

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

اللَّهُمَّ صَلِّ عَلَى مُحَمَّدٍ وَآلِ مُحَمَّدٍ وَعَجِّلْ فَرَجَهُمْ



# دانش فنی تخصصی

رشته صنایع نساجی

گروه مواد و فراوری

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه





وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



- نام کتاب:** دانش فنی تخصصی (رشته صنایع نساجی) - ۲۱۲۲۴۰
- پدیدآورنده:** سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی
- مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:** دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش
- شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:** محمدجواد نعمتی شمس‌آباد، میررضا طاهری اطاقسرا، سعید شهسوارزاده، نوید سید غلامی موسوی، رضا هنریار (اعضای شورای برنامه‌ریزی)
- مدیریت آماده‌سازی هنری:** محمدجواد نعمتی شمس‌آباد، علی اصغر علی‌جانی، مهدی مقصود (اعضای گروه تألیف)
- شناسه افزوده آماده‌سازی:** اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی
- نشانی سازمان:** جواد صفری (مدیر هنری) - مهلا مرتضوی (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد) - محمود شوشتری (رسام)
- ناشر:** تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)  
تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹  
وبسایت: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir)، [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- چاپخانه:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (داروپخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵
- سال انتشار و نوبت چاپ:** شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»  
چاپ ششم ۱۴۰۲

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع، بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد  
و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا  
آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.

امام خمینی (قَدَسَ سِرُّهُ)



- ۱..... پودمان اول: محاسبات نخ و پارچه
- ۳۱..... پودمان دوم: تحلیل کف پوش و منسوجات
- ۷۳..... پودمان سوم: تحلیل مواد رنگ‌زا
- ۱۰۵..... پودمان چهارم: تحلیل نانو مواد در نساجی
- ۱۵۵..... پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی صنایع نساجی
- ۱۹۰..... منابع

## سخنی با هنرجویان عزیز

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌های درسی تغییر رویکرد آموزشی، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار در محیط واقعی بر اساس استاندارد عملکرد تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

**۱** شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند اپراتوری و مدیریت سالن‌های ریسندگی، بافندگی، آزمایشگری الیاف، مقدمات بافندگی، طراحی بافت پارچه، تجزیه بافت پارچه، تکمیل مقدماتی، تکمیل نهایی، رنگرزی و چاپ می‌باشد.

**۲** شایستگی‌های غیر فنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند مسئولیت‌پذیری، نوآوری و مصرف بهینه انرژی

**۳** شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها و انواع شبیه‌سازها

**۴** شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر

بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف برای هر یک از کتاب‌های درسی در هر رشته است.

درس دانش فنی تخصصی، از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که ویژه رشته صنایع نساجی برای پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های فنی و غیر فنی این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و توسعه آن بر اساس جدول توسعه حرفه‌ای بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید؛ تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.

این کتاب نیز شامل پنج پودمان است. هنرجویان عزیز پس از طی فرایند یاددهی - یادگیری هر پودمان می‌توانند شایستگی‌های مربوط به آن را کسب کنند. در پودمان «کسب اطلاعات فنی» هدف توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای شما بعد از اتمام دوره تحصیلی در مقطع کنونی است تا بتوانید با درک مطالب از منابع غیرفارسی در راستای یادگیری در تمام طول عمر گام بردارید. و در دنیای متغیر و متحول کار و فناوری اطلاعات خود را به روز رسانی کنید. هنرآموز محترم شما مانند سایر دروس این خوشه برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات منظور می‌نماید. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس از ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال

تحصیلی وجود دارد. در کارنامه شما این درس شامل ۵ پودمان درج شده که هر پودمان از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی تشکیل می‌شود و چنانچه در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، لازم است در همان پودمان مورد ارزشیابی قرار گیرید. همچنین این درس دارای ضریب ۴ بوده و در معدل کل شما تأثیر می‌گذارد.

همچنین در کتاب همراه هنرجو واژگان پرکاربرد تخصصی در رشته تحصیلی - حرفه‌ای شما آورده شده است. کتاب همراه هنرجوی خود را هنگام یادگیری، آزمون و ارزشیابی حتماً همراه داشته باشید. در این درس نیز مانند سایر دروس اجزایی دیگر از بسته آموزشی در نظر گرفته شده است و شما می‌توانید با مراجعه به وبگاه رشته خود با نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) از عناوین آنها مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی مانند مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی، طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

## سخنی با هنرآموزان عزیز

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و تغییرات سریع عصر فناوری و نیازهای متغیر جامعه بشری و دنیای کار و مشاغل، برنامه‌درسی رشته صنایع نساجی باز طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. این کتاب و درس از خوشه دروس شایستگی‌های فنی می‌باشد که در سبد درسی هنرجویان برای سال دوازدهم تدوین و تألیف شده است و مانند سایر دروس شایستگی و کارگاهی دارای ۵ پودمان می‌باشد. کتاب دانش فنی تخصصی مباحث نظری و تفکیک شده دروس کارگاهی و سایر شایستگی‌های رشته را تشکیل نمی‌دهد بلکه پیش‌نیازی برای شایستگی‌های لازم در سطوح بالاتر صلاحیت حرفه‌ای تحصیلی می‌باشد. هدف کلی کتاب دانش فنی تخصصی آماده‌سازی هنرجویان برای ورود به مقاطع تحصیلی بالاتر و تأمین نیازهای آنان را در راستای محتوای دانش نظری است. یکی از پودمان این کتاب با عنوان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی موردنیاز از متون فنی غیرفارسی و جداول، راهنمای ماشین‌آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد. تدریس کتاب در کلاس درس به صورت تعاملی و با محوریت هنرآموز و هنرجوی فعال صورت می‌گیرد.

به مانند سایر دروس هنرآموزان گرامی برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش ارزشیابی پایانی و مستمر تشکیل می‌شود. این کتاب مانند سایر کتاب‌ها جزیی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ برخی از فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. در هنگام ارزشیابی استاندارد عملکرد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. کتاب دانش فنی تخصصی شامل پودمان‌هایی به شرح زیر است:

پودمان اول: محاسبات نخ و پارچه

پودمان دوم: تحلیل کف پوش و منسوجات

پودمان سوم: تحلیل مواد رنگ‌زا

پودمان چهارم: تحلیل نانو مواد در نساجی

پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی صنایع نساجی

هنرآموزان گرامی در هنگام یادگیری و ارزشیابی، هنرجویان بایستی کتاب همراه هنرجو را با خود داشته باشند.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





پودمان ۱

محاسبات نخ و پارچه



## آیا می‌دانید که:

- تعریف ضایعات و نحوه محاسبات آن در ماشین‌های ریسندگی چیست؟
- محاسبه تولید در ماشین‌های حلاجی، کاردینگ، هشت لاکنی، نیم‌تاب و تمام‌تاب چگونه انجام می‌شود؟
- سیستم اتولولر چیست و چگونه به یکنواخت شدن فتیله کمک می‌کند؟
- چرا سیستم اتولولر به صرفه‌جویی در مصرف برق کمک می‌کند؟
- کشش در ریسندگی پنبه‌ای را چگونه حساب می‌کنند؟
- تبدیل نمره نخ و محاسبه وزن در متر نخ به کمک جدول تبدیل چگونه انجام می‌شود؟

## استاندارد عملکرد

در پایان این پودمان انتظار می‌رود تا هنرجو عوامل مؤثر در میزان ضایعات‌گیری در ماشین‌های حلاجی را فرا گیرد و محاسبه تولید را انجام دهد. اصول کارکرد اتولولر و نحوه محاسبات مرتبط با فتیله را بیاموزد. مقدار کشش و مقدار تولید را در ماشین‌های نیم‌تاب و تمام‌تاب فرا گیرد.

## شایستگی ۱- محاسبات نخ

### اصول محاسبات در ماشین‌های حلاجی

همان‌طور که می‌دانید یک خط حلاجی شامل چندین دستگاه است. در هر دستگاه حلاجی بخش‌هایی وجود دارد که مطابق وظیفه‌ای که از قبل تعریف شده است، کار می‌کند. از طرفی در خط ریسندگی پنبه‌ای، عدل‌های پنبه توسط دستگاه عدل‌شکن به صورت توده‌های الیاف درآمده و از طریق مکش هوا و فشار باد درون لوله‌هایی به قطر ۲۵ الی ۴۰ سانتی‌متر به حرکت در می‌آیند. ماشین‌های ریسندگی ضمن بازکردن هرچه بیشتر توده‌های الیاف، آنها را تمیز نیز می‌کنند.

#### ضایعات



شکل ۱- زنده پله‌ای

تمیز کردن به معنای جدا کردن مواد زائد (ضایعات) از توده‌های الیاف پنبه می‌باشد. بنابراین ضایعات به همه موادی گفته می‌شود که دستگاه مورد نظر آن را از خط تولید خارج می‌کند. در این حالت ممکن است که مقداری از الیاف نیز همراه مواد زائد از خط تولید خارج گردد.

بنابراین می‌توان گفت که هر ماشین دارای ورودی (تغذیه) و خروجی (تولید) و مواد زائد (ضایعات) می‌باشد. شکل ۱ این موضوع را نشان می‌کند.

درصد ضایعات: هر دستگاه حلاجی مقداری از ضایعات موجود در الیاف را جدا می‌کند. حاصل تقسیم نسبت مقدار کل ضایعات به مقدار الیاف تغذیه شده در عدد صد را درصد ضایعات می‌گویند. بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درصد ضایعات} = \frac{\text{مقدار ضایعات جدا شده}}{\text{مقدار تغذیه الیاف}} \times 100$$

محاسبه درصد ضایعات منحصر به یک دستگاه نیست و باید درصد ضایعات یک دستگاه و یا چند دستگاه و یا کل خط ریسندگی را محاسبه کرد.

مثال ۱: اگر مقدار ۱/۳۳ کیلوگرم الیاف وارد یک دستگاه حلاجی آزمایشگاهی شود و مقدار دوازده صدم (۰/۱۲) کیلوگرم ضایعات در مخزن جمع شود، محاسبه کنید:

الف) مقدار الیاف تمیز شده خروجی  
ب) درصد ضایعات

حل: الف) چون الیاف تغذیه شده با مجموع الیاف تمیز شده و مقدار ضایعات با هم برابر می‌باشند. بنابراین خواهیم داشت:

مقدار الیاف تمیز شده + مقدار ضایعات = مقدار الیاف تغذیه شده

بنابراین:

مقدار ضایعات - مقدار الیاف تغذیه شده = مقدار الیاف تمیز شده

پس:

$$1/21 \text{ kg} = 1/33 - 0/12 = \text{مقدار الیاف تمیز شده}$$

ب) با توجه به فرمول درصد ضایعات خواهیم داشت.

$$\text{درصد ضایعات} = \frac{\text{مقدار ضایعات جدا شده}}{\text{مقدار تغذیه الیاف}} \times 100$$

بنابراین خواهیم داشت:

$$\text{درصد ضایعات} = (0/12 \div 1/33) \times 100 = 9/02$$

تمرین ۱



دو عدل ۲۱۰ کیلوگرمی از الیاف به یک دستگاه ریسندگی وارد می‌شود و ۳۹۷ کیلوگرم الیاف تمیز شده تولید می‌شود. این دستگاه ضایعات را در دو نقطه جمع‌آوری می‌کند که در مخزن ضایعات شماره ۱ مقدار ۹/۱۲ کیلوگرم ضایعات و در مخزن شماره ۲ مقدار ۱۳/۸۸ کیلوگرم ضایعات جمع شده است، محاسبه کنید:

الف) درصد ضایعات در مخزن ۱

ب) درصد ضایعات در مخزن ۲

ج) درصد ضایعات کل دستگاه

تحقیق کنید ۱



ضایعات ریسندگی پنبه‌ای در صنایع دیگر کاربرد دارد. به همین دلیل آنها را جمع‌آوری می‌کنند و به عدل ضایعات پنبه تبدیل می‌کنند. چند نمونه از کاربرد ضایعات پنبه و روش کار با آن را بنویسید.

شکل ۲



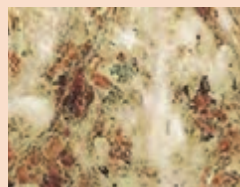
به شکل‌های زیر توجه کنید و سپس محاسبات خواسته شده را انجام دهید.



شکل ۳- (۱۲۴ عدل پنبه هر کدام ۲۱۴ کیلوگرم)



شکل ۷- ضایعات دستگاه  
کارد ۱۲/۴ کیلوگرم



شکل ۶- ضایعات ماشین  
دو خط حلاجی ۶۴ کیلوگرم



شکل ۵- الیاف سالم فتیله  
شده



شکل ۴- ضایعات حلاجی  
۳۲۲ کیلوگرم



۱ مقدار الیاف فتیله شده

۲ درصد ضایعات برای هر قسمت

۳ درصد ضایعات کلی

### میزان ضایعات در سیستم شوت فید Shute Feed

دستگاه‌های حلاجی در سیستم شوت فید، توسط توده‌های شناوری از الیاف تغذیه می‌شوند. این الیاف در



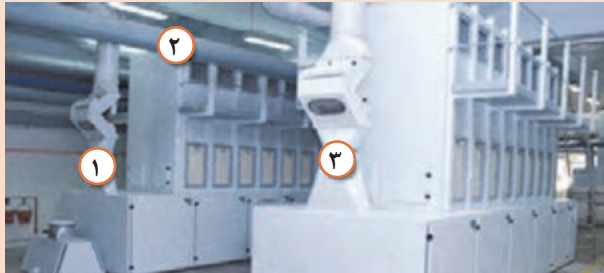
لوله‌هایی که دستگاه را به هم متصل می‌کند جریان دارد. شکل ۸ لوله‌های انتقال و حرکت الیاف را نشان می‌دهد.

شکل ۸- لوله‌های انتقال الیاف در سیستم شوت فید





در شکل ۹ سه لوله انتقال توده‌های الیاف را مشخص کردیم شما هم سه لوله را مشخص کنید.



شکل ۹



شوت فید در انگلیسی به معنای تغذیه پرتابی است. دلیل این نامگذاری را توضیح دهید.

**میزان جداسازی ضایعات:** نسبت مواد زائد به مواد اولیه‌ای که به دستگاه تغذیه می‌شود، معرف قدرت جداسازی هر دستگاه می‌باشد. این عدد نمی‌تواند معرف قدرت واقعی توان جداسازی ضایعات یک دستگاه باشد؛ زیرا اگر پنبه کثیفی وارد دستگاه شود، میزان ضایعات جدا شده، افزایش می‌یابد. اگر بین دو دستگاه که کار مشابهی انجام می‌دهند و الیاف وارد شده به هر یک مثل هم باشد، میزان ضایعات جدا شده یک امتیاز مثبت برای آن دستگاه محسوب می‌شود.



همواره ضایعات ماشین را بررسی کنید و اگر مقدار زیادی الیاف سالم در آن مشاهده کردید، موضوع را به سرپرست سالن اطلاع دهید. زیاد بودن الیاف سالم در ضایعات ممکن است به علت تنظیمات نادرست یا مشکل اساسی در دستگاه باشد.

برای محاسبه میزان جداسازی ضایعات یک ماشین، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$\text{مقدار ضایعات جدا شده در یک ساعت بر حسب کیلوگرم} \times 100 = \frac{\text{جداسازی ضایعات دستگاه در یک ساعت}}{\text{مقدار مواد تغذیه در یک ساعت بر حسب کیلوگرم}}$$



چرا در سیستم شوت فید، مقدار تغذیه براساس کیلوگرم بر ساعت نوشته شده است؟ اگر براساس کیلوگرم نوشته شود چه مشکلی ایجاد می‌گردد؟



در یک شیفت ۷ ساعته، ۴ تن الیاف وارد خطوط حلاجی می‌شود و به ترتیب از ماشین‌های ۱ و ۲ و ۳ عبور می‌کند و هر دستگاه مطابق جدول ۱ ضایعات داشته است. مقدار درصد ضایعات جدا شده در هر دستگاه را حساب کنید. خروجی ماشین ۱ ورودی ماشین ۲ و خروجی ماشین ۲، ورودی ماشین ۳ خواهد بود.

جدول ۱

شماره ماشین	ورودی الیاف	مقدار ضایعات	درصد ضایعات	خروجی الیاف
۱	۴۰۰۰ kg	۱۲۰ kg	.....	.....
۲	x	.....	۸/۵۵	.....
۳	y	۸۸	.....	.....

راهنمایی: ابتدا خروجی الیاف دستگاه اول را حساب کنید و این عدد را در ورودی الیاف دستگاه دوم قرار دهید و سپس مابقی را حساب کنید.

**ظرفیت Capacity:** ظرفیت کاری به حداکثر مقداری از مواد اولیه گفته می‌شود که در واحد زمان به دستگاه تغذیه می‌شود و دستگاه بدون هیچ مشکلی وظایف خود را انجام می‌دهد. در کاتالوگ دستگاه‌های حلاجی، به خصوص در صفحه اطلاعات فنی (Technical Data)، مقدار ظرفیت آورده شده است. اطلاعات جدول ۲ مربوط به یک خط حلاجی است. مقدار ظرفیت و تعداد دستگاه را مورد توجه قرار دهید.

جدول ۲- اطلاعات مربوط به خط حلاجی

درصد ضایعات	ظرفیت (capacity)	مدل ماشین	تعداد ماشین	نام ماشین
۰	۴۵۰ kg/h	UNI floc automatic bale opener A۱۱	۱	عدل بازکن
۷-۱۲	۴۷۰ kg/h	UNI clean pre - cleaners B۱۲	۱	تمیز کننده
۱-۲	۲۴۵ kg/h	UNI mix homogeneous mixers B۷۰	۲	میکسر
۱-۲	۲۴۰ kg/h	UNI flex homogeneous mixers B۶۰	۲	میکسر جایگزین
۱-۲	۲۶۰ kg/h	Condensers A۲۱	۲	کندانسور
۲-۴	۵۵ kg/h	Cards C۶۰	۸	ماشین کارد



- با توجه به جدول ۳ به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.
- ۱ چرا درصد ضایعات گیری عدل بازکن صفر است؟
  - ۲ تعداد دستگاه و ظرفیت هر دستگاه را در هم ضرب کنید. چه نکته جالب توجهی وجود دارد؟ آن را شرح دهید.
  - ۳ در ۸ ساعت کاری چه مقدار الیاف تغذیه می‌شود؟
  - ۴ اگر میزان ضایعات گیری در دستگاه‌ها به صورت جدول زیر باشد، مقادیر جدول ۳ را حساب کنید.

جدول ۳- اطلاعات یک خط حلاجی

نام ماشین	تعداد ماشین	مدل ماشین	ظرفیت (capacity)	درصد ضایعات	مقدار ورودی الیاف در ۸ ساعت	مقدار ضایعات	مقدار خروجی الیاف
عدل بازکن	۱	UNI floc automatic bale opener A11	۴۵۰ kg/h	۰	.....	.....	.....
تمیزکننده	۱	UNI clean pre - cleaners B12	۴۷۰ kg/h	۸	.....	.....	.....
میکسر	۲	UNI mix homogeneous mixers B7۰	۲۴۵ kg/h	۱/۳	.....	.....	.....
کندانسور	۲	Condensers A21	۲۶۰ kg/h	۱/۲	.....	.....	.....
ماشین کارد	۸	Cards C6۰	۵۵ kg/h	۳/۴	.....	.....	.....

**سرعت پرتاب الیاف :** در سیستم شوت فید، الیاف توسط مکش هوا و پرتاب توسط باد، جابه‌جا می‌شوند. سرعت حرکت با واحد متر بر ثانیه (m/sec) محاسبه می‌شود. سرعت انتقال مواد توسط سنسورهای ویژه تعیین می‌شوند و به واحد پردازشگر انتقال می‌یابد. پردازشگر، اطلاعات وارده از همه سنسورها را پردازش می‌کند و دستور لازم برای اتخاذ سرعت مناسب را به خط حلاجی اطلاع می‌دهد. سرعت در خطوط انتقال الیاف باید به گونه‌ای باشد که با محاسبات هماهنگ باشد.

## محاسبات کارت

### کشش مکانیکی

با مراجعه به درس ریسندگی، کشش را تعریف کنید و اهمیت محاسبه آن را در چند سطر بنویسید.

پرسش ۳



کشش به دو صورت حقیقی و مکانیکی وجود دارد. هر کدام را توضیح دهید.

پرسش ۴



کشش مکانیکی با میزان تغذیه و تولید ارتباط دارد و از فرمول زیر به دست می آید:

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{\text{وزن هر یارد تغذیه}}{\text{وزن هر یارد فتیله}} \times \left(1 - \frac{X}{100}\right)$$

در فرمول فوق  $X$  درصد ضایعات می باشد.

برای تبدیل یکاهای مختلف از جمله یارد به متر، گرین به اونس و... از کتاب همراه هنرجو استفاده کنید.

نکته



مثال ۲: مطلوب است محاسبه کشش مکانیکی در ماشین کارت، در صورتی که وزن هر یارد متکا ۱۴ اونس و وزن هر یارد فتیله ۵۵ گرین و مقدار ضایعات ۶ درصد باشد.

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{\text{وزن هر یارد تغذیه}}{\text{وزن هر یارد فتیله}} \times \left(1 - \frac{X}{100}\right)$$

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{14 \times 437/5}{55} \times (1 - 0/06)$$

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{14 \times 437/5}{55} \times 0/94 \approx 104/7$$

**مثال ۳:** مطلوب است کشش مکانیکی یک ماشین کارد در صورتی که کشش حقیقی ۱۲۰ و مقدار ضایعات هشت درصد باشد.

$$\text{کشش مکانیکی} = \text{کشش حقیقی} \times \left(1 - \frac{x}{100}\right)$$

$$\text{کشش مکانیکی} = 120 \times \left(1 - \frac{8}{100}\right) = 120 \times 0.92 = 110.4$$

**توجه:** معمولاً میزان کشش در ماشین کارد پنبه بین ۸۰ تا ۱۲۰ می‌باشد، البته گاهی از کشش ۱۵۰ نیز استفاده شده است. کشش بالاتر باعث ایجاد تار عنکبوتی ظریف‌تر و در نهایت فتیله لاغرتری می‌شود.

تحقیق کنید ۲



کاتالوگ یک دستگاه کارد را از اینترنت پیدا کنید و سپس توصیه‌های سازنده دستگاه، درباره کشش دستگاه را بنویسید و به هنرآموزتان ارائه دهید.

تمرین ۵



مطابق جدول زیر، برای سه نوع پنبه جاهای خالی را محاسبه کنید.

جدول ۴

کشش حقیقی	کشش مکانیکی	درصد ضایعات	وزن هر یارد تولید	وزن هر یارد تغذیه	
.....	.....	۷/۳	۴۵ گرین	۱۲ اونس	خط پنبه ۱
.....	۱۴۰	۵/۶	.....	۱۵ اونس	خط پنبه ۲
۱۷۰	.....	۸	.....	۱۷ اونس	خط پنبه ۳

تمرین ۶



کشش مکانیکی در یک ماشین کارد ۹۴/۶ است و درصد ضایعات آن ۶/۴ درصد می‌باشد. کشش حقیقی این ماشین را حساب کنید.



### دنده کشش

در ماشین‌های ریسندگی تغییر دنده‌های یک دستگاه امری عادی است. تغییر دنده برای تغییر میزان کشش، مقدار سرعت تولید و تغییر سرعت غلتک‌ها کاربرد دارد. در مسیر دیاگرام و مسیر انتقال نیرو، دنده‌هایی وجود دارند که اولاً به راحتی تعویض می‌شوند و ثانیاً با تعویض آنها، تغییر مورد نظر ایجاد می‌شود.

مفهوم ثابت کشش را در چند سطر توضیح دهید.

پرسش ۵



محاسبه کشش مکانیکی با استفاده از ثابت کشش: فرمول زیر برای محاسبه کشش مکانیکی از طریق ثابت کشش به کار می‌رود.

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{\text{ثابت کشش}}{\text{دنده کشش}}$$

مثال ۴: مطلوب است کشش مکانیکی در صورتی که ثابت کشش ۱۶۰۵ و دنده کشش ۱۴ باشد.

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{\text{ثابت کشش}}{\text{دنده کشش}}$$

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{۱۶۰۵}{۱۴} = ۱۱۴/۷$$

پرسش ۶



هنرجویی به جای دنده کشش عدد یک می‌گذارد و سپس استدلال می‌کند، ثابت کشش همان کشش مکانیکی است. آیا این استدلال درست است؟ شما چه جمله‌ای را پیشنهاد می‌کنید؟

تمرین ۷



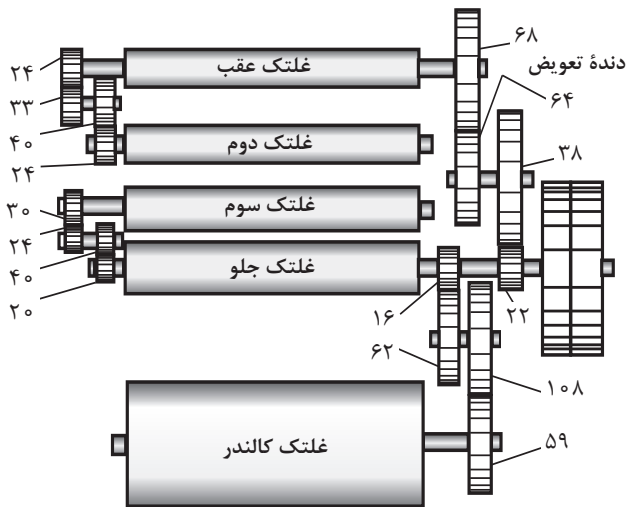
در صورتی که ثابت کشش ۱۷۳۲ و کشش مکانیکی ۱۲۳ باشد، دنده کشش را حساب کنید.

تمرین ۸



در صورتی که ثابت کشش ۱۸۳۴ باشد و دنده کشش ۱۸ باشد، کشش مکانیکی را حساب کنید.

## محاسبه ماشین فتیله (کشش)



شکل ۱۰- دیاگرام انتقال حرکت قسمت کشش در ماشین فتیله

در ماشین فتیله علاوه بر محاسبه تولید، محاسبه کشش در نواحی مربوطه و دنده‌های قابل تعویض نیز مهم می‌باشد. اگر این دنده به کشش مرتبط باشد، آن را دنده قابل تعویض کشش می‌گویند. محاسبه این دنده از روش‌های خاصی امکان‌پذیر است. یکی از این روش‌ها دانستن ثابت کشش است. محاسبه ثابت کشش به کمک دیاگرام انتقال نیرو انجام می‌شود. مقدار ثابت کشش در کاتالوگ دستگاه، نوشته شده است. با مراجعه به کاتالوگ همان دستگاه این عدد را پیدا کنید. در شکل ۱۰ دنده قابل تعویض ۶۴ را مشاهده می‌کنید.

$$\text{کشش} = \frac{\text{ثابت کشش}}{\text{دنده کشش}}$$

$$\text{مقدار کشش} = \frac{\text{ثابت کشش}}{\text{دنده تعویض یا دنده کشش}}$$

مثال ۵: مطلوب است محاسبه دنده کشش در صورتی که کشش کل برابر ۶ و ثابت کشش برابر با ۳۸۱/۰۷۹ باشد.

$$\text{دنده کشش} = \frac{\text{ثابت کشش}}{\text{کشش}}$$

$$\text{دنده کشش} = \frac{۳۸۱/۰۷۹}{۶} = ۶۳/۵۱۳$$

دنده قابل تعویض ۶۳ و یا ۶۴ می‌باشد انتخاب این دو عدد بستگی به این دارد که ماشین بخواهد فتیله سبک‌تر یا سنگین‌تر تولید کند.

اگر میزان کشش ۷/۵ و مقدار ثابت کشش ۵۶۴/۱۳ باشد، مقدار دنده کشش را حساب کنید.

تمرین ۹



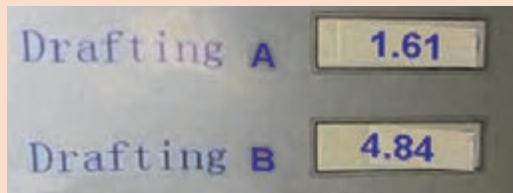
میزان کشش در ماشینی که مقدار ثابت کشش آن ۴۲۱/۳ و مقدار دنده کشش آن ۵۹ می‌باشد را محاسبه کنید.

تمرین ۱۰





در شکل ۱۱ نواحی کشش ماشین هشت لاکنی و در جدول ۵ سرعت غلتک‌ها را مشاهده می‌کنید. (الف) با توجه به سرعت‌ها، کشش در ناحیه A و B را حساب کنید.



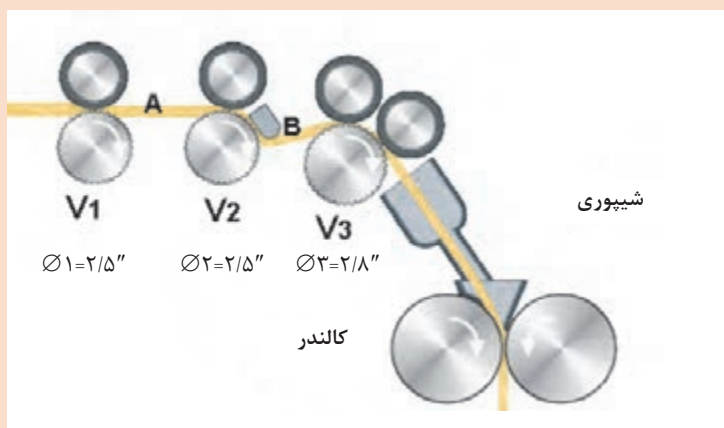
(ب) در شکل میزان کشش در نواحی را در همین لحظه نشان می‌دهد. به نظر شما علت مغایرت محاسبات و عددی که نمایشگر نشان می‌دهد در چیست؟ با هنجاریان در این باره بحث کنید.

شکل ۱۱

جدول ۵

۷۳	۷۲	۷۱	
۶۸۴	۱۵۸	۹۸	سرعت غلتک‌ها
.....	کشش ناحیه B	.....	کشش ناحیه A

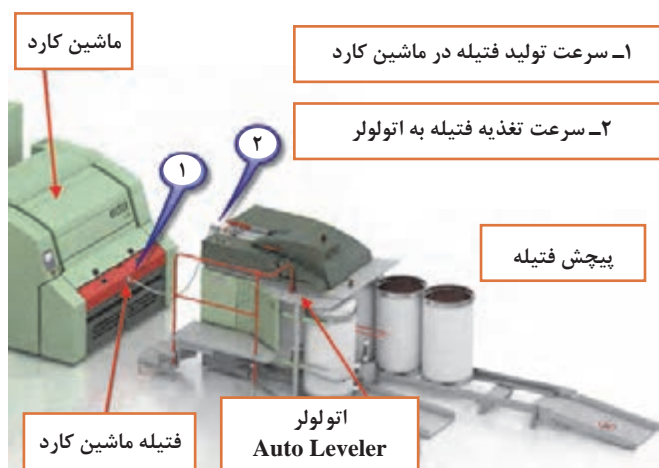
(ج) بر روی غلتک‌های ۱ و ۲ و ۳ نوشته شده است.  $\varnothing_1 = 2/5''$   $\varnothing_2 = 2/5''$   $\varnothing_3 = 2/8''$  معنی این اعداد چیست؟ با محاسبات نشان دهید اختلاف کشش محاسبه شده و کشش نمایشگر به این اعداد مربوط است.



شکل ۱۲- غلتک‌های کشش در ماشین هشت لاکنی

## اتولولر Auto Leveler

در درس ریسندگی با اتولولر آشنا شدید. این دستگاه بعد از ماشین کارد قرار می‌گیرد. در واقع دستگاه اتولولر بین ماشین کارد و بخش پیچش فتیله قرار دارد. بنابراین ترتیب قرارگیری این دستگاه به صورت شکل ۱۳ خواهد بود.



شکل ۱۳- اتولولر

همان‌طور که در شکل می‌بینید فتیله از کارد خارج می‌شود و بلافاصله به دستگاه دیگری وارد می‌شود و این دستگاه به نام اتولولر وظیفه دارد تا نایکنواختی‌های فتیله ماشین کارد را کاهش دهد. در صورتی که عملکرد اتولولر رضایت‌بخش باشد، می‌تواند جایگزین ماشین کشش یا Drow Frame گردد. جدول ۶ نمونه نمره‌های فتیله چند ماشین کارد می‌باشد.

جدول ۶

شماره ماشین	۱	۲	۳	۴	۵
شیفت ۱	۴/۳۳	۴/۳۸	۴/۱۲	۴/۰۵	۴/۴۴
شیفت ۲	۴/۱۸	۴/۲۵	۴/۲۱	۴/۰۶	۴/۳۶
شیفت ۳	۴/۵۱	۴/۲۵	۴/۲۸	۴/۰۹	۴/۲۱
نمره مناسب	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵	۴/۳۵

جدول گویای این حقیقت است که نمره فتیله‌های ماشین کارد با نایکنواختی همراه است و به همین دلیل در ماشین کشش آنها را با هم مخلوط می‌کنند تا علاوه بر مخلوط شدن بیشتر، فتیله تولید شده یکنواخت‌تر باشد.

### تأثیر اتولولر روی فتیله

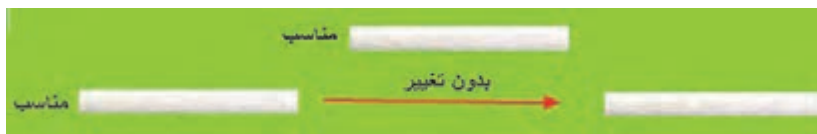
تأثیر اتولولر روی فتیله را می‌توان در سه بخش خلاصه کرد:

اتولولر فتیله‌هایی که از میزان مناسب چاق‌تر (ضخیم‌تر) باشد را می‌کشد تا لاغر (نازک‌تر) شوند و به نمره مناسب برسند. اما نکته مهم این است که برای کشیدن باید به طول فتیله افزود. این موضوع بسیار مهم است، که آن را شرح خواهیم داد. در شکل ۱۴، ورودی فتیله چاق است. در این حالت فتیله کشیده می‌شود و اندازه آن به اندازه مورد نظر می‌رسد و بر طول آن افزوده خواهد شد.



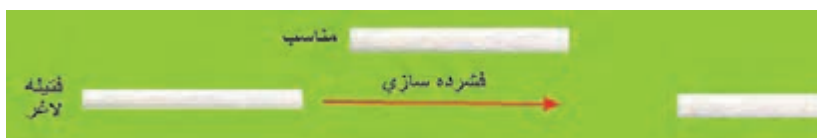
شکل ۱۴- فتیله چاق در اتولولر

سیستم اتولولر فتیله‌هایی که مناسب هستند را بدون هیچ تغییری عبور می‌دهد. شکل ۱۵ این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵- فتیله مناسب

سیستم اتولولر فتیله‌هایی که لاغر باشند را در هم فشرده می‌کند تا نمره و اندازه فتیله به میزان مناسب برسد. در این حالت طول فتیله کوتاه می‌شود که در شکل ۱۶ مشاهده می‌کنید.



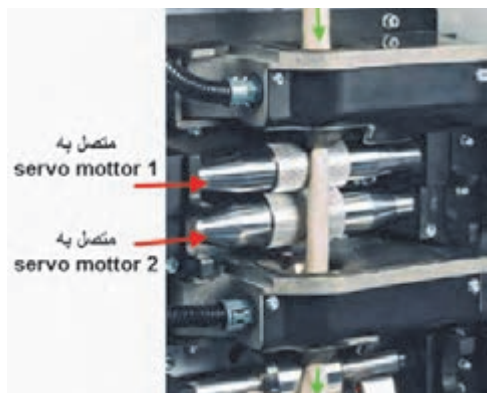
شکل ۱۶- فتیله لاغر

**نحوه عملکرد اتولولر:** به شکل ۱۷ نگاه کنید. الیاف از بالا وارد می‌شود. یک سنسور نمره فتیله را تعیین می‌کند و به پردازشگر اطلاع می‌دهد. دو سروو موتور به غلتک‌هایی که در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود، متصل

شده است. سرعت سروو موتور تحت فرمان یک رایانه کم یا زیاد می‌شود یا بدون تغییر می‌ماند. در این حالت نسبت سرعت دو سروو موتور تعیین می‌کند که آیا فتیله کشیده یا درهم فشرده شود؛ بنابراین خواهیم داشت:

$$\frac{\text{سرعت غلتک ۲}}{\text{سرعت غلتک ۱}} \begin{cases} > ۱ \text{ کشش} \\ = ۱ \text{ بدون تغییر} \\ < ۱ \text{ فشرده سازی} \end{cases}$$

سروو موتورها، نوعی موتور الکتریکی هستند که قادرند سرعت‌های مختلفی را ایجاد کنند. در دستگاه، اتولولر یک سنسور تشخیص نایک‌نواختی وجود دارد که با عبور فتیله مقدار جرم خطی فتیله را تعیین می‌کند و بلافاصله به پردازنده رایانه می‌فرستد. پردازنده سرعت لازم را برای هر کدام از سروو موتورها تعیین می‌کند؛ در نتیجه به طور مرتب عمل یکنواخت‌سازی انجام می‌شود. اتولولرها می‌توانند وظایف چندلاکنی را به عهده بگیرند. وجود اتولولر در خط حلاجی می‌تواند از مراحل چندلاکنی در خط تولید بکاهد. در شکل ۱۷ دو غلتک متصل به سروو موتور در ماشین اتولولر را مشاهده می‌کنید.

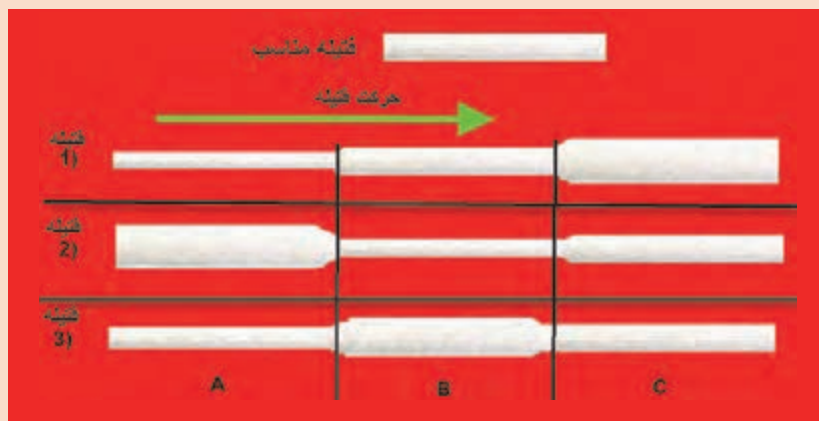


شکل ۱۷- غلتک‌های اتولولر





در شکل ۱۸ سه نمونه فتیله نایکنواخت به دستگاه اتولولر تغذیه می‌شود. با توجه به جهت حرکت، عملکرد غلتک‌های اتولولر را تشریح کنید. توجه کنید که قسمت C و سپس قسمت B و در نهایت قسمت A وارد دستگاه اتولولر می‌شود.  
راهنمایی: توضیح دهید که هر قسمت از فتیله را می‌کشد یا فشرده می‌کند و یا تغییر نمی‌دهد.



شکل ۱۸- چند نمونه فتیله ورودی به اتولولر

### نمره فتیله

یکای اندازه‌گیری فتیله به دو صورت گرم بر متر و گرین بر یارد می‌باشد. برای تبدیل دو یکا به یکدیگر باید معادل تبدیل‌ها را پیدا کرد و به‌جای آن نوشت. با انجام محاسبات فرمول نهایی تبدیل به‌دست می‌آید به مثال ۶ توجه کنید.

$$1 \text{ yd} = 0.914 \text{ m}$$

$$1 \text{ Lb} = 7000 \text{ grain}$$

$$1 \text{ Lb} = 453.6 \text{ gr}$$

$$1 \text{ grain} = 0.0648 \text{ gr}$$

مثال ۶: نمره یک فتیله معادل ۴۵ گرین بر یارد است. نمره این فتیله چند گرم بر متر است؟  
حل:

$$45 \frac{\text{grain}}{\text{yd}} =$$

$$45 \times \frac{0.0648 \text{ gr}}{0.914 \text{ m}} = 45 \times 0.071 \frac{\text{gr}}{\text{m}} = 3.19 \frac{\text{gr}}{\text{m}}$$

نمره فتیله



با توجه به مثال بالا، تمرین‌های زیر را حل کنید.  
■ فتیله ۶۳ گرین بر یارد چند گرم بر متر است؟  
■ فتیله ۶/۴ گرم بر متر چند گرین بر یارد است؟

### محاسبه سرعت خطی غلتک‌ها

سرعت خطی و دور بر دقیقه را تعریف کنید و تفاوت بین این دو را بیان کنید.

پرسش ۷



نکته



برای محاسبه سرعت خطی باید محیط غلتک را در دور بر دقیقه ضرب کرد.

RPM = دور بر دقیقه

D = قطر

سرعت خطی =  $\pi \times D \times \text{RPM}$

فکر کنید

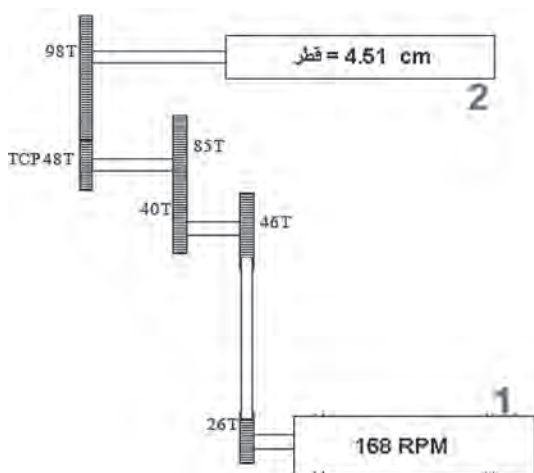


شکل مقابل چه چیزی را نشان می‌دهد؟ توضیح دهید. آیا می‌توان با این دستگاه قطر شافت را اندازه‌گیری کرد؟ چگونه؟ اگر اعداد نوسان داشته باشد چه مفهومی را می‌رساند؟

فکر کنید



آیا به کمک این دو دستگاه می‌توان قطر غلتک را حساب کرد؟ چگونه؟ آیا مقدار محاسبه شده دقیق است؟ این دقت به چه عواملی بستگی دارد؟



مثال ۷: با توجه به شکل ۱۹ سرعت خطی غلتک ۲ را حساب کنید.

شکل ۱۹- چرخ دنده‌ها در انتقال نیرو

با توجه به مطالب اشاره شده خواهیم داشت:  
 دور بر دقیقه × محیط غلتک = سرعت خطی

$$\text{قطر} \times \pi = \text{محیط غلتک}$$

$$\text{دور بر دقیقه غلتک ۲} = ۱۶۸ \times \frac{۲۶ \times ۴۰ \times ۴۸}{۴۶ \times ۸۵ \times ۹۸} = ۱۶۸ \times \frac{۴۹۹۲۰}{۳۸۳۱۸۰} = ۱۶۸ \times ۰/۱۳۰۲ = ۲۱/۸۹$$

$$\text{متر بر دقیقه} = ۳/۱۴ \times \frac{۴/۵۱}{۱۰۰} \times ۲۱/۸۹ = ۳/۱ \text{ m/min}$$

تمرین ۱۲

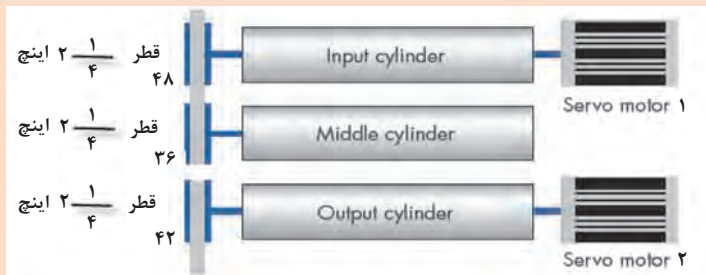


اگر در شکل ۱۹ قطر غلتک ۳/۷۸۲ سانتی متر و سرعت دورانی غلتک ۱ مساوی ۱۲۳ دور بر دقیقه باشد.  
 سرعت خطی غلتک ۲ را حساب کنید.  
 TCP=۴۴T

تمرین ۱۳



در شکل ۲۰ سروو موتور ۱ با سرعت ۲۳۵ دور بر دقیقه و سروو موتور ۲ با سرعت ۸۴۳ دور بر دقیقه می چرخد. میزان کشش در هر ناحیه را حساب کنید. سرعت خطی غلتک خروجی را محاسبه کنید.

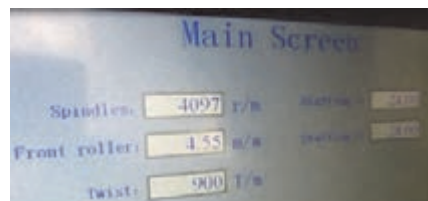


شکل ۲۰- سروو موتور

## محاسبات در ماشین رینگ

### محاسبه تاب در ماشین رینگ

تصویری که در شکل ۲۱ مشاهده می کنید مربوط به یک ماشین رینگ می باشد. با توجه به اینکه مقدار تاب به دو عامل rpm اسپیندل و سرعت خطی غلتک جلو ارتباط دارد و میزان تاب بر اساس تاب بر متر (TPM) و تاب در اینچ (TPI) محاسبه می شود، فرمول تاب را پیدا کنید.



شکل ۲۱- نمایشگر ماشین رینگ



به کمک فرمول محاسبه تاب و با توجه به جدول ۷ که مربوط به چند ماشین رینگ است جاهای خالی را محاسبه کنید و در محل مربوطه قرار دهید.

جدول ۷

شماره ماشین	سرعت غلتک جلو	سرعت اسپیندل	تاب TPI	تاب TPM
۱	۵/۶۶	۵۴۳۲	.....	.....
۲	۴/۹۸	.....	.....	۸۰۴
۳	۵/۱۱	.....	.....	۹۶۵
۴	.....	۵۶۷۷	۶۷	.....

**ایجاد تاب نخ:** رشته نیمچه نخ، پس از کشش، به اندازه مناسب جهت تبدیل به نخ می‌رسد. این رشته بدون تاب استحکام ندارد و با کمترین کشش پاره می‌شود. در اثر کشش هیچ کدام از الیاف پاره نمی‌شود بلکه الیاف از روی هم سر خورده و رشته گسسته می‌شود. استحکام نخ ریسیده شده به تاب، بستگی دارد.



با توجه به کلمات و نقاط مشخص شده در ذیل نحوه تشکیل تاب نخ در شکل ۲۲ را شرح دهید.  
سرعت خطی غلتک جلو (تولید) - نقطه A - نقطه B - نقطه C - سرعت اسپیندل - طول نخ



شکل ۲۲- ایجاد تاب در رینگ

## محاسبه نواحی کشش در ماشین رینگ

به شکل ۲۳ توجه کنید و چگونگی ایجاد کشش در رشته نیمچه نخ را تشریح کنید.



شکل ۲۳- نواحی کشش در رینگ

ثابت کشش در ماشین رینگ: به طور کلی برای ماشین‌هایی که دارای نواحی کشش هستند، محاسبه کشش اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین این محاسبات کشش برای دستگاه رینگ نیز انجام می‌شود. این محاسبات به طور مرتب و به خصوص با تغییر نمره نخ انجام می‌شود. چون تعداد زیادی چرخ‌دنده در مسیر محاسبه کشش وجود دارد، احتمال بروز اشتباه زیاد است به همین خاطر محاسبه کشش به صورت‌های ساده‌شده زیر مناسب‌تر است. در کاتالوگ دستگاه، مقدار ثابت کشش قید شده است.

$$\text{دنده کشش} \times \text{ثابت کشش} = \text{کشش} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{مقدار کشش}}{\text{ثابت کشش}} = \text{دنده کشش} \quad \text{یا} \quad \frac{\text{مقدار کشش}}{\text{دنده کشش}} = \text{ثابت کشش}$$

فکر کنید



آیا این سه فرمول یکسان هستند؟ چرا؟

مثال ۸: مطلوب است محاسبه کشش در صورتی که ثابت کشش ۰/۱۸۷۳ و دنده کشش ۲۲ باشد.

$$\text{دنده کشش} \times \text{ثابت کشش} = \text{کشش}$$

$$\text{کشش} = ۰/۱۸۷۳ \times ۲۲ = ۴/۱۲$$

مثال ۹: مطلوب است محاسبه دنده کشش در صورتی که ثابت کشش ۰/۱۸۷۳ و کشش ۴ باشد:

$$\frac{\text{مقدار کشش}}{\text{ثابت کشش}} = \text{دنده کشش}$$

$$\text{دنده کشش} = ۲۱ = \frac{۴}{۰/۱۸۷۳} \xrightarrow{\text{گرد کردن}} ۲۱/۳۶$$

فکر کنید



چرا باید این عدد را گرد کرد؟ اگر به جای ۲۱ عدد ۲۲ قرار دهیم چه اتفاقی می‌افتد؟

اگر ثابت کشش ۲۹ و میزان کشش ۷ باشد، دنده کشش را حساب کنید.

تمرین ۱۵



اگر دنده کشش ۲۴ و مقدار کشش ۳/۲۲ باشد، مقدار ثابت کشش را حساب کنید.

تمرین ۱۶



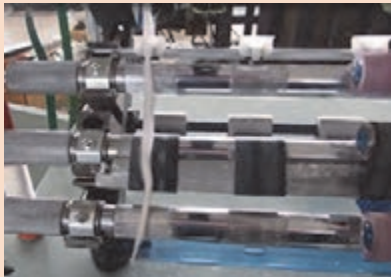
چرا مقدار ثابت کشش در دستگاه‌های مختلف متفاوت است؟

فکر کنید



در شکل ۲۴، عاملی وجود دارد که روی حرکت روان و سرعت غلتک‌های کشش اثر دارد، آن عامل را پیدا کنید. این تأثیر، مطابق کدام یک از قوانین فیزیک اعمال می‌گردد. آن را توضیح دهید. در ماشین‌های دیگر نساجی از کدام قوانین نیوتن استفاده شده است.

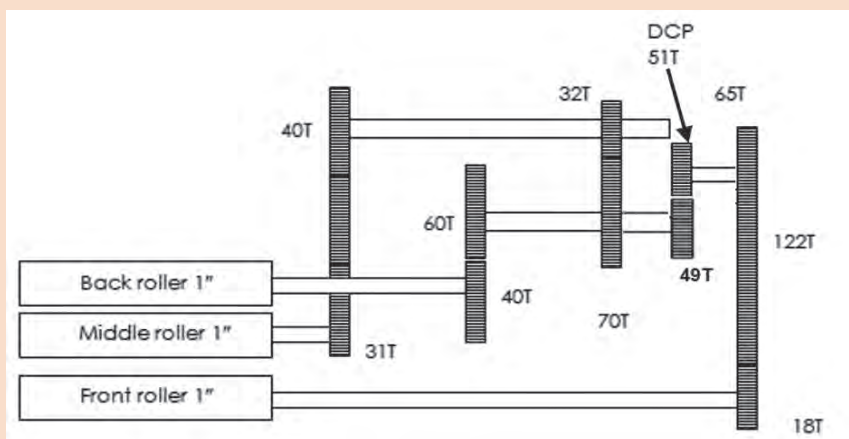
فعالیت کلاسی ۳



شکل ۲۴- ناحیه کشش رینگ

در شکل ۲۵ دیاگرام کشش را نشان می‌دهد اگر سرعت غلتک عقبی  $120 \text{ rpm}$  باشد، محاسبه کنید:  
 الف) سرعت غلتک‌های میانی و جلویی  
 ب) میزان کشش در ناحیه ۱ و ۲  
 ج) میزان تولید ماشین در یک ساعت

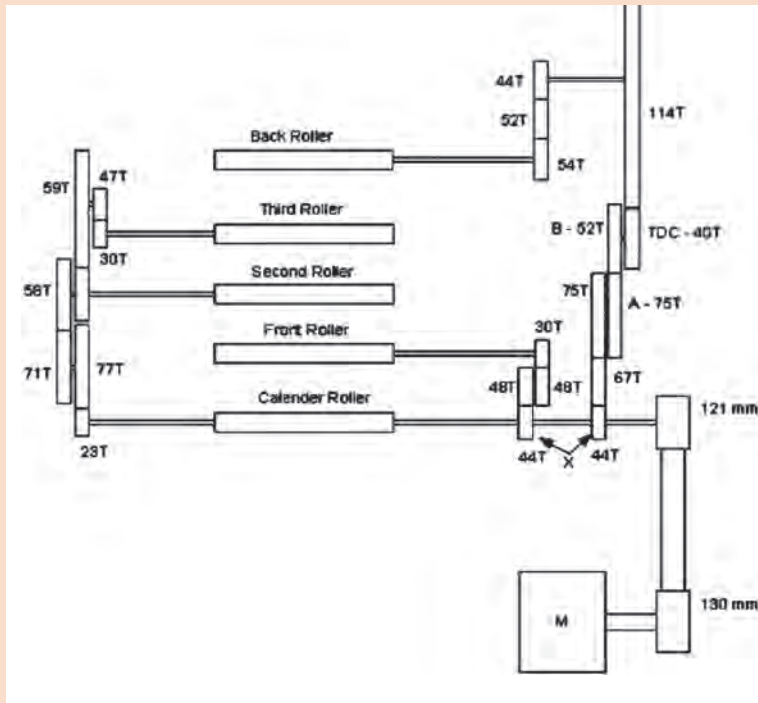
تمرین ۱۷



شکل ۲۵- دیاگرام انتقال نیرو



در شکل ۲۶ دور غلتک Third Roller به ۱۲۱ رسیده است، محاسبه کنید:



- ۱ تعیین نواحی کشش
- ۲ کشش در ناحیه دوم
- ۳ کشش در ناحیه اول
- ۴ سرعت کالندر
- ۵ سرعت Back Roller
- ۶ دور موتور

شکل ۲۶- دیاگرام انتقال نیرو

با توجه به جدول ۸ که از یک ماشین رینگ به دست آمده است. در حالت‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و ۵ جاهای خالی جدول را محاسبه کنید.



جدول ۸

مقدار تاب TPI	مقدار تاب TPM	سرعت اسپیندل RPM	سرعت غلتک جلو m/m	حالت ماشین
		۳۹۹۰	۴/۳۲	۱
		۴۳۷۷	۵/۹۷	۲
		۳۹۸۵	۳/۹۸	۳
		۳۴۸۶	۶/۰۲	۴
		۴۴۶۵	۴/۷۷	۵

فکر کنید



یک سفارش دهنده نخ به کارخانه مراجعه کرده است و می گوید، نخ هایی که به من تحویل شده است، ایراد دارد. او می گوید دو ماه پیش، نخ نمره ۲۰ انگلیسی را از شما تحویل گرفتم و ۱۰۰ متر آن را وزن کردم باید عدد ۴/۳۳ بود، ولی ترازوی من عدد ۴ را نشان می داد؛ بنابراین کار شما اشکال دارد. شما به این مشتری چه می گوئید و چگونه از خود دفاع می کنید؟

### محاسبه تولید در ماشین رینگ

یکی از محاسبات مهم ماشین های ریسندگی محاسبه تولید می باشد. محاسبه تولید به ما کمک می کند کمتر یا بیشتر از سفارش مشتری نخ تولید نشود. برای محاسبه تولید به عوامل زیر احتیاج می باشد:

■ نمره نخ تولید شده

■ گرم بر متر نخ

■ سرعت خطی غلتک تولید

■ تعداد اسپیندل ها

■ زمان کارکرد

■ راندمان

تحقیق کنید ۳



هر کدام از عوامل زیر در تولید چه اثری دارد؟ الف) طول نخ تولید شده ب) وزن نخ تولید شده

■ نمره نخ تولید شده

■ گرم بر متر نخ

■ سرعت خطی غلتک تولید

■ تعداد اسپیندل ها

■ زمان کارکرد

■ راندمان

**مثال ۱۰:** ۱۰ دستگاه رینگ که هر کدام ۱۹۶ دوک سالم دارد برای تولید نخ ۱۴ پنبه ای آماده شده است. سرعت خطی غلتک تولید ۴/۵۷ متر بر دقیقه می باشد. اگر میزان ساعت کار ۸ ساعت و راندمان ۹۵ درصد باشد، مقدار تولید را به حساب کنید.

**حل:** برای فهم مسئله به موارد زیر توجه کنید:

■ راندمان، زمان کارکرد، تعداد اسپیندل، سرعت خطی غلتک تولید و وزن ۱ متر نخ را در همدیگر ضرب کنید؛ زیرا همه پارامترها نسبت مستقیم با تولید دارند.

■ ابتدا حساب کنید هر ۱ متر نخ، چقدر جرم دارد.

■ برای محاسبه جرم ۱ متر نخ از جدول تبدیل نمرات استفاده کنید.



حل: چون نمرة متریک حاصل تقسیم طول بر وزن می‌باشد، بنابراین اگر عدد نمرة متریک را وارونه کنیم وزن ۱ متر از نخ به دست می‌آید.

$$N_m = \frac{N_c}{0.59}$$

$$N_m = \frac{14}{0.59} = 23.73$$

عدد را وارونه می‌کنیم:

$$\frac{1}{23.73} = 0.042 \text{ gr/m}$$

$$\text{کل تولید} = \text{Total} = 10 \times 0.95 \times 8 \times 60 \times 4.57 \times 0.042 \times 196 = 171548/3 \text{ گرم}$$

پوشش ۸



الف) شرح دهید چرا برای محاسبه تولید این اعداد را در هم ضرب می‌کنیم.  
ب) طول نخ تولیدی را حساب کنید.

جدول ۹- ضرایب تبدیل نمرة نخ‌های سیستم‌های مختلف به یکدیگر

معلوم مجهول	$N_c =$	$N_w =$	$N_s =$	$N_m =$	$N_d =$	$N_{Tex} =$
$N_c =$	۱	$\frac{2}{3} \times N_w$	$\frac{N_s}{3/28}$	$0.59 \times N_m$	$\frac{5310}{N_d}$	$\frac{590}{N_{Tex}}$
$N_w =$	$\frac{3}{2} \times N_c$	۱	$\frac{N_s}{2/19}$	$0.88 \times N_m$	$\frac{7920}{N_d}$	$\frac{880}{N_{Tex}}$
$N_s =$	$3/28 \times N_c$	$2/19 \times N_w$	۱	$1/94 \times N_m$	$\frac{17460}{N_d}$	$\frac{1940}{N_{Tex}}$
$N_m =$	$\frac{N_c}{0.59}$	$\frac{N_w}{0.88}$	$\frac{N_s}{1/94}$	۱	$\frac{9000}{N_d}$	$\frac{1000}{N_{Tex}}$
$N_d =$	$\frac{5310}{N_c}$	$\frac{7920}{N_w}$	$\frac{17460}{N_s}$	$\frac{9000}{N_m}$	۱	$9 \times N_{Tex}$
$N_{Tex} =$	$\frac{590}{N_c}$	$\frac{880}{N_w}$	$\frac{1940}{N_s}$	$\frac{1000}{N_m}$	$\frac{N_d}{9}$	۱

$N_d =$  نمره دنیر = Denier Count

$N_T =$  نمره تکس = Tex Count

$N_c = N_e =$  نمره پنبه = Cotton Count

$N_s =$  نمره پشمی = Yorkshire Skein Count

$N_w =$  نمره فاستونی = Worsted Count

$N_m =$  نمره متریک = Metric Count

مثال: اگر  $N_s = 20 \rightarrow N_m = ?$

$$N_m = \frac{N_s}{1/94} \rightarrow N_m = \frac{20}{1/94} = 10/31$$



در یک کارخانه تعدادی دستگاه به شرح جدول شماره ۱۰ وجود دارد. تولید این کارخانه را (برحسب گرم، کیلوگرم، تُن و پوند) در ۵ روز کاری (هرروز شامل سه شیفت ۸ ساعته) حساب کنید.

جدول ۱۰- اطلاعات به صورت زیر است:

شماره ماشین	تعداد اسپیندل	نمره نخ	راندمان	سرعت غلتک تولید
۱	۱۹۶	۲۱ پنبه‌ای	۹۵	۴/۵۵
۲	۱۹۶	۱۶ تکس	۹۵	۴/۵۶
۳	۱۶۴	۵ متریک	۸۵	۴/۸۷
۴	۱۶۴	۱۸ پنبه	۹۰	۴/۱۲
۵	۱۱۲	۱۴ پنبه	۸۵	۴/۲۳۴

### راهنمایی:

- برای محاسبات تبدیل نمره نخ از جدول ۹ استفاده کنید.
- برای محاسبه گرم بر متر نخ، ابتدا نمره نخ را به نمره متریک تبدیل کنید و سپس عدد را وارونه کنید.

## شایستگی ۲- محاسبات پارچه

محاسبات کامل تولید پارچه، نسبتاً پیچیده و زیاد است و هر کدام از انواع پارچه‌ها دارای محاسبات خاصی می‌باشند، ولی بخش کوتاهی از آن، در اینجا شرح داده می‌شود.

### جمع شدگی نخ در پارچه

نخ‌هایی که در بافت قرار می‌گیرند جمع می‌شوند و در نتیجه طول پارچه از طول نخ کمتر خواهد بود. این کاهش را جمع شدگی نخ می‌گویند. جمع شدگی برای نخ پود هم اتفاق می‌افتد. اگر طول نخ  $L_1$  و طول پارچه  $L_2$  باشد، به تفاضل این دو عدد، مقدار، جمع شدگی پارچه می‌گویند.

$$\text{طول پارچه} - \text{طول نخ تار} = \text{میزان جمع شدگی نخ تار}$$

از طرفی درصد جمع شدگی پارچه به صورت زیر خواهد بود:

$$\text{درصد جمع شدگی نخ تار} = \frac{\text{طول پارچه } (L_2) - \text{طول نخ تار } (L_1)}{\text{طول نخ تار } (L_1)} \times 100$$

میزان جمع شدگی نخ تار به چه عواملی بستگی دارد؟  
میزان جمع شدگی نخ پود به چه عواملی بستگی دارد؟

تحقیق کنید



مثال ۱۱: طول نخ‌های یک چله ۲۱۵۵ متر است. طول پارچه بافته شده با طرح تافته ۱۸۷۶ متر می‌باشد. میزان جمع شدگی و درصد جمع شدگی نخ تار را حساب کنید.

حل:  
طول پارچه - طول نخ تار = میزان جمع شدگی نخ تار  
متر  $279 = 2155 - 1876$  = میزان جمع شدگی نخ تار  
 $12/94 = (279 \div 2155) \times 100$  = درصد جمع شدگی نخ تار



جدول ۱۱ را کامل کنید و درباره تأثیر طرح بافت روی میزان جمع شدگی تار نظر دهید.

جدول ۱۱

شماره ماشین	نوع بافت	طول نخ تار	طول پارچه	درصد جمع شدگی
۱	تافته	۲۸۵۰	۲۲۲۵	.....
۲	پاناما ۲	۳۲۲۰	۱۸۷۵	.....
۳	سرزه ۱و۲	۲۲۸۰	۲۶۹۵	.....
۴	ساتین ۸ پرش ۳	۲۹۱۰	۲۲۳۷	.....
۵	ساتین ۴	۲۶۱۰	۲۵۶۸	.....

۱ یکای طول را به متر در نظر بگیرید.

۲ درصد جمع شدگی را پس از محاسبه مرتب کنید.

۳ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ علت چیست؟



### جمع شدگی پود

۱ فرمول جمع شدگی نخ پود مشابه نخ تار می‌باشد، آن را بنویسید.

۲ میزان جمع شدگی نخ‌های پود به چه عواملی بستگی دارد، آنها را بنویسید.

## تراکم بافت پارچه

به‌طور کلی به تعداد نخ‌های تار یا پود در واحد طول بافت، تراکم گفته می‌شود. واحد طول ممکن است سانتی‌متر، اینچ، متر و یا یارد باشد؛ تراکم در پارچه‌های تاری - پودی به دو صورت تراکم تاری و تراکم پودی بیان می‌شود.

مثال ۱۲: ۴۵۶۰ سرنخ تار در پارچه‌ای با عرض ۲۴۰ سانتی‌متر بافته شده است. تراکم تاری پارچه را حساب کنید. حل: اگر تعداد سرنخ را بر عرض پارچه به سانتی‌متر تقسیم کنید، تراکم بر حسب تار بر سانتی‌متر به دست می‌آید.

$$4560 \div 240 = 19 \text{ تار/cm}$$

بدیهی است اگر عرض پارچه بر حسب متر باشد، جواب مسئله، تراکم تاری بر حسب تار بر متر خواهد شد.



در یک پارچه تراکم تار، ۱۷ تار بر سانتی‌متر می‌باشد، اگر عرض پارچه ۱ متر و ۲۰ سانتی‌متر باشد، تعداد کل نخ‌های تار را حساب کنید.



تراکم تار پارچه ۱۹ است و عرض پارچه نیز ۳ متر می‌باشد، تعداد کل نخ‌های تار را حساب کنید.



۳/۵ سانتی‌متر از پارچه‌ای را علامت‌گذاری می‌کنند و سپس تعداد پودها را شمارش می‌کنند. اگر تعداد پودها ۹۴ عدد باشد. تراکم پود بر اینچ و پود بر متر این پارچه را حساب کنید.

### محاسبه وزن چله تار

وزن کلیه نخ‌های موجود در یک چله را وزن چله تار می‌گویند. از حاصل ضرب وزن یک نخ تار در تعداد نخ چله به دست می‌آید.

مثال ۱۳: در یک چله ۲۵۰۰ سر نخ وجود دارد. هر نخ تار مطابق کنتور تعیین طول نخ تار ۲۱۳۷ متر می‌باشد. در صورتی که نخ از جنس فاستونی و نمره آن ۱۵/۵ فاستونی باشد. نخ‌های چله چند کیلوگرم وزن دارد؟

حل: در این مسئله ابتدا جرم یک متر نخ را محاسبه می‌کنید؛ بنابراین مطابق جدول تبدیل ضرایب، نمره نخ را به متریک تبدیل کنید. چرا به متریک تبدیل می‌شود؟

پس خواهید داشت: نمره فاستونی ← نمره متریک

با توجه به جدول ۹ نمره متریک را حساب کنید.

معلوم: نمره نخ فاستونی  $N_w$  و مجهول: نمره متریک  $N_m$

بنابراین با توجه به جدول تبدیل نمره نخ خواهیم داشت:

$$N_m = \frac{N_w}{\frac{0}{88}} = \frac{15/5}{\frac{0}{88}} = 17/6 \quad \text{نمره متریک}$$

حال آن را بر عکس می‌کنیم تا وزن ۱ متر به گرم به دست آید:

$$\text{چون تعداد نخ‌ها } 2500 \text{ و هر نخ } 2137 \text{ متر است و هر متر آن } 0/057 \text{ گرم می‌باشد. بنابراین کل نخ‌ها به صورت زیر به دست می‌آید:}$$

$$2137 \times 2500 \times 0/057 = 304522/5 \text{ gr}$$

اگر این عدد را بر ۱۰۰۰ تقسیم کنیم وزن خالص نخ‌های تار بر حسب کیلوگرم kg به دست می‌آید.  
پس خواهیم داشت:

$$304522/5 \div 1000 = 304/5 \text{ kg}$$

بنابراین کل نخ چله ۳۰۴/۵ کیلوگرم خواهد بود.

تمرین ۲۴



در یک کارخانه ۱۰ ماشین بافندگی کار می‌کند. چله‌های پیشنهادی به واحد چله پیچی در جدول ۱۲ آمده است. واحد چله پیچی چه مقدار نخ بخرد تا بتواند پاسخگوی نیاز این کارخانه باشد. همه نخ‌ها یکسان می‌باشند.

جدول ۱۲

انواع ماشین	ماشین پیکانول	ماشین اتوماتیک	ماشین سولزر قدیمی	ماشین ساخت قدیر یزد
تعداد ماشین	۲	۳	۱	۴
طول نخ تار	۲۶۰۰	۳۴۰۰	۱۹۹۰	۲۴۹۰
نمره نخ تار	۲۰ پنبه‌ای	۲۸ پنبه‌ای	۱۰۰ متریک	۲۰ تکس

محاسبه کنید



۱ تبدیل نمرات لازم

۲ وزن در متر نخ

۳ وزن هر چله

۴ وزن کل چله‌ها

تمرین ۲۵



۱۵ سانتی‌متر از یک پارچه را باز می‌کنند و نخ‌های آن را به گونه‌ای می‌کشند که کاملاً صاف و بی‌موج شوند، طول هر نخ به  $18/3$  سانتی‌متر می‌رسد. اگر طاقه پارچه  $41/3$  متر طول داشته باشد، طول هر نخ تار این پارچه در یک طاقه را حساب کنید.

تمرین ۲۶



وزن خالص چله نخ تار  $3/18$  تن می‌باشد و تعداد سر نخ  $2920$  و طول آن  $2/2$  km می‌باشد. نمره نخ تار را به نمره انگلیسی حساب کنید.

تمرین ۲۷



جهت بافت  $2000$  متر پارچه با عرض  $120$  سانتی‌متر و تراکم  $26$  تار بر سانتی‌متر، محاسبه کنید:  
 الف) چه تعداد سر نخ تار نیاز است؟  
 ب) اگر نمره نخ تار  $16$  انگلیسی باشد، وزن کل نخ تار چقدر خواهد شد؟

## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی می‌باشد. برای هر پودمان ۱ نمره مستمر (از ۵ نمره) و ۱ نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد.

