

بهینه‌سازی ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر روناس و پوست گردو جهت ضدبید پارچه‌های پشمی در برابر آنترنوس و ربا سکی با روش پد-بچ

Optimization of Madder and Walnut hull Biodegradable Compounds to Mothproofing of Wool Fabrics against *A. verbasci* using Pad-batch Conventional Method

علی نظری^{۱*}، آزاده متین مقدم^۲، ابوالفضل داودی رکن‌آبادی^{۳*}، مهدی دهقانی زاهدانی^۳

۱- دانشکده هنر و معماری، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران، صندوق پستی: ۸۹۱۹۵-۱۵۵

۲- دانشکده هنر و معماری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران، صندوق پستی: ۱۴۶۹۶-۶۹۱۹۱

۳- گروه کشاورزی، واحد یزد، دانشگاه آزاد اسلامی، یزد، ایران، صندوق پستی: ۸۹۱۹۵-۱۵۵

چکیده

از گذشته تا کنون، آنترنوس و ربا سکی بعنوان یکی از گونه‌های تخریب کننده و هضم کننده محصولات پروتئینی و بخصوص پشمی، مشهور بوده است. در این پژوهش، از ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر روناس و پوست گردو با روش متداول پد-بچ برای محافظت پارچه‌های پشمی استفاده شده است. در ابتدا عصاره گیری الکلی ترکیبات طبیعی مذکور و در ادامه ایجاد حفاظت و بهینه‌سازی خواص ضدبید پارچه‌های پشمی عمل شده با استفاده از روش آماری رویه پاسخ مورد توجه قرار گرفته و چنین فرایندی، تاکنون گزارش و مطرح نگردیده است. متغیرهای زمان مجاورت و غلظت عصاره‌های طبیعی روناس و پوست گردو بعنوان متغیرهای مستقل و کارایی ویژگی ضدبید از طریق مقادیر تخریب پشم بعنوان متغیر پاسخ در نظر گرفته شده و مدل‌های آماری و شرایط بهینه محافظت پارچه‌های پشمی در برابر آنترنوس و ربا سکی کسب شده و مورد بحث و بررسی دقیق تر قرار گرفت. نتایج حاصل از تصاویر میکروسکوپ الکترونی و نوری و همچنین کاهش وزن نمونه‌های عمل شده در مقایسه با نمونه شاهد، نشان‌دهنده روش موثر عصاره گیری الکلی برای استخراج مواد موثر ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر روناس و پوست گردو جهت محافظت پشم در برابر آنترنوس و ربا سکی با استفاده از روش پد-بچ می‌باشد.

مقدمه

برای پارچه‌های پشمی، مورد حمله قرار گرفتن از طرف بیدها می‌باشد. بیدها به موادی نظیر پارچه‌های پشمی، موهر، خزدار که دارای منشأ حیوانی هستند، حمله می‌کنند. بعنوان مثال، از جمله گونه‌های مشهوری که تخریب‌های عمده و مهلکی را به محصولات پشمی وارد می‌سازند، می‌توان به بیدهای تینتولا بیسلیلا و آنترنوس و ربا سکی اشاره کرد. براساس محاسبات، دریافت شده است که یک لارو بید حدود ۴۰ mg از پشم را برای ۳۰ روز و گونه متولد شده از لارو بالغ حدود ۴۲ kg از پشم را در سال مصرف می‌کند.

محصولات پشمی انبار شده در فضاهای بد تهویه، مرطوب و با دما ۳۰-۳۵ °C، شرایط مناسبی را برای حمله توسط بیدها فراهم می‌کنند. ماده اصلی تشکیل

تولید سالانه پشم در سال برای کل جهان به مقدار وسیعی (۱۱۶۶ میلیون کیلوگرم) می‌باشد. الیاف پشم به ۵ گروه خیلی ظریف (۱۶-۱۸ μm)، ظریف (۱۹-۲۳ μm)، متوسط (۲۴-۲۹ μm)، نسبتاً ضخیم (۳۰-۴۰ μm) و خیلی ضخیم (بیشتر از ۴۰ μm) تقسیم‌بندی می‌شوند. در حقیقت، کیفیت محصول انتهایی از طریق ظرافت الیاف پشم تعیین می‌گردد. بعنوان مثال، برای تولید فرش پشمی نیاز به پشم نسبتاً ضخیم با مدولا ناهمسان می‌باشد، در حالیکه بنظر می‌رسد که به پشم ظریف نیاز می‌باشد. صرف نظر از ظرافت و دیگر خواص ساختاری، لیف پشمی از ساختار پیچیده شامل ترکیبات پروتئینی تشکیل شده است [۱]. یکی از تهدیدات اصلی

کلمات کلیدی

بهینه‌سازی،
پوست گردو،
محافظت،
ضدبید
روناس

نیل، قرمزخانه، مازو و پوست درخت بلوط را مورد مطالعه قرار داده است. تعداد حشره ۱۰ و مدت زمان مجاورت با گونه‌ها مذکور، ۴ هفته بوده است [۱۹]. در این پژوهش برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، از آزمون آماری یک جامعه مستقل استفاده شده است. در صورتیکه بنظر نیاز است که قبل از آن، وضعیت نرمال بودن یا نبودن توزیع متغیرهای میزان تغذیه و مقادیر تخریب ایجاد شده بررسی گردد و در ادامه نسبت به انتخاب آزمون‌های پارامتری (همانند یک جامعه مستقل) و یا ناپارامتری (همانند آزمون نسبت) اقدام شود. ضمن اینکه با استفاده از روش مذکور نمی‌توان به مدلی جهت تخمین مقادیر تغذیه و تخریب و همچنین کسب شرایط بهینه برای محافظت سازی پشم دست یافت. علاوه بر اینکه سایر عوامل اثرگذار نظیر غلظت‌های مختلف از ترکیبات طبیعی مورد استفاده و زمان‌های متفاوت مجاورت با حشره‌ها نیز در این مطالعه مورد تحلیل بیشتر واقع نشده است. در سال ۲۰۱۳، از نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید بعنوان عامل ضدبیدار در برابر آنترونوس وریباسکی استفاده شده است. مدت زمان ثابت مجاورت ۶ ماه، مورد توجه بوده است و بررسی در خصوص غلظت متفاوت مصرفی از نانو ذرات مورد بحث قرار گرفته است. در این مطالعه، از ماده شبکه‌ای ساز سیتریک اسید جهت شبکه‌ای نمودن پارچه پشمی و همچنین افزایش پایداری نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید استفاده شده است. زمان مجاورت ۶ ماهه سبب شده است که تخریب‌های عمده و مهملکی برای پارچه‌های پشمی شاهد ایجاد شود. در این پژوهش، مقادیر محافظت پارچه‌های پشمی از طریق ارزیابی بصری حاصل شده و هیچ‌گونه مقادیر کمی در خصوص فعالیت ضدحشرگی پارچه‌های پشمی گزارش نگردیده است [۲۰].

در سال‌های اخیر، بهره‌گیری از نانو ذرات در کاربردهای علمی خاص مورد توجه بوده و بعنوان مثال می‌توان به ویژگی موثر ضد قارچی توسط نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید اشاره کرد [۲۱]. جوز در سال ۲۰۱۸، کارایی ضدبیدار پارچه پشمی عمل شده با نانو ذرات کاتولینیت را در برابر آنترونوس وریباسکی برای یک دوره آنکوباسیون ۱۵ روزه بررسی کرده است. آنها دریافته‌اند که استفاده از غلظت ۱۰٪ نانو ذرات کاتولینیت، توانسته مناسب‌ترین پاسخ را از لحاظ کاهش وزن و بیشترین نرخ مرگ و میر برای حشرات حاصل کند [۲۲].

اگرچه بنظر می‌رسد که دوره زمانی ۱۵ روزه، زمان محدودی برای سپری نمودن مقادیر تغذیه و تخم‌گذاری حشره آنترونوس وریباسکی محسوب شود. ضمن اینکه از آزمون‌های آماری و همچنین آنالیز واریانس، بمنظور ارائه معنی‌دار بودن اختلاف‌ها و کسب شرایط بهینه استفاده نگردیده و در نهایت نیز مدل معنی‌داری برای رفتار تغذیه و کاهش وزن پارچه‌های پشمی ارائه نشده است.

