

تولید الیاف اکریلیک ضد میکروب

۱- شمس الله علیجانلو ۲- کمال پیرمدادیان ۳- بابک رئیسی ۴- محمود خدار حمی

شرکت پلی اکریل - کارخانه اکریلیک ۲

۱- چکیده :

ضرورت ارتقاء استانداردهای بهداشتی در راستای افزایش سطح زندگی ، سبب توجه روز افزون جامعه جهانی به مواد ضد میکروب (Anti Microbial) شده است .

این مواد در شوینده ها ، صنوعات پلاستیکی و مهمتر از همه الیاف مورد استفاده در صنایع نساجی کاربرد دارند . از آنجا که مقدار زیادی میکروارگانیسم در تعادل طبیعی با بدن انسانها و محیط زندگی آنها در حال حیات میباشد ، بهم خوردن این تعادل بخصوص توسط جمعیت میکروبهای بیماری زا ، سبب به خطر انداختن سلامت انسان و کاهش سطح بهداشت خواهد شد . محیط مناسب برای رشد میکروارگانیسم ها دمای مناسب ، رطوبت و مواد غذایی میباشد که این شرایط در منسوجات (البسه ، موکت ، فرش و ...) مهیا است (وجود رطوبت ، گردوغبار ، لکه چربی در سطوح الیاف) .

تلاش های وسیعی در صنعت نساجی بعمل آمده تا الیاف در برابر ازدیاد سریع میکروارگانیسم هایی مثل باکتری مقاومت کنند و از این طریق توسعه الیاف خاص با استفاده از یک استراتژی ساده به یک نیاز ویژه تبدیل شده است . از روش های مختلفی میتوان جهت ضد میکروب نمودن الیاف استفاده نمود .

در این مقاله ، در کنار معرفی مواد ضد میکروب مورد استفاده در الیاف ، تکنیک های تولید و تست های ارزیابی خاصیت ضد میکروبی الیاف ، الیاف ضد میکروب که با استفاده از تکنیک Finish exhausting در کارخانه اکریلیک ۲ شرکت پلی اکریل تولید شده نیز معرفی میگردد .

Key Words ; Antibacterial

Antifungi	ضد باکتری
Biostatic	ضد قارچ
Biocidal	متوقف کننده رشد میکروارگانیسم
Inteligent Materials	کشنده میکروارگانیسم
Slow releasing	مواد هوشمند
Dustmite	مکانیسم رهایش آرام
Finish Oil	یک نوع موجود ذره بینی مؤثر در چرخه بیماری آلرژیک
MIC	روغن پرداخت
CFU	حداقل غلظت بازدارندگی
	واحد تشکیل توده میکروبی

۲ - مقدمه :

از اواخر قرن بیستم استانداردهای زندگی بشری در جهت رفاه و بهداشت به سرعت شروع به رشد نموده و مردم بیشتر به محیط اطراف و محل زندگی خود از نظر پاکیزگی و بهداشت عمومی اهمیت قائل شده اند.

همانطور که میدانیم مقدار زیادی میکروارگانیسم در تعادل طبیعی با بدن انسان و محیط زندگی آنها در حال حیات میباشد و هرگونه عاملی که باعث بهم خوردن این تعادل در مسیر افزایش سریع و غیرکنترل شده جمعیت میکروبها (حتی غیر بیماریزا) شود، سطح استانداردهای بهداشتی و سلامت فردی را پائین آورده و جامعه از این نظر در معرض خطر قرار می گیرد. در این بین بدليل نقش بسیار گسترده و مهم منسوجات در زندگی بشری که میتواند محل رشد میکروارگانیسم ها باشد و نیز با توجه به واقعیت پیشگیری از رشد میکروبها شامل انواع باکتری ها - قارچ ها - جلبک ها و ... لزوم تولید الیاف آنتی میکروبیال میرهن میشود. در حقیقت، ترکیب چند فاكتور از جمله دما، رطوبت، گرد و غبار، خاک - لکه های چربی در سطوح الیاف میتواند یک محیط غنی برای رشد سریع میکروارگانیسم ها ایجاد کند و در چنین وضعیتی دو تأثیر همزمان اتفاق می افتد:

- ۱ - ازدیاد خارج از کنترل جمعیت میکروبی در سطح منسوجات و سرایت به محیط اطراف و به تبع آن ازدیاد بار میکروبی و افزایش پتانسیل در خطر افتادن بهداشت یا حداقل تولید و انتشار بوی نامطبوع که توسط میکروارگانیسم حاصل میگردد.

۲ - شروع پدیده تجزیه ماده شامل رنگ گرفتن یا بی رنگ شدن الیاف یا از بین رفتن ساختار ماده تلاشهای وسیعی در صنعت نساجی بعمل آمده تا الیاف در برابر ازدیاد سریع میکروارگانیسم هایی مثل باکتری مقاومت کنند و از این طریق، توسعه الیاف خاص با استفاده از یک استراتژی ساده به یک نیاز ویژه تبدیل شده است. اهداف اولیه تولید الیاف آنتی باکتریال برای تهییه جوراب - کف پوش کفش - پوشاس (زیرپوش - لباس ورزشی) که عموماً با سیستم های پنبه ای مخلوط میشوند بوده که در تأمین تمیزی (بهداشت) زندگی روزانه و جلوگیری از رشد باکتریها و قارچها بکار میرفت.

