

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

# 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 شهنسوارزاده، نوید سید غلامی موسوی، رضا هزیار (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
- جواد صفری (مدیر هنری) - مهلا مرتضوی (صفحه‌آرا) - صبا کاظمی دوانی (طراح جلد) - محمود شوشتری (رسام)
- نشانی سازمان: تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)
- تلفن: ۸۸۸۳۱۱۶۱-۹، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹
- وبسایت: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir), [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)
- ناشر: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران-کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج-خیابان ۶۱ (دارو پخش) تلفن: ۴۴۹۸۵۱۶۱-۵، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی: ۳۷۵۱۵-۱۳۹
- چاپخانه: شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»
- سال انتشار و نوبت چاپ: چاپ اول ۱۳۹۷

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 (قدس سره الشریف)

- پودمان اول: محاسبات نخ و پارچه ..... ۱
- پودمان دوم: تحلیل کف پوش و منسوجات ..... ۲۱
- پودمان سوم: تحلیل مواد رنگ‌زا ..... ۷۳
- پودمان چهارم: تحلیل نانو مواد در نساجی ..... ۱۰۵
- پودمان پنجم: کسب اطلاعات فنی صنایع نساجی ..... ۱۵۵

## سخنی با هنر جویان 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 کتاب‌ها 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 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 غنی 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 فرآیند 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 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 مؤثری 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.

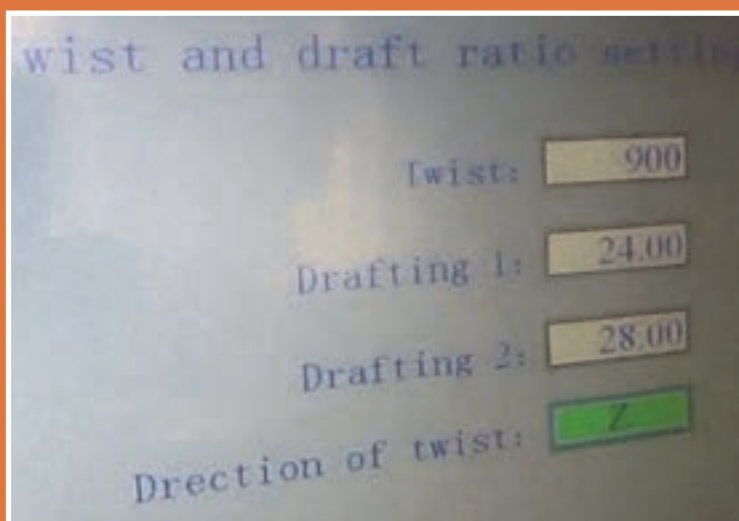
دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش





## 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 را 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 می‌آید. ماشین‌های ریسندگی ضمن باز کردن هرچه بیشتر توده‌های الیاف، آنها را تمیز نیز می‌کنند.

#### ضایعات



شکل ۱- زننده 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 ضرب 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:** اگر مقدار ۱/۳۳ کیلوگرم الیاف وارد یک دستگاه حلاجی آزمایشگاهی شود. و مقدار دوازده صدم 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 می باشند. 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



دو عدل ۲۱۰ کیلوگرمی از الیاف به یک دستگاه ریسندگی وارد می شود و ۳۹۷ کیلوگرم الیاف تمیز شده تولید می شود. این دستگاه ضایعات را در دو نقطه جمع آوری می کند. 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



ضایعات ریسندگی پنبه ای در صنایع دیگر کاربرد دارد. به همین دلیل آنها را جمع آوری می کنند و به عدل ضایعات پنبه تبدیل می کنند. چند نمونه از کاربرد ضایعات پنبه و روش کار با آن را بنویسید.

شکل ۲



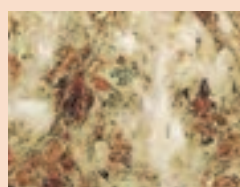
به شکل‌های زیر توجه کنید و سپس محاسبات خواسته شده را انجام دهید.



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



شکل ۷- ضایعات دستگاه  
کاردینگ ۱۲/۴ کیلوگرم



شکل ۶- ضایعات ماشین  
دو خط حلاجی ۶۴ کیلوگرم



شکل ۵- الیاف سالم



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

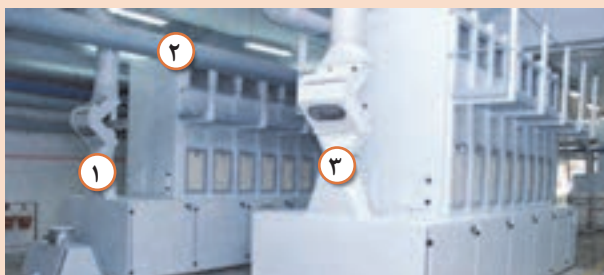
لوله‌هایی که دستگاه را به هم متصل می‌کند جریان دارد. در شکل ۸ لوله‌های انتقال و حضور الیاف را نشان می‌دهد.



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. هرچند 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 می‌دهد 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 از تنظیمات نادرست و یا مشکل اساسی در دستگاه باشد.

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

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



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 می شود و هر دستگاه مطابق جدول ۱ ضایعات داشته است. مقدار درصد ضایعات جدا شده در هر دستگاه را حساب کنید.

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 می شود که در واحد زمان به دستگاه تغذیه گفته می شود و دستگاه بدون هیچ مشکلی وظایف خود را انجام می دهد. در کاتالوگ های دستگاه های حلاجی و به خصوص در صفحه اطلاعات فنی (Technical Data) مقدار ظرفیت آمده است. اطلاعات جدول ۲ مربوط به یک خط حلاجی است. مقدار ظرفیت و تعداد دستگاه را مورد توجه قرار دهید.

جدول ۲

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





با توجه به جدول به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

- ۱ چرا درصد ضایعات‌گیری 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 برای ۸ ساعت کار چه مقدار الیاف تغذیه می‌شود؟
- ۴ اگر میزان ضایعات‌گیری در دستگاه‌ها به‌صورت جدول زیر باشد. مقادیر جدول ۳ را حساب کنید.

جدول ۳

نام ماشین	تعداد ماشین	مدل ماشین	ظرفیت (capacity)	درصد ضایعات	مقدار ورودی الیاف در ۸ ساعت	مقدار ضایعات	مقدار خروجی الیاف
عدل بازکن	۱	UNIfloc automatic bale opener A۱۱	۴۵۰ kg/h	۰	.....	.....	.....
تمیزکننده	۱	UNIClean pre - cleaners B۱۲	۴۷۰ kg/h	۸	.....	.....	.....
میکسر	۲	UNImix homogeneous mixers B۷۰	۲۴۵ kg/h	۱/۳	.....	.....	.....
کندانسور	۲	Condensers A۲۱	۲۶۰ kg/h	۱/۲	.....	.....	.....
ماشین کاردینگ	۸	Cards C۶۰	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 می‌شود. 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 می‌دهد.

## محاسبات کاردینگ

### کشش مکانیکی

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

پرسش ۱



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

پرسش ۲



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

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

در فرمول فوق X درصد ضایعات می باشد.

جدول تبدیل یکاهای مختلف از جمله یارد به متر، گرین به اونس و... را پیدا کنید و بنویسید.

نکته



مثال ۱: مطلوب است کشش مکانیکی در ماشین کارد در صورتی که وزن هر یارد متکا ۱۴ اونس و وزن هر یارد فتیله ۵۵ گرین و مقدار ضایعات ۶٪ باشد.

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

$$\text{کشش مکانیکی} = \frac{14 \times 437/5}{55} \times (1 - 6)$$

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

مثال ۲: مطلوب است کشش مکانیکی در صورتی که کشش حقیقی ۱۲۰ و مقدار ضایعات ۸٪ باشد.

$$(1 - X) \times \text{کشش حقیقی} = \text{کشش مکانیکی}$$

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

توجه: معمولاً کشش در ماشین کارد پنبه بین ۸۰ تا ۱۲۰ می‌باشد و گاهی از کشش ۱۵۰ نیز استفاده شده است. کشش متوسط در حدود ۱۰۰ می‌باشد.

تحقیق کنید



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

تمرین ۱



مطابق جدول زیر و برای دو 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

تمرین ۲



کشش مکانیکی در یک ماشین کارد ۹۴/۶ است و درصد ضایعات آن ۶/۴ درصد. کشش حقیقی 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 ۱



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

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

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

پرسش ۲



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 ۱



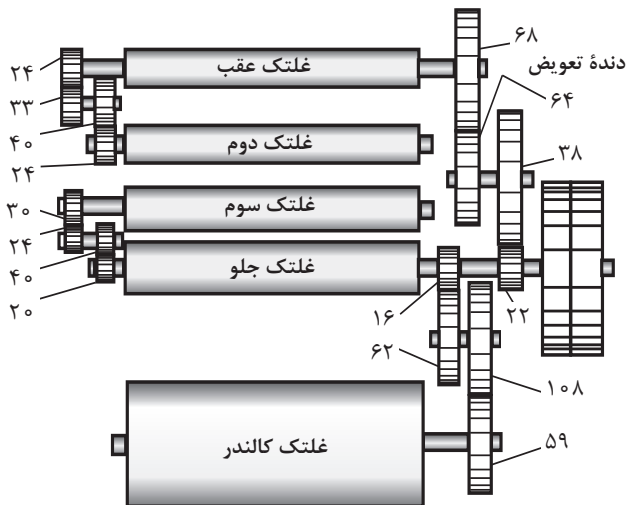
در صورتی که ثابت کشش ۱۷۳۲ باشد و کشش مکانیکی ۱۲۳، دنده کشش ۱۶ باشد. را حساب کنید.

تمرین ۲



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 دنده‌هایی قابل تعویض نیز مهم است. 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 را مشاهده می‌کنید.

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

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

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

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

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

انتخاب دنده قابل تعویض ۶۳ و یا ۶۴ در چنین حالتی بستگی به این دارد که بخواهیم فتیله سبک‌تر یا سنگین‌تر داشته باشیم.

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

تمرین ۱



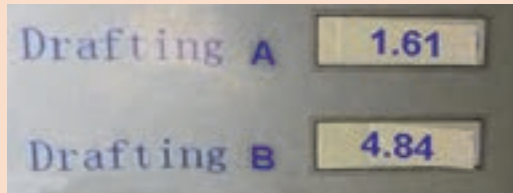
تمرین ۲



میزان کشش چقدر است اگر مقدار ثابت کشش ۴۲۱/۳ و مقدار دنده کشش ۵۹ باشد؟



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



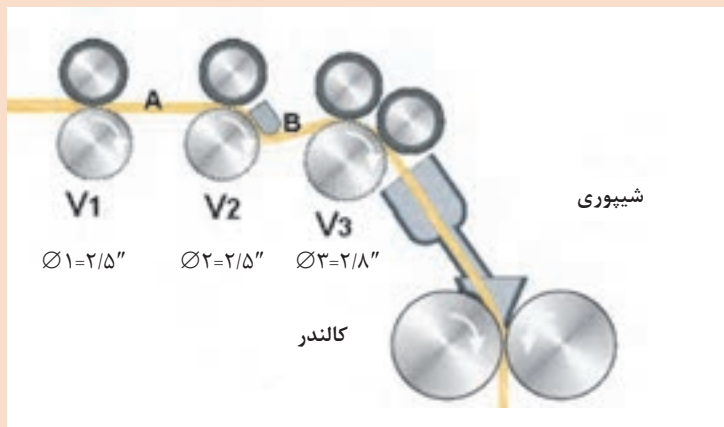
(ب) در شکل میزان کشش در نواحی را در همین لحظه نشان می دهد. به نظر شما علت مغایرت محاسبات و عددی که نمایشگر نشان می دهد در چیست؟ با هنجاریان در این باره بحث کنید.

شکل ۱۱

جدول ۵

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

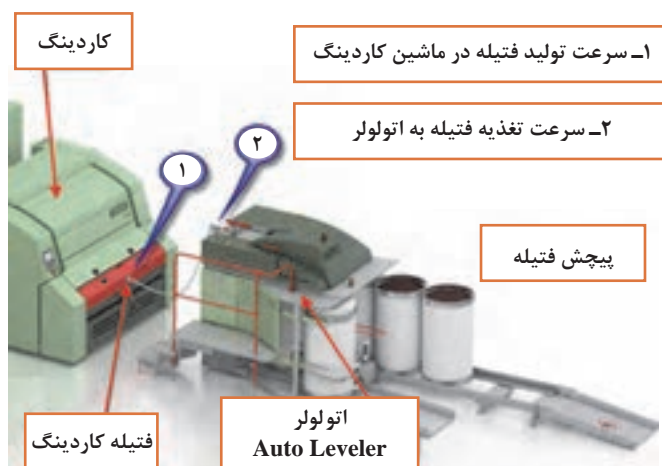
(ج) بر روی غلتک‌های ۱ و ۲ و ۳ نوشته شده است.  $\varnothing 1=2/5''$   $\varnothing 2=2/5''$   $\varnothing 3=2/8''$  معنی این اعداد چیست؟ با محاسبات نشان دهید اختلاف کشش محاسبه شده و کشش نمایشگر به این اعداد مربوط است.



شکل ۱۲- غلتک‌های کشش در ماشین هشت لاکنی

## اتولولر Auto Leveler

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



شکل ۱۳- اتولولر

همان طور که در شکل می بینید فتیله از کاردینگ بیرون می آید و سپس بلافاصله به دستگاه دیگری وارد می شود. این دستگاه که اتولولر نام دارد وظیفه دارد تا نایکنواختی های فتیله کاردینگ را کاهش دهد. در صورتی که عملکرد اتولولر رضایت بخش باشد می تواند جایگزین ماشین کشش یا Drow Frame گردد. جدول ۶ نمونه نمره های فتیله چند ماشین کاردینگ می باشد.

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 فتیله های کاردینگ با نایکنواختی همراه است و به همین دلیل در ماشین کشش آنها را با هم مخلوط می کنند تا علاوه بر مخلوط شدن بیشتر، فتیله تولید شده یکنواخت تر باشد.

### تأثیر اتولولر روی فتیله

تأثیر اتولولر روی فتیله را می توان در سه بخش خلاصه کرد.

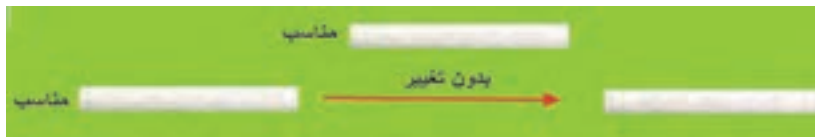
فتیله هایی که از میزان مناسب چاق تر باشد را می کشد تا لاغر شوند تا به نمره مناسب برسند. اما نکته مهم این است که برای کشیدن باید به طول فتیله افزود. این موضوع بسیار مهم است، که آن را شرح خواهیم داد. در شکل ۱۴ ورودی فتیله ای چاق است. در این حالت فتیله کشیده می شود و اندازه آن به اندازه مورد نظر می رسد ولی بر طول آن افزوده خواهد شد.





