



ارزیابی خطر

بلاک و آپشال

برای تأمین حفاظت مؤثر در برابر عوامل جنگ شیمیایی یا زیست شناختی لازم است که ماهیت خطر را تعریف کنیم و این امر مستلزم درک کاملی از خواص فیزیکی - شیمیایی و سم شناسی عامل مفروض است. یکی از نقشهای مراکز پدافند شیمیایی آگاه شدن از انواع ترکیباتی است که ممکن است توسط کشورهای دیگر توسعه یابد. و نهایتاً هدف این مراکز تضمین حفاظت کلیهٔ سربازان خودی در برابر هر نوع حملهٔ شیمیایی است.

مثال، آیا این ترکیب قابل شناسایی است، آیا یک دهان بند طبی و لباس مناسب می تواند حفاظت لازم را تأمین کند و در صورت مسمومیت چه اقدامات درمانی می توان اتخاذ کرد؟ علاوه بر این، برای اینکه یک مادهٔ شیمیایی یک تهدید جدی جنگی تلقی شود، تولید آن در یک مقیاس قابل ملاحظه باید امکان پذیر باشد و باید در نتیجهٔ انبار کردن پایدار بماند.

قضاوت در این باره که آیا یک مادهٔ شیمیایی برای نیروهای نظامی تهدیدی به شمار می آید یا نه، مستلزم این است که بدانیم این مواد شیمیایی از چه راههایی وارد بدن می شوند، مکانیسمهای اثر آنها کدام است و ارزش و اهمیت این اثرها در یک محیط نظامی چیست؟ چنانچه چنین قضاوتهایی را تنها براساس مقدار مادهای که موجب مرگ می شود قرار دهیم، ساده اندیشی و غالباً گمراه کننده است، زیرا بار لجیستیکی تحمیلی به وسیله، مثلاً نیاز حمل و نقل و مواظبت از مجروحین، بر روی منابعی که تا حد امکان مورد استفاده قرار گرفته اند خود می تواند به همان اندازه جای بیم و نگرانی باشد. علاوه بر این، همچنین لازم است که رابطهٔ بین قابلیت مادهٔ شیمیایی برای تولید یک اثر معین و مقداری را که یک متجاوز بالقوه لازم است به کار برد - و آن هم در چه شکلی - تا اینکه آن اثر را ایجاد کند، مورد توجه قرار گیرد. تنها براساس این نقطه نظرها یک چنین مادهٔ شیمیایی را می توان (صرفاً به این علت که سلاحهای دیگری با تأثیری بیشتر می توانند به کار گرفته شوند) کنار گذاشت.

در زیر نمونه ای از ارزیابی انجام شده در یکی از مراکز پدافند شیمیایی بر پایهٔ نگرانی اخیر در مورد گزارش کاربرد تری کوته سن میکروتوکسینها - بادان دد - به عنوان جنگ افزار شیمیایی آورده می شود. در سپتامبر ۱۹۸۱ وزیر امور خارجه آمریکا، اتحاد شوروی یا اقمار آن را به استفاده از مواد سمی ۲-T (۱۱)، نیوالنول (۱۲) و دزوکسی نیوالنول (۱۳) در لائوس و کامبوج متهم کرد. این دسته خاص از مواد سمی قبلاً به عنوان عوامل

