

رابطه تراکم فلوراید در هوای تنفسی و ادرار افراد مواجهه یافته با هیدروژن فلوراید در صنعت UCF اصفهان

دکتر سیامک پورعبدیان^۱؛ مهندس لیلا تاجیک*^۲؛ دکتر عبدالرحمن بهرامی^۳؛ مهندس مسعود ریسمانچیان^۴؛

مهندس صولت ثنا^۵؛ دکتر فرهاد گلغام^۶؛ مهدی جمشیدی^۷؛ مهندس اکبر حسن زاده^۸

چکیده

مقدمه: هیدروژن فلوراید کاربردهای زیادی در صنایع شیشه، ساختن لامپ‌های فلورسان، سرامیک‌سازی، جدا کردن ایزوتوپ‌های اورانیوم دارد و می‌تواند عوارضی از قبیل تحریک غشاهای مخاطی چشم‌ها، بینی و گلو، ادم ریوی، احتقان بینی و برونشیت ایجاد کند. بدین منظور تعیین مقدار این گاز در هوای تنفسی و ادرار کارگران UCF و گروه غیرمواجهه، همچنین تعیین رابطه فلوراید هوا و ادرار و مقایسه با میزان استاندارد از اهداف این پژوهش بود.

مواد و روش‌ها: نوع مطالعه همگروهی تاریخی می‌باشد. در این مطالعه ۲۲ نمونه هوای تنفسی با روش NIOSH 7902 با استفاده از پد سلولزی آغشته به ماده شیمیایی و ۸۸ نمونه ادرار قبل و بعد از شیفت توسط روش NIOSH 8308 از گروه مواجهه یافته و غیرمواجهه گرفته شد. نمونه‌ها با روش الکتروود و یون انتخابی (ISE) قرائت شدند. در پایان میزان‌های قرائت شده با اعداد استاندارد مقایسه شدند و ارتباط نمونه‌های هوا و بیولوژیکی با آزمون همبستگی پیرسون تعیین شد.

یافته‌ها: میانگین غلظت فلوراید هوای تنفسی $0/172 \pm 0/252$ ppm و میانگین مقدار فلوراید نمونه‌های ادرار پایان شیفت افراد در مواجهه و غیرمواجهه به ترتیب برابر با $1/132 \pm 0/691$ و $0/726 \pm 0/394$ میلی‌گرم بر گرم کراتینین ادرار به دست آمد. مقایسه این میزان‌ها با میزان‌های استاندارد (۳ ppm برای نمونه هوا و 7 mg/g کراتینین برای نمونه ادرار) اختلاف معناداری را نشان داد ($p < 0/001$).

نتیجه‌گیری: نتایج این پژوهش نشان داد که میانگین غلظت فلوراید هوای تنفسی و ادرار کارگران از حد استاندارد تعیین شده توسط NIOSH به طور معنادار کم‌تر بود ($P < 0/001$) و این موضوع بیان‌گر این مطلب است که اقدامات کنترلی موجود در صنعت مناسب می‌باشد. نتایج آزمون همبستگی پیرسون رابطه ضعیفی ($r = 0/23$) را بین فلوراید هوای تنفسی و فلوراید ادراری افراد مورد مطالعه نشان داد که این امر به دلیل وسایل حفاظت فردی و تهویه مناسب در صنعت بود.

کلیدواژه‌ها: هیدروژن فلوراید، الکتروود و یون انتخابی (ISE)، فلوراید ادرار، فلوراید در هوا، اصفهان، UCF

«دریافت: ۱۳۸۶/۱۰/۲۳ پذیرش: ۱۳۸۷/۹/۵»

۱. استادیار و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۲. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی لرستان

۳. دکترای بهداشت حرفه‌ای، استاد و عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی همدان

۴. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

۵. مدیر عامل شرکت UCF اصفهان

۶. مدیر واحد طب کار شرکت UCF اصفهان

۷. کارشناس بهداشت حرفه‌ای شرکت UCF اصفهان

۸. عضو هیأت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان، دانشکده بهداشت

*عهده‌دار مکاتبات: خرم آباد، گلدشت شرقی، جنب بیمارستان تأمین اجتماعی، دانشکده بهداشت، تلفن: ۰۶۶۱-۴۲۰۸۱۷۶