اینجا، عصاره گیری الکلی از ترکیبات طبیعی و زیست تجزیه‌پذیر رونا س و پوست گردو و بهینه‌سازی غلظت آنها جهت ایجاد حفاظت پارچه‌های پشمی و ارتقاء کارایی آنها در برابر آنترونوس وریباسکی، مورد توجه بوده که تاکنون در این خصوص، پژوهش علمی و جامعی منتشر نگردیده است. بطوریکه سعی گردیده تا شرایط بهینه‌ای که در آن کمترین میزان تخریب برای پارچه‌های پشمی ایجاد می‌شود، محاسبه شده و مدل آماری میزان تخریب پارچه‌های پشمی عمل شده براساس متغیرهای مستقل

دهنده پشم، پروتئین می‌باشد و پروتئین پشم، کراتین نام دارد. مقاومت الیاف پایه کراتینی در برابر هضم شدن توسط آنزیم پروتئاز به شبکه‌سازی پروتئین توسط پیوندهای دی‌سولفید مربوط می‌شود. لاروهای تجزیه‌کننده محصولات پشمی نظیر آنترونوس وریباسکی قادر هستند که در حین عملیات هضم پشم و بوسيله مواد احیاء کننده موجود در سیستم روده‌ای‌شان، پیوندهای دی‌سولفید را بشکنند [۲]. مواد فراوانی جهت جلوگیری از حمله بیدها پیشنهاد شده‌اند. مواد شیمیایی که عمدتاً بعنوان ترکیبات ضدبیدار استفاده قرار می‌شوند، ساختار شیمیایی آنها گزارش شده‌اند [۳]. بهر حال، تعداد کمی از آنها توانسته‌اند که به کاربردهای صنعتی نائل شوند [۴]. مواد ضدبیدار به دو گروه اصلی تقسیم بندی می‌شوند. یک گروه از آن شامل فرمولاسیون‌هایی می‌باشند که بصورت مجزا برای پشم توسعه یافته‌اند و گروه دیگر شامل حشره کش‌های کشاورزی می‌باشند که همچنین می‌توانند بعنوان مواد ضدبیدار استفاده شوند. گروه اول، عمدتاً از ترکیبات آروماتیک پلی‌کلرینه می‌باشند و گروه دیگر براساس پیرتروئیدهای شیمیایی می‌باشد. امروزه بیشتر، ترکیبات شیمیایی ارگانو هالوژن‌ها و سایر فرمولاسیون‌های شیمیایی تجاری جهت جلوگیری از حمله بیدها، موثر هستند، در حالیکه عمده آنها برای انسان سمی و مشکل ساز می‌باشند. از جمله عیوب دیگر این ترکیبات می‌توان به هزینه‌های بالا و تهدیدات زیست محیطی آنها، اشاره کرد. استفاده از ترکیبات ضدبیدار بر پایه دی‌کلرو دی‌فنیل تری‌کلرواتان بعلت سمیت و آلودگی‌های زیست محیطی فراوان که منجر به ورود مقادیر زیادی از ترکیبات شیمیایی مضر در پساب و آب‌های زیر زمینی می‌شود، ممنوع شده است [۵، ۶]. ضمن اینکه خروج این مواد سمی در حین مصرف و انبار محصولات پشمی، مشاهده و گزارش شده است [۷]. بنابراین در حال حاضر، مطالعه ترکیبات مناسب و سازگار با محیط زیست که از لحاظ اقتصادی نیز مقرون به صرفه باشند، جهت ایجاد ویژگی ضدبیدار برای محصولات پشمی مورد نیاز بوده و از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. ترکیبات طبیعی استخراج شده از گیاهان و حشرات، علاوه بر اینکه برای رنگرزی محصولات پروتئینی استفاده می‌شوند، بلکه بعنوان مواد رنگی در صنایع غذایی و آرایشی نیز بکار گرفته می‌شوند. علاقه به استفاده از ترکیبات طبیعی و جایگزین کردن آنها با مواد شیمیایی مضر، بعلت کشف خواص جدیدی که از آنها گزارش گردیده و این موضوع در حال رشد و گسترش می‌باشد [۸]. از جمله کارکردهای اخیر ترکیبات طبیعی می‌توان به استفاده از آنها جهت فرایند رفق‌کشی با تکنیک‌های مختلف [۹]، مزایای زیست محیطی [۱۰]، ایجاد دامنه متنوعی از شیدها [۱۱]، خواص آنتی‌اکسیدانی، ضد میکروبی [۱۲]، ضدبیدی [۱۳، ۱۴]، سازگاری زیستی با طبیعت و پوست انسان [۱۵]، خواص ثباتی [۱۶]، استحکام رنگی [۱۷] و بهینه‌سازی آنها [۱۸] اشاره نمود.

از آنجایی که حشره آنترونوس وریباسکی، یکی از گونه‌های مضر و هضم‌کننده محصولات پروتئینی و بخصوص محصولات پشمی می‌باشد، ایجاد حفاظت در برابر گونه‌های مذکور برای کالاهای پروتئینی پشمی از اهمیت فراوانی برخوردار است و تحقیقات متنوع و متعددی نیز در این حوزه انجام شده است. کاتو در سال ۲۰۰۴، مقاوم‌سازی پارچه‌های پشمی در برابر آنترونوس وریباسکی با استفاده از ترکیبات طبیعی همچون

انتها نیز نمونه‌های پشمی در محلول $1/0 \text{ g/L}$ کربنات سدیم و $2/0 \text{ g/L}$ در جنت غیر یونی با دمای 55°C و برای مدت 15 min شسته، آبکشی و در دمای محیط خشک شدند.

به منظور یافتن شرایط بهینه و تعیین روابط بین متغیرهای مستقل و وابسته از روش آماری رویه پاسخ استفاده گردید. دو متغیر شامل مقادیر مختلف عصاره‌های ترکیبات زیست تجزیه پذیر رونا س و پوست گردو بر اساس حجم حمام ($12/00\% - 2/00\%$ o.w.b) و زمان انکوباسیون بر حسب روز ($90 - 30$) بعنوان متغیرهای مستقل تحت بررسی قرار گرفتند. جزئیات طرح مرکب مرکزی برای مقادیر متغیرهای وابسته شامل مقادیر تخریب ایجاد شده برای پارچه‌های پشمی (بر حسب $\%$) در جدول ۱ آورده شده است. مقدار تخریب ایجاد شده بر نمونه‌های پشمی به عواملی همچون مرحله رشد لارو، اندازه لارو و میزان تغذیه لاروها قبل از آزمون بستگی دارد. تعدادی لارو از انبارهای نگهداری پته و فرش های پشمی جمع آوری و به آزمایشگاه گیاه پزشکی جهت شناسایی نوع گونه، منتقل شده و گونه آنها آنترونوس ورباسکی تشخیص داده شد. پس از شناسایی، برای تکثیر بیشتر و بالا رفتن جمعیت، لاروها درون محفظه ای از جنس پلاستیک شفاف در دمای $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ، $26\% - 22\%$ R.H، در دوره روزانه (16 ساعت روز و 8 ساعت شب) قرار داده شدند. روی درب محفظه، برش هایی برای تنفس تعبیه و روی آن توری ریزبافتی کشیده و سپس داخل آن مقداری از شال پته پشمی برای تغذیه لاروها گذاشته شد. بعد از گذشت 2 ماه از لاروهای پرورش یافته برای انجام آزمایشات استفاده شد (شکل ۱).

ارزیابی کارایی ضدبید

نمونه‌های 5 گرمی از پارچه‌های پشمی عمل شده با غلظت‌های مختلف از عصاره و همچنین نمونه پشمی شاهد جدا شده و در داخل ظروف پتری دیش با ابعاد 9 cm در قطر و 2 cm در ارتفاع بهمراه 10 لارو آنترونوس ورباسکی قرار گرفتند. سه مرتبه تکرار برای هر یک از آزمایشات نمونه‌های پشمی عمل شده و شاهد در نظر گرفته شد. پتری دیش ها در شرایط انکوباتور شامل دمای $24 - 22^\circ\text{C}$ و $26\% - 23\%$ R.H، در دوره روزانه (16 ساعت روشنایی و 8 ساعت تاریکی در شرایط آزمایشگاهی) برای مدت زمان‌های متفاوت انکوباسیون (ارائه شده در جدول ۱) قرار گرفتند. ارزیابی ضدبید در برابر لارو حشره آنترونوس ورباسکی روی نمونه‌های پشمی عمل شده با ارزیابی بصری و همچنین تعیین تعیین تخریب ایجاد شده بوسیله حشره از طریق توزین مقادیر باقیمانده از نمونه پارچه‌ای طبق رابطه (۱) محاسبه می شود [۱۹]. مقادیر ریز شده و از هم گسیخته الیاف پشمی بوسیله فرایند تغذیه، جزء خورده شده توسط حشره به حساب آورده شدند. بعلت اینکه ظاهر پارچه‌ای آنها تخریب شده و امکان توزین آنها وجود نداشت.

$$(1) \times 100 = (\text{وزن اولیه پارچه} / \text{وزن نهایی پارچه}) = \text{مقدار تخریب ایجاد شده توسط لاروها}$$

بحث اصلی

نتایج حاصل از مقادیر تخریب ایجاد شده برای پارچه‌های پشمی شاهد

غلظت عصاره مصرفی و مدت زمان‌های متفاوت انکوباسیون، بصورت تابع چند جمله‌ای غیر خطی گزارش و مورد بحث قرار گیرد.

