

بهبود خواص آنتی‌باکتری چرم به وسیله نانو ذرات نقره توسط تابش تخلیه‌ی الکتریکی کرونا

زهره مجیدنیا^{۱*}، پیمان ولی‌پور^۲، محمدتقی حامدموسویان^۳

چکیده

یکی از مشکلات عمده‌ی چرم‌های طبیعی مصرف شده در کفش، رشد باکتری و نهایتاً بوی نامطبوع در حین مصرف می‌باشد. در این مطالعه خاصیت آنتی‌باکتریالی محلول کلئیدی نانو ذرات نقره در فرایند روغن زنی بر روی چرم گاوی و بز، با دونوع باکتری نماینده، به نام‌های *S. Aureus* و *E. Coli* مورد بررسی قرار گرفته است. آغشته‌سازی نانو ذرات نقره و روغن روی نمونه‌های چرم گاوی و بز کرونا شده و نشده در دو طرف با سه روش کرونا استفاده شد. نتایج به دست آمده حاصل از جذب اتمی و FTIR نشان‌دهنده وجود ذرات نقره بر روی چرم عمل شده با کرونا نسبت به چرم عمل نشده و آغشته شده به نانو ذرات نقره می‌باشد. تصاویر SEM نمایانگر ایجاد حفره و در سطح چرم کرونا شده را نشان می‌دهند. همچنین آزمایشات میکروبی نشان‌دهنده افزایش خاصیت آنتی‌باکتریالی در چرم بز کرونا شده اثر بخشی بهتری نسبت به چرم گاوی کرونا شده بوده است.

کلمات کلیدی: چرم، نانو ذرات، آنتی‌باکتریالی، کرونا، نقره.

Abstract

One of significant problems of used natural leathers in shoe became growth of bacteria and finally unpleasant smell during use. In this study, anti-bacteria property of colloid solution in silver Nano-particles at oiling process on cow and sheep leather was examined by two representative bacteria named S-Aureus and Coli.E. Mix of silver Nano-particles and oil on corona and not-coronal sheep and cow leather in two sides was used by three ways. The results was obtained from atom absorption and FTIR that indicate silver particles are present on worked leather and corona relative to unworked leather and mixed to silver Nano-particles. SEM pictures indicate hole in the corona leather surface. Also, microbial experiments show that increasing of anti-bacterial property in corona sheep leather have better effectiveness than corona cow leather.

Keywords: Leather, Nano material, antibacterial, corona discharge, silver.

۱. دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قوچان، ایران. مسئول مکاتبات: zmajidnia@yahoo.com

۲. دانشکده مهندسی نساجی و پوشاک، دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، مازندران، ایران.

۳. دانشکده مهندسی شیمی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

۱. مقدمه

یکی از اشیایی که بسیاری از نیازهای اساسی انسان را در روزگاران بسیار دور تامین می‌کرد، پوست حیوانات بود که انسان‌های اولیه به منظور برآوردن نیازهای غذایی خود، آنها را شکار می‌کردند و از پوست آنها به روش‌های گوناگون برای تهیه کفش، سپر، زره چرمی، کلاه رزمی چرمی، تیردان چرمی، چکمه و غیره استفاده می‌کردند. امروزه با وجود گذشت قرن‌ها، هنوز پوست حیوانات در نقش یکی از مواد اساسی برای تهیه لباس، پوشاک و وسایل دیگر و نیز جنبه‌های تزئینی ارزش اقتصادی و صنعتی خود را حفظ کرده است. امروزه چرم‌سازی، به صورت یک صنعت بزرگ (Leather industry) درآمدی است.

از جمله مشکلات چرم حضور فلزات سنگین مانند: کبالت، کروم، مس و نیکل موجود در چرم [۱]. وجود Se در چرم و بوی نامطبوع ایجاد شده در کفش‌های چرمی است [۲]. همان‌طور که ذکر شد، یکی از مشکلات عمده‌ی تولید کفش‌های ساخته شده از چرم، رشد باکتری در حین مصرف است. بررسی‌ها نشان داده‌اند که رشد باکتری و بوی نامطبوع ایجاد شده به عواملی از قبیل سن و جنس [۳]، نژاد، شرایط جغرافیایی، بیماری‌های خاص مانند دیابت [۴] و بیماری‌های پوستی نظیر قارچ‌های موجود در سطح پا و بین انگشتان [۵] وابسته است. برای رفع این مشکل، محققان تاکنون از روش‌های تزریق مواد آروما به چرم و قراردادن جاذب (خشک‌کن) در کفش [۶] استفاده می‌کردند.

تحقیقات نشان می‌دهند که، محیط گرم و مرطوب داخل کفش مخصوصاً کفش‌های ورزشی، رشد باکتری‌ها را در پا تقویت می‌کند. دو منبع و علت بسیار شایع بوی بد پاها کورینه باکتری‌ها و استافیلوکوکوس اپیدرمایدیس یا باسیلوس سوبتیلیس هستند [۷]. درمان موفقیت‌آمیز بوی پا به ریشه‌کنی این ارگانیسیم‌ها بستگی دارد. این به این معنی است که مواد برطرف کننده‌ی بوی پا مانند زغال فعال داخل کفش و یا پودرهای پا و مواد آروما نمی‌توانند به طور ریشه‌ای با این مشکل مقابله کنند [۷]. در ارزیابی میکروبی استاندارد، مواد و پلیمرهای آنتی‌باکتریال برای بیشتر کاربردها از جمله بو، از باکتری‌های شاخص استفاده می‌شود. این باکتری‌ها شامل: اشرشیاکلی و استافیلوکوکوس اورئوس می‌باشند. [۸ و ۹].

