



ارزیابی ریسک سلامت ناشی از مواجهه شغلی با هیدروژن پراکسید (H_2O_2) در کارکنان صنایع فرآوری لبنیات: خلاصه سیاستی

فاطمه مهرافشان^{*} سمیه رحیمی مقدم^۱

۱- مرکز تحقیقات سلامت محیط کار، دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور، ایران

چکیده

مقدمه: افزایش استفاده از مواد شیمیایی اکسیدکننده مانند هیدروژن پراکسید (H_2O_2) در صنایع غذایی، به ویژه واحدهای استریلیزاسیون، چالش‌های قابل توجهی برای ایمنی و سلامت شغلی ایجاد کرده است. مواجهه استنشاقی با این ماده، حتی در مقادیر کم، چشم، پوست و دستگاه تنفسی را تحریک می‌کند و مواجهه مزمن به بیماری‌هایی مانند برونشیت، فیبروز ریوی و افزایش خطر سرطان ریه منجر شده است. با وجود کاربرد گسترده H_2O_2 ، نبود چارچوب‌های سیاستی جامع، استانداردهای کنترلی متناسب و نظام‌های پایش مستمر، تصمیم‌گیری مدیریتی و نظارتی را با ضعف و تأخیر مواجه کرده است.

این خلاصه سیاستی با هدف ارائه شواهد علمی برای تدوین دستورالعمل‌های ایمنی، میزان مواجهه شغلی با H_2O_2 را در واحدهای استریلیزاسیون سه کارخانه لبنیات در نیشابور بررسی کرده است. میانگین مواجهه ۲۹ کارگر برابر ۰.۹۱ ppm بود که بالاتر از حد آستانه مجاز تعدیل‌شده (۰.۷۸ ppm) گزارش شد. ارزیابی ریسک سلامت بر اساس روش اداره بهداشت شغلی سنگاپور نشان داد همه کارگران در سطح ریسک متوسط قرار گرفته‌اند و ضرورت مداخلات مدیریتی و کنترلی را مشخص کرده است.

بر اساس یافته‌ها و تحلیل پیامدهای اجرایی، این گزارش گزینه‌های مدیریت مواجهه شغلی و پیامدهای سلامت آن را در سه بازه زمانی ارائه کرده است: در کوتاه‌مدت، آموزش کارکنان و مدیران و پایش مداوم محیط کار مدنظر قرار گرفته است؛ در میان‌مدت، انجام تحقیقات گسترده‌تر و تقویت اقدامات پیشگیرانه مانند مشاوره و برنامه‌های خودمراقبتی پیشنهاد شده است؛ و در بلندمدت، همکاری نهادهای دولتی و غیردولتی برای تدوین دستورالعمل‌های ایمنی و بهبود شرایط کاری مورد تأکید قرار گرفته است تا مدیریت مواجهه و حفاظت پایدار از سلامت کارکنان تضمین شود.

کلمات کلیدی: مواجهه شغلی، هیدروژن پراکسید، ارزیابی ریسک

نوع مقاله: خلاصه سیاستی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۵/۱/۱۹

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۰۳/۱۲

^{*}نویسنده مسئول: فاطمه مهرافشان

مرکز تحقیقات سلامت محیط کار
دانشگاه علوم پزشکی نیشابور، نیشابور،
ایران

تلفن: 09154198910

پست الکترونیک
mehrafshanf1@nums.ac.ir



مقدمه

گسترش روزافزون استفاده از هیدروژن پراکسید (H_2O_2) در طیف گسترده‌ای از صنایع از فرآیندهای ضدعفونی و استریل‌سازی گرفته تا تولید مواد غذایی، دارویی و محصولات مصرف این ماده را به یکی از مهم‌ترین اکسیدکننده‌های مورد استفاده در محیط‌های صنعتی و روزمره تبدیل کرده است. با وجود این، سرعت گسترش کاربردهای H_2O_2 با توسعه متناسب سیاست‌ها و چارچوب‌های نظارتی همراه نبوده و این ناهماهنگی می‌تواند پیامدهای قابل توجهی برای سلامت شغلی و عمومی به دنبال داشته باشد. H_2O_2 به عنوان ماده‌ای با خواص تحریک‌کنندگی و سمیت شناخته‌شده مطرح است و شواهد علمی نشان می‌دهد که مواجهه کنترل‌نشده با آن می‌تواند منجر به بروز عوارض تنفسی، پوستی و سیستمیک شود (۱-۴). این واقعیت، به‌ویژه در صنایعی که از مقادیر و غلظت‌های بالا استفاده می‌کنند، ضرورت بازنگری و تقویت سازوکارهای نظارتی را بیش از پیش برجسته می‌سازد (۵-۷). یکی از چالش‌های بنیادین در حوزه سیاست‌گذاری، فاصله معنادار میان استانداردهای موجود و شرایط واقعی محیط کار است. اگرچه حدودی نظیر IDLH از سوی (۸)

