



# سیر تحول جنگ افزارهای شیمیایی

محمود شریفی مقدم

در عین حال شکی وجود ندارد که بعضی مثالهای تاریخی مانند دودهای خمیازه آور و خواب آور در جنگها توسط هندیها در ۲۵۰۰ سال قبل از میلاد به کار رفته و دودهای آرسنیک در دوران سلسله سانگ کاربرد داشته است.

دودهای سمی نیز در سالهای ۴۳۱-۴۰۴ قبل از میلاد در جریان جنگ بین آتنیها و اسپارته‌ها به کار رفته است. اسپارته‌ها قطعات بزرگ چوب پر از قیر و گوگرد را زیر دیوار شهر قرارداد و آتش می‌زدند.

کاربرد مواد شیمیایی سمی حدود ۶۰۰ سال قبل از میلاد در شهر دلفی گزارش شده است. پوزانیاس<sup>۱</sup> مؤلف یونانی قرن دوم قبل از میلاد که حدود ده جلد کتاب در توصیف یونان نوشته از حوادث زیر در آن زمان نام برده است. مجمع نمایندگان ائتلافی یونان به ریاست سولون<sup>۲</sup> جنگی علیه ساکنین شهر دلفی آغاز کردند. آبهای رودخانه پلوستوس<sup>۳</sup> از طریق کانالی به شهر جریان داشت. سولون به افرادش دستور داد تا جریان آب رودخانه را به طرف شهر قطع کنند. مدتی طولانی ساکنین شهر دلفی در مقابل بی‌آبی مقاومت کردند، آب باران نوشیدند و از آب چاههای شهر استفاده کردند. در این مدت، سربازان سولون مقدار زیادی ریشه گیاه خربق سفید\* را جمع کرده در مخازن آب قرار دادند. هنگامی که مواد سمی موجود در ریشه‌ها در آب حل شد، سولون دستور داد که جریان آب رودخانه را به بستر اصلی برگردانند. ساکنین شهر که مدتی تشنه مانده بودند از آب سمی رودخانه نوشیدند و در نتیجه اکثر سربازان شهر به دل‌درد حادی مبتلا شدند و بدین ترتیب نیروهای مجمع نمایندگان ائتلافی به سادگی شهر محاصره شده را تصرف کردند. زیرا مدافعین شهر حال مناسب برای یک جنگ منظم را نداشتند.

اولین استفاده انسان از عوامل شیمیایی مربوط به استفاده از آتش است. آتش و زغالسنگ بر افروخته برای دفاع در مقابل حیوانات وحشی و یاغیها مدتها مورد استفاده قرار گرفته است. با پیشرفت تمدن موارد استعمال و کاربرد نظامی آتش توسعه یافت. آتش در جریان محاصره‌ها و دفاع از قلعه‌های نظامی به طور وسیعی مورد استفاده قرار گرفت. روغنهای سوختنی و اجسام خیلی آتشگیر مهمترین مواد تشکیل دهنده آتش بودند. در تساریخ حمل و نقل دریایی از آتش مشهور یونانی فراوان صحبت شده است. مخلوط آتشزا شامل اجسام آتشگیر، معمولاً قیر، گوگرد و مواد چسبنده همراه با روغن خام و آهک زنده بوده است. آتش یونانی در تماس با آب خود به خود مشتعل می‌شود.

تاریخ دقیق اولین کاربرد مواد سمی در ادوار گذشته نامعلوم است. اکثر مورخان اولین مثال جنگ افزار شیمیایی را دودهای سمی حاصل از سوختن بعضی اجسام و یا مخلوط آنها (همان طوری که در بالا آمده است) ذکر کرده‌اند. در حقیقت بعضی دودها به عنوان تحریک کننده قوی و کشنده شهرت داشتند. دلیلی مبنی بر استفاده انحصاری از اثرهای سمی این دودها وجود ندارد. بنابراین، گرچه مخلوط آتشزای گوگردی غالباً دودتندی تولید می‌کند، ولی نقش گوگرد به وضوح افزایش شدت و طول عمر سوختن است که این موضوع را بعدها متوجه شدند.

مورخان مثالهای متعدد و فراوانی از کاربرد تیرها، نیزه‌ها و گلوله‌های زهر آلود علیه انسان و حیوانات ذکر کرده‌اند، ولی در اینجا نیز تاریخ دقیقی از کاربرد این جنگ افزارهای سمی در دست نیست.

● در هنگام تنظیم این مقاله، مقاله دیگری از همکار فاضل آقای دکتر محمدعلی مقدسی مدیر محترم گروه شیمی مجتمع آموزش عالی لرستان به دستمان رسید. از آنجا که مطالب مطرح شده در مقاله ایشان با مطالب مقاله حاضر همپوشانی زیادی داشت به انتشار مقاله حاضر بسنده کردیم. بهر حال از بذل توجه آقای دکتر مقدسی تشکر می‌کنیم. - م. ش.