جدول ارزشیابی پودمان ۱- کاربردها و محاسبات نخ و پارچه

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان
۳	تجزیه و تحلیل ویژگی‌های نخ و پارچه و تصمیم‌گیری به کمک محاسبات	بالاتر از حد انتظار	اظهار نظر تخصصی براساس ویژگی‌های نخ و پارچه و انجام محاسبات مربوط به تولید نخ و پارچه	محاسبات نخ	محاسبه نخ و پارچه
۲	استخراج ویژگی‌ها از نخ‌ها و انجام محاسبات مربوطه	در حد انتظار		محاسبه پارچه	
۱	نام بردن ویژگی‌ها و تعریف پارامترهای تولید	پایین‌تر از حد انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

## پودمان ۲

### تحلیل کف پوش و منسوجات





## آیا می‌دانید که:

- کف پوش چیست و انواع آن کدام است؟
- تفاوت تولید فرش ماشینی و فرش دستی چیست؟
- چگونه روی فرش‌های ماشینی نقش‌های زیبا بافته می‌شود؟
- کاربرد منسوجات چیست؟
- منسوجات کشاورزی چیست؟
- منسوجات پزشکی چیست و چه کاربردهایی دارد؟
- منسوجات در ساختمان‌سازی و جاده‌سازی چه اهمیتی دارد؟

## استاندارد عملکرد

هنرجو باید بتواند اصول کلی کاربرد منسوجات در زمینه‌های مختلف را تشریح کند و با توجه به خصوصیات کف پوش‌ها شامل نمد و موکت‌ها و فرش‌های ماشینی انتخاب مناسب را انجام دهد و توانایی استفاده از منسوجات صنعتی در مقاطع مناسب را با توجه به خصوصیات مورد نظر داشته باشد.

## شایستگی ۱- کف پوش های نساجی

### کف پوش های نساجی



شکل ۱- دو نمونه از کف پوش های اولیه نساجی

به کف پوشی که سطح آن از مواد نساجی تشکیل شده باشد، کف پوش نساجی اطلاق می شود. آشیانه پرنندگان و ساقه های درهم تنیده گیاهان از جمله الگوهای بوده است که انسان ها را به سوی کف پوش ها سوق داده است. انسان های نخستین، روستاییان و عشایر در طی قرن ها به روش درهم تنیدن نی، الیاف گیاهی، پوست درختان و... به صنایعی نظیر سبدهبافی و حصیربافی آشنا شده و با بهره گیری از پشم، کرک و موی حیوانات نمد و سایر زیراندازها را تهیه می کرده اند. اولین کف پوش ها توسط چادر نشینان برای فرش کردن کف چادر بافته شده است. در شکل ۱ دو نمونه از کف پوش های اولیه نساجی نشان داده شده است.

کف پوش های نساجی دسته مهمی از منسوجات تولیدی شامل، فرش دستبافت و ماشینی و انواع زیراندازها نظیر گلیم یا جاجیم، پلاس، گبه، زیلو، نمد، موکت و... می باشند که به دو صورت بافته شده و بی بافت تولید می شوند. نخستین فرش یا قالیچه گره دار منقوش جهان قالیچه حدود ۲۴۰۰ ساله با نام پازیریک می باشد که با ۳۶ گره ترکی در سانتی متر مربع در ایران باستان بافته شده است. در این فرش نقوش گل ها و جانوران خیالی و تصاویر انسان با لباس های هخامنشیان بافته شده است. بعد از انقلاب صنعتی، صنعت نساجی نیز مانند سایر صنایع با توسعه و پیشرفت روبه رو شد و با ورود انواع ماشین آلات نساجی، کف پوش های نساجی نظیر انواع فرش و موکت تولید گردید.

کف پوش ها بر اساس ساختمان به دو دسته کف پوش های بافته شده ( انواع فرش دستبافت و ماشینی، انواع گلیم، جاجیم، پلاس، زیراندازها، گبه، زیلو، و...) و کف پوش های نبافته یا بی بافت (نمد، موکت نمدی و...) تقسیم می شوند. کف پوش های بافته شده از لحاظ خاب یا پرز به دو دسته کف پوش های خاب دار (فرش دستبافت و ماشینی، گبه و گلیم فرش های ماشینی با خاب حلقه ای کوتاه و...) و کف پوش های بدون خاب (Pile) (گلیم، جاجیم، پلاس، حصیر، زیلو، انواع روفرش های ماشینی و...) تقسیم می شوند.

### فرش یا قالی دستبافت

فرش یا قالی دستبافت یکی از اصیل ترین کف پوش ها و هنرهای ایرانی می باشد. فرش به معنی گستردنی و قالی کلمه ترکی برگرفته از قالین، به معنای بافت پرزدار پشمی طرح و نقش دار می باشد. گره به گره، ترنج به ترنج، نقش به نقش، تصویر به تصویر فرش ایران، هویتی است که از ایران به همه جای دنیا می رود.



در مورد اصطلاحات حاشیه، لچک، کلاله، کتیبه، ترنج، گلیم بافت، ریشه و... در قالی دستبافت تحقیق کنید.

قالی دستبافت از تار و پود و پرز یا خاب قالی تشکیل شده است. نخ‌های تار یا چله در قالی نخ‌های پنبه‌ای، پشمی و... می‌باشند که قبل از بافت در دستگاه دار قالی عمودی به صورت منظم و موازی نخ‌کشی می‌شوند و در طول قالی قرار می‌گیرند. نخ‌های پود از جنس پنبه، ابریشم، پشم و... می‌باشند که به صورت موازی توسط بافنده از لابه‌لای نخ‌های تار عبور داده می‌شود. نخ‌های خاب رنگی یا گوشت و پرز فرش از جنس پشم، کرک، ابریشم و... می‌باشد که سطح خارجی و طرح و نقش فرش را تشکیل می‌دهد و رج به رج آن توسط گره‌های فارسی، ترکی و... که بافنده در لابه‌لای تارها بر طبق نقشه فرش می‌زند، تشکیل می‌شوند. هر قدر تعداد این گره‌ها بیشتر باشد، مرغوبیت، استحکام و زیبایی قالی بیشتر می‌شود. پس از هر رج که بافته می‌شود، یک تا سه نخ پود روی آن قرار می‌گیرد و با دفتین (دغه) بر روی آن کوبیده می‌شود و پس از شانه کردن پرزها، سرهای پرز اضافی به طور منظم قیچی می‌شود.



شکل ۲- گره فارسی گره ترکی

شکل ۲ به ترتیب دو نوع گره فارسی و ترکی و اجزای اصلی طرح فرش دستبافت را نشان می‌دهد. نخ شماره ۱ نماد نخ تار، نخ شماره ۲ نماد نخ خاب و نخ شماره ۳ نماد نخ پود فرش دستبافت می‌باشد.



در فرش دستبافت برخلاف فرش ماشینی، ریشه نخ خاب به طور کامل به دور دو عدد نخ تار گره می‌خورد؛ بنابراین ریشه فرش از استحکام لازم برخوردار می‌باشد و نیازی به چسب و آهار ندارد.

**گلیم‌ها:** جزء کف پوش‌های سنتی و دستبافت بدون پرز می‌باشند که جنس نخ پود آن ابریشم، موی بز، پشم گوسفند یا دیگر چهارپایان اهلی و نخ تار آن از جنس پنبه می‌باشد و دارای انواع سوزنی، ساده، سوماک، گلیم‌فرش، پلاس، زیلو در اندازه‌های یک تا ۱۲ متر مربع بافته می‌شود. گلیم دارای سطح صاف و بدون پرز، ریشه و حلقه که از ترکیب نخ‌های تار و پود با رنگ‌های متنوع با بافتی نظیر پاناما حاصل می‌شود. از گذشته تا اکنون، کف پوش‌های سنتی به نام گلیم بافته می‌شود که سطحی صاف و بدون خاب دارند و به زیلو و جاجیم نیز معروف می‌باشند. امروزه انواع گلیم، جاجیم، زیلو و... به عنوان صنایع دستی در مناطق مختلف ایران بافته می‌شود. وجه اشتراک تمامی این کف پوش‌ها نداشتن خاب می‌باشد. یک ماسوره نخ پود از هر رنگ موجود در الگو در سرتاسر بخشی از عرض گلیم بافت می‌شود و با یک دغه (دفتین) کوبیده می‌شود؛ به طوری که نخ‌های تار هر دو سطح گلیم به طور کامل پوشیده می‌شود و گلیم به صورت پشت و رو قابل استفاده می‌باشد. طرح گلیم‌ها اغلب ساده می‌باشد ولی در برخی موارد نقش‌هایی بر روی گلیم سوزن‌دوزی می‌شود یا هر چند رج، رنگ پودها عوض می‌شود. بر روی گلیم سوماک طرح‌های پیچیده تری وجود دارد.



هنرآموز گرامی، در صورت امکان فیلم یا تصاویری از مراحل بافت انواع گلیم، جاجیم، زیلو، زیراندازهای مسافرتی، انواع حصیر، گبه و قالی دستبافت برای هنرجویان نمایش دهید.

**جاجیم:** زیرانداز و محافظ سرمای پشمین و دورویه بدون پرز با نقوش لوزی یا راه راه می باشد که در آن نخ‌های تار، ظریف تر و از نظر تعداد، بیشتر از گلیم یا پلاس می باشد. جاجیم در روی دستگاه دار افقی بافته می شود.



نخ چله جاجیم پشم یا پنبه‌ای رنگی می باشد و برخلاف گلیم، چله نمایان می باشد.

**زیلو:** کف پوشی شبیه پلاس یا گلیم می باشد که مشتمل بر تار و پود پنبه‌ای رنگی در اندازه‌های ۶ و ۱۲ مترمربع می باشد که در دستگاه زیلوبافی بافته می شود و نقوش رنگی روی آن هندسی به رنگ‌های آبی، سفید، قرمز، سبز و سرمه‌ای می باشد که بیشتر در مساجد، حسینیه‌ها و زیارتگاه‌ها استفاده می شود.



**گبه:** نوعی قالی سنگین پرزدار و نرم پشمی با پود فراوان (تا ۸ پود در هر رج)، در اندازه یک و نیم تا چهار و نیم مترمربع می باشد که به غیر از نخ‌های تار و پود، پرزهای ضخیم (تا ۱ سانتی‌متر) هم در آن به صورت شل بر روی دستگاه دار بافته می شود. در گبه ضخامت پرز و طول گره نسبت به قالی دستبافت، ضخیم تر و بلندتر می باشد. گبه برخلاف قالی، نقشه‌ای ندارد و بافنده بر اساس مشاهدات و تراوشات ذهنی به خلق آثاری از طبیعت، انسان، اشکال هندسی یا حیوان بر روی گبه می پردازد. گلیم فرش‌ها نیز برخلاف گلیم بعضی از قسمت‌های طرح گل و بوته‌دار آن دارای پرز می باشد. در شکل ۳ نمونه‌هایی از مراحل بافت گبه و گلیم نشان داده شده است.

شکل ۳- نمونه‌هایی از مراحل بافت گبه و گلیم

در مورد روش تولید انواع زیراندازهای مسافرتی و کف پوش‌های سنتی و صنعتی تحقیق کنید و در کلاس گزارش دهید.



## کف پوش های نمدی

نمد در لغت به معنی پارچه ضخیم دو رویه می باشد که از پشم یا کرک به هم مالیده، ساخته می شود. کف پوش و پوشاک نمدی در کارگاه های نمد مالی سنتی به علت تجعد آن با کمک برخی مواد نظیر آب گرم، صابون، به



شکل ۴- بخشی از یک کف پوش نمدی پشمی طرح دار بافته شده در کارگاه سنتی

همراه لگدکوب، مالش و فشار، رطوبت و حرارت الیاف پشم گوسفند یا شتر یا کرک بز را در همدیگر فرو می برند و بعد از ساعت ها تلاش به لایه ای مستحکم به نام نمد تبدیل می کنند که به عنوان کف پوش، کلاه و لباس نمدی استفاده می شود. زیراندازهای نمدی به تنهایی یا بر روی قالی یا گلیم مورد استفاده قرار می گیرند. رنگ هایی که در نمد استفاده می شود اغلب طبیعی می باشند و جهت ایجاد نقوش رنگی ذهنی و ساده استفاده می شود. در شکل ۴ بخشی از یک کف پوش نمدی پشمی طرح دار بافته شده در کارگاه سنتی نشان داده شده است.

به نظر شما چرا جهت خشک کردن نمد آن را روی بند پهن نمی کنند و از اتو نیز استفاده نمی شود؟  
بهترین راهکار برای خشک کردن نمد چیست؟

فعالیت  
کلاسی ۱



## کف پوش های ماشینی

با گسترش جوامع اجتماعی و افزایش تقاضا، نیاز بشر به انواع کف پوش ها روز به روز گسترش یافته است، به طوری که استفاده از کف پوش های سنتی و غیرماشینی جوابگوی نیاز بازار نمی باشد. امروزه استفاده از کف پوش های ماشینی نظیر انواع موکت، فرش ماشینی، گلیم فرش و... به سرعت در حال افزایش می باشد. در ادامه به معرفی برخی از مهم ترین و پرمصرف ترین کف پوش های ماشینی پرداخته می شود.

### موکت های نمدی و تافتینگ

موکت یکی از کف پوش های ماشینی پرمصرف در نساجی می باشد که اغلب در دو نوع نمدی و تافتینگ تولید می شود. موکت نمدی از خاصیت نمدی شدن پشم یا به عبارتی از درهم رفتن الیاف و ایجاد لایه نمدی الهام گرفته شده است. مکانیزم تولید موکت نمدی به این صورت می باشد که بعد از حلاجی کردن الیاف پلی پروپیلن، نایلون، اکریلیک و یا پلی استر تار عنکبوتی از ماشین کاردینگ خارج می شود. لایه های الیاف خروجی از کاردینگ برحسب نیاز روی هم قرار گرفته و به ضخامت مورد نظر رسیده و وارد ماشین سوزن زنی اولیه و ثانویه می شوند. با حرکت سوزن ها در لایه های الیاف و جابه جایی لایه الیاف، لایه ای مستحکم از یک منسوج نبافته ایجاد می شود. در تهیه موکت نمدی طرح دار (کبریتی)، بعد از مرحله سوزن زنی اولیه و ثانویه، سوزن زنی با سوزن های طرح زنی انجام می شود. در مرحله تکمیل موکت در صورت لزوم از چسب رزین در پشت موکت استفاده می شود. در شکل ۵





شکل ۵- دو نمونه موکت نمدی طرح دار ذوبی و ساده ماشینی

دو نمونه موکت نمدی طرح دار ذوبی و ساده ماشینی نشان داده شده است. در روش ذوبی پرزها به کمک حرارت ذوب می شود و طرح مورد نظر ایجاد می شود. موکت تافتینگ (موکت خابدار) دارای یک لایه زمینه از پارچه ساده می باشد که توسط یک ماشین دوخت، نخ های خاب اکریلیک، نایلون، پلی استر و... به صورت حلقه ای بر روی آن ایجاد می شوند و سپس یک لایه چسب به پشت موکت اضافه می شود. جهت افزایش یکنواختی و تنظیم ارتفاع پرزهای سطح موکت پرز بریده، در پایان کار نیاز به عملیات شیرینگ می باشد.

آیا می دانید



پشت موکت های تافتینگ برخلاف گلیم فرش ها در بیشتر موارد با یک لایه ضخیم از یک ماده پلیمری (لمینت) پوشیده می شود.

موکت تافتینگ همانند فرش ماشینی و گلیم فرش از دو جزء اصلی لایه زمینه و لایه خاب نایلونی یا پلی پروپیلنی تشکیل شده است. تفاوت عمده موکت تافتینگ در این است که لایه زمینه یک پارچه بافته شده می باشد که وارد ماشین موکت تافتینگ می شود. به این پارچه پلی پروپیلنی یا کنفی که از قبل بافته و آماده شده است، زیره و یا چتایی موکت نیز گفته می شود. کار ماشین موکت تافتینگ، دوخت و ایجاد حلقه های بلند بر روی پارچه زمینه می باشد. تعداد زیادی سوزن، شبیه سوزن های چرخ خیاطی وظیفه ایجاد حلقه روی پارچه زمینه را برعهده دارند.

برحسب طرح و نقشه امکان بافت حلقه های بلند و کوتاه بریده شده و حلقه ای و یا ترکیبی از هر دو وجود دارد؛ در واقع ماشین موکت تافتینگ تقریباً همانند یک چرخ گلدوزی عمل می کند. در برخی موارد موکت را به نخ های خاب ساده و رنگ نشده می بافند و سپس روی موکت را چاپ می زنند. گاهی اوقات نخ های خاب را قبل از مرحله تافتینگ، به صورت منظم و یا نامنظم رنگ می کنند و سرانجام موکت هایی با طرح رنگی مختلفی ایجاد می شود که به طرح اسپرت معروف است. با بافت نخ های فانتزی می توان طرح های برجسته و حجیمی بر روی موکت ایجاد نمود. در شکل ۶ نمونه هایی از تصویر موکت تافتینگ نشان داده شده است.



شکل ۶- نمونه هایی از موکت تافتینگ

یکی از مشکلات موکت‌های تافتینگ دشواری تمیز کردن آنها است و این امر باعث شده است که مشتریان هنوز از موکت‌های بدون خاب قدیمی که به موکت نمودی (کبریتی) معروف می‌باشد، بیشتر استقبال کنند. موکت‌های نمودی قیمت ارزان‌تری دارند و شست‌وشوی آنها آسان‌تر می‌باشد. موکت‌ها عایق صدا و گرما می‌باشند و برای مکان‌های پر رفت و آمد مناسب می‌باشند.

تحقیق کنید ۳



در مورد مکانیزم تولید انواع موکت‌های بافته شده، موکت تافتد و موکت با الیاف کاشته و روش‌های چاپ رنگی در موکت‌ها تحقیق کنید و به هنرآموزتان گزارش بدهید.

### فرش ماشینی

تولید فرش ماشینی در ایران عمری بیش از ۴۰ سال دارد. در ابتدای دهه ۵۰ نخستین فرش ماشینی تولید داخل در کارخانجات مخمل و ابریشم کاشان توسط ماشین‌های مخمل‌بافی ژاکارد و با الیاف مصنوعی بافته شد. همزمان عده‌ای تجار، فرش ماشینی مرغوب‌تر بلژیکی را وارد بازار کردند و ایرانیان با فرش ماشینی بیشتر آشنا شدند و سلیقه ایرانی را با پدیده فرش ماشینی آشنا کردند. امروزه دو شرکت بزرگ وندویل بلژیک و شونهر آلمان با تولید ده‌ها مدل از ماشین‌آلات فرش‌بافی جدید امکان بافت‌های متنوعی از فرش‌های ماشینی رویه به رویه و فانتزی و... را برای مشتریان مهیا کرده است.

بین فرش ماشینی و دستباف تفاوت‌های ساختاری وجود دارد به طوری که در فرش دستبافت، خاب به طور کامل به نخ‌های تار گره می‌خورد، اما در فرش ماشینی مانند مخمل، نخ خاب فقط به دور نخ پود حلقه می‌زند و در برابر نیروی لازم جهت بیرون کشیدگی پرز یا پایل، مقاومت زیادی ندارند اما در فرش دستبافت نخ خاب و ریشه‌ها از مقاومت بالایی برخوردار می‌باشند.

فرش‌های ماشینی متداول در بازار بیشتر از نوع فرش ماشینی رویه به رویه می‌باشند. اجزای فرش ماشینی تا حدود زیادی همانند فرش دستبافت می‌باشد. نخ تار، نخ پود و نخ خاب از اجزای اصلی تشکیل‌دهنده فرش ماشینی و کناره‌های ساده (طره یا زیگزاگ) و کناره ریشه‌دار از اجزای فرعی آن می‌باشند. البته نوارهای چرمی نیز به کناره پشت فرش‌های ماشینی دوخته می‌شود. اجزای اصلی فرش ماشینی در مرحله بافت توسط ماشین بافندگی در کنار هم قرار گرفته و بافته می‌شوند اما اجزای فرعی، در مرحله تکمیل و توسط ماشین‌ها و دستگاه‌های مخصوص، به فرش اضافه و دوخته می‌شوند.

بحث کنید



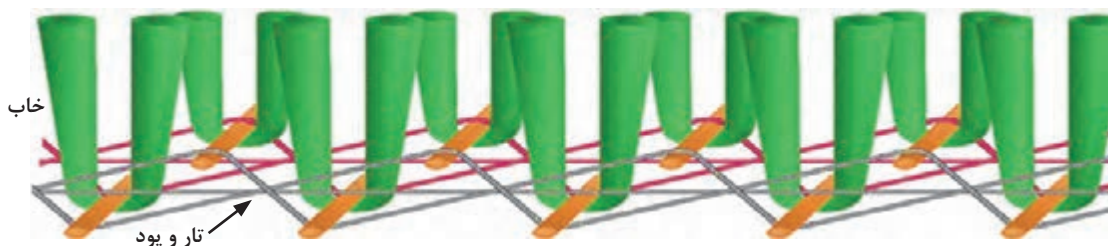
در مورد نقش نوار چرمی، چسب آهار پشت فرش، ریشه و زیگزاگ دور فرش ماشینی بحث و گفت‌وگو کنید.

**بافت زمینه فرش ماشینی:** ساختار اصلی فرش ماشینی شامل لایه زمینه (برزنت) و لایه خاب می‌باشد که لایه زمینه یک پارچه ساده و ضخیم است که از تار و پود تشکیل شده است و لایه خاب از تعداد زیادی سرنخ خاب در حالت ایستاده و به شکل بریده یا حلقه شده می‌باشد که با روش‌های متفاوتی به لایه زمینه متصل می‌شوند. بافت زمینه یا برزنت فرش در واقع همان پارچه یا زیره است که نخ‌های خاب روی آن بافته می‌شوند. این بافت

مستحکم در واقع یک بافت ساده یا مشتقات آن می باشد که اغلب جنس نخ های پود آن کنف، پنبه و پلی استر و نخ های تار چله شل بافت و سفت بافت آن، نخ های پنبه و پلی استر می باشد. وزن لایه برزنت ۱۵ تا ۳۰ درصد وزن کل فرش را شامل می شود و ضخامت آن بسته به تراکم فرش بین ۵/۰ تا ۲/۵ میلی متر متغیر می باشد. در ماشین های بافندگی فرش که از سیستم بادامک یا اکسنتر برای حرکت وردها استفاده می کنند انتخاب نوع بافت زمینه محدود است به طوری که برای هر گونه تغییر می بایست شکل بادامک تغییر کند. با توجه به این امر معمولاً از بافت تافته به عنوان بافت زمینه استفاده می شود. بافت تافته قدیمی ترین، ساده ترین و محکم ترین و متداول ترین بافت ها می باشد. در این بافت هر تار (چله شل بافت) یک مرتبه در فرش رویی (دور پود بالایی) و مرتبه دیگر در فرش زیری (دور پود پایینی) می پیچد. در ماشین های بافندگی فرش که از سیستم دای الکترونیک برای حرکت وردها استفاده می کنند، انتخاب نوع بافت زمینه بسیار متنوع و با سرعت و هزینه پایین انجام می شود. یکی از انواع بافت های مورد مصرف در این سیستم بافت ریپس می باشد که از مشتقات تافته است.

### نخ های تشکیل دهنده فرش ماشینی

فرش ماشینی یک کف پوش سه بعدی می باشد که از سه دسته نخ تار، پود و خاب تشکیل می شود. در شکل ۷ نمایی شماتیک از این سه دسته نخ مصرفی در فرش ماشینی نشان داده شده است. در شکل ۷، رنگ سبز نمایانگر خاب بریده شده، رنگ قهوه ای، نخ های پود و مابقی نخ ها، مبین نخ های تار سفت بافت و شل بافت فرش می باشند.



شکل ۷- نمایی شماتیک از سه دسته نخ مصرفی در فرش ماشینی

اخیراً با توسعه تکنولوژی چاپ بر روی پارچه های خاب دار، امکان چاپ با کیفیت بر روی فرش های خاب دار به وجود آمده است. برای تولید این نوع فرش ها لازم است فرش های خاب دار خام یا سفیدرنگ (با خاب های سفیدرنگ) بافته شود و سپس توسط دستگاه چاپ دیجیتال مخصوص طرح فرش مورد نظر به روی فرش خام چاپ شود.

آیا می دانید



**الف) نخ های تار:** نخ های تار یا چله مانند سایر ماشین های بافندگی بر روی اسنوه های دستگاه پیچیده می شوند و بعد از عبور از میل میلک ها و دندانه های شانه ماشین به نقطه بافت می رسند. تعداد این نخ ها در هر متر به تراکم شانه ماشین بافندگی بستگی دارد. نخ های چله به دو صورت سفت بافت (تار پرکننده) و شل بافت (تار زنجیری) در فرش ها مصرف می گردد. جنس نخ های تار بیشتر از مخلوط پنبه - پلی استر و یا از پلی استر خالص می باشد. استحکام طولی فرش و تحمل نیروهای کشش، میزان جمع شدگی طولی فرش در حین آهار و شست و شوی خانگی بر عهده نخ تار می باشد.



بحث کنید



به نظر شما علت خروج آسان ریشه فرش ماشینی بافته شده با چله فیلامنت پلی استر چیست؟

آیا می دانید



امروزه از نخ‌های تار با نمرات ۲۰ تا ۳۰ و ۳ تا ۶ لای انگلیسی مخلوط پنبه و پلی استر و نخ چله فیلامنتی پلی استری نمرات ۱۵۰۰ تا ۲۰۰۰ دنیر در چله فرش ماشینی استفاده می شود. متداول ترین و پرمصرف ترین نخ چله یا تار فرش ماشینی، نخ پنج لای نمره ۲۰ انگلیسی مخلوط پنبه و پلی استر با نسبت ۳۵ به ۶۵ درصد یا ۲۰ به ۸۰ درصد می باشد. البته به دلیل آنکه چله سفت بافت در تشکیل ساختار فرش نقش اساسی ایفا می کند دارای نخ‌های ضخیم تر با تعداد لای بیشتری می باشند.

در ماشین‌های مختلف و باتوجه به طرح بافت برزنت از هر دندان‌ه شانه اغلب ۴ تا ۶ عدد نخ تار عبور می کند که نصف این تعداد نخ تار عبوری از هر دندان‌ه شانه برای برزنت فرش بالا و نصف دیگر نخ تار برای برزنت فرش پایین استفاده می شود.

تحقیق کنید



در مورد تفاوت چله شل بافت و سفت بافت مصرفی در فرش ماشینی تحقیق و گزارش کنید.

**ب) نخ‌های پود (پرکننده):** نخ‌های پود در فرش ماشینی به فرش یک حالت سفتی و شقی می دهد و با نخ‌های تار بافت زمینه را تشکیل می دهند و نخ خاب بر روی آن سوار می گردد. نخ‌های پود همچنین در زمان تکمیل، چسب آهار را بهتر جذب می کند و باعث می شود نخ‌های تار و خاب بهتر با یکدیگر متصل شود. جنس نخ‌های پود در فرش تراکم کم از نخ جوت (چتایی) ریسیده شده می باشد، زیرا در برابر عوامل طبیعی مانند رطوبت و عوامل بیولوژیکی مقاومت خوبی دارد و استحکام و سختی مناسبی در پشت فرش ایجاد می کند. در فرش‌های تراکم بالا از نمرات نخ ظریف پنبه و پلی استر و جوت و ویسکوز استفاده می شود. بدیهی است که هر چه تراکم فرش بالاتر باشد نخ‌های پود ظریف تر مصرف می شود. نمرات نخ پود پنبه‌ای، پلی استری یا مخلوط پنبه با پلی استر در ایران نیز برحسب نیاز ۱۰ انگلیسی ۴، ۵، ۶ یا ۷ و ۲۰ انگلیسی سه لا و چهار لا و پنج لای پنبه‌ای یا پلی استری جهت فرش‌های پرتراکم می باشد. نمره نخ پود مصرفی فیلامنتی پلی استر ۹۰۰ تا ۲۰۰۰ دنیر می باشد.

**ج) نخ‌های خاب:** آنچه به طور معمول از یک فرش به چشم می خورد همان نخ‌های خاب می باشد که سطح رویی فرش را می پوشاند و کلیه خصوصیات ظاهری و کاربردی آن را نیز تعیین می کند. طرح و رنگ بندی و زیبایی هر فرش به نخ‌های پرز و تراکم آنها بستگی دارد و خصوصیات کاربردی را تعیین می کند. کیفیت زیردست و مقاومت سایشی فرش به جنس و ساختار الیاف نخ‌های خاب بستگی دارد. نخ خاب را می توان از الیاف مصنوعی استیپل یا فیلامنت پلی آمید، اکریلیک، ویسکوز، پلی استر و پلی پروپیلن و الیاف طبیعی پشم یا مخلوطی از آنها استفاده کرد که در این میان پلی پروپیلن، پلی استر و نایلون مصرف جهانی بیشتری دارد. ۷۰ تا ۸۵ درصد یک فرش ماشینی را نخ خاب تشکیل می دهد به طوری که در هر مترمربع فرش ماشینی

۱ تا ۲ کیلوگرم نخ خاب مصرف می‌شود. خاب به صورت بریده، حلقه یا ترکیبی از هر دو بر سطح فرش واقع می‌شود. نخ‌های خاب به دو صورت نخ خاب نقشه و خاب مرده در ساختمان فرش قرار می‌گیرند. نخ‌های خاب در قفسه رنگ‌ها توزین می‌شود تا برحسب نقشه بافت در فرش استفاده شود و در زمان بافت ریشه‌ها و ساقه‌های پایل فرش را تشکیل دهند.

استفاده از نخ‌های پشمی، پلی پروپیلن، اکریلیک، ویسکوز و یا مخلوط‌های آنها در نمرات ۱۰ تا ۴۰، دو یا سه لا متریک در انواع فرش‌ها معمول می‌باشد، به طوری که در تراکم‌های بالاتر از نخ‌های خاب ظریف‌تر استفاده می‌گردد. تاب نخ‌های تک لا جهت نخ ۱۰ تا ۴۰ متریک از ۲۵۰ تا ۵۵۰ تاب در متر متغیر می‌باشد. به عنوان مثال تاب در متر استاندارد نخ خاب نمره ۱۰/۵ دو لای متریک بین ۱۸۰ تا ۲۰۰ تاب در متر می‌باشد و جهت تاب آن چپ تاب (S)؛ یعنی عکس جهت تاب نخ تک لا می‌باشد.

جنس نخ‌های خاب رنگی (ریشه)، بیشتر در ایران از آکریلیک (ریسیده شده) می‌باشد. اکریلیک مقاومت خمشی بالایی دارد و در برابر نیروهای عمودی برگشت پذیری خوبی دارد و بعد از برداشتن نیرو به سطح نخ‌های خاب به حالت قبلی خود برمی‌گردد. در ایران و کشورهای دیگر از پلی استر، پلی پروپیلن (فیلامنت) و پشم نیز استفاده می‌گردد. در کشورهای اروپایی بیشتر از نایلون، پلی استر و پلی پروپیلن برای خاب فرش ماشینی استفاده می‌شود.

در مورد طول و ظرافت انواع الیاف مصرفی استیپل و فیلامنت در خاب فرش ماشینی تحقیق کنید و در کلاس گزارش دهید.

تحقیق کنید ۵



در فرش‌های چند رنگ، برخی از نخ‌های رنگی خاب متناسب با نقشه به وسیله مکانیزم ژاکارد به کار گرفته نمی‌شود و جزئی از زمینه را تشکیل می‌دهند. این نخ‌ها به صورت خاب مرده درگیر بافته شده در لایه زمینه یا به صورت شناور در پشت فرش قرار می‌گیرد که نیاز به پشت پاک کنی پیدا می‌کنند. فرش آکسمینستر و سایر فرش‌های ماشینی جدید به علت قرار گرفتن ردیف‌های متوالی نخ‌های خاب در طول بافت، فاقد خاب مرده می‌باشد.

به علت وجود گروه‌های سرطانزای نیتریل در پساب کارخانجات تولیدی اکریلیک و پرزدهی خاب فرش به عنوان یک تهدید بهداشتی برای ریه افراد، استفاده از فرش با خاب اکریلیک در کشورهای اروپایی محدود شده است.

نکات  
زیست‌محیطی



### مشخصات فیزیکی و ظاهری فرش ماشینی

در موقع تولید، کنترل کیفیت و خرید فرش ماشینی به چند مشخصه مهم باید توجه شود، زیرا درجه بندی فرش از نظر کیفیت و قیمت براساس این فاکتورها می‌باشد. مهم‌ترین مشخصات فیزیکی هر فرش ماشینی، تراکم تار، تراکم پود، تراکم گره، نمره شانه، جنس نخ‌های مصرفی تار و پود و خاب، نمره، استحکام و تاب در متر نخ‌های مصرفی تار و پود و خاب، طول خاب، پرز یا پایل، وزن فرش، ثبات رنگ، میزان برگشت پذیری خاب فرش تحت تأثیر بار دینامیکی و بار ثابت، مقاومت و استحکام پایل فرش، میزان یکنواختی سطح فرش و میزان آهار مصرفی در پشت فرش می‌باشد.



وزن فرش یکی از عوامل مهم در مرغوبیت فرش می‌باشد. در مورد میانگین وزن مترمربع انواع فرش ماشینی با خاب اکریلیک، پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و نایلون در تراکم و شانه‌های مختلف تحقیق کنید و در کلاس گزارش کنید.

**تراکم طولی یا تراکم پودی فرش ماشینی:** به تعداد سرخ‌های پود در یک سانتی‌متر (یا در یک‌متر) در جهت طول فرش، تراکم پودی گفته می‌شود. در صنعت دو پارامتر نمره شانه و دیگری تراکم پودی در یک‌متر برای تراکم فرش بیان می‌شود. تراکم پودی فرش اغلب توسط چرخ‌دنده پود (دنده پود) تنظیم می‌شود به طوری که با تغییر سرعت برداشت لایه برزنت (زمینه)، فاصله بین نخ‌های پود تغییر می‌کند. هرچه تراکم پودی فرش بیشتر باشد، فرش در اصطلاح سفت‌تر می‌باشد و مشکل جمع‌شدن، تاخوردن و چروک‌شدن، تغییر ابعادی و آبرفتگی در آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین فرش‌های با تراکم پودی بالاتر مناسب‌تر می‌باشند.

**تراکم تاری یا عرضی فرش ماشینی:** تراکم تاری، تعداد سرخ‌تار (چله) در یک‌متر عرض بافت می‌باشد که در فرش‌های کم‌تراکم به راحتی با چشم غیر مسلح از طرف پشت فرش قابل شمارش می‌باشد. از آنجایی که نخ‌های تار جهت ورود به منطقه بافت ماشین، از دندانه‌های شانه بافندگی عبور می‌کنند، بنابراین تراکم تاری تابعی از تعداد دندانه‌های شانه بافندگی می‌باشد.



در مورد تراکم‌های پودی متداول در بازار فرش ماشینی تحقیق و بررسی کنید.

**تراکم طولی خاب فرش ماشینی:** تعداد ردیف‌های نخ خاب در واحد طول فرش را تراکم طولی خاب می‌گویند. جهت اندازه‌گیری تراکم خاب، کافیست تعداد ردیف‌های ریشه نخ خاب در یک متر از طول فرش شمارش شود. جهت سهولت در شمارش تعداد نخ‌های خاب در یک متر طولی فرش، اغلب تعداد ردیف‌های ریشه نخ خاب در ده سانتی‌متر طولی شمارش می‌شود و عدد حاصل را در ده ضرب می‌کنند.

**تراکم عرضی خاب فرش ماشینی:** تعداد نخ خاب در یک متر از عرض فرش را تراکم عرضی خاب می‌گویند. جهت اندازه‌گیری تراکم خاب، کافیست تعداد ردیف‌های ریشه نخ خاب در یک متر از طول فرش شمارش شود. جهت سهولت در شمارش تعداد ریشه نخ‌های خاب در یک متر طولی فرش، اغلب تعداد ردیف‌های خاب در ده سانتی‌متر طولی شمارش می‌شود و عدد حاصل را در ده ضرب می‌کنند.

**تراکم گره یا ریشه در متر مربع فرش ماشینی:** یکی از مشخصه‌های فیزیکی بسیار مهم در هر فرش تراکم گره در متر مربع می‌باشد. نخ خاب به دور نخ پود حرکت می‌کند، نحوه قرارگیری هر گره در بافت زمینه فرش خاب بریده به شکل حرف V انگلیسی می‌باشد. تراکم گره در هر فرش عبارت از تعداد گره در یک مترمربع از فرش می‌باشد. تعداد گره در مترمربع فرش معادل تعداد گره یا ریشه در یک مترمربع فرش یا نصف تعداد سرخ‌نخ خاب در یک مترمربع سطح فرش می‌باشد.

**مفهوم شانه و تراکم تجاری فرش ماشینی:** برای معرفی فرش از عبارات شانه و تراکم استفاده می‌شود. شانه و تراکم خاب و تراکم گره مهم‌ترین و کاربردی‌ترین تراکم‌هایی می‌باشد که در صنعت و بازار فرش ماشینی به کار می‌رود. به عنوان مثال وقتی یک فرش به صورت ۵۰۰ شانه و تراکم ۱۰۰۰ بیان می‌شود، یعنی؛ تعداد ریشه نخ‌های خاب در یک متر عرض فرش ۵۰۰ عدد می‌باشد و تعداد ریشه نخ‌های خاب در یک متر طول فرش معادل ۱۰۰۰ می‌باشد. بدیهی است که با دانستن مقادیر این دو تراکم، می‌توان تراکم گره بر متر مربع فرش را از حاصل ضرب تراکم شانه و تراکم خاب به دست آورد.

اگر در یک فرش ماشینی ۱۰۰۰ شانه، تراکم خاب در متر فرش ۱۰۰۰ باشد، تعداد گره در متر مربع فرش را محاسبه کنید.

فعالیت  
کلاسی ۲



### تعداد رنگ در فرش ماشینی

برخلاف فرش دستبافت تعداد رنگ مورد استفاده در ماشین بافندگی محدود به ۱۰-۵ رنگ می‌باشد. تعداد رنگ در فرش دستبافت محدودیت ندارد و طراح نقشه آن را تعیین می‌کند. براساس محدودیت ماشین بافندگی، طراح فرش تعداد رنگ نقشه و فرش را مشخص می‌کند. محدودیت‌های فرش ماشینی در انتخاب تعداد رنگ شامل محدودیت مالی در خرید و استفاده از تعداد نخ خاب بیشتر، بزرگ‌تر شدن قفسه نخ خاب، سخت‌تر شدن نخ‌کشی و چله‌کشی، استهلاک بیشتر ماشین، اصطکاک بیشتر نخ‌ها، پارگی بیشتر نخ‌ها، کاهش راندمان و افزایش مصرف انرژی بیشتر برای راه‌اندازی ماشین می‌باشد.

فعالیت  
کلاسی ۳



هنرآموز گرامی، پس از آموزش با تقسیم یک قالیچه یا پادری به قسمت‌های مختلف از هنرجویان بخواهید موارد زیر را محاسبه کنند:

- الف) تعداد و نوع رنگ‌های زمینه و غیرزمینه به کار رفته در آن
- ب) تراکم پودی فرش در یک متر طولی فرش
- ج) تراکم شانه در یک متر عرضی فرش
- د) تراکم گره یا ریشه نخ خاب در یک متر مربع فرش
- ه) تراکم خاب فرش در یک متر طولی فرش
- و) تعداد سرخ خاب در یک متر طولی و عرضی

### ارتفاع خاب در فرش ماشینی

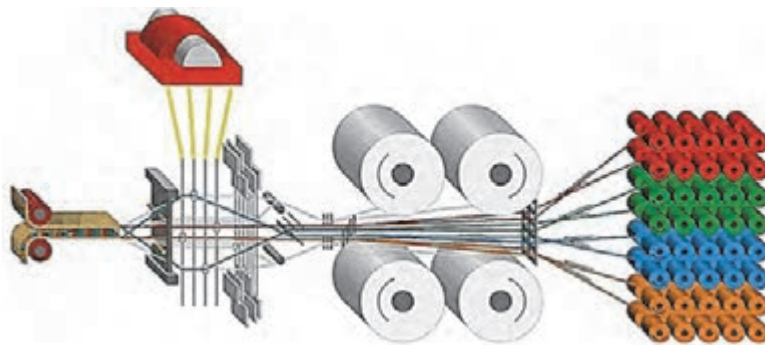
ارتفاع خاب فرش ماشینی بسته به عوامل مختلفی نظیر جنس نخ خاب، تراکم خاب (نمره شانه)، نوع مصرف و سلیقه مشتری اغلب بین ۴ تا ۱۲ میلی‌متر متغیر می‌باشد. برای تعیین و کنترل ارتفاع خاب وسیله مخصوصی وجود دارد که به گیج یا خط‌کش خاب معروف می‌باشد. ارتفاع خاب فرش را در راستای پود از سطح برزنت فرش تا سطح پرز اندازه‌گیری می‌کنند.



هنرآموز گرامی، با تقسیم یک قالیچه یا پادری به قسمت‌های مختلف از هنرجویان بخواهید ارتفاع خاب را در آن محاسبه کنند.

## اجزای اصلی ماشین بافندگی فرش (رویه به رویه)

اساس کار بافت فرش رویه به رویه به این صورت می‌باشد که در ماشین بافندگی فرش بافی دو لایه برزنت مقابل و روی هم با فاصله ۱-۲ سانتی‌متر به‌طور همزمان بافته می‌شود و نخ‌های خاب با حرکت عمود بر سطح لایه برزنت‌ها بالا و پایین می‌روند. در این ماشین یک پارچه حجیم و سه‌بعدی ایجاد می‌شود و دو برزنت توسط نخ‌های خاب به هم متصل می‌شوند. سپس یک تیغ که حرکت رفت و برگشت در جهت عرض فرش دارد، بین این دو لایه برزنت قرار گرفته و از وسط، دولایه فرش را از هم جدا می‌کند با این عمل خاب‌هایی که بین دو برزنت قرار گرفته‌اند، بریده شده و در نهایت دو فرش ایجاد می‌گردد. نکته جالب اینکه اگر تغذیه نخ‌های خاب را متوقف کنیم فقط دولایه برزنت تولید خواهد شد که روی هم و در مقابل هم بافته می‌شوند. در شکل ۸ طرح‌واره‌ای از اجزای اصلی یک ماشین فرش بافی نشان داده شده است.



شکل ۸- طرح‌واره‌ای از اجزای اصلی یک ماشین فرش بافی



به کمک هنرآموز خود، قسمت‌های مختلف ماشین فرش بافی را در شکل نام‌گذاری کنید.

### بخش تغذیه نخ خاب به ماشین (قفسه یا کریل)

قفسه یا کریل قسمتی از ماشین بافندگی فرش ماشینی می‌باشد که هزاران بوبین نخ خاب در آن جای می‌گیرد و وظیفه آن تغذیه نخ‌های خاب به ماشین بافندگی می‌باشد. امروزه قفسه‌های بسیار بزرگ، دارای ظرفیت بالای ۱۵ هزار بوبین می‌باشند، به‌عنوان مثال برای تولید یک فرش ۷۰۰ شانه با تعداد ۸ رنگ اصلی و عرض ۳ متر، تعداد حدود ۱۶۸۰۰ بوبین نخ خاب رنگی در کریل قرار داده می‌شود. این تعداد تابعی از ضرب تراکم شانه در تعداد رنگ در عرض فرش می‌باشد.

نحوه چیدمان بوبین‌های نخ‌خاب در قفسه‌خاب به این ترتیب می‌باشد که نخ‌های خاب پرمصرف در ردیف‌های وسط قفسه و نخ‌های کم‌مصرف‌تر در ردیف‌های بالا و یا پایین قفسه قرار می‌گیرند؛ یعنی از ردیف‌های افقی وسط قفسه به سمت ردیف‌های افقی بالا و پایین قفسه، مصرف آن ردیف نخ‌خاب کمتر می‌شود. همواره سعی بر این است که بوبین‌های کم‌مصرف، کوچک‌تر و بوبین‌های رنگی پرمصرف، بزرگ‌تر پیچیده شوند تا کشش نخ‌های کم‌مصرف و نخ‌های پرمصرف در زمان بافت یکسان باشد؛ زیرا کشش نایک‌نواخت نخ‌خاب باعث افزایش پارگی و اختلال در تنظیم ارتفاع خاب می‌شود.

بعد از طراحی و بافت اولیه فرش (گرفتن خاب فرش)، عمل وزنه‌گذاری انجام می‌گیرد. در هنگام وزنه‌گذاری از دو وزنه در دو طرف بوبین‌ها استفاده می‌شود، از وزنه‌جلویی بوبین برای کشش دادن و از وزنه‌عقبی بوبین برای ترمز کردن نخ‌خاب استفاده می‌شود. در هر ماشین بافندگی فرش بافی علاوه بر بافنده یک نفر به‌عنوان کمک بافنده در کرپل یا قفسه و اطراف ماشین به‌طور مداوم رفت و آمد می‌کند. وظیفه کمک بافنده کنترل کشش و رفع پارگی نخ‌های خاب و تعویض بوبین‌های خالی می‌باشد.

در ماشین‌های جدید با استفاده از تیغه‌های لانست؛ کشش نخ‌های خاب کنترل می‌شود و سطح فرش کاملاً یکنواخت می‌شود. لانست‌ها تیغه‌های باریک و بلندی هستند که در دهانه کار مابین فرش رو و زیر قرار می‌گیرند و سبب می‌شوند که ارتفاع خاب فرش در زمان بافت همواره یکنواخت بماند. از مزایای دیگر لانست‌ها، نصف شدن کشش نخ‌های تار فرش و بالطبع، نرم و راحت کار کردن ماشین بافندگی فرش می‌باشد.

آیا می‌دانید



## بخش تغذیه نخ تار به ماشین (اسنوهای چله)

نخ‌های چله یا تاری که در واحد چله پیچی بر روی یک قرقره (اسنو) پیچیده شده است، در پشت ماشین قرار می‌گیرد و بعد از عبور از میل‌میلک‌ها و دندانه‌های شانه ماشین به نقطه بافت می‌رسند. تعداد این نخ‌ها در هر متر به تراکم شانه ماشین بافندگی بستگی دارد. نخ‌های چله به دو صورت سفت بافت (تار پرکننده و بافت زمینه) و شل بافت (تار زنجیری و صاف‌کننده) در فرش‌ها مصرف می‌گردد.

تاکنون ماشین‌های بافندگی با تراکم شانه از ۲۸۰ دندانه تا ۱۵۰۰ دندانه در متر در دنیا تولید شده است. در ماشین‌های بافندگی جدید به‌خاطر جلوگیری از تداخل نخ‌ها در یکدیگر از اسنوهای بیشتری تا ۸ عدد به‌صورت یک یا دو طبقه استفاده می‌شود که نوع یک طبقه در ماشین‌های یک راپیری و نوع دو طبقه برای ماشین‌های بافندگی دو و سه راپیری که دارای دو دهنه مجزا (به‌طور همزمان) می‌باشند، استفاده می‌شود. به‌دلیل اصطکاک کمتر نخ‌خاب، در این نوع ماشین‌ها، پارگی نخ کمتر می‌شود.

برای کنترل و یکسان بودن کشش و کشیدگی نخ‌چله و مقدار باز شدن چله و پیچیدن فرش به دور غلتک‌های فرش و غلتک‌های پیچش (غلتک سوزنی جلوی شانه) از ابزاری به نام «رگلاتور» به‌همراه بازوهای پنوماتیکی و گیربکس استفاده می‌شود. در ماشین‌های جدید از یک موتور الکتریکی دور متغیر استفاده می‌شود. ثابت بودن کشش نخ تار (سفتی نخ چله) بر ارتفاع ریشه فرش تأثیرگذار می‌باشد. برای تشکیل دهانه در مکان و زمان مناسب و به شکل صحیح ثابت بودن کشیدگی چله اهمیت زیادی دارد.

غلتک‌های چله (اسنوه‌های تار) به دو گروه شل‌بافت و سفت‌بافت تقسیم می‌شوند. نخ‌های چله سفت‌بافت یا زنجیری به شکلی متقارن نیروهای حاصل از نخ‌های خاب فرش رو و زیر را خنثی می‌کنند و در طول بافت باعث می‌شوند تا دو لایه فرش زیر و رو به صورت کاملاً مجزا قرارگیرند. این امر باعث ایجاد استحکام ابعادی فرش در جهت نخ‌های تار می‌گردد و نیروی وارده بر فرش از طرف نخ‌های خاب را جبران می‌کند و همچنین باعث انقباض و فشردگی در فرش ماشینی می‌گردد. نخ چله شل‌بافت همراه با پود و نخ سفت‌بافت، بافت زمینه یا برزنت فرش را تشکیل می‌دهند. به دلیل امکان مانور در نحوه حرکت نخ‌های شل‌بافت این نخ‌ها نقش اصلی را در تغییر انواع بافت‌های زمینه برعهده دارند.

نخ‌های چله پس از بازشدن از روی غلتک اسنو به طور موازی با یکدیگر از لایه‌لای غلتک (میله)‌های راهنما یا مقسم به صورت دسته‌های زوج و فرد و به صورت مجزا عبور می‌کنند؛ به طوری که در هنگام پاره شدن نخ تار با کمک میله‌های مقسم مسیر نخ پاره شده راحت‌تر قابل تشخیص می‌باشد. همچنین اگر دو یا چند نخ تار به هم چسبیده باشند، قبل از ورود به میل میلک، میله راهنما آنها را از هم جدا می‌کند.

مقایسه کنید



با توجه به مطالبی که در کتاب بافندگی پارچه آموخته‌اید، سیستم تغذیه نخ تار و خاب در ماشین فرش بافی را با سیستم تغذیه نخ تار در ماشین پارچه‌بافی با همدیگر مقایسه کنید.

با توجه به تعداد بسیار زیاد نخ‌های خاب و تار (در برخی مواقع به ۲۵۰۰۰ عدد می‌رسد)، جهت افزایش راندمان و سهولت کار، لازم است نخ‌های تار و نخ‌های خاب به طور جداگانه هرکدام تک‌تک از تیغه‌های بسیار نازکی به نام لامل عبور کنند. تیغه‌های لامل فلزی دارای طول ۲۰ سانتی‌متر و عرض ۱/۵ سانتی‌متر می‌باشند. لامل‌ها روی نخ‌ها سوار می‌باشند و به محض پاره شدن نخ، روی میله فلزی در قسمت پایین لامل افتاده و باعث اتصال جریان برق ضعیفی در میله می‌شوند که به واسطه سیستم‌های الکترونیکی موجب توقف ماشین می‌شوند تا کارگر عیب نخ پارگی را برطرف کند.

جهت بافت لایه زمینه نخ‌های تار به طور جداگانه بافت می‌شوند و برزنت فرش را تولید می‌کنند. میل میلک‌های نخ تار داخل قاب‌های ورد قرار دارند و توسط سیستم بادامکی یا دابی حرکت می‌کنند و طرح بافت لایه برزنت را ایجاد می‌کنند.

در ماشین‌های بافندگی قدیمی برای حرکت وردها از بادامک‌های بزرگ یا اکسنتر استفاده می‌شود. در ماشین‌های جدید به جای سیستم بادامکی، از مکانیزم دابی استفاده می‌شود. البته در ماشین‌های مدرن‌تر به جای دابی از الکتروموتورهایی به نام «سروو - موتور» استفاده می‌شود که جهت ایجاد طرح در لایه زمینه نسبت به دابی تنوع بیشتری دارند. این تفاوت در برخی فرش‌ها یا پشتی‌ها با طرح گل برجسته که دارای لایه زمینه رنگی و طرح دار می‌باشند، مشهود می‌باشد.

### ژاکارد ماشین بافندگی فرش بافی

ایجاد نقش و طرح و تولید خاب و ریشه بر روی لایه برزنت، توسط دستگاه ژاکارد انجام می‌شود. این امر توسط میل میلک‌هایی که هرکدام به طور جداگانه به وسیله ریسمان‌هایی به نام «هارنیش» به دستگاه ژاکارد متصل هستند، انجام می‌شود.



با ورود ژاکاردهای الکترونیکی و کامپیوتری به جای ژاکارد مکانیکی، تحولات بزرگی در نقشه و طرح فرش ماشینی ایجاد گردید به طوری که تولید فرش‌های با خاب برجسته و باخواص مکانیکی و فیزیکی متفاوت گسترش یافت. سرعت تغییر نقشه، سرعت بالای بافت، مصرف انرژی کمتر و ایجاد سروصدای کمتر از مزایای ژاکاردهای جدید می‌باشد.

دستگاه ژاکارد قادر است که هرگونه دهانه را تشکیل دهد و یک راپورت بزرگ از هر طرحی را با روش ساده بر روی فرش پیاده کند. دستگاه ژاکارد در قسمت بالای ماشین سوار می‌شود و به وسیله نخ‌های هارنیش که از آن آویزان می‌شود به تک تک میل‌میلک‌های حاوی نخ‌های تار خاب رنگی فرمان می‌دهند. مکانیزم فرمان دهنده در ژاکارد مکانیکی قدیمی توسط کارت‌های سوراخ‌دار شبیه نت موسیقی در یک پیانو عمل می‌کند. در ژاکاردهای جدید الکترونیکی سه‌حالته فرمان‌ها از طریق سیستم الکترونیک و مکانیک ارسال می‌گردد که دارای سرعت بالاتر، خرابی کمتر و قدرت و سرعت بالای تعویض نقشه می‌باشد. مهم‌ترین اجزای ژاکاردهای مکانیکی سوزن، پلاتین، صفحه کلاغی، سیلندر، قلاب، بند هارنیش، میل‌میلک و وزنه و... و ژاکاردهای الکترونیکی جدید برد، مگنت، هوک، قلاب، بند هارنیش، میل‌میلک، سوزن، قرقره و... می‌باشد.

دو نوع ژاکارد الکترونیکی سوزنی و ژاکارد الکترونیکی قرقره‌ای در صنعت موجود می‌باشد. در ژاکاردهای سوزنی از روش و تجهیزات جدیدی به جای کارت نقشه (کارت پانچ) برای فرمان دادن به سوزن‌های افقی استفاده می‌شود. سیستم فرمان شامل دو روش استفاده از «سلونوید» و به کارگیری قطعات «پیزوالکتریک» می‌باشد. در روش استفاده از «سلونوید»، بوبین‌های الکتریکی با خاصیت آهن‌ربایی به سوزن‌ها فرمان می‌دهند. در روش به کارگیری قطعات «پیزوالکتریک»، رایانه بر طبق نقشه طرح با قطع و وصل کردن جریان برق، باعث تغییر ابعاد کریستال مخصوص می‌شود و کریستال با کاهش ابعاد خود به سوزن اجازه حرکت می‌دهد، با افزایش ابعاد کریستال، سوزن برعکس عمل می‌کند. شرکت اشتابلی نوع دیگری از ژاکارد الکترونیکی دارای قرقره با امکان انتخاب هر یک از سه حالت (پایین، وسط، بالا) در هر پیک پود را ابداع کرده است.

## ماشین‌های بافندگی فرش تک‌راپیری

در این ماشین بافندگی همانند ماشین بافندگی تک‌ماکویی، ابتدا در سیکل اول بافندگی، یک عدد نخ پود برای فرش رو و در سیکل بعدی یک پود برای فرش زیر بافته می‌شود، به عبارتی به ازای هر نخ پود یک ردیف نخ خاب ایجاد می‌شود.

سرعت تولید این ماشین نسبت به ماشین بافندگی دورا پیری کمتر می‌باشد. در زمانی که نخ‌هایی از خاب بر طبق نقشه بافت در ایجاد طرح نقشی نداشته باشند به قسمت پشت فرش زیر منتقل می‌شوند و به صورت آزاد یا شناور (بدون هیچ درگیری در بافت) قرار می‌گیرند تا مزاحمت و تداخلی در بافت فرش زیر و یا فرش رو ایجاد نکنند. به این نخ‌ها در اصطلاح «نخ خاب مرده شناور» می‌گویند. از آنجایی که وجود نخ‌های خاب مرده سبب نازیبایی پشت فرش می‌گردد در بخش تکمیل توسط ماشین پشت پاک‌کنی نسبت به جدا کردن آنها از پشت فرش زیر اقدام می‌شود. البته هم‌زمان با جدا کردن نخ‌های خاب مرده، ریشه‌های خاب نیز در محل‌هایی که تعویض رنگ نخ خاب صورت گرفته است، از دل فرش بیرون می‌زند، بنابراین علی‌رغم تشابه ظاهری فرش‌های خاب رو و زیر، تراکم خاب فرش زیر از رو کمتر می‌شود، در نتیجه فرش زیر از فرش رو سبک‌تر می‌شود. از دیدگاه مشتریان، این مورد یک عیب محسوب می‌شود و باعث می‌شود به فرش زیر به‌عنوان فرش



نامرغوب نگاه کنند. برای بافت فرش‌های با تراکم بالا، بهتر است از (ماشین‌های) بافت تک‌پودی (راپیری) استفاده کرد. در ماشین‌های بافندگی جدید به‌علت وجود سیستم راپیری، لازم است از دستگاه رزرو پود استفاده شود. این دستگاه، نخ پود را از روی بوبین باز کرده و روی استوانه خود می‌پیچد و به‌طور منظم و اتوماتیک اجازه باز شدن نخ پود پیچیده شده را می‌دهد تا به‌راحتی توسط راپیر به داخل دهانه کار هدایت شود. این کار باعث افزایش راندمان و کاهش پارگی نخ پود می‌شود.

## ماشین‌های بافندگی فرش دوراپیری

این ماشین‌ها همانند سیستم دو ماکویی هستند و دو دهانه مجزا و همزمان ایجاد می‌شود و با هر دفعه دفتین زدن دو نخ پود (یکی برای فرش بالا و یکی برای فرش زیر گذاشته می‌شود)، به‌عبارتی به ازای هر دو نخ پود یک ردیف نخ خاب وجود دارد.

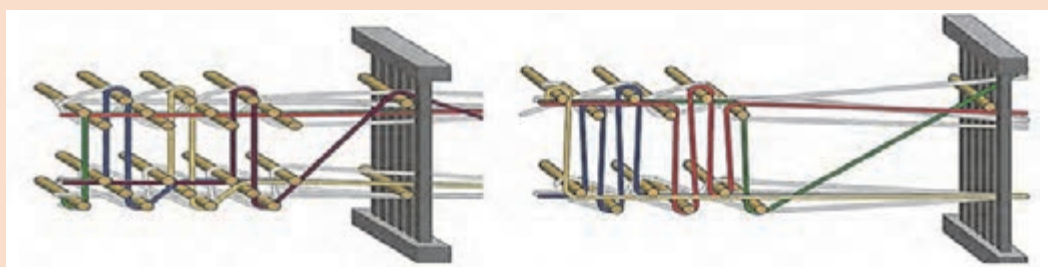
به‌علت جدا بودن و فاصله داشتن دسته چله فرش رو نسبت به چله فرش زیر، قبل از ورود به میل میلک‌ها، امکان تنظیم آسان‌تر ارتفاع خاب به‌وجود می‌آید. وجود دو دهانه جدا این مزیت را دارد که نیازی نیست چله‌های رو و زیر یکدیگر را قطع کنند و اصطکاک آنها کمتر خواهد بود.

یکی از مزیت‌های ماشین‌های دوراپیری، بافت فرش‌های با تراکم بالای بدون نخ خاب‌مردۀ شناور می‌باشد. جهت بافت فرش‌های با تراکم بهتر است از بافت تک‌پودی استفاده شود؛ بنابراین در ماشین‌های دوراپیری جهت دستیابی به این هدف از تکنیک قطع راپیر استفاده می‌شود. در این تکنیک در یک سیکل، نخ پود به فرش رو تغذیه می‌شود و در سیکل بعد برعکس عمل می‌شود. اگرچه سیستم قطع یکی از راپیرها، سبب کاهش تولید و از دست‌رفتن مزیت نسبی تولید بالای ماشین‌های بافندگی دو راپیری می‌شود، اما به دلیل امکان تولید فرش با تراکم بالا (بافت تک‌پودی) همراه با نخ خاب‌مردۀ درگیر که بافت آن توسط ماشین‌های تک‌راپیری تقریباً غیرممکن بود، مزیت جدیدی را برای این مدل ماشین‌ها ایجاد می‌کند. امروزه با توجه به توسعه ژاکارد از دو حالت به سه حالت و چهارحالت، امکان بافت نخ خاب‌مردۀ در داخل بافت زمینه وجود دارد و به همراه استفاده از سیستم دوراپیری، مشکل خاب‌مردۀ شناور برطرف گردیده است.

بحث کنید



شکل ۹ طرح‌واره‌هایی از ترتیب پودگذاری نخ‌های پود در فرش زیر و رو نشان داده شده است. در مورد سیستم پودگذاری در این دو طرح‌واره بحث و تبادل نظر کنید.



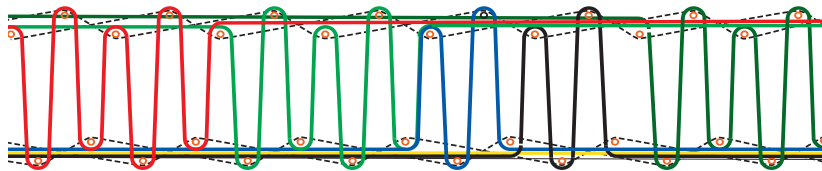
شکل ۹- طرح‌واره‌هایی از ترتیب پودگذاری نخ‌های پود در فرش زیر و رو

## ماشین‌های بافندگی فرش سه‌راپیری

در این ماشین سه پود به‌طور همزمان در هر مرحله بافت، پودگذاری می‌شود. در سیکل اول بافندگی دو پود در دهانه رویی فرش و یک پود در دهانه زیری فرش کار گذاشته می‌شود. در سیکل دوم بافندگی دو پود در دهانه زیری فرش و یک پود در دهانه رویی فرش کار گذاشته می‌شود؛ به عبارتی به ازای هر سه نخ پرکننده پود یک ردیف نخ خاب وجود دارد که در دو سیکل بافندگی حاصل می‌شود.

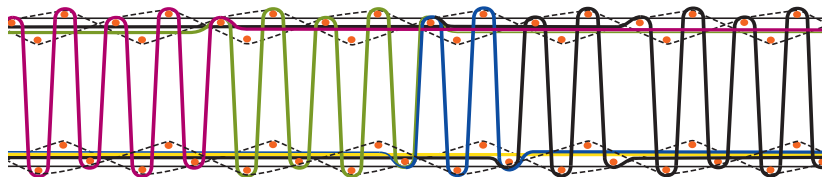
از مهم‌ترین مزایای ماشین سه‌راپیری انعطاف‌پذیری بالا در ایجاد طرح بافت‌های بیشتر، بالا بودن میزان تولید، امکان قراردادن دو پود همزمان داخل یک دهانه و کارکرد روان‌تر ماشین می‌باشد. انواع سیستم‌های بافت که با ماشین فرش‌بافی سه‌راپیری تولید می‌شود، عبارت‌اند از:

**۱ بافت‌های تک‌پودی:** در سیستم بافت یک به یک یا تک‌راپیری، راپیر وسطی کار نمی‌کند و دو راپیر دیگر یک‌درمیان به داخل دهانه بافت می‌روند. به ازای هر پود، یک ردیف نخ خاب ایجاد می‌شود که منجر به تولید فرش‌هایی با تراکم بالا می‌شود. در فرش‌های تک‌پودی یا تک‌راپیری، به ازای هر پود فرش، یک ردیف نخ خاب در پشت فرش و دو ردیف نخ خاب در روی فرش دیده می‌شود. پس در این فرش‌ها تراکم خاب برابر تراکم پودی فرش می‌باشد. در شکل ۱۰ طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت تک‌پودی نشان داده شده است.



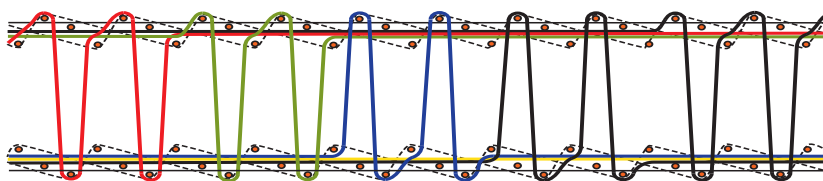
شکل ۱۰- طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت تک‌پودی

**۲ بافت‌های دو پودی:** در سیستم بافت دو به دو یا دوراپیری (دوپودی) برخلاف حالت قبلی، راپیر وسطی دائماً کار می‌کند ولی دو راپیر دیگر به‌طور تناوبی وارد دهانه فرش زیر و رو می‌شوند. در فرش‌های دو پودی، به ازای هر دو پود فرش، یک ردیف نخ خاب در روی فرش مشاهده می‌شود، بنابراین تراکم خاب نصف تراکم پودی می‌باشد. در شکل ۱۱ طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت دو پودی نشان داده شده است.



شکل ۱۱- طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت دو پودی

**۳ بافت‌های سه‌پودی:** در سیستم بافت سه به سه یا سه‌راپیری، به ازای هر سه پود در فرش زیر یا رو، یک ردیف نخ خاب در روی فرش مشاهده می‌شود، بنابراین تراکم خاب معادل یک‌سوم تراکم پودی فرش می‌باشد. در شکل ۱۲ طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت سه‌پودی نشان داده شده است.



شکل ۱۲- طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت سه پودی

ماشین‌های سه‌راپیری، علی‌رغم داشتن مزیت‌های فراوان، دارای معایبی از قبیل محدودیت سرعت به علت صرف نیروی زیاد برای به حرکت درآوردن سه‌راپیر، فاصله کمتر بین دو فرش در مقایسه با ماشین‌های دوراپیری (محدودیت ارتفاع خاب) می‌باشد.

اگر تراکم شانه در یک فرش ماشینی معادل ۷۰۰ و تراکم پودی آن معادل ۲۵۵۰ پود در متر باشد، در سیستم‌های بافت مختلف، تراکم خاب فرش را محاسبه کنید.

فعالیت  
کلاسی ۶



## قسمت برش و برداشت فرش

بعد از انجام عمل بافت هم‌زمان دو فرش زیر و روی به هم چسبیده از سمت خاب، وسط نخ‌های خاب توسط تیغه تیزی از وسط برش می‌خورد و به دو فرش رو و زیر تبدیل می‌شود. برخلاف سادگی تیغ میانبر فرش، کارکرد و تنظیم صحیح این قطعه تأثیر مهمی بر مقدار ارتفاع و کیفیت سطح یکنواخت خاب ایفا می‌کند؛ به طوری که اگر این تیغه برش دچار نواسان شود و یا فاصله آن با لایه فرش کم یا زیاد شود، امکان برش خوردن کل خاب و یا حتی لایه زمینه نیز وجود دارد.

تیغ میانبر بر روی یک طناب متصل می‌باشد و طناب توسط مجموعه قرقره‌ای به نام «کالسکه» حرکت رفت

و برگشتی را در سرتاسر عرض فرش تأمین می‌کند.

تیغه برش روی یک ریل فلزی قرار داشته و حرکت

یکسان و بدون جابه‌جایی و نوسان به طرف چپ و

راست آن تأمین می‌شود. برای حفظ تیزی تیغ میانبر،

در دو طرف انتهایی دهانه، دو عدد سنباده در جلوی

مسیر حرکت تیغه قرار دارد که مدام باعث تیز شدن

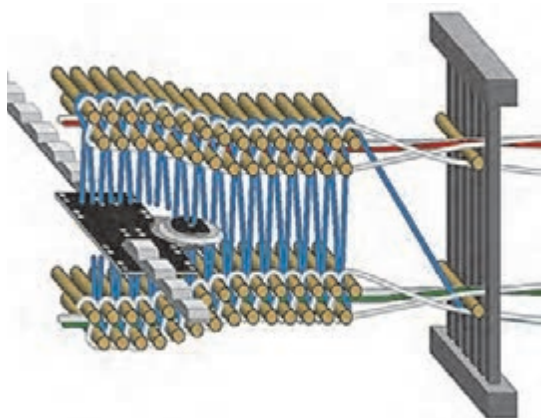
تیغه برش می‌شوند. تیز نبودن تیغه برش باعث عدم

برش درست خاب و ریش‌ریش و نایکنواخت شدن

سطح نخ‌های خاب می‌شود که عیب مهمی برای

فرش می‌باشد. شکل ۱۳ مکانیزم برش خاب در فرش

ماشینی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۳- مکانیزم برش خاب در فرش ماشینی

بعد از مرحلهٔ برش، دولایه فرش حاصل می‌شود که برای خروج این فرش‌ها و هدایت آنها به قسمت جلوی ماشین بافندگی از دو غلتک برداشت سوزنی مجزا برای فرش رو و زیر استفاده می‌شود. سوزن‌های روی سطح غلتک برداشت، از سُرخوردن فرش جلوگیری می‌کند. سرعت غلتک برداشت سوزنی روی تراکم پودی فرش اثر می‌گذارد، به طوری که با افزایش سرعت برداشت، تراکم پودی کمتر و بالعکس با افزایش سرعت برداشت، تراکم پودی زیادتر می‌شود. در ماشین‌های بافندگی قدیمی برای تنظیم سرعت غلتک برداشت سوزنی از یک چرخ دنده استفاده شده است. در ماشین‌های بافندگی جدید از یک الکتروموتور قابل کنترل با رایانه میزان حرکت غلتک برداشت کنترل و تغییر می‌کند. در پایان فرش‌های زیر و رو به‌طور جداگانه توسط یک سیستم معروف به آبشاری با حرکت نوسانی به داخل گاری منتقل می‌شود.

