

A Review of the Use of Tear Gas on the Health of Exposed People

Saeed Zandiyeh^{1*}

¹ *Applied Research Office of Greater Tehran Police Command, Tehran, Iran*

Received: 15 November 2022 **Accepted:** 26 September 2023

Abstract

2-chlorobenzylidene malononitrile (tear gas) is one of the most widely used equipment for crowd control. The aim of the current study was to conduct a systematic review of the potential health effects of tear gas exposure. Thirty-five studies (25 case reports, seven descriptive studies, and three analytical studies) were presented in this review article. In twenty-five reported cases, 90 cases of exposure to tear gas and their clinical effects are presented. Their average age was 25.7 years and 62% were male. Among the clinical effects, 61% of skin issues, 40% of respiratory issues, and 57% of eye issues can be mentioned. Also, the long-term health effects of these people were related to indoor exposure. Descriptive and analytical studies have shown injury rates between 30 and 60 percent. Apart from transient clinical effects, tear gas can permanently and seriously affect human health. Predisposing factors for more severe injury included environmental conditions, prolonged exposure time, and higher amounts of the chemical agent in confined spaces. According to the results, there are dangerous symptoms and consequences for the health of people such as police officers due to the long-term use of tear gas, which can lead to many incurable and fatal diseases in the future.

Keywords: Healthcare, Lethal Weapons, Crowd Control, Tear Gas.

مروری بر استفاده از گاز اشک‌آور بر سلامتی افراد در معرض

سعید زندیه^{*۱}

^۱ دفتر تحقیقات کاربردی فرماندهی انتظامی تهران بزرگ، تهران، ایران

چکیده

گاز اشک‌آور یا ۲-کلروبنزیلیدین مالونونیتریل (2-Chlorobenzylidene malononitrile) یکی از پرکاربردترین تجهیزات برای کنترل اجتماعات است. هدف مطالعه حاضر بررسی سیستماتیک اثرات بالقوه گاز اشک‌آور بر سلامتی انسان است. سی و پنج مطالعه (۲۵) گزارش موردی، ۷ مطالعه توصیفی و ۳ مطالعه تحلیلی) در این مقاله مروری بررسی شدند. در ۲۵ مورد گزارش، ۹۰ مورد مواجهه با گاز اشک‌آور و اثرات بالینی آن‌ها ارائه شده است. میانگین سنی آن‌ها ۲۵/۷ سال و ۶۲ درصد جنسیت مرد بودند. از اثرات بالینی می‌توان به ۶۱ درصد موارد پوستی، ۴۰ درصد تنفسی، ۵۷ درصد چشمی اشاره کرد. همچنین بیشترین آسیب مربوط به اثرات طولانی‌مدت بر سلامتی افراد قرار گرفته در معرض فضای بسته می‌باشد. نتایج توصیفی و تحلیلی نرخ آسیب را بین ۳۰ تا ۶۰ درصد نشان داده است. جدا از اثرات بالینی گذرا، گاز اشک‌آور می‌تواند اثرات پایدار و جدی بر سلامت انسان داشته باشد. عوامل تقویت‌کننده برای آسیب شدیدتر شامل شرایط محیطی، زمان قرارگرفتن در معرض گاز اشک‌آور و غلظت‌های بیشتر عامل شیمیایی در فضاهای بسته می‌باشد. با توجه به نتایج، علائم و عواقب خطرناکی برای سلامتی افرادی مثل کارکنان پلیس به جهت استفاده طولانی‌مدت از گاز اشک‌آور وجود خواهد داشت که در آینده زمینه‌ساز بیماری‌های لاعلاج و کشنده متعددی می‌تواند باشد.

کلیدواژه‌ها: مراقبت‌های بهداشتی، سلاح‌های کشنده، کنترل اجتماعات، گاز اشک‌آور.

*نویسنده مسئول: سعید زندیه. پست الکترونیک: saeedzandieh28@gmail.com

دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۰۸/۲۴ پذیرش مقاله: ۱۴۰۲/۰۷/۰۴

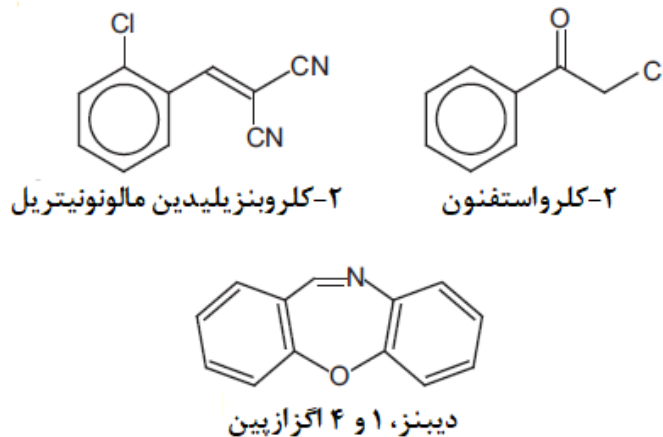
مقدمه

(2-chloroacetophenone) می‌باشد. مواد مورد استفاده در کنترل اجتماعات شامل انواع مختلفی از مواد شیمیایی است. با این حال، ۲-کلروبنزیلیدین مالونونیتریل به عنوان رایج‌ترین ماده مورد استفاده در مهار اجتماعات در دسترس است. با این حال، داده‌های مهمی وجود دارد که به اثرات بلندمدت و حتی پیامدهای خطرناکی برای سلامتی افراد قرار گرفته در معرض گاز اشک‌آور در بلند مدت اشاره می‌کند. از این رو سلامت عمومی کارکنان فرماندهی انتظامی تهران بزرگ می‌تواند در مواجهه استفاده از این مواد در خطر باشد. نتایج نشان داده است که گاز اشک‌آور یک عامل آلکیله کننده است که با گلوکوتایون، آنزیم‌های حاوی SH، پروتئین‌ها و اسیدهای نوکلئیک واکنش می‌دهد. داده‌های مربوطه، خاصیت جهش‌زایی گاز اشک‌آور را تایید می‌کند (۲).

