مجله دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتي
دوره ۵ شماره ۱ بهار ۱۳۸۶ , صفحات : ۵۵ - ۴۷

ارزيابي مقايسه اي عملكرد نمونه بردارهاي ذرات كل و قابل تنفس در سنجش تراكم ميست كروم شش ظرفيتي

دكتر فريده گلبابايي : استاد، گروه بهداشت حرفه اي, دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشكي تهران
نويسنده رابط : gol128@sptums.com
سليمان خواجي : دانشجوی كارشناس ارشد بهداشت حرفه اي, دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشكي تهران
دكتر آرام تيرگر: استاديار، گروه پزشكي اجتماعي، دانشكده پزشكي، دانشگاه علوم پزشكي بابل
دكتر سيد جمال الدين شاه طاهري: دانشيار، گروه بهداشت حرفه اي, دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشكی تهران
دكتر كرامت اله نوري جليانی: استاديار، گروه اپيدميولوژي و آمار زيستي, دانشكده بهداشت و انستيتو تحقيقات بهداشتی, دانشگاه علوم پزشكي تهران
دريافت : ۱۳۸۴/۸/۲۵ پذيرش : ۱۳۸۵/۴/۲۷

چكيده

زمينه و هدف: كروم شش ظرفيتي يكي از عوامل شغلي سرطانزا در انسان است كه انتشار آن در هوا سلامت بسياري از كارگران را به خطر انداخته است. كثرت افراد در معرض و جديت خطر موجب گرديده تا طي سال هاي اخير بطور قابل ملاحظه اي از آستانه مجاز مواجهه با آن كاسته شود و همزمان روشهاي متعددي جهت تعيين مقدار سريعتر و دقيقتر آن توسعه يابد. نظر به نقش غير قابل انكار ابزارهاي نمونه برداري و عوامل موثر بر آن در تعيين دقيق تراكم آلودگي، هدف از اين تحقيق مقايسه عملكرد نسبي نمونه بردارهاي مختلف و بررسي برخي عوامل موثر شامل ارتفاع نمونه برداري، غلظت محلول درون وان، و مدت نمونه برداري بوده است.

روش كار: به منظور توليد ميست از يک مولد و محفظه نمونه برداري با قابليت اثبات شده توليد اتمسفر يكنواخت ميست كروم موجود در آزمايشگاه بهداشت حرفه اي دانشكده بهداشت استفاده شد. بررسي عملكرد چهار نمونه بردار ذرات قابل تنفس(IOM و CIS) و ذرات كل (رو بسته و روباز) نيز از طريق نمونه برداري همزمان انجام پذيرفت. نمونه ها منطبق با روش استاندارد NIOSH ۷۶۰۰ توسط فيلترهاي پلي وينيل كلرايد (PVC) با دبي ۲±۰/۱ ليتر بر دقيقه، جمع آوري و تجزيه و تحليل شدند. همچنين اثر متغيرهاي ديگري شامل: ارتفاع نمونه برداري (ارتفاع هاي۳۰و۵۰ سانتي متر از سطح محلول وان) ، مدت زمان نمونه برداري (مدت ۳۰و۹۰دقيقه) و غلظت وان آبكاري (۱۲۵ و۲۵۰ گرم در ليتر)، بر عملكرد نمونه بردارهاي فوق مورد ارزيابي قرار گرفت. اينكار از طريق ۲۰ سري نمونه برداري همزمان، در دامنه وسيعي از تراكم بين۲ تا ۲۷۲۵ ميكروگرم بر متر مكعب صورت پذيرفت.

نتايج: نتايج حاصل از تحليل بلوكي تصادفي كامل، گوياي اختلاف معني دار آماري در عملكرد نمونه بردارهاي مختلف با يكديگر بوده است (P<۰/۰۰۱). اختلاف آماري مذكور بين نمونه بردارها در مدت ها، ارتفاع ها، و غلظت هاي مختلف نيز وجود داشته است. آزمون مقايسه اي چندگانه شفه نشان داد كه اختلاف موجود مابين نمونه بردارها مربوط به عملكرد متفاوت نمونه بردار IOM بوده است. ضمنا" نمونه بردار IOM داراي بيشترين دقت بوده است.

نتيجه گيري: كارايي نمونه بردارهاي ذرات كل و ذرات قابل تنفس در ارزيابي تراكم ميست كروم شش ظرفيتي هم ارز نمي باشند و ضمنا" عليرغم وجود اختلاف معني دار آماري بين دو سطح (P<۰/۰۵)، عامل هاي ارتفاع نمونه برداري (۴/۰۹±۵/۵۶ در برابر ۸/۶۸±۸۴/۸ ميكروگرم بر مترمكعب)، غلظت محلول درون وان (۲/۷۳±۴/۹۶ در مقابل ۷/۸۵± ۱۱/۸۸ ميكروگرم بر مترمكعب)، و مدت نمونه برداري (۶/۸۸±۶/۳۴ در مقايسه با ۸/۹۰ ±۵/۹۰ ميكروگرم بر مترمكعب)، اين عوامل فاقد اثر تعيين كننده اي بر روي تراكم بدست آمده از نمونه بردار ها بوده اند (P>۰/۰۵). همچنين نمونه بردار CIS بدليل آسيب پذيري در نتيجه خاصيت اسيدي ميست كروم، وسيله مناسبي جهت نمونه برداري از ميست كروميک اسيد نمي باشد.

