

## بررسی اختلالات تنفسی در کارکنان شاغل در مجموعه‌ای از واحدهای تصفیه پساب صنایع پتروشیمی

مهدی جهانگیری<sup>۱</sup>، مسعود نقاب<sup>۱\*</sup>، قدرت‌اله نصیری<sup>۲</sup>، ماندانا آقابگی<sup>۳</sup>، وحید خادمیان<sup>۴</sup>، رضا رستمی<sup>۴</sup>، ولی‌اله کارگر<sup>۴</sup>، جواد رسولی<sup>۴</sup>

۱. عضو هیأت علمی گروه بهداشت حرفه‌ای، دانشگاه علوم پزشکی شیراز
۲. دانشجوی دکتری محیط زیست، مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۳. کارشناس ارشد بهداشت حرفه‌ای، مدیریت HSE شرکت ملی صنایع پتروشیمی
۴. عضو کمیته تحقیقات دانشجویی، دانشگاه علوم پزشکی شیراز

تاریخ دریافت: ۹۲/۰۴/۳۰ تاریخ پذیرش: ۹۲/۰۸/۰۸

### چکیده

**مقدمه:** کارکنان شاغل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در معرض مواجهه با گستره‌ای از انواع آلاینده‌های شیمیایی و همچنین بیواژنوسول‌هایی نظیر انواع باکتری‌ها و قارچ‌ها قرار دارند. هدف از این مطالعه ارزیابی اختلالات تنفسی احتمالی ناشی از کار در کارکنان شاغل در ۱۰ واحد تصفیه پساب در صنایع پتروشیمی کشور بود.

**روش بررسی:** این مطالعه مقطعی بر روی ۱۹۸ نفر از کارکنان شاغل در واحدهای تصفیه پساب شرکت‌های پتروشیمی و یک گروه مرجع ۹۹ نفره انجام شد. شیوع علائم اختلالات تنفسی با استفاده از پرسشنامه استاندارد تنفسی انجمن متخصصین قفسه صدری آمریکا مورد بررسی قرار گرفت. پارامترهای عملکردی ریه با دستگاه کالیبره شده ویتالوگراف در سه نوبت شامل ابتدا و انتهای اولین روز کاری هفته و نیز انتهای آخرین روز کاری هفته اندازه‌گیری شدند. سپس میزان تراکم بیواژنوسول‌ها در واحدهای مختلف تصفیه پساب با استفاده از نمونه‌بردار آندرسون اندازه‌گیری شد.

**یافته‌ها:** نتایج این مطالعه نشان داد شانس ابتلا به سرفه، خلط، سرفه توام با خلط، خس خس سینه و تنگی نفس در گروه مواجهه‌ها به ترتیب ۲/۹۴، ۱/۱۰، ۱/۹۵، ۰/۸۲ و ۱/۹۷ برابر گروه مرجع بود و همچنین مقادیر پارامترهای عملکردی ریه در گروه دارای مواجهه به طور معنی‌داری کمتر از گروه مرجع بود ( $P < 0/05$ ).

**نتیجه‌گیری:** افزایش معنی‌دار شیوع علائم تنفسی و کاهش معنی‌دار پارامترهای عملکردی ریه را احتمالاً می‌توان به مواجهه کارکنان شاغل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب منتسب نمود.

**کلید واژه‌ها:** تصفیه فاضلاب، علائم تنفسی، ظرفیت‌های عملکرد ریوی، بیواژنوسول‌ها

\* نویسنده مسئول: آدرس پستی: دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی شیراز، تلفن: ۰۷۱۱۷۲۵۱۰۲۰، صندوق پستی: ۱۱۱

## مقدمه

کارکنان شاغل در ۱۰ واحد تصفیه پساب در صنایع پتروشیمی کشور انجام شد.

## روش بررسی

در این مطالعه مقطعی (Cross-sectional) وضعیت تنفسی کلیه کارکنان شاغل در واحدهای تصفیه پساب شرکت‌های پتروشیمی مستقر در شهرستان‌های ماهشهر و عسلویه (۱۹۴ نفر) در مقایسه با یک گروه مرجع مورد بررسی قرار گرفت. گروه مرجع ۹۹ نفر از کارکنان دفاتر اداری صنایع پتروشیمی همان منطقه بودند که فاقد مواجهه شغلی با آلاینده‌های تنفسی و همچنین فاقد سابقه ابتلاء به بیماری‌های ریوی مانند تب یونجه، آسم و نیز عفونت‌های ریوی، آسیب و عمل جراحی قفسه سینه بودند. میزان شیوع علائم اختلالات تنفسی با استفاده از پرسشنامه تنفسی انجمن متخصصین قفسه صدری آمریکا (۱۰) (American Thoracic Society) که حاوی سؤالاتی در زمینه سابقه استعمال دخانیات، شغل، سابقه کار، مشاغل قبلی، سابقه پزشکی و خانوادگی فرد، وضعیت تنفسی افراد و میزان شیوع علائم تنفسی نظیر سرفه مزمن، خلط، خس‌خس سینه و تنگی نفس بود، مورد بررسی قرار گرفت. برای تکمیل پرسشنامه افراد شاغل در واحدهای تصفیه پساب و گروه مرجع در محل کارشان مورد مصاحبه قرار گرفتند.

