
کنترل آلودگی میکروبی و بوی نامطبوع جوراب فوتبالیست ها

دکتر علی اشجاران^{۱*}، دکتر مهرداد حاجیلاری^۲، مهندس عیسی زبیدی^۳

ص.ص: ۱۲۰-۱۰۲

تاریخ دریافت: ۹۴/۹/۱۹

تاریخ تصویب: ۹۵/۵/۲۸

چکیده

جوراب فوتبالیست ها به دلیل اینکه طی مدت زمان طولانی داخل کفش هستند و همچنین به خاطر تعرق پا، شرایط درونی کفش و شاید حتی فاصله زمانی طولانی شستشوی آنها و رعایت نکردن درست مسائل بهداشتی به عنوان بستری مناسب برای گسترش عفونت میکروبی، آرژی و ایجاد بوی نامطبوع شناخته می شوند. در این پژوهش با استفاده از آزمایش های میکروب شناسی، باکتری ها و قارچ های رشد یافته بر روی جامعه هدفی از جوراب های فوتبالیست ها شناسایی شدند. سپس اثر ضد میکروبی زاکروبیال را به عنوان یک ماده ضد میکروبی متداول و بی ضرر با غلظت های مختلف بر روی میکروب های شناسایی شده آزمایش کردیم و پس از تکمیل جوراب ها با زاکروبیال، به بررسی اثر آن بر توقف و کاهش رشد میکروب ها و بوی نامطبوع جوراب ها پرداختیم؛ همچنین اثر ماده ضد میکروبی به کار رفته بر روی خصوصیات مکانیکی و مورفولوژیک نخ های مصرفی در ساختار جوراب ها را نیز مورد اندازه گیری قرار دادیم. نتایج آزمایش ها حاکی از حضور ۶ باکتری و ۲ نوع قارچ مضر بر روی جوراب ها بود. زمان ماندگاری و بازدارندگی تکمیل ضد میکروبی صورت گرفته بر روی جوراب ها تا ۲۴۲ ساعت پس از استفاده تمرین های ورزشی فوتبالیست ها گزارش شد. تعداد باکتری های رشد یافته و بوی نامطبوع متصاعد شده بر روی جوراب های تکمیل شده در مقایسه با نمونه های تکمیل نشده به طور قابل ملاحظه ای کاهش یافت. ماده ضد میکروبی مصرفی در تکمیل جوراب ها نه تنها بر خواص مکانیکی آنها اثر سوء نداشت، بلکه مشاهدات از طریق حس لمسی از بهبود زیر دستی و ایجاد نرمی برای پارچه جوراب ها حکایت می کرد.

واژه های کلیدی: تکمیل ضد میکروبی، جوراب فوتبالیست ها، زاکروبیال، هاله عدم رشد، میکروارگانیزم

۱ استادیار و عضو هیئت علمی و باشگاه پژوهشگران جوان و نخبگان دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهری

*نویسنده مسئول: A.ashjaran@gmail.com

۲ استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهری

۳ استادیار و عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهری

آلودگی های میکروبی همواره برای موجودات زنده و غیره زنده خطرناک هستند و باعث بروز مشکلات زیستی و سلامتی برای محیط و مصرف کننده می شوند (چن و همکاران، ۲۰۰۷) منسوجات، ملموس ترین کالاهایی هستند که به واسطه ارتباط نزدیک و مستقیمشان با مصرف کننده برای جذب آلودگی های میکروبی و انتقال آن به مصرف کننده پتانسیل بالایی دارند (گاؤ و کرنستون، ۲۰۰۸؛ لی و همکاران، ۲۰۰۷)

در بسیاری از مطالعات که درباره میکروارگانیسم ها متداول موجود بر روی منسوجاتی همچون؛ لباس های فرم، جوراب ها، پرده، گرمکن های ورزشی، کلاه، لباس های زیر و ... انجام گرفته، ثابت شده که بیشتر میکروارگانیسم های فعال بر روی منسوجات از زیر مجموعه باکتری ها و قارچ ها هستند که با فعالیت این میکروارگانیسم ها در محیط های گرم و مرطوب، زمینه برای گسترش عفونت و ایجاد مولکول های فراری چون دی کربوکسیلیک، اسیدهای آلی و آلدئیدها (که عامل بوی بد هستند) فراهم می آید (چن و همکاران؛ گوپتا و لاهر، ۲۰۰۷؛ لی و جنونگ، ۲۰۰۵)

در میان منسوجات، جوراب ها به خاطر تماس مستقیم با انسان و شرایط پیرامونی، برای رشد و نمو میکروارگانیسم ها استعداد بیشتری دارند و به عنوان بستری مناسب برای انتشار بوی نامطبوع به شمار می روند (اشجاران و همکاران، ۲۰۰۸)

در سال های اخیر ارتقای آگاهی مصرف کنندگان از سطوح بهداشتی در زمینه مصارف لباس ها و جوراب ها و افزایش تقاضا برای استفاده از مواد ضد میکروبی با خصوصیات زیست سازگار با هدف انجام تکمیل های ضد میکروبی بر روی منسوجات (بوئزه البسه ورزشی و جوراب ها) توجه تولیدکنندگان مواد شیمیایی را به تولید مواد ضد میکروبی با بالاترین اثر ماندگاری و کمترین خاصیت سمیت معطوف کرده است (وایت و همکاران،

۱ تکمیل: در صنعت نساجی مجموعه عملیات و مراحل انجام شده بر روی پارچه با هدف بالا بردن کیفیت و مرغوبیت آن تکمیل کالای نساجی گویند.

