

سلاح پنهان ۱



.....
: سرشناسه
عنوان و پدیدار آور :
مشخصات نشر : تهران : دعوت،
۱۳۸۷.
مشخصات ظاهري :
شابك :
وضعیت فهرستنویسی : فیپا .
موضوع :
موضوع :
شناسه افزوده :
رده بندي کنگره :
رده بندي ديويي :
شماره کتابخانه ملي :

.....

.....

سلاح پنهان

(مرگ خاموش)

جواد صفری

(عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان)

مهندس سید حسین بنی طبا





سلاح پنهان (مرگ خاموش)

جواد صفری

سید حسین بی‌طبا

آماده‌سازی: مهندس زهره زرنگار

ناظر چاپ: محمدعلی حیدری

چاپ و صحافی: الهادی

چاپ اول: ۱۳۸۷

شمارگان: ۱۰۰۰ نسخه

قیمت: ۳۵۰۰ تومان

شابک: ۹۷۸-۹۶۴-۲۹۰۹-۲۷-۸

© حقوق چاپ و نشر محفوظ است

نشر دعوت؛ تهران ۸۸۳۳۴۰۹۴ کاشان ۴۴۵۵۸۰۳ همراه
۰۹۱۳۲۷۶۳۶۶۸

www.davatpub.com Email: info@davatpub.com

فهرست

۸	پیش‌گفتار
۹	مقدمه
۱۱	تاریخچه
۱۹	جنگ جهانی اول؛ قصه‌ی تلخ
۲۲	جنگ جهانی دوم
۲۳	بعد از جنگ جهانی دوم
۲۴	تاریخچه‌ی مواد شیمیایی
۲۵	انواع جنگ‌افزارهای شیمیایی
۲۶	جنگ‌افزارهای شیمیایی یا حشره‌کش‌ها
۲۶	انواع حشره‌کش‌ها
۲۸	میزان سمیت حشره‌کش‌ها
۳۰	انواع عوامل شیمیایی
۳۰	عوامل تاؤل‌زا
۳۱	عوامل اعصاب
۳۱	سلاح‌های شیمیایی مضاعف
۳۲	تقسیم‌بندی کامل عوامل شیمیایی
۳۲	عوامل سمی‌کننده
۳۳	عوامل تاؤل‌زا
۳۳	خردل و علایم مسمومیت
۳۴	آرسنیک و علایم مسمومیت
۳۵	گزندها و علایم مسمومیت
۳۶	عوامل خون

۳۷	انواع عوامل خون
۳۷	هیدروژن سیانید
۳۷	سیانوژن کلرید
۳۷	آرسین
۳۷	عوامل اعصاب
۳۸	تابون
۳۸	سارین
۳۹	سومان
۳۹	وی ایکس
۴۰	عوامل خفه کننده
۴۱	فسژن
۴۱	دی فسژن
۴۲	مشخصات جنگ افزارهای شیمیایی دوترکیبی
۴۳	سموم شیمیایی سلاحی دیگر
۴۴	تقسیم بندی بر اساس ماهیت شیمیایی
۴۴	تقسیم بندی بر مبنای محل کاربرد و نوع آسیب
۴۶	تقسیم بندی سموم بر مبنای کاربرد آنها
۴۷	پیام دهنده های شیمیایی حشرات
۴۸	تقسیم بندی پیام دهنده های شیمیایی
۴۹	پیام رسانی و جنگ شیمیایی در طبیعت
۵۳	سازوکار سیستم های دفاعی گیاهان
۵۴	انهدام سلاح های شیمیایی
۵۵	انهدام جنگ افزارهای شیمیایی
۵۵	انهدام عوامل اعصاب
۵۵	انهدام از طریق فرایندهای شیمیایی
۵۶	معایب انهدام با مواد شیمیایی ارزان قیمت
۵۷	کاربرد سلاح شیمیایی در جنگ ایران توسط عراق

۶۸	سیستم‌های آشکارساز عوامل شیمیایی
۶۹	روند توسعه‌ی سیستم‌های آشکارسازی
۷۷	فن‌آوری نانو در عرصه‌ی دفاع امنیتی
۷۸	استفاده‌ی فن‌آوری نانو در سیستم‌های دفاعی- امنیتی
۷۸	نانومواد
۸۱	نانوپودرها
۸۲	نانوحسگرهای مولکولی
۸۳	نانوالکترونیک
۸۳	MEMS
۸۵	فهرست منابع
۸۸	معرفی کتاب‌های منتشرشده

پیش‌گفتار

سال‌هاست که از پایان جنگ تحمیلی می‌گذرد، اما هنوز که هنوز است، بسیاری از مجروحان شیمیایی در میان ما زندگی می‌کنند و بسیاری دیگر، به مقام رفیع شهادت رسیده‌اند. براساس آمار به دست آمده، حدود صد و بیست هزار مجروح شیمیایی در میان ما زندگی می‌کنند که حال بسیاری از آن‌ها نیز وخیم است.

ما در این نوشته قصد داریم به تاریخچه‌ی ساخت و استفاده‌ی جنگ‌افزارهای شیمیایی در گذشته‌ی دور و نیز در دهه‌ی اخیر و هم‌چنین با عوامل شیمیایی و روش‌های تهیه‌ی برخی از آن‌ها و ... اشاره و آن‌ها را به شما معرفی نماییم.

این اثر نیز حاصل تلاش دسته‌جمعی عزیزانی است که لازم می‌دانم از همه‌ی آن‌ها تشکر و قدردانی نمایم. از معاونت پژوهشی و فن‌آوری دانشگاه کاشان که در چاپ این کتاب همکاری لازم را نمودند، سپاسگزاری می‌نمایم.

جواد صفری

عضو هیأت علمی دانشگاه کاشان

مقدمه

انسان در تاریخ چند هزارساله‌ی ثبت‌شده‌اش از قدیم به جنگ‌های شیمیایی دست زده است. در گذشته با زهرآلود کردن ابزارآلات جنگی مثل تیر و شمشیر و یا آلوده کردن غذا یا منابع آب‌های آشامیدنی شهرهای محاصره‌شده که سبب نشر بیماری‌های خطرناک یا مسموم کردن افراد دشمن می‌گردیده، به ساده‌ترین سلاح‌های شیمیایی روی آورده است. انسان‌های قدیم هم‌چنین از دود و منابع دودزا برای خارج کردن نیروهای دشمن از قلعه‌ها و پناهگاه‌هایشان استفاده می‌کرده‌اند؛ زیرا در گذشته بیش‌تر از سم و زهر در ترورها و کشتن مخالفین استفاده می‌شده است.

با پیشرفت علم و فن‌آوری و با توجه به ویژگی این جنگ‌ها، انسان به اکتشافاتی در زمینه‌ی جنگ‌های شیمیایی و عوامل میکروبی دست یافت که از آن در موقع لزوم بر علیه دشمنان خود استفاده کند. امروزه جنگ‌افزار شیمیایی به مواد شیمیایی خطرناکی اطلاق می‌شود که باعث کشتار دسته جمعی و بیمار یا مصدوم‌شدن تعداد بسیار زیادی از افراد نظامی یا افراد عادی می‌شود.

تفاوت بین جنگ‌های شیمیایی گذشته و حال این است که در جنگ‌های شیمیایی گذشته، تنها افرادی که در معرض تیرهای زهرآلود بودند، قربانی می‌شدند؛ اما در جنگ‌های امروزی با تولید مواد شیمیایی و سمی گوناگون به تعداد زیاد و پراکندن آن‌ها در محیط وسیع، هزاران نفر را به این مواد آلوده کرده و برای همیشه در گروه معلولین جامعه قرار می‌دهند.

۱- تاریخچه

اولین استفاده‌ی انسان از عوامل شیمیایی، مربوط به استفاده از آتش است. آتش و زغال سنگ برافروخته برای دفاع در مقابل حیوانات وحشی و یاغی‌ها، مدت‌ها مورد استفاده بود. با پیشرفت تمدن، موارد استعمال و کاربرد نظامی آتش توسعه یافت و آتش در جریان محاصره‌ها و قلعه‌های نظامی به‌طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفت.

تاریخ دقیق اولین استفاده‌ی کاربردی از مواد سمی مشخص نمی‌باشد. اکثر مورخان اولین مثال جنگ‌افزارهای شیمیایی را دوده‌های سمی حاصل از سوختن برخی اجسام و یا مخلوط آن‌ها ذکر کرده‌اند. مورخان مثال‌های متعددی از کاربرد تیرها، نیزه‌ها و گلوله‌های زهرآلود علیه انسان و حیوانات عنوان کرده‌اند؛ ولی تاریخ دقیقی از کاربرد این جنگ‌افزارهای سمی در دست نیست.

قرن پنجم پیش از میلاد مسیح، یونانی‌های اسپارت در جنگ علیه سربازان دشمن از گازهای گوگردی استفاده کردند.

• سال ۱۳۴۶ میلادی: تاتارهای کریمه با استفاده از منجنیق، به محل استقرار ایتالیایی‌ها، اجساد طاعون‌زده پرتاب می‌کنند.

• سده‌ی ۱۵۰۰ میلادی: کشورگشایان اسپانیایی علیه مردم بومی به جنگ بیولوژیک دست می‌زنند.

• سال ۱۷۶۳ میلادی: در دوران شورش پونتیاک، ژنرال انگلیسی به نام جفری امهرست به افراد خود دستور می‌دهد که به سرخ‌پوستان بومی، پتوهای آلوده به آبله بدهند.

- سال ۱۸۰۰: آبله و بیماری‌های مشابه، مردم بومی آمریکا را قتل عام می‌کند. مقامات آمریکا با استفاده از شیوهی قرنطینه‌ی مبتلایان، از شیوع بیماری در میان سفیدپوستان جلوگیری می‌کنند، اما این کار را در روستاهای سرخ‌پوست‌نشین انجام نمی‌دهند.
- ۱۹۰۷: کنوانسیون لاهه استفاده از تسلیحات شیمیایی را منع می‌کند. ایالات متحده در این کنوانسیون شرکت نمی‌کند.
- ۱۸-۱۹۱۴: طی جنگ جهانی اول استفاده از گازهای سمی ۱۰۰ هزار کشته و ۹۰۰ هزار مصدوم بر جا می‌گذارد.
- دهه‌ی ۱۹۲۰: بریتانیا پیشنهاد می‌کند که به‌عنوان آزمایش، از تسلیحات شیمیایی در عراق علیه شورشیان کُرد استقلال طلب، استفاده شود. وینستون چرچیل قاطعانه با استفاده از گازهای سمی علیه اقوام وحشی موافق است.
- ۱۹۲۸: موافقت‌نامه‌ی ژنو استفاده از تسلیحات گازی و باکتریولوژیک را منع می‌کند. اکثر کشورهای امضاکننده‌ی موافقت‌نامه، تنها پیشدستی در استفاده از این‌گونه تسلیحات را منع می‌کنند.
- ۱۹۳۵: ایتالیا با استفاده از گاز خردل، حمله به اتیوپی را آغاز می‌کند.
- ۱۹۳۶: ژاپن، چین را تصرف می‌کند و در جنگ از تسلیحات شیمیایی استفاده می‌نماید.
- ۴۵-۱۹۳۹، در طول جنگ جهانی دوم: در شهر باری ایتالیا از یک کشتی آمریکایی که در اثر بمباران آلمانی‌ها آسیب‌دیده بود، گاز خردل نشت می‌کند و منجر به مرگ یک‌هزار نفر می‌شود. ژاپن بر روی اسرای جنگی، به آزمایش جنگ‌افزارهای بیولوژیک دست می‌زند و سه هزار نفر از آنان را می‌کشد. آمریکا در ازای دریافت اطلاعات فنی، تعدادی افسر آلمانی را از محاکمه‌ی جنایات جنگی مصون می‌دارد.

طی جنگ، تجهیزات تولید گاز اعصاب در پوتسدام آلمان به دست اتحاد شوروی می‌افتد و این کشور درمی‌یابد که نازی‌ها انبوهی از گاز اعصاب انبار کرده، هم‌چنین در حال مطالعه در مورد عوامل خونی بوده‌اند.

• ۱۹۴۷: آمریکا تسلیحات میکروبی در اختیار دارد. رییس‌جمهور ترومن، موافقت‌نامه‌ی ژنو را از دستور کار مجلس سنا خارج می‌کند.

• ۱۹۴۹: اتحاد شوروی، افسران ژاپنی را به اتهام استفاده از تسلیحات میکروبی به محاکمه می‌کشد؛ محاکمه‌ای که آمریکای تبلیغاتی، آن را حرکتی تبلیغاتی می‌خواند و مردود می‌شمارد. ارتش در شهرهای آمریکا به‌طور محرمانه دست به انجام آزمایش‌های عوامل بیولوژیکی می‌زند.

• ۱۹۵۰: جنگ کره آغاز می‌شود و کره‌ی شمالی و چین، آمریکا را متهم به استفاده از جنگ‌افزارهای میکروبی می‌کنند. یک بیماری در سان‌فرانسیسکو شایع می‌شود که باکتری آن با نوعی باکتری مورد استفاده‌ی ارتش مطابقت دارد.

• ۱۹۵۱: طی آزمایشی در ویرجینیا، تعدادی آمریکایی سیاه‌پوست در معرض محرک‌های قارچی مرگ‌زایی قرار می‌گیرند؛ محرک‌هایی که تنها روی نژادهای خاصی تأثیرگذار بود.

• ۱۹۵۶: یک دفترچه‌ی راهنمای ارتش آمریکا می‌نویسد: استفاده از تسلیحات شیمیایی - بیولوژیک منع نشده است و بیان می‌دارد که پیش‌دستی در استفاده از تسلیحات شیمیایی توسط ارتش آمریکا مجاز می‌باشد.

• ۱۹۵۹: قطعنامه‌ی کنگره‌ی آمریکا در زمینه‌ی منع پیش‌دستی در استفاده از تسلیحات شیمیایی - بیولوژیک رأی نمی‌آورد.

- ۱۹۶۱: دولت کندی بودجه‌ی تسلیحات شیمیایی آمریکا را از ۷۵ میلیون دلار به بیش از ۳۳۰ میلیون دلار افزایش می‌دهد.
- ۱۹۶۲: طی بحران موشک کوبا، هواپیماهای آمریکایی تسلیحات شیمیایی بارگیری می‌کنند.
- ۱۹۶۶: ارتش آمریکا در متروی نیویورک به آزمایش جنگ میکروبی می‌پردازد.
- ۱۹۶۸: وزارت دفاع آمریکا اجازه می‌خواهد که جهت به نمایش گذاشتن کارایی سلاح‌های شیمیایی، از آن‌ها علیه تظاهرکنندگان ضد جنگ استفاده کند.
- ۱۹۶۹: در اثر یک سانحه‌ی تسلیحات شیمیایی در ایالت یوتای آمریکا، صدها گوسفند کشته شدند. رییس‌جمهور نیکسون تولید سلاح‌های شیمیایی و در اختیار داشتن سلاح‌های بیولوژیک را در آمریکا تعلیق می‌کند. شورای عمومی سازمان ملل متحد استفاده از سموم گیاهی و گاز اشک‌آور در جنگ را منع می‌کند. آمریکا یکی از سه کشوری بود که رأی مخالف داد. استفاده‌ی آمریکا از گاز اشک‌آور در تونل‌های ویت‌کنگ‌ها، چندین کشته بر جای می‌گذارد.
- ۱۹۷۱: آمریکا استفاده‌ی مستقیم از سموم کشنده‌ی گیاه نظیر عامل نارنجی در ویتنام را متوقف می‌کند. این‌گونه عوامل شیمیایی که به قصد از میان بردن جنگل‌ها مورد استفاده قرار گرفته بودند، در سطح وسیعی در هند و چین پخش شدند و شش درصد زمین‌های زراعی ویتنام جنوبی را از میان بردند. نیروهای نظامی آمریکا به یک گروه شبه نظامی ضد کاسترو، وپروس آنفلونزای خوکی می‌دهند و این گروه این وپروس را به ساحل جنوبی کوبا می‌برند.

- ۱۹۷۲: کنوانسیون تسلیحات بیولوژیک و سمی دایر می‌شود، کوبا، سیا را متهم به شیوع ویروس تب خوکی می‌کند که منجر به مرگ ۵۰۰ هزار خوک در کوبا شد.
- ۱۹۷۴: ایالات متحده‌ی آمریکا بالاخره موافقت‌نامه‌ی ۱۹۲۸ ژنو را به تصویب می‌رساند.
- ۱۹۷۵: اندونزی، تیمور شرقی را تصرف و ضمیمه‌ی کشورش می‌کند و با هواپیما، سموم کشنده‌ی گیاهی را بر مزارع تیمور شرقی می‌پاشد.
- ۱۹۷۵: روزنامه‌ی واشنگتن پست گزارش می‌دهد که آمریکا از سال ۱۹۶۲، برنامه‌ای را جهت تخریب کشاورزی کوبا دنبال کرده، برنامه‌ای که شامل نقشه‌ی سیا برای جنگ بیولوژیک بوده است. سیاه‌زخم درمیان آفریقاییان در کشور رودزیا (زیمبابوه‌ی سابق) که تحت حکومت رژیم نژادپرست سفیدپوست است، شیوع می‌یابد، ده هزار مورد از این بیماری ثبت می‌شود و ۱۸۲ نفر جان می‌بازند.
- ۱۹۸۰: مقامات سرویس جاسوسی آمریکا، اتحاد شوروی را متهم به استفاده از تسلیحات شیمیایی در افغانستان می‌کنند؛ اما اذعان می‌دارند که این گزارش را تأیید نکرده‌اند
- ۱۹۸۱: ویتنام، آمریکا و متحدانش را به استفاده از مایکوتاکسین (گازهای قارچی) در لائوس و کامبوج متهم می‌کند. اسرائیل، راکتور اتمی عراق را بمباران می‌کند؛ واقعه‌ای که سهم مهمی در تصمیم عراق به ساختن تسلیحات شیمیایی دارد.
- ۱۹۸۴: سازمان ملل متحد تأیید می‌کند که عراق در جنگ با ایران در مناطق مرزی از گاز اعصاب و گاز خردل علیه حملات موج انسانی ایران استفاده کرده است. وزارت خارجه‌ی آمریکا با لحنی ملایم این عمل را محکوم می‌کند، اما روابط دیپلماتیک خود با عراق را حفظ

می‌نماید و با انجام هرگونه اقدامی از طرف سازمان ملل متحد علیه عراق مخالفت می‌ورزد.

سانحه‌ای در تأسیسات تولید کود شیمیایی در بوپال هندوستان ۲۰۰۰ کشته بر جای می‌گذارد؛ واقعه‌ای که هم‌چنین نمایانگر خطر انهدام این‌گونه تأسیسات در جنگ است. ریگان رئیس‌جمهور وقت، دستور تجهیز بیش از نیم‌میلیون موشک ام ۵۵ آمریکا به مواد منفجره‌ی بسیار قوی و گاز وی‌ایکس را صادر می‌کند.

• ۱۹۸۵: شرکت‌های آمریکایی طی چهار سال، عراق را به عوامل بیولوژیک متعددی مجهز می‌کنند.

• ۱۹۸۶: آمریکا آزمایش‌های عوامل بیولوژیک در محیط باز را از سر می‌گیرد.

• ۱۹۸۷: رأی‌گیری در سنای آمریکا در مورد از سرگیری تولید تسلیحات شیمیایی سه‌بار به تساوی می‌انجامد. معاون رئیس‌جمهوری (جورج بوش پدر) این تساوی را به نفع از سرگیری تولید تسلیحات شیمیایی می‌شکند.

• ۱۹۸۸: عراق در خاک خود علیه اقلیت کُردنشین حلبچه، از تسلیحات شیمیایی استفاده می‌کند. ریگان، لایحه‌ی مجلس آمریکا را در مورد تحریم اقتصادی عراق بلوکه می‌کند.

• ۱۹۸۹: یک کنفرانس که با حضور ۱۴۹ کشور در پاریس برگزار می‌شود، استفاده از تسلیحات شیمیایی را محکوم می‌کند و خواهان آن می‌شود که مذاکرات ژنو در مورد معاهده‌ای در این زمینه به منع سریع این تسلیحات منتهی شود. آمریکا حتی بعد از امضای این معاهده به برنامه‌ریزی برای تولید گازهای سمی ادامه می‌دهد.

• ۱۹۹۰: آمریکا و شوروی تعهد می‌کنند که در صورت امضاء معاهده‌ی ژنو توسط تمام کشورها، تسلیحات شیمیایی خود را کاهش

دهند. اسرائیل به در اختیار داشتن تسلیحات شیمیایی اذعان می‌کند. عراق تهدید می‌کند؛ چنانچه از طرف اسرائیل مورد حمله قرار گیرد، از جنگ‌افزارهای شیمیایی استفاده خواهد کرد.

