Part B: Persian Edition

Journal of Textiles and Polymers

Vol. 11, No. 2, 61-84, April 2023

http://doi.org/10.48302/jtp.2023.411672.1271

RESEARCH PAPER

Insect repellent finish of cotton fabric using natural Eucalyptus, Clove and Myrtle

Azar Samiei sefat, Masoud Mostajeran[1*], Akbar Khoddami[1]

1. Department of Textile Engineering, Isfahan University of Technology, P.O. Box: 84156-83111, Isfahan, Iran

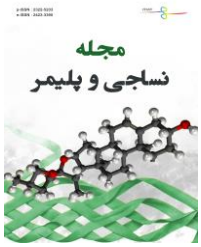
Received: 15 August 2023 , Accepted: 16 October 2023

Abstract

Insects are one of the greatest public health concerns due to their irritating bites and transmission of pathogens. As awareness grows about the adverse effects of insecticides on health and the environment, the use of insect repellent textiles can play an important role in ensuring human health. Since textiles are in contact with the skin, it is necessary to use harmless repellents. Therefore, in this research the possibility of replacing chemical compounds with natural substances was investigated. The results of the cone test indicated that the samples treated with the chemical ATT and the samples treated with Eucalyptus extract for 5% of mosquitoes, and the samples treated with Eucalyptus essential oil and Myrtus, for more than 50% of the mosquitoes have knockdown properties. The results of evaluating the repellency of the samples with the arm in the cage test showed that the protection time of the samples treated with essential oils is about 120 minutes and the sample treated with ATT is about 90 minutes, in other words, the performance of the samples treated with essential oils is better than the sample treated with eucalyptus extract and ATT. The FTIR results confirmed the presence of chemical and natural repellants on cotton fabric. Also, the effect of this finishing on other physical and mechanical properties of the fabric was investigated by comparing the treated samples and the raw sample, and it was found that the samples treated with essential oils compared to the raw sample has no significant difference.

Keywords: finishing of insect repellent, cotton fabric, essential oil and Eucalyptus extract and Myrtle, cone test, arm in cage

(*) To whom correspondence should be addressed.
E-mail : m.mostajeran@tx.iut.ac.ir



نشریه نساجی و پلیمر

سال ۱۱، شماره ۲، ۸۴-۶۱، بهار ۱۴۰۲

ITAST Journal of Textiles and Polymers

مقاله پژوهشی

تکمیل دافع حشرات پارچه پنبه‌ای با استفاده از مواد طبیعی اُکالیپتوس، میخک و مورد

آذرسمیعی صفت[۱]، مسعود مستاجران[۱*]، اکبر خدامی[۱]

۱- اصفهان، دانشگاه صنعتی اصفهان، دانشکده مهندسی نساجی، صندوق پستی: ۸۳۱۱۱-۸۴۱۵۶

دریافت: ۱۴۰۲/۵/۲۴ و پذیرش: ۱۴۰۲/۷/۲۴

چکیده

حشرات به دلیل مزاحمت‌های بسیار با گزش خود برای انسان و انتقال عوامل بیماری‌زا، یکی از بزرگ‌ترین نگرانی‌های سلامت عمومی به شمار می‌آیند. با توجه به افزایش آگاهی افراد از اثرات سوء حشره‌کش‌ها بر سلامت انسان و محیط‌زیست، استفاده از منسوجات دافع حشره می‌تواند نقش مهمی در تأمین سلامت انسان داشته باشد. با توجه به اینکه منسوجات در تماس با پوست هستند، استفاده از مواد دافع بی ضرر الزامی است. بنابراین، در این پژوهش امکان جایگزینی ترکیبات شیمیایی با مواد طبیعی به منظور تکمیل دافع حشرات پارچه پنبه‌ای بررسی شد. نتایج آزمون مخروط مشخص نمود که نمونه‌های عمل‌شده با ماده شیمیایی ATT و نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس برای ۵٪ پشه‌ها، و نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و مورد، برای بیش از ۵۰٪ پشه‌ها خاصیت گیج‌کنندگی دارند. نتایج ارزیابی دافعیت نمونه‌ها با آزمون بازو در قفس نشان داد که زمان حفاظت حاصل از نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌ها حدود ۱۲۰ دقیقه و نمونه عمل‌شده با ATT، حدود ۹۰ دقیقه است به عبارت دیگر عملکرد نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌ها به مراتب بهتر از نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و ماده ATT است. آزمون FTIR نیز، وجود مواد دافع شیمیایی و طبیعی بر روی پارچه پنبه‌ای را تایید کرد. هم چنین تأثیر این تکمیل بر دیگر خواص فیزیکی و مکانیکی پارچه با مقایسه نمونه‌های عمل‌شده و نمونه خام مورد بررسی قرار گرفت که مشخص شد نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌ها نسبت به نمونه خام تفاوت معنادار ندارند.

واژه‌های کلیدی: تکمیل دافع حشرات، پارچه پنبه‌ای ، اسانس و عصاره اُکالیپتوس و مورد، آزمون مخروط، آزمون بازو در قفس.

۱ مقدمه

حشرات و جانوران موذی با گزش و نیش خود مزاحمت بسیاری برای انسان فراهم می‌آورند و گاهی اوقات نیش و باعث تحریک و حساسیت شدید می‌شود. انتقال عوامل بیماری‌زا به روش‌های مختلف توسط حشرات، جان انسان را به خطر انداخته و گاهی سبب مرگ می‌شود [۱, ۲]. مالاریا نتیجه سرایت یک تک‌یاخته است که توسط حشرات حمل می‌شود، و در سرتاسر جهان سالیانه موجب مرگ میلیون‌ها

* مسئول مکاتبات، پیام‌نگار: m.mostajeran@tx.iut.ac.ir

نفر می‌شود [۳]. یکی از راه‌های کنترل و پیشگیری از ابتلا به این بیماری‌ها، جلوگیری از نیش زدن انسان توسط حشرات است. حشرات ممکن است به طور مستقیم توسط حشره‌کش‌ها یا وسایل فیزیکی مانند نوارهای چسبنده، کشته شوند [۴]. اما ترجیحاً باید آن‌ها را از طریق عوامل دوستدار محیط زیست و رعایت مسائل بهداشتی کنترل کرد.ازآنجاکه استفاده از حشره‌کش‌ها می‌تواند بر سلامت انسان و هم‌چنین محیط زیست تأثیر سوء داشته باشد، به نظر می‌رسد اولین حفاظت شخصی در مقابل نیش زدن حشرات، دفع آن‌ها است که این امر با استفاده از مواد دافع حشرات امکان پذیر است. موادی که روی پوست و لباس به عنوان دور کننده پشه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند، باید برای انسان غیرسمی، غیرمحرک، بی‌بو، با دوام و غیرقابل تجزیه در برابر نور خورشید باشند [۵-۷]. مواد شیمیایی بسیاری برای دستیابی به دافعیت حشرات در منسوجات وجود دارد، اما بسیاری از این مواد شیمیایی به علت عوارض جانبی بر انسان و همچنین آسیب به محیط زیست، توسط سازمان بهداشت جهانی ممنوع شده‌اند. امروزه شش حشره‌کش پایروتروئیدی شامل آلفا-سی‌پرمترین، سی‌فلوترین، اتوفنپروکس، λ- سی‌هالوترین، دلتاترین و پرمترین توسط سازمان بهداشت جهانی برای تکمیل منسوجات توصیه می‌شوند [۸-۱۰]. در سال‌های اخیر استفاده از مواد دافع گیاهی شامل اسانس و عصاره گیاهان مختلف به عنوان مواد دافع پشه گزارش شده است که این مواد به دلیل دوستدار محیط زیست بودن و زیست تخریب پذیری از اهمیت بالایی برخوردارند [۱۱]. عصاره گیاهی محلولی حاوی تمامی مواد مفید موجود در گیاه نظیر فلاونوییدها، آلکالوئیدها، موسیلاژها، تانن‌ها، ساپونین‌ها، ویتامین‌ها و املاح هستند [۱۲]. اسانس‌ها شامل گروه شیمیایی خاصی موسوم به ترپن‌ها هستند که اسانس‌های طبیعی مایعات فرّار، از نظر نوری فعال و شبیه روغن‌ها با عطری کاملاً اختصاصی هستند. اسانس‌ها مخلوطی از مواد مختلف با ترکیبات شیمیایی بسیار متفاوت از یکدیگر بوده و دارای بوی بسیار قوی و نافذ هستند [۱۳, ۱۴]. گیاهان بسیاری شامل سنبل هندی، رزماری، نعناع، گل شمعدانی و گل داوودی وجود دارند که می‌توان از اسانس و عصاره آن‌ها به عنوان مواد طبیعی دافع حشره استفاده کرد [۱۵, ۱۶]. واتانابه و همکاران [۱۷] توانستند ترکیب جدیدی به نام ایکامالول و ۴- ایزوپروپیل‌بنزیل‌الکل را به عنوان مواد دافع پشه از عصاره اُکالیپتوس استخراج کنند. هر دو ترکیب عملکرد دافعیت مؤثر در مقابل پشه آادس اژیپتی نشان دادند. گیلیج و همکاران [۱۸] دافعیت عصاره گیاهان معطر رشدیافته در آرژانتین را در مقابل پشه آادس اژیپتی ارزیابی کردند. بیشتر عصاره‌ها در دفع پشه، مؤثر بودند. مقایسه ترکیبات اصلی هر عصاره نشان داد که لیمونن و کامفر مهم‌ترین ترکیبات عامل دافعیت بودند. چیو و همکاران [۱۶] مواد دافع طبیعی حشرات را بر روی پشه ببر آسیایی ارزیابی کردند و مشخص شد که گیاه بومی تایوان با نام دجولیس، دافعیت بهتری نسبت به روغن درخت چریش ایجاد کرد. امروزه استفاده از منسوجات دافع حشره نسبت به استفاده از کرم‌ها و لوسیون‌های دافع حشره که به طور مستقیم بر روی پوست به کار می‌روند، بیشتر مورد پسند افراد است، به دلیل اینکه بسیاری از ترکیبات دافع حشره در تماس مستقیم با پوست مضر بوده و خاصیت دافع حشره را در حد چند ساعت از خود نشان می‌دهند. بنابراین به طور معمول اثر دافع بکار رفته روی منسوج، طولانی‌تر از اثر دافع بکار رفته روی پوست است [۷, ۱۹, ۲۰]. روش‌های تکمیل پارچه دافع حشرات به دو دسته روش‌های مستقیم و غیر مستقیم طبقه‌بندی می شود. روش‌های مستقیم شامل پوشش‌دهی از طریق غوطه‌وری و اسپری، که فقط از ماده دافع و حلال استفاده می‌شود. به همین دلیل زمان دافعیت و حفاظت ایجاد شده، طولانی نخواهد بود. روش‌های غیر مستقیم با استفاده از میکروکپسول، سیکلو دکسترین، پلیمر و یا بیندرها هستند که علاوه بر ماده دافع و حلال، از مواد افزایش دهنده ثبات تکمیل استفاده شده که باعث دفع حشرات به طور کنترل شده می‌شود. خوبدل و همکاران [۲۱] شش نوع از لباس‌های نظامی رایج در ایران را توسط پرمترین با غلظت ۱۲۵ mg/cm^3 به روش غوطه‌وری پوشش‌دهی کرد. نتایج نشان داد، در مجموع میزان حفاظت‌دهی نسبی لباس‌های آغشته به پرمترین در مقایسه با غیرآغشته در مقابل گزش پشه‌ها

(بدون در نظر گرفتن گونه پشه‌ها) حدود ۸۸/۲٪ به دست آمد. همچنین، نتایج آنالیز شیمیایی به روش کروماتوگرافی لایه نازک قبل و بعد از تست گزش نشان داد که در طول دو هفته مطالعه، کاهش معناداری در میزان پرمترین موجود در لباس‌های آغشته، اتفاق نیفتاده است. منسوجات عمل‌شده با میکروکپسول‌های حاوی روغن چای ، توسط موسسه تحقیقات زیستی آمریکا بررسی شد و خواص قابل توجه دافعیت حشره از خود نشان داد. نتایج نشان داد که رهایش این روغن گیاهی ازمیکروکپسول‌ها در جعبه‌های آزمایش به طور چشمگیری میزان گزش در دقیقه را از ۵۰ تا تقریباً صفر کاهش داده است [۲۲]. در پژوهشی دیگر اسپکوس و همکاران [۲۳]، پارچه پنبه‌ای را به دو روش میکروکپسول و اسپری سنبل هندی پوشش‌دهی کردند. در حالت اول پارچه‌های پنبه‌ای دو بار از طریق حمام تکمیل حاوی میکروکپسول سنبل هندی پد، خشک و تثبیت شدند. در حالت دوم، محلول سنبل هندی در اتانول آماده شده و بر روی پارچه اسپری شد. اثر دافعیت به وسیله تست بازو در قفس ارزیابی شده و نتایج نشان داد که پارچه‌های عمل‌شده با میکروکپسول حاوی سنبل هندی نسبت به پارچه‌های اسپری شده با این ماده، حفاظت بیشتر و طولانی‌تری در مقابل پشه‌ها ارائه داد و دافعیت بالاتر از ۹۰٪ به مدت ۳ هفته حاصل شد. هبیش و همکاران [۲۴]، لیمونن را به عنوان ماده دافع حشره با روش‌های غوطه‌وری و سیکلو دکسترین روی پارچه‌های پنبه‌ای پوشش‌دهی کردند. هنگام استفاده از روش غوطه‌وری، برای بارگذاری لیمونن در پارچه، امولسیون لیمونن و بیندر پلیمری مورد استفاده قرار گرفت. بدین صورت که پارچه‌ها در محلول حاوی دوزهای مختلف لیمونن و امولسیون پلی‌وینیل‌استات به عنوان بیندر و آرکوفیکس به عنوان کراس‌لینک‌کننده ، غوطه‌ور شد. برای بارگذاری لیمونن در حفرات مولکول‌های بتاسیکلودکسترین، پارچه‌های عمل‌شده با سیکلودکسترین، از طریق محلول لیمونن–اتانول پد شده و سپس در هوا خشک شد. نتایج نشان داد که اثر دافعیت حشره پارچه‌های عمل‌شده با لیمونن در همه روش‌های مورد استفاده، با افزایش غلظت ماده دافع بر روی پارچه و زمان قرار گرفتن در معرض پشه‌ها، افزایش می‌یابد. تمامی پارچه‌های پنبه‌ای عمل‌شده با لیمونن صرف نظر از نوع تکمیل، دورکنندگی سریع و کشتار فوری از خود نشان دادند. عبدل–مهدی و همکاران [۲۵] نیز با استفاده از سیکلودکسترین، توانستند مواد دافع حشره سی‌پرمترین و پارالترین را بر روی پارچه پنبه‌ای بارگذاری کنند. نتایج نشان داد که پارچه‌های بارگذاری شده با مواد دافع، در کاهش شیوع مالاریا و مرگ‌ومیر ناشی از آن به علت حفاظت شخصی در برابر پشه‌ها، موثرند. همچنین نشان دادند که اثر دافعیت حشره پارچه‌های عمل‌شده، با افزایش غلظت دافع و زمان در پارچه‌های عمل‌شده افزایش می‌یابد. همچنین نتایج نشان داد که طی شست‌وشو، مقدارماده دافع در نمونه‌های پوشش‌دهی شده با محلول اتانول– سی‌پرمترین به روش غوطه وری کاهش زیادی داشت، در حالی‌که پارچه‌های عمل‌شده با سیکلودکسترین مقادیر بالایی از ماده دافع را حفظ کردند. عبدل–مهدی و همکاران [۲۶] هم‌چنین با استفاده از همین روش، مواد دافع حشره پرمترین و بایوالترین را بر روی پارچه پنبه‌ای پوشش‌دهی کرده و به همین نتایج دست یافتند. در مطالعه دیگر هبیش و همکاران [۲۷]، اثربخشی پارچه‌های پنبه‌ای عمل‌شده با فرمولاسیون حاوی سی‌پرمترین، پلی وینیل استات و دی متیلول دی هیدروکسی اتیلن اوره به عنوان پیونددهنده عرضی، با استفاده از روش غوطه‌وری، بررسی کردند. در این روش پوشش‌دهی یک طرف پارچه با استفاده از محلول حاوی دیسپرسیون سی‌پرمترین با غلظت‌های مختلف، پلی‌وینیل‌استات و دی متیلول دی هیدروکسی اتیلن اوره انجام شد. نمونه‌های عمل‌شده، راندمان دافعیت حشره بسیار عالی نشان دادند. نتایج تست بیولوژیکی نشان داد که پارچه‌های عمل‌شده را می‌توان در دمای اتاق ، به مدت ۱۸ ماه بدون از دست رفتن اثر بخشی، نگهداری کرد. همچنین نتایج تست بیولوژیکی نشان داد که شست‌وشوی پارچه‌های عمل‌شده با سی‌پرمترین ، باعث کاهش قابل ملاحظه‌ای در اثر حشره‌کشی نمی‌شود. ویجایالاکشمی و همکاران [۲۸] پارچه پنبه‌ای را با پیرتروم استخراج شده از گل آفتابگردان، به عنوان ماده دافع طبیعی عمل کرد. به این منظور پارچه‌ها را با محلول حاوی عصاره گل