۲۰۰۶؛ ناکشیمما و همکاران، ۲۰۰۱) با ایجاد شرایط خاص برای میکروارگانیسم های زیانبار از جمله؛ روش های تکمیل ضد میکروبی می توان امکان فعالیت و رشد آنها را متوقف کرد و یا به حداقل رساند که در این صورت نه تنها سلامت مصرف کننده تضمین می شود، بلکه سلامت و طول عمر مفید کالای نساجی را نیز به همراه دارد و بوی نامطبوع ناشی از رشد و فعالیت میکروارگانیسم ها را نیز متوقف یا کنترل می کند (هانگ و یانگ، ۲۰۰۵، آناند و همکاران، ۲۰۰۶)

امروزه مواد ضد میکروبی بسیاری برای تکمیل البسه ورزشی و جوراب ها به کار می رود که در میان آنها ترکیبات آمونیوم دار چهار ظرفیتی به لحاظ خصوصیات زیست محیطی و ماندگاری بر روی انواع مختلف منسوجات از جایگاه ویژه ای برخوردار است و جزو دسته دارویی آنتی سپتیک، گندزدا و بیوساید به شمار می رود (یونگ و همکاران، ۲۰۰۳؛ شیندلر و هاورز، ۲۰۰۴) در پژوهش حاضر از یک ماده ضد میکروبی به نام زاکروبیال (که از جمله ترکیبات آمونیوم دار چهار ظرفیتی است) برای تکمیل ضد میکروبی جوراب فوتبالیست ها استفاده شده است.

جوراب های ورزشی فوتبالیست ها که به دفعات بسیاری مورد استفاده قرار می گیرد، در برخی از موارد به دلیل فواصل طولانی زمان شستشو، رعایت نکردن صحیح مسائل بهداشتی و فراهم بودن شرایط مناسب برای فعالیت و رشد میکروارگانیسم های مضر، پتانسیل لازم و کافی برای رشد باکتری ها و قارچ ها را دارند به عنوان بستری مناسب برای گسترش عفونت میکروبی، آلرژی و ایجاد بوی نامطبوع به شمار می روند. گزارش ها نشان داده که بیماری های پوستی و قارچی ایجاد شده بر روی انگشتان پای ورزشکاران و بوی نامطبوع پای ایشان بویژه در بین فوتبالیست هایی که دوره های آموزشی و تمرینی طولانی مدت و بدون تعویض و یا شستشوی جوراب را پشت سر می گذارند، به شکل قابل توجهی شایع است. این مطالعه در پی شناسایی میکروب های رشد یافته بر روی جوراب های ورزشی و ارائه ماده مناسب ضد میکروبی و در جستجوی روشی برای تکمیل

ضد میکروبی جوراب های بازیکنان فوتبال با هدف کلی توقف، کاهش و به حداقل رساندن احتمال خطر انتقال میکروارگانیسم های بیماریزا از راه این منسوجات به محیط و سایر ورزشکاران با ماندگاری و بازدارندگی بالاست. همچنین در این پژوهش اثر تکمیل اعمال شده بر روی خصوصیات مورفولوژیک و مکانیکی جوراب های مصرفی مورد ارزیابی قرار می گیرد. این پژوهش نشان می دهد که زاکروبیال می تواند به شکل چشمگیری در کنترل و کاهش باکتری های زیانبار بر روی جوراب های فوتبالیست ها موثر باشد و باعث کاهش چشمگیر بوی نامطبوع متصاعد شده از جوراب ها شود؛ چرا که حضور و رشد میکروارگانیسم ها بر روی جوراب فوتبالیست ها می تواند باعث ایجاد آلودگی عفونی، حساسیت پوستی و بوی بد شود.

روش شناسی پژوهش

جوراب های ورزشی، تولید شرکت صنایع نساجی شهید کلاهدوز بود. جدول شماره یک مشخصات پارچه مصرفی در ساختار لباس های استفاده شده را نشان می دهد. محیط های کشت میکروبی و سویه های مورد نیاز از بانک میکروبی دانشکده میکروبیولوژی دانشگاه تهران تهیه شد. همه مواد شیمیایی مصرفی در آزمایش های ضد میکروبی و شناسایی باکتری ها، محصول شرکت مرک بودند.