NIOSH و TLV توسط (9) ACGIH تعیین شده‌اند، اما شواهد تجربی حاکی از آن است که در برخی محیط‌های صنعتی، مواجهه کارکنان فراتر از این حدود رخ می‌دهد. تفاوت قابل وجود رابطه دوز-پاسخ واضح در مواجهه با H_2O_2 و تفاوت چشمگیر پیامدهای ناشی از غلظت‌های پایین در مقایسه با غلظت‌های بالا، ضرورت پایش مستمر، اجرای کنترل‌های مهندسی و ارتقای آموزش کارکنان را دوچندان می‌کند (۷، ۹-۱۱). استنشاق غلظت‌های پایین (کمتر از ۱ ppm) در دوره‌های کوتاه معمولاً فقط به علائم خفیف تنفسی مانند سرفه و تحریک گلو منجر می‌شود (۱۰)، اما مواجهه با غلظت‌های بالاتر یا قرارگیری مزمن در معرض این ماده، خطر بروز برونشیت، التهاب ریوی و حتی فیبروز ریه را برای کارگران به همراه دارد. بی‌توجهی به این واقعیت می‌تواند زمینه‌ساز اختلالات تنفسی پیشرونده و آسیب‌های سیستمیک شود. (۷، ۹-۱۱). تماس پوستی با H_2O_2 اگرچه شیوع کمتری دارد، اما بسته به غلظت، باعث تحریک یا سوختگی پوستی می‌شود. همچنین بلعیدن این ماده نادر بوده و معمولاً به‌صورت تصادفی رخ می‌دهد (۲). علاوه بر این، نبود سیاست‌های یکپارچه و کارآمد در حوزه نظارت بر مواجهه شغلی، احتمال تصمیم‌گیری‌های دیر هنگام



یا ناکافی را افزایش می‌دهد(۴)؛

چنان‌که مطالعه رحیمی و طاهری‌نیا نشان می‌دهد کارکنان صنایع لبنی در معرض میزان بیشتری از علائم تنفسی قرار دارند، موضوعی که بر ضرورت سیاستگذاری مبتنی بر شواهد تأکید دارد(۲).

با توجه به طبقه‌بندی H_2O_2 به‌عنوان ماده‌ای با شواهد محدود سرطان‌زایی برای انسان (۱۲) و سرطان‌زایی در حیوانات با اهمیت نامشخص برای انسان (۹)، نیاز به بازنگری مقررات و ارزیابی جامع‌تر خطر بیش از پیش احساس می‌شود. اثرات این ماده به شدت وابسته به دوز، شرایط فرآیندی و مسیر مواجهه هستند و تبخیر ناشی از فرآیندهای حرارتی می‌تواند خطرات بالقوه‌ای برای سیستم تنفسی کارکنان ایجاد کند. در چنین شرایطی، نبود دستورالعمل‌های جامع کاهش مواجهه به‌ویژه در صنایعی که استفاده گسترده و مداوم از H_2O_2 دارند، می‌تواند خلأی جدی در حفاظت از سلامت شاغلین ایجاد کند(۱۳، ۱۴)

در صنایعی مانند فرآوری لبنیات، که H_2O_2 به‌طور وسیع برای ضدعفونی تجهیزات، سطوح و بسته‌بندی مورد استفاده قرار می‌گیرد، این ماده به یک نقطه نظارتی حساس تبدیل شده است. تبخیر سریع H_2O_2 در اثر فرآیندهای حرارتی و تجمع احتمالی آن در هوای محیط، استنشاق را به اصلی‌ترین مسیر مواجهه کارکنان تبدیل می‌کند؛ مسئله‌ای که اهمیت کنترل‌های تهویه‌ای، پایش محیطی و تدوین

سیاست‌های حفاظتی دقیق را دوچندان می‌سازد. با وجود کاربرد گسترده، اطلاعات موجود درباره سطوح واقعی مواجهه و پیامدهای بهداشتی ناشی از H_2O_2 محدود است(۲).