1. Pausanias 2. Solon 3. Pleustus

\* Hellebore از جنس Veratrum

دوستن<sup>۱</sup> مورخ رومی از کاربرد جالب يك سم در قرن اول میلادی گزارش داده است. هانیبال<sup>۲</sup> هنگام آماده شدن برای جنگ دریایی علیه ۳۱ هزار سال ۱۸۴ قبل از میلاد، دستور داد تعداد زیادی مارسمی در کوزه‌هایی گذاشته شود، سپس این کوزه‌ها را به طرف کشتیهای دشمن پرتاب کردند. هنگامی که ملوانان امن انبوه‌مارهای سمی را در کشتی خود مشاهده کردند تسلیم شدند. کاربرد نظامی مواد شیمیایی موجب ادامه جلب توجه در قرون وسطی و بعد از آن شد. شهر بلگراد در سال ۱۴۵۶ از حمله ترکها به وسیله يك ابر سمی نجات یافت. این ابرسمی هنگامی تولید می شد که ساکنین بلگراد موشهای صحرایی را به گرد سمی آغشته کرده، آنها را آتش زده، به طرف دشمن رها می کردند.

در سال ۱۸۵۵ دریا سالار داندونالد<sup>۳</sup> پیشنهاد کرد که در جنگ کریمه علیه روسها دودهای سمی مسود استفاده قرار گیرد، ولی پیشنهاد او مورد موافقت دولت انگلیس قرار نگرفت. در جریان جنگ داخلی آمریکا در سال ۱۸۶۲ جان دوتی<sup>۴</sup> به ادوین استانتون<sup>۵</sup> پیشنهاد کرد که در عملیات نظامی از کلر استفاده کند، گرچه، کلر مورد استفاده قرار نگرفت ولی بدون شك فکر کاربرد در مقیاس وسیع و تولید صنعتی عوامل شیمیایی متعلق به آمریکاییهاست. بعدها يك دوره تلاش جدی در مورد توسعه عوامل شیمیایی و وسایل حمل آنها به صورت نارنجك، گلوله توپ و غیره شروع شد. در اواخر قرن نوزدهم انگلیسیها در جنگ بوئر از گلوله‌های توپ محتوی پیکریك اسید استفاده کردند، این گلوله‌ها هنگام انفجار گازی به نام لیدیت<sup>۶</sup> ایجاد می کردند. استفاده متفرقه از عوامل شیمیایی به تدریج زمینه را برای کاربرد زیاد آن در فاجعه ۱۹۱۵ فراهم آورد.

میزان توانایی و توسعه تکنولوژی در هر دوره، به طور طبیعی و مستقیم در تجهیزات نظامی انعکاس می یابد. قرن نوزدهم شاهد ترقی صنایع مختلف به ویژه فولاد، مهندسی و مواد شیمیایی بوده است. مواد سمی قوی مانند کلر، فسژن، هیدروژن سیانید و غیره در این قرن به تولید صنعتی رسیدند. این مواد توجه همه را به خود جلب کرده و به سرعت به صورت يك وسیله جنگی درآمدند. بدین ترتیب پیشرفت در اقتصاد، فنون نظامی و تفکر، اولین جنگ افزارهای با قدرت تخریبی زیاد را که همان جنگ افزارهای شیمیایی بودند به ارمان آورند.

نیروهای سلطه طلب همواره این طور می پندارند که پیشرفت در علوم و فنون را قبل از هر چیز باید در توسعه وسایل جنگی و جنگ افزارهای با قدرت تخریبی زیاد به کار گرفت.

### جنگ جهانی اول

نامناسب بودن استراتژی آلمان در شکست سریع فرانسویها در سال ۱۹۱۴ باعث ایجاد يك موازنه قوا در جبهه غربی شد. استحکامات قوی بین کانال انگلیس و سوئیس (جبهه پوشیده از سیم خاردار و نگهداری شده به وسیله مسلسل و آتش توپخانه) موجب شد که نفوذ در آن با تلفات زیادی همراه باشد. آلمانیها باید راه جدیدی برای نفوذ در این استحکامات پیدا کنند، آن راه به وسیله کادلدیوسبرگ<sup>۷</sup>

رئیس مجتمع صنعتی فادبین که خواهان به کار گیری صنایع شیمیایی بود پیدا شد. گرچه آلمانیها معاهده لاهه را در مورد منع کاربرد گازهای سمی در جنگ امضا کرده بودند ولی فرانتس گابرا<sup>۱</sup> کارمند مجتمع صنعتی فاریبن مقدمات اولین حمله وسیع شیمیایی را آماده کرد.