جدول ۱: مشخصات جوراب های مصرفی فوتبالیست ها

مشخصات کالا	وزن در متر مربع (گرم)	نمره نخ (متریک)	نوع بافت	نوع جوراب
پنبه خالص	۵۰	۳۵	حلقوی	ساق بلند

زاکروبیال

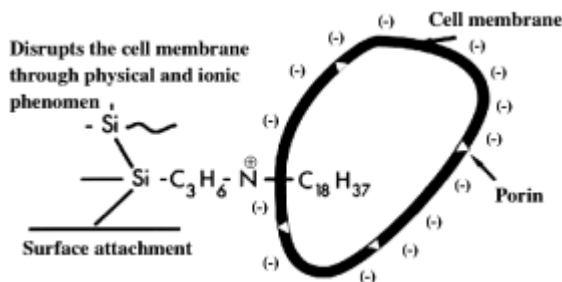
ترکیبات آمونیوم دار چهارظرفیتی خصوصیات ضد میکروبی دارند. (شیدلر و هاورز، ۲۰۰۴؛ شائو و همکاران، ۲۰۰۳) زاکروبیال نیز از ترکیبات چهارگانه آمونیوم است که در آب، الکل و آستن به خوبی حل می‌شود. این ماده به دلیل داشتن زنجیره های بلند کربنی در ساختار خود، دارای خواص نرم کنندگی نیز هست. (اشجاران و همکاران، ۲۰۰۷؛ هاوونگ و همکاران، ۲۰۰۴) این ترکیبات از جمله دسته داروی های آنتی سپتیک، گندزدا و بیوساید به شمار می روند (تاتسو و همکاران، ۱۹۸۹) این ماده دارای خاصیت ضد عفونی کنندگی سریع است و باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و بسیاری از ویروس ها، قارچها و مخمرها را نابود می کند. از این ماده در غلظت های پایین می توان به عنوان ضد عفونی کننده مناسب برای مصارف پزشکی نیز استفاده کرد (تاتسو و همکاران، ۱۹۸۹؛ گلور و همکاران، ۱۹۷۹)

ساختار و خصوصیات شیمیایی زاکروبیال در شکل ۱ نشان داده شده است. ماده ضد میکروبی مصرفی برای پژوهش حاضر محصول شرکت اسکلوپ بلژیک بود (باهگت و همکاران، ۱۹۸۵)

ساخت و کار (مکانیسم) اثر

زاکروبیال حتی در غلظت های بسیار پایین، قدرت باکتريو استاتیک و باکتريوسید دارد (اشجاران و همکاران، ۲۰۰۷؛ هانگ و همکاران، ۲۰۰۴) ساخت و کار فعالیت باکتری کشی و ضد میکروبی این ماده هنوز به طور کامل مشخص نشده و کاملاً ناشناخته است (مارپل و همکاران، ۲۰۰۳) این گونه به نظر می رسد که این قابلیت به دلیل به قدرت این ماده در جلوگیری از فعالیت بعضی از آنزیم های حیاتی باکتری ها و قارچ ها و همچنین آزادسازی محتویات داخل سلول میکروارگانیسم ها به محیط اطراف آن است. از سوی

دیگر، یون (Cl^-) موجود در مواد مذکور باعث شکسته شدن اتصال بین زنجیره‌های DNA یا RNA در ویروس‌ها و غیر فعال کردن آنها می‌شود (گلور و همکاران، ۱۹۷۹، تاتسو و همکاران، ۱۹۸۹)



شکل ۱: ساختار شیمیایی زاکروبیال

مراحل آزمایش‌ها:

بازیکنان فوتبال جوراب را پوشیدند.

تعداد ۵۰ فوتبالیست در این پژوهش شرکت کردند. طیف سنی آنان بین ۲۰ الی ۲۵ سال بود. پژوهش در فصل تابستان و در یکی از باشگاه‌های جنوب تهران انجام گرفت. جوراب فوتبالیست‌ها از جنس پنبه خالص بود. فوتبالیست‌ها جوراب‌ها را پس از شستشو و بخار دادن اولیه و پس از کسب اطمینان از فقدان میکروارگانیزم بر روی آنها به مدت پنج روز و در طی فعالیت‌های روزانه و تمرین‌های ورزشی پوشیدند. سپس جوراب‌ها از نظر وجود و رشد باکتری‌ها مورد ارزیابی قرار گرفتند.