آفتابگردان، سندوتکس و بیندر برای بهبود ثبات تکمیل، با میزان برداشت ۷۰ ٪، پد و سپس در ۱۲۰ C° خشک کرد و نتایج نشان داد که پارچه دافع حشره حاصل، در دفع حشرات موثر و راحتی پوشش دارد.

در این تحقیق سعی بر این است تا با استفاده از روشی کاربردی، مواد شیمیایی دافع حشره (ATT) و طبیعی (عصاره و اسانس اُکالیپتوس، عصاره میخک و اسانس مورد) بر روی پارچه پنبه‌ای با بیندر و نرم‌کننده پوشش دهی شود. همچنین مقایسه‌ای بین نوع ماده دافع گیاهی و شیمیایی، تاثیر مواد کمکی و روش تکمیل پارچه پنبه‌ای بر دافعیت انجام شده و برای اولین بار از اسانس اُکالیپتوس و گیاه مورد به منظور ایجاد دافعیت حشره پارچه پنبه‌ای با مواد ارزان و طبیعی استفاده شده است. در نهایت اثر بخشی این تکمیل با استفاده از تست‌های دافعیت حشره مخروط و بازو در قفس مورد ارزیابی قرار گرفته و خصویات فیزیکی و مکانیکی پارچه از قبیل استحکام مکانیکی، طول خمش، سختی و مدول خمش و همچنین نفوذپذیری هوا قبل و بعد از پوشش‌دهی با مواد دافع شیمیایی و طبیعی مورد بررسی قرار می‌گیرد تا ویژگی‌های یک منسوج با راحتی پوشش مناسب را داشته باشد.

۲ تجربی

۲-۱ مواد و تجهیزات

از پارچه تافته پنبه‌ای سفیدشده با تراکم تاری ۲۹ theards/cm و تراکم پودی ۲۳ picks/cm و وزن ۱۶۲ g/m^2 استفاده شده است. ضدحشره ATT و بیندر نانوپیو از شرکت Sigma Aldrich تهیه و همچنین اتانول ساخت شرکت Merck استفاده شد. عصاره اُکالیپتوس از شرکت بهار چین رسالت کاشان، اسانس اُکالیپتوس از شرکت زراعی نما گل سپاهان، عصاره میخک از شرکت اکسیر گل سرخ مشهد و اسانس مورد از شرکت خرمان خریده شد. همچنین نرمکن سیلیکونی و دیسپرس‌کننده به صورت صنعتی استفاده شد.

تجهیزات مورد استفاده شامل طیف‌سنج زیرقرمز تبدیل فوریه (Bomem-MB100 FTIR) ساخت شرکت Hartman Broun کانادا، دستگاه استحکام سنج مکانیکی (۶۰-۱۴۴۶) ساخت شرکت Zwick آلمان، دستگاه اندازه‌گیری نفوذپذیری هوا (MO 215) ساخت شرکت SDL انگلستان، دستگاه اندازه‌گیری سختی خمشی (MOO 313) ساخت شرکت SDL انگلستان، دستگاه ضخامت سنج (Bear 674) ساخت شرکت Bear سوئیس و استنتر-پد آزمایشگاهی (CH-8155) ساخت شرکت Mathis سوئیس هستند.

۲-۲ عملیات پوشش‌دهی

۲-۲-۱ پیش عملیات روی پارچه پنبه‌ای

به منظور زدودن چربی‌ها و روغن‌های ریسندگی از روی پارچه، قبل از انجام هرگونه عملیات تکمیلی بر روی پارچه، شستشوی اولیه انجام می‌شود. شستشو پارچه مورد استفاده، مطابق با شرایط جدول ۱ انجام شد. بعد از پایان شستشو، پارچه یک مرتبه با آب گرم و سپس با آب سرد به خوبی آبکشی و خشک شدن پارچه در دمای محیط انجام شد.

جدول ۱- روش شستشوی اولیه

غلظت دترجنت	۲ g/l
دمای عملیات شستشو	۶۰°C
مدت زمان عملیات	۳۰ دقیقه
نسبت L:R	۳۰:۱

۲-۲-۲ پوشش‌دهی ATT و عصاره‌ها روی پارچه پنبه‌ای

در این مرحله از تحقیق از سه نوع ماده دافع حشره شامل ضدحشره شیمیایی ATT، عصاره طبیعی اُکالیپتوس و عصاره گلیسیرینه میخک استفاده و برای هر ماده دافع، سه نوع حمام تکمیلی آماده شد. در حمام اول فقط از ماده دافع، بدون هیچ گونه ماده افزودنی دیگر استفاده شد. در حمام دوم علاوه بر ماده دافع، از بیندر نانو پی‌یو و دیسپرس‌کننده و در حمام سوم نیز علاوه بر ماده دافع، از نرمکن میکروسیلیکونی و دیسپرس‌کننده استفاده شد. به دلیل اینکه عصاره‌ها موادی رقیق هستند در حمام‌های تکمیلی کل حجم حمام را عصاره تشکیل داده است ولی در مورد ضدحشره

ATT، ماده دافع به صورت درصد یا گرم بر لیتر به کار رفته است و حلال آن آب است.

غلظت مواد کمکی در حمام، در مورد بیندر نانو پی‌یو برابر با ۴۰ گرم بر لیتر و در مورد دیسپرس‌کننده ۲ گرم بر لیتر مورد استفاده قرار گرفت. نرمکن نیز طبق شرایط معمول نرمکن‌ها در غلظت ۱۵ گرم بر لیتر و Ph =۵-۵/۴ خشک شده و عملیات پخت در دمای ۱۴۰C° انجام گرفت. با توجه به اینکه حجم هر حمام ۱۰۰cc بود، مقدار مواد هر حمام در جدول ۲ نشان داده شده است.

جدول ۲- مقدار مواد در حمام‌های ATT و عصاره‌های اُکالیپتوس و میخک

حمام	دافع ۲ و ۳				دافع ۱			
	عصاره اُکالیپتوس و میخک	بیندر	نرمکن	دیسپرس کننده ۱۰٪	ضدحشره ATT	بیندر	نرمکن	دیسپرس کننده ۱۰٪
۱	CC ۱۰۰	—	—	—	۱۰ g	—	—	—
۲	۹۴ CC	۴ g	—	۲ CC	۱۰ g	۴ g	—	۲ CC
۳	۹۶ CC	—	g ۱/۵	۲ CC	۱۰ g	—	g ۱/۵	۲ CC

پس از آماده شدن حمام‌ها، در هر حمام پارچه‌ای با ابعاد cm^2 ۲۵×۲۵ غوطه‌ور شده و پس از گذشت ۵ دقیقه، پارچه‌ها ازطریق دستگاه پد با میزان برداشت ۱۰۰٪ تحت فشار bar ۰/۶ سرعت m/min ۳ پد شد. به منظور یکنواختی بیشتر، پد کردن سه بار انجام شد به این صورت که بعد از هر بار پد، پارچه دو مرتبه داخل حمام قرار گرفت تا دوباره با حمام آغشته شود و سپس دوباره پد شد. پارچه‌ها در حمام ۱، بعد از پد به مدت ۱ ساعت در دمای محیط خشک شدکه در این مدت پارچه چندین مرتبه زیر و رو شد تا پشت و روی آن به طور یکنواخت خشک شود. نمونه‌هایی که در حمام ۲ تکمیل شده بودند، با استفاده از استنتر در دمای ۱۰۰C° به مدت ۲ دقیقه خشک و در ۱۳۰C° به مدت ۲دقیقه پخت شدند. نمونه‌هایی که در حمام ۳ تکمیل شده بودند در دمای ۱۱۰C° به مدت ۲ دقیقه خشک و پخت شدند.

۲-۲-۳ پوشش‌دهی اسانس‌ها روی پارچه پنبه‌ای

در آخرین گام از این مرحله با استفاده از اسانس اُکالیپتوس و اسانس مورد، به عنوان مواد دافع گیاهی جدید استفاده شد. برای هر ماده دافع، دو نوع حمام تکمیل آماده شد. در حمام۱ فقط از ماده دافع، بدون هیچ‌گونه ماده‌ی افزودنی دیگر، با غلظت ۵۰٪ استفاده شد. در حمام ۲ علاوه بر ماده دافع، از نرمکن سیلیکونی به میزان ۳٪ وزنی نسبت به وزن کالا استفاده شد. در مورد هر دو اسانس، رقیق سازی با اتانول صورت گرفت. مقدار مواد موجود در هر حمام مطابق جدول ۳ نشان داده شده است.

جدول ۳- مقدار مواد در حمام‌های اسانس اُکالیپتوس و مورد

حمام	اسانس اُکالیپتوس	نرمکن	اسانس مورد	نرمکن
۱	۲۰ CC	——	۲۰ CC	——
۲	۲۰ CC	۰/۶۶ g	۲۰ CC	۰/۶۶ g

پس از آماده شدن حمام‌ها، هر کدام از پارچه‌ها به‌طور جداگانه در یک بشر غوطه‌ور شده و سپس بر روی بشرها با فویل آلومینیومی پوشانده شد تا از تبخیر اتانول جلوگیری شود. در نهایت، بعد از مدت زمان مشخصی، پارچه خارج شد و عملیات خشک کردن انجام گرفت. برای پارچه‌های موجود در حمام ۱، خشک شدن در دمای محیط و در مورد پارچه‌های موجود در حمام ۲، خشک کردن در دمای ۵۰°C- ۴۰ انجام شد.

۲-۳ طیف‌سنجی زیرقرمز تبدیل فوریه

در این پژوهش، به منظور تأیید وجود ماده دافع بر روی کالای پنبه‌ای و برهم‌کنش‌های شیمیایی احتمالی بین ماده‌ی دافع حشره و پارچه پنبه‌ای از روش طیف‌سنجی مادون قرمز با تبدیل فوریه استفاده شد. بدین منظور۱۰ میلی‌گرم از نمونه‌های تهیه شده، جداسازی و با نسبت وزنی ۱:۱۰۰ با نمک پتاسیم برمید (KBr) مخلوط شدند و سپس در هاون به خوبی تحت سایش قرار گرفتند تا پودری همگن ایجاد شود. سپس پودر آماده شده با استفاده از دستگاه قرص‌ساز به یک قرص تبدیل و پس از کالیبره کردن دستگاه طیف‌سنج، قرص درون دستگاه قرار داده و طیف نمونه

ثبت شد. ثبت طیف با قدرت تفکیک cm^{-1} ۸ و در محدوده اعداد موجی cm^{-1} ۴۰۰۰-۴۰۰ و تعداد اسکن ۸ انجام شد.

۲-۴ ارزیابی دافعیت حشره

برای انجام تست دافعیت حشره منسوجات از تست‌های زیست‌سنجی استفاده شد. برای انجام این گونه تست‌ها به تعداد بسیار زیادی حشره در سن مناسب نیاز است؛ به همین دلیل ابتدا باید حشرات مناسب برای این تست‌ها پرورش داده شوند. ازآنجاکه پرورش پشه‌ها به امکانات و شرایط مکانی و دمایی خاص و به عبارت دیگر به یک انسکتاریوم مجهز نیاز داشت، از امکانات دانشکده بهداشت دانشگاه علوم پزشکی تهران استفاده شد. طی چندین ماه تعداد مورد نیاز حشره ماده آنوفل استفنسی که ناقل اصلی بیماری مالاریا در جنوب کشور است، پرورش داده شد. لازم به ذکر است که پشه‌های پرورش داده شده از نظر ایمنی، پشه‌هایی هستند که ناقل هیچ گونه بیماری به ویژه مالاریا نیستند. همچنین، این پشه ذاتاً به‌گونه‌ای است که بیماری را از طریق ژنتیکی یا از طریق تخم منتقل نمی‌کند. روش پرورش پشه‌ها و همچنین تست‌های انجام شده در ادامه شرح داده می‌شود.