داده‌های به دست آمده از قرار گرفتن افراد در معرض گاز اشک‌آور نشان می‌دهد که می‌تواند آسیب‌های مختلفی از جمله (۱) صدمات شدید پوستی، قلبی-ریوی، چشمی و عصبی، (۲) ناتوانی‌های دائمی (مانند نابینایی) شدند، و حتی (۳) مرگ به دلیل ایست تنفسی را ایجاد می‌کند. گزارش‌های دقیق در مورد مراقبت‌های ایمنی و بهداشتی پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور از بخش‌های اورژانس، صدمات مختلفی را نشان می‌دهد که می‌تواند منجر به بستری شدن در بیمارستان شود. علاوه بر این، نگرانی‌هایی در مورد تأثیرات استفاده از گاز اشک‌آور بر نتایج سلامت روان (مانند افسردگی، اختلال استرس پس از سانحه) و استفاده از پروتکل‌های بهداشتی مرتبط وجود دارد.

اگرچه محرک‌های شیمیایی برای کنترل جمعیت به طور فزاینده‌ای در سراسر جهان استفاده می‌شود، اما در هیچ مطالعه‌ای آنالیزی از آسیب‌های احتمالی آن‌ها وجود ندارد. در چند دهه گذشته، گاز اشک‌آور به عنوان یک عامل رایج کنترل اجتماعات توسط مجریان قانون برای سرکوب اعتراضات، شورش‌ها و ناآرامی‌های مدنی استفاده شده است. استفاده از گاز اشک‌آور در سال‌های اخیر به طور چشمگیری افزایش یافته است، به طوری که مقادیر بسیار زیادی در مراکز جمعیتی در ترکیه، ایالات متحده، هنگ کنگ، یونان، برزیل، مصر و بحرین منتشر شده است (۱). گاز اشک‌آور به طور کلی به عنوان یک محرک سمی برای پراکنده کردن جمعیت شناخته می‌شود. یک مطالعه در سال ۲۰۰۳ از چندین گاز اشک‌آور، به این نتیجه رسید که بر اساس شواهد سم شناسی موجود، گازهای اشک‌آور دارای اثرات سمی خطرناک قابل برگشت هستند. در بررسی اسناد پزشکی دیگری که در سال ۲۰۱۳ منتشر شد به این نتیجه رسیدند که در اکثر مواجهه‌ها، اثرات بالینی قابل توجهی پیش‌بینی می‌شود. به طور کلی انتظار می‌رود که محرک‌های شیمیایی باعث اشکی گذرا، بلفارواسپاسم، درد سطحی و بی نظمی بدون آسیب دائمی یا مرگ شوند.

محرک‌های شیمیایی که برای مهار جمعیت استفاده می‌شوند عبارتند از ۲-کلروبنزیلیدین مالونونیتریل (گاز اشک‌آور)، آلوتورسین کاپاسوم (capsicum oleoresin) (اسپری فلفل)، دینینز، ۱ و ۴ اگزازپین (Dibenz [b,f]-1,4-oxazepine)، ۲-کلرواستفنون



شکل-۱. ساختار محرک‌های شیمیایی مختلف

اشک‌آور)، فاصله قرار گرفتن در معرض (اسپری اشک‌آور)، قسمتی از بدن در معرض (اسپری اشک‌آور) یا آسیب دیده (علائم پوستی)، دوره نهفتگی و نوع علائم، مدت زمان علائم، بستری در بیمارستان، روش درمان و پیامدهای طولانی مدت.

نتایج

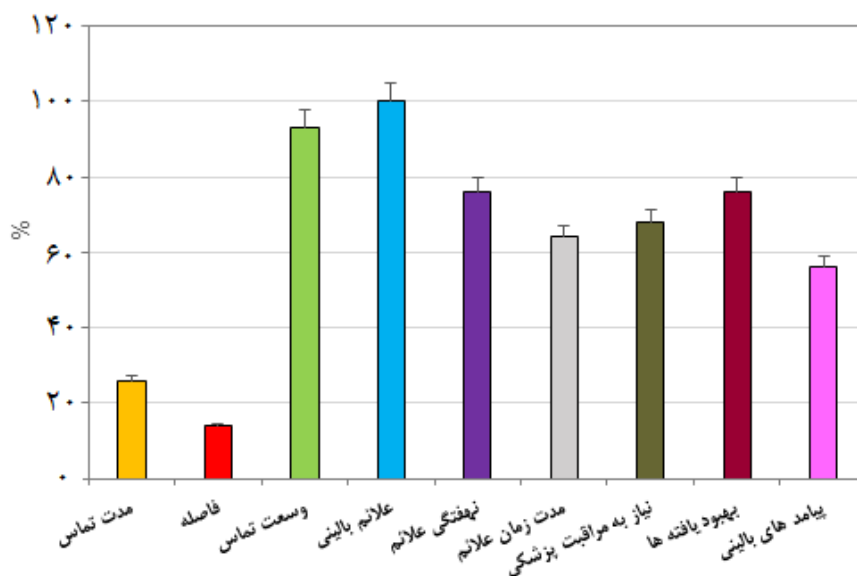
۳۵ مطالعه از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۷ میلادی مورد بررسی قرار

روش‌ها

علائم بالینی ناشی از گاز اشک‌آور در چهار دسته پوستی، تنفسی، چشمی و غیره طبقه بندی شده‌اند. دوره نهفتگی هر دسته از علائم ثبت شده است. همچنین گزارش‌های موردی باتوجه به سنجه‌های زیر ارائه می‌شود: نوع مواجهه، شرایط مواجهه خاص (عامل در هوا، اسپری گاز اشک‌آور، تماس مستقیم قوطی گاز اشک‌آور، مواجهه ثانویه)، مدت زمان قرار گرفتن در معرض (اسپری

بدن می‌باشند. Parneix-Spake و همکاران در مطالعه ای گزارش کردند که در ۱۱ مورد در معرض قرار گرفتن گاز اشک‌آور، حدود ۱۳-۲ درصد از سطح بدن دچار آسیب شده است (۴). Hardwicke و همکاران در مطالعه‌ای ارائه یک مورد با ۷ درصد آسیب سطح بدن حاصل از سوختگی را گزارش کردند (۵). در حالی که، در مطالعه دیگری که توسط Agrawal و همکاران بررسی شد یک مورد با حدود ۴ درصد سوختگی بدن وجود داشت (۶). از ۱۲ مطالعه موردی، همه استفاده از گاز اشک‌آور را گزارش کرده‌اند. در پنج مورد از آن‌ها ناحیه گردن، در پنج مورد ناحیه دست یا بازو، در سه مورد ناحیه سینه و کمر یا ران دچار آسیب شده است. در نهایت، درصد قابل توجهی از مطالعات موردی شامل اطلاعاتی در مورد پیامدهای بالینی مختلف پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور بود. به طور خاص، ۲۴ درصد از گزارش‌های موردی، علائم و آسیب دیدگی‌های با تأخیر پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور را ارائه می‌کنند. شکل ۲ شرایط مختلفی از آمار مربوط به قرار گرفتن افراد در معرض گاز اشک‌آور را نشان می‌دهد.