مطالعه حاضر با هدف پر کردن بخشی از این خلأ، به سنجش دقیق میزان مواجهه کارکنان با H_2O_2 و ارزیابی نیمه‌کمی خطر در کارخانه‌های لبنی منتخب در نیشابور پرداخته است. این پژوهش تلاش دارد شواهد علمی قابل‌اتکا برای درک دقیق‌تر از سطح مواجهه واقعی، برآورد ریسک در فرآیندهای صنعتی، و فراهم‌سازی مبنایی معتبر برای تصمیم‌گیری در سطوح کلان سیاستگذاری ارائه دهد. یافته‌های این تحقیق می‌تواند نهادهای سیاستگذار و تنظیم‌گر از جمله حوزه‌های متولی سلامت کار را در تدوین دستورالعمل‌های حفاظتی، استانداردهای قابل اجرا، و راهبردهای مداخله‌ای مبتنی بر شواهد یاری دهد و زمینه را برای ارتقای ایمنی و سلامت نیروی کار فراهم سازد. امید است نتایج این مطالعه بتواند با تقویت شفافیت، انسجام و واقع‌گرایی در سیاستگذاری، مسیر تدوین مقررات کارآمد و قابل‌اتکا را هموار کرده و از بروز پیامدهای ناخواسته ناشی از مواجهه کنترل‌نشده با H_2O_2 جلوگیری کند.



مواد و روش‌ها

ریسک (RL) و رتبه‌بندی ریسک (RR) بر مبنای دو مؤلفه اصلی، یعنی ضریب خطر (HR) مواد شیمیایی مورد استفاده و نرخ مواجهه (ER)، محاسبه گردید. این محاسبات بر اساس مقادیر اندازه‌گیری‌شده در مرحله پایش هوا و نیز اطلاعات مربوط به مدت و دفعات مواجهه شغلی کارکنان در طول هفته صورت گرفت.

تمامی مراحل پژوهش پس از اخذ تأییدیه از کمیته اخلاق دانشگاه علوم پزشکی نیشابور انجام شد. به‌منظور اطمینان از اعتبار و دقت علمی داده‌ها، کلیه اطلاعات به‌دست‌آمده با نرم‌افزار SPSS مورد تحلیل آماری قرار گرفت و آزمون‌های پارامتریک برای مقایسه میانگین سطوح مواجهه H_2O_2 در واحدهای صنایع لبنیات به‌کار گرفته شد. این تحلیل‌ها امکان شناسایی تفاوت‌های معنادار در میزان مواجهه کارکنان، تعیین سطح ریسک‌های شغلی مرتبط با H_2O_2 و ایجاد مبنایی مستند و علمی برای ارائه توصیه‌های سیاستی در زمینه کنترل، پایش و مدیریت مواجهه شغلی با این ماده را فراهم ساخت.

یافته‌ها

در این مطالعه، مواجهه شغلی کارکنان واحدهای استریلیزاسیون سه کارخانه فرآوری لبنیات با هیدروژن پراکسید (H_2O_2) ارزیابی شد. میانگین مواجهه فردی در میان ۲۹ کارگر برابر با

شواهد ارائه‌شده در این خلاصه سیاستی حاصل یک مطالعه مقطعی و توصیفی-تحلیلی است که با هدف ارزیابی سطح مواجهه شغلی با هیدروژن پراکسید (H_2O_2) در واحدهای استریل‌سازی سه کارخانه لبنیات انجام شد. این مطالعه با هدف فراهم‌سازی داده‌های پایه موردنیاز به‌منظور تدوین توصیه‌های سیاستی و مدیریتی در حوزه ایمنی شغلی مرتبط با مصرف H_2O_2 در صنایع لبنیات طراحی و اجرا گردید.

بدین منظور، تمامی کارکنان شاغل در بخش استریل‌سازی (دو تا سه نفر در هر شیفت) وارد مطالعه شدند. در مجموع، ۲۹ کارگر با مواجهه مستقیم شغلی با H_2O_2 مورد بررسی قرار گرفتند.

در ابتدا اطلاعات فردی از جمله سن، سابقه کار و میزان استفاده از تجهیزات حفاظت فردی با استفاده از یک چک‌لیست ساختاریافته ثبت شد. در مرحله بعد نمونه‌برداری فردی از هوای تنفسی کارکنان به‌منظور اندازه‌گیری غلظت H_2O_2 در محیط کار انجام شد. این اندازه‌گیری‌ها بر اساس روش استاندارد OSHA VI-6 انجام پذیرفت و تعیین غلظت نهایی با استفاده از طیف‌سنج UV-Vis در طول موج ۴۱۰ نانومتر صورت گرفت. در پایان، ارزیابی ریسک سلامت کارکنان با استفاده از روش نیمه‌کمی انجام شد که طی آن سطح



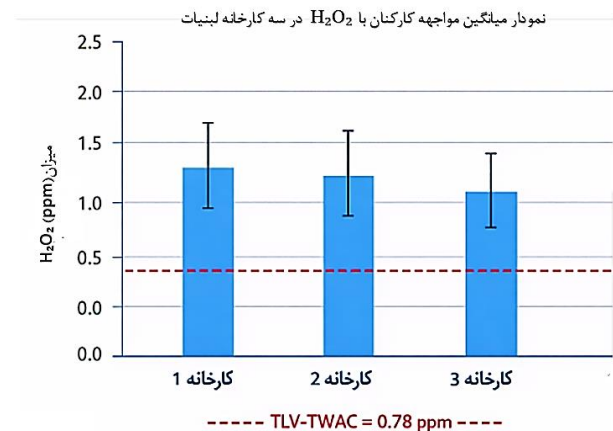
این مطالعه بیانگر آن است که سطوح مواجهه در واحدهای مورد بررسی به طور معناداری بالا بوده و می تواند مخاطرات قابل توجهی برای سلامت شاغلان ایجاد کند. این یافته ها بر ضرورت اجرای اقدامات کنترلی مهندسی، مدیریتی و حفاظتی جهت کاهش مواجهه و ارتقای ایمنی شغلی تأکید دارد.