در ساعت ۵ بعد از ظهر روز ۲۲ آوریل ۱۹۱۵ يك مه خاکستری متمایل به سبز از قرارگاه آلمانیها بین بیکسشوت<sup>۲</sup> و لانژماداک<sup>۳</sup> در شمال شهر ایپر (بلژیک) ظاهر شد و به طرف سربازان فرانسه حرکت کرد و ظرف چند دقیقه استحکامات فرانسویها را فرا گرفت. با اینکه به فرانسویها در مورد حمله شیمیایی قریب الوقوع اخطار شده بود، آنها در مقابل این جنگ افزار جدید بی دفاع بودند. به محض اینکه امواج مه زهر آگین ظاهر شد همه آنها (چه افرادی که در فضای باز بودند و چه افرادی که در سنگرها پناه گرفته بودند) آسیب دیده عده ای کور و برخی خفه شدند.

ظرف ۵ دقیقه آلمانیها حدود ۱۸۰ تن گاز کلر پخش کردند که اثر ویران کننده ای داشت. این حمله ۱۵۰۰۰ زخمی به جای گذاشت که ۵۰۰۰ نفر از آنها در مدت دو روز از بین رفتند. در نتیجه جبهه هشت کیلومتری نفوذ پذیر و راه دسترسی به کانال انگلیس برای آلمانیها باز شد. ظاهر آلمانیها هنگام طرح این حمله شیمیایی انتظار چنین موفقیتی را نداشتند، ولی به هر حال مرتکب دواشتباه مهم شده بودند. اولاً در محاسبه از مقدار کتری گاز کلر استفاده کردند، ثانیاً تراکم نیروها را در منطقه (که در حمله اهمیت زیادی دارد) نادیده گرفتند.

دقیقاً نمی توان گفت چه کسی بنیانگذار استفاده از جنگ افزارهای شیمیایی در جنگ جهانی اول بوده است، زیرا بعد از جنگ، دول متخاصم سعی در تبرئه کردن خود داشتند. فرانسویها قبل از اوت ۱۹۱۴ نارنجكهای برمواستون به کار بردند و آلمانیها با گلوله‌های توپ محتوی همین عامل شیمیایی به آنها پاسخ دادند. چون نتیجه این برخورد متقابل اهمیت زیادی نداشت، طرفین برای سربازان خود لباس محافظ فراهم نکردند، ولی بعدها به واسطه تلفات زیادی که به نیروها وارد آمد سربازان به لباس محافظ مجهز شدند. پس از اولین حمله شیمیایی مؤثر، دوطرف متخاصم عوامل شیمیایی مختلف را به طور وسیع به کار گرفتند و روشها و وسایل مختلف پرتاب را مورد آزمایش قرار دادند.

در ۳۱ مه ۱۹۱۵ آلمانیها حمله شیمیایی دیگری را بر علیه سربازان روسی در منطقه بولی نو<sup>۴</sup> شروع کردند و در جبهه ای به مساحت دوازده کیلومتر ۲۶۴ تن کلر به کار بردند. در این حمله حدود ۹۰۰۰ سرباز روسی مصدوم شدند که بین آنها ۱۲۰۰ نفر از بین رفتند.

در دسامبر ۱۹۱۵ آلمانیها اولین حمله به وسیله فسژن را شروع کردند. از آنجا که فسژن سمی تر از کلر است، و اواخر آن سال عملاً فسژن جانشین کلر شد و به صورت گسترده ای در گلوله‌های توپ و مینها مورد استفاده قرار گرفت. حدود ۸۰٪ تلفات جنگ شیمیایی ۱۹۱۵-۱۹۱۴ مربوط به گاز فسژن بوده است.

در ۱۹۱۷ شیمیدانان آلمانی لوملز و اشتینکوف<sup>۵</sup> پیشنهاد دادند

1. Franz Gaber 2. Bixschoote 3. Langemarck 4. Bolinuw  
5. Lommels & Steinkopf

1. Justin 2. Hannibal 3. Eumenes 4. Dundonald  
5. John Doughty 6. Edwin Stanton 7. Lyddite 8. Karl Duisberg

در ۱۹۱۸ ارتش آمریکا وانگلیس سهم گلوله‌های شیمیایی را بین مهمات ۲۰ تا ۳۰٪ برآورد کرده بودند، در صورتی که بعدها این عدد به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر یافته بود. سفارشات جنگ افزارهای شیمیایی با این گستردگی مستلزم تأسیس کارخانه‌های بزرگ و تربیت متخصصان کارآمد در این زمینه بود. به همین جهت پایه‌های اقتصاد دول متخاصم بر صنایع شیمیایی استوار گردید. جدول ۲، میزان تولید عوامل شیمیایی را در جریان جنگ جهانی اول نشان می‌دهد.