عوامل جنگ شیمیایی که در جنگ جهانی اول به کار برده شدند اکثر آرد دمای معمولی به صورت گاز یا مایع اند (جدول ۱ را ببینید). هدفهای فیزیولوژیکی از به کار بردن این عوامل برای گازهای نظیر کلروفسژن، ششها و برای مایعات پایا نظیر خردل گوگرد، عمدتاً پوست بود. ترکیبات آلی فسفردار به عنوان عوامل اعصاب ابتدا در آلمان به هنگام جنگ جهانی دوم توسعه یافتند، اما خوشبختانه هرگز به کار گرفته نشدند. این ترکیبات در دمای معمولی به صورت مایع اند، ولی فراریتهای آنها گسترده و وسیعی را دربر می گیرد. برای مثال، سارین (۸) دارای نقطهٔ جوش 151°C است و خطر بخار آن نسبتاً ناپایاست. از طرف دیگر، VX (۱۵) نقطهٔ جوش بالاتر از 250°C دارد و یک خطر پوستی پایا به شمار می آید و یک قطره حدود ۲ میلی گرم آن که از راه پوست جذب شود موجب مرگ می گردد. عوامل اعصاب، به دنبال استنشاق آنها یا جذبشان از راه پوست، به وسیلهٔ خون به تمام بافتها توزیع می شوند و در آنجا فعالیت آنزیم استیل کولین استراز را سد می کنند. بازداري فعالیت این آنزیم کلیدی در انتقال تحریکهای عصبی، سرانجام به علت از کار افتادن دستگاه تنفسی به مرگ منتهی می شود. عوامل اعصاب نخستین دسته اصلی از عوامل جنگ شیمیایی اند که معلوم شده است با یک هدف زیست شیمیایی خاص برهم کنش دارند. به هر حال، با پیشرفت تکنولوژی، اکنون این امکان وجود دارد که گسترهٔ خیلی وسیعتری از ترکیبات، از جمله جامدات، را به شکل آئروسل برای کاربرد نظامی به طور مؤثری پراکنده کرد.

ارزیابی عوامل بالقوه

در هر گونه ارزیابی از یک عامل بالقوه، نخستین پرسشی که باید مطرح شود این است که آیا دربارهٔ آن ترکیب اطلاعاتی وجود دارد که انجام یک تحقیق تهاجمی را بر روی آن ایجاب کند. چنانچه این پاسخ مثبت باشد، در آن صورت باید در نظر گرفت که این ترکیب با سیستمهای دفاعی ما چگونه برهم کنشی خواهد داشت. برای

شد. با اینکه تحقیقات قابل ملاحظه‌ای توسط پژوهشگران کشاورزی گزارش شده بود، بسیاری از پرسشهای زیر در ارتباط با ارزیابی خطر از نظر جنگ شیمیایی با دید نظامی بی جواب مانده بود.

□ آیا تری کوته‌سن‌ها می‌توانند درمقیاسی کافی برای کاربرد در یک جنگ شیمیایی تولید شوند؟

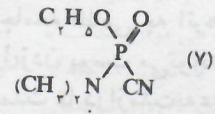
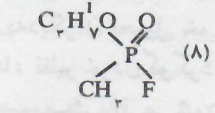
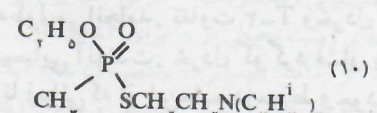
□ پایداری تری کوته‌سن‌ها در محیط زیست چگونه است و از چه مواد شیمیایی برای از بین بردن سمیت آنها می‌توان استفاده کرد؟

□ از آنجا که علائم گزارش شده از جنوب شرقی آسیا خیلی دقیق بودند، آیا مخلوطها یا مواد سمی ناخالص مضرتر از مواد سمی خالص است یا یک تغییر شیمیایی جزئی بر روی محصول طبیعی می‌تواند قدرت سمی بودن آن را به میزان زیادی بالا ببرد؟

ممکن جنگ شیمیایی یا زیست‌شناختی تلقی نشده بودند، اگرچه از مدتها قبل به عنوان آلوده‌کننده‌های مضر در حبوبات کپک‌زده شناخته شده‌اند. یکی از بدترین نمونه‌های مسمومیت تری کوته‌سن شیوع * ATA در اتحاد شوروی به هنگام جنگ جهانی دوم بود. آلودگی حبوباتی که زمستان را پشت سر گذاشته بودند با فوژادیم (نوعی قارچ) همراه با شرایط جوی گرم شدن سرد شدن هوا، غلظتهای بالایی از سم تولید کرد. نشانه‌های این مسمومیت سرگیجه، تهوع، از دست دادن اشتها، اسهال، خونریزی و تنزل تعداد گلبولهای سفید خون است. افراد زیادی پس از مصرف مکرر در طول چندین هفته تلف شدند.

ارزیابی ما، بدون داشتن اطلاعات قبلی درباره تری کوته‌سن‌ها، با مروری از خواص شیمیایی زیست‌شناختی این مواد سمی شروع

جدول ۱. پاره‌ای از عوامل جنگ شیمیایی که در جنگ جهانی اول به کار برده شدند.