۲-۴-۱ پرورش پشه‌ها جهت آزمایشات زیست‌سنجی

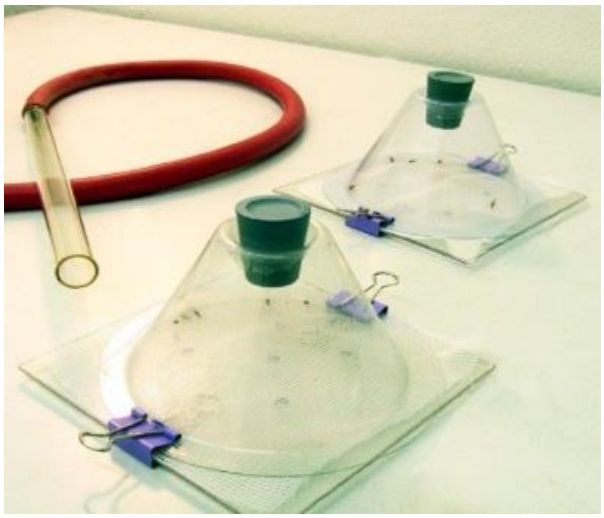
مطابق استانداردهای WHO پشه‌ها پرورش داده شدند. بدین صورت که نقطه شروع پشه‌های بالغ داخل قفس در نظر گرفته شد. برای ایجاد نسل، باید به پشه‌های ماده خون داده شود. برای این کار از خوکچه هندی استفاده شد. پس از خون‌خواری پشه‌ها، یک کاسه حاوی آب بدون کلر برای تخم‌گذاری داخل قفس گذاشته می‌شود. پس از ۷۲-۴۸ ساعت پشه‌ها در داخل این کاسه چینی تخم می‌گذارند. تخم‌های بدست آمده مخصوص پرورش لارو حاوی آب بدون کلر خالی شده و پس از ۴۸ ساعت تخم‌ها تفریخ شده و لارو سن اول از آن خارج می‌شود. ازآنجاکه پرورش لاروها بصورت انبوه از نظر اندازه لارو و نیز پشه‌ی بالغ و طول دوره‌ی پرورش تغییراتی ایجاد می‌کند، لذا باید لاروهای سن دو به تعداد حدود ۱۵۰-۱۰۰ عدد در داخل کووت‌ها تقسیم شوند. تغذیه لاروها با استفاده از جوانه گندم غنی شده انجام شد. پشه‌ها دارای ۴ سن لاروی هستند که در شرایط انسکتاریوم این مراحل حدود ۱۵-۱۳ روز طول می‌کشد و سپس لاروها تبدیل به شفیره می‌شوند. در این موقع باید آن‌ها را از داخل ظروف پرورش لارو جمع‌آوری کرد. برای این کار از پوآر متصل به یک لوله شیشه‌ای استفاده شد و شفیره‌های جمع آوری شده داخل کاسه پلاستیکی بزرگ قرار داده شدند و در نهایت شفیره‌ها بعد از گرفتن آب اضافی، داخل لیوان یک‌بار مصرف داخل قفس‌های مربوطه قرار گرفتند و پس از ۴۸-۲۴ ساعت پشه‌های بالغ از آن‌ها خارج شدند. شفیره‌ها در قفس تبدیل به پشه‌های بالغ شدند. منبع انرژی لازم برای فعالیت روزمره پشه‌های بالغ، محلول آب قند ۱۰٪ است. در تمام مدت پرورش بالغین بجز در زمان خون-خواری، پنبه هیدروفیل آغشته به محلول آب قند ۱۰٪ در اختیار پشه‌ها قرار گرفت.

برای ادامه‌ی چرخه‌ی زندگی پشه‌ها باید از آن‌ها تخم گرفته شود. برای این کار خون‌خواری پشه ضروری است. بدین منظور از تغذیه مستقیم از خوکچه هندی استفاده شد. پس از انجام خون-خواری، ظرف آب برای تخم‌گذاری در داخل قفس و ظرف حاوی پنبه آغشته به قند بر روی آن گذاشته و سیکل تکرار می-شد.پس از اینکه تعداد کافی از حشرات پرورش داده شده و به سن مناسب برای انجام آزمون‌ها رسیدند، آزمایشات بر روی منسوجاتِ عمل‌شده، انجام گرفت.

۲-۴-۲ تست مخروط

این آزمون جدیدترین آزمون برای آزمودن سموم و مواد دافع است و برای تعیین میزان کشندگی و همچنین گیج‌کنندگی مواد دافع به کار می‌رود. مطابق شکل ۱، مخروط پلاستیکی استاندارد WHO به سطح آزمون متصل می‌شود. پس از آن، ۵ پشه ماده با آسپیراتور به داخل مخروط منتقل و به مدت ۳ دقیقه در معرض سطح عمل‌شده قرار می‌گیرند. سپس پشه‌های آزمون از مخروط‌ها برداشته شده و برای مشاهده‌ی بیشتر به قفس‌های کوچک به نام کاپس منتقل و در هوای عاری از حشره‌کش یا دافع حشره نگه داشته می‌شوند. تعداد پشه‌های بی‌حرکت شده یا گیج شده در فواصل زمانی معین، بعد از در معرض قرار گرفتن،

یادداشت و میزان مرگ‌ومیر پس از ۲۴ ساعت تعیین می‌شود. هر سطح آزمون در چندین تکرار انجام شد.



شکل ۱- مخروط پلاستیکی WHO و آسپیراتور

برای انجام تست مخروط از پشه‌های ماده با سن کم حدود ۳ تا ۴ روز که میلی به خون‌خواری ندارند، استفاده شد. همچنین به دلیل حساسیت پشه‌ها به شرایط آب‌وهوایی، رطوبت محل انجام تست برابر با ۶۵٪ و دما برابر ۱±۳۳ °C ثابت نگه داشته شد. پارچه بین دو صفحه دارای چهار سوراخ قرار گرفت تا مخروط به خوبی بر روی پارچه ثابت شود. بعد از ثابت کردن پارچه بر روی صفحه اول، چهار مخروط بر روی پارچه در جای مشخص‌شده قرار گرفت و صفحه دوم بر روی آن‌ها قرار داده شد. سپس با گیره سر جای خود محکم شدند. این مخروط‌ها با قطر بزرگ ۱۲ cm، ارتفاع ۸ cm و قطر ورود حشرات ۱/۲ cm توسط سازمان جهانی بهداشت تولید می‌شوند. سپس با استفاده از آسپیراتور برای هر مخروط ۵ پشه ماده از داخل قفس گرفته و به داخل مخروط منتقل شدند و به آن‌ها اجازه ۳ دقیقه تماس با پارچه داده شد. بعد از ۳ دقیقه، پشه‌ها با آسپیراتور از داخل مخروط جمع و به داخل کاپس منتقل شدند. پشه‌های هر چهار مخروط یک پارچه به یک کاپس منتقل شدند. بعد از انتقال تمام پشه‌های چهار مخروط به کاپس، پنبه هیدروفیل آغشته به محلول آب قند ۱۰٪ در اختیار پشه‌ها قرار گرفت و بعد از ۱، ۲، ۴، ۸، ۱۶، ۳۲ و ۶۴ دقیقه تعداد پشه‌های گیج شده و بعد از ۲۴ ساعت تعداد پشه‌های مرده شمرده شدند. این آزمون برای هر پارچه ۵ مرتبه تکرار شد.

۲-۴-۲ تست بازو در قفس

تست استاندارد بازو در قفس WHO، ابتدا در زمان ۳۰۳ دقیقه و سپس در فواصل زمانی هر ۳۰ دقیقه بعد از اعمال ماده دافع بر روی دست، آزمون انجام می‌شود. طبق شکل ۲ دست به مدت سه دقیقه داخل قفس پشه‌ها قرار می‌گیرد و در صورتی که در دو بازه‌ی زمانی پشت سر هم، پشه بر روی دست بنشیند یا گزشی اتفاق بیفتد، حفاظت‌دهی وجود ندارد و آزمون پایان می‌یابد و زمان بین اعمال دافع و بازه‌ی زمانی که پشه بر روی دست نشسته است، به عنوان زمان حفاظت گزارش می‌شود. در صورتی که در بازه‌ی زمانی آخر یعنی ۲۴۰ تا ۲۴۳ دقیقه (یعنی بعد از گذشت ۴ ساعت از اعمال دافع) پشه‌ای بر روی دست ننشیند، در مورد آن نمونه حفاظت‌دهی کامل گزارش می‌شود.

شکل ۲- آزمون بازو در قفس برای مواد دافع

به منظور انجام تست دافعیت، ابتدا داوطلب دست‌های خود را با صابون غیر معطر و سپس با اتانول ۷۰٪ نیز شستشو داد و پس از خشک شدن، آزمون دافعیت انجام شد. لازم به ذکر است که چند ساعت قبل از انجام آزمون دافعیت، آب قند داخل قفس حشرات برداشته شد تا پشه‌ها گرسنه شوند. سپس داوطلب ساق دست‌های تهیه شده از پارچه‌های آغشته را به دست کرد و دست پوشیده را داخل قفس برد و سپس در فاصله ۰-۳ دقیقه و در فواصل هر ۳۰ دقیقه، همزمان تعداد پشه‌هایی که روی ساق دست و دستکش می‌نشستند را شمارش کرده و همچنین فرد داوطلب، گزش را در صورت وجود، گزارش می‌کرد.

۲-۵ اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی

۲-۵-۱ اندازه‌گیری استحکام نمونه‌ها

برای اندازه‌گیری استحکام نمونه‌ها مطابق روش استاندارد ASTM D5035 [۲۹]، ابتدا نمونه‌هایی با ابعاد ۲/۵×۲۰ cm^2 در جهت تار و پود به طور جداگانه از هر پارچه تهیه شد. طول آزمونه ۱۵ cm و سرعت آزمایش ۶۰ mm/min است. تعداد نمونه‌ها در هر جهت برای هر کالا ۳ عدد انتخاب شد.

۲-۵-۲ اندازه‌گیری طول خمش، سختی و مدول خمشی

به منظور ارزیابی زیردست، فاکتورهای طول خمش، سختی خمشی و مدول خمشی اندازه‌گیری شد و تأثیر این تکمیل بر روی این فاکتورها مورد بررسی قرار گرفت. مطابق استاندارد ASTM D1388-96 [۳۰] ، برای اندازه‌گیری سختی خمشی، پارچه‌هایی به عرض ۲/۵ در جهت تار یا پود بریده و در کنار یک سطح شیب‌دار (°۴۱/۵) قرار داده می‌شود. با حرکت دادن پارچه، پارچه در اثر وزن خود خمیده می‌شود و بر روی سطح شیب‌دار می‌افتد. در این صورت، طول پارچه‌ی آویز شده، از لبه‌ی سطح شیب‌دار تا نقطه‌ای که پارچه با سطح شیب‌دار مماس می‌شود، اندازه‌گیری و به عنوان طول خمش گزارش می‌شود.

برای محاسبه سختی خمشی و مدول خمشی به‌ترتیب از معادله ۱ و ۲ استفاده می‌شود:

$$G = WC^3 \times 10^3$$ معادله (۱)

$$q = \frac{12G\times10^{-6}}{t^3}$$ معادله (۲)

در روابط بالا،G سختی خمشی بر حسب mg.cm،W وزن پارچه بر حسب g/cm^2، C طول خمش بر حسب cm، q مدول خمشی بر حسب Kg/cm^2 و t ضخامت پارچه بر حسب cm است.

همچنین برای محاسبه وزن مترمربع پارچه‌ها، مطابق استاندارد ASTM D3776-96 [۳۱] ، ابتدا پارچه‌های cm^2 ۱۰×۱۰ را برش داده شدند و سپس پارچه‌های جدا شده با ترازو وزن شدند و با تقسیم وزن بر مساحت، وزن مترمربع آن‌ها به دست آمد.

۲-۵-۳ اندازه‌گیری نفوذپذیری هوا

آزمون نفوذپذیری هوا می‌تواند بر اثر تکمیل‌های انجام شده بر روی منسوجات تحت تأثیر قرار بگیرد. به همین دلیل، آزمون نفوذپذیری هوا در مورد نمونه‌های عمل‌شده، انجام شد. بدین منظور مطابق استاندارد ASTM D737-18 [۳۲]، قسمت‌های مختلف هر پارچه زیر دستگاه قرار گرفت که از سطح عبور دایره با قطر ۱cm استفاده شد. برای محاسبه‌ی درجه‌ی عبور هوا که بر حسب $ml/(cm^2\times sec)$ است، از معادله ۳ استفاده شد:

$$R = \frac{q.V}{A}$$ معادله (۳)

در رابطه بالا، A سطح پارچه مورد آزمایش بر حسب mm^2، $q.V$ متوسط جریان هوای اندازه‌گیری شده بر حسب ml/sec و R درجه‌ی عبور هوا است.

۳ نتایج و بحث

با توجه به تعداد بالای نمونه‌ها ، هر نمونه مطابق جدول ۴ با یک کد اختصاری نام‌گذاری شده است.