از مزایای نانوذرات نقره می‌توان به سطح مخصوص بالا، سایز کوچک و قابلیت دیسپرس شدن بسیار مطلوب اشاره نمود. تاکنون پژوهش‌های فراوانی در زمینه توضیح خاصیت آنتی‌باکتریالی یون‌های نقره انجام پذیرفته است. پلیمرها و الیاف نانوکامپوزیتی حاوی نانوذرات نقره چنین خواصی را به طور فراگیر از خود نشان می‌دهند [۱۰].

مزایای قابل توجه در کفش‌های تولید شده با چرم آغشته شده به نانو ذرات نقره، عبارت از: نگهداری وضعیت پا به صورت نسبتاً خشک و با طراوت، بدون ایجاد حساسیت، از بین بردن باکتری‌های ایجاد کننده‌ی بو، حفظ توازن بیولوژیکی پوست و طراوت بهداشتی محصول در جریان فعالیت‌های ورزشی و التیام‌بخش بیماری قارچ بین انگشت‌های پا است [۹ و ۱۰].

امروزه کاربرد فرآوری تخلیه‌ی الکتریکی کرونا در بهبود خواص رطوبت‌پذیری سطح پلیمرهای مصنوعی و طبیعی به اثبات رسیده است. وقوع چنین پدیده‌ای در مواد کامپوزیتی بسیار قابل توجه می‌باشد [۵-۱]. این فرآیند ممکن است سبب افزایش استحکام و چسبندگی سطوح به پلیمرهای آبدوست گردد. زیرا این امکان وجود دارد که در حین انجام عملیات فرآوری ترکیبات شیمیایی خاصی به سطح زیر لایه گرفت شوند [۶ و ۷]. فرآیند گرفت نمودن تا حد زیادی به انجام این عملیات پس از پرتوافکنی بستگی خواهد داشت. پس می‌توان انتظار داشت که طیف وسیعی از گروه‌های فعال پس از فرآیند پرتوافکنی با سطح زیر لایه پیوند شیمیایی تشکیل دهند. محققین در طی تحقیقات خود موفق شده‌اند با فرآوری سطح منسوجات توسط تخلیه‌ی الکتریکی کرونا میزان چاپ‌پذیری پشم و فیلم‌های پلیمری را بهبود ببخشند [۱۰ و ۱۱]. گازهای محیط توسط تخلیه‌ی الکتریکی کرونا به رادیکال، الکترون و یون تبدیل شده و این ذرات تهییج شده می‌توانند سطوح پلیمری را تحت تاثیر واکنش‌های شیمیایی و تخریب ساختار سطحی قرار دهند (شکل ۱) [۱۲ و ۱۱].

از دیگر تاثیرات این فرآیند بر منسوج پشمی می‌توان به افزایش مقاومت در برابر جمع‌شدگی و تغییر خواص آنتی‌باکتری اشاره کرد [۱۳]. دیگر مزایای فرآیند تخلیه‌ی کرونا عبارتند از: افزایش رطوبت‌پذیری، کاهش تمایل به ایجاد الکتریسیته ساکن و افزایش مقاومت سایشی [۱۴-۱۱].

هدف از این تحقیق عامل‌دار کردن زنجیرهای پلیمری چرم، ایجاد حفره‌های میکروسکوپی و افزایش جذب رطوبت توسط تخلیه‌ی الکتریکی کرونا به جهت ترکیب بیشتر روغن با نانو ذرات نقره در هنگام روغن‌زنی برای افزایش خواص آنتی‌باکتری چرم می‌باشد. اندازه‌گیری میزان و اندازه نانو ذرات نقره توسط TEM, SEM XRD, FTIR, Atomic Absorption و تست آنتی‌باکتریالی توسط استاندارد ۱۰۹۰۰ [۸] انجام شد.

۲. مواد و آزمایشات

یکی از مهمترین مراحل تولید چرم، مرحله روغن‌زنی آن می‌باشد. روغن‌زنی عبارت است از: فرآیند آغشته‌سازی و پوشش‌دادن سطوح یاف‌دار و صاف چرم با لایه‌ی نازکی از روغن‌های طبیعی یا مصنوعی. چرم بدون روغن به محض خشک شدن، سفت و سخت می‌شود، یاف آن قادر به لغزیدن بر روی یکدیگر نبوده و در نتیجه در مقابل نیروی کشش، سوزن چرخ

خیاطی و همچنین در برابر سایش و اصطکاک، استحکام نداشته و از بین می‌رود [۱۰]. استفاده از مواد افزودنی در مرحله‌ی روغن‌دهی چرم، ثبات و پایداری آن را در برابر شرایط محیطی و مصرف، بیشتر می‌سازد [۷].