بحث

شواهد موجود نشان می دهد که مواجهه شغلی با H_2O_2 در محیط های کاری مختلف اغلب از حدود مجاز فراتر رفته و می تواند سلامت کارکنان را تحت تأثیر قرار دهد. مطالعه انجام شده توسط رحیمی و طاهری نیا نشان داد که سطح مواجهه کارگران کارخانه های فرآوری لبنیات از TLV ها تجاوز کرده است (۲). یافته های پژوهش حسام و همکاران در یک کلینیک دندانپزشکی نیز نشان داد که پس از عملیات مه پاشی، میانگین مواجهه تنفسی کارکنان بین ۲.۸۳ ppm تا ۱.۳ قرار داشت، که بالاتر از حد مجاز ۱ ppm توصیه شده توسط مراجع بین المللی است (۱۵). این یافته ها بر اهمیت رعایت TLV و اجرای اقدامات ایمنی، از جمله تهویه مناسب و تعیین دوره انتظار پس از مه پاشی، را تأکید می کنند.

مطالعه Fu و همکاران در بیمارستان St. George لندن نیز مواجهه قابل توجهی هنگام استفاده از بخار پراکسید هیدروژن (VHP) نشان داد؛ میانگین مواجهه 0.4 ± 1.3 ppm و حداکثر ۴.۵ ppm ثبت شد (۱۶). علاوه بر این، شواهد بالینی نشان

ppm 0.54 ± 0.91 بود و مقادیر اندازه گیری شده در بازه ۲.۱۲ تا ۰.۱۰ قرار داشت. با تعدیل حد مجاز مواجهه شغلی برای هفته کاری ۴۸ ساعته، مقدار TLV-TWA معادل ppm ۰.۷۸ به دست آمد. نتایج نشان داد که ۴۵ درصد از اندازه گیری های فردی از این حد تعدیل شده بالاتر بودند و در هر سه کارخانه، میانگین مواجهه کارکنان از مقدار TLV-TWA تجاوز کرد.



سابقه کمتر داشتند؛ با این حال، این اختلاف از نظر اماری معنی دار نبود.

بر مبنای طبقه بندی ACGIH و IARC، ضریب خطر ($HR=3$) برای H_2O_2 در نظر گرفته شد. همچنین نرخ مواجهه (ER) برای شیفت کاری ۸ ساعته و هفته کاری شش روزه محاسبه گردید. نتایج ارزیابی نیمه کمی ریسک نشان داد که اغلب کارکنان واحدهای استریلیزاسیون در طبقات ریسک متوسط تا بالا قرار می گیرند.



چشم مرتبط باشد(۶). این یافته‌ها بر اهمیت توجه به اثرات هم‌افزایی مواد شیمیایی در محیط کار تأکید می‌کنند.

در ادامه، ملاحظات اجرایی و موانع بالقوه برای اجرای گزینه‌های مطرح‌شده در سطوح مختلف برنامه‌ریزی و اجرای خدمات سلامت، شامل افراد دریافت‌کننده خدمت، افراد ارائه‌دهنده خدمت، واحدا سازمان ارائه‌دهنده خدمت، و نظام سلامت در سطح کلان، بررسی می‌شود. کارگران به‌عنوان نخستین گروه دریافت‌کننده خدمات نیازمند ارتقای آگاهی درباره خطرات ناشی از H_2O_2 و روش‌های کاهش مواجهه با آن هستند. اجرای برنامه‌های آموزشی هدفمند می‌تواند نقش مهمی در کاهش علائم تنفسی و ارتقای سلامت شغلی ایفا کند، هرچند مقاومت اولیه نسبت به تغییر یا محدودیت زمانی برای مشارکت در برنامه‌های آموزشی از موانع احتمالی محسوب می‌شود.

