Archive OF SID

مجله طب نظامی
دوره ۱۲، شماره ۲، تابستان ۱۳۸۹
صفحات: ۶۳-۵۷

Iranian Journal of Military Medicine
Vol. 12, No. 2, Summer 2010
Pages: 57-63

تاثیر جریان هوا، باران و گذشت زمان بر بقای پِرمِترین در یونیفرم‌های نظامی آغشته

مهدی خوبدل * ***PhD***

*مرکز تحقیقات بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌ا... (عج)، تهران، ایران

چکیده

اهداف: عوامل مختلفی می‌توانند در دوام مولکول‌های پرمترین روی الیاف آغشته، تاثیرگذار باشند. هدف از این مطالعه بررسی تاثیر عوامل محیطی نظیر جریان هوا، باران و گذشت زمان بر میزان باقیمانده پرمترین در الیاف پارچه‌های انواع یونیفرم‌های نظامی بود.

روش‌ها: بررسی حاضر مطالعه‌ای تجربی است. در این مطالعه پارچه‌های یونیفرم‌های رایج در نیروهای نظامی و انتظامی ایران با امولسیون غلیظ حشره‌کش پرمترین ۱۰٪ به‌میزان ۱۲۵ $\mu g/cm^2$ و به روش غرقابی آغشته شد. سپس تاثیر عوامل محیطی جریان هوا، غوطه‌ورسازی در آب و نیز گذشت زمان بر باقیماندگی پرمترین لباس‌های آغشته مورد بررسی قرار گرفت. برای تعیین میزان باقیماندگی پرمترین از روش پیشرفته کروماتوگرافی لایه نازک استفاده شد.

یافته‌ها: پس از قرارگیری به‌مدت ۱۲ هفته مداوم و شبانه‌روزی در معرض جریان هوا، به‌طور میانگین و بدون در نظر گرفتن نوع یونیفرم، $\mu g/cm^2$ ۲±۸۹/۷ معادل ۷۱/۷٪ میزان پرمترین روی الیاف باقی ماند. پس از ۱۲/۵ ساعت غوطه‌ورسازی یونیفرم‌های آغشته به پرمترین در آب، $\mu g/cm^2$ ۲/۷±۹۳/۵ معادل ۷۵٪ میزان پرمترین روی الیاف باقی ماند. نگهداری پارچه‌های آغشته به‌مدت ۶ ماه به دور از تاثیر عوامل محیطی در تاریکی و شرایط آزمایشگاهی به‌صورت بسته‌بندی‌شده، باعث کاهش معنی‌داری در میزان پرمترین آن نشد.

نتیجه‌گیری: عوامل محیطی نظیر باد و جریان هوا، باران و فعل و انفعالات شیمیایی که به مرور و در اثر گذشت زمان اتفاق می‌افتد، همگی در دوام و بقای پرمترین موجود در یونیفرم‌های آغشته، اثر ملایم و کمی دارند و نمی‌توانند تاثیر زیادی در کاهش کارآیی یونیفرم‌های آغشته داشته باشند.

کلیدواژه‌ها: آغشته‌سازی، پرمترین، یونیفرم‌های نظامی، جریان هوا، باران، گذشت زمان

Effect of weathering, rinsing and aging on permethrin durability of impregnated military battle dress uniforms

Khoobdel M.* ***PhD***

*Health Research Center, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Abstract

Aims: Various factors can affect the resistance and durability of permethrin molecules on the impregnated fabrics. The aim of this study was to evaluate the effect of environmental factors such as weathering, rinsing and aging on endurance and persistency of permethrin residues in the fibers of clothes in military uniforms.

Methods: This survey is an experimental study. In this study, common Iranian military and police uniforms' clothes were impregnated by concentrated emulsion of permethrin insecticide, at 125 µg/ cm2 using a dipping method. Then, the influence of environmental factors such as weathering, rinsing, and aging on the persistency of impregnated clothes were analyzed. The amount of permethrin residue was determined by High Performance Thin Layer Chromatography (HPTLC) technique.

Results: Without considering the uniforms, on average, 89.7±2 µg/cm2 of the permethrin equivalent to 71.7% remained after 12 weeks of permanent, day and night weathering. After rinsing of impregnated uniforms with permethrin for 12.5 hour in water, only 93.5±2.7 µg/cm2 of permethrin, equivalent to 75%, remained in fabrics. Keeping the impregnated clothes for 6 months away from the influence of environmental factors in darkness, and laboratory condition in package form, did not significantly reduces the amount of permethrin.

Conclusion: The environmental agents such as wind and weathering, raining and chemical reactions which happen gradually and with the passage of time, all have a moderate and little effect and cannot considerably affect the reduction of the efficiency of impregnated uniforms.

Keywords: Impregnation, Permethrin, Military Uniforms, Weathering, Rain, Aging

نویسنده مسئول: مهدی خوبدل. تمام درخواست‌ها باید به نشانی khoobdel@yahoo.com فرستاده شوند.

دریافت مقاله: ۸۸/۱۱/۱۳ پذیرش مقاله: ۸۹/۲/۲۸

www.SID.ir

Archive OF SID

مقدمه

حشرات و برخی از بندپایان نظیر کنه‌ها، ناقل بیماری‌های زیادی به انسان هستند. کشور ایران نیز همانند بسیاری از کشورهای حوزه مدیترانه شرقی، از مهم‌ترین کانون‌های بیماری‌های منتقله به‌وسیله حشرات و سایر بندپایان در دنیا است [۱].

بیماری‌های منتقله به‌وسیله حشرات جز بیماری‌های نیروهای نظامی و ناتوان‌کننده سربازان شناخته شده است [۲]. نیروهای نظامی، در اغلب نقاط جهان به‌دلیل مواجه‌شدن زیاد با این موجودات، یک گروه پُر خطر در مقابل بیماری‌های منتقله به‌وسیله بندپایان محسوب می‌شوند [۳، ۴]. اصولاً شغل نظامی با ریسک بالای ابتلا به بیماری‌های منتقله به‌وسیله بندپایان همراه است. بیماری‌هایی نظیر مالاریا، لیشمانیوز، تب دانگ و لایم، بسته به مناطق مختلف جغرافیایی، برای نظامیان خطرات بیشتری نسبت به مردم عادی دارند [۵، ۶]. طی دوران جنگ تحمیلی نیز سربازان و رزمندگان ایران در مناطق جنگی غرب و جنوب، با برخی از بیماری‌های منتقله یا ناشی از بندپایان نظیر لیشمانیوز، تب سه روزه، گال و عقرب‌گزیدگی به‌شدت مواجه بودند [۷].