۱.۲. مواد

در این تحقیق از نمونه‌های چرم بزی و گاوی تکمیل شده به ضخامت ۱/۵ میلی‌متر، بدون روغن‌زنی و بدون رنگ‌رزی از کارخانه چرم وطن واقع در چرم‌شهر ورامین استفاده شد.

نانو ذرات نقره با سایز ۱۰ nm و غلظت ۰/۱ mg/ml از شرکت نانو استار، روغن چرم‌سازی از کارخانه‌ی چرم وطن، روغن زیتون از شرکت البرزگستر و باکتری با مشخصات جدول ۱ از پژوهشکده‌ی بوعلی مشهد تهیه شده است.

جدول ۱. باکتری‌های استفاده شده برای تست آنتی‌باکتریالی

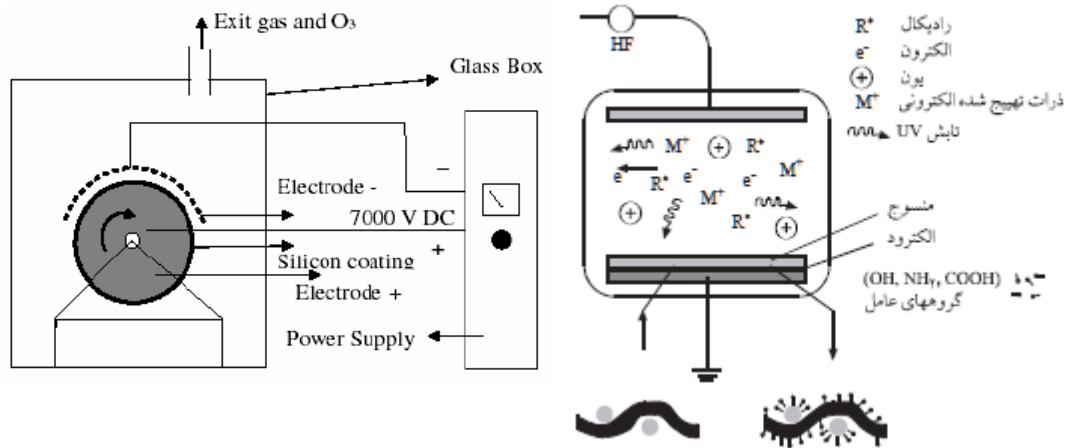
ATCC 8739, PTCC1330, CIP 53.126	اشرشیا کلی Escherichia coli
,DSM 1576, NBRC 3972, NCIB 8545	
53.156, ATCC 6538p, PTCC 1330, CIP ³	استافیلوکوکوس اورئوس Staphylococcus aureus
GCMC ⁴ 346, NBRC ⁵ 12732, NCIB ⁶ 8625	

۲.۲. دستگاه‌ها

دستگاه کرونا از شرکت الکتریک صنعت آزاد ساخت ایران، مطابق شکل ۱، دستگاه جذب اتمی مدل AA-۲۰ از کشور استرالیا، دستگاه XR-D مدل ۱۹۹۲ از شرکت فیلیپس ساخت کشور هلند (کاتد آن از جنس مس و آند آن از جنس تنگستن است) و دستگاه FT-IR مدل ۷۰ ERTEX از شرکت Brucker ساخت کشور آلمان و میکروسکوپ الکترونی (TEM) انتقالی میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) استفاده شد.

شکل ۲ نمای دستگاه کرونا مورد استفاده در این تحقیق را نشان می‌دهد. جریان متناوب ۲۲۰ ولت شهری توسط یک ترانسفورماتور، به جریان DC تبدیل می‌شود. سپس توسط یک ترانس افزایشنده ولتاژ DC، اختلاف دو سر الکتروود به ۷۰۰۰ ولت می‌رسد. ولتاژ، سرعت خطی عبور و تعداد پاساژ (دور) در این دستگاه متغییر است. غلطک بزرگ فولادی متحرک به قطر ۱۲/۸ سانتی‌متر، دارای پوشش سیلیکونی به ضخامت ۱/۲ سانتی‌متر به عنوان الکتروود مثبت و صفحه شیاردار بالایی از جنس آلومینیوم با عمق شیار ۰/۸ سانتی‌متر و گام شیار ۰/۷ سانتی‌متر، برای الکتروود منفی در نظر گرفته شده است. سطح زیر تابش

در هر پاساژ ۲۵×۱۷ سانتی متر مربع طراحی شده است. غلطک و ترانس و الکترودها در یک محفظه‌ی مکعبی از طلق پوشیده شده و دارای خروجی مکش گازهای فعال شده حاصل از فرآیند کرونا می‌باشد.



شکل ۱. طرح کلی فرایند تخلیه الکتریکی کرونا [۹] شکل ۲. نمای انتقال حرکت دستگاه کرونا برای فیلم و پارچه و چرم

۳. روش کار

در این تحقیق، برای افزایش خاصیت آنتی‌باکتریالی در چرم‌های مورد استفاده در کفش، از آغشته‌سازی دو نوع روغن زیتون و صنعتی با نانو ذرات نقره (به اندازه ۱۰ nm) با نسبت‌های ۳۰:۷۰، ۵۰:۵۰ و ۶۰:۴۰ روی چرم‌های گاوی و بزگی کرونا شده و نشده استفاده شد. در این بررسی، طی روش‌های زیر از دستگاه کرونا، استفاده شده است.