برای سنجش پارامترهای عملکرد ریوی شامل ظرفیت حیاتی (Vital Capacity)، ظرفیت حیاتی سریع (Forced Vital Capacity) و حجم بازدمی سریع در ثانیه نخست (Forced Expiratory Volume in one second) از دستگاه اسپرومتر ST-150 ساخت کارخانه ژاپنی - فیلیپینی Fukuda Sangyo CO, LTD استفاده شد. کالیبراسیون دستگاه به طور روزانه و هر چهار ساعت یک بار (تقریباً هر ۲۰ نفر یک بار)، بر اساس توصیه‌های انجمن متخصصین قفسه صدری آمریکا (۱۱) و کارخانه سازنده انجام شد. میانگین مقدار درصد پیش‌بینی شده هر

کارکنان شاغل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب در معرض مواجهه با طیفی از آلاینده‌های شیمیایی و بیولوژیکی نظیر انواع باکتری‌ها و قارچ‌ها قرار دارند (۱) که می‌تواند خطر ابتلا به بیماری‌ها و عوارض تنفسی را برای آنها در پی داشته باشد (۲). اگر چه دلیل اصلی این مشکلات هنوز به طور کل کامل مشخص نشده است ولی در برخی مطالعات عامل اصلی این عوارض به بیوآئروسول‌های منتشره از فرآیندهای مختلف تصفیه پساب نسبت داده شده است (۳). عوارض ریوی و اختلال در عملکرد ریه شایع‌ترین و مهمترین اثرات بهداشتی ناشی از مواجهه با بیوآئروسول‌ها به حساب می‌آید (۴، ۵) و مطالعات زیادی در مورد بررسی عوارض تنفسی در کارکنان شاغل در تصفیه‌خانه‌ها انجام شده است که نتایج متناقضی در آنها به چشم می‌خورد. به عنوان مثال در مطالعه Smit و همکارانش رابطه دوز- پاسخ معنی‌داری بین عوارض ریوی تحتانی و عوارض پوستی با عوارض سیستمیک و شبیه آنفلوآنزا در افرادی که با مقدار بیشتر از  $50 \text{ EU/m}^3$  اندوتوکسین مواجهه داشتند، مشاهده شد (۶).

در مطالعه Gregov و همکاران کارگران تصفیه‌خانه فاضلاب در اثر مواجهه با باسیل‌های باکتریایی قابل کشت، شیوع بالایی از سردرد، خستگی و حالت تهوع را نشان دادند (۷). بر عکس در مطالعه Khuder و همکارانش هیچ تفاوت معناداری در مورد شیوع علائم تنفسی در گروه مطالعه نسبت به گروه مرجع یافت نشد (۸). همچنین در مطالعه Jeggli و همکاران (۹) که به مدت ۵ سال بر روی کارکنان شاغل در یک تصفیه‌خانه فاضلاب انجام شد، ارتباط معنی‌داری بین کاهش پارامترهای عملکردی ریه و نیز عوارض ریوی نظیر برونشیت، آسم و دیسپنی با بیوآئروسول‌ها یافت نشد.

با توجه به موارد فوق و با توجه به اینکه در ایران مطالعه‌ای در خصوص سلامت تنفسی کارکنان شاغل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب انجام نشده است، این مطالعه با هدف بررسی عوارض احتمالی تنفسی ناشی از کار در

در آزمایشگاه نمونه‌ها به مدت ۴۸ ساعت در دمای ۳۷-۳۵ درجه انکوبه شده و سپس کلنی‌های رشد یافته بر روی محیط کشت به وسیله دستگاه شمارش‌گر کلنی شمارش شد.

بر اساس میزان کلنی شمارش شده و مشخص بودن حجم هوای نمونه‌برداری شده، تراکم آلودگی بر حسب  $CFU/m^3$  گزارش شد. سپس با توجه به مدت زمان تقریبی حضور کارکنان در محیط خارج (سایت) و محیط داخل (اتاق کنترل یا آزمایشگاه)، میانگین وزنی زمانی (TWA) مواجهه آنها با باکتری‌ها و قارچ‌ها در هر گروه شغلی بر حسب تعداد واحدهای تشکیل‌دهنده کلنی بر متر مکعب هوا ( $CFU/m^3$ ) تعیین گردید.

برای آنالیز داده‌ها و آزمون‌های آماری، ابتدا نرمال بودن توزیع داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت و سپس به منظور مقایسه بین پارامترهای کمی اسپرومتری ( $FEV_1$ ,  $FVC$ ,  $VC$ ) در کارکنان تصفیه پساب و گروه مرجع از آزمون Independent sample t test و به منظور مقایسه تفاوت شیوع علائم تنفسی دو گروه از آزمون chi-square استفاده شد. ارزیابی ارتباط تطبیق یافته مواجهه شغلی با آلاینده‌های محیط کار با علائم تنفسی به کمک آزمون رگرسیون لجستیک و بررسی اثر کنترل شده مواجهه بر پارامترهای عملکرد ریه با استفاده از رگرسیون خطی چند متغیره انجام شد. تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ویرایش ۱۶) انجام گرفت و سطح معنی‌داری ۰/۰۵ در نظر گرفته شد.

### یافته‌ها

مشخصات دموگرافیک افراد مورد مطالعه نظیر سن، قد، وزن، وضعیت تحصیلی، وضعیت تاهل و اطلاعات مربوط به استعمال دخانیات در جدول ۱ آمده است. نتایج حاصل از آزمون‌های Independent sample t test و Chi-square نشان داد، به غیر از سابقه کار هیچگونه تفاوت معنی‌داری بین مشخصات دموگرافیک افراد مواجهه یافته و گروه مرجع وجود ندارد ( $P > 0/05$ ).

یک از پارامترهای عملکردی ریه بر اساس سن، قد، وزن، جنس و نژاد توسط دستگاه اسپرومتری محاسبه شد. ضمن آموزش نحوه صحیح آزمون به هر فرد، از آنها خواسته شد از دو ساعت قبل از آزمون، از خوردن غذای سنگین، استحمام و استعمال دخانیات پرهیز نمایند. همچنین حداقل پنج دقیقه قبل از انجام آزمون در حالت نشسته استراحت نمایند. برای هر کدام از کارکنان آزمون اسپرومتری در سه نوبت شامل ابتدای اولین روز شیفت کاری (پس از سه روز استراحت)، انتهای اولین روز شیفت کاری و انتهای آخرین روز شیفت کاری انجام شد. در هر نوبت نیز از هر فرد سه مانور قابل قبول گرفته شد و حداکثر مقادیر آنها جهت بررسی مد نظر قرار گرفت.