در مورد عملیات فریزینگ، هیت ستینگ نخ، کف پوش‌های ماشینی شگی، سیسال، خاب‌دار با بافت حلقوی تحقیق کنید و در کلاس گزارش کنید.

تحقیق کنید ۸



## مرحلهٔ تکمیل فرش ماشینی

بعد از پایان یافتن مراحل بافت فرش، فرش‌ها به صورت سه تا پنج تخته‌ای بریده شده با گاری مخصوص به سالن تکمیل منتقل می‌شود. در سالن تکمیل، ابتدا فرش‌ها از نظر کیفیت ابعاد و وزن کنترل می‌شوند. بعد از مرحله پشت پاک‌کنی (فرش‌های قدیمی)، کلیهٔ فرش‌ها از دستگاه تمیزکن عبور داده می‌شوند. این دستگاه شامل تعداد زیادی برس و مکندۀ قوی می‌باشد که پرزهای سطحی و نخ‌های آزاد را به کیسهٔ جمع‌آوری پرز منتقل می‌کنند. تمیز کردن سطح فرش عملیات رفوگری را تسهیل می‌کند. بعد از مرحلهٔ تمیزکاری، حاشیهٔ فرش با نخ خاب هم‌رنگ بافت زمینه توسط چرخ مخصوص زیگزاگ‌دوزی می‌شود.

بعد از مرحلهٔ زیگزاگ حاشیه فرش، عمل رفوگری بر روی فرش‌ها انجام می‌شود. جهت رفو از ابزارهایی نظیر سوزن رفو، دم‌باریک، قیچی رفوگری و نخ رنگی متنوع استفاده می‌شود.

فرش‌ها بعد از مرحلهٔ زیگزاگ و رفوگری توسط ماشین سرتاقه‌دوزی به دنبال هم دوخته می‌شوند و به ماشین تیغ



یا شیرینگ منتقل می‌شوند. در ماشین شیرینگ عمل یکنواخت‌سازی سطح خاب فرش با تنظیم سرعت و فاصلهٔ سیلندرها و تیغه‌ها انجام می‌شود. هرچند در ماشین‌های بافندگی جدید به‌علت نصب لانس تا حد زیادی خاب فرش یکنواخت می‌باشد ولی در برخی فرش‌ها به چند مرحله عملیات شیرینگ نیاز می‌باشد. شکل ۱۴ نمایی از سیلندر تیغ و مکانیزم برش نشان داده شده است.

شکل ۱۴- نمایی از سیلندر تیغ و مکانیزم برش در ماشین شیرینگ فرش

بعد از مرحلهٔ شیرینگ جهت افزایش استحکام ریشه فرش و جلوگیری از ورود غبار و مقاومت در برابر رطوبت کف اتاق اغلب از چسب آهار PVC و SBR به همراه سایر مواد کمکی دیگر تحت شرایط معینی در پشت

فرش ماشینی استفاده می‌شود. عملیات انتقال چسب آهار در ماشین‌آلات مخصوص انجام می‌شود. عمل خشک کردن چسب آهار توسط اتاقک‌های هوای گرم یا سیلندرهای بخار (تامبور) انجام می‌شود. بعد از شیرینگ نهایی، فرش‌ها به صورت تکی به قسمت ریشه‌زنی بر روی میز باد منتقل می‌شوند. عملیات ریشه‌زنی دو سر فرش در ابتدا و انتهای هر فرش بر روی لایهٔ زمینه توسط چرخ مخصوص انجام می‌شود. در پایان عملیات تکمیل، کنترل نهایی، درجه‌بندی و برچسب‌گذاری فرش انجام می‌شود. کلیهٔ فرش‌ها بعد از کنترل نهایی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی جهت عرضه به بازار بسته‌بندی می‌شوند.

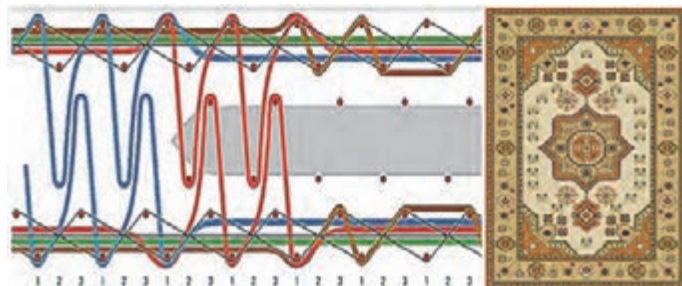
آیا می‌دانید



کف پوش‌های نساجی خاب‌دار با اتصال پشت چسبی، فرش‌های خاب‌داری می‌باشند که در آن خاب‌های فرش توسط چسب مذاب یا به‌طور مستقیم با ذوب پلیمری نظیر PVC به زمینه فرش متصل می‌شود.

## گلیم فرش ماشینی (یک رویه)

شرکت‌های سازندهٔ ماشین بافندگی با الگوبرداری از گلیم‌های سنتی، ماشین‌های بافندگی گلیم‌بافی را روانهٔ بازار کردند. از جمله ویژگی‌های گلیم فرش‌ها، سبکی و ارزانی آنها می‌باشد که مورد قبول مشتریان واقع شده است. برخلاف ماشین‌های فرش‌بافی رویه به رویه، در ماشین گلیم‌بافی یک لایه فرش بافته می‌شود که به این ماشین‌ها تک لایه گفته می‌شود. بیشتر گلیم فرش‌های موجود در بازار دارای خاب‌های حلقه‌ای هستند که به خاب لوپ



شکل ۱۵- یک عدد گلیم فرش به همراه مکانیزم ایجاد حلقه یا لوپ در زمان بافت

معروف می‌باشند. گلیم فرش‌ها همانند فرش ماشینی دارای دو لایه خاب و زمینه می‌باشند. لایه خاب بیشتر به حالت حلقه است که برای اتصال به لایهٔ زمینه به‌دور نخ پود چرخیده و مانند قلاب درگیر می‌شود. در شکل ۱۵ یک عدد گلیم فرش به همراه مکانیزم ایجاد حلقه یا لوپ در زمان بافت نشان داده شده است.

جنس نخ خاب گلیم فرش‌ها، اغلب از پلی‌پروپیلن و در بعضی موارد از پلی‌استر می‌باشد و به صورت فیلامنت رنگ شده بافته می‌شوند. جنس نخ‌های تار گلیم فرش از پلی‌استر انتخاب می‌شود و برای نخ پود از نخ جوت یا پلی‌استر استفاده می‌شود.

عکس و فیلم



هنرآموز گرامی، فیلم یا تصاویری از کارکرد ماشین‌های بافندگی فرش و ربات بافنده فرش برای هنرجویان نمایش شود.

## شایستگی ۲- پوشاک و منسوجات صنعتی

### پوشاک و منسوجات صنعتی

کالاهای نساجی در بخش پوشاک خانگی و تزئینی (کف پوش ها، پرده، کالای خواب، حوله، رومیزی و...)، عمومی (انواع البسه، جوراب، دستکش و...) و اداری به طور گسترده‌ای مصرف می‌شوند. هم‌زمان با رشد جوامع و پیشرفت تکنولوژی، استفاده از کالای نساجی (الیاف، نخ و پارچه) در سایر بخش‌های صنعتی و غیرصنعتی به طور قابل توجهی افزایش یافته است.

منسوجات همیشه نقش حیاتی در زندگی انسان ایفا می‌کنند. در حالی که هیچ جایگزین جدی برای منسوجات متعارف پوشاک و دکوراسیون داخلی وجود ندارد، پیش‌بینی می‌شود، منسوجات و مواد مرکب مبتنی بر منسوجات، جایگزین بسیاری از مواد پلاستیکی و فلزی شوند.

امروزه فرآورده‌های نساجی پوشاکی و غیرپوشاکی در صنایع و بخش‌های دیگری از قبیل ورزشی، حمل و نقل، کشاورزی، راه‌سازی، بسته‌بندی، عمران و ساختمان‌سازی، بهداشت عمومی، منسوجات هوشمند، نظامی، فضایی، هوایی، بیمارستانی، شیلات و ماهیگیری، ایمنی و محافظ، فیلتراسیون و تصفیه هوا، آب و فاضلاب، زیستی، فنی و... به طور گسترده‌ای افزایش یافته است.

کشورهایی که به علت محدودیت منابع طبیعی ناچار به تولید مواد اولیه شده‌اند، با تولید موادی با کیفیت بالاتر و مقاوم‌تر نظیر کامپوزیت الیاف، تحول بزرگی در علوم فنی و مهندسی صورت ایجاد کرده‌اند. با گسترش و پیشرفت صنعت نساجی، منسوجات فنی و صنعتی جایگزین مناسب و با کیفیت برای منابع طبیعی و مصالح سخت و سنگین محسوب می‌شوند.

در مقیاس جهانی، تولید الیاف، نخ و محصولات مبتنی بر منسوجات در حال رشد و تکامل می‌باشد؛ بنابراین چشم‌انداز آینده صنعت نساجی و پوشاک، تنها می‌تواند حول محور پویایی، نوآوری، حرکت مبتنی بر دانش و شبکه‌های مشتری مدار تجارت شکل بگیرد. در این شایستگی به برخی از کاربردهای عام و خاص کالاهای نساجی در بخش‌های مختلف عمومی، خانگی، صنایع و اماکن و... پرداخته می‌شود.

همواره رعایت احترام، ادب، حیا، دقت، انضباط کاری و اخلاق حرفه‌ای را در سرلوحه کار خود قرار دهید. در حفظ و نگهداری وسایل و تجهیزات کوشا باشید و در زمان کار از وسایل و تجهیزات ایمنی استفاده کنید.

شایستگی  
غیر فنی

### منسوجات عمومی و خانگی

صنعت نساجی یک صنعت دیرپاست که از ابتدایی‌ترین تجهیزات تولید پوشاک آغاز و امروز به یکی از گسترده‌ترین صنایع جهان تبدیل شده است. نیاز به لباس و پوشاک بعد از نیاز به غذا و مسکن از نیازهای اولیه بشر محسوب می‌شود. پوشاک یکی از محصولات نهایی صنعت نساجی می‌باشد و نه تنها یکی از مهم‌ترین نیازهای طبیعی بشر می‌باشد، بلکه نمادی از فرهنگ هر جامعه می‌باشد. وظیفه اصلی پوشاک



حفاظت و ایمنی از بدن انسان در برابر خطرات و عوارض احتمالی در محیط از قبیل نور آفتاب، گرما و سرمای بیش از حد، بارش برف و باران، حشرات، مواد شیمیایی، خشکی پوست، سرطان پوست، میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا، خار و خاشاک و... می‌باشد.

گردش مالی صادرات پوشاک در جهان سالانه به‌طور میانگین بیش از ۴۰۰ میلیارد دلار می‌باشد که حدود ۲/۳ درصد از کل تجارت جهانی را به خود اختصاص می‌دهد. وضعیت تولید پوشاک ایران با وجود پتانسیل‌های فراوان به علت سوءمدیریت و قاچاق کالا، بسیار نگران‌کننده می‌باشد به طوری که بیش از ۵۰ درصد بازار پوشاک مصرفی ما از خارج تأمین می‌شود.

با گسترش فناوری‌های نوین نظیر نانو و پلاسما، قابلیت‌های بسیار زیادی به البسه و پوشاک عمومی افزوده شده است. امروزه با استفاده از فناوری‌های نوین، بشر قادر است، انواع البسه و پوشاک عمومی از قبیل زیرپوش، پیراهن، تی‌شرت، لباس کار، جوراب، دستکش، البسه زیر و سایر پوشاک بچه‌گانه، مردانه و زنانه نرم و راحت با قابلیت‌های مختلف نظیر آنتی‌باکتریال، ضد میکروب، ضد قارچ، خود تمیزشونده، هوشمند، خنک‌کننده، خشک‌کننده و گرم‌کننده، ضدحریق و کندسوز، ضدبو و لک، ضد عرق، ضد حساسیت، ضد پرتو فرابنفش، ضد بار الکتریسیته ساکن و... تولید و روانه بازار کند. با گسترش جوامع شهری و رشد جمعیت و رفاه در بین اقشار مردم، استفاده از منسوجات خانگی و تزئینی نیز به سبب خانوارهای شهری و روستایی اضافه شده است. کف‌پوش‌های ضد میکروب و عطراگین، کالای خواب و تشک‌های ضد آب و ضد لک، حوله، کیسه جاروبرقی، انواع هواکش‌ها، مبلمان منزل، انواع پرده‌های ضدحریق و ضد پرتوهای مضر خورشید، انواع رومیزی‌های ضد لک و خود پاک‌شونده، کیسه‌های مواد غذایی و لباس، روفرشی و... از جمله منسوجات خانگی می‌باشند که در مواردی با فناوری‌های جدید، قابلیت‌های آنها از قبیل انواع ثابت رنگ، کندسوزی و ضدحریق، خود تمیزشوندگی، ضدباکتری، ضدبو و لک، ضد عرق، ضد حساسیت و... افزایش یافته است.

لیستی از منسوجات عمومی و خانگی به همراه خواص و ویژگی‌های خاص آنها تهیه کنید و در کلاس ارائه کنید.

فعالیت  
کلاسی ۷



## کاربرد منسوجات در کشاورزی

آگروتکستایل یا منسوجات کشاورزی، منسوجات ساخته‌شده از الیاف طبیعی نظیر جوت، پشم، سیسال، کنف و کتان یا الیاف مصنوعی نظیر نایلون، پلی‌استر، پلی‌پروپیلن و... می‌باشند که بیشتر در کشاورزی، دامداری، باغبانی استفاده می‌شود. وظیفه اصلی این پارچه‌ها کنترل تأثیرات تخریب‌گر محیط‌زیست و عوامل محیطی دیگر در زمان تولید محصول، کنترل و صرفه‌جویی در مصرف آب و خاک، افزایش بهداشت و ایمنی محصولات و همچنین حفاظت از بادهای و بارش‌های شدید، نور و حرارت، امواج UV و... می‌باشد.

مهم‌ترین مزایا و کاربردهای آگروتکستایل یا پارچه‌های کشاورزی عبارت‌اند از:

(الف) جلوگیری از ورود حشرات و آفات به مزارع و باغات

(ب) جلوگیری از انتقال سرما و گرمای زیاد و ناگهانی به گیاهان و گل‌ها

(ج) استفاده از ترکیب پارچه و کاه به جای خاک

(د) استفاده از پارچه‌های سه‌بعدی (توخالی و ضخیم) به جای خاک در برخی گلخانه‌ها

(ه) جلوگیری از رشد و تکثیر علف‌های هرز



- و) جلوگیری از تبخیر و خشک شدن سریع خاک و کاهش مصرف آب
- ز) کاهش مصرف انواع سموم و آفت کش ها و حفظ محیط زیست
- ح) افزایش بهره‌وری در تولید، کیفیت و ارزش افزوده محصولات
- ط) افزایش ایمنی و سلامت در محصولات تولیدی
- ی) صرفه‌جویی در آب، انرژی و نیروی انسانی
- ک) محافظت در برابر اشعه‌های مضر خورشید، باد و بارش شدید
- ل) جلوگیری از فرسایش خاک و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی

استفاده از منسوجات بی‌بافت به جای خاک ایده نوآورانه‌ای در زمینه کشاورزی می‌باشد که باعث گردش و آبرسانی خوب آب و هوا در گیاه می‌گردد و همچنین باعث کاهش مصرف سموم و گسترش کشت گیاهان و گل‌های متنوع در منازل و آپارتمان‌های مسکونی می‌شود.

نکات  
زیست‌محیطی



شکل ۱۶- یک گلخانه مجهز به توری سبز سایه‌بان

امروزه استفاده از توری‌های سایه‌بان در کشاورزی جهت حفاظت گلخانه‌ها از تابش مستقیم نور خورشید گسترش یافته است. این سایه‌بان‌ها در طول روز و در جریان تابش نور خورشید از جریان هوای گرم بیش از اندازه در داخل گلخانه جلوگیری می‌کنند، که این امر منجر به رشد و سلامت بهتر گل‌ها و گیاهان و تبخیر کمتر آب و رطوبت خاک و گیاه می‌شود. در شکل ۱۶ یک گلخانه مجهز به توری سبز سایه‌بان نشان داده شده است.

یک نمونه دیگر از آگروتکستایل‌ها، توری یا شبکه‌ها با بافت حلقوی می‌باشند که توسط این توری‌ها، باغات میوه و انواع بذرها، محصولات، تخم‌ها و دانه‌های گیاهان در مقابل حمله آفات و پرندگان و حمله ملخ‌ها حفاظت می‌شوند. یک نمونه دیگر از پارچه‌ها، وظیفه حفاظت گیاهان و درختان ضعیف در برابر آسیب‌های ناشی از باد و بارش نزولات و اشعه مضر نور خورشید را برعهده دارند.

آفات مختلف مانند مگس سفید به‌طور مرتب به گیاهان زینتی و سبزیجات حمله می‌کنند و خسارات زیادی نیز وارد می‌کنند. استفاده از شبکه‌های محافظ حشرات که از جنس پلی‌اتیلن با بافت حلقوی می‌باشند، می‌تواند از حمله و تخم‌گذاری حشرات ممانعت کند و بالطبع کاهش مصرف سموم و آفت‌کش‌های گیاهی را به همراه خواهد داشت.

امروزه روش‌های جدید کشت محصولات کشاورزی با استفاده از پوشش‌دهنده‌های خاک نظیر پارچه‌های بی‌بافت اسپان باند و منسوجات بی‌بافت سوزنی روز به روز گسترده‌تر می‌شود. نتیجه تحقیقات در این زمینه نشان می‌دهد که استفاده از این پوشش‌ها در خاک و در سطح یا روی گیاهان و گل‌ها باعث افزایش تنفس‌پذیری خاک، افزایش مقاومت در برابر اشعه مضر خورشید، افزایش کنترل رطوبت و حرارت محیط، حفاظت در برابر جانداران و آفات، تسریع در برداشت گیاه و افزایش دو تا پنج برابری محصولات کشاورزی می‌گردد. از مزایای دیگر این‌گونه پوشش‌ها کاهش مصرف سموم و رشد علف‌های هرز و بالطبع تولید محصول ارگانیک می‌باشد. در شکل ۱۷ دو نمونه از آگروتکستایل بی‌بافت و بافت توری جهت استفاده در کشاورزی و گل‌کاری نشان داده شده است.



شکل ۱۷- دو نمونه پارچه آگروتکستایل بی‌بافت و کشباف تور جهت استفاده در کشاورزی و گل کاری

اخیراً موضوع بام‌های سبز مطرح شده است که به جای حجم زیاد خاک از پارچه‌های مخصوص زیرسازی به همراه مقدار کمی خاک باغبانی استفاده می‌شود که باعث جلوگیری از فرسایش خاک و کاهش وزن خاک بر روی بام می‌گردد. در ضمن با این پارچه‌ها، امکان غنی‌سازی خاک و بستر رشد گیاهان امکان‌پذیرتر می‌گردد. امروزه از پارچه‌های مخصوص که به پودر سیمان آغشته می‌باشند، جهت زهکشی سریع و آسان جوی آب استفاده می‌شود. روش کار به این شکل می‌باشد که کف جوی خشک را با این پارچه‌ها می‌پوشانند و سپس پارچه‌ها را با آب خیس می‌کنند. بعد از مدتی کف جوی آب به سطحی سیمانی محکم تبدیل می‌شود که باعث عدم فرسایش خاک و اتلاف آب می‌گردد.

جهت تولید پارچه‌های بافته شده و حلقوی سبک و سنگین کشاورزی و شبکه‌های توری با عرض‌های متنوع اغلب از ماشین‌های بافندگی پروژکتایل سولزر، ایرجت و حلقوی تاری استفاده می‌شود. پارچه‌های بی‌بافت نیز با تکنیک‌های سوزن‌زنی (نیدل پانچینگ)، اسپان باند، اسپان لیس، ترمال باند و... تولید می‌شوند.

## کاربرد منسوجات در عمران و ساختمان‌سازی

منسوجات ساختمانی (بیلدتکس، آر.کی. تکستایل) به‌طور گسترده‌ای در جهت معماری داخلی و خارجی، کف، بدنه و سقف ساختمان، تقویت بتن و سایر سازه‌ها به کار برده می‌شوند. منسوجات ساختمانی که با نانو مواد ویژه پوشش داده شده‌اند، می‌توانند خواص بسیار خوبی در داخل و خارج ساختمان ایجاد کنند؛ خواص عایقی بهتر در برابر صوت و حرارت، انتقال یا انعکاس نور مادون قرمز خورشید و تنظیم دمای داخل منزل، محافظت و انعکاس از پرتوهای مضر ماورای بنفش، مقاومت حرارتی، خواص خودتمیزشوندگی، مواد تکمیلی زیباکننده نمای ساختمان و... برخی از این ویژگی‌ها و قابلیت‌ها می‌باشند. در ادامه به برخی دیگر از این قابلیت‌ها پرداخته می‌شود:



شکل ۱۸- استفاده از الیاف شیشه در مخلوط سیمان

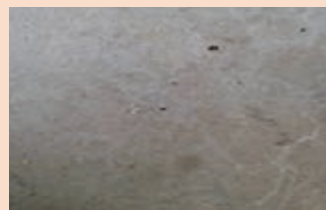
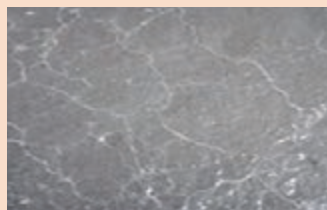
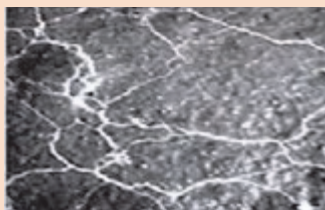
الف) بتن الیافی در حقیقت نوعی کامپوزیت می‌باشد که با به‌کارگیری الیاف تقویت‌کننده و مسلح‌کننده داخل مخلوط بتن، مقاومت کششی، خستگی و فشاری آن فوق‌العاده افزایش می‌یابد. این ترکیب کامپوزیتی یکپارچگی و پیوستگی مناسبی داشته و امکان استفاده از بتن را در سطوح مقاوم پرنحنا فراهم می‌کند. بتن الیافی از قابلیت جذب انرژی بالایی برخوردار می‌باشد و تحت تأثیر بارهای ضربه‌ای به‌راحتی از هم پاشیده نمی‌شود. در شکل ۱۸ از الیاف شیشه جهت تقویت مخلوط سیمان مصرفی در بتن استفاده می‌شود.

کاربرد تاریخی این فناوری، استفاده از کاه یا موی بز در گل تنورهای سنتی و پوشش بناهای قدیمی می باشد. در واقع بتن الیافی نوع پیشرفته این تکنولوژی می باشد که الیاف طبیعی و مصنوعی نظیر شیشه، کربن، پلی پروپیلن، اکریلیک، فولادی، نانو الیاف کربنی، نانو لوله های کربنی و... جای کاه و گل، و سیمان را گرفته است. در معماری قدیم ایرانی از مخلوط کاه و گل جهت افزایش استحکام و نفوذناپذیری باران در سقف بنا استفاده شده است. کاه به عنوان یک رشته سلولزی طبیعی باعث شکل گرفتن بهتر گل و جلوگیری از ایجاد ترک در دیوارهای گلی می شود. امروزه همچنین از مخلوط الیاف با مصالح دیگر مانند گچ در پوشش دیوارها استفاده می شود.

بحث کنید



شکل ۱۹ مقایسه سطح سه بتن با الیاف و بدون آن را نشان می دهد. در تصویر سمت راست بتن بدون الیاف و در دومی و سومی ۱/۰ و ۲/۰ درصد الیاف با بتن مخلوط شده است. به نظر شما فایده وجود الیاف بین بتن چیست؟

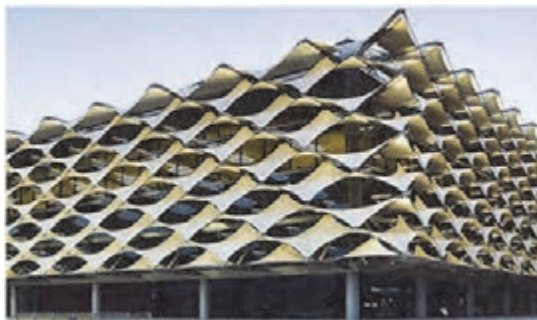


شکل ۱۹- سطح سه عدد بتن عمل شده و عمل نشده با الیاف

ب) جهت استحکام بخشی به ستون ها و بخش های دیگر یک ساختمان، پارچه هایی از جنس الیاف شیشه، کولار یا کربن به همراه یک رزین و چسب استفاده می شود، که با این عمل از ایجاد ترک روی سازه جلوگیری می شود.

ج) برای ساخت برخی از اشکال هندسی و پیچیده که مورد نظر معماران می باشد یکی از ساده ترین روش های استفاده از پارچه های سه بعدی آغشته به سیمان می باشد. در این روش ابتدا یک قالب اولیه پلاستیکی ساخته می شود و پارچه سه بعدی آغشته به سیمان روی آن قرار می گیرد. سپس پارچه با آب خیس می شود. بعد از خشک شدن پارچه، شکل و یا مجسمه مورد نظر از جنس سیمان آماده می شود.

د) در حوادث طبیعی نظیر زلزله و سیل به سهولت و سرعت زیاد از چادرهای ضد باد، ضد آب، ضد آتش و عایق سرما و گرما استفاده می شود. نمونه دیگر ساخت سقف های پارچه ای می باشد که در دو نوع ثابت و متحرک ساخته می شود. ساختمان های تمام پارچه ای نیز ساخته شده است که به سرعت با ورود جریان هوای فشرده برپا می شوند و از آنها جهت برگزاری نمایشگاه ها و بازارچه های موقت استفاده می شود. استفاده از پارچه هایی (از جنس الیاف مصنوعی) برای زیباسازی طراحی داخل و بیرون ساختمان ها روش مناسب و مورد پسند معماران می باشد و جایگزین مناسبی برای سیمان و مصالح سنگین دیگر می باشد. در شکل ۲۰ یک عدد پارکینگ با سقف پارچه ای و یک عدد نمای پارچه ای در ساختمان نشان داده شده است.



شکل ۲۰- یک عدد پارکینگ با سقف پارچه‌ای و یک عدد نمای پارچه‌ای در ساختمان

هـ) میلگردهای فولادی در برابر رطوبت و عوامل طبیعی دیگر نظیر نمک و اکسیژن هوا مقاومت کمی دارند، از این رو امروزه ساخت میلگردهایی از جنس الیاف شیشه تحت عنوان میلگردهای کامپوزیت الیافی مطرح شده است که جایگاه ویژه‌ای در ساختمان‌سازی پیدا کرده است. در ایران نیز کارخانجات تولید میلگرد کامپوزیت شیشه‌ای وجود دارد.

الیاف مورد استفاده در میلگردهای کامپوزیتی از الیاف کربن یا شیشه می‌باشند که مقاومت بیشتری نسبت به فولاد دارند و از فولاد سبک‌تر می‌باشند. این میلگردها در برابر رطوبت، نمک و عوامل طبیعی دیگر مقاوم می‌باشند و عمر سازه را افزایش می‌دهند.

میلگردهای کامپوزیتی در دو نوع موجود می‌باشند:

۱ جهت ساخت میلگرد کامپوزیت الیافی بدون بافت دسته‌ای از الیاف را به اندازه قطر موردنظر کنار هم قرار داده و از داخل ظرف چسب مخصوصی عبور می‌دهند و سپس قالب‌گیری و خشک می‌کنند.



شکل ۲۱- میلگرد کامپوزیتی الیافی

۲ جهت ساخت میلگرد کامپوزیت الیافی قیطان‌بافی شده، دسته نخ‌های شیشه‌ای را از ظرف چسب عبور می‌دهند و سپس به وسیله دستگاه قیطان‌بافی، لایه طنابی شکلی، به دور نخ‌های شیشه بافته می‌شود و سپس چسب را خشک می‌کنند.

در شکل ۲۱ میلگرد کامپوزیتی الیافی نشان داده شده است.



شکل ۲۲- لایه‌های الیافی عایق صدا و حرارت در ساختمان

و) برای دوری از صداهای مزاحم یکی از روش‌ها، جلوگیری از انتقال صدا در ساختمان و وسایل نقلیه می‌باشد. صوت برای جابه‌جاشدن نیاز به محیط مادی و مکانیکی دارد و در این میان لایه‌های الیافی که به دیوارهای ساختمان چسبانده می‌شوند، می‌توانند مقدار انتقال ارتعاشات مکانیکی و سرعت آن را به شدت کاهش دهند. شکل ۲۲ لایه‌های الیافی عایق صدا و حرارت در ساختمان نشان داده شده است.



ز) پارچه‌های عایق حرارت، رطوبت و مقاوم به گرما در صنعت ساختمان و خودروسازی به‌طور عمده مصرف می‌شوند. لایه‌های ایزوگام و سایر پارچه‌های عایق رطوبت و آب نیز در ساختمان‌سازی استفاده می‌شوند. پارچه لایه ایزوگام از پارچه‌های بافته یا نبافت تولید می‌شود که روی آنها یک لایه رزین یا قیر اضافه می‌شود.

منسوجات ساختمانی و هوشمند در کاهش آلاینده‌های هوا و انرژی، افزایش راحتی، ایمنی، استحکام و آسایش، افزایش زیبایی ساختمان، کاهش خطرپذیری، کنترل و پایش ساختمان و... نقش ویژه‌ای ایفا می‌کنند.

نکات  
زیست‌محیطی



## منسوجات پزشکی و بهداشتی

بخشی از الیاف، نخ و گروه‌های زیادی از منسوجات تار - پودی، کشاف و بی‌بافت در عرصه پزشکی، بهداشتی، سلامتی، مراقبت‌های شخصی، انواع جراحی‌ها و... استفاده می‌شوند.

محصولاتی کاربردی از قبیل انواع باند و گاز و پانسمان زخم، پلاستر گچ‌گیری، لایه و پدهای جاذب، انواع نوار چسب، نوارکشی، شکم‌بندها، پنبه‌های بهداشتی، انواع دستکش، ماسک و کلاه بهداشتی، انواع روکش‌های تخت بی‌بافت اسپان باند، کالای خواب و لوازم تخت بستری و اتاق عمل، محصولات بهداشتی زنان و مردان و بچه‌ها، انواع نخ بخیه،



انواع پروتزها، انواع فیلترها، صافی دیالیز، محصولات قابل کشت (رگ، مفصل، رباط، دریچه قلب، تاندون زانو یا مچ پا و...)، انواع حس‌گرهای مبتنی بر نانو الیاف، انواع البسه پزشکی و جراحان و پرستاران و انواع لباس‌های مخصوص شاغلین بخش‌های خاص بیمارستان‌ها جزء منسوجاتی می‌باشند که به‌طور گسترده‌ای در عرصه پزشکی و بهداشتی استفاده می‌شوند.

امروزه شرکت‌های داخلی و خارجی فراوانی با فناوری‌های جدید نظیر نانو، مبادرت به تولید طیف وسیعی از منسوجات بهداشتی و پزشکی ضد میکروب، ضدباکتری مداوم و لحظه‌ای، ضدلک، خود تمیز شونده، عطرآگین، گندزدا و... می‌کنند که تولیدات آنها جهت استفاده در انواع نخ‌های بخیه، پارچه‌های بهداشتی، پوشش‌های زخم و سوختگی، روپوش‌های آزمایشگاهی، لباس‌های پزشکی، پارچه‌های اسپان باند و اس ام اس، کف‌پوش مراکز درمانی، البسه بیمارارن، کالای خواب بیمار، روکش‌های تخت و لباس‌های اتاق عمل و... به کار می‌روند. در شکل ۲۳ بخشی از منسوجات به کار رفته در بخش بستری و جراحی بیمارستان نشان داده شده است.



شکل ۲۳- تصاویری از منسوجات به کار رفته در بخش بستری و جراحی بیمارستان



انتخاب رنگ‌های سبز، سفید، صورتی، آبی و... در تجهیزات و منسوجات پزشکی بر چه اساسی می‌باشد؟

منسوجات پزشکی و بهداشتی لازم است به غیر از داشتن شرایط اختصاصی، دارای شرایط عمومی از قبیل مقاومت در برابر نفوذ آب و مایعات، مقاومت در برابر احتراق، مقاومت در برابر جرخوردگی، راحتی مصرف و پوشش، زیبایی، مقاومت در برابر رشد انواع میکرو ارگانیسم‌های بیماری‌زا، سازگاری با بدن، عدم ایجاد حساسیت، عدم ایجاد پرز و کرک، مقاومت سایشی مناسب، عدم ایجاد الکتریسیته ساکن و... نیز باشند. در ادامه به برخی از کاربردهای منحصر بفرد برخی منسوجات خاص پزشکی و بهداشتی پرداخته می‌شود:

**الف)** دستمال‌های بهداشتی و دستمال‌های کاغذی جزء لایه‌های نبافته می‌باشند که از الیاف سلولزی تهیه می‌شوند. در این گروه پارچه‌های نبافته، محصولات دستمال کاغذی و پوشک نوزادان قرار دارد که همراه مواد جاذب رطوبت و افزودنی‌های دیگر خواص مورد نظر را پیدا می‌کنند. در همین راستا یک شرکت تولید دستمال کاغذی در ایران با استفاده از اثر نانوذرات نقره بر روی دستمال کاغذی، موفق به تولید دستمال کاغذی ضد میکروب شده است.

**ب)** لباس اتاق عمل تهیه شده از پارچه‌های نبافته و یک‌بار مصرف که هم بیمار و هم کادر پزشکی استفاده می‌کنند و بعد از انجام عمل دور انداخته می‌شود. این لباس‌ها ساده، ارزان و سبک می‌باشند.

**ج)** لباس‌های هوشمند خنک‌کننده به وسیله سلول‌های میکروبی زنده از پارچه‌ای به نام بیوفابریک (بیومنسوج) ساخته شده است که حاوی سلول‌های میکروبی زنده (غیربیماری‌زا) می‌باشد. زمانی که شخص، احساس گرما یا عرق کردن می‌کند، زبانه‌های روی سطح لباس به صورت خودکار باز می‌شوند. این لباس به عنوان ژاکت زنده معروف می‌باشد.

**د)** جلیقه دیجیتالی ویژه امور پزشکی، قادر به اندازه‌گیری ضربان قلب و میزان تنفس فرد با استفاده از فیبرهای نوری و حس‌گرهای موجود در لباس می‌باشند. علائم به دستگاه‌های جانبی همانند تلفن همراه ارسال می‌گردد.

**هـ)** لباس ضد زخم بستر می‌تواند میزان گردش خون، اکسیژن و نیز مواد مغذی مورد نیاز بخش‌های مختلف بدن را ارزیابی کند. این لباس مجهز به مجموعه‌ای از الکترودها می‌باشد که در صورت نیاز، شوک‌های خفیفی را به بخش‌های مشخصی از بدن وارد می‌کند تا سبب افزایش گردش خون در آن ناحیه شود، به این ترتیب احتمال بروز زخم بستر به شدت کاهش می‌یابد.

**و)** نخ‌های بخیه به دو گروه قابل جذب و غیرقابل جذب تقسیم می‌شوند. نخ قابل جذب شامل نخ مصنوعی ویکریل (الیاف پلی‌گلیکولیک اسید با روکش پلی‌گلاید) و نخ طبیعی کاتگوت (نخ پلین و نخ کرومیک تولید شده از روده بز و گوسفند) می‌باشد و نخ‌های غیرقابل جذب شامل نخ ابریشمی، پنبه‌ای، کتان، نایلونی و پلی پروپیلنی می‌باشد.

ز) از پارچه‌های کشسانی تار به عنوان پوششی جهت قلب‌های تغییر شکل یافته (کروی) استفاده می‌شود تا کارکرد قلب در زمان تپش بهبود یابد.

ح) رگ مصنوعی سه‌لایه نانو لیفی از ترکیب دو فناوری میکرو چاپگر و الکتروریسی تولید می‌شود. این فناوری مشکل موجود در رگ‌های یک‌لایه و دولایه را با استفاده از مواد مختلف با خاصیت استحکام مکانیکی و قابلیت رشد سلول‌های جدید برطرف نموده است.

ط) یک شرکت داروسازی ایرانی با پوشش نانوذرات کریستال‌های نقره بر روی شبکه‌هایی از الیاف نایلونی در باندهای تک‌لایه مخصوص پانسمان به روش احیای شیمیایی، موفق به تولید باند مخصوص پانسمان نانویی شده است که با آزادسازی تدریجی یون نقره، اثرات ضد میکروبی و ضد التهابی خود را اعمال می‌کند.

صافی دیالیز هالوفایبر برای اولین بار توسط یک شرکت ایرانی در کشور تولید شده است. الیاف به کار رفته در این صافی از جنس پلی سولفان می‌باشد.

آیا می‌دانید



## کاربرد منسوجات در بخش راه‌سازی و حمل و نقل

بخش حمل و نقل یکی از بزرگ‌ترین بازارهای فروش محصولات صنایع نساجی می‌باشد. کاربرد منسوجات در این بخش مشتمل بر نخ لاستیک اتومبیل، کمربندهای ایمنی، کیسه هوا، عایق‌های صوتی و حرارتی، روکش‌های صندلی، کف پوش و سقف پوش‌های خودرو، انواع فیلتر، صندلی‌های خودرو و... می‌باشد. در جدول ۱، درصد تقریبی مصرف منسوجات در قسمت‌های مختلف خودرو نشان داده شده است.

جدول ۱- درصد تقریبی مصرف منسوجات در قسمت‌های مختلف خودرو

درصد تقریبی مصرف منسوج	نوع منسوج
۳/۳۳	کف پوش
۱۸	روکش صندلی
۱۴	اجزای چند تکه داخلی
۸/۱۲	نخ تایر
۸/۸	کمر بند ایمنی
۷/۳	کیسه هوا
۴/۹	فیلترها و سایر موارد





در ادامه به برخی از قابلیت‌های منسوجات به کار رفته در حوزه صنعت خودروسازی پرداخته می‌شود: **الف)** در لنت ترمز خودرو و بعضی از ماشین‌آلات نساجی، اغلب از الیاف معدنی آزیست (آسبست) استفاده می‌شود. ایجاد اصطکاک بالا و تحمل گرمایی بسیار خوب از جمله دلایل مصرف این ماده در لنت ترمز می‌باشد. امروزه به جای استفاده از الیاف خطرناک آزیست از مواد طبیعی غیر فلزی نظیر الیاف شیشه، لاستیک و رزین و کولار در لنت ترمز استفاده می‌شود. این مواد همانند آزیست دارای قابلیت اصطکاک و تحمل گرمایی بالا می‌باشند.

از مزایای لنت‌های ترمز ساخته شده از الیاف کولار، تولید آسان، عدم آلودگی هوا و محیط کار و عدم مسمومیت اشخاص در صورت ترمز کردن و ساییدگی لنت می‌باشد. این لنت‌های ساخته شده از الیاف کولار

در سال‌های اخیر به علت تولید غبار سرطان‌زا و سمی از آزیست در زمان ترمز کردن، مصرف آن در دنیا محدود و ممنوع شده است.



از لنت‌های دیگر نرم‌تر می‌باشند و در زمان ترمزگیری سر و صدای کمتر تولید می‌کنند.

ب) در ساختمان لاستیک (تایر) وسایل نقلیه جهت تأمین استحکام و دوام لاستیک از نخ‌های فیلامنتی چند لای تابیده شده از الیاف مصنوعی نظیر نخ ابریشم مصنوعی با نام تجاری «دیناکور»، نخ‌های نایلونی ۶ یا ۶۶، نخ‌های پلی‌استر با نام تجاری «داکورن»، ریبون و... استفاده می‌شود. این نخ‌ها استحکام کششی، مقاومت در برابر خستگی و ضربه و قابلیت چسبندگی بسیار زیادی دارند.



نخ‌های فایبرگلاس اگرچه در لایه‌های لاستیک مقاومت زیادی نسبت به سایر نخ‌ها ایجاد می‌کنند، اما از حالت ارتجاعی لاستیک کاسته می‌شود. از الیاف فولادی در لاستیک رادیال جهت افزایش مقاومت لاستیک در مقابل ضربه استفاده می‌شود. شکل ۲۴ کاربرد منسوجات در نخ تایر نشان داده شده است.

شکل ۲۴- کاربرد منسوجات در نخ تایر

ج) پارچه‌های فنی ژئوتکستایل یا زمین‌پارچه، صفحات نفوذناپذیر، تحکیم و تسلیح‌کننده خاک جهت انجام فعالیت‌های عمرانی و راه‌سازی می‌باشند که امکان نفوذ موادی مانند چسب، بتن، قیر، آسفالت و... از لابه‌لای بافت آنها وجود دارد و بیشتر از الیاف مصنوعی مقاوم نظیر شیشه، کربن، کولار یا پلی‌اتیلن، نایلون، پلی‌استر و پلی‌پروپیلن و... در دو نوع بافته شده و نبافت تولید می‌شوند.

ژئوتکستایل‌ها گروهی از ژئوسنتیک‌ها (سازه‌های مصنوعی خاک) می‌باشند، که شامل ژئوگریدها (نوار در

خاک)، ژئونت (تور درخاک)، ژئوممبرین (لایه در خاک) و ژئوکامپوزیت (کامپوزیت در خاک) و... می‌باشند. این پارچه‌ها در بستر رودها، جاده‌ها، جوی آب، سدسازی و کشاورزی استفاده می‌شوند. از پارچه‌های ژئوتکستایل برای استحکام بخشی و تقویت آسفالت جاده، جلوگیری از برزو ترک در آسفالت، کاهش ضخامت لایه‌های گوناگون خاک، جهت جلوگیری از تداخل دانه‌بندی‌های لایه‌های مختلف خاک به یکدیگر، زهکشی و تسلیح خاک، عایق‌بندی رطوبتی، ساخت خاکریز و... استفاده می‌شود. در زمان زیرسازی جاده‌ها، باند فرودگاه‌ها، سطح پل‌ها، زمین‌های ورزشی، زمین‌های گل‌کاری و خطوط راه‌آهن از ژئوتکستایل‌ها جهت جداسازی بستر و مواد سنگی استفاده می‌شود تا مواد زیر بستر خاک در اثر حرکت قطار و وسایل نقلیه و نیروی کوبشی به طرف لایه‌های بالایی منتقل نشوند. نفوذ مواد زیر سطحی خاک به سطوح بالایی باعث خراب‌شدن آسفالت و زیرسازی و ایجاد چاله و ناهمواری در سطح آسفالت یا ریل راه‌آهن و ایجاد حوادث پیش‌بینی نشده می‌شود. آغشته‌سازی ژئوتکستایل با قیر و آسفالت، یک لایه غیرقابل نفوذ را نسبت به آب‌های سطحی به وجود می‌آورد. این پارچه‌ها همچنین باعث کنترل و کاهش فرسایش خاک در کانال‌های زهکشی، سواحل، پل‌ها، و سازه‌ها و... می‌گردند. شکل ۲۵ علت و نحوه کاربرد پارچه‌های ژئوتکستایل در زیرسازی راه نشان داده شده است.



شکل ۲۵- کاربرد پارچه‌های ژئوتکستایل در زیرسازی راه

د) برای جلوگیری از ریزش سنگ از کوه‌های کنار جاده‌ها، روی دیواره کوه‌ها توسط پارچه‌های آغشته‌شده به پودر سیمان پوشانده می‌شود و سپس با پاشیدن آب بر روی پارچه‌ها، سطح سیمانی محکمی روی دیوار کوه به دست می‌آید.

ژئوتکستایل‌ها به دلیل اجرای بسیار سریع و راحت، وزن کم، مقاومت بالا، هزینه کم، پایداری بلندمدت، تخریب کمتر محیط زیست، در اکثر کشورها استفاده می‌شود.

نکات  
زیست‌محیطی



ه) ساخت قطعات پیچیده کامپوزیتی با حفظ مقاومت و یکنواختی تحمل نیرو در سرتاسر قطعه با استفاده از کامپوزیت‌های پارچه‌ای تک‌بعدی و سه‌بعدی از جنس الیاف شیشه، بازالت، کربن، کولار، آرامید و... امکان‌پذیر می‌باشد. امروزه با این کامپوزیت‌ها، ساخت قطعات سبک و مقاوم برای هواپیما، خودرو، کشتی، دوچرخه و... میسر شده است.



در سدسازی برای جلوگیری از نشت آب از بدنه سد و تخریب تدریجی آن از ژئوتکتایلها استفاده می‌شود. این پارچه همچنین به‌عنوان زهکش سطحی دیواره سد و انتقال رطوبت به زهکش‌های پای سد عمل می‌کند.

## کاربرد منسوجات در فیلتراسیون هوا و مایعات

به فرایند جداسازی ذرات از مایعات، گازها و هوای اطراف فیلتراسیون گفته می‌شود. امروزه صنعت فیلتراسیون یکی از پیشرفته‌ترین صنایعی می‌باشد که از انواع منسوجات نساجی به‌خصوص انواع الیاف و منسوجات بی‌بافت، لایه نمدی، پارچه‌های تار پودی و ... استفاده می‌شود. متأسفانه به‌دلیل عدم توجه به این حوزه در کشور ما، جایگاه ایران از نظر تولید و صادرات انواع فیلتر و صافی در سطح منطقه و جهان مناسب نمی‌باشد و بخش عظیمی از فیلترهای مصرفی داخل کشور، وارداتی می‌باشند.

فیلترها و صافی‌های هوا جهت فیلتر کردن و جداسازی دامنه وسیعی از آلودگی‌های هوا، شامل میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا، گازها، بوها و بخارات سمی، گرد و غبار، ذرات معلق در هوا، ذرات آلرژی و حساسیت‌زا و ... طراحی شده‌اند. فیلترها اغلب از الیاف، نخ‌ها، منسوجات بی‌بافت، نانو الیاف، لایه نمدی و ... تولید می‌شوند. بازدهی فیلترهای هوا به اندازه الیاف مصرفی در فیلتر، چگالی خطی الیاف و سرعت هوای عبوری از فیلتر بستگی دارد. فیلترهای هوا به‌طور گسترده‌ای در سیستم‌های گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع خانگی و صنعتی، خودروسازی، انواع هودهای خانگی و صنعتی، هواسازها، فیلتر کیسه‌ای، ماسک‌ها و فیلترهای اتاق عمل و بیمارستانی و کاربردهای خاص و ... استفاده می‌شوند.

فیلتر یا صافی مایع دارای مصارف گسترده‌تری نسبت به فیلتر هوا می‌باشد. فیلترهای مایع به دو دسته فیلتر سیالات آبی و هیدروکربنی تقسیم‌بندی می‌شوند. در فیلتر مایعات اغلب از منسوجات و کامپوزیت‌های بی‌بافت استفاده می‌شود. امروزه از انواع صافی یا فیلتر مایع در تصفیه سوخت ماشین‌آلات، آب آشامیدنی و انواع فاضلاب‌های صنعتی و ... استفاده می‌شود. در شکل ۲۶ نمونه‌هایی از فیلترهای تصفیه هوا و مایعات نشان داده شده است.



شکل ۲۶- نمونه‌هایی از فیلترهای تصفیه مایعات و هوا

استفاده از فرایند الکتروریسی برای تولید نانوالیاف، روشی ساده، ارزان و مؤثر برای تولید فیلتر یا صافی هوا و مایعات می‌باشد. نانوالیاف تولید شده در این فیلترها دارای سطح مخصوص بالابوده و درعین حال خلل و فرج بسیار بالایی در ساختار آنها وجود دارد. در مواقع لزوم با تنظیمات دستگاه الکتروریسی قطر، ساختار، درصد ترکیب و آرایش یافتگی نانو الیاف را تغییر می‌دهند. این غشاها اغلب به عنوان فیلتراسیون اولیه، قبل از اولترافیلتراسیون و یا اسمز معکوس در تصفیه آب آشامیدنی استفاده می‌شوند.

## کاربرد منسوجات در بخش نظامی و انتظامی

حفاظت، کنترل و مراقبت از جان نظامیان به همراه تجهیزات و ادوات زرهی و جنگی، ساختمان‌ها، وسایل نقلیه در هر کشوری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. امروزه با توسعه فناوری‌های نوین نانوپوشش‌ها و نانو ساختارها، هوشمندسازی و... بسیاری از این اهداف محقق شده است و انواع البسه و تجهیزات ضدگلوله، ضدحریق، ضدموادشیمیایی و زیستی، خنک‌کننده و گرم‌کننده، عبوردهنده هوا، تولیدکننده انرژی، قابل استتار و نامرئی، ضدانفجار، آنتی‌باکتریال، و... تولید می‌شود. در شکل ۲۷ پارچه توری سفید و لباس نظامی سفید جهت استتار تجهیزات نظامی و سربازان در برف نشان داده شده است.



شکل ۲۷- پارچه توری سفید و لباس نظامی سفید جهت استتار تجهیزات نظامی و سربازان در برف

در ادامه به برخی از قابلیت‌های منسوجات مورد مصرف نظامی پرداخته می‌شود:

**الف)** امروزه با پارچه‌هایی که آغشته به پودرسیمان می‌باشند، کیسه‌های بزرگی تولید می‌شود که در زمان



شکل ۲۸- یک نمونه از سنگرهای پارچه سیمانی شده

مصرف آنها را باد می‌کنند تا به شکل یک سنگر آماده تبدیل شوند، سپس پارچه‌های سیمانی با کمی آب خیس می‌شوند و بعد از خشک شدن، باد آنها را خالی می‌کنند و به این طریق سنگرها آماده می‌شوند. در ادامه روی سنگرها خاک ریخته می‌شود و به این طریق از منفجر شدن آنها در زمان پرتاب خمپاره و نارنجک جلوگیری می‌شود. در شکل ۲۸ یک نمونه از سنگرهای پارچه سیمانی شده نشان داده شده است.

ب) لباس‌های نظامی هوشمند اختراع شده است که می‌تواند موقعیت گلوله را در بدن سرباز زخمی شده، نشان دهد. این موضوع باعث می‌شود پزشک قبل از دست‌زدن به مجروح، با توجه به موقعیت گلوله اقدامات احتیاطی را انجام دهد. تعدادی از مجروحین در هنگام جابه‌جایی، آسیب‌های نخاعی و یا مغزی دیده‌اند. در این لباس یک سیگنال نوری از یک سمت به طرف دیگر لباس ارسال می‌شود. اگر تابش نور ارسال شده به سمت دیگر نرسد، می‌توان نتیجه گرفت که سرباز تیر خورده است. در این صورت نور تابیده شده به محل تابش نور برمی‌گردد و محل اصابت گلوله و سوراخ شدن لباس را نشان می‌دهد. این لباس هوشمند همچنین علائم حیاتی نظیر تپش قلب و میزان تنفس سرباز را اندازه‌گیری و گزارش می‌کند.

ج) در برخی ساختمان‌ها و سنگرهای نظامی و هسته‌ای برای افزایش استحکام بتن در برابر انفجار و کاهش تخریب، از مخلوط الیاف مصنوعی استیپل به همراه بتن استفاده می‌شود (بتن الیافی). الیاف مصرفی باعث کاهش ترک خوردگی و افزایش استحکام در سطح دیوارهای بتنی می‌گردد. جنس الیاف مورد استفاده در بتن‌های الیافی از فولاد، شیشه، اکریلیک و... می‌باشد.

د) البسه تولیدکننده برق، نوعی البسه می‌باشد که همزمان با حرکت شخص، انرژی برق تولید می‌شود. برای این کار نانو موادهای مختلف با هم ترکیب می‌شوند و در ساختار بافت پارچه به کار برده می‌شود. انرژی الکتریسیته در این لباس‌ها از حرکت پاهای شخص در زمان راه رفتن تولید می‌شود.

ه) با اتصال نانولایه‌هایی به الیاف طبیعی، منسوج قادر به کنترل موادی که از آن عبور می‌کند، می‌باشد. این لایه‌ها جهت اهداف شیمیایی در جنگ استفاده می‌شود؛ به طوری که تنها گازها و سموم شیمیایی در این لایه‌ها حبس می‌شوند.

و) پارچه‌های نظامی قابل استتار یا نامرئی نیز تولید می‌شوند که از آنها جهت مخفی کردن نیروهای نظامی و تجهیزات آنها در میدان جنگ استفاده می‌شود. این منسوجات با چشم غیر مسلح و انواع دوربین‌ها و سنسورهای حرارتی در شب و روز قابل مشاهده نمی‌باشند. برخی از این منسوجات چند لایه‌اند و امکان تغییر رنگ و هم‌رنگ شدن با محیط‌های مختلف را دارا می‌باشند.



## منسوجات ایمنی و محافظ

افزایش آگاهی درباره کار در محیط‌های خطرناک، اهمیت ایمنی و سلامتی انسان در مشاغل با شرایط خاص و مکان‌هایی که در معرض خطر می‌باشند، باعث افزایش تقاضا برای لوازم و لباس‌های محافظ و ایمنی شده است. منسوجات محافظ با هدف حذف یا کاهش جراحات، تصادف‌ها، آلودگی‌ها و عفونت‌ها مانند سپری مقاوم در برابر خطرات مواد سمی و شیمیایی، بیولوژیکی، هسته‌ای، پرتوهای مضر، دمای بالا، آتش و مواد مذاب، اشیای تیز و اجسام پرتاب شده و... عمل می‌کند. در شکل ۲۹ دو نمونه لباس محافظ و ایمنی آتش‌نشانی و ضدسموم و مواد شیمیایی نشان داده شده است.



شکل ۲۹- دو نمونه لباس محافظ و ایمنی ضدسموم و مواد شیمیایی و آتش‌نشانی

مهم‌ترین ویژگی‌های یک لباس محافظ، ایمنی و حفاظت بالا، سبکی، راحتی، کارکرد چندگانه، سازگار با محیط‌زیست، پویا و هوشمندبودن آن می‌باشد که با گسترش فناوری نانو بسیاری از این ویژگی‌ها محقق شده است.

نکات ایمنی  
و بهداشت



در ادامه به برخی از قابلیت‌های این منسوجات پرداخته می‌شود:

الف) شاغلین محیط‌های خطرناک امنیتی، اضطراری و قرنطینه، نظامیان در معرض انواع تهدیدات فیزیکی و شیمیایی، فعالیت‌های ورزشی در شرایط و مکان‌های خاص، شاغلین در معرض پرتوهای مضر و مواد مذاب و شیمیایی، شاغلین در معرض انواع بیماری‌ها، عفونت‌ها و آلودگی‌های بیمارستانی و محیطی، آتش‌نشان‌ها، پلیس، فضانوردان، غواصان و... مهم‌ترین گروه‌های استفاده‌کننده از لباس‌های محافظ و ایمنی می‌باشند.

ب) بافت و دوخت چتر نجات و بالن به علت نوع مصرف و احتمال خطر جانی افراد از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. یکنواخت بودن کشش نخ‌ها در سرتاسر چتر و تراکم تار و پودی زیاد و یکنواخت باعث می‌شود تا تعادل و ایمنی چتر در هنگام پرواز حفظ شود. ضدآب و ضدباد بودن و مقاومت کششی بالا از دیگر مشخصات این پارچه است. در شکل ۳۰ تصاویر بالن و چتر نجات نشان داده شده است.



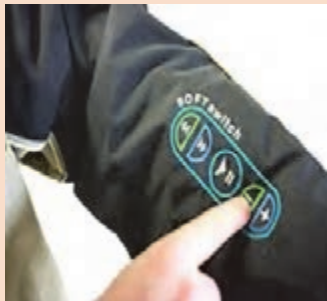
شکل ۳۰- تصاویر بالن و چتر نجات

ج) در گذشته لباس‌های آتش‌نشان‌ها و کارگران کوره‌های ذوب فلزات اغلب از الیاف نسوز طبیعی تهیه می‌شد که به علت سنگینی زیاد باعث ایجاد عوارض و مشکلاتی برای کارگران می‌شد. امروزه با پیشرفت علم و فناوری‌های جدید نظیر نانو، محققان لباس‌های کار ضدحریق با الیاف دیگر تولید می‌کنند که با افزودن ذرات خاک رس به پارچه در حد مقیاس نانو این‌گونه لباس‌ها را ضدحریق یا مقاوم در برابر شعله می‌کنند. این لباس‌ها بسیار سبک‌تر و کم‌خطرتر از الیاف‌نسوز می‌باشند.

د) امروزه با فناوری نانو، امکان ضدآب کردن انواع پارچه مصرفی در مشاغل خاص حاصل شده است، به طوری که قطرات آب، فرصت تماس گرفتن با سطح پارچه را نداشته و اجازه جذب و نفوذ آب به داخل پارچه داده نمی‌شود. از این خاصیت و قابلیت ایجاد شده در پارچه، برای البسه کارگران کشتیرانی و کشاورزان و سربازان استفاده می‌شود. در جدول ۲ برخی مواد نانویی که تجهیزات محافظ شخصی به آنها تجهیز شده است، نشان داده شده است.

جدول ۲- برخی مواد نانویی موجود در تجهیزات محافظ شخصی

حفاظت در برابر	نانوذرات به کار رفته	حفاظت در برابر	نانوذرات به کار رفته
گاز و مواد سمی و شیمیایی	اکسید منیزیم	پرتو فرابنفش	دی‌اکسید تیتانیوم
ضربه	نانولوله‌های کربنی چندلایه	میکروب و باکتری	دی‌اکسید تیتانیوم و نقره
گرما و آتش‌سوزی	دی‌اکسید تیتانیوم	دماهای بسیار بالا	نانوحفره آئروژل‌ها



در نسل اول منسوجات هوشمند، تجهیزات و سنسورهای الکترونیکی به پارچه‌ها چسبانده می‌شد که مشکل انعطاف‌پذیری برای لباس ایجاد می‌کرد. امروزه قطعات الکترونیکی و مدارات الکترونیکی به شکل الیاف یا نخ در بافت پارچه قرار می‌گیرد که انعطاف‌پذیری پارچه‌های هوشمند افزایش می‌یابد. لباس نوازنده نمونه‌ای از لباس‌های هوشمند می‌باشند که فرد با لمس بخش‌های مختلف روی آن، قادر به نواختن موسیقی می‌باشد.

آیا می‌دانید





## منسوجات ورزشی و بیرونی

منسوجات ورزشی نقش اساسی در کارایی و راحتی ورزشکاران و اشخاص ایفا می‌کنند. همزمان با تغییر سبک زندگی و گسترش مراکز ورزشی، تفریحی و بوستان‌ها، استقبال مردم از انواع ورزش‌ها و تمرینات ورزشی با فرم‌ها و جنس‌های متنوع روبه‌روز گسترده‌تر می‌شود.

همزمان با رشد فناوری‌های جدید، تهیه منسوجات ورزشی و بیرونی با قابلیت‌هایی نظیر سبکی و راحتی، مستحکم و بادوام بودن، انعطاف‌پذیری بالا، ضدضربه، مقاومت سایشی بالا، ثبات رنگ بالا، خود تمیزشوندگی، تنفس‌پذیری بالا، ضدبو و عرق، ضدآب و لک، ضدباد، ضدچروک، ضدباکتری، ضدالکتریسیته ساکن، ضدسرما و گرما، ضدپرتوهای فرابنفش، خنک‌کننده، خشک‌کننده و گرم‌کننده، عطراگین و دافع بو، هوشمند و... روبه‌روز در حال گسترش می‌باشد.

بیشتر لباس ورزشکاران دولایه از جنس نایلون با پوشش داخلی پنبه تولید می‌شود. با تغییر ساختار و افزوده شدن مواد نانویی نظیر نانوذرات نقره، سیلیس، روی و... به الیاف تشکیل دهنده آنها، خاصیت ضد میکروبی، ضدبو، ضدلک، ضدآب، ضدپرتو فرابنفش، خود تمیزشوندگی و... پیدا می‌کنند. در ادامه به برخی دیگر از این قابلیت‌ها پرداخته می‌شود:

**الف) البسه‌های ورزشی هوشمند سنسوردار، وضعیت بدن و سطح استرس ورزشکار را بدون خطا، ثبت و تحلیل می‌کنند. ورزشکار با پوشیدن این لباس می‌تواند از علائم حیاتی و حرکتی بدن خود در هر زمان با اعلام هشدار لرزشی یا نمایشی مطلع شود و حتی قادر به ارسال اطلاعات به پزشک یا پرستار خود به صورت آنی و لحظه‌ای می‌باشد. این لباس‌ها قابل شست‌وشو می‌باشند. برخی از لباس‌های هوشمند ورزشی قادر به ارائه تصاویری سه بعدی از حرکات ورزشکار بر روی صفحه گوشی یا مانیتور می‌باشند.**

**ب) لباس‌های شنای LZR تهیه شده از نایلون الاستان و مواد پلی‌اورتان با الگوبرداری از برآمدگی‌ها و فرم بدن کوسه، اصطکاک بدن ورزشکار را با آب کاهش می‌دهد و جریان اکسیژن را به عضلات بهبود می‌بخشد و بالطبع بر سرعت عمل ورزشکار افزوده می‌شود. در شکل ۳۱ سطح میکروسکوپی بدن کوسه نشان داده شده است که لباس جدید شنا از آن الگو گرفته است.**



شکل ۳۱- الگوبرداری لباس شنا از سطح بدن کوسه



ج) جلیقه‌های خنک‌کننده قبل از استفاده در فریزر قرار می‌گیرند و توسط دوندگان مسیره‌های متوسط تا طولانی، یک ساعت قبل از مسابقه پوشیده می‌شوند تا دمای بدن ورزشکار را کاهش دهند.



شکل ۳۲- تصویری از لباس دولایه خنک‌کننده ورزشکار

د) محققان پارچه‌هایی دولایه تولید کرده‌اند که همزمان با افزایش تعریق در هر قسمت بدن ورزشکار، لایه داخلی لباس به‌علت حساسیت به رطوبت، متورم می‌گردد و شیارهایی در لایه رویی ایجاد می‌کنند تا رطوبت زودتر خارج شود. زمانی که لایه زیری خشک شود، لایه بیرونی لباس به حالت اولیه برمی‌گردد. این فناوری از میوه درخت کاج الهام گرفته شده است، به طوری که در شرایط رطوبت زیاد، پوسته محافظ میوه درخت کاج بنابر شرایط محیطی، باز و بسته می‌شود تا دانه در اثر رطوبت زیاد خراب نشود. در شکل ۳۲ تصویری از لباس دولایه خنک‌کننده ورزشکار الگوبرداری شده از میوه درخت کاج نشان داده شده است.

آیا می‌دانید



چمن مصنوعی در واقع یک کف پوش بافته شده با ماشین تافتینگ می‌باشد که برای خاب و ریشه‌های آن از فیلامنت‌های پلی پروپیلن، پلی اتیلن و پلی آمید استفاده می‌شود. در شکل ۳۳ نمونه‌ای از کاربرد چمن مصنوعی در کف پوش‌های ورزشی نشان داده شده است.



شکل ۳۳- نمونه‌ای از کاربرد چمن مصنوعی در کف پوش‌های ورزشی

## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر بودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و ۱ نمره شایستگی بودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد.

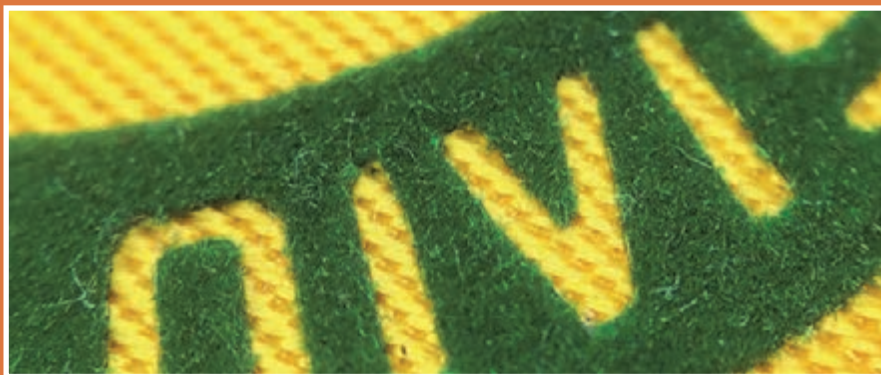
جدول ارزشیابی بودمان ۲- تحلیل کف پوش و منسوجات

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان بودمان فصل
۳	تحلیل ویژگی‌های محصول و کشف عیوب و تصحیح بافت	بالاتر از حد انتظار	تحلیل انواع روش‌های تولید کف پوش‌ها و بررسی تأثیر عملکرد بر روی کیفیت محصول	تحلیل بافت فرش و موکت	تحلیل کف پوش و موکت
۲	قابلیت تعیین الیاف و بافت بر روی کیفیت محصول تولیدی	در حد انتظار		تحلیل پوشاک و منسوجات صنعتی	
۱	فراگیری روش بافت و ویژگی‌های آن	پایین‌تر از حد انتظار			
					نمره مستمر از ۵
					نمره شایستگی بودمان از ۳
					نمره بودمان از ۲۰



## پودمان ۳

### تحليل مواد رنگزا



## آیا می‌دانید که:

- انواع مواد رنگ‌زای نساجی و کاربرد آنها چیست؟
- چگونه مواد رنگ‌زای راکتیو به بالاترین ثبات می‌رسند؟
- مواد رنگ‌زای دیسپرس را به چند طریق روی پلی‌استر استفاده می‌کنند؟
- چاپ پفکی و چاپ فلوک چیست؟
- چاپ اورینت و چاپ رنگ‌های فلزی چگونه انجام می‌شود؟
- ایجاد افکت روی پارچهٔ دنیم به کمک لیزر چگونه انجام می‌شود؟

## استاندارد عملکرد

هنرجو باید بتواند انواع رنگ‌های نساجی و کاربرد آنها را تشخیص دهد و بهترین روش رنگ‌رزی روی پارچهٔ پلی‌استر را بیابد. انواع چاپ روی پارچهٔ سفید، رنگ روشن و رنگ زمینهٔ تیره را تحلیل کند و نوع مناسب را تشخیص دهد. زمینه‌های رنگی که قابلیت چاپ برداشت دارند را مشخص کند.

## شایستگی ۱- مواد رنگزا

### مواد رنگ‌کننده (Colorants)

به‌طور کلی مواد رنگ‌کننده به موادی گفته می‌شود که سبب اصلاح رنگ دریافتی از یک شیء شوند یا اجسام بی‌رنگ را دارای صفت رنگ کنند. مواد رنگ‌کننده به دو دسته مواد رنگزا (Dyes) و پیگمنت‌ها (Pigments) تقسیم می‌شوند. مواد رنگزا معمولاً در آب محلول‌اند؛ ولی پیگمنت‌ها معمولاً در آب نامحلول می‌باشند. پیگمنت‌ها جهت تثبیت بر روی کالا نیاز به حضور چسب یا بیندر دارند؛ در حالی که مواد رنگزا جهت تثبیت بر روی کالا نیازی به چسب یا بیندر ندارند و از طریق اتصالات فیزیکی، شیمیایی و یا حبس فیزیکی در داخل کالا تثبیت می‌شوند.

**رنگرزی به روش تمایل ذاتی:** در این روش ماده رنگزا در آب حل شده و محلول رقیق از ماده رنگزا در یک حمام رنگرزی به کار برده می‌شود. هنگامی که کالا در محلول ماده رنگزا غوطه‌ور می‌شود، ماده رنگزا به‌طور ذاتی به سمت کالای نساجی مهاجرت می‌کند تا جایی که غلظت ماده رنگزای موجود در حمام و روی کالا به یک حالت تعادل برسند. معمولاً برای افزایش جذب ماده رنگزا توسط الیاف، از مواد کمکی استفاده می‌شود. به‌عنوان مثال، در رنگرزی پنبه با مواد رنگزای مستقیم از نمک طعام (کلرید سدیم) استفاده می‌شود. به جای نمک طعام از موادی چون سولفات سدیم (Glaber Salt) که قیمت مناسبی داشته باشد و شبیه نمک طعام عمل کند نیز می‌توان استفاده کرد. در رنگرزی الیاف پشمی با مواد رنگزای اسیدی از اسید برای افزایش جذب ماده رنگزا توسط کالا، استفاده می‌شود. در شکل ۱ نخ، پارچه و لباس رنگرزی شده را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱



رنگ‌زاهای با قابلیت تمایل ذاتی به جذب لیف از نظر ایجاد پیوند شیمیایی با لیاف، به دو دسته تقسیم می‌شوند:

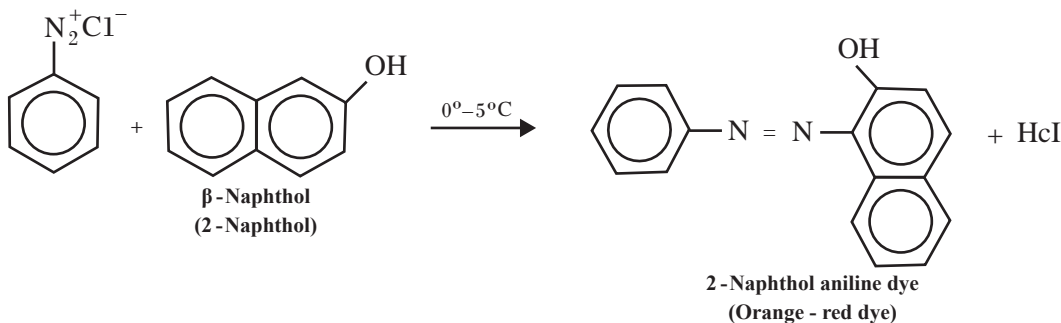
### ۱ بدون پیوند شیمیایی رنگ‌زا و لیف

مولکول رنگ‌زا پس از آنکه وارد لیاف شد. این احتمال وجود دارد که در مراحل شست‌وشو، از داخل لیاف خارج شوند. مواد رنگ‌زای اسیدی و مواد رنگ‌زای مستقیم و... از این گروه می‌باشد. بنابراین در شست‌وشوهای مجدد، مواد رنگ‌زا از لیاف خارج می‌شود و لیاف کم‌رنگ‌تر می‌شوند. در هنگام جذب رنگ‌زا بین مولکول ماده رنگ‌زا و لیاف پیوندهای شیمیایی ضعیفی ایجاد می‌شود، ولی قدرت این پیوندها کم است و در نتیجه ثبات شست‌وشویی نیز کم خواهد بود.