در جنگ جهانی اول حدود ۱۲۵۰۰۰ تن عامل شیمیایی مورد استفاده قرار گرفت که تقریباً ۱۳ میلیون نفر مصدوم به جای گذاشت، بین آنها حدود ۱۰۰۰۰۰ نفر از بین رفتند. تأثیر بالای جنگ افزارهای شیمیایی مربوط به چند ویژگی زیر است:

اولاً، این جنگ افزارها دارای اثر حیمی هستند، به علت ابری که بر اثر انفجار یا پاشیدگی ایجاد می‌کنند زمین و حجم زیادی از هوا را آلوده کرده، این هوای آلوده به وسیله بادجا به جا می‌شود و در یک منطقه وسیعی جمعیت را مصدوم و اشیاء را آلوده می‌کند. ثانیاً، خواص مصدوم‌کنندگی جنگ افزار شیمیایی برای مدتی طولانی باقی می‌ماند. خواص مصدوم‌کنندگی بعضی مواد سمی در مجاورت هوا یا زمین و یا تجهیزات نظامی (متناسب با شرایط محیط) می‌تواند برای چندین هفته بدون تغییر بماند.

ثالثاً، جنگ افزارهای شیمیایی اثر عمیقی در روحیه دشمن گذاشته قدرت تهاجمی او را به شدت کاهش می‌دهد. هنگامی که یک حمله شیمیایی صورت می‌گیرد، سرباز از نتایج حمله نسبت به خود مظنون می‌شود، او نمی‌تواند بداند که به عامل شیمیایی آغشته شده و یا اینکه حفاظت او در مقابل عامل شیمیایی مناسب بوده است و همچنین نمی‌تواند مقدار عامل شیمیایی مؤثر بر خود را تشخیص دهد. رابعاً، حفاظت در مقابل جنگ افزارهای شیمیایی و معحو آثار حاصل از کاربرد آنها محتاج به عده زیادی متخصص ماهر و مقدار

جدول ۲. تولید عوامل شیمیایی در جریان جنگ جهانی اول ۱۹۱۵ - ۱۹۱۴ بر حسب تن

| عامل شیمیایی        | آلمان  | فرانسه | آمریکا |
|---------------------|--------|--------|--------|
| فسژن                | ۱۱۰۰۰  | ۱۵۸۰۰  | ۱۴۰۰   |
| دی‌فسژن             | ۱۵۶۰۰  | —      | —      |
| کلروپیکرین          | ۴۶۰۰   | ۴۹۳    | ۲۵۰۰   |
| ایپریت              | ۹۰۰۰   | ۱۹۶۷   | ۶۴۰*   |
| اتیل‌دی‌کلروآرسین   | ۱۱۰۰   | —      | —      |
| دی‌فنیل‌کلروآرسین   | ۳۰۰۰   | —      | —      |
| اشک آورهای مختلف    | ۱۵۶۰   | ۴۲۶    | —      |
| برمواستون           | —      | ۸۴۱    | —      |
| سیانیدبرمو بنزیل    | —      | —      | ۵      |
| عوامل شیمیایی مختلف | ۱۴۲۰   | —      | —      |
| ونسیت**             | —      | ۲۱۶۰   | —      |
| کلر                 | ۴۷۲۸۰  | ۲۳۶۸۷  | ۴۵۲۵   |
|                     | ۷۰۰۰۰  | ۲۴۰۰۰  | ۲۴۵۳   |
| جمع                 | ۱۱۷۲۸۰ | ۴۷۶۸۷  | ۶۹۹۸   |

\* میزان تولید ایپریت آمریکا در اواخر جنگ به طور قابل توجهی افزایش یافت مجموع تولید سه واحد سازنده ایپریت در اواخر ۱۹۱۸ به ۱۵۵ تن در روز رسید.  
\*\* ونسیت (Vencenite) ترکیبی است بر پایه هیدروژن سیانید.

که در جنگها از ایپریت استفاده شود. این ماده در سال ۱۸۸۶ به وسیله میترا در گوتینگن تهیه شده بود. در این حمله انگلیسیها در نزدیک ایپر قربانیان فراوانی دادند و بدین ترتیب یک سلاح شیمیایی با دوام که تنها ماسک برای محافظت از اثرات آن کافی نبود مورد استفاده قرار گرفت. در ۲۵ فوریه ۱۹۱۸ آمریکاییها به وسیله گلوله‌های فسژن مورد حمله شیمیایی قرار گرفتند که در ژوئن ۱۹۱۹ به این حمله به وسیله جنگ افزار شیمیایی پاسخ دادند.

در جنگ جهانی اول تعداد ۴۵ نوع عامل شیمیایی مختلف مورد استفاده قرار گرفت که در بین آنها ۱۸ عامل کشنده و ۲۷ عامل تحریک‌کننده بودند. عوامل کشنده شامل خفه‌کننده‌ها (کلر، فسژن، دی‌فسژن و غیره)، عوامل سمی (هیدروژن سیانید، سیانوزن کلرید) و عوامل تاول‌زا (ایپریت و غیره) بوده است. بین تحریک‌کننده‌ها می‌توان از بنزیل برمید، برمواستون، اتیل یدواستات و غیره نام برد.