به منظور تعیین میزان مواجهه کارکنان گروه مواجهه و مرجع با بیوائروس‌ها، از پمپ نمونه‌بردار اندرسون تک مرحله‌ای (ساخت کشور انگلستان) با دبی ۲۸/۳ لیتر بر دقیقه استفاده شد.

محیط کشت آگار خونی (برای باکتری‌ها) و محیط کشت سابروکستروز آگار (برای قارچ‌ها) در پلیت‌های ۹۰ میلی‌متری تهیه گردید. ابتدا قسمت‌های مختلف نمونه‌بردار، با پنبه آغشته به الکل ۷۰٪ ضدعفونی شده و سپس خشک گردید. بعد از استریلیزاسیون کامل محفظه نمونه‌بردار، پلیت‌های حاوی محیط کشت در داخل نمونه‌بردار قرار گرفت و به مدت ۱۰ دقیقه نمونه‌برداری از هوا صورت گرفت. هنگام نمونه‌برداری پارامترهای جوی شامل دمای خشک و تر هوا و فشار بارومتریک اندازه‌گیری و ثبت گردید. جهت جلوگیری از آلودگی ثانویه در حین حمل و نقل، پلیت‌ها با نوار چسب درزگیری شدند. به نمونه‌ها (اصلی و شاهد) برچسبی که نشان‌دهنده محل نمونه‌برداری بود، الصاق و به صورت وارونه در داخل جعبه مخصوص حمل و نقل (حاوی یخ خشک) قرار داده شدند. در نهایت نمونه‌ها جهت انکوباسیون، به آزمایشگاه منتقل شدند. از هر کدام از واحدهای تصفیه پساب سه نمونه اصلی و یک نمونه شاهد گرفته شد.

آزمون آماری Independent Sample T test نشان داد بین میزان مواجهه کارکنان شاغل محیط بیرون (مسوول نظافت و سپس مسوول حراست) با کارکنان شاغل در محیط داخل (اتاق کنترل و آزمایشگاه) و نیز گروه مرجع (کارکنان دفاتر اداری) اختلاف معنی داری وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

جدول ۳ مقایسه میزان شیوع علائم تنفسی و نیز نتیجه آزمون اسپرومتری را به صورت طبیعی یا غیرطبیعی (شامل الگوی تحدیدی، انسدادی یا مخلوط) در بین کارکنان شاغل در محیط داخل و خارج نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود، اختلاف معنی داری بین گروه های شغلی شاغل در محیط داخل و بیرون نشان وجود نداشت ( $P > 0/05$ ).

همانطور که در این جدول نشان داده شده است، گروه دارای مواجهه و گروه مرجع از نظر بیواثروسل های باکتریایی و قارچی، اختلاف معنی داری دارند ( $P < 0/05$ ). فراوانی و میزان مواجهه گروه های شاغل در واحدهای تصفیه پساب در جدول ۲ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می شود، میزان مواجهه با بیواثروسول ها بین گروه های شغلی مختلف در واحدهای تصفیه پساب اختلاف معنی داری دارد ( $P < 0/05$ ) به نحوی که میزان مواجهه مسوول نظافت و سپس مسوول حراست با بیواثروسول های باکتریایی و قارچی به میزان قابل توجهی از سایر گروه های شغلی بیشتر است که علت آن را می توان به حضور طولانی تر آنها در محیط بیرون و در نتیجه میزان مواجهه بیشتر آنها با آلاینده ها نسبت داد.

جدول ۱- ویژگی های دموگرافیک افراد مورد مطالعه در واحدهای مختلف تصفیه پساب و گروه مرجع

متغیر	گروه مواجهه (n=۱۹۴)	گروه مرجع (n=۹۹)	p-value
سن (سال) (m±SD)	۳۵/۳۵±۷/۵۸	۳۴/۶۷±۶/۰۶	* ۰/۴۰۳
وزن (کیلوگرم) (m±SD)	۸۰/۰۵±۱۲/۴۰	۸۲/۰۷±۱۳/۲۷	* ۰/۱۹۷
قد (سانتی متر) (m±SD)	۱۷۳/۶۷±۱۳/۱۲	۱۷۵/۳۲±۶/۶۸	* ۰/۲۳۴
سابقه کار (سال)	۸/۷۱±۶/۶۸	۶/۲۴±۳/۵۰	* ۰/۰۰۱
طول مدت استعمال سیگار (سال)	۱۰/۶۳±۸/۵۸	۸/۹۸±۵/۱۱	* ۰/۳۴۱
تعداد افراد سیگاری	۱۱۴ (%۵۸/۷۶)	۴۵ (%۴۵/۴۵)	† ۰/۷۶۶
شدت مصرف سیگار			
سبک (۴ نخ و کمتر در روز)	۴۰ (%۳۵/۱۰)	۱۷ (%۳۷/۷۷)	† ۰/۳۶۱
سنگین (بیشتر از ۴ نخ در روز)	۷۴ (%۶۴/۹۰)	۲۸ (%۶۲/۲۳)	† ۰/۴۲۶
میزان مواجهه با			
باکتری (m±SD)	۲۱۵/۱۴±۴۵/۳۳	۴۷/۱۱±۸/۴۵	* ۰/۰۰۱
بیواثروسل ها (CFU/m3)			
قارچ (m±SD)	۵۰/۰۸±۳۶/۸۳	۱۲/۳۸±۵/۷۸	* ۰/۰۳۵
وضعیت تحصیلات			
زیر دیپلم	۴۵ (%۲۲/۷)	۱۴ (%۱۴/۱)	
دیپلم و فوق دیپلم	۸۲ (%۴۱/۴)	۴۹ (%۴۹/۵)	† ۰/۴۱۸
لیسانس	۶۵ (%۳۲/۸)	۲۹ (%۲۹/۳)	
فوق لیسانس	۶ (%۳/۰۰)	۷ (%۷/۱)	
وضعیت تاهل			
مجرد	۲۹ (%۱۴/۶)	۱۰ (%۱۰/۱)	† ۰/۵۷۱
متاهل	۱۶۹ (%۸۵/۴)	۸۹ (%۸۹/۹)	