### ۲ با پیوند شیمیایی بین رنگ‌زا و لیف

در این روش یک یا چند گروه فعال شیمیایی از رنگ‌زا با یک بخش از لیف واکنش می‌دهد و در واقع رنگ‌زا و لیف با هم یکی می‌شوند. برای ایجاد پیوند، باید محیط رنگ‌زایی قلیایی (OH-) باشد. این گروه رنگی را راکتیو (Reactive) می‌گویند. ثبات شست‌وشویی این گروه رنگی زیاد است.

۳ رنگ‌زایی به روش تشکیل ماده رنگ‌زا در مکان: در این روش ماده رنگ‌زای غیر محلول در آب روی کالا تشکیل می‌شود. به عنوان مثال مواد رنگ‌زای آزوبیک که دارای دو جزء می‌باشند، هر جزء آن به تنهایی قادر به رنگ کردن کالای نساجی نمی‌باشد، ولی اگر کالا به یک جزء آن آغشته شده و وارد جزء دوم شود، رنگ بر روی کالا ظاهر می‌شود. مثالی دیگر از این گروه، مواد رنگ‌زای خمی یا گوگردی می‌باشند. این مواد رنگ‌زا در آب نامحلول بوده و ذاتاً نسبت به لیاف تمایلی نشان نمی‌دهند. بنابراین، برای رنگ‌زایی باید آنها را ابتدا به صورت محلول در آب درآورد تا بعد از اینکه روی کالا قرار گرفتند، به حالت غیر محلول در آب تبدیل شوند. حالت محلول در آب بی‌رنگ، ولی حالت غیر محلول آن رنگی می‌باشد. یعنی در حقیقت ماده رنگ‌زا در روی کالا ایجاد می‌شود. شکل ۲ فرمول ایجاد یک رنگ توسط دو ماده، روی لیاف را نشان می‌دهد.

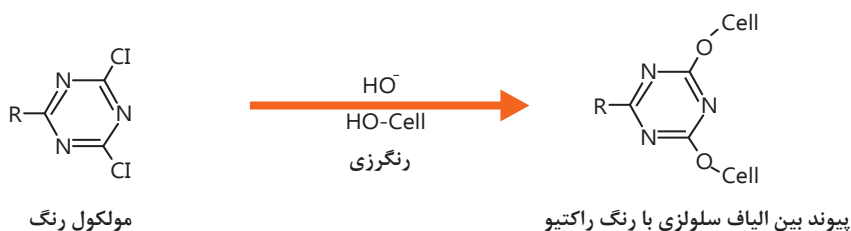


شکل ۲

۴ رنگ‌زایی به روش تثبیت ماده رنگ‌زا در روی کالا: در این روش ماده رنگ‌زا در آب محلول نمی‌باشد و به طور ذاتی تمایلی به جذب روی کالا ندارد. به همین دلیل این دسته از مواد رنگ‌زا به کمک چسب (بیندر) روی کالا چسبانده می‌شود و سپس بیندر به کمک حرارت و یا روش‌های دیگر پلیمریزه می‌شود. بدین ترتیب ماده رنگ‌زا در روی کالا تثبیت می‌شود. این روش دقیقاً مانند رنگ‌آمیزی در و دیوار ساختمان‌ها و بدنه اتومبیل‌ها می‌باشد، که رنگ به داخل شیء نفوذ نمی‌کند، بلکه به کمک یک بیندر به کالا می‌چسبد. یکی از عوامل بسیار مهم در این روش، عمل آغشته کردن یکنواخت کالای نساجی و یا هر کالای مورد رنگ‌زایی می‌باشد. این گروه از رنگ‌ها را پیگمنت می‌گویند. در ادامه به تعدادی از رنگ‌زاهای مهم در صنعت نساجی پرداخته می‌شود:

### مواد رنگزای راکتیو (Reactive Dyes)

مواد رنگزای راکتیو تنها رنگزایی است که می‌تواند با لیف، پیوند شیمیایی کووالانسی برقرار کند. بنابراین ثبات این ماده رنگزا بسیار بالا می‌باشد. ایجاد پیوند با لیف بسیار مهم می‌باشد، زیرا با هر اشتباهی احتمال واکنش رنگزا با ماده دیگر وجود خواهد داشت. از طرفی اگر رنگزای راکتیو با ماده دیگری واکنش دهد آن مولکول رنگزا از بین می‌رود و نمی‌توان از آن مولکول رنگزا استفاده مجدد کرد؛ بنابراین مولکول واکنش داده با ماده دیگر، باعث کاهش ثبات رنگ می‌گردد و باید از طریق شست‌وشو آن را حذف کرد. در شکل ۳ نحوه ایجاد یک پیوند شیمیایی کووالانسی بین رنگ و لیف را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳

**گروه‌های فعال در رنگ راکتیو:** با توجه به اهمیت گروه‌های فعال در ایجاد پیوند مولکولی بین رنگزای راکتیو و الیاف، چندین نوع از این گروه‌ها ساخته شده است؛ به طوری که خصوصیات رنگزای راکتیو به این گروه وابسته می‌باشد. به عنوان مثال اگر تعداد این گروه فعال کم باشد، الیاف را باید در دمای بالاتر از دمای اتاق رنگریزی کرد. با بالا رفتن تعداد این گروه‌ها قدرت واکنش‌پذیری بین رنگزای راکتیو و الیاف افزایش می‌یابد. به این رنگ‌زاهای راکتیو رنگ‌زاهای راکتیو سرد گفته می‌شود، زیرا رنگریزی این گروه از مواد رنگزا در دمای اتاق انجام می‌شود. خواص رنگ‌های راکتیو با توجه به گروه‌های خاصی که با الیاف سلولزی واکنش می‌دهند، تغییر می‌کند. در جدول ۱ نام گروه‌های فعال در رنگزای راکتیو و نام تجاری رنگزای مورد نظر را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱

گروه فعال Functionality	فیکس کردن Fixation	درجه حرارت Temperature	نام تجاری رنگ Included Brands
Monochlorotriazine	Haloheterocycle	۸۰°C	Basilen E&P, Cibacron E, Procion H, HE
Monofluorochlorotriazine	Haloheterocycle	۴۰°C	Cibacron F&C
Dichlorotriazine	Haloheterocycle	۳۰°C	Basilen M, Procion MX
Difluorochloropyrimidine	Haloheterocycle	۴۰°C	Levafix EA, Drimarene K&R
Dichloroquinoxaline	Haloheterocycle	۴۰°C	Levafix E
Trichloropyrimidine	Haloheterocycle	۸۰-۹۸°C	Drimarene X&Z, Cibacron T
Vinyl sulfone	activated double bond	۴۰°C	Remazol
Vinyl amide	activated double bond	۴۰°C	Remazol

رنگ‌زاهای راکتیو با توجه به توانایی ایجاد پیوند شیمیایی به دو گروه سرد و گرم تقسیم می‌شوند. در رنگ‌زای راکتیو گروه سرد، دمای رنگ‌ریزی بین ۳۰ الی ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ولی در رنگ‌زاهای راکتیو گروه گرم درجه حرارت رنگ‌ریزی حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گروه دیگری از رنگ‌زاهای راکتیو وجود دارد که در دمای حدود ۶۰ درجه رنگ‌ریزی می‌شوند. رنگ‌زاهای راکتیو برای چاپ و برای رنگ‌ریزی همراه با دیسپرس (مقاومت تا دمای خشک ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد) نیز ساخته شده است. به‌طور کلی رنگ‌ریزی پنبه با مواد رنگ‌زای راکتیو شامل مراحل زیر می‌باشد:

### ۱ مرحله رمق‌کشی

در مرحله رمق‌کشی که همانند مواد رنگ‌زای مستقیم عمل می‌شود، از نمک برای جذب بهتر ماده رنگ‌زا روی لیف استفاده می‌شود. در این مرحله فقط اتصال‌های فیزیکی بین ماده رنگ‌زا و لیف به‌وجود می‌آید و در حقیقت ماده رنگ‌زا به کالا نزدیک می‌شود تا امکان اتصال شیمیایی بیشتر شود. جذب مواد رنگ‌زا روی لیف، به عوامل زیر بستگی دارد:

**نسبت  $L:R$ :** با کاهش میزان  $L:R$  میزان جذب ماده رنگ‌زا روی لیف افزایش می‌یابد ولی احتمال عدم یکنواختی رنگ‌ریزی بیشتر می‌شود.

**درجه حرارت رنگ‌ریزی:** درجه حرارت رنگ‌ریزی به نوع ماده رنگ‌زای راکتیو و ساختار شیمیایی آن بستگی دارد که معمولاً از طرف کارخانجات سازنده ماده رنگ‌زا، در کاتالوگ‌های مربوطه مشخص می‌شود. درجه حرارت رنگ‌ریزی در مورد مواد رنگ‌زای راکتیو نوع سرد ۲۰ الی ۳۰ درجه سانتی‌گراد و در مواد رنگ‌زای راکتیو نوع گرم در حدود ۶۰ الی ۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

**زمان رنگ‌ریزی:** معمولاً با افزایش زمان رنگ‌ریزی میزان جذب ماده رنگ‌زا بر روی لیف زیاد می‌شود. در صورتی که افزایش زمان رنگ‌ریزی از یک حد مشخصی فراتر رود، دیگر جذب ماده رنگ‌زا بر روی کالا افزایش چندانی نخواهد داشت.

معمولاً زمان لازم برای رنگ‌ریزی توسط کارخانجات سازنده مواد رنگ‌زا پیشنهاد می‌شود.

**میزان نمک مصرفی:** با افزایش نمک، میزان جذب ماده رنگ‌زا روی لیف افزایش می‌یابد. میزان نمک مصرفی معین می‌باشد و افزایش بیش از حد نمک، جذب ماده رنگ‌زا را بر روی کالا بیشتر نمی‌کند. معمولاً به‌دلیل آنکه افزایش نمک، سرعت جذب ماده رنگ‌زا را به‌طور ناگهانی افزایش می‌دهد، نمک را در چند نوبت به حمام رنگ‌ریزی می‌افزایند تا رنگ‌ریزی یکنواختی حاصل شود. مقدار نمک در مواد رنگ‌زای راکتیو بستگی به نوع آن (سرد و گرم)، ساختار شیمیایی و شید رنگ دارد. نمک‌های متداول در رنگ‌ریزی با مواد رنگ‌زای راکتیو، کلرید سدیم و سولفات سدیم می‌باشند.

### ۲ مرحله تثبیت

مواد رنگ‌زایی که اتصال آنها با کالا به‌صورت فیزیکی می‌باشد، در محیط مناسب (قلیایی) با لیف اتصال شیمیایی برقرار می‌کنند. عواملی که در ایجاد اتصال شیمیایی ماده رنگ‌زا با لیف تأثیر می‌گذارند، عبارت‌اند از: **pH حمام رنگ‌ریزی:** برای ایجاد pH قلیایی می‌توان از مواد مختلفی استفاده کرد، ولی معمولاً از کربنات سدیم و یا مخلوطی از کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم در این عمل استفاده می‌شود.

میزان قلیای مصرفی بستگی به غلظت ماده رنگزای مصرفی دارد. هرچه غلظت ماده رنگزا بیشتر باشد، میزان قلیای مصرفی نیز بیشتر می‌شود. از مصرف بیش از اندازه قلیا باید پرهیز کرد، زیرا اثر نامطلوب در رنگرزی می‌گذارد. معمولاً کارخانجات سازنده مواد رنگزا، جدول مربوط به میزان قلیای مصرفی را برحسب غلظت ماده رنگزا، در اختیار مصرف‌کنندگان قرار می‌دهند.

**درجه حرارت:** اگر رنگزای راکتیو از نوع سرد باشد، دمای لازم جهت رنگرزی کمتر از ۵۰ درجه سانتی‌گراد و اگر از نوع راکتیو گرم باشد، درجه حرارت حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد.

فکر کنید



با توجه به شکل ۴، توضیح دهید که چرا در هنگام رنگرزی توصیه می‌شود، حتماً قبل از افزودن رنگزا به محلول رنگرزی، رنگزا را کاملاً حل کنید؟ مراحل حل شدن رنگزای مایع در آب را مشاهده می‌کنید.

شکل ۴

### رنگرزی الیاف آکرلیک با مواد رنگزای بازیگ

بهترین و مناسب‌ترین طبقه از مواد رنگزا که برای رنگرزی الیاف آکرلیک به کار برده می‌شوند، مواد رنگزای بازیگ یا کاتونیک می‌باشند. گرچه این طبقه از مواد رنگزا بر روی الیاف پنبه و پشم ثبات نوری و شست‌وشویی بسیار پایینی دارند، اما خواص ثباتی آنها بر روی الیاف آکرلیک خوب است. در جدول ۲ خواص ثباتی تعدادی از مواد رنگزای بازیگ بر روی الیاف آکرلیک نشان داده شده است.

جدول ۲- خواص ثباتی تعدادی از مواد رنگ‌زای بازیگ

Colour Index, Generic names	Commercial name	Percentage shade	Light fastness		Water fastness: staining onto	
					Undyed grade Cotton	
CI Basic Yellow 13	Astrazon Yellow 8GL (Bayer)	2.0 (1/3N <sup>+</sup> )	XXX	M	XXXXXX	XXXXXX
CI Basic Yellow 15	Sevron Yellow 3RL <sup>+</sup> (Dupom)	2.0 (1/1N)	XXX	F	XXXXXX	XXX
CI Basic Yellow 21	Astrazon Yellow 7GL (Bayer)	2.0 (1/1N <sup>+</sup> )	XXX	M	XXXXXX	XX
CI Basic Yellow 28	Astrazon Golden Yellow GL (Bayer)	2.0 (1/1N <sup>-</sup> )	XXX	M	XXXXXX	XX
CI Basic Yellow 31+	Sevron Yellow MFW <sup>+</sup> (Dupom)	2.0 (1/1N)	XXXX	F	XXXXXX	XXXX
CI Basic Orange 27	Astrazon Orange 3A (Bayer)	2.0 (1/1N)	XX	M	XXXXXX	XXX
CI Basic Red IL	Sevron Bordoaux G <sup>+</sup> (Dupom)	2.0 (1/1N <sup>-</sup> )	XX		XXXXXX	XXXXXX
CI Basic Violet 11:1	Sevron Brillent Rod D <sup>+</sup> (Dupom)	2.0 (1/1N)	XX		XXXXXX	XXX
CI Basic Blue 22	Astrazon Blue FGL (Bayer)	2.0 (1/3N)	XX	M	XXXXXX	XXX
CI Basic Blue 22	Sevron Blue 2G <sup>+</sup> (Dupom)	2.0 (1/3N <sup>+</sup> )	XX		XXXXXX	XXXX

مواد رنگ‌زای بازیگ که برای رنگ‌رزی کالای آکریلیکی مورد استفاده قرار می‌گیرند، تحت نام‌های تجاری مختلفی به بازار عرضه می‌شوند. در کتاب همراه هنرجو اسامی تجاری انواع رنگ‌زها و از جمله رنگ‌زها بازیگ آمده است. به‌طور کلی در زمینه رنگ‌رزی الیاف آکریلیک با مواد رنگ‌زای بازیگ تحقیقات وسیعی انجام شده است و نتیجه تحقیقات به‌دست آمده نشان می‌دهد که رنگ‌رزی طی سه مرحله انجام می‌شود. این مراحل عبارت‌اند از:

۱ ماده رنگ‌زا جذب سطح الیاف می‌شود.

۲ ماده رنگ‌زا از سطح الیاف به داخل آن نفوذ می‌کند.

۳ ماده رنگ‌زا در داخل الیاف تثبیت می‌شود.

رنگ‌رزی الیاف آکریلیک با مواد رنگ‌زهای بازیگ مشکلاتی را به‌همراه دارد و معمولاً حصول رنگ‌رزی یکنواخت دشوار می‌باشد. برای برطرف کردن مشکل فوق معمولاً از مواد کمکی استفاده می‌شود. در اغلب موارد توصیه می‌شود که از الکترولیت‌ها مانند سولفات سدیم در حمام رنگ‌رزی استفاده شود. آزمایشات نشان داده می‌دهد که فقط تا درصد مشخصی از الکترولیت، می‌تواند در حمام رنگ‌رزی، پارامتری مؤثر در یکنواختی باشد.

مقدار بیش از حد الکترولیت چندان مثرثمر نیست؛ بنابراین از مواد کمکی دیگر که به آنها کندکننده یا ریتارد می‌گویند استفاده می‌شود. ریتاردرها موادی هستند که باعث کند شدن سرعت رنگ‌رزی و در نتیجه باعث یکنواخت شدن رنگ‌رزی می‌شوند.

ریتاردرها براساس ساختار شیمیایی به دو دسته تقسیم می‌شوند که عبارت‌اند از:

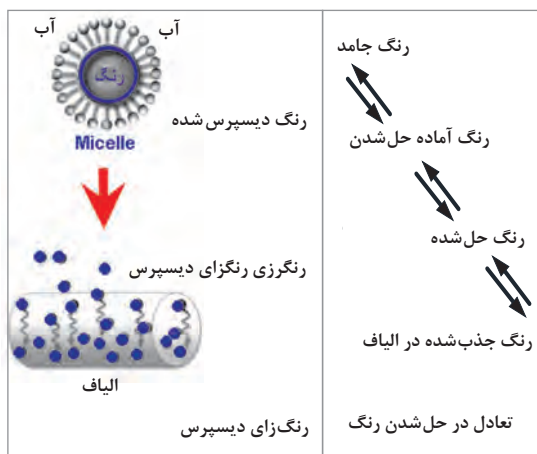
۱ ریتاردرهای آنیونی

۲ ریتاردرهای کاتیونی

در زمینه غلظت ریتاردرها در حمام رنگ‌رزی نیز بررسی‌هایی انجام شده است و نتیجه‌گیری شده است که به‌کار بردن ریتارد به مقدار بیش از حد موردنیاز، علاوه‌بر آنکه نسبت جذب ریتارد را کاهش می‌دهد، نسبت جذب ماده رنگ‌زای مصرفی را نیز به میزان قابل ملاحظه‌ای کاهش خواهد داد؛ به همین دلیل است که در رنگ‌رزی الیاف آکریلونیتریل، کلیه مواد کمکی مصرفی جهت تأمین اهداف مختلف، به خصوص مواد کمکی کندکننده، می‌بایستی تحت شرایط حساب شده به حمام رنگ‌رزی اضافه شوند.

### رنگری الیاف پلی استر

الیاف پلی استر دارای درجه بلوری (کریستالی) بالا و جزء الیاف غیر آبدوست و غیر یونی می باشند. بنابراین در رنگری، مولکول های بزرگ مواد رنگزا در شرایط عادی نمی توانند به آسانی در آن نفوذ نمایند. همچنین به خاطر ساختار شیمیایی خاص الیاف پلی استر، رنگری آنها با اغلب طبقات مواد رنگزا غیر ممکن است. در عمل، الیاف پلی استر با مواد رنگزای دیسپرس رنگری می شوند و طیف وسیعی از رنگها با قدرت رنگی خوب و ثبات کافی برای اکثر مصارف به وجود می آورند.

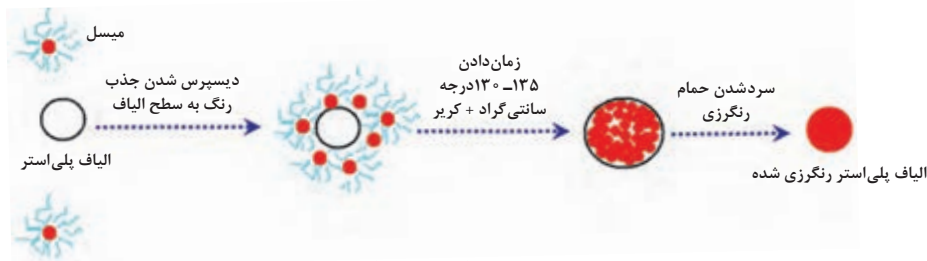


### مکانیزم جذب مولکول رنگ در الیاف پلی استر

در شکل ۵ مشاهده می کنید که رنگزا از حالت رنگزای جامد به رنگزاهای جدا شده از هم و تشکیل میسل داده، تبدیل می شوند. با اتمام این عمل همه رنگزاهای دیسپرس در آب حل می شوند. گلوله های کوچک مولکول های آب به سرعت دور تا دور مولکول های رنگزای دیسپرس را می گیرند و مولکول رنگ را از حالت جامد به حالت میسل تبدیل می کنند. با اتمام عمل دیسپرس کردن رنگزا، جذب رنگزا نیز آغاز می شود. در شکل ۵ نحوه جذب مولکول رنگزای دیسپرس را در الیاف پلی استر مشاهده می کنید.

شکل ۵- نحوه حل شدن مواد رنگزای دیسپرس و رنگری آن

رنگزای دیسپرس در حالت جوش، امکان جذب قابل قبول روی پلی استر را ندارد، به همین دلیل از دو روش برای جذب رنگزا استفاده می کنند. همان گونه که در شکل ۶ مشاهده می کنید، مولکول رنگزای دیسپرس به کمک ماده کریر (Carrier) و یا با حرارت بالا، درون الیاف پلی استر جذب می شود. رنگری پلی استر با رنگ دیسپرس در دمای جوش منجر به رنگ های بسیار کم رنگ و یا کم رنگ (Pale shade) خواهد شد.



شکل ۶- نحوه جذب مولکول، رنگ مواد رنگزای دیسپرس در پلی استر

میزان جذب مواد رنگزای دیسپرس تحت شرایط عادی رنگری بر روی الیاف پلی استر کم می باشد. (میزان رمق کشی کم است) و سرعت نفوذ ماده رنگزا در داخل الیاف بی نهایت کند است؛ بنابراین برای ایجاد یک رنگ رضایت بخش بر روی کالا، زمان رنگری باید بسیار طولانی باشد؛ لذا در عمل غیر قابل اجرا و از لحاظ

اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. سرعت رنگری الیاف پلی استر با مواد رنگزای دیسپرس را تا سطحی که از نظر تجاری قابل قبول باشد به روش های مختلف افزایش می دهند. این روش ها عبارت اند از:

۱ استفاده از مواد رنگزا با اندازه مولکولی کوچک

۲ استفاده از مواد کمکی کاری برها (Carriers)

۳ به کار بردن درجه حرارت بالا (High Temperature) H.T

۴ به کار بردن روش پد - ترموزول (Thermosol)

در ادامه روش درجه حرارت بالا شرح داده می شود.

**رنگری کالای پلی استر با مواد رنگزای دیسپرس در درجه حرارت بالا یا H.T:** رنگری پلی استر با مواد رنگزای دیسپرس در درجه حرارت بالا امکان استفاده از مولکول هایی با اندازه های بزرگ تر را فراهم می سازد. رنگری هایی که در درجه حرارت پایین صورت می گیرند، به مدت زمان طولانی تری احتیاج دارند، برای مثال، رنگری پلی استر در دمای ۸۵ درجه سانتی گراد با عمق متوسط به چند روز زمان احتیاج دارد. با افزایش درجه حرارت، سرعت رنگری نیز افزایش می یابد ولی در محدوده دمای بین ۹۵ تا ۱۳۰ درجه سانتی گراد سرعت رنگری به طور قابل ملاحظه ای افزایش پیدا می کند. برای مثال به ازای افزایش هر ۴ درجه سانتی گراد دما در محدوده ۱۳۰-۹۵ درجه سانتی گراد سرعت رنگری دو برابر می شود. گاهی در درجه حرارت های بالاتر، سرعت رنگری ۴۵۰ برابر می شود.

برای رنگری پلی استر در درجه حرارت بالا (H.T) نیاز به ماشین آلات مخصوص و در بسته تحت فشار می باشد. برای افزایش دمای رنگری تا ۱۳۰ درجه سانتی گراد حدود ۱۴ اتمسفر فشار در ماشین لازم است. رنگری کالای پلی استر با مواد رنگزای دیسپرس در درجه حرارت بالا، شامل ۶ مرحله است که در شکل ۶ نشان داده شده است. در مرحله اول دمای حمام در ۶۰ درجه سانتی گراد تنظیم می شود و کالا در داخل آن قرار داده می شود. سپس به مقدار ۵/۵ تا ۱ گرم در لیتر ماده دیسپرس کننده و به مقدار مورد نیاز اسیداستیک جهت تأمین ۵/۵ - ۵ pH به حمام اضافه می شود. در مرحله دوم جهت حصول شید مطلوب ماده رنگزای دیسپرس به مقدار مورد نیاز به حمام اضافه می شود. پس از ۱۰ دقیقه، یعنی در مرحله سوم دمای حمام افزایش می یابد تا درجه حرارت حمام رنگری در طی مدت زمان چهار دقیقه به ۱۳۰ درجه سانتی گراد برسد. گاهی اوقات در این مرحله دمای حمام را سریعاً به ۹۵ درجه سانتی گراد رسانده و افزایش دما بعد از درجه حرارت یاد شده در هر دقیقه یک درجه سانتی گراد می باشد تا اینکه دما به ۱۳۰ درجه سانتی گراد برسد. در مرحله چهارم رنگری به مدت ۴۵ تا ۹۰ دقیقه در دمای ۱۳۰ درجه سانتی گراد ادامه می یابد. در مرحله پنجم رنگ به وجود آمده بر روی کالا با رنگ نمونه تطبیق می شود. اگر رنگ کالا کم رنگ تر از رنگ نمونه باشد، حمام را سرد کرده تا دما به ۹۰ درجه سانتی گراد برسد. ماده رنگزای دیسپرس را به حمام اضافه کرده و دوباره دما را به ۱۳۰ درجه سانتی گراد می رسانند. سپس رنگری در این دما به مدت ۳۰ دقیقه ادامه می یابد و بالاخره در مرحله ششم کالای رنگری شده با صابون یک گرم در لیتر در دمای جوش به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه شسته می شود. در صورتی که از کالای رنگ شده درجه ثبات رنگ خیلی بالایی انتظار داشته باشند، باید عمل شست و شو در حمام احیا که pH قلیایی دارد، انجام گیرد. به این عمل احیا یا ردکشن کلیرینگ (Reduction Clearing) می گویند.



## شایستگی ۲- چاپ‌های ویژه

### چاپ‌های ویژه

چاپ به معنای رنگرزی موضعی و یا از بین بردن رنگ به صورت موضعی می‌باشد. در چاپ، امکان تولید طرح‌های کاملاً مشابه بر روی پارچه وجود دارد.

در چاپ روی پارچه عوامل مهمی وجود دارد که با تغییر هر کدام، نوع چاپ تغییر می‌کند. مهم‌ترین عامل جنس و نوع پارچه می‌باشد. نوع ماده رنگزا، مواد کمکی موجود در خمیر چاپ، دستگاه چاپ و روش تثبیت از جمله عواملی هستند که اهمیت دارند. برای مثال چاپ پارچه پنبه‌ای و پارچه پلی‌استری با هم تفاوت دارد. چاپ پارچه با تراکم بالا و پارچه با تراکم کم با هم متفاوت‌اند. به همین دلیل است که متخصصان چاپ، در انتخاب ماده رنگزا و مواد کمکی و روش‌های چاپ همه جوانب کار را در نظر می‌گیرند تا بتوانند پارچه‌ای را چاپ کنند که مورد پسند مشتری بوده و دوام خوبی داشته باشد. کسانی که در زمینه نساجی به فعالیت مشغول هستند به خوبی به این نکته واقف هستند که اهمیت سلیقه مشتری به حدی زیاد است که متخصصان رشته‌های مختلف نساجی، روش‌ها و ماشین‌آلات مخصوصی را می‌سازند تا آنچه را که مشتری می‌پسندد را تولید کنند. به همین دلیل روش‌های جدید چاپ اختراع می‌شود.

### انواع چاپ

در درس چاپ و تکمیل نساجی روش‌های خاص چاپ را با توجه به جنس پارچه و ماده رنگزا فرا می‌گیرید ولی هدف از مطرح کردن موضوع چاپ روی پارچه در این کتاب این است که ضمن بررسی اصول کلی چاپ، چاپ‌های خاص و منحصر به فردی را که امکان طرح آن در درس چاپ و تکمیل وجود نداشت را در اینجا مطرح نماییم. در این مباحث می‌بینید که با تغییر پارچه و نوع ماده رنگزا، نوع مواد کمکی، میزان مصرف مواد، نوع تثبیت و عملیات پس از چاپ نیز تغییر می‌کند. اهمیت موضوع این است که با انتخاب مواد مناسب و روش‌های چاپ و تثبیت مناسب، امکان چاپ‌های با کیفیت بالا امکان‌پذیر می‌شود.

از طرفی استفاده از ماشین‌آلات جدید چاپ که براساس افزایش سرعت کار چاپ و پاسخگویی به سلیقه و خواست مشتریان کار می‌کند بسیار مهم است؛ زیرا از این طریق علاوه بر راضی کردن مشتریان، به فروش بیشتری نیز دست یابند. کسانی که می‌خواهند چاپ را به عنوان شغل آینده خود برگزینند باید سلیقه مشتریان را با دقت بیشتری در نظر بگیرند. روش‌های جدید، مواد جدید و استفاده بهتر از مواد موجود نیز می‌تواند در بالا بردن کیفیت چاپ تأثیرگذار باشد.

چاپ را می‌توان براساس عوامل گوناگونی تقسیم‌بندی کرد، تقسیم‌بندی از نظر جنس پارچه، تقسیم‌بندی از نظر نوع بافت پارچه، تقسیم‌بندی از نظر ماشین‌آلات مورد استفاده، تقسیم‌بندی از نظر رنگ مصرفی و تقسیم‌بندی از نظر نوع تثبیت رنگ از جمله این عوامل می‌باشند.



تقسیم‌بندی چاپ را از نظر عوامل زیر بررسی نموده و در کلاس درس ارائه دهید:

- تقسیم‌بندی از نظر جنس پارچه
- تقسیم‌بندی از نظر بافت پارچه
- تقسیم‌بندی از نظر ماشین‌آلات مورد استفاده
- تقسیم‌بندی از نظر نوع مواد رنگ‌زای مصرفی
- تقسیم‌بندی از نظر نوع تثبیت رنگ

در اینجا چاپ را براساس رنگ پارچه مورد توجه قرار می‌دهیم. از این منظر چاپ را به دو دسته تقسیم می‌کنند: چاپ روی پارچه سفید و چاپ روی پارچه رنگی

**الف) چاپ روی پارچه سفید، ساده‌ترین و متداول‌ترین نوع چاپ بر روی پارچه می‌باشد و بیشتر از ۸۰ درصد چاپ روی پارچه را شامل می‌شود.** در این روش خمیر رنگ را مطابق نسخه‌های موجود و با توجه به جنس پارچه و ثبات رنگ مورد نظر، آماده می‌کنند، سپس طرح را روی پارچه چاپ می‌کنند. چاپ روی پارچه سفید ممکن است به صورت تک‌رنگ و یا چندرنگ انجام شود. بدیهی است که اگر پارچه به خوبی آماده‌سازی نشود و رنگ پارچه به اندازه کافی سفید نشده باشد، رنگ زرد طبیعی موجود در پارچه، تأثیر نامطلوبی را روی رنگ مصرفی باقی می‌گذارد. از طرفی در هنگام ریسندگی و تولید نخ، مواد روغنی استفاده می‌شود که اگر قبل از چاپ، شست‌وشوی مناسبی صورت نگیرد، رنگ خمیر چاپ، نمی‌تواند به خوبی جذب پارچه شود و باعث نامطلوب شدن چاپ می‌گردد. به همین دلیل است که پارچه را قبل از چاپ شست‌وشو و سفیدگری می‌کنند.



شکل ۷- چاپ روی پارچه با زمینه سفید

سفیدگری نوری نیز در مواردی که رنگ‌های چاپ‌شده روشن باشد ضروری است زیرا سفیدگری نوری باعث سفیدتر شدن پارچه شده و در نتیجه رنگ‌های چاپ زیباتر و درخشان‌تر به نظر می‌آید. در شکل ۷ نمونه چاپ روی زمینه سفید را مشاهده می‌کنید.



روش مناسب چاپ را برای هر پارچه پیدا کنید و آن را در کلاس ارائه کنید.

- پارچه سفید و با تراکم زیاد به طوری که خمیر از پشت پارچه بیرون نمی‌آید. (مثال: پارچه ملحفه)
- پارچه سفید و با تراکم کم به طوری که خمیر از پشت پارچه بیرون می‌آید. (مثال: پارچه روسری)

**ب) چاپ روی پارچه رنگی:** در این روش، ابتدا پارچه را رنگ‌رزی می‌کنند؛ بنابراین پارچه‌ای که رنگ‌رزی شده است را چاپ می‌زنند. با توجه به اینکه رنگ چاپ شده ممکن است با رنگ زمینه تداخل رنگی ایجاد کند و رنگ مورد نظر به وجود نیاید، لازم است ابتدا به صورت نمونه چاپ انجام شود و مورد بررسی قرار گیرد تا

در صورت تأیید، عمل چاپ روی پارچه اصلی انجام گیرد. تولید نمونه در چاپ، امری متداول است. با تغییر رنگ خمیر چاپ و رنگ زمینه رنگ‌ها و طرح‌های متفاوتی ایجاد می‌شود. این روش چاپ به دو دسته تقسیم می‌شود: ۱- چاپ روی پارچه با زمینه رنگ روشن ۲- چاپ روی پارچه با زمینه رنگ تیره.

**۱ چاپ روی پارچه با زمینه رنگ روشن:** در صورتی که رنگ خمیر چاپ تیره باشد عملیات چاپ به راحتی انجام می‌گردد و از این نظر محدودیتی را ایجاد نمی‌کند. به این مفهوم که رنگ تیره خود را بر رنگ روشن تحمیل



شکل ۸- چاپ رنگ تیره روی زمینه روشن

می‌کند و تغییر شید رنگ به وجود نمی‌آید ولی اگر بخواهید رنگ روشن را روی پارچه با زمینه روشن چاپ کنید، احتمال تداخل رنگی وجود خواهد داشت؛ مثلاً اگر رنگ زمینه پارچه آبی کم‌رنگ و رنگ خمیر چاپ زرد باشد ترکیب رنگی ناچیزی بین رنگ آبی و زرد به وجود خواهد آمد و در نتیجه رنگ چاپ کاملاً مطابق انتظار نیست. هر چند تغییرات کمی به وجود می‌آید ولی باعث نامطلوب شدن کار نمی‌گردد. در این حالت معمولاً نتیجه چاپ قابل قبول خواهد بود. ولی اگر چاپ‌های بهتری را لازم داشته باشید باید از روش‌های دیگر استفاده کنید که در ادامه به آن اشاره می‌شود.

اگر رنگ خمیر چاپ تیره باشد، هیچ مشکلی مشاهده نمی‌شود؛ مثلاً اگر خمیر قهوه‌ای تیره را روی سبز کم‌رنگ چاپ کنید، رنگ قهوه‌ای تیره به خوبی دیده می‌شود و در نتیجه چاپ مورد نظر قابل قبول خواهد بود.



شکل ۹- نمونه چاپ نامناسب روی زمینه تیره

**۲ چاپ روی پارچه با زمینه رنگ تیره:** هر چند نمی‌توان دسته‌بندی کاملی را از رنگ‌های تیره یا روشن ارائه کرد، ولی به این موضوع توجه کنید که وقتی دو رنگ بر روی هم قرار می‌گیرد بر روی هم اثر می‌گذارد و رنگی که مشاهده می‌شود با رنگ‌های اولیه متفاوت خواهد بود. بنابراین چاپ رنگ تیره روی زمینه روشن مشکلی را ایجاد نمی‌کند ولی وقتی رنگ زمینه پارچه تیره باشد، عملاً هیچ رنگی بر روی رنگ تیره به خوبی دیده نمی‌شود. در شکل ۹ مشاهده می‌کنید که چاپ روی زمینه تیره مناسب نیست. زیرا طرح به خوبی نمایان نمی‌شود.

بنابراین باید برای حل این مشکل چاره‌ای اندیشیده شود. برای چاپ رنگ‌های روشن و یا حتی تیره روی پارچه با زمینه رنگ تیره دو روش ابداع شده است. این دو روش عبارت‌اند از:

■ چاپ اورینت

■ چاپ برداشت



شکل ۱۰- چاپ با خمیر اورینت روی زمینه تیره

**الف) چاپ اورینت:** در این روش خمیر چاپ حاوی ماده‌ای است که باعث ایجاد پوشش سفیدرنگ روی پارچه می‌شود. این پوشش به صورت یک لایه نازک روی سطح پارچه را می‌پوشاند. خاصیت پوشانندگی خمیر به خاطر ماده اکسید تیتانیوم می‌باشد. این خمیر را می‌توان به صورت بدون رنگ چاپ کرد و در نتیجه رنگ سفید در ناحیه چاپ ایجاد می‌شود. در صورتی که به این خمیر، ماده رنگ پیگمنت اضافه کنید، چاپ رنگی ایجاد می‌شود. در شکل ۱۰ نمونه چاپ اورینت را که بر روی زمینه سیاه انجام شده است، مشاهده می‌شود.

همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنید رنگ زمینه مشکی است و از روش چاپ اورینت استفاده شده است. اصول چاپ اورینت، همانند چاپ پیگمنت است؛ بنابراین باید از نسخه خمیر چاپ پیگمنت که در درس چاپ خوانده‌اید استفاده کنید. به‌طور کلی چاپ‌های پیگمنت دارای زیر دست کمی زبر هستند ولی در چاپ اورینت مقدار زبری زیر دست کمی افزایش می‌یابد. این افزایش زیر دست به خمیر پیگمنت سفیدی که برای پوشانندگی رنگ تیره استفاده می‌شود، مربوط است. نکته بسیار مهم این است که در روش چاپ اورینت، نوع و جنس پارچه و نوع رنگی که پارچه را با آن رنگ‌رزی کرده‌اند اهمیتی ندارد و در نتیجه چاپ اورینت بر روی هر نوع پارچه و با هر رنگی که رنگ‌رزی شده باشد، چاپ می‌شود، ولی خمیر چاپ منحصرأ باید از نوع پیگمنت باشد و از رنگ‌زاهای جذب‌شونده مانند مستقیم، اسیدی، راکتیو، بازیک و دیسپرس در خمیر چاپ استفاده نمی‌شود.

**ب) چاپ برداشت:** در چاپ اورینت با رنگ زمینه پارچه کاری ندارند و فقط رنگ جدیدی را روی رنگ قبلی قرار می‌دهند حال آنکه در روش برداشت، ابتدا رنگ زمینه پارچه را به کمک مواد شیمیایی زایل می‌کنند و سپس رنگ جدیدی را روی همان ناحیه قرار می‌دهند. لازم به ذکر است که در عمل برداشت فقط رنگ ناحیه‌هایی از پارچه که قرار است چاپ انجام شود (دقیقاً مانند طرح) برداشته می‌شود.

چرا این نوع چاپ را برداشت می‌نامند؟

پرسش ۱



همه رنگ‌ها را نمی‌توان از روی پارچه برداشت و یا آن را از بین برد به همین دلیل در هنگام رنگ‌رزی باید به این نکته توجه کرد که آیا رنگ زمینه را می‌توان از بین برد یا خیر؟ اگر پاسخ منفی باشد، تنها راهی که بتواند رنگ روشن را روی رنگ تیره چاپ کند، روش اورینت است. به همین دلیل در هنگام رنگ‌رزی رنگ قابل برداشت استفاده می‌شود. معمولاً در هنگام رنگ‌رزی مشخص می‌کنند که آیا این رنگ را برای چاپ برداشت لازم دارند یا خیر؟ اگر پاسخ مثبت باشد متصدی رنگ‌رزی، رنگ مناسبی که قابل برداشت باشد را انتخاب می‌کند. تشخیص قابل برداشت بودن رنگ از طریق انجام آزمایش و یا به کمک کاتالوگ‌های رنگ امکان‌پذیر می‌باشد.

نکته بسیار مهمی که در چاپ برداشت وجود دارد این است که پس از انجام چاپ رنگ نمایان نمی‌شود ولی پس از انجام عملیات خاص که شامل بخار دادن به نمونه پارچه می‌شود، رنگ نمایان می‌شود. در شکل ۱۱ نمونه چاپ بلافاصله بعد از چاپ و پس از عملیات بخار دادن را مشاهده می‌کنید.



نمونه چاپ پس از چاپ



نمونه چاپ پس از چاپ و بخار دادن

شکل ۱۱

چرا پس از چاپ، رنگ به خوبی نمایان نیست و به بخار احتیاج دارد؟

پرسش ۲



چاپ برداشت را به دو گروه برداشت رنگی و برداشت سفید تقسیم می‌کنند. در برداشت سفید، رنگ زمینه پارچه باید به طور کامل از بین برود و دوباره پارچه سفید شود این کار زمانی امکان‌پذیر است که اولاً مواد برداشت‌دهنده رنگ در حداکثر ممکن مصرف شود و از طرفی رنگ زمینه نیز بالاترین قابلیت برداشت را داشته باشد.

در برداشت رنگی، پس از آنکه رنگ زمینه از بین رفت رنگ دیگری که در خمیر چاپ موجود است، جای رنگ زمینه را در پارچه می‌گیرد. رنگ زمینه در چاپ برداشت، معمولاً رنگ‌های تیره می‌باشند؛ زیرا پارچه با رنگ زمینه روشن را بدون روش چاپ برداشت نیز می‌توان چاپ کرد و طرح‌های دلخواه را ایجاد کرد ولی اگر رنگ زمینه پارچه تیره باشد چاپ برداشت تنها راه خواهد بود.

نکته



به طور کلی انجام چاپ برداشت گران‌تر و مشکل‌تر از روش اورینت می‌باشد و حتی الامکان باید از انجام چاپ برداشت خودداری نمود.

تحقیق کنید ۳



بررسی کنید که چه دلایلی باعث می‌شود تا نتوان همواره چاپ اورینت را جایگزین چاپ برداشت کرد؟



موادی که در خمیر چاپ به عنوان برداشت کننده رنگ مصرف می شود به نوع رنگ زمینه و در نتیجه به جنس پارچه مربوط است. مواد برداشت کننده به دو دسته تقسیم می شوند: دسته اول موادی هستند که براساس اکسیداسیون عمل می کنند مانند هیپوکلریت سدیم و پراکسید هیدروژن و دسته دوم موادی هستند که براساس احیای رنگ عمل می کنند مانند کلرید قلع، فرمالدهید سولفو کسلیات سدیم (رنگالیت) و فرمالدهید سولفو کسلیات روی (فرموزول). دسته دوم بیشترین مصرف را در چاپ برداشت دارند، بنابراین می توان گفت که عمل برداشت رنگ، از طریق احیای رنگ انجام می شود. کارخانه های سازنده این مواد، اسامی خاصی را برای مواد خود انتخاب می کنند. این اسامی را نام تجاری می گویند؛ مثلاً نام های رنگالیت سی و رنگالیت اف - دی و رنگالیت دی - اس، دکرولین، رنگالیت اچ، کلرید قلع و تیو دی اکساید اوره از جمله مواد برداشت کننده رنگ می باشند. برای اینکه چاپ برداشت خوبی را انجام دهید باید از روی تجربه و یا به کمک کاتالوگ ها مواد مناسب و روش کار مناسب را انتخاب کنید.

**غلظت دهنده مناسب چاپ برداشت:** برای انجام چاپ باید غلظت دهنده مناسبی مصرف شود. غلظت دهنده مناسب نباید زیر دست نامناسبی را در پارچه ایجاد کند، از طرفی نباید اثر بدی روی رنگ داشته باشد ولی در چاپ برداشت علاوه بر این دو مورد، مواد برداشت کننده می توانند بر غلظت دهنده اثر بگذارد و غلظت دهنده را متلاشی کند که به آن دلمه شدن غلظت دهنده می گویند. یکی از بهترین غلظت دهنده ها صمغ عربی می باشد. این ماده در مقابل قلیا مقاومت بسیار خوبی دارد. نشاسته اتری شده و صمغ گوار اتری شده نیز مناسب می باشد.

تحقیق کنید ۴



درباره تفاوت های چاپ برداشت و چاپ اورینت تحقیق کنید و در کلاس ارائه کنید.  
(موارد زیر دست پارچه - طرح های قابل استفاده - آسیب به پارچه - مواد مورد نیاز در هر خمیر چاپ - میزان سختی و آسانی چاپ - نیاز به ابزار جانبی را مدنظر قرار دهید)

### چاپ پیگمنت پفکی

این چاپ از گروه چاپ پیگمنت محسوب می شود ولی پس از حرارت دادن، لایه چاپ شده پف می کند و سطح برجسته ای را تولید می نماید. در شکل ۱۲ چاپ پیگمنت و چاپ پیگمنت پفکی در کنار هم قرار دارد. این دو را با هم مقایسه کنید و دو تفاوت آنها را بنویسید.



چاپ پیگمنت



چاپ پیگمنت پفکی

مواد چاپ پفکی به شکل خمیر سفید رنگ هستند. ولی برای انجام چاپ پفکی رنگی، خمیر رنگ پیگمنت را به آن اضافه می‌کنند. میزان پفکی شدن چاپ به مقدار بیندر پفکی مصرفی بستگی دارد با انتخاب بیندر پفکی مناسب می‌توان ضخامتی برابر ۳ تا ۲۰ برابر لایه خمیر روی پارچه را به دست آورد. ضخامت لایه پفکی باعث کم شدن ثبات سایشی چاپ می‌شود. با این حال به خاطر زیبایی خاص چاپ پفکی، در چاپ پارچه‌های مناسب برای لباس کودک به وفور استفاده می‌شود.

در چاپ پفکی سفید مقدار حدود ۴۰۰ گرم بر کیلوگرم خمیر چاپ اورینت استفاده می‌شود. خمیر اورینت به خاطر پوشش خوبی که بر روی پارچه ایجاد می‌کند و باعث زیباتر شدن و نمایان تر شدن چاپ می‌گردد، استفاده می‌شود. مقدار خمیر پفکی در خمیر چاپ از ۵۵۰ الی ۶۰۰ گرم در کیلوگرم متغیر است و البته به نوع خمیر چاپ پفکی نیز مربوط است.

#### نکته

به‌طور کلی برای انجام چاپ، همواره از کاتالوگ‌های مواد استفاده کنید و مقادیر مناسب و توصیه‌های آنها را مورد توجه قرار دهید. با تولید مواد جدید، مقدار مواد و درجه حرارت تثبیت نیز ممکن است تغییر کند.

دما نقش مهمی در تثبیت این نوع چاپ دارد. دمای مناسب تثبیت، حدود ۱۲۰ الی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد و به مدت ۳ دقیقه می‌باشد. اثر پفکی در دمای کمتر از درجه حرارت تعیین شده کامل نمی‌شود از طرفی دمای بالاتر، چسبندگی مواد پفکی به همدیگر را کاهش می‌دهد و در نتیجه این مواد از روی پارچه ریزش می‌کند. بیندر پفکی معمولاً ترموپلاست است؛ به همین دلیل بعد از تثبیت نباید در دمای بالا قرار بگیرد؛ زیرا احتمال ذوب شدن و به هم ریختن آن وجود دارد. به‌طور کلی پارچه چاپ شده پفکی نباید در دمای بالای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گیرد. در هنگام شست‌وشوی چاپ پفکی از فشارهای مکانیکی و به خصوص در دمای بیش از ۴۰ درجه سانتی‌گراد اجتناب شود. عمر چاپ‌های پفکی کم است و با چند بار شست‌وشو فرم اصلی خود را از دست می‌دهد. چاپ پفکی بر روی تی‌شرت، لباس کودک و روی تکه پارچه چاپ می‌شود. امکان اجرای این چاپ در یک کارگاه کوچک نیز وجود دارد.

#### چاپ پرز (فلوک)

پارچه‌هایی که بر روی سطح آنها پرزهای یکنواخت و ثابتی وجود دارد را پارچه‌های مخمل می‌گویند. در شکل ۱۳ نمونه‌ای از پارچه مخملی مشاهده می‌شود.



شکل ۱۳- نمونه پارچه مخمل



مخمل‌ها پارچه‌های بسیار زیبایی هستند و نسبتاً گران قیمت می‌باشند. پارچه مخملی دارای پرزهایی است که در پارچه بافته شده است و پرزها هم قسمتی از پارچه محسوب می‌شوند. در چاپ می‌توان پارچه‌هایی را تولید کرد که شبیه به مخمل و جیر هستند با این تفاوت که پرزها توسط چسب خاصی بر روی پارچه چسبانده می‌شود. اگر همه سطح پارچه را با چسب آغشته کنید و پرزها را روی سطح پارچه بریزید، پرزها کل سطح پارچه را خواهند پوشاند، ولی اگر چسب را با یک شابلون طرح دار بر روی پارچه قرار دهید، پرزها نیز مطابق یک طرح روی پارچه را می‌پوشانند. پرزهای اضافه را با مکش هوا و یا تکان دادن پارچه جدا می‌کنند. این چاپ به چاپ فلوک مشهور است و در صنایع مختلفی کاربرد دارد.

**۱ چاپ فلوک روی اشیا:** اجسامی که بر روی آنها چاپ فلوک به کار رفته است بسیار زیاد است. با مشاهده فیلم، نمونه‌های این چاپ را ببینید. در شکل ۱۴ نمونه‌هایی از اشیایی را که در آن چاپ فلوک به کار رفته است مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۴ - چاپ فلوک روی اجسام مختلف

برای انجام این چاپ، با قلم‌مو چسب را بر روی نواحی مورد نظر قرار می‌دهند و قبل از آنکه چسب خشک شود پرز را روی این اجسام می‌پاشند. پس از خشک شدن نمونه کار، پودرهای اضافی را جدا می‌کنند. این پودرها را می‌توان دوباره استفاده کرد.



شکل ۱۵ - نمونه چاپ فلوک در کاغذ دیواری

**۲ چاپ فلوک روی کاغذ دیواری:** چاپ فلوک روی کاغذ دیواری و به‌طور کلی کالاهای تزئیناتی رونق زیادی دارد. این نوع چاپ به سرعت گسترش یافته است؛ به‌طوری که دستگاه‌های خاصی برای این نوع چاپ ساخته شده است. در شکل ۱۵ نمونه‌ای از کاغذ دیواری و پرده که در تولید آنها از چاپ فلوک بهره گرفته شده است را مشاهده می‌کنید.

**۳ چاپ فلوک روی پارچه:** چاپ فلوک روی پارچه‌های تاری-پودی و حلقوی انجام می‌شود. از این پارچه‌ها در تولید پیراهن، چادر و حتی پارچه به کار رفته در کفش نیز استفاده می‌شود. ایراد مهم این نوع پارچه ساییده شدن و ریزش پرزها می‌باشد، به خصوص در هنگامی که پرزها به‌طور عمودی روی پارچه قرار نگیرد. در شکل ۱۶ نمونه‌ای از این محصولات را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۶- نمونه چاپ فلوک روی پارچه

## دستگاه پودر پاش

از این دستگاه برای پاشیدن پودر فلوک بر روی اجسام غیرمسطح و چاپ‌های با سطح کم استفاده می‌شود. کاربرد این دستگاه بسیار زیاد است و توانایی چاپ روی انواع اجسام را دارد. این دستگاه شامل سه قسمت اصلی می‌باشد که در شکل ۱۷ مشاهده می‌کنید.

**(الف) دستگاه تولید ولتاژ بالا:** همان‌طور که قبلاً اشاره شد این چاپ به ولتاژ بالای جریان برق احتیاج دارد که توسط این دستگاه تأمین می‌گردد.

**(ب) مخزن پودر فلوک:** پودر فلوک را در این مخزن قرار می‌دهند در انتهای این مخزن سوراخ‌های ریزی وجود دارد که پودر از آن خارج می‌شود.

**(ج) دسته پودرپاش:** این دسته رابط بین دستگاه تولید ولتاژ بالا و مخزن پودرپاش می‌باشد، بر روی این دسته



شکل ۱۷- دستگاه پودرپاش کوچک دستی

کلیدی قرار دارد که با فشردن آن، شوک الکتریکی قوی به پرزها وارد می‌شود در اثر این شوک الکتریکی پرزها به سمت سوراخ‌های مخزن پرتاب می‌شوند و تقریباً عمودی بر روی سطح کار قرار می‌گیرند. در شکل ۱۷ نمونه یک دستگاه پودرپاش کوچک دستی را مشاهده می‌کنید.

## دستگاه پودر پاش برای پارچه

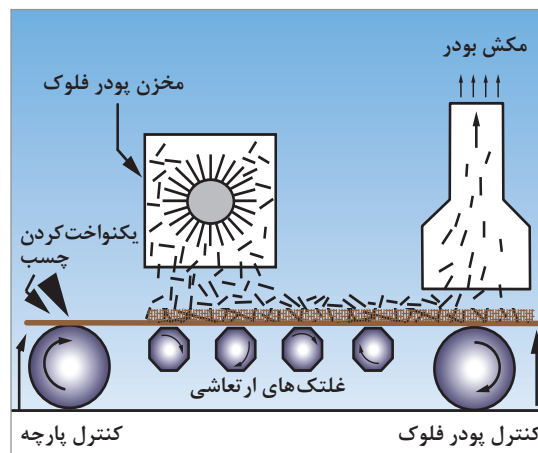
این دستگاه برای چاپ طاقه‌های پارچه به کار می‌رود. عرض این دستگاه از عرض پارچه بزرگ‌تر می‌باشد. پارچه از یک طرف دستگاه وارد اتاقک ریزش پودر می‌شود. پودرها به صورت نامنظم روی پارچه قرار می‌گیرند که ظاهر نامناسبی دارد. شکل ۱۸ پرزهای منظم و نامنظم را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- قرارگیری پرزهای منظم و نامنظم روی پارچه

برای اینکه پرزها به صورتی کاملاً عمودی و یکنواخت روی پارچه قرار گیرند دو مکانیزم (ارتعاشی و الکترواستاتیکی) در نظر گرفته شده است.

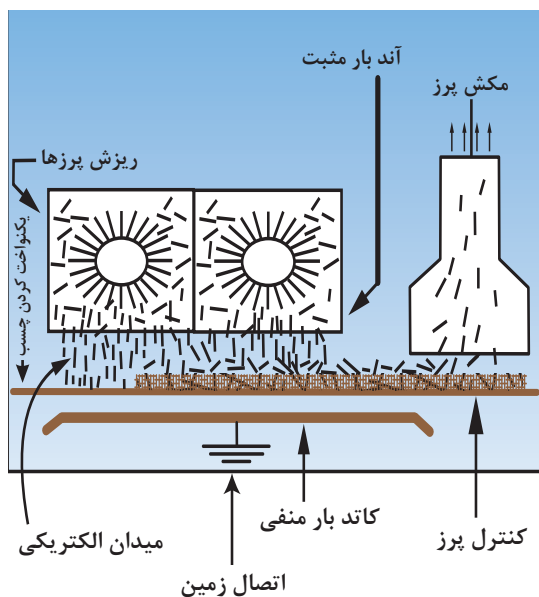
ماشین چاپ پرز به روش ارتعاشی: در مکانیزم ارتعاشی پارچه به صورت صاف و کشیده به دستگاه وارد می‌شود. معمولاً چسب مخصوص فلوک را روی پارچه می‌ریزند. بر روی پارچه و با فاصله قابل تنظیمی تیغه فلزی با لبه کاملاً صاف و صیقلی نصب شده است. در اثر حرکت پارچه، چسب‌ها نیز بر روی پارچه پخش می‌شوند از طرفی یکنواخت بودن فاصله لبه تیغه و پارچه، سطح یکنواختی از چسب را بر روی پارچه به وجود می‌آورد. پارچه به طرف اتاقک برده می‌شود. پودرهای فلوک روی یک برس فلزی چرخان ریخته می‌شود تا بتواند پرزها را در همه طول و عرض پارچه بریزد. اگر ریزش پودر نامنظم باشد باعث نامنظم شدن سطح چاپ شده می‌شود برای جلوگیری از نامنظم شدن پودرها، برس چرخان، پودر را در سطح کار، به طور یکنواخت پخش می‌کند. در شکل ۱۹ نحوه کار چاپ فلوک با مکانیزم ارتعاشی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۹- دستگاه چاپ فلوک ارتعاشی

چندین غلتک شش یا هشت ضلعی را زیر حامل پارچه قرار می دهند تا در اثر برخورد با سطح زیرین پارچه، پودرها را به ارتعاش درآورد. این عمل باعث یکنواخت شدن توزیع پودر بر روی سطح پارچه می گردد. از طرفی حرکت ارتعاشی می تواند تا حدی به عمودی تر شدن پودرها کمک کند. روش ارتعاشی برای پودرهای با طول کم مناسب تر می باشد. با عبور پارچه از این مرحله یک دستگاه مکش هوا، به آرامی پودرها را به طرف بالا می کشد. پرزهایی که آزاد باشند به سمت بالا می روند ولی پرزهایی که بر روی چسب قرار گرفته باشند در این نقطه ثابت می مانند. یک سنسور کنترل کننده میزان پودر، در این ناحیه قرار دارد تا در صورت کم بودن میزان پودر، دستور اضافه شدن مقدار پودرها را صادر می کند تا پارچه های یکنواخت تری تولید شود.

**دستگاه چاپ فلوک الکترواستاتیکی:** دستگاه های چاپ فلوک با مکانیزم الکترواستاتیکی تقریباً شبیه مکانیزم ارتعاشی کار می کنند با این تفاوت که قرارگیری عمودی پودرها به کمک جریان الکتریکی و ایجاد الکتریسیته ساکن در دو سر پودر فلوک انجام می شود. در صورتی که پارچه ای با پودرهای عمودی و طول پرز بیش از یک میلی متر مورد نظر باشد باید از این دستگاه استفاده کرد.



شکل ۲۰- نحوه عملکرد دستگاه چاپ فلوک

در این دستگاه نیز، ابتدا پارچه را چسب می زنند، سپس پارچه وارد اتاقک می شود. بدون شک همه پرزها به صورت صاف و عمودی روی چسب قرار نمی گیرند؛ بنابراین لازم است تا پرزها را به صورت کاملاً عمودی روی پارچه هدایت کرد. برای این کار از جریان الکتریسیته کمک می گیرند. به این ترتیب که جریان الکتریکی که بین دو سطح رسانا برقرار می شود، باعث القای الکتریسیته در پرز می گردد. در نتیجه پرزها کاملاً عمودی بر روی سطح کار می نشینند و انتهای پرزها به چسب آغشته می شوند. پرزهایی که با این روش روی سطح پارچه می نشینند عمودی تر و صاف تر می باشند. در شکل ۲۰ نحوه عملکرد دستگاه چاپ فلوک با روش جریان الکتریسیته را مشاهده می کنید.

وقتی پرزها بر روی پارچه پاشیده می شوند، باید از بین دو صفحه فلزی که یکی بار مثبت و دیگری بار منفی دارد عبور کنند. پرزها در این مسیر تحت تأثیر بار مثبت و منفی به صورت عمودی در آمده و بر روی پارچه می نشینند.

چون ولتاژ این دستگاه زیاد است احتمال برق گرفتگی وجود خواهد داشت و لازم است از دستکش و کفش مناسب استفاده شود.



## خصوصیات پرزها

■ **طول پرزها**، از یک دهم میلی متر تا حداکثر یک سانتی متر متغیر می باشد، ولی بیشترین طول مصرفی پرزها از یک دهم میلی متر الی ۲ میلی متر می باشد.

■ **رنگ پرزها**: پرزها را با طولها و رنگهای متنوعی می سازند. رنگ پرزها برای کالاهای تزئینی پر رنگ و درخشان انتخاب می شود، در حالی که برای کاغذ دیواری از رنگهای روشن سفید، کرمی، نقره‌ای و طلایی انتخاب می شود. در پارچه‌های با چاپ فلوک، رنگهای تیره‌ای چون قهوه‌ای، بنفش تیره و مشکی کاربرد بیشتری دارد.

■ **جنس پرزها**: جنس پرزها معمولاً از ویسکوز، نایلون و پلی استر می باشند. برای ساختن پرزها، الیاف فیلامنت را به دستگاه برش دهنده تغذیه می کنند. طول پرز را از طریق تنظیم فاصله تیغه برش و لبه برش مشخص می کنند. در اثر حرکت تیغه، الیاف بین دو لبه قیچی مانند گیر می کنند و بریده می شوند. طول پرزها باید کاملاً یکسان باشد.

اگر طول پرزهای تولیدی یکسان نباشد چه مشکلی به وجود می آید؟

پرسش ۳



در شکل ۲۱ چند نمونه پرز را مشاهده می کنید.



شکل ۲۱- پرزها با طول و رنگ مختلف

پودرهای مختلفی تولید شده است که عبارت‌اند از:

**پودر ویسکوز**: پودر ویسکوز از الیاف ویسکوز می باشد. پودر ویسکوز بیشتر در چاپ بر روی پارچه مورد استفاده قرار می گیرد. محیط کار ویسکوز حتماً باید رطوبت زیادی داشته باشد. پودر فلوک ویسکوز ارزان قیمت است و در صورت کم رنگ شدن پودر، می توان با رنگهای مستقیم و راکتیو رنگریزی کرد. علاوه بر آن با رنگریزی می توان رنگهای دلخواه را نیز تولید کرد. پودر ویسکوز سطح نرمی دارد ولی در حال حاضر کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

پرسش ۴

چگونه می توانید تشخیص دهید که پودر فلوک مورد نظر از جنس ویسکوز هست یا خیر؟



**پودر پلی آمید:** اغلب پودرهای مورد استفاده برای کارهای چاپ فلوک از جنس پلی آمید می‌باشند. اهمیت زیاد پلی آمید در مناسب بودن رطوبت جذب شده، چسب پذیری خوب و هدایت پذیری بین صفحات الکتریکی می‌باشد. علاوه بر آن ثبات رنگ پلی آمید خوب است. الیاف پلی آمید (نایلون) به راحتی ساییده نمی‌شوند و زیر دست نرم و خوبی دارند. تولید سطوح چاپ شده پلی آمیدی آسان است که در پرطرفدار بودن آن نقش دارد.

**پودر پلی استری:** پودرهای پلی استری از نظر ثبات سایشی و ثبات رنگ بسیار خوب هستند ولی گران تر از دو نوع پودر دیگر می‌باشند. پلی استر بسیار براق و شکل پذیر است. تحت تأثیر الکتریسیته به خوبی هدایت می‌شود و کاملاً صاف روی سطح چاپی قرار می‌گیرد.

### چاپ چند رنگ فلوک

در حالی که در چاپ شابلون، انجام چاپ چند رنگ به سادگی امکان پذیر است. ولی چاپ چند رنگ فلوک کمی مشکل تر می‌باشد. روش کار به این ترتیب است که ابتدا ناحیه‌ای که رنگ اول چاپ می‌شود را چسب می‌زنند و سپس پودر اولی را می‌پاشند. پس از خشک شدن چسب به همین روش رنگ‌های دوم و سوم را چاپ می‌نمایند. تعداد رنگ‌ها نباید زیاد باشد و معمولاً بیش از سه رنگ را چاپ نمی‌کنند. برای جبران این نقص ابتدا قسمتی از طرح را با رنگ‌هایی مانند پیگمنت چاپ می‌کنند و در نهایت یک بخش از طرح را با پودر فلوک چاپ می‌کنند. طرح مورد استفاده نمی‌تواند حاوی خطوط ظریف باشد.

فکر کنید



شکل ۲۲، چاپ فلوک با پرزهای بلند را نشان می‌دهد به نظر شما چه تفاوت‌های اساسی بین چاپ فلوک با پرز کوتاه و پرز بلند وجود خواهد داشت. در چند سطر شرح دهید.

شکل ۲۲

### بازیافت پودر فلوک

پودرهای اضافی که به سطح مورد نظر چسبیده نشده باشد را می‌توان بازیابی نمود و دوباره استفاده کرد. برای جمع‌آوری سریع و تمیز پودرها بهتر است زیر کار توری یا محفظه‌ای تعبیه گردد تا هنگام کار پودر اضافی به زیر میز منتقل گردد تا بتوان آنها را به راحتی جمع‌آوری کرد. برای بازیابی پودرهای فلوک روی پارچه، از جاروبرقی خاصی استفاده می‌شود. پودرهای جمع‌آوری شده را الک می‌کنند. این پودرها را با پودرهای نو مخلوط نموده و مصرف می‌کنند. پودرها را باید در ظرف در بسته نگه داشت، رطوبت هوا می‌تواند کارایی و عمر پودرهای فلوک را کاهش دهد. پس از چند بار بازیابی، پودرها خاصیت الکترواستاتیکی خود را از دست می‌دهند، به این پودرها پودرهای مرده گفته می‌شود. پودرهای مرده، روی چسب می‌چسبند ولی در اثر جریان الکتریکی به صورت عمودی در نمی‌آیند.



## چاپ سوخت BURN OUT PRINTING

چاپ سوخت یکی از چاپ‌هایی است که جلوه متفاوتی در پارچه ایجاد می‌کند. چاپ‌هایی که آموختید، بر روی ساختار پارچه و درصد الیاف تشکیل‌دهنده پارچه اثری نمی‌گذارند؛ از این نظر چاپ سوخت منحصر به فرد می‌باشد. در چاپ سوخت یکی از الیاف تشکیل‌دهنده پارچه، توسط مواد شیمیایی تقریباً به‌طور کامل از بین می‌رود. بنابراین در چاپ سوخت رنگ محور چاپ نیست. به‌طوری‌که در یک چاپ سوخت اگر پارچه سفید باشد و خمیر چاپ سوخت نیز رنگ نداشته باشد نتیجه کار باز هم یک پارچه سفید است، ولی کاملاً مشخص است که در ناحیه‌هایی از پارچه تغییراتی ایجاد شده است. بنابراین چاپ سوخت نوعی افکت را در پارچه ایجاد می‌کند.

پرسش ۵



۱- با توجه به مطالب بالا شما نیز تعریفی از چاپ سوخت را بنویسید:

۲- اگر پارچه مورد استفاده پرزدار باشد، پرز پنبه‌ای مناسب‌تر است یا پرز پلی‌استر؟ چرا؟

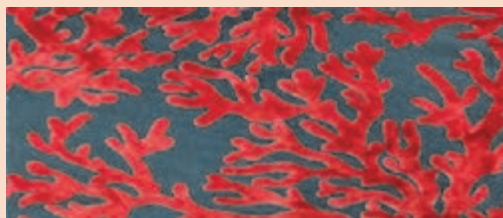
### نکات مهم در انتخاب پارچه برای چاپ سوخت

- برای انتخاب پارچه‌ای که چاپ سوخت قرار است روی آن انجام شود، بایستی به نکات زیر توجه کرد:
- ۱ این چاپ فقط روی پارچه‌هایی انجام می‌شود که دو نوع الیاف داشته باشند و یا حداقل یکی از نخ‌ها باید دارای دو نوع لیف باشد.
  - ۲ درصد مخلوط دو لیف باید به‌گونه‌ای باشد که با از بین رفتن یکی از الیاف، ساختمان پارچه از هم نپاشد. با اینکه نسبت الیاف در پارچه‌های مختلف باهم تفاوت دارد ولی نسبت ۶۰ به ۴۰ مناسب است.
  - ۳ مواد مورد نیاز برای از بین بردن الیاف مورد نظر به لحاظ زیست محیطی خطر آفرین نباشند.
  - ۴ جلوه‌ای که در اثر چاپ سوخت ایجاد می‌شود باعث زیباتر شدن پارچه و در نتیجه فروش بیشتر پارچه چاپ شده شود.
  - ۵ این دو نوع الیاف باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که با از بین رفتن یکی، الیاف دوم آسیب زیادی نبیند.

فکر کنید



شکل ۲۳ دو نمونه از چاپ سوخت را نشان می‌دهد. آنها را مقایسه کنید و توضیح دهید کدام چاپ سوخت، کار مناسب‌تری (فقط از نظر زیبایی) محسوب می‌شود.