در جریان جنگ جهانی اول ایپریت سرآمد همه عوامل شیمیایی بود و به صورت قطره آئروسل و بخار مورد استفاده قرار می‌گرفت. این ماده نه تنها به چشم و شش صدمه می‌زند، بلکه پوست را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد و به همین جهت استفاده از ماسک برای محافظت از این ماده کافی نیست. محافظت پوست انسان و حیوان از ایپریت برای علوم و فنون بحث برانگیز و تعداد تلفات ناشی از کاربرد ایپریت بسیار زیاد بوده است.

جدول ۱ اطلاعاتی را در مورد عوامل شیمیایی جنگ جهانی اول نشان می‌دهد. اگر گلوله‌های توپ محتوی ایپریت با گلوله توپ محتوی مواد منفجر به ازای دو نفر مصدوم را مقایسه کنیم، تأثیر جنگ افزارهای شیمیایی به خوبی روشن می‌شود. در جنگ جهانی اول نه میلیون گلوله توپ ایپریت و حدود ۵۰ میلیون گلوله توپ منفجره به کار گرفته شد، در حالی که مصدومین به ترتیب ۴۰۰۰۰۰ و ۱۰۰۰۰۰ نفر بودند. محاسبه نشان می‌دهد که ۲۲٫۵ گلوله ایپریت در مقابل ۵۰۰۰ گلوله منفجره به ازای هر مصدوم به کار رفته است، یعنی به نسبت ۲۲۰ به ۱ که بی شک چنین تخمینی نمی‌تواند دقیق باشد. ولی کارشناسان عموماً توافق دارند که تأثیر گلوله‌های ایپریت در جنگ جهانی اول دست کم ۵ مرتبه بیشتر از گلوله‌های مواد منفجره بوده است.

در نتیجه نظر فرماندهان نظامی دول متخاصم نسبت به جنگ افزارهای شیمیایی به طور قابل ملاحظه‌ای تغییر و به طرف افزایش زرادخانه‌های شیمیایی جلب شد، به طوری که در اواخر جنگ پیش از نصف گلوله‌های تولید شده در آلمان گلوله‌های شیمیایی بودند.

جدول ۱. تأثیر عوامل شیمیایی مختلف در جنگ جهانی اول

| نوع عامل شیمیایی           | مقدار بر حسب تن | تعداد مصدومین | مقدار عامل شیمیایی به ازای هر نفر مصدوم بر حسب کیلوگرم |
|----------------------------|-----------------|---------------|--------------------------------------------------------|
| اشک آورها                  | ۶۰۰۰            | —             | —                                                      |
| عوامل مؤثر در دستگاه تنفسی | ۱۰۰۵۰۰          | ۸۷۶۸۵۳        | ۱۰۳۰۵                                                  |
| تاول‌زاها                  | ۱۲۰۰۰           | ۴۰۰۰۰۰        | ۲۷٫۰                                                   |
| عطسه آورها                 | ۶۵۰۰            | ۲۰۰۰۰         | ۲۹۲٫۵                                                  |

I. W. Miter

زیادی وسایل، مواد وعدهای پزشک می باشد.

این ویژگیهای جنگ افزارهای شیمیایی، نظر کارشناسان نظامی را بعد از جنگ جهانی اول به شدت به طرف جنگ افزارهای شیمیایی جلب کرد و موجب توسعه آنها در کشورهای غربی شد.

بین دو جنگ جهانی، مطالعات گسترده ای روی جنگ افزارهای شیمیایی در جنگ جهانی اول صورت گرفت. در این مطالعات کوشش شد که راههای تولید منطقی عوامل شیمیایی موجود (سنتز همردهای ایزوپریت، لویزیت، فلز کربونیلها، ترکیبات کادمیم، سلنیم، تلور، فلوئور و استاتها، کربناتها وغیره) و نیز عوامل شیمیایی جدید به دست آید.

مؤثرترین نتایج، از ترکیبات آلی فسفردار به دست آمد. در اوایل قرن بیستم، علم شیمی از این جنبه پراهمیت بیش از پیش مورد توجه قرار گرفت. در سالهای ۱۹۰۳ و ۱۹۱۵ میکائیلز اساس سنتز ترکیبات فسفردار و نیتروژن دار را منتشر کرد. در سال ۱۹۰۶ آدوژوف<sup>۱</sup> فسفاتها و فسفوناتها را سنتز و ثابت کرد که این مواد بازدارنده های قوی اعمال آنزیمها در بدن انسان و حیوان هستند. در این مقالات پژوهشی از خواص سمی مواد مذکور بحثی به میان نیامده بود. در ۱۹۳۲ دانشمندان آلمانی لانگ و کورگر<sup>۲</sup> برای اولین مرتبه خواص سمی ترکیبات فسفردار را اعلام کردند. مقاله با عنوان اثرهای مونوفلوئورو فسفریک اسیدها، روش سنتز ترکیبات فسفردار و همچنین علائم مسمومیت افراد با مقدار کمی از این مواد را اعلام کرد. پس از انتشار این مقاله، پژوهشهای جدی روی گروه جدیدی از عوامل شیمیایی فسفردار با سمیت زیاد شروع شد. در سال ۱۹۳۶ شراد<sup>۳</sup> از مجتمع صنعتی فارین تابون را سنتز کرد و در سال ۱۹۳۸ سارین ساخته شد. این عوامل شیمیایی ده مرتبه سمی تر از مؤثرترین عوامل شیمیایی به کار برده شده در جنگ جهانی اول بودند.

