Archive of SID

Journal of Military Medicine
2019, Volume 21, Issue 3
Pages: 221-233

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

Permethrin-impregnated military uniform protection against different species of biting insects: A narrative review

Mahboob Ghamari, Mehdi Khoobdel *

Health Research Center, Lifestyle Institute, Baqiyatallah University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Received: 6 January 2017 **Accepted:** 16 May 2019

Abstract

Today personal protection measures against mosquitoes and other medically important arthropods have a significant role in integrated vector management programs. Personal protection technologies such as insecticide-treated clothes and nets are some of the most effective tools against mosquitoes. Permethrin, as a synthetic pyrethroid insecticide, with features such as having a knockdown, repellency and residual activity, and low human and mammalian toxicity, is widely used for impregnation of fabrics and clothes. The dose required is 1250 mg/m^2, which has not caused toxic effects in users. Many methods have been developed to impregnate fabrics and clothes with permethrin or similar compounds. However, new impregnation methods such as polymer-coating and microencapsulation technologies which may prolong the activity of insecticides on clothing are currently under development. These methods have the advantage of helping to overcome the inevitable reduction in efficacy over time that occurs as a result of washing, ultraviolet light exposure, and the normal wear and tear of the fabric. The aim of this review is to investigate the evidence base for the use of insecticide-treated clothing and military uniforms for protection against bites from arthropods and its effect on arthropod-borne pathogen transmission. Although insecticide-treated clothing can provide some protection against biting insects, few studies have shown complet protection (100%) in using insecticide-treated clothing alone, but most studies have mentioned complete protection against biting insects from the simultaneous use of permethrin-impregnated clothing as well as repllents on exposed skin. The effectiveness of impregnated clothing in the prevention or reducing of insect-borne diseases is not yet fully understood and the level of protection provided varies according to the vectors, impregnated fabrics and location.

In general, there is reliable evidence which suggest that impregnated fabric can provide effective protection against insect bites, and providing relative protection against vector-borne diseases in bites. Nonetheless, simultaneous use of impregnated clothes and insect repellents on the skin can provide complete protection against bites and consequent disease. This approach is recommended for protection of high-risk personnel such as soldiers and outdoor workers, as well as travelers and tourists to protect against biting insects and vector-borne diseases.

Keywords: Insecticide-treated clothes, Permethrin, Personal protection, Vector-borne diseases.

*Corresponding author: **Mehdi Khoobdel**, Email: Khoobdel@yahoo.com

www.SID.ir

Archive of SID

مجله طب نظامی
دوره ۲۱، شماره ۳، مرداد و شهریور ۱۳۹۸
صفحات: ۲۳۳-۲۲۱

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

حفاظت‌دهی یونیفرم‌های نظامی آغشته به پرمترین در مقابل گونه‌های مختلف حشرات گزنده – مطالعه مروری

محبوب قمری، مهدی خوبدل *

مرکز تحقیقات بهداشت نظامی، پژوهشکده سبک زندگی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله (عج)، تهران، ایران

چکیده

امروزه روش حفاظت فردی نقش اساسی در برنامه‌های مبارزه تلفیقی علیه حشرات و بندپایان خونخوار و ناقل بیماری دارد. یکی از مهم‌ترین روشهای افزایش حفاظت فردی، استفاده از البسه آغشته به ترکیبات حشره‌کش است. پرمترین رایج‌ترین ترکیب مورد استفاده در فرایند آغشته‌سازی است. این حشره کش از گروه پایروتیروئیدهای مصنوعی و دارای طیف تاثیر وسیع است که علاوه بر سمیت تماسی برای بندپایان، دارای خاصیت دورکنندگی نیز بوده و درعین حال برای پستانداران سمیت بسیار کمی دارد. دوز مناسب پرمترین برای آغشته‌سازی البسه $۱۲۵۰ mg/m^2$ می‌باشد که تحقیقات صورت گرفته بی خطر بودن آن را ثابت نموده است. امروزه روش‌های نوین آغشته-سازی نظیر ایجاد پوشش پلیمری و نیز فرموالاسیون‌های میکروکپسول به دلیل افزایش زمان ماندگاری و فعالیت ترکیبات حشره‌کش روی البسه بیشتر مورد توجه هستند؛ زیرا می‌توانند اثرات اجتناب‌ناپذیر گذشت زمان در کاهش تأثیرگذاری البسه که به دلیل عواملی چون شست‌وشو، قرار گرفتن در معرض نور فرابنفش، پوشیدن و کهنه شدن ایجاد می‌شود را تعدیل کنند. هدف اصلی این مقاله بررسی شواهد موجود در رابطه با کاربرد البسه آغشته به ترکیبات حشره‌کش در افزایش محافظت فردی در برابر گزش بندپایان و نیز نقش آنها در کاهش بیماری‌های ناقل زاد می باشد. لباسهای آغشته به پرمترین که به لباسهای ضدحشره شناخته می شوند، می‌توانند محافظت نسبی در برابر گزش حشرات و بویژه پشه های کولیسیده ایجاد کنند. برخی از مطالعات، حفاظت دهی کامل لباسهای آغشته به پرمترین را در مقابل گونه های خاصی از حشرات گزنده از جمله پشه ها گزارش نموده اند ولی اغلب بررسی ها حفاظت دهی کامل را در استفاده توام از لباسهای ضدحشره و نیز مواد دورکننده بر روی پوست دست و صورت و نقاط باز بدن ذکر نموده اند. علی رغم اثبات اثربخشی لباسهای آغشته به پرمترین در کاهش گزش حشرات، کارآیی این روش در کاهش یا پیشگیری از بیماری‌های منتقله بوسیله حشرات و بندپایان ناقل هنوز بطور دقیق مشخص نشده است. مطالعات محدود انجام گرفته، بسته به نوع ناقل، نوع البسه مورد آغشته سازی (پشه‌بند، لباس، چادر و یونیفرم‌های نظامی) و مکان مورد مطالعه، نتایج متفاوتی گزارش نموده اند.

در مجموع شواهد معتبر موجود نشان می‌دهند که البسه آغشته به حشره‌کش می‌توانند محافظت معنی دار و قابل توجهی در برابر گزش حشرات ایجاد کنند. بااین‌حال، به نظر می رسد این لباس‌ها محافظت نسبی در مقابل ابتلا به بیماری‌های منتقله بوسیله حشرات ایجاد کنند. استفاده توام از البسه آغشته به پرمترین و استعمال دورکننده مناسب حشرات بر روی پوست دست و صورت و نقاط باز بدن می‌تواند حفاظت‌دهی کامل را در مقابل گزش حشرات و همچنین بیماریهای منتقله بوسیله حشرات ایجاد نماید. کاربرد البسه آغشته به پرمترین بعنوان یک روش موثر در حفاظت‌دهی نیروهای نظامی و به طور کلی افراد در معرض خطر به ویژه در کانون‌های آندمیک بیماری‌های ناقل‌زاد، توصیه می‌شود.

کلیدواژه‌ها: البسه آغشته به حشره‌کش، پرمترین، محافظت فردی، بیماری‌های ناقل‌زاد.

*نویسنده مسئول: **مهدی خوبدل**. پست الکترونیک: Khoobdel@yahoo.com

دریافت مقاله: ۱۳۹۷/۱۰/۱۶ پذیرش مقاله: ۱۳۹۸/۰۲/۲۶

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

مقدمه

نوپدیدی و بازپدیدی برخی از بیماری‌های آربوویروسی منتقله به‌وسیله پشه‌های کولیسیده از جمله تب دنگ، تب زیکا، انسفالیت نیل غربی و انسفالیت ژاپنی در سال‌های اخیر، یکی از مشکلات و دغدغه های مهم بهداشتی و پزشکی اغلب کشورها و سازمان بهداشت جهانی است(۱). گسترش سریع این بیماری‌ها که با ایجاد سویه‌های جدید از این ویروس‌ها همراه است باعث غافلگیری سازمان‌های بهداشتی شده است. اهمیت بیماری مالاریا و به‌طورکلی سایر بیماری‌های ناقل‌زاد انکارناپذیر است. در نبود واکسن‌های مؤثر، توجه بیشتر به کنترل ناقلین و حفظ افراد از گزش بندپایان و ممانعت از ابتلا آن‌ها به بیماری‌های ناقل زاد متمرکز گردیده است (۱، ۲). تاکنون روش‌ها و ترکیبات متعددی برای جلوگیری از گزش بندپایان و کاهش خطر انتقال عوامل بیماری‌زا که توسط این موجودات منتقل می‌شوند معرفی شده‌اند. پشه‌بندهای آغشته شده با حشره‌کش‌ها احتمالاً جز مثال‌هایی هستند که مورد پژوهش بسیار قرار گرفته‌اند و مشخص شده است که اهمیت بالایی در کاهش انتقال عوامل بیماری‌زا دارند (۳). تأثیر فیزیکی تورها هنگامی که با تأثیر شیمیایی آفت‌کش‌ها ادغام گردد می‌تواند در کاهش گزش حشرات شب‌پرواز بسیار مؤثر واقع شود. بااین‌حال تورها فقط می‌توانند علیه حشرات شب‌پرواز تأثیرگذار باشند.

برای کنترل برخی از ناقلین مانند پشه‌ها، استفاده از ترکیبات دورکننده نظیر دی‌اتیل‌تولوآمید (DEET) و پیکاریدین مؤثر بوده است. اثرات DEET و ترکیبات مشابه در کنترل ناقلین و بیماری‌هایی که توسط آن‌ها منتقل می‌شوند، به کرات مورد پژوهش قرار گرفته است (۷-۴). بااین‌حال ترکیبات دورکننده دارای محدودیت‌های هستند که سبب کاهش رضایت در مصرف‌کنندگان آن‌ها می‌شود. افرادی که به مدت طولانی در زیستگاه‌ها و محیط‌های انتشار بندپایان ناقل فعالیت دارند، رضایت کمتری از این ترکیبات دارند. مهم‌ترین نقطه ضعف ترکیبات دورکننده، کوتاه بودن مدت زمان تأثیرگذاری آن‌هاست، در نتیجه باید در دفعات متعدد مورد استفاده قرار گیرند و لذا در طولانی مدت مورد استقبال قرار نمی‌گیرد (۸).