آغشته‌سازی یونیفرم‌های نظامی به پرمترین، به‌عنوان یکی از روش‌های موثر و بی‌خطر حفاظت فردی برای نظامیان به‌شمار می‌آید [۸، ۹]. ارزیابی ریسک آن نیز در سال‌های اخیر در نیروهای نظامی آلمان، بی‌خطربودن استفاده از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین را در دورز مجاز برای سربازان نشان داده است [۱۰]. تحقیقات بسیاری در نقاط مختلف دنیا برای ارزشیابی یونیفرم‌های آغشته به پرمترین صورت گرفته است و اثربخشی این روش در مقابل حشرات و بندپایان گزنده ثابت شده است [۱۱، ۱۲]. درحال حاضر نیز سربازان ایالات متحده، آلمان و انگلستان حاضر در عراق و افغانستان نیز به‌طور گسترده از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین استفاده می‌کنند [۲، ۱۳].

با توجه به کارآیی این تکنیک در سایر ارتش‌های جهان، در سال‌های اخیر استفاده از این روش برای نیروهای نظامی ایران پیشنهاد شده است [۱۴]. مطالعات انجام گرفته در ایران نشان داده است که یونیفرم‌های آغشته به پرمترین، حفاظت‌دهی قابل توجهی در حدود ۹۰-۷۰٪ در مقابل گزش گونه‌هایی از پشه‌های کولکس و آنوفل‌استفنسی (ناقل اصلی مالاریا در جنوب ایران) در شرایط طبیعی ایجاد می‌نماید [۱۵، ۱۶]. مجهزشدن سربازان به تکنیک کاربرد یونیفرم‌های آغشته، نوعی دفاع غیرعامل محسوب می‌شود؛ ولی با این وجود هنوز در ایران، مورد توجه و استفاده نیروهای نظامی قرار نگرفته و در لیست تجهیزات حفاظت فردی سربازان وارد نشده است [۱۷].

عوامل مختلفی می‌توانند در دوام و بقای پرمترین بر الیاف یونیفرم‌ها موثر باشند که برخی از آنها در یونیفرم‌های سربازان ایالات متحده و بعضی از کشورهای اروپایی مورد مطالعه واقع شده است [۱۸، ۱۳، ۱۹، ۲۰]. میزان دوام پرمترین در البسه آغشته، در مقابل روش‌های مختلف شست‌وشو قبلاً در ایران مطالعه شده است [۲۱]. هدف از انجام پژوهش حاضر، بررسی تاثیر عوامل محیطی نظیر جریان هوا، غوطه‌ورشدن در آب و گذشت زمان بر میزان باقی‌مانده پرمترین در پارچه‌های مختلف البسه نظامی بود.

روش‌ها

این مطالعه مداخله‌ای تجربی و کنترل‌دار در سال‌های ۸۴-۱۳۸۳ طی ماه‌های اردیبهشت، خرداد و تیر (به‌دلیل همزمانی با فصل فعالیت حشرات گزنده و مواجهه زیاد انسان با این حشرات) روی ۶ نوع از یونیفرم‌های رایج در نیروهای نظامی و انتظامی ایران در محدوده شهر تهران و در آزمایشگاه شیمی آفت‌کش‌های دانشگاه علوم پزشکی تهران به انجام رسید.

ویژگی‌های فیزیکی پارچه‌های منتخب از قبیل جنس الیاف، وزن و ضخامت و برخی دیگر از ویژگی‌های فیزیکی پارچه در آزمایشگاه دانشکده نساجی دانشگاه امیرکبیر تعیین شد (به‌دلیل مسایل حفاظتی، نام و محل استفاده یونیفرم‌ها و نیز مشخصات دقیق آنها فاش نشده و برای نام‌گذاری ۶ یونیفرم مورد مطالعه از کدهای U1 تا U6 استفاده شده است).

آغشته‌سازی: برای تعیین شاخص ضریب جذب آب برای هر نوع پارچه، از مطالعات قبلی استفاده شد [۲۱]. برای آغشته‌سازی هر یک از یونیفرم‌ها، محلول‌هایی با غلظت مشخص از امولسیون غلیظ حشره‌کش پرمترین ۱۰٪ با فرمول مولکولی ایزومر *ترانس/سیس* به نسبت ۷۵٪/۲۵٪ (Prigen، Bayer؛ آلمان) تهیه شد. غلظت محلول‌های آغشته‌سازی پرمترین متناسب با ضریب جذب پارچه‌های ۶ نوع یونیفرم تعیین و سپس آغشته‌سازی به‌روش غرقابی انجام شد [۲۲، ۲۳]، به‌طوری‌که دوز مورد نظر ۰/۱۲۵ mg/cm^2 در سطح پارچه و به‌طور تقریباً یکنواخت جذب شود. برای اطمینان از صحت روش آغشته‌سازی و نیز انتشار و توزیع یکنواخت دوز حشره‌کش در تمام سطوح الیاف مورد نظر، پس از هر بار آغشته‌سازی و خشک‌شدن قطعات آغشته و قبل از تاثیر عوامل محیطی مورد مطالعه، به‌طور تصادفی تعدادی قطعه (۴-۳ مورد) از هر پارچه انتخاب و نمونه‌های ۲ سانتی‌متر مکعبی از وسط و کناره‌های آن تهیه و پرمترین موجود در آن استخراج شد. برای صرفه‌جویی در میزان حشره‌کش پرمترین، بالا بردن دقت مرحله آغشته‌سازی و سهولت کار و مطابقت با اغلب مطالعات آزمایشگاهی، قطعات ۱۲×۱۵ سانتی‌متری از هر پارچه تهیه و در آغشته‌سازی و بررسی تاثیر عوامل مورد مطالعه از آنها استفاده شد. قطعات آغشته‌شده، به‌مدت ۲۴ ساعت در فضای آزمایشگاه (دور از نور مستقیم خورشید و در دمای ۲۶-۲۳°C و رطوبت نسبی ۴۰-۳۰٪) قرار گرفتند تا کاملاً خشک شوند و پس از شماره‌گذاری، به‌طور جداگانه در داخل کیسه پلاستیکی قرار گرفته و در آزمون‌های آزمایشگاهی مورد استفاده قرار گرفتند.