برای شناسایی باکتری‌ها و قارچ‌های موجود بر روی جوراب‌ها با استفاده از روش غنی‌سازی شرایط رشد میکروارگانیزم‌ها فراهم‌سازی شد نظر به اینکه تنها در بعضی موارد می‌توان از روی خصوصیات مورفولوژیک باکتری و قارچ‌ها نوع آن را مشخص کرد؛ بنابراین به منظور شناسایی و جداکردن میکروب‌ها لازم است آنها را در محیط‌های مصنوعی کشت داد و

به بررسی خواص باکتریولوژیک آنها پرداخت (مارپل و همکاران، ۲۰۰۳) هرگاه بیشتر از یک میکروب در محیط کشت مشاهده شود، در این صورت لازم است آنها را از یکدیگر جدا کنیم و کشت خالص آنها را مورد مطالعه قرار دهیم (گلور و همکاران، ۱۹۷۹؛ جهانگیری و همکاران، ۲۰۱۲) برای این منظور از الیاف قسمت های مختلف جوراب ها (کف جوراب، سر انگشتان، پاشنه، روی جوراب، ساق و...) نمونه برداری شد. عمل غنی سازی در حمام های مغذی نظیر؛ تیوگلیکولات و نوترینت برات به منظور تقویت میکروارگانسیم های موجود، انجام گرفت و پس از ۲۴ ساعت، محلول حمام های موجود به روش Plating-out بر روی محیط های مغذی بلاداآگار، نوترینت آگار و EMB کشت داده شد. با فراهم کردن شرایط رشد (یعنی دمای ۳۷ درجه سانتیگراد و مدت زمان ۴۸ ساعت) این عملیات به مشاهده و رشد کلنی باکتری ها انجامید (اشجاران و همکاران، ۲۰۱۱)

جداسازی کلنی باکتری های رشد یافته و انجام دادن آزمایش های اختصاصی برای تعیین نوع و گونه باکتری ها:

در این مرحله، کلنی های موجود بر روی محیط های کشت به دقت و با کمک فیلدو پلاتین جداسازی شد و بر روی تک تک کلنی ها ۶ مرحله آزمایش و آزمون تخصصی باکتری شناسی انجام پذیرفت که این آزمایش ها؛ شامل، آزمون های رنگ آمیزی گرم، کاتالاز، اکسیداز، سیمون سیترات، اوره آز و TSI بودند (تاتسو و همکاران، ۱۹۸۹)

اثر مهارکنندگی زاکروبیال بر روی میکروارگانسیم های شناسایی شده

اثر مهارکنندگی رشد میکروب ها جدا شده از الیاف به کمک زاکروبیال و به روش حفره در پلیت با غلظت های ۱/۱۰۰، ۱/۵۰۰، ۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ (حجمی/حجمی) و در فواصل زمانی ۱۲، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶، ۱۲۴، ۱۴۸، ۱۷۲، ۱۹۶، ۲۲۰، ۲۴۴، ۲۶۸ ساعت پس از مجاورت از نظر ایجاد هاله عدم رشد بررسی شدند و نتایج مثبت (هاله عدم رشد) برای ۳ بار تکرار شد و گزارش نتایج در متوسط مدت زمان ۱۲۰ ساعت برای اندازه گیری

میزان هاله عدم رشد گزارش گرفت (لی و جئونگ، ۲۰۰۵) نتایج نشان داد که زاکروبیال ماندگاری و اثر گذاری مناسبی بر روی باکتری ها و قارچ های شناسایی شده به همراه داشت.

اثر مهارکنندگی الیاف تکمیل شده با زاکروبیال در حضور میکروارگانیسم های خالص شناسایی شده برای این مرحله از آزمایش، از روش رقت های ترتیبی زاکروبیال استفاده شد. الیاف به کار رفته در جوراب ها به مدت ۱۰ دقیقه در محلول زاکروبیال ۵۰٪ (۷/۷) با غلظت های ۱/۱۰۰، ۱/۵۰۰، ۱/۱۰۰۰، ۱/۲۰۰۰ قرار گرفته و پس از خشک شدن و تبخیر حلال، الیاف در پلیت های حاوی میکروارگانیسم های خالص شناسایی شده جای گرفتند تا زمان حذف کامل هاله عدم رشد، عمل "پاساژ دادن" هر ۲۴ ساعت یک بار و در محیط خالص از همان میکروارگانیسم برای هر یک از تکمیل های انجام شده روی الیاف، تکرار شد (گوپتا و لاهر، ۲۰۰۷)

تکمیل جوراب بازیکنان فوتبال با استفاده از زاکروبیال پس از ارزیابی اثر گذاری و ماندگاری غلظت های مختلف محلول زاکروبیال، جوراب ها در محلول های ۱/۵۰۰ (۷/۷) از این ماده به مدت نیم ساعت غوطه ور و به روش تبخیر حلال و به حالت مسطح خشک شدند.