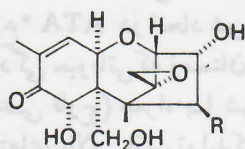
کُد	نام معمولی	ساختار شیمیایی	نقطه جوش °C	فشار بخار /mmHg	LCt_{50} /mg min m ⁻³	LD_{50} mg/kg	ECt_{50} /mg min m ⁻³
عوامل خون							
AC	هیدروژن سیانید (۱)	HCN	۲۶	۶۳۸ (۲۰°C)	۱۰۰۰ (۱min) ۲۰۰۰ (۱۰min)	۱۰	>۳۰۰۰ (۶۰min)
CK	سیانوزن کلرید (۲)	CNCl	۱۳	۱۰۰۰ (۲۰°C)	۱۱۰۰۰ (۱۰min)	—	۵۰
عوامل خفه کننده							
CG	فسژن (۳)	COCl ₂	۸	۱۴۰۶ (۲۵°C)	۳۲۰۰	—	۱۲۰
عوامل تاول‌زا							
H	عامل خردل (۴)	(ClCH ₂ CH ₂) ₂ S	۲۱۷	۰.۰۷۲ (۲۰°C)	۱۵۰۰	۰.۲	۱۰۰
L	لویزیت (۵)	ClCH=CHAsCl ₂	۱۹۰	۰.۴۰ (۲۰°C)	۱۲۰۰	۰.۵	۲۰
HN-۳	خردل نیتروژن (۶)	(ClCH ₂ CH ₂) ₂ N	۲۵۶	۰.۰۰۷ (۲۰°C)	—	—	—
عوامل اعصاب							
GA	تابون		۲۴۰	۰.۰۳۵ (۲۰°C)	۱۵۰	۰.۰۸	۱۰۰
عوامل سارین							
GB	سارین		۱۴۷	۲.۱ (۲۰°C)	—	—	۵۵
عوامل سومان							
GD	سومان		۲۱۰	۰.۳۴ (۲۰°C)	۷۰	۰.۰۱	۲۵
عوامل VX							
VX	—		۳۲۰	۰.۰۰۰۴ (۲۰°C)	۵۰ (قطره‌های آئروسل)	۰.۰۰۷	۵

LCt_{50} : حاصلضرب غلظت (C) یک گاز و زمان (t) مجاورت که ۵۰ درصد جمعیتی را که در معرض آن قرار گرفته‌اند می‌کشد.

LD_{50} : مقدار ماده شیمیایی که ۵۰ درصد جمعیت را طی ۲۴ ساعت می‌کشد.

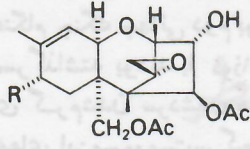
ECt_{50} : حاصلضرب غلظت (C) یک گاز و زمان (t) مجاورت که در ۵۰ درصد جمعیتی که در معرض آن قرار گرفته‌اند اثر می‌گذارد.

* ATA مخفف Alimentary toxic aleukia است. -م.



(۱۲) R = OH : نیوالنول

(۱۳) R = H : دزوکسی نیوالنول



(۱۱) T-2; R = (CH₃)₂CHCH₂CO—

(۱۴) R = HO— : نئوزولانیول

با یک درشت حلقه متصل به C-۲ و C-۱۵، برای مثال وروکارین A و روریدین A، تا حدودی سمی ترند و مقادیر کشنده آنها در گستره ۵۰۰ تا ۱ mg/kg است. مقدار ماده کشنده باطریقه استعمال و گونه مورد نظر تغییر می کند، ولی علائم مسمومیت در حیوانات گوناگون از موش گرفته تا گاو فوق العاده ثابت است و این عاملی است که در صورت پرونیابی داده های سمیت به انسانها اهمیت پیدا می کند.

مسمومیت بدنی (یعنی اثر بر روی بدن به عنوان یک مجموعه) از طریق پوست (خانه ۲ را ببینید) برای تری کوتاه سن ها، چنانکه برای هر ماده شیمیایی از این قبیل که به کندی جذب شده و به سرعت در خارج از محلول زنده سوخت و ساز می شود انتظار می رود، بسیار پایین است. در هر حال، صدمه ای که به پوست وارد می شود یک مشخصه سمیت تری کوتاه سن است و می توان آن را در مقادیر میکروگرم مشاهده کرد. بنابراین، اثرهای تری کوتاه سن ها را بر روی پوست با عوامل تاول زای مشهور چون خردل گوگرد مقایسه کردیم. کاربرد خردل گوگرد در جنگ جهانی اول و در جنگ ایران و عراق به طور فاجعه آمیزی نشان می دهد که صدمه پوست و چشمها در یک جامعه نظامی چه اثرهایی می تواند داشته باشد. در کوتاه مدت تاول زدن پوست می تواند سرباز را از انجام وظیفه اش بازدارد و در میان مدت تا دراز مدت به علت ضرورت پشتیبانی پزشکی بار بسیار سنگینی به دیگران تحمیل خواهد شد.