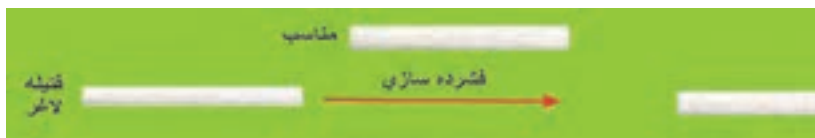
شکل ۱۴- فیل چاق در اتولولر

فیل‌هایی که مناسب هستند را بدون هیچ تغییری عبور می‌دهد. شکل ۱۵ این موضوع را نشان می‌دهد.



شکل ۱۵- فیل مناسب

اما فیل‌هایی که لاغر باشند را در هم فشرده می‌کند تا نمره و اندازه فیل به میزان مناسب برسد. در این حالت طول فیل کوتاه می‌شود که در شکل ۱۶ مشاهده می‌کنید.



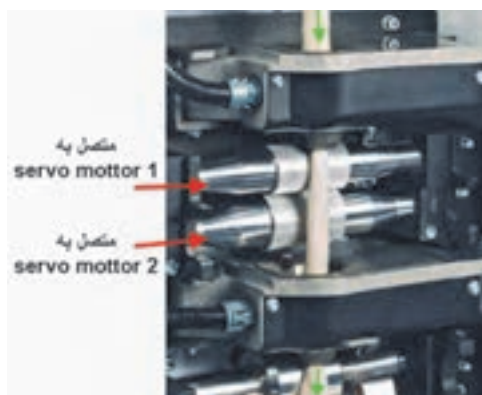
شکل ۱۶- فیل لاغر

**نحوه عملکرد اتولولر:** به شکل ۱۷ نگاه کنید. الیاف از بالا وارد می‌شود. یک سنسور نمره فیل را تعیین می‌کند و به پردازشگر اطلاع می‌دهد. دو سرووموتور که به هر یک از غلتک‌هایی که در شکل ۱۷ مشاهده

می‌شود متصل شده است. سرووموتور تحت فرمان یک رایانه است و سرعت خود را کم، زیاد و یا بدون تغییر می‌گذارد. در این حالت نسبت سرعت دو سرووموتور تعیین می‌کند که آیا فیل کشیده می‌شود و یا درهم فشرده خواهد شد. بنابراین خواهیم داشت:

$$\begin{array}{l} \text{کش} > 1 \\ \text{بدون تغییر} = 1 \\ \text{فشرده سازی} < 1 \end{array} \quad \begin{array}{l} \text{سرعت غلتک ۲} \\ \text{سرعت غلتک ۱} \end{array}$$

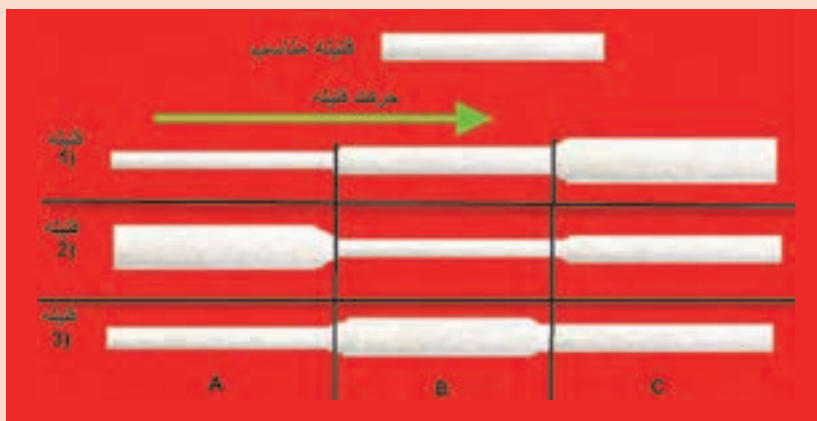
سرووموتورها، نوعی موتور الکتریکی هستند که قادرند سرعت‌های مختلفی را ایجاد کنند. در این دستگاه، یک سنسور تشخیص نایک‌نواختی وجود دارد که با عبور فیل مقدار جرم خطی فیل را تعیین می‌کند و بلافاصله به پردازنده رایانه می‌فرستد. پردازنده سرعت لازم را برای هر کدام از سرووموتورها تعیین می‌کند. و در نتیجه به‌طور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



شکل ۱۷- غلتک‌های اتولولر



شکل ۱۸ سه نمونه فتیله نایکنواخت را به دستگاه اتولولر داده ایم. با توجه به جهت حرکت، عملکرد غلتک های اتولولر را تشریح کنید. توجه قسمت C و سپس قسمت B و در نهایت قسمت A وارد دستگاه اتولولر می شود.



شکل ۱۸- چند نمونه فتیله ورودی به اتولولر

محاسبه فتیله: واحد اندازه گیری فتیله به دو صورت گرم بر متر و گرین بر یارد انجام می شود.

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

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

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

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

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

حل:

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

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



■ 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



نکته



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

RPM = دور بر دقیقه

D = قطر

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

دستگاه‌هایی وجود دارند که به کمک اشعه لیزر میزان سرعت خطی غلتک را نشان می‌دهند.

نکته



دستگاه‌هایی وجود دارند که میزان دور بر دقیقه غلتک را نشان می‌دهند.

نکته

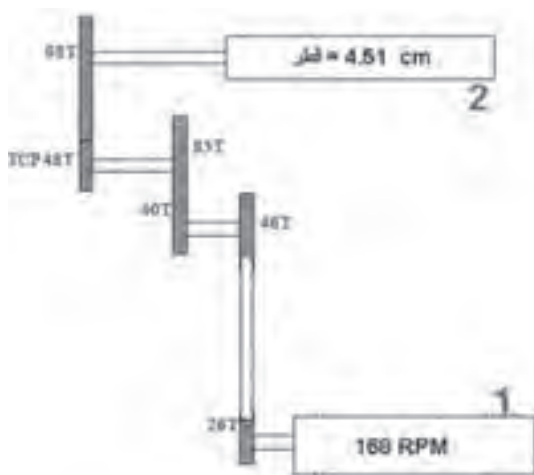


آیا به کمک این دو دستگاه می‌توان قطر غلتک را حساب کرد؟ چگونه؟  
آیا مقدار محاسبه شده دقیق است؟ این دقت به چه عواملی بستگی دارد؟

فکر کنید



مثال: 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:

$$\text{rpm غلتک ۲} = ۱۶۸ \times \frac{۲۶ \times ۴۰ \times ۴۸}{۴۶ \times ۸۵ \times ۹۸} = ۲۱/۸۹$$

$$\text{سرعت خطی غلتک ۲} = ۲ \times ۳/۱۴ \times \frac{۴/۵۱}{۱۰۰} \times ۲۱/۸۹ = ۶/۱۹ \text{ m/min}$$

حاصل ضرب rpm و قطر (متر) با سرعت خطی بر حسب متر بر دقیقه تبدیل خواهد شد.

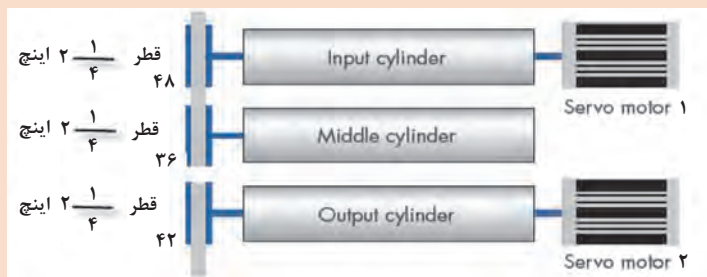
اگر در شکل ۱۹ قطر غلتک ۳/۷۸۲ سانتی متر و سرعت دورانی غلتک ۱ مساوی ۱۲۳ دور بر دقیقه باشد.  
 سرعت خطی غلتک ۲ را حساب کنید.  
 TCP=۴۴T

تمرین ۱



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 را در هر ناحیه حساب کنید. سرعت خطی غلتک خروجی را محاسبه کنید.

تمرین ۲

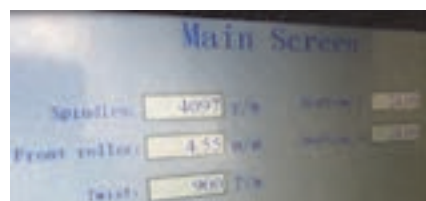
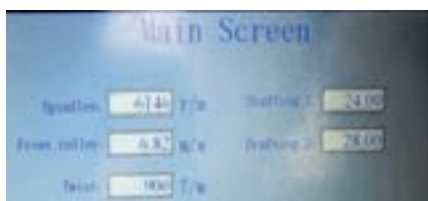


شکل ۲۰- سروو موتور

## محاسبات در ماشین رینگ

### محاسبه تاب در ماشین رینگ

تصویری که در شکل ۲۱ مشاهده می کنید مربوط به یک ماشین رینگ است. با توجه به این که مقدار تاب به دو عامل rpm اسپیندل و m/min (سرعت خطی غلتک جلو) ارتباط دارد. و میزان تاب بر اساس T/m تاب بر متر (TPM) و تاب در اینچ T/I یا (TPI) محاسبه می شود. فرمول تاب را پیدا کنید.



شکل ۲۱- نمایشگر ماشین رینگ



بر اساس جدول ۷ که مربوط به چند ماشین رینگ است جاهای خالی را پر کنید.

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 لازم، به اندازه مناسب برای تبدیل نخ در می آید. ولی این رشته بدون تاب استحکام ندارد و با کمترین کشش پاره می شود. در این حالت هیچ کدام از الیاف پاره نمی شود بلکه الیاف از روی هم سر خورده و رشته نخ گسسته می شود. نخ برای استحکام به تاب وابسته است.



با به کار بردن کلمات زیر نحوه تشکیل تاب نخ را در شکل ۲۲ 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 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 صورت ساده شده زیر در می‌آید:

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

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

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

فکر کنید

آیا این سه فرمول یکسان هستند؟ چرا؟



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

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

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

$$\text{دنده کشش} = ۲۱$$

تمرین ۱



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

تمرین ۲



دنده کشش ۲۴ است و مقدار کشش ۳/۲۲ می‌باشد میزان ثابت کشش را حساب کنید.

فکر کنید



مقدار ثابت کشش دستگاه‌های مختلف با هم تفاوت دارد؟ چرا؟

فعالیت  
کلاسی



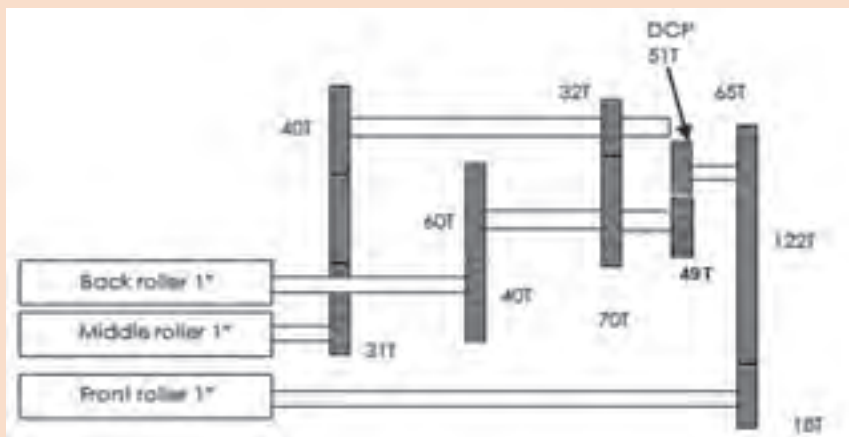
در شکل ۲۴ عاملی وجود دارد که روی حرکت روان و سرعت غلتک‌های کشش اثر دارد آن را پیدا کنید و بنویسید این تأثیر مطابق چه قانون فیزیک اعمال می‌گردد.

شکل ۲۴- ناحیه کشش رینگ

تمرین ۳

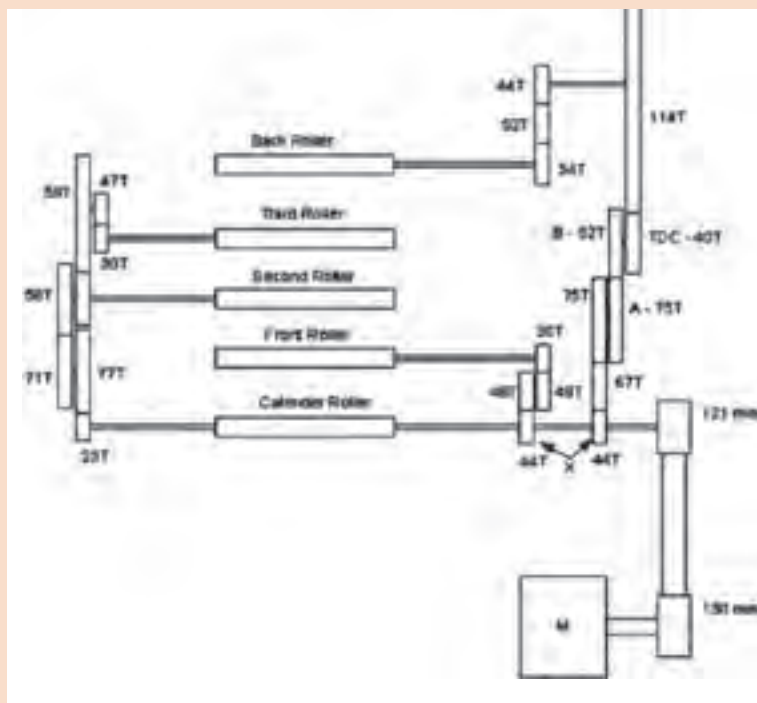


در شکل ۲۵ دیاگرام کشش را نشان می‌دهد اگر سرعت غلتک عقبی ۱۲۰ rpm باشد محاسبه کنید.  
(الف) سرعت غلتک‌های میانی و جلویی  
(ب) میزان کشش در ناحیه ۱ و ۲  
(ج) میزان تولید ماشین در یک ساعت



شکل ۲۵- دیاگرام انتقال نیرو





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

شکل ۲۶- دیاگرام انتقال نیرو

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



جدول ۸

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



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 نمر، ۲۰ انگلیسی را از شما تحویل گرفتم و ۱۰۰ متر آن را وزن کردم باید عدد ۴/۳۳ می 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 است. محاسبه تولید به ما کمک می کند کمتر و با بیشتر از سفارش مشتری نخ تولید نکنیم. برای محاسبه تولید به عوامل زیر احتیاج داریم:

■ نمره نخ تولید شده

■ گرم بر متر نخ

■ سرعت خطی غلتک تولید

■ تعداد اسپیندل ها

■ زمان کارکرد

■ راندمان



هر کدام از عوامل زیر در تولید چه اثری دارد؟

■ نمره نخ تولید شده

■ گرم بر متر نخ

■ سرعت خطی غلتک تولید

■ تعداد اسپیندل ها

■ زمان کارکرد

■ راندمان

مثال: 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 است. اگر میزان ساعت کار ۸ ساعت و راندمان ۹۵ درصد باشد. میزان تولید را حساب کنید.