۱.۳. تخلیه‌ی بار الکتریکی کرونا روی چرم

نمونه‌های چرم گاوی و بزگی به صورت جداگانه برای تمامی روش‌ها روی غلطک سیلیکونی متصل شده و فاصله آن با الکتروده منفی ۰/۳ سانتی متر در نظر گرفته شد. اختلاف ولتاژ تخلیه‌ی الکتریکی کرونا در تمامی روش‌ها ۷۰۰۰ ولت و سرعت خطی ۲ متر در دقیقه در نظر گرفته شده است. برای جلوگیری از بوی نامطبوع ناشی از عملیات کرونا این عمل زیر هود آزمایشگاهی با مکش بسیار قوی انجام شده است. در روش اول: نمونه‌ها به تعداد ۳۰ دور توسط کرونا فرآوری می‌شود. سپس سطح نمونه‌های فرآوری شده با مخلوط روغن و نانو ذرات نقره با نسبت‌های ۳۰:۷۰، ۵۰:۵۰ و ۶۰:۴۰ آغشته و در دمای اتاق خشک شدند. در روش دوم نمونه‌ها توسط کرونا به تعداد ۳۰ دور فرآوری شدند، آن‌گاه سطح نمونه‌ها با مخلوط روغن و نانو ذرات نقره با نسبت‌های ۳۰:۷۰، ۵۰:۵۰ و ۶۰:۴۰ آغشته و مجدداً نمونه‌ها تحت عملیات کرونا به تعداد ۱۰ دور قرار گرفته و

سپس خشک شدند. در روش سوم: نمونه‌ها با مخلوط روغن و نانو ذرات اکسید نقره با نسبت‌های ۷۰:۳۰، ۵۰:۵۰ و ۴۰:۶۰ آغشته و سپس تحت عملیات کرونا به تعداد ۳۰ دور فرآوری شدند. برای هر سه روش روی دو سطح صاف و پرزدار چرم عمل آغشته‌سازی و فرآوری با کرونا صورت گرفت. همچنین در این تحقیق روغن زیتون و روغن مخصوص چرم‌سازی به طور جداگانه در فرآیند آغشته‌سازی مورد مصرف قرار گرفت.

۲.۳. اندازه‌گیری جذب اتمی

ابتدا وزن مشخصی از نمونه‌هایی که قبلاً در دسیکاتور قرار گرفته بودند تعیین و سپس به آن حرارت داده می‌شود. حرارت دادن نمونه‌ها تا زمانی ادامه می‌یابد که شروع به سوختن نماید. آنگاه نمونه‌ی مورد نظر در حلال به حجم رسانده و میزان نقره آزاد شده در آب اندازه‌گیری می‌شود. جهت اطمینان از نتایج حاصل از اندازه‌گیری جذب اتمی هر نمونه ۳ بار تکرار شد.

۳.۳. اندازه‌گیری ذرات با میکروسکوپ الکترونی انتقالی (TEM)

در این روش اندازه و توزیع نانو ذرات نقره در محلول کلوئیدی توسط میکروسکوپ الکترونی انتقالی تعیین شد (شکل ۳).



شکل ۳. تصویر TEM محلول کلوئیدی نانو ذرات نقره

۴.۳. اندازه‌گیری طیف X-RD

طیف XRD از نمونه‌های چرمی فرآوری شده و نشده با کرونا با استفاده از پرتو Cu-W مجهز به سیستم تحلیل رایانه ای برای انجام عملیات به صورت اتوماتیک، با گام 0.02° درجه، برای 2θ 10° تا 70° استفاده شد. شکل ۴ و ۵، نمودارهای XRD را نشان می‌دهند.

۴.۳.۵. اندازه‌گیری طیف FT-IR

نمونه‌های چرمی فرآوری شده و نشده که توسط دو نوع روغن با نسبت‌های مختلف با نانو ذرات نقره آغشته شده بودند، بعد از رطوبت‌گیری در دسیکاتور توسط نمونه‌گیری و مخلوط آن با KBr به قرص تبدیل شده و طیف آن‌ها در شرایط یکسان گرفته شد.

۴.۳.۶. سنجش میکروبی

برای اندازه‌گیری میزان فعالیت ضد میکروبی نمونه‌های چرم فرآوری شده و نشده با کرونا با روش استاندارد ملی ایران به شماره ۱۰۹۰۰ با ۵ بار تکرارپذیری استفاده شد. نتایج در دو مرحله با شمارش تعداد کلنی‌ها و تبدیل آن به درصد رشد تعیین شد [۸].