یکی از فناوری‌هایی که در حال حاضر مورد توجه قرار گرفته و در مقیاس وسیع‌تری در دنیا توسط نیروهای نظامی، کارگران، جهانگردان و به‌طورکلی کلیه افرادی که در زیستگاه‌ها و محیط‌های انتشار بندپایان ناقل و کانون‌های اندمیک بیماری‌های ناقل‌زاد فعالیت دارند، مورد استقبال واقع شده است، استفاده از لباس‌های آغشته به حشره‌کش‌ها است (۳، ۹، ۱۰). تنها ترکیب مورد استفاده در این زمینه، حشره‌کش پرمترین از گروه حشره‌کش‌های پایروتیروئیدی است. استفاده از لباس‌های آغشته به پرمترین برای حفاظت نیروهای نظامی از چندین دهه مرسوم بوده و در حال حاضر نیز با فناوری‌های جدید معرفی شده در این زمینه، در حال گسترش است (۱۱). نیروهای نظامی جز گروه‌های حساس و پرخطر در برابر گزش و بیماری‌های منتقله بوسیله حشرات هستند. زیرا در بسیاری از موارد حوزه عملیات آن‌ها دور از محیط‌های حفاظت شده شهری و در زیستگاه‌های حشرات و کانون بیماری‌های منتقله واقع می‌شود. شیوع بیماری در بین نیروهای نظامی سبب کاهش قدرت مانورپذیری آن‌ها می‌گردد، از طرف دیگر این نیروها خود سبب انتقال عامل بیماری‌زا به مکان‌های دیگر می‌شوند. البته لباس‌های آغشته به پرمترین برای افزایش حفاظت فردی (personal protection) افراد غیرنظامی، مانند دانش‌آموزان تایلندی در مقابل بیماری تب دنگ نیز مورد استفاده قرار گرفته است (۱۲).

علیرغم استفاده گسترده از پرمترین برای آغشته‌سازی البسه در دنیا و انجام برخی مطالعات در ایران، هنوز شواهد موجود در مورد کارایی و تأثیرگذاری آن در کنترل بندپایان و بیماری‌های ناشی از آن‌ها، در سطح عملیاتی به‌طور واضح مشخص نیست. در مطالعه حاضر، پژوهش‌ها و مطالعات صورت گرفته در زمینه استفاده از البسه آغشته به پرمترین برای ایجاد حفاظت فردی با تأکید بر افزایش حفاظت فردی نیروهای نظامی در مقابل گزش حشرات بیماری‌زا، مورد مرور و بحث قرار گرفته است تا اطلاعات علمی و عملیاتی لازم در زمینه کارایی لباس‌های ضد حشره، ایمنی و سایر جوانب آن‌ها فراهم گردد تا بدین‌وسیله بتوان مسئولین بهداشت و درمان نظامی و فرماندهان نظامی را در خصوص تصمیم‌گیری برای استفاده از تکنیک لباس‌های ضد حشره یاری نمود.

روش‌ها

این مطالعه حاصل جستجو در کتب و مقالات معتبر پایگاه-های اطلاعاتی نظیر Sciencedirect، Proquest، Taylor & Francis، Springer، Web of science، Onlinelibrary، Oxford Academic و Bioone و موتورهای جست و جو از قبیل Pubmed، BIOISIS، Citation Index، Medline، Google Scholar و جستجوگر فارسی زبان Elmnet بوده است. همچنین از نشریات علمی پژوهشی داخلی و پایگاه استنادی علوم جهان اسلام از سال ۲۰۱۰ تا سال ۲۰۱۸ نیز در تدوین این مقاله بهره گرفته شده است. برخی از مطالب ارائه شده حاصل پژوهش-های نگارندگان در زمینه ارزیابی و کاربرد البسه آغشته به پرمترین در افزایش محافظت فردی نیروهای نظامی است که در طی سال‌های گذشته صورت گرفته است. راهبرد جستجو با استفاده از کلید واژه‌های البسه آغشته به حشره‌کش (Permethrin-impregnated clothes)، پایروتیروئیدها (Pyrethroids)، پرمترین (Permethrin)، ترکیبات دورکننده حشرات (Insects repellents)، روش‌های آغشته‌سازی (Impregnation methods)، فرمولاسیون پرمترین

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

(Permethrin formulation)، محافظت فردی نیروهای نظامی (Personal protection of military troops)، ایمنی پرمترین (Permethrin safety)، نرخ جذب پرمترین (Permethrin absorption rate)، زیست‌سنجی حشرات (Insects bioassay)، کنترل ناقلین با لباس‌های آغشته به حشره‌کش (Vector control by the use of permethrin-impregnated clothes) و تاریخچه البسه آغشته به پرمترین (The history of insecticide-impregnated clothes) بوده است. در مرور مطالعات، ۲۱۷ عنوان در جست و جوی اولیه به دست آمد که با بررسی خلاصه آنها در مجموع ۸۴ مقاله و کتاب مرتبط با موضوع که بین سال های ۱۹۸۲ تا ۲۰۱۸ چاپ شده بودند، با توجه معیارهای ورودی (کتب و مقالات اصیل و مروری مرتبط با تاثیر پرمترین بر افزایش محافظت فردی) انتخاب شده و سایر مقالات حذف شدند. مطالب مطابق با اهداف این مطالعه از منابع علمی مذکور استخراج، دسته‌بندی و در قالب مقاله مروری از نوع روایی (Narrative review) تنظیم و ارائه گردید.

نتایج

آغشته‌سازی البسه به حشره‌کش‌ها

آغشته‌سازی البسه شامل پشه‌بند، پرده، چادر، لباس و یونیفرم‌های نظامی با ترکیبات حشره‌کش مجموعه روش‌ها و اقداماتی است که در آن‌ها سعی می‌شود غلظت معینی از یک حشره‌کش در واحد سطح جذب الیاف البسه گردد (۱۳). خاصیت ابقایی (Residual activity) کوتاه‌مدت مواد دورکننده حشرات یکی از مهم‌ترین دلایل گرایش و توجه به آغشته‌سازی البسه با سموم حشره‌کش بوده است (۱۴). سموم مورد استفاده برای آغشته‌سازی البسه باید دارای اثر ابقائی طولانی بوده و در برابر نور خورشید و شرایط محیطی مقاومت مناسبی داشته باشد. همچنین برای انسان خطر کمی داشته باشد. حشره‌کش‌های پایروتیروئیدی گزینه مناسبی در این زمینه می‌باشند. زیرا پایداری مناسبی در برابر شرایط محیطی داشته و همچنین سمیت پایینی برای انسان و دام دارند (۱۵).

بین سموم پایروتیروئید، پرمترین، آلفاسایپرمترین، لمبداسی-هالوترین، بتاسیفلوترین و دلتامترین برای آغشته سازی پشه‌بندها استفاده می‌گردد؛ ولی برای آغشته‌سازی البسه تاکنون تنها پرمترین مجاز شناخته شده است. البته حشره‌کش پایروتیروئید اتوفن‌پروکس برای آغشته‌سازی البسه مناسب شناخته شده است؛ ولی تاکنون به‌صورت تجاری مورد استفاده قرار نگرفته است (۱۴). در کنار این سموم، تحقیقاتی در مورد استفاده از سموم فسفره و کاربامات نیز برای آغشته‌سازی البسه و پشه‌بندها صورت گرفته است که با توجه به سمیت بالای این حشره‌کش‌ها برای انسان هنوز با احتیاط در مورد آن‌ها برخورد می‌شود (۱۶، ۱۷). در حال حاضر پرمترین به دلیل اثرات سمیت کمتر روی پستانداران گزینه اصلی در فرآیند آغشته‌سازی پشه‌بندها و یونیفرم‌های نظامی است. پرمترین یکی از ترکیبات نسل سوم پایروتیروئیدهای مصنوعی است. این ترکیبات بطور طبیعی از ترکیب حشره‌کش پیتروم که از گیاه گل داوودی با نام علمی کریزانتموم سینراریفولیوم *Chrysanthemum cinerariifolium*) به دست می‌آید، مشتق شده‌اند (۱۸).

به طور استاندارد میزان دوز توصیه شده پرمترین برای آغشته‌سازی البسه نظامی و سایر پارچه‌ها از $۱۲۵۰_{mg/m^2}$ (توصیه شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست ایالات متحده) تا $۱۳۰۰\pm۳۰۰_{mg/m^2}$ (توصیه شده توسط انستیتوی فدرال ارزیابی‌خطر آلمان) است (۱۹، ۲۰). ماده تکنیکال پرمترین ترکیبی از دو ایزومر سیس و ترانس است که به سبب ویژگی کایرال حلقه سیکلوپروپان دارای چهار ایزومر فضایی است. در پرمترین خالص معمولاً نسبت ایزومر سیس به ترانس ۴۰ به ۶۰ یا ۲۵ به ۷۵ است که استفاده از نسبت دوم برای آغشته سازی البسه رایج است (۲۰). نسبت سیس به ترانس در سمیت پرمترین بسیار مؤثر است، زیرا ایزومر سیس بسیار سمی‌تر از ایزومر ترانس است. به‌طور مثال میزان دوز کشنده ۵۰ درصد (LD_{50}) پرمترین روی موش رت در نسبت ۲۰ به ۸۰ برابر با $۶۰۰۰_{mg/kg}$ و در نسبت ۸۰ به ۲۰ برابر با $۲۲۰_{mg/kg}$ است (۳).

پرمترین دارای اثرات هم‌زمان حشره‌کشی و دورکنندگی است. برخی از پژوهش‌ها نشان داده‌اند که اثر دورکنندگی پرمترین روی کنه‌های دامی و انسانی بیشتر از معروفترین دورکننده حشرات یعنی DEET بوده است (۲۱). باید خاطر نشان کرد که پرمترین بااینکه یک ترکیب حشره‌کش است ولی روی کنه‌ها هم مؤثر است (۱۰، ۲۲). پژوهش‌های صورت گرفته نشان می‌دهند که پرمترین سبب افزایش قابل توجه حفاظت فردی در برابر بندپایانی نظیر کنه‌های دامی (۲۳) و هیره‌ها (Mite) (۳) می‌گردد. دلیل سمیت پرمترین ایجاد اختلال در کار کانال‌های سدیمی در سیستم عصبی است. اتصال پرمترین به پروتئین‌های گیرنده کانال‌های سدیمی سبب طولانی شدن زمان بازماندن کانال‌ها می‌گردد (۲۰). یکی از ویژگی‌های مؤثر پرمترین خاصیت ناک‌داونی (knock down) و در واقع تاثیر آنی آن است. این ویژگی سبب می‌شود که حشراتی که روی سطوح آغشته با پرمترین قرار می‌گیرند، به سرعت از پای درآیند (۲۴). آزمایش‌های صورت گرفته، اثرات حفاظت فردی پرمترین را در برابر پشه‌های کولیسیده، از میزان ۱۰۰٪ برای آئدس آلبوپیکتوس (۲۵) تا ۳۷٪ در مقابل کولکس سایتینس (۲۶) گزارش نموده است.