بررسی تاثیر جریان هوا: ۹ قطعه از هر ۶ نوع پارچه آغشته‌شده و نیز یک قطعه غیرآغشته از هر ۶ نوع پارچه به‌عنوان شاهد انتخاب شد و

www.SID.ir

Archive OF SID

به‌مدت ۳ماه مطابق روش *شرک* و همکاران [۲۴] در معرض جریان هوا قرار گرفت. محیط بسته‌ای که کاملاً از تاثیر نور خورشید، باران و باد در امان بود انتخاب شد و تکه‌های تهیه‌شده به‌وسیله گیره و سنجاق قفلی از طناب و معلق در هوا آویزان شد. با وجود اینکه پرمترین از حشره‌کش‌های پیرتروئیدی مقاوم در برابر نور و حرارت خورشید است [۲۴]، برای جلوگیری از اثرات مخدوشگر جزئی و احتمالی نور مستقیم خورشید، قطعات آغشته در محیط سایبان‌دار آویزان شدند. هر هفته یک سری ۶تایی (یک قطعه از هر پارچه) از قطعه‌های آغشته به‌همراه نمونه شاهد از نمونه‌های آویزان‌شده انتخاب شد. از هر قطعه آغشته‌شده، چند نمونه ۲ سانتی‌متر مکعبی جدا شده و در ویال قرار گرفت و برای تعیین باقی‌مانده پرمترین به آزمایشگاه انتقال یافت. برای جلوگیری از کاهش حشره‌کش هر قطعه در اثر سایش و عوامل دیگر، قطعه‌های تست‌شده مجدداً مورد استفاده قرار نگرفت و فقط نمونه شاهد به محیط سایبان‌دار برگشت داده شد. این مطالعه به‌مدت ۱۲هفته و تا اتمام قطعات آویزان‌شده ادامه یافت. طی آزمایش، میانگین دما، بیشینه و کمینه دما و نیز رطوبت نسبی هوا در طول شبانه‌روز ثبت شد.

غوطه‌ورسازی در آب: تاثیر غوطه‌ورسازی در آب معمولی (آب لوله‌کشی) به‌عنوان معیار و شاخص برای تعیین تاثیر باران‌های سنگین یا طولانی‌مدت بر البسه آغشته استفاده شد. آزمایش غوطه‌ورسازی بر طبق روش *شرک* و همکاران طی مراحل زیر انجام گرفت [۲۵]:

۱- ۱۰ قطعه آغشته‌شده از هر ۶ نوع پارچه و جمعاً ۶۰ قطعه انتخاب شد.

۲- در ۶ تشت ۱۰ لیتری پلاستیکی، ۸ لیتر آب لوله‌کشی (۲۶-۲۲°C) ریخته شد. هر تشت به یک نوع پارچه اختصاص یافت و ۱۰ قطعه از یک نوع پارچه در آن غوطه‌ور شد.

۳- هر ۱۵ دقیقه یک‌بار آب داخل تشت‌ها عوض شد و نمونه‌ها در آب تازه غوطه‌ور شدند (دقت لازم صورت گرفت که قطعه‌ها به هم نچسبند)؛ هر ۱۵ دقیقه، به‌عنوان یک مرتبه غوطه‌ورسازی محسوب شد.

۴- هر ۷۵ دقیقه (پس از ۵ بار غوطه‌ورسازی)، یک سری از قطعات (یک نمونه از هر پارچه) از آب خارج شده و در هوای آزاد خشک شد (بدین ترتیب حداکثر ۴۸ بار غوطه‌ورسازی در مدت ۱۲/۵ ساعت انجام گرفت).

۵- تمامی مراحل فوق عیناً برای نمونه‌های شاهد غیرآغشته نیز صورت گرفت.

گذشت زمان: در این آزمون، ۱۲ قطعه آغشته‌شده به پرمترین از هر نوع پارچه و جمعاً ۷۲ قطعه و همچنین همین تعداد نمونه شاهد (آغشته‌شده با آب و حلال) انتخاب شد. قطعه‌ها کدگذاری شده و سپس به‌طور جداگانه در داخل کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و در مکان تاریک و در دمای اتاق (۲۶-۲۴°C) نگهداری شدند. نمونه‌های شاهد دور از نمونه‌های آغشته نگهداری شد. در انتهای هر ماه، یک سری از پارچه‌ها (یک نمونه از هر ۶ نوع پارچه) شاهد و مورد از نمونه‌های بسته‌بندی‌شده برای بررسی میزان باقی‌مانده پرمترین آن به آزمایشگاه انتقال یافت. این مطالعه در مدت ۱۲ ماه به انجام رسید.