بعد از توسعه این بازار اولیه، تولیداتی در زمینه منسوجات خانگی مثل متکا - پتو - فرش - ملافه، تشک و در مراحل بعدی تولید پوشاس بیمارستانی و روپوشها - ماسک ها - تخت خوابها ی بیمارستانی - لباس کارگری و تجهیزات پزشکی، فیلترهای تهویه مطبوع اتاق عمل، فیلترهای جاروبرقی خانگی و ... به بازار آمدند.

۳ - معرفی الیاف آنتی میکروبیال

الیاف آنتی باکتریال یا الیاف آنتی میکروبیال الیافی هستند که در مقابل رشد وسیع باکتریها، قارچها و جلبکها مقاومت میکنند این بدان معنا نیست که این گونه محصولات عاری از میکروب یا استریل هستند. الیاف آنتی میکروبیال بصورت استیبل و نوار توسط کارخانجات مختلفی در سراسر جهان با اسمی تجاری تولید و ارائه میگردد و اکثر " بصورت ترکیبی با الیاف معمولی استفاده میشود (عنوان مثال ۳۰ تا ۶۰ درصد الیاف آنتی میکروبیال و مابقی الیاف معمولی)

۴ - معرفی میکروارگانیسم ها

در یک طبقه کلی میکروبها به ۲ گروه بیماریزا (Pathogen) و غیربیماریزا (Non pathogen) تقسیم

میشوند. هر دوی آنها بصورت غیرطبیعی در سطح زیاد شده و باعث کاهش بهداشت و پاکیزگی میگردد.

زیاد شدن میکروارگانیسم ها از منحنی رشد زیر تبعیت میکند:

میکروارگانیسم ها دارای چهار فاز رشد بصورت زیر هستند

الف - فاز خوگیری با محیط که سرعت رشد کم است.

ب - فاز رشد لگاریتمی که مواد غذائی فراوان و سرعت رشد خیلی بالا است.

ت - فاز رشد کاهشی که میزان مواد غذائی کاهش می یابد و در نتیجه میزان رشد نیز کندتر میشود.

ث - فاز رشد خود خوری که بعلت عدم وجود مواد غذائی میکروارگانیسم ها از یکدیگر عنوان ماده غذائی استفاده میکنند.

مواد پلیمری، همچون سایر مواد میتواند محل مناسبی جهت رشد میکروبها باشد و خود توسط گونه هایی از قارچها و انواع خاصی از باکتریها تجزیه شوند. انتقال بیماری توسط وسایلی که در درون بدن استفاده یا جاسازی میشوند (مثل بخیه ها و پیوند ها) یا خارج بدن مصرف پزشکی دارند مثل لوله های دفع ادرار و ... موادر بسیار پر اهمیتی هستند. تغییر رنگ و از دست رفتن خواص مکانیکی و دیگر خواص مواد پلیمری میتواند از عملکرد باکتریها و جلبک ها ناشی گردد. بیشتر الیاف و بسیاری از پلیمرها مقاومت ذاتی در برابر انتقال بیمارها ندارند مگر اینکه بدین منظور بطور فیزیکی یا شیمیائی اصلاح شوند.

بسیاری از باکتریهای گرم مثبت و گرم منفی ، باعث بیماریهای عفونی میشوند و گونه های مختلف این میکروارگانیسم ها در ذیل آورده شده است.

Staphylococcus aureas

میباشد . این باکتری گرم مثبت ، میکروارگانیسم شناخته شده ای است که در برابر Biocide ها مقاوم میباشد .

Pseudomonas aeruginosa

در محیط های زخم و سوختگی و بستر بیمارستانها - زندانها و خانه پرستارها موجود میباشد .

Klebsiella Pneumoniae

: عامل بیماری ذاتی و دیگر عفونتهای خون میباشد .

Aspergillus fumigatus

شناخته شده است .

Escherichia Coli

: عامل بسیاری از بیماریهای عفونی میباشد .

Tricomovas Vaginalis

: سبب مشکلات حاد آلات تناسلی شناخته شده است .

Trichophyton rubram

ورزشکاران و دیگر مشکلات پوستی شناخته شده اند و ...

وپرسوها و دیگر میکروارگانیسم هایی که بنحوی شناخته شده اند بعلت توانایی شان در انتقال و ایجاد امراض کشنده

مانند HIV ، انواع هپاتیت ها و اخیراً " وپروس Flanta " ، مورد توجه قرار گرفته اند .

بطور کلی ، میکروارگانیسم های بیماری زا میتوانند خسارات شدید جانی و مالی به جوامع انسانی وارد سازند .

بنابر این مواد نساجی یکی از بهترین و عمومی ترین مواد واسطه برای رشد و توزیع و پخش میکروارگانیسم ها

میباشد و بهترین راه جلوگیری از این اثرات مخرب استفاده از الیاف ضد میکروبی میباشد . [۱-۴]

۵ - مکانیزم اتصال و بقاء میکروارگانیزمهای در سطح مواد

مراحل حمله و تثبیت میکروارگانیسم ها روی سطوح ، با تمرکز به شیمی فیزیک سطح مورد بررسی قرار گرفته است

شمایی از این اتصال در چهار مرحله متوالی و به شرح ذیل اورده شده است .