• ۱۹۹۱: آمریکا و نیروهای ائتلاف، حداقل در ۲۸ مورد تأسیساتی را که ادعا می‌شود محل تولید و یا انبار مواد شیمیایی بیولوژیک عراق است، هدف بمباران قرار می‌دهند، از جمله تأسیسات غیرنظامی و مراکز تولید کود شیمیایی. شبکه‌ی خبری سی‌ان‌ان گزارش می‌دهد که دود سبزی از یکی از تأسیسات شیمیایی به هوا می‌رود و به دنبال بمباران تأسیسات دیگری، ۵۰ سرباز عراقی در اثر ابتلا به سیاه‌زخم کشته می‌شوند. واحد جنگ شیمیایی چکسلواکی در طی جنگ هوایی متوجه‌ی وجود گاز سارین می‌شود. یک پزشک مصری شیوع یک بیماری عجیب در عراق را گزارش می‌کند. بعد از جنگ، نیروهای نظامی آمریکا با استفاده از مواد منفجره، انبارهای زیرزمینی تسلیحات شیمیایی عراق را نابود می‌کنند.

• ۱۹۹۲: گزارش‌های متعددی حکایت از این دارد که سربازان آمریکا و نیروهای ائتلاف در جنگ خلیج فارس، دچار مشکلات سلامتی شده‌اند؛ با علایمی که در مجموع عارضه‌ی جنگ خلیج فارس نامیده می‌شود. در آمریکا دو عضو گروه ضددولتی شورای وطن‌پرستان مینه‌سوتا به اتهام این که قصد سوء استفاده از ماده‌ی شیمیایی رایسین علیه یک افسر پلیس را داشته‌اند، دستگیر می‌شوند.

• ۱۹۹۳: رییس‌جمهور کلینتون به بمباران و موشک‌باران متناوب تأسیسات عراقی ادامه می‌دهد. بازرسان سازمان ملل متحد، برنامه‌ی خلع سلاح عراق را شتاب می‌بخشند. دولت آمریکا معاهده‌ی سازمان ملل متحد در مورد تسلیحات شیمیایی را امضاء می‌کند، اما سنای آمریکا از تصویب آن خودداری می‌ورزد.

- ۱۹۹۵: یک فرقه‌ی ژاپنی به پخش گاز اعصاب سارین در ایستگاه متروی توکیو دست می‌زند.
- ۱۹۹۶: جلسه‌های پژوهش کنگره‌ی آمریکا در مورد عارضه‌ی جنگ خلیج فارس، تنها بر روی نابودی انبارهای زیرزمینی عراق تمرکز می‌شود، عوامل احتمالی دیگر را در نظر نمی‌گیرد و پژوهش‌های بین‌المللی برای شناسایی علایم این بیماری در میان عراقی‌ها انجام نمی‌شود.
- ۱۹۹۷: کوبا، آمریکا را متهم به پاشیدن عوامل شیمیایی بر روی محصولات زراعی آن کشور می‌کند؛ در حالی که عراق شهروندان آمریکا را از ترکیب بازرسان سازمان ملل متحد اخراج می‌کند و به بازرسان، اجازه‌ی ادامه‌ی کار بدون اعضای آمریکایی را می‌دهد. اما سازمان ملل متحد ترجیح می‌دهد که همه‌ی بازرسان خود را از عراق بیرون بکشد. آمریکا دست به تدارک برای حرکت نظامی می‌زند. سنای آمریکا به استناد اجرای کنوانسیون تسلیحات شیمیایی ملاحظات امنیت ملی، اعلام می‌کند: رییس‌جمهوری حق دارد درخواست بازرسی هر تأسیساتی را رد کند.
- ۱۹۹۸: به دنبال این که عراق نقش بازرسان را زیر سؤال برد و فعالیت آنان در نقاط امنیتی و کاخ‌های ریاست جمهوری را منع کرد، آمریکا بار دیگر، تأسیساتی را که ادعا می‌کرد مراکز تسلیحات شیمیایی - بیولوژیک هستند، بمباران کرد. آمریکا کارخانه‌ی داروسازی سودان را مورد حمله‌ی موشکی قرار می‌دهد و ادعا می‌کند که این کارخانه عوامل گاز اعصاب تولید می‌کند؛ ادعایی که از طرف بخش عمده‌ی جامعه‌ی بین‌المللی بی‌اساس شمرده شد.
- ۱۹۹۸-۹۹: در آمریکا، ادعا می‌شود که در مراکزی چون شبکه‌ی تلویزیونی ان‌بی‌سی، روزنامه‌ی واشنگتن پست، وزارت امور خارجه و

کاخ سفید، ویروس سیاه‌زخم توزیع شده است. عضو سابق جریان ملل آریایی ادعا می‌کند که ویروس سیاه‌زخم را شایع کرده تا در مورد آنچه که به عنوان خطر عراق ادعا می‌کنند، هشدار دهد.

• ۲۰۰۰: در یک نمایش (مانور) آزمایشی، مسؤولان دولت فدرال و ایالتی از برخورد صحیح در مقابل حملات فرضی شیمیایی، میکروبی و اتمی در سه شهر بزرگ آمریکا عاجز ماندند.

• ۲۰۰۱: آمریکا از دور اول کنوانسیون تسلیحات بیولوژیک و سمی بیرون آمد و با این کار تلاش‌هایی را که برای برقراری و اعمال ضوابط بین‌المللی علیه سلاح‌های بیولوژیک می‌شد، به ناکامی کشاند. گرد سیاه‌زخم که از طریق پستی به مقصد شخصیت‌های سیاسی و مطبوعاتی در نقاط مختلف آمریکا ارسال شده بود، منجر به ابتلاء عفونت و مرگ می‌شود.

۱-۱- جنگ جهانی اول؛ قصه‌ی تلخ

نامناسب بودن استراتژی آلمان در شکست سریع فرانسوی‌ها در سال ۱۹۱۴، باعث ایجاد یک موازنه‌ی قوا در جبهه‌ی غربی شد. استحکامات قوی بین کانال انگلیس و سوئیس موجب گردید که نفوذ در آن، با تلفات زیادی همراه باشد. آلمان‌ها باید راه‌های جدیدی را برای نفوذ به این مواضع پیدا می‌کردند. این راه توسط شخصی به نام کارل دويسبرگ رییس مجموعه‌ی صنعتی فاربین که خواهان به‌کارگیری صنایع شیمیایی بود، پیدا شد. اگرچه آلمان‌ها معاهده‌ی لاهه در خصوص منع استفاده از گازهای سمی در جنگ را امضا کرده بودند، ولی فرانس گابرا کارمند مجتمع صنعتی فاربین مقدمات اولین حمله‌ی وسیع شیمیایی را آماده کرد.

در ساعت ۵ بعد از ظهر روز ۲۲ آوریل ۱۹۱۵ یک مه خاکستری متمایل به سبز از قرارگاه آلمان‌ها بین بیکسشوت و لانتزمارک در شمال شهر ایپر (بلژیک) ظاهر شد و به طرف سربازان فرانسه حرکت کرد و ظرف مدت چند دقیقه مواضع و اردوگاه‌های فرانسوی‌ها را فرا گرفت. با این‌که به فرانسوی‌ها در مورد خطر قریب‌الوقوع اخطار داده شده بود، آن‌ها در مقابل این جنگ‌افزار جدید بی‌دفاع بودند. به محض این‌که امواج مه زهرآگین ظاهر شد، همه‌ی آن‌ها آسیب دیده و عده‌ای کور و خفه شدند.



شکل ۱: سربازان آلمانی در جنگ جهانی اول

ظرف مدت ۵ دقیقه آلمانی‌ها حدود ۱۸۰ تن گاز کلر را پخش کردند که اثر ویران‌کننده‌ای به جا گذاشت. این حمله، ۱۵۰۰۰ زخمی داشت که ۵۰۰۰ نفر از آن‌ها کشته شدند. به‌طور دقیق نمی‌توان گفت که چه کسی پایه‌گذار جنگ‌افزارهای شیمیایی در جنگ جهانی اول بود؛ زیرا بعد از جنگ، هر کدام از دولت‌های متجاوز سعی در تبرئه کردن خود داشتند. فرانسوی‌ها قبل از سال ۱۹۱۴، نارنجک‌های برمواستون به کار بردند و آلمانی‌ها با گلوله‌های حاوی گاز کلر به آن‌ها پاسخ دادند. در سال ۱۹۱۷ شیمییدان‌های آلمانی، لومز و اشتینکوف

پیشنهاد دادند که در جنگ‌ها از ایپریت استفاده شود. این ماده در سال ۱۸۸۶ به وسیله‌ی میتر تهیه شده بود.

در جنگ جهانی اول، تعداد ۴۵ نوع عامل شیمیایی گوناگون مورد استفاده قرار گرفت که در بین آن‌ها ۱۸ عامل کشنده و ۲۷ عامل تحریک‌کننده وجود داشت. عوامل کشنده شامل خفه‌کننده‌ها (کلر، فسژن)، عوامل سمی (هیدروژن‌سیانید، سیانوژن کلرید) و عوامل تاول‌زا (ایپریت) بوده است. از عوامل تحریک‌کننده می‌توان به بنزیل‌برمید و برمواستون و اتیل‌یدواستات اشاره کرد. جدول ۱ اطلاعاتی در مورد عوامل شیمیایی جنگ جهانی اول نشان می‌دهد.



شکل ۲: تصویری از جنگ جهانی اول

جدول ۱. انواع عوامل شیمیایی در جنگ جهانی اول

مقدار عوامل شیمیایی به ازای هر نفر بر حسب کیلوگرم	تعداد مصدومین	مقدار بر حسب تن	عامل شیمیایی
-	-	۶۰۰۰	اشک‌آورها
۱۰۳٫۵	۸۷۶۸۵۳	۱۰۰۵۰۰	عوامل مؤثر بر دستگاه تنفسی
۲۷	۴۰۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	تاول‌زاها
۲۹۲٫۵	۲۰۰۰۰	۶۵۰۰	عطسه‌آورها

تأثیر بالای جنگ‌افزارهای شیمیایی، به چند ویژگی زیر مربوط می‌شود:

۱. این جنگ‌افزارها دارای اثر حجمی هستند؛ به علت ابری که بر اثر انفجار یا پاشیدگی ایجاد می‌کنند، زمین و حجم زیادی از هوا را آلوده کرده و این هوای آلوده به وسیله باد جابه‌جا می‌شود و در یک منطقه‌ی وسیعی، انسان‌ها و اشیاء را آلوده می‌کند.

۲. خواص مسموم‌کنندگی جنگ‌افزار شیمیایی برای مدت طولانی باقی می‌ماند.

۳. جنگ‌افزارهای شیمیایی اثر عمیقی در روحیه‌ی دشمن گذاشته و قدرت تهاجمی او را کاهش می‌دهند. هنگامی که یک حمله‌ی شیمیایی رخ می‌دهد، سربازان نسبت به نتایج حمله، به خود مطمئن شده و نمی‌توانند درک کنند که آلوده شده یا نشده‌اند؛ بنابراین از حالت هجومی آن‌ها کم می‌شود.

۴. حفاظت در مقابل جنگ‌افزارهای شیمیایی و محوشدن آثار آن‌ها نیاز به مهارت خاصی دارد.

این ویژگی‌های جنگ‌افزارهای شیمیایی، نظر بسیاری از کارشناسان نظامی را بعد از جنگ جهانی اول به شدت به سمت این سلاح‌ها جلب کرد.

۱-۲- جنگ جهانی دوم

در جریان این جنگ مراکز پژوهشی - نظامی در آلمان، انگلستان، آمریکا و ژاپن به تهیه‌ی عوامل شیمیایی با سمیت زیاد ادامه دادند. در آلمان نیز تهیه‌ی تابون و سارین مورد توجه قرار گرفت. آلمان با تهیه‌ی سومان در سال ۱۹۴۴، سمی‌ترین عامل شیمیایی را در جنگ جهانی دوم وارد کرد. انگلیسی‌ها تهیه‌ی تابون و سارین را تکرار کرده، سازوکار

اثر عوامل شیمیایی ترکیب‌های آلی فسفردار را کشف و بر این اساس نظریه‌ای را برای راه‌های جدید تهیه‌ی عوامل شیمیایی اعلام کردند. کلیه‌ی کوشش‌های انگلیسی‌ها در جریان جنگ مخفی نگه‌داشته شد، ولی گزارش‌های پژوهشی منظم و دقیق از طریق وزارت دفاع انگلستان به آمریکایی‌هایی که در همین زمینه کار می‌کردند، منتقل می‌شد. ژاپنی‌ها در سال‌های جنگ، هزاران ماده‌ی شیمیایی سمی تهیه کردند، ولی موادی سمی‌تر از مواد استفاده شده در جنگ جهانی اول را به دست نیاوردند.

۱-۳- بعد از جنگ جهانی دوم

هنگامی که جنگ جهانی دوم به پایان رسید، آلمانی‌ها کوشش کردند که کارخانه‌ها و اطلاعات مربوط به جنگ‌افزارهای شیمیایی و مهمات آن‌ها و نیز روش‌های تهیه‌ی آن‌ها به دست شوروی نیفتد. بدین جهت وقتی ارتش شوروی به مرز آلمان رسید، نیروهای آلمان همه‌ی اطلاعات مربوط به جنگ‌افزارهای شیمیایی را منهدم کردند و مواد شیمیایی برخی از کارخانه‌ها را به داخل آب رودخانه‌ها ریختند. قسمت عمده‌ی عوامل شیمیایی تولیدشده در آلمان به‌وسیله‌ی نیروهای آمریکایی و انگلیسی ضبط شد. ایپریت که دارای ارزش کمی بود در نوامبر ۱۹۴۵ به دریای شمال ریخته شد. ولی تابون که کشورهای دیگر فاقد آن بودند با احتیاط به انگلستان حمل و در آن‌جا انبار شد. به علاوه آمریکایی‌ها با کوشش زیاد، تجهیزات و دانشمندان تولید مواد شیمیایی را به آمریکا بردند. پروفیسور شرادر مخترع تابون و سارین طی دو سال، تجارب و اطلاعات خود را به دانشمندان و صنعتگران آمریکایی منتقل کرد. شیمی‌دان‌های آلمانی نظیر اخمن، فیشر، بومبرگ و عده‌ای دیگر برای مدت زیادی در آمریکا ماندند.

اکنون دامنه‌ی پژوهش‌های شیمی گسترش یافته، به طوری که نتیجه‌ی پژوهش‌ها از راه یافتن به اهداف نظامی در امان نیست، چگونه می‌توان در مقابل این همه اطلاعات و دانش روزافزون شیمی که لااقل بخشی از آن در خدمت جنگ شیمیایی قرار می‌گیرد، خود یا سایر جوامع بشری را از خطر احتمالی آن ایمن ساخت.

۲- تاریخچه‌ی مواد شیمیایی

علف‌کش‌ها، برگ‌زداها، حشره‌کش‌ها، محصولات از صنایع شیمیایی هستند که در ابتدا با اهداف صلح‌جویانه تهیه شدند، ولی به راحتی به سوی هدف‌های نظامی منحرف گشتند. جنگ ویتنام بی‌تردید بهترین شاهد غم‌انگیز این انحراف خطرناک است. چگونه صنعت حشره‌کش‌ها می‌تواند هسته‌ی توسعه‌ی جنگ‌افزارها گردد. وضعیتی که تهیه‌ی جنگ‌افزار شیمیایی را برای یک کشور آسان می‌کند، از میان بردن جنگ‌افزارهای شیمیایی را برای کلیه‌ی ملل پیچیده می‌سازد.

در اوایل سال ۱۹۸۶ ساخت مخفیانه‌ی کارخانه‌ای که به منظور تهیه‌ی جنگ‌افزارهای شیمیایی در یکی از کشورهای آفریقایی صورت گرفت و هم‌چنین اقدامات پیچیده‌ای که در شرکت آلمانی ایمه‌ازن انجام شد، تأثیر شدیدی برانگیخت. بیم از آن که ضدآفات و مواد اولیه و تأسیسات مربوط به آن‌ها به آسانی قابل تبدیل به کارخانه‌های تولیدکننده‌ی جنگ‌افزارهای شیمیایی هستند، منشاء مشکلات بزرگی است که ملت‌ها در به اجرا درآوردن اراده‌ی خود در راه امحای جنگ‌افزارهای شیمیایی با آن مواجه بوده و هستند. ملت‌هایی که علی‌رغم تصمیم‌هایی که طی کنفرانس‌های بین‌المللی متعدد اتخاذ گردیده است، هنوز برای امحای تمامی جنگ‌افزارهای اتمی خود اقدامی نکرده‌اند.

امحای جنگ‌افزارهای شیمیایی و کنترل اولیه‌ی ساخت و پخش آن، در واقع بسیار بغرنج‌تر از جنگ‌افزار اتمی به نظر می‌رسد. مولکول‌های سمی ساخته‌شده توسط صنایع شیمیایی به‌وسیله‌ی کشورهای که می‌خواهند بدون زحمت زیاد خود را به جنگ‌افزارهای شیمیایی مجهز کنند، از هدف نخستین خود منحرف می‌گردند و بشریت و محیط زیست را به‌طور وحشت‌آوری تهدید می‌کنند. این چنین تحریف‌هایی را مشکل می‌توان باور داشت، چون ضدآفات در وهله‌ی اول دارای کاربردی کاملاً صلح‌جویانه هستند که همان محافظت از کشت‌وکار یا حشره‌کشی به منظور نابودی حاملین بیماری‌ها در انسان و حیوان اهلی است. ۱۵ سال بعد از جنگ ویتنام، خسارات ناشی از جنگ‌افزارهای شیمیایی آمریکاییان، بر محیط زیست هنوز هم مشهود است. برخی از آن‌ها به قیمت قابل ملاحظه‌ای از میان برداشته شده‌اند و برخی آثار محوناشدنی بر جای گذاشته‌اند. در حالی که لزوم رهایی از جنگ‌افزار شیمیایی به نظر بدیهی می‌رسد، به اجرا درآوردن آن مشکلات بسیار دارد.

۳- انواع جنگ‌افزارهای شیمیایی

انواع اصلی جنگ‌افزارهای شیمیایی به دو دسته‌ی بزرگ تقسیم می‌شوند: دسته‌ی اول را **گازهای جنگی** به‌عنوان مواد تحریک‌کننده، سموم تنفسی و به ویژه عوامل مسموم‌کننده‌ی اعصاب تشکیل می‌دهند. دسته‌ی دوم را **علف‌کش‌ها و برگ‌زداها** تشکیل می‌دهند که برای کشتار دشمن به کار گرفته نمی‌شوند؛ بلکه برای نابودی محیط زیست و منابع طبیعی به کار می‌روند. در مورد اخیر، از علف‌کش‌هایی می‌توان نام برد که در جنگ ویتنام توسط ارتش ایالات متحده مصرف شد و آسیب‌های جدی به محیط زیست وارد آورد.

۳-۱- جنگ افزارهای شیمیایی یا حشره کشها

با وجود آن که پژوهش‌های انجام گرفته از زمان کشف مواد آلی فسفردار تاکنون منجر به تهیه‌ی موادی گردید که در مورد حشرات بسیار سمی، ولی در مورد مهره‌داران خون‌گرم کم‌ضرر بودند، اما مواد اولیه‌ی آنها به خوبی رابطه‌ی میان کارخانه‌ی تولید حشره‌کشها و جنگ‌افزارهای شیمیایی را نشان می‌دهد. خواص حشره‌کشی مواد آلی فسفردار در واقع توسط شرادر در آلمان در آزمایشگاه‌های تهیه‌ی جنگ‌افزارهای شیمیایی نازی‌ها در اوایل جنگ جهانی دوم تهیه شد. این ترکیب در سال ۱۹۴۵ با نام **بلادان** وارد بازار شد.

۳-۱-۱- انواع حشره‌کشها

به‌طور کلی حشره‌کشها را بر حسب اتم‌های تشکیل‌دهنده‌ی آنها تقسیم‌بندی می‌کنند:

۱. مواد آلی کلردار
۲. مواد آلی فسفردار
۳. کاربامات‌ها
۴. پیرتروئیدها

میان حشره‌کشها می‌توان از استرهای فسفریک‌اسید مانند مالاتیون یا پاراتیون نام برد که از لحاظ شیمیایی هم‌خانواده با گازهای اعصاب هستند. در روند ساخت کاربامات‌های حشره‌کش مانند کارباریل، مواد حدواسط گوناگونی از جمله فسژن به کار می‌رود که به راحتی می‌تواند برای مصارف نظامی از آن سوء استفاده کرد. نازی‌ها از برخی از قارچ‌کش‌های جیوخ‌دار به‌عنوان جنگ‌افزار شیمیایی استفاده کردند. استفاده از علف‌کشها هم به‌عنوان سلاح شیمیایی گسترش خاصی داشته، تا آن‌جا که موادی نظیر ۲،۴،۵-تری کلروفنوکسی‌استیک‌اسید (۲،۴،۵T) و ۲،۴-دی‌کلروفنوکسی‌استیک

اسید (۲،۴D) مواجه هستیم که مواد تشکیل‌دهنده‌ی عامل نارنجی، همان برگ‌زدایی است که طی جنگ ویتنام به کار رفت. در میان علف‌کش‌ها هم‌چنین می‌توان از پیکلرام نام برد که از همان گروه بوده و نسبت به گیاهان رده‌های بالا، بی‌اندازه سمی است و باز هم در جنگ ویتنام به‌عنوان عامل سفید به کار رفته است.