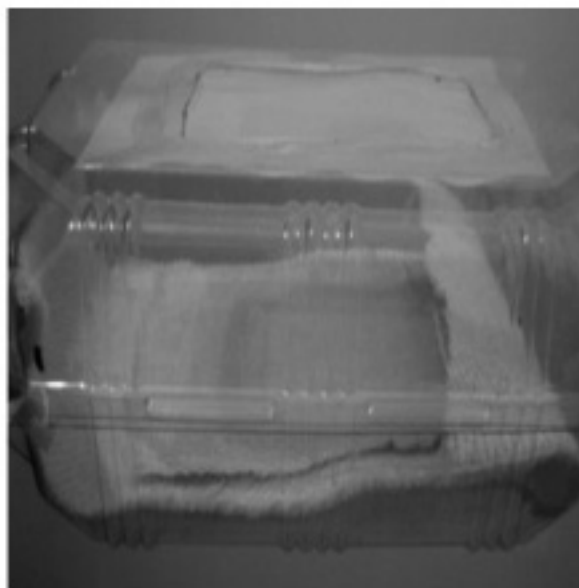
روش تحقیق

مواد و وسایل مورد استفاده

ترکیبات و مواد مورد استفاده در این تحقیق شامل پارچه پشمی 100% خام، بافت سررژه متقارن، تراکم تار $16/1 \text{ cm}$ ، ترکم پودی $12/1 \text{ cm}$ ، نمره نخ $17/2$ متریک با وزن پارچه 345 gr/m^2 از شرکت مرینوس کشور ایران، اتانول ($\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$) با وزن مولکولی $46/069 \text{ g/mol}$ از شرکت مرک کشور آلمان، دترجنت غیر یونی (Rucogen DEN) از شرکت رودولف کشور آلمان و ترکیبات زیست تجزیه پذیر رونا س و پوست گردو از رویشگاه طبیعی جمع آوری شده و در شرایط سایه و تهویه مناسب خشک و تهیه شدند. همچنین ترازوی دیجیتال با دقت $0/0001$ گرم، میکروسکوپ الکترونی پویشی مدل AIS2100، ساخت کمپانی سرون تکنولوژی با بزرگنمایی $5/000 \times$ ، دستگاه سوکسله با محفظه 250 میلی لیتری و بالن حجمی 1000 و الکترومنتل، دستگاه روتاری استروگلاس مدل Strike 102 ، دستگاه انکوباتور مدل 200L و میکروسکوپ نوری بزرگنمایی 40 استفاده شد. آون حرارتی از شرکت بهداد جهت خشک و تثبیت نمونه‌ها و دوربین دیجیتالی مدل سونی DSC-W100 ساخت کشور ژاپن برای مشاهده مورفولوژی سطح نمونه‌ها استفاده شده است.

روش کار

جهت از بین بردن مواد زائد و آهاری از پارچه پشمی، عملیات شستشو بر اساس استفاده $2/0 \text{ g/L}$ دترجنت غیر یونی، $1/0 \text{ g/L}$ کربنات سدیم در دمای 60°C و طی مدت زمان 15 min با نسبت مایع به کالای معادل $40:1$ انجام شد. سپس پارچه شسته شده، آبکشی شده و در دمای دمای $21 \pm 1^\circ\text{C}$ خشک شد. برای تهیه عصاره الکلی به روش سوکسله از حلال قطبی اتانول با درجه خلوص 96 درصد استفاده شد. عملیات عصاره گیری به مدت 10 ساعت برای هر دو ترکیب طبیعی انجام گرفت. جهت حذف حلال و دستیابی به غلظت مطلوب، عصاره‌های بدست آمده در دستگاه روتاری قرار داده شد. سپس هر عصاره داخل یک پتری دیش شیشه ای ریخته شده و به مدت 24 ساعت در دمای 20°C نگهداری شد. پس از آن عصاره‌ها با غلظت‌های مختلف (بر اساس جدول ۱) تهیه شده و جهت استفاده برای پارچه‌های پشمی آماده شدند. از دمای $21 \pm 1^\circ\text{C}$ و به روش پد-بج جهت آغشته نمودن پارچه‌های پشمی با غلظت‌های مختلف از عصاره‌های ترکیبات زیست تجزیه پذیر رونا س و پوست گردو استفاده شد. برای این منظور نمونه‌های پشمی 5 گرمی جدا گردید و در دمای $21 \pm 1^\circ\text{C}$ و غلظت‌های معین عصاره‌های هر یک از ترکیبات طبیعی برای مدت 30 min و با نسبت مایع به کالای معادل $20:1$ غوطه‌ور گردید. سپس پارچه‌های آغشته شده از بین دو غلطک با میزان برداشت برابر با 100% وزنی عبور داده شدند. در ادامه نمونه‌های پشمی عمل شده به مدت 24 ساعت در شرایط مرطوب در پلاستیک های سر بسته نگهداری شدند. در



شکل ۱- چگونگی پرورش لارو آنترنوس وریاسکی

شده (۵/۱۸٪) مربوط به پارچه پشمی تهیه شده با آزمایش شماره ۵ می باشد. این در حالی است که تخریب ایجاد شده برای پارچه پشمی شاهد ۴۰/۹۶٪ می باشد. بنابراین، اگرچه نمونه‌های عمل شده با غلظت‌های مختلف از عصاره پوست گردو نتوانسته مقادیر تخریب ایجاد شده برای پارچه‌های پشمی را بصورت چشمگیری کاهش دهد، اما چنانچه نتایج حاصله با نمونه شاهد مقایسه شود، اثرگذاری معنی دار عصاره‌های مختلف پوست گردو روی پارچه‌های پشمی در ایجاد محافظت در برابر آنترنوس وریاسکی، بیشتر مشهود می گردد. با مشاهده و مقایسه آزمایش‌های شماره ۳، ۴ و ۵ دریافت می شود که افزایش اضافی غلظت عصاره‌های مصرفی از پوست گردو با زمان‌های متفاوت انکوباسیون، تفاوت معنی داری را روی مقادیر تخریب پارچه‌های پشمی ایجاد نمی کند. دلیل آن می تواند به اشباع شدن برهم کنش بین گروه‌های فعال زنجیره‌های پلیمری

و عمل شده با عصاره‌های مختلف ترکیبات زیست تجزیه پذیر روناس و پوست گردو توسط لاروهای آنترنوس وریاسکی در جدول ۱ نشان داده شده است.

کارایی عصاره پوست گردو برای حفاظت پشم در برابر آنترنوس وریاسکی

تأثیر غلظت‌های مختلف بهره گیری از عصاره پوست گردو و مدت زمان انکوباسیون بر حسب تعداد روزهای مجاورت با لاروهای آنترنوس وریاسکی روی تخریب پارچه‌های پشمی عمل شده و شاهد در جدول ۱ گزارش شده است. همانطور که در آزمایش‌های شماره ۱، ۴، ۶ و ۷ ملاحظه می شود، مقادیر تخریب ایجاد شده برای پارچه‌های پشمی با افزایش غلظت عصاره پوست گردو مصرفی، کاهش می یابد. پایین ترین تخریب ایجاد