جدول ۴- نام‌های اختصاری نمونه‌ها

نمونه و ماده تکمیلی	نام اختصاری
پارچه خام	untreat
ATT	Att
ATT و نرمکن	AttN
ATT و بیندر	AttB
عصاره اُکالیپتوس	Oka
عصاره اُکالیپتوس و نرمکن	OkaN
عصاره اُکالیپتوس و بیندر	OkaB
عصاره میخک	Mik
عصاره میخک و نرمکن	MikN
عصاره میخک و بیندر	MikB
اسانس اُکالیپتوس	Eoka
اسانس اُکالیپتوس و نرمکن	EokaN
اسانس مورد	Emur
اسانس مورد و نرمکن	EmurN

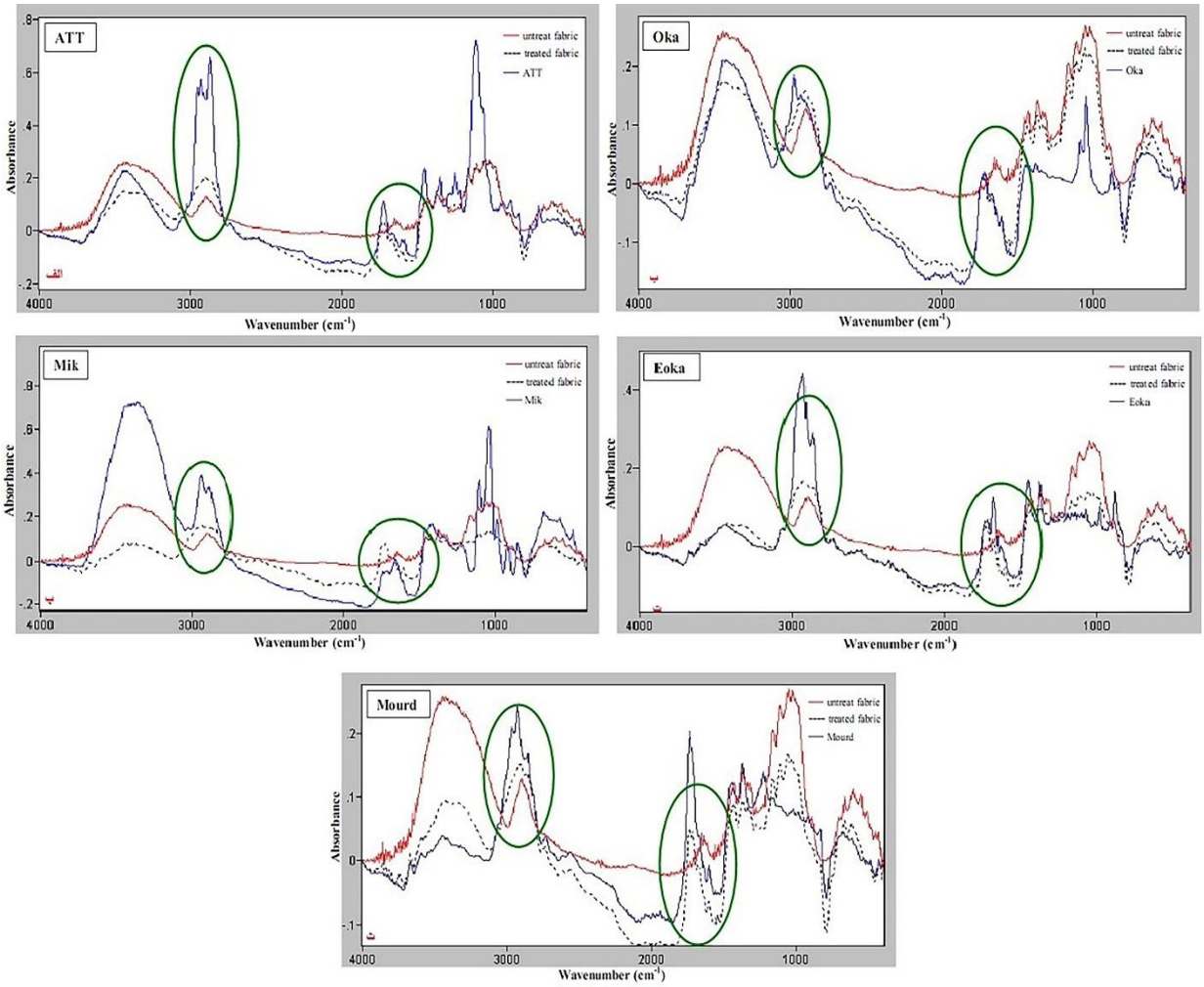
در مورد نمونه‌های عمل‌شده با دافع حشره ATT، عصاره اُکالیپتوس و عصاره میخک، شرایط تثبیت نمونه‌هایی که در حمام یکسان و با دافع‌های متفاوت عمل شدند، کاملاً یکسان در نظر گرفته شد. با توجه به حساسیت عصاره‌ها به دمای بالا و عدم وجود ماده کمکی در حمام ۱، به همین منظور نمونه‌های عمل‌شده با این

حمام در دمای محیط خشک شد و نمونه‌های عمل‌شده در حمام ۲ و۳ در دمای بالا تثبیت شدند. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌ها، به دلیل اینکه حساسیت اسانس‌ها به دمای بالا شدیدتر از عصاره‌ها است، این نمونه‌ها نیز در دمای محیط خشک شدند؛ یعنی نمونه‌های عمل‌شده در حمام ۱، به دلیل عدم وجود ماده کمکی در حمام، در دمای محیط خشک شده و نمونه‌های عمل‌شده در حمام ۲، با توجه به وجود نرمکن در حمام، در دمای ۵۰-۴۰ °C خشک و تثبیت شدند.

علت استفاده از بیندر این است که اخیراً در تحقیقات مشخص شده که بیندر می‌تواند ثبات تکمیل دافع حشره را بر روی منسوجات افزایش دهد، علاوه بر این باعث رهایش تدریجی ماده دافع از روی منسوج شود [۳۳ و ۳۴]. در مورد نرمکن میکروسیلیکونی نیز با توجه به اینکه هیچ پارچه‌ای نیست که در روند تولید و تکمیل آن، نرمکن استفاده نشده باشد و با توجه به اینکه برای مواد سیلیکونی خواص رهایش تدریجی مطرح شده است، از نرمکن میکروسیلیکونی به این دلایل استفاده شد.

۳-۱ بررسی طیف FTIR

به منظور تایید قرار گیری ماده دافع بر روی کالای سلولزی، از روش طیف سنجی مادون قرمز با تبدیل فوریه استفاده شد. بدین منظور طیف مادون قرمز مواد دافع، کالای عمل نشده و کالای عمل‌شده با مواد دافع به طور جداگانه تهیه شد و مورد ارزیابی قرار گرفت. با توجه به شکل۳، مشاهده می‌شود که در تمامی مواد دافع، پیک جذبی نسبتاً قوی در محدوده‌ی cm^{-1} ۳۶۰۰ - ۳۳۰۰ دارند که می‌توان به ارتعاشات کششی گروه OH یا NH موجود در ساختار نسبت داد. در مورد ماده‌ی دافع ATT با توجه به اینکه پرمترین اصلاح شده است و ساختار آن مشابه پرمترین است، پس می‌توان گفت که این پیک مربوط به گروه OH کربوکسیلیک ساختار است و پیک موجود در ناحیه $1650 cm^{-1}$ به ارتعاشات خمشی گروه OH نسبت داده می‌شود. ولی در مورد عصاره‌ها و اسانس‌ها چون مخلوطی از چندین ترکیب متفاوت هستند به طور قطع نمی‌توان نظر داد. در مورد عصاره میخک چون حاوی گلیسیرین است پیک مربوطه بسیار شدید است. پیک موجود در محدوده cm^{-1} ۲۹۰۰ – ۲۸۰۰ در طیف تمام مواد دافع به ارتعاشات کششی گروه CH نسبت داده می‌شود. همچنین، برای طیف تمام نمونه‌ها پیکی در ناحیه cm^{-1} ۱۷۵۰ – ۱۶۵۰ مشاهده می‌شود که به ارتعاشات کششی گروه کربونیل (C=O) نسبت داد. بنابراین در طیف عصاره میخک پیک موجود در ناحیه cm^{-1} ۱۶۸۰ – ۱۶۳۰ به ارتعاشات کششی گروه C=ONH نسبت داده می‌شود. در مورد عصاره میخک و اُکالیپتوس دو پیک با شدت متفاوت در محدوده cm^{-1} ۱۱۱۰–۱۰۰۰ و در طیف ATT پیکی در cm^{-1} ۱۱۱۸ قابل مشاهده است که می‌توان به گروه C–O استری نسبت داد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت که در عصاره‌ها ترکیبی استری وجود دارد که در اسانس‌ها وجود ندارد. در مورد ATT با توجه به ساختار پرمترین که در آن گروه استری وجود دارد، وجود این پیک نیز تایید می‌شود. همچنین در طیف ATT، پیک موجود در ناحیه cm^{-1} ۶۹۰ احتمالا" به گروه C-Cl نسبت داده می‌شود. با توجه به طیف پارچه‌ی پنبه‌ای خام، پیک‌های مشخصه در سلولز، به ارتعاشات کششی گروه‌های هیدروکسیل در ناحیه‌ی $3390 cm^{-1}$، ارتعاش خمشی OH در ناحیه cm^{-1} ۱۶۴۰، ارتعاش کششی نامتقارن C_1-O-C_4 در cm^{-1} ۱۱۶۲ و در ناحیه‌ی cm^{-1} ۸۹۸ ارتعاش کششی C-O-C در پیوند ۱و۴ بتا گلوکزیدی نسبت داده می‌شوند [۳۵, ۳۶]. حال از مقایسه طیف کالای عمل‌شده با نمونه خام، برای تمام مواد دافع، پیک مربوط به ارتعاشات کششی گروه کربونیل در کالای عمل‌شده مشاهده می‌شود که در طیف نمونه خام وجود ندارد، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که مواد دافع بر روی کالا قرار گرفته‌اند و عملیات پوشش‌دهی به درستی انجام شده است. همچنین، پیک مربوط به ارتعاشات کششی گروه CH در محدوده‌ی cm^{-1} ۲۹۰۰–۲۸۰۰ برای نمونه‌های عمل‌شده شدت بیشتری پیدا کرده است. همچنین، برای تمام مواد دافع روی کالا عمل‌شده، بعضی از پیک‌ها در محدوده cm^{-1} ۱۴۰۰–۱۰۰ به اعداد موجی پایین تر جابجا شده‌اند که نشان دهنده‌ی وجود مواد دافع بر روی پارچه‌ی پنبه‌ای است.



شکل ۳- طیف مادون قرمز نمونه خام، مواد دافع و نمونه پوشش داده شده با مواد دافع

۳-۱ بررسی تست مخروط

جهت ارزیابی نتایج تست مخروط، نسبت درصد پشه‌های گیج شده در میانه‌ی زمان تماس و همچنین درصد پشه‌های مرده برای نمونه‌ها با هم مقایسه می‌شوند که ارزیابی نتایج گیج‌شدگی پشه-ها، حاصل از تست مخروط در سه سطح، مورد مقایسه قرار گرفت.

۳-۱-۱ مقایسه‌ی ماده دافع شیمیایی و طبیعی

برای مقایسه‌ی مواد دافع مختلف، نمونه‌های عمل‌شده با دافع شیمیایی ATT و نمونه‌های عمل‌شده با مواد دافع طبیعی مورد بررسی قرار گرفتند. برای ماده دافع ATT، که نمونه اصلاح شده‌ای از پرمترین و ساختاری مشابه آن دارد، میزان دافعیت و درصد پشه‌های گیج شده، بسیار کم است که شاید به خاطر عمل کردن دافع ATT بر روی پارچه در دمای محیط و فعال نشدن این ماده باشد.

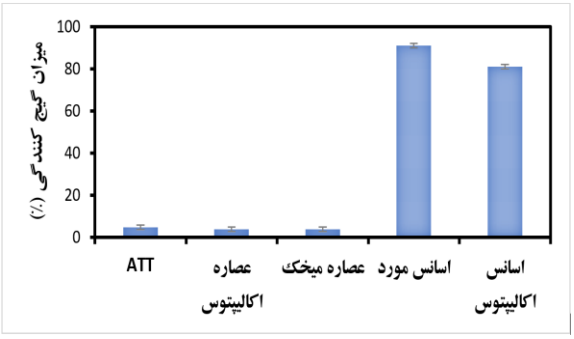
در مورد عصاره طبیعی اُکالیپتوس و میخک شاید بتوان مواد موجود در عصاره را دلیل گیج‌کنندگی کم این ماده دانست. عصاره گیاه، ترکیبی حاوی تعدادی از مواد مؤثره گیاه به همراه مواد معدنی از قبیل مس و روی و همچنین روغن‌های ترانس سنگین است که وجود همین مواد شاید موجب تخریب ویژگی-های مواد مؤثره‌ی موجود در آن شود. در نهایت، می‌توان گفت با استفاده از این دو ماده‌ی طبیعی نمی‌توان دافعیت و گیج‌کنندگی خاصی برای پشه‌ها ایجاد کرد.

از سوی دیگر با توجه به شکل ۴، مشاهده می‌شود که با استفاده از اسانس گیاهان مورد و اُکالیپتوس، می‌توان خاصیت دافعیت

حشرات با عملکرد قابل قبول علیه پشه‌های آنوفل استفنسی، در منسوجات پنبه‌ای ایجاد کرد. همچنین نتایج آنالیز آماری نیز تفاوت معنی‌داری بین نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و مورد را با دیگر نمونه‌ها نشان می‌دهد.

۳-۱-۲ مقایسه تأثیر مواد کمکی و روش تکمیل بر دافعیت

برای بررسی تأثیر مواد کمکی و روش تکمیل بر خصوصیت دفع حشرات، نمونه‌های عمل‌شده با ماده‌ی دافع، ماده‌ی دافع /بیندر و ماده دافع/نرمکن برای هر ماده دافع، مورد مقایسه قرار گرفتند. شکل ۵ الف مقایسه‌ی نمونه‌های عمل‌شده با ATT، ATT/بیندر، ATT/نرمکن را نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که نمونه‌های AttN و AttB به مراتب بهتر از نمونه Att برای دفع پشه‌ها عمل می‌کنند، چنین به نظر می‌رسد که عمل کردن نمونه‌های تکمیل شده با دافع شیمیایی ATT در دمای بالاتر از دمای محیط سبب فعال شدن این ماده دافع شده است که در نتیجه آن میزان گیج‌کنندگی بیشتر شده است. شاید بتوان گفت که عملیات انجام شده بر روی پرمترین برای تولید ماده دافع ATT به‌گونه‌ای بوده است که دمای شروع فعالیت را برای آن افزایش داده است و به نوعی در دمای محیط خود را نشان نمی‌دهد و حتماً باید در دمای بالا به کار رود تا آزاد شود. علاوه بر این، شاید بتوان دلیل این امر را اثرات هم افزایی ترکیب بیندر و نرمکن با ماده دافع ATT نیز دانست. آنالیز آماری نیز اختلاف معنادار نمونه AttN با دو نمونه Att و AttB را نشان می‌دهد.