ارائه‌دهندگان خدمات سلامت شغلی، از جمله مسئولان بهداشت حرفه‌ای، باید آموزش‌های تخصصی در حوزه نمونه‌برداری، پایش محیطی و راهکارهای کنترل مواجهه با H_2O_2 را به‌صورت مستمر دریافت کنند. همچنین، تأمین تجهیزات مناسب پایش و تهویه، و ایجاد هماهنگی لازم بین کارکنان و مدیران از پیش‌نیازهای اجرای مؤثر برنامه‌های کنترل مواجهه به‌شمار می‌رود. در سطح سازمانی نیز، ایجاد

می‌دهند که مواجهه با H_2O_2 می‌تواند اختلالات تنفسی ایجاد می‌کند. رحیمی و طاهری‌نیا ارتباط معنی‌داری میان مواجهه و بروز مشکلات تنفسی در کارکنان صنعت لبنیات یافتند و همچنین عدم استفاده کارگران از PPE این خطر را افزایش می‌داد(۲).

تحقیقات دیگر نیز اثرات محرک و وابسته به غلظت H_2O_2 را تأیید می‌کنند Yang و Liu گزارش کردند که مواجهه کوتاه‌مدت با غلظت‌های بالا موجب درد قفسه سینه، سرفه و التهاب گلو می‌شود(۱۷)، و Watt و همکاران واکنش‌های شدید مخاط و دشواری تنفس را در مواجهه با محلول‌های با غلظت بالا H_2O_2 توصیف کرده‌اند(۱۱). دستورالعمل ACGIH نیز H_2O_2 را محرک دستگاه تنفسی فوقانی معرفی می‌کند(۹).

در مطالعه کوهورت، Dumas و همکاران نشان دادند که مواجهه شغلی با ضدعفونی‌کننده‌ها از جمله H_2O_2 ، حتی پس از کنترل سیگار و آسم، خطر ابتلا به COPD را بین ۲۵ تا ۳۸ درصد افزایش می‌دهد(۱۸). در بسیاری از محیط‌های کاری، کارکنان در معرض ترکیبی از مواد محرک قرار دارند که پیچیدگی ارزیابی خطر را افزایش می‌دهد(۷). برای مثال، مطالعه Hawley و همکاران نشان داد که در بیمارستانی که از ترکیب H_2O_2 ، پراستیک اسید و استیک اسید استفاده می‌کرد، حتی غلظت کمتر از TLV می‌تواند با تحریک حاد بینی و



زیرساخت‌هایی نظیر سیستم‌های تهویه کارآمد، تدوین دستورالعمل‌های مربوط به دوره‌های انتظار پس از مه‌پاشی، و اجرای برنامه‌های پایش مستمر محیطی ضروری است؛ هرچند محدودیت‌های مالی، کمبود نیروی متخصص و چالش‌های هماهنگی بین بخش‌های مختلف سازمان می‌تواند مانع تسهیل اجرای این اقدامات گردد.

در سطح کلان، نهادهای سیاست‌گذار از جمله وزارت بهداشت باید سیاست‌های جامع و مبتنی بر شواهد را برای کاهش مواجهه با H_2O_2 تدوین کرده و پیش‌ران اجرای برنامه‌های نظارتی و پیشگیرانه باشند. همچنین، اجرای منظم طرح‌های پایش و ارزشیابی با هدف بررسی اثربخشی اقدامات، اندازه‌گیری مداوم سطح مواجهه و رصد پیامدهای سلامت کارکنان ضروری است. بهره‌گیری از داده‌های عینی و ذهنی برای ارزیابی نتایج توصیه می‌شود.

با توجه به یافته‌های این مطالعه و شرایط موجود در نظام سلامت ایران، گزینه‌های سیاستی زیر به‌عنوان اولویت‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت پیشنهاد می‌شوند. در کوتاه‌مدت، آموزش و ارتقای آگاهی کارگران و مسئولان، بهبود تهویه محیط کار و تقویت نظارت بر سطح مواجهه با H_2O_2 از اولویت‌های ضروری محسوب می‌شود. در میان‌مدت، حمایت از اجرای پژوهش‌های بیشتر در این حوزه، توسعه اقدامات

پیشگیرانه و تقویت برنامه‌های مشاوره و خودمراقبتی توصیه می‌شود.

در بلندمدت، همکاری بین‌بخشی جهت تدوین دستورالعمل‌های ایمنی، تقویت زیرساخت‌های سلامت شغلی و ارتقای شرایط کاری به‌منظور کاهش مواجهه با H_2O_2 اهمیت دارد. با توجه به نقش قابل توجه و در عین حال کمتر مورد توجه قرارگرفته مواجهه با H_2O_2 در ایجاد پیامدهای نامطلوب تنفسی در کارکنان، ضروری است که سیاست‌گذاران و مدیران حوزه سلامت شغلی به مدیریت و کنترل مواجهه با H_2O_2 در محیط‌های کاری، از جمله بیمارستان‌ها، کلینیک‌ها و سایر صنایع، توجه ویژه داشته باشند. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که حتی سطوح کمتر از حد مجاز تماس نیز می‌تواند پیامدهای نامطلوبی برای سلامت کارکنان به همراه داشته باشد. از این‌رو، اجرای ملاحظات اجرایی و گزینه‌های سیاستی پیشنهادی می‌تواند به کاهش خطرات سلامت، افزایش بهره‌وری و ارتقای ایمنی محیط‌های کاری منجر شود.