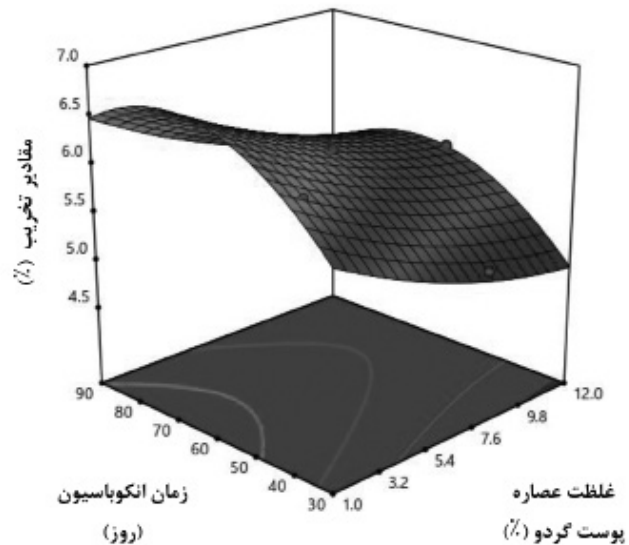
جدول ۱ - مقادیر تخریب ایجاد شده برای پارچه‌های پشمی عمل شده با عصاره‌های مختلف توسط لاروهای آنترنوس وریاسکی براساس طراحی آماری آزمایشات به روش طرح مرکب مرکزی

شماره آزمایش	غلظت عصاره (%)	زمان انکوباسیون (روز)	میزان تخریب پشم عمل شده با پوست گردو (%)	میزان تخریب پشم عمل شده با روناس (%)
رتگرزی	۰/۰۰	۹۰	۴۰/۹۶	۴۰/۹۶
۱	۶/۵۰	۶۰	۶/۱۱	۲/۶۲
۲	۲/۰۵	۷۸	۶/۵۹	۲/۹۰
۳	۸/۲۰	۸۹	۵/۷۶	۲/۳۸
۴	۱۲/۰۰	۶۰	۵/۸۳	۲/۴۷
۵	۸/۲۰	۳۱	۵/۱۸	۲/۰۶
۶	۶/۵۰	۶۰	۶/۱۴	۲/۶۴
۷	۶/۵۰	۶۰	۶/۱۶	۲/۶۶
۸	۲/۰۵	۴۲	۶/۲۲	۲/۷۱

آنها توسط گونه های آنترونوس وریاسکی مربوط باشد. در آزمایش شماره ۲ بیشترین تخریب (۶/۵۹٪) و کمترین خاصیت ضدبید در برابر لاروهای خطرناک آنترونوس وریاسکی بر اثر استفاده از غلظت ۲/۰۵٪ عصاره گردو مصرفی و ۷۸ روز مجاورت حاصل شده است. در شکل شماره ۲، اثر همزمان دو متغیر غلظت های مختلف عصاره پوست گردو و تعداد روزهای مختلف انکوباسیون پارچه های پشمی با لاروهای آنترونوس وریاسکی بر پاسخ (مقادیر تخریب ایجاد شده) بوسیله ترسیم منحنی سه بعدی مورد ارزیابی قرار گرفته است.

تعداد ۸ آزمایش مطابق طرح مرکب مرکزی با در نظر گرفتن دو متغیر شامل غلظت عصاره پوست گردو (٪) و زمان انکوباسیون (روز) بعنوان متغیرهای مستقل و مقادیر تخریب ایجاد شده (٪) پارچه های پشمی عمل شده بعنوان متغیر پاسخ در جدول ۱ آورده شده است. روش آماری طرح مرکب مرکزی و تجزیه نتایج حاصله براساس روش رویه پاسخ بعنوان یک روش موثر در زمینه های علمی مختلف نساجی نظیر بهینه سازی رنگرزی الیاف پشمی [۲۳] و خواص مکانیکی الیاف آمیخته پلی پروپیلن - پلی بوتیلن ترفتالات [۲۴] مورد توجه قرار گرفته است. آنالیز واریانس برای هر سطح پاسخ با در نظر گرفتن سطوح معنی دار انجام شده است (جدول ۲). چنانچه مقادیر احتمال P برای یک مدل درجه دوم کمتر از ۰/۰۵، ۰/۰۱، ۰/۰۰۱ باشد، آنگاه به ترتیب مدل حاصله با استفاده از سطوح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ معنی دار است. جهت کسب مدل حاصل برای کمترین تخریب ایجاد شده برای نمونه های پشمی عمل شده با عصاره پوست گردو، احتمال F برابر با ۳۸۲/۵۵ شده است. در این حالت با توجه به آنالیز واریانس انجام شده، مدل حاصل در سطح ۵٪ یا با سطح اطمینان ۹۵٪ در دامنه مورد نظر، معنی دار بوده و توسط ضریب غلظت عصاره پوست گردو اثرگذاری بیشتری بر محافظت پارچه های پشمی در برابر آنترونوس وریاسکی، نسبت به سایر ضرایب ایجاد می شود. همچنین، رابطه بین متغیرها و پاسخ طبق رابطه (۲) بدست آمده است.

$$\begin{aligned} \text{مقدار تخریب پارچه پشمی عمل شده با عصاره پوست گردو (٪)} &= 3/88 + (P) \\ &- 0/15 \times (\text{غلظت عصاره پوست گردو}) + 0/09 \times (\text{زمان انکوباسیون}) - \\ &0/10 \times (\text{غلظت عصاره پوست گردو}) \times (\text{زمان انکوباسیون}) + 10 \times 5/1 - \\ &3 \times (\text{غلظت عصاره پوست گردو}) - 2 \times 4 - 10 \times 6/6 - 2 \times (\text{زمان انکوباسیون}) \end{aligned} \quad (2)$$



شکل ۲- منحنی سه بعدی مقادیر تخریب پارچه های پشمی توسط لاروهای آنترونوس وریاسکی بر اساس دو متغیر غلظت عصاره پوست گردو مصرفی (٪) و زمان انکوباسیون (روز)

پروتئینی پشم و مولکولهای فعال موجود در ترکیب زیست تجزیه پذیر پوست گردو نسبت داده شود. بطوریکه غلظت بالاتر از ۸/۲۰٪ (آزمایش شماره ۴) محافظت بیشتری را برای جلوگیری از تخریب پارچه های پشمی توسط گونه های آنترونوس وریاسکی ایجاد نمی کند. متغیر مستقل دیگری که در این پژوهش مورد بررسی قرار گرفت، زمان های انکوباسیون مختلف مجاورت لاروهای آنترونوس وریاسکی با پارچه های پشمی عمل شده و شاهد بر حسب روز می باشد. با سپری نمودن تعداد روزهای بیشتر مجاورت آنترونوس وریاسکی با پارچه های پشمی، امکان تخریب بیشتر پارچه های پشمی توسط لاروهای آنترونوس وریاسکی فراهم می گردد. بطوریکه در آزمایشهای شماره ۲ و ۸ و همچنین ۳ و ۵ مشاهده می شود با استفاده از غلظت ثابت عصاره پوست گردو مصرفی و افزایش روزهای مجاورت انکوباسیون، مقادیر تخریب پارچه های پشمی بیشتر شده است. دلیل آن می تواند به افزایش روزهای مجاورت و مناسب بودن زنجیره های پروتئینی پارچه های پشمی برای تغذیه بیشتر

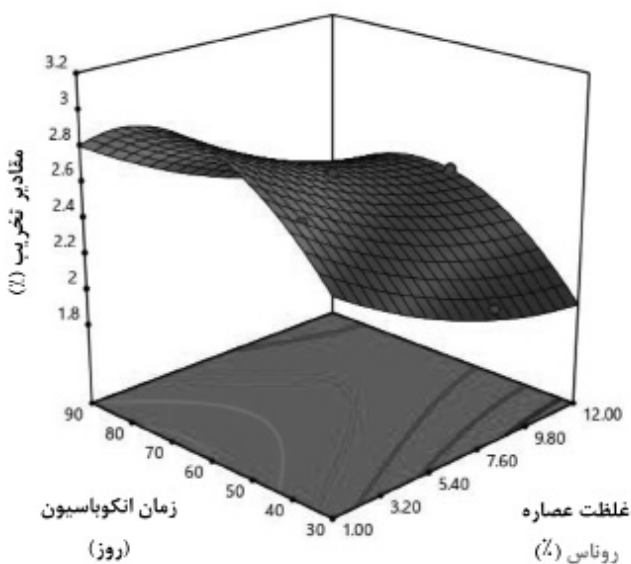
جدول ۲- آنالیز واریانس برای سطح پاسخ (مقادیر تخریب) نمونه های پشمی عمل شده با عصاره پوست گرد