جدول ۲: برخی گازهای جنگی و اثرات آن‌ها

اثرات گازهای جنگی	نوع ترکیب
تحریک‌کننده‌ی مخاط	مواد اشک‌آور مانند: CB ، CS
تورم ریوی ممانعت از تنفس	سموم تنفسی اپیریت، فسژن و لویزیت
فلج‌شدن از طریق ممانعت سیناپس‌های کولینرژیک	سموم اعصاب تابون و سارین و سومان
اثر بر روی مراکز مونوآمینرژیک	بی‌هوش‌کننده و تخیل‌برانگیز برموبزن و مشتق‌های آن

جدول ۳: برخی از حشره‌کش‌ها به‌عنوان گاز جنگی

گازهای جنگی	نوع ترکیب
تقلیدکننده‌ی اثرات اکسین‌های گیاهی	برگ‌زداها پیکلرام و ۲،۴D و ۲D، ۴، ۵
اثرات ضدگیاهی	کاکودیلیک‌اسید و مشتق‌های آن
کشنده‌ی موجودات زنده که خاک را آلوده کرده و آن را برای مدتی نامناسب می‌سازد.	دیوکسین‌ها

۳-۱-۲- میزان سمیت حشره‌کش‌ها

به کار بردن این مواد نشان می‌دهد که شروع هر جنگ و ستیزی، آغازی برای استفاده از یک سلاح شیمیایی دیگر بوده است. اولین حشره‌کشی که تجاری شد، بلادان بود. هم‌اکنون استفاده از این حشره‌کش به دلیل سمیت شدیدی که برای مهره‌داران دارد، در فرانسه ممنوع شده است. استفاده از چنین حشره‌کشی نیاز به ماسک و دربرداشتن لباس نفوذناپذیر به هنگام پاشیدن محصول دارد. این ترکیب از طریق پوست وارد بدن می‌شود. LD_{50} که همان واحد رسمی برای تعیین سمیت است (یعنی مقدار سم لازم که طی ۲۴ ساعت، ۵۰ درصد از حیوانات مورد آزمایش را می‌کشد)، نشان‌دهنده‌ی این مطلب است که در میان حشره‌کش‌ها، بلادان سمی‌ترین ماده برای پستانداران و در نتیجه برای انسان است و از فسژن، گازی که در جنگ جهانی اول و به مقیاس وسیع در جنگ ایران و عراق به کار رفت، سمی‌تر است. میان حشره‌کش‌های آلی فسفردار، می‌توان از موادی چون شرادان، دیمفوکس و آلدیکارب نام برد. ماده‌ی اخیر سمی‌ترین حشره‌کشی است که تا کنون در جهان به کار می‌رود. سمیت این مواد در حدی است که می‌توان آن‌ها را یک جنگ‌افزار شیمیایی ابتدایی فرض کرد؛ چرا که برخلاف گازهای جنگی می‌تواند در اختیار همگان قرار گیرد.

دیمفوکس، حشره‌کشی است که در کشت رازک به کار می‌رود؛ ولی در بسیاری از مناطق استوایی جهان سوم نیز به ویژه در کشت کاکائو و قهوه مصرف می‌شود. در حال حاضر سمی‌ترین حشره‌کشی که کاربردی رایج در کشاورزی دارد، از نوع ترکیب‌های آلی فسفردار نیست؛ بلکه یک کاربامات به نام آلدیکارب است. این حشره‌کش، همانند حشره‌کش‌های آلی فسفردار قبلی به خانواده‌ی حشره‌کش‌های متداول تعلق دارد. این خانواده از ضدآفات، از طریق ریشه و برگ جذب

۴- انواع عوامل شیمیایی

مواد شیمیایی که تا قبل از جنگ جهانی اول مورد استفاده قرار می‌گرفتند، به‌عنوان سلاح شیمیایی کلاسیک لقب می‌گیرند. آن‌ها مواد شیمیایی به نسبت ساده‌ی صنعتی هستند. به‌عنوان مثال؛ فسژن (عامل خفه‌کننده) می‌باشد که به چشم‌ها و دستگاه تنفسی آسیب می‌رساند. این ماده در صنعت به‌عنوان یک ماده‌ی کلره‌کننده استفاده می‌شود، مثال دیگر هیدروژن‌سیانید (عامل خون) است. این ماده از ورود اکسیژن به بافت‌ها جلوگیری می‌کند؛ ولی امروز به صورت گسترده در صنعت بسپارهای آکریلیک استفاده می‌شود. استفاده‌های صنعتی بسیاری از عوامل شیمیایی کلاسیک توسط انجمن سلاح‌های شیمیایی، قانونی شناخته شده و گسترش زیادی در صنایع مرتبط با حشره‌کش‌ها و سموم گیاهی داشته است.

۴-۱- عوامل تاول‌زا

این گروه از مواد، جزء گروه سلاح‌های شیمیایی کلاسیک طبقه‌بندی می‌شوند. اگر چه این مواد دارای خواص کشندگی نیستند، ولی باعث ایجاد تاول‌های دردناکی می‌شوند که نیاز جدی به درمان دارد. گاز خردل یکی از گازهای معروف این دسته است که از نظر مصرف در بین کشورها به دلیل استفاده‌ی آسان شایع می‌باشد. این گاز به دلیل استفاده‌ی آسان، کم‌هزینه بودن، ویژگی‌های قابل پیش‌بینی و اثر بی‌علامت، در ابتدای آلودگی سردسته یا شاه‌کلید عوامل شیمیایی است. بعد از آلوده شدن به گاز خردل تا حدود ۴ تا ۵ ساعت، هیچ علامتی مشاهده نمی‌شود؛ البته بعد از این مدت، علامت‌ها یکی پس از دیگری ظاهر می‌شود. برخی از کشورها برای اثر سریع گاز خردل آن را به همراه لویزیت که یک ماده‌ی آرسینه است، استفاده می‌کنند.

۲-۴- عوامل اعصاب

این دسته از مواد، توسط آلمان‌ها در سال ۱۹۳۰ کشف و در طی جنگ جهانی دوم گسترش یافت. در سال ۱۹۳۶، در طی پژوهش‌های انجام‌شده بر روی حشره‌کش‌ها، ماده‌ای جدید به نام تابون با کد اختصاری جی-ای کشف شد. دو سال بعد از کشف تابون، ماده‌ای که ده برابر سمی‌تر از تابون بود، به نام سارین کشف شد. گازهای اعصاب مایع هستند و آنزیم استیل‌کولین‌استراز را که برای ایجاد پیام عصبی لازم است، مهار می‌کنند. مشابه حشره‌کش‌ها، این مواد در میزان کم باعث مرگ می‌شوند.

عوامل اعصاب به‌طور کلی به دو دسته‌ی جی و وی تقسیم می‌شوند. اگرچه دارای ساختارهای متفاوتی هستند، اما همگی دارای اثرات یکسانی می‌باشند.

بعد از سال ۱۹۶۰ شاهد پیشرفت در عوامل غیرکشنده هستیم. این ترکیب‌ها، غشاهای مخاطی را تحریک کرده و به نام عوامل ناتوان‌کننده شناخته می‌شوند. گازهای اشک‌آور جزء این گروه ترکیب‌ها می‌باشند. بعد از استنشاق این مواد، مجاری تنفسی تحریک شده، باعث عطسه‌های متوالی می‌گردد. با ورود این مواد به چشم و آب‌کافت شدن این ترکیب‌ها، پایانه‌های عصبی چشم تحریک شده و باعث ریزش اشک می‌شوند.

۳-۴- سلاح‌های شیمیایی مضاعف

به استفاده از مواد شیمیایی سمی توسط مخلوط کردن سریع دو ترکیب قبل از استفاده، اطلاق می‌شود. در این سلاح‌ها نیازی به استفاده از ماده‌ی شیمیایی جدیدی نیست.

۵- تقسیم‌بندی کامل عوامل شیمیایی

از نظر نظامی گازهای شیمیایی به شش گروه تقسیم می‌شوند:

- عوامل سمی کشنده
- عوامل ناتوان‌کننده
- عوامل کنترل اغتشاش
- عوامل دودزای نظامی
- عوامل ضدگیاه
- شعله‌ها و آتش‌ها

در این کتاب به مطالعه‌ی برخی از عوامل می‌پردازیم و از بررسی کردن گروه‌های دیگر خودداری می‌کنیم.

۵-۱- عوامل سمی کشنده:

الف - عوامل تاول‌زا:

۱. خردل‌ها

۲. آرسنیک‌ها

۳. گزندها

ب- عوامل خون:

۱. آرسین SA

۲. هیدروژن سیانید AC

۳. سیانوژن کلرید CK

ج- عوامل اعصاب:

۱. عوامل سیری G

۲. عوامل سیری V

د- عوامل خفه‌کننده:

۱. فسژن CG

۲. دی فسژن DP

۵-۱-۱- عوامل تاول‌زا:

این گروه را به راحتی می‌توان به سه زیرگروه تقسیم کرد:

۱. خردل‌ها

۲. آرسنیک‌ها

۳. گزندها

این عوامل بیش‌تر به صورت مایع می‌باشند. اثر آن‌ها پایدار است و وزن آن‌ها به نسبت هوا زیاد می‌باشد. این مواد به‌طور معمول موجب مرگ آبی نمی‌شوند و فرد را ناتوان می‌کنند.

نحوه‌ی ورود و چگونگی تأثیر:

این عوامل در محل آلوده، سلول‌ها را تحریک کرده، موجب ایجاد زهر سلولی می‌شوند. این مواد در حالت مایع و گاز قدرت نفوذ به دیواره‌ی سلولی، چوب، چرم، رنگ و غیره را دارند و فقط در تماس با موادی مانند شیشه، فلز و کاشی، قدرت خود را از دست می‌دهند.

۵-۱-۱-۱- خردل و علایم مسمویت

HN-HD-Q-T؛ مایع روغنی زرد و سیاه‌رنگ با بوی سیر یا پیاز که به چشم، پوست و مجاری تنفسی آسیب می‌رساند. پایداری این ماده حدود ۳۶ ساعت است. در آب به تدریج هیدرولیز و به سرعت اکسید شده، توسط آهک کلردار به سولفوکسید که ترکیبی با سمیت کم‌تر است، تبدیل می‌گردد. این واکنش‌ها در اثر برخی شرایط، ممکن است ناقص باشند، به‌طوری که در یک حادثه‌ی مربوط به گاز خردل به سال ۱۹۵۰ در آلمان نشان داده شد، حاکی که به گاز خردل آلوده شده بود، با وجودی که به‌طور کامل و چندین مرتبه، با آهک کلردار و آب مورد سم‌زدایی قرار گرفت، حتی تا دو هفته پس از آلودگی، هنوز حاوی مقدار جزیی از گاز خردل بود.

در جنگ شیمیایی، گاز خردل شاید بیش‌تر به‌عنوان ایجادکننده‌ی آسیب‌های تماسی دیرپای مصرف شود. برای این منظور با پاشیدن مایع آن روی زمین، مزارع و وسایل، باعث تولید آلودگی می‌گردد. در هوای گرم، مقدار قابل توجهی از مایع پاشیده‌شده، تبخیر می‌شود و چون بوی چندانی ندارد، ضایعات پوستی و تاول‌ها، بعد از مدتی تأخیر ظاهر می‌گردند، شخص بدون آگاهی از مواجهه، ممکن است دُز صدمه‌زا را جذب نماید. تأثیرهای پنهان‌کارانه‌ی آن، جاذبه‌ی نظامی زیادی دارد. با این حال، صدمه‌ی حاد آن، حتی در غلظت‌های بالا، کم‌تر از ماده‌ی VX است؛ زیرا اثرات سمی، خفیف‌تر و با تأخیر بیش‌تری ظاهر می‌گردد.

علائم مسمومیت با عوامل خردل:

۱. بعد از حدود ۳ الی ۶ ساعت در محل آلوده، سوزش و خارش ایجاد می‌شود و لکه‌های قرمز ظاهر می‌گردد.
۲. بعد از ۱ الی ۲ روز، تاول‌ها نمایان می‌شود. از به‌هم پیوستن تاول‌های کوچک، تاول‌های بزرگ پدید می‌آید.
۳. در صورت ورود این عوامل از طریق دستگاه گوارشی یا تنفسی، باعث ایجاد مشکلات تنفسی و گوارشی خواهند شد. این عوامل در صورت ورود به بدن خطراتی مانند عوامل خفه‌کننده را ایجاد می‌کنند.
۴. اگر درصد این مواد در محیط زیاد باشد، بر روی حس بینایی اثرات دائمی مانند کوری خواهد گذاشت.
۵. افراد مصدوم پس از تماس با این مواد، احساس می‌کنند که موادی مانند شن و ماسه درون چشم آن‌ها رفته است.

۵-۱-۱-۲- آرسنیک و علائم مسمومیت

MD-ED-PD-L؛ مایع قهوه‌ای‌رنگ با بوی گل شمعدانی، به چشم، پوست و مجاری تنفسی آسیب می‌رساند و چند ثانیه پایدار است.

در قرن بیستم، آرسنیت سرب به‌عنوان یک آفت‌کش برای درختان میوه به خوبی مورد استفاده قرار گرفت، استفاده از آن در افرادی که به این کار اشتغال داشتند، ایجاد آسیب‌های عصب‌شناسی کرد و آرسنیت مس در قرن نوزدهم به‌عنوان عامل رنگ‌کننده در شیرینی‌ها به کار رفت. آرسنیک‌تری‌اکسید در خون‌شناسی برای درمان بیماران سرطان خون حاد که در برابر ATRA درمانی مقاومت نشان می‌دهند، به کار می‌رود.

علائم مسمومیت با آرسنیک‌ها:

آرسنیک‌ها علاوه بر تاول‌زدن عوارضی مانند بزرگ‌شدن ریه، اسهال، بی‌تابی، ضعف، کاهش حرارت بدن و کم‌شدن فشار خون را در پی دارند. لازم به ذکر است که سرعت بروز تاول‌های آرسنیک، چند دقیقه است که این امر در مورد خردل‌ها، چند روز به طول می‌انجامد.

۵-۱-۱-۳- گزندها و علائم مسمومیت

CX؛ جامد خاکستری با جلای فلزی که بوی تند و نامطبوعی دارد و اثرات سوء خود را بر روی چشم، پوست و مجاری تنفسی می‌گذارد. پایداری آن حدود یک ساعت است.

معروف‌ترین عامل گزندها CX است. این عامل در صورت تماس با بدن، باعث سوزشی مانند گزش حشرات می‌شود. در حالت طبیعی این عامل در طبیعت در ۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به صورت مایع بوده، رنگی تیره و روغنی دارد.

علائم مسمومیت با گزندها:

۱. به موجب تماس با بدن، موجب درد فوری می‌شود.
۲. در عرض چند ثانیه، محل آلودگی مانند گزیدگی زنبور می‌شود.
۳. محل آلوده، سفید و درون آن قرمز می‌شود.

۴. بعد از ۱۴ ساعت، نقطه‌ی سفید به قهوه‌ای تغییر رنگ می‌دهد و بعد از آن به زخم تبدیل می‌شود.

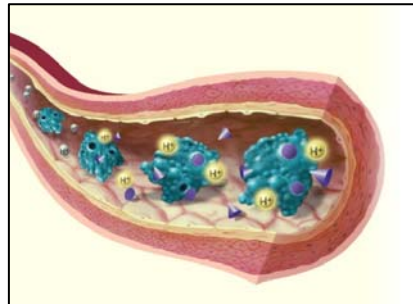
۵-۱-۲- عوامل خون

این مواد به‌طور معمول به صورت گاز یافت می‌شوند. اثر آن‌ها خیلی سریع یا آنی است. از هوا سنگین‌تر هستند و در صورتی که مقدار آن‌ها زیاد باشد، موجب مرگ فوری می‌شوند.

نحوه‌ی ورود و چگونگی تأثیر:

این مواد از طریق مجاری تنفسی وارد شش‌ها شده، به همراه خون تا سطح بافت‌ها می‌روند. در سطح بافت این مواد مانع از جذب اکسیژن توسط بافت شده و این امر باعث خفگی سلول می‌شود.

همان‌طور که از نام این مواد مشخص است، اثرات ابتدایی این مواد بر روی دستگاه گردش خون و دستگاه تنفسی می‌باشد. اولین علامت تنفس این گازها، تغییر در سرعت تنفس و ضربان قلب می‌باشد. از دیگر علائم این گازها سوزش در ناحیه چشم و دستگاه تنفسی است. پس از استنشام این گازها، اکسیژن در خون زیاد شده و موجب بروز رنگ سرخی در لب‌ها و پوست می‌شود. در موارد شدیدتر این سرخی در چشم‌ها، ناخن‌ها و در صورت ادامه پیدا کردن، موجب سرخی تمام بدن می‌شود. در نهایت این گازها موجب تشنج، اغماء و مرگ می‌شوند.



شکل ۳: اثر عوامل خون بر روی دستگاه تنفس

۵-۱-۲-۱-۱-انواع عوامل خون

۵-۱-۲-۱-۱-هیدروژن سیانید: $H-C\equiv N$

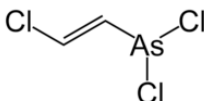
مایع بی‌رنگ با بوی بادام تلخ که بسیار ناپایدار است و به چشم، پوست و مجاری تنفسی آسیب می‌رساند.

۵-۱-۲-۱-۲-سیانوژن کلرید (CK): $N\equiv C-Cl$

به صورت مایع و گاز بی‌رنگ با بوی هسته‌ی هلو است که ناپایدار آنی می‌باشد. اثرات نامطلوب خود را بر روی چشم و مجاری تنفسی می‌گذارد.

۵-۱-۲-۱-۳-آرسین (SA):

گاز بی‌رنگ که ناپایدار آنی است و چشم و مجاری تنفسی را مصدوم می‌کند.



۵-۱-۳-عوامل اعصاب

این عوامل بیش‌تر به حالت مایع و گاز و به صورت بی‌رنگ می‌باشند. ماده‌ی اصلی آن‌ها بویی ندارد؛ ولی ناخالص آن‌ها دارای بوی سیب، میوه، شکلات و کافور می‌باشد. سنگین‌تر از هوا هستند. آن‌ها موادی غیرپایدار بوده و اثر خود را سریع نشان می‌دهند. این عوامل بر روی چشم و پوست نیز اثر سوء دارند.

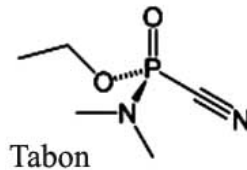
نحوه‌ی ورود و چگونگی تأثیر:

از طریق مجاری تنفسی و پوست وارد بدن شده، باعث ایجاد اختلال در سیستم عصبی فرد می‌شود و در نهایت به دنبال فلج

دستگاه عصبی، خفگی و مرگ را در پی دارد. علایم مسمومیت، با این گازها، شامل آبریزش بینی، تار شدن دید، احساس فشار در قفسه‌ی سینه و پس از آن حالت تهوع، سردرد، سرگیجه، تعرق شدید، سوزش چشم، آبریزش از چشم، جمع شدن آب در دهان و آبریزش آن، ادرار غیرعادی، انقباض عضلات، نقطه‌ای شدن مردمک چشم، عدم تشخیص فاصله‌ی اجسام، سستی و ضعف، تشنج، اغما و مرگ می‌باشد.

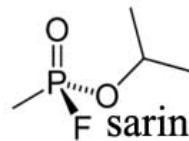
۵-۱-۳-۱-۵- تابون

GA؛ گاز و مایع مایل به قهوه‌ای، با بوی میوه که بسیار ناپایدار می‌باشد. به چشم، پوست و مجاری تنفسی آسیب می‌رساند.



۵-۲-۳-۱-۵- سارین

GB؛ مایع بی‌رنگ، بی‌بو و ناپایدار آبی است. بر روی چشم و مجاری تنفسی اثر سوء دارد.

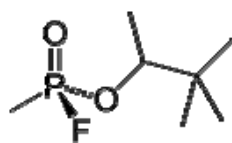


در جنگ شیمیایی، سارین را می‌توان برای ایجاد آسیب‌های کوتاه‌مدت تنفسی به کار برد. در مناطق گرمسیر، سارین چنان فرار است که غلظت‌های بخار شده‌ی کشنده، به راحتی حاصل می‌شود، ولی به‌طور کلی غلظت‌های قابل انتقال از راه هوا را می‌توان با پاشیدن سارین به صورت آئروزول که به سرعت بخار می‌شود، افزایش داد. این

کار به آسانی با قرار دادن یک چاشنی انفجاری سنگین در اسلحه میسر است. هر مقدار سارین که به فوریت تبخیر یا آئروزل نشود، به زودی بر روی زمین رسوب نموده، ایجاد آسیب تماسی خواهد کرد و سپس با سرعتی که تحت تأثیر درجه‌ی حرارت زمین است، بخار می‌گردد تا آسیب‌های تنفسی را تشدید نماید.

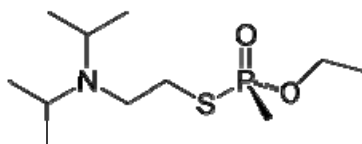
۵-۱-۳-۳- سومان

GD؛ مایع بی‌رنگ و ناپایدار آبی، با بوی کافور که اثرات نامطلوب خود را بر روی چشم و مجاری تنفسی می‌گذارد.