\*Independent sample t test

† Chi-square or Exact Fisher test

جدول ۲- مقایسه میانگین وزن شده زمانی مواجهه گروه‌های شغلی مختلف کارکنان در واحدهای تصفیه پساب مورد بررسی

گروه و عنوان شغلی	تعداد (درصد)	شیفت کاری (ساعت)	مدت زمان تقریبی حضور در:		میانگین وزن شده زمانی مواجهه (CFU/m <sup>3</sup> )
			سایت	اتاق کنترل/ محیط بیرون	
اپراتور اتاق کنترل	۷۵(۳۷/۸)	۸	.....	۸ ساعت	۷/۴۴±۱۳۷/۱۴
اپراتور سایت	۹۱(۴۶)	۱۲	۳ ساعت	۹ ساعت	۸۵/۱۲±۱۹۹/۶۹
اپراتور آزمایشگاه	۸(۴)	۸	.....	۸ ساعت	۴۶/۱۲±۵۷/۴۱
مسوول نظافت	۱۰(۵/۱)	۱۲	۷ ساعت	۵ ساعت	۸۸/۲۳±۳۵۴/۷۲
حراست(انتظامات)	۱۰(۵/۱)	۸	۴ ساعت	۴ ساعت	۴۶/۶۷±۳۲۶/۷۷
<b>P-value ( One-Way ANOVA)</b>					
				<۰/۰۰۱	

جدول ۳- مقایسه فراوانی علائم تنفسی و نتیجه آزمون عملکرد ریوی در کارکنان واحدهای تصفیه پساب شرکت‌های پتروشیمی مورد بررسی (N=۱۹۴)

موضوع مورد بررسی	علائم/وضعیت	کار داخل <sup>b</sup>	کار بیرون <sup>c</sup>	P-value
شیوع علائم تنفسی تعداد (درصد)	سرفه	۱۷(۲۰/۵)	۲۵(۲۲/۵)	۰/۷۳۳
	خلط	۱۸(۲۱/۷)	۲۰(۱۸/۰)	۰/۵۲۴
	سرفه توام با خلط	۱۱(۱۳/۳)	۱۷(۱۵/۳)	۰/۶۸۶
	خس خس ریه	۱۰(۱۲/۰)	۱۰(۹/۰)	۰/۴۹۱
	تنگی نفس	۱۶(۱۹/۳)	۲۲(۱۹/۸)	۰/۹۲۵
نتیجه آزمون عملکرد ریوی (اسپیرومتری)	نوبت اول (اول شیفت)	۵۳(۶۳/۸)	۶۳(۵۶/۷)	۰/۳۷۵
	نوبت دوم (پایان شیفت)	۳۰(۳۶/۲)	۴۸(۴۳/۳)	
جمع	طبیعی	۴۹(۵۹/۰)	۴۸(۴۳/۲)	۰/۰۷۳
	غیر طبیعی	۳۴(۴۱/۰)	۶۲(۵۶/۸)	
		۸۳(۴۲/۸)	۱۱۱(۵۷/۲)	

a: شامل الگوهای انسدادی، تحدیدی و مخلوط

b: شامل گروه‌های شغلی شاغل در اتاق کنترل و آزمایشگاه

c: شامل گروه‌های شغلی اپراتور سایت، مسوول نظافت و حراست

d: Chi-square or Fisher Exact test

مواجهه شده است. همانطور که مشاهده می‌شود مقادیر اغلب پارامترهای عملکردی ریه در همه نوبت‌های اسپرومتری در مقایسه با گروه مرجع به نحو معنی‌داری کاهش یافته‌اند (P<۰/۰۰۱).

در جدول ۴ ظرفیت‌های عملکرد ریوی در نوبت‌های مختلف آزمون اسپرومتری در گروه دارای مواجهه با گروه مرجع مورد مقایسه قرار گرفته است. همانطور که مشاهده می‌شود در بدو امر گروه مرجع و مواجهه از نظر پارامترهای عملکردی ریه متفاوت هستند و مواجهه با آلاینده‌ها تفاوت‌های دو گروه را بیشتر کرده و به عبارتی سبب بدتر شدن ظرفیت‌های عملکردی ریه در گروه

جدول ۴- نتایج مقایسه پارامترهای عملکردی ریه در کاکنان واحدهای تصفیه پساب و گروه مرجع در نوبت‌های مختلف اسپرومتری

پارامتر	گروه مواجهه (n=۱۹۴)			P-value						
	اول شیفت	پایان شیفت	پایان هفته	اول شیفت <sup>a</sup>	پایان شیفت <sup>a</sup>	پایان هفته <sup>a</sup>	اول شیفت <sup>b</sup>	پایان شیفت <sup>b</sup>	پایان هفته <sup>b</sup>	اول شیفت <sup>c</sup>
VC	۸۴/۳۸±۱۶/۸۰	۸۰/۳۰±۱۲/۵۹	۷۸/۷۴±۱۳/۴۵	۰/۲۲۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱
FVC	۵۹/۹۵±۱۴/۰۷	۵۹/۲۲±۱۳/۵۷	۵۸/۵۴±۱۴/۱۰	۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۷۵
FEV <sub>1</sub>	۶۵/۲۲±۱۷/۹۴	۶۴/۴۹±۱۷/۶۱	۶۳/۹۹±۱۳/۶۷	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۲۲
FEV <sub>1</sub> /FVC	۱۰۸/۸۹±۱۵/۵۹	۱۰۹/۰۷±۱۶/۱۳	۱۱۰/۸۳±۱۴/۰۳	۰/۰۰۳	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۴۱۵