در انگلستان کوششهای جدی برای تولید ترکیبات سمی فسفردار از سال ۱۹۳۹ به سرپرستی ساندرز<sup>۴</sup> آغاز شد. گروههای شیمی، فیزیولوژی و آسیب شناسی برای ارزشیابی جامع از مواد سنتز شده همکاری نزدیکی داشتند (گاهی این ارزشیابی ظرف چند ساعت انجام می شد). در ۱۹۴۱ دی ایزوپروپیل فسفات سنتز و روی انسان آزمایش شد (تهیه کننده، ماده را روی خودش آزمایش کرد) و مشخص گردید که دارای ارزش نظامی برای تولید صنعتی می باشد. بعدها گروه ساندرز مستقل از آلمانها تابون را سنتز کردند. قابل توجه است که پژوهشگران انگلیسی برای اولین مرتبه مکانیسم اثر عوامل شیمیایی ترکیب آلی فسفردار را توجیه کردند. در ۱۹۴۱ کیلی، فلدرگ و آدین<sup>۵</sup> نشان دادند که دی ایزوپروپیل فسفات یک بازدارنده قوی اعمال حیاتی آنزیم کولین استراز می باشد. این آنزیم در ۱۹۳۲ از خون اسب به وسیله یک گروه علمی انگلیسی به سرپرستی استیدن<sup>۶</sup> استخراج شده بود. در حقیقت سالهای ۱۹۳۲ و ۱۹۴۱ سالهای اوج توسعه شیمی و سم شناسی عوامل شیمیایی ترکیبات آلی فسفردار می باشند.

در سالهای فوق، توجه به جنگ افزارهای شیمیایی، محدود به مراکز پژوهشی نشده بود. موسولینی فاشیست ایتالیایی در سال

۱۹۳۶ بیش از ۴۰۰ تن عامل شیمیایی تاول زا و بیش از ۲۵۰ تن عامل شیمیایی خفه کننده در جنگ علیه اتیوپی به کار برد که حدود ۱۵۰۰۰ قربانی (حدود ۳۰٪ ساکنین اتیوپی) به جای گذاشت. بعد از سال ۱۹۳۷، ژاپن نیز در جنگ علیه چین از جنگ افزار شیمیایی استفاده کرد. حدود ۲۵٪ گلوله های توپ و ۳۰٪ بمبهای موجود در زرادخانه های ژاپنی محتوی عوامل شیمیایی بودند. تلفات چینیها در این حملات شیمیایی حدود ۱۰٪ بوده است.

### جنگ جهانی دوم

در جریان این جنگ مراکز پژوهشی-نظامی در آلمان، انگلستان، آمریکا و ژاپن به کوششهای خود در تهیه عوامل شیمیایی با سمیت زیاد ادامه دادند. در آلمان سنتز تابون و سارین با تهیه سومان در سال ۱۹۴۲ دنبال شد که سمی ترین عامل شیمیایی در جنگ جهانی دوم بود. انگلیسیها سنتز تابون و سارین را تکرار کرده مکانیسم اثر عوامل شیمیایی ترکیبات آلی فسفردار را کشف و بر این اساس نظریه ای برای راههای جدید سنتز عوامل شیمیایی اعلام کردند. کلیه کوششهای انگلیسیها در جریان جنگ سری نگه داشته شد، ولی گزارشهای پژوهشی، منظم و کامل از طریق وزارت دفاع انگلستان به آمریکاییهایی که در همین زمینه کار می کردند منتقل می شد. ژاپنهای در سالهای جنگ، هزاران ماده شیمیایی سمی سنتز کردند، ولی ماده ای سمی تر از عوامل شیمیایی جنگ جهانی اول به دست نیاوردند. آلمانها همراه با تلاشهای پژوهشی جدی یک کارخانه بزرگ برای تولید جنگ افزارهای شیمیایی و مهمات آن تأسیس کردند که در سال ۱۹۴۳ تولید سالبانه عوامل شیمیایی آن حدود ۱۸۰۰۰۰ تن (۱۸۵ برابر عوامل شیمیایی به کار برده شده توسط دول متخاصم در جنگ جهانی اول) بوده است. طبق گزارش دوماخت<sup>۷</sup>، در اواخر جنگ ذخیره عوامل شیمیایی آلمان ۷۰۰۰۰ تن شامل ۳۲۰۰۰ تن ایزوپریت و ۱۳۰۰۰ تن گاز اعصاب بوده است.