واژگان كليدي: ميست كروم شش ظرفيتي، نمونه بردار ، ذرات كل، قابل تنفس، مدت نمونه برداري، ارتفاع نمونه برداري

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

مقدمه :

ذرات هوابرد، يكي از متداولترين اشكال تركيبات شيميايي زيان آور در محيط هاي كار هستند و دستگاه تنفس، يكي از عمده ترين راههاي ورود آنها به بدن بشمار مي آيد. آبكاري كروم يكي از فرايندهاي مهم و گسترده صنعتي است كه انجام آن با توليد تراكم قابل ملاحظه اي از ميست كروم شش ظرفيتي همراه است، ماده اخير از سوي بسياري از سازمانها از جمله National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), U.S. Environmental Protection Agency (EPA), International Agency for Research on Cancer (IARC) جزء عوامل سرطانزا براي انسان طبقه بندي شده است(EPA 1998)، و بسياري از سازمان هاي معتبر از حد مجاز مواجهه شغلي اين ماده كاسته اند به طوري كه مثلا" Occupational Safety and Health Adminestration (OSHA) مقداري برابر با يک صدم مقدار پيشين (برابر با ۱ ميلي گرم بر مترمكعب) را پيشنهاد كرده است (OSHA, ID-215 1998; NIOSH 7600 1994). البته عوارض ديگري مانند زخم كروم, درماتيت پوستي, سوراخ شدن تيغه بيني، تحريک دستگاه تنفس و آسم شغلي را نيز مي توان از ديگر مشكلات بهداشتي مواجهه با ميست كروم شش ظرفيتي بر شمرد(EPA 1998).

حدود مواجهه شغلي در مورد بسياري از ذرات هوابرد خطرناک بر مبناي اندازه گيري ذرات كل مي باشد و به همين دليل،اندازه گيري آنها عموما" با استفاده از كاستهاي دو يا سه تكه رو باز(Open-face)و روبسته (Closed-face)صورت مي پذيرد (Clinkenbeard et al. 2002) اين در حالي است كه بر اساس توصيه انجمن متخصصين بهداشت حرفه اي آمريكا American Conference of Governmental Industrial Hyginists(ACGIH) در سال۹۶-۱۹۹۵، لازم است حدود مجاز مواجهه با مواد ذره اي با توجه به توزيع اندازه آنها در قالب سه گروه ذرات قابل تنفس، ذرات سينه اي (توراسيک) و ذرات قابل استنشاق جايگزين حدود مجاز مواجهــه بـا ذرات كل شود (Kerr et al. 2002; James and Zalk 1998)اين توصيه با توجه به تفاوت موجود در رفتار ذرات از جنبه الگوي ته نشيني در دستگاه تنفس صورت پذيرفته و بديهي است به منظور اندازه گيري دقيق و واقعي ذرات هوابرد بايد از نمونه بردارهايي كه داراي عملكردي شبيه سيستم تنفسي انسان هستند استفاده شود. در سالهاي اخير، در مطالعات متعددي عملكرد نمونه بردارهاي موجود در مقايسه با يكديگر و همچنين در مقايسه با منحني هاي استاندارد مربوط به بازده جمع آوري ذرات (ذرات قابل تنفس ، ذرات توراسيک و ذرات قابل استنشاق) مورد ارزيابي قرار گرفته اند كه در بسياري از آنها، اختلاف عملكرد مابين نمونه بردارهاي ذرات قابل تنفس و كل قابل ملاحظه بوده است (Ashley et al. 2003; James and Zalk 1998; Kriech et al. 2004; Tsai and Vincent 2001; Predicala and Maghirang 2003). بنابراين، با توجه به مخاطرات جدي مواجهه با نوع شش ظرفيتي كروم، حد مواجهه بسيار پايين آن و عملكرد متفاوت نمونه بردارهاي ذرات كل و قابل تنفس در ارزيابي برخي آلاينده ها، اولين هدف اين مطالعه تعيين نمونه بردار بهينه جهت ارزيابي دقيق مواجهه پرسنل با ميست كروم شش ظرفيتي بوده است و هدف دوم بررسي امكان بكارگيري نمونه بردار نسبتا" جديد Conical Inhalable Sampler (CIS) بعنوان نمونه بردار ذرات قابل تنفس) در نمونه برداري از ميست كروم شش ظرفيتي مي باشد كه تا بحال گزارشي در خصوص بكارگيري اين نمونه بردار جهت جمع آوري ميست كروم منتشر نشده است. ضمنا"، ارزيابي عملكرد نمونه بردارهاي فردي در اغلب مطالعات در تونل باد و عموما" تحت سرعت جريان نسبتا" بالا انجام شده اند، در حالي كه سرعت جريان هوا در اكثر محيطهاي كار كمتر از ۰/۳ متر بر ثانيه گزارش شده است (Baldwin and Maynard 1998). بنابراين بررسي عملكرد نسبي نمونه بردارهاي ذرات قابل تنفس و كل تحت شرايط سرعت

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

جریان هواي آرام که کمتر به آن پرداخته شده از دیگر اهداف این مطالعه بشمار مي آید.

