 133–147.
[42] Tandon, S. K., Mathur, A. K., and Gaur, J. S., "Urinary Excretion of Chromium and Nickel Among Electroplaters and Pigment Industry Workers," *International Archives of Occupational and Environmental Health*, Vol 40, 1977, pp. 71–76.
[43] Criteria for a Recommended Standard: "Occupational Exposure to Chromic Acid," National Institute for Occupational Safety and Health, Public Health Service, 1973.
[44] Criteria for a Recommended Standard: "Occupational Exposure to Chromium [VI]," National Institute for Occupational Safety and Health, Public Health Service, 1975.
[45] Walsh, E. N., "Chromate Hazards in Industry. Council on Industrial Health," *Journal of the American Medical Association*, Vol 153, 1953, p. 1305.
[46] Fisher, A. A., "Contact Dermatitis," Lea and Febiger, Philadelphia, PA, 1967, pp. 102–107, Plate 1 facing p. 104.
[47] Engle, H. O., and Calvan, C. D., "Chromate Dermatitis from Paint," *British Journal of Industrial Medicine,* Vol 20, 1963, pp. 192–198.
[48] Fregert, S., and Ovrum, P., " Chromates in Welding Fumes with Special Reference to Contact Dermatitis," *Acta Dermato-Venereologie*, Vol 43, 1963, pp. 119–124.
[49] Shelly, W. G., "Chromium in Welding Fumes as a Cause of Eczematous Hand Eruption," *Journal of the American Medical Association*, Vol 189, 1964, 772–773.
[50] Mancuso, T. F., and Heuper, W. C., "Occupational Cancer and Other Health Hazards in a Chromate Plant—A Medical Appraisal. Part I, Lung Cancer in Chromate Workers," *Industrial Medicine and Surgery*, Vol 20, 1951, pp. 358–363.
[51] Mancuso, T. F., "Occupational Cancer Survey in Ohio," Cancer Control in Public Health. Sixth Annual Meeting of the Public Health Cancer Association of America, New York, NY, 1949.
[52] Bidstrup, P. L., and Case, R. A. M., "Carcinoma of the Lung in Workmen in the Bichromate-Producing Industry in Great Britain," *British Journal of Industrial Medicine*, Vol 13, 1956, pp. 260–264.
[53] Bidstrup, P. L., and Case, R. A. M., "Carcinoma of the Lung in Workmen in The Bichromates-Producing Industry in Great Britain," *British Journal of Industrial Medicine*, Vol 38, 1956, pp. 260–264.
[54] Alderson, M. R., Rattan, N. S., and Bidstrup, P. L., "Health of Workmen in the Chromate-Producing Industry in Britain," *British Journal of Industrial Medicine*, Vol 38, pp. 117–124.
[55] Taylor, F. H., "The Relationship of Mortality and Duration of Employment as Reflected by a Cohort of Chromium Workers,"
American Journal of Public Health, Vol 56, 1955, pp. 218–229.
[56] Enterline, P. E., "Respiratory Cancer Among Chromate Workers," *Journal of Occupational Medicine*, Vol 16, pp. 523–526.

[57] Hill, W. J., and Ferguson, W. S., "Statistical Analysis of Epidemiological Data from a Chromium Chemical Manufacturing Plant," *Journal of Occupational Medicine*, Vol 21, No. 2, 1979, pp. 103–106.
[58] Davies, J. M., "Lung Cancer Mortality of Workers in Chromate Pigment Manufacture: An Epidemiological Survey," *Journal of Oil and Colour Chemists Association*, Vol 62, 1979, pp. 157–163.
[59] Haguenoer, J. M., et al., "Mortalité par Cancer Bronchopulmonaire dans une Fabrique de Pigments a Base de Chromates de Plomb et de Zinc," *Prevention of Occupational Cancer, International Symposium*, 1981, pp. 168–176.
[60] Sheffet, A., et al., "Cancer Mortality in a Pigment Plant Utilizing Lead and Zinc Chromates," *Archives of Environmental Health*, Vol 37, No. 1, 1982, pp. 44–52.
[61] Equitable Environmental Health Inc., "An Epidemiological Study of Lead Chromate Plants, Final Report," Unpublished report prepared for the Dry Colour Manufacturers' Association, Updated in 1983 by W. Clark Cooper.
[62] Kennedy, G. L., "Toxicity of Lead Chromates," *Chromates Symposium 80*, 1981, pp. 43–60.