تاریخچه آغشته‌سازی البسه به ترکیبات حشره‌کش

در دهه‌های اخیر پشه‌بندهای آغشته به ترکیبات حشره‌کش به یک ابزار توانمند در کنترل و مدیریت بیماری ناقل‌زاد تبدیل

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

شده‌اند. بااین‌حال استفاده از پشه‌بندها علیه حشرات گزنده بخصوص پشه‌ها سابقه چندین هزار ساله دارد (۱۱). آغشته‌سازی یونیفرم‌های نظامی، پشه‌بندها، چادر و به‌طورکلی البسه به ترکیبات حشره‌کش از زمان کشف حشره‌کش ارگانوکلره ددت (DDT) در سال ۱۹۳۹ مورد توجه قرار گرفت (۲۷). در خلال سال‌های جنگ جهانی دوم ظهور و گسترش بیماری‌های ناقل‌زاد به یکی از مهم‌ترین مشکلات نیروهای نظامی مبدل گشته بود. دو سال پس از کشف ددت، از آن به‌صورت گسترده در کنترل این بیماری‌ها بهره گرفته شد (۲۷). اگر چه در طول سال‌های ۱۹۵۰ تا ۱۹۷۰ با مشخص شدن اثرات مخرب ددت روی سلامت انسان، موجودات و محیط زیست استفاده از آن به‌طورکلی منسوخ گردید (۲۸). استفاده از پشه‌بندهای آغشته به حشره‌کش برای اولین بار در سال‌های میانی دهه ۷۰ میلادی در غرب آفریقا علیه ناقلین مالاریا رایج شد (۲۹). چند سال بعد با معرفی حشره‌کش‌های پایروتیروئید به‌ویژه پرمترین در سال ۱۹۷۳، استفاده از پشه‌بندها در کنترل مالاریا به یک راهبرد اساسی در مدیریت ناقلین مالاریا تبدیل شد(۲۱). موفقیت این مطالعات اولیه به‌سرعت سبب توسعه کاربرد میدانی این پشه‌بندها شده و تأثیر موفقیت‌آمیز این محصولات در کاهش شیوع مالاریا و مرگ کودکان حاصل از این بیماری مشخص شد. امروزه کاملاً معلوم شده است که پشه‌بندهای آغشته به ترکیبات پایروتیروئید مهم‌ترین ابزار کنترل بیماری مالاریا از زمان کشف حشره‌کش‌های کلره و توسعه کاربرد سموم هستند. در حال حاضر پشه‌بندهای نوین با اسامی تجاری مختلف مانند (®PermaNet، ®LifeNet و ®Olyset Net) با فناوری پوشش پلیمری (long-lasting insecticide-treated nets) ساخته شده و قادر هستند به مدت طولانی اثرات سمی و دورکنندگی خود را بر روی پشه‌ها اعمال نمایند (۳۰).

به موازات کاربرد پشه‌بندهای آغشته به پرمترین، استفاده از لباس‌های آغشته به پرمترین نیز مورد توجه قرار گرفت. بعد از جنگ جهانی دوم تا سال ۱۹۸۰به‌طور معمول از ترکیبات دورکننده برای آغشته‌سازی البسه نظامی استفاده می‌شد. اولین ترکیب پرمصرف در این مورد دی متیل فتالات (DMF) بود که به دلیل اثرات کوتاه‌مدت جای خود را به ترکیب DEET داد. در حال حاضر پرمترین مناسبترین ترکیب موجود برای آغشته‌سازی البسه است که اثرات هم‌زمان دورکنندگی و کشندگی همراه با دوام طولانی‌مدت را به ارمغان آورده است (۱۶). استفاده از یونیفرم‌های نظامی آغشته به پرمترین برای اولین بار توسط سربازان آمریکایی که در پاکستان مأموریت داشتند صورت گرفت (۳۱). در ادامه در سال ۱۹۸۷ سازمان حفاظت محیط زیست آمریکا (EPA) کاربرد پرمترین برای آغشته‌سازی یونیفرم‌های نظامی را مجاز اعلام نمود. متعاقباً نیروهای دفاعی استرالیا از اوایل دهه ۹۰ یونیفرم‌های آغشته به پرمترین را استفاده نمودند (۳۱). در ادامه آلمان، فرانسه، انگلیس، ایتالیا و حتی کشورهایی مانند هند، پاکستان و تایلند نیز در این زمینه گام‌های اساسی برداشته‌اند (۱). تاکنون چندین مطالعه آزمایشگاهی و میدانی در زمینه حفاظت‌دهی لباس‌های آغشته به پرمترین در مقابل گونه-های مختلف حشرات در ایران به انجام رسیده است که نتایج رضایت بخشی داشته است (۴۷-۴۵) اگرچه این تکنیک هنوز بطور رسمی در بین نیروهای نظامی ایران مورد پذیرش و استفاده قرار نگرفته است؛ ولی در سال‌های اخیر در برخی از عملیاتهای نظامی در مناطق اندمیک لیشمانیوز بطور محدود از لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده شده و اثربخشی مناسبی از آن گزارش شده است (گزارش‌های شفاهی).

روش‌های آغشته‌سازی پارچه و البسه با پرمترین

آغشته‌سازی البسه با حشره‌کش‌ها با اتصال ترکیب فعال حشره‌کش (Active ingredients) به الیاف پارچه حاصل می‌گردد. به‌طورکلی امروزه از چهار روش آغشته‌سازی شامل غرقاب‌سازی یا جذب (Absorption)، تلفیق (Incorporation)، ایجاد پوشش پلیمری (Polymer coating) و فرمولاسیون میکروکپسول (Microencapsulation) استفاده می شود (۲۰، ۳۲). از روش دوم که با عنوان ائولانیسرینگ (Eulanisierung) هم شناخته می‌شود، بیشتر برای آغشته سازی فرش و موکت به ترکیبات حشره‌کش استفاده می‌شود. در این روش با استفاده از گرما و شیب غلظت نمک برای اتصال پرمترین به الیاف ابریشمی و پشمی استفاده می‌گردد (۱۸). دو روش آخر در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه بوده و گسترش یافته‌اند. هدف این دو روش حذف کاستی‌های روش‌های سنتی و اولیه آغشته‌سازی البسه به حشره‌کش بوده است. اصلاح این کاستی‌ها به‌خصوص شامل افزایش اثر ابقایی، مقاومت در برابر شست‌وشو، پخش شدن یکنواخت و همگن ماده فعال و نیز کاهش انتقال و جذب پوستی (transdermal migration) و اثرات منفی فیزیولوژیک پرمترین روی انسان بوده است (۱۸).

۱- روش غرقاب‌سازی یا جذب

در این روش ماده فعال از طریق اسپری کردن، فرو بردن و یا غرقاب کردن پارچه درون محلول حشره‌کش به الیاف متصل می‌شود. در این حالت با استفاده از ترکیبات کمکی به اتصال ماده فعال به الیاف کمک می‌شود و در مقیاس غیرتجاری و تجاری قابل انجام است (۳۳). در این روش کیت‌های برای فرو بردن لباس در آنها (Dipping kit) و افشانه‌های مخصوص به‌طور گسترده به بازار عرضه می‌شوند و روشی آسان را برای آغشته-سازی البسه با پرمترین را فراهم می‌کنند. اثرات ابقایی پرمترین در این روش بر روی البسه در مقایسه با سایر روش‌ها پایین بوده و معمولاً اثرات حشره‌کشی بعد از چندین بار شست‌وشو از بین می‌رود (۳۴). عیب دیگر این روش عدم پخش یکنواخت و نرسیدن حشره‌کش به قسمت‌هایی از البسه است که این حالت سبب حساسیت نسبی البسه در برابر ناقلین می‌گردد (۳۳). البته

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

برخی پارچه‌ها و البسه در شرکت‌ها و کارخانه‌ها با این روش مورد آغشته‌سازی قرار می‌گیرند که با توجه به استاندارد بودن مراحل آغشته‌سازی و استفاده از ترکیبات پایدارکننده، دوام و پایداری اثرات حشره‌کشی بر روی البسه افزایش می‌یابد. ماندگاری اثر حفاظت‌دهی این البسه تا ۷۰ بار پس از شست‌وشو نیز گزارش شده است (۳۵، ۳۶). برای آغشته‌سازی با این روش به دو صورت کلی اسپری کردن و غوطه‌ورسازی (غرقاب سازی) درون محلول پرمترین عمل می‌شود. در روش غرقاب البسه به‌طور کامل درون محلول تهیه شده پرمترین فرو برده می‌شوند و پس از زمان مشخص بیرون آورده شده و بدون آب‌کشی خشکانده (معمولاً در سایه) می‌شوند. در حال حاضر در برخی از مأموریت‌های نظامی کیت‌های آماده به مصرف پرمترین در اختیار سربازان قرار داده می‌شود که معمولاً حاوی اسپری یا محلول پرمترین می‌باشند.

در مطالعه‌ای در داخل کشور، اثرات ابقایی پرمترین بر روی شش نوع پارچه نظامی آغشته شده به روش غرقابی، بررسی شده و نتایج بدست آمده نشان داده است که بعد از پنج بار شست شو به روش دستی یا ماشینی، تمامی پرمترین از روی پارچه‌ها شسته شده و اثرات سمی پارچه‌ها از بین می‌رود (۱۹). اگرچه نتایج تحقیق دیگری نشان می‌داد که نگهداری طولانی‌مدت، پوشیدن لباس‌ها در زیر نور خورشید و جریان باد تأثیری معناداری در کاهش مقدار پرمترین در پارچه‌ها ندارد (۲). دیگر تحقیقات مشابه صورت گرفته در این زمینه ماندگاری اثرات حشره‌کشی و دورکنندگی این نوع روش آغشته‌سازی را نهایتاً تا چند بار شست‌وشو ذکر کرده‌اند (۱۰، ۱۸، ۲۲، ۳۲، ۳۷–۴۰).