کروماتوگرافی پیشرفته لایه نازک: با اسکنر قوی و به‌صورت کمی قادر به شناسایی دقیق مواد یا حتی جداسازی و تعیین ایزومرهای آن در حد نانوگرم است [۲۶]. برای تعیین میزان باقی‌مانده پرمترین روی لباس‌ها پس از هر بار تاثیر عوامل مورد بررسی، تکه‌های ۲ سانتی‌متر مکعبی از یونیفرم‌های آغشته جدا و برای تعیین مقدار پرمترین موجود در واحد سطح در یخچال در دمای ۸°C نگهداری شد. به‌منظور استخراج پرمترین ۱ ml استون خالص به هر ویال حاوی تکه‌های ۲ سانتی‌متر مکعبی اضافه و درب شیشه‌ها بسته و به مدت ۱۰ دقیقه با دستگاه شیکر با دور متوسط تیمار شد. سپس ویال‌ها به مدت ۶۰ دقیقه در دمای آزمایشگاه قرار گرفتند. با استفاده از دستگاه لکه‌گذار و لوله موئین (۵ µl)، عمل لکه‌گذاری روی پلیت آلومینومی حاوی سیلیکاژل (60F 254nm، Merck؛ آلمان) انجام شد. حجم هر لکه ۱۰ میکرولیتر و فاصله لکه‌ها از هم ۱ cm انتخاب شد. برای لکه‌گذاری نمونه استاندارد از روش "سطوح چندگانه" و استاندارد پرمترین در مقدار ۱۰mg (AccuStandard؛ سوئیس) استفاده شد. در این روش از چند غلظت مختلف یا حجم‌های مختلف از یک غلظت استاندارد برای لکه‌گذاری نمونه استاندارد استفاده می‌شود. پس از طی مراحل لکه‌گذاری و خشک‌شدن لکه‌ها، پلیت آماده در داخل تانک حلال قرار گرفت. حلال یا فاز متحرک مورد استفاده برای پرمترین ترکیب N-هگزان/اتیل‌استات به نسبت ۹۵٪/۵٪ بود که پس از اشباع فضای تانک (حدود ۳۰ دقیقه) پلیت آماده در داخل آن قرار گرفت [۲۷، ۲۸]. در این آزمون، حدود ۲۵-۲۰ دقیقه برای رشد لکه‌ها و صعود حلال کافی بود (این مدت بستگی به اندازه پلیت و نوع حلال‌های داخل تانک دارد). سپس پلیت از تانک خارج و پس از خشک‌شدن، لکه‌ها در هود ماورابنفش با نور فلورسانس و طول موج ۲۵۴nm رؤیت شدند. لکه‌ها با دستگاه HPTLC Scanner 3 (GAMAG؛ سوئیس) و با کمک برنامه نرم‌افزاری CATS4 4.06 و با استفاده از لامپ دوتریوم در طول موج ۲۰۷nm در وضعیت اندازه‌گیری جذبی/انعکاسی اسکن شدند [۲۷، ۲۸].

برای مقایسه میزان باقی‌مانده پرمترین در قطعات پارچه‌های آغشته در دفعات مختلف تاثیر عوامل جریان هوا، غوطه‌ورشدن در آب و گذشت زمان به‌طور مستقل در بین ۶ نوع پارچه یونیفرم‌ها از آزمون آنالیز واریانس (ANOVA) استفاده شد. سپس فرض‌های ثبات واریانس و نرمال‌بودن داده‌ها مورد بررسی قرار گرفت. در صورت عدم برقراری فرض‌های آنالیز واریانس همانند ثبات واریانس و نرمال‌بودن داده‌ها از آزمون ناپارامتری کروسکال- والیس استفاده شد. برای درک زمان کاهش معنی‌دار پرمترین متاثر از عوامل جریان هوا، غوطه‌ورشدن در آب و گذشت زمان، از آزمون کیفی *دانت* استفاده شد. برای آنالیز داده‌ها از برنامه نرم‌افزاری SPSS 12 استفاده شد.

www.SID.ir

Archive OF SID

نتایج

در دوره بررسی جریان هوا، میانگین دما در روز و شب به‌ترتیب C°۳۲ (دامنه C° ۴۰-۲۲) و C°۲۵ (دامنه C° ۲۸-۱۶) و متوسط رطوبت نسبی هوا ۱۱±۳۸٪ اندازه‌گیری شد. در مدت بررسی عامل گذشت زمان، میانگین دما در مکان نگهداری قطعات پارچه‌ها C°۲۴/۵ (دامنه C° ۲۷-۲۲/۲۵) و رطوبت نسبی ۳۲٪ (دامنه ۴۸-۲۸٪) ثبت شد.

الیاف تشکیل‌دهنده پارچه‌های ۶ نوع یونیفرم مورد بررسی از لحاظ حفظ میزان پرمترین در طول زمان متفاوت عمل کردند و از این لحاظ اختلاف معنی‌داری بین یونیفرم‌ها وجود داشت ($p<0/05$). به‌طور میانگین و بدون در نظر گرفتن نوع یونیفرم، پس از ۶ ماه نگهداری مداوم، $\mu g/cm^2$ ۲/۷±۱۱۵/۵ (در حدود ۹۲٪) پرمترین بر الیاف باقی مانده بود که اختلاف معنی‌داری با میزان پرمترین اولیه نداشت ($p>0/05$). پس از ۱۲ ماه نگهداری، $\mu g/cm^2$ ۲/۹±۹۷/۷ (در حدود ۷۸٪) از پرمترین قابل شناسایی بود (جدول ۱).

جدول ۱) میزان باقی‌مانده پرمترین در یونیفرم‌های آغشته طی یک سال به تفکیک ماه (میکروگرم بر سانتی‌متر مکعب)