۵-۱-۳-۴- وی‌ایکس

VX؛ مایع بی‌رنگ و ناپایدار آبی که به چشم و مجاری تنفسی آسیب می‌رساند.



این مواد ابتدا در سال ۱۹۵۵ به‌عنوان حشره‌کش تهیه شدند و از نوع حشره‌کش‌های نوع آمیتون^۱ بودند. متون غیرمحرمانه، حاوی اطلاعات کمی در مورد V-Agentها می‌باشند، ولی منطقی به نظر می‌رسد که تصور شود خواص سم‌شناسی آنها از لحاظ کیفی به

1 - Amiton-type

حشره‌کش‌های نوع آمیتون شبیه است. ماده VX به‌عنوان سمی‌ترین و به مراتب قوی‌تر از سم سارین تلقی شده است. در جنگ شیمیایی، VX می‌تواند برای ایجاد آسیب‌های تماسی دیرپا از طریق آلودگی زمین، روییدنی‌ها و وسایل و یا برای تولید آسیب‌های تنفسی کوتاه‌مدت به کار رود. برای ایجاد آسیب‌های تنفسی می‌بایستی به صورت یک آئروسول ریز به کار رود، زیرا فاقد قدرت تبخیری برای تأمین یک غلظت بخار عملیاتی کشنده است. اسپری درشت مایع برای آلوده‌سازی زمین یا حمله‌ی پوستی بسیار مؤثر است، ولی برای آسیب‌های تنفسی لازم است که اسپری حاوی قطرات بسیار ریز باشد. اشغال زمینی که به‌وسیله‌ی VX با تراکم ۰٫۵ تا ۵ میلی‌گرم بر متر مکعب آلوده شده است، بدون لباس حفاظتی یا روش‌های آلودگی‌زدایی، به شدت خطرناک است.

۵-۱-۴- عوامل خفه‌کننده

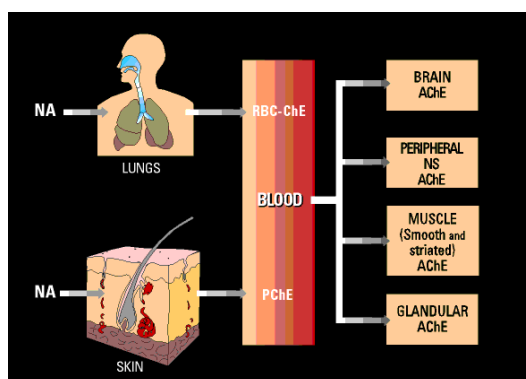
گازهای این گروه همه از هوا سنگین‌تر هستند. به‌طور معمول بر روی پوست اثر سوء ندارند و در صورتی که غلظت آن‌ها زیاد نباشد، موجب مرگ آنی نمی‌شوند.

نحوه‌ی ورود و چگونگی تأثیر:

این مواد از طریق مجرای تنفسی وارد شش‌ها شده، با رطوبت موجود در شش‌ها ترکیب می‌شوند و به کلریدریک‌اسید و گاز کربنیک تبدیل می‌شوند. اسید حاصل، باعث تخریب سطح داخلی شش‌ها و در نهایت منجر به خفگی می‌شود.

علائم مسمومیت این گازها شامل سرفه‌ی شدید، تهوع، سردرد، تنفس کوتاه و دردناک و خروج پلاسمای خون از دهان می‌باشد. این علائم به‌طور معمول، پس از ۲ الی ۳ ساعت به وجود می‌آید. در

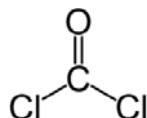
صورتی که غلظت این مواد زیاد باشد، زمان ظهور علائم وجود نخواهد داشت؛ بلکه مصدوم دچار مشکل تنفسی شده و در مدت زمان کوتاهی بیهوش می‌شود و در بیش‌تر مواقع در زمان بیهوشی می‌میرد.



شکل ۴: نحوه‌ی اثر عوامل خفه‌کننده

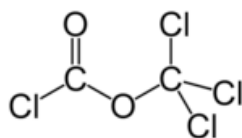
۵-۱-۴-۱- فسژن

CG؛ گاز بی‌رنگ با بوی سبزی تازه که به مجاری تنفسی و چشم آسیب می‌رساند. پایداری این گاز ۱۲ تا ۲۴ ساعت است.



۵-۲-۴-۱- دی‌فسژن

DP؛ مایع بی‌رنگ با بوی علفه‌ی تازه که اثرات سوء آن بر روی چشم و مجاری تنفسی می‌باشد. پایداری این گاز ۴ تا ۸ ساعت است.



۶- مشخصات جنگ‌افزارهای شیمیایی دوترکیبی

جنگ‌افزارهای شیمیایی دوترکیبی یک نوع جنگ‌افزار جدید می‌باشد که ساختمان آن از دو نوع ماده‌ی شیمیایی تشکیل شده است. این مواد که هر یک از آنها به تنهایی سمی نیستند، در دو محفظه‌ی جداگانه قرار می‌گیرند و فقط موقعی مرگ‌بار می‌شوند که این مواد با هم ترکیب گردند؛ این زمانی است که موشک یا گلوله‌ی توپخانه و یا بمب به طرف دشمن در حرکت است. در این موقع است که هر دو ماده در مدت چند ثانیه با یک‌دیگر ترکیب می‌شوند و سپس در اثر فعل و انفعالات شیمیایی، به یک ماده‌ی سمی جنگی از نوع عصبی بسیار قوی تبدیل می‌گردند؛ به ویژه آن‌هایی که از گروه ترکیب‌های فسفوری و از موادی مانند سارین یا V و VX باشند.

در اثر مسمومیت‌های حاد بر اثر جنگ‌افزارهای شیمیایی دوترکیبی، به علت اثرات زیست‌شیمیایی، دو نوع علامت کامل ظاهر می‌شوند:

۱. اثرات بدنی و عضلانی:

علائمی مانند ارتعاش چشم‌ها، انقباض نای، دل‌درد و تهوع، رنگ‌پریدگی، جاری شدن ادرار و مدفوع و گرفتگی عضلات ظاهر می‌شود.

۲. تأثیر بر روی سیستم مرکزی اعصاب:

لرزش، سرگیجه و سردرد از جمله علائم اصلی به‌شمار می‌روند و تا حدی افزایش می‌یابند که برای فرد غیرقابل تحمل می‌شوند. همراه با بیهوشی، احساس ترس، ناراحتی در صحبت و عدم تعادل و در نهایت انسداد مرکز تنفس، مرگ فرا می‌رسد. اثرات این مواد به حدی زیاد است که حتی در صورت هرگونه اقدام پزشکی و نجات بیمار، اثرات دراز مدت آن پس از سال‌ها پدیدار می‌شود.

به‌طور خلاصه، جنگ‌افزارهای شیمیایی که در اوایل از ترکیب‌های ساده‌ی سمی تشکیل شده بودند، هم‌اکنون به علت پیشرفت‌های علمی و صنعتی و درخواست‌های جدید نظامی، متحول و دگرگون گردیده‌اند. مواد جنگی جدید که دارای کیفیت بالایی هستند، همراه با وسایل پرتاب‌کننده‌ی پیشرفته، ضمن آن که مکمل یک‌دیگر هستند، سبب می‌شوند تا کارایی و یا تأثیر مواد شیمیایی در آماج‌های دوردست افزایش یابد.

۷- سموم شیمیایی، سلاحی دیگر در جنگ‌ها

سم^۱ ماده‌ای است که بر اثر مواد شیمیایی، حتی در مقادیر کم، به بدن انسان و حیوانات آسیب رسانیده، سلامتی را از بین برده، حتی موجب مرگ می‌شود. اثر سم می‌تواند موضعی باشد و یا پس از عبور از پوست و وارد شدن آن در خون انجام پذیرد. برحسب مقدار واردشده به بدن، سم می‌تواند مهلک باشد (دُز مؤثر مهلک) و یا آسیب‌های جدی به بدن برساند (دُز مؤثر درمانی) و یا بدون اثر باقی بماند (دُز بی‌اثر). ماده‌های مؤثر نام‌برده، حتی در مورد سم‌هایی با مواد شیمیایی یکسان، اعتبار مطلق نداشته، بلکه علاوه بر نحوه‌ی مصرف به نوع، سن، جنس و حساسیت موجود زنده بستگی دارد.

برخی مواد جزء سم‌ها محسوب نمی‌شوند؛ ولی پس از ورود به بدن موجود زنده، طی واکنش‌های پیچیده به ماده‌ی سمی تبدیل می‌شوند، مانند هگزامتیلن‌تترآمین غیرسمی که در بدن انسان بعد از یک‌سری تغییرات شیمیایی به فورمالدهید تبدیل می‌شود. این ماده برای بدن انسان به شدت سمی است.

1 - poison

۷-۱- تقسیم‌بندی بر اساس ماهیت شیمیایی

۱. سموم معدنی: شامل سم‌های معدنی طبیعی مانند: هیدروژن سولفید، کربن مونوکسید و سم‌های معدنی مصنوعی مانند: جیوه (II) کلرید و هم‌چنین نمک‌های تالیم و سرب می‌باشند.
۲. سموم آلی: شامل سم‌های آلی گیاهی مثل آکونیتین و سم‌های حیوانی مانند سم مار می‌باشند. سم‌های آلی مصنوعی در طبیعت وجود نداشته، ولی به‌طور مصنوعی تهیه می‌شوند؛ مثل سلاح‌های کارزار شیمیایی، گاز خردل، گاز اعصاب و یا انواع آفت‌کش‌ها و قارچ‌کش‌ها.

۷-۲- تقسیم‌بندی بر مبنای محل کاربرد و نوع آسیب

۱. سم‌های چشم: این سم‌ها تحریک‌های گوناگونی را در اعضای چشم به وجود می‌آورند؛ مانند: ترکیب‌های برم، آمونیاک، کلر، فورمالدهید، آتروپین، دی‌متیل سولفات، کوکائین، دی‌نیتروفلن، تتراهیدرونتالین و نفتول.
۲. سم‌های خون: این سم‌ها موجب همولیز گلبول‌های قرمز خون می‌شوند؛ مثل آرسین، گلیکول‌ها، فسژن و سم مار و یا از سوخت‌وساز هموگلوبین خون جلوگیری می‌کنند؛ مانند: آنیلین، کلرات‌ها، نیتريت‌ها، سولفیت‌ها. سم‌های خون گاهی نیز در مسیر خون‌سازی اختلالاتی به وجود می‌آورند؛ مثل مشتق‌های آنیلین، بنزول، دی‌نیتروفلن، سولفونامیدها و مواد پرتوزا.
۳. سم‌های آنزیم‌ها: این سم‌ها انواع گوناگون دارند، برخی از آن‌ها موجب ته‌نشینی پروتئین‌ها می‌شوند؛ مثل نمک فلزهای سنگین. ولی برخی دیگر خاصیت بازدارندگی ویژه‌ای از خود بروز می‌دهند؛ مانند استیل‌آمینو-تیادی‌آزول سولفونامید، که روی آنزیم کربوکسیداز اثر می‌کند.

۴. **سم‌های پوست:** سم‌های مزبور انواع گوناگونی دارند و برخی باعث از بین رفتن رنگ‌دانه‌ی پوست می‌شوند؛ مثل ترکیب‌های آرسنیک و نقره. برخی دیگر شرایط ریزش مو را فراهم می‌کنند؛ مثل آرسنیک‌تریوکسید و کلروپرن. سم‌های پوست را گاهی به‌عنوان سلاح کارزار به کار می‌برند؛ مانند: دی‌کلردی‌اتیل‌سولفید (ایپریت) و کلرونیل‌آرسین‌دی‌کلرید (لوزیت).

۵. **سم‌های دستگاه گردش خون:** این سم‌ها انواع متعدد دارند: برخی موجب اختلال در ضربان قلب می‌شوند؛ مثل بنزول و کلروفورم. برخی دیگر به‌طور مستقیم و یا غیرمستقیم از راه گردش خون، روی عضله‌ی قلب اثرات ناهنجار به جا می‌گذارند؛ مانند: آکونیتین، آرسنیک، نمک‌های باریم، بنزین، بنزول، کینین، کلروفورم و متانول.

از سوی دیگر برخی سم‌ها، آسیب‌های جبران‌ناپذیری به رگ‌ها وارد می‌کنند؛ برای مثال می‌توان از آرسنیک‌تریوکسید و روغن خردل نام برد. سم‌های قلب گاهی تنگی بیش از حد رگ‌ها را به دنبال دارند؛ مثل نیکوتین، آدرنالین، نمک‌های سرب و باریم. سرانجام نیتريت‌ها، گلیسییرین نیترات، سم‌های مار و قارچ‌ها موجب گشادی رگ‌های قلب می‌شوند.

۶. **سم‌های کبد:** این سم‌ها در کبد انباشته و عملکرد درست سلول‌های کبدی را با اشکال مواجه می‌سازند که در نتیجه در سوخت‌وساز عمومی بدن تأثیر گذاشته، بیماری‌هایی از قبیل یرقان، ورم کبدی و ... را باعث می‌شوند؛ برای مثال می‌توان از بنزن، کلر، بنزول، کلروفورم، دی‌نیتروفلن، فسفر و سم قارچ نام برد.

۷. **سم‌های دستگاه تنفس:** این سم‌ها آسیب‌های جبران‌ناپذیری به بافت‌های ریه می‌رسانند و ممکن است به صورت ترکیب‌های گوناگون

شیمیایی، مانند آمونیاک، کلر، برم، فلورین و غیره وارد ریه‌ها شوند. نیکوتین، دوده و آزیست نیز جزو سم‌های ریه محسوب می‌شوند.

۸. سم‌های دستگاه اعصاب: این سم‌ها از راه پوست، تنفس و یا گردش خون وارد دستگاه اعصاب شده، اختلالاتی مانند فلج کردن مراکز مغز، سرگیجه و بیهوشی مفرط به وجود می‌آورند. سم‌های اعصاب به‌طور معمول، به حالت گاز وجود دارند؛ مانند اتر، کلروفرم، انواع الکل‌ها و غیره. برخی سم‌های دستگاه اعصاب به‌عنوان سلاح کارزار، اهمیت نظامی دارند؛ عمده‌ترین آن‌ها استرهای فسفریک‌اسید می‌باشند.

۷-۳- تقسیم‌بندی سموم برمبنای کاربرد آن‌ها

۱. ضدسم‌ها (آنتیدوت‌ها): موادی که به هنگام مسمومیت، برای جلوگیری، تضعیف و یا خنثی کردن اثر سم‌ها به کار می‌روند و نقش متفاوتی را در مورد بیماران به عهده دارند. برخی از ضدسم‌ها، بیمار را وادار به استفراغ می‌کند؛ مثل آپومورفین و محلول مس‌سولفات. برخی دیگر به‌عنوان مسهل عمل کرده و تعدادی نیز از طریق جذب عمل می‌کنند؛ مانند زغال حیوانی که به هنگام مسمومیت با آلکالوئیدها، اغذیه و فلزهای سنگین مصرف می‌شود.

هم‌چنین برخی آنتیدوت‌ها بر مبنای یک واکنش شیمیایی با پروتئین‌ها عمل می‌نمایند؛ مثل تخم‌مرغ و شیر که به هنگام مسمومیت با اسیدها و فلزهای سنگین مصرف می‌شوند. گروهی از ضدسم‌ها بر مبنای واکنش شیمیایی ویژه‌ای عمل کرده، به‌طوری که سم را به حالت‌های غیرمحلول و یا غیرسمی تبدیل می‌کنند. محلول سدیم‌سولفات، ترکیب‌های محلول و سمی باریم و سرب را به مواد غیرمحلول و غیرسمی باریم و سرب‌سولفات تبدیل می‌کند.

آنتی‌دوت‌هایی وجود دارند که عملکردشان روی تأثیرهای دارویی و میکروپزشناسی استوار است.

۲. سلاح‌های کارزار: این سلاح‌ها، برخلاف کلیه موازین انسانی و حقوق بین‌المللی، از سوی برخی کشورها در میدان‌های کارزار به کار برده می‌شوند. سلاح‌های مزبور علاوه بر سست کردن روحیه نبرد طرف مقابل، آسیب‌های جبران‌ناپذیری بر محیط زیست انسان‌ها وارد می‌نمایند؛ به طوری که توأم با محو گیاهان و جانوران، زمین‌های کشاورزی را نیز نابود می‌سازند. سلاح‌های کارزار می‌توانند از نوع شیمیایی، مانند: گاز خردل و گاز اعصاب، بیولوژیکی، مثل باکتری‌ها، ویروس‌ها و میکروپها و یا حتی رادیولوژیکی، مانند: فضولات واکنش‌های هسته‌ای باشند.

۳. سم شکار: اکثر این سم‌ها منشأ گیاهی دارند و عملکرد آن‌ها بیش‌تر روی زخمی کردن پوست استوار می‌باشد. به محض وارد شدن در بدن شکار، آن را مسموم و شرایط مرگ او را به سرعت فراهم می‌کنند؛ مانند سم پیکان و سم ماهی مثل استروفانتین و استریکنین.

۴. انواع داروها: مانند آرسنیک‌تریوکسید، که در دندانپزشکی و جیوه (II) کلرید که برای کشتن باکتری‌ها به کار می‌رود. این داروها در صورت عدم مراعات موازین طبی، اثرات بسیار مهلکی از خود به جا می‌گذارند.

۵. سم‌های مخدر: از قبیل کوکائین، مورفین و ...

۶. سم‌های خرابکاری: مثل سم‌های گیاهی

۸- پیام‌دهنده‌های شیمیایی حشرات

پیام‌دهنده‌های شیمیایی، موادی هستند که یک موجود زنده می‌تواند آن‌ها را در محیط خود دریافت کند و براساس آن‌ها، رفتار و یا

فیزیولوژی خود را تغییر دهد. پژوهش بر روی جذب‌کننده‌های حشرات در طول قرن کنونی شروع شد؛ ولی اولین ماده‌ی این دسته، یعنی بامبی را بعد از ۲۰ سال پژوهش، نتوانستند جدا کنند. امروزه با استفاده از روش‌های طیف‌بینی جرمی و کروماتوگرافی گازی می‌توانند ساختار یک پیام‌دهنده‌ی شیمیایی را در مدت چندین ماه تعیین کنند.

۸-۱- تقسیم‌بندی پیام‌دهنده‌های شیمیایی

پیام‌دهنده‌های شیمیایی به‌طور معمول به دو گروه تقسیم می‌شوند:

- دسته‌ی اول: آن‌هایی هستند که بین اعضای گونه‌های یکسان عمل می‌کنند و به نام فرمون‌ها معروف هستند.
- دسته‌ی دوم: بین گونه‌های مختلف عمل می‌کنند و دگرشیمیایی نامیده می‌شوند. این دسته به دو نوع تقسیم می‌شوند: گونه‌ی اول **آلومون‌ها**، پیام‌دهنده‌های شیمیایی که مطلوب نشرکننده‌ها می‌باشند. دسته‌ی دیگر **کایرومون‌ها** که مطلوب جذب‌کننده‌ها هستند. بسیاری از پیام‌دهنده‌های شیمیایی در چند طبقه قرار می‌گیرند. برای مثال، زنبورهای عسل به‌وسیله‌ی بوی گل، به طرف آن جذب می‌شوند و با گرفتن شهد از آن سود می‌برند. تصور عمومی از پیام‌دهنده‌های شیمیایی بیش‌تر به فرمون‌های جنسی حشرات محدود می‌شود. این مواد ترکیب‌های شیمیایی فرّاری هستند که به‌وسیله‌ی پذیرنده‌های جنسی ماده‌ها تولید شده، باعث جذب جنس نر می‌شوند. پیام‌دهنده‌های شیمیایی دیگری نیز در طبیعت وجود دارند که به‌عنوان جذب‌کننده‌ی گونه‌های دیگر عمل می‌کنند. ولی این‌ها فقط بخش کوچکی از پیام‌دهنده‌های شیمیایی را تشکیل می‌دهند. برای مثال، در این ارتباط، فرمون‌های نشانه‌گذاری قلمرو، فرمون‌های هشدار و اجتماع وجود دارد؛ در حالی که در گونه‌های اجتماعی نظیر زنبور

عسل موربانه‌ها و بعضی از پستانداران تسریع‌کننده‌ی رشد و یا توقف آن و نیز فرمون‌های تبلیغی وجود دارد.