۲- ایجاد پوشش پلیمری

در این روش با استفاده از یک لایه پلیمری اتصال مولکول‌های ماده فعال و الیاف پارچه پوشش داده می‌شود. این پوشش سبب ایجاد پیوندهای شیمیایی بین مولکول‌های ترکیب پلیمری، ماده فعال و الیاف می‌شود که سبب ماندگاری بیشتر ترکیب بر روی البسه می‌گردد. در واقع وجود پلیمر سبب آزادسازی تدریجی ماده مؤثره می‌گردد (۲۲). این روش به‌طور معمول در کارخانه و بر روی الیاف (قبل از بافتن پارچه) صورت می‌گیرد و البته از روش آغشته‌سازی معمولی پرهزینه‌تر است (۱۸، ۳۲، ۳۷، ۳۸). ماندگاری اثرات حشره‌کشی البسه تولید شده با این روش تا ۱۰۰ بار بعد از شست‌وشو گزارش شده است (۱۸، ۲۴، ۳۸، ۴۱). علاوه بر پایداری بالای پرمترین بر روی لباس، این روش مزایای دیگری را نیز دارد؛ کاهش میزان جذب پرمترین از طریق پوست انسان (۳۸) و نیز کاهش تأثیرات منفی محیطی (سم کمتری وارد جریان آب در هنگام شست‌وشو می‌شود.) در هنگام شست‌وشو (۴۲)، دو ویژگی بسیار مهم در لباس‌های حشره‌کش آغشته به پرمترین با پوشش پلیمری است.

بر اساس مطالعات صورت گرفته، یونیفرم‌های آغشته به پرمترین به روش پوشش پلیمری پس از ۱۰۰ بار شست‌وشو قادر به حفظ تأثیرات سمی خود بر روی گونه‌هایی چون پشه‌های آئدس ایجیپتی (۳۷)، آنوفل استفنسی و کولکس پیپینز (۱۸)، کنه ایگزودس ریسینوس (۳۲) و کنه بورلیا بورگدورفری (۱۰) هستند.

۳- میکروکپسول

روش فرمولاسیون میکروکپسول مشابه روش ایجاد پوشش پلیمری است با این تفاوت که در آن ماده فعال درون پوششی کپسولی محصور می‌گردد. این حالت سبب آزادسازی ماده مؤثر به‌صورت اختصاصی و کنترل شده می‌شود (۳، ۱۸). جذب پایین توسط پوست و ماندگاری بالای اثرات حشره‌کشی، مشابه روش پلیمری از ویژگی‌های فرمولاسیون‌های میکروکپسول است (۳۲، ۴۳). در این روش که در کارخانه صورت می‌گیرد، ابتدا پارچه‌ها در محلول پرمترین میکروکپسول خیسانده می‌شود و در مرحله بعد با فشار و گرما ماده مؤثره بر روی پارچه ابقا می‌شود. در این حالت یک لایه بسیار نازک روی پارچه ایجاد می‌گردد که سبب تغییر در رنگ و ضخامت پارچه نمی‌گردد و درنتیجه احساس ناخوشایند در فردی که این لباس‌ها را می‌پوشد، ایجاد نمی‌کند (۳، ۲۰). در مورد این روش تاکنون پژوهش‌های کافی صورت نگرفته است و کارایی این روش هنوز مورد بحث است (۴۴).

کارایی اثربخشی و حفاظت‌دهی لباس‌های آغشته به حشره‌کش در مقابل گزش بندپایان

به‌طور معمول برای ارزیابی کارایی لباس‌های آغشته به پرمترین، اثرات ناک‌داونی و کشندگی لباس‌ها بر روی حشرات اندازه‌گیری می‌شود. اما در بسیاری از پژوهش‌ها کاهش میزان گزش یا در واقع میزان گزش بندپایان برای ارزیابی البسه آغشته اندازه‌گیری شده است (۱، ۳، ۴۵). محافظت در برابر گزش ازآن‌جهت اهمیت دارد که می‌تواند معیاری برای اندازه‌گیری کاهش انتقال پاتوژن‌ها قلمداد شود. البته محافظت در برابر گزش (Bite protection) انعکاسی از پدیده دورکنندگی ماده فعال است و شامل اثرات بلندمدت حشره‌کش بر روی مرگ‌ومیر و درنتیجه تغییرات جمعیتی ناقلین نمی‌شود (۳). همچنین محافظت در برابر گزش پدیده‌ای نسبی است که با توجه به نوع ناقل، روش آغشته‌سازی، کاربر، زمان و مکان و عوامل متعدد دیگر مشخص می‌شود. علیرغم اینکه برخی از پژوهش‌ها محافظت ۱۰۰ درصدی را در هنگام استفاده از لباس‌های آغشته به پرمترین گزارش کرده‌اند ولی در اکثر پژوهش‌ها این مقدار کمتر از ۱۰۰ درصد است (۴۶، ۴۷).

حفاظت‌دهی در برابر گزش کنه‌ها و هیره‌ها (Ticks & Mites)

بر اساس نتایج یک پژوهش در کارگرانی که از لباس کار آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، میزان گزش حاصل از گونه‌های مختلف کنه تا ۹۳ درصد کاهش یافته بود (۳۵). همچنین در پژوهشی دیگر در افرادی که از لباس‌های تابستانی آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، میزان گزش حاصل از کنه

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

ایکسودس اسکاپولاریس به کمتر از یک سوم کاهش یافته بود (۴۸). همچنین در افرادی که به مدت دو سال از لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند در سال اول ۸۵ درصد و در سال دوم ۳۵ درصد، نسبت به افراد عادی کاهش تعداد گزش حاصل از کنه مشاهده شد (۳۶). در سربازان آمریکایی که به مدت شش ماه از لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، میزان حفاظت‌دهی بیش از ۹۷ درصد بوده است (۴۹). نتایج پژوهشی دیگر نشان می‌دهد که میزان حفاظت‌دهی در برابر مایت‌های ترومبیکولیده در سربازان استرالیایی و آمریکایی که از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، به ترتیب ۹۶ و ۸۳ درصد بوده است (۵۰).

حفاظت‌دهی در برابر گزش پشه‌های کولیسیده

کاهش تعداد گزش پشه‌ها یکی از اهدف اصلی لباس‌های آغشته به پرمترین به شمار می‌رود. نتایج یک پژوهش جامع صورت گرفته در مورد اثر لباس‌های آغشته به پرمترین بر کاهش تعداد گزش گونه‌های مختلف پشه، نشان می‌دهد که این لباس‌ها بین ۲۲ تا ۷۶ درصد سبب کاهش تعداد گزش در افراد تحت تیمار می‌شوند (۵۱). در یک مطالعه آزمایشگاهی مشخص شده است که یونیفرم‌های آغشته به پرمترین سبب حفاظت بیش از ۸۷ درصدی در برابر گزش آنوفل دیروس می‌شوند. اما پس از سه بار شست‌وشو این مقدار به کمتر از ۲۰ درصد کاهش می‌یابد (۵۲). در نقطه مقابل، نتایج پژوهش دیگر نشان داده است که یونیفرم‌های آغشته به پرمترین به روش پوشش پلیمری بعد از ۵۰ بار شست‌وشو محافظت ۱۰۰ درصدی در برابر گزش حاصل از پشه‌های آنوفل فاروتی و آئدس ایجیپتی ایجاد می‌کنند (۵۳).

نتایج تحقیقات پژوهشگران داخلی نشان می‌دهد که پوشیدن یونیفرم‌های آغشته به پرمترین سبب افزایش ۸۹ درصدی محافظت فردی در برابر گزش حاصل از پشه‌های کولکس می‌شود (۴۷). در بررسی مشابه دیگر محافظت فردی در برابر گزش حاصل از گونه‌های کولکس، افزایش ۸۸/۲ را نشان داده است (۵۴). علاوه بر این افزایش ۹۱/۹ درصدی در محافظت فردی در برابر گزش پشه‌های آنوفل و کولکس به دلیل استفاده از یونیفرم آغشته به پرمترین، گزارش شده است (۴۶). نتایج برخی از پژوهش‌ها، هنگام استفاده همزمان از لباس‌های آغشته با پرمترین و ترکیبات دورکننده محافظت ۱۰۰ درصدی در برابر گزش (۱۶، ۳۳) را نشان داده است که سبب توصیه این اقدام تلفیقی، برای نیروهای نظامی گشته است.

به‌طورکلی استفاده از لباس‌های آغشته به حشره‌کش در بلندمدت می‌توانند سبب کاهش جمعیت ناقلین در یک مکان مشخص شوند (۵۵). البته چنین تأثیراتی هنگام استفاده از پشه‌بندها و پرده‌های آغشته به حشره‌کش نیز مشاهده شده‌اند (۵۵، ۵۶). بر اساس یک پژوهش صورت گرفته، جمعیت پشه‌ها در یک بازه زمانی سه ماهه در خانه‌هایی که افراد خانه از لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، کاهش یافته بود (۳۴).

کارایی لباس‌های ضد حشره در کاهش بیماری‌های منتقله

در مورد تأثیرگذاری لباس‌های آغشته به پرمترین در کاهش بیماری‌هایی که توسط ناقلین منتشر می‌شوند، چندین مطالعه صورت گرفته است. نتایج این پژوهش‌ها نشان داده است که دامنه اثرگذاری از صفر تا کاهش ۷۵ درصد در بروز برخی از بیماری‌ها متفاوت و متغیر بوده است (۵۷). در یک مطالعه استفاده از لباس‌های آغشته به پرمترین نرخ انتقال و بروز مالاریا را ۷۰ درصد کاهش داده است (۳۴). در سال ۱۹۹۵ نرخ بروز مالاریا و لیشمانیوز در سربازان کلمبیایی که از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، مورد مطالعه قرار گرفت. بر اساس نتایج به دست آمده سه درصد سربازانی که از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین و ۱۴ درصد از سربازانی که از یونیفرم‌های معمولی به مدت چهار هفته استفاده کرده بودند به مالاریا مبتلا شدند. همچنین سه درصد از سربازانی که از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین و ۱۲ درصد از سربازانی که از یونیفرم‌های معمولی به مدت هفت هفته استفاده کرده بودند، به لیشمانیوز مبتلا شدند. در واقع استفاده از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین میزان ابتلا به لیشمانیوز و مالاریا را در حدود ۷۵٪ نسبت به گروه شاهد کاهش داده بود (۵۸).