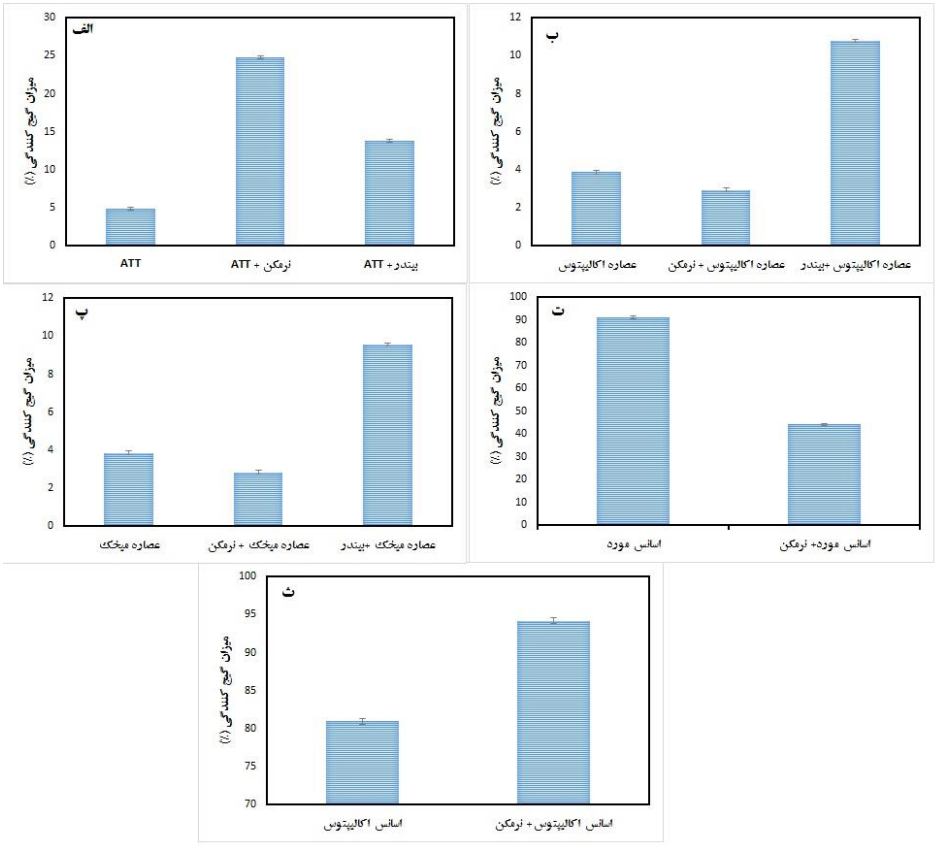
شکل ۴- مقایسه عملکرد مواد دافع مختلف عمل‌شده روی پارچه پنبه‌ای

شکل ۵ب مقایسه بین نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، عصاره اُکالیپتوس/بیندر و عصاره اُکالیپتوس/نرمکن را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۵ ب مشاهده می‌شود که نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و بیندر (OkaB) نسبت به دو نمونه دیگر میزان گیج‌کنندگی بیشتری دارند که شاید دلیل این افزایش در میزان گیج‌کنندگی، اثرات هم افزایی بیندر با عصاره اُکالیپتوس باشد. نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و نرمکن (OkaN) در مقایسه با نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس میزان گیج‌کنندگی کمتری دارد (حدود ۱٪)؛ شاید بتوان دلیل آن را این دانست که نرمکن باعث کاهش آزادسازی عصاره از روی کالا نسبت به نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، در زمان یکسان شده است ولی به نظر نمی‌رسد که نرمکن با عصاره اُکالیپتوس اثرات هم افزایی داشته باشد. نتایج آنالیز آماری نشان داد که نمونه‌ها تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند.

نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک، عصاره میخک/بیندر و عصاره میخک/نرمکن در شکل ۵پ نشان می‌دهد که نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک/بیندر نسبت به دو نمونه دیگر میزان گیج‌کنندگی بیشتری دارند ولی با یکدیگر تفاوت معنی دار ندارند که نتایجی مشابه نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس دارند.

با توجه به شکل ۵ت و با توجه به درصد گیج‌کنندگی حاصل از این نمونه‌ها و مقایسه آن با ماکزیمم میزان گیج‌کنندگی حاصل از نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، میخک و ماده دافع ATT که به ترتیب ۱۱٪، ۹٪ و ۲۵٪ است، می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد در گیج‌کنندگی پشه‌ها بسیار موثرند. نمونه عمل‌شده با اسانس مورد/نرمکن در مقایسه با نمونه عمل‌شده با اسانس مورد به میزان ۴۵٪ گیج‌کنندگی کمتری دارد و اختلاف معنی‌دار دارند ولی با این حال گیج‌کنندگی آن ۲۰٪ بیشتر از گیج‌کنندگی نمونه‌های عمل‌شده با ماده دافع ATT است. شاید بتوان دلیل میزان گیج‌کنندگی کمتر نمونه عمل‌شده با اسانس مورد/نرمکن در مقایسه با نمونه عمل‌شده با اسانس مورد را کاهش میزان اسانس خارج شده از روی کالا در زمان یکسان، به دلیل احاطه شدن مولکول‌های اسانس با مولکول‌های نرمکن دانست، علاوه بر این با توجه به اینکه نمونه عمل‌شده با اسانس

مورد/نرمکن نسبت به نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد در دمای بالاتری عمل‌شده‌اند، دلیل دیگر کاهش گیج‌کنندگی را شاید بتوان به تخریب و یا خروج مولکول‌های اسانس از روی این نمونه‌ها نسبت داد. همچنین شاید بتوان گفت که در مورد اسانس مورد، نرمکن اثرات هم افزایی با این ماده ندارد.

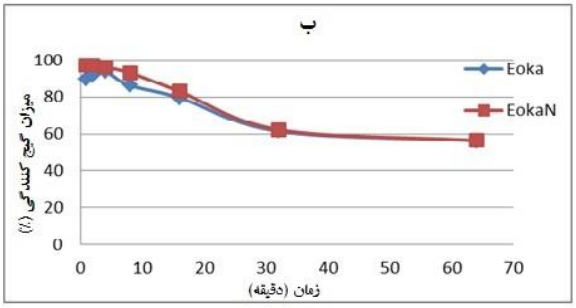


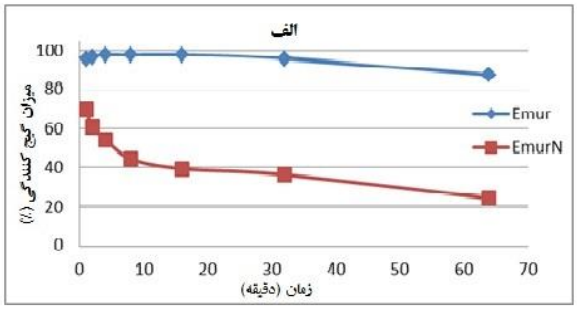
شکل ۵- مقایسه نمونه‌های عمل‌شده با ماده دافع، دافع/بیندر و دافع/نرمکن

با توجه به شکل ۶الف که درصد گیج‌کنندگی حاصل از این دو نمونه را نسبت به زمان نشان می‌دهد. همانطور که مشخص است با گذشت زمان میزان پشه‌های گیج شده کاهش می‌یابد. بعبارت دیگر می‌توان گفت پشه‌ها از حالت گیجی خارج می‌شوند که این امر را می‌توان به عادت کردن پشه‌ها به بوی اسانس و ترکیبات آن نسبت داد. با در نظر گرفتن این مطلب که این آزمون‌ها در محیط بسته انجام می‌شد و امکان خروج مواد فرار اسانس از محیط وجود نداشت و تمام فضا از بوی تند این نمونه‌ها اشباع شده بود. این کاهش در تعداد پشه‌های گیج شده با گذشت زمان، در مورد نمونه‌ی عمل‌شده با اسانس مورد/نرمکن مشهودتر است که دلیل آن را می‌توان به کاهش میزان اسانس خارج شده از روی کالا نسبت داد.

شکل ۵ث مقایسه‌ای بین نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و اسانس اُکالیپتوس/نرمکن را نشان می‌دهد. نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس، مشابه نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد، عملکردی خوبی در میزان گیج‌کنندگی پشه‌ها از خود نشان می‌دهند و مقایسه‌ی درصد گیج‌کنندگی حاصل از این نمونه‌ها و مقایسه آن با ماکزیمم میزان گیج‌کنندگی حاصل از نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و ماده‌ی دافع ATT (به ترتیب ۱۱٪ و ۲۵٪) تأییدی بر این عملکرد خوب است. نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس/نرمکن گیج‌کنندگی حدود ۱۰٪ بیشتر از نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس دارد و از لحاظ آماری با یکدیگر اختلاف معنادار دارند که برخلاف نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد می‌باشد. می‌توان دلیل این افزایش در میزان گیج‌کنندگی را به اثرات هم افزایی نرمکن با اسانس اُکالیپتوس نسبت داد و شاید عمل کردن در دمای بالا نیز در مورد اسانس اُکالیپتوس بر خلاف اسانس مورد، باعث فعال شدن ترکیبات و مواد فرار شده باشد.

شکل۶ب درصد گیج‌کنندگی حاصل از این دو نمونه را نسبت به زمان نشان می‌دهد که با توجه به شکل مشخص است که با گذشت زمان میزان پشه‌های گیج کم شده و پشه‌ها از حالت گیجی خارج می‌شوند که در این مورد نیز مشابه اسانس گیاه مورد و با توجه به شرایط یکسان محیط انجام آزمایش، می‌توان احتمال عادت کردن پشه‌ها به بوی اسانس و ترکیبات آن را مطرح دانست و این کاهش در تعداد پشه‌های گیج شده با گذشت زمان در مورد ها دو نمونه تقریباً یکسان است.





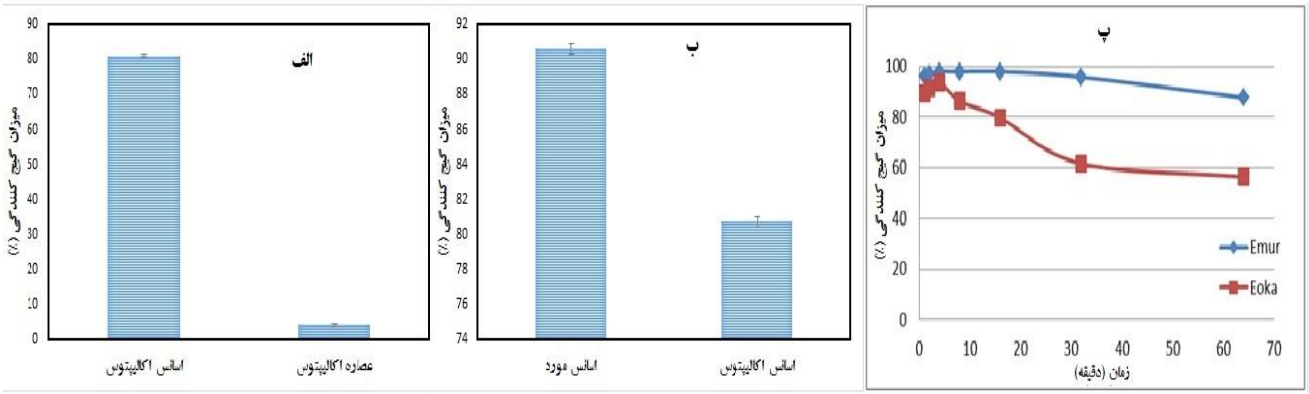
شکل ۶- میزان گیج‌کنندگی حاصل از نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس-مورد، اسانس اُکالیپتوس-مورد و نرمکن نسبت به زمان

۳-۱-۳ مقایسه نوع ماده دافع طبیعی

جهت بررسی تأثیر نوع ماده دافع طبیعی در دفع حشرات، نمونه‌های عمل‌شده با عصاره و اسانس اُکالیپتوس مورد مقایسه قرار گرفتند. همان‌گونه که از شکل ۷الف کاملاً مشهود است، بین نمونه‌ی عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس تفاوت بسیار فاحشی وجود دارد. دلیل این تفاوت بسیار را می‌توان به ترکیبات موجود در این دو ماده نسبت داد. در اسانس اکثر مواد مؤثره‌ی گیاه و به طور عمده، ترکیبات ترپنی یا مشتقات ترپنی وجود دارد. درحالی‌که در عصاره علاوه بر تعدادی از مواد مؤثره، سایر مواد از قبیل ویتامین‌ها، املاح و هم چنین تمام مواد معدنی از قبیل مس و روی و هم چنین روغن‌های ترانس سنگین نیز حضور دارند. شاید وجود این مواد در عصاره باعث تخریب، از بین بردن و یا کاهش اثرات و خواص مفید ناشی از مواد موثر گیاه، مثل خصوصیت دفع حشرات، می‌شود. ولی اسانس‌ها که می‌توان گفت نسبت به عصاره‌ها مواد فرار بیشتری در آن‌ها وجود دارد و ترکیب یک‌دست‌تری دارند، خواص مواد موجود در آن به راحتی عرضه می‌شود. بنابراین از میان این دو نمونه، نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس عملکرد به مراتب بهتری از خود نشان می‌دهد. به احتمال بسیار زیاد می‌توان این نتیجه را به سایر مواد دافع طبیعی نیز تعمیم داد، به عبارت دیگر در مورد تمام گیاهانی که برای آن‌ها خاصیت دافع حشرات عنوان شده با استفاده از اسانس آن‌ها می‌توان این خصوصیت را در منسوجات ایجاد کرد.

به منظور بررسی تاثیر گیاهان مختلف، نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و اسانس مورد، مورد مقایسه قرار گرفتند. با توجه به شکل ۷ب مشاهده می‌شود که بین این دو نمونه تفاوت حدود ۱۰٪ در میزان گیج‌کنندگی در میانه زمان تماس وجود دارد که از لحاظ آماری نیز با یکدیگر تفاوت معنی دار دارند.

همچنین شکل ۷پ درصد گیج‌کنندگی حاصل از این دو نمونه را نسبت به زمان نشان می‌دهد. همانطور که واضح است بین این دو نمونه تفاوت زیادی وجود دارد. البته شباهت‌هایی نیز در نوع عملکرد گیج‌کنندگی آن‌ها وجود دارد، در مورد هر دو نمونه میزان گیج‌کنندگی ابتدایی بسیار زیاد است و دلیل آن را نیز می‌توان به خروج سریع مواد فرار موجود در هر دو اسانس در زمان‌های اولیه از روی کالا نسبت داد. سپس با گذشت زمان در هر دو نمونه، میزان گیج‌کنندگی کاهش می‌یابد، این کاهش میزان گیج‌کنندگی در مورد اسانس اُکالیپتوس تقریباً ۳۵٪ شدید تر از اسانس مورد (حدود ۱۰٪) است. دلیل این امر را می‌توان به مواد مؤثره متفاوت دو گیاه، اندازه مولکول‌ها، میزان قطبیت و فراریت این مواد نیز نسبت داد. البته احتمال عادت پشه‌ها به بوی اسانس‌ها و ترکیبات آن نیز می‌تواند موثر باشد.