میل اولیه میکروارگانیسم ها به سطح ممکن است توسط فرآیندهای نفوذ - جابجایی - حرکت فعال (حرکت براونی) صورت

گیرد و اصل اولیه در چسبیدن میکروبها توسط تئوریهای شیمیائی کلوبیدی نظریت نئوری DLVO که در آن انرژی گیس

تابعی از فاصله بین میکروب و سطح است و بر هم کش های الکترونی واندر والس میکروبها و سطح مواد تشریح شده است .

عمل چسبندگی وقتی رخ میدهد که کمترین انرژی غیرقابل بازگشت بین میکروبها و سطح حاصل شود و توسط تشکیل یک

پلیمر یا رشته به سطح انجام میشود و متعاقب آن تشکیل Biofilm یا کلنی های کوچک (Microcolonies) روی سطح

جامد صورت میگیرد { ۱ }

۶ - نحوه تأثیر عوامل آنتی میکروبیال بر میکروارگانیسم ها

عوامل ضد میکروب و آنتی بیوتیک با توجه به توانایی شان در ممانعت از رشد میکروبی (Biostatic) یا

میکروب کشی (Biocidal) و وسعت تأثیر شان در برابر انواع مختلف میکروارگانیسم ها ، دسته بندی می شوند .

• سورفاکтанتها ، اکثر آنتی بیوتیک ها ، عوامل آزاد کننده فرمالدئید ، بیگوانیدها ، بیس فنل ها و ترکیبات نقره

تنها در برابر باکتریهای گرم مثبت (G⁺) و گرم منفی (G⁻) که بدون تخمک ایجاد میشوند مؤثرند .

• الکلهای - مشتقات اپمیدازول ها ، کلروهگزیدین و نمکهای آمونیوم چهارگانه ، ضد قارچ بوده و علاوه بر آن در

برابر باکتریهای ایجاد شده بدون تخمک (G⁻ و G⁺) مؤثر هستند .

• عوامل الکلیل کننده نظیر اتیلن اکساید ، گلوتارآلدئید ، عوامل آزاد کننده کلرین و عوامل پراکسیدی در مقابل

میکروبها ایجاد شده از تخمک ، وپرسوها و در بعضی موارد پروتزا و انواع باکتری و قارچ مؤثر میباشند .

روش دیگر دسته بندی عوامل ضد میکروبی و آنتی بیوتیک ، روشهای منفرد یا متعددی است که جهت ممانعت از

رشد یا کشتن میکروارگانیسم ها نشان می دهند . هدفهای معمولی که مواد ضد میکروبی روی آنها تأثیر می گذارند شامل دیوار

سلولی ، غشاء داخلی یا سیتوپلاسم ، تداخل با سنتز پروتئین ، بلوکه کردن اسیدهای نوکلئیک ، اکسیداسیون گروههای حاوی

SH ، واکنش با گروههای آمینو ، تسریع نشست مواد با وزن مولکولی پائین مانند نمک های پتابسیم و اسیدهای آمینه به یون

سلول و ترکیبی سلول میباشد . [۱-۴ و ۸-۴]

۷ - ترکیبات شیمیائی اصلاح شده با تأثیرات ضد میکروبی :

حداقل ۴ عامل ضد میکروبی اصلاح شده وجود دارد که اهمیت بیشتری دارد و به ترتیب زیر توضیح داده میشوند :

الف - مواد غیرآلی تبادل گر یونی (زئولیت ها) که وقتی با نمکهای فلزی واسطه مثل نقره و مس همراه شده و در الاف مصنوعی قرار بگیرند خاصیت باکتری و قارچ کشی مؤثری دارند.

از جمله پرکاربردترین مواد این گروه ترکیبات بر پایه نقره میباشد. این ترکیبات عموماً مقاوم به دمای بالا بوده و در برابر میکروبها عمل Oligodynamic (ریز پویا) نشان میدهد. در مراجع ذکر شده است که نقره احتمالاً سبب بر هم کنش غشاء میشود که این عمل سبب توقف جذب فسفات توسط سلول میگردد و نیز سبب جذب بر روی سطح بار منفی باکتری میشود و یا ممکن است با آنزیم واکنش دهنده با گروه SH - پیوند برقرار کند. یونهای نقره در فرآیند، انتقال الکترون زنجیر دخالت میکنند این ترکیبات عموماً سبب مقابله با باکتری شده ولی مخمرها و کپک ها به میزان کمتری ممانعت میشوند. مشهورترین فرمول سولفادی یازین نقره میباشد.

آزاد سازی یونهای نقره بوسیله یک Carrier معدنی مناسب کنترل میگردد این Carrier معدنی میتواند شامل زئولیت ها - TiO_2 - و ... باشد. این مکانیسم نه تنها متعادل کننده خاصیت ضد باکتری بوده بلکه کنترل کننده اثرات منفی بر روی خواص لیف نیز میباشد و این خواص شامل جلوگیری از تغییر رنگ (بی رنگ شدن) و یا کاهش مقاومت مکانیکی الاف میگردد. این ترکیبات میتواند برای الاف Patent - PAN - PP - PA - PET انتخاب شوند. نخستین Patent در این زمینه در دهه 1980 ارائه گردید [۱-۴] .

ب - هیدروپراکسیدهای معدنی جدید از مواد آماده موجود (استات منگنزها تتراهیدرات و پراکسید هیدروژن) :
این مواد عواملی را با فعالیت ضدمیکروبی تولید میکنند که برای همه نوع الاف قبل استفاده اند. اما در سلولز الاف کتان دارای پایداری شیمیائی بیشتری میباشد.