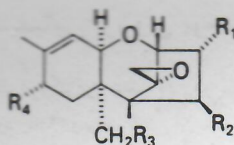
تری کوتاه سن ها، نظیر خردل گوگرد، در مقادیری کاملاً پایینتر از آنچه موجب مسمومیت بدنی می شود به پوست صدمه جدی وارد می کنند. مقادیر ۱۰۰ تا ۲۰۰ µg از T-۲ موجب قرمز شدن پوست می شود و مقادیر ۱ تا ۲ µg موجب مرگ بافت های زنده پوست می گردد (پوست زخم شده و سپس می میرد) و این امر در شرایط جوی مرطوب تشدید شده و بهبودی آن چندین هفته به طول می انجامد. تفاوت T-۲ و خردل گوگرد در خواص فیزیکی-شیمیایی آنهاست. خردل گوگرد فشار بخار قابل ملاحظه ای دارد و تا زمانی که از این مایع در محیط وجود دارد مقداری که به پوست و ششها می رسد، با گذشت زمان جمع می شود. در جنگ جهانی اول به علت قرار گرفتن در معرض بخار خردل گوگرد در محیطهای سر بسته از لباس و ادوات آغشته شده به این مایع، تعداد زیادی تلفات جانی داشت. بسیاری از اثرهای پوستی خردل گوگرد از بخار آن عارض می شود، چون بخار آن می تواند از درون لباس نفوذ کند. سوختگی

□ در صورت تماس با تری کوتاه سن ها این مواد تا چه میزان می توانند از طریق پوست نفوذ کنند؟

□ پایداری تری کوتاه سن ها در بدن چیست و آیا می توان سابقه آنها را در خون و ادرار آشکار ساخت؟

در زمانی که این بررسی را شروع کردیم اگرچه تعدادی از این مواد سمی را به طور تجارسی می توانستیم تهیه کنیم، ولی این مواد بسیار گران بودند و آن هم فقط در مقادیر میلی گرم فراهم بود. پس لازم بود که مقادیر تحقیقاتی مورد نیاز تری کوتاه سن ها را در محل تولید کنیم. در کمتر از یک سال روشهایی را برای تهیه تری کوتاه سن ها T-۲ (۱۱)، نیوالنول (۱۲) و نئوزولانیول (۱۴) با استفاده از برنج به عنوان جزء مورد عمل تا مقادیر گرم توسعه دادیم.