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال F	احتمال P
مدل	۱/۲۱	۵	۰/۲۴۲۳	۳۸۲/۵۵	۰/۰۰۲۶
عصاره پوست گردو: A	۰/۵۳۱۹	۱	۰/۵۳۱۹	۸۳۹/۸۵	۰/۰۰۱۲
زمان انکوباسیون: B	۰/۲۳۶۶	۱	۰/۲۳۶۶	۳۷۳/۵۸	۰/۰۰۲۷
AB	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۷۴۱	۰/۸۱۱۰
A ²	۰/۰۲۵۶	۱	۰/۰۲۵۶	۴۰/۴۴	۰/۰۲۳۸
B ²	۰/۳۸۰۴	۱	۰/۳۸۰۴	۶۰۰/۵۶	۰/۰۰۱۷
خطای کل	۰/۰۰۱۳	۲	۰/۰۰۰۶		
کل	۱/۲۱	۷			

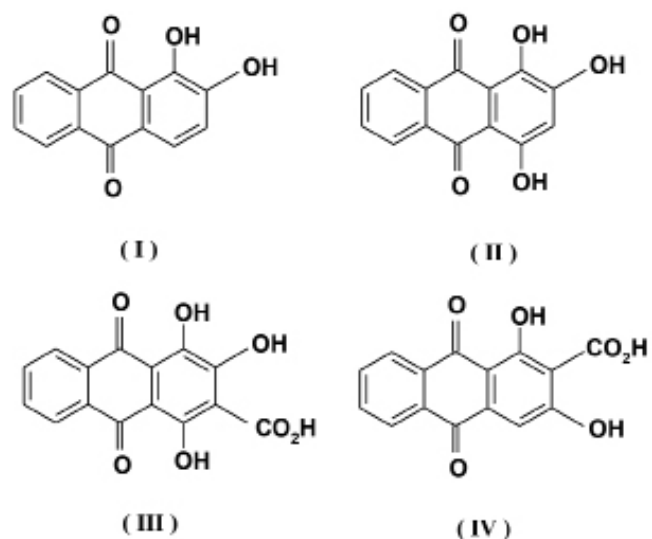
و تعداد تخم‌های در مجاورت قرار گرفته حشره افسستیا کوهنیلا را مورد تجزیه و تحلیل قرار داده‌اند. دریافت شده است که تغییرات ایجاد شده در مقادیر رطوبت نسبی، عامل مهم و معنی‌داری در رفتار شکارگری گونه‌های مختلف اورپوس می‌باشد. بطوریکه گونه اورپوس نیجر بیشترین رفتار شکارگری (۸۸/۶٪) جهت تغذیه از تخم‌های حشره افسستیا کوهنیلا را در دامنه رطوبت نسبی ۷۰-۶۰٪ از خودش بروز داده است [۲۸]. همچنین در سال ۱۳۹۷، ارتقاء محافظت فرش‌های پشمی در برابر گونه‌های تینثولا بیسلایلا با استفاده از نانو ذرات نقره و شبکه‌ای ساز سیتریک اسید بررسی شده است. در این پژوهش، از روش آماری طرح مرکب مرکزی برای طراحی آزمایشات و همچنین از روش رویه پاسخ جهت تجزیه و تحلیل نتایج حاصله استفاده شده است. نتایج پژوهش مذکور نشان می‌دهد که در شرایط بهینه شامل استفاده از ۳/۰۷٪ نانو ذرات نقره و ۱۰/۰٪ سیتریک اسید و طی ۳۰ روز مجاورت فرش‌های پشمی با لاروهای تینثولا بیسلایلا، کمینه مقادیر متغیرهای پاسخ شامل ۰/۰۹٪ کاهش وزن، بمنظور بالاترین مقدار ویژگی ضدبید فرش‌های پشمی در برابر گونه تینثولا بیسلایلا حاصل شده است [۲۹]. در پژوهش حاضر، تاثیر همزمان دو عامل غلظت‌های مختلف عصاره روناس و مدت زمان انکوباسیون روی تخریب ایجاد شده توسط لاروهای آنترنوس ورباسکی در جدول ۱ نشان داده شده است. بالاترین محافظت پارچه پشمی مربوط به تخریب ۲/۰۶٪ و شرایط ایجاد شده توسط آزمایش شماره ۵ می‌باشد. این در حالی است که نسبت به نمونه مشابه عمل شده توسط عصاره پوست گردو (۵/۱۸٪) میزان ۳/۱۲٪ و همچنین نسبت به نمونه شاهد (۴۰/۹۶) به مقدار ۳۸/۹۰٪، کارایی محافظت پارچه پشمی ارتقاء یافته است. در سایر نمونه‌ها نیز، کارایی ضدبیدی و در حقیقت حفاظت بخشی برای پارچه‌های پشمی عمل شده با عصاره روناس نسبت به عصاره پوست گردو افزایش معنی‌داری یافته است. دلیل این امر می‌تواند به ایجاد یک ترکیب کشنده موثر لاروهای آنترنوس ورباسکی توسط ترکیبات سازنده ماده

کارایی عصاره روناس برای حفاظت پشم در برابر آنترنوس ورباسکی

از آنجایی که در ارزیابی‌های بیولوژیکی، تحقیقات آزمایشگاهی با حضور گونه‌های زنده میسر می‌شود، لذا در سال‌های اخیر پژوهشگران سعی کرده‌اند که رفتار حشره‌های مختلف را براساس مولفه‌هایی نظیر مقادیر تغذیه، تخریب، تخم‌گذاری، رطوبت نسبی و شکارگری، توسط مدل‌های آماری غیرخطی شناسایی و استخراج نمایند و مدل‌های جذابی را جهت پیش‌بینی عوامل مذکور ارائه نمایند. بعنوان مثال در سال ۲۰۱۴، مدل‌های غیرخطی تک‌عامله جهت متغیر مقادیر کاهش وزن پارچه‌های پشمی توسط تغذیه صورت گرفته با لاروهای آنترنوس ورباسکی براساس غلظت‌های مختلف نانو ذرات تیتانیوم دی‌اکسید مورد توجه قرار گرفته است [۲۵]. همچنین در بررسی دیگر، کارایی ضدبید پارچه‌های پشمی با تغییرات همزمان دو عامل نانو ذرات روی اکسید و ماده شبکه‌ای ساز بوتان‌تراکربوکسیلیک اسید در برابر لاروهای آنترنوس ورباسکی مورد توجه قرار گرفته است. در این پژوهش، زمان انکوباسیون بصورت ثابت و طولانی (۶ ماه) مورد توجه بوده است و در انتها سعی گردیده است که از مدل‌های غیرخطی درجه دوم برای تبیین چگونگی رفتار کاهش وزن پارچه‌های پشمی در اثر تغذیه انجام شده با لاروهای آنترنوس ورباسکی، استفاده گردد [۲۶]. جوهرچی در سال ۲۰۱۵، نرخ مرگ و میر دیتیلنکوس دیپسوسی توسط گونه‌های شکارگریز و گلیفوس روبینی بوسیله مدل‌های غیرخطی و درجه سوم معنی‌دار آماری را مورد بحث و بررسی قرار داده است. بطوریکه در این مطالعه، نرخ مرگ و میر دیتیلنکوس دیپسوسی بعنوان یکی از آفات مشکل‌ساز توسط گونه‌های شکارگریز و گلیفوس روبینی بصورت بیشینه، بهینه‌سازی شده است [۲۷]. دهقانی زاهدانی در سال ۲۰۱۸، رفتار شکارگری سه گونه متفاوت اورپوس شامل اورپوس آلبیدینیس، اورپوس لویگاتوس و اورپوس نیجر بوسیله روش طرح مرکب مرکزی و تغییر همزمان دو متغیر رطوبت نسبی



شکل ۴- منحنی سه بعدی مقادیر تخریب پارچه‌های پشمی توسط لاروهای آنترنوس ورباسکی بر اساس دو متغیر غلظت عصاره روناس (٪) و زمان انکوباسیون (روز)



شکل ۳- ترکیبات اساسی تشکیل دهنده روناس شامل (I)-آلیزارین، (II)-پورپورین، (III)-سئودوپورپورین، (IV)-مانجیستین.