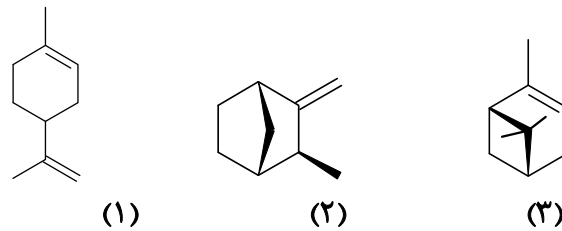
۹- پیام‌رسانی و جنگ شیمیایی در طبیعت

چون آدمیان از طریق سخن گفتن با یک‌دیگر ارتباط برقرار می‌کنند، بنابراین پیام‌رسانی شیمیایی فراموش شده است. این پیام‌رسانی در درون عضو موجود زنده نیز وجود دارد که گفتگویی جداگانه را می‌طلبد. ارتباط بین دو موجود زنده و جنگ شیمیایی میان آن‌ها، هنگامی که موجود زنده به دو تیره‌ی گوناگون تعلق داشته باشد، اغلب ارتباط ناخواسته‌ای بین طعمه و شکارچی به وجود می‌آید. برای نمونه، گوشت‌خواران به روش‌های گوناگون به طعمه نزدیک می‌شوند که حضورشان پیش از زمان حمله آشکار نشود.

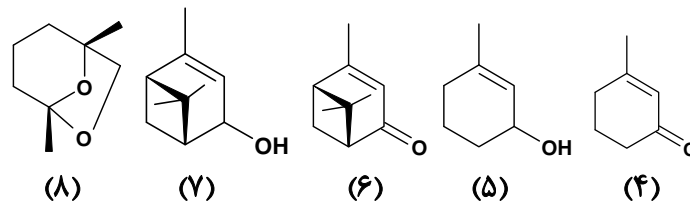
در واقع، جانداران هم به‌طور هم‌زمان از نشانه‌های دیداری و شیمیایی استفاده می‌کنند و طعمه را ردیابی می‌نمایند. این مورد درباره‌ی گون‌های زنبور که شکارچی زنبور عسل هستند، توسط بسیاری از طبیعی‌دانان جهان بررسی و به‌طور کامل روشن شده است. تجربه‌های دشواری برای پاسخ به این پرسش‌ها انجام گرفته است. بی‌تردید شکارچی از راه بینایی طعمه را شناسایی می‌کند و سپس بوی آن را مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌دهد. بنابر آزمایش‌های به عمل آمده، حتی تکه‌های چوب‌پنبه‌ی آغشته به بوی زنبور عسل، سبب می‌شود که شکارچی به سوی آن کشیده شود. اما اگر زنبور عسل را با حلالی آلی شست‌وشو دهند تا بو ندهد، زنبور شکارچی از کنار آن می‌گذرد.

ارتباط بین گیاهان و جانوران نیز به‌طور کامل روشن شده است. پیام‌رسانی بین نوعی حشره به نام اسکارپی و درخت صنوبر از آن جمله

است. این حشره می‌تواند از فاصله دور یک درخت زخمی را توسط سه ترکیب رزینی آلفا-پینین (۱)، کامفن (۲)، لیمونن (۳) شناسایی کند.



حشره‌ی ماده در درخت لانه حفر کرده، درون پوست درخت تخم‌ریزی می‌کند. در این هنگام درخت با قارچی که به‌وسیله‌ی بدن حشره انتقال می‌یابد، آلوده می‌شود. قارچ درون پوست درخت سبب قطع شدن آوندها می‌شود؛ بنابراین آب برای راندن رزین، فشار لازم را پیدا می‌کند. در واقع وسیله‌ی دفاعی اصلی صنوبر به سوی محل زخم درخت سرازیر می‌شود. در مدفوع حشره پنج ماده‌ی شیمیایی وجود دارد که عبارتند از: ۳-متیل-۲-سیکلوهگزن اول (۴)، ۳-متیل-۲-سیکلوهگزن اول (۵)، فرونتالین (۶)، ترانس-وربنال (۷)، و ربنون (۸).



قدرت جاذبه‌ی هریک از این مواد کم است؛ اما مخلوط آن با ترکیب‌های ۱ تا ۳، فرمون یا جاذب‌های شیمیایی اولیه را تشکیل می‌دهد. قدرت جذب یا کشش این مخلوط ۱۵ برابر بیش‌تر از هر یک از رزین‌های موجود در درخت است. متیل‌سیکلوهگزنون به مقدار کم

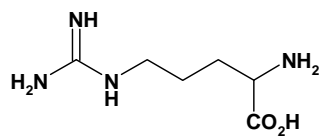
توانایی برقراری جاذبه‌ی خوبی را دارد؛ اما مقدار آن اگر از ۲۰۰ ppm بالاتر رود، سبب دوری جنس مخالف می‌گردد.

در واقع این حشره‌ها بین خود نشانه‌های صوتی و شیمیایی را ردوبدل می‌کنند. از این رو جنس ماده، فاصله‌ی خود را با همسایه حفظ می‌کند. ایجاد چکاچک توسط حشره‌ی ماده در فضا، سبب می‌شود تا جمعیت لاروها در یک نقطه افزایش نیابد. هنگامی که جنس نر به یک محوطه‌ی ورودی گالری می‌رسد و این صداها را می‌شنود، از خود متیل‌سیکلوهگزنون آزاد می‌کند و با ایجاد صداها ناهنجار سبب می‌شود که ترکیب (۵) توسط جنس ماده تولید شود و غلظت آن از ۲۰۰ ppm نیز فراتر رود. بنابراین حشره‌ی نر دیگر از محل دور می‌شود.

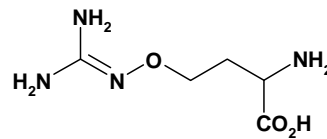
ارتباط بین گیاه و حشره همیشه به زیان گیاه تمام نمی‌شود؛ چون عمل لقاح به‌وسیله‌ی حشره انجام می‌گیرد. با این حال برخورد تهاجمی برای شمیمیدان‌ها جالب‌تر است. گیاهان در یک مکان ثابت هستند و توانایی فرار از محل را ندارند؛ بنابراین به‌طور فیزیکی نمی‌توانند از خود دفاع کنند. پس تنها با ابزار شیمیایی به ستیز دشمن می‌روند.

ساده‌ترین ابزار خانواده‌ی کاج، رزینی است که حشره‌ها را با چسب به دام می‌اندازد. رزین‌ها مخلوطی از دی‌ترین‌ها و منوترین‌ها می‌باشند. دی‌ترین‌ها به‌طور معمول جامد هستند و منوترین‌ها به حالت مایع دیده می‌شوند و نقش حلال را بازی می‌کنند. ابزار دفاعی کامل‌تر اعضای این خانواده، ترکیب‌های سمی هستند. برخی از گونه‌های شبدر در برگ‌های خود نوعی گلیکوزیدسیانید دارند و آنزیم‌های ویژه‌ای را در خود انبار می‌کنند. هنگامی که حلزون، خوردن برگ آن‌ها را آغاز می‌کند، آنزیم‌ها گلیکوزید را تجزیه می‌کند و هیدروسیانیک‌اسید آزاد می‌شود و حلزون را می‌کشد.

برخی از گیاهان برای بقای خود از کاردینوئیدها استفاده می‌کنند که سبب بی‌نظمی در دستگاه گردش خون می‌شود. گونه‌ای از پروانه‌ها، کاردینوئیدها را در بال‌های خود ذخیره می‌کنند. این بال‌ها، رنگ‌های زیبا و زنده با نقش و نگارهای جذاب دارند. با این نشانه‌ها و رنگ‌ها به شکارچی می‌فهمانند که آنچه می‌بیند، خوراکی نیست. اما مرغ انجیرخوار روشی ویژه برای خوردن آن‌ها دارد. به این ترتیب که به جای یک‌باره خوردن آن، ابتدا شکار را تکه‌تکه می‌کند و بخش سینه و شکم آن را می‌خورد و بخش‌های سمی را باقی می‌گذارد. ابزار دفاعی گیاهان بالارونده L-کاناوانین (۹) است. این ترکیب، ساختاری نزدیک به L-آرژنین (۱۰) دارد. که تقریباً سیستم آنزیمی هم‌همی حشره‌ها را به اشتباه می‌اندازد.

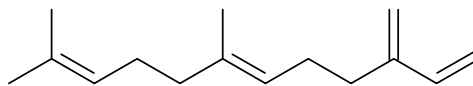


(۹)



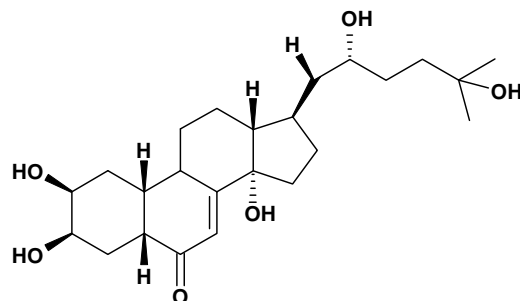
(۱۰)

سیب‌زمینی وحشی سولانوم برتولی، هرگز مورد هجوم عنکبوت سرخ قرار نمی‌گیرد. زیرا به محض آن‌که برگ آن مورد تعرض قرار می‌گیرد، بتافارنسن (۱۱) آزاد می‌شود. که فرمون اعلام خطر است و حشره‌ها را فراری می‌دهد. از سوی دیگر این سیب‌زمینی دارای منافذی است که رزین فنولی ترشح می‌شود و با عمل بسپارش، کرم حشره را در چسب خود غوطه‌ور می‌کند. امروزه کوشش‌ها بر آن است که با روش‌ها و ایجاد تغییرات ژنتیکی، این ویژگی‌ها را برای سیب‌زمینی‌های اهلی هم فراهم کنند.



(۱۱)

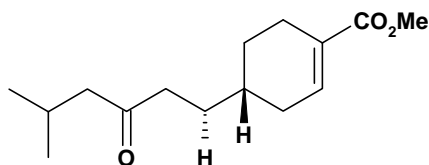
هورمون‌ها پس از چسب سم و فرمون‌ها از جمله‌ی ابزارهای مهم دفاعی به‌شمار می‌آیند. یک دوره‌ی دگردیسی کامل شامل این مراحل است: تخم، لارو، کرم در حال دگرگونی، حشره‌ی بالغ. دگردیسی با دخالت هورمون استروئیدی اکدیزون (۱۲) آغاز می‌شود.



(۱۲)

۹-۱- سازوکار سیستم‌های دفاعی گیاهان

سازوکار بسیاری از سیستم‌های دفاعی گیاهان بر نامنظم کردن سیستم هورمونی حشرات بنا شده است. کاج‌های رزینی آمریکای شمالی که منبع اصلی خمیر کاغذ به‌شمار می‌روند، دارای جاواپیون (۱۳) هستند که در سال ۱۹۶۴ کشف شدند.



(۱۳)

چندین فرمون طبیعی از جوونیل‌ها و هزاران ترکیب مشابه ساخته شده‌اند. از هورمون‌های ساختگی که بیش از همه کاربرد دارند، می‌توان به متوپرن اشاره کرد که از آن برای کشتن حشرات و مگس‌ها استفاده

زیادی شده است. چینی‌ها با بهره‌گیری از هورمون‌ها، توانسته‌اند کرم ابریشم را به تولید انبوه ابریشم برسانند. کشف هورمون‌های حشره، امیدهای فراوانی ایجاد کرد. اما اغلب به نومییدی گرایید؛ زیرا تعداد کمی از آن‌ها تجاری شدند. متوپرن یکی از آن‌ها است. هورمون جوونیل تنها در برابر لاروهایی که آماده‌ی دگرذیسی هستند، کارآیی دارند؛ بنابراین باید در زمان مناسب پخش شوند.

۱۰- انهدام سلاح‌های شیمیایی

به گواه تاریخ، کاربرد کلاسیک جنگ‌افزارهای شیمیایی به سال‌های جنگ جهانی اول باز می‌گردد که طی آن بر اثر کاربرد گازهای فسژن و خردل، حدود ۹۱۰۰۰ نفر جان باختند. با توجه به ویژگی‌های مواد شیمیایی جنگی از جمله پوشش وسیع خواص مصدوم‌کنندگی شدید، افت شدید در روحیه‌ی دشمن و نیاز به نیروی متخصص برای درمان و رفع آلودگی، نظر کارشناسان نظامی پس از جنگ جهانی اول به شدت به طرف این مواد معطوف شد و موجب توسعه‌ی این سلاح‌ها در کشورهای غربی شد.

همان‌گونه که در مقدمه ذکر گردید، در جنگ جهانی دوم با گسترش رشد فکری و گسترش دامنه‌ی پژوهش‌های دانش شیمی و همچنین شکل‌گیری دو ابرقدرت شرق و غرب و پیدایش سلاح‌های سرد و گرم و ساخت و توسعه‌ی جنگ‌افزارهای شیمیایی، نه تنها در کشورهای بلوک شرق و غرب ادامه یافت بلکه سایر دولت‌ها نیز برای دستیابی به این گونه جنگ‌افزارها تلاش کردند.

۱-۱۰- انهدام جنگ افزارهای شیمیایی

در پایان جنگ، ذخایر سلاح‌های شیمیایی انگلستان به روش سوزاندن و ریختن در دریا منهدم شد. بخش عمده‌ی این ذخایر، شامل هر نوع مهمات قابل تخلیه توسط سوزاندن کنترل‌شده و یا خنثی‌سازی شیمیایی نابود شد. بهترین و مؤثرترین روش انهدام از بین بردن سلاح‌های شیمیایی غیرقابل تخلیه، ریختن آن‌ها در آب‌های عمیق در داخل کشتی‌های غرق شده بود. به‌عنوان نمونه مقادیر قابل ملاحظه‌ای از این سلاح‌ها در غرب اسکاتلند و ایرلند، به دریا ریخته شد. بلافاصله پس از جنگ گاز خردل به‌طور عمده، با ریختن در دریا و بخش کوچکی از آن با سوزاندن در فضای باز در مناطق دورافتاده منهدم شد.

۱۰-۲- انهدام عوامل اعصاب

ترکیب‌های اعصاب یکی از مرگ‌بارترین سلاح‌هایی بود که طی جنگ جهانی دوم در آلمان تولید و استفاده شد. این ترکیب‌ها با ممانعت از ترشح آنزیم استیل‌کولین‌استراز در سیستم عصبی عمل می‌کند و در حدود یک میلی‌گرم آن برای کشتن انسان کافی است. آلمانی‌ها این سلاح‌ها را نخستین‌بار در آوریل سال ۱۹۴۵ در توپ‌های ۱۰۵ میلی‌لیتری به کار بردند. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که آلمان‌ها در سال ۱۹۴۲ تولید تابون را در سطح وسیعی آغاز کرده بودند.

۱۰-۳- انهدام از طریق فرایندهای شیمیایی

در فرایندهای شیمیایی در شرایط مناسب، می‌توان مواد شیمیایی را تغییر شکل داد و آن‌ها را به مواد جدید و متفاوتی تبدیل کرد. البته برخی از شرایط، نظیر فراهم نمودن دما و فشار مورد نظر نیازمند

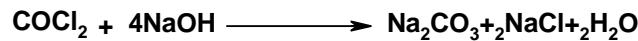
فن آوری پیشرفته و صرف هزینه‌ی بالا می‌باشد. با این حال در زمینه‌ی انهدام جنگ‌افزارهای شیمیایی به ویژه در مواردی که جنگ‌افزار شیمیایی دارای فلزات خطرناک هستند یا این که بازیابی برخی ترکیب‌ها از این عوامل مطرح باشد، به کارگیری فرایندهای شیمیایی مناسب‌تر است. در این روش دو حالت زیر متصور است:

۱. ترکیب مقادیر زیاد عوامل شیمیایی با مواد شیمیایی ارزان قیمت مانند سود سوزآور، برای از بین بردن ذخایر مهمات قدیمی.
۲. خنثی‌سازی مقادیر کم عوامل کم‌تر از ۱۱ کیلوگرم، با استفاده از مواد گران‌قیمت آلودگی‌زدا.

۱۰-۳-۱- معایب انهدام با مواد شیمیایی ارزان قیمت

۱. مصرف مقدار اضافی سود سوزآور که علاوه بر افزایش هزینه، موجب می‌شود تا به جای ۶۸۰ گرم، ۲٫۳ کیلوگرم مواد زاید از جمله سدیم‌فلورید و فسفات‌ها و فلزات سنگین حاصل شود که به دلیل قوانین زیست‌محیطی نمی‌توان آن‌ها را در زیر زمین مدفون کرد.
۲. به منظور جلوگیری از واکنش شیمیایی شدید، باید عامل شیمیایی، به آرامی درون مخزن حاوی مواد خنثی‌کننده ریخته شود. در ادامه برخی از واکنش‌های عوامل شیمیایی سمی با برخی از ترکیب‌های شیمیایی آورده شده است:

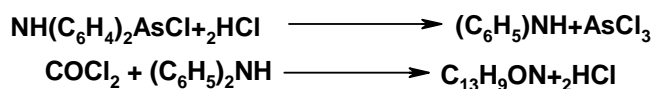
۱. واکنش تخریب فسژن با سود ۱۰٪ به شکل زیر است:



۲. واکنش HCl با آدام‌سایت

یک روش برای انهدام جنگ‌افزارهای شیمیایی قدیمی به کارگیری HCl است. HCl بر آدام‌سایت اثر کرده، دی‌فنیل‌آمین و AsCl_3 تولید می‌شود. واکنش دی‌فنیل‌آمین با دیگر عوامل سمی مثل فسژن، روشی

برای تولید ۹-اکریدون است. در زیر سازوکار اثر هیدروکلریک‌اسید بر آدام‌سایت و چگونگی اثر دی‌فنیل‌آمین بر فسژن و تشکیل ۹-اکریدون را نشان می‌دهد.



۱۱- کاربرد سلاح شیمیایی در جنگ ایران توسط عراق

سلاح‌های شیمیایی در طول جنگ ایران و عراق به‌عنوان یکی از مؤثرترین ابزارهای بازدارندگی و مقابله و نیز اهرم فشاری در دست رژیم عراق بود که با کیفیت و کمیت دلخواه آن رژیم استفاده شد و نتایج وحشتناکی را به بار آورد. این نتایج ناشی از سکوت مجامع بین‌المللی و هم‌سویی قدرت‌های استکباری با سیاست‌های رژیم عراق بود، برای تبیین بیشتر این موضوع، تاریخچه‌ی مختصر حملات شیمیایی عراق از آغاز تا پایان جنگ مورد بررسی قرار گرفته که در این بخش ارایه می‌شود:

اولین حمله‌ی شیمیایی ثبت‌شده توسط سازمان ملل در جنگ ایران و عراق، مربوط به تاریخ ۵۹/۱۰/۲۳ برابر با ۱۳ ژانویه ۱۹۸۱ می‌باشد که در منطقه‌ای بین هلاله و نی‌خزر واقع در ۵۰ کیلومتری غرب ایلام توسط عراق علیه نیروهای ایرانی انجام شد که به شهادت ده تن از این نیروها انجامید. عامل مورد استفاده در این حملات، گازهای مختل‌کننده‌ی اعصاب گزارش شده است. براساس گزارش‌های منتشرشده، عراق در سال ۱۳۶۰ نیز چهاربار در مناطق هوپزه، ارتفاعات الله‌اکبر، پل نادری و خرمشهر، اقدام به استفاده از گلوله‌های شیمیایی نمود که بیش‌تر توسط توپخانه یا خمپاره‌انداز پرتاب گردید.

در سال ۱۳۶۱ عراق یازده بار از گاز اعصاب استفاده نمود و توسط توپخانه و خمپاره‌انداز پرتاب می‌شد. مناطق مورد استفاده، شامل مناطق آبادان، ساوجی (در شمال مریوان)، ارتفاع ۱۷۵، موسیان، تنکاب (منطقه‌ی شمال غرب)، شلمچه، گردنه‌ی بایو (کردستان) و شهرهایی در جنوب بود که در برخی از این مناطق، موارد استفاده‌ی مکرر گزارش شده است. در این سال در مجموع ۱۳ نفر در اثر این حملات شهید و ۲۱ نفر مجروح گردیدند.

در سال ۱۳۶۲ میزان به‌کارگیری این سلاح توسط عراق، از افزایش قابل توجهی برخوردار شد که از نمونه‌های آن عملیات والفجر ۶ در جبهه‌ی مرکزی و عملیات خیبر در جبهه‌ی جنوبی می‌باشد. در این حملات، نوع عناصر مورد استفاده و عوامل پرتاب‌کننده، تنوع بیش‌تری داشتند. در این سال در مجموع ۴۵ مورد، استفاده‌ی عراق از این سلاح گزارش شده است که بیش از چهار برابر سال قبل بود و عناصر شیمیایی مورد استفاده، شامل عوامل تهوع‌زا، تاول‌زا، خردل، اعصاب و ترکیبی از خردل و تاول‌زا بوده است.

هم‌چنین در این سال علاوه بر استفاده از توپخانه به‌عنوان وسیله‌ی پرتاب‌کننده، از هواپیما نیز استفاده شده است. محل حملات انجام‌شده، به‌طور عمده تا دی‌ماه به دلیل تحریک نیروهای خودی در جبهه‌های شمال غرب و میانی (عملیات والفجر ۶) در این مناطق گزارش شده است که شامل سومار، رودخانه دویرج، نفرچین، شیوه‌رش، حاج‌عمران، پیرانشهر، ارتفاعات قمطره، ساوجی، سردشت، سومار، ارتفاعات بازی‌دراز، خراطها، مریوان، روستای سیدلو، سردوش، روستای باینجان (در نزدیکی بانه)، گرماب، پنجون و پاوه بوده‌اند که در مجموع در این حملات، ۲۲ نفر شهید و ۲۷۹۳ نفر مجروح شدند. این حملات به ترتیب در شهر پیرانشهر، ارتفاعات قمطره، حوالی پنجون و هورالهویزه

از شدت بیش‌تری برخوردار بود، در این رابطه شهر پیرانشهر و چند روستای مجاور آن در ۶۲/۵/۱۸ توسط دو فروند هواپیما بمباران شیمیایی شدند.