پس از آن مطالعات شیمیایی بر روی واکنش پذیری و پایداری این مواد سمی انجام گرفت. یک مشخصه تری کوتاه سن ها پایداری غیر عادی عامل اپوکسید در برابر حمله هسته دوستی است، اگرچه اپوکسید در شرایط اسیدی به آسانی باز آرای پیدا می کند. مطالعات ساختاری-واکنش پذیری بر روی تعداد زیادی از تری کوتاه سن ها که به طور شیمیایی تغییر داده شده بودند با به کار بردن فنهای کشت سلول در آزمایشگاه به عنوان یک آزمایش زیست شناختی انجام گرفت (طرح ۱ را ببینید). به این نتیجه رسیدیم که تغییر شیمیایی یک ماده سمی طبیعی نظیر T-۲ (۱۱) بعید است که به تقویت قابل ملاحظه فعالیت زیست شناختی منتهی شود، با فرض اینکه سمیت در موجود زنده بتواند با مرگ سلول در لوله آزمایش ربط داده شود. با توجه به فراهم بودن این مواد سمی و محصولات آبکافت آنها توانستیم گستره ای از استانداردهای تجزیه ای تهیه کنیم و برای تجزیه شیمیایی مقادیر کم تری کوتاه سن ها روشهای تجزیه ای توسعه دهیم (خانه ۱ را ببینید). پرسش دیگر این بود که آیا مواد سمی نظیر T-۲ به مقیاس زیاد قابل تولید است یا نه. این واقعیت که تری کوتاه سن به عنوان یک قارچ کش کشاورزی در اتحاد شوروی به کار رفته همراه با کار اخیر بر روی تخمیر مایع در آزمایشگاههایی نظیر آزمایشگاههای کشاورزی کانادا می رساند که تولید آنها در مقیاس وسیع امکان پذیر است. بنابراین، تری کوتاه سن ها به نظر می رسد نماینده دسته ای از مواد سمی به طور غیر عادی پایداری باشند که می توانند در مقیاس قابل ملاحظه ای تولید شوند. مقدار زیاد سم شناسی گزارش شده روی تری کوتاه سن ها در حیوانات با استفاده دراز مدت (مسمومیت مزمن یا نیمه حاد) مربوط است و علائم و نشانه های مسمومیت عموماً بازتابی از مسمومیت های ATA در انسانهاست. در هر حال، در ارتباط بیشتر با ارزیابی این ترکیبات به عنوان عوامل جنگی مفروض، سمیت حاد آنهاست. از بین تری کوتاه سن های ساده T-۲ یکی از سمی ترین آنهاست. سمیت کشنده آن در بدن بین ۱ و ۱۰ mg/kg است، اما مرگ حداقل ۸ ساعت بعد از استعمال ظاهراً در نتیجه فروپاشی سیستم گردش خون به دنبال می آید. (توجه کنید که عوامل اعصاب برای انسان در مقادیر تقریباً ۱ تا ۲ میلی گرم به ازای انسان ۷۰ کیلو گرمی کشنده است و مرگ در حدود چند دقیقه رخ می دهد). تری کوتاه سن ها نظیر T-۲ در زیر مقادیر کشنده، حدود ۱ mg/kg در ممکن است موجب تهوع شود. دسته جداگانه ای از تری کوتاه سن ها

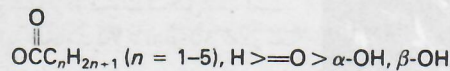


R₁: OH > OAc, H >=O > β-OAc, β-OH

R₂: OAc > OH > H >=O, α-OAc

R₃: OAc > OH

R₄: تحمل زیاد در C-8



برای فعالیت زیاد اپوکسید و پیوند دوگانه لازم است

افشانه هوایی ممکن است قطره‌های بزرگتری لازم شود تا ابر پراکنده شده از هدف دورنگردد. راه دیگر، پراکندن انفجاری گرد در نزدیکی هدف است، ولسی انجام این کار از نظر فنی مشکلتر و

معمولاً در زیر بغل و کشاله ران درجایی که پوست گرم و مرطوب است و درجایی که افزایش رطوبت پوست موجب تشدید جراحت می‌شود مشاهده می‌گردد. نسبت مردم مبتلایی که در برابر اثرهای کشنده خردل گوگرد از پای درمی‌آیند کوچک است. بیشتر مرگهائی که اتفاق می‌افتد نتیجه استنشاق بخار آن است.

برعکس یک مایع قرار پایا، اثر سمی یک آئروسول ذره‌ای با زمان جمع نمی‌شود، مگر درجایی که آئروسول شدن ماده و سوب شده دائماً تجدید شود. به منظور ارزیابی مؤثر بودن پراکندن آئروسول باید شرایط متضاد را در نظر گرفت. برای مؤثر بودن آئروسول باید: □ ذرات آن به اندازه کافی کوچک باشد که از راه تنفسی فرو برده شود یا به طور مؤثر از درون لباس نفوذ کند.

□ برای به وجود آوردن یک اثر سمی هنگامی که به سطح پوست/چشم/یا شش می‌رسد، جرم کافی داشته باشد. باید توجه داشت که یک ذره ۱۰ μm با چگالی واحد، جرمی یک هزارم جرم ذره مشابه ۱۰۰ μm دارد.