گرفت. در این مطالعات بیشترین آمار مربوط به کشورهای انگلیس، ایالات متحده آمریکا، ترکیه، ایتالیا، و فرانسه است. تماس غیرمستقیم با گاز اشک‌آور ۵۲ درصد از کل مواجهه‌ها را تشکیل می‌دهد (۳۵ درصد عامل از طریق هوا پس از استفاده، و ۱۷ درصد تماس ثانویه در معرض قرارگیری). تماس مستقیم با گاز اشک‌آور، ۴۱ درصد از تمام مواجهه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (۳۰ درصد اسپری گاز اشک‌آور، ۸ درصد بلع، ۳ درصد تماس مستقیم با ماده) علاوه بر این، ۷ درصد از تمام مواجهه‌ها به افرادی اختصاص داشت که با ضربه‌های مستقیم قوطی گاز اشک‌آور در تماس قرار داشته‌اند. تنها ۲۶ درصد از گزارش‌های موردی اطلاعاتی در مورد مدت قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور را ارائه می‌کردند که بین ۱۰ تا ۳۰ ثانیه و یا ۱۰ تا ۱۵ دقیقه متغیر بود. میزان فاصله‌ای که افراد نسبت به منبع پخش گاز اشک‌آور قرار گرفته‌اند و منجر به شرایط حاد شده است، در حدود ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متر است. از طرفی دیگر، ۹۷ درصد از گزارش‌های موردی شامل اطلاعاتی در مورد آسیب قسمتی از بدن، و سه گزارش موردی، در مورد آسیب کل سطح



شکل-۲. شرایط افراد در معرض گاز اشک‌آور

است چند روز تا یک هفته طول بکشد در حالی که شدت تاول، بثورات تاول دار یا تورم حاصل معمولاً در عرض چند روز تا یک ماه کاهش می‌یابد (۷).

اثرات استفاده از گاز اشک‌آور بر اندام‌های بدن بیماری‌های پوست

پیامد نهمتگی‌های بالینی پوستی از چند دقیقه تا ۲-۱ هفته بسیار متفاوت است. یافته‌های پوستی رایج عبارتند از آریتمی، تاول، احساس سوزش پوست، تحریک پوستی یا بدون درد، و سوختگی می‌باشد. جدول ۱ مدت زمان نهمتگی علائم مختلف را نشان می‌دهد. Watson و همکاران (۸) هفت مورد را گزارش کردند که

طول مدت علائم در بیماری‌های مختلف متفاوت است. در اکثر بیماران با علائم چشمی مانند ریزش اشک یا احساس سوزش چشم، کاهش علائم در عرض چند دقیقه یا چند ساعت مشاهده می‌شود. در مطالعاتی توسط Bhattacharya و همکاران، یک مورد از ورم ملتحمه که به مدت ۲ روز طول کشید، ارائه شد (۷). در گزارش‌ها قبلی مدت کوتاهی از علائم در مورد تحریک تنفسی وجود دارد، این در حالی است که سفتی قفسه سینه ممکن است حدود یک روز به طول بیانجامد. با این حال، عوارض ممکن است برای ماه‌ها تا دو سال در مورد سندرم اختلال عملکرد راه‌های هوایی تنفسی ادامه داشته باشد. اریتما (سرخ شدن پوست) ممکن

افراد حین استفاده از گاز اشک‌آور، واکنش‌های پوستی مختلفی را ایجاد می‌کند. علاوه بر این، احتمال افزایش حساسیت به CS در افراد مبتلا به بیماری رزاشیا (Rosacea) (یک بیماری شایع پوستی است که باعث سرخ شدن یا برافروختگی و رگ‌های خونی قابل مشاهده در صورت می‌شود) وجود دارد (۸).

جدول-۱. اثرات بالینی پوست و دوره نهفتگی

یافته‌های پوستی	مدت زمان پیش‌بینی شده نهفتگی
بثورات / تاول	۱۲ ساعت تا ۱ هفته
آریتما / قرمزی	چند دقیقه تا ۴ ساعت
ادم / تورم	۱ تا ۳ روز
احساس سوزش	فوری
سوختگی	بیشتر از ۲ روز
خارش	چند روز
اگزما، درماتیت	۴ ساعت تا چند روز

بیماری‌های تنفسی

دوره نهفتگی تا بروز مشکلات تنفسی از چند دقیقه تا ۳ هفته متغیر است (جدول ۲). یافته‌های بالینی اطلاعاتی را در مورد مشکلات سیستم تنفسی از جمله سرفه و تنگی نفس یا سفتی قفسه سینه ارائه کرده است. سایر یافته‌ها عبارتند از: تحریک تنفسی، سندرم اختلال عملکرد راه‌های هوایی، واکنش حساسیت مفرط همراه با پنومونیت و انقباض، اسپاسم حنجره و انسداد حنجره می‌باشد. علائمی با فراوانی کمتر و شدت پایین مانند آبریزش بینی و گلو درد یا احساس سوزش گلو گزارش شده است. در مطالعه نشان داده شده است که هشت نفر از ۲۳ فرد با سن حدود ۲۳ سال که به طور غیرمستقیم در معرض گاز اشک‌آور قرار داشتن به اکسیژن درمانی نیاز داشتند. علاوه بر این، در مقاله‌ای دیگر، یکی از افراد پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور در مواجهه با لوله تراشه با اسپاسم حنجره مواجه شد. در نهایت، در مقاله‌ای دیگر بررسی شد که دو بیمار با سندرم اختلال عملکرد راه‌های هوایی ایجاد شده به‌واسطه تماس با گاز اشک‌آور، دو سال پس از مواجهه، بیماری با علائم اولیه ادامه یافت و به داروی روزانه نیاز داشتند (۹-۱۳).