این تهاجمات رژیم عراق که با استفاده از بمباران هوایی حامل گاز «موستارد» انجام شد، یک‌صد نفر مجروح باقی گذاشت که ۱۰ نفر از آن‌ها آسیب شدید در اعضای اساسی بدن داشتند و برای مداوا در بیمارستان بستری گردیدند، بقیه نیز از تورم و سوزش شدید در چشم‌ها رنج می‌بردند، در این تهاجم وحشیانه، گزارش منجر به شهادت مجروحین نداشتیم.

هم‌چنین در تاریخ ۸ و ۵ آبان ۱۳۶۲ شهر بانه و روستاهای اطراف آن مورد حمله قرار گرفت. در این تهاجمات یک‌بار دیگر گاز موستارد مورد استفاده‌ی رژیم عراق قرار گرفت که نتیجه‌ی آن ۹ نفر شهید و ۵۰ نفر مجروح بود. هم‌چنین حوالی پنجون در تاریخ ۶۵/۸/۱۶ توسط هواپیما بمباران شد که به شهادت ۱۷ نفر و مجروح‌شدن ۶۰ نفر انجامید، در این حمله، هواپیماهای عراقی از گاز اعصاب استفاده کردند. بمباران ارتفاعات قمطره با گاز تاول‌زا در ۶۵/۵/۲۳ با ۲۰۰ زخمی قابل توجه است. در خصوص حمله به پیرانشهر، کارشناسان سازمان ملل که از محل حمله دیدن کردند، مشاهدات خود را چنین گزارش کردند:

ما اثرات گاز موستارد را بر روی یک خانواده‌ی روستایی به ویژه مادر و دختران دو و چهارساله‌اش دیدیم. ما شاهد مرگ دلخراش کودک چهارساله‌ای از دو ساعت قبل از مرگش بودیم. ما اثرات وحشتناک و دلخراش گاز موستارد را بر بدن زن باردار جوانی که جنین چهار ماهه در شکم داشت، از نزدیک مشاهده کردیم.

با آغاز عملیات خیبر توسط نیروهای خودی در اسفند ماه ۱۳۶۲، مرحله‌ی جدیدی از جنگ آغاز شد. در این ماه نیروهای سپاه پاسداران

انقلاب اسلامی، قسمت بزرگی از جزایر مجنون را که یکی از مراکز استخراج نفت عراق بود، به تصرف خود درآوردند و پدافند مستحکمی را در آنجا سازمان دادند. تصرف این مناطق در مقایسه با عملیات زمینی در سایر مناطق، برای رزمندگان ایران اهمیت برجسته‌ای داشت. عراقی‌ها به علت اهمیت استراتژیکی^۱ این منطقه، تصمیم گرفته بودند که اجازه ندهند جزایر مجنون در دست نیروهای ایران باقی بماند. به علاوه نگران این مسأله نیز بودند که مقادیر قابل ملاحظه‌ای از ذخایر نفتی خود را با ادامه‌ی اشغال این جزایر به‌وسیله‌ی رزمندگان ایران، در این منطقه از دست بدهند. آن‌ها به منظور عقب راندن نیروهای ایرانی، ابتدا با استفاده از جنگ‌افزارهای معمولی چندین پاتک اجرا کردند، ولی کاری از پیش نبردند و سرانجام به کاربرد عامل عصبی تابون علیه نیروهای مستقر در سنگرها اقدام کردند.

با اجرای حمله‌ی شیمیایی عراق، جمهوری اسلامی ایران اعلام داشت که نزدیک به ۱۷۰۰ تن بر اثر پاتک در جزایر مجنون کشته و مجروح شده‌اند. در واقع اگر رزمندگان ایران اقدامات پدافندی خود را بهبود نمی‌بخشیدند و از جمله مجهز به ماسک ضدگاز، آمپول‌های آتروپین خودکار و لباس‌های محافظ‌نشده بودند و باد شدید نیز نمی‌وزید، تلفات آن‌ها از این میزان هم فراتر می‌رفت. ضایعات کم نیروهای ایران در بهمن‌ماه همان سال، مؤید این وضع متحول بوده است. عراقی‌ها با وجود تلاش‌های زیاد موفق نشدند که رزمندگان ایران را از جزایر مجنون خارج سازند.

جنگ در جزایر مجنون، شاید گسترده‌ترین کاربرد جنگ‌افزارهای شیمیایی را تا آن زمان توسط عراق در جنگ تحمیلی در برداشته بود. این حملات به ترتیب: اسکله‌ی ۱۳ آبان، حسینیه، ارون‌درو، العزیر،

شط علی، هورالهیوزه، طلاییه، مجنون، البیضه و جفیر را شامل گردید. از بین این حملات، حمله‌ی روز ۶۲/۱۲/۱۹ به مجنون، روز ۶۲/۱۲/۲۳ به البیضه و روز ۶۲/۱۲/۳۰ به هورالهیوزه، از شدت بیش‌تری برخوردار بود. در این حملات که با هواپیما انجام شد، به ترتیب ۵۴۳، ۱۵۳ و ۳۷۰ نفر از نیروهای خودی با عوامل ترکیبی از خردل و تاول‌زا و هم‌چنین گاز اعصاب مجروح شدند.

در سال ۱۳۶۳ میزان حمله‌های شیمیایی نسبت به سال قبل از کاهش نسبی برخوردار بود و به ۳۴ مورد رسید. حملات شیمیایی در منطقه‌ی عملیاتی جنوب به مخصوص در جزایر مجنون انجام شد و هواپیماها نقش غالبی را در پرتاب بمب‌های شیمیایی ایفا نمودند. در این حملات، تنوع عوامل شیمیایی استفاده‌شده افزایش یافت و از عوامل خفه‌کننده، اشک‌آور، سیانور، تاول‌زا، اعصاب، خون و خردل استفاده شد. در این سال در اثر این حملات، ۱۵۹۳ نفر از نیروهای خودی مجروح و ۲۳ نفر شهید شدند. حمله‌های متعدد به جزیره‌ی شمالی مجنون در ۶۳/۱۲/۲۲ که به شهادت ۱۹ تن و مجروح شدن ۳۵ تن انجامید و هم‌چنین حمله به اسکله‌ی شمالی شط علی از شدیدترین حملات بود.

حمله‌های شیمیایی عراق در فروردین سال ۱۳۶۴ نیز ادامه یافت. در این سال علی‌رغم این‌که تعداد موارد حمله‌ی شیمیایی گزارش‌شده کم‌تر بود، میزان مجروح نسبت به سال قبل تقریباً نه برابر شد. بیش‌تر حملات در این سال در ماه‌های فروردین و بهمن و اسفند انجام شد که فروردین‌ماه ادامه‌ی عملیات بدر و در بهمن‌ماه انجام عملیات والفجر ۸ و فتح فاو توسط نیروهای ایرانی می‌باشد.

مناطق مورد حمله در فروردین‌ماه ۱۳۶۴ شامل آبادان، خرمشهر، جفیر، پادگان حمید، جزایر مجنون و عین‌خوش می‌باشند که

چندین بار مورد حمله قرار گرفت. حمله‌ی روز ۶۵/۱/۱۹ به پادگان حمید که منجر به شهادت ۱۰ تن و مجروح شدن ۱۱۰۰ نفر از نیروهای خودی گردید، شدیدترین حمله در این ماه بوده است. در این حمله دکتر «مانوئل دومینگوئن» یکی از چهار کارشناس سازمان ملل که مجروحین را مورد بازدید قرار داد. در ۸ آوریل اعلام کرد که از گاز «ایپریت» و «میدردسیانیک» استفاده شده است.

با شروع عملیات والفجر ۸ در منطقه‌ی فاو در تاریخ ۶۴/۱۱/۲۰ عراق بار دیگر استفاده از سلاح شیمیایی را تشدید کرد. به طوری که در بهمن و اسفند ماه ۱۳۶۴، ۱۷ مورد عملیات حمله‌ی شیمیایی، توسط عراق علیه نیروهای خودی گزارش شد که اغلب در منطقه‌ی فاو، آبادان و خسروآباد بوده است. در این ماه‌ها همچنین از مناطق جفیر، عین‌خوش، بانه و سردشت نیز به عنوان مناطق مورد حمله یاد شده است که شدیدترین حمله در جاده فاو - بصره، در تاریخ ۶۴/۱۱/۲۴ انجام شد که منجر به شهادت ۲۳ تن و مجروح شدن ۸۴۷۷ تن از نیروهای خودی شد. در این عملیات هواپیماهای عراقی از بمب‌های حاوی گاز خردل، سیانور، اعصاب و خون استفاده کردند.

بی‌تردید وسعت تهاجمات شیمیایی رژیم عراق در بهمن ۱۳۶۴ در تاریخ جنگ‌های شیمیایی در جهان بی‌سابقه است. با آفند والفجر ۸ در ۲۱ بهمن ۱۳۶۴ که منجر به سقوط شهر بندری فاو عراق گردید، نیروهای عراقی به کاربرد مواد سمی شیمیایی انبوه که تا آن زمان نظیر آن با چنین ابعاد گسترده‌ای دیده نشده بود، اقدام کردند. از شروع عملیات والفجر ۸ تا اواسط اسفند ۱۳۶۴ متجاوز از ۷۰۰۰ گلوله‌ی توپ و خمپاره حاوی مواد سمی علیه مواضع نیروهای ایرانی شلیک گردید و در طول ۲۰ روز به طور مداوم هواپیماهای عراقی بیش از ۱۰۰۰ بمب شیمیایی در صحنه‌ی عملیات والفجر ۸ فرو ریختند که هم‌زمان با

تجاوزهای وحشیانه‌ی عراق به ایران در بسیاری از مواضع، تک‌های شیمیایی عراق علیه مواضع خود نیروهای عراقی، اجرا گردید که در نتیجه نیروهای بعثی تحت تأثیر مقادیر قابل ملاحظه‌ای از مواد سمی شیمیایی قرار گرفتند.

یک اسیر جنگی عراق به نام مهدی حبیب جمعی، گردان ۱۹۶ از گارد ریاست جمهوری عراق که در ۲۵ بهمن ۱۳۶۴ در اثر بمباران شیمیایی عراق مجروح شده و در فاو به اسارت نیروهای ایران در آمده بود، به خبرنگار خبرگزاری جمهوری اسلامی ایران گفت: زمانی که گردان ما در خط مقدم جبهه به محاصره‌ی نیروهای ایران درآمدند، ناگهان شماری از هواپیماهای عراق بر بالای سر ما ظاهر شدند و بمب‌های شیمیایی خود را بر روی مواضع نیروهای ایرانی و ما که در محاصره‌ی آن‌ها بودیم، فرو ریختند که در اثر آن تعداد قابل ملاحظه‌ای از گردان ما مجروح گردیدند که من یکی از آن‌ها هستم.

حملات شیمیایی عراق در سال ۱۳۶۵ با افزایش حملات ایران در این سال افزایش یافت؛ به طوری که موارد بمباران تقریباً دو برابر سال قبل و به ۷۹ مورد رسید. در این حملات از عوامل تاول‌زا، اعصاب، خفه‌کننده، خردل، خون و برخی موارد ترکیبی از این مواد، استفاده گردید که میزان حملات انجام‌شده در زمستان، هم‌زمان با انجام دو عملیات مهم کربلای چهار و پنج در شرق بصره، از شدت بیش‌تری برخوردار بود. جغرافیای مناطق بمباران‌شده نشان می‌دهد که مناطق مورد بمباران در این سال تابعی از مناطق عملیاتی می‌باشد؛ به طوری که در فروردین‌ماه هم‌زمان با ادامه‌ی عملیات کربلای ۸، محور فاو مورد حمله قرار گرفت و در اردیبهشت و خرداد، منطقه‌ی مهران و حاج‌آباد در جبهه‌های میانی و در شهریورماه منطقه‌ی عملیاتی کربلای دو و در محور عمومی حاج‌عمران و هم‌چنین محورهای عملیاتی کربلای چهار

در جزیره‌ی مینو و خرمشهر و آبادان مورد حمله‌ی شیمیایی واقع شده که با توجه به عملیات ارتش (کربلای ۶) در محور سومار، این منطقه نیز مورد بمباران قرار گرفت. در بهمن و اسفند نیز هم‌زمان با کربلای پنج در شلمچه و شرق بصره، این محور بمباران شیمیایی شد.

از نظر حجم آسیب‌های وارده، مهم‌ترین حملات در ۶۵/۳/۴ در مهران و صالح‌آباد که منجر به مجروح‌شدن ۷۵۰ نفر گردید و هم‌چنین عملیات روز ۶۵/۱۰/۴ در محور خرمشهر به محور عرایض - شلمچه که منجر به مجروح‌شدن ۱۱۶۰ نفر گردید. عملیات روز ۶۵/۱۰/۲۰ در جاده‌ی خرمشهر با ۳۰۰۰ مجروح و حمله‌ی روز ۶۵/۱۲/۲۳ در ضلع جنوب شرقی جزیره‌ی مجنون که منجر به ۱۱ کشته و ۵۴۰ زخمی شد، می‌توان از مهم‌ترین حملات شیمیایی این سال دانست. در این حملات از گاز اعصاب و تاول‌زا استفاده شده است.

لازم به ذکر است که شرایط جوی، سمت و سرعت باد، میزان رطوبت و حرارت محیط، شکل زمین و عوامل مورد استفاده در میزان تلفات بمباران شیمیایی بسیار مؤثر می‌باشد. در فروردین سال ۱۳۶۶ و به دنبال عملیات پی‌درپی نیروهای جمهوری اسلامی ایران در جبهه‌های غرب و جنوب، بار دیگر عراق سلاح‌های شیمیایی را در مقیاس وسیع به خدمت گرفت. در این سال هرچند، تعداد حمله‌ی شیمیایی نسبت به سال قبل کاهش نسبی را نشان می‌دهد، اما میزان شهدا و مجروحین از افزایش بالایی برخوردار است. بیش‌ترین تعداد آن‌ها در شهر حلبچه می‌باشد. در فروردین این سال ۸ مورد بمباران شیمیایی توسط عراق گزارش شده است که ۶ مورد آن در منطقه‌ی عملیاتی کربلای ۸ در شرق بصره است. انجام این عملیات در محدوده‌ی نیروهای شرق بصره که برای عراق از اهمیت حیاتی برخوردار بود، عکس‌العمل شدید عراق را به دنبال داشت که به

بمباران‌های گسترده‌ی شیمیایی موجب گردید؛ به‌طوری که بین تاریخ‌های ۱۸ تا ۲۱ فروردین، اقدام به ۶ مورد بمباران گسترده‌ی شیمیایی منطقه با هواپیما و خمپاره‌انداز نمود که به شهادت ۲۱ تن و مجروح شدن بیش از ۱۳۴ تن از نیروهای خودی منجر شد.

یکی از دلایل کاهش آسیب‌های نیروهای خودی در این عملیات، افزایش کیفی و کمی تجهیزات پدافندی آن‌ها بود. در این عملیات از گازهای تاول‌زا، خون و خردل استفاده شد. به دنبال این عملیات و با تغییر ترفندهای نظامی ایران مبنی بر تغییر منطقه‌ی عملیاتی از جنوب به شمال و ادامه‌ی عملیات در مناطق شمال غرب و کردستان عراق، بعد از این تاریخ ما شاهد بمباران گسترده‌ی شیمیایی این مناطق توسط عراق هستیم؛ به‌طوری که با مهرماه ۱۳۶۶، ۱۱ مورد بمباران شیمیایی در روستاهای کردنشین استان سلیمانیه و اربیل عراق، منطقه‌ی عملیاتی کربلای ۱۰ (ماؤوت)، روستای بوالحسن و سرول و جومه، بانه، روستای قره‌باغ در شمال عراق، روستای کله‌وش در حومه‌ی سردشت، مناطق عملیاتی نصر ۴ (ارتفاعات ماؤوت)، فتح ۷ (حلبچه) انجام شده که این حملات بیش‌تر با هواپیما صورت گرفته است. در این حملات در مجموع ۹۷ نفر به شهادت رسیدند و حدود ۵۲۰۰ نفر مجروح شدند. در این حملات از عناصر گاز اعصاب و خردل استفاده شده بود.

شدیدترین حملات در ۶۶/۱/۲۷ در استان سلیمانیه و اربیل عراق و در ۶۶/۴/۷ در چهار نقطه‌ی حومه سردشت انجام گردید. در حمله‌ی ۷ تیر ۱۳۶۶ که یکی از فجیع‌ترین حملات عراق علیه مناطق مسکونی محسوب می‌شود، حداقل ۴۵۰۰ نفر از جمعیت دوازده هزار نفری این شهر مجروح شدند. این حمله که به‌وسیله‌ی گاز موستارد (تاول‌زا) روسی در مناطق مسکونی و به مخصوص بازار شهر انجام شد، ۱۳۰ نفر

از مردم این شهر به شهادت رسیدند. به گزارش یکی از کارشناسان سازمان ملل، مجروحین شیمیایی شامل زن و مرد سالخورده‌ی ۷۰ ساله تا اشخاص جوان و بچه‌ها و کودکان بودند. این منبع افزود:

نوزادان در شکم مادران قبل از تولد از اثرات گاز موستارد آسیب دیده بودند. یک زن باردار ۷ ماهه، ۵ روز بعد از تهاجم وحشیانه‌ی شیمیایی عراق همراه با نوزادش شهید شد. زن باردار دیگری چند روز پس از تهاجم شیمیایی رژیم عراق وضع حمل نمود که در همان روز نوزاد و ۱۲ روز بعد مادر به علت عفونت و تحریکات عفونی در حالی که در بخش آی‌سی‌یو تحت مراقبت بودند، شهید شدند.

در نیمه‌ی دوم سال ۱۳۶۶ به خاطر تداوم عملیات نیروهای خودی در شمال عراق، استفاده از سلاح‌های شیمیایی ادامه یافت که اوج آن در عملیات والفجر ۱۰ (اسفندماه ۱۳۶۶) در شهر حلبچه بود. استقبال بی‌سابقه‌ی مردم شهر حلبچه از ورود نیروهای ایرانی به آن، رژیم بعثی را آن چنان عصبانی ساخت که تصمیم به قتل عام سراسری شهر با استفاده از گاز سیانور گرفت.

نویسنده‌ی کتاب **سوداگری مرگ** درباره‌ی این بمباران می‌نویسد:

"بعد از بمباران، گزارشگران با صحنه‌هایی روبرو شدند که مو بر اندامشان راست شد. خیابان‌های شهر هفتاد هزار نفری حلبچه پر از اجساد مردم بود. زن و مرد و کودک و سالخورده در هنگام فرار از فاجعه، از پای در آمده بودند." در این بمباران پنج هزار نفر به شهادت رسیدند و هفت هزار نفر مادام‌العمر معیوب و فلج شدند.

در سال ۱۳۶۷ نیز حملات شیمیایی عراق ادامه یافت که از جمله حمله‌ی گسترده‌ی شیمیایی عراق برای تصرف فاو بود، هم‌چنین در ۱۷ و ۱۸ مه ۱۹۸۸ (۲۷ و ۲۸ اردیبهشت ۱۳۶۷) ایران اعلام کرد که عراق علیه چند دهکده در منطقه‌ی غرب و جنوب ایران از این سلاح

استفاده کرده است. در ۱۶ ژوئن (۲۶ خرداد ۱۳۶۷) نیز ایران خبر استفاده‌ی عراق از سلاح‌های شیمیایی را داد که کارشناسان سازمان ملل در بازدید محل مورد اصابت ضمن تأیید، سلاح شیمیایی مورد استفاده را گاز خردل و بیش‌تر استیدکولین‌استرلیسن عنوان کردند. در ۳ اوت ۱۹۸۸ (۱۲ مرداد ۱۳۶۷) نیز ایران اعلام کرد که منطقه‌ی شیخ‌عثمان (مجاور شهر اشنویه)، توسط عراق بمباران شده است. کارشناسان سازمان ملل ضمن تأیید حمله، از گاز خردل به‌عنوان عامل مورد استفاده علیه نظامیان و غیرنظامیان نام بردند و آن را حمله به وجدان بشری دانستند.

به این ترتیب به‌کارگیری سلاح شیمیایی تا پایان جنگ ادامه یافت و به‌عنوان سلاحی استراتژیک در جنگ ایران و عراق همیشه مد نظر و مورد استفاده حکام عراقی بود.