مقایسه میزان کاهش رشد میکروارگانیسم ها بر روی جوراب های تکمیل شده در مقایسه با مشابه تکمیل نشده فوتبالیست ها جوراب ها را پس از تکمیل ضد میکروبی به روش غوطه وری و تبخیر حلال مسطح، استفاده کردند و دوباره برای شناسایی میکروارگانیسم ها مراحل پیشین تکرار و نتایج حاصل از مهار کنندگی ماده ضد میکروبی در نمونه تکمیل شده با نتایج نمونه تکمیل نشده از نظر میزان کاهش تعداد کلنی های میکروارگانیسم ها بر روی محیط های کشت با استفاده از روش استاندارد AATCC100 و طبق فرمول ۱ مورد ارزیابی قرار گرفت.

$$\text{Reduction Rate (\%)} = \left(\frac{A-B}{A} \right) \times 100$$

فرمول (۱)

در این رابطه A تعداد باکتری ها پس از گذشت ۲۴ ساعت روی نمونه تکمیل نشده و B تعداد باکتری ها پس از گذشت همان زمان بر روی نمونه تکمیل شده است (وایت و همکاران، ۲۰۰۶)

اثر تکمیلی زاکروبیال بر روی خصوصیات مکانیکی نخ به کار رفته در جوراب

از آنجایی که مواد تکمیلی به کار رفته بر روی لباس ها و منسوجات نباید در طولانی مدت اثر مخربی بر ساختار و خصوصیات رنگی و فیزیکی آنها داشته باشد، لذا برای بررسی وجود یا عدم وجود اثر نامطلوب ماده مصرفی بر روی جوراب ها، نخ پنبه ای مصرفی در جوراب ها را به روش غوطه وری توسط زاکروبیال با غلظت (۱/۵۰۰) تکمیل کردند و پس از مدت یک ماه اثر این ماده را بر روی خصوصیات مکانیکی نخ طبق استاندارد ASTM D5035 با استفاده از دستگاه استحکام سنج اندازه گرفتند.

بررسی مورفولوژی و ریخته شناسی سطح جوراب تکمیل شده با زاکروبیال

میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM) ابزاری مناسب برای بررسی ریخته شناسی و شکل ظاهری اجسام است و به کمک تصاویر حاصل از این دستگاه می توان برخی از خصوصیات سطحی از جمله؛ ناهمواری ها و صافی را توجیه و تفسیر کرد. در این آزمایش نیز پس از تکمیل پارچه جوراب ها با زاکروبیال، اثر این تکمیل بر روی خصوصیات سطحی به کمک میکروسکوپ الکترونی پویشی و با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر مورد مشاهده قرار گرفت (هان و یانگ، ۲۰۰۵)

یافته های پژوهش

مطالعه حضور و رشد باکتری و قارچ بر روی جوارب بازیکنان فوتبال پس از تلقیح الیاف آنها به روش غنی سازی و انجام دادن شش مرحله آزمایش اختصاصی میکروب شناسی منجر به شناسایی ۶ نوع باکتری و ۲ نوع قارچ تا حد جنس و گونه شد؛ همچنین در این آزمایش شناسایی ۴ نوع قارچ از روی کلنی های رشد یافته انجام پذیرفت؛ ولی آزمایش های اختصاصی به منظور تعیین خصوصیات و نوع آنها صورت نگرفت. مشخصه های شیمیایی و عکس العمل باکتری ها در برابر آزمایش های میکروب شناسی در جدول ۲ نشان داده شده است. اثر ضد میکروبی زاکروبیال با غلظت های ۱/۱۰۰ ، ۱/۵۰۰ ، ۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ در برابر محیط های کشت خالص باکتری ها و قارچ ها از نظر نتایج مثبت آزمایش هاله عدم رشد برای سه بار تکرار شد. در متوسط زمان استاندارد ۱۲۰ ساعت، میزان هاله عدم رشد ایجاد شده مطابق جدول ۳ به دست آمد. حداقل میزان قطر هاله که ارزش ضد میکروبی برای گزارش داشته باشد، ۱۲ میلیمتر است. مشاهدات مربوط به آزمون هاله عدم رشد نشان داد که زاکروبیال ماندگاری و اثر گذاری مناسبی بر روی باکتری ها و قارچ های شناسایی شده به همراه دارد. اثر مهارکنندگی الیاف تکمیل شده با زاکروبیال در غلظت های ۱/۱۰۰ ، ۱/۵۰۰ ، ۱/۱۰۰۰ و ۱/۲۰۰۰ با روش پاساژ دادن تا زمان حذف کامل هاله عدم رشد میکروارگانیسم های خالص شناسایی شده در جدول ۴ نشان داد که الیاف تکمیل شده با غلظت های ۱/۱۰۰ ، ۱/۵۰۰، ماندگاری طولانی (تا یازده روز) را به همراه دارند.