□ سیستم تحویل آن بتواند ناحیه هدف را به طور مؤثری پوشاند. مفهوم آن این است که در صورت تحویل به وسیله فنهای

تجزیه مقادیر کم عوامل جنگ شیمیایی

وقتی مواردی از جنگ شیمیایی مشکوک اتفاق می‌افتد، ضرورت دارد که این موارد به وسیله تجزیه صریح نمونه‌های مناسب مورد تأیید قرار گیرند. برای تجزیه ماتریسهای مجهول یا متغیر، طیف نگاری جرمی، معمولاً همراه با کروماتوگرافی گازی، حساسیت عالی همراه با میزان بالای ویژگی را تأمین می‌کند. در واقع این تجزیه هیچ تفاوتی با تجزیه محکمه‌ای ندارد و نظیر مورد اخیر باید کاملاً دقت شود که معتبر بودن یک تجزیه مقادیر کم تضمین گردد. در هر حال، از آنجایی که بررسی موارد متناسب به جنگ شیمیایی ممکن است با تجزیه محکمه‌ای متفاوت باشد، اغلب به دست آوردن نمونه‌های قابل اعتماد، به خصوص در محلهای دوررس، مشکل است. بین زمانی که نمونه جمع‌آوری می‌شود و اغلب توسط اشخاص تعلیم ندیده و در شرایطی که از شرایط ایده‌آل کمتر است و زمانی که نمونه به آزمایشگاه تحویل می‌گردد، چندین هفته طول می‌کشد. در طول این مدت تجزیه شیمیایی و میکروبی ممکن است یک مسئله باشد.

برای آشکارسازی عوامل شیمیایی و محصولات آبکافت آنها در انواع ماتریسهای زیست محیطی در سطح مقادیر کم به وسیله مراکز پدافند شیمیایی روشهایی توسعه یافته است. عموماً نمونه‌های زیست محیطی مثل ادوات آلوده شده، لباس یا سبزیجات، ترجیح داده می‌شوند، به شرط آنکه سابقه این نمونه‌ها به طور صحیح و مستند موجود باشد. طریقه دیگر به جای تجزیه نمونه‌های زیست محیطی این

است که نمونه‌هایی از خون یا ادرار قربانیان مشکوک یک حمله شیمیایی گرفته شود. ولی، در اینجا ما با دو مشکل اضافی روبرو هستیم - پایایی عامل شیمیایی در بدن چیست و چنانچه سوخت و سازی روی آن صورت گیرد (که احتمال می‌رود همین طور باشد)، ماهیت این متابولیتها چیست و آیا می‌توان آنها را آشکار ساخت؟ از این رو در نمونه برداری از مایعات بدن، احتمالاً چندین روز بعد از قرار گرفتن در معرض حمله شیمیایی، توکسیکوسیتیک و متابولیسم (سوخت و ساز) عوامل مهمی هستند که باید به آنها توجه شود.

ما هنوز از سرنوشت بعضی عوامل جنگ شیمیایی در بدن اطلاع نداریم و نمونه خوب آن خردل گوگرد است. اگرچه این موضوع اخیراً مورد پژوهش و بررسی است، هیچ روش فیزیکی - شیمیایی معینی برای تأیید این مطلب که فردی در معرض خردل گوگرد قرار گرفته وجود ندارد. در پاسخ به گزارشهای که حاکی از به کار بردن میکوتوکسینهای تری کوته‌سن به عنوان عوامل جنگ شیمیایی در جنوب شرقی آسیا بود، مراکز پدافند شیمیایی روشهایی را برای آشکارسازی مقادیر کم این مواد سمی و محصولات ساده آبکافت آنها در ماتریسهای زیست محیطی و مایعات زیست شناختی توسعه دادند. این روشها شامل تبدیل عوامل هیدروکسیل به استرهای هپتافلور و بوتیریل یا پنتافلور و نیتیل و جداسازی و آشکارسازی آنها به وسیله کروماتوگرافی گازی و طیف نگاری جرمی باریایی یون انتخابی بود. هم

برخورد الکترون و هم یونش شیمیایی یون منفی که عموماً حساستر است به کار برده شدند. با این روشها قادر بودیم ۱۰ تا تعداد بیشتری از تری کوته‌سن‌ها را در حد ۱ تا ۱۰ ng در هر نمونه آشکارسازی کنیم. کنترل این تری کوته‌سن‌ها در آزمایشهای انجام شده بر روی ۶۴ نمونه خون و ادرار در سطحی بین ۲ تا ۲۰۰ ppb با همکاری دو آزمایشگاه به طور موفقیت آمیز اجرا شد. آزمایشهای تأییدی از این قبیل همراه با روشهای تجزیه‌ای دقیق لازم است، چنانچه بخواهیم از بحث و جدلهای نظیر آنچه پیرامون ادعاهای باران زرد وجود دارد اجتناب کنیم.