جدول ۳- آنالیز واریانس برای سطح پاسخ (مقادیر تخریب) نمونه‌های پشمی عمل شده با عصاره روناس

منبع	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	احتمال F	احتمال P
مدل	۰/۴۴۷۶	۵	۰/۰۸۹۵	۲۲۳/۸۰	۰/۰۰۴۵
عصاره روناس: A	۰/۱۹۴۲	۱	۰/۱۹۴۲	۴۸۵/۴۴	۰/۰۰۲۱
زمان انکوباسیون: B	۰/۰۶۹۲	۱	۰/۰۶۹۲	۱۷۳/۰۷	۰/۰۰۵۷
AB	۰/۰۰۰۰	۱	۰/۰۰۰۰	۰/۰۵۵۸	۰/۸۳۵۳
A ²	۰/۰۱۲۷	۱	۰/۰۱۲۷	۳۱/۶۵	۰/۰۳۰۲
B ²	۰/۱۵۵۲	۱	۰/۱۵۵۲	۳۸۸/۰۵	۰/۰۰۲۶
خطای کل	۰/۰۰۰۸	۲	۰/۰۰۰۴		
کل	۰/۴۴۸۴	۷			

ارزیابی بصری از طریق تصاویر میکروسکوپ نوری و الکترونی پویشی

برای مشاهده چگونگی تغذیه الیاف پشمی شاهد و عمل شده در شرایط بهینه از میکروسکوپ نوری و الکترونی استفاده گردید. در شکل ۵ تصاویر میکروسکوپ نوری و در شکل ۶ تصاویر میکروسکوپ الکترونی، تصاویر الیاف پشمی شاهد و عمل شده با عصاره‌های مختلف پوست گردو و روناس، در شرایط بهینه نشان داده شده است. در شکل ۵-الف مشاهده می شود، فلس های طبیعی الیاف پشمی قبل از مجاورت با لاروهای آنترنوس وریاسکی وجود دارند و تغییری در آن ایجاد نشده است. ولی در پارچه پشمی شاهد که از هیچ نوع عصاره ای برای آن استفاده نشده است (شکل ۵-ب)، شکل ظاهری سطح الیاف پشمی، بعد از مجاورت با لاروهای آنترنوس وریاسکی از هم پاشیده و بصورت اساسی تخریب شده است و براساس نتایج حاصله از جدول ۱، مقدار ۴۰/۹۶٪ تخریب برای پارچه پشمی شاهد بوجود آمده است. بعبارتی، تقریباً کمتر از نیمی از پارچه پشمی شاهد طی ۹۰ روز توسط لاروهای آنترنوس وریاسکی تخریب گردیده و این امر حاکی از مناسب بودن پروتئین‌های کراتین پشم برای تغذیه لاروهای آنترنوس وریاسکی است. همچنین تصاویر نمونه‌های پشمی عمل شده در شرایط بهینه با عصاره‌های مختلف پوست گردو (شکل ۵-ج) و روناس (شکل ۵-د) حاکی از ایجاد محافظت عالی برای پارچه‌های پشمی در برابر گونه‌های مخرب و هضم کننده آنترنوس وریاسکی با بهره‌گیری از ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر پوست گردو و روناس را دارد. بطوریکه استفاده از روش متداول پد-بیج در دمای ۲۱±۱°C برای عمل آوری با ۱۰/۸۷٪ عصاره پوست گردو و روناس توانسته بیشترین محافظت را برای پارچه‌های پشمی در برابر لاروهای آنترنوس وریاسکی ایجاد کند و بر این اساس، استراتژی بهره‌گیری از ترکیبات طبیعی مذکور و بخصوص روناس بعنوان گزینه‌های مناسبی جهت جایگزینی با ترکیبات مشکل‌دار شیمیایی و سنتزی امروزی مطرح می‌گردد. در شکل

زیست تجزیه‌پذیر روناس با کراتین پشم مربوط باشد. ترکیبات آلیزارین، پورپورین، سئودوپورپورین و مانجیستین بعنوان ترکیبات اصلی تشکیل دهنده روناس معرفی شده اند [۱۴] (شکل ۳). در شکل شماره ۴، مقادیر تخریب ایجاد شده توسط لاروهای آنترنوس وریاسکی توسط دو عامل همزمان غلظت‌های مختلف عصاره روناس و روزهای انکوباسیون، بوسیله ترسیم منحنی سه بعدی نشان داده شده است.

آنالیز واریانس نشان می‌دهد که مدل حاصله و در ادامه متغیر وابسته مقادیر تخریب ایجاد شده برای پارچه‌های پشمی و هریک از متغیرهای مستقل شامل غلظت عصاره روناس (٪) و روزهای انکوباسیون (بر حسب روز) معنی‌دار می‌باشند (جدول ۳).

مدل حاصله برای حفاظت پیشگیرانه پشم‌های عمل شده با غلظت‌های مختلف عصاره روناس و زمان انکوباسیون (روز) توسط لاروهای آنترنوس وریاسکی، با احتمال F برابر با ۲۲۳/۸۰ حاصل شده است. در این حالت با توجه به آنالیز واریانس انجام شده، مدل کسب شده در سطح ۵٪ یا با سطح اطمینان ۹۵٪ در دامنه مورد نظر، معنی‌دار بوده و غلظت عصاره روناس بعنوان عامل اثرگذار بیشتر در مقایسه با سایر عوامل، جهت ایجاد حفاظت نمونه‌های پشمی شناسایی شده است. رابطه بین متغیرهای مستقل و پاسخ برای پیش بینی مقادیر تخریب پارچه‌های پشمی نیز ارائه شده است (رابطه ۳).

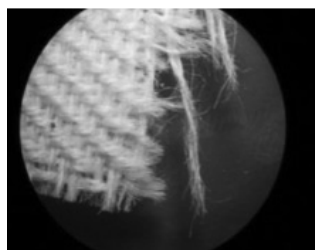
(۳)

همچنین شرایط بهینه بصورت همزمان با در نظر گرفتن هر دو متغیر وابسته مقادیر تخریب نمونه‌های عمل شده با عصاره‌های پوست گردو و روناس و همچنین مقادیر متغیرهای مستقل شامل غلظت مصرفی از عصاره و تعداد روزهای مجاورت در برابر آنترنوس وریاسکی محاسبه گردیده که نتایج آن در جدول ۴ آورده شده است.

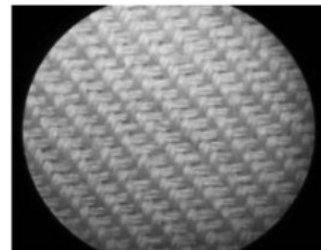
جدول ۴- کسب شرایط بهینه همزمان حفاظت کنندگی توسط عصاره‌های الکی پوست گردو و روناس

میزان مطلوبیت	میزان تخریب (٪) (عمل با عصاره روناس)	میزان تخریب (٪) (عمل با عصاره پوست گردو)	زمان مجاورت (بر حسب روز)	غلظت (٪) (براساس O.W.B)
۱/۰۰	۲/۰۵	۵/۱۶	۳۴	۱۰/۸۷

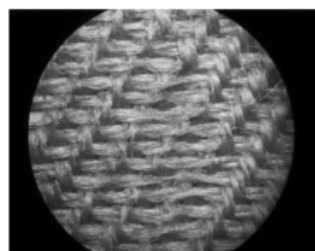
۶ توپوگرافی سطحی قبل (۶-الف) و بعد (۶-ب) الیاف پشمی در مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی و همچنین در شرایطی که با عصاره‌های مختلف پوست گردو (۶-ج) و روناَس (۶-د) عمل شده اند را نشان می‌دهد. بطوریکه پارچه پشمی قبل از اینکه در مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی قرار گیرد دارای سطحی صاف و سالم می‌باشد. اما پس از مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی، پارچه پشمی دچار تخریب‌های سطحی و عمقی قابل ملاحظه‌ای شده و ملاحظه می‌گردد که شکل و ظاهر لیفی شکل آن کاملاً بهم ریخته است. اما همانطور که در تصاویر نمونه‌های پشمی عمل شده با عصاره‌های ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر پوست گردو و روناَس مشاهده می‌شود، عملیات ضدبید با ترکیبات طبیعی مذکور و به روش پد-بیج توانسته است که محافظت عالی و معنی‌داری روی پارچه‌های پشمی ایجاد کند. عبارتی کمترین تخریب‌ها روی سطوح پشمی مشاهده می‌شود. ضمن اینکه ملاحظه می‌شود که تخریب‌های سطحی جزئی برای نمونه پشمی عمل شده با عصاره پوست گردو ایجاد شده است، در حالیکه کمترین تخریب و در حقیقت بالاترین حفاظت پارچه پشمی در برابر لاروهای خطرناک آنترنوس ورباسکی توسط عصاره طبیعی روناَس ایجاد شده است. بطوریکه سطح پشم عمل شده با عصاره



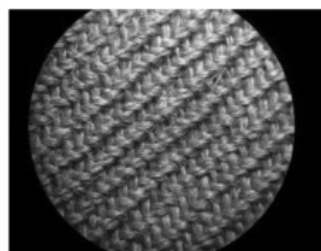
(ب)



(الف)