حل: برای فهم مسئله به موارد زیر توجه کنید.

■ راندمان و زمان کارکرد و تعداد اسپیندل و سرعت خطی غلتک تولید و وزن ۱ متر نخ را در هم 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.



چون نمرة متریک حاصل تقسیم طول بر وزن است 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:

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

$$\text{Total} = 10 \times 0.95 \times 8 \times 60 \times 4.57 \times 0.042 \times 196 = 237135$$

= کل تولید



شرح دهید چرا برای محاسبه تولید این اعداد را در هم ضرب می‌کنیم.

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 دنییر = 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

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

تمرین



در یک کارخانه تعدادی دستگاه به شرح شماره جدول ۱۰ وجود دارد. تولید این کارخانه در ۵ روز کاری و هر روز شامل سه شیفت ۸ ساعته را حساب کنید.  
جدول ۱۰ را مشاهده می کنید:

جدول ۱۰- اطلاعات به صورت زیر است:

شماره ماشین	تعداد اسپیندل	نمره نخ	راندمان	سرعت غلتک تولید
۱	۱۹۶	۲۱ پنبه ای	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:

۱. برای محاسبات تبدیل نمره نخ از جدول ۹ استفاده کنید.

۲. برای محاسبه گرم بر متر نخ، ابتدا نمره نخ را به متر یک تبدیل کنید و سپس عدد را وارونه کنید.

## شایستگی ۲- محاسبات پارچه

محاسبات کامل تولید پارچه پیچیده و بسیار زیاد است و هر کدام از پارچه‌ها محاسبات خاصی دارند ولی بخش کوتاهی از آن را در اینجا شرح می‌دهیم.

### جمع شدگی نخ در پارچه

نخ‌های که در بافت قرار می‌گیرند جمع می‌شوند و در نتیجه طول پارچه از طول نخ تار کمتر است. این کاهش را جمع شدگی نخ می‌گویند. جمع شدگی برای پود هم اتفاق می‌افتد. اگر طول نخ تار را  $L_1$  و  $L_2$  و طول پارچه را  $L_2$  بگیریم. تفاضل این دو عدد، مقدار جمع شدگی پارچه می‌گویند.

طول پارچه - طول نخ تار = میزان جمع شدگی نخ تار

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

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

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

تحقیق کنید



مثال ۱: طول نخ‌های چله به طول ۲۱۵۵ متر در اثر بافت تافته به ۱۸۷۶ متر می‌رسد. میزان جمع شدگی و درصد جمع شدگی نخ تار را حساب کنید.

حل: طول پارچه - طول نخ تار = میزان جمع شدگی نخ تار

میزان جمع شدگی نخ تار      متر  $2155 - 1876 = 279$

درصد جمع شدگی نخ تار       $12/94 = (279 \div 2155) \times 100$



جدول ۱۱ را کامل کنید. و درباره تأثیر 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	سرژه ۱ و ۲	۲۲۸۰	۲۶۹۵	.....
۴	ساتین ۸ پرش ۳	۲۹۱۰	۲۲۳۷	.....
۵	ساتین ۴	۲۶۱۰	۲۵۶۸	.....

۱ طول به متر است.

۲ درصد جمع شدگی را پس از محاسبه مرتب کنید.

۳ چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟ علت چیست؟



### جمع شدگی پود

۱ جمع شدگی نخ پود نیز با نخ تار از نظر فرمول شبیه است 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. بنابراین تراکم در پارچه‌های تار - پودی به دو صورت ترام تار و تراکم پودی محاسبه می‌شود.

مثال: ۴۵۶۰ سرخ در تار پارچه‌ای با عرض ۲۴۰ سانتی‌متر بافته‌ایم. تراکم تار پارچه را حساب کنید.  
حل: هرچند در این باره فرمولی ارائه نشد ولی همه ما به راحتی قادریم این مسئله را حل کنیم زیرا اگر تعداد سرخ را بر عرض پارچه به سانتی‌متر تقسیم کنیم تراکم بر حسب تار بر سانتی‌متر به دست می‌آید.

$$\text{cm/تار} = 4560 \div 240 = 19$$

بدیهی است اگر عرض پارچه بر حسب متر بود جواب مسئله تراکم بر حسب متر می‌شد.



تراکم تار ۱۷ بر سانتی‌متر است اگر عرض پارچه ۱ متر و ۲۰ سانتی‌متر باشد تعداد نخ تار چقدر است؟



اگر پارچه مشابه بالا در یک ماشین با عرض ۳ متر بافته شود. تعداد تارها را حساب کنید.



۳/۵ سانتی متر از پارچه را علامت گذاری می کنیم و سپس تعداد پودها را شمارش می کنیم. اگر تعداد پودها ۹۴ عدد باشد. تراکم پود بر اینچ - پود بر متر را حساب کنید. مقصود ما محاسبه وزن کل نخ ها می باشد.

### محاسبه وزن چله تار

مثال: در یک چله ۲۵۰۰ سر نخ وجود دارد. هر نخ تار مطابق کنتور تعیین طول نخ تار ۲۱۳۷ متر می باشد. در صورتی که نخ از جنس فاستونی و نمره آن ۱۵/۵ باشد. نخ های چله چند کیلوگرم وزن دارد؟  
حل: در این مسئله ابتدا جرم یک متر نخ را محاسبه می کنیم. بنابراین مطابق جدول تبدیل ضرایب، نمره نخ را به متریک تبدیل می کنیم. چرا به متریک تبدیل می کنیم؟  
پس خواهیم داشت: نمره فاستونی ← نمره متریک  
سپس از روش گفته شده در مثال روی جدول فرمول تبدیل را مشخص می کنیم.  
معلوم: نمره نخ فاستونی  $N_w$  و مجهول: نمره متریک  $N_m$   
بنابراین خواهیم داشت:

$$N_m = \frac{7920}{N_w} \Rightarrow 7920 \div 15.5 = 510.9 \text{ نمره متریک}$$

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

$$510.9 \div 1 = 510.9 \text{ gr/m}$$

چون تعداد نخ ها ۲۵۰۰ و هر نخ ۲۱۳۷ متر است. بنابراین کل نخ ها به صورت زیر به دست می آید:

$$2137 \times 2500 \times 510.9 = 1045527 \text{ gr}$$

اگر این عدد را بر ۱۰۰۰ تقسیم کنیم وزن خالص نخ های تار بر حسب تن ton به دست می آید.  
پس خواهیم داشت:

$$1045527 / 1000 = 1045.5 \text{ ton}$$

بنابراین کل نخ چله ۱۰۴۵۵ تن خواهد بود.



تمرین ۱



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 پاسخ گوی نیاز این کارخانه باشد.

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 تکز

محاسبه کنید



۱ تبدیل نمرات لازم

۲ وزن در متر هر نخ

۳ وزن هر چله

۴ وزن کل چله‌ها

تمرین ۲



۱۵ سانتی‌متر از یک پارچه را باز می‌کنیم و سپس به گونه‌ای می‌کشیم که کاملاً صاف شود، طول نخ به ۱۸/۳ سانتی‌متر می‌رسد. طاقه پارچه ۴۱/۳ متر طول دارد. طول هر نخ تار این پارچه چقدر بوده است؟

تمرین ۳



وزن خالص چله نخ تار ۳/۱۸ تنی است. تعداد سرنخ ۲۹۲۰ و نمره نخ تار را به نمره انگلیسی حساب کنید. گرم بر متر این نخ چقدر خواهد بود؟

تمرین ۴



می‌خواهیم ۲۰۰۰ متر پارچه با عرض ۱۲۰ سانتی‌متر و تراکم ۲۶ تار بر سانتی‌متر ببافیم. الف) چه تعداد سرنخ تار نیاز است؟ ب) اگر نمره نخ تار ۱۶ انگلیسی باشد. وزن کل نخ تار چند تن خواهد شد؟

## 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 جدول ذیل برای هر هنرجو ثبت می گردد

جدول ارزشیابی پودمان ۱- کاربردها و محاسبات نخ و پارچه

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
محاسبه نخ و پارچه	محاسبات نخ	اظهار نظر تخصصی براساس ویژگی های نخ و پارچه و انجام محاسبات مربوط به تولید نخ و پارچه	بالاتر از حد انتظار	تجزیه و تحلیل ویژگی های نخ و پارچه و تصمیم گیری به کمک محاسبات	۳
	محاسبه پارچه		در حد انتظار	استخراج ویژگی ها از نخ ها و انجام محاسبات مربوطه	۲
			پایین تر از انتظار	نام بردن ویژگی ها و تعریف پارامترهای تولید	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

## پودمان ۲

### تحلیل کف پوش و منسوجات



## آیا می‌دانید که:

- کفپوش 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 کفپوش‌ها 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



کف پوشی که سطح آن از مواد نساجی تشکیل شده باشد، کف پوش نساجی اطلاق می شود. آشیانه پرندگان و ساقه های درهم تنیده گیاهان از جمله الگوهایی 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.

شکل ۱- دو نمونه از کف پوش های اولیه نساجی

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 براساس 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 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، نمد، موکت 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، کلالة، کتیه، 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 لایه‌لای 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 لایه‌لای 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 (دفعه) بر روی آن کوبیده می‌شود و پس از شانه کردن پرزها، سرهای پرز اضافی به طور منظم قیچی می‌شود.



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.

شکل ۲- به ترتیب دو نوع گره فارسی و ترکی در فرش دستبافت



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 مترمربع بافته می‌شود. گلیم دارای سطح صاف و بدون پرز، ریشه و حلقه که از درهم روی نخ‌های تار و پود با رنگ‌های متنوع با بافتی نظیر پاناما حاصل می‌شود. از گذشته تا اکنون، کف پوش 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 دفعه (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 تصویری 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 نخ های 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 پنبه ای 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 پنبه ای رنگی در اندازه های ۶ و ۱۲ مترمربع می باشد که در دستگاه زیلوبافی بافته می شود و نقوش رنگی روی آن هندسی به رنگ های آبی، سفید، قرمز، سبز و سرمه ای می باشد که بیشتر در مساجد، حسینیه ها و زیارتگاه ها 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 نخ های تار و پود، پرزهای ضخیم (تا ۱ سانتی متر) 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، نقشه ای ندارد و بافنده براساس مشاهدات و تراوشات ذهنی به خلق آثاری از طبیعت، انسان، اشکال هندسی یا حیوان بر روی گبه می پردازد. گلیم فرش ها نیز برخلاف گلیم بعضی از قسمت های طرح گل و بوته دار آن دارای پرز می باشد. در شکل ۳ نمونه هایی از مراحل بافت گبه و گلیم نشان داده شده است.



شکل ۳- نمونه هایی از مراحل بافت گبه و گلیم

در مورد روش تولید انواع زیراندازهای مسافرتی و کف پوش های 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 تجدد 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



### 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 می پردازیم.

### 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 موردنظر رسیده و وارد ماشین سوزن زنی اولیه و ثانویه می شوند. با حرکت سوزن ها در لایه لای 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 یکنواختی و تنظیم پرزهای سطح موکت پرز بریده، نیاز به عملیات شیرینگ در پایان کار 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 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 نمدی (کبریتی) معروف می‌باشد، بیشتر استقبال کنند. موکت‌های نمدی قیمت ارزان‌تری دارند و شست‌وشوی آنها آسان‌تر می‌باشد. موکت‌ها عایق سر و صدا و گرما می‌باشند و برای مکان‌های پر رفت و آمد مناسب می‌باشند.

تحقیق کنید



در مورد مکانیزم تولید انواع موکت‌های بافته شده، موکت تافتد و موکت با الیاف کاشته و روش‌های چاپ رنگی در موکت‌ها تحقیق 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 (طَره یا زیگزاگ) و کناره ریشه‌دار از اجزاء فرعی آن می‌باشند. البته نوارهای چرمی نیز به کناره پشت فرش‌های ماشینی دوخته می‌شود. اجزای اصلی فرش ماشینی در مرحله بافت و 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



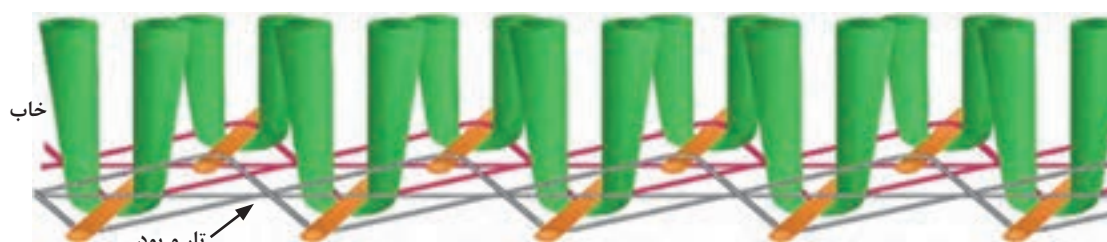
در مورد نقش نوار چرمی، چسب آهار پشت فرش، ریشه و زیگزاگ دور فرش ماشینی بحث و گفت‌وگو کنید.

**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 سرخ 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 ۵/۲ 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. باتوجه 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 نمایی شماتیک از این سه دسته نخ مصرفی در فرش ماشینی نشان داده شده است. در این 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 موردنظر به روی فرش خام چاپ خواهد شد.

آیا می دانید



**الف) نخ های تار:** نخ های تار یا چله مانند سایر ماشین های بافندگی بر روی اسنوهاستگاه 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.



به نظر شما علت خروج آسان ریشه فرش ماشینی بافته شده با چله فیلامنت پلی استر چیست؟ 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 می‌شود. متداول ترین و پرمصرف ترین نخ چله یا تار فرش ماشینی، نخ ۵ با نمره ۲۰ انگلیسی با مخلوط پنبه و پلی استر با نسبت ۳۵ به ۶۵ درصد یا ۲۰ به ۸۰ درصد می‌باشد. البته به دلیل آنکه چله سفت‌بافت در تشکیل ساختار فرش نقش اساسی ایفا می‌کند دارای نخ‌های ضخیم‌تر با تعداد لای بیشتری می‌باشند.

در ماشین‌های مختلف و باتوجه طرح بافت برزنت از هر دندان‌ه شانه اغلب ۴ تا ۶ عدد نخ تار عبور می‌کند 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 می‌شود.



در مورد تفاوت چله شل‌بافت و سفت‌بافت مصرفی در فرش ماشینی تحقیق و گزارش کنید.