بر اساس نتایج یکی از تحقیقات جامعی که در این زمینه صورت گرفته است، استفاده از لباس‌های آغشته به پرمترین در کنار اقداماتی نظیر استعمال دورکننده‌ها، پشه‌بندها و پرده‌های آغشته به حشره‌کش، بهداشت محیط و آموزش‌های بهداشتی، نرخ ابتلا به لیشمانیوز در افغانستان را در یک بازه زمانی به صفر رسانده است (۳۹). بااینکه در این مطالعه اثرات اختصاصی لباس‌های آغشته به پرمترین مشخص نیست ولی حاکی از آن است که لباس‌های آغشته به پرمترین در کنار سایر اقدامات می‌توانند یک محافظت تلفیقی در برابر ناقلین ایجاد کنند. نتایج مطالعه‌ای که در این مورد به انجام رسیده است، نشان می‌دهد که نرخ بروز مالاریا در سربازانی که به‌طور هم‌زمان از ترکیبات دورکننده روی دست و صورت خود به همراه یونیفرم‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، کمتر از سربازانی بود که تنها از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند (۵۲).

نتایج یک بررسی که روی سربازان مستقر در یکی از مناطق استان اصفهان که آلوده به ناقل لیشمانیا، صورت گرفته است، نشان می‌دهد که یونیفرم‌های آغشته به پرمترین تاثیر معناداری در نرخ بروز لیشمانیوز در سربازانی که از یونیفرم‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، نداشته‌اند (۵۷). اگرچه در پژوهشی دیگر، پشه‌بندهای آغشته به پرمترین نرخ بروز مالاریا را به میزان ۹۳/۲ درصد در استان هرمزگان کاهش داده‌اند (۵۹). در مورد

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

تاثیر لباس‌های آغشته به پرمترین بر سایر بیماری‌های ناقل زاد تحقیقات مبسوطی صورت نگرفته است. با این حال در یک پژوهش کاهش جمعیت اکتوپارازیت‌هایی نظیر شپش بدن در هنگام استفاده از البسه آغشته به پرمترین مورد تایید قرار گرفته است (۶۰). به‌طورکلی بر اساس نتایج یافت شده می‌توان گفت لباس‌های آغشته به پرمترین می‌توانند نقش تأثیرگذاری در کاهش شیوع و گسترش ناقلین و درنتیجه گسترش بیماری‌های ناقل‌زاد ایفا کنند. البته باید به این نکته توجه کرد، که کاربرد این لباس‌ها باید در تلفیق با سایر اقدامات کنترلی صورت گیرد.

عواملی مؤثر در تأثیرگذاری بیشتر لباس‌های آغشته به پرمترین

میزان رضایت و راحتی افراد استفاده کننده از یونیفرم‌ها و البسه آغشته به پرمترین همواره یکی از دغدغه‌های اصلی تولید کننده‌گان بوده است (۳). محققین فعال در این زمینه بر این باورند که آموزش در این زمینه می‌تواند سبب نتیجه‌گیری بهتر شود (۱۸، ۳۹). از عوامل محیطی مهم در ابقا و تأثیرگذاری پرمترین می‌توان به مدت زمان در معرض بودن در برابر نور خورشید، تعداد دفعات شست‌وشو و نوع پارچه اشاره کرد (۶۱). نوع پارچه می‌تواند در جذب و پایداری پرمترین در مرحله اول آغشته‌سازی بسیار مهم باشد. نور سبب شکستن مولکول‌های پرمترین و شست‌وشو سبب خروج مولکول‌های پرمترین از لباس می‌شوند (۳۸، ۶۱). البته عوامل ذکر شده در مورد پشه‌بندها و پرده‌های آغشته به پرمترین کمتر تأثیرگذارند زیرا پشه‌بندها و پرده‌ها در مکان‌های ثابت قرار دارند و استهلاک و شست‌وشوی آن‌ها کمتر است (۶۲).

اثرات شرایط محیطی بر اثر ابقایی پرمترین روی البسه در چندین تحقیق مورد شبیه‌سازی قرار گرفته است. به‌طور مثال نشان داده شده است که در روش‌های سنتی آغشته‌سازی، مقدار زیادی از ترکیبات فعال بر روی لباس‌ها در هفته اول پس از تیمار، از بین می‌رود (۶۳). در این شبیه‌سازی‌ها از چرخه‌های روز و شب و تغییرات دما و رطوبت استفاده می‌شود. بر اساس مطالعات خوبدل و همکاران (۶۱) قرارگیری لباس‌های آغشته به پرمترین در معرض جریان هوا به مدت ۱۲ هفته سبب کاهش ۲۸/۳ درصد میزان پرمترین در یونیفرم‌های نظامی می‌شود. همچنین نتایج پژوهشگران داخلی در مورد اثر شست‌وشو بر اثر ابقایی و قدرت حشره‌کشی یونیفرم‌های نظامی آغشته به پرمترین نشان داده است که ۵-۶ بار شست‌وشو سبب از بین رفتن کامل باقیمانده پرمترین و اثرات حشره‌کشی می‌شود (۶۱، ۱۹). به‌طورکلی شست‌وشو مهم‌ترین عامل کاهش کارایی لباس‌های آغشته به پرمترین است و بسیاری از تحقیقات صورت گرفته در مورد بهبود لباس‌های آغشته به پرمترین، در رابطه با افزایش مقاومت پرمترین در برابر شست‌وشو صورت گرفته است.

ایمنی یونیفرم‌ها و لباس‌های آغشته به پرمترین

www.SID.ir

پرمترین روی سیستم عصبی اثر می گذارد و پتانسیل کشندگی بالایی علیه بندپایان دارد. بااین‌حال سمیت آن برای پستانداران پایین است و لذا به‌طور گسترده در کنترل بیماری‌های انسان و دام مورد استفاده قرار می‌گیرد (۲۰، ۲۴). ارزیابی‌خطر لباس‌های آغشته به پرمترین در چندین مقاله به‌طور کامل و مفصل مورد بررسی قرار گرفته است (۲۰، ۲۴). مهم‌ترین خطر پرمترین برای کسانی که از لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده می‌کنند، سمیت تماسی آن است. بدین منظور که ممکن است پرمترین با عبور از پوست انسان، سبب بروز اثرات سمی در کوتاه‌مدت یا بلندمدت گردد. البته علاوه بر سمیت تماسی برخی از پژوهشگران بیان داشته‌اند که مقدار بسیار کمی از پرمترین آغشته به لباس‌ها ممکن است به‌صورت ذرات معلق در هوا پراکنده شود و از طریق تنفس وارد بدن اشخاص مصرف‌کننده این البسه گردد (۲۴).

پرمترین هنگام ورود به بدن در بافت‌های چربی، معده، روده باریک، کبد، کلیه و سیستم عصبی منتشر می‌شود. پرمترین وارد شده به‌سرعت توسط مسیرهای متابولیسمی مختلف مورد تجزیه قرار می‌گیرد و از بدن دفع می‌گردد. استرازها و آنزیم‌های مونواکسیژنازی عامل اصلی تجزیه پرمترین و سایر حشره‌کش‌های پایروتیروئیدی می‌باشند (۱۵). هیدرولیز پرمترین یک روند وابسته به نسبت دو ایزوفرم پرمترین (Steroselective) است (۶۴)؛ زیرا تجزیه ایزوفرم‌های ترانس با سرعت بسیار بالاتری انجام می‌گیرد. همین امر سبب حذف زود هنگام ایزوفرم‌های ترانس نسبت به ایزوفرم‌های سیس می‌شود (۲۰، ۶۵). هنگام کاربرد ایزومرها به‌صورت خالص نیمه عمر ایزومر ترانس در بدن ۵ روز بوده است، درحالی‌که نیمه عمر فرم سیس ۱۰ روز گزارش شده است (۶۶). سرعت پایین تجزیه فرم سیس سبب تجمع نسبتاً بیشتر آن در بافت‌های چربی می‌گردد (۶۷). مطالب ذکر شده اهمیت توجه به نسبت اولیه فرم‌های سیس و ترانس در حشره‌کش پرمترین برای آغشته سازی البسه را مشخص می‌سازد.

تاکنون آغشته‌سازی البسه مخصوصا یونیفرم‌های نظامی با پرمترین در دوز توصیه شده ($۱۲۵۰ mg/m^2$) هیچ‌گاه سبب بروز اثرات سمیت حاد در انسان نگردیده است (۲۰، ۶۸). همچنین هیچ‌گونه گزارشی در مورد بروز و یا خطر بروز آن در افرادی که تحت تماس پرمترین بوده‌اند ارائه نشده است (۶۹). اما پرمترین هم همانند هر عامل خارجی دیگر دارای پتانسیل ایجاد آسیب‌های اکسیداتیو در انسان و سایر موجودات غیرهدف است (۷۰، ۷۱). به‌طورکلی پرمترین ممکن است، سمیت خود را در طی بلندمدت بروز دهد. برای اندازه‌گیری این نوع سمیت، به‌طور معمول متابولیت‌های حاصل از تجزیه پرمترین اندازه‌گیری می‌شود (۲۰، ۷۲). به‌طور مثال مقادیر متابولیت ها در ادرار سربازان ارتش ایالات متحده که در دو بازه زمانی ۳ و ۱۹ روزه از

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده بودند، بیشتر از سربازان گروه شاهد بود. بااین‌حال در این آزمایش هیچ‌گونه اثرات سمی حاصل از پرمترین در بین سربازان مورد مطالعه مشاهده نشد (۶۸). نتایج پژوهشی دیگر نشان می‌دهد که میزان متابولیت-ها در ادرار سربازان با وزن بالا و نیز سربازانی که فعالیت بیشتری دارند، بیشتر از سربازان دیگر ولی در دامنه حد مجاز بوده است (۷۳). همچنین در ادرار سربازان ارتش آلمان مستقر در افغانستان که در بین سالهای ۲۰۰۳ تا ۲۰۰۸ از لباس های آغشته به پرمترین استفاده می کردند، میزان متابولیت‌ها ۲۰۰ برابر افزایش یافته بود؛ ولی این میزان افزایش بسیار پایین‌تر از مقدار حد مجاز جذب روزانه (Acceptable Daily Intake= ADI) بوده است (۲۰، ۷۴). حد مجاز روزانه عبارت است از مقدار دوزی از ماده شیمیایی که اگر به‌صورت روزانه وارد بدن انسان یا هر موجود دیگری شود، هیچ‌گونه خطری برای سلامتی آن ندارد و معمولاً به‌صورت میلی‌گرم بر کیلوگرم وزن بدن در روز بیان می‌شود (۱۵). مقادیر این عدد برای هر ماده شیمیایی توسط سازمان بهداشت جهانی اعلام می‌گردد و معمولاً دارای حاشیه امنیتی بسیار بالایی برای انسان است. این عدد برای پرمترین در دو حالت تماسی و گوارشی به ترتیب برابر با ۱۰۰۰–۵۰۰۰ µg/kg day و ۵۰ µg/kg day می‌باشد (۲۰).