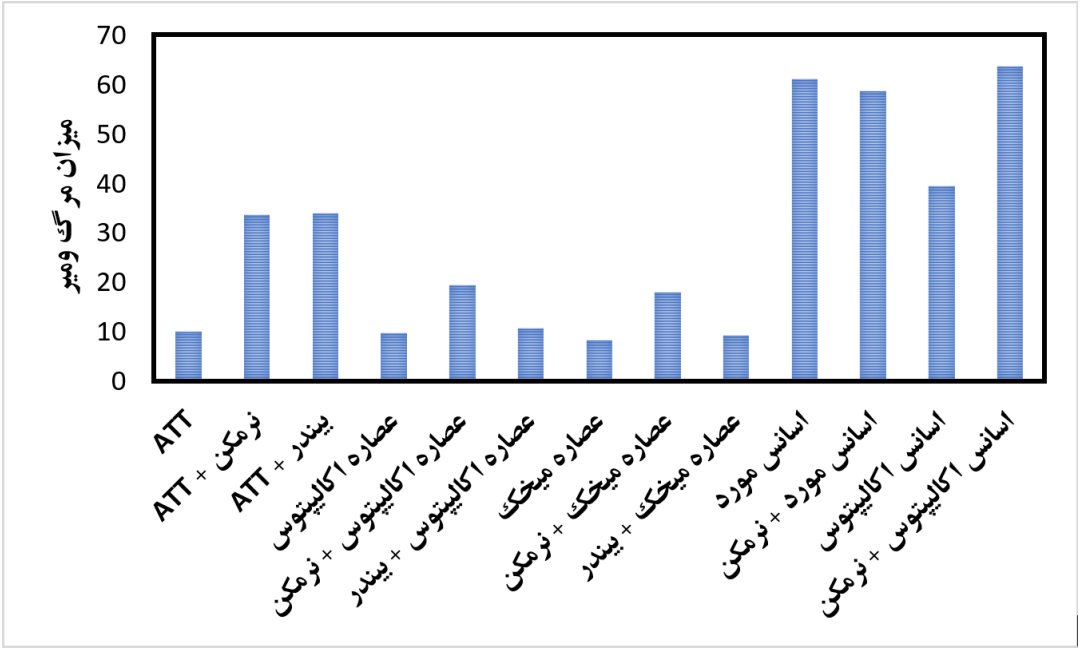
شکل ۷- میزان گیج‌کنندگی حاصل از نمونه‌های عمل‌شده با اسانس و عصاره اُکالیپتوس، اسانس اُکالیپتوس-مورد نسبت به زمان

روش دیگر ارزیابی نتایج تست مخروط، مقایسه و بررسی میزان مرگ‌ومیر پشه‌ها بعد از ۲۴ ساعت است. شکل ۸ درصد پشه‌های مرده بعد از ۲۴ ساعت به ازای هر نمونه عمل‌شده را نشان می‌دهد. با توجه به شکل ۸ مشاهده می‌شود که به جز نمونه‌های Att، Oka، OkaB، Mik و MikB که میزان مرگ‌ومیر ناشی از آن‌ها حدود ۱۰٪ است، بقیه نمونه‌ها میزان مرگ‌ومیر بالای ۱۵٪ دارند.

نتایج حاصل از این مقایسه با نتایج حاصل از گیج‌کنندگی در میانه زمان تماس مطابقت دارد و مشخص می‌شود که ماده دافع ATT، عصاره اُکالیپتوس و مورد در شرایطی که بدون هیچ گونه ماده کمکی به کار می‌روند، نمی‌توانند خاصیت دافعیت قابل ملاحظه‌ای ارائه دهند. همچنین نمونه عمل‌شده با اسانس مورد بهتر از نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس عمل کرده است و میزان مرگ‌ومیر ناشی از آن ۲۰٪ بیشتر از نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس است. نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌ها نسبت به نمونه‌های عمل‌شده با ماده دافع ATT، عصاره اُکالیپتوس و میخک در حدود ۵۰٪ مرگ‌ومیر بیشتر داشته‌اند. نتایج آنالیز آماری موجود نشان داد که نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، میخک و ATT با هم تفاوتی ندارند ولی با نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌ها تفاوت معنی داری دارند. برای نمونه‌های عمل‌شده با ماده دافع ATT مشابه نتایج گیج‌کنندگی، مشاهده می‌شود که میزان مرگ‌ومیر نمونه‌های AttN و AttB سه برابر نمونه Att است، به عبارت دیگر بهتر از این نمونه عمل کرده‌اند. دلیل این عملکرد بهتر همان تأثیر عملیات در دمای بالا و اثرات هم افزایی است که در ارزیابی نتایج گیج‌کنندگی ذکر شد. برای نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، مشاهده می‌شود که نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس/بیندر (OkaB) با توجه به اینکه میزان گیج‌کنندگی آن از دو نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس بیشتر بود، میزان مرگ‌ومیر آن با نمونه Oka برابر است و شاید بتوان گفت که اثرات هم افزایی که در مورد نتایج گیج‌کنندگی به آن اشاره شد، فقط برای گیج‌کنندگی مؤثر بوده و در مورد مرگ‌ومیر چندان اثربخش نبوده است. نتایج آنالیز آماری نیز نشان داد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس تفاوت معنی داری ندارند. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک، میزان مرگ ومیر نمونه‌ها در ۲۴ ساعت مشابه با نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس است.

در مورد نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد مشابه نتایج گیج‌کنندگی، تأثیر بسیار زیاد این نمونه‌ها در مرگ‌ومیر پشه‌ها مشهود است. نمونه عمل‌شده با اسانس مورد/نرمکن در مقایسه با نمونه عمل‌شده با اسانس مورد، میزان مرگ‌ومیر کمتری دارد اما این تفاوت معنی دار نیست. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس نیز، مشابه نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد، تأثیر این نمونه‌ها در مرگ‌ومیر پشه‌ها مشهود است. مشابه نتایج گیج‌کنندگی این نمونه‌ها، نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس/نرمکن حدود ۲۳٪ بیشتر از نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس مرگ‌ومیر داشته است که به نظر می‌رسد دلیل آن اثرات هم افزایی نرمکن و تأثیر احتمالی تکمیل در دمای بالا باشد که در ارزیابی نتایج گیج‌کنندگی به آن‌ها اشاره شد و نتایج

آماری نشان داد که این دو نمونه تفاوت معنی داری ندارند. از طرف دیگر، به منظور مقایسه نوع ماده دافع طبیعی در میزان مرگ ومیر پشه‌ها بعد از ۲۴ ساعت، می‌توان نمونه‌های عمل‌شده با عصاره و اسانس اُکالیپتوس را مورد بررسی قرار داد. همان‌گونه که از شکل ۸ کاملاً مشهود است تفاوت بسیار زیادی بین نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس وجود دارد و میزان مرگ‌ومیر نمونه عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس حدود ۴ برابر میزان مرگ‌ومیر نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس است. دلیل این تفاوت را می‌توان به ترکیبات متفاوت موجود در این دو نوع ماده نسبت داد.



شکل ۸- میزان مرگ و میر پشه‌ها از نمونه‌های عمل‌شده با مواد دافع مختلف

به طور کلی در مورد نتایج تست مخروط می‌توان گفت که در مورد نمونه‌هایی که با دافع یکسان عمل‌شده‌اند، در مورد اکثر مواد دافع، اثر نمونه عمل‌شده با دافع به تنهایی، کمتر و یا مشابه نمونه‌های عمل‌شده با نرمکن و یا بیندر است. دلیل این امر را نیز می‌توان اثرات هم‌افزایی بیندر و نرمکن با این مواد دافع دانست. در مواردی هم که اثر نمونه‌های عمل‌شده با نرمکن و یا بیندر از نمونه عمل‌شده با دافع به تنهایی کمتر است، این تفاوت معنی دار نبوده و قابل اغماض است، شاید بتوان دلیل آن را محبوس‌شدن مولکول‌های دافع بین لایه تشکیل شده توسط این مواد به دور الیاف دانست که فرار از این لایه برای مولکول‌های آن سخت است و به این ترتیب میزان دافع آزاد شده از واحد سطح کالا در واحد زمان کمتر از حدی است که بتواند باعث دفع و یا گیج‌کنندگی حشرات شود. شاید با افزایش غلظت ماده دافع در حمام تکمیل بتوان باعث آزاد سازی بیشتر ماده در واحد زمان از کالا شد که خود می‌تواند در ایجاد اثر دافعیت مؤثر باشد.

بنابراین به نظر می‌رسد مکانیزم عملکرد دافعیت ماده شیمیایی دافع ATT و عصاره طبیعی اُکالیپتوس از نوع دفع تماس مستقیم باشد، به این معنی که بعد از تماس حشره با سطح، بر روی سیستم عصبی پوستی حشره عمل کرده و در نهایت باعث مرگ حشره می‌شوند. این مکانیزم را می‌توان با میزان گیج‌کنندگی کم این مواد و میزان مرگ‌ومیر بیشتر، توجیه کرد ولی در مورد اسانس‌ها شرایط متفاوت وجود دارد و با توجه به رفتار خاص پشه‌ها در هنگام انجام تست و نیز میزان گیج‌کنندگی و مرگ‌ومیر زیاد این مواد، می‌توان گفت که مکانیزم عملکرد دافعیت آن‌ها به این صورت است که اسانس‌ها به دلیل وجود مواد فرار متصاعد ابتدا با عمل بر روی حس بویایی، منافذ احساس رطوبت حشرات را مسدود کرده و به دلیل بوی بسیار قوی باعث گیج و فلج شدن حشرات و دور شدن آن‌ها از سطح منسوج عمل‌شده می‌شوند و در صورتی که حشرات به دلیل فلج شدن در تماس با سطح عمل‌شده قرار

بگیرند، از طریق عمل بر روی سیستم عصبی پوستی حشره باعث مرگ حشره می‌شوند.

۳-۱ بررسی تست بازو در قفس

با توجه به اینکه تکمیل کالا با عصاره اُکالیپتوس و میخک دافعیت چندانی ایجاد نمی‌کرد، بنابراین تعداد زیادی از حشرات بر روی دست فرود آمده و تعداد نیش‌ها به حدی زیاد بود که به ناچار زمان قرارگیری دست در داخل قفس برای این نمونه‌ها، از ۳ دقیقه به ۱ دقیقه کاهش داده شد. به منظور اطمینان از نتایج، در مورد نمونه‌هایی که در بازه زمانی اول، نشستن پشه بر روی دست اتفاق افتاد، آزمایش تست ۴ مرتبه تکرار شد که نتیجه تمام تکرارها نیز یکسان بود. در مورد این نمونه‌ها که حفاظت نداشتند میانگین تعداد حشرات نشسته بر روی دست و دستکش و نیز تعداد جستجو بر روی دست و دستکش در صورت وجود گزارش شد. منظور از جستجو، پشه‌هایی است که تا نزدیکی دست می‌آیند اما بر روی آن نمی‌نشینند. نتایج مربوط به تست دافعیت نمونه‌های عمل‌شده با مواد دافع حشره شیمیایی و طبیعی در جدول ۵ گزارش شده است. با توجه به نتایج جدول می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، اُکالیپتوس/نرمکن و اُکالیپتوس/بیندر در مقایسه با نمونه شاهد، نه تنها برای پشه‌ها دافعیت نداشته‌اند، بلکه تعداد پشه‌های نشسته بر روی دست که بیانگر تعداد گزش می‌باشند، نسبت به نمونه شاهد بیشتر است. برای مقایسه نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس با یکدیگر، مشاهده می‌شود که نمونه OkaB تعداد گزش بیشتری نسبت به نمونه Oka دارد اما در مورد نمونه OkaN میزان گزش کمتر از نمونه Oka است. دلیل این امر را باز هم باید در ساختار این مواد و اثرات متقابلی که می‌توانند بر روی یکدیگر بگذارند، پیدا کرد. شاید عصاره اُکالیپتوس به تنهایی و همچنین در ترکیب با بیندر و نرمکن، در ابتدا باعث جذب حشرات بر روی منسوج عمل‌شده می‌شود و سپس از طریق مکانیزم دفع تماس مستقیم بر روی سیستم عصبی پوستی حشرات اثر می‌گذارد، در این صورت، نتایج بدست آمده با نتایج آزمون مخروط هم‌خوانی دارد. نتایج حاصل از دافعیت نمونه‌های عمل‌شده با Mik، MikN و MikB نیز مشابه نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس است و از آن ساز وکار پیروی می‌کند. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با ATT شرایط عکس نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و میخک بوده و تعداد گزش برای این نمونه‌ها در مقایسه با نمونه‌ی شاهد بسیار کاهش یافته است؛ بطوریکه در مورد نمونه عمل‌شده با ATT، اصلاً گزشی وجود ندارد. در این مورد به نظر می‌رسد که ماده ATT در ترکیب با بیندر و نرمکن مشابه عصاره اُکالیپتوس عمل کرده است و دلیل آن را می‌توان به ساختار این مواد و اثرات متقابلی که می‌توانند بر روی یکدیگر بگذارند، نسبت داد.

در مورد نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد و اُکالیپتوس نیز گزشی مشاهده نشد که نتایج حاصل از آزمون مخروط را تایید می‌کند؛ یعنی عملکرد اسانس‌ها علاوه بر مسدود نمودن منافذ احساس رطوبت، باعث به هم زدن تعادل سیستم عصبی پشه‌ها می‌شوند و به همین در همان ثانیه‌های اولیه تماس باعث گیج‌کنندگی سریع حشرات می‌شوند.

آزمون دافعیت در مورد نمونه‌های Emur و Eoka و Att که برای آن‌ها گزشی بر روی دست مشاهده نشد، ادامه پیدا کرد که نتایج آن در جدول ۶ ارائه شده و زمان حفاظت این سه نمونه مورد ارزیابی قرار گرفته است.

با توجه به نتایج، زمان حفاظت به دست آمده برای این نمونه‌ها که به ترتیب برای Eoka، Emur و Att برابر ۱۲۰، ۱۵۰ و ۹۰ دقیقه است، می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های عمل‌شده با اسانس‌های طبیعی اعم از اُکالیپتوس و مورد عملکرد به مراتب بهتری در مقایسه با ماده شیمیایی Att برای دفع حشرات دارند و حفاظت طولانی‌تری ارائه می‌دهند.