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

**ج) نخ‌های خاب:** آنچه به‌طور معمول از یک فرش به چشم می‌خورد همان نخ‌های خاب می‌باشد که سطح رویی فرش را می‌پوشاند و کلیه خصوصیات ظاهری و کاربردی آن را نیز تعیین می‌کند. طرح و رنگ‌بندی و زیبایی هر فرش به نخ‌های پرز و تراکم آنها بستگی دارد و خصوصیات کاربردی را تعیین می‌کند. کیفیت زیردست و مقاومت سایشی فرش به جنس و ساختار الیاف نخ‌های خاب بستگی دارد. نخ خاب را می‌توان 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 می‌دهد به‌طوری که در هر مترمربع فرش ماشینی ۱ تا ۲ کیلوگرم نخ خاب مصرف می‌شود. خاب به‌صورت بریده، حلقه یا ترکیبی از هردو 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، به‌طوری 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. به‌عنوان مثال تاب در متر استاندارد نخ خاب نمره ۵/۱۰ 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 برگشت‌پذیری خوبی دارد و بعد از برداشتن نیرو به سطح نخ‌های خاب به حالت قبلی خود برمی‌گردد. در ایران و کشورهای دیگر از پلی‌استر، پلی‌پروپیلن (فیلامنت) و پشم نیز استفاده می‌گردد. در کشورهای اروپایی بیشتر از نایلون، پلی‌استر و پلی‌پروپیلن برای خاب فرش ماشینی استفاده می‌شود.

تحقیق کنید



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

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.

نکات  
زیست‌محیطی



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

### مشخصات فیزیکی و ظاهری فرش ماشینی

در موقع تولید، کنترل کیفیت و خرید فرش ماشینی به چند مشخصه مهم باید توجه شود، زیرا درجه‌بندی 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 برگشت‌پذیری 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 می باشد. در مورد میانگین وزن مترمربع انواع فرش ماشینی با خاب اکریلیک، پلی استر، پلی پروپیلن و نایلون در تراکم و شانه های مختلف تحقیق و گزارش کنید.

**تراکم طولی یا تراکم پودی فرش ماشینی:** به تعداد سرخ های پود در یک سانتی متر (یا در یک متر) در جهت طول فرش، تراکم پودی گفته می شود. در صنعت دو پارامتر نمره شانه و دیگری تراکم پودی در یک متر برای تراکم فرش بیان می شود. تراکم پودی فرش اغلب توسط چرخ دنده پود (دنده پود) تنظیم می شود به طوری که با تغییر سرعت برداشت لای برزنت (زمینه)، فاصله بین نخ های پود تغییر می کند. هرچه تراکم پودی فرش بیشتر باشد، فرش در اصطلاح سفت تر می باشد و مشکل جمع شدن، تا خوردن و چروک شدن، تغییر ابعادی و آبرفتگی در آن کاهش می یابد؛ بنابراین فرش های با تراکم پودی بالاتر مناسب تر می باشند.

**تراکم تاری یا عرضی فرش ماشینی:** تراکم تاری، تعداد سرخ تار (چله) در یک متر عرض بافت می باشد که در فرش های کم تراکم به راحتی با چشم غیر مسلح از طرف پشت فرش قابل شمارش می باشد. از آنجایی که نخ های تار جهت ورود به منطقه بافت ماشین، از دندان های شانه بافندگی عبور می کنند، بنابراین تراکم تاری تابعی از تعداد دندان های شانه بافندگی می باشد.



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

**تراکم طولی خاب فرش ماشینی:** تعداد ردیف های نخ خاب در واحد طول فرش را تراکم طولی خاب می گویند. جهت اندازه گیری تراکم خاب، کافیست تعداد ردیف های نخ خاب در یک متر از طول فرش شمارش شود. جهت سهولت در شمارش تعداد نخ های خاب در یک متر طولی فرش، اغلب تعداد ردیف های خاب در ده سانتی متر طولی شمارش می شود و عدد حاصل را در ده ضرب می کنند.

**تراکم عرضی خاب فرش ماشینی:** تعداد نخ خاب در یک متر از عرض فرش را تراکم عرضی خاب می گویند. جهت اندازه گیری تراکم خاب، کافیست تعداد ردیف های نخ خاب در یک متر از طول فرش شمارش شود. جهت سهولت در شمارش تعداد نخ های خاب در یک متر طولی فرش، اغلب تعداد ردیف های خاب در ده سانتی متر طولی شمارش می شود و عدد حاصل را در ده ضرب می کنند.

**تراکم گره یا ریشه در متر مربع فرش ماشینی:** یکی از مشخصه های فیزیکی بسیار مهم در هر فرش تراکم گره در متر مربع می باشد. نخ خاب به دور نخ پود حرکت می کند، نحوه قرارگیری هر گره در بافت زمینه فرش خاب بریده به شکل حرف V انگلیسی می باشد. تراکم گره در هر فرش عبارت است از تعداد گره در یک مترمربع از فرش می باشد. تعداد گره در مترمربع فرش معادل تعداد گره در یک مترمربع فرش یا نصف تعداد سرخ نخ خاب در یک مترمربع سطح فرش می باشد.



**مفهوم شانه و تراکم تجاری فرش ماشینی:** برای معرفی فرش از عبارات شانه و تراکم استفاده می شود. شانه و تراکم خاب و تراکم گره مهم ترین و کاربردی ترین تراکم هایی می باشد که در صنعت و بازار فرش ماشینی به کار می رود. به عنوان مثال وقتی یک فرش به صورت ۵۰۰ شانه و تراکم ۱۰۰۰ بیان می شود، یعنی؛ تعداد نخ های خاب در یک متر عرض فرش ۵۰۰ عدد می باشد و تعداد نخ های خاب در یک متر طول فرش معادل ۱۰۰۰ می باشد. بدیهی است که با دانستن مقادیر این دو تراکم، می توان تراکم گره بر متر مربع فرش را از حاصل ضرب تراکم شانه و تراکم خاب به دست آورد.

در یک فرش ۸۰۰ شانه با تراکم خاب ۱۰۰۰، تعداد گره در مترمربع را حساب کنید.

فعالیت  
کلاسی



### تعداد رنگ در فرش ماشینی

برخلاف فرش دستبافت تعداد رنگ مورد استفاده در ماشین بافندگی محدود به ۱۰-۵ رنگ می باشد. تعداد رنگ در فرش دستبافت محدودیت ندارد و طراح نقشه آن را تعیین می کند. براساس محدودیت ماشین بافندگی، طراح فرش تعداد رنگ نقشه و فرش را مشخص می کند. محدودیت های فرش ماشینی در انتخاب تعداد رنگ شامل محدودیت مالی در خرید و استفاده از تعداد نخ خاب بیشتر، بزرگ تر شدن قفسه نخ خاب، سخت تر شدن نخ کشی و چله کشی، استهلاک بیشتر ماشین، اصطکاک بیشتر نخ ها، پارگی بیشتر نخ ها، کاهش راندمان و افزایش مصرف انرژی بیشتر برای راه اندازی ماشین می باشد.

فعالیت  
کلاسی



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

- الف) تعداد و نوع رنگ های 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
- هـ) تراکم خاب فرش در یک متر طولی فرش
- و) تعداد سرنخ خاب در یک متر طولی و عرضی

### ارتفاع خاب در فرش ماشینی

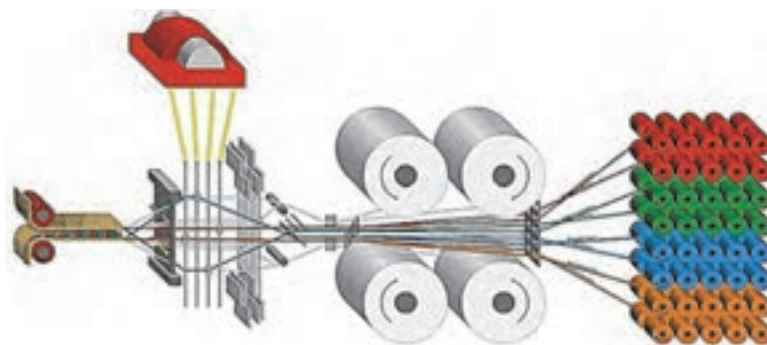
ارتفاع خاب فرش ماشینی بسته به عوامل مختلفی نظیر جنس نخ خاب، تراکم خاب (نمره شانه)، نوع مصرف و سلیقه مشتری اغلب بین ۴ تا ۱۲ میلی متر متغیر می باشد. برای تعیین و کنترل ارتفاع خاب وسیله مخصوصی وجود دارد که به گیج یا خط کش خاب معروف می باشد. ارتفاع خاب فرش را در راستای پود از سطح برزنت فرش تا سطح پرز اندازه گیری می کنند.



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 کريل)

قفسه یا کريل 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 کريل قرار داده می‌شود. این تعداد تابعی از ضرب تراکم شانه در تعداد رنگ در عرض فرش می‌باشد.



نحوه چیدمان بوبین‌های نخ خاب در قفسه خاب 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 نخ خاب کمتر می‌شود. همواره سعی بر این است که بوبین‌های کم مصرف، کوچک‌تر و بوبین‌های رنگی پرمصرف، بزرگ‌تر پیچیده شوند تا کشش نخ‌های کم مصرف و نخ‌های پرمصرف در زمان بافت یکسان باشد؛ زیرا کشش نایک‌نواخت نخ خاب 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، وزنه جلویی بوبین برای کشش دادن و وزنه عقبی بوبین برای ترمز کردن نخ خاب استفاده می‌شود. در هر ماشین بافندگی فرش بافی علاوه بر بافنده یک نفر به عنوان کمک بافنده در کريل یا قفس و اطراف ماشین به طور مداوم رفت و آمد می‌کند. وظیفه کمک بافنده کنترل کشش و رفع پارگی نخ‌های خاب و تعویض بوبین‌های خالی می‌باشد.

آیا می‌دانید



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.

## بخش تغذیه نخ تار به ماشین (اسنوهاي 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 میل میلک‌ها 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 به خاطر جلوگیری از تداخل نخ‌ها در یکدیگر از اسنوهاي بیشتری تا ۸ عدد به صورت 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 دودهنه مجزا (به طور همزمان) می‌باشند، استفاده می‌شود. به دلیل اصطکاک کمتر نخ خاب، در این نوع ماشین‌ها، پارگی نخ کمتر می‌شود.

برای کنترل و یکسان بودن کشش و کشیدگی نخ چله، لازم است مقدار باز شدن چله و پیچیدن فرش به دور غلتک‌های فرش و غلتک‌های پیچش (غلتک سوزنی جلوی شانه) از ابزاری به نام «رگل‌اتور» به همراه 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 قرار گیرند. 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 فشرده‌گی 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 (میل‌ه‌های 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 راحت تر 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 پارچه بافی 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 هر کدام 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 هر کدام 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 فرش های 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 می باشد.

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 می شود و به وسیله نخ های هارنیش که از آن آویزان می شود به تک تک میل میلک های حاوی نخ های تار خاب رنگی فرمان می دهند. مکانیزم فرمان دهنده در ژاکارد مکانیکی قدیمی توسط کارت های سوراخ دار شبیه نت موسیقی در یک پیانو عمل می کند. در ژاکاردهای جدید الکترونیکی سه حالت فرمان ها از طریق سیستم الکترونیک و مکانیک ارسال می گردد که دارای سرعت بالاتر، خرابی کمتر و قدرت و سرعت بالای تعویض نقشه می باشد. مهم ترین اجزای ژاکاردهای مکانیکی سوزن، پلاتین، صفحه کلاغی، سیلندر، قلاب، بند هارنیش، میل میلک و وزنه و... و ژاکاردهای الکترونیکی جدید برد، مگنت، هوک، قلاب، بند هارنیش، میل میلک، سوزن، قرقره و... می باشد.

دو نوع ژاکارد الکترونیکی سوزنی و ژاکارد الکترونیکی قرقره ای در صنعت موجود می باشد. در ژاکاردهای سوزنی از روش و تجهیزات جدیدی به جای کارت نقشه (کارت پانچ) برای فرمان دادن به سوزن های افقی استفاده می شود. سیستم فرمان شامل دو روش استفاده از «سلونوید» و به کارگیری قطعات «پیزوالکتریک» می باشد. در روش استفاده از «سلونوید»، بوبین های الکتریکی با خاصیت آهن ربایی به سوزن ها فرمان می دهند. در روش به کارگیری قطعات «پیزوالکتریک»، رایانه بر طبق نقشه طرح با قطع و وصل کردن جریان برق، باعث تغییر ابعاد کریستال مخصوص می شود و کریستال با کاهش ابعاد خود به سوزن اجازه حرکت می دهد، با افزایش ابعاد کریستال، سوزن برعکس عمل می کند. 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.

## ماشین های بافندگی فرش تک راپیری

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

سرعت تولید این ماشین نسبت به ماشین بافندگی دوراپیری کمتر می باشد. در زمانی که نخ هایی از خاب بر طبق نقشه بافت در ایجاد طرح نقشی نداشته باشند به قسمت پشت فرش زیر منتقل می شوند و به صورت آزاد یا شناور (بدون هیچ درگیری در بافت) قرار می گیرند تا مزاحمت و تداخلی در بافت فرش زیر و یا فرش رو ایجاد نکنند. به این نخ ها در اصطلاح «نخ خاب مرده شناور» می گویند. از آنجایی که وجود نخ های خاب مرده سبب نازیبایی پشت فرش می گردد در بخش تکمیل توسط ماشین پشت پاک کنی نسبت به جدا کردن آنها از پشت فرش زیر اقدام می شود. البته هم زمان با جدا کردن نخ های خاب مرده، ریشه های خاب نیز در محل هایی که تعویض رنگ نخ خاب صورت گرفته است، از دل فرش بیرون می زند، بنابراین علی رغم تشابه ظاهری فرش های خاب رو و زیر، تراکم خاب فرش زیر از رو کمتر می شود، در نتیجه فرش زیر از فرش رو سبک تر می شود. از دیدگاه مشتریان، این مورد یک عیب محسوب می شود و باعث می شود به فرش زیر به عنوان فرش

نامرغوب نگاه کنند. برای بافت فرش‌های با تراکم بالا بهتر است از (ماشین‌های) بافت تک‌پودی (راپیری) استفاده کرد. در ماشین‌های جدید 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 نخ 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.