نمونه‌های فرآوری شده به اندازه 2×1 سانتی‌متر مربع توسط اتانول ۷۰٪ به مدت ۲۰ دقیقه استریل شده، آن‌گاه سوسپانسیون Mcfarland 0.5 از باکتری E.Coli و Staphylococcus aureus تهیه و غلظت نهایی به $10^3 \times 1/3$ (حاوی محیط کشت مولر هینتون و باکتری) رسانده شد. نمونه‌ها را به صورت جداگانه در لوله‌های آزمایش قرار داده و ۱ ml سوسپانسیون به آن اضافه کرده و لوله‌های آزمایش در بسته را در درون انکوباتور به مدت ۲۴ ساعت عمل‌آوری شد. سپس ۱۰ μ l از سوسپانسیون عمل‌آوری شده را بر روی محیط کشت مولر هینتون - آگار اضافه کردیم. پلیت‌های تهیه شده به مدت ۲۴ ساعت در انکوباتور ماندند و در انتها درصد آنتی‌باکتری را بر حسب مقایسه تعداد کلنی ایجاد شده در آزمایش‌های مختلف با پنج بار تکرار تخمین زده شد [۸].

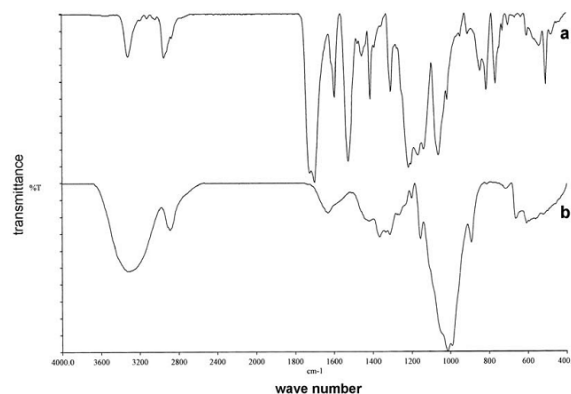
۴.۴. مباحث و نتایج

دستگاه جذب اتمی نشان‌دهنده‌ی وجود ذرات نقره بر روی چرم فرآوری شده و نشده توسط کرونا می‌باشد. میزان نانو ذرات در روش دوم نسبت به روش اول و سوم در نمونه‌های فرآوری شده بیشتر نشان داده شده است. آزمایشات نشان می‌دهد که، نانوذرات نقره با روغن زیتون بیشترین تمایل ماندگاری در نمونه‌ها را داشته است. با توجه به جدول شماره ۲ و شکل های

۸ و ۹ از میان نسبت‌های یاد شده، نسبت ۴۰:۶۰ دارای مقدار ppm بالاتری از نانو ذرات نقره بوده و در نتیجه خواص آنتی‌باکتریال آن بیشتر از بقیه نمونه‌ها می‌باشد. آزمایش‌ها نشان می‌دهند در کلیه روش‌ها، نسبت‌ها و روغن‌های مصرف شده میزان نانو ذرات نقره در چرم بزی بیشتر از چرم گاوی بوده است.

در روش XRD می‌توان در شرایط خاص اندازه ذرات نانومتری را تعیین کرد. مطابق شکل ۵ طیف XRD حاصل از چرم فرآوری کرونا شده با کرونا و آغشته شده با روغن- نانو ذرات نقره، نشان‌دهنده وجود ذرات نانو نقره با اندازه ۱۰ nm می‌باشند. با مقایسه شکل های ۵ و ۶ مشاهده می‌شود در $\text{Diffraction angle} = 33^\circ$ طیفی مبنی بر حضور نانوذرات نقره به وجود آمده است، در صورتی که در شکل ۶ چنین پیکی مشاهده نمی‌شود.

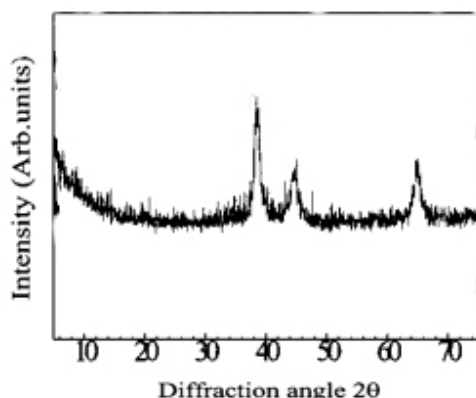
نتایج FT-IR نشان می‌دهد که در شکل ۴، نمونه b در نمونه‌های چرم کرونا شده، تغییر گروه‌های عاملی رخ داده است. همچنین چرم فرآوری شده با کرونا دارای طیف‌های متعددی در ناحیه ۱۷۳۰-۱۷۰۰، کششی و پهن؛ در ناحیه ۱۶۴۰-۱۵۵۰، N-H خمشی برای آمیدهای نوع اول و دوم و در ناحیه ۱۳۵۰-۱۰۰۰ C-N کششی مشاهده می‌شود. در ناحیه ۷۵۰ در شکل ۴ نمونه a نیز حضور نانو ذرات نقره مشاهده شده است، در حالی که در شکل ۴ نمونه b چنین پیکی در این ناحیه مشخص مشاهده نمی‌شود.