روش کار:

با توجه به اهداف مطالعه، بررسي مقايسه اي نمونه بردارهاي ذرات کل و قابل تنفس، از طريق نمونه برداري همزمان تحت چند وضعيت مورد نظر، صورت پذيرفت. نحوه اجراء مطالعه به شرح زير بوده است:

۱) تولید میست: به منظور توليد و نمونه برداري از ميست کروم شش ظرفيتي از يک توليد کننده ميست کروم که در حقيقت وان آبکاري کروم در مقياس آزمايشي مي باشد، استفاده گرديد(شکل ۱). ويژگيهاي اين وسيله به همراه اطلاعات مربوط به شرايط يکنواخت توليد ميست طي مطالعـــه ديگري بررسي و ارائه شده است (Tirgar et al. 2006).

۲) نمونه برداري : به منظور مقايسه نمونه بردارهاي مختلف با يکديگر، دو نمونه بردار ذرات قابل تنفس شامل Institute of Occupational Medicine (IOM) و CIS و همچنين دو نمونه بردار ذرات کل از نوع روباز و روبسته بصورت نمونه برداري همزمان استفاده شد. تاثير ديگر متغيرهاي مورد نظر شامل ارتفاع نمونه برداري، غلظت کروميک اسيد در وان و مدت نمونه برداري نيز با استفاده از نمونه برداري پهلو به پهلو (Side by side) صورت پذيرفت. جمع آوري کليه نمونه ها، منطبق با طـــرح آزمايشات با استفاده از فيلترهاي ۲۵ و ۳۷ ميلي متري PVC (با توجه به اندازه لازم در هر نمونه بردار) با قطر منافذ ۵ ميکرومتر ساخت شرکت M.S.A آمريکا انجام شد. پمپهاي مورد استفاده از نوع پمپهاي نمونه برداري فردي ساخت کارخانه SKC انگلستان مدل ۲۲۴-PCXR3 بوده اند که دبي آنها هر بار پيش از نمونه برداري به ميزان ۰/۱± ۲ ليتر بر دقيقه تنظيم و سپس مورد استفاده قرار مي گرفت. دبي نمونه برداري در زمان استفاده از نمونه بردار CIS با توجه به توصيه سازندگان وسيله، ۳/۵ ليتر بر دقيقه بوده است. نمونه ها با توجه به حالات مورد آزمايش در دو ارتفاع ۳۵ و ۵۰ سانتيمتر نسبت به سطح محلول و با دو طول مدت۳۰ و۹۰دقيقه جمع آوري گرديدند. سرعت جريان هوا با استفاده از آنمومتر حرارتي (Air Flow مدل TA2 ساخت انگلستان)تعيين مقدار گرديد که در تمام مدت مطالعه، کمتر از ۰/۲متر بر ثانيه بوده است. با توجه به متداول ترين غلظت هاي مورد استفاده در فرايند آبکاري کروم، وان نيز در دو حالت ۱۲۵ و ۲۵۰ گرم بر ليتر مورد بررسي قرار گرفت (Kuo et al. 1997).

۳) طراحي مطالعه و تجزيه و تحليل آماري: جهت ارزيابي و مطالعه هر يک از متغيرهاي مورد نظر از طرح عاملي کامل استفاده شد. بدين ترتيب که هريک از عوامل شامل غلظت کروميک اسيد در وان، ارتفاع نمونه برداري و مدت نمونه برداري هر يک در دو سطح با حداقل دو بار تکرار به اجرا در آمد. اطلاعات مربوط به طرح آزمايشات در جدول۱ ارائه شده است و نتايج حاصل با استفاده از آزمون هاي تحليل بلوکي کامل تصادفي و آزمون مقايسه اي چندگانه شفه به کمک نرم افزار آماري SAS مورد پردازش قرار گرفت.

۴) استخراج و تعيين مقدار کروم : براي استخراج کروم شش ظرفيتي و تعيين مقدار آن از روش NIOSH ۷۶۰۰ استفاده شد(NIOSH 7600 1994) در اين روش، نمونه ها بلافاصله پس از نمونه برداري توسط سولفوريک اسيد ۰/۵ نرمال به مدت ۵ تا ۱۰ دقيقه از روي فيلتر استخراج شدند و سپس با افزودن ۰/۵ ميلي ليتر معرف ۱و۵ دي فنيل کاربازيد و تشکيل ترکيب ويژه رنگي، توسط دستگاه اسپکتروفتومتر مرئي در طول موج ۵۴۰ نانومتر خوانده شدند. در مطالعه حاضر از دستگاه Beckman مدل DU۶۴۰ ساخت کشور آمريکا استفاده شد.