جدول ۱- بررسی گزینه‌های سیاستی برای مدیریت ایمنی و کاهش مواجهه شغلی با H_2O_2 در محیط‌های کاری

نام گزینه	جنبه‌های ارزیابی یافته به‌دست آمده از مطالعات مرور نظام‌مند و یا سایر شواهد پژوهشی موجود	مزایا	معایب	هزینه‌ها و هزینه‌های اثربخشی	در خصوص مزایا و معایب بالقوه (عدم اطمینان)	عناصر کلیدی گزینه (چرا و چگونه کار می‌کند)	دیدگاه تجارب و ذینفعان
ارتقاء آگاهی و آموزش برای کارگران و مسئولان	ارتقای دانش کارکنان درباره مواجهه با H_2O_2 و مهارت‌های ایمنی و بهداشت شغلی	کاهش مواجهه با میدان‌های مغناطیسی، بهبود کیفیت خواب و سلامت کارگران	نیاز به زمان و منابع برای اجرای برنامه‌های آموزشی	هزینه‌های اولیه برای طراحی و اجرای آموزش‌ها	اثربخشی بلندمدت آموزش‌ها ممکن است نیاز به ارزیابی و بازخورد مستمر داشته باشد.	آموزش‌ها باعث افزایش دانش و تغییر رفتار کارکنان در مواجهه با H_2O_2 می‌شوند	کارکنان و مدیران از افزایش آگاهی استقبال می‌کنند، اما ممکن است در ابتدا مقاومت یا بی‌توجهی وجود داشته باشد.
اجرای نظارت دقیق بر مواجهه با H_2O_2	پایش مداوم غلظت H_2O_2 در محیط‌های کاری	کاهش مواجهه کارکنان و پیشگیری از مشکلات تنفسی و مخاطی	نیاز به تجهیزات و نیروی انسانی متخصص برای نظارت	هزینه‌های تجهیزات و نیروی انسانی	ممکن است نیاز به ارزیابی مداوم و به‌روزرسانی تجهیزات باشد.	شناسایی مناطق پرخطر و امکان اعمال اقدامات کنترلی هدفمند	کارکنان از اقدامات پیشگیرانه استقبال می‌کنند، اما نگرانی‌های مربوط به حریم خصوصی و فشار کاری ممکن است وجود داشته باشد.
تشویق به انجام تحقیقات و مطالعات بیشتر در این حوزه	انجام تحقیقات جدید برای شناسایی اثرات سلامت ناشی از مواجهه با H_2O_2 و ارزیابی خطرات محیط کاری	افزایش دانش علمی و پایه‌گذاری استراتژی‌های بهداشتی مؤثرتر	نیاز به منابع مالی و زمان قابل توجه برای انجام تحقیقات	هزینه‌های پژوهشی قابل توجه و طولانی بودن زمان اجرای مطالعات	نتایج پژوهش‌ها ممکن است بلندمدت باشند و نیاز به پیگیری داشته باشند.	تولید شواهد علمی جدید به بهبود سیاست‌ها و استانداردهای ایمنی کمک می‌کند.	محققان و سیاست‌گذاران از افزایش دانش استقبال می‌کنند، اما محدودیت‌های بودجه و زمان ممکن است مانع شود.