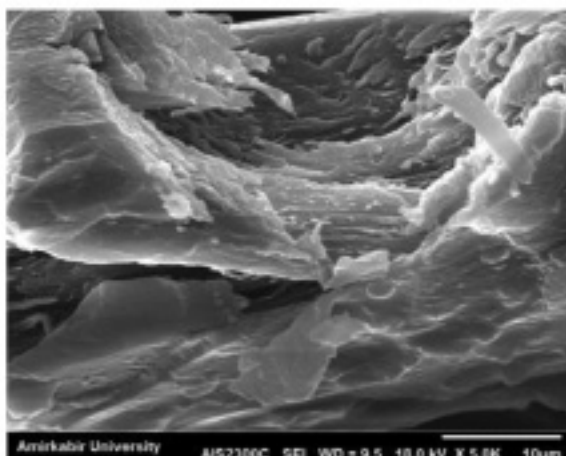


(د)

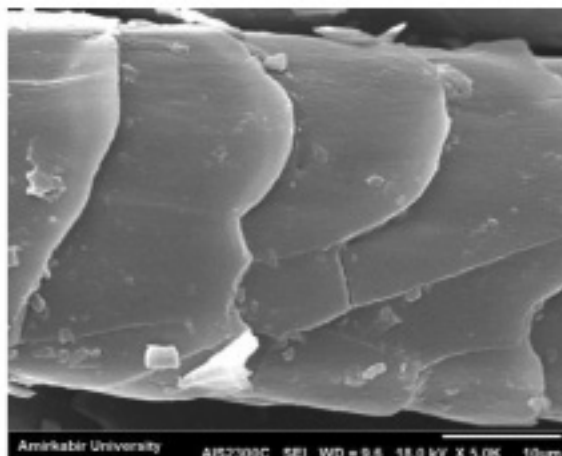


(ج)

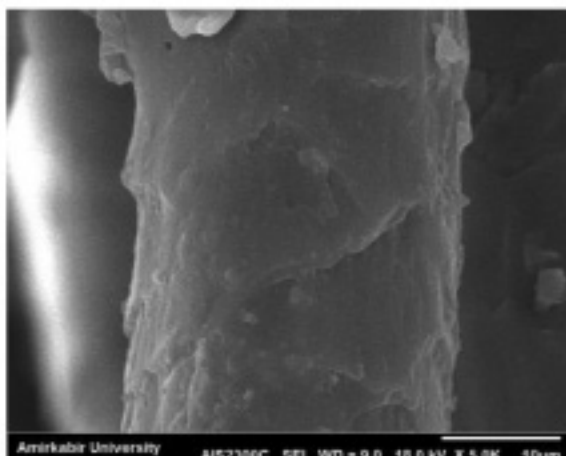
شکل ۵- تصاویر میکروسکوپ نوری پارچه‌های پشمی (الف) قبل از مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی، (ب) شاهد، عمل شده با عصاره‌های (ج) پوست گردو، (د) روناَس، در شرایط بهینه حاوی ۱۰/۸۷٪ عصاره و ۳۴ روز مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی



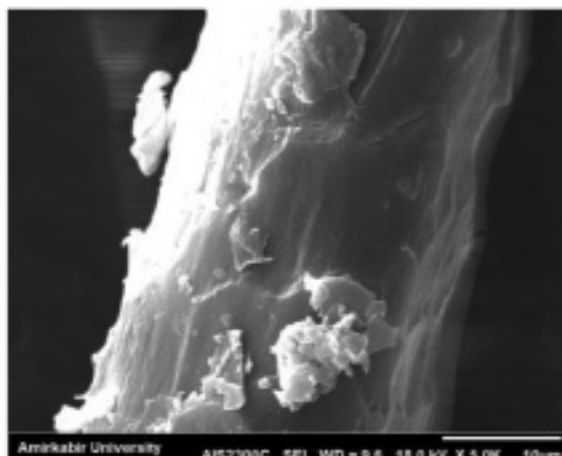
ب



الف



د



ج

شکل ۶- تصاویر میکروسکوپ الکترونی پارچه‌های پشمی (الف) قبل از مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی، (ب) شاهد، عمل شده با عصاره‌های (ج) پوست گردو، (د) روناَس، در شرایط بهینه حاوی ۱۰/۸۷٪ عصاره و ۳۴ روز مجاورت با لاروهای آنترنوس ورباسکی با بزرگنمایی ۵/۰۰۰×

جدول ۵- شرایط ایجاد بالاترین حفاظت برای پارچه‌های پشمی عمل شده با عصاره‌های پوست گردو و روناس

نام عصاره	غلظت (%، براساس O.W.B)	زمان مجاورت (روز)	میزان تخریب (%)	میزان مطلوبیت
شاهد	۰/۰۰	۹۰	۴۰/۹۶	۱/۰۰
پوست گردو	۱۱/۸۱	۳۰	۴/۹۶	۱/۰۰
روناس	۱۰/۸۷	۳۴	۲/۰۵	۱/۰۰

پشمی حاصل شد. بطوریکه با توجه به آنالیز واریانس انجام شده، هر یک از روابط حاصله در سطح ۵٪ یا با سطح اطمینان ۹۵٪ معنی‌دار بودند و در ادامه نیز متغیر غلظت مصرفی از عصاره‌ها دارای اثر گذاری معنی‌دار و بیشتری بر مدل‌های آماری حاصله و ایجاد حفاظت پارچه‌های پشمی داشتند. ضمن اینکه شرایط بهینه برای ایجاد بالاترین حفاظت توسط هر یک از عصاره‌های پوست گردو و روناس به صورت مجزا و توسط نرم افزار آماری محاسبه شده که در جدول ۵ آورده شده است.

تصاویر میکروسکوپی نوری و الکترونی پویشی نیز تایید کننده این مطلب هستند که پارچه‌های پشمی عمل شده با عصاره‌های پوست گردو و روناس در شرایط بهینه نسبت به نمونه شاهد که تخریب‌های سطحی و عمقی فراوان یافته‌اند از ویژگی حفاظت عالی در برابر لاروهای آنترنوس وریباسکی برخوردار شده‌اند.

در این پژوهش، علاوه بر استفاده از مواد تجزیه‌پذیر و ایمن از روش مناسب و موثر پد-بیج در دمای طبیعی محیط بهره گرفته شد. این روش ضمن اینکه صرفه‌جویی بالایی در مصرف انرژی ایجاد می‌کند، بلکه کمترین آسیب را به زنجیره‌های پلیمری پشم وارد می‌کند و شکل ظاهری و ابعاد پارچه‌های پشمی را تنزل نمی‌دهد. بطوریکه در انتهای این پژوهش مشخص شد که با توجه به حفاظت موثر پارچه‌های پشمی در برابر گونه‌های مخرب آنترنوس وریباسکی، پتانسیل بالایی جهت آماده‌سازی و مصرف تجاری مواد زیست تجزیه‌پذیر پوست گردو و روناس وجود دارد. ضمن اینکه ایجاد حفاظت برای پارچه‌های پشمی با بهره‌گیری از ترکیبات مذکور و در جهت مقاوم سازی آنها نسبت به سایر گونه‌های هضم‌کننده محصولات پشمی، نیاز به بررسی‌های جامع مجزا و تحلیل‌های کیفی و کمی دیگری دارد.

روناس دارای کمترین آسیب و تقریباً عاری از هرگونه مواد فضولاتی ناشی از فعالیت‌های تغذیه‌ای لاروهای آنترنوس وریباسکی می‌باشد. علت آن می‌تواند به ایجاد یک ترکیب غیر تغذیه‌ای و کشنده لاروهای آنترنوس وریباسکی در اثر عمل‌آوری مولکول‌های موجود در ترکیب زیست تجزیه‌پذیر روناس با آمینواسیدهای تشکیل دهنده پروتئین‌های پشم باشد. اگرچه نیاز است که در ادامه و بصورت جداگانه، مطالعه و بررسی دقیقی در خصوص نرخ و علت مرگ و میر لاروهای آنترنوس وریباسکی در اثر عمل‌آوری زنجیره‌های پروتئینی پشمی با ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر و بخصوص مولکول‌های موثر روناس انجام شود.