جهت تعيين مقدار کروم در هريک از نمونه ها از ترسيم منحني کاليبراسيوني در هفت غلظت مختلف شامل ۰/۰۴، ۰/۰۸، ۰/۱۲، ۰/۱۶، ۰/۲۰، ۰/۲۴،و ۰/۲۸ ميکروگرم بر ميلي ليتر استفاده شد. خط اتصال نقاط مربوط به تراکم هاي بدست آمده در صورت برخورداري از حداقل همبستگي ۰/۹۹ مورد استفاده قرار مي گرفت. در پايان مقدار تراکم کروم شش ظرفيتي با توجه به مقدار جذب

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

بدست آمده در دستگاه اسپکتروفتومتر و استفاده از منحني كاليبراسيون محاسبه وتعيين مي گرديد.

به منظور بررسي ميزان بازيافت مواد آلاينده از روي فيلترها، مقادير معلومي ازكروم شامل ۱، ۳، ۵، و ۷ ميكروگرم بر روي فيلترها افزوده شده و سپس همانند نمونه هاي مجهول مورد آناليز قرار گرفت. مقدار بازيافت براي تراكم هاي مذكور پس از زماني حدود ۱۰ دقيقه به طور كل برابر با ۷/۶ ± ۹۶/۵ درصد بدست آمد.

به منظور انجام مقايسه عملكرد نسبي نمونه بردارها، لازم بود كه يک نمونه بردار بعنوان نمونه بردار مرجع انتخاب شود. براي دستيابي به چنين هدفي در بخش نتايج بصورت اختياري اما به چند دليل نمونه بردار IOM بعنوان مرجع انتخاب شد:

الف: جمع آوري بيشتر ميست كروم و برخورداري از بالاترين ميزان تراكم و به طبع آن تامين بيشترين ضريب پيشگيري از مخاطرات بهداشتي.

ب: نتايج مطالعات ديگر محققان مبتني بر وجود همبستگي بين نتايج اين نمونه بردار (نمونه برداري از ذرات قابل تنفس) و ميزان كروم ادرار در كارگران آبكاري بوده است(Chen et al. 2002).

نتايج :

جهت انجام اين مطالعه تعداد ۸۰ نمونه تهيه گرديد، يعني ۲۰ نمونه به ازاي هر نمونه بردار انتخاب شد. اين تعداد جهت مقايسه غلظت هاي ۱۲۵و۲۵۰گرم در ليتر به ترتيب ۴۸ نمونه در غلظت ۱۲۵ گرم بر ليتر(با توجه به ۳ بار تكرار) و۳۲ نمونه در غلظت ۲۵۰ گرم بر ليتر(با توجه به ۲ بار تكرار) بوده است. بدين ترتيب با توجه به طراحي مطالعه، براي هر يک از ديگر متغيرها (ارتفاع و مدت زمان نمونه برداري)۴۰ نمونه در هر سطح تهيه گرديد. محاسبه تراكم هاي مورد بررسي باتوجه به داده ها نشان داده است كه تراكم هاي اندازه گيري شده در محدوده ۲–۲۷۲۵۰ ميكروگرم بر متر مكعب قرار داشته اند.

در جدول شماره ۲ تراكم هاي بدست آمده از نمونه برداري هاي همزمان ارائه شده است. همانگونه كه مشاهده مي شود، ميانگين تراكم هاي بدست آمده از نمونه بردارهاي مختلف داراي اختلاف محسوسي با يكديگر هستند و آزمون تحليل بلوكي كامل تصادفي گوياي اختلاف معني دار آماري بين آنهاست ($p<۰/۰۰۱$). به عبارت ديگر تحت شرايط اين مطالعه نمونه بردارهاي مورد بررسي داراي عملكرد متفاوتي بوده اند. البته انجام آزمون مقايسه هاي چندگانه شفه روي داده ها نشان داد كه عليرغم اختلاف كلي بين چهار نمونه بردار، مقايسه مجزاي آنها گوياي تشابه عملكرد در نمونه بردارهاي IOM و روبسته با يكديگر مي باشد و از طرفي، اختلاف موجود مابين نمونه بردارهاي رو باز، روبسته و CIS با يكديگر معني دار نبوده است.

مقايسه نتايج حاصل از نمونه بردارهاي چهارگانه در ارتفاع هاي ۳۰ و۵۰ سانتي متر از سطح وان همچنين غلظت ۱۲۵ و ۲۵۰ گرم در ليتر گوياي اختلاف مابين عملكرد نمونه بردارها تحت هر يک از حالات مذكور بوده است. به بياني ديگر، تحت شرايط اين مطالعه عوامل ياد شده (ارتفاع نمونه برداري و غلظت وان) فاقد اثر معني داري روي عملكرد نمونه بردارها بوداند.