شکل ۲۳



## روش انجام چاپ سوخت

مواد مورد نیاز، انجام چاپ سوخت و عملیات پس از چاپ سوخت به جنس پارچه مرتبط است. پارچه مورد استفاده در چاپ سوخت حداقل دو جزء دارد که یکی بدون تغییر باقی می ماند و جزء دیگر فقط در نواحی چاپ از بین می رود. پارچه هایی که بر روی آنها چاپ سوخت انجام می شود، عبارتند از:

**۱ پنبه / پلی استر (PES/CO) یا ویسکوز / پلی استر:** پارچه پنبه پلی استر یکی از متداول ترین پارچه ها برای چاپ سوخت می باشد. نسبت مخلوط الیاف پلی استر / پنبه می تواند ۶۰٪ - ۴۰٪ یا ۵۰٪ - ۵۰٪ یا ۴۰٪ - ۶۰٪ باشد. ظاهر پارچه پس از چاپ در هر پارچه کمی با هم متفاوت خواهد بود. در این چاپ موادی مصرف می شود که در اثر بخار دادن، اسید تولید می کند. اسید تولیدی نمی تواند روی پلی استر اثری بگذارد، ولی قادر است

الیاف پنبه را متلاشی کند. متلاشی شدن پنبه زمانی انجام می شود که ماده سولفات آلومینیوم یا بی سولفیت سدیم و یا هیدروسولفیت سدیم موجود در خمیر، در اثر حرارت به اسیدسولفوریک تبدیل شود و در نتیجه الیاف پنبه را متلاشی خواهد کرد. اگر خمیر چاپ حاوی رنگ دیسپرس باشد، علاوه بر از بین رفتن پنبه یا ویسکوز، رنگ دیسپرس در الیاف پلی استر جذب شده و در نتیجه پلی استر نیز رنگ می شود.

در جدول ۳ نسخه چاپ برای سوخت پلی استر / سلولز نشان داده شده است.

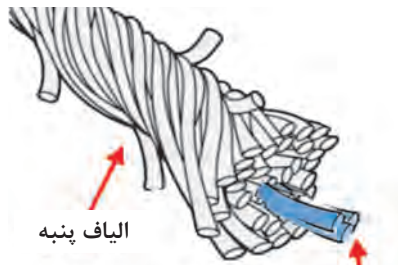
جدول ۳

مقدار	مواد
X گرم بر کیلوگرم	رنگ دیسپرس
۴۰۰-۶۰۰	غلظت دهنده ایندالکا
۲۰۰-۲۶۰	بی سولفیت سدیم
۵۰-۸۰	گلیسیرین
۰-۱۰	دیسپرس کننده و یکنواخت کننده
Y	آب یا غلظت دهنده (بالانس)

برای اینکه ماده بی سولفیت سدیم بتواند پنبه را از بین ببرد حرارت و بخار آب لازم دارد. زمان لازم ۲ الی ۸ دقیقه و دمای مورد نیاز ۱۸۰-۲۰۰ خواهد بود. این زمان و دما برای از بین بردن الیاف پنبه کافی است. در نهایت پارچه را شست و شو می دهند. در اثر شست و شو ذره های متلاشی شده الیاف پنبه، از داخل پارچه بیرون می آید. به طور کلی می توان گفت برای چاپ سوختی که در آن الیاف پنبه و ویسکوز سوخت می شوند می توان از نسخه جدول ۳ استفاده کرد.

**۲ پارچه های مخلوط پشم / پلی استر PES/WOOL:** یکی دیگر از پارچه هایی که برای چاپ سوخت استفاده می شود پارچه هایی است که یکی از اجزای آن پشم باشد. چون پشم در مقابل مواد قلیایی مقاومت خوبی ندارد و به راحتی در مواد قلیایی حل می شود. در چاپ سوخت، پشم را با مواد قلیایی از بین می برند در حالی که پلی استر در مقابل قلیا مقاوم می باشد. به طور کلی چاپ های سوختی که نخ های آن از نوع مغزی باشد زیباتر و مناسب تر می باشد. دلیل این موضوع در ساختار نخ های مغزی دار نهفته است.

## نخ‌های مغزی دار



الیاف پلی‌استر (مغزی)

شکل ۲۴- ساختار نخ مغزی دار

این نخ‌ها دو جزئی می‌باشند. یک جزء که در وسط نخ قرار می‌گیرد از جنس پلی‌استر و یا پلی‌اتیلن می‌باشد. این الیاف حتماً فیلامنت هستند زیرا استحکام بیشتری دارند. بر روی این مجموعه الیاف کوتاهی از جنس پنبه و یا ویسکوز و یا الیاف مناسب دیگر تابیده می‌شود. در شکل ۲۴ ساختار یک نخ مغزی دار را مشاهده می‌کنید. پارچه‌هایی که با نخ مغزی دار با رویه پنبه و ویسکوز برای چاپ سوخت مناسب‌تر می‌باشد.

## چاپ روی پارچه و لباس دنییم (جین)

دنییم یکی از پارچه‌های بسیار مشهور در دنیا است. این پارچه معمولاً از جنس پنبه با نخ‌های نسبتاً ضخیم (نمره حدود ۱۶ پنبه‌ای) با بافت تافته و یا سرژه ۲ و ۱ صعودی می‌باشد. اهداف تولیدکنندگان، پارچه‌ای ضخیم و سنگین وزن بود. نخ‌های مناسب برای تولید دنییم ضخیم می‌باشند. پارچه دنییم از ابتدا برای لباس کار کارگرانی که در کارخانه‌ها مشغول به کار بودند، بافته شد. این پارچه با دوخت شلوار و عرضه آن به بازار دنیا، شهرت زیادی کسب کرد. به طوری که امروزه صدها کارخانه به بافت و رنگرزی پارچه دنییم مشغول می‌باشند. در ایران لباس دوخته شده با این پارچه با عنوان شلوار لی عرضه می‌شود و به سرعت مورد استقبال جوانان واقع شد. فروش شلوار با پارچه دنییم به صدها میلیون عدد در سال می‌رسد.

## پارچه دنییم

رنگ آبی و سیس مشکی، رنگ‌های خاص پارچه دنییم محسوب می‌شوند. ایجاد نایک‌نواختی و خراش تعمدی روی این پارچه گسترش یافته است. به طور عادی از سنگ شور کردن و استفاده از کلر برای ایجاد افکت‌های خاص روی این پارچه استفاده می‌شود. در صورت باقی ماندن اثر کلر روی پارچه، مشکلاتی برای مصرف‌کننده ایجاد می‌شود. به همین دلیل شست و شو با آب فراوان و مواد شوینده تنها راه زدودن این مواد از روی پارچه دنییم است. با توجه به مشکل فراگیر کمبود آب در تمام دنیا، محققان راه‌هایی را برای مصرف کمتر آب، در صنعت دنییم پیدا کرده‌اند. به طور کلی رنگرزی روی دنییم را به دو صورت تعریف می‌کنند:

### ۱ روش رنگرزی پارچه:

رنگرزی پارچه دنییم با رنگ نیل یا ایندیگو انجام می‌شود. رنگ طبیعی نیل از نوعی گیاه استخراج می‌شود. با رشد روزافزون این پارچه، رنگ‌هایی با نام تجاری Indigo ساخته شد. این رنگ همچنان برای رنگرزی پنبه مصرف می‌شود. هر چند ایندیگو به صورت مصنوعی نیز ساخته می‌شود. ثبات شست‌وشویی بالا از مزایای این رنگ می‌باشد. با توجه به اینکه پس از انجام رنگرزی و به منظور ایجاد افکت‌های خاص، بخشی از رنگ جذب شده را از بین می‌برند، مناسب‌تر است که رنگرزی با عمق کامل انجام نشود و عمق کمی از سطح لیف رنگ شود. علاوه بر استفاده از روش‌های رمق‌کشی نظیر دستگاه رنگرزی وینچ و ژیگر، استفاده از پد-فولارد محلول رنگ نیز متداول است.



به چه دلیلی رنگرزی با عمق کم این پارچه، حُسن محسوب می‌شود؟

با پایان یافتن رنگرزی و خشک شدن پارچه، برش و دوخت لباس انجام می‌شود. لباس‌های دوخته شده را سنگ‌شور می‌کنند. سنگ‌های آغشته به مواد سفیدکننده از جمله کلر را روی لباس می‌ریزند. معمولاً شن‌ها را روی ناحیه‌هایی از لباس که باید افکت نایکنواختی داشته باشد می‌ریزند. ممکن است این عمل دو یا سه بار در نواحی دیگر لباس انجام شود تا الگوی مورد نظر ایجاد شود.

**۲** **روش رنگرزی نخ:** در این روش نخ‌های تار را رنگ می‌کنند. نخ‌های تار رنگی (رنگ آبی و یا مشکی) می‌شوند و نخ‌های پود کاملاً سفید است. از این نوع پارچه برای ایجاد افکت‌های نایکنواخت به وفور استفاده می‌شود. با توجه به اینکه فقط نیمی از نخ‌های پارچه رنگ شده‌اند بنابراین نایکنواخت‌سازی از طریق سنگ‌شور کردن سریع‌تر و با هزینه کمتری انجام می‌شود. رنگرزی نخ را در ماشین بوبین رنگ‌کنی و یا کلاف رنگ‌کنی انجام می‌دهند و سپس نخ‌های تار به قسمت آهارزدن منتقل می‌گردند. در روش رنگرزی و آهار زدن نخ به صورت چله، همه عملیات لازم برای رنگرزی چله بافندگی در یک ماشین و به صورت مراحل ممتد یا پی‌درپی انجام می‌شود. در این ماشین نخ‌ها رنگرزی شده، آهار دیده، خشک شده و آماده بافندگی می‌شوند. این روش دارای مزایایی است که عبارت‌اند از:

### مزایای روش رنگرزی و آهارزنی هم‌زمان

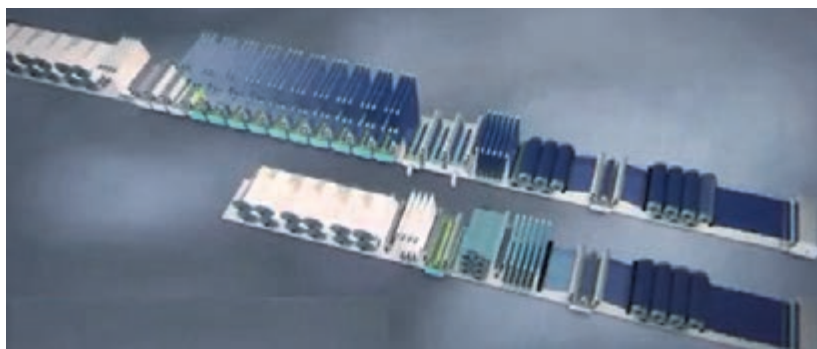
■ به نسبت رنگرزی معمولی تا ۹۰ درصد در مصرف آب صرفه‌جویی می‌شود. بنابراین در این روش برای رنگرزی ۱۰ کیلوگرم پارچه دنیم (جین) با رنگ خمی و آهار دادن هم‌زمان ۱۱۰۰۰ لیتر صرفه‌جویی در مصرف آب به همراه دارد.

■ بازگشت مواد به حمام: این عمل باعث صرفه‌جویی در مصرف مواد می‌گردد.

■ کمترین آسیب به محیط‌زیست، به طوری که این روش به عنوان سازگار با محیط‌زیست نام‌گذاری شده است.

■ کاهش مصرف انرژی: براساس تحقیقات انجام شده حداقل ۳۰ درصد از مصرف انرژی در این روش کاسته می‌شود.

در شکل ۲۵ دو نمونه از این ماشین رنگرزی را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۵- ماشین رنگرزی و آهار نخ مخصوص پارچه جین

۲ رنگرزی پارچه به روش اسپری: به طور معمول برای رنگرزی دنیم و سنگ شور کردن آن از  $L:R \rightarrow 30:1$  استفاده می شود. در نتیجه مقدار زیادی آب برای رنگرزی آن مصرف می شود. محققان با تولید رنگ های مناسب برای جذب سریع، رنگرزی به روش اسپری کردن مواد رنگزا و مواد کمکی روی پارچه دنیم را ابداع کردند. محاسن این روش عبارت اند از:

■ مصرف کمتر آب به طوری که در این روش تا ۸۰ درصد از مصرف آب کاسته می شود.

■ سرعت بالاتر رنگرزی و در نتیجه قیمت تمام شده کمتر

■ کنترل مقدار عمق رنگ با کنترل زمان و فشار اسپری

■ استفاده از دستگاه با وسعت کمتر

■ استفاده از نیروی گرم کنندگی کم و در نتیجه کاهش مصرف انرژی

## ایجاد طرح و افکت به کمک لیزر روی دنیم

### لیزر چیست؟



شکل ۲۶- تولیدکننده لیزر

لیزر به معنای نور هم راستا و موازی است. هم راستا و موازی شدن نور باعث می شود که علاوه بر افزایش بُرد نور، تأثیرگذاری نور زیاد شود. لیزرها انواع زیادی دارند. در شکل ۲۶ تصویر چراغ قوه کوچک را مشاهده می کنید که از خود لیزر تولید می کند. به طور کلی میزان توان (قدرت) لیزرها با مصرف انرژی آن یعنی وات W سنجیده می شود. هرچه مقدار مصرف انرژی لیزر بیشتر باشد مؤثرتر می باشد.

لیزرها انواع مختلفی دارند. در اینجا لیزرها از نظر تولید حرارت تقسیم بندی می شوند:

از نظر تولید حرارت، لیزرها به دو گروه تقسیم می شوند:

۱ لیزر سرد: لیزرهای سرد نور را منتقل می کنند ولی گرما ندارند. این نوع لیزرها برای انتقال نور تا مسافت های زیاد کاربرد دارند. در صنعت نساجی از این لیزر برای کنترل حرکت رفت و برگشتی و کنترل حرکت تا فاصله خاص استفاده می شود. هرچه مقدار قدرت این نوع لیزر بیشتر باشد نور آنها تا مسافت بیشتری انتقال می یابد.

۲ لیزر گرم: این نوع لیزر، حرارت را در هنگام انتقال نور منتقل می کند و در نتیجه محل اصابت لیزر گرم می شود. از این لیزر برای برش فلزات، برش در هنگام جراحی و... استفاده می شود. هرچه مقدار قدرت این نوع لیزر بیشتر باشد، حرارت بیشتری تولید می کند. بنابراین برای برش فلزات توان بیشتری لازم است. لیزرهای مورد استفاده برای چاپ دنیم کمتر از ۱۰۰ وات هستند. لیزرهای مورد استفاده در چاپ روی پارچه دنیم را به سه دسته تقسیم می کنند:

■ لیزر کم توان: این لیزرها گرمای کمی تولید می کنند به طوری که بدون آسیب زدن به الیاف پنبه، رنگ ها را از بین برده و پارچه را سفید می کنند.

■ لیزر توان متوسط: این لیزر علاوه بر از بین بردن رنگ، آسیب جزئی به الیاف پنبه وارد می کند و در نتیجه ناحیه مورد نظر زرد رنگ می شود.

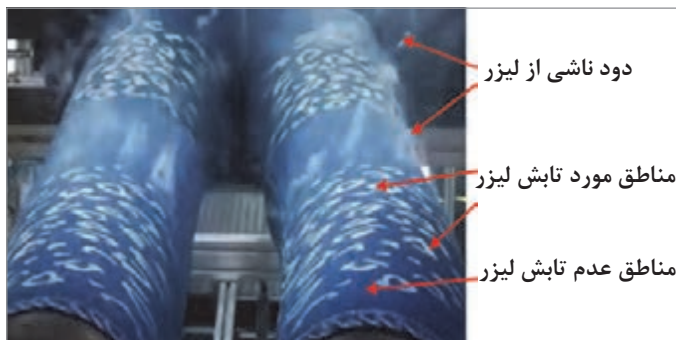
■ **لیزر با توان بالا:** این لیزر قدرت سوزاندن پنبه را دارد و در نتیجه پارچه در این نواحی سوراخ می‌شود. به کمک این لیزر می‌توان، قسمت‌هایی از پارچه (مثلاً یک دایره) را برید و حذف کرد.

تحقیق کنید ۵



کاربردهای لیزرهای گرم و سرد را پیدا کنید و بنویسید.

### چاپ لیزر با توان کم روی دنیم



شکل ۲۷- ایجاد طرح با پرتو لیزر

چاپ روی پارچه دنیم با لیزر نیز انجام می‌شود. لیزر مورد استفاده از نوع گرم می‌باشد. در این روش پرتو لیزر بر روی پارچه و یا لباس دنیم، تابانده می‌شود. در محل برخورد گرما تولید می‌شود. گرما باعث تبخیر رنگ شده و در نتیجه، افکت مورد نظر روی پارچه ایجاد می‌شود. در شکل ۲۷ نمونه عملکرد لیزر روی لباس دوخته شده از پارچه دنیم را مشاهده می‌کنید.



افکت با پاشش مواد

چاپ لیزری روی پارچه دنیم

شکل ۲۸

به کمک لیزر می‌توان افکت ناشی از سنگ‌شور کردن را شبیه‌سازی کرد. برای این کار دستگاه لیزر به یک رایانه متصل است تا محل تابش لیزر را کنترل کند. در شکل ۲۸ نمونه‌ای از این کار را مشاهده می‌کنید. در اثر استفاده از لیزر، در مقادیر زیادی آب به خاطر عدم سنگ‌شور کردن صرفه‌جویی می‌گردد.

### چاپ لیزر با توان متوسط روی دنیم

هدف این نوع چاپ این است که، رنگ پارچه از بین برود و علاوه بر آن در اثر حرارت ناشی از لیزر، الیاف نیز آسیب جزئی ببینند. در بررسی خصوصیات الیاف پنبه در کتاب تعیین ویژگی‌های الیاف نساجی سال اول، مشاهده کردید که الیاف پنبه در برابر حرارت مقاوم هستند ولی اگر مقدار حرارت بیشتر از حد باشد، الیاف پنبه زرد می‌شوند. اگر حرارت بیشتر از این شود رنگ زرد به قهوه‌ای می‌رسد و در نهایت، می‌سوزد. لیزرها از طریق رایانه کنترل می‌شوند. رایانه‌ها از طریق افزایش زمان، تأثیر حرارت را بیشتر می‌کنند. بنابراین مقدار حرارت را به دقت محاسبه می‌کنند تا در اثر حرارت کنترل نشده آسیبی به پارچه نرسد. در شکل ۲۹ نمونه‌ای از پارچه‌ای که با لیزر نقش دار شده است را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۹- ایجاد نقش با لیزر روی پارچه دنیم

### چاپ لیزر با توان بالا روی دنیم

در بسیاری از طرح‌ها، لازم است قسمتی از پارچه برش داده شود و از پارچه جدا شود. برای این کار از لیزر با توان زیاد استفاده می‌شود. این لیزر پارچه را می‌سوزاند و در نتیجه آتش‌سوزی کوچکی روی پارچه به وجود می‌آید. مکش هوا به سرعت آتش کوچک را مهار می‌کند و در نتیجه به بقیه نواحی پارچه آسیبی وارد نمی‌شود. پس از اتمام کار بایستی پارچه را شست‌وشو داد تا بو و حالت سوختن کناره‌های برش از بین برود. در شکل ۳۰ نمونه‌ای از برش پارچه با لیزر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۳۰- برش لیزری پارچه با توان زیاد شکل سمت راست (الیاف مصنوعی) شکل سمت چپ (پنبه)

کاربرد لیزر در صنایع به سرعت در حال گسترش است. استفاده از این تکنولوژی در صنایع برش و از جمله برش پارچه متداول شده است. برش پارچه در صنایع پوشاک نیز کاربرد زیادی دارد. برش با لیزر روی چوب، چرم، کاغذ و مقوا و حتی فلزات نیز کاربرد دارد.

لیزرهای با توان ۷۵ الی ۱۰۰ وات توانایی تأثیر عمقی روی پارچه را دارند. و برای برش پارچه مناسب می‌باشند. میزان توان لیزر برای برش پارچه به جنس و ضخامت پارچه ارتباط دارد.

نکته



پرسش ۷



به نظر شما دلیل شست‌وشوی پارچه پس از چاپ لیزری چیست؟

## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر بودمان یک نمره مستمر (از ۵ نمره) و یک نمره شایستگی بودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد.

جدول ارزشیابی بودمان ۳- تحلیل مواد رنگزا

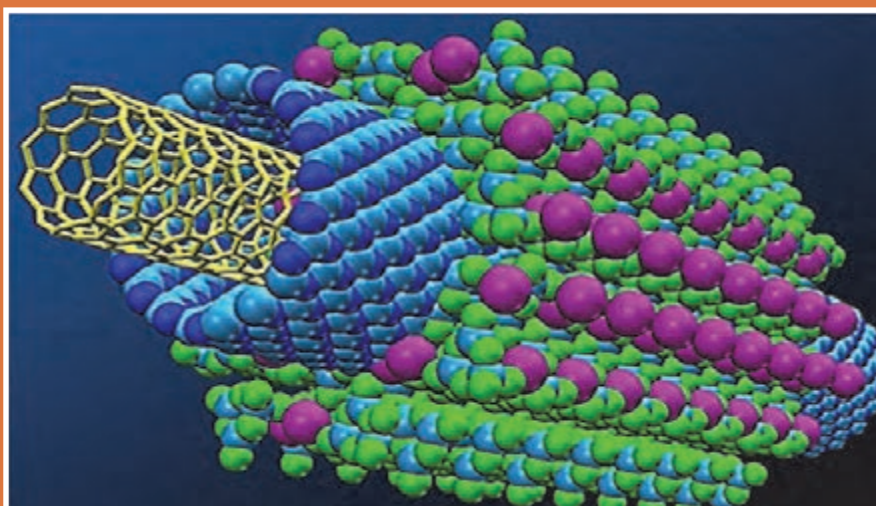
نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان بودمان فصل
۳	توانایی تجزیه و تحلیل اطلاعات مربوط به رنگریزی و چاپ و رفع عیوب	بالاتر از حد انتظار	استفاده از مواد رنگزای نساجی در شرایط متعارف رنگریزی و چاپ و بررسی اصول ثبات و کاربرد بهینه مواد رنگزا	مواد رنگزای نساجی	تحلیل مواد رنگزا
۲	شرایط مصرف و روش‌های بهینه مصرف و مراحل چاپ ویژه	در حد انتظار		کاربرد چاپ‌های ویژه	
۱	اسامی رنگ‌ها و طبقه‌بندی و کاربرد	پایین‌تر از انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی بودمان از ۳					
نمره بودمان از ۲۰					





پودمان ۴

## تحلیل نانومواد در نساجی



## آیا می‌دانید که:

- نانومقیاس و نانو ساختار چیست؟
- کاربرد مواد نانو در تکمیل پارچه چیست؟
- مواد نانو چگونه باعث ضدچروک و ضدآب و ضدباکتری و ضدآتش می‌شوند؟
- چگونه می‌توان از مصرف آب در صنعت نساجی کاست؟
- چرا و چگونه آب را در صنعت نساجی بازیافت و دوباره مصرف می‌کنند؟
- چرا با اینکه رنگرزی‌های بدون آب گران قیمت هستند ولی استفاده از آن گسترش می‌یابد؟
- چگونه نانو الیاف ساخته می‌شوند؟

## استاندارد عملکرد

پس از آموزش این پودمان انتظار می‌رود نانو مواد را تعریف کند و روش ساخت بعضی از آنها را بیان کند و روش‌های صرفه‌جویی در آب را فرا گیرد و نحوه ساخت موادی که باعث صرفه‌جویی مواد نساجی و انرژی مصرفی می‌گردد را بیاموزد.

## شایستگی ۱ – تحلیل نانومواد در صنعت نساجی

### نانو چیست؟

نانو از واژه یونانی «Nanos» به معنای کوتوله استخراج شده است. نانو یک ماده یا جسم نیست؛ بلکه فقط یک مقیاس با تأثیرات بسیار بزرگ در زندگی انسان می‌باشد. قدمت علم نانو به شروع حیات روی کره زمین بر می‌گردد. اولین مهندس فناوری نانو در حقیقت خود طبیعت می‌باشد. جانوران نرم‌تن صدف‌دار و حلزون‌ها، صدف‌های بسیار سختی را می‌سازند که در واحد نانو، دارای ساختار بسیار مستحکمی می‌باشند. نانو در گذشته به فیزیک اتمی شهرت داشت. پس از کاربردی شدن آن، به نانو شهرت یافت که کاربردی شدن آن، زندگی انسان را متحول ساخت. قرن بیست و یکم؛ قرن فناوری نانو، مهم‌ترین دوران صنعتی بشر خواهد بود. قرن معاصر، قرن نانو، قرن سلامتی، صرفه‌جویی و آرامش نامیده می‌شود.

واژه نانو همانند سانتی، میلی، دسی، کیلو، میکرون، مگا و... یک پیشوند اندازه و به معنای یک میلیاردم یا ( $10^{-9}$ ) هر مقیاس یا کمیت می‌باشد. در نانو، تعداد ذرات مهم نیست؛ بلکه اندازه و بزرگی ذرات مهم می‌باشد. هر گاه حداقل یک بُعد از ابعاد ماده بین ۱ تا ۱۰۰ نانومتر باشد، به آن ماده «نانومواد» گفته می‌شود.

چهار نوع نانوذره بر اساس تعداد ابعاد نانو موجود می‌باشد:

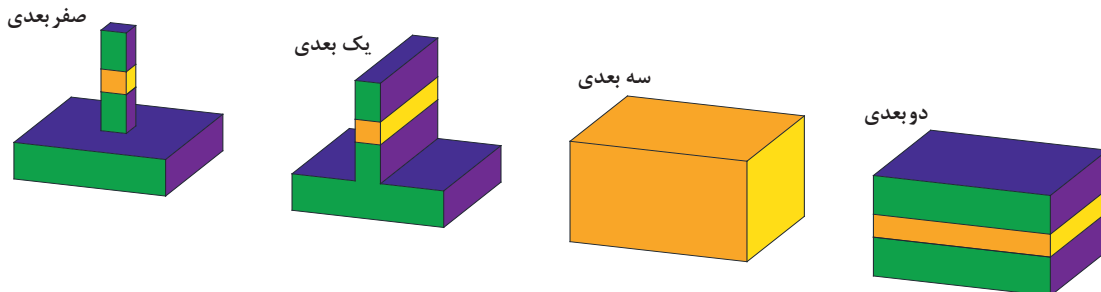
۱ صفر بعدی یا نانوذرات

۲ یک بعدی مثل نانوسیم، نانو لوله و نانوالیاف

۳ دو بعدی یا نانوپوشش‌ها مثل نانوپوشش ضدآب

۴ سه بعدی مثل نانو کامپوزیت، مواد حجیم نانو ساختار

در صورتی که هیچ کدام از ابعاد، خارج از محدوده مشخص شده نباشد، نانوذره، صفر بعدی یا نانوذرات اطلاق می‌شود. در شکل ۱ انواع نانوذرات بر اساس تعداد ابعاد آزاد با رنگ زرد نشان داده شده است.



شکل ۱- انواع نانوذرات (زرد رنگ) بر اساس تعداد ابعاد آزاد

## فناوری نانو (نانوتکنولوژی)

به هر فناوری که با ابعاد ۱۰۰ نانومتر و کوچک‌تر از آن سر و کار دارد، فناوری نانو گفته می‌شود. فناوری نانو، توانمندی طراحی، ساخت، تولید، توسعه، هدایت و کاربرد و بهره‌برداری از خواص و پدیده‌های فیزیکی، شیمیایی و زیستی این مقیاس در مواد، ابزارها و سیستم‌ها و سامانه‌های جدید با در دست گرفتن کنترل سطوح مولکولی و اتمی مواد در ابعاد حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشد. از فناوری نانو به عنوان رنسانس فناوری و روان‌کننده جریان سرمایه‌گذاری یاد می‌شود. یک نانومتر معادل یک میلیاردم متر می‌باشد. این مقدار حدود ۴ تا ۱۰ برابر قطر یک اتم می‌باشد. مکعبی به ابعاد ۲/۵ نانومتر حدود ۱۰۰۰ اتم را در خود جا می‌دهد. برای تجسم بهتر می‌توان تار موی انسان را مثال زد که اگر قطر آن در حدود ۶۰ هزار نانومتر باشد در مقایسه با جسمی به قطر ۶۰ نانومتر، ۱۰۰۰ برابر بزرگ‌تر است.

ورود محصولات متکی بر این فناوری جهشی بسیار عظیم در رفاه و کیفیت زندگی و توانمندی دفاعی و زیست‌محیطی به همراه خواهد داشت و موجب تحولات بزرگ اقتصادی می‌گردد. شاید بتوان گفت که تسخیرکنندگان علم و فناوری آینده در سه گروه فناوری اطلاعات، نانو فناوری و زیست‌فناوری خلاصه می‌شوند. فناوری نانو به دلیل پتانسیل بسیار بزرگی که برای ایجاد تغییرات در زندگی انسان‌ها دارد از دهه‌های آخر قرن بیستم مورد توجه بسیاری از دانشمندان و پژوهشگران قرار گرفته است. فناوری نانو با تسلط انسان بر اتم و دست‌کاری و آرایش دادن مجدد اتم‌ها، پیامدهای بسیار عظیمی در پی داشته است. همه فنونی که انسان در طول تاریخ جهت تولید قطعات مختلف استفاده کرده است؛ نظیر ذوب کردن، چکش‌کاری، قالب‌گیری و... به منظور تغییر چیدمان اتم‌های آن ماده بوده است. حرارت دادن به مواد جامد جهت ذوب کردن آنها، باعث فعال شدن اتم‌ها و تغییر حالت ماده از جامد به مایع می‌شود که هنگام انجماد در قالب مورد نظر نظم جدید و دلخواه به اتم‌ها داده می‌شود. در فناوری نانو، به اتم‌ها به صورت تک تک و دلخواه نظم می‌دهند و به طور مستقیم، قطعه مورد نظر با کیفیت عالی ساخته می‌شود. علم میان‌رشته‌ای نانو، تمام علوم را در بر گرفته است؛ به طوری که امروزه علوم و فناوری نانو در صنایع سنگین، نساجی و پوشاک، بهداشتی و آرایشی، کشاورزی، شیمیایی، برق و کامپیوتر، خودروسازی، نظامی، هوافضا، دریایی، عمران و ساختمان، راه‌سازی، غذایی، پتروشیمی، معدن، داروسازی، و... به سرعت در حال گسترش می‌باشد و دستاوردهای شگرفی داشته است.

بهره‌گیری از خواص ماده در مقیاس نانو، فواید و منافع بسیار زیادی دارد که موجب تحولات اساسی در زندگی انسان می‌شود. صرفه‌جویی در مصرف انرژی، صرفه‌جویی اقتصادی، صرفه‌جویی در زمان، کاهش هزینه‌های تولید، افزایش کیفیت محصولات، افزایش کیفیت استانداردهای زندگی، ایجاد زندگی سالم، کاهش وابستگی اقتصادی، افزایش درآمدهای ملی، کاهش سوخت‌های فسیلی، گسترش کامپیوترهای کوچک و کم‌مصرف، گسترش سطوح و لباس‌های همیشه تمیز و هوشمند، حذف آلاینده‌های شهری و صنعتی، حذف عوامل خطرناک جنگ‌های شیمیایی و میکروبی، ارسال دقیق دارو به نقاط مورد نظر بدن، افزایش طول عمر انسان‌ها، گسترش تجهیزات نظامی هوشمند و... از مهم‌ترین فواید بهره‌گیری از فناوری نانو می‌باشد.

با کمک فناوری IT، فیلم، عکس، انیمیشن، طرح‌واره‌هایی از کاربردهای فناوری نانو در حوزه‌های مختلف نمایش داده شود.

عکس و فیلم



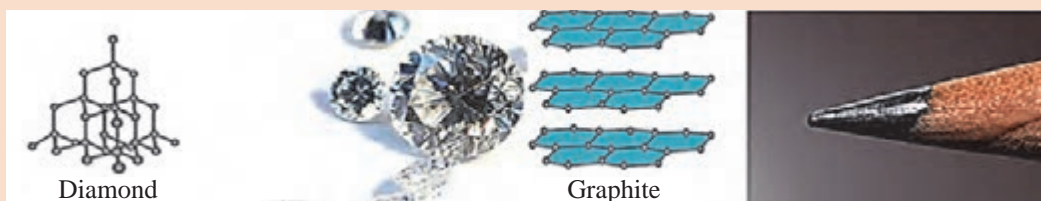
## تغییرات خواص مواد در شرایط نانو

رنگ، شفافیت، خواص الکتریکی، خواص مغناطیسی، میزان سختی، میزان حلالیت، نقطه ذوب، سرعت واکنش، میزان واکنش پذیری، رسانایی، الاستیسیته، استحکام، درصد ازدیاد طول، چگونگی ساختار اتصالات و پیوندهای شیمیایی و... از جمله خواص فیزیکی و شیمیایی مواد در ابعاد معمولی (ماکروسکوپی و قابل مشاهده) می باشند که بنابر تحقیقات علمی و تجربه در شرایط عادی، قابل تغییر نمی باشند و مواد از این طریق شناسایی می شوند.

تحقیق کنید!



گرافیت نرم و الماس سخت هر دو از اتم‌های کربن تشکیل شده‌اند. علت اختلاف میزان سختی این دو ماده چیست؟



شکل ۲- ساختار گرافیت لایه‌ای و الماس شبکه‌ای

در مقیاس نانو به علت افزایش اثرات سطحی و کوانتومی در مواد، ویژگی‌ها و خواص فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، و بیولوژیکی جدید در مواد حاصل می‌شود؛ به طوری که اگر برخی از مواد را در اندازه حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر کوچک‌تر کنید، اثر متقابل اتم‌ها با یکدیگر افزایش می‌یابد و امکان کنترل برخی از خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در مواد به وجود می‌آید که همین امر منجر به ایجاد خصوصیات جدید و تولید محصولات و فناوری‌های جدید با کارایی بالاتر و خواص جدید می‌گردد.

در ادامه به برخی از تغییرات خواص مواد در مقیاس نانو و ایجاد خواص جدید در مواد پرداخته می‌شود:

### تغییر رنگ

طلای خالص در حالت معمولی، زرد رنگ می‌باشد و رسانای نور نمی‌باشد، ولی همین ماده بسته به مقیاس‌های نانو می‌تواند به رنگ‌های قرمز، بنفش، نارنجی یا متمایل به سبز ظاهر شود که قادر به جذب نور می‌باشد. یکی از مهم‌ترین دلایل این تفاوت‌ها، افزایش نسبت مساحت سطحی مواد در مقیاس نانو می‌باشد. وقتی یک ذره به مقیاس نانو می‌رسد، مساحت سطح کل آن افزایش می‌یابد؛ در واقع وقتی که اندازه ذره کاهش می‌یابد، تعداد اتم‌هایی که در سطح ماده قرار می‌گیرند، نسبت به حالت توده یا معمولی افزایش می‌یابد و خصوصیات جدید و غیر منتظره‌ای ایجاد می‌کند.

ایرانیان در قرن‌های چهارم تا هفتم هجری از نانوذرات نقره و مس برای تزئین لعاب سفال‌های خود استفاده می‌کرده‌اند. نانوذرات طلا و نقره موجود در جام لیکرگوس در شهر رم در نور روز به رنگ سبز و با تاباندن نور به داخل جام به رنگ قرمز و صورتی دیده می‌شود. در شکل ۳ تصویر جام لیکرگوس در نور روز و پس از تاباندن نور به داخل آن مشاهده می‌شود.



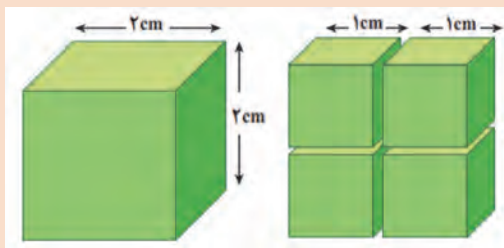
شکل ۳- تصویر جام لیکرگوس در نور روز و پس از تاباندن نور به داخل آن

### تغییر واکنش پذیری

موادی نظیر طلا و اکسید آلومینیوم در حالت معمولی در معرض هوای آزاد هیچ واکنشی انجام نمی‌دهند. با تغییر این مواد به ابعاد نانویی، سطح تماس این ذرات با محیط اطراف افزایش می‌یابد و بالطبع باعث افزایش واکنش پذیری این مواد می‌گردد. این واکنش آن قدر زیاد می‌باشد که از نانوذرات اکسید آلومینیوم به عنوان سوخت موشک و از نانوذرات طلا به عنوان کاتالیزور استفاده می‌گردد.

بزرگ‌تر شدن مساحت سطحی مواد، سطح بیشتری از مواد را نسبت به اتم‌های درون ساختار یک ماده، برای برهم‌کنش و واکنش‌پذیری آن ماده ایجاد می‌کند (اثر سطحی). افزایش واکنش‌پذیری مواد با کاهش اندازه ذرات، به این علت می‌باشد که اتم‌های داخل ماده به دلیل تعداد زیاد اتم‌های اطراف آن و تکمیل ظرفیت و پایداری، تمایلی به انجام واکنش ندارند؛ اما اتم‌هایی که در سطح ماده می‌باشند با تعداد کمتری اتم در ارتباط می‌باشند؛ بنابراین ظرفیتشان ناقص و به علت ناپایداری، واکنش‌پذیری بیشتری نسبت به اتم‌های داخل ماده دارند تا به سطح انرژی پایین‌تری برسند. حل شدن سریع شکر نسبت به قند بر این مطلب دلالت می‌کند.

از طریق تغییر در آرایش اتم‌ها، تغییر طول پیوند و زاویه پیوند، اتم‌ها به پایداری می‌رسند که این تغییرات سبب تغییر در خواص ماده می‌گردد. در زمان کار با نانوذرات، جهت جلوگیری از چسبیدن نانوذرات به یکدیگر و خطر کلوخه شدن آن، از مواد سطح فعال با دو سر آب‌دوست (قطبی) و آب‌گریز (غیر قطبی) استفاده می‌شود که با ایجاد دافعه الکتریکی و ممانعت فضایی مانع از به هم چسبیدن مجدد نانوذرات به یکدیگر و ایجاد کلوخه می‌گردد.



شکل ۴- تأثیر اثرات سطحی اجسام در جهت برهم‌کنش

فرض کنید یک قطعه به شکل مکعب به ابعاد ۲ سانتی‌متر موجود باشد. در صورتی که این مکعب را به ۸ مکعب با ابعاد ۱ سانتی‌متر تقسیم کنید، سطح آزاد چند برابر می‌شود؟ با افزایش سطح تماس چه اتفاقی می‌افتد؟

فعالیت  
کلاسی ۱



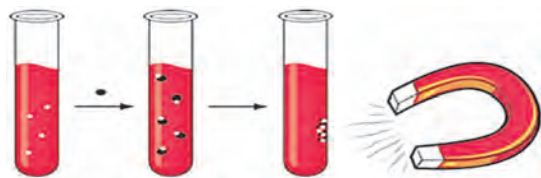


### تغییر شفافیت

شفافیت، میزان توانایی هر ماده در عبور نور مرئی از خود را مشخص می‌کند. هرچه میزان عبور نور از یک ماده بیشتر باشد، آن ماده شفاف‌تر خواهد بود. با توجه به خصوصیات هر ماده، آن ماده می‌تواند مقداری از نور را از خود عبور دهد و مابقی نور را جذب یا بازتاب کند. کرم‌های ضدآفتاب حاوی اکسید روی و تیتانیوم از مواد بسیار مفید برای جذب نور فرابنفش می‌باشند که نور مرئی را بازتاب می‌کنند و در سطح صورت به رنگ سفید مشاهده می‌شوند که جهت مصرف‌کننده ناخوشایند می‌باشد؛ حال اگر از نانوذرات اکسید روی و تیتانیوم در کرم‌های صورت استفاده شود، به دلیل اینکه طول موج بازتابیده شده از این مواد از طول موج نور مرئی کمتر می‌باشد؛ بنابراین نور مرئی را عبور می‌دهند و اثر سفیدی کرم بر روی پوست دیده نمی‌شود.

### تغییر خواص مغناطیسی

یکی از تغییرات بسیار کاربردی که در ابعاد نانویی برخی از مواد به وجود می‌آید، ایجاد خاصیت مغناطیسی می‌باشد. موادی نظیر طلا و اکسید آلومینیوم هر چند در حالت معمولی، خاصیت مغناطیسی ندارند، ولی نانوذرات آنها دارای خاصیت مغناطیسی می‌باشند. از خاصیت نانومغناطیسی مواد در پزشکی و داروسازی استفاده می‌شود؛ به طوری

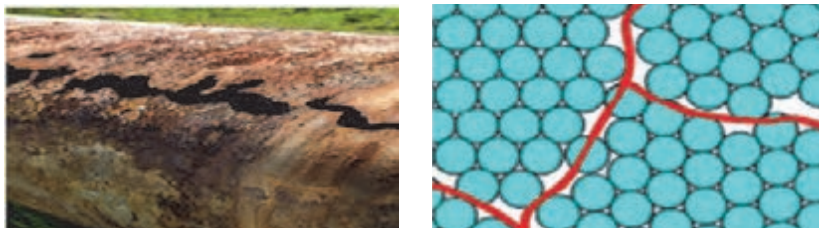


شکل ۵- اثر میدان مغناطیسی خارجی بر ذرات نانومغناطیس

که استفاده از برخی نانوذرات مغناطیسی باعث انتقال هدفمند دارو می‌شود و با کنترل میدان مغناطیسی خارجی، بعد از وارد شدن به بدن در محل بیماری، آزاد می‌شوند. در شکل ۵ اثر میدان مغناطیسی خارجی بر ذرات نانومغناطیس در خون مشاهده می‌شود.

### کاهش خوردگی در فلزات

در فلزات، اتم‌ها در حفره‌هایی منظم، به نام دانه قرار گرفته‌اند. اگر ۳ دانه با هم برخورد کنند، به محدوده مشترک بین آنها، مرزدانه گفته می‌شود که متعلق به هیچ دانه‌ای نمی‌باشد و با اتم‌های کناری خود پیوند کمی برقرار می‌کنند. زمانی که یک ماده خورنده در پوشش فلزی نفوذ می‌کند با اتم‌های مرزدانه پیوند تشکیل می‌دهند و مواد جدیدی نظیر زنگ آهن تولید می‌کنند که باعث خوردگی فلز می‌گردد. در برخی فولادهای حاوی نانوذرات مس که مساحت بیشتری از مرزدانه‌ها در معرض مواد خورنده می‌باشند، آثار کمتری از خوردگی و خستگی در فولاد مشاهده می‌شود. به نظر شما علت چیست؟ در شکل ۶ مرزدانه‌های فلزات معمولی در خطر پیوند با مواد خورنده به همراه آثار زیان بار آن در خوردگی فلزات نشان داده شده است.



شکل ۶- مرزدانه‌ها و خوردگی فلزات در خطر پیوند با مواد خورنده

## تغییر خواص مکانیکی

خواص مکانیکی مواد تابع اندازه ذرات می باشد؛ به طوری که با کوچک تر شدن اندازه ذرات، خواص مکانیکی آنها نظیر سختی، خستگی، استحکام کششی و... نیز تغییر می کند. هر چه مقاومت ماده در برابر خراش و نفوذ اجسام بیشتر باشد، آن ماده سختی بیشتری خواهد داشت. در ماشین آلات، مقاومت رنگ ماشین آلات در برابر خراش همواره مورد توجه قرار گرفته است. بارها دیده شده است که یک خراش کوچک بر سطح دستگاه و تماس آن قسمت با رطوبت، منجر به پوسیدگی و زنگ زدن بدنه دستگاه می گردد. نانو رنگ ها و نانو پوشش هایی که در رنگ دستگاه استفاده می شود چندین برابر رنگ های معمولی در برابر عوامل محیطی مقاوم می باشند.

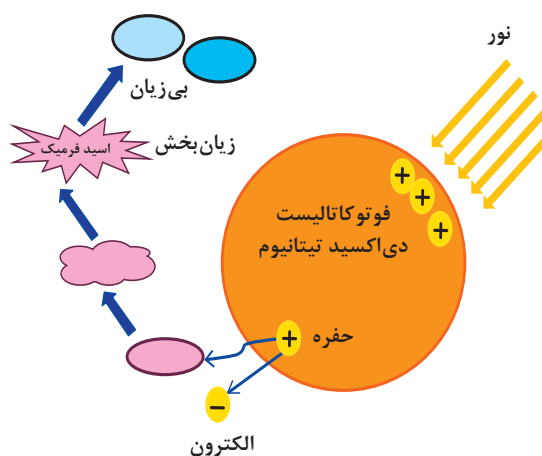
بحث کنید



دو عامل اساسی، نیروهای بین اتمی و ساختار سطحی مواد بر روی سختی مواد تأثیر گذار می باشد. به نظر شما دلیل افزایش سختی مواد در ابعاد نانو بر اساس این دو عامل چیست؟

به نیروهایی که به دلیل تغییر جهت نیرو، باعث شکستگی در یک ماده می شوند، خستگی گفته می شود. اگر یک سیم فلزی را چند بار به سمت بالا و پایین خم کنید، پاره یا شکسته می شود. بسیاری از سوانح و شکستگی ها که در قطعات صنعتی و ماشین آلات اتفاق می افتد به علت عامل خستگی در فلزات می باشد. خاصیت مکانیکی خستگی یک فلز را می توان با ریزدانه شدن یک ماده در ابعاد نانو و کاهش عیوب سطحی آن بهبود بخشید.

## ایجاد خواص آنتی باکتریال

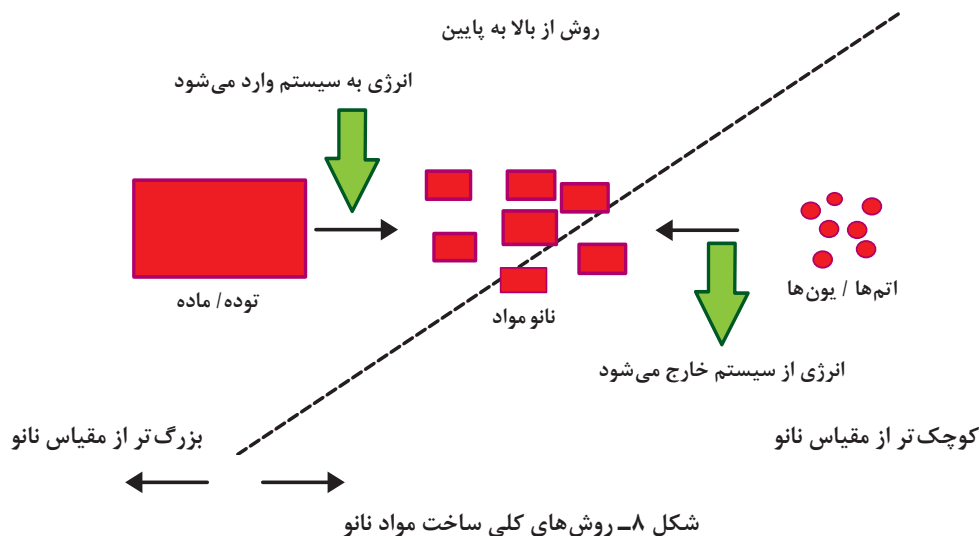


نانوذرات طلا و نقره دارای خواص ضد میکروب و آنتی باکتریال می باشند؛ بنابراین میکروارگانیسم های بیماری زا (پاتوژن ها) بر روی سطح آنها رشد و تکثیر نمی کنند. این مواد در لوازم آرایشی، بهداشتی، پوشاک و نساجی استفاده می شوند. برخی از مواد آنتی باکتریال نظیر نانوذرات اکسید تیتانیوم و اکسید روی نیمه رسانا با خاصیت فوتوکاتالیستی زیادی که دارا می باشند، با جذب نور فعال می شوند و عامل هیدروکسیل را آزاد می کنند. این عامل با انجام واکنش شیمیایی سبب تجزیه ترکیبات آلی نظیر کلر، میکروب و آلاینده شده و آنها را به آب و دی اکسید کربن تبدیل می کند. در شکل ۷ تأثیر فوتوکاتالیستی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر خواص ضد میکروبی نشان داده شده است.

شکل ۷- تأثیر فعالیت فوتوکاتالیستی نانوذرات دی اکسید تیتانیوم بر خواص ضد میکروبی

## روش‌های ساخت مواد نانو

روش‌های ساخت مواد نانو بسیار گسترده می‌باشد. از میان روش‌های ساخت نانوذرات می‌توان به دو روش کلی بالا به پایین و پایین به بالا اشاره کرد. در رویکرد بالا به پایین، اندازه یک ماده توده‌ای و حجیم به‌طور متناسب کاهش می‌یابد تا به یک ماده با ابعاد نانویی برسد. در رویکرد پایین به بالا، از کنار هم قرار دادن و دستکاری اتم‌ها با مقیاس کمتر از نانوذرات که ابعاد کوچک‌تری از مقیاس نانو دارند، جهت ساخت یک محصول نانومتری با چیدمان دلخواه استفاده می‌شود. در شکل ۸ روش‌های کلی در ساخت مواد نانو نشان داده شده است.

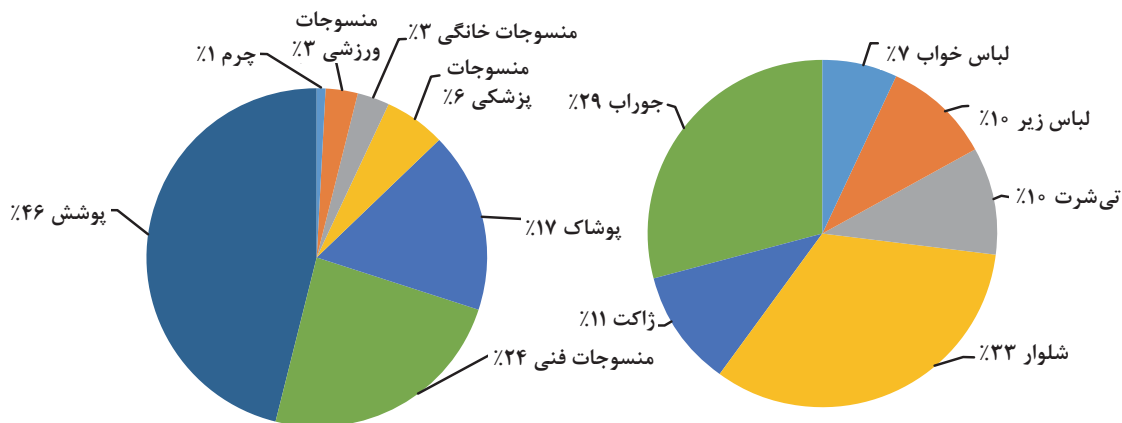


## فناوری نانو در صنعت نساجی

صنعت نساجی یک صنعت دیرپاست که از ابتدایی‌ترین تجهیزات تولید پوشاک آغاز و امروزه به یکی از گسترده‌ترین صنایع جهان تبدیل شده است. این صنعت با زنجیره تولید از مواد اولیه، الیاف، ریسندگی، بافندگی، رنگرزی، چاپ، تکمیل، انواع پوشاک، منسوجات صنعتی، فرش و... همواره میدان گسترده‌ای برای رشد و توسعه فناوری بوده است. در حال حاضر صنعت نساجی به یکی از اولین استفاده‌کننده‌ها از فناوری نانو تبدیل شده است. در صنعت نساجی بیشتر نانو ساختارها (Nano - Structure) و نانوپوشش یا نانو مقیاس (Nano - Scale) به منظور تولید مواد جدید نظیر نانو الیاف، اصلاح، بهبود و ایجاد خواص نوین در سطح و ساختمان مواد، افزایش کیفیت و کارایی محصولات و... به کار گرفته می‌شود.

با استفاده از فناوری نانو می‌توان ویژگی‌های اصلی منسوجات از قبیل نرمی، ماندگاری خواص، استحکام، قابلیت جذب رطوبت و... را بهبود بخشید و خواص کاربردی جدیدی از قبیل خواص ضد میکروبی، کند سوزی، ضد آب و لک، ضد سرما و گرما، ضد حشرات، ضد چروک، ضد الکتریسیته ساکن، ضد رنگ پریدگی، ضد سایش، ضد روغن، خود تمیز شونده، محافظت در برابر پرتوهای مضر، ضد بو و معطر سازی، کنترل تعرق، افزایش ثبات رنگ و... در منسوجات ایجاد کرد.

پیش‌بینی می‌شود در آینده‌ای نزدیک به مدد فناوری نانو و سایر راه‌حل‌های فناورانه در حوزه نساجی نظیر زیست‌فناوری و تکسترونیک و...، صنعت پوشاک به یکی از صنایع کارا، پر درآمد و پیشرو با بهره اقتصادی بالا و سازگار با محیط‌زیست تبدیل شود. در نمودارهای شکل ۹ میزان کاربرد فناوری نانو در پوشاک و سهم این فناوری در بخش‌های مختلف نساجی نشان داده شده است.



شکل ۹- نمودار میزان کاربرد فناوری نانو در پوشاک و سهم این فناوری در بخش‌های مختلف نساجی

با استفاده از فناوری نانو ایجاد خصوصیات عملکردی پیشرفته، بدون تأثیر نامطلوب بر ظاهر، زیردست و راحتی پارچه امکان‌پذیر می‌گردد. تکمیل‌های متداولی که برای ایجاد خصوصیات عملکردی در منسوجات به کار می‌روند، به‌راحتی با شست‌وشو یا استفاده کوتاه‌مدت از آن از بین می‌رود. از آنجایی که با استفاده از فناوری نانو تغییرات ایجاد شده در پارچه در سطح مولکولی اتفاق می‌افتد؛ بنابراین این تغییرات اغلب دائمی می‌باشند. فناوری نانو در نساجی به‌طور کلی اغلب شامل سه حوزه ۱- تولید نانومواد تک‌بعدی نانو الیاف (Nano - Fibers)، ۲- اصلاح خواص پوششی و چندگانه منسوجات با نانو مواد دو بعدی نانوپوشش یا نانو مقیاس (Nano - Scale) و ۳- اصلاح ساختار داخلی مواد و به‌کارگیری و سنتز نانومواد بر بستر منسوجات با نانومواد سه‌بعدی یا نانو ساختارها (Nano - Structure) می‌باشد.

در مورد کاربرد فناوری نانو در بخش‌های مختلف پوشاک و غیرپوشاک منسوجات (خانگی، فنی، محافظ و پیشرفته) در صنعت نساجی تحقیق کنید و در کلاس گزارش دهید.

تحقیق کنید ۲



در شکل ۱۰ عمده‌ترین نانومواد مورد استفاده در صنعت نساجی به همراه عملکرد و کارایی آنها نشان داده شده است.

کربن بلک هیدروکربن یا تخلخل نانومتری پوشش‌های نیتروژن دی‌اکسید سیلیکون	دی‌اکسید تیتانیوم	نانولوله کربن فلورواکریلات دی‌اکسید سیلیکون دی‌اکسید تیتانیوم (اناناز)	نقره کاپتوسان دی‌اکسید سیلیکون دی‌اکسید تیتانیوم اکسید روی	نانولوله کربن اکسید آلومینیوم پلی‌بوتیل اکریلات دی‌اکسید سیلیکون اکسید روی	کربن بلک مس نانولوله کربن پلی‌پیرول پلی‌آنیلین
بهبود رنگ‌پذیری	جاذب رطوبت	دافع آب و لکه / خود تمیز شونده	ضد میکروب	افزایش ثبات	رسانش الکتریکی / ضد الکتریسیته ساکن

### نانومواد مورد استفاده در صنعت نساجی و عملکرد آنها

مقاومت در برابر سایش	مقاومت در برابر پرتو الکترومغناطیس	رسانش یا عایق حرارتی	رهايش مواد مؤثر دارویی یا معطر	مقاومت در برابر آتش	مقاومت در برابر UV / رنگ‌پریدگی
نانولوله کربن	اکسید قلع ایندوم	نانولوله کربن دی‌اکسید وانادیوم	نانوساختارهای توخالی مانند سیکلودکسترین نانوذرات رس دی‌اکسید سیلیکون	نانولوله کربن بوروسیلوکسان نانوذرات رس خاکستر آتیموان	دی‌اکسید تیتانیوم (روتایل) اکسید روی

شکل ۱۰- عمده‌ترین نانومواد مورد استفاده در نساجی به همراه عملکرد آنها

هنرآموز گرامی، با نمایش فیلم، عکس، اسلاید، انیمیشن، جدول، نمودار و بازدید از مراکز مجهز به فناوری نانو، هنرجویان را با کاربردهای فناوری نانو در حوزه‌های مختلف نساجی بیشتر آشنا کنید.

عکس و فیلم



هنگامی که از نانومواد در فرایند تولید و تکمیل منسوجات استفاده می‌شود؛ این مواد در درون ساختار الیاف یا به صورت لایه پوششی خیلی نازک بر روی سطوح منسوج قرار می‌گیرند. استفاده از سامانه‌های نانومقیاس و تبدیل مواد به ذرات ریز نانویی در فرایندهای متداول نساجی نظیر تولید الیاف، تکمیل، پوشش‌دهی، رنگ‌ریزی، تصفیه آب و پساب و... باعث افزایش کارایی منسوجات می‌شود. در سال‌های اخیر منسوجات و کامپوزیت‌های لیفی در بخش‌های مختلفی نظیر کشاورزی، حمل‌ونقل، عمران و راه‌سازی، پزشکی، بسته‌بندی، محافظ، ورزشی، خانگی، خودروسازی، الکترونیک و... جایگزین مواد فلزی و پلاستیکی شده‌اند.

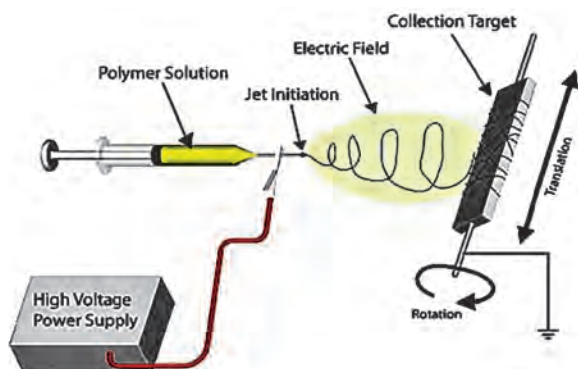
فناوری نانو به شیوه‌های مختلف می‌تواند سبب بهره‌وری بیشتر در صنعت نساجی، ارتقا کیفیت و طول عمر محصول، بهبود خواص مواد، تولید محصولات جدید و... شود و با ایجاد قابلیت‌های جدید و بهبود کارایی منسوجات، امکان حضور در بازارهای جهانی را فراهم کند. مطالعات نشان می‌دهد که در حال حاضر توجه عمده، بیشتر بر رویکردهای جدید تکمیل پارچه و نیز فناوری‌های پوشش‌دهی با آثار خارق‌العاده، متمرکز شده است. در جدول ۱ برخی از کاربردها و قابلیت‌های مهم فناوری نانو در منسوجات کاربردی نشان داده شده است.

جدول ۱- برخی از روش‌های کاربردی و قابلیت‌های مهم فناوری نانو در منسوجات کاربردی

حوزه کاربردی	کاربردها و فناوری‌های به کار رفته
پوشاک ورزشی و بیرونی	ضدمیکروب، ضدباکتری، ضدآب و تنفس‌پذیر، ضدضربه، ضدلکه، ضدبو، مدیریت رطوبت، احساس راحتی و سبکی، خود تمیز شونده، منسوجات هوشمند، حسگرها، محافظت در برابر پرتو فرابنفش، عایق سرما و گرما و... با استفاده از فناوری‌های نانوالیاف‌ها، الیاف نانو کامپوزیت‌ها و پوشش‌دهی بسیار نازک منسوجات با نانوذرات مخصوص نظیر نقره، اکسید روی، اکسید مس و دی‌اکسید تیتانیوم
منسوجات پزشکی و بهداشتی	ایجاد خواص ضدمیکروب و باکتری و ضدبو، اکسیژن‌ساز و صافی شیمیایی، اعضای مصنوعی، کشت سلول، تشخیص بیماری، انواع محصولات بهداشتی زنانه و بچگانه، حسگرهای زیست‌پزشکی، مهندسی بافت مصنوعی اعضای بدن، پوشش رها سازهای دارو، نخ‌های بخیه، ضدلکه و... با استفاده از نانوالیاف‌ها یا پوشش‌دهی منسوجات بیمارستانی با نانوذرات ضدباکتری با استفاده از فناوری‌های نانوالیاف کامپوزیت‌ها، نانولوله‌های کربنی، نانوذرات نقره، نانوذرات اکسید روی، اکسید مس و سایر نانوپوشش‌های مخصوص با قابلیت پوشش‌دهی بسیار نازک منسوجات
منسوجات خانگی، صنعتی، کشاورزی نظامی، خودرو	ایجاد خواص ضدمیکروب، ضدقارچ، ضدباکتری، ضدحساسیت، ضدآب، ضدلکه، ضدروغن، ضدچروک، ضدآبرفتگی، آبدوست و جاذب رطوبت و عرق بدن، ضدبو، ضدچروک، ضدگرد و غبار، ضدپرتو فرابنفش و رادیواکتیو، ضدالکتریسیته ساکن، لباس گرم یا خنک‌کننده، سطوح و لباس خود تمیزشونده، عطرآگین کردن، افزایش ثبات رنگ و سایشی، افزایش قابلیت رنگ‌پذیری، عایق‌بندی صوتی و حرارتی، ضد حریق یا کندسوز، افزایش استحکام و ایمنی، پوشش حسگر، فیلتراسیون هوا و روغن و سوخت خودرو، جاذب صوت در موتور خودرو، الیاف تقویت‌کننده لاستیک و کامپوزیت‌ها در خودرو، کمر بند ایمنی و کیسه هوا، پوشش کف و سقف و بدنه خودرو و... با استفاده از فناوری‌های نانو الیاف‌ها، نانولوله‌های کربنی، نانوذرات نقره، نانوذرات اکسید روی و پوشش‌دهی بسیار نازک منسوجات با نانوذرات مخصوص نمایشگرهای نوری، کاربردهای کامپیوتری، لباس‌های هوشمند، رباتیک، تصفیه‌کننده آب، ضدگلوله و ترکش، ضد مواد شیمیایی، ضدعفونت و... با استفاده از نانوالیاف و پوشش‌های نانو مقیاس گوناگون

## فناوری نانوالیاف

فناوری نانو مفهوم جدیدی نیست. این فناوری به معنای استفاده از موادی می‌باشد که حداقل در یک بعد، نانومقیاس باشند. نانوفناوری دانشی است که به مطالعه و دست‌کاری مواد در سطح اتم یا مولکول می‌پردازد. هنگامی که قطر الیاف پلیمری از میکرون به چند صد نانومتر کاهش می‌یابد، خواص ویژه‌ای نظیر نسبت سطح به حجم بسیار بالا در مقایسه با مواد شناخته شده به دست می‌آورد. این خواص برجسته، نانوالیاف پلیمری را به گزینه‌ای مناسب جهت بسیاری از کاربردهای مهم از جمله فیلتراسیون، منسوجات پزشکی و... تبدیل می‌نماید. روش مرسوم در تولید نانو الیاف با قطر ۱۰۰ تا ۴۰۰ نانومتر، فرایند الکتروریسی می‌باشد. در این روش جریان مولکول‌های زنجیره پلیمری یافته شده محلول یا مذاب از طریق ایجاد اختلاف پتانسیل هزاران ولت بین نازل و جمع‌کننده الیاف (کالکتور) به سرعت از نازل خارج شده و تولید الیاف نانوالیاف پلیمری می‌گردد. در این روش از نانوذرات یا نانولوله‌ها جهت بهبود خواص نانوالیاف همراه نانوالیاف استفاده می‌شود.



مهم‌ترین استفاده نانوالیاف در تولید فیلترهای هوا و تصفیه آب و پساب می‌باشد. نانوالیاف به سه گروه پلیمری، کربنی و معدنی تقسیم می‌شوند. از جمله کاربردهای فناوری نانو در منسوجات می‌توان به نانوالیاف به کار رفته در روکش مبلمان، روکش معطر اثاثیه و سطوح خودتمیزشونده اشاره کرد. در شکل ۱۱ نمای شماتیک از تولید نانوالیاف در دستگاه الکترورسی نشان داده شده است.

شکل ۱۱- نمای شماتیک از تولید نانوالیاف در دستگاه الکترورسی

### نانوکامپوزیت‌ها و الیاف کامپوزیتی نانساختار

نانوکامپوزیت به گروهی از کامپوزیت‌ها که حداقل یکی از اجزای آن نانومقیاس باشد، اطلاق می‌شود. نانوکامپوزیت‌ها از پلیمرها و نانوذرات فلزی، اکسیدها و سایر مواد دارای خواص متنوع و بهبود یافته ایجاد می‌شوند. به عنوان مثال از خاصیت خوب تأخیر در شعله‌پذیری کامپوزیت‌های مشتمل بر نانوذره سیلیکات، می‌توان به خوبی در منسوجات سرویس خواب، پرده‌ها و... استفاده کرد.

الیاف کامپوزیتی نانساختار، الیافی می‌باشند که در ساختار آنها از مواد نانساختار نظیر پرکننده‌های نانومقیاس مانند نانوذرات خاک رس، اکسیدهای فلزی، دوده، نانوالیاف گرافیکی و نانولوله‌های کربنی استفاده می‌شود. مزیت اساسی الیاف نانو کامپوزیتی تولید شده به روش ذوب‌رسی این است که تنها با اعمال تغییرات اندک می‌توان یک خط تولید الیاف پلیمری معمولی را به خط تولید الیاف کامپوزیتی نانساختار تبدیل کرد.

### فناوری نانو در ریسندگی و بافندگی

قطعات ماشین‌آلات ریسندگی و بافندگی نظیر تسمه، چرخ دنده‌ها، دندانه‌های چرخ و تسمه و گیره‌های راپیر، سطح انواع سوزن‌ها و خارها در زنده‌ها و ماشین‌کارد و سوزن‌زنی و حلقوی، روتور، رینگ و شیطانک، سطح غلتک‌های کشش، پروژکتایل‌ها، نوار آپرون و... در معرض سایش، خوردگی، فرسودگی، تنش بالا، حرارت، اصطکاک، خراش، شکستگی، خستگی و... می‌باشند. امروزه با کمک فناوری نانو بسیاری از مشکلات استفاده از قطعات و ماشین‌آلات نساجی کاهش یافته است و بازدهی ماشین‌آلات نساجی به علت کاهش توقفات و افزایش عمر محصولات، افزایش یافته است.

جهت افزایش عمر کاری قطعات و ماشین‌آلات اغلب از فرایند آبکاری، به کارگیری قطعات سرامیکی و پلیمری مخصوص و... استفاده می‌شود که باعث آلودگی محیط‌زیست و افزایش قیمت تمام‌شده ماشین‌آلات می‌گردد.

نکات  
زیست‌محیطی





## برخی از کاربردهای نانو پوشش در قطعات ماشین‌های ریسندگی و بافندگی

- ۱ تعویض ۱ تا ۶ عدد از چرخ‌های راپیر یک ماشین بافندگی پارچه یا فرش ماشینی باعث توقف طولانی مدت ماشین بافندگی می‌گردد، در حالی که استفاده از نانو پوشش در سطوح دندانه‌های چرخ دنده، عمر محصول را تا ۵ برابر افزایش می‌دهد.
- ۲ اعمال نانو پوشش‌های  $\text{SiO}_2$  بر روی نوار نقاله آپرون ماشین ریسندگی باعث کاهش ساییدگی و پارگی می‌شود و رفتار اصطکاکی را بهبود می‌دهد و بالطبع حرکت الیاف منسجم‌تر و متراکم‌تر می‌شود.
- ۳ کاهش ساییدگی، خوردگی، پایداری شیمیایی و چگالی قطعه پروژکتایل و افزایش رسانایی حرارتی آن در زمان ورود به محفظه ترمز پروژکتایل با اعمال نانو پوشش‌های  $\text{TiO}_2$  و  $\text{WS}_2$  و نانولوله‌های کربن
- ۴ کاهش سایش، شکستگی، خستگی، حرارت، اصطکاک و تنش در رینگ، شیطانک، سوزن‌ها و خارهای ماشین‌های ریسندگی، بافندگی و سوزن‌زنی با اعمال نانو پوشش‌ها در قطعات متحرک و ثابت
- ۵ کاهش خراش، ساییدگی و خوردگی در سطح دیسک چرخانه (روتور)، کاهش اصطکاک بین الیاف و روتور با اعمال نانو پوشش‌ها در سطح روتور یا چرخانه
- ۶ جلوگیری از ساییدگی غلتک‌های کشش، عدم نیاز به سنگ‌زنی، کاهش پارگی و توقف تولید با بهره‌گیری از نانو پوشش‌ها در سطوح غلتک‌های فولادی منطقه کشش

## فناوری نانو در رنگرزی و چاپ منسوجات

رنگرزی یک فرایند شیمیایی می‌باشد که در آن رنگینه به دلیل تمایل ذاتی در سطح الیاف جذب و سپس به درون الیاف نفوذ می‌کند. روش‌های مختلفی جهت جذب و نگهداری رنگینه‌ها توسط لیف وجود دارد. در جدول ۲ ساز و کار رنگرزی اغلب الیاف با رنگینه‌های ویژه آن مشخص شده است.