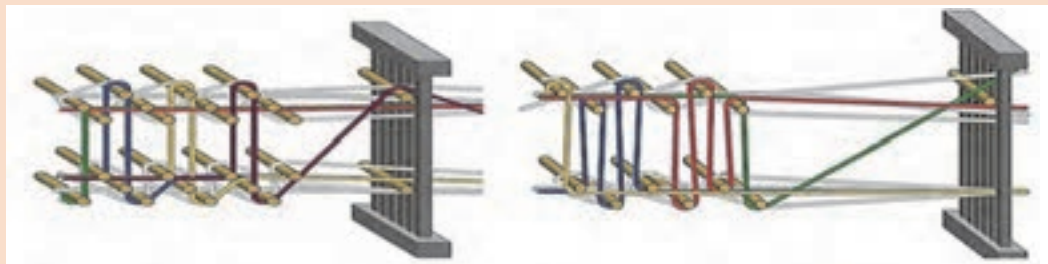
علت جدا بودن و فاصله داشتن دسته چله فرش رو نسبت به چله فرش زیر، قبل از ورود به میل میلک‌ها، امکان تنظیم آسان‌تر ارتفاع خاب به‌وجود می‌آید. وجود دو دهانه جدا این مزیت را دارد که نیازی نیست چله‌های رو و زیر یکدیگر را قطع کنند و اصطکاک آنها کمتر خواهد بود.

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 دست رفتن 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 چهار حالت، 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.



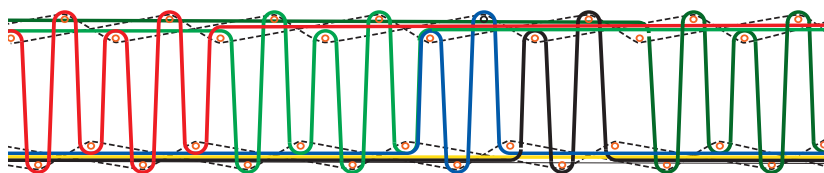
شکل ۹- طرح‌واره‌هایی از ترتیب پودگذاری نخ‌های پود در فرش زیر و رو

## 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.

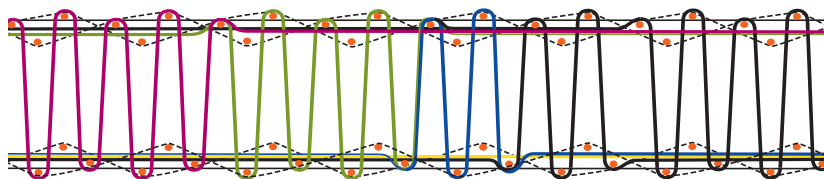
از مهم‌ترین مزایای ماشین سه‌راپیری انعطاف‌پذیری بالا در ایجاد طرح بافت‌های بیشتر، بالا بودن میزان تولید، امکان قراردادن دو پود همزمان داخل یک دهانه و کارکرد روان‌تر ماشین می‌باشد. انواع سیستم‌های بافت که با ماشین فرش‌بافی سه‌راپیری تولید می‌شود، عبارت‌اند از:

**۱ بافت‌های تک‌پودی:** در سیستم بافت یک به یک یا تک‌راپیری، رایپر وسطی کار نمی‌کند و دو رایپر 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.



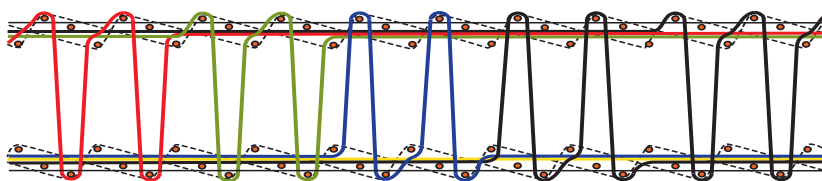
شکل ۱۰- طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت تک‌پودی

**۲ بافت‌های دوپودی:** در سیستم بافت دو به یک یا دوراپیری (دوپودی) برخلاف حالت قبلی، رایپر وسطی دائماً کار می‌کند ولی دو رایپر دیگر به‌طور تناوبی وارد دهانه فرش زیر و رو می‌شوند. در فرش‌های دوپودی، 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 دوپودی نشان داده شده است.



شکل ۱۱- طرح‌واره‌ای از یک سیستم بافت دوپودی

**۳ بافت‌های سه‌پودی:** در سیستم بافت سه به یک 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



## 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

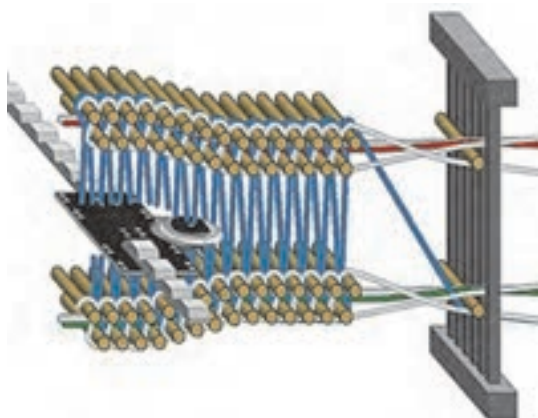
و برگشتی را در سرتاسر عرض فرش تأمین می‌کند.

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 سمباده در جلوی مسیر حرکت تیغه قرار دارد که مدام باعث تیز شدن تیغه برش می‌شوند. اگر 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 مرحله برش، دولایه فرش حاصل می‌شود که برای خروج این فرش‌ها و هدایت آنها به قسمت جلوی ماشین بافندگی از تعدادی 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، به‌طوری 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 می‌شد. 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.

تحقیق کنید



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

## مرحله تکمیل فرش ماشینی

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

بعد از مرحله 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 مرحله زیگزاگ و رفوگری توسط ماشین سراطقه‌دوزی به دنبال هم دوخته می‌شوند و به ماشین تیغ



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

یا شیرینگ منتقل می‌شوند. در ماشین شیرینگ عمل یکنواخت‌سازی سطح خاب فرش با تنظیم سرعت و فاصله 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.

بعد از مرحله 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 لایه زمینه توسط چرخ مخصوص انجام می‌شود. در پایان عملیات تکمیل، کنترل نهایی، درجه‌بندی و برچسب‌گذاری فرش انجام می‌شود. کلیه فرش‌ها بعد از کنترل نهایی در کیسه‌های پلی‌اتیلنی جهت عرضه به بازار بسته‌بندی می‌شوند.

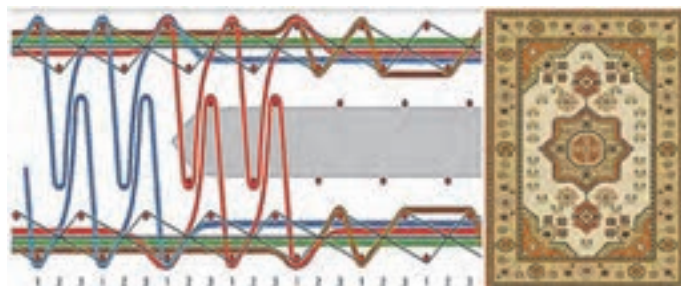
آیا می‌دانید



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

## گلیم فرش ماشینی (یک رویه)

شرکت‌های سازنده ماشین بافندگی با الگوبرداری از گلیم‌های سنتی، ماشین‌های بافندگی گلیم‌بافی را روانه 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



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 لایه زمینه بدور نخ پود چرخیده و مانند قلاب درگیر می‌شود. شکل ۱۵ یک عدد گلیم فرش به همراه مکانیزم ایجاد حلقه یا لوپ در زمان بافت نشان داده شده است.

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

جنس نخ خاب گلیم فرش‌ها، اغلب از پلی پروپیلن و در بعضی موارد از پلی استر می‌باشد و به صورت فیلامنت رنگ شده بافته می‌شوند. جنس نخ‌های تار گلیم فرش از پلی استر انتخاب می‌شود و برای نخ پود از نخ جوت یا پلی استر 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 گسترده ای مصرف می شوند. هم زمان با رشد جوامع و پیشرفت تکنولوژی، استفاده از کالای نساجی (الیاف، نخ و پارچه) در سایر بخش های صنعتی و غیرصنعتی به طور قابل توجهی افزایش یافته است.

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

امروزه فرآورده های نساجی پوشاکی و غیرپوشاکی در صنایع و بخش های دیگری از قبیل ورزشی، حمل و نقل، کشاورزی، راه سازی، بسته بندی، عمران و ساختمان سازی، 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 گسترده ای افزایش یافته است.

کشورهایی که به علت محدودیت منابع طبیعی ناچار به تولید مواد اولیه شده اند، با تولید موادی با کیفیت بالاتر و مقاوم تر نظیر کامپوزیت الیاف، تحول بزرگی در علوم فنی و مهندسی صورت ایجاد کرده اند. با گسترش و پیشرفت صنعت نساجی، منسوجات فنی و صنعتی جایگزین مناسب و با کیفیت برای منابع طبیعی و مصالح سخت و سنگین محسوب می شوند.

در مقیاس جهانی، تولید الیاف، نخ و محصولات مبتنی بر منسوجات در حال رشد و تکامل می باشد؛ بنابراین چشم انداز آینده صنعت نساجی و پوشاک، تنها می تواند حول محور پویایی، نوآوری، حرکت مبتنی بر دانش و شبکه های مشتری مدار تجارت شکل بگیرد. در این شایستگی به برخی از کاربردهای عام و خاص کالاهای نساجی در بخش های مختلف عمومی، خانگی، صنایع و اماکن و... پرداخته می شود.

همواره رعایت احترام، ادب، حیا، دقت، انضباط کاری و اخلاق حرفه ای 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 ابتدایی ترین تجهیزات تولید پوشاک آغاز و امروز به یکی از گسترده ترین صنایع جهان تبدیل شده است. نیاز به لباس و پوشاک بعد از نیاز به غذا و مسکن از نیازهای اولیه بشر محسوب می شود. پوشاک یکی از محصولات نهایی صنعت نساجی می باشد و نه تنها یکی از مهم ترین نیازهای طبیعی بشر می باشد، بلکه نمادی از فرهنگ هر جامعه می باشد. 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 به‌طوری 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 و ضد میکروب و قارچ، خود تمیزشونده، هوشمند، خنک‌کننده، خشک‌کننده و گرم‌کننده، ضدحریق و کندسوز، ضدبو و لک، ضدعرق، ضدحساسیت، ضدپرتو فرابنفش، ضدبارالکتریسیته 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 عطرآگین، 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، ضدعرق، ضدحساسیت 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



## 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 و دامداری 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 بادها 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 یا به جای خاک

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

(هـ) 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) صرفه جویی در آب، انرژی و نیروی انسانی
- ک) محافظت در برابر اشعه‌های مضر خورشید، باد و بارش
- ل) جلوگیری از فرسایش خاک و آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی

استفاده از منسوجات بی بافت به جای خاک ایده نوآورانه‌ای در زمینه کشاورزی می باشد که باعث گردش و آبرسانی خوب آب و هوا در گیاه می گردد و همچنین باعث کاهش مصرف سموم و گسترش کشت گیاهان و گل های متنوع در منازل و آپارتمان های مسکونی می شود.

نکات  
زیست محیطی



شکل ۱۶- یک گلخانه مجهز به توری سبز سایه بان

امروزه استفاده از توری های سایه بان در کشاورزی جهت حفاظت گلخانه ها از تابش مستقیم نور خورشید گسترش یافته است. این سایه بان ها در طول روز و در جریان تابش نور خورشید از جریان هوای گرم بیش از اندازه در داخل گلخانه جلوگیری می کنند، که این امر منجر به رشد و سلامت بهتر گل ها و گیاهان و تبخیر کمتر آب و رطوبت خاک و گیاه می شود. در شکل ۱۶ یک گلخانه مجهز به توری سبز سایه بان نشان داده شده است.

یک نمونه دیگر از آگروتکستایل ها، توری یا شبکه ها با بافت حلقوی می باشند که توسط این توری ها، باغات میوه و انواع بذرها، محصولات، تخم ها و دانه های گیاهان در مقابل حمله آفات و پرندگان و حمله ملخ ها حفاظت می شوند. یک نمونه دیگر از پارچه ها، وظیفه حفاظت گیاهان و درختان ضعیف در برابر آسیب های ناشی از باد و بارش نزولات و اشعه مضر نور خورشید را برعهده دارند.

آفات مختلف مانند مگس سفید به طور مرتب به گیاهان زینتی و سبزیجات حمله می کنند و خسارات زیادی نیز وارد می کند. استفاده از شبکه های محافظ حشرات که از جنس پلی اتیلن با بافت حلقوی می باشند، می تواند از حمله و تخم گذاری حشرات ممانعت کند و بالطبع کاهش مصرف سموم و آفت کش های گیاهی را به همراه خواهد داشت. امروزه روش های جدید کشت محصولات کشاورزی با استفاده از پوشش دهنده های خاک نظیر پارچه های بی بافت اسپان باند و منسوجات بی بافت سوزنی روز به روز گسترده تر می شود. نتیجه تحقیقات در این زمینه نشان می دهد که استفاده از این پوشش ها در خاک و در سطح یا روی گیاهان و گل ها باعث افزایش تنفس پذیری 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 می گردد. از مزایای دیگر این گونه پوشش ها کاهش مصرف سموم و رشد علف های هرز و بالطبع تولید محصول ارگانیک می باشد. در شکل ۱۷ دو نمونه از آگروتکستایل بی بافت و بافت توری جهت استفاده در کشاورزی و گل کاری نشان داده شده است.



شکل ۱۷- دو نمونه پارچه آگروتکستایل بی‌بافت و کشاف تور جهت استفاده در کشاورزی و گل‌کاری

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

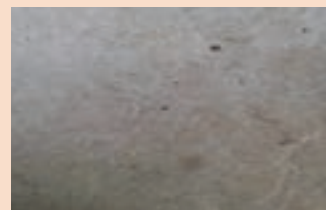
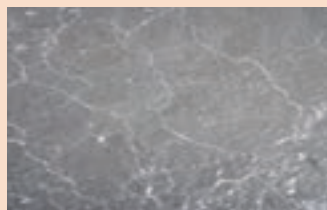
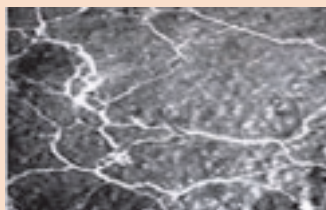
**الف) بتن الیافی** در حقیقت نوعی کامپوزیت می‌باشد که با به کارگیری الیاف تقویت‌کننده و مسلح‌کننده داخل مخلوط بتن، مقاومت کششی، خستگی و فشاری آن فوق‌العاده افزایش می‌یابد. این ترکیب کامپوزیتی یکپارچگی و پیوستگی مناسبی داشته و امکان استفاده از بتن را در سطوح مقاوم پیرامون فراهم می‌کند. بتن الیافی از قابلیت جذب انرژی بالایی برخوردار می‌باشد و تحت تأثیر بارهای ضربه‌ای به راحتی 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 دو نمونه از سه نمونه سطح بتن نشان داده شده در شکل، به میزان ۰/۱ و ۰/۲ درصد الیاف استفاده شده است. به نظر شما الیاف کدام بتن بیشتر و کدام یک فاقد الیاف می باشد.