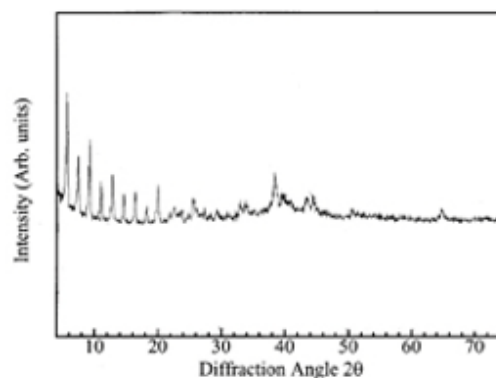
شکل ۴. جذب FT-IR از تراشه‌های چرم (a) نمونه‌ی چرمی کرونا شده (b) نمونه‌ی چرمی خام

جدول ۲. میزان نقره به دست آمده بعد از عملیات کرونا در چرم‌های بزی و گاوی و با نسبت‌های وزنی متفاوت روغن و نقره

میزان نقره در چرم 0.01*(ppm)	درصد روغن: Ag	روغن	نمونه‌ها	میزان نقره در چرم 0.01*(ppm)	درصد روغن: Ag	روغن	نمونه‌ها
۰/۰۷	۳۰:۷۰	روغن	سطح صاف	۰/۰۱۵	۳۰:۷۰	روغن	سطح صاف
۰/۰۲۵	۵۰:۵۰	صنعتی		۰/۰۴۱	۵۰:۵۰	صنعتی	
۰/۰۵۹	۶۰:۴۰		سطح صاف	۰/۰۷۴	۶۰:۴۰		سطح صاف
۰/۰۲۱	۳۰:۷۰	روغن		۰/۰۱۶	۳۰:۷۰	روغن زیتون	
۰/۰۶۱	۵۰:۵۰	زیتون	چرم بزی	۰/۰۷۳	۵۰:۵۰		چرم بزی
۰/۰۹۳	۶۰:۴۰			۰/۰۹۲	۶۰:۴۰		
۰/۰۶۵	۳۰:۷۰	روغن	سطح پرزدار	۰/۰۱۸	۳۰:۷۰	روغن	سطح پرزدار
۰/۰۳۹	۵۰:۵۰	صنعتی		۰/۰۴۳	۵۰:۵۰	صنعتی	
۰/۰۶۳	۶۰:۴۰		سطح پرزدار	۰/۰۷۹	۶۰:۴۰		سطح پرزدار
۰/۰۱۲	۳۰:۷۰	روغن		۰/۰۲۸	۳۰:۷۰	روغن زیتون	
۰/۰۴۲	۵۰:۵۰	زیتون	چرم گاوی	۰/۰۷۷	۵۰:۵۰		چرم گاوی
۰/۰۷۲	۶۰:۴۰			۰/۰۹۶	۶۰:۴۰		
۰/۰۵	۳۰:۷۰	روغن	سطح صاف	۰/۰۱	۳۰:۷۰	روغن	سطح صاف
۰/۰۲۲	۵۰:۵۰	صنعتی		۰/۰۳۶	۵۰:۵۰	صنعتی	
۰/۰۵۴	۶۰:۴۰		سطح صاف	۰/۰۷۳	۶۰:۴۰		سطح صاف
۰/۰۱۹	۳۰:۷۰	روغن		۰/۰۱۴	۳۰:۷۰	روغن زیتون	
۰/۰۵۶	۵۰:۵۰	زیتون	سطح پرزدار	۰/۰۷۱	۵۰:۵۰		سطح پرزدار
۰/۰۹۱	۶۰:۴۰			۰/۰۸۹	۶۰:۴۰		
۰/۰۶	۳۰:۷۰	روغن	سطح پرزدار	۰/۰۱۴	۳۰:۷۰	روغن	سطح پرزدار
۰/۰۳۴	۵۰:۵۰	صنعتی		۰/۰۴۲	۵۰:۵۰	صنعتی	
۰/۰۶۱	۶۰:۴۰		سطح پرزدار	۰/۰۷۴	۶۰:۴۰		سطح پرزدار
۰/۰۹	۳۰:۷۰	روغن		۰/۰۲۳	۳۰:۷۰	روغن زیتون	
۰/۰۴۱	۵۰:۵۰	زیتون		۰/۰۷۲	۵۰:۵۰		
۰/۰۷۸	۶۰:۴۰			۰/۰۹۵	۶۰:۴۰		



شکل ۶. جذب X-Rd از نمونه‌ی چرم خام



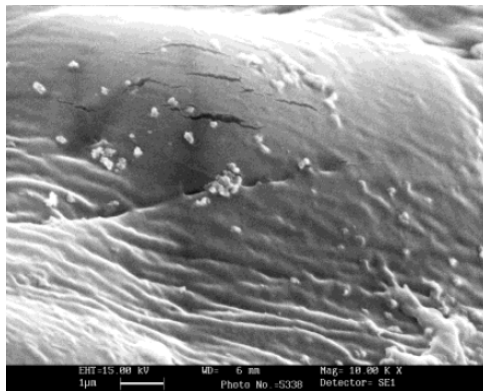
شکل ۵. جذب X-Rd از نمونه‌ی چرمی کرونا شده

۱.۴. مشاهده‌ی تصاویر SEM

فرآوری نمونه‌ها توسط کرونا تأثیر بسیار چشم‌گیری بر روی مورفولوژی و ریزساختارهای آن داشته است. این تغییرات با میکروسکوپ SEM کاملاً قابل مشاهده می‌باشد. در شکل ۷ مورفولوژی چرم خام و عمل‌آوری شده نشان داده شده است. نتایج به دست آمده از تصویر SEM نشان می‌دهد که با افزایش تعداد پاساژهای فرآوری توسط کرونا، تراکم شیارها و حفره‌های ایجاد شده بر روی سطح افزایش می‌یابد، که دلیل آن را می‌توان فرسایش سطحی حاصل از بمباران سطح چرم با ذرات شیمیایی یونیزه شده موجود در پلاسمای هوا عنوان نمود [۱۲].