اسپی<sup>۸</sup> وزیر صنایع هیتلر در دادگاه بین المللی نورنبرگ اعلام کرد که هیتلر خود مصدوم جنگ افزار شیمیایی در جنگ جهانی اول بود و به همین جهت به جنگ افزارهای شیمیایی جدید اهمیت زیادی می داد. برای تولید دو عامل شیمیایی تابون و سارین آلمانها سه کارخانه داشتند که در جریان جنگ آسیبی ندیده و با ظرفیت کامل به تولید ادامه می دادند. یکی از این سه کارخانه که دردی چرنوف<sup>۹</sup> واقع شده بود، علاوه بر تولید گاز اعصاب، ۱۲۰۰۰ تن تابون نیز در جریان جنگ تولید کرد. نیروهای هیتلری همواره ذخایر جنگ افزارهای شیمیایی را افزایش می دادند. آلمانها در جریان جنگ جهانی دوم مرتکب بیرحمانه ترین جنایات علیه بشریت شدند. «اتاقهای گاز» در اردوگاههای بوخن والد، و آشویتس، زاخن هاوژن، نوین گام، لوبلین، گروسه روزن، راونزبروخ و تربلینکا<sup>۱۰</sup> کار می کردند.

شرکت دگش وابسته به مجتمع صنعتی به قارین در اردوگاههای اسرا عوامل شیمیایی را با مقادیر مشروح زیر به کار گرفت.

زاخن هاوژن ۲۳۵۲ کیلوگرم (۱۹۴۲ و ۱۹۴۳)، نوین گام

1. Wehrmacht 2. A. Speer 3. Diersdorf

4. Buchenwald, Auschwitz, Sachsenhausen, Neuengamme, Lublin, Grosse-Rosen, Ravensbrück, Treblinka

1. Michaelis 2. A. Arbuzov 3. Lang & Krüger 4. G. Schrader  
5. B. Sonders 6. Adrian, Feldberg & Kilby 7. Steadman

بودند که تولیدکننده قسمت اعظم جنگ افزارهای شیمیایی آلمان بود.

کلیه مدارك علمی و صنعتی آلمانیها به دست متفقین افتاد. مهمترین اطلاعات شامل نتایج گروه پژوهشی شرادر در ۱۹۴۶ در کمیته فرعی اطلاعات انگلستان بررسی و سپس در مرکز پژوهشی لونگاشتون<sup>۱</sup> آزمایش شد. بدین ترتیب غربیها کوشش کردند تا قدرت نظامی شیمیایی قوی برای خود ایجاد کنند. این کوششها به وحشیگریهای آمریکا در کره و هندوچین منجر گردید. حکومت آمریکا اجازه داد تا جنگ افزارهای شیمیایی علیه انقلابیون افغانستان به کار برده شود. رژیم ارتجاعی السالوادور از جنگ افزارهای شیمیایی آمریکا استفاده کرد. چنین جنگ افزارهایی در تجاوز آمریکا به گرانادا نیز به کار گرفته شد. مهمترین آزمایش آمریکاییها در شمال شرقی برزیل در اکتبر ۱۹۸۴ انجام شد که ۷۰۰۰ کشته به جای گذاشت، دوطایفه بومی کاملاً خشکیده شدند، گیاهان و حیوانات منطقه خسارات جبران ناپذیری تحمل کردند. رژیم عراق در طول جنگ هشت ساله اش علیه ایران به دفعات از جنگ افزارهای شیمیایی استفاده کرد. در ۱۶ مارس ۱۹۸۸ این رژیم با به کارگیری جنگ افزارهای شیمیایی کشتار بیرحمانه ای علیه ساکنین کرد حلبچه به وجود آورد. متأسفانه مسابقه جنگ افزارهای شیمیایی هنوز ادامه دارد و این مسابقه نیروهای نظامی را به استفاده از این جنگ افزار مخرب بیش از پیش تحریک می کند.

اکنون که دامنه پژوهشهای شیمی گسترش یافته و چنان مکانیسمی برقرار است که نتیجه پژوهشها از راه یافتن به اهداف نظامی در امان نیست، چگونه می توان در مقابل این همه اطلاعات و دانش روزافزون شیمی که لااقل بخشی از آن در خدمت جنگ شیمیایی قرار می گیرد، خود و یا سایر جوامع را از خطر احتمالی آن ایمن ساخت. به نظر می رسد دو راه بیشتر وجود ندارد، یا باید بشر از نظر رشد فکری و تعالی اخلاق به مرحله ای برسد که هیچ حکومتی به خود اجازه استفاده از جنگ افزار شیمیایی را ندهد و یا اینکه ملتها باید تلاشهای علمی خود را در جهت افزایش توان دفاعی و در صورت لزوم اقدامات بازدارنده به کار برند.