عملكرد نسبي نمونه بردارها: در مطالعات گذشته، ميزان ارتباط بين نتايج نمونه برداري از كروم ادرار و تراكم بدست آمده از ساير نمونه بردارها (نمونه بردار هاي ذرات كل) نسبت به نمونه بردار قابل تنفس كمتر بوده است (Werner et al. 1999) . بنابراين با رسم خط رگرسيون و محاسبه معادله خط(شكل ۲)، عملكرد نمونه بردارهاي مختلف در مقايسه با IOM مورد بررسي قرار گرفتند. رابطه مقابل براي پيش بيني عملكرد ديگر نمونه بردارها نسبت به IOM قابل استفاده خواهد بود.

$$E_{IOM}=B\times E_{37mm}$$

در اين رابطهE_{IOM} كارايي نمونه بردارIOM ، E_{37mm} كارايي هر يک از نمونه بردارهاي ۳۷ ميلي متري روبسته، روباز و CIS . مي باشد. ضريب B بيانگر فاكتور تبديل كارايي نمونه بردارهاي ۳۷ ميلي متري به نمونه بردار انتخابي IOM است كه نتايج آن در جدول ۳ بيان گرديده

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

است. بر اساس یافته ها، نمونه بردار IOM ، به ترتیب ۳۵% ، ۲۴% و ۱۴% بیش از نمونه بردارهاي روباز، CIS و روبسته میست کروم را جمع آوري مي نماید. به عبارتي دیگر بیشترین نزدیکي در تراکم هاي خوانده شده، بین نمونه بردارهاي IOM و روبسته مشاهده مي گردد.

در شکل ۳ نمودار رگرسیون خطي بین نمونه بردار IOM و سایر نمونه بردارها ارائه شده است.

دقت نمونه بردارها :به منظور بررسي میزان دقت در نتایج بدست آمده از هر یک از نمونه بردارها، از درصد ضریب تغییرات (انحراف معیار نسبي) استفاده شد. سپس نتایج در مورد نمونه بردارهاي مختلف مورد مقایسه قرار گرفت که بر مبناي برخورداري از حداقل ضریب تغییرات، ترتیب نمونه بردارها به قرار زیر بوده و نمونه بردار IOM داراي بهترین دقت بوده است.

IOM-۱ (۱۱۷/۶۳%) ۲- روباز (۱۲۲/۸۹%)
CIS-۳ (۱۲۸/۷۵%) ۴- روبسته (۱۶۰/۲۲%)

همانگونه که از نتایج برمي آید نمونه بردار IOM علیرغم برخورداري از بالاترین میانگین تراکم از کمترین میزان ضریب تغییرات در مقایسه با سه نمونه بردار دیگر برخوردار بوده است.

بحث :

همانگونه که در جدول ۲ آمده است، تراکم کروم تعیین شده با استفاده از نمونه بردارهاي مورد بررسي (IOM، روباز، روبسته، CIS) داراي اختلاف محسوسي هستند که این اختلاف پس از انجام تحلیل بلوکي کامل تصادفي معني دار ارزیابي شده است (P<۰/۰۰۱). نتایج بدست آمده در این بررسي نه تنها گویاي تفاوت در عملکرد نمونه بردارها در دامنه وسیعي از تراکم، (از ۲ تا ۲۷۲۵ میکروگرم بر متر مکعب، یعني از حدود یکدهم تا پنجاه برابر تراکم آستانه مجاز) است، بلکه اختلاف مذکور در ارتفاع ها، غلظت ها و مدتهاي مختلف نمونه برداري همچنان باقي است. به عبارت دیگر، علیرغم اختلاف معني دار میان حالت هاي مختلف در هر یک از عوامل مذکور، هیچیک از این عوامل داراي اثر معني داري روي عملکرد نمونه بردار ها نیستند. Kuo و همکارانش(۱۹۹۷) نیز در مطالعه اي که بر روي غلظت وان بعنوان یکي از عوامل تاثیرگذار روي توزیع اندازه ذرات انجام داده اند به نتیجه مشابهي دست یافتند (Kuo et al. 1997). در مطالعه آنها نیز غلظت وان فاقد تاثیر قابل ملاحظه اي روي عملکرد نمونه بردار ها بوده است.

گرچه انتظار مي رود نمونه بردار CIS بدلیل دبي بالاتر و تجمع مقدار بیشتري از میست اسید روي فیلتر (بواسطه کاهش اسیدي بودن محیط و احیاء مقادیر بیشتري از کروم)، بطور معني دار تراکم کمتري از کروم شش ظرفیتي را گزارش نماید، اما در عمل کاهش مورد انتظار تنها در مقایسه با نمونه بردار IOM مشاهده گردید البته با توجه به اینکه آزمایش هاي اخیر در محیط آزمایشگاه و به دور از عوامل احیاء کننده کروم شش ظرفیتي مانند اکسید آهن، وانادیوم، ترکیبات اکسید کننده آلي (Ashley et al. 2003; Shin and Paik 2000) صورت پذیرفته است، احتمال وجود اختلاف معني دار در نمونه برداري از محیط هاي واقعي و در حضور عوامل یاد شده وجود دارد. از جمله دلایلي را که میتوان بعنوان علل عدم اختلاف معني دار میان سه نمونه بردار روباز، رو بسته و CIS و یا به عبارتي دلایل تشابه عملکرد آنها مطرح ساخت عبارتند از:

الف: کوچکي اندازه ذرات میست کروم در فرآیند آبکاري

بررسي ها نشان داده است که ذرات درشتتر عمدتا" تحت تاثیر عواملي مانند جهت و شکل روزنه ورودي نمونه بردار، و سرعت جریان محیطي در مجاورت روزنه قرار مي گیرند، بنابراین بدلیل ریز بودن بخش اعظم ذرات میست در فرآیند آبکاري(Kuo et al. 1997) این اثر در سه نمونه بردار مذکور چندان مشهود نبوده است. مشابه چنین نتیجه اي را Kenny و همکارانش (Kenny et al. 1999) در مقایسه دو نمونه بردار IOM و GSP گرفته اند. آنها دریافتند که این دو نمونه بردار در جمع آوري ذرات ریز مشابه یکدیگر عمل مي نمایند اما در مورد ذرات درشت

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

نمونه بردارGSP از بازده کمتري برخوردار بوده است. با توجه به اینکه در مطالعات گذشته، اندازه ذرات میست کروم در دامنه ۰/۳ تا ۲۵ میکرون گزارش شده است (Bonin et al. 1995) و از طرفي، عمده ترین اختلاف عملکرد نمونه بردارهاي مورد بررسي در جمع آوري ذرات درشـــت (ذرات بـــالاتر از ۴۰ میکـــرون) است (Li et al. 2000) بنابر این نتیجه فوق دور از انتظار نیست.

ب: از دیگر دلایل تشابه در عملکرد نمونه بردارهاي روبسته و CIS میتوان به نتایج مطالعه Li و همکارانش اشاره کرد(Li et al. 2000) . براساس بررسیهاي بعمل آمده افت دیوار بیشتر در مورد ذرات درشت (۲۰۰-۱۰۰ میکرون) روي مي دهد، اما ذرات میست کروم داراي اندازه اي کمتر از ۲۰ میکرومتر هستند. در پدیده مذکور ذرات جامد بزرگ پس از برخورد به فیلتر، به سمت بالا پرتاب مي شوند و پس از چسبیدن به سطح داخلي دیواره نمونه بردار، افت ناشي از دیواره را موجب خواهند شد در حالي که قطرات ریز کروم در زمان برخورد به فیلتر بدلیل چسبندگي خوب در سطح آن باقي مانده و مانع از ایجاد افت دیواره مي گردند.

ج: بر اساس بررسي گروهي از پژوهشگران اروپایي، کارآیي اغلب نمونه بردارها در سرعت جریان کمتر از یک متر بر ثانیه و ذرات با قطر آیرودینامیکي زیر ۲۵ میکرومتر معقول ارزیابي شده و اظهار گشته است که با افزایش سرعت جریان محیط، از کارایي نمونه بردارها کاسته خواهد شد(Kenny et al. 1997). بنابراین با توجه به پایین بودن سرعت جریان هوا در مطالعه اخیر (تقریبا" ۰/۲ متر بر ثانیه) به احتمال زیاد این عامل نیز بر عملکرد نمونه بردارها به عنوان یک عامل ایجاد کننده تفاوت، چندان موثر نبوده است.

نتیجه گیري :

بر اساس نتایج بدست آمده مي توان موارد زیر را بیان نمود :

۱- عملکرد نمونه بردارهاي CIS، روباز، روبسته، و IOM در نمونه برداري از میست کروم شش ظرفیتي تحت جریان هواي آرام داراي اختلاف معني دار آماري است.

۲- ضرایب تبدیل عملکرد نسبي سه نمونه بردار CIS، روباز، و روبسته نسبت به نمونه بردار IOM در محدوده ۱/۱۴-۱/۳۵ قرار دارد.

۳- تحت شرایط این مطالعه عواملي مانند غلظت وان آبکاري، ارتفاع و مدت زمان نمونه برکارایي نمونه بردارهاي CIS، روباز، روبسته، و IOM موثر نمي باشند.

۴- علیرغم عملکرد قابل قبول نمونه بردارCIS در ارزیابي تراکم کروم در آبکاریها، جنس این نمونه بردار جهت شستشوي تجهیزات با نیتریك اسید به منظور حذف کروم شش ظرفیتي مناسب نمي باشد، زیرا مقاوم نمي باشد و به سرعت دچار خوردگي مي گردد.

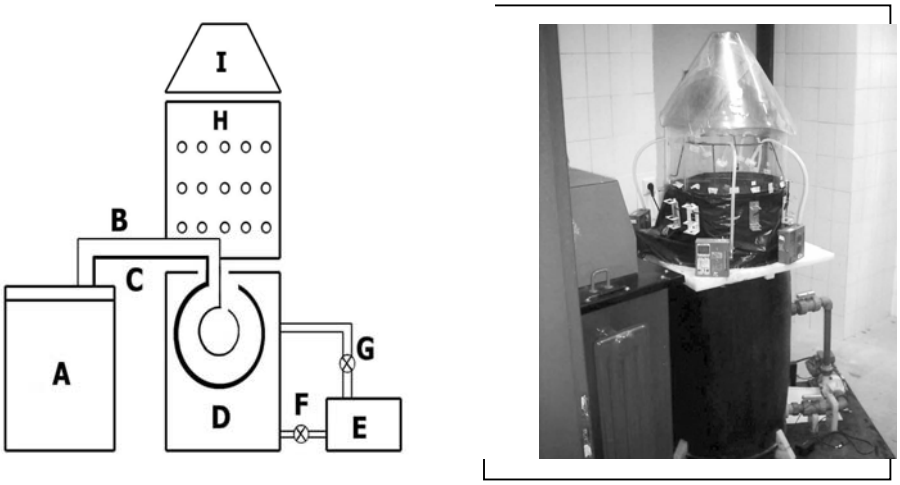
۵- در بررسي عملکرد نمونه بردارها بر حسب دقت، نمونه بردار IOM داراي بهترین دقت مي باشد.