یونیفرم← ماه↓	U1	U2	U3	U4	U5	U6
۰	۱۲۴±۲/۲	۱۲۴±۱/۹	۱۲۵±۱/۸	۱۲۴±۱/۴	۱۲۵±۱/۶	۱۲۵±۱/۹
۱	۱۲۳±۳/۷	۱۲۷±۳/۷	۱۲۴±۱/۹	۱۲۴±۱/۴	۱۲۶±۵/۸	۱۲۴±۲/۶
۲	۱۲۵±۱/۳	۱۱۹±/۶	۱۲۳±۲/۷	۱۲۶±۰/۹	۱۲۳±۴/۸	۱۲۶±۳/۲
۳	۱۲۴±۲/۲	۱۳۴±۳/۴	۱۲۱±۱/۱	۱۲۴±۱/۰	۱۲۲±۴/۱	۱۲۸±۳/۰
٤	۱۲۸±۳/۹	۱۳۶±۳/۷	۱۲۱±۱/۶	۱۲۷±۱/۶	۱۲۱±۴/۸	۱۲۳±۳/۷
۵	۱۳۱±۱/۱	۱۲۴±۷/۴	۱۰۹±۱/۸	۱۲۶±۲/۸	۱۲۲±۳/۰	۱۲۶±۱/۲
٦	۱۱۹±۴/۹	۱۱۷±۴/۰	۸۵±۲/۳	۱۲۶±۲/۵	۱۲۳±۴/۵	۱۲۳±۲/۲
۷	۱۳۰±۱/۳	۱۰۷±۱/۵	۶۳±۱/۴	۱۲۵±۲/۴	۱۲۲±۱/۹	۱۱۶±۳/۸
۸	۱۱۰±۲/۵	۱۱۰±۰/۹	۶۸±۱/۳	۱۱۷±۲/۸	۱۱۷±۳/۰	۱۱۲±۳/۵
۹	۱۰۵±۲/۶	۱۰۵±۱/۹	۶۳±۱/۷	۱۱۸±۲/۴	۱۱۹±۵/۱	۱۰۴±۲/۹
۱۰	۱۰۲±۳/۲	۹۹±۲/۹	۶۲±۱/۶	۱۱۶±۳/۴	۱۱۶±۴/۱	۹۱±۲/۰
۱۱	۹۰±۴/۲	۱۰۲±۱/۶	۵۶±۱/۹	۱۱۵±۳/۸	۱۱۵±۴/۲	۸۲±۲/۱
۱۲	۹۱±۴/۹	۹۰±۱/۰	۴۸±۳/۰	۹۶±۴/۶	۱۰۰±۳/۲	۷۶±۲/۷

از خانه‌های خاکستری، کاهش معنی‌دار پرمترین در مقایسه با مقدار اولیه آن شروع شده است ($p<0/05$).

به‌طور میانگین و بدون در نظر گرفتن نوع یونیفرم، پس از ۱۲/۵ ساعت غوطه‌ورسازی یونیفرم‌های آغشته به پرمترین در آب، $\mu g/cm^2$ ۲/۷±۹۳/۵ (در حدود ۷۵٪) از میزان پرمترین بر الیاف باقی مانده بود. غوطه‌ورسازی در آب بر میزان باقی‌مانده پرمترین در یونیفرم‌های مختلف اثرات یکسانی نداشت و این اختلاف معنی‌دار بود ($p<0/05$؛ جدول ۲).

پس از نگهداری ۱۲ هفته مداوم و شبانه‌روزی پارچه‌های آغشته به پرمترین در معرض جریان هوا، به‌طور میانگین (بدون در نظر گرفتن نوع یونیفرم) $\mu g/cm^2$ ۲±۸۹/۷ (۷۱/۷٪) از میزان پرمترین بر الیاف باقی مانده بود. درصد کاهش پرمترین موجود در الیاف یونیفرم‌ها در هفته اول پس از آغشته‌سازی معنی‌دار نبود ($p>0/05$). میزان کاهش باقی مانده پرمترین در یونیفرم‌های آغشته در هفته دوم به‌طور معنی‌داری بیشتر از هفته‌های بعد از آن بود ($p<0/05$)، به‌طوری‌که میانگین کاهش پرمترین در ۶ یونیفرم در هفته دوم ۱۴/۶٪ و میانگین کاهش پرمترین در هفته‌های بعدی در حدود ۲/۵٪ بود (جدول ۳). از نظر تاثیر فاکتور جریان هوا (به مدت سه ماه) اختلاف معنی‌داری بین پنج نوع یونیفرم U1، U2، U4، U5 و U6 وجود نداشت ($p>0/05$) و فقط یونیفرم U3 نسبت به یونیفرم‌های U4، U5 و U6 اختلاف معنی‌دار نشان داد ($p<0/05$).

جدول ۲) میزان باقی‌مانده پرمترین در یونیفرم‌های آغشته تحت تاثیر عامل غوطه‌ورسازی در آب (میکروگرم بر سانتی‌متر مکعب)

یونیفرم ← دفعات↓	U1	U2	U3	U4	U5	U6
۰	۱۲۶±۲/۶	۱۲۵±۳/۱	۱۲۶±۲/۳	۱۲۷±۲/۱	۱۲۶±۳/۰	۱۲۸±۰/۹
۱	۱۲۴±۲/۶	۱۰۷±۳/۳	۱۰۶±۱/۰	۱۲۴±۴/۲	۱۲۵±۲/۶	۱۲۶±۲/۱
۵	۱۲۵±۲/۷	۱۱۰±۱/۱	۱۰۱±۱/۰	۱۲۹±۶/۱	۱۲۵±۲/۶	۱۲۷±۲/۳
۱۰	۱۲۰±۲/۹	۱۱۳±۲/۸	۱۰۲±۲/۱	۱۲۹±۴/۹	۱۲۵±۱/۸	۱۲۵±۱/۶
۱۵	۱۲۱±۲/۵	۱۰۹±۲/۵	۹۳±۱/۴	۱۲۶±۷/۱	۱۲۴±۶/۱	۱۲۵±۱/۴
۲۰	۱۲۲±۱/۴	۱۰۱±۱/۲	۸۹±۱/۱	۱۲۷±۵/۶	۱۲۴±۲/۱	۱۲۶±۳/۱
۲۵	۱۲۱±۴/۰	۹۱±۰/۹	۸۹±۱/۲	۱۲۵±۴/۱	۱۲۲±۲/۵	۱۲۸±۴/۴
۳۰	۱۱۸±۳/۸	۸۷±۰/۴	۹۰±۲/۷	۱۱۶±۱/۷	۱۱۳±۳/۵	۱۰۶±۴/۶
۳۵	۱۰۶±۲/۱	۸۷±۱/۶	۸۲±۱/۹	۱۱۲±۳/۸	۱۲۳±۲/۱	۱۰۶±۵/۶
٤۰	۱۰۷±۲/۶	۸۷±۱/۸	۸۴±/۷	۱۱۵±۶/۰	۱۱۲±۶/۴	۱۰۸±۵/۸
۵۰	۸۷±۲/۳	۸۰±۱/۷	۷۷±۱/۶	۱۰۵±۳/۸	۱۲۰±۳/۷	۹۲±۲/۹

از خانه‌های خاکستری، کاهش معنی‌دار پرمترین در مقایسه با مقدار اولیه آن شروع شده است ($p<0/05$).