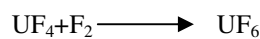
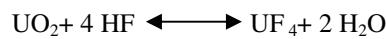
مقدمه

غیرفلورین مانند فلوراید‌ها، پلاستیک‌ها، قلم‌زنی در روی شیشه، جدا کردن و برداشتن شن و ذرات سیلیس در ریخته‌گری‌های فلزات، به‌عنوان حشره‌کش‌ها، جدا کردن ایزوتوپ‌های اورانیوم و لعاب‌کاری و دارد (۳-۶). از جمله عوارض ناشی از مواجهه شغلی با هیدروژن فلوراید می‌توان به تحریک غشاهای مخاطی چشم‌ها، بینی و گلو، سوختگی چشم و پوست، ادم ریوی، احتقان بینی و برونشیت و خون‌ریزی و مشکلات سینوسی اشاره کرد (۵ و ۶). استنشاق غلظت‌های زیاد آن موجب اسپاسم و ادم ریوی، علائم معدی و رودی، زخم شدن مخاط‌ها و سوختگی پوستی می‌شود (۴ و ۶).

این گاز قابلیت تجمع در استخوان دارد و جذب زیاد آن موجب استئوپورز می‌شود که از تأثیرات مزمن مواجهه می‌باشد (۳). ذرات فلوراید استنشاق‌شده تقریباً به‌طور کامل و با سرعت از طریق مجاری تنفسی ریه جذب خون می‌شود. محل اصلی جذب فلوراید در انسان معده است. جذب فلوراید رابطه مستقیم با حلالیت آن دارد (۷).

سیگراس و همکارانش در سال ۲۰۰۰ مطالعه‌ای در روی فلوراید ادراری ذوب‌کاران آلومینیوم انجام دادند. آن‌ها رابطه بین مواجهه هوابرد و دفع ادراری را در طول هفته کاری بررسی کردند. نتایج به‌دست‌آمده نشان می‌دهد که فلوراید ادراری پایان شیفت یک شاخص مواجهه قابل‌قبولی برای پایش ترازهای مواجهه در مطالعات اپیدمیولوژیک فراهم می‌کند (۸). براون مطالعه‌ای در روی مواجهه فلوراید ناشی از هیدروفلوریک اسید در واحد کیلاسیون بنزین موتور انجام داد. هیچ ارتباط معناداری بین ترازهای هوا و تغییرات فلوراید ادراری در

در صنعت فراوری اورانیوم برای تولید اورانیوم غنی‌شده می‌بایست درصد ایزوتوپ ۲۳۵ در سوخت بالا رود و لذا باید مراحل ذیل را پس از تولید UO_2 انجام داد. برای تبدیل پودر دی‌اکسید اورانیوم به هگزافلورید اورانیوم، ابتدا پودر به‌دست‌آمده را با اسیدفلوئوریک ترکیب می‌نمایند تا نمک سبز رنگ UF_4 به‌دست‌آید. پس از به‌دست‌آوردن UF_4 ، آن را توسط گاز فلئور، فلوریناسیون کرده و ماده UF_6 تولید خواهد گردید (۱).



در حین فرایند مقداری از این گازها و بخارات از طریق درزها، لوله‌ها وارد هوای محیط کار می‌گردد که کارگران زیادی را در مواجهه با این گازها و بخارات قرار می‌دهد.

هیدروژن فلوراید گازی است بی‌رنگ با بوی قوی و محرک که در زیر دمای $19/5$ درجه سانتی‌گراد یک مایع فرار با قدرت انتشار بالا و تأثیرات زیان‌آور متعدد می‌باشد. هیدروژن فلوراید به‌عنوان یک ماده تقریباً پایدار در اتمسفر شناخته شده که نیمه عمر تخمینی آن تقریباً ۱-۵ روز است (۲). این ترکیب به‌میزان بالایی در آب، الکل و تعدادی از ترکیبات آلی حل می‌شود. همچنین این ترکیب بسیار خورنده است و با فلزات، شیشه و سرامیک و بتون ناسازگار است.