جدول ۲- ساز و کار رنگرزی اغلب الیاف با رنگینه‌های ویژه آن

الیاف	رنگینه	ساز و کار	الیاف	رنگینه	ساز و کار
سلولزی	مستقیم	پیوند هیدروژنی	پروتئینی	اسیدی	پیوند نمکی
سلولزی	راکتیو	پیوند کووالانسی	پروتئینی	کرومی، راکتیو	پیوند کووالانسی
سلولزی	خمی، گوگردی، یخی (آزوتیک)	غیر محلول کردن	نایلون	اسیدی	پیوند نمکی
آکریلیک	بازیک	پیوند نمکی	نایلون	راکتیو	پیوند کووالانسی
پلی‌استر	دیسپرس	تشکیل محلول جامد	استات سلولز	دیسپرس	تشکیل محلول جامد

نیاز به ثبات‌های رنگی بالا، افزایش قدرت رنگی با کاربرد مقدار ماده کمتر، کاهش آلاینده‌گی محیط‌زیست، کاهش مصرف انرژی، رنگ‌پذیر نمودن الیاف کریستالی غیر قطبی و فاقد گروه عاملی نظیر پلی‌پروپیلن، نایلون و... موجب افزایش استفاده از فناوری نانو در بخش رنگرزی و چاپ شده است.

نکات  
زیست‌محیطی



فناوری نانو به عنوان یک فناوری بین رشته ای در رنگرزی و چاپ باعث رشد روز افزون کیفیت و بهبود رنگرزی و چاپ شده است. فناوری نانو می تواند با انتخاب رنگینه و رنگزای مناسب و همچنین بهینه کردن فرایند رنگرزی و چاپ، نقش مهمی در جهت افزایش کیفیت رنگرزی و چاپ منسوجات ایفا کند. رنگ پذیری و افزایش سرعت جذب رنگزاهای دیسپرس و سایر قابلیت های دیگر در این منسوجات با وارد کردن نانوپرکننده ها بهبود می یابد. افزایش قابلیت رنگ پذیری پارچه ها با روش پوشش دهی مواد جاذب بر روی پارچه ها نیز صورت می گیرد. به عنوان مثال ایجاد لایه امولسیون از نانوذرات کیتوسان بر روی ابریشم باعث افزایش ۱۰۰ تا ۲۰۰ برابری قابلیت رنگ پذیری در این کالا می گردد که منجر به کاهش مصرف رنگزا و آلودگی شده و به پارچه خاصیت ضد میکروبی می دهد. در قسمت سمت راست شکل ۱۲ افزایش قابلیت رنگ پذیری ابریشم تکمیل شده با نانوذرات کیتوسان مشهود می باشد.



شکل ۱۲- افزایش قابلیت رنگ پذیری ابریشم تکمیل شده با نانوذرات کیتوسان

در برخی موارد با استفاده از فناوری پلاسما، اصلاحات سطحی فیزیکی و شیمیایی در حد نانو بدون تغییر خواص توده بر روی پارچه انجام می شود که سبب افزایش آبدوستی و تغییر گروه های شیمیایی سطح شده و بهبود و یا تغییر در رنگ پذیری و ثبات رنگی ایجاد می کند. یکنواختی چاپ و رنگرزی، میزان جذب رنگ بالا، ثبات رنگی مناسب، عدم ایجاد اثر نامطلوب بر خواص کالا و عدم ایجاد پساب رنگی و سمی و... از جمله پارامترهای مهم در انتخاب مواد رنگی می باشد. یکی از روش های نوین و پیشرفته در جهت تسریع سرعت رنگرزی، افزایش جذب مواد رنگی و ثبات رنگی، رنگرزی منسوجات فاقد گروه های عاملی و بهبود پساب رنگرزی، استفاده از فناوری نانو در رنگرزی و چاپ می باشد. در ادامه به برخی از رویکردهای مختلف استفاده از فناوری نانو در رنگرزی و چاپ منسوجات اشاره شده است.

#### رویکردهای مختلف استفاده از فناوری نانو در رنگرزی و چاپ منسوجات:

- ۱ استفاده از رنگزاهای و رنگدانه های نانو مقیاس به صورت مستقیم به عنوان رنگینه
- ۲ بهبود آبدوستی و رنگ پذیری منسوجات از طریق تکمیل با پوشش های نانو ساختار
- ۳ پوشش دهی پارچه رنگ شده با نانولایه به منظور بهبود ثبات رنگی
- ۴ تصفیه پساب رنگرزی با فناوری نانو و بازگشت آب تصفیه شده به چرخه تولید
- ۵ افزایش عمر قسمت های مختلف ماشین آلات و مخازن رنگرزی و چاپ با بهره گیری از نانوپوشش ها

کاربرد فناوری نانو در بخش رنگرزی و چاپ، مزایای بسیار زیادی به همراه دارد. در ادامه به برخی از این مزایا اشاره می‌شود:

### مزایای کاربرد فناوری نانو در چاپ و رنگرزی:

- ۱ افزایش عمق و درخشندگی رنگ
- ۲ کاهش مصرف آب، انرژی و مواد کمکی مصرفی
- ۳ رنگرزی و چاپ آسان منسوج با ساختار کریستالی و فاقد تمایل به جذب رنگینه
- ۴ تکمیل چندمنظوره منسوجات (ضد باکتری، ضد آب و... کردن پارچه در حین رنگرزی و چاپ)
- ۵ افزایش ثبات رنگ (ثبات شست‌وشویی، نوری، سایشی و...)
- ۶ بهبود کیفیت پساب رنگرزی و چاپ
- ۷ افزایش سرعت رنگرزی و چاپ و بهبود قابلیت رنگ‌پذیری

استفاده از نانومواد نظیر ترکیبات سیکلودکستین، درخت‌سان‌ها، نانورس‌ها، کیتوسان‌ها، نانوذرات فلزی و به‌کارگیری فناوری پلاسما، برخی از کاربردهای فناوری نانو در بخش رنگرزی می‌باشد. در ادامه به برخی از نانومواد و فناوری نانویی به‌کار رفته در بخش رنگرزی پرداخته می‌شود:

### سیکلودکستین‌ها

سیکلودکستین‌ها یکی از پرکاربردترین مواد نانو در نساجی می‌باشد که به سه دسته آلفا، بتا و گاما سیکلودکستین تقسیم‌بندی می‌شوند. مشخصه اصلی سیکلودکستین‌ها، توانایی تشکیل کمپلکس جامد (کمپلکس میزبان - میهمان) با گستره وسیعی از ترکیبات جامد، مایع و گاز از طریق برهم‌کنش مولکولی می‌باشد. این مواد به علت برخورداری از دو سر آبدوست و آب‌گریز، مکان‌های خوبی برای جذب مواد رنگ‌زا با ایجاد پیوندهای هیدروژنی و یا یونی ضعیف در رنگرزی ایجاد می‌کنند. مواد نانویی سیکلودکستین همچنین با تغییراتی که در سطح منسوجاتی نظیر پنبه، پلی‌استر، پشم، پلی‌پروپیلن و... ایجاد می‌کنند، باعث افزایش جذب رنگ‌زا و ثبات‌های شست‌وشویی و سایشی در منسوجات می‌شوند.

رنگرزی پارچه‌های نایلونی در حضور سیکلودکستین موجب افزایش حدود ۴ تا ۱۰ برابری یکنواختی رنگرزی و تغییر اندکی در قدرت رنگی می‌شود. نتایج تحقیقات نشان می‌دهد که حضور گاما سیکلودکستین در مقایسه با بتا سیکلودکستین، به دلیل پایداری نسبی بالاتر، کمپلکس سیکلودکستین - رنگ و سرعت نسبی رهایش رنگ‌زا و نفوذ آن به درون لیف منجر به افزایش جذب رنگ‌زا و یکنواختی بیشتر در رنگرزی می‌گردد. رنگ‌زاهای کاتیونی (بازیک) مهاجرت بسیار کمی بر روی الیاف اکریلیک دارند؛ بنابراین عدم یکنواختی رنگرزی در این دسته الیاف مشهود و مشکل‌ساز می‌باشد. استفاده از بتا سیکلودکستین در رنگرزی الیاف آکریلیک با رنگ‌زاهای بازیک (کاتیونی) ضمن ایجاد یکنواختی در رنگرزی، عمق رنگی را نیز افزایش می‌دهد. رنگ‌پذیری الیاف پلی‌پروپیلن اصلاح شده با سیکلودکستین، با به‌کارگیری رنگ‌زاهای اسیدی، دیسپرس و راکتیو در روش رمق‌کشی به‌طور قابل توجهی افزایش می‌یابد. پارچه پلی‌پروپیلن با فرایند پد-خشک-پخت و از طریق واکنش اتصال عرضی با سیکلودکستین به فرم پلی‌پروپیلن اصلاح شده تبدیل می‌شود. تشکیل کمپلکس درجا میان رنگینه و بتا سیکلودکستین متصل به الیاف پلی‌پروپیلن موجب افزایش سرعت رمق‌کشی رنگ‌زا در حمام رنگرزی می‌شود.

## درخت سان‌ها

درخت سان‌ها، پلیمرهای شاخه‌ای با وزن مولکولی کم می‌باشند که دارای گروه‌های پایانی و گروه‌های عاملی زیاد با یک هسته مرکزی می‌باشند. گروه‌های عاملی بیرونی، تعیین‌کننده میزان حلالیت و واکنش‌پذیری درخت سان‌ها می‌باشند.

پلی پروپیلن اصلاح شده و پلی آمیدوآمین دو درخت سان پر کاربرد با گروه‌های انتهایی آمین می‌باشند که نقش بسیار زیادی در اصلاح پارچه‌های نایلونی ایفا می‌کنند. این مواد همچنین بر روی پارچه‌های پنبه‌ای و پشمی باعث بهبود رنگرزی و ایجاد خاصیت ضد میکروبی می‌گردد. این مواد با اندازه مولکولی کوچک به راحتی در کالاهای نساجی نفوذ می‌کنند؛ به طوری که رمق‌کشی و تثبیت رنگ‌زای راکتیو را بر روی الیاف اصلاح شده افزایش می‌دهد.

پیش‌عملیات رنگرزی با درخت سان‌ها، قدرت رنگی پارچه‌های پنبه‌ای را افزایش می‌دهد. به عنوان مثال اتصال پلیمر بسیار شاخه‌دار با گروه انتهایی آمین به لیف پنبه سبب افزایش قدرت رنگی لیف در زمان رنگرزی بدون نمک با رنگ‌زای راکتیو می‌شود. از طرفی، در حضور اسیدسیتریک، پیش‌عملیات پنبه با پلیمرهای بسیار شاخه‌دار با گروه انتهایی آمین به عنوان عامل اتصال عرضی می‌تواند رنگ‌پذیری الیاف پنبه‌ای با رنگ‌زاهای راکتیو را ارتقاء دهد.

جهت رنگرزی الیاف پلی پروپیلن، ابتدا درخت سان آلکیل دار شده با پلی پروپیلن مخلوط می‌شود و سپس به صورت لیف ریسیده می‌شود. زمانی که این لیف درون محلول رنگی مناسب قرار می‌گیرد، رنگ درون درخت سان موجود در لیف قرار می‌گیرد و لذا لیف به آسانی رنگرزی می‌شود.

منشأ اصلی مشکلات رنگرزی پلی آمید، محدودیت تعداد گروه‌های آمینی موجود در طول زنجیرهای مولکولی آنها می‌باشد که با افزایش تعداد گروه‌های آمینی، خواص رنگرزی این دسته پلیمرها بهبود می‌یابد. افزودن درخت سان‌های پلی آمیدی و آمینی به پلیمر سبب دستیابی به پلی آمید ابر جاذب با هزینه پایین می‌شود؛ به طوری که میزان رنگ‌پذیری برخی پلیمرهای اصلاح شده با این روش تا ۳۰ برابر افزایش می‌یابد.

## نانوذرات فلزی

پارچه‌های متشکل از الیاف طبیعی (پنبه‌ای و پشمی) با خواص چندگانه نظیر پارچه‌های رنگ شده، ضد میکروب و محافظ در برابر پرتو فرابنفش به طور مؤثر از طریق سنتز در جای نانوذرات نقره درون پارچه قابل تهیه می‌باشند. عمل کردن پارچه پشمی، ابریشمی، و پنبه‌ای با نانوذرات نقره علاوه بر خواص ضد میکروبی، استحکام کششی و عمق رنگی این پارچه‌ها را نیز افزایش می‌دهد. جهت اضافه کردن نانوذرات بر سطح پارچه، پارچه مورد نظر را در درون محلول نیترات نقره غوطه‌ور می‌کنند و سپس دمای محلول را تا رسیدن به نقطه جوش افزایش می‌دهند و در انتها محلول تری سدیم سیترات به صورت قطره قطره به این مخلوط اضافه می‌کنند.



افزودن نانوذرات نقره به پارچه‌های پنبه‌ای، پشمی و ابریشمی از طریق روش پد کردن غوطه‌وری پارچه درون محلول نانونقره به مدت ۱۰ دقیقه، پد کردن با برداشت ۷۰ درصد، خشک کردن و پخت در دمای ۱۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰ دقیقه و سپس رنگ‌رزی این پارچه‌ها با رنگ‌زای مستقیم، موجب افزایش قدرت رنگی می‌شود. در ضمن عمق رنگی، ثبات شست‌وشویی و نوری پارچه با عملیات بعدی پارچه با نانو کلونیدها افزایش می‌یابد. هنرآموز گرامی: در صورت فراهم بودن امکانات، این آزمایش در آزمایشگاه رنگ‌رزی انجام شود.

تکمیل نمودن پارچه پنبه‌ای با نانوذرات مس، رنگ‌پذیری لیف پنبه‌ای با رنگ‌زای مستقیم را افزایش می‌دهد. در ضمن خواص ضد میکروبی، ثبات شست‌وشویی و نوری نیز افزایش می‌یابد. نانوذرات اکسید مس نیز به عنوان یک ماده رنگ‌زا جهت رنگ‌رزی کالای پشمی استفاده می‌شود. پارچه‌های رنگ‌رزی شده با این نانوذرات از خواص ضد میکروبی و ضد اشعه فرابنفش برخوردار می‌باشند و طیف وسیعی از رنگ‌های قهوه‌ای را در پارچه می‌توان با آن ایجاد کرد.

به کارگیری نانوذراتی نظیر دی‌اکسید زیرکونیوم به عنوان دندان در رنگ‌رزی الیاف پشمی با رنگ‌زای طبیعی به روش پیش‌دندان، سبب افزایش رنگ‌پذیری و ایجاد خاصیت کندسوزی و ضد میکروبی در پارچه پشمی می‌گردد. تکمیل نمودن پارچه پلی‌استری با نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم و رنگ‌رزی این الیاف در غیاب ماده سمی کریر علاوه بر ایجاد فام مناسب، خواص چندگانه‌ای از قبیل خود تمیزشوندگی، آبدوستی و حفاظت از کالا در برابر پرتوی فرابنفش را به همراه دارد. با انجام عملیات فراصوتی، نانورنگ‌زاهای دی‌سپرسی تولید شده است که منجر به افزایش قدرت رنگی الیاف پلی‌استر رنگ‌رزی شده در دمای پایین می‌گردد. جهت افزایش ثبات رنگی نیز می‌توان کالای رنگ‌رزی شده با دی‌سپرسیون نانوذرات اکسید روی درون پروپانول به مدت ۱۰ دقیقه غوطه‌ور کرد. یکی از جدیدترین رویکردها در تولید الیاف پلی‌پروپیلن، اختلاط پلی‌پروپیلن با نانوذرات آلومینا و معدنی می‌باشد. این نانوذرات در حالت مذاب در داخل ماتریس پلی‌پروپیلن قرار داده می‌شوند. این نانوذرات مسیرهایی برای عبور رنگینه و جذب آن در توده پلیمر ایجاد می‌کنند. مقدار برداشت رنگینه توسط کامپوزیت پلی‌پروپیلن - نانوذرات خاک رنگ‌رزی شده با رنگ‌زاهای دی‌سپرس، با افزایش درصد نانوذرات به صورت خطی افزایش می‌یابد. استفاده از مستربچ اصلاح‌شده با نانوذرات خاک رس نیز باعث بازده بهتر رنگ‌رزی پلی‌پروپیلن می‌شود. از نیترات نقره به عنوان نمک نقره و از کلرید قلع به عنوان احیا کننده و دندان رنگ‌رزی استفاده می‌شود. در این فرایند، ابتدا عملیات دندان دادن پارچه نایلونی با کلرید قلع انجام می‌شود. پس از آن سنتز همزمان نانوذرات نقره به صورت درجا در محیط آبی بر روی سطح پارچه نایلونی و رنگ‌رزی با رنگ‌زاهای کرومی انجام می‌شود.

### نانوذرات خاک رس

خاک رس به طور معمول دارای ساختار لایه‌ای متشکل از سیلیکات آلومینیوم آب‌دار در ابعاد بسیار کوچک می‌باشد. در رنگ‌رزی به دو روش نانوذرات خاک رس استفاده می‌شود:

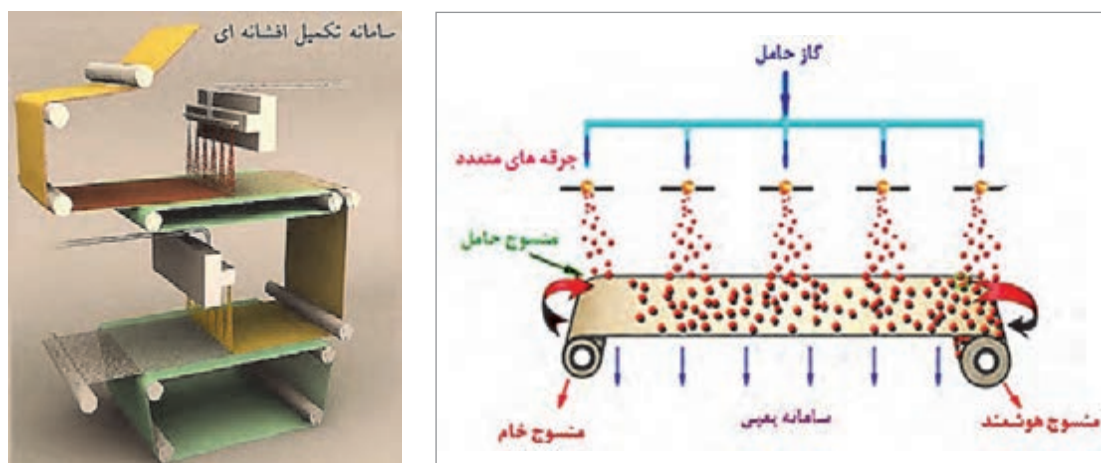
**روش اول:** نانو پوشش‌دار کردن سطح الیاف، که به علت تمایل رنگ‌زا به نانوذرات، جذب رنگ‌زا از طریق پیوندهای هیدروژنی افزایش می‌یابد و رنگ‌زای بیشتری روی پارچه جذب می‌شود.

**روش دوم:** مخلوط کردن حین فرایند ذوب‌ریسی الیاف مصنوعی، که در این حالت این مواد وارد شبکه الیاف می‌شود و در نتیجه باعث افزایش جذب رنگ‌زا در پارچه نهایی می‌شود.

## فناوری نانو در تکمیل منسوجات

هدف از به کارگیری نانو پوشش‌ها یا تکمیل نانومتری در منسوجات، تغییر خواص سطحی و ایجاد خصوصیات مختلفی نظیر ضد میکروبی، خود تمیز شونده، کندسوزی، معطر سازی، ضد بو کردن، ضد لک کردن، ضد حریق، ضد آب کردن، ضد پرتو کردن، ضد سایش، ضد حشره، ضد شعله، ضد الکتریسیته ساکن، ضد چروک و... در منسوجات می باشد.

بهبود عملکرد منسوجات با استفاده از فناوری نانو از طریق سه رویکرد الیاف حاوی نانو مواد، عملیات تکمیلی و الکترو رسی صورت می گیرد. اغلب منسوجات با خواص ارتقا یافته موجود در بازار از طریق عملیات تکمیلی نظیر پوشش حاوی نانوذرات یا عملیات پلازما تهیه می شوند. وظیفه نانو پوشش‌ها پوشاندن سطح منسوج با لایه‌های نانومتری جهت کسب خواص مورد نظر می باشد. در شکل ۱۳ دو سامانه نانومقیاس تکمیل افشانه‌ای پارچه جهت تولید و پوشش دهی نانوذرات بر سطح منسوج نشان داده شده است.



شکل ۱۳- دو سامانه نانومقیاس تولید و تکمیل افشانه‌ای نانوذرات بر روی پارچه

نانوساختارهای شفاف مورد استفاده در تکمیل منسوجات از نظر نحوه عملکرد به چهار دسته ویسکرها، تورها، لفاف‌ها و سایر نانوساختارها تقسیم می شوند. در طبیعت زنجیرهای سلولزی به صورت بلورهای فشرده (ویسکر) آرایش می یابند؛ به طوری که این ساختار از طریق پیوندهای هیدروژنی درون و میان مولکولی تثبیت می شوند؛ به همین علت در آب و اکثر حلال‌های آلی انحلال ناپذیر می باشند. ویسکرها نانوالیاف میله ای شکل بلوری می باشند که با استفاده از عامل اتصال دهنده به سطح الیاف متصل می شوند و بدون تغییر در قابلیت تنفس منسوجات باعث ایجاد خواصی نظیر دفع آب، دفع روغن، دفع لک، ضد چروک، افزایش نرمی و حفظ زبردست، افزایش ثبات شست و شویی و... در منسوجات می گردند؛ بنابراین در مقایسه با رزین‌های تکمیلی از مقبولیت بیشتری برخوردارند.

قرارگیری الیاف در مرکز یا هسته توری‌های نانومتری با ساختار مولکولی سه بعدی، امکان تغییر خواص الیاف مصنوعی نظیر پلی استر را فراهم می کند و زبردست آنها را شبیه پنبه می کند. خاصیت موینگی ایجاد شده در الیاف، سبب جذب و انتشار سریع رطوبت بدن و خنک شدن شخص می شود؛ به طوری که به فرد احساس راحتی می دهد.

لفاف‌های نانومتری با دربرگرفتن الیاف به صورت کامل، سبب تغییر و بهبود خواص الیاف می‌شوند. این نوع تکمیل باعث افزایش استحکام، بهبود ثبات رنگ، جلوگیری از چروک پذیری پارچه، مقاومت در برابر الکتریسیته ساکن و... می‌شود.

در صنعت نساجی نانوساختارهایی نظیر نقره، دی‌اکسید سیلیکون، دی‌اکسید تیتانیوم، اکسید روی، اکسید (هیدروکسید)های آلومینیوم، نانوذرات خاک رس، نانو لوله‌های کربن، کربن سیاه، اکسید (هیدروکسید)های مس، طلا، آهن و... بیشترین کاربرد را دارا می‌باشند. با استفاده از نانومواد و ساختارهای نانومتری امکان ایجاد گستره وسیعی از خصوصیات و عملکردها نظیر کندسوزی، ضدآب و روغن، خود تمیزشوندگی، افزایش ثبات رنگ، ضد میکروبی، ضد پرتویی، ضد الکتریسیته، ضد لک و... را می‌توان در منسوجات ایجاد کرد. هنگامی که از نانومواد در فرایند تولید و تکمیل منسوجات استفاده می‌شود؛ این مواد ممکن است به درون الیاف وارد شوند (نانوساختار) یا به صورت پوشش (نانو پوشش) بر سطح الیاف قرار بگیرند. در ادامه به برخی از خصوصیات و عملکردهای افزوده شده در منسوجات با استفاده از فناوری نانو پرداخته می‌شود.

### منسوجات ضد میکروب، ضد مایت (کنه خانگی) و ضد بو و عطر آگین

استفاده از منسوجاتی با خواص ضد میکروبی در البسه، فرش و اثاثیه منزل مزایای زیادی دارد. در پارچه‌های تهیه شده از الیاف مصنوعی نظیر نایلون، پلی پروپیلن و فرش‌ها می‌توان از بی نظیرترین و رایج ترین مواد ضد میکروب یا ضد پاتوژن یا میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا (قارچ، باکتری، ویروس، جلبک، هاگ و...) و مواد ضد مایت فرش، نظیر اکسید روی، اکسید مس، دی‌اکسید تیتانیوم و نانوذرات نقره و طلا برای ایجاد خاصیت ضد میکروبی و مهارکننده باکتری‌ها و قارچ‌ها استفاده کرد.

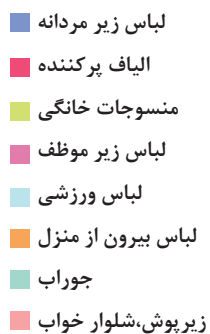
منسوجات ضد میکروب، اغلب در مراحل تولید الیاف (ذوب ریزی، تر ریزی، الکترو ریزی)، با عبور منسوج از درون محلول حاوی نانوذرات و یا با افزودن مواد ضد میکروب در مراحل تکمیل و رنگرزی، ضد میکروب می‌شوند. نانوذرات نقره به دلیل توانمندی آن در کشتن باکتری و قارچ‌ها و جلوگیری از ایجاد بوی زننده حاصل از میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا بر روی البسه استفاده می‌شود. ذرات نانو نقره با بار مثبتی که ایجاد می‌کنند، موجب توقف عملکرد سلول‌های باکتریایی می‌شوند. اندازه کوچک ذرات باعث می‌شود که پارچه نرمی و قابلیت پوشش خود را از دست ندهد.

کفپوش‌های معطری نیز با سیکلودکسترین‌ها، درخت‌سان‌ها یا نانو کپسول‌های پلیمری تولید می‌شوند که ماده معطری درون حفره میانی این مواد قرار داده می‌شود که بر اثر فشار ناشی از راه رفتن بر روی فرش آزاد شده و رایحه خوشی را در محیط خانه رها می‌کند. استفاده از رنگینه‌های طبیعی نظیر پوست انار، حنا، پوست گردو، زردچوبه و... ضمن ایجاد رایحه خوشایند در منسوج، خاصیت ضد قارچ و ضد باکتریال نیز به منسوج اضافه می‌کند.

آیا می‌دانید







شکل ۱۴- نمودار آمار مصرف برخی منسوجات ضد باکتری

لباس های خانگی، زیرپوش های زنانه و مردانه، لباس های تنگ پایین تنه، باندهای زخم، ماسک ها، منسوجات بیمارستانی و آزمایشگاهی، منسوجات ورزشی و بیرونی، منسوجات بسته بندی مواد غذایی، منسوجات داخل خودرو و هواپیما، روکش کفش ها، جوراب ها، فیلتر هوا و تصفیه آب، کفپوش های ماشینی، چمن های مصنوعی و سایر لباس های زیر نیز بیشترین تقاضا را برای منسوجات ضد میکروبی دارند. در شکل ۱۴ نمودار آمار مصرف برخی منسوجات ضد باکتری در دنیا نشان داده شده است.

به طور کلی دو رویکرد مختلف به منظور کنترل بوی نامطبوع منسوجات ناشی از تعریق وجود دارد:

**روش اول:** روش جلوگیری؛ در این روش جلوگیری از ایجاد بوی نامطبوع در منسوجات با استفاده از نانو مواد ضد میکروب نظیر نانوذرات فلزی امکان پذیر می باشد. در این روش از رشد و تکثیر باکتری های مسبب تجزیه ترکیبات و ایجاد کننده بوی نامطبوع، جلوگیری به عمل می آید.

**روش دوم:** روش جذب؛ در این روش نانومواد جاذب بوی نامطبوع در منسوجات نظیر گروه های سیکلودکسترین ها، نانوذرات کربن فعال، نانوذرات خاکستر بامبو و پلیمرهای قاصدکی و... بدون تغییر در ساختار ترکیبات ناشی از تعریق، مولکول های ایجاد کننده بو را مهار می کنند یا به دام می اندازند. نانوذرات یا نانومواد ضد میکروب با استفاده از روش های تخریب غشای سلولی، رهایش یون های سمی، اختلال در انتقال الکترون، اکسیداسیون پروتئین، جمع شدگی غشا و تولید اکسیژن فعال میکروارگانیسم ها (عوامل بیماری زا) را غیر فعال می کنند. منسوجات ضد میکروبی و ضد عفونی کننده از نظر روش های تأثیر بر میکروارگانیسم ها به سه دسته تقسیم می شوند:

**۱ منسوجات با خاصیت فعال شوندگی در برابر نور:** منسوجات تکمیل شده با دی اکسید تیتانیوم در اثر جذب نور، غشای سلولی میکروارگانیسم ها را اکسید می کنند و سبب از بین رفتن آنها می شوند. مواد فوتوکاتالیستی که از خاصیت ضد میکروبی برخوردار می باشند، در معرض پرتوهای الکترومغناطیس نظیر فرابنفش، اکسیژن فعال تولید می کنند که طیف وسیعی از ترکیبات مضر و بدبو را اکسید می کنند.

**۲ منسوجات با مواد ضد میکروب غیر قابل انتشار:** پوششی نانویی از مواد ضد میکروب بر سطح منسوجات قرار می گیرد. برهم کنش میان بار مثبت ماده ضد میکروب و بار منفی غشای سلولی میکروارگانیسم ها باعث کاهش رشد و تکثیر میکروب ها و نابودی آنها می شود.

**۳ منسوجات با قابلیت رهایش مواد ضد میکروب قرار داده شده در آنها:** در این حالت ماده ضد میکروب نظیر تریکلوسان، نقره و مس منتشر شده، سبب جلوگیری از رشد میکروب، بیماری، قارچ و دفع بوی بد و عفونت می شود. نانوذرات خاکستر بامبو در مرحله تولید الیاف کفپوش های نایلونی، پلی استری، پلی پروپیلنی علاوه بر حبس مولکول های ایجاد کننده بو در منافذ نانومتری موجود در خاکستر بامبو، سبب افزایش خاصیت عایق حرارتی این الیاف شده و گرمی بیشتری در محیط ایجاد می کنند.

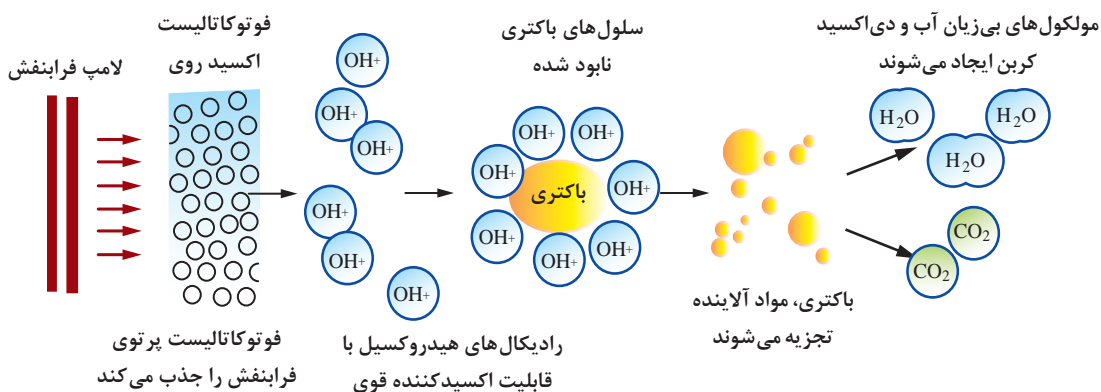


تولید پارچه‌های ضد میکروب و ضد بو با استفاده از نانوذرات اکسید روی، اکسید مس و نقره در مقایسه با روش‌های شیمیایی و سنتی، سازگاری بیشتر و بهتری با محیط زیست دارد. جوراب‌هایی که با نانوذرات نقره تکمیل شده‌اند از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها و ایجاد بو در پا جلوگیری می‌کنند.

## منسوجات ضد پرتوی فرابنفش

محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش به دلیل تخریب لایه ازن و تهدید ناشی از سرطان، پیر شدن زود هنگام پوست، آفتاب سوختگی پوست و... از اهمیت زیادی برخوردار می‌باشد. فناوری نانو امکان تولید لباس‌های مناسب، نازک و سبک مناسب و محافظ در برابر پرتوی فرابنفش را برای فعالیت در فضای بیرون از خانه فراهم کرده است. پوشش نانویی ضد UV ایجاد شده روی منسوجاتی نظیر پرده، مانع از ورود پرتوی فرابنفش به فضای منزل می‌گردد و از آسیب به پوست و چشم جلوگیری می‌کند. این مواد مانع از سفید شدن و رنگ پریدگی در منسوجاتی نظیر پرده، فرش، مبلمان و... می‌گردند.

برای این منظور از پوشش‌های نانو کامپوزیت‌های نیمه‌هادی حاوی نانوبلورهای اکسید روی، دی‌اکسید تیتانیوم، دی‌اکسید سیلیسیم، تری‌اکسید آلومینیوم و... در یک بستر پلیمری استفاده می‌شود که علاوه بر شفافیت، در برابر سایش مقاوم بوده و از نظر اقتصادی مقرون به صرفه می‌باشند. نانو اکسید روی به محض اینکه در معرض نور خورشید یا اشعه فرابنفش قرار می‌گیرند، فوتوکاتالیست مؤثر اکسید روی تولید می‌کند که طی فرایندی منجر به تجزیه باکتری‌ها و مواد آلاینده می‌شود. اکسید روی همچنین به عنوان ماده ایجاد کننده خواص خود تمیز شوندگی و ضد میکروب در منسوجات نیز استفاده می‌شود. پارچه‌های تکمیل و اصلاح شده با این نانوذرات در مقایسه با پارچه اصلاح نشده، میزان محافظت پارچه در برابر پرتوی فرابنفش را ۵ برابر بیشتر می‌کند و پس از ۵۵ بار شست‌وشو، همچنان کیفیت عدم جذب پرتو در این پارچه باقی می‌ماند. در شکل ۱۵ تأثیر فعالیت فوتوکاتالیستی نانوذرات اکسید روی در مجاورت پرتوی فرابنفش بر خواص ضد میکروبی نشان داده شده است.



شکل ۱۵- تأثیر فعالیت فوتوکاتالیستی نانوذرات اکسید روی در مجاورت پرتوی فرابنفش بر خواص ضد میکروبی

در حال حاضر استفاده از نانوذرات اکسید روی با خاصیت محافظت در برابر پرتو فرابنفش، ضریب ایمنی بالا در لباس زیر و کودک، عدم تغییر رنگ و شفافیت سطح پارچه در انواع ملحفه، روتختی، روبالشی، رومیزی، مبلمان، پرکننده‌های بالش و لحاف و... بسیار معمول شده است.

همواره رعایت احترام، ادب، حیا، دقت، انضباط کاری و اخلاق حرفه‌ای را در سرلوحه کار خود قرار دهید. در حفظ و نگهداری وسایل و تجهیزات کوشا باشید و در زمان کار از وسایل و تجهیزات ایمنی استفاده کنید.

## منسوجات ضد آتش و دیر سوز یا کندسوز

یکی از کاربردهای دیگر فناوری نانو، تکمیل منسوجات با نانو ساختارها جهت ایجاد خاصیت دیر سوزی در منسوجات می‌باشد. انواع پوشش‌های نانومقیاس نظیر پوشش‌های محافظ آتش که در منسوجات به کار می‌رود باعث افزایش ایمنی و ارزش افزوده در منسوجات می‌گردد. البسه و کفپوش‌ها از مهم‌ترین عوامل اصلی گسترش آتش سوزی، در منازل و اماکن عمومی، ساختمان‌های تجاری و مسکونی مرتفع می‌باشد. بروز آتش سوزی‌ها در این اماکن باعث تشکیل دود و گازهای سمی، گازهای اسیدی مخرب می‌شود و بالطبع خفگی ساکنان را به همراه خواهد داشت. یکی از روش‌های ممکن جهت کاهش خسارات ناشی از آتش سوزی منازل و اماکن عمومی استفاده از مواد تأخیر انداز شعله نظیر نومکس می‌باشد. این مواد به شکل فیزیکی با ایجاد پیوند بر روی پلیمر منسوجات، مانع از گسترش سریع آتش در اماکن، لباس آتش نشانان، کارگران ذوب فلزات و... می‌شوند.

نانوذرات رس، بوروسیلوکسان و نانولوله کربنی، نانو هیدروکسید آلومینیوم و منیزیم، تری هیدرات آلومینا، اسیدبوریک و نمک‌های هیدراته آن، بورات سدیم (بوراکس)، نمک‌های آمونیوم، دی آمونیوم فسفات، کربنات آمونیوم، ترکیبات نیتروژن، نمک‌های معدنی (کربنات سدیم) و... با مکانیزم‌هایی از قبیل کاهش دمای سوختن، افزایش نقطه اشتعال الیاف، کاهش سرعت حرکت آتش، کم کردن طول شعله، ایجاد لایه‌ای نفوذناپذیر بر روی کالا، تولید خاکستر غیر قابل اشتعال، پوشش کالاهای نساجی توسط نمک‌های آمونیوم و... مانع از گسترش سریع آتش می‌گردند. استفاده از نانوذرات کندسوز در مرحله ذوب ریزی الیاف مصنوعی نیز معمول می‌باشد. در شکل ۱۶ عکس‌العمل نمونه پارچه خام و نمونه عمل شده با مواد تأخیر انداز شعله نشان داده شده است.



شکل ۱۶- عکس‌العمل نمونه پارچه خام و عمل شده با مواد نانویی تأخیر انداز شعله

مواد نانوساختار نظیر نانوذرات رس، نانولوله کربنی، نانوذرات سیلیکونی و اکسید فلزی، میکا (ورقه نازک سیلیکا)، نانوهیدروکسید آلومینیوم و منیزیم و... به خوبی در درون ماتریس پلیمری نفوذ کرده و دیسپرس می‌شوند. این مواد نانو کامپوزیت‌هایی را تشکیل می‌دهند که ضمن حفظ نرمی و لطافت پارچه، باعث بهبود خواص ضدآتش در الیاف، کاهش سرعت رهایش حرارت، افزایش تشکیل خاکستر، کاهش میزان تولید دوده، کاهش میزان تولید گاز مونواکسید کربن، کاهش میزان رهایش گازهای ناشی از سوختن پلیمر، افزایش استحکام و سایر خواص فیزیکی و... می‌شوند.

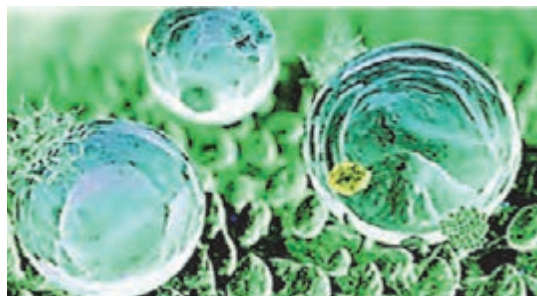
در مورد ضد آتش کردن پارچه‌های ریون، پشمی، پنبه‌ای، نایلونی، پلی پروپیلنی، پلی استری و... با فناوری نانو در ایران و سایر کشورهای دیگر تحقیق و بررسی کنید و نتایج را در کلاس گزارش دهید.

تحقیق کنید ۳



## منسوجات ضد لک، ضد آب و خود تمیز شونده

نیاز جهانی به منسوجات خانگی، نظامی، بیمارستانی، بهداشتی، ورزشی و... که نیازمند نگهداری نیستند، روزبه‌روز در حال افزایش می‌باشد. از جمله خواصی که در جهت رفع این نیاز می‌باشد، ایجاد خواص دفع آب و لک در منسوجات با اثر ماندگاری طولانی می‌باشد. با به‌کارگیری فناوری نانو در عملیات تولید و تکمیل پارچه، قطرات مایع نمی‌توانند درون پارچه‌های مقاوم در برابر مایعات نفوذ کنند. این اثر شبیه اثر موجود در پوست سوسک، بال حشرات و پروانه‌ها، برگ‌ها و گل‌های زنبق یا نیلوفر آبی یا گل لادن و... می‌باشد که با یک لایه واکس به ضخامت یک نانومتر پوشیده شده‌اند. قطرات آب یا باران بر روی این گل‌ها و برگ‌ها به صورت دانه‌های کوچک و گرد در می‌آیند که با لغزیدن بر روی سطح نانویی ناهموار برگ و گل گیاه، آلودگی، گرد و غبار و... که در قطرات آب معلق شده‌اند را نیز با خود خارج می‌کنند. در شکل ۱۷ اثر دفع آب، لک و خود تمیز شوندگی برگ گل نیلوفر در حالت عادی و زیر میکروسکوپ نشان داده شده است.



شکل ۱۷- اثر دفع آب، لک و خود تمیز شوندگی برگ گل نیلوفر در زیر میکروسکوپ و در حالت عادی

منسوجات فراوری شده با برخی نانومواد، قادرند مایعات را جذب کرده یا حرکت دهند و با این کار هر گونه آب، لک و آلودگی از قبیل لک سس، قهوه، چمن، روغن و... را از منسوج دور کنند و در عین حال خللی در تنفس پذیری منسوج ایجاد نکنند. اساس کار لباس‌های ضد لک و ضد آب تغییر در کشش سطحی منسوج می‌باشد.

دو روش مختلف برای ایجاد خاصیت خود تمیز شونده در منسوجاتی نظیر رومیزی‌ها، ملحفه‌ها و... وجود دارد: **روش اول:** نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم با قابلیت فوتوکاتالیستی که از توانایی تجزیه لکه‌های آلی برخوردار هستند، روی سطح منسوج تثبیت می‌شوند. با استفاده از انرژی پرتوی خورشید، دی‌اکسید تیتانیوم، دو ماده واکنش‌دهنده اکسایشی رادیکال‌های هیدروکسیل و آنیون سوپراکسید ایجاد می‌کند. این دو ماده از طریق واکنش اکسایشی، لکه آلی را تجزیه می‌کنند.

**روش دوم:** با ابر آب‌گریز کردن سطح منسوجات با استفاده از نانولوله‌های کربنی، نانوذرات سیلیس و کامپوزیت‌های پلیمری حاوی فلئورواکریلات - نانوذرات، قطرات آبی که بر سطح منسوج می‌لغزند، آلاینده‌های سطحی منسوج را جدا می‌کنند.

ایجاد ناهمواری‌های نانومتری بر سطح منسوج (اصلاح شیمیایی و هندسی سطح منسوج) که مانعی در جهت چسبندگی سطحی بر سطح منسوج شده و امکان آب‌گریزی و دفع آلاینده‌های سطحی را فراهم می‌کند. آلودگی‌های سطح منسوج به راحتی در حضور آب از روی منسوج آب‌گریز غلتیده و جدا می‌شود و به این ترتیب سطح منسوج تمیز می‌گردد. جالب است بدانید که در ضدلک و ضدباکتریال کردن پارچه‌ها از خواص طبیعی گل‌هایی نظیر بنفشه، الگوبرداری می‌شود. روی سطح این گل‌ها برجستگی‌ها یا پرزهای بسیار ریز در حد نانو وجود دارد که مانع از نفوذ آب در گل‌ها و برگ‌ها می‌شود.

## تکمیل ضد الکتریسته ساکن

در اثر تماس یا مالش منسوجات به بدن اشخاص، الکتریسیته ساکن در بدن شارژ می‌شود. برخی موارد تجمع بار الکتریکی به حدی می‌رسد که در اثر تماس شخص با فلزات، تخلیه بار همراه با جرقه همراه می‌شود که باعث ایجاد یک شوک و احساس ناخوشایند در اشخاص و گاهی احتمال انفجار در محیط‌های قابل اشتعال می‌گردد. به منظور ممانعت از ایجاد الکتریسیته ساکن در منسوجات، برخی از الیاف با مواد افزودنی آنتی‌استاتیک تکمیل می‌شوند. این مواد با افزایش رسانایی سطح لیف و یا کاهش اصطکاک میان الیاف، مانع ایجاد الکتریسیته و خواص نامطلوب و خطرناک آن می‌گردد. استفاده از نانوذرات کربن در تولید الیاف و یا استفاده از دیسپرسیون این ذرات به‌عنوان ماده تکمیلی بر روی الیاف می‌تواند با افزایش میزان رسانش و امکان انتقال الکترون، موجبات کاهش میزان الکتریسیته ساکن را بر روی منسوجات و کفپوش‌ها فراهم کند. استفاده از نانوذرات فلزی نظیر نقره، مس، روی، نیکل و... علاوه بر کاهش میزان الکتریسیته ساکن در الیاف منجر به ایجاد خواصی از قبیل خواص ضد میکروبی و ضد پرتوهای فرابنفش در منسوجات می‌گردد. در مورد کفپوش‌های اکریلیکی پوشش نانوذرات نقره، تیتانیوم و روی بر سطح الیاف موجب ایجاد خواص ضد میکروبی، آنتی‌استاتیک، محافظت در برابر پرتوی فرابنفش، دافع آب و کندسوزی می‌شود. از افشانه‌های خانگی حاوی نانوذرات نیز می‌توان برای کاهش میزان الکتریسیته ساکن در کف‌پوش‌ها و منسوجات استفاده کرد.

## منسوجات هوشمند

الیاف و پارچه‌های مبتنی بر فناوری نانو، بازه وسیعی از منسوجات هوشمند را شکل داده اند که می‌توانند در کاربردهای متفاوتی از قبیل لباس‌های ورزشی، ایمنی، منسوجات بهداشتی و پزشکی، ژاکت‌های خودشیرنگ، ژاکت‌های سرگرم‌کننده، جلیقه حسگر کودک، لباس‌های مد، پتو و حوله، کفپوش‌ها و... استفاده شوند. در برخی منسوجات هوشمند یک سامانه هوشمند حاوی نانوذرات یا نانو کپسول‌های حافظه‌دار و تغییر فاز دهنده وجود دارد که قادر به کنترل و حس کردن شرایط، محرک‌های محیطی، داده‌های حیاتی می‌باشد. محرک‌ها و پاسخ‌ها به صورت شاخص‌های الکتریکی، حرارتی، مکانیکی، شیمیایی، مغناطیسی و... می‌باشند.

منسوجات تنظیم‌کننده دما نمونه‌ای از منسوجات هوشمند به‌شمار می‌روند؛ به طوری که در محیط‌های سرد با آزادسازی انرژی حرارتی ذخیره شده، گرما تولید می‌کنند و در محیط‌های گرم با جذب عرق بدن و انرژی حرارتی، احساس خنکی را ایجاد می‌کنند. اخیراً با ترکیب فناوری‌های حسگر بر روی منسوجات، امکان تولید پارچه‌های تغییر رنگ دهنده در شرایط مختلف (مثل آفتاب پرست) جهت استفاده در استتار و... فراهم شده است. پیش بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۲ میلادی رشد منسوجات هوشمند و فنی در دنیا از مرز ۴۵ درصد فراتر رود.

در منسوجات هوشمند با استفاده از فناوری نانو و تلفیق حسگرها و مدارات الکترونیکی و تغییر خواص فیزیکی ناشی از یک واکنش شیمیایی نظیر تغییر سطح مقطع الیاف و... خواصی نظیر جذب و دفع مواد، امکان تطبیق و تعدیل دمای بدن، محافظت از بدن در شرایط سخت، ذخیره انرژی، رهگیری و انتقال علائم حیاتی و... به پارچه داده می‌شود.

آیا می‌دانید



بسیاری از منسوجات هوشمند در لباس‌های ورزشی با هدف تأمین راحتی، ایمنی، انعطاف پذیری، نرمی و بهداشت استفاده می‌شوند. انتقال برخی خواص ضد میکروبی، ضد پرتو، ضد بو، ضد لک و... به لباس‌های ورزشی از طریق پوشش‌دهی منسوجات با فناوری نانو و استفاده از نانوالیاف با خواص ویژه انجام می‌شود.

نکات ایمنی و بهداشت



## معایب و مضرات فناوری نانو

هر چند گفته می‌شود نانو فناوری، قابلیت تولید و کاربرد فناوری‌های تمیزتر را دارا می‌باشد؛ اما در کاربرد نانومواد یا ریزمواد لازم است جانب احتیاط رعایت شود. تحقیقات در مورد خطرات بالقوه نانوذرات به اندازه تجاری‌سازی نانومواد پیشرفت نکرده است. تحقیقات نشان می‌دهد، برخی از نانوذرات نظیر نانونقره و دی‌اکسید تیتانیوم به کار رفته در البسه تحت تأثیر عوامل محیطی و تعریق از سطح منسوج جدا می‌گردد. استفاده گسترده نانونقره در منسوجات همچنین منجر به افزایش نقره در پساب کارخانجات تکمیل نساجی می‌شود که همین امر باعث مسمومیت و از بین رفتن آبزیان می‌گردد. با افزایش غلظت یون‌های نقره در پساب‌های کارخانجات نساجی و استفاده از لجن آن به عنوان کود، ضمن آلودگی اکوسیستم خاک در درازمدت، محصولات کشاورزی نیز به این سم آلوده می‌گردند. یون‌های نقره در غلظت‌های پایین باعث تکامل باکتری‌های مقاوم در برابر آنتی‌بیوتیک می‌گردد.



تحقیقات نشان می‌دهد، افرادی که در معرض انتشار نانومواد قرار دارند، ممکن است دچار عوارض جبران‌ناپذیری گردند. ورود نانوذرات به آب‌های زیرزمینی و کشاورزی سبب آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌گردد. یک دسته از نانومواد خطرناک، کربن سیاه می‌باشد که در صنایع چاپ، نساجی، لاستیک‌سازی و... استفاده می‌شود که استنشاق این ماده در درازمدت منجر به ایجاد بیماری‌های تنفسی نظیر برونشیت و سرطان ریه می‌گردد. از نانومواد مضر دیگر می‌توان به نانوذرات کربن و نانوآکسید تیتانیوم به کار رفته در مواد آرایشی و بهداشتی اشاره کرد که استفاده بلندمدت آنها باعث ورود به سلول‌های بدن و کاهش قدرت دفاعی بدن و تصلب بافت‌ها می‌گردد. دسته سوم نانوذرات مضر، نانوذراتی می‌باشند که به صورت ناخواسته به عنوان محصول فرعی بعضی فرایندها مثل سوخت‌های فسیلی، گداختن فلزات و حرارت دادن به پلیمرها تولید می‌شوند و از طریق استنشاق و پوست جذب بدن و سیستم گردش خون می‌شوند.

## چشم‌انداز نانو در صنعت نساجی

منسوجات همیشه نقش حیاتی در زندگی انسان بازی کرده‌اند و با گسترش فناوری نانو نقش آن در قرن بیست و یکم پررنگ‌تر شده است. از طرفی؛ در حالی که هیچ جایگزین جدی برای منسوجات متعارف در زمینه پوشاک و دکوراسیون داخلی وجود ندارد، پیش‌بینی می‌شود، در آینده‌ای نزدیک منسوجات و مواد مرکب مبتنی بر منسوجات، جایگزین بسیاری از مواد فلزی و پلاستیکی مورد استفاده در صنعت خودرو، کشتی‌سازی، ساختمان، هوانوردی، برق و الکترونیک، کالاهای ورزشی و پزشکی، تجهیزات کشاورزی، مواد چوبی یا چرمی مبلمان و... شوند. در مقیاس جهانی، صنعت تولید الیاف، منسوجات و محصولات مبتنی بر منسوجات در حال رشد و تکامل می‌باشد. بخش قابل توجهی از این رشد در مناطقی از جهان که تجربه سریع نرخ رشد در مصرف منسوجات مرسوم را دارند، نظیر کشورهای آسیای جنوبی و شرقی و آمریکای لاتین صورت خواهد گرفت. بنابراین چشم‌انداز آینده صنعت نساجی و پوشاک تنها حول مفهوم پویایی، نوآوری، حرکت مبتنی بر دانش و فناوری و شبکه‌های مشتری مدار تجارت شکل می‌گیرد.

از نظر چشم‌انداز بازار، منسوجات الکترونیکی و هوشمند در ابتدای راه می‌باشند. در عین حال توسعه آنها بسیار امیدبخش می‌باشد. در کوتاه‌مدت، اجزایی مانند آنتن‌های پارچه‌ای، الیاف تحریک‌شونده با گرما، حسگرهای دما، الکترودهای حسگر پارچه‌ای، کلیدهای عمل‌کننده با فشار، سلول‌های خورشیدی و پیل‌های خورشیدی تأمین برق و... و در بلندمدت رایانه‌های الکترونیکی آلی، پیل‌های سوختی، ژنراتورهای حرارتی و... با گسترش فناوری نانو بیشتر پیشرفت خواهند کرد.

در آینده‌ای نزدیک همچنین سربازان می‌توانند در پناه یونیفرم‌های نانویی مجهز به سیستم حسگر، الکترونیکی، ضد گلوله سبک، بادوام، مقاوم، نامرئی و همرنگ‌شونده با محیط اطراف، ایمنی بیشتری داشته باشند. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۲ میلادی، رشد جهانی منسوجات نانوفناورانه در زمینه پوشاک ۱۱ درصد، منسوجات ورزشی ۱۳ درصد، پزشکی ۲۲ درصد، نظامی ۲۹ درصد، خانگی ۳۷ درصد، هوشمند و فنی ۴۵ درصد رشد داشته باشند.

پیش‌بینی می‌شود استفاده از منسوجات هوشمند و خودتمیزشونده، به علت تمایل مصرف‌کنندگان به افزایش سطح پاکیزگی، بحران و کمبود آب و مصرف بی‌رویه مواد شوینده نفتی با رشد چشمگیری در آینده‌ای نه چندان دور مواجه شود که نویدبخش حفاظت بیشتر از محیط‌زیست می‌باشد.

نکات  
زیست‌محیطی





## شایستگی ۲- کاهش تأثیر عملیات نساجی بر محیط زیست

### تأثیر مواد آلاینده بر محیط زیست

حفظ محیط زیست و بازیافت پسماندها یکی از دغدغه‌های همیشگی بشر بوده است؛ به طوری که امروزه باعث ایجاد محدودیت‌هایی در این زمینه شده است. آلودگی محیط زیست یکی از مهم‌ترین و اصلی‌ترین معضلاتی می‌باشد که جهان امروز با آن مواجه می‌باشد. آگاهی انسان نسبت به اهمیت محیط زیست سالم و پاک برای زندگی بهتر و سالم‌تر رو به افزایش می‌باشد. تولید جهانی و استفاده از ترکیبات شیمیایی، که بسیاری از آنها در برابر تجزیه بیولوژیکی مقاوم می‌باشند، در چند دهه اخیر به طور قابل توجهی افزایش یافته است. این ترکیبات بعد از مصرف وارد محیط زیست می‌شوند؛ بنابراین ارائه راهکارها و استفاده از فناوری‌های جدید جهت کاهش مصرف و حذف آلاینده‌ها از محیط زیست ضروری می‌باشد.

پیشرفت و توسعه تکنولوژی در جوامع صنعتی و در حال رشد از یک منظر برای مردم آن جوامع، رفاه و آسایش به ارمغان آورده است، ولی از جنبه دیگر صدمات و ضررهایی به محیط زیست آنها وارد شده است که گاهی فاجعه آفرین می‌باشد و در بیشتر موارد، امکان جبران ضایعات و خسارات وارد شده به اکوسیستم پیرامون غیر ممکن می‌باشد. برهم زدن موازنه فعال اکوسیستم، باعث نابودی و از بین رفتن گونه‌های مختلف جانوری و گیاهی می‌شود؛ به عنوان مثال اگر میزان اکسیژن محلول در آب‌های سطحی از میزان ۶ میلی‌گرم در لیتر کمتر شود، ادامه حیات آبزیان غیر ممکن می‌شود.

پساب یا فاضلاب صنایع نساجی یکی از مهم‌ترین آلاینده‌های محیط زیست به شمار می‌رود که به علت تنوع روش‌های تولید، مصرف رنگ‌زا و مواد شیمیایی متنوع، آلودگی، پساب و فاضلاب‌های متنوع و بسیار زیادی تولید می‌کنند که در فرایند بازیافت، تصفیه و پاکسازی دارای پیچیدگی‌های خاصی می‌باشند. به علت غیر قابل تجزیه بیولوژیکی بودن این پساب‌ها، ورود آنها به محیط زیست، آثار منفی بسیار زیادی بر زیست جانداران و سلامت انسان می‌گذارد و آثار و عوارض نامطلوبی را در آینده به همراه خواهد داشت.

به کمک مربی خود فهرستی از عملیات نساجی که منجر به آلودگی محیط زیست می‌شود را جمع‌آوری کنید و به بحث و تبادل نظر بپردازید.

نکات  
زیست‌محیطی



فعالیت  
کلاسی ۲



## مواد آلاینده موجود در پساب نساجی

مهم‌ترین آلودگی در صنعت نساجی، آلودگی آب می‌باشد. هر چند آلودگی‌های دیگر نظیر آلودگی ناشی از تبخیر مواد شیمیایی و پرز، گردوغبار، سرو صدا و... را نیز نباید از نظر دور داشت؛ ولی آلودگی‌های مهم و قابل توجه در صنایع نساجی شامل مواد معلق مثل روغن و چربی، خرده‌الیاف و پرزها، مواد سطح فعال، مواد رنگ‌زا، اسیدها و قلیاها، نمک‌ها، گرد و خاک و کثافات، واکس‌ها، مواد آهاری، غلظت‌دهنده‌ها، پیگمنت‌ها، دترجنت‌ها، صابون‌ها و... می‌باشد. در میان انواع پساب‌های صنعتی، تخلیه پساب‌های رنگی و سمی بخش‌های رنگرزی و چاپ با بار آلودگی بسیار بالا، معضلات زیست‌محیطی شدیدی را به وجود می‌آورد. عمده‌ترین آلاینده‌های محیط‌زیست در بخش نساجی پساب یا فاضلاب‌های صنعتی حاصل از فرایندهای شست‌وشو، رنگرزی، چاپ و تکمیل نساجی می‌باشد؛ به طوری که جهت تولید هر کیلوگرم محصول صدها لیتر آب مصرف می‌شود. حدود ۱۵ درصد از مواد رنگ‌زا در طی فرایندهای رنگرزی، چاپ و... هدر می‌رود و به صورت پساب وارد محیط‌زیست می‌شود. هر متر مکعب پساب تصفیه نشده می‌تواند ۵۰ متر مکعب آب را آلوده کند.

تخلیه پساب‌های رنگی به همراه سایر مواد کمی مصرفی، ترکیبات آلی، مواد جامد معلق، فلزات سنگین با قابلیت تجزیه زیست‌محیطی کم و... در فرایندهای تر و خشک نساجی سبب برهم زدن جنبه‌های زیبایی محیط‌زیست، جلوگیری از نفوذ نور به داخل آب، اختلال در عمل فتوسنتز گیاهان آبی و جلبک‌ها در آب، کاهش انتقال اکسیژن به داخل آب، از بین رفتن گونه‌های مختلف جانوری، گیاهی و آبزیان، تغییرات جنسی در آبزیان، گسترش امراض و بیماری‌های مختلف، افزایش اختلالات ذهنی و گوارشی، گسترش انواع سرطان‌ها و بیماری‌های لاعلاج، شیوع میکروارگانیزم‌های بیماری‌زا، آلودگی خاک، و آب‌های زیرزمینی، خزهدگی و... می‌شود.

پساب صنایع نساجی از نظر کمی زیاد و از نظر کیفی بسیار آلاینده و سمی می‌باشد. پساب کارخانجات نساجی که در فرایندهای آهارزنی، شست‌وشو، رنگرزی، چاپ و تکمیل کالای نساجی تولید می‌شود حاوی رنگ‌زا و ترکیبات آلی، مواد جامد معلق، فلزات سنگین با قابلیت تجزیه زیست‌محیطی کم و... با PH‌های متفاوت می‌باشند و شاخص‌های COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی) و BOD (اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی) و TSS (کل ذرات جامد معلق) آنها بسیار بالا می‌باشد.

### پساب شست‌وشو، رنگرزی، چاپ و تکمیل

پساب حاصل از شست‌وشو و آهارگیری یکی از آلوده‌ترین پساب‌ها در نساجی می‌باشد. پساب حاصل از شست‌وشوی مواد اولیه نساجی نظیر خرده‌الیاف و پرز و کثافات پشم، پنبه و الیاف مصنوعی، حجم زیاد و گسترده‌ای از پساب‌های تولیدی در این صنعت را تشکیل می‌دهد. در این پساب مواد معلق یا محلول، مواد رسوب‌شونده، کلوئیدها و املاح و... از قبیل خار و خاشاک، چربی و روغن، واکس، شوینده‌ها، مواد آهاری، نشاسته، نرم‌کننده، انواع اسیدها و قلیایی‌ها، واکس، و مواد تعاونی دیگر می‌باشد. پساب‌های سفیدگری، مرسریزاسیون و کربونیزاسیون محتوی باقی‌مانده مواد سفیدکننده مانند ترکیبات کلردار و آب‌اکسیژنه، آب ژاول، مواد اکسیدکننده دیگر، مواد قلیایی و اسیدی آلی و معدنی و... می‌باشد.

مواد رنگ‌زا و تعاونی مصرفی در صنایع نساجی بسیار متنوع و در حال تغییر می‌باشد. پساب‌های رنگرزی و مواد شیمیایی همراه آن از قبیل انواع رنگ‌زاها و پیگمنت‌ها، دیسپرس‌کننده‌ها، یکنواخت‌کننده‌ها، نفوذدهنده‌ها، احیاکننده‌ها، اکسیدکننده‌ها، کریرها، اسیدها، بازها، ریتاردرها، غلظت‌دهنده‌ها و... از نظر کیفیت شیمیایی،

ترکیب‌های پیچیده‌ای می‌باشند؛ بنابراین تصفیه آن بسیار مشکل می‌باشد. بعضی از انواع مواد رنگ‌زا حاوی ترکیبات فلزی مانند مس، کروم، کبالت و... می‌باشند که وجود آنها در پساب رنگرزی باعث پیچیدگی تصفیه پساب می‌گردد. در اکثر موارد لازم است، جداسازی کروم از پساب رنگرزی قبل از اختلاط پساب با سایر پساب‌ها انجام شود.

پساب حاصل از شست‌وشوی کالای چاپ‌شده یا شابلون‌ها محتوی مقدار زیادی رنگ‌زا، رنگدانه، غلظت‌دهنده و... باقی‌مانده بر کالای می‌باشد. در قسمت تکمیل نیز انواع عملیات تکمیلی نظیر آهارگیری، ضدآب کردن، ضدآتش کردن، ضدبید کردن، ضدالکتریسیته ساکن و... انجام می‌شود که هر کدام مستلزم مصرف آب و بالطبع تولیدکننده پساب می‌باشند. پساب چاپ و تکمیل همانند پساب رنگرزی از تنوع زیاد رنگ‌زا و مواد تعاونی برخوردار است. درجه حرارت اغلب پساب‌های نساجی بالا می‌باشد که همین دمای بالا مانع فعالیت مناسب باکتری‌ها در تصفیه بیولوژیکی پساب می‌شود. به همین علت لازم است جهت تصفیه پساب، تعدیل حرارت انجام شود.

## تصفیه پساب در صنعت نساجی

در کتاب دانش فنی پایه سال دهم به اختصار با مباحثی از قبیل آلودگی‌های آب و خاک و هوا و صوتی، پساب‌های صنعت نساجی، آزمایش‌های پساب، اندازه‌گیری PH و شاخص‌های COD (اکسیژن مورد نیاز شیمیایی) و BOD (اکسیژن مورد نیاز بیولوژیکی)، TSS (ذرات جامد معلق)، اندازه‌گیری مواد معلق، سمی، پاک‌کننده، روغن‌ها، مواد آلی، فلزات سنگین و سایر مواد موجود در پساب، مراحل تصفیه پساب شامل فیزیکی، تنظیم PH در محدوده ۷ تا ۸، جدا کردن مواد آلی یا معدنی محلول موجود از روش‌هایی نظیر رسوب‌دادن، زغال فعال، اکسیداسیون، مواد اکسیدکننده، صافی‌های بسیار ریز و... آشنا شدید. در این بخش از کتاب دانش تخصصی با مباحث مکمل دیگری از تصفیه پساب پرداخته می‌شود.

فرایند رنگرزی و تکمیل طیف وسیعی از رنگ‌ها و مواد شیمیایی را به پساب صنعت نساجی وارد می‌کند؛ به طوری که به ازای هر کیلو کالا ۳۰ تا ۶۰ لیتر پساب تولید می‌شود. روش‌های تصفیه زیستی به علت کم بودن قابلیت تجزیه پذیری زیستی رنگ‌زا و مواد شیمیایی و سمی چندان مؤثر نمی‌باشد. تصفیه پساب به فرایندهایی اطلاق می‌شود که برای حذف آلاینده‌های موجود در پساب با هدف تولید پساب سازگار با محیط‌زیست، استفاده مجدد از پساب و تجزیه مواد آلی، جلوگیری از شیوع بوهای نامطبوع و میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست برای تخلیه پساب صنایع نساجی به انواع منبع پذیرنده بر طبق جدول ۳ می‌باشد.

جدول ۳- استاندارد سازمان حفاظت محیط‌زیست برای تخلیه پساب نساجی

پارامتر	PH	COD $\Delta$ mg/l	BOD mg/l	TSS mg/l	فرآورده نفت
استاندارد تخلیه به آب‌های سطحی	۶/۵-۸/۵	۱۰۰	۵۰	۶۰	۱۰
استاندارد تخلیه به چاه‌های جذبی	۵-۹	۱۰۰	۵۰	—	۱۰
استاندارد مصارف کشاورزی	۶-۸/۵	۲۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰

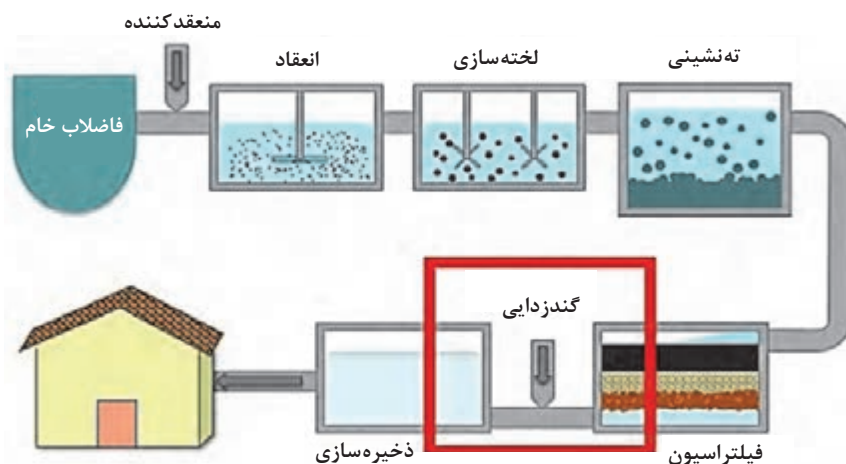
مهم ترین روش های تصفیه پساب در نساجی عبارت اند از:

- ۱ فیزیکی و شیمیایی (انعقاد با پلیمر، ترسیب یونی کاتیونی، جذب مواد معلق توسط منافذ کربن یا زغال فعال، تبادل یونی، فنتون، فرایند فتوکاتالیستی بر پایه پرتو فرابنفش (UV) یا نور مرئی، روش فراصوت، تابش نور خورشید یا نور مصنوعی، تصفیه الکترولیتی، انعقاد با آهک و فلوکولاسیون و...)
- ۲ گندزدایی و کنترل میکروبی یا تصفیه بیولوژیکی و زیستی (استخر هوازی یا بی هوازی تثبیت فاضلاب، لاگون هوادهی، فرایند لجن فعال، صافی چکنده، سانتریفیوژی، صاف کردن فشاری، پمپ خلأ، آبگیر موپین، الک کردن، استفاده از نانوذرات نقره و اکسید روی و منیزیم و نانولوله کربنی، دی اکسید تیتانیوم و...)
- ۳ روش اکسیداسیون (اکسیژن تحت فشار، پمپ هوای مکانیکی)
- ۴ استفاده از اکسیدکننده ها (کلر و آب اکسیژنه، ازن)
- ۵ الکترو شیمیایی (انعقاد الکتریکی، اکسایش-کاهش شیمیایی)
- ۶ استفاده از فرایندهای غشایی و صافی های مخصوص
- ۷ فناوری نانو (فرایند جذب، فرایند فوتوکاتالیستی، فرایند فیلتراسیون، فرایند الکتروشیمیایی، نانوذرات مغناطیس و...) انتخاب روش مناسب برای تصفیه پساب به خصوصیات پساب، صرفه اقتصادی، سهولت عملیات، استاندارد تخلیه و... بستگی دارد. متداول ترین روش های حذف رنگ از فاضلاب نساجی شامل انعقاد الکتریکی و لخته سازی، تصفیه با معرف فنتون یا الکتروفنتون، فتواکسایش، جذب سطحی، ازن زنی، اسمز معکوس، استفاده از فیلترهای غشایی و اکسایش پیشرفته می باشد. شایان ذکر است که امروزه استفاده از روش های نانو کربن فعال، اسمز معکوس، الکترو شیمی، تبادل یونی، غشاهای نانو صافش، ازن زنی و... علی رغم بازدهی بالا به دلیل مشکلات عملیاتی و هزینه بر بودن در حذف آلاینده های نساجی مرسوم نمی باشد. تصفیه زیستی مکمل روش های تصفیه شیمیایی در حذف تمام آلودگی ها می باشد. در این مرحله با افزودن موادی نظیر ازت، فسفات و متانول به پساب، ترکیبات مورد نیاز جهت زیست آنزیم ها و باکتری ها در آب با PH خنثی فراهم می شود. در شکل ۱۸ برخی از مهم ترین روش های متداول تصفیه پساب نشان داده شده است.



شکل ۱۸- روش های متداول تصفیه پساب در صنعت نساجی

تصفیه زیستی آخرین مرحله تصفیه پساب می‌باشد. در شکل ۱۹ یکی از مراحل تصفیه زیستی پساب پس از فرایند تصفیه فیزیکی و شیمیایی، جهت مصرف مجدد در فرایندهای تولید و رهاسازی در طبیعت نشان داده شده است.