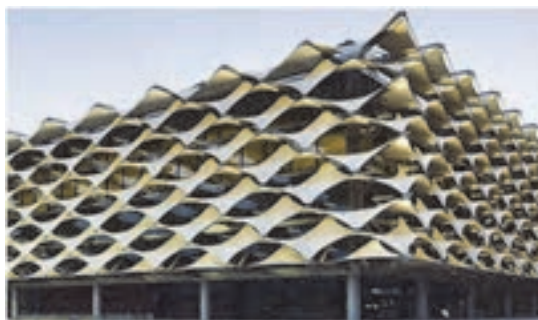
شکل ۱۹- سطح سه عدد بتن عمل شده و عمل نشده با الیاف

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 بر پا 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. 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 می‌شود. لایه‌های ایزوگام و سایر پارچه‌های عایق رطوبت و آب نیز در ساختمان‌سازی استفاده می‌شوند. پارچه‌لایی 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 بیماراران، کالای خواب بیمار، روکش‌های تخت و لباس‌های اتاق عمل و... به کار می‌رود. در



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

شکل ۲۳ بخشی از منسوجات به کار رفته در بخش بستری و جراحی بیمارستان نشان داده شده است.



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 منحصربفرد 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 سه لایه نانو لیفی از ترکیب دو فناوری میکرو چاپگر و الکتروریسی تولید می‌شود. این فناوری مشکل موجود در رگ‌های یک لایه 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 تک لایه 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 ساخته‌شده 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 ساخته‌شده 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 ژئوسنت-تیک‌ها (سازه‌های مصنوعی خاک) می‌باشند، که شامل ژئوگریدها (نوار در

خاک)، ژئونت (تور در خاک)، 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 کنارجاده‌ها، 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 ژئوتکستایل ها استفاده می شود. این پارچه همچنین به عنوان زهکش سطحی دیواره سد و انتقال رطوبت به زهکش های پای سد عمل می کند.

## کاربرد منسوجات در فیلتراسیون هوا و مایعات

به فرایند جداسازی ذرات از مایعات، گازها و هوای اطراف فیلتراسیون گفته می شود. امروزه صنعت فیلتراسیون یکی از پیشرفته ترین صنایعی می باشد که از انواع منسوجات نساجی به خصوص انواع الیاف و منسوجات بی بافت، لایه نمدی، پارچه های تار پودی و ... استفاده می شود. متأسفانه به دلیل 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 نمی باشد و بخش عظیمی از فیلترهای مصرفی داخل کشور، وارداتی می باشند.

فیلترها و صافی های هوا جهت فیلتر کردن و جداسازی دامنه وسیعی از آلودگی های هوا، شامل میکروارگانیزم های بیماری زا، گازها، بوها و بخارات سمی، گرد و غبار، ذرات معلق در هوا، ذرات آلرژی و حساسیت زا و ... طراحی شده اند. فیلترها اغلب از الیاف، نخ ها، منسوجات بی بافت، نانو الیاف، لایه نمدی و ... تولید می شوند. بازدهی فیلترهای هوا به اندازه الیاف مصرفی در فیلتر، چگالی خطی الیاف و سرعت هوای عبوری از فیلتر بستگی دارد. فیلترهای هوا به طور گسترده ای در سیستم های گرمایش، تهویه، تهویه مطبوع خانگی و صنعتی، خودرو سازی، انواع هودهای خانگی و صنعتی، هواسازها، فیلتر کیسه ای، ماسک ها و فیلترهای اتاق عمل و بیمارستانی و کاربردهای خاص و ... استفاده می شود.

فیلتر یا صافی مایع دارای مصارف گسترده تری نسبت به فیلتر هوا می باشد. فیلترهای مایع به دو دسته فیلتر سیالات آبی و هیدروکربنی تقسیم بندی می شوند. در فیلتر مایعات اغلب از منسوجات و کامپوزیت های بی بافت استفاده می شود. امروزه از انواع صافی یا فیلتر مایع در تصفیه سوخت ماشین آلات، آب آشامیدنی و انواع فاضلاب های صنعتی و ... استفاده می شود. در شکل ۲۶ نمونه هایی از فیلترهای تصفیه هوا و مایعات نشان داده شده است.



شکل ۲۶- نمونه هایی 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 می باشد. 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 می دهند. این غشاها اغلب به عنوان فیلتراسیون اولیه، قبل از اولترافیلتراسیون و یا اسمز معکوس در تصفیه آب آشامیدنی استفاده می شود.

## کاربرد منسوجات در بخش نظامی و انتظامی

حفاظت، کنترل و مراقبت از جان نظامیان به همراه تجهیزات و ادوات زرهی و جنگی، ساختمان ها، وسایل نقلیه در هر کشوری از اهمیت ویژه ای برخوردار می باشد. امروزه با توسعه فناوری های نوین نانوپوشش ها و نانو ساختارها، هوشمندسازی و... بسیاری از این اهداف محقق شده است و انواع البسه و تجهیزات ضدگلوله، ضدحریق، ضدموادشیمیایی و زیستی، خنک کننده و گرم کننده، عبوردهنده هوا، تولیدکننده انرژی، قابل استتار و نامرئی، ضدانفجار، آنتی باکتریال، و... تولید می شود. 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 قابلیت های منسوجات مورد مصرف نظامی پرداخته می شود:

**الف)** امروزه با پارچه هایی که آغشته به پودرسیمان می باشند، کیسه های بزرگی تولید می شود که در زمان



شکل ۲۸- یک نمونه از سنگرهای پارچه سیمانی شده

مصرف آنها را باد می کنند تا به شکل یک سنگر آماده تبدیل شوند، سپس پارچه های سیمانی با کمی آب خیس می شوند و بعد از خشک شدن، باد آنها را خالی می کنند و به این طریق سنگرها آماده می شوند. در ادامه روی سنگرها خاک ریخته می شود و به این طریق از منفجر شدن آنها در زمان پرتاب خمپاره و نارنجک جلوگیری می شود. 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 ترک‌خوردگی 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 الکتریسته در این لباس‌ها از حرکت پاهای شخص در زمان راه رفتن تولید می‌شود.

هـ) 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؛ به‌طوری 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.



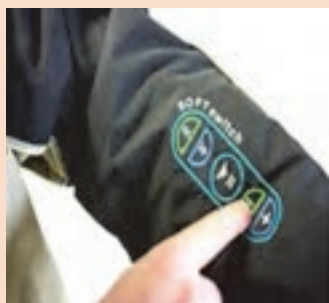
شکل ۳۰- تصاویر بالن و چتر نجات

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، به‌طوری‌که 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	دی اکسید تیتانیوم
ضربه	نانولوله‌های کربنی چندلایه	میکروب و باکتری	دی اکسید تیتانیوم و نقره
گرما و آتش‌سوزی	دی اکسید 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 می‌کند. 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، ضدالکتریسته 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 مسیرهای 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، به‌طوری 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 کف‌پوش بافته شده با ماشین تافتینگ می‌باشد که برای خاب و ریشه‌های آن از فیلامنت‌های پلی‌پروپیلن، پلی‌اتیلن و پلی‌آمید استفاده می‌شود. در شکل ۳۳ نمونه‌ای از کاربرد چمن مصنوعی در کف‌پوش‌های ورزشی نشان داده شده است.



شکل ۳۳- نمونه‌ای از کاربرد چمن مصنوعی در کف‌پوش‌های ورزشی

## ارزشیابی

ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان یک 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 می گردد.

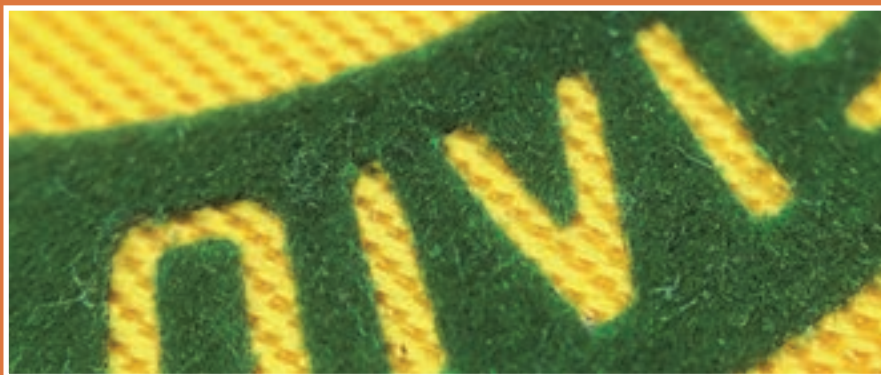
جدول ارزشیابی پودمان ۲- تحلیل کف پوش و منسوجات

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
تحلیل کف پوش و موکت	تحلیل بافت فرش و موکت	تحلیل انواع روش های تولید کف پوش ها و بررسی تأثیر عملکرد بر روی کیفیت محصول	بالاتر از حد انتظار	تحلیل ویژگی های محصول و کشف عیوب و تصحیح بافت	۳
	تحلیل پوشاک و منسوجات صنعتی		در حد انتظار	قابلیت تعیین الیاف و بافت بر روی کیفیت محصول تولیدی	۲
			پایین تر از انتظار	فراگیری روش بافت و ویژگی های آن	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					



## پودمان ۳

### تحلیل 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 پلی استر 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 رنگ کننده (Colorants)

به طور کلی مواد رنگ کننده به موادی گفته می شود که سبب اصلاح رنگ دریافتی از یک شیء شوند یا اجسام بی رنگ را دارای صفت رنگ کنند. مواد رنگ کننده به دو دسته تقسیم می شوند که عبارت اند از: مواد رنگزا (Dyes) و پیگمنت ها (Pigments). مواد رنگزا معمولاً در آب محلول اند؛ ولی پیگمنت ها معمولاً در آب نامحلول هستند. پیگمنت ها 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 می شوند.

**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 می شود. هنگامی که کالا در محلول ماده رنگزا غوطه ور شد، ماده رنگزا به طور ذاتی به سمت کالای نساجی مهاجرت می کند 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 می شود. به عنوان مثال: در رنگرزی پنبه با مواد رنگزای مستقیم از نمک طعام (کلرید سدیم) استفاده می شود. به جای نمک طعام از موادی که قیمت مناسبی داشته باشد و شبیه نمک طعام عمل کند نیز می توان استفاده کرد. موادی چون سولفات سدیم (Glaber Salt). در رنگرزی الیاف پشمی با مواد رنگزای اسیدی از اسید برای افزایش جذب ماده رنگزا توسط کالا، استفاده می شود. شکل ۱ نخ، پارچه و لباس رنگرزی شده را مشاهده می کنید.



شکل ۱



رنگ‌های با تمایل ذاتی به جذب لیف را از نظر ایجاد پیوند شیمیایی با الیاف، می‌توان به دو دسته تقسیم کرد:

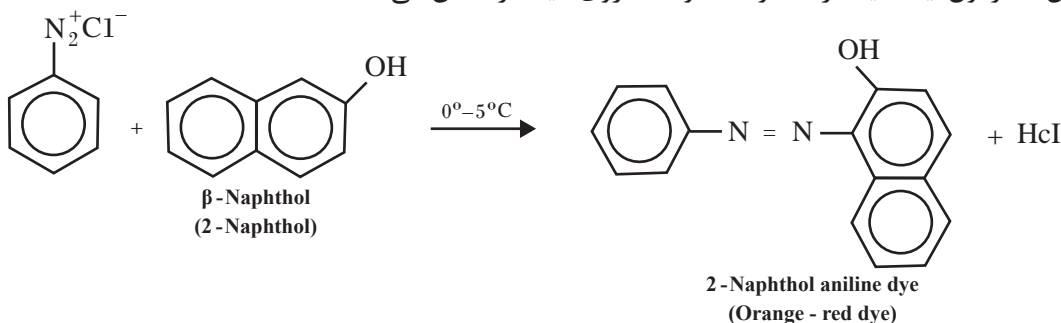
### ۱ بدون پیوند شیمیایی رنگ و لیف

مولکول رنگ پس از آنکه وارد الیاف شد، این احتمال وجود دارد که در شست‌وشو، از داخل الیاف بیرون بیاید. مواد رنگ‌زای اسیدی و مواد رنگ‌زای مستقیم و... از این گروه هستند. بنابر این در شست‌وشوهای مجدد، مواد رنگ‌زا از الیاف خارج می‌شود و الیاف کم‌رنگ‌تر می‌شود. در هنگام جذب رنگ بین مولکول ماده رنگ‌زا و الیاف 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 رنگ و لیف

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

رنگ‌رزی به روش تشکیل ماده رنگ‌زا در مکان: در این روش ماده رنگ‌زای غیر محلول در آب روی کالا تشکیل می‌شود. برای مثال مواد رنگ‌زای آزویی که دارای دو جزء هستند، و هر جزء آن به تنهایی قادر نیست الیاف نساجی را رنگ کند، 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 هستند. این مواد رنگ‌زا در آب نامحلول بوده و ذاتاً نسبت به الیاف تمایلی نشان نمی‌دهند. بنابراین، برای رنگ‌رزی باید آنها را ابتدا به صورت محلول در آب درآورد تا بعد از اینکه روی کالا قرار گرفتند، به حالت غیر محلول در آب در آیند. حالت محلول در آب بی‌رنگ، ولی حالت غیر محلول آن رنگی است. یعنی در حقیقت ماده رنگ‌زا در روی کالا ایجاد می‌شود. شکل ۲ فرمول ایجاد یک رنگ توسط دو ماده روی الیاف را نشان می‌دهد.

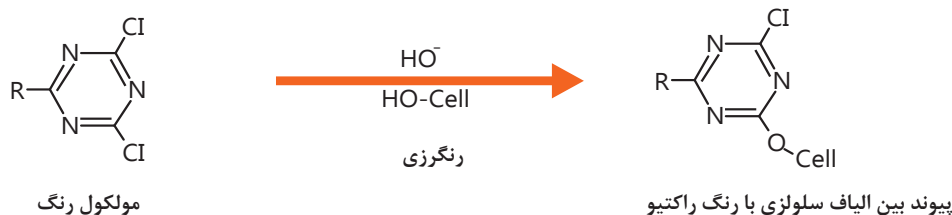


شکل ۲

رنگ‌رزی به روش تثبیت ماده رنگ‌زا در روی کالا: در این روش ماده رنگ‌زا در آب محلول نبوده و به‌طور ذاتی تمایلی به جذب روی کالا ندارد. به همین دلیل این دسته از مواد رنگ‌زا را به کمک چسب (ببندر) روی کالا چسبانده و سپس ببندر به کمک حرارت و یا روش‌های دیگر پلیمریزه شده و بدین ترتیب ماده رنگ‌زا در روی کالا تثبیت می‌شود. این روش دقیقاً مانند رنگ‌آمیزی در و دیوار ساختمان‌ها و بدنه اتومبیل‌ها است، که رنگ به داخل شیء نفوذ نمی‌کند بلکه به کمک یک ببندر به کالا می‌چسبد. یکی از عوامل بسیار مهم در این روش، عمل آغشته کردن یکنواخت کالای نساجی و یا هر کالای مورد رنگ‌رزی است. این گروه از رنگ‌ها را پیگمنت می‌گویند. در این بخش تعدادی از رنگ‌های مهم در صنعت نساجی را بررسی می‌کنیم.