جدول-۲. اثرات بالینی تنفسی و دوره نهفتگی

یافته‌های تنفسی	مدت زمان پیش‌بینی شده نهفتگی
سرفه	بلافاصله تا ۲ روز
تنگی نفس، سفتی قفسه سینه	در عرض چند دقیقه
تحریک تنفسی	در عرض چند دقیقه
انسداد حنجره	حدود ۳ هفته
واکنش حساسیت پنومونی	۲-۱ هفته
اسپاسم حنجره	۱۲ ساعت پس
گلو درد/ سوزش گلو	در عرض چند دقیقه

بیماری‌های چشمی

دوره نهفتگی برای ایجاد پیامدهای بالینی چشمی از ۱ ثانیه تا

کمتر از ۲۴ ساعت متغیر است (جدول ۳). گزارش‌های زیادی از مشکلات چشمی مختلف از جمله اشک (یا آبریزش چشم)، تحریک چشم و سوزش چشم وجود دارد. گزارش‌های متعددی برای بلفارواسپاسم همراه با پلک زدن بیش از حد چشم‌ها، کراتیت (Keratitis)، التهاب قرنیه و کاهش بینایی وجود دارد. یک مورد دیگر از کاهش بینایی گزارش شده است اما به دلیل ادم اطراف چشم ایجاد شده است. بینایی در هر دو مورد طی دو روز به حالت عادی بازگشت (۱۷-۱۴).

جدول-۳. اثرات بالینی چشمی و دوره نهفتگی

یافته‌های چشمی	مدت زمان پیش‌بینی شده نهفتگی
اشک ریزش	فوری
پلک زدن / بلفارواسپاسم	فوری
سوزش چشم	فوری
کاهش دید	بیشتر از یک روز
التهاب چشم	چند دقیقه

بیماری‌های گوارشی

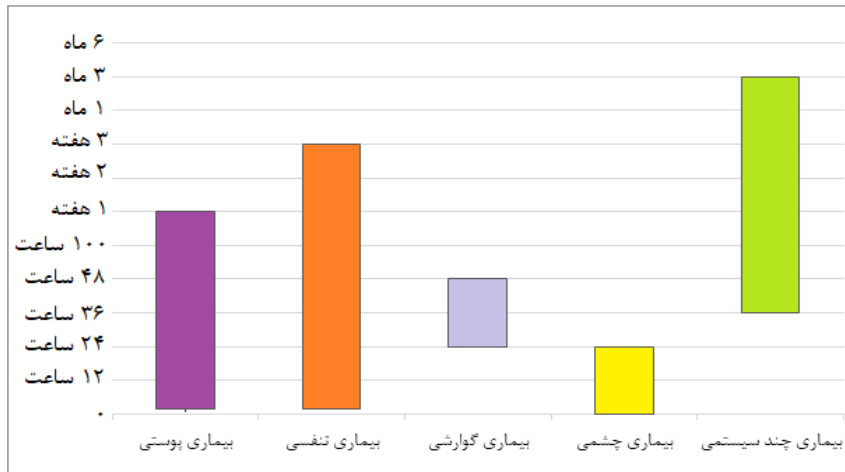
گزارش موردی وجود دارد که در آن علائم گوارشی مانند اسهال، درد شکم، تهوع و استفراغ گزارش شده است. با این حال، این یک مورد از بلع گاز اشک‌آور در شرایط کنترل اجتماعات، با علائمی همچون سردرد، حالت تهوع، درد شکم گزارش شده است. دوره نهفتگی برای ایجاد پیامدهای بالینی گوارشی از ۱ روز تا ۲ روز متغیر است. سایر علائم گوارشی که بعد از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور ایجاد می‌شود عبارتند از: درد شکم، از دست دادن اشتها، حساس شدن لب‌ها و بی حسی در زبان (۱۸).

بیماری‌های دیگر

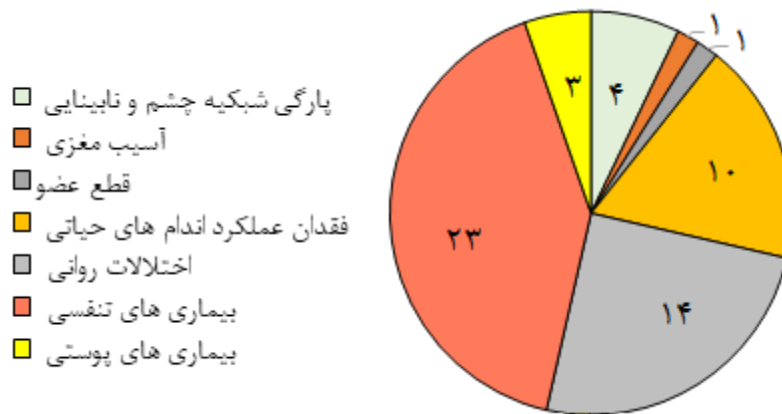
یک گزارش موردی در مورد واکنش چندین اندام نسبت به گاز اشک‌آور وجود دارد. در این مورد به غیر از حساسیت تنفسی همراه با برونکواسپاسم (عارضه خطرناک بیهوشی)، هیپاتیت سمی و درماتیت (التهاب پوستی) (احتمالاً به دلیل حساسیت سیستماتیک با گاز اشک‌آور) همراه با سندرم هیپرائوزینوفیلی (Hyper eosinophilia) (عفونت پارازیتی) نیز گزارش شد. مرحله سیستماتیک بیماری یک هفته پس از مواجهه شروع شد و به مدت ۶ ماه ادامه داشت. در این مدت بیمار در بخش مراقبت‌های ویژه بستری شد. شکل ۳ نشان می‌دهد که مدت زمان بروز علائم در بیماری‌های مختلف متفاوت است و بیماری‌های چشمی از دیگر بیماری‌ها سریع‌تر علائم خود را نشان می‌دهد.

معلولیت‌های دائمی

در مطالعه‌ای در ترکیه (۱۹)، پنجاه و هشت نفر دچار ناتوانی دائمی شدند (شکل ۴). هجده مورد از معلولیت‌ها به دلیل آسیب‌های تروماتیک ناشی از پرتابه ثانویه مهمات گاز اشک‌آور بودند. این موارد شامل پارگی شبکیه چشم و نابینایی (چهار نفر)، آسیب مغزی تروماتیک منجر به حالت کما پایدار (یک نفر)، قطع عضو (سه نفر)،



شکل-۳. مقایسه بروز علائم در بیماری‌های مختلف حاصل از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور



شکل-۴. تعداد افراد دچار صدمات منجر به معلولیت‌های دائمی حاصل از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور در ترکیه