با توجه به مجموع نتایج مي توان چنین نتیجه گرفت که نمونه بردار IOM ، نمونه بردار بهینه جهت ارزیابي تراکم کروم شش ظرفیتي در آبکاریها و پس از آن نمونه بردار روبسته در رتبه دوم قرار دارد.

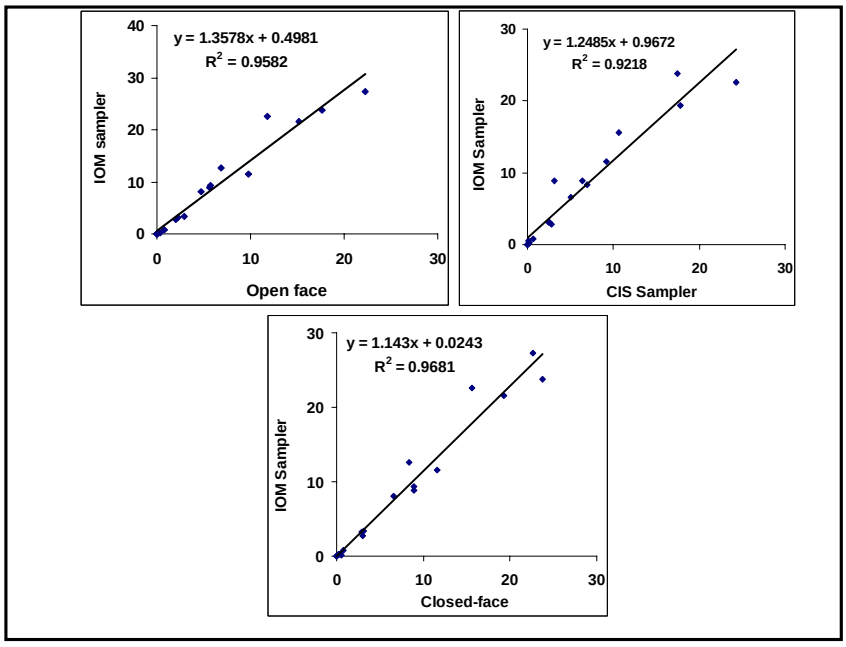
تشکر و قدرداني :

از همکاري آقاي دکتر محمدرضا گنجعلي استاد محترم دانشکده علوم، آقایان صالحي و زارع دانشجویان محترم گروه آمار، همچنین خانم راضیه دیواني کارشناس بهداشت حرفه اي و آقاي مهندس کفایي مسئول محترم کارگاه آبکاري مینا تشکر وقدرداني مي شود.

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]



شکل ۱- تصویر واقعی و شماتیکی از سیستم تولید میست
A منبع تغذیه (رکتی فایر)، Bکاتد، C آند، D وان آبکاری، Eپمپ ضد اسید،
F و G شیر قطع جریان، H محفظه پلکسی گلاس، I هود



شکل ۲- منحنی رگرسیون خطي و معادله خط مربوط به نمونه بردار **IOM**
و نمونه بردارهاي ،روباز ،روبسته و **CIS**

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

جدول ۱- روش طرح آزمایشها به شکل عاملي کامل

آزمایشات	سطوح عوامل		
	غلظت محلول وان (g/l)	ارتفاع نمونه برداری (cm)	طول مدت نمونه برداری (min)
۱	۱۲۵	۳۰	۳۰
۲	۱۲۵	۳۰	۹۰
۳	۱۲۵	۵۰	۳۰
۴	۱۲۵	۵۰	۹۰
۵	۲۵۰	۳۰	۳۰
۶	۲۵۰	۳۰	۹۰
۷	۲۵۰	۵۰	۳۰
۸	۲۵۰	۵۰	۹۰

جدول۲ - مقایسه میانگین تراکم هاي اندازه گیري شده کروم توسط نمونه بردارهاي چهارگانه (**N** = ۲۰)

متغیرها	سطوح متغیر	دامنه تراکم ($\mu g/m^3$)	میانگین ($\mu g/m^3$)	SD ($\mu g/m^3$)
نوع نمونه بردار	Close-face	۷/۹۲	٦/۸۳	۲۳/۷۶۰-۰/۰۰۵
	Open-face	٦/٦٤	۵/٤۰	۲۲/۲۲۰-۰/۰۰٦
	IOM	۹/۲۱	۷/۸۳	۲۷/۲۵۰-۰/۰۰۹
	CIS	۷/۰۸	۵/۵۰	۲٤/۳۳۰-۰/۰۰۲

جدول۳ - جدول ضرایب عملکرد نسبي نمونه بردارهاي **CIS**، روباز و روبسته نسبت به نمونه بردار **IOM**

نمونه بردار	IOM		
	B	SE/B	R^2
CIS	۱/۲۴	۰/۰۸	۰/۹۲
روباز	۱/۳۵	۰/۰۶	۰/۹۶
روبسته	۱/۱۴	۰/۰۴	۰/۶۷

B : ضریب رگرسیون

SE/B : خطاي استاندارد در برآورد ضریب رگرسیون

R^2 : توان دوم ضریب همبستگي

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

References:

Ashley, K., Howe, A.M., Demange, M. and Nygeren, O., 2003. Sampling and analysis consideration for determination of hexavalent chromium inworkplace air**.** *J. Environ. Moni*, **5**(1), pp.707-716.