[63] Frentzel-Beyme, R. "Lung Cancer Mortality of Workers Employed in Chromate Pigment Factories. A Multicentric European Epidemiological Study," *Journal of Cancer Research: Clinical Oncology*, Vol 105, 1983, pp. 183–188.
[64] Langard, S., and Vigander, T., "Occurrence of Lung Cancer in Workers Producing Chromium Pigments," *British Journal of Industrial*
[65] Satoh, K., Fukuda, Y., Torn, K., and Katsuno, N. "Epidemiological Study of Workers Engaged in the Manufacture of Chromium Compounds," *Journal of Occupational Medicine*, Vol 22, 1981, pp. 835–838.
[66] "Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans," *Some Metals and Metallic Compounds*, International Agency for Research on Cancer, Vol 23, Lyon, pp. 205–323.
[67] Chiazzi, L., "Retrospective Mortality Study of Spray Painters Using Chromate Pigments," Motor Vehicles Manufacturers Assn. of the United States, Inc., Detroit, MI, 1979, p. 95.
[68] Frentzel-Beyme, R., and J. Claude, *American Journal of Epidemiology*, 112(3), 443 (1980).
[69] Dalager, N. A., et al., "Cancer Mortality AmongWorkers Exposed to Zinc Chromate Paints," *Journal of Occupational Medicine*, Vol 22, 1980, pp. 25–29.
[70] Morgan, R. W., et al., "A General Mortality Study of Production Workers in the Paint and Coatings Manufacturing Industry," *Journal of Occupational Medicine*, Vol 23, No. 1, 1981, pp. 13–21.
[71] Kaplan, S. D., and Morgan, R. W., "Further investigation of lung cancer mortality," SRI for National Paint & Coatings Association, 1983.
[72] Baetjer, A. M., et al., "The Distribution and Retention of Chromium in Men and Animals," *Archives of Industrial Health*, Vol 20, 1959, pp. 136–150.
[73] Steffee, C. H., and Baetjer, A. M., "Histopathologic Effects of Chromate Chemicals," *Archives of Environmental Health*, Vol 2,
1965, pp. 66–75.
[74] Roe, F. J. C., and Carter, R. L. "Chromium Carcinogenesis. Calcium Chromate as a Potent Carcinogen for the Subcutaneous Tissues of the Rat," *British Journal of Cancer*, Vol 23, 1969, pp. 172–176.

[75] Hueper, W. C., *Occupational and Environmental Cancers of the Respiratory System, Springer-Verlag*, New York, NY, 1966, pp. 57–85.
[76] Laskin, S., Kushner, M., and Drew, R. T., "Studies in Pulmonary Carcinogenesis, " *Inhalation Carcinogenesis Symposium Series*, No. 18, 1970, pp. 321–351.
[77] Nettesheim, P., et al., "Effect of Calcium Chromate Dust, Influenza Virus, and 100R Whole Body X-Radiation on Lung Tumor Incidence in Mice," *Journal of the National Cancer Institute*, Vol 47, 1971, pp. 1129–1144.
[78] Hueper, W. C., and Conway, W. D., *Chemical Carcinogenesis and Cancer*, Charles C Thomas, Illinois, 1965, p. 387.
[79] Clayson, D. B., *Chemical Carcinogenesis*, J. and A. Churchill Ltd, London, 1962, p. 116.
[80] Levy, L. S., and Venitt, S.," Carcinogenic and Mutagenic Activity of Chromium Containing Materials," *British Journal of Cancer*, Vol 32, pp. 254–255.
[81] Laskin, S. et al., "The Experimental Induction of Lung Cancers with Chromate Compounds," *American Industrial Hygiene Association Journal*, Vol 29, 1968, pp. 110–11.
[82] Laskin, S., et al., "The Experimental Induction of Lung Cancers with Chromate Compounds," Abstract—AIHA Meeting, St. Louis, MO, 1968.
[83] Levy, L. S., and Martin, P. A., "Effects of a Range Chromium Containing Materials on Rat Lung," The University of Aston in
Birmingham, 1983. Available upon request from Dry Color Manufacturer's Association.
[84] Levy, L. S., Martin, P. A., and Bidstrup, P. L., "Investigation of the Potential Carcinogenicity of a Range of Chromium Containing Materials on Rat Lung," *British Journal of Industrial Medicine*, Vol 43, 1986, pp. 243–256.