پارامتر	گروه مواجهه (n=۱۹۴)			گروه مرجع (n=۹۹)
	اول شیفت	پایان شیفت	پایان هفته	
VC	۸۴/۳۸±۱۶/۸۰	۸۰/۳۰±۱۲/۵۹	۷۸/۷۴±۱۳/۴۵	۸۵/۸۴±۱۳/۲۲
FVC	۵۹/۹۵±۱۴/۰۷	۵۹/۲۲±۱۳/۵۷	۵۸/۵۴±۱۴/۱۰	۶۵/۰۹±۱۲/۲۶
FEV <sub>1</sub>	۶۵/۲۲±۱۷/۹۴	۶۴/۴۹±۱۷/۶۱	۶۳/۹۹±۱۳/۶۷	۷۳/۷۲±۱۵/۸۰
FEV <sub>1</sub> /FVC	۱۰۸/۸۹±۱۵/۵۹	۱۰۹/۰۷±۱۶/۱۳	۱۱۰/۸۳±۱۴/۰۳	۱۱۳/۳۷±۱۲/۲۳

  

P-value					
اول شیفت و مرجع <sup>a</sup>	پایان شیفت و مرجع <sup>a</sup>	اول و پایان شیفت <sup>b</sup>	اول و پایان هفته <sup>b</sup>	پایان شیفت و مرجع <sup>a</sup>	پایان شیفت و اول شیفت <sup>b</sup>
< ۰/۰۰۱	۰/۲۲۴	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۰۴۳
< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۲۱۰
< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۲۵۰
< ۰/۰۰۱	۰/۰۰۳	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	< ۰/۰۰۱	۰/۴۵۴

a; Independent sample t test (p<0.05), b; Paired sample t test (p<0.05), c; Mean±SD

گروه دارای مواجهه به میزان ۲/۹۴ برابر نسبت به گروه مرجع افزایش داده است. در مورد دیگر علائم تنفسی شامل خلط، سرفه توأم با خلط، خس خس سینه و تنگی نفس، مواجهه با آلاینده‌ها در گروه مواجهه‌ها شانس ابتلا را به ترتیب ۱/۱۰، ۱/۹۵، ۱/۸۲ و ۱/۹۷ برابر گروه مرجع افزایش داده است.

یافته‌های مربوط به شیوع علائم تنفسی در کارکنان واحدهای تصفیه پساب در مقایسه با گروه مرجع در جدول ۵ نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، شیوع اکثر علائم تنفسی در گروه دارای مواجهه به نحو معنی‌داری از گروه مرجع بیشتر است (P<۰/۰۰۵)، به نحوی که مواجهه با بیوائروس‌ها شانس سرفه را در

جدول ۵- فراوانی (درصد) شیوع علائم تنفسی در کارکنان واحد های تصفیه پساب و گروه مرجع

علائم	گروه مواجهه (n=۱۹۴)	گروه مرجع (n=۹۹)	نسبت شانس <sup>a</sup> (حدود اطمینان)	P-value <sup>b</sup>
سرفه	۴۵(٪۲۲/۷)	۹(٪۹/۱)	۲/۹۴ (۶/۲۹ - ۱/۳۷)	۰/۰۰۴
خلط	۵۱(٪۲۶/۲۸)	۱۳(٪۱۳/۱۳)	۱/۱۰ (۲/۰۵ - ۰/۵۹)	۰/۰۰۲
سرفه توأم با خلط	۴۹(٪۲۴/۷۴)	۱۰(٪۱۰/۱۰)	۱/۹۵ (۴/۴۴ - ۰/۸۵)	۰/۰۰۵
خس خس	۳۷(٪۱۸/۶۸)	۸(٪۸/۰۸)	۰/۸۲ (۱/۷۴ - ۰/۳۸)	۰/۰۰۳
تنگی نفس	۳۹(٪۱۹/۸)	۱۱(٪۱۱/۱)	۱/۹۷ (۴/۰۲ - ۰/۹۵)	۰/۰۳۱

a; Odds Ratio b; Chi – Square or Fisher Exact test

دارد ( $P < 0/05$ ) به نحوی که مواجهه با بیوآئروسول‌ها شانس ایجاد سرفه، خلط، سرفه توأم با خلط، خس خس سینه و تنگی نفس را بر اساس الگوی رگرسیون مطرح شده در این نمونه به ترتیب ۴/۱۶، ۲/۴۴، ۲/۸۷، ۵/۲۰ و ۲/۴۴ افزایش داده است.

در جدول ۶ ارتباط بین مواجهه با بیوآئروسول‌ها و شیوع علائم تنفسی ارائه شده است. آنالیز رگرسیون لجستیک که در آن متغیرهایی نظیر سن، وزن، قد، سابقه کار، استعمال دخانیات و طول مدت مصرف دخانیات وارد شد، نشان داد که پس از کنترل اثر این متغیرهای مخدوش‌کننده رابطه معنی‌داری بین مواجهه با بیوآئروسول‌ها و شیوع همه علائم تنفسی وجود

جدول ۶- ارتباط بین مواجهه با بیوآئروسول‌ها و شیوع علائم تنفسی

متغیر وابسته (علائم تنفسی)	B	SE	نسبت شانس (OR)	P-value*
سرفه	۱/۴۲	۰/۴۵۵	۴/۱۶	۰/۰۰۲
خلط	۰/۸۹	۰/۳۹۶	۲/۴۴	۰/۰۲۴
سرفه توأم با خلط	۱/۰۵	۰/۴۱۰	۲/۸۷	۰/۰۱۰
خس خس	۱/۶۴	۰/۴۸۸	۵/۲۰	۰/۰۰۱
تنگی نفس	۰/۸۹	۰/۳۹۶	۲/۴۴	۰/۰۲۴

\*Logistic Regression

دخانیات و طول مدت مصرف سیگار وارد شد، نشان داد که پس از کنترل اثر این متغیرهای مخدوش‌کننده، رابطه معنی‌داری بین مواجهه با بیوآئروسول‌های باکتریایی با پارامترهای عملکردی ریه وجود دارد ( $P < 0/05$ ).