نام گزینه	جنبه‌های ارزیابی یافته به دست آمده از مطالعات مرور نظام‌مند و یا سایر شواهد پژوهشی موجود	مزایا	معایب	هزینه‌ها و هزینه‌های اثربخشی	در خصوص مزایا و معایب بالقوه (عدم اطمینان)	عناصر کلیدی گزینه (چرا و چگونه کار می‌کند)	دیدگاه تجارب و ذینفعان
حمایت از اقدامات پیشگیرانه در محل‌های کاری	اجرای برنامه‌های پیشگیرانه شامل آموزش، مشاوره شغلی و خودمراقبتی برای کارکنان	ارتقای سلامت و کیفیت زندگی کارکنان؛ کاهش مشکلات تنفسی و اثرات ناشی از مواجهه با H_2O_2	نیازمند مشارکت موثر همه سطوح مدیریت و کارکنان	هزینه‌های پژوهشی قابل توجه و طولانی بودن زمان اجرای مطالعات	اثرات مثبت برنامه‌ها وابسته به میزان مشارکت کارکنان و استمرار آموزش‌ها	افزایش آگاهی، تغییر رفتار و توانمندسازی کارکنان از طریق آموزش و خودمراقبتی	کارگران از برنامه‌های پیشگیرانه استقبال می‌کنند، انگیزه‌دهی و حمایت مدیریتی برای موفقیت اجرای برنامه ضروری است.
همکاری میان سازمان‌های دولتی و غیردولتی	تعامل بین وزارت بهداشت و سایر سازمان‌ها برای اجرای سیاست‌ها	ایجاد سیستم نظارت و پشتیبانی جامع	نیاز به هماهنگی و تقسیم وظایف بین سازمان‌ها	هزینه‌های هماهنگی و اجرای مشترک	احتمال اختلاف نظر یا تضاد اولویت‌ها بین سازمان‌ها	همکاری باعث ایجاد رویکردی جامع و یکپارچه می‌شود.	سازمان‌ها از همکاری استقبال می‌کنند، اما ممکن است چالش‌های هماهنگی وجود داشته باشد.
حمایت از بهبود شرایط کاری و ایمنی در محیط‌های کاری	اعمال تغییرات در طراحی، چیدمان و فرآیندهای محیط‌های کاری با هدف کاهش مواجهه شغلی با H_2O_2	کاهش مستقیم مواجهه کارکنان با H_2O_2 ، ارتقای ایمنی و بهبود شرایط محیط کاری	نیاز به سرمایه‌گذاری در تغییرات فیزیکی و بازطراحی فرآیندها	هزینه‌های اولیه قابل توجه برای تغییرات فیزیکی و فرآیندی	اثربخشی تغییرات ممکن است نیازمند پایش مستمر و به‌روزرسانی فرآیندها باشد.	تغییرات محیط و فرآیندها با کاهش مواجهه و بهبود شرایط کاری، ایمنی را ارتقا می‌دهد.	کارگران از بهبود شرایط کاری استقبال می‌کنند، اما ممکن است مقاومت اولیه وجود داشته باشد.



نتیجه گیری

نتایج مطالعه نشان داد میانگین مواجهه شغلی با H_2O_2 در بین تمامی ۲۹ کارگر، 0.91 ± 0.54 ppm است. با توجه به اینکه ساعات کاری هفتگی بیش از ۴۰ ساعت بود (جمعاً ۴۸ ساعت)، مقدار TLV تعدیل شده برای این گروه برابر با ۰.۷۸ ppm محاسبه گردید. از میان ۲۹ اندازه گیری فردی، ۱۳ مورد ۴۵ درصد از این مقدار تعدیل شده فراتر رفتند. بر اساس ارزیابی ریسک نیمه کمی، ریسک کلی مواجهه در سه کارخانه در سطح متوسط قرار گرفت. حتی در این سطح، کارکنان ممکن است اثرات نامطلوب سلامت تجربه کنند، به ویژه در شرایط مواجهه طولانی مدت، تهویه ناکافی یا عدم استفاده از تجهیزات حفاظت فردی که می تواند ریسک آسیب های تنفسی و سایر پیامدهای بهداشتی را افزایش دهد. برای کاهش این ریسک ها، توصیه می شود که اقدامات کنترلی شامل نصب سیستم های تهویه موضعی یا عمومی، کاهش ساعات کاری، ارتقای آموزش و آگاهی کارکنان، ترویج شیوه های کاری ایمن و تأمین تجهیزات حفاظت فردی مناسب، به طور نظام مند اعمال شود.

References

1. Mangelsdorf I, Schröder K, Escher SE, Kolossa-Gehring M, Debiak M. Risk assessment for irritating chemicals—Derivation of extrapolation factors. *International journal of hygiene and environmental health*. 2021;232:113668.
2. Rahimi J, Taherynia A. Effect of hydrogen peroxide on the respiratory system of dairy industry workers. 2021.
3. Wang J, Lin Y, Chen L. Organic-phase biosensors for monitoring phenol and hydrogen peroxide in pharmaceutical antibacterial products. *Analyst*. 1993;118(3):277-80.
4. and NifOS. Evaluation of exposure to a hydrogen peroxide. 2019. Report No.: 2017-0114-3357.
5. Ernstgård L, Sjögren B, Johanson G. Acute effects of exposure to vapors of hydrogen peroxide in humans. *Toxicology letters*. 2012;212(2):222-7.
6. Hawley B, Casey M, Virji MA, Cummings KJ, Johnson A, Cox-Ganser J. Respiratory symptoms in hospital cleaning staff exposed to a product containing hydrogen peroxide, peracetic acid, and acetic acid. *Annals of work exposures and health*. 2018;62(1):28-40.
7. Hopf NB, Sauvain J-J, Connell SL, Charriere N, Saverio Romolo F, Suarez G. Measuring short-term exposures to H_2O_2 among exposed workers; a feasibility study. *Annals of work exposures and health*. 2022;66(9):1173-86.
8. Health) NNifOSa. Hydrogen peroxide - IDLH n.d. [Available from: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/772841.html>.
9. ACGIH. Threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. United States: ACGIH Worldwide, Signature Publications; 2024.
10. Pechacek N, Osorio M, Caudill J, Peterson B. Evaluation of the toxicity data for peracetic acid in deriving occupational exposure limits: a minireview. *Toxicology Letters*. 2015;233(1):45-57.
11. Watt BE, Proudfoot AT, Vale JA. Hydrogen peroxide poisoning. *Toxicological reviews*. 2004;23(1):51-7.
12. F L. IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer (IARC); 2013.