مقایسه اثر ضد میکروبی جوارب های تکمیل شده با جوارب های تکمیل نشده از نظر کاهش رشد میکروب و بوی نامطبوع ایجاد شده در شرایط محیطی یکسان و مطابق با استاندارد، نشان داد که این تکمیل تا بالای ۹۰ درصد در کاهش رشد میکروب ها موثر بوده است. جدول ۵ نیز نتایج مقایسه ای کلنی های رشد یافته بر روی محیط های کشت خالص میکروب های شناسایی شده بر روی جوارب ها را در نمونه تکمیل شده و تکمیل

نشده نشان می دهد. آزمون اختلاف میانگین خصوصیات مکانیکی مربوط به نخ های جوراب های تکمیل شده با زاکروبیال که در ساختار جوراب ها استفاده شده بود با نخ های تکمیل نشده در سطح معنی دار بودن $\alpha = 0,05$ مطابق با جدول ۶ نشان داد که این ماده هیچ اثر نامطلوبی بر روی خصوصیات مکانیکی نخ نداشته است. همچنین مشاهدات سطح الیاف به کمک میکروسکوپ الکترونی پویشی (در شکل های ۲ و ۳) از صاف شدن سطح نخ با استفاده از زاکروبیال در کنار خاصیت ضد میکروبی آن حکایت دارد که این موضوع باعث نرم شدن جوراب بازیکنان فوتبال و راحتی پوشش این جوراب ها شده است.

جدول ۲: خصوصیات شیمیایی باکتری های شناسایی شده باکمک آزمون های شش گانه میکروب شناسی

ردیف	میکروارگانیزم	رنگ آمیزی گرم	کاتالاز	اکسیداز	سیترات	اوره آز	TSI
۱	اشرشیاکولی	بازسیل گرم منفی	+	-	-	-	Acid/Acid
۲	انتروباکتر	بازسیل گرم منفی	+	-	+	-	Acid/Acid
۳	استافیلوکوک ساپروفیتیکوس	کوکسی مثبت	+	*	-	-	*
۴	استافیلوکوک اپیدرمیس	کوکسی مثبت	+	-	-	-	*
۵	پسودوموناس	بازسیل گرم منفی	+	-	-	-	Alk/Alk
۶	باسیلوس	بازسیل گرم مثبت	+	±	-	-	Alk/Alk

* عدم دریافت عکس العمل توسط باکتری + اثر تغییر رنگ تیره مطابق استاندارد - اثر تغییر رنگ روشن مطابق استاندارد

جدول ۳: قطر هاله عدم رشد ایجاد شده توسط غلظت های مختلف زاگروبیال در مدت زمان

۱۲۰ ساعت بر روی میکروب ها بر حسب میلی متر

ردیف	غلظت نوع میکروب	۱/۱۰۰	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۲۰۰۰
۱	اشرشیاکولی	۱۸mm	۱۴mm	۱۲mm	۱۲
۲	آنتروباکتر	۱۷	۱۴	۱۲	۱۲
۳	استافیلوکوکوس	۱۶	۱۴	۱۲	۱۲
۴	استافیلوکوک اپیدرمیس	۱۶	۱۵	۱۲	۱۲
۵	پسودوموناس	۱۳	۱۳	۱۲	۱۲
۶	باسیلوس	۱۲	کمتر از ۱۲	۱۲	۱۲
۷	موکور	۱۵	۱۳	۱۲	۱۲
۸	فوزاریوم	۱۵	۱۴	۱۲	۱۲

جدول ۴: ماندگاری و بازدارندگی تکمیل ضد میکروبی الیاف به کار رفته در جوراب بازیکنان

فوتبال در برابر میکروارگانسیم های شناسایی شده بر حسب ساعت

ردیف	غلظت نوع میکروب	۱/۱۰۰	۱/۵۰۰	۱/۱۰۰۰	۱/۲۰۰۰
۱	اشرشیاکولی	۲۶۰	۱۶۵	۶۴	۳۱
۲	آنتروباکتر	۲۴۲	۱۶۷	۶۶	۲۹
۳	استافیلوکوکوس	۲۳۷	۹۳	۶۷	۳۱
۴	استافیلوکوک اپیدرمیس	۲۳۵	۹۰	۶۲	۳۰
۵	پسودوموناس	۱۶۹	۷۵	۲۴	*
۶	باسیلوس	۲۱۷	۵۱	*	*
۷	موکور	۲۱۱	۶۹	۳۵	۲۱
۸	فوزاریوم	۲۱۰	۶۷	۳۴	۲۰

* اثر ضد میکروبی مشاهده نشد

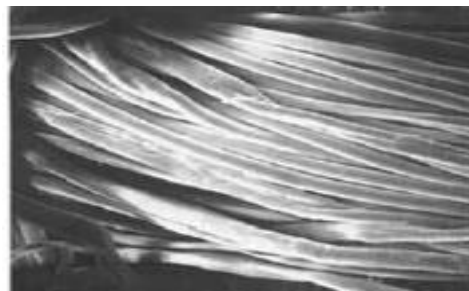
جدول ۵: مقایسه رشد میکروب های جدا شده از جوراب فوتبالیست ها در دو نمونه تکمیل