مقاومت ناقلین به پرمترین و سایر حشره‌کش‌های پایروتیروئیدی

استفاده گسترده از حشره‌کش‌های پیروتیروئیدی در برنامه‌های مبارزه شیمیایی با ناقلین سبب بروز و گسترش مقاومت در برخی از ناقلین علیه این گروه از سموم شده است (۱۶، ۱۷، ۷۵). بیشترین مطالعات صورت گرفته در این زمینه، گسترش مقاومت بر روی پشه‌های ناقل بوده است. زیرا این گروه از حشرات به‌خصوص در مناطق شیوع بیماری‌های آربوویروسی و مالاریا از چندین دهه گذشته تحت فشار انتخابی حاصل از مصرف گسترده آفت‌کش‌ها بوده‌اند (۷۵). مقاومت به حشره‌کش‌ها علاوه بر پشه‌ها در شپش‌های ناقل بیماری هم گزارش گردیده است (۷۶). به‌طورکلی مسئله مقاومت به پایروتیروئیدها بیشتر به دلیل مصرف گسترده حشره‌کش‌هایی نظیر دلتامترین برای آغشته‌سازی تورها و پشه‌بندها بوده است.

اساس بیوشیمیایی مقاومت بندپایان به پایروتیروئیدها بطور عمده نتیجه افزایش فعالیت آنزیم‌های سم‌زدا و تغییر در جایگاه تأثیر (گیرنده‌های کانال سدیمی) این آفت‌کش‌ها، در حشرات بوده است (۱۶، ۷۷). مقاومت در بلندمدت سبب افزایش غلظت سم مصرفی، بالا رفتن هزینه‌های مبارزه، آلودگی‌های زیست‌محیطی و درنهایت عدم تأثیرگذاری حشره‌کش خواهد گردید (۱۵).

پژوهش‌های صورت گرفته در زمینه مقابله یا پیشگیری از مقاومت ناقلین به پایروتیروئیدها عمدتاً مبتنی بر معرفی حشره‌کش‌های جایگزین و روش‌های مبارزه ترکیبی بوده است. استفاده از سموم فسفره برای آغشته‌سازی البسه و پشه‌بندها نتایج امیدوارکننده‌ای در این زمینه داشته است. به‌طور مثال استفاده هم‌زمان از سم فسفره پریمفوس متیل و دورکننده KBR3023 برای آغشته‌سازی یونیفرم‌های نظامی علیه پشه آئدس نتایجی مشابه مصرف پرمترین داشته است (۱۶). همچنین حشره‌کش پروپوکسور از گروه کاربامات‌ها، همراه با دورکننده KBR3023 سبب کارایی بالای پشه‌بندها شده است (۱۷). در پشه‌های آنوفل گامبیه که به پرمترین و دلتامترین مقاومت نشان داده‌اند استفاده از سم کاربامات بندیوکارب و فسفره فنیتروتیون نتایج بهتری را در آغشته‌سازی تورها و پشه‌بندها داشته است (۷۵). در پژوهش‌های صورت گرفته، سموم فسفره و کاربامات تأثیر حشره‌کشی برابر یا بهتر از پرمترین داشته‌اند ولی این سموم به‌شدت برای انسان سمی هستند و مصرف آن‌ها باید به احتیاط صورت گیرد. همچنین این حشره‌کش خاصیت دورکنندگی پرمترین را ندارند و برای تأثیر بهتر باید همراه با دورکننده‌ها مورد استفاده قرار گیرند.

گذشته، حال، آینده: توصیه به نیروهای مسلح جمهوری اسلامی ایران

کشور ایران در قلب خاورمیانه و محل اتصال سه قاره آسیا، اروپا و آفریقا قرار گرفته است و با توجه به تنوع اقلیمی حاصل از نواحی جغرافیایی اورینتال (Oriental)، پالئارکتیک (Palearctic) و طلاقی آن‌ها، جایگاه زیست طیف گسترده‌ای از عوامل ناقل بیماری‌زا است. این ناقلین در انتقال بیماری‌هایی چون مالاریا، لیشمانیوز، تب سه‌روزه، تب کریمه کنگو، تب راجعه، طاعون، گال، میاز و غیره نقش داشته و همواره سبب ایجاد آزار و اذیت و ایجاد مشکلات بهداشتی می‌شوند (۱). از طرف دیگر ایران دارای مرز مشترک با کشورهایی چون پاکستان، افغانستان و عراق است که در سال‌های اخیر به دلیل مسائل اقتصادی و امنیتی، کنترل مناسبی بر شیوع بیماری‌های ناقل‌زاد در خاک خود نداشته‌اند. با توجه به تردد بالای اتباع این کشورها در ایران، همیشه خطر انتقال عوامل بیماری‌زا به داخل کشور توسط این افراد وجود دارد. همچنین اگر اپیدمی‌های غیرمنتظره (بازپدیدی و نوپدیدی) برخی آربوویروس‌ها را که در سال‌های اخیر در اغلب نقاط دنیا رخ داده (۷۸، ۷۹) و همچنین تهدیدات بیوتروریستی را هم در نظر بگیریم، به اهمیت بالای حفاظت فردی نیروهای نظامی در این منطقه پی خواهیم برد.

از دیدگاه نظامی، نیروهای نظامی نسبت به مردم عادی یک گروه پرخطر محسوب می‌شوند. در مورد شیوع بیماری‌های ناقل-زاد در بین نیروهای نظامی ایران در حین جنگ‌های جهانی و به‌طورکلی قبل از انقلاب گزارش ثبت‌شده‌ای وجود ندارد، اما با توجه به بروز متعدد این بیماری‌ها در بین مردم عادی قطعاً نیروهای نظامی را نیز درگیر کرده است (۸۰، ۸۱). پس از انقلاب و در خلال سال‌های دفاع مقدس مقابله با حشرات و بندپایان

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

موذی و ناقل همواره یکی از معضلات نیروهای نظامی بوده است. بر اساس یک پژوهش صورت گرفته در این زمینه، بیماری‌های ناقل‌زادی چون گال، لیشمانیوز، مالاریا، تب راجعه و تب سه‌روزه، پدیکلوزیس، میاز و برخی از بیماری‌های دیگر در بین نیروهای مسلح ایران در حین جنگ شیوع داشته است (۸۲). در حال حاضر نیز نیروهای مسلح ایران با توجه به فعالیت درون‌مرزی و برون‌مرزی خود در معرض انواع خطرات احتمالی حاصل از حشرات و بندپایان ناقل قرار دارند. یکی دیگر از مباحث مهمی که امروزه مطرح است، بحث بیوتروریسم است. از حشرات به‌عنوان نوعی سلاح بیولوژیک برای نابود کردن محصولات کشاورزی قبلا استفاده شده است، اما آنچه امروزه نگرانی‌های جدی‌تری را ایجاد کرده است، استفاده از حشرات برای انتقال و گسترش تعمدی عوامل بیماری‌زا است (۸۳). بررسی‌ها نشان می‌دهند که آربوویروس‌ها که عامل بیماریهایی نظیر تب دانگ، تب زرد، تب زیکا، تب نیل غربی و انواع انسفالیت ها هستند و اغلب توسط پشه‌های کولیسیده منتقل می‌شوند، پتانسیل بالایی برای تبدیل شدن به یک سلاح مرگبار بیولوژیک را دارا هستند (۸۴). لذا خطرات احتمالی آنها همواره باید مورد پایش قرار گیرد و تمهیدات لازم از قبیل آماده سازی تجهیزات حفاظت فردی در این خصوص اندیشیده شود.

نتیجه‌گیری

در مجموع مطالعات انجام گرفته کارآیی و اثر بخشی لباسهای آغشته به پرمترین را بطور قطع در کاهش معنی دار گزش حشرات و بندپایان خونخوار نشان میدهد. انتظار می رود این کاهش گزش به کاهش نسبی بیماریهای منتقله بوسیله حشرات نیز منجر گردد. زیرا مواجهه حشرات و بویژه پشه های ناقل بیماری با لباسهای آغشته به پرمترین علاوه بر کاهش گزش، باعث ناک داون شدن پشه های خونخوار و کاهش جمعیت آنها نیز می شود که به نوبه خود می تواند بر شاخص احتمال گزش همه افراد تاثیر گزار باشد. در حال حاضر در سطح میدانی نیز استفاده گسترده از یونیفرم های آغشته به پرمترین در سربازان آمریکایی حاضر در منطقه و برخی از نیروهای کشورهای دیگر و از جمله مزدوران داعشی، نشان‌دهنده موثر بودن آن می‌باشد. نیروهای مستشاری ایران در سوریه به‌صورت محدود از لباس‌های آغشته به پرمترین استفاده کرده و اثرات آن‌ها در کنترل لیشمانیوز احشایی در منطقه حلب سوریه را موفقیت‌آمیز قلمداد کرده‌اند.

بر اساس مستندات علمی زیاد ارائه شده مبنی بر اثربخشی این روش در محافظت افراد از گزش حشرات و بندپایان گزنده و همچنین به استناد شواهد علمی و میدانی مبنی بر بی‌خطر بودن لباس‌های ضد حشره از لحاظ اثرات جانبی، تجهیز نیروهای نظامی ایران به لباس‌های ضد حشره برای ارتقاء سلامت سربازان و توان دفاعی آن‌ها در عملیات مختلف، توصیه می‌شود. البته لازم به ذکر مجدد است که لباس‌های ضد حشره نسل اول با توجه به اینکه با فرمولاسیون معمولی پرمترین آغشته سازی می‌شوند، لذا دوام کمتری داشته و بعد از چند بار شستشو خاصیت حفاظت دهی خود را از دست می‌دهند. بنابراین برای رفع این عیب، مطالعه در خصوص تولید لباس‌های ضد حشره با فرمولاسیون‌های نوین پرمترین ازجمله لباس‌های ضد حشره پلیمری و کاربرد مؤثر و گسترده آن برای حفاظت سربازان ایرانی توصیه می شود.

نکات بالینی کاربردی برای جوامع نظامی

- استفاده از لباس‌های ضدحشره باعث کاهش گزش حشرات و بندپایان خونخوار می‌شود.
- کاربرد لباسهای آغشته به پرمترین می تواند باعث کاهش ابتلا به بیماری‌های منتقله بوسیله حشرات از قبیل مالاریا، لیشمانیوز و تب های آربوویروسی شود.
- حفاظت فردی شامل کاربرد لباسهای ضدحشره و مواد دورکننده حشرات موثرترین روش برای حفاظت از سربازان در حال ماموریت می‌باشد.

تشکر و قدردانی: این مطالعه با تصویب و حمایت مرکز تحقیقات بهداشت و تغذیه پژوهشکده سبک زندگی دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌الله انجام گرفته است. بدین‌وسیله از محققان، اساتید و تمامی کسانی که نویسندگان این مقاله را یاری نموده‌اند، سپاسگزاری می‌گردد.

تضاد منافع: نویسندگان اذعان می‌دارند که در خصوص این پژوهش هیچگونه تضاد منافعی وجود ندارد.

منابع

1. Khoobdel M, Fajrak H, Ladoni H, Shayeghi M, Asadzadeh R. A new Method for military Personel protection against Insects. J Mil Med. 2003; 5(2): 147-55.

2.Azari-Hamidian S, Norouzi B, Harbac RE. (2019). A detailed review of the mosquitoes (Diptera: Culicidae) of Iran and their medical and veterinary importance. Acta Trop. 2019; 194: 106–122.

3. Banks SD, Murray N, Wilder-Smith A, Logan JG. Insecticide-treated clothes for the control of vector-borne diseases: a review on effectiveness and safety. Med Vet Entomol. 2014; 28: 14–25.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

4. Ark M, Radin SF, Ohn J, Ay FD, Bstract PHDA. Comparative Efficacy of Insect Repellents Against Mosquito Bites. N Engl J Med. 2002; 347(1): 13–8.
5. Durrheim DN, Govere JM. Malaria outbreak control in an African village by community application of "deet" mosquito repellent to ankles and feet. Med Vet Entomol. 2002; 16(1): 112–5.
6.Thavara U, Tawatsin a, Chompoosri J, Suwonkerd W, Chansang UR, Asavadachanukorn P. Laboratory and field evaluations of the insect repellent 3535 (ethyl butylacetylaminopropionate) and deet against mosquito vectors in Thailand. J Am Mosq Control Assoc. 2001; 17(3): 190–5.
7. Ditzen M, Pellegrino M, Vosshall LB. Insect odorant receptors are molecular targets of the insect repellent DEET. Science. 2008; 319(5871): 1838–42.
8. Achee NL, Bangs MJ, Farlow R, Killeen GF, Lindsay S, Logan JG, et al. Spatial repellents: from discovery and development to evidence-based validation. Malar J. 2012; 11: 164.
9. Obwaller AG, Köhsler M, Poeppl W, Herkner H, Mooseder G, Aspöck H, Walochnik J. Leishmania infections in Austrian soldiers returning from military missions abroad: a cross-sectional study. Clin Microbiol Infect. 2018; 24(10).
10. Faulde M, Scharninghausen J, Tisch M. Preventive effect of permethrin-impregnated clothing to Ixodes ricinus ticks and associated *Borrelia burgdorferi* in Germany. Int J Med Microbiol. 2008; 298: 321–4.
11. Kitchen LW, Lawrence KL, Coleman RE. The role of the United States military in the development of vector control products, including insect repellents, insecticides, and bed nets. J Vector Ecol. 2009 ;34: 50–61.
12. Massad E, Amaku M, Coutinho FAB, Kittayapong P, Wilder-Smith A. Theoretical impact of insecticide impregnated school uniforms on dengue incidence in Thai children. Glob Health Action. 2013 ;6(1): 1–7.
13. Hebeish A, Hamdy IA, EL–Sawy SM, Abdel–Mohdy FA. Bioallethrin–based cotton finishing to impart long–lasting toxic activity against mosquitoes. RJTA. 2009; 13(1): 24-33.
14. Khoobdel M, Vatandoost H. Insect repellents. 1st ed. Tehran: Rasane Takhassosi Press; 2006.
15. Talebi Kh. Pesticides toxicology. 2nd ed. Tehran: University of Tehran Press; 2010.
16. Pennetier C, Chabi J, Martin T, Chandre F, Rogier C, Hougard J-M, et al. New protective battle-dress impregnated against mosquito vector bites. Parasit Vectors. 2010; 3:81.
17. Pennetier C, Costantini C, Corbel V, Licciardi S, Dabiré RK, Lapied B, et al. Synergy between repellents and organophosphates on bed nets: Efficacy and behavioural response of natural free-flying *An. gambiae* mosquitoes. PLoS One. 2009; 4(11).
18. Faulde MK, Pages F, Uedelhoven W. Bioactivity and laundering resistance of five commercially available, factory-treated permethrin-impregnated fabrics for the prevention of mosquito-borne diseases: the need for a standardized testing and licensing procedure. Parasitol Res. 2016; 115(4): 1573–82.
19. Shayeghi M, Mehrabi AT, Abaei MR, Rafiei F. Effect of washing factor on durability and contact toxicity of permethrin impregnated in military uniforms. J Mil Med. 2009;15; 10(4): 253-61.
20. 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.
21. Brown M, Hebert AA. Insect repellents: An overview. J Am Acad Dermatol. 1997; 36(2): 243–9.
22. Faulde MK, Uedelhoven WM, Robbins RG. Contact toxicity and residual activity of different permethrin-based fabric impregnation methods for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae), *Ixodes ricinus* (Acari: Ixodidae), and *Lepisma saccharina* (Thysanura: Lepismatidae). J Med Entomol. 2003; 40(6): 935–41.
23. Evans SR, Korch Jr GW, Lawson MA. Comparative field evaluation of permethrin and deet-treated military uniforms for personal protection against ticks (Acari). J Med Entomol. 1990 ;27(5): 829–34.
24. Rossbach B, Appel KE, Mross KG, Letzel S. Uptake of permethrin from impregnated clothing. Toxicol Lett. 2010; 192(1): 50–5.
25. Schreck CE, McGovern TP. Repellents and other Personal Protection Strategies against *Aedes albopictus*. Vol. 5, J Am Mosq Control Assoc. 1989; 5(2): 247-50.
26. Harbach RE, Tang DB, Wirtz RA, Gingrich JB. Relative repellency of two formulations of N,N-Diethyl-3-Methylbenzamide (DEET) and Permethrin-Treated clothing against *Culex sitiens* and *Aedes vigilax* in Thailand. J Am Mosq Control Assoc. 1990; 6(4): 641–4.
27. Turusov V, Rakitsky V, Tomatis L. Dichlorodiphenyltrichloroethane (DDT): ubiquity, persistence, and risks. Environmental health perspectives. 2002;110(2):125-8.
28. Beard J. DDT and human health. Sci Total Environ. 2006; 355(1–3): 78–89.
29. Zaim M, Aitio A, Nakashima N. Safety of pyrethroid-treated mosquito nets. Vol. 14, Medical and Veterinary Entomology. 2000; 14(1): 1–5.
30. Allossogbe M, Gnanguenon V, Agossa FR, Zola- J, Akinro B, Houtoukpe A, et al. Comparative efficacy of five types of long -lasting LifeNet ®) in a semi-natural environment against resistant *Anopheles gambiae* sensu lato and Mansonia africana in Cove , Benin. Int J Mosq Res. 2017; 4(5): 7–13.
31. Frances SP CR. Personal protective measures against mosquitoes: insecticide-treated uniforms, bednets and tents. ADF Heal. 2007; 8: 50–6.
32. Faulde MK, Uedelhoven WM, Malerius M, Robbins RG. Factory-based permethrin impregnation of uniforms: residual activity against
www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