جدول ۵- نتایج آزمون بازو در قفس

نمونه		زمان قرار گیری در معرض حشرات (min)	تعداد پشه‌های نشسته		تعداد جستجو	
			روی ساق دست	روی دستکش	روی ساق دست	روی دستکش
عمل‌نشده	untreat	۳	۴۳/۷۵	۱۲/۵۰	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با ATT	Att	۳	۰/۰۰	۱۰/۳۸	۲/۱۴	۰/۰۰
عمل‌شده با ATT و نرمکن	AttN	۳	۱/۷۵	۱۰/۲۵	۲/۵۰	۰/۰۰
عمل‌شده با ATT و بیندر	AttB	۳	۹/۲۵	۵/۷۵	۹/۲۵	۰/۰۰
عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس	Oka	۱	۴۷/۸۰	۱۲/۳۵	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و نرمکن	OkaN	۱	۴۶/۲۰	۱۱/۰۰	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس و بیندر	OkaB	۱	۵۱/۷۵	۱۳/۵	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با عصاره میخک	Mik	۱	۴۶/۴۱	۱۲/۲۳	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با عصاره میخک و نرمکن	MikN	۱	۴۵/۷۱	۱۱/۵۷	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با عصاره میخک و بیندر	MikB	۱	۴۹/۲۳	۱۳/۲۰	۰/۰۰	۰/۰۰
عمل‌شده با اسانس مورد	Emur	۳	۰/۰۰	۱۲/۰۰	۰/۰۰	۱۰/۰۰
عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس	Eoka	۳	۰/۰۰	۰/۰۰	۲/۰۰	۳/۰۰

جدول ۶- زمان حفاظت در مقابل حشرات برای مواد دافع مختلف

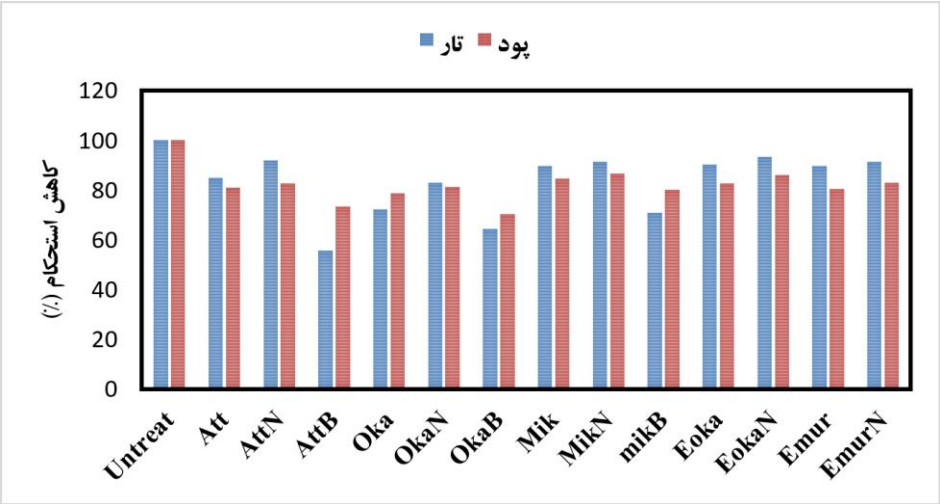
نمونه	بازه زمانی	زمان قرار گیری در معرض حشرات (min)	تعداد پشه‌های نشسته روی		تعداد جستجو روی	
			ساق دست	دستکش	ساق دست	دستکش
Eoka	۱	۰ – ۳	---	----	۳	۴
	۲	۳۰ – ۳۳	---	۲۳	۲	۸
	۳	۶۰ – ۶۳	---	۲۵	۲	۲۰
	۴	۹۰ – ۹۳	۱	۱۲	---	۱۰
	۵	۱۲۰ – ۱۲۳	۱	۸	۲	۱۲
	۶	۱۵۰ – ۱۵۳				
Emur	۱	۰ – ۳	---	۲۲	---	۲۵
	۲	۳۰ – ۳۳	---	۱۶	---	۵
	۳	۶۰ – ۶۳	---	۶	---	۱۸
	۴	۹۰ – ۹۳	---	۴	۳	۱۱
	۵	۱۲۰ – ۱۲۳	۲	۵	۱	۸
	۶	۱۵۰ – ۱۵۳	۲	۷	۴	۳
	۷	۱۸۰ – ۱۸۳				
Att	۱	۰ – ۳	---	۱	۳	۳
	۲	۳۰ – ۳۳	---	۳۰	۸	---
	۳	۶۰ – ۶۳	۴	۲۸	۴	---
	۴	۹۰ – ۹۳	۱	۲۲	۵	---
	۵	۱۲۰ – ۱۲۳				

۴-۱ بررسی نتایج اندازه‌گیری خواص فیزیکی و مکانیکی

۳-۵-۱ بررسی نتایج آزمون استحکام

یکی از معیارها در تکمیل پارچه، حفظ ویژگی‌ها فیزیکی و مکانیکی پارچه‌ها بعد از انجام فرآیند تکمیل است. به همین دلیل، در این پژوهش پس از انجام عملیات تکمیل، استحکام پارچه‌ها اندازه‌گیری و با نمونه‌ی تکمیل نشده مورد مقایسه و ارزیابی قرار گرفت. نتایج حاصل از آزمون استحکام به صورت میانگین تنش در دو جهت تار و پود گزارش شد. شکل ۹ درصد کاهش استحکام نمونه‌ها نسبت به نمونه خام در دو جهت تاری و پودی را نشان می‌دهد.

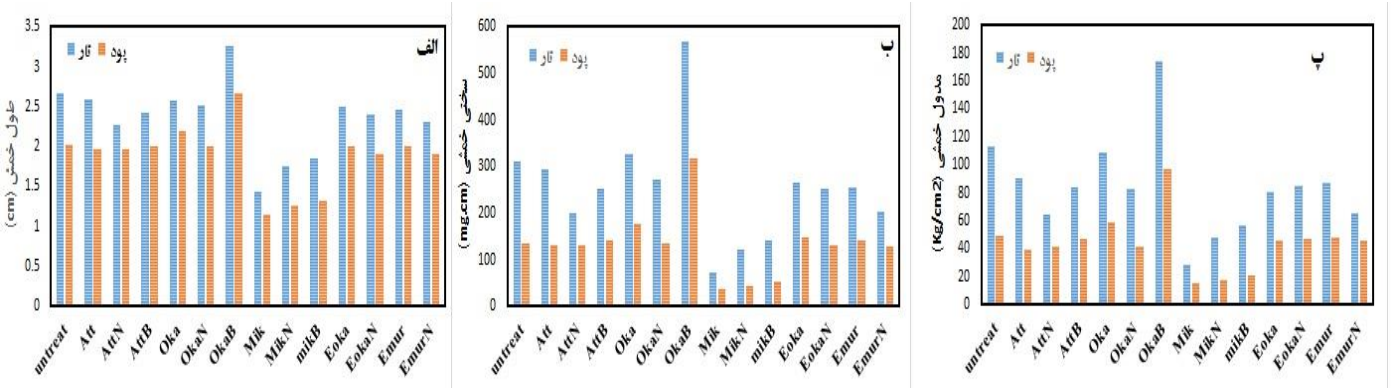
همانطور که مشخص است، بیشترین کاهش استحکام در جهت تار و در مورد نمونه‌های عمل‌شده با بیندر اتفاق افتاده است، که دلیل آن را می‌توان به وجود بیندر در این نمونه‌ها نسبت داد. در مورد این نمونه‌ها به نظر می‌رسد که بین تار و پود و همچنین الیاف نمونه، توسط بیندر پیوندهای عرضی شکل گرفته که مانع حرکت الیاف نسبت به یکدیگر می‌شود و بعبارت دیگر آزادی حرکت از الیاف گرفته و توزیع یکنواخت نیرو محدود شده است و به همین دلیل با نیروی کمتری پاره می‌شوند. البته باید در نظر داشت که ماده دافع ATT و عصاره‌ها در ساختار خود دارای ترکیباتی از قبیل کربوکسیلیک اسید و گروه‌های کربونیل هستند که امکان ایجاد پیوند کووالانسی با واحدهای سلولز پنبه دارند و این خود می‌تواند باعث جلوگیری از حرکت الیاف شده و همین امر می‌تواند دلیل کاهش استحکام نمونه‌های Oka و Att (در جهت پود) باشد. برای نمونه‌های عمل‌شده با نرمکن یعنی AttN، OkaN و MikN و همچنین نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس/نرمکن و اسانس مورد/نرمکن به نظر می‌رسد به دلیل وجود نرمکن، تار و پود آن راحت نسبت به هم حرکت می‌کنند و استحکام آن‌ها نسبت به نمونه خام، کاهش چندانی نداشته است. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با ATT، نمونه AttN به دلیل وجود نرمکن کاهش استحکام کمی نسبت به نمونه خام داشته است و نمونه AttB بیشترین کاهش استحکام تاری را به دلیل وجود بیندر دارد. نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس به دلیل اینکه این نمونه‌ها پس از تکمیل، دارای زیردست خشکی شدند، انتظار می‌رفت که کاهش استحکام در مورد آن‌ها اتفاق بیفتد که در مورد دو نمونه Oka و OkaB، کاهش استحکام در جهت تار زیاد است و نمونه OkaN کاهش استحکام زیادی نسبت به نمونه خام نداشته است. نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک، به دلیل ماهیت گلیسیرینه عصاره، تمام نمونه‌ها دارای زیر دست نرم بودند و این خود باعث تسهیل حرکت الیاف در جهت تار و پود در این نمونه‌ها شده، که اثرات متفاوت ناشی از بیندر و نرمکن را کاهش داده و باعث شده که کاهش استحکام در مورد آن‌ها زیاد نباشد. همچنین نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد و اُکالیپتوس نیز کاهش استحکام کمی نسبت به نمونه‌های عمل‌نشده از خود نشان داده‌اند و بنابراین ویژگی‌های استحکام پارچه بعد از تکمیل دافع حشره حفظ شده است.



شکل ۹- میزان کاهش استحکام نمونه‌های عمل‌شده با مواد دافع مختلف نسبت به نمونه‌ی خام

۳-۵-۲ بررسی نتایج آزمون طول، سختی و مدول خمشی

پارامترهای مربوط به این آزمون اندازه گیری شده و میانگین نتایج حاصل از اندازه‌گیری‌ها در شکل ۱۰ گزارش شده است. نتایج حاصل نشان می‌دهد که وزن مترمربع نمونه‌ها به دلیل پوشش مواد دافع روی پارچه‌ها نسبت به نمونه خام افزایش یافته است. این اختلاف در مورد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک بسیار مشهود است که شاید دلیل آن ماهیت خود عصاره است که گلیسیرینه بوده و باعث چرب و سنگین شدن نمونه‌های عمل‌شده، می‌شود. آنالیز آماری نشان داد که بین نتایج طول خمش برای نمونه‌ها در دو جهت تار و پود، تفاوت معناداری وجود دارد. همچنین مقایسه طول خمش بین نمونه‌های عمل‌شده با مواد دافع حشره متفاوت و نمونه خام نشان داد که بجز نمونه‌های عمل‌شده با Mik که با بقیه تفاوت معنادار دارند، بقیه نمونه‌ها با یکدیگر یکسان هستند. همچنین نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس هر سه با هم تفاوت معنی‌دار دارند و فقط نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس با نمونه خام یکسان است و دو نمونه دیگر با نمونه خام دارای تفاوت معناداری هستند. همچنین، در مورد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، به‌ویژه نمونه OkaB به دلیل اینکه زیردست سخت و خشکی پیدا کرده بود، انتظار می‌رفت که طول خمشی آن از نمونه شاهد بیشتر باشد که با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که طول خمشی این نمونه در دو جهت، بیشترین طول خمش است. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک، با توجه به اینکه به دلیل ماهیت عصاره، زیردست چربی پیدا کرده و سنگین شده بودند، انتظار می‌رفت که به دلیل وزن بیشتر و خم شدن راحت‌تر، طول خمش آن‌ها از سایر نمونه‌ها کمتر باشد که با توجه به نتایج مشاهده می‌شود که طول خمش این نمونه‌ها در دو جهت حتی از نمونه عمل‌نشده نیز بصورت معناداری کمتر است. با مقایسه این نمونه‌ها، مشاهده می‌شود که نمونه عمل‌شده با عصاره/بیندر طول خمش بیشتر، سپس نمونه عمل‌شده با عصاره/نرمکن و در نهایت نمونه عمل‌شده با عصاره به تنهایی، طول خمش کمتری دارد که این ترتیب مطابق انتظار و به دلیل ایجاد پیوند بین الیاف توسط مولکول‌های بیندر و نرمکن است (شکل ۱۰الف). همچنین بالاترین میزان سختی خمشی مربوط به نمونه عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس/بیندر در جهت تار است (شکل ب) و کمترین میزان مدول خمشی مربوط به نمونه‌های عمل‌شده با عصاره‌ی میخک در دو جهت تار و پود است (شکل ۱۰پ). طول خمشی، سختی و مدول خمشی نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد و اُکالیپتوس نسبت به نمونه خام تفاوت چشمگیر و معناداری ندارد.

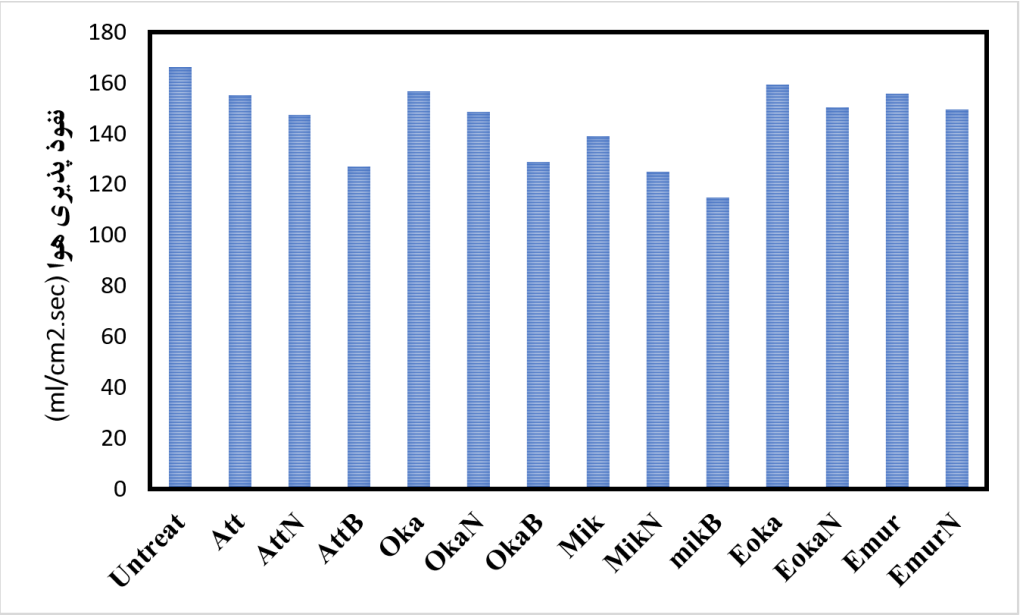


شکل ۱۰- مقایسه الف) طول خمش، ب) سختی و پ) مدول خمشی نمونه خام و نمونه‌های عمل‌شده با مواد دافع

۳-۵-۳ بررسی نتایج آزمون نفوذپذیری هوا

به‌منظور اهمیت نفوذپذیری هوای منسوجات در انتقال حرارت و رطوبت از روی پوست بدن و حفظ راحتی پوشش منسوج بعد از تکمیل دافع حشره، آزمون نفوذپذیری هوا مطابق استاندارد انجام شد. شکل ۱۱ میانگین نفوذپذیری هوا در نمونه‌های خام، عمل‌شده با ماده دافع و عمل‌شده با ماده دافع/بیندر و نرمکن را نشان می‌دهد. انتظار می‌رود با انجام عملیات تکمیل دافع حشره، منافذ پارچه مسدود شده که در نتیجه آن میزان عبوردهی هوا