13. Moshiran VA, Karimi A, Golbabaei F, Yarandi MS, Sajedian AA, Koozekonan AG. Quantitative and semiquantitative health risk assessment of occupational exposure to styrene in a petrochemical industry. *Safety and health at work*. 2021;12(3):396-402.
14. Sadeghi-Yarandi M, Karimi A, Ahmadi V, Sajedian AA, Soltanzadeh A, Golbabaei F. Cancer and non-cancer health risk assessment of occupational exposure to 1, 3-butadiene in a petrochemical plant in Iran. *Toxicology and industrial health*. 2020;36(12):960-70.
15. Hesam G, Vahabi Shekarloo M, Atamaleki A, Jalali M, Hajipour-Verdom B, Moradpour Z. Health risk assessment of inhalation exposure to dry fogging of hydrogen peroxide in a dental clinic during the COVID-19 pandemic. *Environmental Science and Pollution Research*. 2022;29(50):75338-43.
16. Fu T, Gent P, Kumar V. Efficacy, efficiency and safety aspects of hydrogen peroxide vapour and aerosolized hydrogen peroxide room disinfection systems. *Journal of Hospital Infection*. 2012;80(3):199-205.
17. Yang X-Y, Liu H-Y. Hydrogen peroxide is a risk factor for occupational chemical poisoning. *Chinese Medical Journal*. 2021;134(7):881-2.
18. Dumas O, Varraso R, Boggs KM, Quinot C, Zock J-P, Henneberger PK, et al. Association of occupational exposure to disinfectants with incidence of chronic obstructive pulmonary disease among US female nurses. *JAMA network open*. 2019;2(10):e1913563.



Occupational Health Risk Assessment of Hydrogen Peroxide (H₂O₂) Exposure among Dairy Processing Workers: Policy Brief

Fatemeh Mehrafshan*¹, Somayeh Rahimimoghadam¹

1. Workplace Health Research Center, Neyshabur University of Medical Sciences, Neyshabur, Iran

Type of Article: policy brief

Received: 2026/04/8

Accepted: 2026/06/2

*Corresponding Author:

Fatemeh Mehrafshan

Workplace Health

Research

Center, Neyshabur

University of

Medical Sciences,

Neyshabur, Iran

TEL: 09154198910

Email:

mehrafshanf1@nums.ac.ir

ABSTRACT

Introduction: The increasing use of oxidizing chemicals such as hydrogen peroxide (H₂O₂) in the food industry, particularly in sterilization units, has posed significant challenges for occupational safety and health. Inhalation exposure to this compound, even at low levels, can irritate the eyes, skin, and respiratory system, while chronic exposure may lead to diseases such as bronchitis, pulmonary fibrosis, and an increased risk of lung cancer. Despite the widespread application of H₂O₂, the absence of comprehensive policy frameworks, adequate control standards, and continuous monitoring systems has hindered effective managerial and regulatory decision-making. This policy brief aims to provide scientific evidence for the development of safety guidelines by assessing occupational exposure to H₂O₂ in sterilization units of three dairy processing plants in Nishapur. The average exposure of 29 workers was reported as 0.91 ppm, exceeding the adjusted permissible exposure limit (0.78 ppm). Health risk assessment using the Singapore Ministry of Manpower methodology indicated that all workers were at moderate risk, highlighting the need for targeted managerial and control interventions. Based on the findings and analysis of practical implications, this report presents options for managing occupational exposure to H₂O₂ and its health outcomes across three timeframes. In the short term, training of employees and managers and continuous workplace monitoring are emphasized. In the medium term, expanded research and reinforcement of preventive measures, such as counseling and self-care programs, are recommended. In the long term, collaboration between governmental and non-governmental bodies to develop safety guidelines and improve working conditions is highlighted to ensure sustainable exposure management and protection of workers' health.

Keywords: Occupational exposure, Hydrogen peroxide, Risk assessment

► Please cite this article as: Mehrafshan F, Rahimimoghadam S, Mehrafshan F Occupational Health Risk Assessment of Hydrogen Peroxide (H₂O₂) Exposure among Dairy Processing Workers: Policy Brief. J Neyshabur Univ Med Sci 2025;12(4)