شده و نشده

درصد کاهش رشد باکتری	تعداد کلنی در نمونه تکمیل نشده CFU/cm^2	تعداد کلنی در نمونه تکمیل شده CFU/cm^2	نوع میکروارگانیسم
۶۸	۹/۴	۳	اشرشیاکولی
۸۰	۱۰	۲	آنتروباکتر
۸۸	۹/۴	۱/۱	استافیلوکوکوس
۸۸/۲	۱۷	۲	استافیلوکوک اپیدرمیس
۹۰	۱۰	۱	پسودوموناس
۸۸/۴	۱۳	۱/۵	باسیلوس
۹۰	۱۰	۱	موکور
۸۰	۱۰	۲	فوزاریوم

جدول ۶: اثر زاگروبیال بر روی خصوصیات مکانیکی نخ به کار رفته در جوراب بازیکنان فوتبال

خصوصیات مکانیکی	Elongation at break (%)	Work of rupture (N.m)	Initial modulus (cN/Text)	Tenacity (cN/Text)
نمونه تکمیل شده	۷/۲۳	۶/۹۵	۵۵۶/۹۸	۳۴/۶۶
CV	۳/۹۸	۲/۴۲	۱/۶۸	۲
نمونه تکمیل نشده	۶/۱۸	۶	۵۶۱/۵	۳۶/۲۳
CV	۲/۱۲	۱/۴۹	۲/۹۲	۱/۴۵



شکل ۳: مورفولوژی سطح نخ بکار رفته در جوراب فوتبالیست ها پس از تکمیل

شکل ۲: مورفولوژی سطح نخ بکار رفته در جوراب فوتبالیست ها قبل از تکمیل

بحث و نتیجه گیری

خصوصیات ذاتی جوراب های نخی بویژه جوراب ورزشکاران و بازیکنان فوتبال به دلیل تعرق پا و شرایط داخلی کفش و در برخی موارد به علت فاصله های طولانی شستشو و رعایت نکردن صحیح مسائل بهداشتی، می تواند زمینه یا بستری را برای رشد میکروارگانیسم ها خلق کند و یکی از راه های انتقال میکروب های بیمارزا و انتشار بوی نامطبوع به شمار آید.

مطالعات پیشین نشان داده بود که نمک های آمونیوم دار چهار ظرفیتی (به عنوان ماده ای ضد میکروبی) می توانند بر روی الیاف اکریلیک به کار رفته در فرش ماشینی یا برخی منسوجات اثر ضد میکروبی (با ماندگاری مناسبی) داشته باشد (۱۶). در این پژوهش نیز زاکروبیال نشان داد که دارای خصوصیات ضد میکروبی و ضد عفونی کنندگی سریع در برابر باکتری های گرم مثبت، گرم منفی و قارچ هاست و از جمله داروهای آنتی سپتیک، گندزدا و بیوساید به شمار می رود که حتی در غلظت های پایین دارای قدرت باکترواستاتیک و باکتریوسید است. آزمون های افتراقی نشان داد که ۶ باکتری و ۲ قارچ رشد یافته بر روی جوراب فوتبالیست ها جزو میکروب های زیانبار و خطرناک برای انسان هستند که باعث عفونت های پوستی و ایجاد بوی نامطبوع می شوند. الیاف تکمیل شده با زاکروبیال توانستند تا ۲۴۶ ساعت در برابر میکروب های خالص شناسایی شده در این پژوهش از خود اثر مهار کنندگی و بازدارندگی نشان دهند. همچنین جوراب های تکمیل شده بازیکنان فوتبال نیز تا ۹۰ درصد از رشد باکتری ها جلوگیری می کنند. بوی نامطبوع ایجاد شده در جوراب های تکمیل شده به طور کامل رفع و یا به شکل قابل توجهی کاهش یافت. آزمایش ها و محاسبه های آماری مربوط به اثر تکمیلی زاکروبیال بر روی خصوصیات مکانیکی نخ مصرفی در ساختار جوراب ها از نداشتن اثر منفی و یا نامطلوب آن حکایت می کند؛ همچنین این ماده به لحاظ خاصیت نرم کنندگی می تواند

الیاف را در ساختار نخ صاف و زیر دست پارچه جوراب ها را نرم تر و راحتی پوشش آن را برای فوتبالیست ها فراهم آورد.