مطالعه‌ای Hill و همکاران، یک واکنش حساسیت مفرط چند سیستمی را ارائه می‌کند که بیش از ۶ ماه طول کشید و حتی سه ماه پس از مواجهه، به بستری شدن در بیمارستان نیاز داشت (۲۰). دو مورد از سندرم اختلال عملکرد راه‌های هوایی تنفسی در مطالعه Roth و همکاران ارائه شده است (۲۱). درمانیت تماسی آلرژیک نیز می‌تواند به عنوان یک اثر طولانی مدت در نظر گرفته شود، بویژه برای نیروهای امنیتی به دلیل ماموریت‌های مختلف اتفاق می‌افتد. Karaman و همکاران یک مورد انسداد جدی حنجره و برونش را تشریح کرد که ۲۱ روز پس از مواجهه ظاهر شد و نیاز به معاینه لارنگوسکوپی و برونکوسکوپی داشت (۲۲). این یک موقعیت خطرناک است که نیازمند به تراکتوتومی (جراحی باز از طریق گردن به داخل نای) می‌باشد. Zekri و همکاران، ۹۶ بیمار با آسیب سوختگی حاد ناشی از استفاده از گاز اشک‌آور در یک مرکز بازداشت پناهندگان هنگ کنگ را ثبت کردند (۲۳). میانگین سنی ۱۹ سال با محدوده سنی ۱ تا ۵۱ سال است. از جمله دو بیمار زیر ۱۰ سال که در بخش سوختگی بستری شده بودند. همچنین ۴۶

و از دست دادن عملکرد اندام‌های حیاتی (۱۰ نفر) بود. علائم اختلالات روانی جدی در ۱۴ نفر و علائم پایدار آسم و سایر بیماری‌های تنفسی در ۲۳ نفر گزارش شد. واکنش‌های پوستی مزمن در سه نفر ثبت شد.

بحث

حائز اهمیت است که تنها ۵۷ درصد از گزارش‌های موردی اطلاعاتی را در مورد پیامدهای بلند مدت پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور ارائه کردند (شکل ۲). علاوه بر این، ۷۰ درصد از گزارش‌های موردی شامل اطلاعات موجود در مورد نیاز به بستری شدن در بیمارستان پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور بود. برخی از موارد بدون بستری شدن در بیمارستان ترخیص می‌شوند. موارد شدیدتر نیاز به نظارت بهتر بر یافته‌های بالینی خود داشتند و به مدت ۵ روز تا ۲ هفته در بیمارستان بستری شدند. در گزارش موردی توسط Parneix-Spake و همکاران، میانگین مدت بستری برای ۱۱ بیمار ۶ روز ثبت شده است (۴). در

بیش از یک ماه گزارش کردند (۲۴). در تمام این موارد، قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور در فضای باز یا بسته اتفاق افتاده است و موقعیت‌های خطرناکی را برای زندگی افراد ایجاد کرده است. این موارد شامل انسداد حنجره و برونش، اسپاسم حنجره، و همچنین پنج بستری در بخش مراقبت‌های ویژه است.

علاوه بر این، شواهدی وجود دارد که نشان می‌دهد افراد اغتشاشگر، در مقایسه با نیروهای امنیتی که در حال استفاده از گاز اشک‌آور بودن، شانس بیشتری برای درمان ثبت کرده‌اند. مطالعات آماری محدودی در زمینه اثرات مضر گاز اشک‌آور ثبت شده است. مطالعه‌ای توسط Karagama و همکاران نشان داد که از نظر آماری، اثرات بالینی طولانی مدت ۱۰ ماه پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور ایجاد شد. اما لازم به ذکر است که تعداد افراد در این مطالعه کم بود. به نظر می‌رسد اثرات گاز اشک‌آور بر سلامت انسان تأثیرگذار باشد و یک عامل تهدید کننده برای زندگی انسان باشد (۳۴-۳۶). قابل ذکر است، نتایج یک پروژه انجام شده توسط انجمن متخصصان قفسه سینه دانشگاه ترکیه نشان داد که افراد در معرض گاز اشک‌آور، نرخ بالاتری از علائم تنفسی و نتایج عملکرد غیر طبیعی ریه را در مقایسه با گروه کنترل گزارش کردند. علاوه بر این، مطالعه‌ای در انگلستان اثرات گاز اشک‌آور را بررسی کرد. محققان به این نتیجه رسیدند که گاز اشک‌آور مورد استفاده در زمینه اجرای قانون اثرات طولانی‌تر داشته است و شرایط خطرناکی را برای سلامتی انسان ایجاد می‌کند. در آخر، یک مطالعه آینده‌نگر اخیر در میان استخدام‌شدگان ارتش از ایالات متحده نشان داد که افراد استخدام شده تقریباً ۲/۵ برابر خطر ابتلا به بیماری‌های حاد تنفسی را پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور در مقایسه با دوره آموزش قبل از قرار گرفتن در معرض آن داشتند (۳۷). طبق اعلام مرکز کنترل بیماری، یک مورد احتمالی، یک مورد سازگار بالینی است که در آن شاخص بالایی از علائم برای قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور در کنترل اجتماعات وجود داشته باشد. بین این مورد و یک مورد تأیید شده آزمایشگاهی یک ارتباط اپیدمیولوژیک وجود داشته باشد. با این حال، به دلیل در دسترس نبودن هر گونه آزمایش معمول و خاص برای گاز اشک‌آور، ارائه یک گزارش کمی و کیفی دشوار است. در یک مطالعه اخیر، بر روی یک روش آزمایشی برای اندازه‌گیری متابولیت‌های ادراری گاز اشک‌آور بررسی‌هایی انجام شده است، اما به نتایج قابل قبولی دست نیافتند (۳۸). اکثریت قریب به اتفاق مطالعات در این مطالعه، گزارش‌های موردی بودند. گزارش‌های موردی نشان‌دهنده سطحی از شواهد اپیدمیولوژیک است. با توجه به اینکه جمعیت در معرض آن مشخص نیست، نمی‌توانیم نرخ حمله را بر اساس گزارش‌های موردی محاسبه کنیم. علاوه بر این، نتایج نشان داد که بخش قابل توجهی از گزارش‌های موردی شامل اطلاعات ضروری (مانند دوره نهفتگی، و مدت علائم) می‌باشد. نظارت بهتر بر افراد در معرض گاز اشک‌آور و انجام مطالعات کمی در میان جمعیت‌های در معرض