جدول ۳) درصد کاهش پرمترین موجود در یونیفرم‌های آغشته تحت تاثیر جریان هوا طی ۱۲ هفته متوالی

دوره ← یونیفرم↓	هفته اول	هفته دوم	هفته ۱۲-۳
U1	۲/۳	۱۲/۹	۲/۷
U2	۰	۱۷/۲	۲/۹
U3	۰/۸	۱۹	۳/۱
U4	۰	۱۳	۲/۲
U5	۱/۵	۱۸	۱/۶
U6	۴/۷	۷/۳	۲/۶
میانگین درصد کاهش در هر هفته	۱/۵	۱۴/۶	۲/۵

بحث

براساس نتایج به‌دست آمده از این مطالعه، نگهداری یونیفرم‌های آغشته به‌مدت ۶ماه در شرایط آزمایشگاهی و تاریکی و به‌صورت

www.SID.ir

Archive OF SID

بسته‌بندی شده و به‌دور از عوامل محیطی، کاهش معنی‌داری در میزان پرمترین آن ایجاد نکرد و پس از این مدت، به‌طور میانگین و بدون در نظرگرفتن نوع یونیفرم، در حدود ۹۲٪ مقدار اولیه پرمترین باقی ماند. همچنین، پس از گذشت ۱۲ماه از نگهداری آن نیز $\mu g/cm^2$ ۲/۹±۹۷/۷ (حدود ۷۸٪) از باقی‌مانده پرمترین، قابل شناسایی بود.

در مطالعه مشابهی، در یونیفرم‌های سربازان ایالات متحده، نشان داده شده است که یونیفرم‌های آغشته، چنانچه داخل کیسه‌های مشکی، در تاریکی و در دمای اتاق نگهداری شوند، حداقل ۶-۴ماه پس از آغشته‌سازی نیز اثرات خود را بدون تغییر معنی‌دار نسبت به‌روز اول حفظ می‌نمایند [۲۸].

همچنین در سایر مطالعات نیز نشان داده است که عواملی از قبیل نور آفتاب و گذشت زمان، کمترین اثر را روی البسه آغشته به پرمترین دارند؛ ولی شست‌وشوی یونیفرم‌ها، موثرترین عامل در کاهش میزان پرمترین از سطح الیاف آنها است [۱۹، ۲۲، ۲۹]. در برخی مواقع ممکن است نیاز باشد که یونیفرم‌های آغشته، برای مدت طولانی در انبارها نگهداری شوند تا در مواقع نیاز مورد استفاده قرار گیرد. بنابراین، در این صورت روش آغشته‌سازی غرقابی نمی‌تواند به‌طور کامل مفید واقع شود. آغشته‌سازی البسه نظامی با فرمولاسیون پلی‌مری پرمترین، می‌تواند ایرادهای ناشی از اثر عوامل محیطی و سایر فاکتورهای کاهش‌دهنده پرمترین را مرتفع نماید و آن را در مقابل پوشیدن و شست‌وشو حتی تا ۱۰۰بار مقاوم نماید [۱۳].

مطالعه میدانی انجام گرفته بین سربازان ایالات متحده حاضر در کشور افغانستان نشان می‌دهد که پوشیدن طولانی مدت یونیفرم‌های آغشته با فرمولاسیون پلی‌مری، در عملیات‌های نظامی و شست‌وشوی مکرر یونیفرم‌ها و همچنین انبارکردن آن، تاثیری در خاصیت حشره‌کشی یونیفرم‌ها ندارد و به‌صورت مادام‌العمر باقی می‌ماند [۱۸].

بدون در نظرگرفتن نوع یونیفرم، غوطه‌ورسازی یونیفرم‌های آغشته به پرمترین به‌مدت ۱۲/۵ساعت در آب، کاهش معنی‌دار ولی کمی، در میزان پرمترین آن ایجاد کرد و به‌طور میانگین در حدود ۷۵٪ پرمترین آن روی الیاف باقی ماند. در مطالعه مشابه دیگر نیز غوطه‌ورسازی یونیفرم‌های آغشته به‌مدت ۱۲/۵ساعت در آب معمولی، کاهش چشمگیری در میزان باقی‌مانده پرمترین و قدرت حشره‌کشی آن در مقابل آئدس اژیپتی (ناقل تب زرد) ایجاد ننموده است؛ لذا می‌تواند نشان‌دهنده مقاومت یونیفرم‌های آغشته در مقابل جریان آب باشد [۲۵]. براساس این نتایج می‌توان گفت که یونیفرم‌های آغشته به پرمترین در مقابل شست‌وشو با آب (بدون دترجنت) و نیز در مقابل باران می‌توانند بسیار مقاوم باشند و بدون هیچ مشکلی در مناطق بارانی نیز مورد استفاده قرار گیرند.

پس از اینکه ۱۲هفته مداوم و به‌صورت شبانه‌روزی، پارچه‌های آغشته به پرمترین در معرض جریان هوا واقع شدند، بدون در نظر گرفتن نوع یونیفرم، به‌طور میانگین در حدود ۷۲٪ میزان پرمترین آن روی الیاف باقی ماند. قرارگرفتن یونیفرم‌های آغشته در معرض جریان هوا، تاثیر ملایمی در کاهش میزان باقی‌مانده پرمترین در این یونیفرم‌ها داشت. به‌طوری که در این مطالعه، پس از سه ماه ممتد در معرض جریان هوا قرارگرفتن (طی ۲۴ساعت شبانه‌روز)، در حدود ۲۸٪ میزان باقی‌مانده پرمترین موجود در یونیفرم‌های آغشته کاهش یافت.