این گاز کاربردهای زیادی در صنایع شیشه، ساختن لامپ‌های فلورسان، کودسازی، سرامیک‌سازی، تهیه آلومینیوم، تهیه بنزین با اکتان بالا، تولید ترکیبات آلی و

طول شیفت اثبات نشد. این بررسی نشان می‌دهد که کارگران در این صنعت در معرض خطر فلوریزیس مزمن نیستند (۹).

هدف از این پژوهش اندازه‌گیری فلوراید در هوای تنفسی و ادرار کارگران UCF و گروه غیرمواجهه و همچنین تعیین رابطه فلوراید هوا و ادرار بود. با توجه به این که یک برنامه تأمین سلامت شامل بررسی محیطی و پایش بیولوژیکی می‌باشد، لذا این تحقیق در هر دو حیطة می‌تواند امکان انجام بررسی‌ها را افزایش دهد. دانستن رابطه یا هم‌خوانی غلظت فلوراید هوا و ادرار از اهمیت زیادی برخوردار است زیرا عوامل دیگری نظیر تغذیه، مصرف سیگار، جذب پوستی، مواجهه شغلی و... ممکن است متابولیت‌های ادراری را تحت تأثیر قرار دهد. از این رو اندازه‌گیری غلظت فلوراید هوا و ادرار و تعیین رابطه آن‌ها روش مناسبی برای برآورد میزان مواجهه کارگران صنعت UCF می‌باشد.

مواد و روش‌ها

نوع مطالعه همگروهی تاریخی می‌باشد. در این مطالعه گروه مواجهه یافته را ۲۲ نفر از کارگران واحدهای UF4 و UF6 که در معرض تماس با گاز هیدروژن فلوراید بودند و گروه غیرمواجهه را ۲۲ نفر از کارگران صنعت سپاهان باتری که هیچ مواجهه‌ای با HF نداشتند تشکیل می‌دادند. تعداد نمونه‌ها با ضریب اطمینان ۹۵ درصد و ضریب توان آزمون ۸۰ درصد مشخص شدند. به منظور تعیین غلظت فلوراید هوا در منطقه تنفسی کارگران مواجهه با HF از روش NIOSH 7902 استفاده شد (۱۰).

در این روش، نمونه‌برداری از هیدروژن فلوراید با استفاده از پد سلولزی آغشته به ماده شیمیایی Fixative، پمپ نمونه‌برداری فردی SKC 224 - EX در دبی ۲lit/min انجام شد. استخراج فلوراید توسط ۲۵ cc آب دی‌یونیزه و به مدت یک ساعت صورت گرفت. نمونه‌های استخراج شده با دستگاه الکتروود و یون انتخابی (ISE) مدل JENWAY تعیین مقدار شدند (۱۰ و ۱۱).

سپس با توجه به مدت زمان نمونه‌برداری غلظت واقعی محاسبه شد و در دما و فشار استاندارد تصحیح شد. با توجه به این که افراد در شیفت ۸ ساعته کاری خود در معرض غلظت‌های متفاوتی از هیدروژن فلوراید قرار داشتند و فعالیت کاری هر فرد شامل دو قسمت فعالیت عادی و فعالیت خاص (عملیات تخلیه و Feeding) بود، برای هر فرد از ۲ فیلتر استفاده شد. یک فیلتر برای نمونه‌برداری در زمان تخلیه و Feeding که مدت نمونه‌برداری در این حالت کل زمانی بود که فرد مشغول این نوع عملیات بود و فیلتر دوم برای نمونه‌برداری از فعالیت عادی فرد به کار گرفته شد. در نهایت برای ارزشیابی میزان فلوراید هوای تنفسی از TLV_TWA پیشنهادی از سوی NIOSH استفاده شد (۱۲). برای سنجش میزان فلوراید هوای تنفسی کارگران غیرمواجهه یک نمونه هوا گرفته شده که در آن هیچ فلورایدی مشاهده نشد.

باتوجه به پایداری نمونه‌های هوا، نمونه‌های جمع‌آوری شده در محل در پایان هفته به آزمایشگاه منتقل شد و آنالیز گردید. برای تعیین مقدار فلوراید ادرار از روش NIOSH ۸۳۰۸ استفاده شد. در این روش نیاز به

فلوراید با دستگاه الکتروود و یون انتخابی (ISE) قرائت شد که ریکآوری ۹۵ درصد به دست آمد.