۲.۴. خواص آنتی‌باکتریالی

آزمایشات میکروبی انجام شده بر روی نمونه‌های کرونا شده و نشده به روش استاندارد ۱۰۹۰۰، بیان‌گر افزایش خاصیت آنتی‌باکتریالی در چرم تحت عملیات کرونا است. عملیات کرونا بر روی چرم سبب ایجاد خوردگی سطوح و متخلخل شدن آن می‌شود، ضمن آنکه موجب افزایش جذب رطوبت و تنفس در چرم می‌شود، که طی این فرآیند به واسطه‌ی نشست فلزات موجود در آغشته‌سازی در ابعاد نانومتر بر روی سطح چرم، ایجاد خاصیت آنتی‌باکتریال را به دنبال دارد. این نتایج در جدول شماره ۳ و شکل‌های ۸ و ۹ نشان داده شده است. چرم‌های کرونا شده آغشته به روغن زیتون و نانو ذرات نقره خواص آنتی‌باکتریالی بیشتری را نسبت به روغن چرم‌سازی از خود نشان دادند. همچنین طبق استانداردهای موجود در رابطه با خواص آنتی‌باکتریالی روی مواد پلیمری، باکتری‌های حامل تولید بوی نامطبوع نیز از این طریق از بین رفته‌اند [۹-۷].

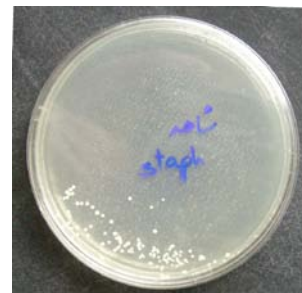


شکل ۷. میکروگراف SEM چرم خام و چرم فرآوری شده با

کرونا



a)



b)

شکل ۸. کشت میکروبی نمونه‌ی چرم بزی کرونا نشده در حضور دو باکتری a) Ecoli و b) Staphylococcuse



a)



b)

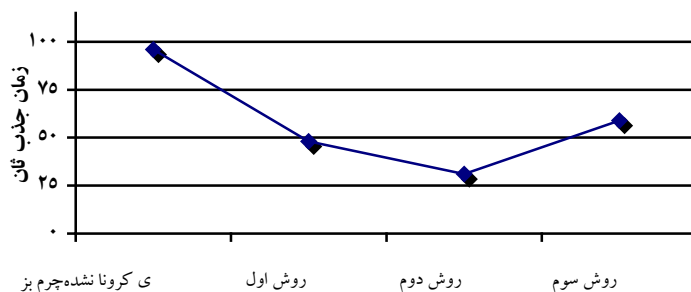
شکل ۹. کشت میکروبی نمونه‌ی چرم بزی کرونا شده در حضور دو باکتری a) Ecoli و b) Staphylococcuse

جدول ۳. تاثیر فرآوری و نسبت نانوذرات به روغن در خواص آنتی‌باکتریالی بر نمونه‌های چرم بزی

نمونه	روش فرآوری	نسبت روغن به نانو ذرات نقره	استافیلوکوکوس اورئوس	جلوگیری رشد باکتری در بستر اشرشیاکلی
چرم بزی	کرونا نشده	۱۰۰:۰۰	٪۴۲/۴	٪۲۷/۲
چرم بزی	۳۰ دور کرونا- آغشته سازی- ۱۰ دور کرونا- خشک کردن	۳۰:۷۰	٪۸۶/۵	٪۸۴/۲
چرم بزی	۳۰ دور کرونا- آغشته سازی- ۱۰ دور کرونا- خشک کردن	۵۰:۵۰	٪۹۴/۳	٪۹۳/۷
چرم بزی	۳۰ دور کرونا- آغشته سازی- ۱۰ دور کرونا- خشک کردن	۶۰:۴۰	٪۹۷/۳	٪۹۵/۴

۳،۴. تأثیر فرآوری کرونا بر میزان رطوبت‌پذیری

تأثیر فرآیند فرآوری کرونا روی نمونه‌ها به خوبی در شکل ۱۰ قابل مشاهده می‌باشد. بنابراین با افزایش تعداد دور کرونا میزان آبدوستی سطح نمونه‌ها نیز افزایش خواهد یافت. دلیل بروز چنین پدیده‌ای را می‌توان از هم‌گسیختگی پیوندهای بین ماکرومولکولی به دلیل برخورد ذرات پر گازی یونیزه شده به سطح نمونه‌ها عنوان نمود [۱۱-۱۳]. از طرف دیگر افزایش رطوبت‌پذیری را می‌توان به وجود ترکیبات قطبی آزاد روی سطح نسبت داد. زیرا این ترکیبات می‌توانند با مواد آبدوست و گروه‌های کربوکسیل و هیدروکسیل واکنش داده و موجب افزایش رطوبت‌پذیری در مواد پلیمری شوند [۱۴ و ۱۲].