## مراجع

1. Adelman, Kenneth. *Chemical Weapons: Restoring the Taboo*. ORBIS: Journal of World Affairs, Foreign Policy Research Institute. Fall 1986.
2. Bowman, Steven R. *Chemical Weapons: A Summary of Proliferation and Arms Control Activities*. CRS Issue Brief. Washington: US Library of Congress, update of Feb. 89.
3. Brown, Fredric. J. *Chemical Warfare: a study in Restraints*, Princeton University Press. 1968.
4. Dunn, Lewis A. *Chemical Weapons Arms Control*. Survival. International Institute of Strategic Studies of London. June 1989.

۶۰۷ کیلوگرم (۱۹۴۲)، ۱۹۴۳، لوبلین ۱۶۲۸ کیلوگرم (۱۹۴۳)، گروسه روزن ۴۳۰ کیلوگرم (۱۹۴۳)، راونزبروخ ۴۵۲ کیلوگرم (۱۹۴۲)، آشویتس ۱۹۶۵۳ کیلوگرم (۱۹۴۲ و ۱۹۴۳). تا اواخر جنگ تنها ۴۵ میلیون زندانی را در آشویتس مسموم کرده بودند. در ۱۴ ژوئیه ۱۹۴۲ هیملر<sup>۱</sup> اجازه داده بود که در برخی اردوگاهها از زندانیان برای آزمایش عوامل شیمیایی استفاده کنند.

در جریان جنگ، آلمانیها علیه شورویها جنگ افزار شیمیایی به کار بردند. بدین ترتیب که در ماههای مه و ژوئن سال ۱۹۴۲ آلمانیها علیه واحدهای نظامی و غیرنظامی شهر کرج<sup>۲</sup> که در یکی از معادن پنهان شده و دلیرانه در مقابل دشمن مقاومت می کردند جنگ افزار شیمیایی به کار بردند.

در جریان جنگ جهانی دوم نیروهای هیتلری همواره دشمنان را به کار برد جنگ افزار شیمیایی تهدید می کردند، ولی واقعیت این است که آلمانیها از جنگ افزارهای شیمیایی در جبهه آن طور که می توانستند استفاده نکردند.

## دوره بعد از جنگ جهانی دوم

هنگامی که جنگ جهانی دوم به پایان رسید آلمانیها کوشش کردند تا زاغه ها، کارخانه ها، جنگ افزارهای شیمیایی و مهمات آنها و همچنین اطلاعات مربوط به ترکیب عوامل شیمیایی و روشهای تولید آنها در دسترس ارتش شوروی قرار نگیرد. بدین جهت وقتی ارتش شوروی به مرز آلمان رسید، نیروهای آلمانی اطلاعات مربوط به جنگ افزارهای شیمیایی را منهدم کردند، زاغه ها را به قسمت غربی آلمان بردند و یا آنها را به دریاهای بالتیک و شمال ریختند. کارخانه دی چرنفورت که سازنده تابون و به مقدار کم سارین بود طبق دستور ۵ فوریه ۱۹۴۵ به کلی منهدم و انبارهای زیرزمینی تابون در رودخانه اودر<sup>۳</sup> ریخته شد.

قسمت عمده عوامل شیمیایی تولید شده در آلمان به وسیله نیروهای آمریکایی و انگلیسی ضبط شد. ایبریت که ارزشی نداشت، در نوامبر ۱۹۴۵ به دریای شمال ریخته شد، ولی تابون که مؤثرترین عامل شیمیایی بود و کشورهای دیگر فاقد آن بودند با احتیاط به انگلستان حمل و در آنجا انبار شد.

به علاوه آمریکاییها با کوشش زیاد، تجهیزات، دانشمندان و متخصصان تولید مواد شیمیایی و افسران مؤثر در توسعه جنگ افزارهای شیمیایی را به آمریکا بردند.

پروفسور شرادر مخترع تابون و سارین طی ۲ سال، تجارب و اطلاعات خود را به دانشمندان و صنعتگران آمریکایی منتقل کرد. ژنرال اوکسندر<sup>۴</sup> از گروه شیمیایی آلمان مطالبی در مورد راهها و وسایل جنگ شیمیایی به گروه شیمیایی آمریکا آموخت. شیمیدان آلمانی ویریت<sup>۵</sup> و کارشناسان تولید نظیر اخمن، فیشر، دیلیینگ، بومبرگ، هومزن<sup>۶</sup> وعده ای دیگر مدت زیادی در آمریکا باقی ماندند. یک گروه آمریکایی کوشش کردند تا برای کراوخ، آمبروز و هودلین<sup>۷</sup> حکم عفو بگیرند، این افراد رؤسای اجرایی مجتمع صنعتی فاربین

1. Himmler 2. Kerch 3. Oder 4. Oxner 5. Wirth
6. Echmann, Fischer, Drilling, Bomberg, Mommsen
7. Krauch, Ambros & Hörlein