آنالیز آماری اطلاعات با استفاده از آزمون‌های مقایسه میانگین با مقادیر ثابت، آزمون t مستقل، همبستگی پیرسون و رگرسیون خطی صورت گرفت.

یافته‌ها

میانگین سن افراد در مواجهه $28/64 \pm 3/87$ سال و میانگین سابقه کار $1/9 \pm 0/82$ سال بود. میانگین سن و سابقه کار گروه شاهد به ترتیب برابر با $28/82 \pm 5/21$ سال و $1/86 \pm 1/43$ سال بود. گروه در مواجهه و غیرمواجهه از نظر سن و سابقه کار اختلاف معناداری نداشتند. نتایج جمعیت شناختی افراد مورد مطالعه از نظر سن و سابقه کار در جدول ۱ آورده شده است.

میانگین غلظت فلوراید هوای تنفسی $0/172 \pm 0/252$ ppm و میانگین مقادیر فلوراید نمونه‌های ادرار پایان شیفت افراد مواجهه یافته و غیرمواجهه به ترتیب برابر با $1/132 \pm 0/691$ و $0/726 \pm 0/394$ میلی‌گرم بر گرم کراتینی نین ادرار به دست آمد. نتایج اندازه‌گیری فلوراید هوای تنفسی (ppm) و فلوراید (mg/g کراتینی نین) نمونه‌های ادرار در جداول ۲ و ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

دو نمونه ادرار قبل و پایان شیفت بود، بدین منظور قبل از ورود به کار فرد، یک نمونه و در پایان شیفت کاری نمونه دیگری از فرد گرفته شد که این عمل برای هر دو گروه مواجهه یافته و غیرمواجهه به یک صورت انجام شد. نمونه‌ها در محیط صنعت فریز شده و در پایان هفته در ظروف محتوی کیسه یخ به آزمایشگاه منتقل شدند. نمونه‌ها پس از انتقال به آزمایشگاه با دستگاه الکتروود و یون انتخابی (ISE) قرائت شدند. منحنی کالیبراسیون و شرایط کاری طبق دستورالعمل شرکت سازنده دستگاه انجام شد. نمونه‌ها آنالیز شده و در نهایت برحسب میزان کراتینین تصحیح شدند (۱۳).

به منظور ارزشیابی روش تجزیه فلوراید هوا از روش بازیافت یا spiked sample استفاده شد، که در این روش مقادیر مشخصی از محلول فلورید سدیم به پد آغشته افزوده و سپس با آب دی‌یونیزه استخراج شد و در نهایت مانند آنالیز نمونه‌ها با دستگاه الکتروود و یون انتخابی (ISE) میزان فلوراید به دست آمد، که این میزان ۹۲ درصد بود (۱۴). برای ارزشیابی روش تجزیه فلوراید ادرار به ۴ نمونه ادرار (۱۰ میلی‌لیتر)، ۱ ml محلول استاندارد ۰/۱، ۰/۱/۵ و $2/5 \mu\text{g/ml}$ فلورید سدیم افزوده سپس میزان

جدول ۱- مشخصات سن و سابقه کار جمعیت مورد مطالعه

متغیر	گروه مواجهه (n=۲۲)	گروه بدون مواجهه (n=۲۲)
سن	۲۳-۳۸	۲۳-۳۹
(سال)	$28/64 \pm 3/87$	$28/82 \pm 5/21$
سابقه کار	۰/۲۵-۳/۵	۰/۰۴-۴
(سال)	$1/9 \pm 0/82$	$1/86 \pm 1/43$

جدول ۲- میزان تراکم فلوراید هوای تنفسی در افراد مورد مطالعه بر حسب محل کار

محل	تعداد نمونه	میزان تراکم فلوراید در هوای تنفسی (PPm)	
		محدوده	$\mu \pm SD$
واحد تولید UF4	۸	۰/۰۰۶ - ۰/۹۸۲	۰/۲۹۳ \pm ۰/۳۰۴
واحد تولید UF6	۱۴	۰/۰۴ - ۰/۶۲۲	۰/۱۰۳ \pm ۰/۱۹۷
جمع (هر دو واحد)	۲۲	۰/۰۰۶ - ۰/۹۸۲	۰/۱۷۲ \pm ۰/۲۵۲