به‌طور کلی عوامل محیطی مورد مطالعه، در هر ۶ نوع یونیفرم، کاهش نسبتاً ملایم و تدریجی بر میزان پرمترین داشتند. از لحاظ آهنگ و سرعت کاهش پرمترین، برخی از یونیفرم‌ها تفاوت معنی‌داری با بقیه داشتند. برای مثال، تحت تاثیر فاکتورهای محیطی در اغلب موارد، یونیفرم U3 تفاوت معنی‌داری با یونیفرم‌های دیگر داشت و سرعت کاهش پرمترین آن در هر بار، تحت تاثیر عوامل محیطی، بیشتر از بقیه بود. این موضوع با جنس و سایر خصوصیات الیاف تشکیل دهنده پارچه‌ها مرتبط است.

زیرا بررسی‌ها نشان داده است که برخی از الیاف و جنس‌های مختلف پارچه‌ها از قبیل کتان، کنف، پشم، نایلون و پلی‌استر ممکن است پس از آغشته‌سازی، نتایج متفاوتی را از لحاظ اثر ابقایی پرمترین و خاصیت حشره‌کشی از خود نشان دهند [۳۰]. به‌عنوان مثال، مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که الیاف خالص پشم یا کتان، خاصیت حشره‌کشی خود را تا یک سال پس از آغشته‌سازی نیز حفظ می‌کنند؛ در صورتی که الیاف خالص پلی‌استر یا پلی‌آمید خیلی سریع‌تر خاصیت حشره‌کشی خود را از دست می‌دهند [۳۱]. با توجه به اینکه هر یک از انواع الیاف، دارای خصوصیات فیزیکی مختص به‌خود هستند؛ بنابراین، در نفوذ و جایگزینی مولکول‌های حشره‌کش در خلل‌وفرج تارهای الیاف و ایجاد پیوندهای فیزیکی با آنها، ممکن است متفاوت عمل کنند.

باید توجه داشت که جنس و ترکیب الیاف پارچه آغشته، از مهمترین شاخصه‌ها و ویژگی‌های آن در نگهداری و حفظ حشره‌کش است. از لحاظ جنس یونیفرم‌ها، U3 دارای درصد الیاف پلی‌استر بیشتری نسبت به بقیه هستند؛ لذا این مساله می‌تواند در موقع آغشته‌سازی پارچه‌ها، در نفوذ و جذب پرمترین در الیاف و لایه‌های داخلی یا لایه‌های رویی الیاف و همچنین دوام و بقای آن در داخل الیاف در حین تاثیر عوامل محیطی، موثر باشد. از سوی دیگر ثابت شده است که در الیاف نایلونی و پلی‌استر، درصد بیشتری از حشره‌کش در لایه‌های رویی لیف‌ها جایگزین می‌شود [۳۱]. لذا در یونیفرم آغشته U3، مولکول‌های پرمترین بیشتر در لایه‌های رویی الیاف قرار می‌گیرد. قرارگرفتن مولکول‌های پرمترین در لایه‌های بیرونی لیف‌ها باعث می‌شود که حشره‌کش بیشتر در تماس باشد؛ این شاخص برای الیاف پلی‌استر و نایلونی بیشتر از الیاف دیگر است، در نتیجه پشه‌ها با مقدار زیادی از حشره‌کش تماس پیدا کرده و در نهایت درصد ناک‌داون و مرگ‌ومیر پشه‌ها در تست بیواسی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، مطالعات انجام گرفته نشان می‌دهد که الیاف خالص پشم یا کتان خاصیت حشره‌کشی خود را تا یک سال پس از آغشته‌سازی نیز حفظ می‌کنند؛ در صورتی که الیاف خالص پلی‌استر یا پلی‌آمید، خیلی

www.SID.ir

Archive OF SID

سریع‌تر خاصیت حشره‌کشی خود را از دست می‌دهند [۳۰، ۳۱]. به‌طور کلی، عوامل محیطی تاثیر خفیف و ملایمی بر میزان باقی‌مانده پرمترین دارند، درحالی که فاکتورهایی نظیر شست‌وشو، تاثیر زیاد و شدیدی در کاهش پرمترین از سطح الیاف آغشته نشان می‌دهند [۲۱]. با توجه به اینکه مطالعات ثابت نموده است که روش آغشته‌سازی یونیفرم‌ها با فرمولاسیون پلی‌مری پرمترین، موثرتر از روش غرقابی است و دوام و بقای پرمترین را در اثر عوامل محیطی و فیزیکی افزایش می‌دهد و در نتیجه اثرگذاری آن را طولانی می‌نماید [۱۳، ۱۸]، نتایج این مطالعه هم نشان داد که تاثیر عوامل محیطی باعث کاهش باقی‌مانده پرمترین در البسه آغشته می‌شود. لذا پیشنهاد می‌شود که مطالعات آغشته‌سازی یونیفرم‌ها با فرمولاسیون پلی‌مری نیز انجام گیرد.

نتیجه‌گیری

عوامل محیطی نظیر باد و جریان هوا، باران، فعل و انفعالات شیمیایی که به‌مرور و در اثر گذشت زمان اتفاق می‌افتد، همگی در دوام و بقای پرمترین تاثیرگذار هستند. میزان اثر این عوامل با یکدیگر متفاوت است و به جنس الیاف پارچه‌های آغشته نیز مرتبط است. بدون در نظرگرفتن نوع یونیفرم‌ها، این البسه آغشته را تا ۶ماه پس از آغشته‌سازی به‌روش غرقابی، می‌توان در انبار نگهداری نمود، بدون آنکه کاهش معنی‌داری در میزان پرمترین آن اتفاق بیافتد.

تشکر و قدردانی: این پروژه با حمایت مالی دانشکده بهداشت و انستیتو تحقیقات بهداشتی دانشگاه علوم پزشکی تهران به انجام رسیده است. از دانشکده مهندسی نساجی دانشگاه امیرکبیر، به‌دلیل همکاری صمیمانه در آنالیز الیاف پارچه‌ها و ارایه اطلاعات و منابع علمی در این زمینه و همچنین از مشاوره‌های آماری آقای دکتر *محمدرضا آخوند* از دانشگاه تربیت مدرس قدردانی می‌شود.