در شکل ۱۹- مراحل تصفیه زیستی پساب جهت مصرف مجدد در فرایندهای تولید و رهاسازی در طبیعت

با گسترش هر چه بیشتر منسوجات نانویی با قابلیت‌ها و کارایی‌های گسترده، امکان حفظ سلامت و بهداشت عمومی، پایش سلامت افراد به خصوص افراد آسیب پذیر جامعه نظیر کودکان و سالمندان فراهم می‌شود.

بهداشت  
عمومی



### حذف رنگ‌ها از پساب رنگرزی

روش‌های متفاوتی برای از بین بردن رنگ پساب حاصل از رنگرزی موجود می‌باشد. یکی از معروف‌ترین این روش‌ها استفاده از نانوساختارهای دی‌اکسید تیتانیوم به عنوان فوتوکاتالیست می‌باشد که به علت نیاز به نور خورشید و نور مرئی از محدودیت‌هایی برخوردار می‌باشد. حذف رنگ‌زای متیلن بلو (رنگ‌زای پرکاربرد در رنگرزی) در حضور نانوذره دی‌اکسید تیتانیوم در مدت زمان ۳۰ دقیقه امکان پذیر می‌باشد. نانوکاتالیست (پلادینیوم - هیدروکساید - ذرات نانومغناطیسی اکسید آهن) بدون نیاز به نور مرئی در عملیات حذف رنگ از پساب رنگرزی استفاده می‌شود. با به کار بردن نانولوله‌های کربن چند جداره در محیط اسیدی نیز آلاینده‌های زیست‌محیطی و رنگ‌ها از پساب رنگرزی حذف می‌شوند.

هنرآموز گرمی، با نمایش فیلم، عکس، اسلاید و انیمیشن یا بازدید و... هنرجویان را با پساب‌های موجود در نساجی و راه‌های مختلف تصفیه انواع پساب آشنا کنید و راهکارهای بهینه را تشریح کنید.

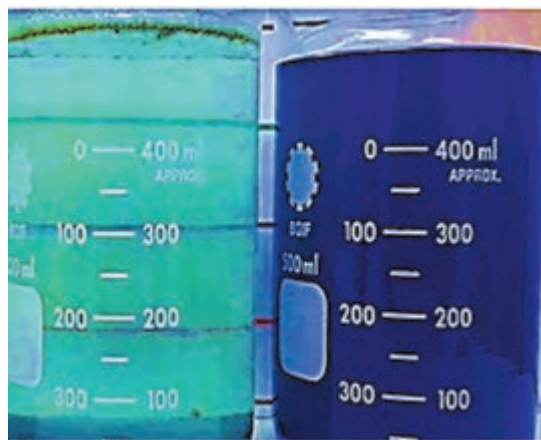
عکس و فیلم



### تصفیه پساب به روش انعقاد الکتریکی (روش EC)

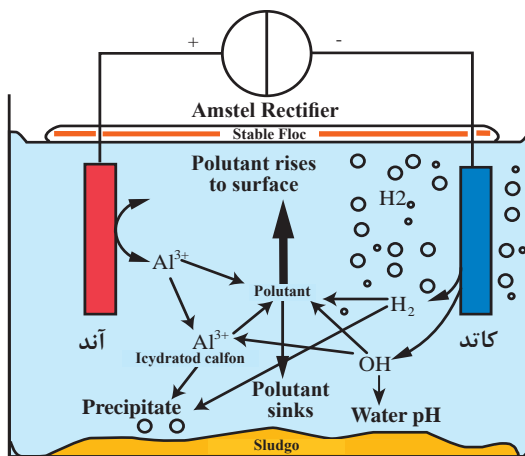
یکی از بهترین و مؤثرترین روش‌ها جهت تصفیه پساب رنگریزی، استفاده از روش الکتروشیمیایی و در رأس آن انعقاد الکتریکی یا الکتروکولوئاسیون می‌باشد. در این روش با اعمال جریان برق مستقیم DC به الکترودهای صفحه‌ای فلزی آهن یا آلومینیم شناور در پساب یک الکترولیت شیمیایی در فاضلاب ایجاد می‌شود. در طی این فرایند یون‌های فلزی در آند و یون‌های هیدروژن و اکسیژن در کاتد تشکیل می‌شود. عوامل منعقدکننده یا لخته‌های هیدروکسید فلزی در آند با تولید یون‌هایی با بار مثبت قابلیت جذب سطحی بالای مواد آلاینده با بار منفی به همراه حذف فلزات سنگین، حذف TSS و COD و BOD و کدورت، مواد نفتی و روغن‌ها، رنگ‌زا و... را دارا می‌باشند. در این فرایند با به هم چسبیدن ذرات معلق و کلوئیدی ریز یک کمپلکس قابل ته‌نشینی رسوب می‌کند. در ضمن در طی این فرایند مقادیری گاز هیدروژن در کاتد متصاعد می‌شود که سبب شناورسازی ذرات سبک‌تر بر روی سطح پکیج انعقاد الکتریکی می‌گردد.

فرایند انعقاد الکتریکی یک واکنش الکترولیز می‌باشد که اجرای واکنش‌های الکتروشیمیایی در آن مستلزم اعمال پتانسیل الکتریکی مناسب بین دو یا چند الکتروود فلزی جهت انجام واکنش اکسایش - کاهش (آند - کاتد) در سطح مشترک الکتروود و محلول از طریق یک منبع الکتریکی خارجی می‌باشد. در شکل ۲۰ فرایند انعقاد الکتریکی و شناورسازی جهت تصفیه پساب به همراه تصفیه یک نمونه پساب رنگی با این مکانیزم نشان داده شده است.



پساب تصفیه شده

پساب



روش تصفیه الکتریکی پساب

شکل ۲۰- فرایند انعقاد الکتریکی جهت تصفیه پساب به همراه تصفیه یک نمونه پساب رنگریزی با آن

روش انعقاد الکتریکی به علت وسعت عمل برای تصفیه انواع پساب‌ها، طراحی ساده سیستم، هزینه پایین راه‌اندازی و بهره‌برداری، عدم نیاز به مواد شیمیایی خاص، کارکرد طولانی الکترودها، زمان واکنش کم، نیاز به راکتور تصفیه کوچک، بازرسی هفتگی، تولید کم لجن، گندزدایی آب، سازگاری با محیط‌زیست، حذف ۹۹ درصد فلزات سنگین، حذف ۵۰ تا ۸۰ درصد از TSS، حذف بیش از ۵۰ درصد از COD و... یکی از تأثیرگذارترین و بهترین روش‌های تصفیه پساب می‌باشد.



روش انعقاد الکتریکی بر خلاف انعقاد شیمیایی نیاز به تزریق انواع مواد معدنی و شیمیایی منعقدکننده و کمک منعقدکننده پلیمری و موادی جهت تنظیم PH ندارد و لجن تولیدی آن نیز کمتر می‌باشد. حجم راکتور تصفیه در انعقاد شیمیایی بیش از دو برابر انعقاد الکتریکی می‌باشد و زمان بازرسی به راکتور انعقاد شیمیایی به طور مستمر می‌باشد.

نتایج آزمایش ۲۵۰ سی‌سی پساب رنگی با برقراری جریان برق با شدت ۸۰ تا ۹۰ آمپر بر متر مربع در زمان ۸ دقیقه، حذف ۹۴ درصد شدت رنگ و ۸۲ درصد میزان COD پساب را نشان می‌دهد. کارایی حذف رنگ و COD پساب به میزان تولید یون‌های الکترودهای به کار گرفته شده دارد که این میزان به شدت جریان و زمان الکترولیز وابسته است.

## فناوری نانو در تصفیه پساب

امروزه با گسترش فناوری نانو، بخش تصفیه آب و پساب در صنایع نساجی نیز از این فناوری بهره‌مند شده است. استفاده از نانوجاذب‌ها، اصلاح جاذب‌ها با نانوساختارها، پوشش‌دهی سطح الکترودها با نانومواد، نانوفیلترها، نانوفتوکاتالیست‌ها، نانوذرات مغناطیسی و... به دلیل تغییر در خواص فیزیکی، شیمیایی و زیستی مواد، بهبود چشمگیری در روش‌های تصفیه معمولی می‌دهد. در ادامه به چند مورد از استفاده فناوری نانو در تصفیه پساب پرداخته می‌شود.

### تصفیه پساب با نانوجاذب‌ها

استفاده از مواد نانوجاذب با ویژگی‌هایی از قبیل سطح جانبی و مکان‌های جذب بیشتر، سرعت بالای نفوذ آلاینده در آنها، قابلیت تنظیم اندازه حفره‌های ساختاری و... سبب افزایش کارایی فرایند جذب آلاینده‌ها در تصفیه پساب می‌شود. انواع مختلفی از این نانومواد جاذب برای حذف آلاینده‌ها از پساب مورد استفاده قرار می‌گیرد که پرکاربردترین آنها نانولوله‌های کربنی تک‌دیواره و چنددیواره، نانوجاذب‌های اکسید فلزی، نانوجاذب‌های پلیمری، اکسید گرافن و گرافن، پلیمرهای درخت‌سان و پرشاخه می‌باشد. به عنوان مثال هر گرم پودر گرافیت سطحی با مساحت ۰/۶ مترمربع را می‌پوشاند؛ در حالی که نانولوله کربنی و گرافن به ترتیب سطحی با مساحت ۲۵۴ و ۲۶۳۰ مترمربع را پوشش می‌دهند؛ بنابراین میزان مصرف این مواد برای حذف آلاینده‌ها بسیار کاهش می‌یابد. مزیت دیگر این نانوجاذب‌ها، احیا و امکان بازیابی و استفاده مجدد از این مواد بدون کاهش چشمگیر بازدهی آنها می‌باشد.

حضور گروه‌های فعال انتهایی و همچنین حفره‌های میانی در ساختمان پلیمرهای درخت‌سان و پرشاخه، این مواد را به ابرجاذب‌هایی تبدیل می‌کند که قادر به حذف ترکیبات آلی و فلزات سنگین می‌باشند. پرکاربردترین پلیمرهای درخت‌سان در حوزه تصفیه پساب پلی‌آمیدوآمین و پلی‌پروپیلن‌ایمین می‌باشد. یکی دیگر از روش‌ها برای استفاده از فناوری نانو در فرایند جذب، اصلاح مواد جاذب با نانوساختارها و یا تهیه نانو کامپوزیت‌ها برای



حذف آلاینده‌ها می‌باشد. در شکل ۲۱ کاهش شدت رنگ در پساب رنگ‌زا قبل و بعد از استفاده از نانو جاذب‌ها نشان داده شده است.



شکل ۲۱- کاهش شدت رنگ در پساب رنگ‌زا قبل و بعد از استفاده از نانو جاذب‌ها

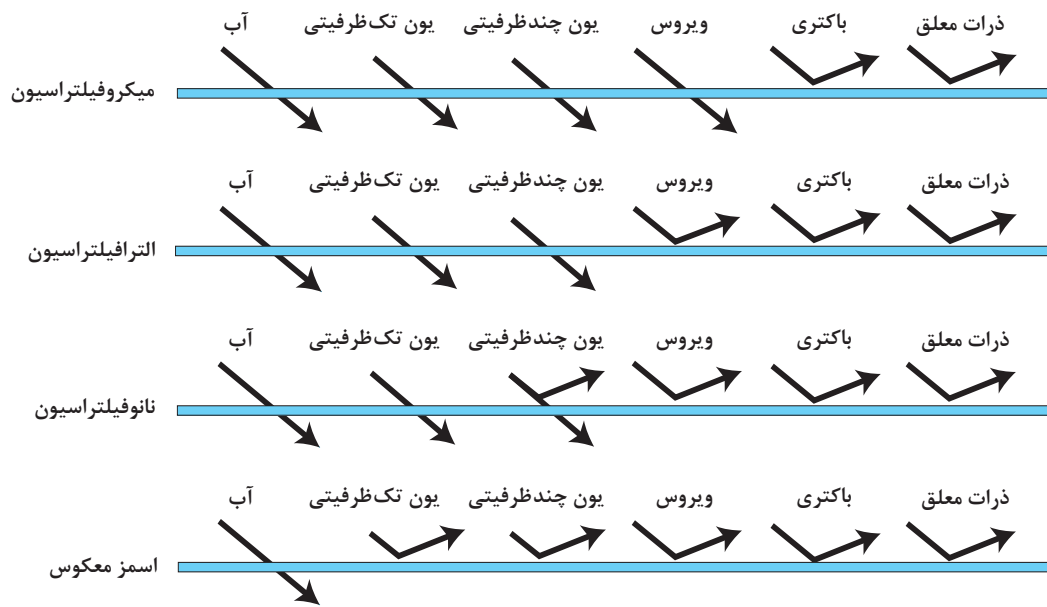
### فرایند نانو فیلتراسیون (فرایند نانو غشایی)

در فرایند فیلتراسیون با قرار دادن صافی‌های نانو با انواع غشاهای پلیمری، لیفی یا سرامیکی بر سر راه جریان پساب، می‌توان آلاینده‌ها را بر اساس اندازه آنها جدا نمود. مصرف بالای انرژی، انسداد غشاها و پیچیدگی طراحی فرایند از مهم‌ترین معایب این روش به‌شمار می‌رود. استفاده از فرایند الکتروریسی برای تولید نانوالیاف، روشی ساده، ارزان و مؤثر برای تولید فیلتر یا صافی نانو هوا و آب می‌باشد. نانوالیاف تولید شده در این فیلترها دارای سطح مخصوص و خلل و فرج بسیار بالایی می‌باشند. در مواقع لزوم با تنظیمات دستگاه الکتروریسی قطر، ساختار، ترکیب درصد و آرایش یافتگی نانوالیاف را تغییر می‌دهند. این غشاها اغلب به‌عنوان فیلتراسیون اولیه، قبل از اولترافیلتراسیون و یا اسمز معکوس استفاده می‌شود. غشاهای نانو فیلتراسیون (نانوصافش) دارای حفره‌هایی به ابعاد ۱ تا ۵ نانومتر می‌باشند که تحت فشار ۲۰ تا ۴۰ بار، امکان عبور نمک، آب و مولکول‌های آلی با وزن مولکولی کمتر از ۲۰۰ را فراهم می‌کند. غشاهای نانوالیاف بدون کاهش فشار آب خروجی، ذرات درشت و باکتری‌ها را از پساب جدا می‌کنند تا طول عمر غشاهایی مثل اسمز معکوس افزایش یابد. امروزه تهیه غشاهای نانو کامپوزیتی و بیولوژیکی مورد توجه محققان قرار گرفته است، به این صورت که با استفاده از نانوذرات اکسید فلزی نظیر  $(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{TiO}_2)$  آب‌دوستی غشاها را افزایش می‌دهند و بالطبع باعث انسداد کمتر غشاها می‌شود. از نانوذرات نقره و نانو لوله‌های کربنی برای ایجاد خواص ضد میکروبی در غشاها استفاده می‌شود.

اسمز معکوس (هایپر فیلتراسیون) به عبور آب از یک غشای نیمه‌تراوا با حفره‌هایی به ابعاد ۱ آنگستروم تحت فشار ۳۰ تا ۶۰ بار از طریق ساز و کار انتشار محلول گفته می‌شود. غشاهای الترافیلتراسیون (فراصافش) دارای حفره‌هایی به ابعاد ۱ تا ۱۰۰ نانومتر می‌باشند که تحت فشار ۱ تا ۱۰ بار نمک‌ها و اجزایی با وزن مولکولی بسیار پایین از آن عبور می‌کند و جامدات معلق بزرگتر، برخی مواد رنگی، ذرات کلوئیدی، برخی ویروس‌ها و باکتری‌ها را از آب یا پساب جدا می‌کنند. قبل از فرایند اسمز معکوس از اسمز مستقیم با فشار کمتر جهت مکش آب از یک فشار اسمزی کم به یک فشار اسمزی بیشتر استفاده می‌شود. جهت آگاهی بیشتر در شکل ۲۲ قابلیت انواع مختلف فیلتر غشایی در عبور ذرات مختلف با یکدیگر مقایسه شده‌اند.

آیا می‌دانید





شکل ۲۲- مقایسه قابلیت انواع فیلتر غشایی در عبور ذرات مختلف

در سال‌های اخیر در کشور ما استفاده از غشاهای نانو فیلتراسیون برای تصفیه آب و پساب گسترش یافته است. طراحی تجهیزات مورد نیاز تولید نانو غشاء سرامیکی و هارمودینامیکی امروزه در ایران نیز انجام می‌شود. اخیراً مؤسسه تحقیقاتی Fraunhofer آلمان، غشاهای سرامیکی نانو فیلتراسیونی تولید کرده است که قادر به حذف انواع آلاینده‌های رنگی حاصل از پساب نساجی می‌باشد. در شکل ۲۳ فرایند حذف مواد رنگ‌زا با استفاده از غشاهای نانوفیلتراسیون به همراه نمونه پساب رنگی قبل و بعد از فیلتراسیون نشان داده شده است.



شکل ۲۳- غشای نانوفیلتراسیون به همراه نمونه پساب رنگی قبل و بعد از فیلتراسیون پساب رنگی

### فرایند فتوکاتالیستی (نانوذرات فتوکاتالیستی)

به فرایندی که در آن از تأثیر نور فرابنفش بر عملکرد کاتالیست‌ها در شرایط واکنش استفاده می‌شود، فرایند فتوکاتالیست گفته می‌شود. در این روش تابش پرتوهای فرابنفش باعث تخریب ساختار آلاینده‌های میکروبی و بیماری‌زا می‌شود. این فرایند جزء روش‌های اکسیداسیون پیشرفته می‌باشد. در این فرایند، رادیکال‌های اکسیدکننده تولید شده، به سرعت به مواد آلاینده آلی حمله کرده و آنها را به طور کامل تخریب می‌کند یا

به ترکیبات ساده‌تر تبدیل می‌کند. از مهم‌ترین کاتالیست‌های نیمه‌هادی می‌توان به نانوذرات  $ZnO$ ,  $TiO_2$  و  $Fe_3O_4$  اشاره کرد که نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ ) شاخص‌ترین و پرکاربردترین آنها در تصفیه آلاینده‌ها و ضدعفونی کردن آب به شمار می‌رود.

بهره‌گیری از کاتالیزورهای فعال شونده در نور (نانوذرات فتوکاتالیستی) به منظور بهره‌برداری همزمان از پرتوی رایگان فرابنفش خورشید و کوچک شدن ذرات در حد نانومتر به عنوان کاتالیزور در بسیاری از واکنش‌های شیمیایی همواره مورد توجه می‌باشد. شرکت Puroxi با استفاده از فناوری نورتابی توسط لامپ‌های LED و نانومواد فتوکاتالیست، سیستمی را طراحی کرده است که قادر به حذف پساب‌های رنگی در نساجی می‌باشد.

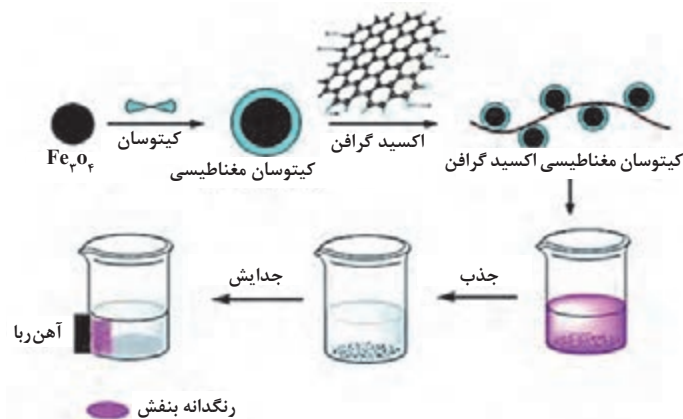
### فرایند اکسیداسیون الکتروشیمیایی

فرایندهای اکسیداسیون الکتروشیمیایی پیشرفته که براساس واکنش فنتون عمل می‌کنند، یکی از مؤثرترین و بهترین روش‌های تصفیه پساب می‌باشد که به علت استفاده از منابع سالم انرژی الکتریسیته به عنوان دوستدار محیط‌زیست معرفی می‌شود و مورد توجه محققان قرار گرفته است. در این روش از ورقه‌های پلاتین، فولاد ضدزنگ، تیتانیوم و کاتدهایی از جنس مواد کربنی نظیر ورقه کربن، گرافیت، الیاف کربن فعال و... در تصفیه پساب استفاده می‌شود. اخیراً استفاده از الکترودهای نانوکامپوزیتی در روش فنتون نیز معمول شده است.

### نانوذرات مغناطیسی

اکسید آهن مغناطیسی به عنوان نانومواد با کاربردهای بسیار گسترده در زمینه‌های مختلف استفاده می‌شود، از این رو نانوذرات اکسید آهن با خواص دلخواه و پتانسیل بالای کاربردی تولید می‌شود. اکسید آهن ماده‌ای است که به دلیل زیست‌سازگاری مناسب، مورد توجه محققان قرار گرفته است. از این نانوذرات در حذف آلاینده‌های سمی و برخی از فلزات سنگین از پساب استفاده می‌شود. اکسید آهن به عنوان عامل احیاکننده و تخریب ترکیبات شیمیایی سمی و متنوع در محیط‌های آبی عمل می‌کند. این نانوذرات می‌توانند به عنوان جاذب، یون‌های سرب و کروم را از محلول‌های آبی جدا کنند. سهولت کاربرد، زیست‌سازگاری، غیر سمی بودن، امکان بازیابی آسان با

میدان مغناطیسی و فعالیت کاتالیستی بالا در تخریب مواد آلی مختلف از مزایای قابل توجه کاربرد اکسید آهن در زمینه تصفیه پساب به شمار می‌رود. استفاده از نانوذرات مغناطیسی به عنوان جاذب در آب منجر به جداسازی و حذف آلودگی‌ها و رنگ از پساب می‌گردد. شکل ۲۴ نمونه‌ای از عملکرد نانوذرات مغناطیسی پوشش داده شده با کیتوسان و اکسید گرافن به منظور حذف رنگ‌زای بنفش باقی‌مانده در پساب، نشان داده شده است.



شکل ۲۴- عملکرد نانوذرات مغناطیسی به منظور حذف رنگ‌زای بنفش باقی‌مانده در پساب

## تصفیه آب و فاضلاب با فناوری پلاسما

تصفیه پساب صنعتی بر پایه پلاسما با تخلیه الکتریکی و ایجاد میکروجرقه‌ها در پساب، باعث ایجاد محیط پلاسمایی و تشکیل حباب‌های نانویی در پساب می‌شوند. واپاشی حباب‌ها، باعث ایجاد دمای بالای موضعی و حرکت سریع ذرات موجود در پساب می‌گردد. با واپاشی الکترون‌ها و یون‌های ایجاد شده در حباب، انواع رادیکال‌های اکسیدکننده قوی و گندزدا نیز تشکیل می‌شود که در نهایت با کمک تابش پرتوی فرابنفش عمل میکروزدایی انجام شده و مواد محلول در آب به هم چسبیده و منجر به تشکیل لخته و رسوب، ته‌نشینی و جدا شدن آنها از پساب می‌گردد.

از مزایای تصفیه پساب با فناوری پلاسما، حذف حدود ۸۰ درصد فلزات سنگین و میکروارگانسیم‌های بیماری‌زا و مواد رنگ‌زا و رنگدانه، کاهش ۸۰ درصدی BOD و COD، PH، خنثی، کاهش اتمام فرایند در کوتاه‌ترین زمان (۲ دقیقه)، عدم مصرف مواد شیمیایی، کاهش ۷۰ درصدی هزینه تصفیه، شیرین‌سازی سالم آب دریا و گندزدایی آن تا مرحله آب آشامیدنی، کاهش کدورت، بو، رنگ و سختی آب، مصرف پایین انرژی (کمتر از ۲ کیلووات به ازای هر مترمکعب) و... می‌باشد.

## بهینه‌سازی مصرف انرژی در صنعت نساجی

انرژی در دنیای امروز از اهمیت زیادی در رشد و توسعه اقتصادی و رفاه اجتماعی برخوردار است. در قرن بیست و یکم، بهینه‌سازی مصرف انرژی با توجه به پیامدهای مهم آن از قبیل کاهش هزینه‌ها، کاهش سرمایه‌گذاری‌ها، افزایش روزافزون تقاضا، سالم‌سازی محیط‌زیست و... در دستور کار اکثر کشورهای جهان قرار گرفته است. امروزه صنعت نساجی به عنوان یکی از صنایع مورد نظر در زمینه بهینه‌سازی انرژی، بیش از ۲۰ درصد از کل انرژی مصرفی بخش صنعت را به خود اختصاص می‌دهد. در صنعت نساجی در تمامی مراحل تولید، انرژی به اشکال مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرد. میزان متوسط مصرف انرژی الکتریکی و فسیلی در فرایندهای ریسندگی ۴۸ درصد، بافندگی ۱۶ درصد و رنگرزی، چاپ و تکمیل در حدود ۳۶ درصد می‌باشد.

آیا می‌دانید



کشور ما حدود ۱ درصد جمعیت جهان را دارد ولی حدود ۲ درصد از انرژی جهان را مصرف می‌کند؟ مصرف انرژی در ایران ۳ برابر متوسط جهان و ۱۰ برابر متوسط کشورهای اروپایی می‌باشد.

## راهکارهای مدیریت مصرف انرژی در بخش‌های مختلف نساجی

پتانسیل صرفه‌جویی در بخش صنعت براساس آمار مصرف انرژی در جهان و ایران به‌طور خوش‌بینانه ۳۸ درصد و به‌طور محافظه‌کارانه ۲۴ درصد می‌باشد. متوسط پتانسیل صرفه‌جویی در صنعت نساجی نسبت به مقادیر استاندارد داخل کشور ۱۰ تا ۱۵ درصد و نسبت به مقادیر استاندارد جهانی ۱۵ تا ۲۵ درصد برآورد شده است. شناخت منابع انرژی بر و افزایش کارایی تجهیزات مصرف‌کننده انرژی از نخستین اقدامات در جهت

بهینه‌سازی مصرف انرژی در بخش نساجی می‌باشد. کاهش میزان مصرف انرژی با استفاده از فناوری‌های با کارایی بالا پیشنهاد مؤثری برای فائق آمدن بر بحران‌های جهانی انرژی می‌باشد. در ادامه، برخی از راهکارهای عمومی و اختصاصی در مدیریت مصرف انرژی عبارت‌اند از:

- راهکارهای عمومی جهت کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف صنایع نساجی
- استفاده از موتورهای الکتریکی با راندمان بالا و متناسب با بار و کنترل دور موتورها
- استفاده از سیستم روشنایی منطقه‌ای و موضعی و استفاده حداکثر از نور طبیعی در روز
- استفاده از لامپ‌های کم مصرف فلورسنت و LED، تمیز کردن مرتب لامپ‌ها
- استفاده همزمان از لامپ‌های کم‌مصرف زرد و سفید جهت کاهش خستگی چشم
- استفاده از درب و شیشه‌های دوجداره و رنگ‌های روشن در دیوارها و سقف‌ها
- بهینه‌سازی ابعاد و ارتفاع سالن‌ها جهت صرفه‌جویی در روشنایی و انرژی
- کاهش ارتفاع چراغ‌های سقفی از کف سالن جهت افزایش بازدهی شدت روشنایی (حداکثر ارتفاع ۶ متر)
- تنظیم شدت روشنایی سالن بر اساس جداول استاندارد ملی ایران بین ۱۰۰ تا ۵۰۰ لوکس
- تنظیم مداوم شرایط محیطی دمایی و رطوبت سالن‌ها در فصول مختلف سال بر طبق استاندارد
- تنظیم نسبت سوخت و هوا در بویلرهای تولید بخار و نصب سیستم بازیافت حرارت از گازهای خروجی دیگر بخار
- کاهش دمای هوای ورودی به کمپرسورها و نصب کنترل‌کننده ON/OFF و استفاده از توربو کمپرسورها
- تعویض و تمیز کردن دائمی فیلترهای هوای کمپرسورها و سیستم‌های تهویه سالن‌ها
- عایق کاری مناسب لوله‌های بخار و آب گرم و داغ و بازیافت حرارت از کندانس برگشتی
- نصب سیستم لوله‌کشی برگشت یا کندانس بخار و اطمینان از صحت کارکرد تراپ (تله بخار)
- جلوگیری از هدر رفتن آب از طریق آموزش پرسنل و کارگران، قطع جریان آب پس از اتمام کار دستگاه
- تدوین برنامه منظم آموزشی، انگیزشی، سرویس، تعمیرات و نگهداری دستگاه‌ها
- استفاده از فناوری‌های جدید نانو و پلاسما جهت تبدیل، توزیع و انتقال انرژی
- تنظیم محدوده شرایط محیطی سالن‌های ریسندگی پنبه‌ای و پشمی در فصول سرد و گرم بر طبق جدول ۴

جدول ۴- محدوده شرایط محیطی سالن‌های ریسندگی پنبه‌ای و پشمی در فصول سرد و گرم

الیاف		پنبه‌ای				پشمی			
سالن		ریسندگی		بافندگی		ریسندگی		بافندگی	
فصل		سرد و معتدل	گرم و خشک	سرد و معتدل	گرم و خشک	سرد و معتدل	گرم و خشک	سرد و معتدل	گرم و خشک
دما °C		۲۰-۲۴	۲۴-۲۸	۲۰-۲۴	۲۴-۲۶	۲۰-۲۴	۲۴-۲۸	۲۰-۲۴	۲۳-۲۴
رطوبت نسبی %		۵۰-۶۰		۶۰-۷۰		طبیعی تا ۶۵		۶۰-۷۰	



میزان شدت روشنایی نور خورشید در روز بیش از ۱۰۰۰۰۰ لوکس و در هوای ابری کمتر از ۱۰۰۰۰ لوکس می‌باشد. میزان روشنایی عمومی و محل کار در بخش‌های مختلف نساجی بر اساس استاندارد ملی ایران بر طبق جدول ۵ می‌باشد.

جدول ۵- میزان روشنایی عمومی و محل کار در بخش‌های مختلف نساجی

بخش‌های نساجی	شدت روشنایی (لوکس)
حلاجی و ریسندگی	۱۰۰-۳۰۰ لوکس
بافندگی	۳۰۰-۵۰۰ لوکس
رنگرزی	۲۰۰-۳۰۰ لوکس
آزمایشگاه رنگرزی	۳۰۰-۵۰۰ لوکس



هنرآموز گرامی، با نمایش عکس، فیلم، اسلاید، نمودار و جداول، بازدید و... هنرجویان را با راهکارهای عمومی و تخصصی حوزه نساجی جهت صرفه‌جویی در منابع انرژی و آب آشنا کنید.



راهکارهای عملی جهت کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف ریسندگی:

- جلوگیری از کارکرد بی بار دستگاه‌های خط ریسندگی و استفاده از ظرفیت کامل خط ریسندگی
- بررسی امکان نصب موتورهای الکتریکی دور متغیر VSD در دستگاه‌ها و سیستم تهویه
- استفاده از ماشین‌های کار با سرعت بالا و استفاده از تمامی ظرفیت
- استفاده از ماشین‌های ایند (open - End) به جای مجموعه فلایر و رینگ برای نخ‌های ضخیم‌تر
- انتخاب مواد اولیه مرغوب برای کاهش ضایعات و بالا بردن کیفیت محصول
- کنترل فرایند به منظور کاهش مواد برگشتی و ضایعات و بازیافت و استفاده مجدد از ضایعات تولید
- استفاده از بطری‌های پلاستیکی و فرش‌های کهنه پلی‌استری در ذوب ریزی جهت بازیافت و تولید نخ
- استفاده از فناوری‌های نانو در بخش‌ها و قطعات مختلف بخش ریسندگی نظیر چرخانه و غلتک‌های کشش
- نصب تجهیزات اندازه‌گیری کنترل دما و رطوبت به همراه تنظیم اتوماتیک آنها
- سرویس کاری، روغن کاری، گریس کاری و تعمیر و نگهداری منظم و برنامه‌ریزی شده دستگاه‌ها و موتورها
- استفاده از تسمه‌های Cogged - Belt و Synchronus - Belt به جای Flat - Belt و V - Belt در الکتروموتورها



در واحدهای ریسندگی و تکمیل پارچه در ایران به طور متوسط به ازای تولید هر کیلوگرم نخ به ترتیب حدود ۶۰ مگاژول و ۳۰ مگاژول انرژی الکتریکی و فسیلی و ۱۰۰ تا ۲۰۰ لیتر آب تصفیه شده مصرف می‌شود.



- راهکارهای عملی جهت کاهش مصرف انرژی در بخش‌های مختلف بافندگی:
- کاهش زمان توقف دستگاه‌ها و افزایش ظرفیت تولید
- سرویس‌کاری و روغن‌کاری، تعمیر و نگهداری منظم دستگاه‌ها و به‌کارگیری قطعات یدکی استاندارد
- بررسی امکان نصب موتورهای الکتریکی دور متغیر VSD در دستگاه‌ها و سیستم تهویه
- استفاده از دستگاه‌هایی با حجم کمتر و ظرفیت تولید بیشتر
- استفاده از دستگاه‌ها با تکنولوژی‌های جدید و راندمان بالاتر



- در مراجعه به کارخانجات نساجی چک‌لیستی از راه‌های هدر رفتن انواع انرژی در بخش‌های مختلف تهیه کنید و راهکارهایی جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی ارائه و گزارش دهید.



- راهکارهای عملی جهت کاهش مصرف انرژی در بخش رنگ‌رزی، چاپ و تکمیل:
- بررسی امکان استفاده از موتورهای الکتریکی دور متغیر VSD در دستگاه‌ها و سیستم تهویه
- استفاده از خشک‌کن‌های غیر حرارتی مکانیکی و سانتریفیوژی‌های دور متغیر ستاره - مثلث
- بهره‌گیری از تکنولوژی جدید چاپ دیجیتال در چاپ پارچه و پتو و فرش ماشینی و...
- تصفیه آب و فاضلاب با تکنولوژی‌های نانو و تخلیه الکتریکی و ایجاد پلاسما در آب
- تعویض یا تعمیر تله‌های بخار (تراپ) معیوب
- استفاده از کنترل‌کننده‌های دور متغیر فن تهویه هوا، فن هوای گردش استنتر و درجه حرارت در ترموزول و استنتر
- کاهش ضایعات در فرایندهای رنگ‌رزی، چاپ و تکمیل
- نصب تجهیزات اندازه‌گیری دما و رطوبت بر روی دستگاه‌ها
- عایق‌کاری مناسب دستگاه‌ها و مخازن رنگ‌رزی جهت کاهش تلفات حرارتی
- بازیافت حرارت از گازهای خروجی از دودکش استنتر
- تفکیک فاضلاب‌های رنگی از فاضلاب‌های غیر رنگی سایر بخش‌ها
- تهیه راهنمای عملکرد استاندارد دستگاه‌ها از قبیل دما بر حسب نوع محصول
- استفاده از ماشین‌های رنگ‌رزی، چاپ و تکمیل با تکنولوژی بالا نظیر فولارد مجهز به فشار قابل تنظیم گیره‌ها
- استفاده از روش‌ها و ماشین‌های رنگ‌رزی با L:R پایین نظیر ماشین ژیگر، جت و سیستم کف (فوم) و هوا
- استفاده از فناوری‌های جدید نظیر فوق بحرانی رنگ‌رزی پلی‌استر با CO<sub>2</sub> و تکنولوژی Colorzen بر روی پنبه
- بهینه‌سازی رنگ‌رزی با استفاده از تکنولوژی پمپ چرخشی و مدار هیدرولیک در ماشین‌های رنگ‌رزی
- استفاده از نانو ساختارها و نانو پوشش‌ها جهت کاهش وزن، خوردگی و خستگی در ادوات و ماشین‌آلات





ارائه راهکارهایی جهت صرفه جویی انرژی در ماشین آلات خشک کن و استنتر: خشک کن و استنترها جزء یکی از پرکاربردترین و پرمصرفترین میزان انرژی الکتریکی و گرمایی در صنایع نساجی می‌باشند. به کارگیری و مدیریت صحیح سیستم‌ها و کنترل و بهینه سازی دقیق فرایندها ضمن کنترل دقیق دما و رطوبت در سیستم باعث افزایش راندمان و بازده اقتصادی دستگاه‌ها می‌گردد. انجام اقدامات عملی نظیر ایزولاسیون و عایق کاری لوله‌ها و بدنه دستگاه‌ها، بهینه‌سازی دور فن‌ها در مناطق خشک کن و خنک کن، تنظیم دریچه‌های اگزوزها یا دمپر‌ها، سرویس کاری، روغن کاری، گریس کاری و تعمیر و نگهداری منظم و با برنامه‌ریزی دستگاه‌ها، تنظیم بهینه دما و رطوبت دستگاه، جلوگیری از خشک شدن بیش از حد پارچه، آبیگری یکنواخت پارچه‌ها در مراحل قبلی، استفاده از تکنولوژی‌های جدید در فشار یکنواخت بر سطح پارچه در غلتک‌های فولارد و منگل (آبگیر)، جایگزینی سیستم مشعل گاز شهری به جای بویلر روغن، تنظیم مشعل گاز، برطرف کردن نشتی‌های بخار، تعمیر منظم تله بخار و... از مهم‌ترین اقدامات عملی در جهت صرفه‌جویی در مصرف انرژی در این دستگاه‌ها می‌باشد.

## باز یافت آب و مواد در صنعت نساجی

در کتاب دانش فنی پایه سال دهم با مباحث آب، منابع آب، مصارف آب، ناخالصی‌های آب، سختی آب، روش‌های تصفیه آب، اهمیت تصفیه آب و... آشنا شدید.

مهم‌ترین دلایل استفاده از باز یافت پساب نساجی استفاده از پساب تصفیه‌شده در صنعت و کشاورزی و اخذ تأییدیه محیط‌زیست در این خصوص می‌باشد. در برخی موارد آب تصفیه و ضد عفونی شده را می‌توان به آب‌های سطحی یا چاه‌های جذبی منتقل کرد. قبل از رهاسازی فاضلاب تصفیه شده در طبیعت لازم است در پساب تصفیه بیولوژیکی هوازی یا بی‌هوازی نیز انجام شود. در این مرحله با افزودن ازت، فسفات، متانول و مواد ضد عفونی به فاضلاب به منظور تأمین ترکیبات لازم برای زیست‌آزیم‌ها و باکتری‌ها ضروری می‌باشد. در برخی کارخانجات به دلیل کمبود آب با استفاده از یک تصفیه تکمیلی دیگر پساب از این پساب تصفیه شده در خط تولید استفاده می‌کنند. تصفیه تکمیلی فاضلاب با روش‌هایی نظیر اولترا فیلتراسیون (UF) یا روش اسمز معکوس (RO) انجام می‌شود. به این نکته باید توجه شود که آب ورودی به واحد رنگ‌رزی باید فاقد هرگونه رنگ و شوری یا هدایت الکتریکی پایین باشد؛ زیرا عملیات رنگ‌رزی در حضور یون‌های مزاحم امکان‌پذیر نمی‌باشد. هزینه‌های مربوط به خدمات آب و فاضلاب هر کارخانه حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کل هزینه خدمات را به خود اختصاص می‌دهد.

بخار به‌طور متمرکز مقدار قابل توجهی انرژی گرمایی در خود ذخیره دارد که در هنگام کندانس شدن این انرژی مصرف می‌شود. بخار در نساجی جهت تنظیم دما و رطوبت سالن، آب گرم مصرفی، عملیات مقدمات بافندگی، رنگ‌رزی، چاپ و تکمیل استفاده می‌شود.

یک سیستم بخار ایده‌آل بخار و کندانس تولید شده، جدای از یکدیگر وجود دارند و جمع‌آوری می‌شوند؛ بنابراین اگر در مخزن جمع‌آوری کندانس برگشتی، بخار زنده وارد شود، دلیل بر وجود نقص در بخشی از سیستم توزیع بخار می‌باشد. خرابی تله بخار نصب شده روی خطوط آب کندانس شده (بازماندن دائمی دریچه تله بخار) باعث عبور دائم بخار و اتلاف انرژی موجود در بخار می‌گردد.



کنترل صحت کار تله بخار (تراپ) در زمان مراجعه به کارخانجات نساجی: با بازرسی و کنترل از طریق دیدن، شنیدن صدای عبور بخار و اندازه‌گیری دما می‌توان از اتلاف بخار جلوگیری کرد. در جدول اختلاف دمای سطح لوله در حدود ۳۰ سانتی‌متری طرفین یک تله بخار سالم نشان داده شده است. (جهت تبدیل دما به سانتی‌گراد، ۳۲ واحد از فارنهایت کم کنید و عدد حاصل را بر ۱/۸ تقسیم کنید).

جدول اختلاف دمای سطح لوله در حدود ۳۰ سانتی‌متری طرفین یک تله بخار سالم

اختلاف دما در دو طرف سطح لوله (F)	دمای سطح لوله بعد تله بخار (F)	دمای سطح لوله قبل تله بخار (F)	دمای بخار (F)	فشار بخار (Psg)
۲۵	۱۸۰	۲۰۵	۲۲۷	۵
۳۶	۱۸۰	۲۱۶	۲۴۰	۱۰
۳۵	۱۹۰	۲۲۵	۲۵۰	۱۵
۳۳	۲۰۰	۲۳۳	۲۵۹	۲۰
۳۵	۲۰۵	۲۴۰	۲۶۷	۲۵
۳۶	۲۱۰	۲۴۶	۲۷۴	۳۰
۴۳	۲۱۵	۲۵۸	۲۸۷	۴۰



بر اساس مطالعات انجام شده، رفع نشتی شیرآلات و تعویض آنها، بازبینی و بهبود عایق لوله‌های محتوی بخار، آب و روغن داغ، مخازن، شیرها، کانال‌ها، فلنج‌ها و... حدود ۲۰ درصد در انرژی گرمایی صرفه‌جویی می‌شود.

### بازیافت مواد در نساجی

فرایند بازیافت مواد به فرایندی اطلاق می‌شود که طی آن مواد زائد جدا شده و ضایعات قابل استفاده در خط تولید، جهت تولید محصولات جدید به کار گرفته می‌شود. استفاده مجدد از مواد بازیافت صنایع، باعث کاهش آلودگی محیط‌زیست، افزایش تولید ملی، کاهش مصرف مواد اولیه، صرفه‌جویی در آب، رنگ‌زا و سایر مواد کمکی، اشتغال و افزایش سطح بهداشت و بهره‌وری در تولید می‌گردد. صنایع نساجی نیز همانند صنایع دیگر دارای مواد قابل بازیافت می‌باشد. با توجه به بررسی‌های انجام شده بیش از ۱۰ میلیون تن منسوج در کارخانجات و منزل دور ریخته می‌شود که ۵۰ درصد آنها قابل بازیافت می‌باشند. برخی از این ضایعات شامل ضایعات بخش‌های ریسندگی، سرنخ‌های الیاف، انواع پلیمر و ضایعات انواع پارچه و... می‌باشد که این مواد پس از بازیافت در بخش‌های کالای خواب، خودروسازی، پارچه‌تنظیف، ایزوگام، مبیل‌سازی، تولید نخ، موکت و پتو، تولید انواع لایی و نمد و... استفاده می‌گردند. منسوجات نایلونی و پلی‌استری تحت فرایند ذوب ریسی قابلیت بازیافت مجدد به نخ‌های قابل مصرف در نساجی را دارا می‌باشند.



اخیراً محققان آنزیم باکتریایی را اصلاح کرده‌اند که قادر می‌باشد، فرش‌ها و پارچه‌های پلی‌استری مستعمل، بطری و پلاستیک‌های دورریز PET را بشکند و به اتیلن گلیکول و اسیدترفتالیک مورد نیاز الیاف پلی‌استر تبدیل کند. در این صورت می‌توان از این مواد ضایعاتی به‌طور مکرر و مؤثر جهت تولید پلی‌استر بازیافتی استفاده کرد.



در مورد ماشین‌آلات بازیافت پارچه‌های ضایعاتی و پوشاک مستعمل تحقیق و گزارش کنید.

## صرفه‌جویی در مصرف آب، رنگ‌زا و مواد شیمیایی

کشور ایران به علت عدم مدیریت صحیح آب و فاضلاب در آستانه تخلیه آب‌های زیرزمینی و بحران بزرگ آب قرار دارد. صنایع یکی از بالاترین مصرف‌کننده‌ها و آلوده‌کننده‌های آب و محیط‌زیست در ایران می‌باشند. صنعت نساجی به ویژه بخش رنگرزی و تکمیل یکی از بزرگترین مصرف‌کنندگان آب و تولیدکنندگان پساب صنعتی در بین سایر صنایع می‌باشند. در حال حاضر بخش رنگرزی و تکمیل در صنایع نساجی حدود ۲۰ درصد پساب‌های صنعتی عمل‌نشده در جهان را به خود اختصاص می‌دهند. کمبود جدی آب شیرین و آگاهی‌های زیست‌محیطی در سراسر جهان به‌صورت جدی مورد توجه قرار گرفته است. در فرایند رنگرزی بدون آب، سالیانه در مصرف میلیون‌ها لیتر آب شیرین صرفه‌جویی می‌کند و آب‌های زیرزمینی و محیط‌زیست دستخوش آلودگی نمی‌گردد. بر طبق تحقیقات انجام شده، بیش از ۱۰۰ لیتر آب در فرایندهای تولید ۱ کیلوگرم منسوج و بیش از ۶۰ لیتر آب جهت تولید ۶۰ میلیون تن منسوج مصرفی کل دنیا؛ معادل مصرف ۲۱۹ روز آب آشامیدنی مردم سراسر جهان مصرف می‌شود.

تولیدکنندگان ماشین‌آلات رنگرزی و تکمیل با خلق تکنولوژی‌های جدید سعی در کاهش مصرف آب و انرژی جهت انجام فرایندهای تولید می‌باشند. استفاده از تکنولوژی رنگرزی کف یا فوم ضمن کاهش مصرف آب، رنگ‌زا، مواد کمکی و انرژی در کاهش تولید پساب و مشکلات زیست‌محیطی بسیار مؤثر می‌باشد. تولیدکنندگان رنگ‌زاها و مواد شیمیایی نیز تلاش می‌کنند تا با ارائه تکنولوژی‌های جدید به‌طور قابل توجهی مصرف مواد شیمیایی مورد نیاز را کاهش دهند و بهترین نرخ برداشت رنگ‌زا را در الیاف حاصل کنند. در نتیجه میزان مواد شیمیایی تخلیه‌شده در پساب‌ها و آب مورد نیاز کاهش می‌یابد.

تکنولوژی‌های Dye coo و Colorzen با کاهش چشمگیر مصرف آب و مواد شیمیایی در فرایندهای رنگرزی گامی بلند در جهت صرفه‌جویی در مصرف آب و انرژی و کاهش پساب‌های نساجی برداشته‌اند. در ادامه به معرفی این دو تکنولوژی جدید جهت رنگرزی پلی‌استر و پنبه پرداخته می‌شود.

در روش‌های متداول رنگرزی با آب، منسوجات لازم است به همراه مواد کمکی، سطح فعال‌ها، عوامل شست‌وشوی احیایی و... از مراحل و فرایندهای مختلفی عبور کنند. برعکس در تکنولوژی رنگرزی بدون آب رنگ‌زا در سیال فوق بحرانی حل می‌شود و به مخزن حاوی پارچه تزریق می‌شود. در این شرایط رنگ‌زا به خوبی از سطح پارچه به داخل آن نفوذ می‌کند.

## تکنولوژی فوق بحرانی CO<sub>2</sub> برای رنگری پلی استر

شرکت Dye Coo Textile Systems یک ماشین رنگری تولید کرده است که رنگری پلی استر با رنگزای دیسپرس را با دی اکسید کربن فوق بحرانی بازیافتی انجام می دهد. در این تکنولوژی نیازی به آب و مواد کمکی نمی باشد؛ به علاوه اینکه نسبت به روش های متداول رنگری مصرف انرژی به طور چشمگیری کاهش می یابد.

فعالیت  
کلاسی ۵



صرفه جویی در مصرف آب، رنگزا و مواد شیمیایی با تکنولوژی فوق بحرانی CO<sub>2</sub> برای رنگری پلی استر: اولین نسل از ماشین رنگری با دی اکسید کربن دارای یک محفظه رنگری استیل متصل به واحد بازیابی و تأمین دی اکسید کربن متصل می باشد. این واحد به پمپ و مبدل حرارتی نیز مجهز است. بیم پارچه در داخل محفظه و در کنار رنگزای دیسپرس قرار می گیرد. سپس محفظه تحت فشار قرار گرفته و با گاز دی اکسید کربن پر می شود. حرارت دادن دی اکسید کربن و گرم کردن آن تا دمای بالای ۳۰ درجه سانتی گراد و فشار بیشتر از ۷۴ بار باعث فوق بحرانی شدن آن می شود. در این حالت دی اکسید کربن به صورت سیال در می آید. در این تکنولوژی جدید دی اکسید کربن به عنوان یک ماده واسط رنگری زمانی که تحت فشار قرار می گیرد به فازی بین مایع و گاز تبدیل می شود که در این حالت قدرت حلالیت خیلی بالایی پیدا می کند. در این شرایط رنگزا به آسانی حل می شود و با توجه به قابلیت نفوذ بسیار بالای دی اکسید کربن، رنگزا به سادگی و با عمق زیادی در الیاف جابجا می شود و رنگ های با وضوح بالا ایجاد می کند. پس از رنگری پارچه بدون هیچ چین و چروک و تغییر ابعادی از دستگاه خارج می شود و نیاز به آبگیری و خشک کردن ندارد. در رنگری به روش استفاده از سیالات فوق بحرانی فقط مرحله چرخش کالا نیاز می باشد و هیچ فاضلابی تولید نمی شود. به علاوه اینکه دی اکسید کربن پس از رنگری قابل جدا شدن از منسوج و رنگزا و قابلیت استفاده مجدد و بازیافت را دارد. سیالات فوق بحرانی فازی از مواد می باشند که دما و فشار آنها از دما و فشار در نقطه بحرانی بالاتر می باشد. نقطه بحرانی، نقطه ای می باشد که در آن فاز مایع و گاز یک ماده قابل تشخیص می باشد. این فاز از ماده (بین حالت گاز و مایع) دارای مزایای زیادی می باشد و در فرایندهای رنگری می تواند جایگزین آب شود. مهم ترین سیال فوق بحرانی که بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد، دی اکسید کربن می باشد، زیرا نسبت به سایر مواد دارای دما و فشار بحرانی قابل دسترس و کنترل (۳۱ درجه سانتی گراد و ۷۳ بار فشار) می باشد. به علاوه اینکه دی اکسید کربن، قابل بازیافت تا ۹۵ درصد، غیر قابل اشتعال، ارزان، غیر سمی می باشد و هیچ گونه پسماندی ندارد و جهت مصارف صنعتی مفید می باشد. همچنین دی اکسید کربن از نظر شیمیایی و فیزیولوژی غیر فعال می باشد. در فرایند رنگری Dye coo دی اکسید کربن را تا دمای ۱۰۲ درجه سانتی گراد در فشار ۲۵۰ بار حرارت می دهند. با نفوذ دی اکسید کربن فوق بحرانی به درون الیاف پلی استر، الیاف متورم شده و انتشار رنگزا در آنها راحت تر صورت می گیرد؛ بنابراین رنگزاها در عمق الیاف آبگریز پلی استر نفوذ می کنند و زمان رنگری در مقایسه با روش های متداول رنگری به نصف کاهش پیدا می کند. در ضمن تمام مراحل رنگری در یک حمام انجام می شود. نسل جدیدتر این ماشین ها از سه محفظه تشکیل شده است؛ زمانی که رنگری در محفظه اول انجام می شود، اپراتور به ترتیب محفظه دوم و سوم را پر می کند. زمانی که عملیات در محفظه اول به پایان می رسد، دی اکسید کربن را به واحد تأمین باز می گردانند و دو مرتبه در فرایند رنگری استفاده می شود. کمپانی مذکور با شراکت با کمپانی های دیگر قصد دارد تا طیف کاملی از رنگزاهای مورد استفاده با این روش، تولید روشن کننده های فلورسنت، شست و شوی پارچه و رنگری سایر الیاف با این روش ارائه دهد.

در شکل ۲۵ یک نمونه ماشین رنگری فوق بحرانی CO<sub>۲</sub> نشان داده شده است.



شکل ۲۵- یک نمونه ماشین رنگری فوق بحرانی CO<sub>۲</sub>

از مزایای دیگر این روش رنگری می‌توان به کاهش دمای رنگری، کاهش تعداد و زمان چرخه عملیات رنگری و حذف مرحله خشک‌کن اشاره کرد به طوری که زمان رنگری به ۱۵ تا ۶۰ دقیقه کاهش می‌یابد و در مصرف انرژی صرفه جویی می‌شود. از نظر هزینه رنگری با این روش، می‌توان گفت که تجهیزات مورد استفاده در این روش گران می‌باشد ولی ماده فوق بحرانی دی‌اکسید کربن ارزان می‌باشد. سیال فوق بحرانی همچنین سبب متورم شدن پلیمرها در الیاف مصنوعی و بازیافته می‌گردد و به رنگ‌زایی مثل دیسپرس اجازه می‌دهد تا به آسانی جذب الیاف گردند و سبب انتشار بهتر مواد رنگ‌زا در ساختار منافذ و مویینه الیاف گردد. این نفوذ عمیق برای پلیمرهایی که به صورت ذاتی غیر آب‌دوست می‌باشند، بسیار مثرثمر و در حدود ۹۸ درصد جذب مواد رنگ‌زا می‌باشد و پسماند رنگ‌زا در کمترین مقدار در حدود ۲ درصد می‌باشد که قابل بازیافت می‌باشد. به علت کم بودن ویسکوزیته محلول رنگری، گردش محلول راحت‌تر انجام می‌شود و در مصرف انرژی صرفه جویی می‌گردد. از آنجایی که رنگ‌زا به صورت یکنواخت بر روی پارچه پخش می‌شود و رنگ‌زا به طور عمیق جذب الیاف می‌شود، بنابراین رنگ‌های خالص، شاد، واضح و پررنگ بر سطح کالا ایجاد می‌شود.

همواره در حین کار به اخلاق حرفه‌ای، نظم و انضباط، همکاری با دیگران، نکات ایمنی و زیست‌محیطی، دقت و سرعت در کار، علائم و هشدارها، خطرات احتمالی و دستورالعمل‌ها پایبند باشید.

شایستگی  
غیر فنی

در زمان کار و بازدید از کارخانجات، با همگان با ادب و احترام برخورد کنید و تابع نظم و مقررات باشید. از هرگونه شوخی، بی‌دقتی، عجله، هل دادن افراد، دویدن و دستکاری ماشین‌آلات و تابلوهای برق اجتناب کنید.

اخلاق  
حرفه‌ای

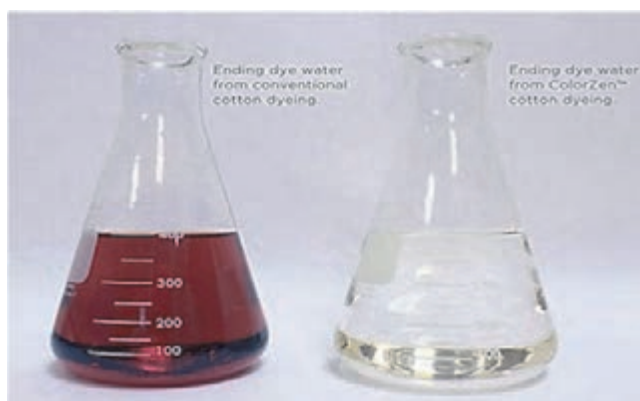


## تکنولوژی Colorzen جهت آماده‌سازی اولیه پنبه برای رنگریزی

تکنولوژی Colorzen یک تکنولوژی پیشگام در جهت کاهش آلودگی‌های آب و مصرف آب و انرژی در رنگریزی می‌باشد. در این تکنولوژی با تغییراتی که در ساختار مولکولی الیاف پنبه انجام می‌شود (Pre-Treatment) (پیش‌عمل شده)، رنگریزی پنبه بسیار کارآمدتر و طبیعی‌تر از حالت معمول می‌گردد. در این الیاف نیازی به مصرف نمک و سایر مواد شیمیایی جهت تثبیت رنگ‌زا نمی‌باشد و ضمن کاهش زمان رنگریزی در انرژی مصرفی نیز صرفه‌جویی می‌شود. استفاده از این تکنولوژی باعث می‌شود که با مصرف نیمی از رنگ‌زای مصرفی در حالت معمول، رنگ مورد نظر با یکنواختی مطلوب و رمق‌کشی ۹۸ درصد حاصل شود.

الیاف پنبه‌ای از پیش‌عمل شده را می‌توان به صورت نخ، پارچه یا پوشاک با روش‌های متداول رنگریزی کرد اما مراحل شست‌وشو و سفیدگری اولیه برای آنها حذف می‌شود، چون در حین فرایند Colorzen بسیاری از ناخالصی‌های موجود در پنبه خام از بین می‌رود و میزان آب‌کشی نیز به مراتب کمتر می‌شود؛ بنابراین در تمامی ماشین‌ها مصرف آب و انرژی به ترتیب ۹۰ و ۷۵ درصد صرفه‌جویی می‌شود و زمان انجام فرایند نیز ۷۵ درصد کاهش می‌یابد. تنها ماده شیمیایی مصرفی در این فرایند ماده ترکننده می‌باشد؛ بنابراین میزان مصرف مواد شیمیایی ۹۵ درصد کاهش می‌یابد. این پروسه دوستدار محیط‌زیست می‌باشد و میزان تخلیه مواد شیمیایی سمی در پساب را به صفر نزدیک می‌کند.

از ویژگی‌های بسیار خوب این تکنولوژی ایجاد یک افینیتی (تمایل به جذب) قوی بین لیف و رنگ‌زا و حذف مواد شیمیایی در پروسه رنگریزی می‌باشد؛ به طوری که از هرگونه مواد مضر عاری می‌باشد. علاوه بر ویژگی‌های گفته‌شده، ثبات رنگ به طور چشمگیری افزایش می‌یابد و بر شفافیت و وضوح رنگ‌زاها افزوده می‌شود. در شکل ۲۶ تفاوت پساب حاصل از رنگریزی پنبه در حالت معمولی و در حالت استفاده از تکنولوژی Colorzen در یک رنگ تیره را نشان داده شده است.



شکل ۲۶- تفاوت پساب حاصل از رنگریزی پنبه در حالت معمولی و در حالت استفاده از تکنولوژی Colorzen

نخ پنبه‌ای عمل شده با این تکنولوژی را می‌توان با رنگ‌زاهای راکتیو، مستقیم و... رنگریزی کرد. این فناوری ابتدا جهت رنگریزی پارچه‌های کشف پنبه‌ای به کار گرفته شد، ولی امروزه از این تکنولوژی در رنگریزی پارچه‌های تاری-پودی ۱۰۰ درصد پنبه‌ای نیز استفاده می‌شود.



## استفاده از فناوری نانو جهت صرفه جویی در انرژی

در سال‌های اخیر فناوری نانو به‌عنوان یک ابزار کاربردی و پربازده در تولید منسوجات نانو ساختار مورد استفاده در تبدیل، ذخیره و توزیع انرژی، توجه محققان و صنعتگران را به خود جلب کرده است، به عنوان مثال ساختارهای نانولیفی در مقایسه با ساختارهایی با ابعاد بزرگ‌تر از توان تبدیل انرژی بالاتر و بازدهی بیشتر در ذخیره انرژی برخوردار می‌باشند.

برخی از کاربردهای فناوری نانو در زمینه منسوجات مورد استفاده در بخش انرژی شامل تولید فیلترهای آب و پساب با نانو ساختارهای لیفی، تولید نانوالیاف رسانا (الیاف نانولوله کربن و اکسید گرافن)، الکترودهای لیفی، سلول‌های خورشیدی، پیل‌های سوختی حاوی نانو ساختار، سلول‌های سوختی، باتری‌های لیفی، ابرخازن‌های لیفی، انباره‌های هیدروژن، نانوژنراتورهای لیفی پیزو الکتریک، تجهیزات الکترونیکی مینیاتوری، پارچه‌های هوشمند نورانی، منسوجات ذخیره‌کننده انرژی، منسوجات گرم و خنک‌کننده نظامی، پارچه‌های هوشمند الکترونیکی تلفیق شده با حسگرها و پایسگرها با استفاده از فناوری بلوتوث با مصرف اندک انرژی و... می‌باشد که به علت انعطاف‌پذیری، پایداری، ایمنی، کوچک‌سازی، قابلیت بافت و پوشش، سبکی، هوشمند بودن، قابلیت تلفیق و... به سرعت در حال گسترش می‌باشد. استفاده از این فناوری در آینده نقش چشمگیری در تأمین انرژی پایدار و حفاظت از محیط‌زیست ایفا خواهد نمود.

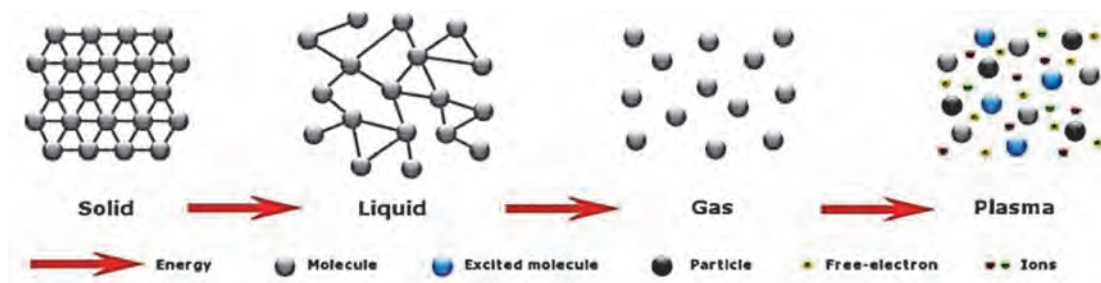
در رابطه با برخی از کاربردهای فناوری نانو در زمینه منسوجات مورد استفاده در بخش انرژی و منسوجات هوشمند، تحقیق کنید و در کلاس ارائه دهید.

تحقیق کنید



## کاربرد فناوری پلاسما در صنعت نساجی

پلاسما شبه‌گاز مرکب از ذرات بدون بار مثل اتم برانگیخته و باردار متحرک مثل الکترون‌ها می‌باشد که از تخلیه بار الکتریکی بین دو الکترود در محیطی انباشته از گاز در شرایط خلأ یا فشار محیط اتمسفری به دست می‌آید و از آن به عنوان حالت چهارم مواد نام برده می‌شود و شامل دو دسته سرد (پلاسمای اتمسفری بدون حرارت) و گرم (حرارت بالا) می‌باشد. در شکل ۲۷ انواع تغییرات حالات ماده از حالت جامد تا پلاسما نشان داده شده است. پلاسما تلفیقی از مولکول‌ها، ذرات، یون‌ها و الکترون‌های آزاد می‌باشند.



شکل ۲۷- انواع تغییرات حالات ماده از حالت جامد تا پلاسما



فرایند پلازما جزو فرایندهای خشک در نساجی می‌باشد. این فرایند باعث کاهش مصرف آب و انرژی، تصفیه بهینه آب و پساب‌ها، کاهش استفاده از مواد مضر شیمیایی، افزایش خواص و قابلیت‌هایی از قبیل اصلاح سطح منسوجات، تسهیل فرایند آهارگیری، استریل کردن منسوجات، بهبود چسبندگی پوشش‌ها و نفوذ بهتر مواد پوشش دهنده پشت فرش، افزایش قابلیت چسبندگی به سطح، آب و روغن‌گریزی، افزایش آبدوستی منسوجات به منظور افزایش رطوبت‌پذیری و رنگ‌پذیری، اصلاح زبری سطح پارچه، ضد جمع‌شدگی، ضد الکتروسیسته ساکن، کندسوزکنندگی آتش، فلس‌زدایی پشم، کندسوزی آتش، بهبود فرایند رنگ‌گریزی، تکمیل و چاپ، فعال‌سازی شیمیایی سطح منسوج، حذف پرزهای سطحی و... می‌شود؛ به همین علت امروزه فناوری پلاسمای سرد در صنعت نساجی به سرعت در حال گسترش می‌باشد و از این فناوری به فناوری سبز و خشک نام برده می‌شود.

تحقیق کنید ۶



پلاسمای گرم چیست؟ چرا در نساجی از این فناوری کمتر استفاده می‌شود؟ همچنین در مورد روش‌های اصلی پلازما جهت عملیات تکمیلی (کرونا، DBD، تخلیه تابشی و جت پلازما) تحقیق و گزارش کنید.

از جمله کاربردهای پلازما در تکمیل نساجی، پوشش‌دهی پلازما می‌باشد. در این فرایند شامل اشکالی از قبیل کرونا، پلازما جت و DBD (تخلیه مانع دی‌الکتریک هوا)، تخلیه دورانی و تابشی، پلاسمای فشار اتمسفری، پلاسمای دمای محیط و... می‌باشد. در این فناوری در شرایط خشک و بدون استفاده از حلال، لایه نازک چندنانومتری از مواد افزودنی ضد آتش، ضد میکروب، ضد آب، ضد روغن و... در ترکیب با بخار حاصل از محلول مواد اولیه بر روی کالا با چسبندگی بالا تثبیت می‌شود.

از مزایای این روش تکمیل مصرف بسیار کم مواد افزودنی می‌باشد؛ به عنوان مثال در تکمیل ضد میکروبی میزان مواد افزودنی بر منسوج حدود ۰.۲ گرم بر مترمربع منسوج می‌باشد. در این عملیات خواص عمومی منسوج از قبیل زبردست، نرمی و انعطاف‌پذیری کالا، بدون تغییر در خواص عمقی، باقی می‌ماند، به همین علت به این روش، تکمیل نامرئی گفته می‌شود.

از قابلیت‌های دیگر عملیات پلازما، برهم‌کنش ذرات پلازما با سطح منسوج و توانایی حذف و جدا کردن لایه‌های سطحی، آلودگی‌های سطحی، تسهیل‌کننده آهارگیری، حذف پرزهای سطحی نخ، افزایش قابلیت چاپ و رنگ‌گریزی و افزایش عمق رنگ، ضدندگی و ضد جمع‌شدگی منسوجات پشمی، تمیزکاری، ایجاد خاصیت آنتی‌استاتیک و آنتی‌باکتریال، استریل‌کردن منسوجات پزشکی در دمای محیط و... می‌باشد.

نکات  
زیست‌محیطی



استفاده از مواد نانو ساختار همراه با فرایند پلازما، امکان تولید منسوجات چندمنظوره ایمن و مطمئن، افزایش بهره‌وری، کاهش مصرف آب و تولید پساب و پسماند، کاهش مراحل فرایندها، سرعت عمل بالا، حل مشکلات تورم حاصل از استفاده از مواد کمکی، انرژی و مواد شیمیایی و... را فراهم می‌کند؛ به همین علت پلازما به عنوان فناوری زیست‌سازگار، دوستدار محیط‌زیست یا فناوری سبز معروف شده است.