جدول ۳- میزان غلظت فلوراید ادرار افراد مورد مطالعه بر حسب mg/g کراتی نین

زمان	گروه مواجهه (n=۲۲)		گروه بدون مواجهه (n=۲۲)	
	محدوده	$\mu \pm SD$	محدوده	$\mu \pm SD$
قبل از شیفت کاری	۰/۱۸ - ۱/۱۳	۰/۶۲۲ \pm ۰/۲۲۶	۰/۱۱ - ۰/۸۲	۰/۴۴۱ \pm ۰/۲۰۱
پایان شیفت کاری	۰/۵ - ۳/۰۳	۱/۱۳۲ \pm ۰/۶۹۱	۰/۰۶ - ۱/۴۲	۰/۷۲۶ \pm ۰/۳۹۴

فلوراید ادراری افراد مورد مطالعه به دست آمد. در تحقیقی که توسط آقای نواه و همکارانش در روی فلوراید ادرار به عنوان شاخص مواجهه در ذوب آلومینیوم انجام شد هیچ رابطه‌ای بین مواجهه هوا برد و ادرار پایان شیفت به دست نیامد که این نتیجه را ناشی از استفاده مؤثر از وسایل حفاظت فردی دانستند (۸). در مطالعه دیگری که توسط آقای براون انجام شد ارتباط معناداری بین مقادیر هوا و ادرار در ترازهای مواجهه کم به دست نیامد که این امر را ناشی از اثر عوامل غیرشغلی بر فلوراید ادرار در غلظت‌های کم هوا دانستند (۹). با توجه به نوع فعالیت افراد مورد مطالعه، افراد در هنگام انجام فعالیت‌های خاصی از قبیل عملیات feed و تخلیه از ماسک‌های تمام صورت و لباس‌های مخصوص استفاده می‌کردند، لذا فرد هیچ‌گونه تماس پوستی و استنشاقی نداشت و در فعالیت‌های عادی از ماسک کاغذی استفاده می‌کردند که

برای مقایسه مقادیر فلوراید هوای تنفسی و ادرار با میزان استاندارد از آزمون مقایسه میانگین با عدد ثابت استفاده شد. مقایسه میانگین فلوراید هوا و ادرار با میزان‌های استاندارد (۳ppm برای نمونه هوا، ۴mg/g کراتی‌نین برای نمونه ادرار قبل از شیفت و ۷mg/g کراتی‌نین برای نمونه ادرار پایان شیفت) اختلاف معناداری را نشان داد ($p < ۰/۰۰۱$).

نتایج آزمون مقایسه فلوراید ادرار قبل از شیفت در دو گروه مواجهه و بدون مواجهه برای مقایسه فلوراید ادرار در دو گروه مواجهه و بدون مواجهه با هیدروژن فلوراید از آزمون مقایسه میانگین در دو گروه مستقل استفاده شد. با توجه به نتایج این آزمون t برابر با ۲/۸ و $P = ۰/۰۰۸$ بود.

بحث

در این مطالعه رابطه ضعیفی بین فلوراید هوای تنفسی و

با F2 واکنش می‌دهد در نتیجه گاز HF از مواد مصرفی این واحد نیست و مواجهه کارگر فقط از طریق گاز HF باقی‌مانده در گرد UF4 می‌باشد که این میزان به مراتب کم‌تر می‌باشد.

نتایج آزمون مقایسه میزان فلوراید ادرار قبل از شیفت افراد در مواجهه، در مقایسه با مقادیر نظیر از گروه شاهد نشان داد که میانگین غلظت در دو گروه اختلاف معناداری داشته است.

در مطالعه‌ای که توسط کویچی کونو و همکارانش انجام شد ترازهای قبل از مواجهه فلوراید سرم و ادرار در کارگران مواجهه بالاتر از مقادیر گروه کنترل به دست آمد (۱۵). این نتایج نشان دهنده این موضوع است که دفع فلوراید از بدن حداقل برای ۱۲ ساعت ادامه می‌یابد. جذب فلوراید به بدن و سپس دفع آن در ادرار در کارگران مواجهه با HF سریعاً در شروع مواجهه بالا می‌رود و در انتهای روز کاری به بالاترین میزان خود می‌رسد.