درصد از سوختگی‌ها ناشی از شعله‌های آتش ناشی از انفجار قوطی، ۴۰ درصد ناشی از برخورد مستقیم و ۱۴ درصد ناشی از استفاده از اسپری بوده است. Anderson و همکاران، اثرات بالینی را در ۱۸۴ بیمار پس از شورش در یک مرکز بازداشت پناهندگان هنگ کنگ شرح دادند (۲۴). شایع‌ترین علائم توصیف شده سرفه (۳۸٪)، سردرد (۲۹٪)، تنگی نفس (۲۱٪)، درد قفسه سینه (۱۹٪)، گلودرد (۱۵٪)، تب (۱۳٪)، و شایع‌ترین علائم سوختگی (۵۲٪) و التهاب گلو (۲۷٪) بود. بیماران از هشت ساعت تا ۱۹ روز پس از مواجهه با میانگین پنج روز دسته بندی شدند. حداکثر طول مدت علائم برای سرفه ۲۲ روز، برای تنگی نفس ۳۳ روز و برای گلودرد ۲۸ روز بود. شایان ذکر است که در میان بیماران یک نوزاد ۳ ماهه خس خس سینه وجود داشت که Haematemesis (استفراغ خون) را تأیید کرده بود (۲۴). ما تنها یک مطالعه آنالیزی را به عنوان پیشینه ادبیات بررسی کردیم که در مورد اثرات بالینی قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور بود. بویژه، Karagama و همکاران، در یک مطالعه اثرگذار، اثرات بالینی کوتاه‌مدت و بلندمدت را در بین ۳۴ نفر که در معرض گاز اشک‌آور در اتوبوس قرار گرفتند، بررسی کردند (۲۵). افراد بر اساس نوع مواجهه با گاز اشک‌آور به دو دسته تقسیم شدند. افرادی که مستقیماً اسپری به صورتشان می‌خورد، گروه تماس مستقیم (۱۰ نفر) و بقیه گروه تماس غیر مستقیم (۲۴ نفر) بودند. علائم چشمی و تنفسی در افراد در معرض مستقیم و غیرمستقیم در یک ساعت اول پس از مواجهه شایع بود. افراد ۱ ماه و ۱۰ ماه پس از مواجهه تحت پیگیری قرار گرفتند. در یک ماه بعد علائم در هر دو گروه شایع بود، اما علائم دهانی بیشتر توسط افراد متعلق به گروه مواجهه مستقیم گزارش شد. ده ماه پس از قرار گرفتن در معرض، علائم چشمی، تنفسی و سایر علائم توسط ۹ نفر گزارش شد. سه مورد در گروه مواجهه مستقیم و شش نفر در گروه مواجهه غیرمستقیم قرار داشتند (۳۰-۲۶).

بررسی‌ها نشان می‌دهد که گاز اشک‌آور بیشتر بر روی پوست، چشم‌ها و سیستم تنفسی تأثیر می‌گذارد. اثرات پوستی قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور می‌تواند از نوع تحریک کننده یا حساس کننده باشد. قابل ذکر است که اثرات بالینی پوستی پس از قرار گرفتن در معرض گاز اشک‌آور می‌تواند بر آمادگی کاری کارکنان پلیس تأثیر بگذارد (۳۳-۳۱). علاوه بر این شواهدی وجود دارد که قرار گرفتن ثانویه در معرض گاز اشک‌آور می‌تواند یک خطر شغلی قابل توجه برای کارکنان بخش اورژانس و متخصصان بیهوشی باشد. علاوه بر این، مواجهه قبلی با گاز اشک‌آور می‌تواند با عوارض بعد از عمل در میان بیمارانی که مواجهه قبلی با گاز اشک‌آور را تجربه کرده‌اند همراه باشد. اثرات بالینی طولانی مدت در مطالعات قبلی وجود داشته است. به عنوان مثال، درمان مشکلات پوستی مانند اریتم و بثورات پوستی حدود یک ماه به طول انجامید. علاوه بر این، درماتیت یا پنومونیت می‌تواند به مدت شش ماه ادامه یابد. Anderson و همکاران در مطالعه‌ای، یک مورد سرفه را برای

مترمکعب، غلظت خطرناکی محسوب می‌شود. در مطالعه‌ای اثبات شده است استفاده بیش از حد از گاز اشک‌آور موجب معلولیت‌های دائمی افراد می‌شود. به‌ویژه افسران پلیس در مقایسه با اغتشاشگران و تماشاچیان در معرض گاز اشک‌آور می‌توانند دچار آسیب جدی‌تری شوند. انجام بررسی میدانی و تحقیقاتی برای ثبت اثرات بهداشتی و شرایط قرارگرفتن در معرض گاز اشک‌آور در میان افراد و تکمیل مطالعات کمی در مورد جمعیت‌های در معرض خطر (افسران پلیس، و کارکنان نظامی) می‌تواند مانع از ایجاد پیامدهای خطرناک برای افرادی که در معرض قرارگرفتن ارائه کند.

پیشنهادهای

- باتوجه به نتایج، توصیه‌های زیر ارائه می‌شود:
 - اثرات سم‌شناسی عوامل گاز اشک‌آور باید با استفاده از تکنیک‌های سم‌شناسی پیشرفته با استفاده از مدل‌های حیوانی مورد بررسی قرار گیرد.
 - گروه‌های تحقیقاتی اپیدمیولوژیک باید جمع‌آوری داده‌های پزشکی، نمونه‌های بافت و مایع از بیماران در معرض گاز اشک‌آور را انجام دهند. نیروی انتظامی و پلیس قبل، حین و بعد از استقرار در آشوب‌های خیابانی با این گروه باید هماهنگ شود.
 - گروه‌های تحقیقاتی اپیدمیولوژیک باید جمعیت‌های نظامی و انتظامی در معرض گاز اشک‌آور را جهت شناسایی اثرات بالقوه درازمدت، مورد بررسی قرار دهد.
 - برای درمان افرادی که در معرض مقادیر بالای گاز اشک‌آور قرار دارند، باید اقدامات متقابل کارآمدی ایجاد شود. اقدامات متقابل باید شامل استراتژی‌های ضدعفونی‌سازی جدید مبتنی بر خواص شیمیایی عوامل گاز اشک‌آور، حلال‌های آن‌ها، و محصولات پیروتکنیک و مهارکننده‌های دارویی جدید باشد که در حال حاضر در آزمایش‌های بالینی برای نشانه‌های درد در حال استفاده است.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- تدوین گایدلاین‌های بالینی در حوزه مراقب‌های بهداشتی پس از قرارگرفتن در معرض گاز اشک‌آور.
- آموزش‌های تخصصی حوادث حاصل از قرارگرفتن در معرض گاز اشک‌آور جهت توانمندسازی کارکنان بیمارستان‌های نظامی.

تضاد منافع: نویسنده تصریح می‌کند که هیچ‌گونه تضاد منافی در مطالعه حاضر وجود ندارد.