تجزیه انجام شده توسط ما در نمونه‌های مشکوک جنگ شیمیایی جمع‌آوری شده از جنوب شرقی آسیا تمامی برای تری کوته‌سن‌ها منفی بود. در هر حال، ما وجود سه تری کوته‌سن - نیوانول (۱۲)، سیرپنتر یول و ۱۵-مونواستوکسی سیرپنتر یول را در نمونه‌های ذرت خوشه‌ای کهک زده جمع‌آوری شده در تایلند آشکار ساختیم. این احتمالاً نخستین نمایش صریح وجود طبیعی تری کوته‌سن‌ها در این ناحیه از جنوب شرقی آسیا بود. با توجه به قراردادهای مربوط به جنگ افزارهای شیمیایی و زیست شناختی در حال حاضر و احتمالاً آینده و قرار داد اخیر منع گسترش جنگ افزارهای شیمیایی، نیاز به اینکه قادر باشیم تخلفهای مشکوک از این توافقها را تأیید کنیم اهمیت فزاینده‌ای پیدا می‌کند.

اثرهای مواد شیمیایی بر روی پوست



به خصوص نسبت به چنین حمله‌ای حساس‌اند و سلولهای موجود در پایه پوشش بیرونی هدفهای اصلی‌اند. چنانچه در معرض خردل گوگرد قرار گیریم، موجب تحریک حسی پوست نمی‌شود، ولی حدود شش ساعت بعد پوست قرمز شده و در عرض ۲۴ تا ۴۸ ساعت تاول می‌زند. بعضی از تاولها ممکن است خیلی بزرگ باشد و به خاطر از دست رفتن سلامتی پوست بر از مایع شوند. مرطوب شدن پوست با پوشاندن آن یا به وسیله یک محیط مرطوب، چنانکه در زیر بغل یا کشاله ران وجود دارد، شدت جراحت را زیاد می‌کند. وقتی که تاولها بترکند، این جراحت باز ممکن است مدت زمان زیادی طول بکشد تا التیام پیدا کند، زیرا که فرایندهای ترمیمی اساسی در درون پوست آسیب دیده‌اند. در خلال این مدت یک خطر جدی برای عفونت وجود دارد.

خواص فیزیکی - شیمیایی خردل گوگرد طوری است که نسبت قابل ملاحظه‌ای از آن از طریق پوست جذب می‌شود و به علت تمایل طبیعی آن برای آلکیل دار کردن فقط مقدار کمی از آن در فاصله کوتاهی بعد از تماس با این ماده در درون پوست به حالت آزاد باقی خواهد ماند. مرگ بافتهای زنده پوست و مسمومیت بدنی پایین از طریق پوست با T-۲ را می‌توان به وسیله انحلال پذیری زیاد این ترکیب در چربی و نحوه تأثیر آن به عنوان بازدارنده سنتزیروتین توضیح داد. به دنبال تشکیل پوست زخم، پوشش بیرونی پوست می‌اندازد. در هر حال، برعکس خردل گوگرد، جراحت سریعتر ترمیم می‌شود، زیرا که اطلاعات ژنتیکی اصلی در درون سلولها آسیب نمی‌بیند. التیام سریع است و سلامت پوست در عرض دو هفته باز می‌گردد.

امکان دارد فرایند جذب را تسریع کنند. برای اثبات این موضوع که آیا مواد ذره‌مانند در پوست نفوذ می‌کنند یا نه، شواهد کمی در دست است. اگرچه بررسی مواد بلورین در پمادها می‌رساند که اندازه بلور مهم است و سرعت انحلال ذره جامد تعیین کننده سرعت است.