شکل ۱۰. میزان رطوبت‌پذیری نمونه چرم بزی فرآوری شده و نشده (روش اول: ۳۰ دور کرونا- آغشته‌سازی- خشک کردن، روش دوم: ۳۰ دور کرونا- آغشته‌سازی- ۱۰ دور کرونا- خشک کردن و روش سوم: آغشته‌سازی- ۳۰ دور کرونا- خشک کردن)

۵. نتیجه گیری

درصد میزان نقره در روش ۳۰ دور فرآوری توسط کرونا و سپس آغشته سازی توسط مخلوط روغن و نانو ذرات نقره بیشتر از روش های دیگر بوده که به نظر می رسد به خاطر ایجاد بیشتر تخلخل سطح چرم و افزایش گروه های عاملی شیمیایی هیدروفیلیک می باشد. درصد افزایش نانو ذرات نقره در چرم بزی بیشتر از چرم گاوی بوده است، که به نظر می رسد زنجیره های پلیپتیدی بیشتر در چرم بزی، آمادگی نگهداری نانو ذرات نقره را بیشتر از چرم گاوی دارند. اگر چه اثربخشی فرآوری کرونا در چرم بزی نیز بیشتر از چرم گاوی بوده است. از این رو خواص آنتی باکتری چرم بزی که به روش دوم توسط کرونا فرآوری شده است به میزان ۹۷/۳٪ باکتری استافیلوکوکوس اورئوس و ۹۵/۴٪ باکتری اشرشیاکلی را از بین برده اند. با بررسی به عمل آمده توسط استاندارد ۱۰۹۰۰ هر پلیمری که دو باکتری نام برده را از بین ببرد، می تواند باکتری های مولد بوی عرق پا که شامل کورینه باکتری ها، استافیلوکوکوس اپیدرمایدیس یا باسیلوس سوبتیلیس هستند را از بین ببرد. چرم فرآوری شده توسط کرونا که حامل درصد ۴۰:۶۰ روغن - ذرات نانو نقره باشد، چرمی مقاوم تر در مقابل باکتری های آزمایش شده است.

۶. منابع

- [1] S.T. Chang, D.K. Arora, K.G. Mukerji, E.H. Marh., " Cultivated mushrooms, Handbook of Applied Mycology III. Inc"., New York., pp. 221-240., 1991.
- [2] T.L Mader, AZ. Tempe., "Heat stress effects on feedlot cattle and mitigation strategies. In: 22nd Annual Southwest Nutrition & Management"., Mgr, New York., USA., 2007.
- [3] J. Fournaud, R. Lauret., " Influence of ozone on the surface microbial flora of beef during refrigeration and thawing" ., Tecnologia Alimentaria., 1972.
- [4] AJ. Boulton, L. Vileikyte, G. Ragnarson-Tennvall., J. Apelqvist., " The global burden of diabetic foot disease" ., Wola., 2005.
- [5] F. Crawford, R. Hart, S. Bell-Syer, D. Torgerson, P. Young, I. Russel., Athlete's foot and fungally infected toenails., Text BMJ., Vol 11., pp. 548-561 ., 2001.
- [6] CA. Widrow, SM. Kellie, BR. Saltzman, U. Mathur-Wagh., Text. Cel., Vol 18., pp. 157-164., 1991.
- [7] E. Yousefzade., " Fundamentals of Industrial Leather Producing & Finishing" ., Rasa., 1386.
- [8] IRAN Standard 10900.

-
- [9] IRAN Standard 10504 and EM 1040.
- [10] R.Rajamaran , S.Poorneswari, S.Bangaruswamy, JB.Rao, M.Santappa., *Text.Sci.*, Vol **32.**, pp.394–399., 1978.
- [11] P.Valipour, H.A.Bagheri., "Improvement of Polypropylene Fabric Dye Ability With Disperse Dye by Corona Plasma Discharge Treatment"., *International Fiber Conference 2006.*, Seoul., Korea., May 30 - June 3., 2006.
- [12] V.Uwe., "Glow Discharge Treatment for the Modification Of Technical Textile- An Innovation Technology with Increasing Mark Potential, Lecture Hold at Tech Textile"., Zpgh., Francfort., 1997.
- [13] A.A.Aal, L.Maleknia, A.Talebian, M.Shahvazian., "Effect of Corona Discharge on Surface of Leather"., *4th International Textile, Clothing & Design Conference - Magic World of Textiles.*, October 05- 08., 2008.
- [14] Sh.Nourbakhsh , M.E Yazdanshenas, M.Ghorannevis, F.M.Mazaheri., *Polymer technology Journal.*, Vol.**63.**, pp.63-72., 2006.