### رنگ راکتیو (Reactive Dyes)

رنگ راکتیو تنها رنگی است که می‌تواند با لیف پیوند شیمیایی برقرار کند. بنابر این ثبات این ماده رنگ‌زا بسیار بالا است. ایجاد پیوند بسیار مهم است زیرا با هر اشتباهی احتمال واکنش رنگ با ماده دیگر وجود خواهد داشت. از طرفی اگر رنگ راکتیو با ماده دیگری واکنش دهد نه تنها آن مولکول رنگ از بین می‌رود و نمی‌توان از آن مولکول رنگ استفاده مجدد کرد. بلکه مولکول واکنش داده با ماده دیگر، باعث کاهش ثبات می‌گردد و باید از طریق شست‌وشو آن را حذف کرد. در شکل نحوه ایجاد یک پیوند شیمیایی 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 رنگ راکتیو و الیاف، چندین نوع از این گروه‌ها ساخته شده است. می‌توان گفت خصوصیات رنگ راکتیو به این گروه وابسته شده است. مثلاً اگر تعداد این گروه کم باشد، رنگ را باید در دمای بالاتر از دمای اتاق رنگ‌ریزی کرد. حال آنکه با بالا رفتن تعداد این گروه قدرت واکنش‌پذیری بین رنگ راکتیو و الیاف افزایش می‌یابد. این رنگ‌های راکتیو را به عنوان رنگ‌های راکتیو سرد می‌شناسند. زیرا رنگ‌ریزی این گروه از مواد رنگ‌زا در دمای اطلاق انجام می‌شود. بنابراین خواص رنگ‌های راکتیو با توجه به گروه‌های خاصی که با الیاف سلولزی واکنش می‌دهند، تغییر می‌کند در جدول زیر نام گروه‌های فعال در رنگ راکتیو نام تجاری رنگ 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

رنگ‌های راکتیو را با توجه به توانایی ایجاد پیوند شیمیایی به گروه سرد و گرم تبدیل می‌کنند. رنگ راکتیو گروه سرد، دمای رنگریزی بین ۳۰ الی ۵۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. ولی در رنگ‌های راکتیو گروه گرم درجه حرارت رنگریزی حدود ۸۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد. گروه دیگری از رنگ‌های راکتیو وجود دارد که دمای حدود ۶۰ درجه رنگریزی می‌شوند. رنگ‌های 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 است که از:

### 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  $R:L$ :** با کاهش میزان  $R:L$  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 و در مواد رنگ‌زای راکتیو نوع گرم در حدود ۶۰ الی ۸۰ درجه سانتی‌گراد است.

**زمان رنگریزی:** معمولاً با افزایش زمان رنگریزی میزان جذب ماده رنگ‌زا بر روی لیف زیاد می‌شود. اما اگر 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. اما میزان نمک مصرفی حدی دارد 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 هستند.

### مرحله تثبیت

مواد رنگ‌زایی که اتصال آنها با کالا به‌صورت فیزیکی است، 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 کربنات سدیم و یا مخلوطی از کربنات سدیم و هیدروکسید سدیم در این عمل مورد استفاده قرار می‌گیرد.

میزان قلیایی 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. برای مثال میزان قلیای مصرفی برای مواد رنگ‌زای راکتیو نوع سرد و گرم در جدول (۲-۲) و (۲-۳)، نشان داده شده است.

**درجه حرارت:** اگر رنگ راکتیو از نوع سرد باشد دمای لازم کمتر از ۵۰ درجه و اگر راکتیو گرم باشد درجه حرارت حدود ۸۰ درجه لازم است.

فکر کنید



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

شکل ۴

### رنگ‌رزی الیاف آکرلیک با مواد رنگ‌زای بازیک

بهترین و مناسب‌ترین طبقه از مواد رنگ‌زا که برای رنگ‌رزی الیاف آکرلیک به‌کار برده می‌شوند، مواد رنگ‌زای بازیک یا کاتونیک می‌باشند. گرچه این طبقه از مواد رنگ‌زا بر روی الیاف پنبه و پشم ثبات نوری و شست‌وشویی بسیار پایینی (۲-۵) دارند اما خواص ثباتی آنها بر روی الیاف آکرلیک خوب است. در جدول ۲ خواص ثباتی تعدادی از مواد رنگ‌زای بازیک بر روی الیاف آکرلیک نشان داده شده است:

## جدول ۲- خواص ثباتی تعدادی از مواد رنگ‌زای بازیک

Colour Index Generic Name	Commercial name	Percentage shade	Light fastness	Water fastness: staining onto	
				Undyed velvet	Cotton and wool grey
CI Basic Yellow 13	Astrazon Yellow BGL (Bayer)	2.0(1/3N+)	XXX M	100000	100000
CI Basic Yellow 15	Servon Yellow 3BLT (DuPont)	2.0(1/1N)	XXX F	100000	XXX
CI Basic Yellow 21	Astrazon Yellow 7GLL (Bayer)	2.0(1/1N+)	XXX M	100000	XX
CI Basic Yellow 28	Astrazon Golden Yellow GL (Bayer)	2.0(1/1N+)	XXX M	100000	XX
CI Basic Yellow 31†	Servon Yellow MPAH (DuPont)	1.0(1/1N)	10000 F	100000	10000
CI Basic Orange 27	Astrazon Orange 3N (Bayer)	2.0(1/1N)	XX M	100000	XXX
CI Basic Red 19†	Servon Bordeaux G† (DuPont)	2.0(1/1N+)	XX	100000	100000
CI Basic Violet 11:1	Servon Brilliant Red G† (DuPont)	2.0(1/1N)	XX	100000	XXX
CI Basic Blue 22	Astrazon Blue FGL (Bayer)	2.0(1/3N)	XX M	100000	XXX
CI Basic Blue 22	Servon Blue 2G† (DuPont)	2.0(1/3N+)	XX	100000	10000

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

■ ماده رنگ‌زا جذب سطح الیاف می‌شود.

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

■ ماده رنگ‌زا در داخل الیاف تثبیت می‌شود.

رنگ‌رزی الیاف آکریلیک با مواد رنگ‌زای بازیک مشکلاتی را به‌همراه داشته و معمولاً حصول رنگ‌رزی یکنواخت دشوار می‌باشد. برای برطرف کردن مشکل فوق معمولاً از مواد کمکی استفاده می‌شود. در اغلب موارد توصیه شده است که از الکترولیت‌ها مانند سولفات سدیم در حمام رنگ‌رزی استفاده شود. اما آزمایش نشان داده است که فقط تا درصد مشخصی از الکترولیت می‌تواند در حمام رنگ‌رزی، پارامتری مؤثر در یکنواختی باشد. مقدار بیش از حد الکترولیت چندان مثمرثمر 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 را براساس ساختار شیمیایی‌شان می‌توان به دو دسته تقسیم کرد که عبارت‌اند از:

■ ریتاردرهای آنیونی

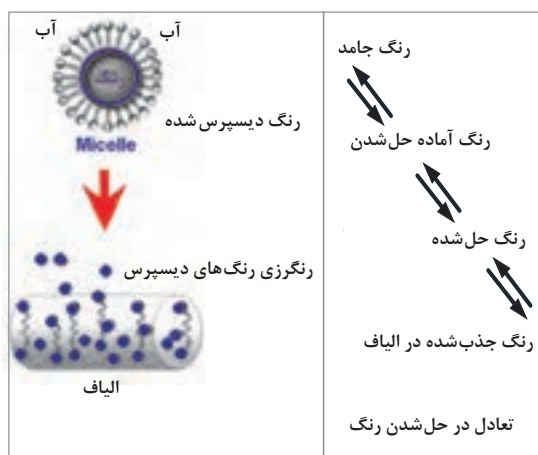
■ ریتاردرهای کاتیونی

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 مورد

رنگ‌رزی الیاف آکریلونیتریل کلیه موادی که جهت تأمین منظورهای مختلف به خصوص مواد کمکی که به‌عنوان کندکننده مصرف می‌شوند می‌بایستی تحت شرایط حساب شده به حمام رنگ‌رزی اضافه شوند.

### رنگ‌رزی الیاف پلی‌استر

الیاف پلی‌استر دارای درجه بلوری (کریستالی) بالا و جزء الیاف غیر آبدوست و غیر یونی می‌باشند. بنابراین در رنگ‌رزی، مولکول‌های بزرگ مواد رنگ‌زا در شرایط عادی نمی‌توانند به‌آسانی در آن نفوذ نمایند. همچنین به‌خاطر ساختار شیمیایی خاص الیاف پلی‌استر رنگ‌رزی آنها با اغلب طبقات مواد رنگ‌زا غیر ممکن است. در عمل الیاف پلی‌استر با مواد رنگ‌زای دیسپرس رنگ می‌شوند و طیف وسیعی از رنگ‌ها با قدرت رنگی خوب و ثبات کافی را که برای اکثر مصارف مناسب باشند به‌وجود می‌آورند.



### مکانیزم جذب مولکول رنگ در الیاف پلی‌استر

در این شکل مشاهده می‌کنید که رنگ‌ها از حالت رنگ جامد به رنگ‌های جدا شده از هم و تشکیل میسل داده تبدیل می‌شوند. با اتمام این عمل همه رنگ‌های دیسپرس در آب حل می‌شوند. گلوله‌های کوچک مولکول‌های آب هستند که به سرعت دور تا دور مولکول‌های رنگ دیسپرس را می‌گیرند و مولکول رنگ را از حالت جامد به حالت میسل تبدیل می‌کند. با اتمام عمل دیسپرس کردن رنگ، جذب رنگ نیز آغاز می‌شود. در شکل نحوه جذب مولکول رنگ دیسپرس را در الیاف پلی‌استر مشاهده می‌کنید.

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

رنگ دیسپرس در حالت جوش امکان جذب قابل قبول روی پلی‌استر را ندارد به‌همین دلیل از دو روش برای جذب رنگ استفاده می‌کنند. همان‌گونه که در شکل می‌بینید مولکول رنگ دیسپرس به کمک ماده کریئر (Carrier) و یا با حرارت بالا درون الیاف پلی‌استر جذب می‌شود. رنگ‌رزی پلی‌استر با رنگ دیسپرس در دمای جوش منجر به رنگ‌های بسیار کم رنگ و یا کم‌رنگ (Paleshade) خواهد شد.



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

میزان جذب مواد رنگ‌زای دیسپرس تحت شرایط عادی رنگ‌رزی بر روی الیاف پلی‌استر کم بوده (میزان رمق‌کشی کم است) و سرعت نفوذ ماده رنگ‌زا در داخل الیاف بی‌نهایت کند است. بنابراین برای ایجاد یک

رنگ رضایت‌بخش بر روی کالا، زمان رنگ‌رزی باید بسیار طولانی باشد. لذا در عمل غیر قابل اجرا و از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نخواهد بود. می‌توان سرعت رنگ‌رزی الیاف پلی‌استر با مواد رنگ‌زای دیسپرس را تا سطحی که از نظر تجاری قابل قبول باشد به روش‌های مختلف افزایش داد. این روش‌ها عبارت‌اند از:

■ استفاده از مواد رنگ‌زای با اندازه مولکولی کوچک

■ استفاده از مواد کمکی کاری‌رها (Carriers)

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

■ به کار بردن روش پد - ترموزول (Thermosol)

در اینجا روش درجه حرارت بالا را شرح می‌دهیم.

**رنگ‌رزی کالای پلی‌استر با مواد رنگ‌زای دیسپرس در درجه حرارت بالا یا H.T:** رنگ‌رزی پلی‌استر با مواد رنگ‌زای دیسپرس در درجه حرارت بالا امکان استفاده از مولکول‌هایی با اندازه‌های بزرگ‌تر را فراهم می‌سازد. رنگ‌رزی‌هایی که در درجه حرارت کم صورت می‌گیرند به مدت طولانی‌تری احتیاج دارند. برای مثال، رنگ‌رزی پلی‌استر در دمای ۸۵ درجه سانتی‌گراد با عمق متوسط به چند روز زمان احتیاج دارد. با افزایش درجه حرارت، سرعت رنگ‌رزی نیز افزایش می‌یابد ولی در محدوده دمای بین ۹۵ تا ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد سرعت رنگ‌رزی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش پیدا می‌کند. برای مثال به‌ازای افزایش هر ۴ درجه سانتی‌گراد دما در محدوده ۱۳۰-۹۵ درجه سانتی‌گراد سرعت رنگ‌رزی دو برابر می‌شود. گاهی در درجه حرارت‌های بالاتر، سرعت رنگ‌رزی ۴۵۰ برابر می‌شود.

برای رنگ‌رزی پلی‌استر در درجه حرارت بالا (H.T) نیاز به ماشین‌آلات مخصوص و در بسته می‌باشد. برای افزایش دمای رنگ‌رزی تا ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد حدود ۱۴ اتمسفر فشار در ماشین لازم است.

رنگ‌رزی کالای پلی‌استر 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 سانتی‌گراد تنظیم شده و کالا در داخل آن قرار داده می‌شود. سپس به مقدار ۵/۵ تا ۱ گرم در لیتر ماده دیسپرس‌کننده و به مقدار مورد نیاز اسیداستیک جهت تأمین  $pH = 5 - 5/5$  به حمام اضافه می‌شود. در مرحله دوم جهت حصول شید مطلوب ماده رنگ‌زای دیسپرس به مقدار مورد نیاز به حمام اضافه می‌شود. پس از ۱۰ دقیقه یعنی در مرحله سوم دمای حمام افزایش یافته تا درجه حرارت حمام رنگ‌رزی در طی مدت زمان چهار دقیقه به ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد برسد. گاهی اوقات در این مرحله دمای حمام را سریعاً به ۹۵ درجه سانتی‌گراد رسانده و افزایش دما بعد از درجه حرارت یاد شده در هر دقیقه یک درجه سانتی‌گراد می‌باشد تا اینکه دما به ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد برسد. در مرحله چهارم رنگ‌رزی به مدت ۴۵ تا ۹۰ دقیقه در دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد ادامه می‌یابد. در مرحله پنجم رنگ به وجود آمده بر روی کالا با رنگ نمونه تطبیق می‌شود. اگر رنگ کالا کمرنگ‌تر از رنگ نمونه باشد، حمام را سرد کرده تا دما به ۹۰ درجه سانتی‌گراد برسد. ماده رنگ‌زای دیسپرس را به حمام اضافه کرده و دوباره دما را به ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسانند. سپس رنگ‌رزی در این دما به مدت ۳۰ دقیقه ادامه می‌یابد و بالاخره در مرحله ششم کالای رنگ‌رزی شده با صابون یک گرم در لیتر در دمای جوش به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه شسته می‌شود. در صورتی که از کالای رنگ‌شده درجه ثبات رنگ خیلی بالایی انتظار داشته باشیم باید عمل شست‌وشو در حمام احیا که pH قلیایی دارد انجام گیرد. به این عمل احیا یا رد اکشن کلیرینگ (Reduction Clearing) 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 به 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 به‌خوبی 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 اگر قبل از چاپ شست‌وشوی مناسبی صورت نگیرد، رنگ خمیر چاپ نمی‌تواند به‌خوبی جذب پارچه شود و باعث نامطلوب شدن چاپ می‌گردد. به همین دلیل است که پارچه



شکل ۷- چاپ روی پارچه با زمینه سفید

را قبل از چاپ شست‌وشو می‌دهند و سفیدگری می‌کنند. 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 به‌نظر می‌آید. در شکل ۷ نمونه چاپ روی زمینه سفید را مشاهده می‌کنید.