آن مواد شیمیایی که به پوست آسیب می‌رسانند به طور تقریبی به دو دسته تقسیم می‌شوند: موادی که باعث آسیب فیزیکی‌اند، مثل اسیدهای خورنده و موادی که در فرایندهای زیست شیمیایی مداخله می‌کنند و رشد پوست را به مخاطره می‌اندازند. خردل گوگرد در دسته اخیر قرار می‌گیرد، زیرا که یک عامل آلکیل دارکننده دو عاملی است که موجب اتصال عرضی DNA در چندین محل می‌شود. همچنین امکان دارد که خردل گوگرد پروتئینهای کلیدی را هم آلکیل دار کند و در سوخت و ساز واسطه‌ای مداخله کند. سلولهایی که به سرعت تولید می‌شوند

پوست را ممکن است بزرگترین عضو بدن در نظر گرفت (مساحتی حدود ۲m^۲) و برهم کنش آن با مواد شیمیایی خارجی از نظر سم‌شناسی اهمیت عمده‌ای دارد. پوست علاوه بر اینکه مانع می‌شود تا حیوان آب بدن خود را از دست بدهد، سد مؤثری در مقابل عفونت، مواد شیمیایی و عوامل فیزیکی در محیط زیست است. پوست از دو قسمت تشکیل شده است: پوست بیرونی (به ضخامت ۷۵ تا ۱۵۰ μm که در کف دستها و پاشنه پاها تا ۸۰۰ μm می‌رسد) و یک پوست درونی. پوست بیرونی دو لایه اصلی دارد، بیرونی ترین لایه که اساساً سلولهای شاخی مرده‌دارد با یک لایه زنده و قابل رشد. پوست درونی یک بافت رابط فیبروالاستیک متراکم است که برآز عروق خونی، بایانه‌های اعصاب حسی و غیره است. این بیرونی‌ترین لایه پوست بیرونی است که بزرگترین مانع را در برابر نفوذ مواد شیمیایی تأمین می‌کند. دو نوع عمده خطر را می‌توان شناسایی کرد:

- مواد شیمیایی که به درون پوست نفوذ می‌کنند و موجب اثرهای بدنی می‌شوند.
- عوامل شیمیایی و فیزیکی که به خود پوست آسیب می‌رسانند.

برای نشان دادن عواملی که بر نفوذ مواد شیمیایی از طریق پوست کنترل دارند کارهای زیادی انجام شده و معلوم شده که ضریب تقسیم، وزن مولکولی، یونش، غلظت و حضور حلال، جملگی ممکن است در این امر دخالت داشته باشند. به طور کلی، موادی که کاملاً چربی دوست‌اند در خود پوست می‌مانند و به آسانی از طریق آن نفوذ نمی‌کنند (T-۲ مثال خوبی در این مورد است). در هر حال، عواملی که ممکن است بر فیزیولوژی یا ساختار پوست تأثیر بگذارند - مثل آیدار کردن، دما و حضور حلالهایی نظیر DMSO -

پرخرجتر است.

گزارشهای رسیده از جنوب شرقی آسیا حاکی از این است که عوامل به کار برده شده به صورت باران شیمیایی یا گرد به وسیله هواپیمایی که در ارتفاع کم پرواز می‌کرده پخش شده است. اگرچه این شیوه تحویل در جنگهای واقع در جنگلهای حاره‌ای علیه افراد غیر نظامی که لباس کمی دربردارند از نظر تکنیکی امکان‌پذیر است، این شیوه پراکندن در مورد قوای ناتو که کاملاً مجهز است بعید به نظر می‌رسد. با در نظر گرفتن میزان پیچیدگی محافظت نظامی در برابر عوامل شیمیایی اعتقاد بر این است که عواملی از این نوع و میزان سمیت آنها کاندیدهای واقع بینانه‌ای برای کاربرد نظامی علیه نیروهای کشورهای صنعتی نخواهد بود.

در خاتمه، ارزیابی خطری که ممکن است نیروهای کشوری را

در یک کارزار شیمیایی و زیست‌شناختی تهدید کند مستلزم ارزیابی نه تنها خواص فیزیکی-شیمیایی یک ماده شیمیایی بالقوه است، بلکه همچنین باید رفتار آن را به هنگام پراکنده شدن و برهم کنش آن را با اجزای مختلفی که یک سیستم دفاعی را تشکیل می‌دهند مد نظر داشت. درک کامل سم‌شناسی آن، جدا از سمیت آن، برای پی بردن به اثرهای نظامی کار برد آن و فرمولبندی اقدامات حفاظتی در درجه اول اهمیت است.

ترجمه منصور عابدینی