کاهش می‌یابد. با توجه به شکل ۱۱ به نظر می‌رسد که به جز نمونه‌های AttB، OkaB و MikB در بقیه نمونه‌ها کاهش نفوذپذیری هوا نسبت به نمونه‌ی خام چشم‌گیر نبوده است. آنالیز آماری نشان داد که نتایج نفوذپذیری هوا در نمونه‌های شاهد، Att، Oka، Mik، Eoka وEmur نسبت به یکدیگر دارای اختلاف معنادار هستند. جهت بررسی اثر مواد کمکی در میزان نفوذپذیری، برای هر سه نوع ماده دافع، بین سه نمونه عمل‌شده با دافع یکسان و نمونه شاهد مقایسه صورت گرفت. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با ماده دافع ATT، هر سه نمونه با یکدیگر تفاوت معناداری دارند، همچنین نمونه‌های Att و AttN با نمونه شاهد متفاوت هستند، ولی نمونه AttB با نمونه شاهد یکسان است. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، هر سه نمونه با نمونه شاهد تفاوت معنادار ندارند. در مورد نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک، هر سه نمونه با نمونه شاهد تفاوت معنی‌دار دارند. همچنین، نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس و مورد نیز با نمونه شاهد دارای تفاوت معناداری نیستند. نتایج نشان می‌دهد که برای سه نوع ماده دافع ATT، عصاره اُکالیپتوس و میخک، نمونه‌های عمل‌شده با بیندر و نرمکن، نفوذپذیری هوا کمتری از خود نشان دادند. به عبارت دیگر، برای هر ماده دافع، نفوذپذیری هوا به‌ترتیب از نمونه‌های عمل‌شده در حمام ۱ تا نمونه‌های عمل‌شده در حمام ۳، کاهش یافته است. به‌دلیل اینکه بیندر و نرمکن و بویژه بیندر، می‌تواند داخل منافذ پارچه بنشینند و آن‌ها را مسدود کنند، بنابراین نفوذپذیری هوا کاهش می‌یابد. همچنین، این روند برای نمونه‌های عمل‌شده با اسانس مورد و اُکالیپتوس نیز صدق می‌کند ولی کاهش نفوذپذیری هوا نسبت به نمونه شاهد معنادار نیست. بنابراین با انجام تکمیل دافع حشره توسط اسانس طبیعی مورد و اُکالیپتوس می‌توان خصوصیات مکانیکی پارچه، نفوذپذیری هوا و راحتی پوشش منسوجات را حفظ کرد.



شکل ۱۱- میزان نفوذپذیری هوا در نمونه‌های عمل‌شده با ماده دافع، دافع/بیندر و دافع/نرمکن

۴ نتیجه گیری

در این تحقیق، به‌منظور تکمیل دافع حشره، از ماده شیمیایی ATT که ترکیبی اصلاح شده از پرمترین است به همراه عصاره گیاهان اُکالیپتوس و میخک و همچنین اسانس اُکالیپتوس و مورد به عنوان ماده دافع استفاده شد و امکان جایگزینی ماده شیمیایی با مواد طبیعی مورد بررسی قرار گرفت. آزمون طیف سنجی مادون قرمز حضور مواد دافع بر روی کالا را اثبات کرد.

ارزیابی دافعیت نمونه‌ها با دو روش آزمون مخروط و بازو در قفس صورت گرفت. نتایج گیج‌کنندگی آزمون مخروط نشان داد که می‌توان برای بیندر و نرمکن سیلیکونی اثرات هم‌افزایی

احتمالی با ماده دافع در نظر گرفت. بر اساس نتایج گیج‌کنندگی آزمون مخروط به طور کلی می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های عمل‌شده با عصاره اُکالیپتوس، میخک و دافع ATT نمی‌توانند خاصیت دافعیت قابل ملاحظه‌ای ارائه دهند. به‌منظور ایجاد عملکرد دافعیت بهتر می‌توان از اسانس گیاهانی مثل اُکالیپتوس و مورد بهره گرفت. این اسانس‌ها می‌توانند خاصیت دافعیت حشرات با عملکرد قابل قبول در منسوجات پنبه‌ای ایجاد کنند. به نظر می‌رسد، مواد فرار متصاعد شده از اسانس‌ها می‌تواند دافعیت لازم برای تولید منسوجات دافع حشره را ایجاد کند. علاوه بر این، استفاده از این اسانس‌ها به دلیل ماهیت طبیعی و عدم اثرات مضر و مخرب بر روی منسوجات و بدن انسان و نیز دارا بودن رایحه و بوی خوب، با اقبال عمومی روبه‌رو می‌شود. هم چنین به احتمال بسیار زیاد می‌توان این نتیجه را به سایر مواد دافع طبیعی نیز تعمیم داد؛ به عبارت دیگر در مورد تمام گیاهانی که برای آن‌ها خاصیت دافع حشرات عنوان شده با استفاده از اسانس آن‌ها می‌توان این ویژگی را در منسوجات پنبه‌ای ایجاد کرد. به نظر می‌رسد مکانیزم عملکرد دافعیت ماده دافع ATT و عصاره اُکالیپتوس از نوع دفع تماس مستقیم باشد؛ به این معنی که بعد از تماس حشره با سطح، بر روی سیستم عصبی پوستی حشره عمل می‌کنند و در نهایت باعث مرگ حشره می‌شوند. درحالی‌که برای اسانس‌ها سازوکار عملکرد دافعیت آن‌ها به دلیل وجود مواد فرار متصاعد، ابتدا با عمل بر روی حس بویایی، منافذ احساس رطوبت حشرات را مسدود می‌کند و به دلیل بوی بسیار قوی، باعث گیج و فلج شدن حشرات و دور شدن آن‌ها از سطح عمل‌شده می‌شوند و در صورتی که حشره به دلیل فلج شدن در تماس با سطح عمل‌شده قرار بگیرند، از طریق عمل بر روی سیستم عصبی پوستی حشره باعث مرگ حشره می‌شوند. با توجه به زمان حفاظت به دست آمده برای این نمونه‌های عمل‌شده با اسانس اُکالیپتوس، اسانس مورد و دافع ATT که به ترتیب برابر ۱۲۰، ۱۵۰ و ۹۰ دقیقه است، می‌توان نتیجه گرفت که نمونه‌های عمل‌شده با اسانس (اعم از اُکالیپتوس و مورد) عملکرد به مراتب بهتری در مقایسه با Att برای دفع حشرات دارند و حفاظت طولانی‌تری ارائه می‌دهند. با انجام تکمیل دافع حشرات، بیشترین کاهش استحکام ایجاد شده در نمونه‌ها در جهت پود برای نمونه عمل‌شده با ATT و حدود ۴۰٪ است. در آزمون طول، سختی و مدول خمش، وزن مترمربع نمونه‌های عمل‌شده با عصاره میخک با سایر نمونه‌ها اختلاف مشهودی نشان داد که می‌توان به ماهیت گلیسیرینه این عصاره نسبت داد که منجر به سنگین و چرب شدن نمونه‌ها شده است. همچنین، طول خمش این نمونه‌ها در دو جهت تار و پود حتی از نمونه عمل‌نشده بصورت معنا داری کمتر است. در نمونه‌های با وزن مترمربع بیشتر، نمونه تحت وزن خود در طول کمتری آویزان می‌شود؛ به عبارت دیگر آویزش بهتری دارد. همچنین با انجام تکمیل دافع حشره توسط اسانس اُکالیپتوس و مورد روی پارچه پنبه‌ای، نفوذپذیری هوا به طور معنادار تغییری نکرده است و در نتیجه ویژگی‌های مکانیکی، نفوذپذیری هوا و راحتی پوشش پارچه‌های پنبه‌ای عمل‌شده با اسانس مورد و اُکالیپتوس نسبت به نمونه‌های خام حفظ شده است.

۵ مراجع

[1] Powers J, McDowell RH. Insect Bites. 2019.

[2] Singh S, Mann BK. Insect bite reactions. Indian journal of dermatology, venereology and leprology 2013;79:151.

[3] Tuteja R. Malaria− an overview. The FEBS journal 2007;274:4670-9.

[4] Moore SJ, Mordue AJ, Logan JG. Insect bite prevention. Infectious Disease Clinics 2012;26:655-73.

[5] Rani L, Thapa K, Kanojia N, Sharma N, Singh S, Grewal AS, et al. An extensive review on the consequences of chemical pesticides on human health and environment. Journal of cleaner production 2021;283:124657.

[6] Ansari MS, Moraiet MA, Ahmad S. Insecticides: impact on the environment and human health. Environmental deterioration and human health: natural and anthropogenic determinants 2014:99-123.

[7] Xin J, Wang X. Insect-repellent textiles. Engineering of High-Performance Textiles: Elsevier; 2018. p. 335-48.
[8] Katz TM, Miller JH, Hebert AA. Insect repellents: historical perspectives and new developments. Journal of the American Academy of Dermatology 2008;58:865-71.
[9] Moore SJ, Debboun M. History of insect repellents. Insect repellents: principles, methods and uses 2007:3-29.
[10] Nguyen Q-BD, Vu M-AN, Hebert AA. Insect repellents: an updated review for the clinician. Journal of the American Academy of Dermatology 2023;88:123-30.
[11] Maia MF, Moore SJ. Plant-based insect repellents: a review of their efficacy, development and testing. Malaria journal 2011;10:1-15.
[12] Ernst E. The efficacy of herbal medicine–an overview. Fundamental & clinical pharmacology 2005;19:405-9.
[13] Guenther E, Kulka K, Rogers JA. Essential oils. Analytical Chemistry 1959;31:679-87.
[14] Hanif MA, Nisar S, Khan GS, Mushtaq Z, Zubair M. Essential oils. Essential Oil Research: Trends in Biosynthesis, Analytics, Industrial Applications and Biotechnological Production 2019:3-17.
[15] Tavares M, Da Silva MRM, De Siqueira LBDO, Rodrigues RAS, Bodjolle-d'Almeida L, Dos Santos EP, et al. Trends in insect repellent formulations: A review. International journal of pharmaceutics 2018;539:190-209.
[16] Chio EH, Yang E-C. A bioassay for natural insect repellents. Journal of Asia-Pacific Entomology 2008;11:225-7.
[17] Watanabe K, Shono Y, Kakimizu A, Okada A, Matsuo N, Satoh A, et al. New mosquito repellent from Eucalyptus camaldulensis. Journal of Agricultural and Food Chemistry 1993;41:2164-6.
[18] Gillij Y, Gleiser R, Zygadlo J. Mosquito repellent activity of essential oils of aromatic plants growing in Argentina. Bioresource technology 2008;99:2507-15.
[19] Elsayed GA, Hassabo AG. Insect repellent of cellulosic fabrics (a review). Letters in Applied NanoBioScience 2022;11:3181-90.
[20] Agnihotri A, Ali SW, Das A, Alagirusamy R. Insect-repellent textiles using green and sustainable approaches. The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology: Elsevier; 2019. p. 307-25.
[21] Khobdel.M, Shayeghi M, Abaei.MR, Ahoond.MR and et al., 2005. The protection of permethrin-treated military uniforms against natural population of culex bitaeniohynchus, Culex ritaeniorhynchus and Culex perexiguus (Diptera:Culicidae). Annals of military and health sciences reasearch, 3(9), pp.487-494 [22] Shirish Kumar G, Maheshwari R, Prabhu K. Recent developments of mosquito repellent textiles. ATA Journal 2007;18:38-9.
[23] Specos MM, García JJ, Tornesello J, Marino P, Vecchia MD, Tesoriero MD, et al. Microencapsulated citronella oil for mosquito repellent finishing of cotton textiles. Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene 2010;104:653-8.
[24] Hebeish A, Fouda MM, Hamdy I, El-Sawy S, Abdel-Mohdy F. Preparation of durable insect repellent cotton fabric: Limonene as insecticide. Carbohydrate Polymers 2008;74:268-73.
[25] Abdel-Mohdy F, Fouda MM, Rehan M, Aly A. Repellency of controlled-release treated cotton fabrics based on cypermethrin and prallethrin. Carbohydrate polymers 2008;73:92-7.
[26] Abdel-Mohdy FA, Gaballa Fouda MM, Rehan MF, Ali AS. Repellency of controlled-release treated-cotton fabrics based on permethrin and bioallethrin against mosquitoes. The Journal of The Textile Institute 2009;100:695-701.
[27] Hebeish A, Hamdy I, El-Sawy S, Abdel-Mohdy F. Preparation of durable insect repellent cotton fabric through treatment with a finishing formulation containing cypermethrin. The Journal of The Textile Institute 2010;101:627-34.
[28] Damodaran V, Vigneswaran C. Cotton mosquito repellent fabrics and their performance. 2009;52:E249-E50.
[29] ASTM D. ASTM D5035-11 Standard Test Method for Breaking Force an d Elongation of Textile Fabrics (Strip Method). Available online: www.astm.org ASTM Standards 2019.

[30] ASTM D. ASTM D1388-96; ASTM International: West Conshohocken, PA, USA, 2002; Available online: www.astm.org ASTM Standards 2019.
[31] Astm D. ASTM International - ASTM D3776-96(2002), Standard Test Methods for Mass Per Unit Area (Weight) of Fabric, Available online: www.astm.org ASTM Standards 2019. ASTM Standards 2019.
[32] ASTM D. ASTM D737-18 , Standard Test Method for Air Permeability of Textile Fabrics, Available online: www.astm.org ASTM Standards 2019. ASTM Standards 2019. ASTM Standards 2019.
[33] A. Hebeish, Hamdy, I.A., El-Sawy, S.M., Abdel-Mohdy, F.A., "Preparation Of Durable Insect Repellent Cotton Fabric Through Treatment With A Finishing Formulation Containing Cypermethrin", *The Journal of The Textile Institute*, vol. 101, pp. 627-634, 2010.
[34] D. Vijayalakshmi, Chandrasekaran, Vigneswaran, "Cotton Mosquito Repellent Fabrics And Their Performance", *Melliand International*, vol. 1-2, pp. 46-47, 2010.
[35] Oh SY, Yoo DI, Shin Y, Kim HC, Kim HY, Chung YS, et al. Crystalline structure analysis of cellulose treated with sodium hydroxide and carbon dioxide by means of X-ray diffraction and FTIR spectroscopy. Carbohydrate research 2005;340:2376-91.
[36] Colom X, Carrillo F, Nogués F, Garriga P. Structural analysis of photodegraded wood by means of FTIR spectroscopy. Polymer degradation and stability 2003;80:543-9.