نتیجه‌گیری

به‌طور خلاصه می‌توان گفت که میزان‌های به دست آمده برای فلوراید هوا و ادرار کم‌تر از حد استاندارد به دست آمد که این امر ناشی از کنترل‌های مناسب و رعایت اصول ایمنی در صنعت می‌باشد و رابطه ضعیف به دست آمده برای فلوراید هوا و ادرار به علت استفاده افراد از وسایل حفاظت فردی و تهویه مناسب می‌باشد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از حمایت مالی دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی اصفهان و همکاری شرکت UCF اصفهان قدردانی می‌گردد.

قابلیت جذب گاز را نداشت، بنابراین رابطه ضعیف مشاهده شده در این تحقیق به دلیل وسایل حفاظتی مناسب و تهویه مناسب در این صنعت بوده است.

نتایج این پژوهش نشان داد که مقایسه میانگین غلظت فلوراید هوای تنفسی کارگران واحدهای تولیدی UF6 و UF4 از حد استاندارد تعیین شده توسط سازمان NIOSH به‌طور معناداری کم‌تر بود که در واقع این موضوع نشان‌دهنده عدم مواجهه بالای کارگران با هیدروژن فلوراید می‌باشد.

همچنین میانگین مقدار فلوراید ادرار افراد مورد مطالعه به‌طور معناداری کم‌تر از شاخص بیولوژیکی تماس پیشنهادی از سوی همین سازمان بود، که این نتیجه با توجه به غلظت فلوراید هوای تنفسی چندان دور از انتظار نیست، بدان معنا که مواجهه با مقادیر کم فلوراید در هوای تنفسی، دفع فلوراید کم‌تری را در ادرار نشان می‌دهد.

میزان مواجهه افراد مورد مطالعه برحسب محل کار که در واحد تولید UF6 و UF4 مشغول به کار بودند مورد بررسی قرار گرفت. همان‌طور که از مقایسه میانگین‌های این دو بخش مشخص است میزان فلوراید هوا در واحد تولید UF4 بیشتر از واحد تولید UF6 است، که این امر منطقی به نظر می‌رسد، زیرا در واحد تولید UF4 هیدروژن فلوراید (HF) با UO2 واکنش می‌دهد و UF4 تولید می‌شود، در واقع HF از مواد مصرفی در این واحد می‌باشد، پس بدیهی است که میزان انتشار HF در هوا بیشتر باشد. اما در واحد تولید UF6، به دلیل این که UF4 تولید شده از واحد UF4 در کانتینرهای تخلیه می‌شود و

Abstract

The Relationship between Fluoride Concentration in the Urine of Workers Exposed to HF in the Environment in Isfahan UCF

*Pourabdian, S.¹; Tajik, L.²; Bahrami, A.³; Rismanchian, M.⁴; Sana, S.⁵; Golfam, F.⁶;
 Jamshidi, M.⁷; Hasanzadeh, A.⁸*

1. Associate professor - Member of Isfahan univercity of medical sciences

2. Occupational Hygiene MSC

3. Occupational Hygiene PhD – professor and Member of Hamedan univercity of medical sciences

4. Occupational Hygiene MSC - Member of Isfahan univercity of medical sciences

5. Manager of Isfahan UCF

6. Manager of Occupational Medicin unit in UCF

7. Occupational Hygiene BSc- member of UCF

8. Member of Isfahan univercity of medical sciences

Introduction: Hydrogen fluoride is one of the materials which is widely used in making glass, cleaning silicon, manufacturing florescent lamps, ceramics and also in separating uranium isotopes. On the other hand, exposure to this substance could cause health problems including eye, nose, throat and mucus membranes irritation. This study examines the relationship between fluoride (F) in the urine of the exposed and unexposed workers and the concentration of hydrofluoric acid (HF) in work environment. The other was to compare this amount to standard.

Material and methods: This is a historical cohort study. 22 air samples were obtained from worker's breathing zones using NIOSH 7902 method. Implementing NIOSH 8308 ,urine sample of 22 exposed and 22 unexposed workers were collected twice-before they went on duty and after they went off duty (total of 88 urine samples). Air samples were interpreted using ion specific electrode method .The relationship between fluoride (F) in the urine and air were then determined with Pearson correlation test.

Results: The mean fluoride concentration in the breathing zone was 0.172 ± 0.252 ppm. The mean fluoride concentration in post shift urine sample of the exposed and unexposed workers was 1.132 ± 0.691 and 0.726 ± 0.394 mg/g creatinine respectively. When compared to the standard levels (3 ppm for air and 7 mg/g creatinine for urine), a significant difference was revealed ($p < 0.001$).

Conclusion: The results of this study showed that mean of fluoride concentration in air samples of workers' breathing zone and urine samples were significantly less than the standard level proposed by NIOSH ($p < 0.001$). This confirms the fact that the appropriate preventing measures were present in the workplace. The weak correlation obtained between fluoride in the breathing zone and fluoride in the urine samples was explained by individual protective equipments and good ventilation.

Key word: Hydrogen fluoride , Ion specific electrode , urine Fluoride, air fluoride, UCF , Isfahan,

منابع

۱. بدریان، رضا. بررسی تولید و انتشار سم HF در فرآیند غنی ساز اورانیوم، چاپ اول. تهران: انتشارات مرسل؛ سال ۱۳۸۴، صفحات: ۷۸-۸۰
2. Standards Development Branch. Ontario air standards for Hydrogen Fluoride. Ontario Ministry of the Environment; June 2005, PP.2-8
3. Harbison R. Hamilton Hardy's industrial toxicology. 5th ed. Florida: Laura De Young; 1998, PP.183-85
4. Hathaway CJ, Proctor NH, Hughes JP. Chemical hazards of the workplace. 4th ed. New York: Van Nostrand Reinhold; 1996, PP.347-48
5. Baselt RC. Biological monitoring methods for industrial chemical. 3rd ed. California: Chemical Toxicology Institute; 1997, PP.184-87
6. Sittig M. Hand book toxic and hazardous chemicals. New Jersey: Noyes Publication; 1981, PP.378-9, 335-7
۷. منصوری مریم. تعیین مقادیر کم آلومینیوم و فلوراید به روش سیتیکی، اسپکتروفلوریمتری با استفاده از معرف مورین. پایان نامه کارشناسی ارشد شیمی تجزیه دانشگاه اصفهان؛ سال ۱۳۸۱، صفحات: ۱۶-۱۷
8. Seixas NS, Cohen M, Zevenbergen B, Cotey M, Carter S, Kaufman J. Urinary fluoride as an exposure index in Aluminum smelting. Am Ind Hyg Assoc J 2000; 61(1): 89-94
9. Brown MG. Fluoride exposure from hydro fluoric acid in a motor gasoline alkylation unit. Am Ind Hyg Assoc J 1985; 46(11):662-9
10. NIOSH. NIOSH Manual of analytical methods (N MAM). Fluorides: aerosol and gas by ISE. 4th ed. NIOSH; 1994, Method No: 7902
11. Occupational Safety & Health Administration (OSHA). Fluoride (F and HF) in workplace atmospheres. OSHA; 1991, Method No: ID-110
12. American Conference of Governmental Industrial Hygiene. Threshold limit values for chemical substances and physical agents biological exposure indices. Cincinnati: ACGIH; 2002
13. NIOSH. NIOSH manual of analytical method (N MAM): Fluoride in urine. NIOSH; 1994, Method No: 8308
۱۴. بهرامی عبدالرحمن. نمونه برداری و تجزیه آلاینده های هوا. جلد ۳، چاپ اول. همدان: انتشارات دانشگاه علوم پزشکی همدان؛ سال ۱۳۸۵، صفحات: ۲۱۵-۲۱۲

15. Konok Yoshid Y, Watanabe M, Orita Y, Dote T, Bessho Y. Urine, serum and hair: monitoring of hydro fluoride acid workers. In Arch Occup Environ Health 1993; 65(Suppl 1):595-8