در جدول ۷ نیز ارتباط بین مواجهه شغلی با بیوآئروسول‌ها و پارامترهای عملکرد ریوی نشان داده شده است. آنالیز رگرسیون خطی چند متغیره که در آن متغیرهایی مثل سن، وزن، قد، سابقه کار، استعمال

جدول ۷- ارتباط بین بررسی تاثیر مواجهه با بیوآئروسول‌ها و تغییر در پارامترهای عملکردی ریه

متغیر وابسته (پارامتر عملکردی ریه)	$\beta$	SE	P-Value*
VC	-۰/۳۹۳	۰/۰۸۰	۰/۰۰۴
FVC	-۰/۷۳۸	۰/۰۱۳	< ۰/۰۰۱
FEV <sub>1</sub>	-۰/۶۷۴	۰/۰۱۷	۰/۰۰۱
FEV <sub>1</sub> /FVC	-۰/۶۷۱	۰/۰۰۷	< ۰/۰۰۱

\*Multiple Linear Regression Model

## بحث

هدف اصلی این مطالعه بررسی میزان شیوع علائم تنفسی و نیز مقادیر پارامترهای عملکردی ریه در کارکنان شاغل در واحدهای تصفیه پساب در مواجهه با بیوائروسولها بود.

همانطور که مشاهده شد، به جز متغیر سابقه کار دو گروه مواجهه و مرجع از نظر متغیرهای دیگر شامل سن، قد، طول مدت و شدت مصرف سیگار تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بنابراین می‌توان بیان کرد که افزایش شیوع علائم بیماری‌های تنفسی و نیز اختلالات فونکسیون ریه در گروه مواجهه احتمالاً می‌تواند ناشی از مواجهه آنها با بیوائروسولها باشد.

همانطور که مشاهده شد، در این مطالعه شیوع اکثر علائم تنفسی در گروه دارای مواجهه از گروه مرجع بیشتر بود. این یافته با نتایج مطالعات Smit (۶) و Friis (۱۲) که در آن شیوع عوارضی همچون آسم، سرفه و کوتاهی تنفس در کارکنان تصفیه پساب در مقایسه با گروه مرجع افزایش داشت، همخوانی دارد. از طرف دیگر پس از کنترل اثر متغیرهای مخدوش‌کننده‌ای نظیر سن، وزن، قد، سابقه کار، استعمال دخانیات، رابطه معنی‌داری بین مواجهه با بیوائروسولها و شیوع علائم تنفسی پیدا شد که این موضوع با نتایج مطالعات Smit (۶)، Wouters (۱۳) و Douwes (۲) مبنی بر اینکه مواجهه با بیوائروسولها احتمالاً در بروز چنین عوارضی در کارکنان دارای مواجهه نقش دارد، همخوانی دارد.

گرچه از نظر تعداد افراد سیگاری و نیز طول مدت استعمال سیگار اختلاف معنی‌داری بین گروه مواجهه با مرجع وجود نداشت، افزایش شیوع علائم بیماری‌های تنفسی و نیز کاهش پارامترهای عملکردی ریه در گروه مواجهه لزوماً با استعمال سیگار همبستگی نداشته و آنالیز داده‌ها با رگرسیون خطی چند متغیره موید این مطلب است. ضمن اینکه وجود مقایسه پارامترهای عملکردی ریه در بین افراد سیگاری و غیرسیگاری ارتباط معنی‌داری را نشان نداد ( $P > 0/05$ ).

در این مطالعه رابطه معنی‌داری بین مواجهه با بیوائروسولها و شیوع علائم بیماری‌های تنفسی پس از کنترل اثر متغیرهای مخدوش‌کننده (جدول ۶) مشاهده شد. بر خلاف این موضوع در مطالعه Jeggli و همکاران (۹) که به مدت ۵ سال بر روی کارکنان شاغل در یک تصفیه‌خانه فاضلاب انجام شد، ارتباط معنی‌داری بین کاهش پارامترهای عملکردی ریه و نیز عوارض ریوی نظیر برونشیت، آسم و دیسپنی با بیوائروسولها یافت نشد که دلیل آن به شرایط مطلوب محیط کار مورد بررسی نسبت داده شد.

در این مطالعه اگر چه در مجموع میزان مواجهه با بیوائروسولها در گروه‌های شاغل در محیط بیرون، به ویژه مسئول نظافت سایت، به میزان قابل توجهی بیشتر از کارکنان شاغل در محیط داخل بود، ولی اختلاف قابل توجهی در فراوانی شیوع علائم تنفسی و نیز پارامترهای عملکردی ریوی بین کارکنان شاغل در محیط داخل و بیرون وجود نداشت که این موضوع با مطالعه Smit (۶) و Khuder (۸) همخوانی دارد. این مسئله را می‌توان به این موضوع نسبت داد که کارکنان شاغل در محیط خارج (شامل اپراتور سایت، نظافتچی و حراست) درصدی از زمان کاری خود را در محیط داخل سپری می‌کنند که تراکم آلاینده‌ها در آن ناچیز است. از طرف دیگر کارکنان شاغل در محیط داخل نیز ممکن است بسته به شرایط مجبور به حضور در سایت و انجام برخی فعالیت‌های کاری شوند.