شکل ۵: رزمندگان در مقابله با حملات شیمیایی

۱۲- سیستم‌های آشکارساز و هشداردهنده‌ی عوامل شیمیایی

چگونگی کشف و آشکارسازی و نیز آگاه‌شدن از انواع بخارها، مایعات و ذرات پراکنده در هوا، زمینه‌ی تلاش شیمیدان‌ها و صنایع دفاع می‌باشد. در میدان جنگ به آشکارسازهایی نیاز است که قابل حمل باشند و نسبت به عوامل شیمیایی در هر شکل و حالتی پاسخ دهند. هرگونه اخطار هشدار در مورد سموم شیمیایی به‌کار رفته و نوع آن‌ها، می‌تواند از وقوع یک فاجعه جلوگیری کند.

مواد شیمیایی در جنگ‌ها از چند قرن پیش استفاده شده‌اند. اما وقوع جنگ شیمیایی تا قرن بیستم به خوبی مستند نیست. برای جلوگیری از تلفات، ضروری است تعیین وجود و شناسایی عوامل شیمیایی به سرعت انجام شود. توانایی آشکارسازی و هشدار دقیق و سریع عوامل شیمیایی، راه حل این مسأله است. برای فهم کامل‌تر مسأله‌ی آشکارسازی عوامل شیمیایی، پژوهش و آزمایش در موارد زیر ضروری است:

۱. اثر ورود عوامل جدید به میدان جنگ یا زرادخانه‌های کشور تا آن‌جا که به دفاع شیمیایی مربوط است.

۲. توسعه‌ی تدریجی تجهیزات شیمیایی برای آشکارسازی و شناسایی این عوامل.

۳. کاربرد فن‌آوری‌های گوناگون برای مسأله‌ی آشکارسازی.

دوران معاصر جنگ با مواد شیمیایی سمی، از جنگ جهانی اول و از زمانی که آلمان در ۲۲ آوریل ۱۹۱۵ گاز کلر (یک عامل خفه‌کننده) را در مقابل فرانسوی‌ها در جبهه‌ی غربی در اپیر بلژیک به کار گرفت، آغاز شد. از این حمله‌ی شیمیایی، سربازان بی‌حفاظ فرانسوی ۱۵۰۰۰ مصدوم و ۵۰۰۰ نفر کشته شدند.

در دوران جنگ تعداد زیادی گاز جنگی جدید به وسیله‌ی طرفین درگیر به کار گرفته شد که در نتیجه‌ی آن ۱۲۰۵۰۰۰ نفر مصدوم و ۹۲۰۰۰ نفر کشته شدند. روس‌ها بیش‌ترین تلفات را دادند؛ به طوری که ۴۲۰۰۰ مصدوم و ۵۶۰۰۰ کشته از آثار آن دوران می‌باشد. در سال ۱۹۱۸ ایالات متحده بر اثر حمله‌ی شیمیایی متحمل ۷۱۳۴۵ مصدوم و ۱۴۶۲ کشته شد.

اولین گازهای جنگی که مورد استفاده قرار گرفتند، مواد شیمیایی آزمایشی بودند که سیستم تنفسی را تحت تأثیر قرار می‌دادند. در سال ۱۹۱۷، ماسک گاز به قدری بهبود یافته بود که به طور کامل حفاظت انفرادی در مقابل این عوامل را انجام می‌داد و تنها قربانیان حمله‌های شیمیایی، سربازانی بودند که نمی‌توانستند به موقع از ماسک استفاده نمایند. برای مقابله با این پیشرفت، آلمان‌ها در سال ۱۹۱۷ استفاده از گاز خردل را آغاز کردند که حفاظت در مقابل آن جز با استفاده از ماسک‌های پیشرفته ضدگاز انجام‌پذیر نیست.

خردل مایعی است که علاوه بر تخریب سیستم تنفسی، موجب تاول‌زایی پوست و سوزش چشم نیز می‌شود. اولین حمله‌ی خردلی در مقیاس وسیع، در نیوپورت فرانسه به وسیله‌ی آلمان‌ها بین ۲۱ و ۲۶ ژوئیه سال ۱۹۱۷ صورت گرفت. نه تنها استفاده از ماسک‌های گاز سربازان را در مقابل خردل حفاظت نکرد، بلکه تاول‌های ایجادشده بر روی پوست و همچنین جذب سریع از طریق پوتین و لباس، موجب افزایش تلفات گردید.

۱۲-۱- روند توسعه سیستم‌های آشکارسازی

روش‌های آشکارسازی قدیمی عامل شیمیایی مورد استفاده در جنگ جهانی اول، شامل شناسایی عوامل از طریق دیدن و بو کردن

بود. با این وجود در سال ۱۹۱۸ بیش‌تر ارتش‌های اروپایی رنگ‌ها، گچ‌ها و پودرهای آشکارساز گاز تاول‌زا (شامل مواد رنگی که در حضور مواد تاول‌زا مانند خردل، تغییر رنگ می‌دادند) را توسعه داده بودند. تنها هشداردهنده‌های گاز، زنگ‌ها، ناقوس‌ها، سوت‌های خطر و شیپورهای کلاکسون^۱ بودند که به‌وسیله‌ی انسان به صدا در می‌آمدند. در ژوئن ۱۹۱۸، سرویس جنگ‌های شیمیایی^۲ در ایچ‌وود آرسنال ام‌دی، تمام برنامه‌های خود را به پژوهش و توسعه و تهیه‌ی مواد شیمیایی اختصاص داده بود. مدت کوتاهی پس از آن، یک دانشگاه آمریکایی، رنگ آشکارساز بهبود یافته‌ای متشکل از یک رنگ توسعه‌یافته‌ی انگلیسی را آماده‌ی بهره‌برداری نمود. قطرات خردل به‌وسیله‌ی یک واکنش شیمیایی با رنگ فوق که سبب تغییر رنگ از سبز زیتونی به قرمز می‌شد، آشکار می‌شدند.

در سال ۱۹۶۳، آلمان‌ها بدون آگاهی منابع اطلاعاتی آمریکایی، عامل عصبی تابون (GA) را کشف و آماده‌ی استفاده کردند. آلمان‌ها اولین تأسیسات تهیه‌ی تابون را در سال ۱۹۳۹ ساختند و تا سال ۱۹۴۵ بالغ بر ۱۲ هزار تن تابون تهیه کردند.

تابون و دیگر عوامل عصبی هم‌خانواده‌ی آن (عوامل G)، نظیر سارین (GB) و سومان (GD) که توسط آلمان‌ها توسعه یافتند، دارای بسیاری ویژگی‌های ایده‌آل برای استفاده به‌عنوان عوامل شیمیایی بودند. این مواد مایعاتی بسیار سمی، بی‌رنگ و بی‌بو هستند، اگرچه ناخالصی‌های وارد شده در طی فرآیند ساخت، در آغاز به تابون بوی نامطبوعی مانند بوی میوه تازه یا بوی شکلات می‌دهد. استنشاق عامل عصبی به اندازه‌ای که برای تشخیص بوی آن‌ها کافی باشد، موجب ناتوان شدن یا مرگ خواهد شد.

1 - Horn Klaxon

2 - CWS

تا قبل از ۱۹۴۰ CWS به این مطلب پی برد که اغلب روش‌های قابل اعتماد برای تشخیص عوامل شیمیایی بر اساس حساسیت حواس انسان پایه‌گذاری شده است. با درک این موضوع که روش‌های فوق غیرقابل اعتماد و خطرناک هستند، این مرکز بلافاصله برنامه‌ی پژوهشی خود را آغاز کرد که منجر به توسعه، طبقه‌بندی، تولید و صادرات تعدادی از آشکارسازهای عوامل شیمیایی تا سال ۱۹۴۲ شد. از جمله‌ی این آشکارسازها رنگ M5 (آشکارساز مایعات تاول‌زا)، کاغذ M5 (آشکارساز مایعات تاول‌زا)، ماژیک M7 (آشکارساز مایعات تاول‌زا) و کیت M4 H5 (شناساگر خردل) می‌باشند. این آشکارسازها تنها برای تشخیص مایعات یا بخارات غلیظ عوامل تاول‌زا مانند خردل ترکیب‌شده از استیلن و آرسنیک‌تری‌کلرید، خردل‌های نیتروژن‌دار (NH) و بعضی ترکیب‌های آرسینکی مؤثر واقع می‌شوند.

تا سال ۱۹۴۱ ایالات متحده، زمان زیادی را صرف پژوهش‌های ویژه و کاربردی برای دست آوردن روشی حساس (کم‌تر از ۴ میلی‌گرم در متر مکعب)، قابل اعتماد و ساده برای تشخیص بخار عوامل شیمیایی کرده بود. واکنش‌های شیمیایی بر اساس تغییر رنگ، تغییر اسیدیته، کدرشدن محلول، تشکیل رسوب و غیره برای این منظور مورد مطالعه قرار گرفته‌اند.

روش‌های فیزیکی آشکارسازی، براساس طیف‌بینی تداخل و تجزیه‌ی امواج نور، قانون نفوذ مولکولی گراهام و هم‌چنین اندازه‌گیری ثابت‌های فیزیکی، مورد بررسی واقع شده است. روش‌های شیمیایی - فیزیکی نظیر تشخیص تغییرات اسیدیته و اسکالیت‌هی (PH) قابلیت هدایت، تولید گرما در یک واکنش گرمازا و فعالیت کاتالیستی نیز مطالعه شده‌اند. پژوهشگران، هم‌چنین روش‌های تشخیص بیولوژیکی (علاوه بر روش‌های تشخیص انسانی) شامل واکنش‌های قابل رؤیت

خود در زیر میکروسکوپ و تأثیر واکنش‌ها بر روی حیوانات کوچک، پرندگان و ماهی‌ها را بررسی کرده‌اند.

بسیاری از روش‌های امتحان‌شده در آزمایشگاه، از حساسیت بسیار بالایی برخوردار بودند، اما نمی‌توانستند در زمینه‌ی رفع نیازهای موجود مورد استفاده قرار گیرند. ضربه، تکان و ارتعاش، اصلی‌ترین دلایل برای ضعف مکانیکی آشکارسازی آزمایشی بودند.

شرایط جوی، بسیاری از ثابت‌های فیزیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و روش‌های شیمیایی در غلظت‌های زیاد عوامل سمی یا در حضور مخلوط چندین عامل یا گاز متفاوت، گرد و غبار و گازهایی که ممکن است در جنگ به حساب آورده نشوند، مانع از ارایه‌ی پاسخ‌های صحیح می‌شوند. هم‌چنین، بسیاری از وسایل سازمانی برای استفاده‌ی سربازانی که تعلیمات فنی محدودی را دیده‌اند، خیلی پیچیده بودند.

در طول جنگ جهانی دوم، تعلیمات و اصول آموزشی ایالات متحده، برای تشخیص عوامل شیمیایی و ثبت برجسب روی ماسک‌های حفاظتی و چگونگی استفاده از حس بویایی برای تشخیص گازها به‌وسیله‌ی سربازان اجباری شد. این روش علی‌رغم تلاش مداوم دانشمندان برای توسعه‌ی عوامل شیمیایی جدید سمی، بدون رنگ و بو و با تأثیر فوری، مورد تأکید قرار گرفت. علاوه بر این، عوامل شیمیایی با غلظت زیاد، می‌توانند باعث ناتوانی حس بویایی شوند و در نتیجه از شناسایی عوامل جلوگیری کنند و احتمال آسیب رساندن را نیز افزایش دهند.

هیچ گزارشی مبنی بر استفاده از عوامل شیمیایی در طی جنگ جهانی دوم منتشر نشده است. اگرچه آلمان‌ها بیش از ۱۰۴ هزار تن مهمات شیمیایی ذخیره کرده بودند. بخش عمده‌ی عوامل عصبی تابون آن‌ها به صورت بمب ذخیره شده بود. «لوفت وافه (نیروی هوایی

آلمان)» بیش از چهل هزار بمب ۲۵۰ کیلوگرمی تابون در اختیار داشت که این مهمات در ایالت باواریا نگهداری می‌شد. تا اوایل ۱۹۴۵ که ارتش ایالات متحده، انبار مهمات عوامل عصبی آلمان در باواریا را تسخیر کرد، این سلاح برای نیروهای متفقین هنوز ناشناخته بود. در این اثنا، روس‌ها وسایل تهیه‌ی تابون در سیلیا و اطلاعات مربوط به نحوه‌ی تولید عوامل عصبی مانند GB و GD را تحت کنترل خود گرفتند. بسیاری از مهمات و آشکارسازهای عوامل شیمیایی اتحاد جماهیر شوروی پس از تسخیر انبار مهمات آلمان توسعه و تکامل یافت.

ارتش ایالات متحده وسایل گوناگون آشکارسازی گاز، از قبیل کیت‌ها، لوله‌ها، پمپ‌های دستی، پودر، کاغذها، مدادها، کارت‌های اسپری و خودروی تشخیص خودکار گاز را که متعلق به آلمان‌ها بود تصاحب کرد.

لوله‌ها هنگامی که در معرض عوامل شیمیایی قرار می‌گرفتند، تغییر رنگ می‌دادند و قادر به تشخیص خردل، مواد آرسینکی، CG، NH، دی‌فسژن کلروپیکرین (PS)، سیانید کلرید (CK)، فسژن اکسیم (CX) و هیدروژن سیانید (AC) بودند. لوله‌های دارای نوارهای رنگی برای مشخص کردن نوع یا طبقه‌ی عوامل، علامت‌گذاری شده بودند. دیگر عوامل شیمیایی آلمان‌ها که شناسایی شدند، عبارت بودند از: اتیل‌دی‌کلروآرسین (ED)، آدامزیت (DM)، دی‌فنیل‌کلروآرسین (DA) و دی‌فنیل‌سیانوآرسین (DC).

تصرف عوامل شیمیایی آلمان و افشاء اطلاعات فنی مربوط به آن‌ها، دارای اثرات متعددی بود:

۱- تغییر اساسی در مبانی روش‌های آشکارسازی و شناسایی از طریق حس بویایی.

۲- تدارک نیازمندی‌های فوری برای تهیه‌ی دستگاه‌های آشکارسازی و شناسایی عوامل عصبی.

۳- تهیه‌ی یک سیستم اعلام خطر خودکار عوامل شیمیایی با توانایی پاسخ‌گویی سریع برای تشخیص عوامل عصبی در اتمسفر.

هشداردهنده‌های خودکار R3، E43 و E21، نمونه‌هایی از تلاش‌های گذشته در زمینه‌ی سیستم‌های اعلام خطر و نمونه‌برداری میدانی عوامل عصبی برای استفاده‌ی ارتش هستند که کاربرد جهانی دارند. حسگرهای موجود در این سیستم‌های اعلام خطر، از نوع نوار رنگ‌سنجی^۱ است که وقتی با یک شناساگر مرطوب شوند و در معرض عامل عصبی موجود در هوا قرارگیرند، تغییر رنگ می‌دهند. اعلام خطر E21 به صورت سیستم‌های M6 و M6 A1 برای اعلام خطر خودکار، عامل G در میدان اصلاح شده است؛ چون استفاده از آن به این دلیل که نمی‌توانست تمام ویژگی‌های فنی مورد نیاز را برآورده سازد، محدود بود.

سیستم اعلام خطر خودکار عامل شیمیایی (ACAA) M8 در سال ۱۹۶۹ به‌عنوان یک وسیله‌ی استاندارد طبقه‌بندی‌شده‌ی سیستم M8 قابل حمل و نقل است و دارای یک واحد آشکارساز و نمونه‌بردار نقطه‌ای الکتروشیمیایی M43 و یک سیستم اعلام خطر M42 می‌باشد که هر دو با باتری عمل می‌کنند. استفاده از سیستم M8 به صورت واحدهای گروهانی در سراسر ارتش مجاز شمرده شده است. ملزومات گوناگون، نظیر کیت یدکی تجهیزات M229، منبع تغذیه M10، کیت مخصوص زمستان M253، باتری BA3317/U و کیت پایه‌ی M228 و M182 برای تقویت و پشتیبانی سیستم اعلام خطر M8 در میدان لازم هستند.

1 - O- DIANISIDINE

برای کاهش هزینه‌های اولیه میدانی شدن برای یگان‌های خارج از کشور، ده مدل گوناگون از آن براساس ترکیب‌های گوناگون این ملزومات طبقه‌بندی و مجاز شمرده شد. از آن جایی که این کار منجر به ایجاد مشکلات بسیاری در اداره‌ی این سیستم با تراکم بالا می‌شد، در نهایت ده مدل اولیه به یک مدل کاهش داده شد. آشکارساز M43 از الکترولیت مرطوب‌کننده‌ی کیست M229 استفاده می‌کند که با عبور از یک سلول الکتروشیمیایی عوامل AC، CG، CK، CX، GA، GB و VX را در هوا تشخیص می‌دهد. یک دستگاه M64 برای آزمایش الکترونیک استفاده شده است. سیستم اعلام خطر M8 و منبع تغذیه M10 در سال ۱۹۸۱ پس از اصلاح، به ترتیب با عناوین سیستم اعلام خطر M841 و منبع تغذیه M10 A1 براساس LCC-B دوباره طبقه‌بندی شدند.

سیستم اعلام خطر خودکار عوامل شیمیایی M8A1 در سال ۱۹۸۱ از نظر نوع طبقه‌بندی‌شده، هشداردهنده‌ی M8A1 شامل یک واحد آشکارساز M43A1 یک حسگر الکترونیکی، نمونه‌بردار نقطه‌ای براساس یونیزاسیون و یک واحد اعلام خطر M42 می‌باشد. آشکارساز M43A1 از یک منبع تابش آلفا (خشک) برای تشخیص عوامل عصبی سود می‌برد. مزیت اصلی سیستم اعلام خطر M8A1 حذف قسمت پرهزینه‌ی کیت یدک M229 و سرویس وقت‌گیر مورد نیاز برای سیستم اعلام خطر M8 می‌باشد. منبع تغذیه‌ی M10 A1 یک محصول پیشرفته است که نیروی ذخیره کوچک‌تر و بسیار سازگار (از نظر شکل و اندازه) برای تبدیل نیروی AC به DC به منظور به کار انداختن سیستم‌های اعلام خطر M8 و M8A1 در تأسیسات ثابت در اختیار می‌گذارد. برخلاف واحد آشکارساز M43 واحد آشکارساز M43A1 نمی‌تواند عوامل تاول‌زا، خون و خفه‌کننده را تشخیص دهد. طرح

اصلاح شده‌ی دستگاه M43A1 شامل توسعه‌ی توانایی آشکارسازی این عوامل و توکسین‌های استفاده شده به عنوان عوامل شیمیایی می‌باشد. سیستم‌های خودکار بهبودیافته‌ی دیگر، برای آشکارسازی در مراحل گوناگون اصلاح و توسعه هستند. این سیستم‌ها شامل آشکارسازها و XM21 یک سیستم اعلام خطر از راه دور عوامل شیمیایی و اولین سیستم حسگر اسکن کننده‌ی خودکار است که فن‌آوری مادون قرمز غیرفعال را برای آشکارسازی از راه دور بخار عوامل شیمیایی به کار گرفته است. سیستم حسگر از راه دور از فن‌آوری مادون قرمز مسیبرلند LOPAIR1 بهره گرفته است که در سال ۱۹۵۶ مورد بررسی قرار گرفت. حسگر XM21 جذب یا نشر انرژی مادون قرمز به وسیله‌ی بخارها، عوامل شیمیایی را در دامنه‌ی دید FOV2 با برد تقریباً ۵ کیلومتر نشان می‌دهد. سیستم اعلام خطر XM21 شامل یک آشکارساز، سه پایه و یک منبع تغذیه می‌باشد. فن‌آوری اعلام خطر XM21 براساس روشی است که از طیف‌بینی تبدیل فوریه و الگوریتم‌های متمایز برای مقایسه‌ی طرح IR ابرعامل یا طرح‌های IR مواد زمینه‌ای که به‌طور طبیعی حضور دارند، بهره می‌برند. سیستم اعلام خطر XM21 به‌طور کامل و در سال ۱۹۸۶ توسعه داده شده است.

از موارد قابل ذکر، توجه ویژه‌ی طراحان سیستم‌های آشکارسازی و هشداردهنده‌ی عوامل شیمیایی برای توسعه‌ی سریع فن‌آوری مادون قرمز فعال در طی دهه‌ی گذشته می‌باشد. برای فراهم شدن قابلیت آشکارسازی (بخار یا آئروسول) عوامل شیمیایی و مسافت‌سنجی (فاصله‌ابر) از راه دور CRDEC در حال توسعه‌ی روش تفریق تقاضی^۱ و فن‌آوری آشکارسازی و مسافت‌سنجی تقاضی جذب نور می‌باشد تا

از این طریق، فن آوری حسگر از راه دور (DIAL) (DISC/DIAL) و (LIDAR) امکان پذیر شود. از سال ۱۹۸۴ تا سال ۱۹۸۷ آزمایش‌هایی انجام گرفته که در آنها از طریق DISC/DIAL برای بخارات و آئروسول عوامل شیمیایی غلظت‌های آستانه در فواصل ۵ - ۳ کیلومتر و آلودگی نسبت به عوامل شیمیایی در فواصل ۶۰۰ - ۱۵۰ متر اندازه‌گیری شده است.