منابع

1. Carron PN, Yersin B, Management of the effects of exposure to tear gas. BMJ. 2009;19:338.

خطر (مانند کارآموزان نظامی / پلیس و افسران پلیس) به منظور ارزیابی صحیح پیامدهای بیولوژیکی حاصل از قرارگرفتن در معرض گاز اشک‌آور مورد نیاز است (۳۹).

چالش‌های استفاده از گاز اشک‌آور

در حال حاضر گاز اشک‌آور به عنوان یک عامل ناتوان‌کننده و متفرق‌کننده برای مهار جمعیت توسط کارکنان نظامی و مجری قانون استفاده می‌شود. گزارش شده است که غلظت گاز مصرفی حدود ۴ میلی‌گرم بر متر مکعب، اکثریت آشوبگران را در عرض ۱ دقیقه پراکنده می‌کند و غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر متر مکعب، غلظت خطرناکی محسوب می‌شود و توانایی ایجاد آسیب‌های خطرناکی حتی برای کارکنان نظامی و پلیس حین استفاده از گاز اشک‌آور می‌شود (۴۰). باتوجه به دو غلظت مذکور، استفاده از گاز اشک‌آور در غلظت‌های بالاتر خطرآفرین خواهد بود. همچنین استفاده بیش از حد از گاز اشک‌آور برای پلیس و مجریان قانون حتی در غلظت‌های پایین می‌تواند منجر به آسیب‌های بدنی شود. در مطالعات اخیر نشان داده شده است که در حال حاضر جایگزین مناسبی برای گاز اشک‌آور با ترکیب ۲-کلروبنزیلیدین مالونونیتریل یافت نشده است (۴۱،۴۲). نکته قابل‌توجه این است که ۲-کلروبنزیلیدین مالونونیتریل به عنوان جایگزینی برای محرک شیمیایی، ۱-کلرو استوفنون (CN) ساخته شد، زیرا ۲-کلروبنزیلیدین مالونونیتریل یک محرک بسیار قوی‌تر از CN است، اما به طور قابل‌توجهی دارای سمیت کمتری است.

نتیجه‌گیری

این اولین مقاله مروری با هدف ارزیابی خطرات گاز اشک‌آور بر سلامتی افراد است. اطلاعات حاصل برای بخش‌های نظامی /انتظامی شامل کنترل اجتماعات و بخش آموزش نظامی/پلیس، می‌تواند مفید واقع شود. در این بررسی، ۳۵ مطالعه گردآوری و مورد بحث قرار گرفت. اکثر آن‌ها گزارش موردی بودند، مطالعات آنالیزی کیفی و تنها یک مطالعه کمی بود. شایان ذکر است که مطالعات قبلی، اثرات بالینی طولانی مدت را با نرخ ابتلا به بیماری‌های مذکور را در محدوده ۳۵ تا ۵۰ درصد نشان دادند. همچنین بخش قابل‌توجهی از گزارش‌های موردی شامل اطلاعات ضروری (مانند دوره نهفتگی، و مدت علائم) می‌باشد. مدت زمان بروز علائم در بیماری‌های مختلف متفاوت است و بیماری‌های چشمی از دیگر بیماری‌ها سریع‌تر علائم خود را نشان می‌دهد. علاوه بر این، اثرات طولانی مدت و خطرناکی برای سلامتی انسان ثبت شده است. غلظت گاز مصرفی حدود ۴ میلی‌گرم بر مترمکعب اکثریت آشوبگران را در عرض ۱ دقیقه پراکنده می‌کند و غلظت ۱۰ میلی‌گرم بر

doi:10.1136/bmj.b2283

2. Schep LJ, Slaughter RJ, McBride DI. Riot control

- agents: the tear gases CN, CS and OC—a medical review. *BMJ Military Health*. 2015;161(2):94-9. doi:10.1136/jramc-2013-000165
3. Salem H, Gutting B, Kluchinsky T, Boardman C, Tuorinsky S, Hout J, Riot control agents. In *Medical Aspects of Chemical Warfare*; US Army Medical Department: Washington, DC, USA; 2008.
4. Parneix-Spake A, Theisen A, Roujeau JC, Revuz J. Severe cutaneous reactions to self-defense sprays. *Archives of Dermatology*. 1993;129(7):913. doi:10.1001/archderm.1993.01680280103029
5. Agrawal Y, Thornton D, Phipps A. CS gas—Completely safe? A burn case report and literature review. *Burns*. 2009;35(6):895-7. doi:10.1016/j.burns.2008.06.007
6. Hardwicke J, Satti U, Facial burns after exposure to CS spray. *Injury Extra*. 2006;37:133-4. doi:10.1016/j.injury.2005.10.020
7. Bhattacharya ST, Hayward AW. CS gas—Implications for the anaesthetist. *Anaesthesia*. 1993;48(10):896-7. doi:10.1111/j.1365-2044.1993.tb07424.x
8. Watson K, Rycroft R. Unintended cutaneous reactions to CS spray. *Contact Dermatitis*. 2005;53(1):9-13. doi:10.1111/j.0105-1873.2005.00585.x
9. Stark MM, Knight M. “Safety” of chemical batons. *Lancet*. 1998;352(9140):1633. doi:10.1016/S0140-6736(05)61088-4
10. Hu H, Fine J, Epstein P, Kelsey K, Reynolds P, Walker B. Tear gas—Harassing agent or toxic chemical weapon?, *JAMA*. 1989;262(5):660-3. doi:10.1001/jama.262.5.660
11. Wheeler H, MacLehose R, Euripidou F, Murray V. Surveillance into crowd-control agents. *Lancet*. 1998;352:991-2. doi:10.1016/S0140-6736(05)61550-4
12. Olajos EJ, Salem H. Riot control agents: pharmacology, toxicology, biochemistry and chemistry. *Journal of Applied Toxicology: An International Journal*. 2001;21(5):355-91. doi:10.1002/jat.767
13. von Däniken A, Friederich U, Lutz WK, Schlatter C. Tests for mutagenicity in Salmonella and covalent binding to DNA and protein in the rat of the riot control agent o-chlorobenzylidene malononitrile (CS). *Archives of Toxicology*. 1981;49:15-27. doi:10.1007/BF00352067
14. McGregor DB, Brown A, Cattanach P, Edwards I, McBride D, Caspary WJ. Responses of the L5178Y tk+/tk- mouse lymphoma cell forward mutation assay II: 18 coded chemicals. *Environmental and molecular mutagenesis*. 1988;11(1):91-118. doi:10.1002/em.2850110110
15. Rietveld EC, Delbressine LP, Waegemaekers TH, Seutter-Berlage F. 2-Chlorobenzylmercapturic acid, a metabolite of the riot control agent 2-chlorobenzylidene malononitrile (CS) in the rat. *Archives of toxicology*. 1983;54:139-44. doi:10.1007/BF01261382
16. Smith J, Greaves I. The use of chemical incapacitant sprays: a review. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*. 2002;52(3):595-600. doi:10.1097/00005373-200203000-00036
17. Southward RD. 1. Cutaneous Burns from CS Incapacitant Spray. *Medicine, Science and the Law*. 2001;41(1):74-7. doi:10.1177/002580240104100114
18. Bhargava K, Banerjee P, White IR. Investigating contact allergy to CS spray. *Contact Dermatitis*. 2012;66(2):109-10. doi:10.1111/j.1600-0536.2011.01989.x
19. Unuvar U, Yilmaz D, Ozyildirim I, Kutlu L, Financi SK. Medical Evaluation of Gezi Cases-HRFT. *Human Rights Foundation of Turkey*; 2013.
20. Hill AR, Silverberg NB, Mayorga D, Baldwin HE. Medical Hazards of the Tear Gas CS A Case of Persistent, Multisystem, Hypersensitivity Reaction and Review of the Literature. *Medicine*. 2000;79(4):234-40. doi:10.1097/00005792-200007000-00004
21. Roth VS, Franzblau A. RADS after exposure to a riot-control agent: a case report. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*. 1996;38(9):863-5. doi:10.1097/00043764-199609000-00003
22. Karaman E, Erturan S, Duman C, Yaman M, Duman GU. Acute laryngeal and bronchial obstruction after CS (o-chlorobenzylidene malononitrile) gas inhalation. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*. 2009;266:301-4. doi:10.1007/s00405-008-0653-5
23. Zekri AM, King WW, Yeung R, Taylor WR. Acute mass burns caused by o-chlorobenzylidene malononitrile (CS) tear gas. *Burns*. 1995;21(8):586-9. doi:10.1016/0305-4179(95)00063-H
24. Anderson PJ, Lau GS, Taylor WR, Critchley JA. Acute effects of the potent lacrimator o-chlorobenzylidene malononitrile (CS) tear gas. *Human & Experimental Toxicology*. 1996;15(6):461-5. doi:10.1177/096032719601500601
25. Karagama YG, Newton JR, Newbegin CJ. Short-term and long-term physical effects of exposure to CS spray. *Journal of the Royal Society of Medicine*. 2003;96(4):172-4. doi:10.1177/014107680309600404
26. Shambhu S, Kurtis R. Allergic contact dermatitis due to CS spray. *Emergency Medicine Journal*. 2011;28(4):345. doi:10.1136/emj.2009.084921
27. Wu K, Husain A, Barry R. Acute generalized exanthematous pustulosis induced by a topical agent: 2-chlorobenzylidene malonitrile (CS) gas. *British Journal of Dermatology*. 2011;164(1):227-8. doi:10.1111/j.1365-2133.2010.10070.x
28. Kain N, Mishra A, James MI. Guidance needed on secondary effects of CS gas on staff. *BMJ: British Medical Journal (Online)*. 2010;340:1189. doi:10.1136/bmj.c1189
29. Horton DK, Burgess P, Rossiter S, Kaye WE. Secondary contamination of emergency department personnel from o-chlorobenzylidene malononitrile exposure, 2002. *Annals of Emergency Medicine*. 2005;45(6):655-8. doi:10.1016/j.annemergmed.2005.01.031
30. Morrone A, Sacerdoti G, Franco G, Corretti R, Fazio M. Tear gas dermatitis. *Clinical and Experimental Dermatology*. 2005;30(4):447-8. doi:10.1111/j.1365-2230.2005.01801.x
31. Davey A, Moppett IK. Postoperative complications after CS spray exposure. *Anaesthesia*. 2004;59(12):

1219-20. doi:10.1111/j.1365-2044.2004.03927.x

32. Solomon I, Kochba I, Eizenkraft E, Maharshak N. Report of accidental CS ingestion among seven patients in central Israel and review of the current literature. *Archives of Toxicology*. 2003;77:601-4. doi:10.1007/s00204-003-0479-2

33. Horton DK, Berkowitz Z, Kaye WE. Secondary contamination of ED personnel from hazardous materials events, 1995–2001. *The American Journal of Emergency Medicine*. 2003;21(3):199-204. doi:10.1016/S0735-6757(02)42245-0

34. Varma S, Holt PJ. Severe cutaneous reaction to CS gas. *Clinical and experimental dermatology*. 2001;26(3):248-50. doi:10.1046/j.1365-2230.2001.00806.x

35. Barlow N. Precautions should be taken before anaesthetising anybody, who has been exposed to CS gas to prevent complications such as this making intubation impossible. *Resuscitation*. 2000;47(1):92. doi:10.1111/j.1365-2044.2004.03927.x

36. Sommer S, Wilkinson SM. Exposure-pattern dermatitis due to CS gas. *Contact Dermatitis*. 1999;40(1):46-7. doi:10.1111/j.1600-0536.1999.tb05976.x

37. Breakell A, Bodiwala GG. CS gas exposure in a crowded night club: the consequences for an accident and emergency department. *Journal of Accident & Emergency Medicine*. 1998;15(1):56-7. doi:10.1136/emj.15.1.56

38. Kiel AW. Ocular exposure to CS gas: the importance of correct early management. *Eye*. 1997;11(5):759-60. doi:10.1038/eye.1997.194

39. Hu H, Christiani D. Reactive airways dysfunction after exposure to teargas. *Lancet*. 1992; 339(8808):1535. doi:10.1016/0140-6736(92)91296K

40. Upshall DG. Effects of o-chlorobenzylidene malonitrile (CS) and the stress of aerosol inhalation upon rat and rabbit embryonic development. *Toxicology and Applied Pharmacology*. 1973;24(1):45-59. doi:10.1016/0041-008X(73)90180-4

41. Harismah K, Mirzaei M, Moradi R. DFT studies of single lithium adsorption on coronene. *Zeitschrift für Naturforschung A*. 2018;73(8):685-91. doi:10.1515/zna-2017-0458

42. Mirzaei M, Karimi E, Yousefi M. BN nanoflake for hazardous SO₂ gas capturing: DFT study. *Biointerface Research in Applied Chemistry*. 2022;12:359-65. doi:10.33263/BRIAC121.359365