منابع

1- World Health Organization. Integrated vector management. Cairo: WHO Regional Officer for Estern Mediterranean; 2004.
2- Vickery JP, Tribble DR, Putnam SD, McGraw T, Sanders JW, Armstrong AW, et al. Factors associated with the use of protective measures against vector-borne diseases among troops deployed to Iraq and Afghanistan. Mil Med. 2008;173(11):1060-7.
3- Debboun M, Daniel A, Strickman D, Klun A. Repellents and the military: Our first line of defense. J Am Mosq Contr Assoc. 2005;21(4):4-6.
4- Barnard DR. Repellents and toxicants for personal protection. Geneva: WHO; 2000.
5- Debboun M, Coleman RE, Gupta PK, Strickman D. Soldier acceptability of a camouflage face paint combined with DEET insect repellent. Mil Med. 2001;166:777-82.
6- Coleman RE, Hochberg LP, Putnam JL, Swanson KI, Lee JS, McAvin JC, et al. Use of vector diagnostics during military deployments: Recent experience in Iraq and Afghanistan. Mili Med. 2009;174(9):904-20.
7- Khoobdel M, Mehrabi Tavana A, Vatandoost H, Abaei MR. Arthropod born diseases in imposed war during 1980-88. Iran J Arthropod Born Dis. 2008;2(1):28-36.
8- US Armed Forces Pest Management Board (US AFPMB). Personal protection measures against insects and other arthropods of military significance. Washington: Walter Reed Army Medical Center; 2002.
9- Romi R, Peragallo M, Sarnicola G, Dommarco R. Impregnation of uniforms with permethrin as a mean of protection of working personal exposed to control with hematophagous arthropods. Ann Ig. 1997;9:313-9.
10- Appel KE, Gundert-Remy U, Fischer H, Faulde M, Mross KG, Letzel S, et al. Risk assessment of Bundeswehr (German Federal Armed Forces) permethrin-impregnated Battle Dress Uniforms (BDU). Int J Hyg Environ Health. 2008;211(1-2):88-104.
11- Soto J, Medina F, Dember N, Berman J. Efficacy of permethrin-impregnated uniforms in the prevention of malaria and leishmaniasis in Colombian soldiers. Clin Infect Dis. 1995;21:599-602.
12- Esmsila C, Frances SP, Strickman D. Evaluation of permethrin-treated military uniforms for personal protection against malaria in northeastern Thailand. J Am Mosq Control Assoc. 1994;10:515-21.
13- Faulde M, Uedelhoven W. A new clothing impregnation method for personal protection against ticks and biting insects. Int J Med Microbiol. 2006;296(40):225-9.
14- Khobdel M. A new method for protecting military personnel from harm insects and arthropods. Mil Med. 2003;5(2):147-55. [Persian]
15- Khoobdel M, Shayeghi M, Vatandoost H, Rassi Y, Ladonni H, Kasheffi H. The efficacy of permethrin-treated military uniforms as a personal protection against Culex pipiens and environmental consequences. Int J Environ Sci Technol. 2005;2:161-7.
16- Khoobdel M, Shayeghi M, Vatandoost H, Rassi Y, Abaei MR, Lodonni H. Field evaluation of permethrin-treated military uniforms against Anopheles stephensi and 4 species of Culex in Iran. J Entomol. 2006;3:108-18.
17- Khobdel M. Is asymmetrical curriculum for troops to protect it from harm insects in crises and wars? Have we ready? Mil Med. 2007;9(3):153-7. [Persian]
18- Faulde MK, Uedelhoven WM, Malerius M, Robbins RG. Factory-based permethrin impregnation of uniforms: Residual activity against Aedes aegypti and Ixodes ricinus in battle dress uniforms worn under field conditions and cross-contamination during the laundering and storage process. Mil Med. 2006;171:472-7.
19- Schreck CE, Mount GA, Carlson DA. Wear and wash persistence of permethrin used as a clothing treatment for personal protection against the lone start Tick. J Econ Entomol. 1982;19:143-6.
20- Gonzalez JO, Kroeger AI, Pabon E. Wash resistance of insecticide-treated materials. Transac Royal Soci Trop Med Hyg. 2002;96:370-5.
21- Khoobdel M, Shayeghi M, Mehrabitavana A, Abaei MR, Rafiei F, Rasi Y, et al. Washed influence and power of insecticide permethrin-impregnated military uniforms. Mil Med. 2008;10(4):253-61. [Persian]
22- Schreck CE, Snoddy EL, Mount GA. Permethrin and repellents as clothing impregnates for the lone star tick. J Econ Entomol. 1980;73:436-9.
23- World Health Organization. Report of the second meeting of the Global Collaboration for Development of Pesticides for Public Health (GCDPP). Geneva: WHO; 2000.
24- Environmental Protection Agency US. Permethrin facts. EPA. 2009;738(1):1-11. http://www.epa.gov/oppsrrd1/reregistration/REDs/factsheets/p

www.SID.ir

Archive OF SID

ermethrin-facts-2009.pdf
25- Schreck CE, Posey K, Smith D. Durability of permethrin as a potential clothing treatment to against blood-feeding arthropods. J Econ Entomol. 1978;71:397-400.
26- Denistrop EH. Applied thin layer chromatography: Best practice and avoidance of mistakes. New York: John Wiley and Sons; 2000.
27- Sherma J. Determination of pesticides by thin-layer chromatography. J Planer Chromatogr Assoc. 1997;10:80-9.
28- Chen ZM, Wang YH. Review chromatographic methods for the determination of pyrethrin and pyrethroid pesticide residues in corps, foods and environmental samples. J Chromatog. 1996;754:367-95.
29- Cupta RK, Rutledge WG, Reifenrath GA, Gutierrez Korte DW. Effects of weathering on fabrics treated with permethrin for protection against mosquitoes. J Am Mosq Control Assoc. 1989;5:176-9.
30- Curtis CF, Myamba J, Wilkes TJ. Comparison of different insecticides and fabrics for anti-mosquito bed nets and curtains. Med Vet Entomol. 1996;10:1-11.
31- Wood E, Licastro SA, Casabe N, Picollo M, Alzogarray R, Zerba E. A new tactic for Triatoma infestans control: Fabrics impregnated with beta-cypermethrin. Pan Am J Public Health. 1999;6:1-7.

www.SID.ir