## ارزشیابی

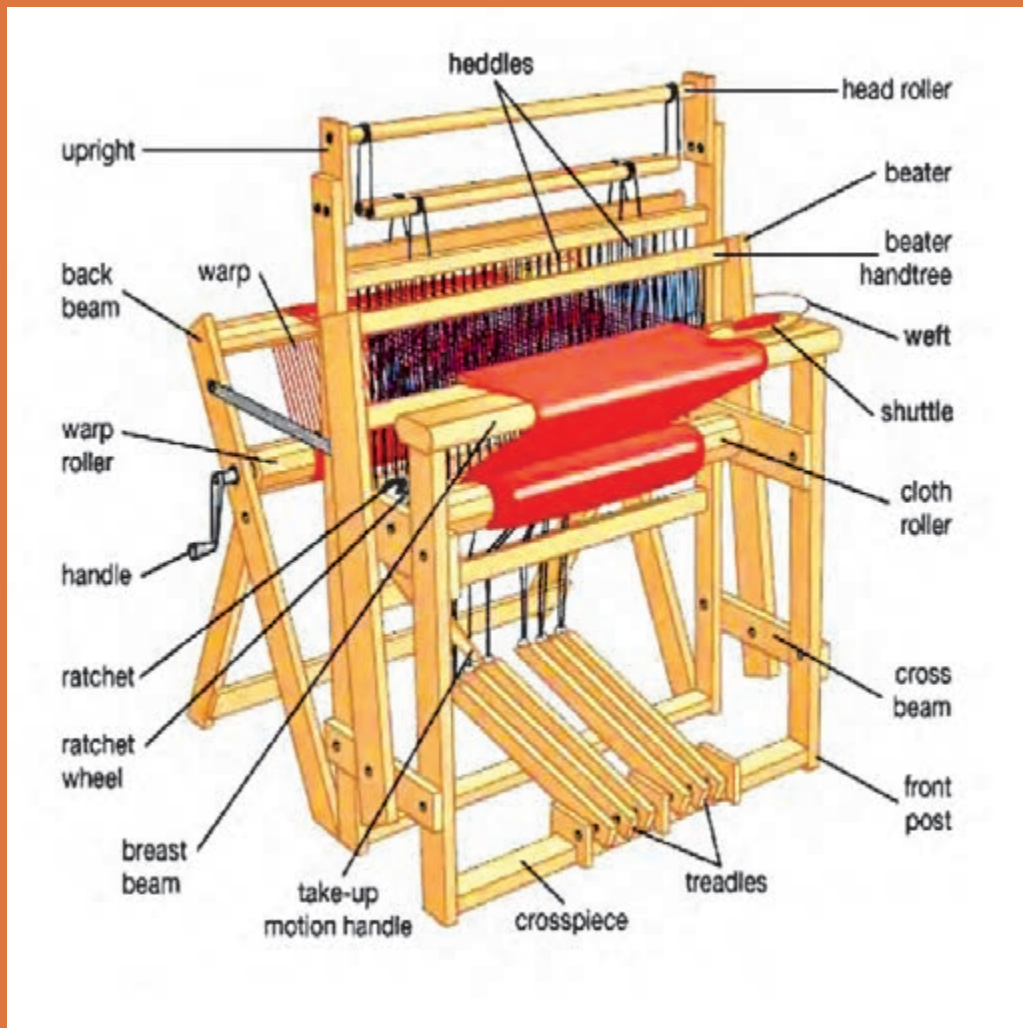
ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان ۱ نمره مستمر (از ۵ نمره) و ۱ نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد

جدول ارزشیابی پودمان ۴- تحلیل نانومواد در نساجی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان فصل
۳	تحلیل از بین بردن آلودگی‌ها و تغییر مواد جهت کاهش آلاینده‌گی و کاربرد نانومواد	بالاتر از حد انتظار	عملیات تکمیل نساجی و موادی که از نانو برای تولید آن استفاده شده و عملیات نساجی مرتبط با محیط‌زیست	تحلیل نانو مواد در تکمیل نساجی	تحلیل نانو مواد در نساجی
۲	تعیین چگونگی آلودگی محیط‌زیست و روش‌های رفع آن و عملکرد نانومواد	در حد انتظار		کاهش تأثیر عملیات نساجی بر محیط‌زیست	
۱	دانستن نام و عملیات تکمیل و رنگریزی و کاربرد مواد	پایین تر از انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

## پودمان ۵

### کسب اطلاعات فنی صنایع نساجی



## آیا می‌دانید که:

- الیاف نساجی چیست و چگونه طبقه‌بندی می‌شوند؟
- ویژگی‌های الیاف پنبه، ابریشم و پلی‌استر چیست؟
- روش کار ماشین‌های ریسندگی چگونه است؟
- محصول دستگاه نیم‌تاب و تمام‌تاب چه نام دارد؟
- بافندگی تار-پودی با بافندگی حلقوی چه تفاوتی دارد؟
- چگونه از کاتالوگ رنگ استفاده می‌شود؟
- رمزگذاری‌های استفاده‌شده در نام ماشین‌های بافندگی و رنگ‌های نساجی چیست؟

## استاندارد عملکرد

انتظار می‌رود پس از آموزش این پودمان، هنرجو نام الیاف و خصوصیات آنها را بداند. اهمیت خصوصیات الیاف و کاربرد آنها را بداند و روش‌های ریسندگی الیاف پنبه‌ای و نحوه محاسبات و ماشین‌آلات به کار رفته را فراگیرد. بافندگی و عملیات چاپ و تکمیل نساجی و نحوه کاربرد کاتالوگ‌ها را یاد بگیرد.

## مقدمه کسب اطلاعات فنی

با پیشرفت و گسترش و تنوع منابع ضرورت است که برای تحقق اهداف و توسعه شایستگی‌های خود به منابع و مراجع غیر فارسی نیز مراجعه کنیم. در این راستا پودمان حاضر به همین منظور در کتاب دانش فنی تخصصی طراحی و تألیف شده است. پودمان «کسب اطلاعات فنی» با هدف یادگیری مادام‌العمر و توسعه شایستگی‌های هنرجویان بعد از دنیای آموزش و ورود به بازار کار، سازماندهی محتوایی شده است. این امر با آموزش چگونگی استخراج اطلاعات فنی موردنیاز از متون فنی غیرفارسی و جداول، راهنمای ماشین آلات و تجهیزات صنعتی، دستگاه‌های اداری، خانگی و تجاری و درک مطلب آنها در راستای توسعه شایستگی‌های حرفه‌ای محقق خواهد شد.

در این پودمان اطلاعات فنی راجع به مواد اولیه در صنعت نساجی و عملیاتی که بر روی مواد اولیه انجام می‌شود و دستگاه‌هایی که در این مسیر کاربرد دارد و موادی که در نهایت تولید می‌شود را به زبان می‌آموزیم و شیوه کاربردی دستگاه‌ها، ماشین‌ها و تجهیزات مرتبط با صنایع نساجی را از طریق بروشورها، کاتالوگ‌ها و کتاب‌های راهنمایی کار با دستگاه‌ها را کسب می‌کنیم.

بدیهی است هدف از ارائه این پودمان، تدریس زبان انگلیسی نمی‌باشد بلکه کسب اطلاعات فنی و تخصصی، حرفه خود می‌باشد. از طریق خواندن منابع ذکر شده می‌توان به این هدف دست یافت. البته برای پشتیبانی این امر در کتاب همراه هنرجو، که خود نیز عملاً یک دانشنامه ویژه بیشتر به خواندن درست لغات، جملات و درک مطالب ارائه شده در کاتالوگ‌ها، بروشور و کتاب‌های راهنمای کاربری تأکید دارد. پودمان ذکر شده حاوی یک لوح فشرده (CD) آموزشی نیز می‌باشد. در این لوح مطالب ارائه شده در درس به زبان اصلی بیان می‌شود تا راهنمایی در خواندن و گفتار باشد. برای کامل شدن روش درست کسب اطلاعات فنی به نکات زیر توجه کنید.

۱ فرهنگ‌های ترجمه لغات که به صورت کتاب چاپ شده است بسیار مفید است ولی خوشبختانه دیکشنری‌های سیار که بر روی گوشی‌ها تلفن همراه قابل نصب است بسیار کارگشا می‌باشد. حتماً یکی از دیکشنری انگلیسی به فارسی و فارسی به انگلیسی روی گوشی خود نصب کنید. دیکشنری‌های ویژه نساجی نیز بسیار ارزشمند است زیرا معنی کلمات تخصصی در دیکشنری عمومی وجود ندارد.

۲ از ابزار ترجمه موجود روی گوگل استفاده کنید.

۳ ابزار ترجمه مستقیم فایل‌های ورد docx. و پی‌دی اف pdf را به کار بگیرید.

۴ از ابزارهای ترجمه متون روی عکس استفاده کنید. با قرار دادن تصویر که به زبان غیر از فارسی، مقابل گوشی و عکس گرفتن، ترجمه لغات روی نوشته بر روی تصویر نمایان می‌شود.

به کمک روش‌های فوق، درک مطالب غیر فارسی نیز برای شما آسان می‌شود. با توجه به کاربرد وسیع زبان انگلیسی در کاتالوگ‌های نساجی، کاتالوگ‌های مرتبط با نساجی را ترجمه کنید و آن را به کار ببرید.

### گروه صنایع نساجی

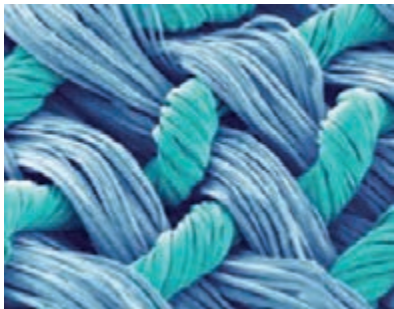
## What Is Textile?

The word "textile" originally applied only to woven fabrics, now generally applied to fibers, yarns, or fabrics or products made offers, yarns or fabrics. The term textile originates from the latin verb texere to weave but, as the Textile Institute's Terms and Definitions Glossary explains, it is now "a general term applied to any manufacture from fibers, filaments or yarns characterized by flexibility, fineness and high ratio of Length to thickness"

Textiles, especially fabrics the fundamental component of a ready made garment, because it is the basic raw material of a garment. So it is important to know the manufacturing sequence of fabric from fiber. The quality product is the main goal at present time, Without knowledge of Textile manufacturing i.e. fiber, yarn and fabrics it is impossible to maintain the quality of a garment. Before elaborating on whole process of grey fabric manufacturing Let us look on what is textile fiber, yarn and fabric and what are the process flow chart of Textile manufacturing can be described.

Normally, textile is a woven fabric; now applied generally to any one of the following:

- 1 Staple fibers and filaments suitable for conversion to or use as yarns, or for the preparation of woven, knit, or nonwoven fabrics. Fig -1



Filament Fiber



Staple Fiber

Fig 1- Fibers

- 2 Yarns made from natural or manufactured fibers.
- 3 Fabrics and other manufactured products made from fibers as defined above and from yarns.
- 4 Garments and other articles fabricated from fibers, yarns, or fabrics when the products retain the characteristic flexibility and drape of the original fabrics.

### Textile is a very widely used term which includes

- 1 All kinds of fibers (e.g: Cotton, Jute, Wool, Polyester, Viscose & etc.)
- 2 All kinds of Process (e.g: Spinning, Weaving, Knitting, Dyeing, Printing, Finishing & etc.)
- 3 All kinds of machineries (e.g: Spinning machineries, Weaving machineries, Knitting machineries, Dyeing machineries, Testing machineries & etc.)
- 4 To convert textile fiber into finished or end use products (e.g: Garments, Technical textiles, Geo textiles, Medical textiles, E-textiles ( Electronic textikle) & etc.)

## تمرین

زیر هر شکل با توجه به موارد چهارگانه که در متن اشاره شده است کلمه مناسبی را بنویسید.



Fig 2

## Classification of Textile Fiber (Fibre)

Textile fibers are divided into two categories these two groups are:

- 1 Natural fiber.
- 2 Manmade fiber.

### Natural fiber

Natural fibers include those produced by plants, animals, and geological processes. They are biodegradable over time. They can be classified according to their origin.

### Man made fiber

Synthetic or man-made fibers generally come from synthetic materials such as petrochemicals. But some types of synthetic fibers are manufactured from natural cellulose; including rayon, modal, and the more recently developed Lyocell. Cellulose-based fibers are of two types, regenerated or pure cellulose such as from the cupro-ammonium process and modified or derivitized cellulose such as the cellulose acetates. Fig 1, Shows the Group



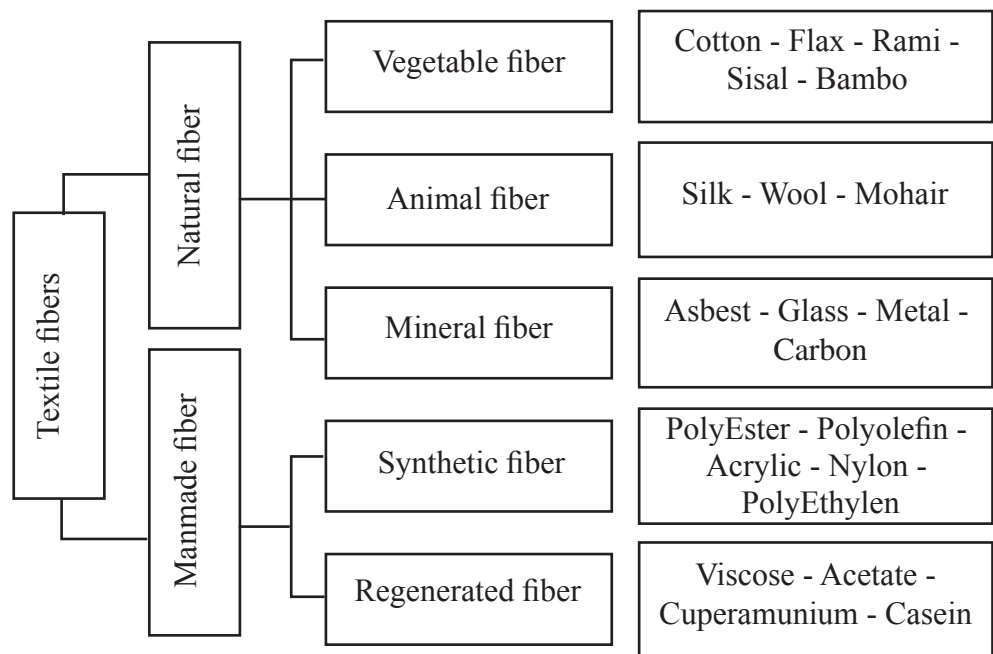


table 1- Classification of Textile Fiber Table

در رایانه، نرم افزار Word را باز کنید و با رسم جدول در سطر بالای جدول نام الیاف و در سطر پایین یک یا چند کاربرد از الیاف و در سطر سوم تصاویری از الیاف و یا کاربرد آن را به انگلیسی بنویسید. مورد استفاده هر کدام از الیاف را بنویسید.

فعالیت  
کلاسی ۱

## A Sample For NATURAL VEGETABLE FIBER

### COTTON FIBER

Cotton is a natural vegetable fibre produced in the cotton plant in many countries of the world even in Bangladesh also. Some important properties of cotton fibres are discussed very briefly below: fig 3: show cotton used



Cotton fiber



Cotton dress



Cotton towel

Fig 3- Cotton Used

#### Properties of cotton fibres

##### Length of cotton fiber:

Physically the individual cotton fibres consist of a single long tubular cell. Its length is about 1200 -1500 times than its breadth. Length of cotton fibre varies from 16 mm to 52 mm depending upon the type of cotton.

##### Fineness of cotton fiber:

Longer the fibre, finer the fibre in case of cotton fibre. It is expressed in term of decitex and it varies from 1.1 to 2.3 decitex.

Fineness may be more in case of immature fibre. So it is necessary to express maturity with fineness.

##### Strength and extension of cotton fiber:

Cotton fibre is fairly among natural fibres in relation to tenacity which is 3-3.5 g/dtex. Its tensile strength is between wool and silk fibre but disadvantage is low extension at break which is 5-7%.

### Cotton Appearance

Cotton fibre is fairly short, fine and creamy white color. Color of the fibre depends on soil of growth. By adding chemicals in the soil, color of the cotton fibre may be varied.

### Crimp

Cotton fibre is more or less twisted on its longitudinal axis which can not be seen from outside is called convolution. The twist in the fibre does not to be continuous in one direction i.e. if at first right direction, then left direction. This property of cotton fibre helps in spinning. Fig 4: show crimp in cotton fiber

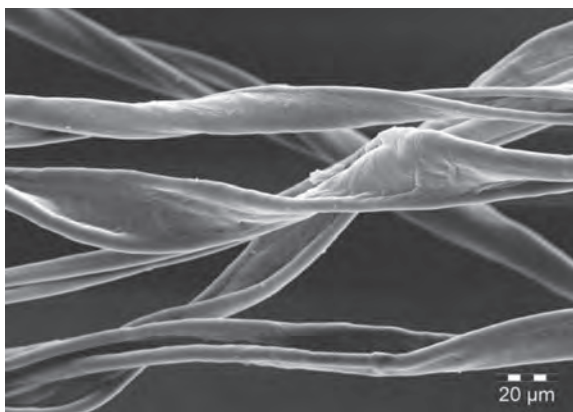


Fig 4- crimp in cotton fiber

شکل ۴ را با دقت نگاه کنید و سپس به سؤالات زیر پاسخ دهید.  
الف) شکل سطح مقطع طولی لیف پنبه را تشریح کنید.  
ب) شکل برش عرضی از این الیاف را در ۳ نقطه رسم کنید.  
ج) روی شکل ۴، crimp یا تجعد (فرموج) را روی الیاف نشان دهید.  
د) با توجه به مقیاس، عرض و طول تصویر و عرض و ضخامت چند نقطه الیاف پنبه را حساب کنید.

فعالیت  
کلاسی ۲



## A Sample For Natural Animal Fiber

### SILK FIBER

#### SILK FIBER

Silk is a natural fiber and an animal fiber too. Silk fiber was firstly produced in China and then the production of silk worm extended to German, France, Turkey, Iran, Italy, India and Bangladesh.

Silk is an animal derived fiber produced from silk worm. It is the only natural fiber which is found in filament form. Fibroin is the main component of silk fiber. It is produced widely from a variety of silkworms such as the Cecropia moth from North America, the Tussah, Muga and Eri moths from India and the Anaphe moth from Africa. Commercially production is carried by the Mulberry Silk Moth, Bombyx Mori, the cocoon fed on mulberry.

#### Lifecycle silk worm

The natural of silkworm requires leaves of mulberry. The tiny eggs, left to hibernate by the previous year's moths, are warmed up gradually and hatch into baby caterpillars 10-14 days later. They eat ravenously, shedding their skins four times within four weeks, moulting as they outgrow each skin. After the last moult the silkworm is 7 to 10 cm long, fat and hairless. At this point their appetites are prodigious. After all this the silkworm stops eating and starts the production of its cocoon. Two modified salivary glands, on the caterpillar's head produce a clear, sticky liquid which is then forced out through spinnerets and hardens on contact with the air to form a continuous filament. The caterpillar constructs the cocoon which is held together with Sericin, a gummy substance and gives distinctive shape. The process of the moth pushing its way out of the cocoon destroys the continuity of the thread. So, most moths are killed before they emerge. Now cocoons are ready for reeling. Each cocoon is made up of one extremely fine filament. Any remaining processes depend on the use to which the fiber is to be put but can include boiling off to remove the sericin, dyeing, finishing, weaving or knitting. The European Commission for the Promotion of Silk gives some interesting statistics. One acre of Mulberry yields around 4.5 tons of leaves which will produce around 200 kg of cocoons, giving 40 kg of raw silk.

Fig 5– show Lifecycle silk worm



Fig 5- Lifecycle Silk Worm

## تمرین

تولید الیاف ابریشم را به زبان فارسی و در ۵ سطر خلاصه بنویسید.

### SILK PROPERTIES

**Silk Fiber Is very Much Thin:** Silk is the thinnest amongst all the natural fibers. As it is so much thinner fiber, so silk can be used on any kind of fabric or clothes to be made.

**Dyeing Property is good on Silk:** The average dyeing on Silk works good.

**Prints Well:** Due to the fiber's flexibility and other convenience; the silk fabric can easily be printed without any problem.

**Hand Washing & Dry Cleaning Is Possible:** The washing fastness of silk fiber is good. One can wash the silk fabric by water and after washing the dry cleaning is possible too.

**Silk creates static charges:** The main problem of Silk fabric is that; silk creates static charges during wear or using any other purposes. In this case, silk fabric is little bit uncomfortable to

use as the traditional dresses. For this reason we see; Silk is only used to make Sharee which is occasionally used by the women.

**Silk has no pilling problem:** Silk fabric has no pilling problem.

**Abrasion Resistance Is Good:** Silk fabric is good resistant to the abrasion.

**Light Fastness Is Poor:** The main disadvantages of silk fiber is that; if you keep the silk fabric for the long time under the sun, then there might have a chance to lose the natural appearance of the silk fabric. So, it's better to stay away for prolonged exposure to sunlight.

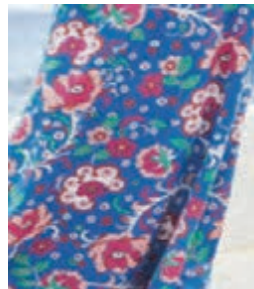
### Uses of silk in textile

Silk fiber is widely used to make different items. In apparel industry Silk is used for making Dresses, Blouses, Skirts, Jackets, Pants, Scarves and ties.

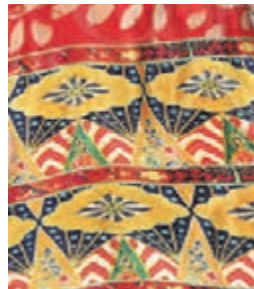
The clothes or apparels that are made from Silk are luxurious and simply expensive. Silk is widely used in Bangladesh & India to make the traditional silk Sharee that is worn in any kind of festivals or social programs. Fig 6 show silk used



Silk Yarn



Silk Dress



Silk Fabric

Fig 6- Silk Used

## فعالیت

با رسم یک جدول خواص مهم ابریشم و کاربردهای آن را به انگلیسی بنویسید.



## A Sample For Natural Synthetic Fiber

### POLYESTER FIBER

#### POLYESTER FIBER

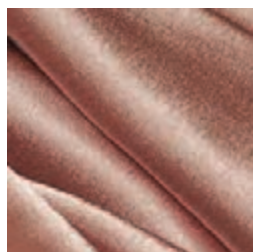
Polyester fibre is a widely used synthetic fibre. Basic raw materials for polyester fibre production are petroleum, coal, air & water. From those basic raw materials the Glycol monomer dihydric alcohol and Terephthalic acid are produced. Which are polymerized into an autoclave at high temperature and polyester chips are produced, which are melt spun. Fig 7 show polyester forms



Polyester Fiber



Polyester Dyed Yarn



Polyester Dyed Fabric



Polyester Printed Fabric

Fig 7– Show Polyester Forms

#### General properties of polyester textile

- 1** Length: Polyester fibre could be produced in filament form or staple form i.e. as we desire. Fibre length is controllable.
- 2** Fineness of polyester textile: Fineness of polyester fibre is also controllable.
- 3** X-Sectional shape: Normal cross sectional shape is round but it is also made triangular, elliptical or pentagonal. Normally it is white but could be of any color if color is added during spinning.
- 4** Strength: Normally tenacity varies from 4.5 to 5.0 gram per denier for the polyester textile. In case of high tenacity fibre it may be up to 8.0 gram per denier.
- 5** Extensibility: Extension at break varies from 20% to 30 %. Good recovery from extension. Due to good extension, strength and functional property polyester is widely used as sewing thread in the garment industries.
- 6** Resiliency: Polyester textile shows good resiliency property. It does not crease easily and any undue crease can be recovered easily.
- 7** Dimensional Stability: Polyester fibre is dimensionally stable. It could be heat-set at around 200 degree C. heat set polyester fibre does not shrink or extend.



- 8 Moisture Regain: Very low moisture ranges from 0 – 0.4%. Due to low moisture regain polyester fiber feels worm, easily cleaned, soils less.
- 9 Action of bleaching agents: It is not damaged by the action of bleaching agents.
- 10 Action of acid and alkali: It is unaffected by the action of acid and alkali.
- 11 Action of organic solvent: Polyester textile is unaffected by organic solvent, hence polyester fibre could be dry-cleaned.
- 12 Action of Sunlight & Heat: Polyester is unaffected by normal sunlight but prolong exposure to sunlight can reduce strength of polyester. Polyester fibre melts at 227 degree C to 242 Degree C. hence during ironing care should be taken to reduce the risk of damage. In contact to flame the polyester burns and melt when cold, the molten polymer forms hard bids.
- 13 Dye ability: Polyester fibre shows good dye ability at high temperature. Color fastness to washing and sunlight is also good. Disperse dyes are widely used for dyeing polyester fibre.
- 14 Biological Properties: Resistance to attack of mildew, moths and insects are good.
- 15 End use of Polyester textiles: Polyester fibre is widely used for apparels both 100% form and blended form with cotton, nylon, wool, rayon, acetate, etc fibres. Polyester textiles also used for making thermal underwear.

## تمرین

با رسم جدولی در نرم افزار Word خواص ۱۵ گانه را با کاربرد آنها و تصاویر الیاف مناسب پر کنید.

جای خالی را با توجه به متن پر کنید.

Color Fastness is good =.....  
Protein regenerated fiber =.....  
Organic Solvent on Polyester =.....  
Very brilliant fibers =.....  
For easy wearing =.....  
Soak on the body of the sheep =.....  
Man made very brilliant fibers =.....  
On the sheep's skin =..... , ..... , .....  
Suitable for blankets =.....

# COTTON SPINNING

## COTTON SPINNING

Spinning is the process of making yarns from the textile fiber is called spinning. Spinning is the twisting together of drawn out strands of fibers to form yarn.

Spinning has a few steps, these steps include: Blowroom - carding - drawframe - combing - roving - ring-frame - autoconer - openend.

Fig 8 show the sequence of spinning process:

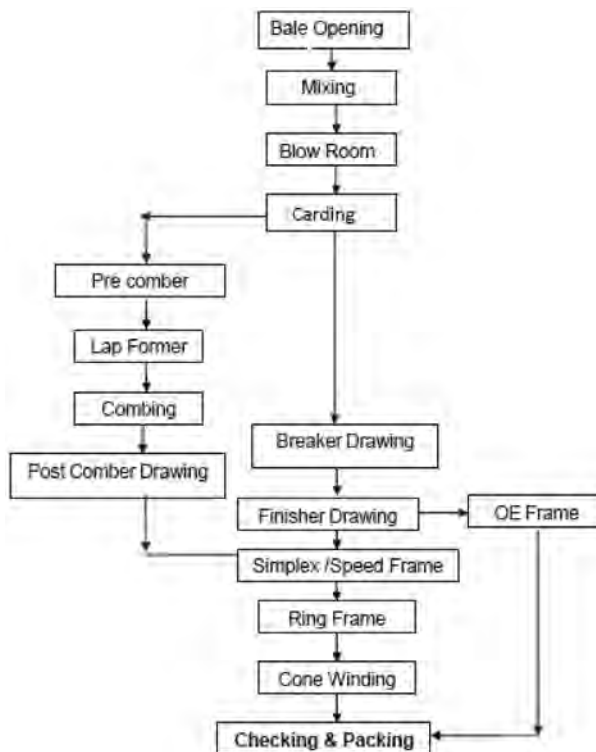


Fig 8- Show The Sequence Of Spinning Process:

### Basic Textile Terms of Spinning

**Fiber:** The fundamental component used in making textile yarns and fabrics. Fibers are fine substances with a high ratio of length to thickness. They can be either natural (e.g. cotton, wool, silk etc.) or synthetic (e.g. polyester, nylon, acrylic etc.).

**Blow room Lap:** The Loose strand, roughly parallel, untwisted fiber sheet produced in blow room.

**Chute feed system:** It is a system of feeding small tufts of fibers directly from blow room to a series of cards, arranged in a circuit through pneumatic pipe. Sliver: The strand of loose, roughly parallel, untwisted fibers produced in Carding.

**Roving:** The soft strand of carded/combed fibres that has been twisted, attenuated, and freed of foreign matter, which is a feed material to spinning.

**Yarn:** A continuous strand of textile fibers that may be composed of endless filaments or shorter fibers twisted or otherwise held together.

**Spinning:** The process of making yarns from the textile fiber is called spinning. Spinning is the twisting together of drawn out strands of fibers to form yarn.

**UV checking:** Checking cones under Ultra Violet lights for any shade variations in cone.

### Yarn Count /Sliver Hank

Yarn count is the numerical expression of yarn, which defines its fineness or coarseness. (Linear density).

Yarn count systems

Indirect system: English count (Ne), Worsted Count etc.

Higher the yarn number, finer the yarn.

Direct System: Tex, Denier

I.e. Higher the yarn number, Coarser the yarn.

Similarly numerical expression of fineness or coarseness of Lap, sliver & roving are called Hank.

Note: English (Ne) count system is commonly followed in India.

English Count: No. of Hanks of length 840 yds weighing in 1 pound

1yds: 1.9144 mtrs

1lbs: 0.453 Kgs.

e.g. 40s Ne = 40 hanks of 840 yds weighs 1 lbs.

20s Ne = 20 hanks of 840 yds weighs 1 lbs.

### تمرین

با انجام محاسبات لازم جاهای خالی را پر کنید.

..... yds =17.45 mtrs

21.44 yds = ..... mtr

5 lbs = ..... Kgs.

..... lbs = 4.756 Kgs.

..... Ne = 32 hanks of 840 yds weighs 1 lbs.

10s Ne = ..... hanks of 840 yds weighs 1 lbs.

## تمرین

در باره هر واژه یک سطر مطلب به فارسی بنویسید و سپس آن را به انگلیسی ترجمه کنید.

Fiber:

Blow room Lap:

Chute feed system:

Carding sliver:

Draw fram sliver:

Combed lap:

Combed sliver:

Roving:

Yarn:

Spinning:

UV checking:

Yarn Count/Sliver Hank :

Yarn count systems :

## تمرین

جدول ۱ را ترجمه کنید و سپس درباره آن یک صفحه به فارسی بنویسید.

**Table1 spinning data**

**Table 1- Material Flow in Spinnig**

WORK	MACHINE	IN PUT MATERIAL	OUT PUT MATERIAL	PACKAGE FORM	COUNT OF PRODUCT
Opening & Cleaning	Blow room machines	Raw cotton	Lap or chute feed	-	Gr/ m <sup>2</sup>
Carding	Carding machine	Lap or chute feed	Card sliver	Carded slivers in cans	Gr/m or grin / yd
Pre comber drawing	Breaker draw frame	Carded sliver	Drawn sliver	Drawn slivers in cans	Gr/m or grin / yd
Lap Formation	Super lap or lap former	Drawn slivers	Lap	Laps in spools	Gr/m
Combing	Comber	Lap	Combed Sliver	Combed sliver in cans	Gr/m or grin / yd
Post comber drawing	Finisher draw frame	Combed sliver	Drawn sliver	Post comber draw frame slivers in cans	Gr/m or grin / yd
Roving	Speed Frame	Post comber Draw frame sliver	Roving	Roving bobbin	Hank 480yd's in 1lb
Spinning	Ring frame	Roving	Ring-spun yarn	Spinning cops	Ne
Post-spinning processes	Winding	Yarn in spinning cops	Yarn	Cone, Cheese & Hank as required	Ne

## A Sample For Spinning Machinery

### FLAYER

### FLAYER

Fig 9 :Shows the flayer machine.

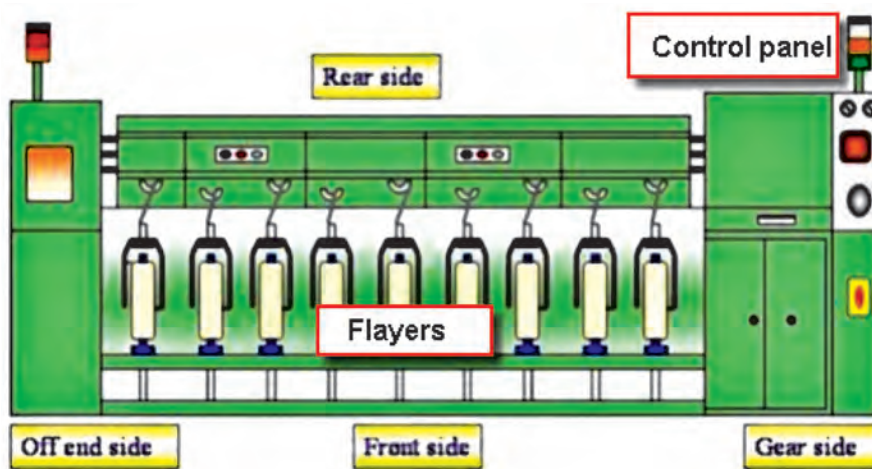


Fig 9- Shows The Flayer Machine

### Creeling:

Draw frame slivers are fed to the roving frame in large cans. The slivers are guided through separators and then over the guide rollers and tension rollers. The slivers then pass through the drafting rollers.

### Drafting:

To draft the sliver to reduce weight per unit length. In the drafting zone pneumatic pressure is applied over the drafting rollers and the speed difference between the drafting rollers, drafts the sliver to desired hank.

### Twisting:

The drafted slivers delivered are too thin to hold themselves together and slight twist is needed to strengthen the roving to prevent breakage during next processing. The drafted strands of fibres are passed from Drafting zone to flyers for twisting.

**Winding:**

The flyers impart twist to the fibre strands and make the roving strong enough to be wound on the bobbin and to be processed in Ring Frame

Building: The up & down traversing of bobbin rail builds up the bobbin to make conical or taper shape of the bobbin

**Doffing:**

When the roving bobbins become full the machine is stopped and doffing takes place to remove full bobbins and to fix empty bobbins with required length of roving manually wound on the empty bobbins through Flyers for continues working.

**Display panel:**

It displays various operating machine parameters like speed, production etc. Understand the details in the display panel and work accordingly

Roving Break Stop mechanism & Sliver Break Stop mechanism:

Photo electrical sliver and roving break stop mechanism.

Whenever sliver or roving breaks due to any reason machine stops.

**Operating Speed Frame Machine**

- Creel the required number of sliver cans and draw the slivers forward.
- Take the slivers through guide rollers and feed to drafting zone.
- Operate the control switches for inching, starting and stopping the Speed frame.
- By inching feed the material and start running.
- Follow the different signal lamps & stop motions used in machines.
- Piece the sliver during breakage
- Piece the roving during breakage
- Support the doffing team and doff the full Roving bobbins.
- View the display panel and identify the reasons for machine stoppages if any.
- Inform the supervisor and maintenance in charge in case of any break-downs
- Support for carrying out maintenance activities.
- Carryout cleaning activities in creeling, drafting, and in Flyer.
- Remove the waste while attending breakage/creeling and put them in appropriate waste collection bins.
- Always keep Speed frame area clean

## تمرین

در زیر هر شکل یکی از چهار عملیاتی که در صفحه قبل آمده است را به انگلیسی و فارسی بنویسید.



Fig 10 - Flayer machine

## تمرین

زیر هر شکل نام و یا نام عملیات موردنظر را به انگلیسی بنویسید.

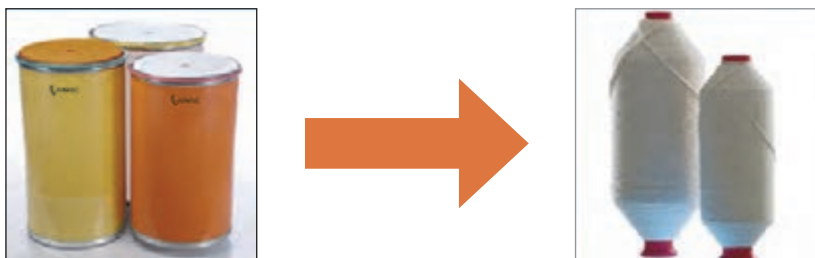


Fig 11 - Spinning Product



## A Sample Of Spinning Machinery

### RING FRAME

#### RING MACHINE

##### Functions of ring frame machine

- To produce required count of yarn from the supplied roving by drafting.
- To insert sufficient amount of twist to the yarn to impart strength.
- To wind the yarn onto the bobbin.
- To build the yarn package properly

FIG 12 SHOW A RING FRME MACHINE

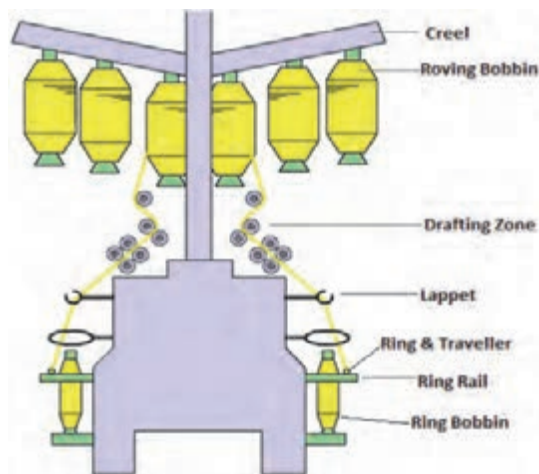


Fig 12 - Ring Frame Machine

##### Creeling:

Roving is fed to the Ring frame from roving bobbin held by creels. For all the spindles roving bobbin are creeled on the machine. The roving is guided and passed through trumpet. The roving then passes through the drafting rollers.

##### Drafting:

To draft the roving to reduce weight per unit length. The Drafting zone in Ring Frame attenuates the roving to desired fineness by imparting required draft to the roving by top arm pressure and the speed variations in the Bottom rollers of drafting zone.

##### Ring & Traveller:

The ring guides the circular run off the traveller. The drafted strands of fibres as they are delivered by the front rollers are given twist to produce a yarn. The Ring and travellers enable to Wind the yarn onto the bobbin & maintain winding tension of the yarn. It acts as a second guide for the yarn on the way to be wound on the bobbin.

### Doffing:

To replace with empty bobbins when the Ring Bobbins become full.

### Display Panel:

It displays various operating machine parameters like speed, production, Count of yarn etc. Understand the details in the display panel and work accordingly

## تمرین

با توجه به متون بالا، عملکردی که در تصویر می‌بینید را به فارسی و انگلیسی بنویسید.

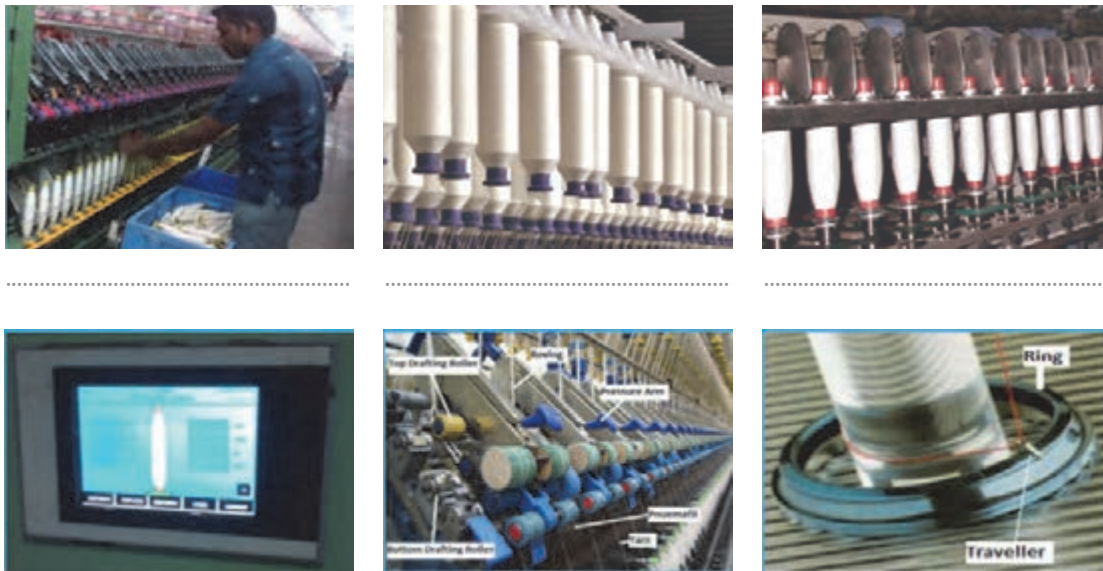


Fig 13 - Spinning Process

## تمرین

نام مواد و عملیات انجام شده را در شکل زیر بنویسید.



Fig 14 - Spinning Process and Product

## Non Technical Competency

### Handing over the Shift

- Properly hand over the shift to the incoming shift operator.
- Provide the details regarding the lot being packed, count of yarn, colour coding of cones for different counts being packed, weight details etc.
- Provide information about defective cones/ adas cones stored for rework/rejection
- Inform about the packing materials used in the shift
- Inform about count labels being used to stick in the cones
- Check for the cleanliness of the work place.
- Get clearance from the incoming counterpart before leaving the work spot, in case if the next shift operators do not come, report to shift supervisor.
- Report to the shift supervisor about the defects in cones / packing / safety issues/ any other issues faced in the shift and leave the department only after getting concurrence for the same from supervisors.

### Importance of health & safety

- Follow the safety work instructions
- Follow safe work practices like in UV checking, handling strapping machine, moving the packed carton/bags
- Always use head cap, hand Gloves & Nose mask in the work spot.
- Take action based on instructions in the event of fire, emergencies or accidents, and participate in mock drills/ evacuation procedures organized at the workplace as per the organization procedures.

### The classification of the weaving machinery

**Hand looms:** This kind of loom still used relatively large quantities for the production of all types of fabrics in the less-developed countries.

**Non -automatic power loom:** These machines are being used in ever-decreasing numbers, especially in the developed countries, but they seem likely to retain a certain usefulness in the production of specialist fabrics.

**Conventional Automatic Loom:** The machines that gained world-wide popularity because of their advantages of versatility and relative cheapness.

**Circular Loom:** They are strictly limited in their applications, but they do achieve the ideal of high weft-insertion rates from relatively low shuttle speeds because insertion of the weft is continuous.

## تمرین

با توجه به شکل ۱۵ نام هر ماشین بافندگی را زیر آن بنویسید.

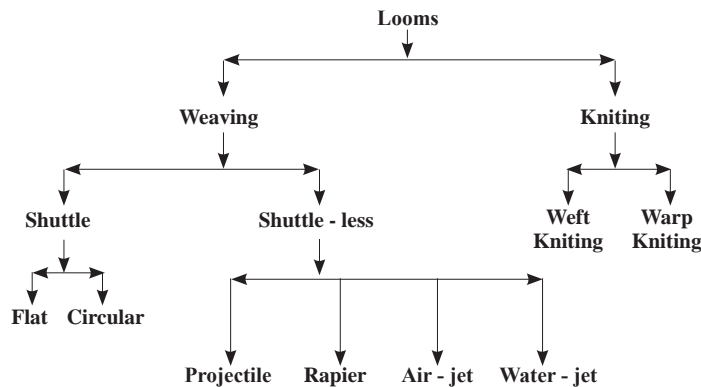


Fig 15- Weaving And Knitting Machine

## Weaving Machinery

Weaving is one of the processes that required in textile in terms of producing a fabric. Table 2: show types of Weaving machine (LOOMS)

Table 2- types of Weaving machine (LOOMS)



From the fiber then become a yarn through some other process, weaving is a process of interlacing two types of yarn known as warp or ends (run parallel to the weaving machine known as loom) and weft or filling yarn (run perpendicular to the loom) to produce a rigid fabric. Weaving machines make fabrics. This fabric Have weft and warp

Fig 16 show a fabric and weft & warp.



Fig 16- Warp And Weft Yarn In Fabric

### What Is Knitting?

Knitting is the process of manufacturing fabric by transforming continuous strands of yarn into a series of interlocking loops, each row of such loops hanging from the one immediately preceding it. The basic element of knit fabric structure is the loop intermeshed with the loop adjacent to it on both sides and above and below it.

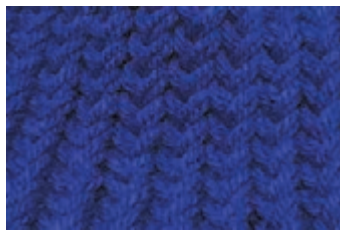
Classification of Knitting:

- 1 Warp Knitting.
- 2 Weft Knitting.

**Weft Knitting:** In a weft knitted structure, a horizontal row of loop can be made using one thread and the threads run in the horizontal direction. Fig 17 knitting fabric



Weft Knitting Map



Hand Weaving Weft Knitting



Weft Knitting

Fig 17 - Knitting Fabric

### Weft Knitting Machine

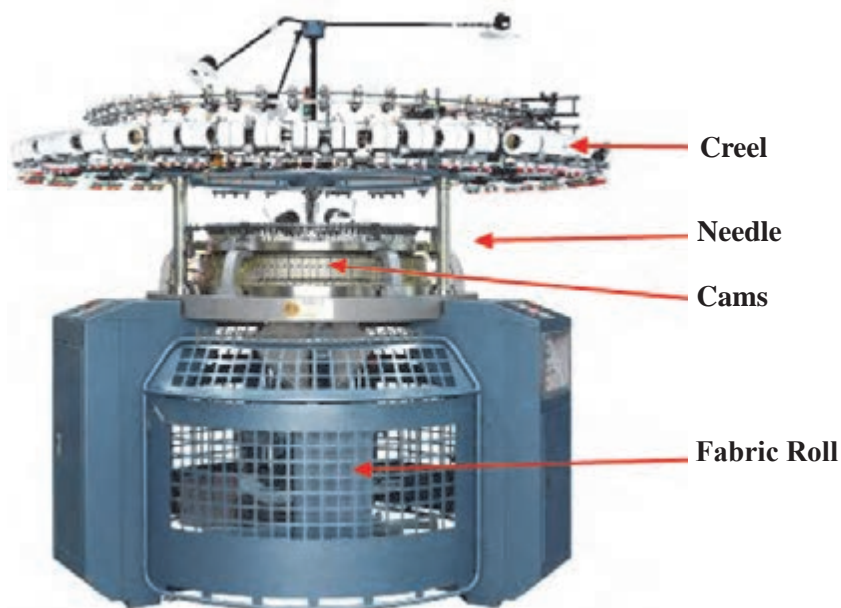


Fig 18 - Show A Knitting Machine

### **A knitting machine have this parts:**

**Creel:** Creel is a part of a knitting machine. Here yarn package are stored and ready to feed in the machine.

**VDQ Pulley:** It is a very important part of the machine. It controls the quality of the product. Altering the position of the tension pulley changes the G.S.M. of the fabric.

If pulley moves towards the positive direction then the G.S.M. will decrease. And in the reverse direction G.S.M will increase.

**Pulley Belt:** It controls the rotation of the MPF wheel.

**Brush:** Its clean the pulley belt.

**Tension Disk:** It confronts the tension of the supply yarn.

**Inlet and Outlet Stop Motion:** It is an important part of the machine. It stops the machine instantly when a yarn breaks.

**Yarn Guide:** It helps the yarn to feed in the feeder.

**MPF:** It is Mamenger positive feed. It is also an important part of the machine. It's give positive feed to the machine

**Feeder Ring:** It is a ring. Where all feeders are pleased together.

**Disk Drum:** Use in jacquard machine to produce various types of design.

**Pattern Wheel:** Pattern Wheel use in Pai Lung and Auto Stripe machine because of that that help to produce various types of design and stripe.

**Feeder:** Feeder is help yarn to feed in to the machine.

**Needle Track:** Where all Needles is placed together in a decent design.

**Needle:** It is a principal element of the knitting machine. Its help the yarn to create a loop. And by this way fabric are produce. Prior to yarn feeding the needle is raised to clear the old loop from the hook, and received the new loop above it on needle stem. The new loop is then enclosed in the needle hook as the needle starts to descend.

**Sinker:** It is most important element of the machine. Its help to loop forming, knocking over and holding down the loop.

**Sinker Ring:** Sinker ring is a ring. Where all sinkers are pleased together.

**Cam Box:** Where the cam are set horizontally.

**Cam:** Cam is device s which converts the rotary machine drive in to a suitable reciprocating action for the needles and other elements.

**Cylinder:** Needle track are situated hear.

**Cylinder Balancer:** It helps the cylinder to set in a proper alignment. Fig show a few process



با توجه به متن صفحه قبل زیر هر شکل نام مناسب را به انگلیسی و فارسی بنویسید.

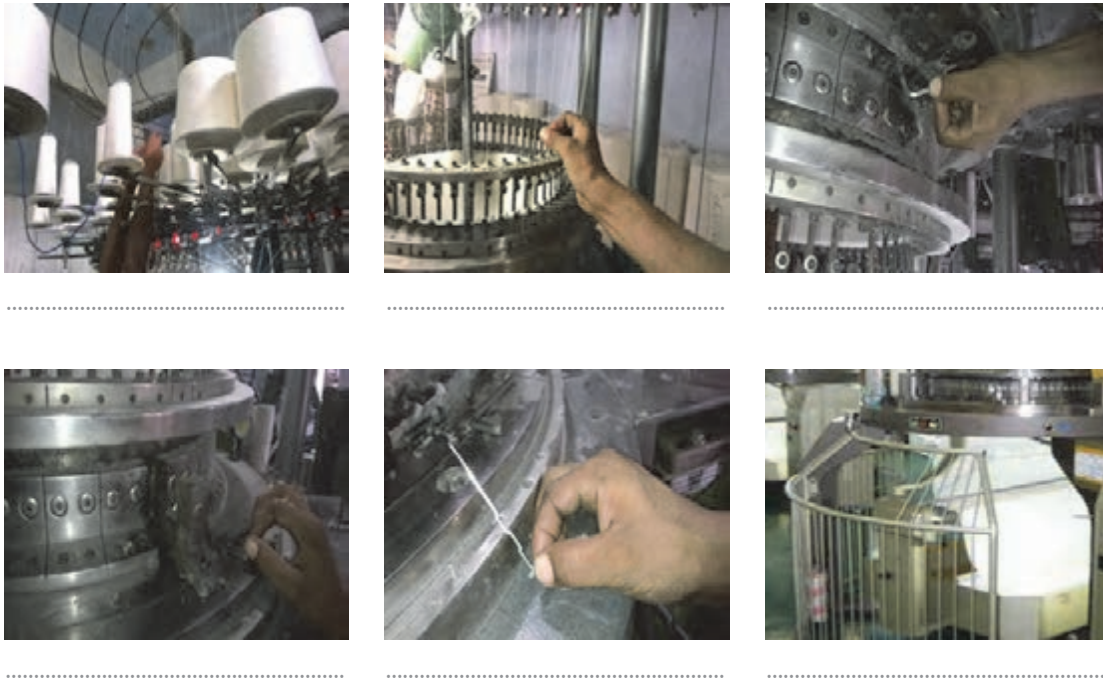


Fig 19- Knitting Process

**Warp Knitting:** In a warp knitted structure, each loop in the horizontal direction is made from a different thread and the number of threads are used to produce such a fabric is at least equal to the no of loops in a horizontal row. Fig 20 warp knitting fabric



Warp Kniting Map

Warp Kniting Fabric

Mesh Fabric

Fig 20- Warp Kniting Fabric



### Weaving machine code name

The machine name is composed of several codes.

Table 3- you will see several of codes

Machine type code	Machine type code
<b>Terry Air-Jet Weaving Machine DORNIER ServoTerry®</b>	<b>DORNIER High Performance Rapier Weaving Machine P1</b>
<b>ATSF 8/S 260 G</b>	<b>PTS 12/J 190 C</b>
Number of filling colors	Number of filling colors
Shed formation	Shed formation
S: Dobby machine	S: dobbie
J: Jacquard machine	E: positive cam motion
Nominal width in cm	J: Jacquard machine
C: CompactDrive	Nominal width cm
D: DirectDrive	C: CompactDrive
G: Separate drives DORNIER SyncroDrive®	

### تمرین

با توجه به جدول کد نام ماشین‌های بافندگی، ماشین‌های بافندگی با کدهای زیر را تفسیر کنید.

- No:1- weaving machine code ATSF 4/S 180 C
- No:2- weaving machine code ATSF 6/J 240 D
- No: 3- weaving machine code PTS 10/E 150 C
- No: 4- weaving machine code PTS 8/S 170 C
- No: 5- weaving machine code PTS 12/J 140 C

## DYEING CATALOGS

### INTRODUCTION

This pattern card illustrates the Procion H-E/H- EXL dyes and support Procion H dyes which are Particularly Suitable for the exhaust dyeing of cellulose and the cellulose component of blends with synthetic fibres, in both piece and yarn form on all types of batchwise dyeing equipment.

### PHYSICSL FORM

Procion H-E/H- EXL dyes are available in a non-dusty granular form to meet the requirements of Health and Safety regulations pertaining to the handling of reactive dyes.

## Stability

**Procion H-E/H-EXL** dyes. Grains brands, possess good storage stability. It is recommended that containers are always closed tightly and stored in cool, dry conditions. Hot humid conditions promote deterioration.

## Dissolving

Either

(a) paste the dye with water and dissolve by adding water at a temperature not higher than 80°C (at pH7)

or

(b) feed the dye powder steadily into vortex created by a high speed stirrer running in water at a temperature not higher than 80°C (at pH7)

Do not attempt to dissolve **Procion H-E/H-EXL** dyes together with dyeing assistants or auxiliary products. Where the solubility limit of a dye is exceeded, for example when applying heavy shades by padding, the addition of up to a maximum of 200 g/l urea may be necessary. Dry mix the urea with the dye before dissolving.

## WATER QUALITY AND THE USE OF SEQUESTRANTS

**Procion** dyes should be applied and washed off in soft water. Small amounts of calcium and magnesium normally above 100 ppm, may cause restraining or precipitation of dye which may lead to reduced yields, unevenness or reduced fastness. Traces of heavy metals, over 2 ppm copper or 10 ppm iron, should also be avoided as they may affect the shade of certain dyes. The effect of copper and iron on the shade of **Procion** dyes is given in the pattern/data pages.

It is also advisable to use sequestering agents during preparation, to remove any traces of calcium and magnesium salts present in raw cotton.

The pH of the water should be in the range 6-7.

As in the case of hard water, the recommended sequestering agent to use is sodium hexametaphosphate.

## SALT QUALITY

The common salt (sodium chloride) or Glauber's salt (sodium sulphate) used in dyeing should be checked for alkali contamination and neutralised if necessary. In addition, where common salt has been derived from evaporated sea water, attention must be paid to sequestering the calcium and magnesium present. If this is not done, gross precipitation may occur when the alkali is added for the fixation stage.

## FABRIC PREPARATION

The cellulose piece or yarn should be prepared by one of the methods outlined below. The choice of preparation sequence will depend upon the cleanliness of the substrate and the brightness of the shades to be dyed.

Surface abrasion of fabrics can occur in jet-nad winch. dyeing machines due to fibre to metal friction. This can be reduced by the addition of a lubricant to the preparation, dyeing and finishing baths. It is important that the lubricant is stable to high concentrations of salt and to alkali and does not suppress dyd yield.

**Depsoluge** ACA is such a product and also assists the emulsification of oils and waxes.

When woven goods are to be dyed an adequate desizing must be given. This should be followed by scouring or bleaching (if required) as described below.

### Scouring

For all but the brightest shades, the following scouring treatment may be given as preparation to both cotton and viscose rayon:

Soda ash	2 g/ l
<b>Lenetol</b> WLF 125 (werring agent)	1g/ l
Sequestrant	1g/ l

Treat for 20 minutes at the boil.

Treatment should be followed by rinsing the goods thoroughly with hot and cold water to remove residues of preparation.

### Bleaching

For bright shades, or to remove impurities in the cotton, a combined scour/ bleach may be given before dyeing. This combined treatment is usually carried out using a peroxygen compound and a typical recipe would be:

<b>Lenetol</b> PS (bleaching assisteant)	1-2 g/ l
Caustic soda (100%)	1-2 g/ l
Hydrogen peroxide (30%)	2-4 ml/ l

Treat for 30-60 minutes at 95°C

In machines where the above recipe causes too much foam, the alternative recommendation is:

Stabiliser CB	1g/l
Caustic soda (100%)	1-2 g/ l
Hydrogen peroxide (30%)	2-4 ml/ l
<b>Lenetol</b> WLF 125	1g/l

### Dyeing curves

The curves includen in the pattern pages illustrate the dyeing behaviour of the dyes on bleached cotton applied under the following conditions:

Depth of shade: 1%

Liquor ratio 20:1

Time: 30 minutes in salt, 60 minutes in soda ash

Temperature: 80°C

Common salt: 60g/l

Soda ash: 20g/l

The curve illustrating the effect of temperature show the behaviour of a 2% dyeing applied at 20:1 LR. The histogram illustrating the effect of liquor ratio refers to the behaviour of a 1% dyeing applied at 80°C.

**Procion** H-E and H-EXL dyes are generally easy to use and such differences as exist between dyes do not preclude their use in mixtures.

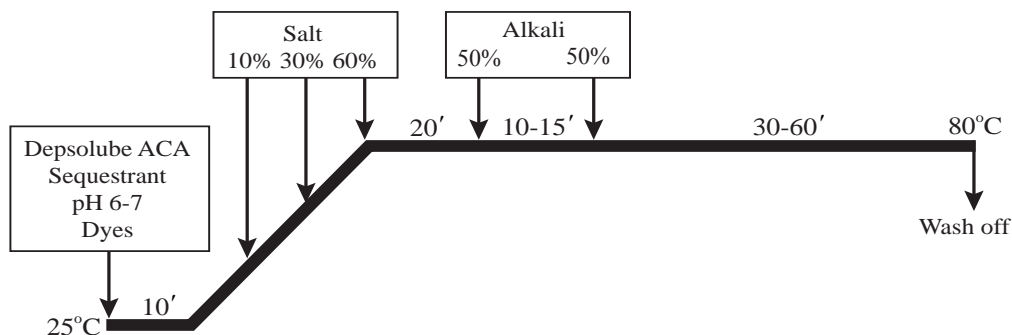
### Shade Illustrations

The dyeings shown in this card were prepared on the winch at 20:1 liquor ratio on scour-bleached cotton fabric.

Ionic copper or iron catalyses the decomposition of hydrogen peroxide which can damage the cotton, particularly if it is localised. Lenetol PS and Stabiliser CB are efficient in removing copper and iron and usually, therefore, an addition of EDTA sequestrant will not be needed.

### Dyeing methods

#### Method 1. Portionwise addition of salt



This process is recommended for non-circulation machine

This process is recommended for non-circulating liquor machinery employing manual addition of electrolyte to control the rate of exhaustion. Suitable for all depths of shade.

- Prepare the substrate
- Fill the machine from the cold water supply and add the pre-dissolved dyes, lubricant (Depsolube ACA, 1g/l), sequestrant and anti-reduction agent (Matexil PA-L Liquid, 3g/l)- Check pH
- Dye for 10 minutes to ensure an even dye distribution
- Add the salt in three portions (10%, 30% and 60%) during the period of raising the temperature to 80°C
- Dye for 20 minutes at 80°C after the last salt addition
- Add the alkali, If soda ash alone is used as alkali this should be added over 10 minutes. If a mixture of soda ash and caustic soda is used, the premixture should be added over 15 minutes.

- (g) Dye for a further 30-60 minutes at 80°C depending upon depth of shade;
- (h) Drop the bath and wash off

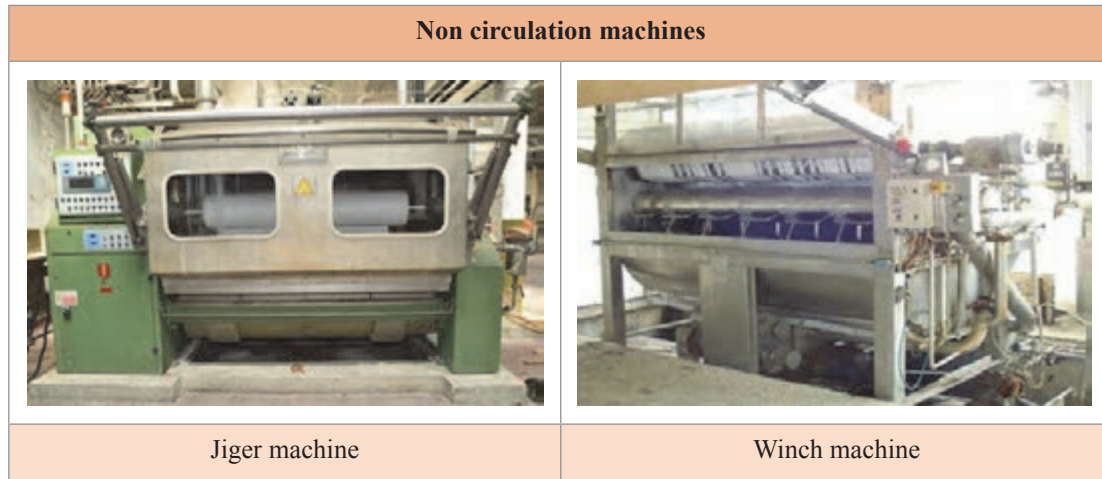
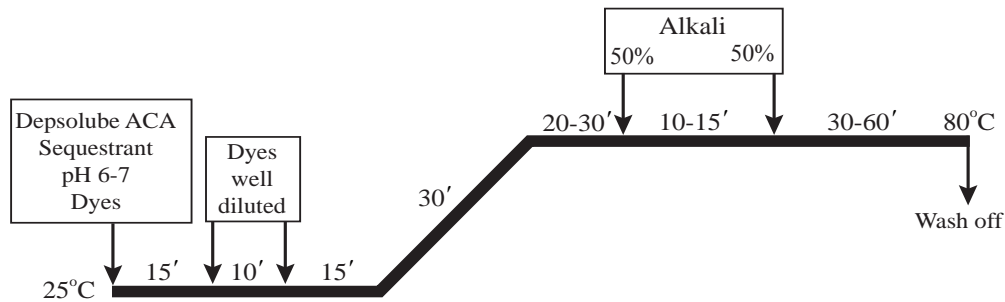


Fig 21 Non circulation machines

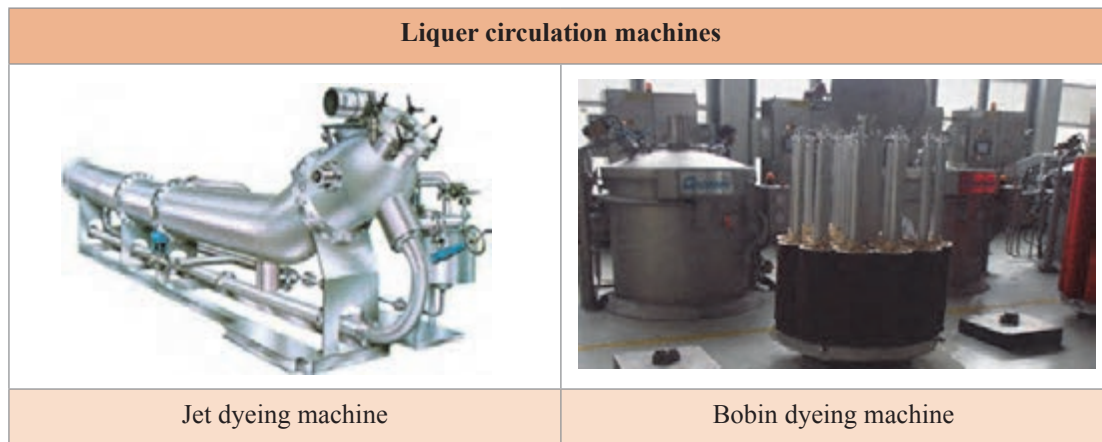
### Method 2. Add salt in start



This method is suitable for machines with liquor circulation and for dyeing all medium to heavy depths of shades. All of the salt may be added at the start thereby reducing handling and saving time.

- (a) Prepare the substrate
- (b) Add all the salt to the bath set with water from the cold water supply, add lubricant (Depsolube ACA, 1g/l), sequestrant and anti - reduction agent (Matexil PA-L Liquid , 3g/l) - Check pH
- (c) Circulate for 15 minutes to allow the salt to be uniformly distributed (in package and beam - dyeing machines 5 to 10 minutes is sufficient)
- (d) Add the pre - dissolved dyes over 10 minutes
- (e) Dye for 15 minutes (this stage may be omitted in package- and beam- dyeing machines)
- (f) Raise the temperature to 80°C over 30 minutes
- (g) Dye for 20- 30 minutes at 80°C

- (h) Add the alkali. If soda ash alone is used as alkali this should be added over 10 minutes, If a mixture of soda ash and caustic soda is used, the premixture should be added over 15 minutes.
- (i) Dye for a further 30-60 minutes at 80°C depending upon depth of shade; (Increase dyeing duration Increase color depth)
- (j) Drop the bath and wash off



**Fig 22 Liquor circulation machines**

**Table 4- Dye technical data**

KEY TO ABBREVIATIONS	
the following abbreviations have been used in the pattern/data pages.	
Bl	= bluer
Br	= brighter
D	= duller
G	= greener
L	= little
M	= much
R	= redder
T	= trace
W	= weaker
Y	= yellower
Str	= stronger
●●●	= highly recommended
●●	= recommended
●	= limited interest
O	= not recommended
DMDHEU	= dimethylol dihydroxy ethylene urea
EDTA	= ethylene diamine tetra acetic acid (type of sequestering agent)
MgCl <sub>2</sub>	= magnesium chloride catalyst
Zn(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	= zins nitrate catalyst
LR	= liquor ratio
TL84	= Philips TL84/P15 fluorescent light
min	= minute(s)
sec	= second(s)
(c)	= staining of cotton
(v)	= staining of viscose rayon
(w)	= staining of wool
(n)	= staining of nylon
<b>Dischargeability</b>	
A	= dischargeable to a good white
B	= dischargeable to a moderate white
C	= suitable for coloured discharges only
D	= not suitable for either discharge or discharge/resist purposes

## تمرین

با توجه به جدول ۴ هر کدام از رنگ‌های زیر را تفسیر کنید

- |   |          |
|---|----------|
| 1- Dispersol Fast Yellow T5G Liquid           | 1- ..... |
| 2- Duranol Brilliant Yellow T4G<br>Power Fine | 2- ..... |
| 3- Dispersol Fast Yellow T Liquid             | 3- ..... |
| 4- Duranol Brilliant Yellow TRN<br>Power Fine | 4- ..... |
| 5- Dispersol Fast Yellow T3R Liquid           | 5- ..... |
| 6- Dispersol Fast Yellow T4R Liquid           | 6- ..... |
| 7- Duranol Brilliant Orange TG Power<br>Fine  | 7- ..... |
| 8- Dispersol Fast Red T3B Grains              | 8- ..... |



با توجه به جدول ۴ کاتالوگ زیر را تفسیر کنید.

### Dispersol Navy C-4R Liquid

Fastness Properties						
Test	Straight			After glyoxal resin		
	Effect on shade	Stain		Effect on shade	Stain	
		c	n		c	n
ISO 3 Wash	5	5	4-5	5	5	5
ISO 4 Wash	5	5	4	5	5	4
Hypochlorite Wash	4-5	5	4-5	5	5	4-5
Chlorinated Water	4-5			4-5		
Perspiration (pH 5-5)	5	4-5	4-5	5	4-5	4-5
Tartaric acid Spot	5			5		
Sodium carbonate Spot	4-5			4-5		
Gas Fumes	5			5		
Light (Xenon arc)	pale	4		4		
	medium	4-5		5-6		
	heavy	4-5		5-6		
Hot Pressing	Dry	Immediate	4 R		5	
		After 4h	5		5	
	Wet	5		5		
Change in artificial light	R			R		
Heat Fastness	Intermediate	5	5	4-5 (p)		
	Severe	4-5	3-4	2-3 (p)		
Effect of glyoxal resin	5					

Notes: c=cotton, n=bulked nylon 6.6, p=polyester



## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان ۱ نمره مستمر (از ۵ نمره) و ۱ نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می‌گردد.

جدول ارزشیابی پودمان ۵- کسب اطلاعات فنی صنایع نساجی

نمره	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نتایج	استاندارد عملکرد (کیفیت)	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	عنوان پودمان فصل
۳	تشریح دستورات و کاربرد به‌موقع و تحلیل پاسخ‌ها	بالاتر از حد انتظار	توانایی استفاده از کاتالوگ مواد اولیه و ماشین‌ها برای کار کردن صحیح با آنها	Spining & Weaving	کسب اطلاعات فنی
۲	دانستن کلمه‌ها و درک مفهوم دستورات	در حد انتظار		Dyeing & Printing & Finishing	
۱	دانستن کلمه‌های انگلیسی مرتبط با نساجی و غیر مرتبط	پایین‌تر از حد انتظار			
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

- ۱ برنامه درسی دانش فنی تخصصی رشته صنایع نساجی، دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ۱۳۹۶
- ۲ یکتا مهدی، فرش ماشینی، چاپ کارآفرینان خلاق امیرکبیر، ۱۳۸۵.
- ۳ پژمان محمد، کف پوش‌های ماشینی، نشر مبعث، ۱۳۸۹
- ۴ دیاری بیدگلی، منصور، فرش ماشینی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی کاشان، ۱۳۹۵
- ۵ توسلی محمد سعید، رنجبر پازوکی رضا، فرش و کف پوش‌های ماشینی، نشر دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۶۷
- ۶ هاشمی، حبیبی، فناوری نانو در نساجی، نشر جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۹۲
- ۷ فاطمی، نانو تکنولوژی در صنعت نساجی، نشر کیفیت، ۱۳۹۵
- ۸ آذرمی، اشجاران، نانو الیاف و نانو تکنولوژی در نساجی، نشر دانشگاه آزاد اسلامی یادگار امام تهران، ۱۳۹۴
- ۹ سایت شبکه نانو نساجی [nanotexnet.ir](http://nanotexnet.ir) و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو [nano.ir](http://nano.ir) و ...
- ۱۰ بهرامی، گودرز، منسوجات فنی، نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۴
- ۱۱ ورسه‌ای، میرخانی، علی بابایی، حسینی شکرایی، منسوجات صنعتی، نشر جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۹۵
- ۱۲ کیوانفرد، تصفیه پساب صنایع نساجی، نشر کنکاش، ۱۳۹۵
- ۱۳ سازمان بهره‌وری انرژی ایران، گزارش مدیریت مصرف انرژی در صنایع نساجی، ۱۳۹۴
- ۱۴ رنگرزی، رشته صنایع نساجی، کمال‌الدین قرنجیک، علی ابراهیمی معتمد، صابر رستاک، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۸۴
- ۱۵ نجفی کوتنانی، آصفی پور، حکمتی؛ ولی پور، رنگرزی الیاف مصنوعی و مخلوط، نشر جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۸۸
- ۱۶ نجفی کوتنانی، رشیدی، تکنیک‌های چاپ در شیمی نساجی، نشر جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۹۲
- ۱۷ سید صدر، دایرةالمعارف نساجی و حرفِ مربوط به آن، انتشارات سیمای دانش، ۱۳۹۳
- ۱۸ H.R.Mattila, Intelligent Textiles and Clothing, 2006
- ۱۹ Celanese Acetat, Complete textile Glossary, Calenese Acetate LLC Pub., 2001
- ۲۰ A.R.Horrocks and S.C.Anand. Handbook of Technical Textiles, 2005
- ۲۱ TEXTILES COMMITTEE (Government of India, Ministry of Textiles) Spining proceses 2016
- ۲۲ TEXTILES COMMITTEE (Government of India, Ministry of Textiles) Weaving proceses 2016







هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آمان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را درباره مطالب این کتاب از طریق نامه

برنشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفترتایف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاروازش