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(6): 472–7.
33. Schreck CE, Mount GA, Carlson DA. Wear and wash persistence of permethrin used as a clothing treatment for personal protection against the lone star tick (Acari: Ixodidae). J Med Entomol. 1982; 19(2): 143–6.
34. Kimani EW, Vulule JM, Kuria IW, Mugisha F. Use of insecticide-treated clothes for personal protection against malaria: a community trial. Malar J. 2006; 5:63.
35. Vaughn MF, Meshnick SR. Pilot study assessing the effectiveness of long-lasting permethrin-impregnated clothing for the prevention of tick bites. Vector Borne Zoonotic Dis. 2011; 11(7): 869–75.
36. Vaughn MF, Funkhouser SW, Lin FC, Fine J, Juliano JJ, Apperson CS, et al. Long-lasting permethrin impregnated uniforms: A randomized-controlled trial for tick bite prevention. Am J Prev Med. 2014; 46(5): 473–80.
37. Faulde MK, Nehring O. Synergistic insecticidal and repellent effects of combined pyrethroid and repellent-impregnated bed nets using a novel long-lasting polymer-coating multi-layer technique. Parasitol Res. 2012; 111(2): 755–65.
38. Faulde M, Albiez G, Nehring O. Novel long-lasting impregnation technique transferred from clothing to bednets: Extended efficacy and residual activity of different pyrethroids against *Aedes aegypti* as shown by EN ISO 6330-standardized machine laundering. Parasitol Res. 2012; 110(6): 2341–50.
39. Faulde M, Schrader J, Heyl G, Hoerauf A. High efficacy of integrated preventive measures against zoonotic cutaneous leishmaniasis in northern Afghanistan, as revealed by Quantified Infection Rates. Acta Trop. 2009; 110(1): 28–34.
40. Faulde M, Uedelhoven W. A new clothing impregnation method for personal protection against ticks and biting insects. Int J Med Microbiol. 2006; 296: 225–9.
41. Orsborne J, Banks SDR, Hendy A, Gezan SA, Kaur H, Wilder-Smith A, et al. Personal protection of permethrin-treated clothing against *aedes aegypti*, the vector of dengue and zika virus, in the laboratory. PLoS One. 2016; 11(5): 1–18.
42. Snodgrass HL. Permethrin transfer from treated cloth to the skin surface: potential for exposure in humans. J Toxicol Environ Health. 1992; 35(2): 91–105.
43. Marinkovic SS, Bezbradica D, Skundric P. microencapsulation in textile industry. Chem Ind Chem Eng Q. 2006; 12(1): 58–62.
44. Yao TT, Wang LK, Cheng JL, Hu YZ, Zhao JH, Zhu GN. Optimization of pyrethroid and repellent on fabrics against *Stegomyia albopicta* (=*Aedes albopictus*) using a microencapsulation technique. Med Vet Entomol. 2015; 29(1): 37–43.
45. Khoobdel M. Evaluation of permethrin treated clothing for personal protection against *Phlebotomus papatasi* (Diptera: Psaychodidae). J Entomol. 2008; 5(1): 51–5.
46. Khoobdel M, Shayeghi M, Vatandoost H, Rassi Y, Abaei MR, Ladonni H, et al. Field evaluation of permethrin-treated military uniforms against *Anopheles stephensi* and 4 species of Culex (Diptera:Culicidae) in Iran. J Entomol. 2006; 3(2): 108–18.
47. Khoobdel M, Shayeghi M, Ladonni H, Rassi Y, Vatandoost H, Kasheffi Alipour H. The efficacy of permethrin-treated military uniforms as a personal protection against *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae) and its environmental consequences. Int J Environ Sci Technol. 2005; 2(2): 161–7.
48. Miller NJ, Rainone EE, Dyer MC, González ML, Mather TN. Tick Bite Protection With Permethrin-Treated Summer-Weight Clothing. J Med Entomol. 2011; 48(2): 327–33.
49.Evans SR, Korch GW, jr Lawson MA. Comparative field evaluation of permethrin and deet treated military uniforms for personal protection against tick. J Med Etomol. 1990; 27(5): 829–834.
50. Frances SP. Yeo AE, Brooke EW, Sweeney AW. Clothing impregnation of dibutyl phthalate and permethrin as protectants against a chigger mite, *Eutrombicula Hirsi*. J Med Entomol. 1992, 29(6): 907–910.
51. Rowland M, Durrani N, Hewitt S, Mohammed N, Bouma M, Carneiro I, et al. Permethrin-treated chaddars and top-sheets: Appropriate technology for protection against malaria in Afghanistan and other complex emergencies. Trans R Soc Trop Med Hyg. 1999; 93(5): 465–72.
52. Eamsila C, Franceses S, Strickam D. Evaluation of permethrin treated military uniforms for personal protection against malaria in northeastern Thailand. J Am Mosq Control Assoc. 1994; 10(4): 515–21.
53. Frances SP, Sferopoulos R, Lee B. Protection From Mosquito Biting Provided by Permethrin-Treated Military Fabrics. J Med Entomol. 2014; 51(6): 1220–6.
54. Khoobdel M, Shayeghi M, Abaei MR, Akhoond MR, Laddoni H. The protection of permethrin-treated militaru uniforms against natural population of *Cules bitaeniohynchus*, *Culex riteniorhynchus* and *Culex perexiguus* (Diptera: Culicidae). Ann Mili Heal Sci Res. 2005; 3(1): 487–494.
55. Seng CM, Setha T, Nealon J, Chantha N, Socheat D, Nathan MB. The effect of long-lasting insecticidal water container covers on field populations of *Aedes aegypti* (L.) mosquitoes in Cambodia. J Vector Ecol. 2008; 33(2): 333–41.
56. Kroeger A, Lenhart A, Ochoa M, Villegas E, Levy M. Effective control of dengue vectors with curtains and water container covers treated with insecticide in Mexico and Venezuela: cluster randomised trials. BMJ. 2006; 332: 1247.
57. Asillian A, Sadeghnia A, Shariati F, Jome MI, Ghoddusi A. Efficacy of permethrin-impregnated uniforms in the prevention of cutaneous leishmaniasis in Iranian soldiers. Iran J Med Sci. 2002; 27(4): 172–5.

www.SID.ir

Archive of SID

Downloaded from militarymedj.ir at 9:37 +0330 on Tuesday October 15th 2019

58. 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.
59. Soleimani-Ahmadi M, Vatandoost H, Shaeghi M, Raeisi A, Abedi F, Eshraghian MR, et al. Field evaluation of permethrin long-lasting insecticide treated nets (Olyset) for malaria control in an endemic area, southeast of Iran. Acta Trop. 2012; 123(3): 146–53.
60. Sholdt LL, Rogers EJ, GerbergEJ, Schreck CE. (1989). Effectiveness of Permethrin-treated Military Uniform Fabric Against Human Body Lice. Mil Med. 1989; 154: 90–93.
61. Khoobdel M. Effect of weathering, rinsing and aging on permethrin durability of impregnated military battle dress uniforms. J Mil Med. 2010; 12(2): 57-63.
62. Gupta RK, Rutledge LC, Reifenrath WG, Gutierrez GA, Korte DW. Effects of weathering on fabrics treated with permethrin for protection against mosquitoes. J Am Mosq Control Assoc. 1989; 5(2): 176–9.
63. Deparis X, Frere B, Lamizana M, N'Guessan R, Leroux F, Lefevre P, et al. Efficacy of permethrin-treated uniforms in combination with DEET topical repellent for protection of French military troops in Côte d'Ivoire. J Med Entomol. 2004; 41(5): 914–21.
64. Liu W, Gan J, Lee S, Werner I. Isomer Selectivity in Aquatic Toxicity and Biodegradation of Bifenthrin and Permethrin. Environ Toxicol Chem. 2005; 24(8): 1861.
65. Casida JE, Gammon DW, Glickman AH, Lawrence LJ. Mechanisms of selective action of pyrethroid insecticides. Annu Rev Pharmacol Toxicol. 1983; 23: 413–38.
66. Marei E, Ruzo LO, Casida JE. Analysis and persistence of permethrin, cypermethrin, deltamethrin, and fenvalerate in the fat and brain of treated rats. J Agric Food Chem. 1982; 30(3): 558–62.
67. Nakamura Y, Sugihara K, Sone T, Isobe M, Ohta S, Kitamura S. The in vitro metabolism of a pyrethroid insecticide, permethrin, and its hydrolysis products in rats. Toxicology. 2007; 235(3): 176–84.
70. Proctor SP, Maule AL, Heaton KJ, Adam GE. Permethrin exposure from fabric-treated military uniforms under different wear-time scenarios. J Expo Sci Environ Epidemiol. 2014; 24(6): 572–8.
71. Boffetta P, Desai V. Exposure to permethrin and cancer risk: a systematic review. Crit Rev Toxicol. 2018; 48(6): 433–42.
72. Wang X, Martínez MA, Dai M, Chen D, Ares I, Romero A, et al. Permethrin-induced oxidative stress and toxicity and metabolism. A review. Environ Res. 2016; 149: 86–104.
73. Proctor SP, Scarpaci MM, Maule AL, Heaton KJ, Taylor K, Haven CC, et al. Role of body composition and physical activity on permethrin urinary biomarker concentrations while wearing treated military uniforms. Toxicol Lett. 2018; 299: 210–7.
74. Kegel P, Letzel S, Rossbach B. Biomonitoring in wearers of permethrin impregnated battle dress uniforms in Afghanistan and Germany. Occup Environ Med. 2014; 71(2): 112–7.
75. Strode C, Donegan S, Garner P, Enayati AA, Hemingway J. The Impact of Pyrethroid Resistance on the Efficacy of Insecticide-Treated Bed Nets against African Anopheline Mosquitoes: Systematic Review and Meta-Analysis. PLoS Med. 2014; 11(3).
76. Drali R, Benkouiten S, Badiaga S, Bitam I, Rolain JM, Brouqui P. Detection of a knockdown resistance mutation associated with permethrin resistance in the body louse *Pediculus humanus corporis* by use of melting curve analysis genotyping. J Clin Microbiol. 2012; 50(7): 2229–33.
77. Toé KH, Jones CM, N'Fale S, Ismail HM, Dabiré RK, Ranson H. Increased pyrethroid resistance in malaria vectors and decreased bed net effectiveness, Burkina Faso. Emerg Infect Dis. 2014; 20(10): 1691.
78. Khoobdel M, Jonaidi Jafari N, Izadi M. Is the Zica threatening the Iran and others Middle East countries?. J Mil Med. 2016;17(4):187-190
79. Khoobdel M, Jonaidi Jafari N. Dengue fever: Arboviral threatening the Persian Gulf region and southern Iran. J Mil Med. 2016; 18 (2) :181-183
80. Edrissian G. Malaria in Iran: Past and Present Situation. Public Health. 2006; 1(1): 1–14.
81. Yaghoobi-Ershadi M. Phlebotomine sand flies (Diptera: Psychodidae) in Iran and their role on Leishmania transmission. J Arthropod Borne Dis. 2012; 6(1): 1–17.
82. Khoobdel M, Tavana AM, Vatandoost H, Abaei MR. Arthropod borne diseases in imposed war during 1980-88. Iran J Arthropod Borne Dis. 2008; 2(1): 28–36.
83. Jansen HJ, Breeveld FJ, Stijnis C, Grobusch MP. Biological warfare, bioterrorism, and biocrime. Vol. 20, Clinical Microbiology and Infection. 2014; 20(6): 488-96.
84. Tabachnick WJ, Harvey WR, Becnel JJ, Clark GG, Connelly CR, Day JF, et al. Countering a Bioterrorist Introduction of Pathogen-Infected Mosquitoes Through Mosquito Control. J Am Mosq Control Assoc. 2011; 27(2): 165–7

www.SID.ir