در این مطالعه همچنین اثرات تنفسی حاد و مزمن مواجهه با بیوائروسولها در مقایسه با یک گروه مرجع مناسب و با در نظر داشتن متغیرهای مخدوش‌کننده مورد بررسی قرار گرفت.

به منظور تفکیک اثرات تنفسی حاد و مزمن مواجهه با بیوائروسولها، پارامترهای عملکردی ریه در ابتدا (پس از ۷۲ ساعت استراحت و قطع مواجهه) و انتهای اولین روز شیفت کاری و نیز پایان هفته (آخرین روز شیفت

کاری) اندازه‌گیری و با گروه مرجع مورد مقایسه قرار گرفت.

همانطور که جدول ۴ نشان می‌دهد در ابتدای امر (نوبت اول اسپرومتری) مقادیر پارامترهای عملکردی ریه در گروه دارای مواجهه با گروه مرجع به میزان معنی‌داری متفاوت بود و این تفاوت در طول شیفت کاری بیشتر نمایان شد. این موضوع نشان می‌دهد که احتمالاً مواجهه با بیوائروسول‌ها در طول شیفت کاری سبب تشدید اختلالات فونکسیون ریه در گروه مواجهه شده است. این موضوع را نتایج حاصل از آنالیز رگرسیون خطی چند متغیره (جدول ۷) که در آن با کنترل متغیرهای مخدوش‌کننده، رابطه معنی‌داری بین مواجهه با بیوائروسول‌های باکتریایی با پارامترهای عملکردی ریه نشان داده شد، تایید می‌کند. این یافته با نتایج مطالعه Richardson و همکاران (۱۴) که در آن نسبت FEV1/FVC در کارکنان تصفیه‌خانه فاضلاب در مقایسه با گروه مواجهه کاهش یافته بود، همخوانی دارد. با این حال، Jeggli و همکاران (۹) در مطالعه خود ارتباط معنی‌داری را بین مواجهه با بیوائروسول‌ها و عوارض ریوی و نیز کاهش مقادیر پارامترهای عملکردی ریه مشاهده نکردند و اینگونه نتیجه گرفتند که این موضوع به شرایط مطلوب محیط کار مربوط می‌شود.

مقایسه ظرفیت‌های عملکردی ریه در گروه مواجهه، با گروه مرجع و نیز در نوبت‌های مختلف اسپرومتری گروه مواجهه، ترکیبی از عوارض مزمن غیر قابل برگشت و حاد نیمه برگشت‌پذیر را نشان داد. چرا که از یک طرف پارامترهای عملکردی ریه گروه مواجهه در اسپروگرام مینا (قبل از شیفت) به طور معناداری کمتر از گروه مرجع است و از طرف دیگر پارامترهای عملکردی ریه در نوبت‌های دوم و سوم اسپرومتری نسبت به نوبت اول (قبل از شروع شیفت) کاهش یافته‌اند و حتی با استراحت نیز بهبودی کامل حاصل نشده و پارامترهای عملکردی ریه کماکان با گروه مرجع متفاوت است.

لازم به ذکر است اگر چه مطالعات مقطعی (نظیر این مطالعه) ذاتاً در تعیین ارتباط علت و معلولی با محدودیت روبرو هستند، ولی به دلایل زیر شیوع علائم بیماری‌های تنفسی و نیز اختلالات فونکسیون ریه مشاهده شده در افراد شاغل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را می‌توان احتمالاً به مواجهه با بیوائروسول‌های منتشره از فرایندهای تصفیه فاضلاب نسبت داد:

۱- افراد دارای مواجهه در هنگام استخدام فاقد هر گونه بیماری یا ناتوانی مربوط به دستگاه تنفسی بودند.

۲- علی‌رغم اینکه سابقه کار گروه مواجهه از گروه مرجع بیشتر بود ولی آنالیز رگرسیون خطی چند متغیره و نیز آنالیز رگرسیون لجستیک که در آن نقش متغیرهای مخدوش‌کننده از جمله سابقه کار کنترل گردید، نشان داد که کاهش معنی‌دار پارامترهای عملکردی ریه و نیز شیوع علائم بیماری‌های تنفسی در گروه مواجهه ناشی از مواجهه آنها با بیوائروسول‌هاست.

۳- اگر چه نتایج آزمون عملکردی ریه در گروه مواجهه پس از قطع مواجهه بهتر از زمان مواجهه بود، ولی با وجود این بهبودی نسبی، تفاوت اغلب پارامترهای عملکردی ریه در افراد دارای مواجهه و مرجع معنی‌دار باقی ماند که این موضوع نشان‌دهنده این واقعیت است که نوع اختلالات تنفسی مشاهده شده در این مطالعه مخلوطی از اختلالات مزمن غیر قابل برگشت و حاد نیمه برگشت‌پذیر است.

به طور کلی نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که مواجهه با بیوائروسول‌ها سبب افزایش معنی‌دار شیوع علائم بیماری‌های تنفسی و نیز کاهش حاد نیمه برگشت‌پذیر و مزمن غیر قابل برگشت برخی از پارامترهای عملکردی ریه شده است. با توجه به اینکه در این مطالعه مقدار FVC تغییرات قابل توجهی در نوبت‌های مختلف اسپرومتری نداشت و نیز میزان FEV1 کاهش یافته بود و از طرفی پس از استراحت مقدار FEV1/FVC به مقدار پایه (Base line value) گروه شاهد برنگشته

ندارد (۱۹)، مولفین بر این باورند که احتمالاً تغییرات ظرفیت‌های ریوی و علائم بیماری‌های تنفسی قابل انتساب به مواجهه با بیوآئروسول‌ها می‌باشد. البته مطالعات بیشتری با حجم نمونه بیشتر و دوره پیگیری طولانی‌تر و بررسی مواجهه دقیق‌تر برای تایید یافته‌های این مطالعه لازم است.

### نتیجه‌گیری

شیوع علائم تنفسی و اختلالات فونکسیون ریوی در گروه دارای مواجهه بیشتر از گروه مرجع بود و در طول شیفت تشدید می‌شد که علت آن احتمالاً قابل انتساب به مواجهه با بیوآئروسول‌هاست.

### تقدیر و تشکر

این پژوهش طی موافقتنامه پژوهشی شماره ۱۰۵۹۲۸ از سوی مدیریت بهداشت، ایمنی و محیط زیست شرکت ملی صنایع پتروشیمی مورد حمایت قرار گرفته است. همچنین طی طرح تحقیقاتی شماره ۶۰۱۳-۹۱ در معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه علوم پزشکی شیراز به تصویب رسیده است.

است، این نوع تغییرات احتمالاً می‌تواند به نفع ضایعات انسدادی تفسیر شود.

این یافته با نتایج مطالعه Neghab و همکاران (۱۵) و نیز مطالعه Kumar و همکاران (۱۶) از جهت قابلیت بیوآئروسول‌ها در ایجاد التهاب در برونش‌ها و مجاری تنفسی همخوانی دارد (۱۵، ۱۷، ۱۸). بنابراین نتایج به دست آمده ضرورت به کارگیری اقدامات کنترلی مهندسی به منظور کاهش میزان انتشار بیوآئروسول‌ها در هوا و نیز پایش وضعیت سلامت کارکنان شاغل در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب را نشان می‌دهد.

از آنجا که مطالعات Historical cohort بر خلاف مطالعات Case control و Follow up ظرفیت تعیین روابط علی و معلولی را ندارند و این موضوع یکی از محدودیت‌های مطالعه قلمداد می‌گردد، ولی از آنجایی که آلاینده غالب واحدهای تصفیه پساب با میکروبی بالا و مواجهه با بیوآئروسول‌ها می‌باشد و از طرفی دیگر آلاینده‌های این واحدها نظیر حلال‌های آلی اولاً بر اساس اندازه‌گیری‌های به عمل آمده غلظت کمتر از حد مجاز دارند و ثانیاً شواهد قطعی دال بر وجود ارتباط بین اختلالات فونکسیون ریوی و مواجهه با این حلال‌ها وجود

### منابع

1. Watt MM W.S, Seaton A. Episode of toxic gas exposure in sewer workers. *Occup Environ Med*, 1998; 272-7
2. Douwes J M.A, Heederik D. Worke related symptoms in sewage treatment workers. *Ann Agric Environ Med*, 2001. 8(1): 39-45
3. M. Vítězová, T.V, H. Mlejnková, T. Lošák. Microbial contamination of the air at wastewater treatment plant. *cta Univ. Agric. Silvic. Mendel. Brun.* , 2012. 60: 233-40
4. Lavoie J, Dunkerley CJ. Assessing waste collectors exposure to bioaerosols, *Aerobiologia*, 2002,18: 277-85
5. Leonor P, Pérez-Luz S, Adela M, Santamaría A, Gibert K. Bioaerosol emission from wastewater treatment plants. *Aerobiologia* 2003; 19 (3,4): 261-270
6. Lidwien AM, Smit S. Endotoxin Exposure and Symptoms in Wastewater Treatment Workers. *American Journal of Industrial Medicine* 2005; 48: 30-39
7. Gregov G, Venglovski K, Vargova M. Bioaerosols Produced By Wastewater Treatment Plant, *Folia Veterinaria* 2008; 52(2): 59-61
8. Górný RL, Dutkiewicz J. Bacterial and Fungal aerosols in indoor environment in central and eastern european countries. *Ann Agric Environ Med*; 2002; 9(1): 17-23.

9. Goyer N, Lavoie Jacques L, Louis L, Geneviève M. Bioaerosols in the workplace Evaluation, control and prevention guide 2001; IRSST publication. Technical Guide T-24, Montréal
10. Ferris BG. Epidemiology Standardization Project (American Thoracic Society). *Am Rev Respir Dis* 1978; 118: 1-20
11. American Thoracic Society (ATS). Snowbird workshop on standardization of spirometry. *The American review of respiratory disease* 1979; 119(5): 831-8
12. Friis L, Norback D, Edling C. Self-reported asthma and respiratory symptoms in sewage workers. *J Occup Health* 1999; 41: 87-90
13. Wouters IM. Man and his waste. Bio-aerosol exposure and respiratory health effect in waste management. Ph.D. Thesis 2003; Utrecht University. Netherlands
14. Khuder SA, Arthur T, Bisesi MS, Schaub EA. Prevalence of infectious diseases and associated symptoms in wastewater treatment workers. *Am J Ind Med* 1998; 33: 571-7
15. Neghab M, Khodaparast Kazerouni F, Hasanzadeh J. Evaluation of lung function of municipal garbage collectors in Fars province in 2012 . *Occupational Medicine Quarterly Journal* 2012; 4(1): 42-52[Persian]
16. Jeggli S, Tschopp A, Bernard A, Thommen AM, Dumont X, Oppliger A, Hotz P. Exposure to bioaerosols, respiratory health and lung-specific proteins: a prospective study in garbage and wastewater workers. *Occup Environ Med* 2011; 68 (11): 856-9
17. Thorn J, Kerekes E. Health Effects Among Employees in Sewage Treatment Plants: A Literature Survey. *American Journal of Industrial Medicine* 2001; 40: 170-9
18. Bernard D, Steiner A, Jeggli S. Clara cell protein and surfactant protein B in garbage collectors and in wastewater workers exposed to bio aerosols. *Int Arch Occup Environ Health* 2005; 78: 189-97
19. Schenker MB, Jacobs JA. Respiratory effects of organic solvent exposure. *Tuber Lung Diseases* 1996; 77(1): 4-18