نتیجه‌گیری

این پژوهش بمنظور ایجاد حفاظت و بهینه‌سازی ویژگی ضدبید پارچه‌های پشمی در برابر لاروهای مخرب و هضم‌کننده آنترنوس وریباسکی با بهره‌گیری از ترکیبات زیست تجزیه‌پذیر پوست گردو و روناس به روش متداول پد-بیج و در دمای $21 \pm 1^\circ\text{C}$ انجام شد. این موضوع با توجه به مشکلات رایج و سمیت فراوان ترکیبات ضدبید رایج نظیر پرمترین، نفتایل و آرسنیک دار از اهمیت دوچندانی برخوردار می‌باشد. در اجرای این تحقیق، از طراحی آماری آزمایشات به روش طرح مرکب مرکزی بمنظور کاهش تعداد آزمایشات، بهینه کردن مقادیر استفاده از عصاره‌های طبیعی و بهینه‌سازی مقادیر ویژگی حفاظت پارچه‌های پشمی استفاده شد. بطوریکه داده‌های حاصل از طراحی آزمایشات، با تکنیک روش رویه پاسخ، تحلیل و مدل‌های درجه دوم برای متغیر وابسته تخریب پارچه‌های

مراجع

- Hearle, J. W. S., A critical review of the structural mechanics of wool and hair fibres, *Int. J. Biol. Macromol.*, 27, 123–138, 2000.
- Cox, P. D. and Pinniger, D. B., Biology, behaviour and environmentally sustainable control of *Tineola bisselliella* (Hummel) (Lepidoptera: Tineidae), *J. Stored Prod. Res.*, 43, 2–32, 2007.
- Coleman, W. F., Moth repellent chemicals, *J. Chem. Educ.*, 82, 1324, 2005.
- Hoskinson, R. M. and Russel, I. M., Evaluation of triphenyltin compounds for textile mothproofing, *J. Text. Inst.*, 64, 550–551, 1973.
- Shakyawar, D. B., Raja, A. S. M., Kumar, A., and Pareek, P. K., Antimoth finishing treatment for woollens using tannin containing natural dyes, *Indian J. Fibre Text. Res.*, 40, 200–202., 2015.
- Kumar, A., Pareek, P. K., Kadam, V. V., and Shakyawar, D. B., Antimoth efficacy of neem (*Azadirachta indica* A. Juss.)

- on woollen fabric, *Indian J. Tradit. Know.*, 15, 272–277, 2016.
7. Shinohara, N., Ono, K., and Gamo, M., P-Dichlorobenzene emission rates from moth repellents and leakage rates from cloth storage cases, *Indoor Air*, 18, 63–71, 2008.
 8. Tayade, P. B. and Adivarekar, R. V., Dyeing of cotton fabric with *Cuminum cyminum* L. as a natural dye and its comparison with synthetic dye, *J. Text. Inst.*, 104, 1080–1088, 2013.
 9. Ali, S., Nisar, N., and Hussain, T., Dyeing properties of natural dyes extracted from eucalyptus, *The J. Text. Inst.*, 98, 559–562, 2007.
 10. Karaboyac, M. and Uğur, Ş. S., Ecological wool dyeing with pulps of lavender, broom, and red wine, *J. Text. Inst.*, 105, 821–827, 2014.
 11. Mongkholrattanasit, R., Saiwan, C., Rungruangkitkrai, N., Punrattanasin, N., Sriharuksa, K., Klaichoi, C., and Nakpathom, M., Ecological dyeing of silk fabric with lac dye by using padding techniques, *J. Text. Inst.*, 106, 1106–1114, 2015.
 12. Ratnapandian, S., Islam, S., Wang, L., Fergusson, M. S., and Padhye, R., Colouration of cotton by combining natural colourants and biopolysaccharide, *J. Text. Inst.*, 104, 1269–1276, 2013.
 13. Nazari, A., Efficient mothproofing of wool through natural dyeing with walnut hull and henna against *Dermestes maculatus*, *J. Text. Inst.*, 108, 755–765, 2017.
 14. Nazari, A., Montazer, M., and Dehghani-Zahedani, M., Simultaneous dyeing and mothproofing of wool against *Dermestes Maculatus* with madder optimized by statistical model, *Clean Technol. Environ. Policy*, 16, 1675–1686, 2014.
 15. Musa, A. E., Madhan, B., Kanth, S. V., Rao, J. R., Chandrasekaran, B., and Gasmelseed, G. A. Cleaner tanning process for the manufacture of upper leathers, *Clean Technol. Environ. Policy*, 12, 381–388, 2010.
 16. Rym, M., Farouk, M., and Bechir, E. M., Dyeing properties of cationized and non-cationized cotton fabrics dyed with *Vitis vinifera* L. leaves extract, *J. Text. Inst.*, 107, 525–530, 2016.
 17. Yusuf, M., Ahmad, A., Shahid, M., Khan, M. I., Khan, S. A., Manzoor, N., and Mohammad, F., Assessment of colorimetric, antibacterial and antifungal properties of woollen yarn dyed with the extract of the leaves of henna (*Lawsonia inermis*), *J. Clean. Prod.*, 27, 42–50, 2012.
 18. Nazari, A., Montazer, M., Afzali, F., and Sheibani, A., Optimization of proteases pretreatment on natural dyeing of wool using response surface methodology, *Clean Technol. Environ. Policy*, 16, 1081–1093, 2014.
 19. Kato, H., Hata, T., and Tsukada, M., Potentialities of natural dyestuffs as antifeedants against varied carpet beetle, *Anthrenus verbasci*, *Jpn. Agric. Res. Q.*, 38, 241–251, 2004.
 20. Nazari, A., Montazer, M., and Dehghani-Zahedani, M. Nano TiO₂ as a new tool for mothproofing of wool: protection of wool against *Anthrenus verbasci*, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 52, 1365–1371, 2013.
۲۱. هرندی، د.، احمدی، ح. و محمدی آچالویی، م.، بررسی کاربرد نانوذرات تیتانیوم دی‌اکسید در بهبود مقاومت استحکام بخش پلی‌وینیل بوتیرال در برابر قارچ پوسیدگی سفید چوب، دو فصلنامه علمی-پژوهشی مرمت و معماری ایران، ۱۲، ۵۰-۳۵-۱۳۹۵.
22. Jose, S., Nachimuthu, S., Das, S., and Kumar, A., Moth proofing of wool fabric using nano kaolinite. *J. Text. Inst.*, 109, 225–231, 2018.
۲۳. حاجی، ا.، عارفی، ن.، کاربرد روش رویه پاسخ در بهینه‌سازی رنگرزی الیاف پشم با برگ درخت نارنج به عنوان رنگزای طبیعی، مجله علوم و فناوری نساجی، ۹، ۵-۱۳، ۱۳۹۸.
۲۴. توانایی، م.، ع.، موسوی شوشتری، ا.، گوهرپی، ف.، بامنی مقدم، م.، بهینه‌سازی و پیش‌بینی خواص مکانیکی الیاف آمیخته‌ای پلی‌پروپیلن-پلی‌بوتیلن ترفتالات (PP/PBT) با استفاده از روش طراحی آزمایش رویه پاسخ، مجله علوم و فناوری نساجی، ۲، ۱۱۳-۱۰۴-۱۳۹۱.
25. Nazari, A., Montazer, M., Jafari, F., and Dehghani-Zahedani, M., Optimization of wool mothproofing with nano TiO₂ using statistical analysis. *J. Text. Inst.*, Vol. 105, 74–83, 2014.
 26. Nazari, A., Montazer, M., and Dehghani-Zahedani, M. Mothproofing of wool fabric utilizing zno nanoparticles optimized by statistical models. *J. Ind. Eng. Chem.*, 20, 4207–4214, 2014.
 27. Joharchi, O., Nazari, A., Halliday, B., and Ostovan, H. Observations on predation of *Rhizoglyphus robini* (Acari: Acaridae) on the alfalfa stem nematode, *Ditylenchus dipsaci* (Nematoda), *Persian J. Acarol.*, 4, 329–335, 2015.
 28. Dehghani-Zahedani, M., Nazari, A., and Sarafrazi, A., Optimization of predation condition of three *Orius* species (Heteroptera: Anthocoridae) with adjustable relative humidity using central composite design, *J. Entomol. Res.*, 42, 5–12, 2018.
۲۹. برجسته، ب.، نظری، ع.، دهقانی‌زاهدانی، م.، ارتقاء محافظت فرش‌های پشمی در برابر گونه‌های *Tineola bisselliella* با استفاده از نانو ذرات نقره و شبکه‌ای ساز دوستدار محیط زیست به‌همراه تحلیل آماری RSM، دو فصلنامه علمی-پژوهشی انجمن علمی فرش ایران (گلجام)، ۳۳، ۱۶۳-۱۸۰-۱۳۹۷.