از جمله مواد مهم این گروه Triclosan است. این ماده با فرمول 2,4,4 Trichloro - Hydroxyl Ether و دارای نقطه ذوب $56 - 58^{\circ}\text{C}$ میباشد و تا زیر دمای 280°C پایداری حرارتی دارد این ماده در بیشتر حللهای آلی مثل آلکها - استرها و آромاتیک ها کاملاً محلول میباشد.

E.Coli (مینیمم غلظت سیستم بازدارندگی) بر حسب ppm برای S.aureus 1 ppm و برای MIC 10 ppm زیر 10 میباشد و این مقدادر بسیار خوب و در مقابل تعداد زیادی باکتریها مقاوم میباشد. چون این ماده در آب غیر محلول میباشد لذا جهت فرموله نمودن آن برای استفاده بصورت فینیش لازم است فرمولا سیون آن بصورت محلول پایدار با یک پراکنده خیلی ریز باشد و اطمینان حاصل شود که فعالگر سطحی انتخاب شده (معمولًاً کاتیونی) بالا فاصله در اثر عملیات شستشو از بین نمی رود چرا که Triclosan بصورت فیزیکی با ماده باند ایجاد میکند یا با چسبندگی سطحی جزء داخلی ماده لیف قرار میگیرد.

پ - فعالیت ضدمیکروبی نمکهای آمونیوم نوع چهارم بخوبی شناخته شده است و اخیراً Kanawaza همکارانش نمکهای پلیمری فسفری مشابهی را ارائه دادند و آنها را بعنوان عوامل ضد میکروبی مؤثر به الاف کتان باند نمودند آنچه که مهم است این است که یکی از گروههای فسفونیوم بعنوان جانتین زنجیر طویل (C12 - C18) باشند.

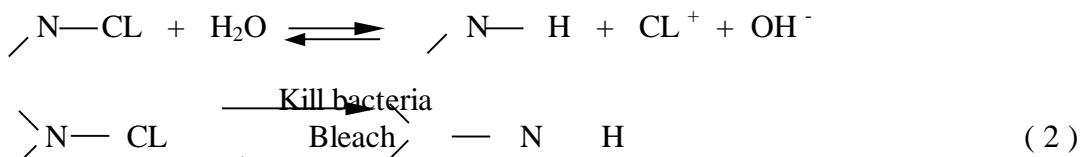
این مواد دارای خاصیت کاتیونی بسیار قوی هستند و در الاف پلی آمید، PP و PET قدرت چسبندگی کمی دارند اما در الاف اکریلیک با Dyesite واکنش داده و پیوند کووالان برقرار میکنند. لذا در این الاف مقدار SI و رنگ پذیری الاف را بر حسب مقدار حضور کاهش میدهد. این مواد دارای خاصیت آنتی باکتریال و آنتی قارچ قوی میباشد و قدرت کشندگی آن، بیشتر قارچ ها و ریز قارچها مثل Aspergillus Nigar و قارچ های پوستی را شامل میشود. بنابر این، این ماده در تولید الاف با خاصیت ضد حساسیت - ضد آسم و Dustmite کاربرد وسیع دارد. این مواد به شدت در آب حل میشوند و لذا برای منسوجات PA و PET مناسب نمیباشد. عیب بزرگ آنها پایداری کم در دماهای بالای 135°C میباشد.

ت - بی گوانایدهای پلیمری یکی دیگر از عوامل ضد میکروبی برای کاهش بو در الاف شناخته شده اند ولی میزان کاهش میکروبی که ادعا میشود آنقدر نیست که بتوان آنها را جزء بیوسایدهای مؤثر نام برد. [۱-۴] و [۸-۹]

۸- سطح اصلاح یافته که با تحریک عوامل خارجی میشوند :

اصول "تولید مجدد" (Regeneration) که توسط Gagliardi در اوایل دهه ۱۹۶۰ فرموله شده ، بالاخره در چند سال پیش با توسعه مواد لیفی و پلیمری که بطور شیمیائی توسط سفید کننده و نور فعال میشد به ثمر نشست. از لحاظ مفهومی به این مواد ، مواد هوشمند Intelligent Materials میگویند یعنی موادی که به تحریک خارجی بطور بازگشت پذیر پاسخ میدهد. اتصال شیمیائی گروههای Hydantion (دی کوتتراهیدروگلی اکسان ، که یک ماده کربیستالی است و در طبیعت یافت میشود و نقطه ذوبش $217 - 220^{\circ}\text{C}$ است و در اثر تحریک محصولات پروتئینی ، مشتقاش به وفور حاصل میشوند) به الاف سلولزی و سپس فعال شدن توسط ماده سفید کننده میتواند این خاصیت را ایجاد کند . همانطور

که در شکل زیر نشان داده شده است تبدیل $H - N$ به باند کلرآمین توسط ماده سفید کننده یا هیپوکلریت ، ایجاد فعالیت ضد باکتریایی میکند .



برروی الیاف و دیگر مواد پلیمری $N - Halamine$ - تلاش‌های اخیر جهت توسعه پوشش دهی سطح توسط پلیمرهای حاوی بوده است . رنگهای فتوسترنزی و پلیمری نیز با خاصیت باکتری کشی مؤثر تولید شده اند اعتقاد بر این است که فعالیت بیوسایدی در هر دوی این عوامل در اثر وجود اکسیژن نوزاد میباشد .

از تکنیهای مهم برای ایجاد خواص ضد میکروبی پایدار در الیاف ، مکانیزم رهاش آرام (Slow - Releasing) میباشد بطوریکه بزرگترین چالش برای منسوجات ، پایداری خاصیت ضد میکروبی (مقاوم به شستشو) در آنها میباشد . در این مکانیسم مهاجرت آرام مواد ضد میکروب از درون مواد به سطح مواد اتفاق می‌افتد و بنابر این عامل ضد میکروب آرام آرام و بطور کامل از بین خواهد رفت چرا که این عوامل بدون ایجاد پیوندهای کووالان داخل مواد حضور نیست . مثالهایی برای این عوامل وجود دارد که شامل پلیمر پراکسید روی برای الیاف سلولز و پراکسیدمنیزیم - نمکهای چهار ظرفیتی آمونیوم و یونهای نقره که بصورت فینیش اضافه میباشد [۱-۴] .

۹ - ترکیب مواد ضد میکروب طبیعی در الیاف یا مواد پلیمری

از زمانی که باکتریها بطور طبیعی در برابر بیوسایدها مقاوم شدند مطالعه دیگری در خصوص بکار گیری عوامل ضد میکروبی طبیعی صورت گرفته است از جمله این مواد Chitosan است که فرم دی استیله شده Chitin میباشد ، این ماده نوعی آمینو ساکارید طبیعی است که به وفور یافت میشود و از پوست حیوانات آبزی و دیگر گونه های طبیعی حاصل میشود غالب تحقیقات در این زمینه در ژاپن و به میزان کمتر در کره صورت گرفته است این مواد بصورت پودر در آمده و با الیاف رایون - اکریلیک (Kanebo ژاپن) مصرف میشوند این مواد در برابر Staphylococcus auseas نیز مؤثرند .

با توجه به استفاده وسیع از سه عامل نمکهای آمونیوم ، Triclosan و یونهای نقره (سولفادی یا زین نقره)

توضیحات بیشتری راجع به آنها ارائه میشود . [۸-۴]

۱۰ - فرآیند های تولید الیاف آنتی میکروب :

الیاف سنتزی ضد میکروب به دو روش کلی تولید میشوند .

الف - افزودن عامل ضد میکروب در خلال فرآیند ریسنندگی یا Mass Spinning

ب - افزودن عامل ضد میکروب بعد از فرآیند ریسنندگی

الف - در این روش عامل ضد میکروب طی فرآیند ذوب رسی برای تولید الیاف PET ، PA ، PP قبل از Spinneret به جریان پلیمر اصلی اضافه میشود بنابر این خصوصیات ماده افزودنی باید با شرایط ریسنندگی منطبق باشد . (مثل قطر ذرات ، مقاومت حرارتی - شیمیائی ، عدم فعل و انفعالات تجزیه ای با پلیمر و عدم تأثیر منفی بر کیفیت الیاف) در این حالت ماده ضد باکتری از درون لیف به سطح آن مهاجرت کرده و خاصیت میکروب کشی ظاهر میشود .

برای الیاف PP و الیاف PAN (اکریلیک) با این روش ماده Triclosan اولین انتخاب میباشد . چرا که در محدوده دماهای $250^\circ C$ مقاوم میباشد . دما برای الیاف PET و PA ترکیبات نقره با TiO_2 بهترین انتخاب هستند اما "حتماً" به اندازه ذرات توجه شود که کمتر از ۰.۱ قطر لیف باشد . [۳-۴ و ۴-۳]

۱۱ - تعیین کارائی خواص ضد میکروبی و سازگاری زیستی این مواد با استفاده از روشهای تست

استاندارد

هرگاه ادعا شود محصولی آنتی میکروبیال است ، بایستی بتوان آنرا با تست های استاندارد تعیین کفایت کرد . روشهای تست متعددی وجود دارد که فعالیت ضد میکروبی را تعیین میکند . تعدادی از این مواد در تماس با بدن انسان قرار میگیرند ، بنابر این باید تست هایی روی آنها صورت گیرد که سازگاری بیولوژیکی آنها را تحت شرایط استفاده ارزیابی نماید . تقاضای بازار جهت این مورد به شدت افزایش یافته است و همزمان سطح آگاهی و فعالیت سازمانها و در رأس آنها کار استاندارد مانند (EPA Food & drug U.S Environment Q1 Protection Agency) نیز بالارفته بنحویکه EPA یک شاخه آنتی میکروبیال در مجموعه اداره حشره شناسی خود ایجاد کرده و در نظر دارد راهنمایی جهت صنایع آنتی میکروبیال تهیه نماید . در این مبحث بر دو مقاله ارزیابی کفایت و سازگاری زیستی محصولات آنتی میکروبیال تمرکز شده است و در هر مورد نیز تست های استاندارد بیان میگردد که براساس این

استاندارد یک محصول آنتی میکروبیال باید از نظر این دو شاخص مهم ارزیابی گردد. اهمیت این موضوع جهت استفاده کنندگان از محصولات آنتی میکروبیال واضح و مبرهن است.

در کل روش‌های تست زیادی جهت تعیین کفایت و سازگاری زیستی محصولات آنتی میکروبیال استفاده می‌شود.

سازمانهای تعیین کننده استاندارد مانند AATCC و ASTM (American Association of textile chemist & colorists) روش‌های تست استانداردی ابداع کرده اند. ولی روش‌های تستی نیز وجود دارد که تولید کنندگان مواد ابداع کرده اند و در چارچوب دوسازمان فوق نیست با اینحال تست های مفید و مؤثری هستند. کمیته فنی ISO 19V [۱-۴].

۱۲ - روش‌های تست تعیین کارائی محصولات آنتی میکروبیال

هر عامل آنتی میکروبیال روشن خاص عملکرد و نیز شیمی خاص خود را دارد. قبل از تصمیم در مورد روش تست باید تعیین گردد که آیا داده های کمی مورد نیاز هستند یا کیفی؟ محصول کجا و به چه منظور استفاده می‌شود؟ آیا محصول در دوران مصرف شستشو می‌شود و آیا تست های تعیین کارائی قبل و بعد از شستشو انجام می‌شوند؟ محصول چه ویژگیهایی دارد؟ علاوه بر خواص آنتی میکروبیال آیا محصول خاصیت پیشگیری از جذب آب و کثافت را نیز دارد؟ پاسخ به این سوالات میتواند به تعیین بهترین روش تست کمک کند و با توجه به اهمیت این سوالات در زیر بصورت جداگانه به آنها پرداخته می‌شود.

۱۳ - داده های کیفی :

روش‌های کیفی، تست هایی سریع هستند که بعضی اوقات جهت تعیین وجود یا عدم وجود فعالیت آنتی میکروبیال، قبل از تست های کمی انجام می‌شوند. از جمله مهمترین روش‌های تست کیفی عبارتند از : AATCC 147 قسمت اول [۱-۴] Kir by- Bauer Antimicrobial Susceptibility قسمت اول و روش AATCC 174

۱۴ - داده های کمی :

انتخاب یک روش کمی (اندازه گیری فعالیت ضد باکتریایی) در مقابل روش کیفی تعداد روش‌های انتخابی را محدود میکند برای مثال اگر روش کمی مد نظر باشد میتوان از روش‌های 100 AATCC 174 یا قسمت دوم AATCC استفاده کرد که زمان تعیین میزان تأثیر ۲۴ ساعت میباشد، یا روش New York Dow Corning shake flask یا روش state 63 که هر دو نیاز به ۲۴ ساعت زمان دارند. محدوده تأثیر این روشها از 10^4 CFU/ml تا 10^5 میباشد. درصد کشته شدن بعد از یک زمان کشت مشخص می شود. [۱-۴]

بخش دوم : کارهای عملی

استقبال روز افزون جهانی به استفاده از وسائل و تجهیزات ضدمیکروبی جهت ارتقاء بهداشت از یک سو و وجود بستر مناسب جهت فعالیت ببروی الیاف ضدمیکروبی اکریلیک به لحاظ ساختار ذاتی این ماده (ساختمان خلل و فرج دار هیدروفیلی که محل مناسی برای تجمع موادغذایی، آب، هوای رشد باکتریها و قارچها)، توجه متخصصان اکریلیک ۲ را به این حوزه فعالیت معطوف داشت و با هدف تولید مواد ضدمیکروبی از تایستان ۸۲ فاز مطالعاتی طرحی با همین مضمون توسعه تیمی از کارشناسان پروسس شروع شد.

فاز مطالعاتی :

در فاز مطالعاتی این پروژه، با جستجوی گسترده اینترنتی و مطالعه مقالات علمی و شناسائی شرکتهای مطرح جهانی و پیشرفت‌های حاصل شده در این حوزه و موارد تخصصی مربوطه آغاز گردید. [۶-۴ و ۴-۶]

تعدادی از شرکتهای تولید کننده الیاف آنتی باکتریال همراه نوع محصول و عامل آنتی باکتریال مورد استفاده آنها در جدول شماره ۶ لیست شده اند.

شرکت	نام تجاری محصول	Dtex	Anti Bacterial Agent
Montefibre SPA Italy	Saniwear	1.7 – 6.7 Dtex PET,PAN	Ag + Compound
Acordis Acrylic Fiber U.K	Amicor AB & Amicor AF	Cotton System Acrylic	Triclosan
Sterling	Biofresh	Cotton System Acrylic	Triclosan
American Fiber &	Innova AMP	Cotton System	_____

Yarn		Acrylic	
Mitsubishi Rayon Co. LTD	TAFEL Parclean	Cotton System Acrylic	Chitosan

جدول ۶: تعدادی از شرکتهای تولید کننده الیاف آنتی باکتریال و نوع محصول تولیدی آنها

در جدول (۷) نیز تعدادی از شرکت های تولید کننده مواد آنتی باکتریال آورده شده اند [۸-۴].

Company	Product	Charcteristics
Komatsu , Japan	Bio Guard	Durable high mitrobial controlling properties
Santized AG Switzerland	Santized & Actigard	Excellent hygienicer mouldprotection finish
Zeneca Biocides	Reputex 20	Durabie finish for cotton
Senka Carp , Japan	Sensil 555	Finish for cellulosics
Dow Corming,UK	Q-5700	Quarternary amine
Toyobo , Japan	Biosil	Organic Silicones + tertiary ammonium
Nisshinbo , Japan	Peach Fresh	Tertiary ammonium salts for PET
Daiwa Japan	Hyfresh range	
Lcuray , Japan	Sanitan	Tertiary ammonium salts for PET
PPT , UK	Aegis microbe shiled	
Master , UK	JMAC	M.R.SA Antimicrobe for PET , NYTON
Cliba	TINOSAN , IRGAGUARD	Antimicrobe
Mastamoto YUSHI	As – 40 E 500 , As 50	Tertiary ammonium + Surfactant

پس از کسب اطلاعات علمی و عملی از الیاف آنتی باکتریال ، تعداد زیادی از Patent ها ، مقالات و تحقیقات صورت گرفته توسط تولید کنندگان مواد آنتی باکتریال ، تستهای مختلف کفایت الیاف آنتی باکتریال و استفاده از کتاب با ارزش Faz مطالعاتی را آغاز گردید .

با توجه به اینکه فرآیندهای مختلفی جهت تولید الیاف آنتی باکتریال در روش Wet Spining وجود دارد ، لذا دو روش انتخاب شده و بررسی بر روی آنها متمرکز گردید .

۱ - روش نفوذ مواد آنتی باکتریال به داخل الیاف از تکنیک رنگرزی کاتیونی (Dye Exhusion)

۲ - روش تزریق مواد آنتی باکتریال به داخل الیاف از تکنیک (Mass Spinning)

چون الیاف اکریلیک در تولیدی به روش تر حاوی Void های با سایز $0.4 \mu m$ و بالاتر میباشند و ساختمان آنها مستخلخل است به این الیاف از ضریب نفوذ بسیار بالایی برخوردار بوده و علاوه بر آن وجود گروههای SO_3Na بعنوان Dye Site در طول زنجیرهای پلیمر برای ایجاد پیوندهای کووالان و مستحکم با مواد آنتی میکروبیال مناسب میباشد واز اینرو مواد آنتی میکروبیال قابل حل در آب میتواند انتخاب بسیار مناسبی باشد (آمونیوم چهار ظرفیتی) . [۸-۴]

در روش فوق چون عملیات Collapsing و Anealing بعد از عملیات غوطه وری با مواد آنتی میکروبیال انجام میشود ماندگاری این مواد در داخل Void ها بیشتر بوده و امکان ایجاد پیوند کووالان بیشتر خواهد بود . از طرف دیگر مقاومت در چرخه شستشو نیز افزایش می یابد (Wash Fastness)

این روش از نظر فرآیندی مجزا بوده و هیچ مشکل خاصی برای تولید بوجود نمی آورد .

اما روش دوم (Mass Spinning) با تهیه مستریج مناسب در مخازن و Mixer ناحیه تهیه مواد افزودنی به دوب که مخصوص تهیه و تزریق مستریج TiO_2 به خط پلیمر قبل از رسنگری میباشد قابل انجام است و از نظر تکنولوژی و تهیه دستگاههای مربوطه آماده میباشد و نیاز به افزودن دستگاه جدید نیست اما بدلیل اینکه مقداری از مواد آنتی میکروبیال وارد چرخه DMF در ناحیه بازیابی حلال میشود و احتمال ایجاد واکنش های ناخواسته در طول پلیمریزاسیون را افزایش میدهد بنابر این در این مرحله مورد توجه واقع نشد . [۵-۴]

۱- اثرات آنتی باکتریال فینیش های کاتیونی :

فینیش های کاتیونی ذاتا دارای خواص آنتی باکتریال هستند چرا که قدرت جذب قوی به دیواره سلولی باکتری که بطور معمول از جنس آئیونی میباشد را دارند و تشکیل باندهای کووالان بین سایتهای آئیونی و یونهای کاتیونی فینیش دیواره سلولی را به حالت هیدروفوب (آب گریز) در می آورد و در نتیجه دیواره سلولی بصورت فیزیکی تخریب میگردد و با تخریب دیواره سلولی باکتری کشته میشود از طرف دیگر با اعمال یک عامل آنتی باکتریال خاصیت باکتری کشی قوی به فینیش داده میشود [۴-۴].

بطور کلی (Microbial Inhibition Concentration MIC) به حداقل غلظت مورد نیاز عامل آنتی میکروبیال جهت ممانعت از رشد یا کشتن میکرووارگانیسم گفته میشود [۱-۴] سورفاکтанهای کاتیونی موجود در الیاف، بدلیل حلالیت زیاد در آب، در زمان شستشو یا رنگرزی الیاف به مرور از بین رفته و خاصیت آنتی باکتریال کاهش می یابد برای جلوگیری از این پدیده در تکنولوژی SNIA، فینیش اولیه به حالت غوطه وری و قبل از عملیات Drying و Heat Setting و فینیش ثانویه بعد از آن و بصورت Kiss Roll انجام میگیرد و بعد از اعمال فینیش اولیه که سورفاکtant میباشد عملیات Drying و Heat Setting و Collapsing باقی ماندن فینیش های فوق در داخل الیاف بعمل می آید و بدین ترتیب احتمال خروج مواد آنتی باکتریال خیلی پائین می آید. برای تکمیل خواص آنتی باکتریال، فینیش ثانویه بصورت Kiss Roll و در دمای محیط به الیاف اعمال میشود [۳-۴].

فاز اجرائی :

بعد از تصمیم گیری در خصوص استفاده از آمونیوم چهارظرفیتی و الکل اتر در قالب فینیش جهت اعمال خاصیت آنتی باکتریال به الیاف اکریلیک با شرکت های متعدد تولید کننده این مواد تماس گرفته شد و نهایتاً با شرکت MATSUMOTO YUSHI – SEIYAKU ژاپن همکاری بعمل آمد.