۱- long path infra-red

۲- field of view

۳- differential scattered

۴- differential absorpion

۵- light detection and ranging/align

کاربرد این روش هم‌چنین نشان داده است که فن آوری مادون قرمز فعال می‌تواند قابلیت‌های بی‌نظیر دیگری مانند بررسی مقدماتی آشکارسازی شناسایی را فراهم کند که از طریق فن آوری IR غیرفعال به تنهایی امکان پذیر نیست.

۱۳- فن آوری نانو در عرصه‌ی دفاع امنیتی

فن آوری نانو، قدرت تولید مواد، ابزارها و یا سیستم‌های جدید و کنترل در سطوح ملکولی و اتمی و استفاده از ویژگی‌هایی است که خود را در سطوح ظاهر می‌سازد. برای فن آوری نانو کاربردهایی را در حوزه‌های گوناگون از، غذا، دارو، کشاورزی، پزشکی و زیست‌فن آوری تا الکترونیک، رایانه، حمل و نقل، انرژی، محیط زیست، مواد، هوافضا و امنیت ملی برشمرده‌اند. کاربردهای وسیع این عرصه به همراه پیامدهای اجتماعی، سیاسی و حقوقی آن، این فن آوری را به‌عنوان یک زمینه‌ی فرارشته‌ای مطرح نموده است.

هر چند آزمایش‌ها و پژوهش‌های پیرامون فن‌آوری نانو از ابتدای قرن بیستم به‌طور جدی پیگیری شد، اما اثرات تحول‌آفرین، معجزه‌آسا و باورنکردنی آن در روند تحقیق و توسعه، باعث گردید که نظر تمامی کشورهای بزرگ به این موضوع جلب گردد و فن‌آوری نانو را به‌عنوان یکی از مهم‌ترین اولویت‌های پژوهشی خویش طی دهه‌ی اول قرن بیست و یکم محسوب نمایند. استفاده از این فن‌آوری در کلیه‌ی علوم پزشکی، پتروشیمی، علوم مواد، صنایع دفاعی، الکترونیک، رایانه‌های کوانتومی و غیره باعث شده که پژوهش در زمینه‌ی نانو به‌عنوان یک چالش اصلی علمی و صنعتی پیش روی جهانیان باشد.

۱۳-۱- استفاده‌ی فن‌آوری نانو در سیستم‌های دفاعی-امنیتی

از نمونه‌های کاربردی فن‌آوری نانو در سیستم‌های نظامی-امنیتی می‌توان به: نانومواد، نانوپودرها، نانوحسگرهای مولکولی، نانوالکترونیک و MEMS اشاره نمود:

۱۳-۱-۱- نانومواد

نانومواد، مواد جدید و سبک، با مقاومت کششی بالا و عمر مفیدی چند برابر مواد متداول هستند که به دو دسته‌ی نانوکامپوزیت‌ها و نانوروش‌ها تقسیم می‌شوند.

۱. نانوکامپوزیت‌ها و نانوپشم شیشه^۱: به‌طور کلی کامپوزیت‌ها متشکل از ماده‌ای به‌عنوان زمینه و ماده‌ی دیگری به‌عنوان تقویت‌کننده هستند. این مسأله تنوع‌پذیری ویژه‌ای به این مواد می‌بخشد. این مواد جدید، ترکیبی از نانوالیاف محکم کربن و الیاف

1 - Fiberglass

محکم کولار^۱ یا پلاستیک‌های مقاوم در برابر خوردگی هستند که با هم تشکیل نانوکامپوزیتی می‌دهند که بسیار بهتر از فولاد و آلومینیوم عمل می‌کنند.

کامپوزیت‌ها با داشتن آرایش‌های مولکولی متفاوت، کاربردهای وسیع‌تر و جدیدتری را تجربه خواهند کرد. شاید نانوکامپوزیت‌های پیشرفته، بیش‌تر در کاربردهای ویژه‌ی نظامی نظیر هواپیماها شناخته شده باشد، ولی در بسیاری از اشیای روزمره نظیر بدنه‌ی قایق‌ها، چوب‌های ماهی‌گیری و راکت‌های تنیس نیز می‌توان آن‌ها را به کار برد. استفاده از نانوکامپوزیت‌ها در صنایع هواپیمایی از قبیل هواپیماهای ترابری نظامی، بالگردها، جنگنده‌ها، موشک‌اندازها و ماهواره‌ها رشد و توسعه‌ی قابل توجهی داشته است.

استفاده از آهن‌آلات به دلیل هزینه‌های بالا و وزن زیاد و خوردگی در مقابل شرایط جوی مقرون به صرفه نیست. به‌کارگیری کامپوزیت‌ها و نانوکامپوزیت‌ها علاوه بر استحکام خوب و ارزان قیمت بودن باعث سبکی و افزایش عمر مفید قطعه‌های ساخته‌شده می‌شود. جایگزینی نانوکامپوزیت‌های سرامیکی و پلاستیکی در قطعات مکانیکی و بدنه‌ی خودروها و اشیاء پرنده مثل موشک می‌تواند متضمن کاهش مصرف سوخت، افزایش عمر مفید، افزایش برد و پنهان ماندن از دید رادار گردد.

در سال‌های اخیر مشاهده شده که افزایش نانوذرات آلومینیم‌اکسید به نیکل، موجب می‌شود تا مقاومت کششی آن ۲۵ برابر فولاد شود. آلومینیوم تقویت‌شده با الیاف شیشه، این امید را ایجاد کرده است که بدنه‌ی هواپیماهای آینده، ۱۵ تا ۲۸ درصد سبک‌تر از هواپیماهای مشابه امروزی ساخته شوند. این درحالی است که با دو برابر کردن ابعاد

1 - colar

هواپیما (که از مواد سنتی ساخته شده باشد)، وزن آن سه تا چهار برابر افزایش می‌یابد. در این ماده‌ی جدید، نانوالیاف شیشه، در دماهای بالا بین صفحه‌های آلیاژ آلومینیوم فشرده شده‌اند.

در آینده با پیشرفت فن‌آوری تولید انبوه نانولوله‌های کربنی طویل، این ماده با یک‌ششم وزن فولاد و ۵۰ برابر مقاومت کششی آن، جایگزین این فلز قدیمی می‌شود و موجب دگرگونی در کل محیط زندگی خواهد شد. البته نه در آینده‌ی دور، که هم اکنون این نانولوله‌ها برای به دست آوردن کامپوزیت‌های سبک، بسیار مقاوم و رسانای الکتریسته به صورت نه چندان دراز ولی هم‌راستا برای اختلاط با پلاستیک‌ها استفاده می‌شوند. البته پیش از تولید تجاری ارزان، می‌توان از نانولوله‌ها برای مصارف نظامی - که کیفیت بر قیمت غلبه دارد - سود جست.

منسوجات خودترمیم‌شونده و مغناطیس‌های دائمی دارای انرژی مغناطیسی چند برابر مغناطیس‌های عادی (برای استفاده در موتورهای الکتریکی) از دیگر موارد قابل ذکر در این زمینه به‌شمار می‌رود. پشم شیشه با ساختار شبکه‌ای به صورت تار و پود، استحکام زیادی دارد. در این مواد، الیاف شیشه به صورت تارهای نازک و تحت شرایط خاصی تولید شده، به روش‌های متفاوتی به هم بافته می‌شوند؛ رایج‌ترین نوع آن‌ها، الیاف بافته‌شده به صورت حصیری و الیاف سوزنی است. فن‌آوری نانو با اعمال آرایش تار و پودی بین مولکول‌ها، نانوپشم شیشه‌های بسیار محکم و سبکی ایجاد می‌کند که نسبت به پشم شیشه‌های امروزی برتری بسیاری دارند. این مواد در کشتی‌های مسافربری، شناورهای نظامی و زیردریایی‌ها کاربردهای بسیاری دارند.

۲. نانوروکش‌ها: نانوروکش‌های تک‌مولکولی، یکی دیگر از زمینه‌های پژوهشی در فن‌آوری نانومواد است. لایه‌ای نازک از این مواد را می‌توان

روی سطوح فلزی یا پلاستیکی نشانند و مقاومت سایشی و ضربه‌ای آن‌ها را به شدت ارتقا داد. از موارد جالب کاربردهای نظامی در این زمینه، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱- ساخت و طراحی لباس‌های مقاوم در برابر گلوله، ضربه و آتش: استفاده از نانو روکش‌ها در الیاف لباس‌های سربازان و نیروهای امنیتی باعث سبک و قابل حمل شدن و استحکام آن‌ها می‌گردد.

۲- به کار بردن روکش‌هایی از جنس نانو اکسیدهای فلزی برای تعمیر قطعات فرسوده یا زنگ‌زده.

۳- ساخت کلاه‌های جنگی با مقاومت حرارتی بالا با استفاده از نانوروکش‌ها.

۱۳-۱-۲- نانوپودرها

نمونه‌هایی از کاربردهای نانوپودرها (ذرات فن‌آوری نانو) به شرح زیر می‌باشد:

۱. به دلیل یکسان بودن اندازه‌ی نانوپودرها با طول موج نور، این طول موج خالص را با تالو بسیار زیادی منتشر می‌کنند؛ به‌طور مثال فلئورسانس فلز و طلا در حالت نانوپودر بیش از ده برابر است. لذا در نمایش‌های رزمی یا موادی که نیاز به پراش شدید طیف خاصی از نور مرئی یا مادون قرمز است، می‌توان از نانوپودرها استفاده کرد. هم‌چنین برای رنگ‌آمیزی خاص هواپیماها که با فرسایندهای گران‌بهره‌ای شدید ارتفاعات مواجه هستند، می‌توان از رنگ‌های متکی بر نانوپودر به جای رنگ‌های آلی سود جست.

۲. آلومینیوم در صورت واکنش با اکسیژن، چهار برابر هیدرازین^۱ انرژی آزاد می‌کند، ولی به دلیل کمبود سطح مؤثر، در حالت پودر واکنش گرمای احتراق شدیدی ندارد. اما نانوپودرهای جدید آلومینیوم

1 - Hydrazine

کاملاً می‌سوزند و انرژی بالای خود را آزاد می‌کنند و می‌توان در هر دو نوع سوخت جامد و مایع موشک، از آنها استفاده کرد. با توجه به سرعت واکنش احتراق، به نظر می‌رسد به اکسیدکننده کم‌تری نیاز باشد. هم‌چنین از نانوپودرهای فلزی می‌توان به‌عنوان نسل بعد مواد انفجاری نیز یاد کرد.

۱۳-۱-۳- نانوحسگرهای مولکولی

با پیشرفت علم در دنیا و پیدایش تجهیزات الکترونیکی و تحولات عظیمی که در چند دهه‌ی اخیر و در خلال قرن بیستم به وقوع پیوست، نیاز به ساخت حسگرهای دقیق‌تر، کوچک‌تر و دارای قابلیت‌های بیش‌تر احساس شد. بالا بردن درجه‌ی حساسیت، بهره و دقت این حسگرها، به کشف مواد و ابزارهای جدید نیاز دارد.

نانوحسگرها، حسگرهایی در ابعاد نانومتری هستند که به خاطر کوچکی و نانومتری بودن ابعادشان، از دقت و واکنش‌پذیری بسیار بالایی برخوردار هستند؛ به‌طوری که حتی نسبت به حضور چند اتم از یک گاز هم عکس‌العمل نشان می‌دهند. نانولوله‌ها به دلیل دارا بودن خواص مکانیکی و الکترونیکی ویژه، کاربردهای متنوعی پیدا کرده‌اند که از آن جمله می‌توان به استفاده‌ی آنها به‌عنوان حسگرهایی با دقت بسیار بالا برای تشخیص مواد در غلظت‌های بسیار پایین و با سرعت بالا اشاره کرد.

با کمک فن‌آوری نانو، می‌توان به شکل‌های گوناگون، حسگرهایی تهیه کرد که به صورت تغییر رنگ یا انتقال پیام، مواد شیمیایی را در غلظت‌های مولکولی شناسایی کنند. از این حسگرها می‌توان برای آشکارسازی مواد مخدر و منفجره (از بیرون چمدان) یا عوامل شیمیایی مثل گازهای اعصاب استفاده کرد. این مسأله می‌تواند روزی به سلاح بویاب منتهی شود.

۱۳-۱-۴- نانوالکترونیک

نانوالکترونیک به عنوان یک فن آوری متحول کننده، همه چیز از جمله فن آوری نظامی را در هم خواهد ریخت. توفیق اطلاعاتی پی در پی در بردهای آینده، تعیین کنندهی برندهی نبرد است. واقعیت مجازی پیچیده تر متکی بر نانوالکترونیک، می تواند در شبیه سازی عینی بسیاری از رخدادها استفاده شود و سیستم های مدیریتی و آموزشی پرسنل را ارتقا دهد. قوی تر بودن تراشه های الکترونیکی، بیانگر دقت ناوبری، هواپیما و موشک ها است. کافی است تصور کنید یک ابرایانه را درون یک موشک قرار داده ایم. توانایی تحلیل و انتقال داده ی بالا، موجب می شود سنجش از راه دور (که در شناسایی عملیات نظامی دخیل است) بیش تر مفید باشد و اطلاعات بیش تری را بتوان از آن استخراج کرد (مثل ردگیری یک پایگاه زیرزمینی یا حرکات دشمن در پس مه و گرد و غبار). شاید در آن هنگام ساده ترین کارها، پیش بینی زمان دقیق نزولات آسمانی و شکست های نظامی باشد. آنچه مسلم است این که، اثرات چنین فن آوری بزرگی را به سختی می توان پیش بینی کرد.

۱۳-۱-۵- MEMS

این سیستم ها بیانگر سیستم های مکانیکی- الکترونیکی در حد نانو می باشند و دارای نوعی فن آوری ویژه هستند که کاری مشابه حسگرها انجام می دهند. این تراشه های کوچک به صورت بازوهای کوچک یا به مثابه ی چشم می مانند که عمل مخابره کردن پیام های محیطی مثل گرما، فشار، سرعت و ... را بر عهده دارد. از مزایای این سیستم، کوچکی آن است که می شود در همه جا از آن استفاده کرد، ازران بودن و مصرف انرژی کم و سادگی در تعمیر، از دیگر ویژگی های این سیستم

می‌باشد. از این سیستم‌ها می‌توان در موشک‌ها جهت هدایت بهتر و هم‌چنین در خمپاره‌اندازها برای حذف سیستم‌های مکانیکی، سود جست.

برخی از شرکت‌های خارجی در پی جایگزینی سیستم‌های NEMS به جای مین‌های ضدنفر هستند. سیستم شامل مجموعه‌های از حسگرهای سنجش از نزدیک و دور می‌باشد که می‌تواند به رایانه‌ی دستی فردی در چند کیلومتر دورتر هشدار دهد که شخصی در حال نفوذ است.

فهرست منابع

1. Chayes and M. Meselson. *Chem. Weapons Convention Bull.* 35, 13–18 (1997).
2. Bob Woodward, "CIA Aiding Iraq in Gulf War; Target Data From U.S. Satellites Supplied for Nearly 2 Years," *Washington Post*, 15 December 1986.
3. D. A. Baker and A. Sali. *Science* 294, 93–96 (2001).
4. Eric Croddy, with Clarisa Perez-Armendariz and John Hart, *Chemical and Biological Warfare: A Comprehensive Survey for the Concerned Citizen* (New York: Copernicus Books, 2001).
5. Heller, MAJ(P) Charles E., U.S. Army. (September 1984). *Chemical Warfare in World War I: The American Experience, 1917 - 1918*. Retrieved Nov. 24, 2004
6. Jonathan B. Tucker, ed., *Toxic Terror: Assessing Terrorist Use of Chemical and Biological Weapons* (Cambridge, MA: MIT Press, 2000).
7. Kyodo News, April 11, 1997; in *FBIS-TEN-97-101* (11 April 1997); *Jiji Press Newswire*, April 11, 1997.
8. M. Meselson. *Chem. Biol. Weapons Conventions Bull.* 48, 16–19 (2000). © 2002 IUPAC, *Pure and Applied Chemistry* 74, 2247–2251 *Biotechnology and chemical weapons control* 2251
9. R. E. Banks, M. J. Dunn, D. F. Hochstrasser, J.-C. Sanchez, W. Blackstock, D. J. Pappin, P. J. Selby. *Lancet* 356, 1749–1756 (2000).
10. R. E. White. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 40, 133–157 (2000).
11. Holleman, A. F.; Wiberg, E. "Inorganic Chemistry" Academic Press: San Diego, 2001.
12. O.R. Gilliam C.M. Johnson and W. Gordy, *Physical. Review* volume 78, page 140ff (1950).
13. G. L. Miessler and D. A. Tarr "Inorganic Chemistry" 3rd Ed, Pearson/Prentice Hall publisher.
14. W. Kutzelnigg "Einführung in die Theoretische Chemie", Wiley-VCH.

15. Elschenbroich, C.; Salzer, A. "Organometallics: A Concise Introduction" (2nd Ed) Wiley-VCH: Weinheim, 2006.
16. Mond L, Langer K, Quincke F (1890). "Action of carbon monoxide on nickel". *Journal of the Chemical Society*: 749-753.
17. Koch, H.; Haaf, W. "1-Adamantanecarboxylic Acid" *Organic Syntheses, Collected Volume 5*, p.20 (1973).
18. Coleman, G. H.; Craig, D. "*p*-Tolualdehyde" *Organic Syntheses, Collected Volume 2*, p.583 (1943).
19. Chatani, N.; Murai, S. "Carbon Monoxide" in *Encyclopedia of Reagents for Organic Synthesis* (Ed: L. Paquette) 2004, J. Wiley & Sons, New York. DOI: 10.1002/047084289.
20. Thauer, R. K. "Biochemistry of methanogenesis: a tribute to Marjory Stephenson" *Microbiology* (1998), volume 144, 2377–2406.
21. *Bioorganometallics: Biomolecules, Labeling, Medicine*; Jaouen, G., Ed. Wiley-VCH: Weinheim, 2006.3-527-30990-X.
22. Roberts, G. P.; Youn, H.; Kerby, R. L. "CO-Sensing Mechanisms" *Microbiology and Molecular Biology Reviews* (2004), volume 68, pages 453-473.
23. Omaye ST. (2002). "Metabolic modulation of carbon monoxide toxicity". *Toxicology* **180** (2): 139-50.
24. Buckley NA, Isbister GK, Stokes B, Juurlink DN. (2005). "Hyperbaric oxygen for carbon monoxide poisoning: a systematic review and critical analysis of the evidence". *Toxicol Rev* **24** (2): 75-92.
25. M. Wheelis. *Nonproliferation Rev.* **9** (1), 48–53 (2002).
26. D. J. Lockhart and E. A. Winzler. *Nature* **405**, 827–836 (2000).
27. J. F. Waring and R. G. Ulrich. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **40**, 335–352 (2000).
28. Pandey and M. Mann. *Nature* **405**, 837–846 (2000).
29. R. E. Banks, M. J. Dunn, D. F. Hochstrasser, J.-C. Sanchez, W. Blackstock, D. J. Pappin, P. J. Selby. *Lancet* **356**, 1749–1756 (2000).
30. D. A. Baker and A. Sali. *Science* **294**, 93–96 (2001).

31. J. Ellman, B. Stoddard, J. Wells. *Proc. Natl. Acad. Sci (USA)* **94**, 2779–2782 (1997).
32. R. E. White. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* **40**, 133–157 (2000).
33. Bayat. *BMJ* **324**, 1018–1022 (2002).
34. Chayes and M. Meselson. *Chem. Weapons Convention Bull.* **35**, 13–18 (1997).
35. M. Meselson. *Chem. Biol. Weapons Conventions Bull.* **48**, 16–19 (2000).

معرفی کتاب‌های منتشرشده

نشر دعوت تا کنون مجموعه‌ای از کتاب‌های علمی در زمینه‌ی شیمی را به چاپ رسانده است که برای آشنایی با آن‌ها در این جا عنوان می‌شود:

۱. شیمی از کلام تا کمال (از دبیرستان تا دکتری)
۲. همراه با کارآگاهان شیمی در هزاره‌ی سوم
۳. تحولی در مواد زیست‌سازگار
۴. چشم‌اندازی در صنعت پوشش
۵. توانایی و هوش NMR و MRI
۶. شیمی در زندگی روزمره و کشف تقلب در مواد غذایی
۷. آزمایش‌های جذاب در شیمی (هیجان را در شیمی تجربه کنید)
۸. سراب (کراک، خلسه‌ی مرگ)
۹. حلقه‌های جادویی در شیمی (رمز پایداری طبیعت)
۱۰. سلاح پنهان (مرگ خاموش)
۱۱. آزمایشگاه شیمی آلی ۲ و سنتز (تهیه‌ی) مواد آلی
۱۲. روش استفاده از متون شیمی
۱۳. آزمایشگاه سبز؛ دفع ضایعات آزمایشگاهی
۱۴. آزمایشگاه جداسازی و شناسایی مواد آلی
۱۵. حقیقت شب قدر و سرنوشت نانو
۱۶. نانوکاتالیزورها
۱۷. آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری رنگ
۱۸. آزمایشگاه شیمی و فن‌آوری مواد غذایی
۱۹. آزمایشگاه شیمی آلی ۱
۲۰. کاربرد فراصوت در فن‌آوری نانو
۲۱. کاربرد ریزموج در فن‌آوری نانو