منابع

1. Ashjarian, A. et al., (2008). Investigation of antibacterial effect of benzalip on some bacteria observed on acrylic carpet by spraying method, in Proc. 86th Int Textiles Congress: Hong Kong, 327-32.
2. Anand, S. C. Kennedy, J. F. Miraftab, M. and Rajendran, S. (2006). Medical textiles and biomaterial for healthcare, Woodhead publishing limited: Cambridge England.
3. Ashjarian, A. and et al. (2007). Investigation of presence some pathogenic micro organism on acrylic carpet, 3rd International Technical Textiles Congress: Turkey, 265-270.
4. Ashjarian, A. Yazdanshenas, M.E. Rashidi, A. Khajavi, R. and Rezaee, A. (2011). The Effect of Ammonyx on Some Pathogenic Microbes and Enhance Antimicrobial Activity on Building Worker's Clothes" World Applied Sciences journal: 13 (2), 309-315.
5. Bahgat, M. A. El. Falaha, A. Russell, A. D. and Furr, J. R. (1985). Activity of Benzalkonium Chloride and Chlorhexidine Diacetate Against Wild – Type and Envelope Mutants of Escherichia Coli and Pseudomonas aeruginosa, Pharmaceuticsjournal: 25, 329- 337.
6. Chen-Yu, J. H. Eberhardt, D .M. and Kincade, D. H. (2007). Antibacterial and Laundering Properties of AMS and PHMB as Finishing Agents on Fabric for Health Care Workers' Uniforms, Textile Research Journal: 25, 258-272.
7. Gao, Y. and Cranston, R. (2008). Recent Advances in Antimicrobial Treatments of Textiles" Textile Research Journal: 78, 60-72.
8. Gloor, M. Schorch, B. and Hoeffler, U. (1979). The feasibility of replacing Antibiotics by quaternary ammonium compounds in topical antimicrobial acne therapy, Arc. Dermato. Research journal: 256, 207–212.
9. Gupta, D. and Laho, A. (2007). Antimicrobial Activity of Cotton Fabric Treated with Quercus Extract, Indian. journal Fiber Textile Research: 32, 88–92.
10. Han, S. and Yang, Y. (2005). Antimicrobial activity of wool fabric treated with curcumin, Dyes and Pigment Journal: 64, 157-161.
11. Huang, R. Du, Y. Zheng, L. Liu, H. and Fan, L. (2004). A new approach to chemically modified chitosan sulfates and study of their influences on the inhibition of Escherichia coli and Staphylococcus aureus growth, Reactive and Functional Polymers journal: 59. 41-51.
12. Jahangiri, F. Ashjarian, A. and Mehravani, B. (2012). The Antimicrobial Effects of Zycrobial on Cotton and Cotton/PolyesterBlend Fabrics in the Presence of the Different Dyes and Treatments" World Applied Sciences journal: 19 (1), 63-69.

13. Khajavi, R. Satari, M. and Ashjaran, A. (2007). The Antimicrobial effect of benzalkonium Chloride On some pathogenic microbes observed on fibers of acrylic carpet, *Pakistan Journal of Biological Sciences*: 10, 598-601.
14. Lee, H. J. and Jeong, S. H. (2005). Bacteriostasis and Skin Innoxiousness of Nanosize Silver Colloids on Textile Fabrics, *Textile Research Journal*: 75 551-556.
15. Lee, J. Broughton, R. M. Akdag, A. and Worley, S. D. (2007). Antimicrobial Fibers Created via Polycarboxylic Acid Durable Press Finishing, *Textile Research Journal*: 77, 604-611.
16. Lim, S. and Hundson, S. M. (2004). Application of a fiber reactive chitosan derivative to cotton as an antimicrobial textile finish, *Carbohydrate Polymers journal*: 56, 227-234.
17. Marple, B. Roland, P. and Benninger, M. (2003). Safety review of Benzalkonium chloride used as a preservative in intranasal solutions: An overview of conflicting data and opinions, in *Proc. American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery Foundation Congress: USA*, 131- 142.
18. Nakashima, T. Sakagami, Y. and Matsua, M. (2001). Antibacterial activity of cellulose fabrics modified with metallic salts, *Textile Research Journal*:71, 688-694.
19. Schindler, W. D. and Hauser, P. J. (2004). *Chemical Finishing of Textiles*, Woodhead Publishing Limited: Cambridge England.
20. Shao, H. Jiang, L. Meng, W. and Qing, F. (2003). Sunthesis and antimicrobial activity of a Perfloroalkyl-Containing quaternary ammonium salt, *Fluorine Chem Journal*: 124, 89-91.
21. Tatsuo, T. Masahiro, I. Kyoji, K. and Yukio, S. (1989). Synthesis and antibacterial activity of copolymers having a quaternary ammonium salt side group, *Applied Polymer Science journal*: 37, 2837-2843.
22. Vigo, T. L. (1997). *Textile Processing and Properties: Preparation, Dyeing, Finishing and Performance*, Elsevier Science B.V. journal: 252-258.
23. White, W. C. McGee, J. B. and Malek, J. R. (2006). New antimicrobial treatment for carpet applications, *American Dyestuff Reporter*.
24. Young, Ho. Chang Woo, K. Jae Won, N. C. and . Jinho, J. (2003). Durable antimicrobial treatment of cotton fabrics using N-(2-hydroxy) propyl-3-trimethylammonium chitosan chloride and polycarboxylic acids, *Applied Polymer Science journal*: 88, 1567-1572.