Baldwin, P.E.J. and Maynard, A.D., 1998. A survey of wind speed in indoor workplaces. *Ann. Occup. Hyg,* **42**(5), pp.303–313.

Bonin, M.P., Flower, L.W., Renzi, R.F. and Peng, L.W., 1995. Size and concentration measurements of particle produced in commercial Chromium plating Processes. *Air Waste Manage. Assoc. J*, **45**(11), pp. 902-907.

Chen, G.L., Guo, Y.L., Tsai, P.J. and Su, L.F., 2002. Use of inhalable Cr^{+6} exposure to characterized urinary chromium concentrations in plating industry workers. *J. Occupational Health,* **44**(1), pp. 46-52.

Clinkenbeard, R.E., England, E.C., Johanson, D.L., Esment, N.A. and Hall, T.A., 2002. A Field comparison of the IOM inhalable aerosol sampler and a modified 37-mm Cassette. *Appl. Occup. Environ. Hyg. J,* **17**(9), pp.622-627.

James, R. and Zalk, M., 1998. Comparison of total dust sampling methods for evaluation of airborn wood dust. *Appl. Occup. Environ. Hyg. J,* **13**(3), pp.177-182.

Kenny, L.C., Aitken, R.J., Baldwin, P.E.J., Beaumont, G.C. and Maynard, A.D., 1999.The sampling efficiency of personal inhalable aerosol samplers in low air movement environments**.** *J. Aerosol. Sci,* **30**(5), pp.627–38.

Kenny, L.C., Aitken, R. and chalmers, C.P., 1997. A collaborative European study of personal inhalable aerosol sampler performance**.** *Ann. Occup. Hyg. J*, **41**(2), pp.135–153.

Kerr, S.M., Muranko, H.J., and Vincent, J.H., 2002. Personal sampling for inhalable aerosol exposure of carbon black manufacturing industry workers. *Appl. Occup. Environ. Hyg. J,* **17**(10), pp.681-692.

Kriech, A.J., Osborn, L.V., Wissel, H.L., Kurek, J.T., Sweeney, B.J. and Pregerine, C.J., 2004. Total versus inhalable sampler comparison study for determination of asphalt fume exposures within the road paving industry**.** *Environ. Monit. J,* **6**(10), pp.827-833.

Kuo, H.W., Lai, J.S. and Lin, T.I. , 1997. Concentration and Size distribution of airborne Hexavalent Chromium in electroplating Factories**.** *Am. Ind. Hyg. Assoc. J,* **58**(1), pp. 29-32.

Li, S.N., Lundgren, D.A. and Rovell-Rixx, D., 2000. Evaluation of six inhalable aerosol samplers**.** *Am. Ind. Hyg. Assoc. J,* **61**(4), pp.506–16.

NIOSH Analytical manual of analytical methods (NAMA)., 1994. chromium hexavalent 7600.

Occupational safety and health administration (OSHA) 1998. Hexavalent Chromium IN Workplace Atmosphere, US Dept. of labor/osha method NO. ID-215, osha, salt lake city ut.

Predicala, B.Z. and Maghirang, R.G., 2003. Field comparison of inhalable and Total dust samplers for assessing airborne dust in swine confinement barns. *Appl. Occup. Environ. Hyg. J,* **18**(9), pp.694-701.

Shin,Y.C. and Paik, N.W., 2000. Reduction of hexavalent chromium collected on PVC filters**.** *Am. Ind. Hyg. J,* **61**(44), pp.563-567.

Tirgar, A., Golbabei, F., Nourijelyani, K., Shahtaheri, S.J., Ganjali, M.R. and Hamedi, J., 2006. Design and performance of chromium mist generator. *J. Braz. Chem. Soc*, **17**(2), pp.342-347.

Tsai, P.J. and Vincent, J.H., 2001. A STUDY of worker's exposures to the inhalable and total aerosol fraction in the primary nickel to simulate personal sampling**:** *Ann. Occup. Hyg. J*, **45**(5), pp.385-394.

U.S. Environmental Protection Agency (EPA),1998. Toxological review of hexavalent chromium(CAS NO.18540-29-9).

Werner M.A., Thomassen V., Hetland, S., Berge, S., Norseth, T. and Vincent, J.H. (1999) Correlation of urinary nickel excretion with observed 'Total' and inhalable aerosol exposure on nickel refinery workers**.** *J. Environ. Monit.* **1(6):** 557-562.

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]

[Downloaded from sjsph.tums.ac.ir on 2024-10-18]