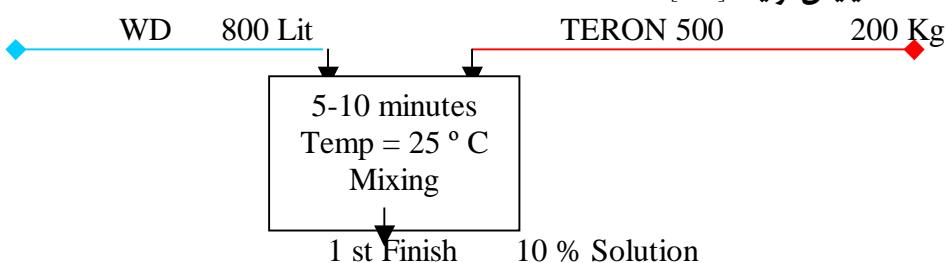
۳ ماده بعنوان فینیش معرفی شدند. TERON AS-40 ، TERON AS-50 - AS-50 که بصورت ترکیبی بعنوان پرداخت ثانویه استفاده میشوند و 500 TERON که بعنوان پرداخت اولیه استفاده میگردد [۴-۴] ترکیب درصد فینیش های مذکور و میزان مورد نیاز آنها در جدول (۹) آورده شده است.

جدول شماره ۹: ترکیب درصد فینیش های انتخاب شده

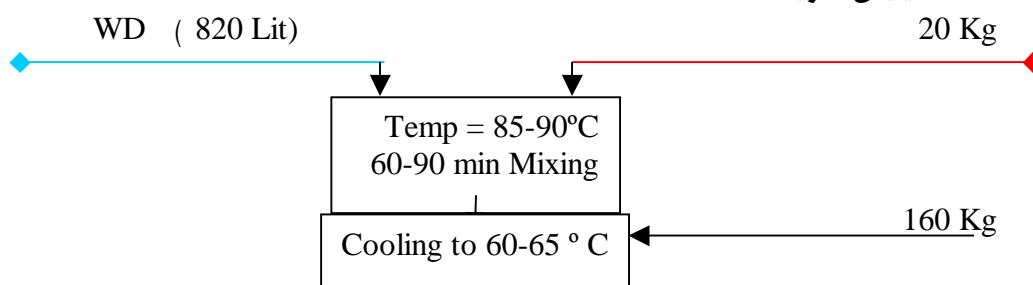
Finish Oil	1 st Finish	2 nd Finish
Finish Formula	TERON 500	AS - 40 : 20 % wt AS - 50 : 80 % wt
Master Batch %	10 %	10 %
Concentration of diluted	1.8 - 2.0 %	
O.P.U	0.15 - 0.2	0.25 - 0.3

در ادامه بلوك دیاگرام تهیه محلولهای فینیش مذکور در زیر آورده شده است.

۱-۱۵ فینیش اولیه :



۲-۱۵ فینیش ثانویه :



↓
2nd Finish 10 % Solution

با استفاده از فینیش‌های فوق امکان تولید الیاف ضد میکروب فراهم می‌آید فقط رنگ پذیری و درجه سفیدی الیاف به میزان جزئی کاهش می‌یابد ولی در بقیه خواص فیزیکی و شیمیائی لیف تغییری حاصل نمی‌شود. [۴-۴].

۴ - نتایج تجربی :

با توجه به ترکیب 60٪ الیاف Anti Microbial با الیاف خام dtex 5.6 تستهای تجربی در دانشگاه اصفهان و توسط خانم دکتر کسری کرمانشاهی انجام شد که مراحل اولیه آزمایش کنترل و کشنن میکروبها ذیل توسط الیاف کاملاً مشتبث بوده ولی در حال تکرار و تأیید نهائی می‌باشد.

4-1 : Staph (No. Bacterial 1.1×10^7 CFU / ml G⁺)

4-2 E – Coli (No. Bacterial 2.1×10^7 CFU / ml G⁻)

4-3: Yeast Fungi = Candida Albicans

4-4: Mold = Aspergillus Niger

۵ - منابع و مراجع :

4-1 : J.Vincent Edwards & Tyrone L.Vigo , “ Bioactive fibers & polymers ” , American chemical Society , 2001 .

4-2 : C.Macken –“Bioactive Fibers – benefits to mankind” , Vol.53 – Feb.2003

4-3 :Deepti Gupta , “Antibacterial finish of Textiles” , Indian Institute of Technology , 2003 .

4-4: Matsumoto Yushi – Seiyaku Co. LTD S.Nakanishi Reasearch & Development Antibacterial Documents .

4-5:Roland cox , “The Benefits of Antilmicrobial additives in Fibers” , Acordis Acrylic Fiber . ULC

4-6: G . Salvio , “A New Polyester Fiber With Antibacterial Activity” , Montefiber SPA , ITALY .

4-7: Roy Broughton , “Textiles Having the Ability to deliver Reactive Chemical Systems (N.T.C.A.R) ” .

4-8: Livefresh – Innova – Addmaster – Acelon.AEGIS Microbe Shidd – ORMOCER – Biosafe – USA Patent .

Textile Industry Research – Kotonline – Cleanware – Ciba – Sanitized Co. – Bio cera – Marubeni – Chamgo , Tech. for Better Life – **WEB SITES** .