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

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

**ب) چاپ روی پارچه رنگی:** در این روش، ابتدا پارچه را رنگریزی می‌کنند بنابراین پارچه‌ای که رنگریزی 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 به‌وجود نیاید، لازم است ابتدا به‌صورت 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. چاپ روی پارچه رنگی را نمی‌توان به یک روش انجام داد با تغییر رنگ خمیر چاپ و رنگ زمینه روش‌هایی متفاوتی به کار برده می‌شود. این روش چاپ را به دو دسته تقسیم می‌کنند. چاپ روی پارچه با زمینه رنگ روشن و چاپ روی پارچه با زمینه رنگ تیره.

■ **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 می‌کند و تغییر شید رنگ به وجود نمی‌آید ولی اگر بخواهیم رنگ روشن را روی رنگ روشن چاپ کنیم، 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 باشیم باید از روش‌های دیگر استفاده کنیم. که در ادامه به آن اشاره خواهیم کرد.



شکل ۸- چاپ رنگ تیره روی زمینه روشن

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

■ **چاپ روی پارچه با زمینه رنگ تیره:** هر چند نمی‌توان دسته‌بندی کاملی را از رنگ‌های تیره و یا روشن ارائه کرد ولی توجه به این موضوع 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.



شکل ۹- نمونه چاپ نامناسب روی زمینه تیره

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

**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 پوشاندگی 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 کنیم، چاپ رنگی ایجاد می‌شود. در شکل ۱۰ نمونه چاپ اورینت را که بر روی زمینه سیاه انجام شده است را مشاهده می‌کنید.

همان‌طور که در شکل ۱۰ مشاهده می‌کنید رنگ زمینه مشکی است ولی 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 پوشاندگی 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 رنگ‌ریزی کرده‌اند اهمیتی ندارد و در نتیجه می‌توان گفت که چاپ اورینت را بر روی هر نوع پارچه و با هر رنگی که رنگ‌ریزی شده باشد چاپ می‌کنند. ولی خمیر چاپ منحصراً باید از نوع پیگمنت باشد و از رنگ‌های جذب‌شونده مانند مستقیم، اسیدی، راکتیو، بازیکی 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



همه رنگ‌ها را نمی‌توان از روی پارچه برداشت و یا آن را از بین برد به همین دلیل در هنگام رنگ‌ریزی 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 رنگ‌ریزی رنگ قابل برداشت استفاده می‌شود. معمولاً در هنگام رنگ‌ریزی مشخص می‌کنند که آیا این رنگ را برای چاپ برداشت لازم دارند یا خیر؟ اگر پاسخ مثبت باشد متصدی رنگ‌رز، 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.



شکل ۱۱- نمونه پارچه پس از چاپ و پس از بخار دادن

پرسش



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

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



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 کسيلات سدیم (رنگالیت) و فرمالدهید سولفو کسيلات 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 دهیم باید از روی تجربه و یا به کمک کاتالوگ ها مواد مناسب و روش کار مناسب را انتخاب کنیم.

**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



درباره تفاوت های چاپ برداشت و چاپ اوربنت تحقیق کنید.  
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

### 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 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 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، از خمیر 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



به طور 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. و به همین دلیل بعد از تثبیت نباید در دمای بالا قرار بگیرد، زیرا احتمال ذوب شدن و به هم ریختن آن وجود دارد. به طور 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. شکل ۱۳ نمونه‌ای مخمل را نشان می‌دهد.



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 کنیم و پرزها را روی سطح پارچه بریزیم، پرزها کل سطح پارچه را خواهند پوشاند ولی اگر چسب را با یک شابلون طرح دار بر روی پارچه قرار دهیم، 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 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 می‌دهیم و قبل از آنکه چسب خشک شود پرز را روی این اجسام می‌پاشیم. پس از خشک شدن نمونه کار، پودرهای اضافی را جدا می‌کنیم. این پودرها را می‌توان دوباره استفاده کرد.



**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.

شکل ۱۵- نمونه چاپ فلوک در کاغذ دیواری

**۳ چاپ فلوک روی پارچه:** چاپ فلوک روی پارچه‌های تار-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 می‌بینید.



شکل ۱۶- نمونه چاپ فلوک روی پارچه

## دستگاه پودر پاش

این دستگاه برای پاشیدن پودر 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 آنها را 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

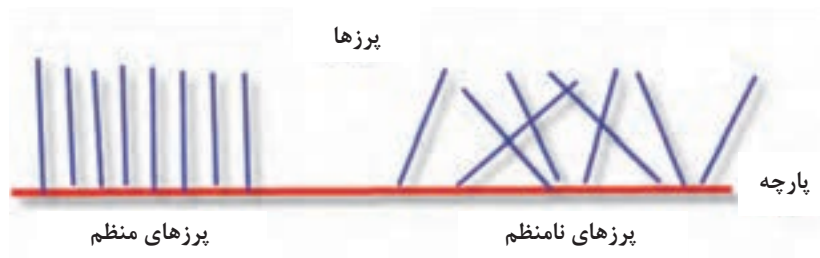


شکل ۱۷- دستگاه پودرپاش کوچک دستی

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 پودرپاش برای پارچه

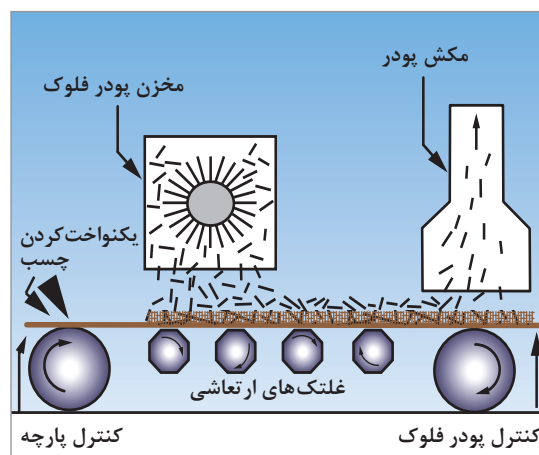
این دستگاه برای چاپ طاقه‌های پارچه به کار می‌رود. عرض این دستگاه از عرض پارچه بزرگ‌تر می‌باشد. پارچه از یک طرف دستگاه وارد اتاقک ریزش پودر می‌شود. پودرها به صورت نامنظم روی پارچه قرار می‌گیرند که ظاهر نامناسبی دارد. شکل ۱۸ پرزهای منظم و نامنظم را نشان می‌دهد.



شکل ۱۸- قرارگیری پرزهای منظم و نامنظم روی پارچه

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

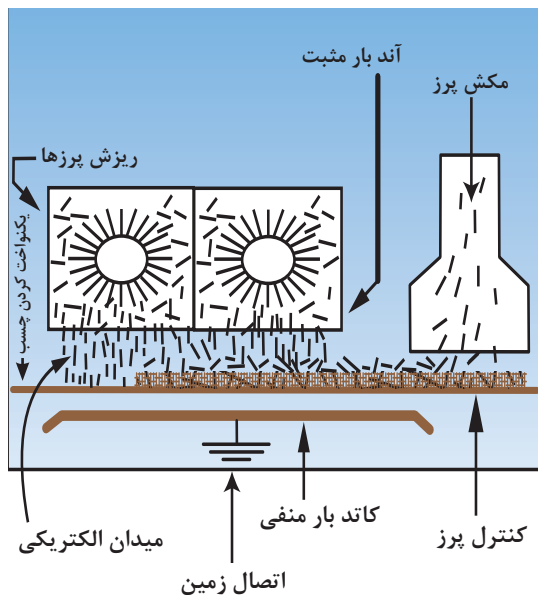
ماشین چاپ پرز به روش ارتعاشی: در مکانیزم ارتعاشی پارچه به صورت صاف و کشیده به دستگاه وارد می‌شود. معمولاً چسب مخصوص فلوک را روی پارچه می‌ریزند. بر روی پارچه و با فاصله قابل تنظیمی تیغه فلزی با لبه کاملاً صاف و صیقلی نصب شده است. در اثر حرکت پارچه، چسب‌ها نیز بر روی پارچه پخش می‌شوند از طرفی یکنواخت بودن 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 می‌دهند تا در اثر برخورد با سطح زیرین پارچه، پودرها را به ارتعاش درآورد. این عمل باعث یکنواخت شدن توزیع پودر بر روی سطح پارچه می‌گردد. از طرفی حرکت ارتعاشی می‌تواند تا حدی به عمودی تر شدن پودرها کمک کند. روش ارتعاشی برای پودرهای با طول کم مناسب‌تر می‌باشد. با عبور پارچه از این مرحله یک دستگاه مکش هوا، به آرامی پودرها را به طرف بالا می‌کشد. پرزهایی که آزاد باشند به سمت بالا می‌روند ولی پرزهایی که بر روی چسب قرار گرفته باشند در این نقطه ثابت می‌مانند. یک سنسور کنترل‌کننده میزان پودر، در این ناحیه قرار دارد تا در صورت کم بودن میزان پودر، دستور اضافه شدن مقدار پودرها را صادر می‌کند تا پارچه‌های یکنواخت‌تری تولید شود.

**دستگاه چاپ فلوک الکترواستاتیکی:** دستگاه‌های چاپ فلوک با مکانیزم الکترواستاتیکی تقریباً شبیه مکانیزم ارتعاشی کار می‌کنند با این تفاوت که قرارگیری عمودی پودرها به کمک جریان الکتریکی و ایجاد الکتریسیته ساکن در دو سر پودر فلوک انجام می‌شود. در صورتی که پارچه‌ای با پودرهای عمودی و طول پرز بیش از یک میلی‌متر مورد نظر باشد باید از این دستگاه استفاده کرد.



شکل ۲۰- نحوه عملکرد دستگاه چاپ فلوک

در این دستگاه نیز، ابتدا پارچه را چسب می‌زنند سپس پارچه وارد اتاقک می‌شود. بدون شک همه پرزها به صورت صاف و عمودی روی چسب قرار نمی‌گیرند بنابراین لازم است تا پرزها را به صورت کاملاً عمودی روی پارچه هدایت کرد. برای این کار از جریان الکتریسیته کمک می‌گیرند. به این ترتیب که جریان الکتریکی که بین دو سطح رسانا برقرار می‌شود باعث القای الکتریسیته در پرز می‌گردد. در نتیجه پرزها کاملاً عمودی بر روی سطح کار می‌نشینند انتهای پرز به چسب آغشته می‌شود. پرزهایی که با این روش روی سطح پارچه می‌نشینند عمودی‌تر و صاف‌تر می‌باشند. در شکل ۲۰ نحوه عملکرد دستگاه چاپ فلوک با روش جریان الکتریسیته را مشاهده می‌کنید.

وقتی پرزها بر روی پارچه پاشیده می‌شوند، 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 می‌نشینند.

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

نکات بهداشت فردی



## خصوصیات پرزها

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

■ **رنگ پرزها:** پرزها را با طول ها و رنگ های متنوعی می سازند. رنگ پرزها برای کالاهای تزئینی پر رنگ و درخشان انتخاب می شود در حالی که برای کاغذ دیواری از رنگ های روشن سفید، کرمی، نقره ای و طلایی انتخاب می شود. در پارچه های با چاپ فلوک، رنگ های تیره ای چون قهوه ای، 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



در شکل ۲۱ چند نمونه پرز را مشاهده می کنید.



شکل ۲۱- پرزها با طول و رنگ مختلف

پودرهای مختلفی تولید شده است که عبارت اند 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 رنگ های مستقیم و راکتیو رنگریزی کرد. علاوه بر آن با رنگریزی می توان رنگ های دلخواه را نیز تولید کرد. پودر ویسکوز سطح نرمی دارد ولی در حال حاضر کمتر مورد استفاده قرار می گیرد.

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

پرسش



**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، چسب‌پذیری خوب و هدایت‌پذیری بین صفحات الکتریکی می‌باشد علاوه بر آن ثبات رنگ پلی آمید خوب است الیاف پلی آمید (نایلون) به راحتی ساییده نمی‌شوند. زیردست نرم و خوبی دارند. تولید سطوح چاپ شده پلی آمیدی آسان است که در پرتفردار بودن آن نقش دارد.

**پودر پلی استری:** پودرهای پلی استری از نظر ثبات سایشی و ثبات رنگ بسیار خوب هستند ولی گران‌تر از دو نوع پودر دیگر می‌باشند. پلی استر بسیار براق و شکل‌پذیر 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 امکان‌پذیر است. ولی چاپ چند رنگ فلوک کمی مشکل‌تر 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 قسمتهایی 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 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 آموختیم 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.

پرنسش



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

.....

.....

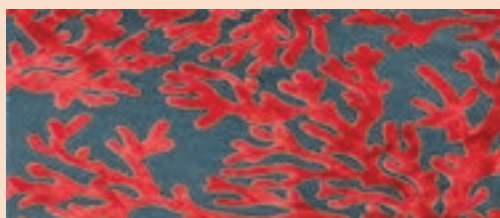
### نکات مهم در انتخاب پارچه برای چاپ سوخت

- ۱ برای انتخاب پارچه ای که چاپ سوخت قرار است روی آن انجام می‌شود بایستی به نکات زیر توجه کرد: 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 به گونه‌ای 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 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 به گونه‌ای 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 می‌ماند و جزء دیگر فقط در نواحی چاپ از بین می‌رود. پارچه‌هایی که بر روی آنها چاپ سوخت انجام می‌شود عبارت‌اند از:

**۱ پنبه / پلی‌استر (PES/CO) یا ویسکوز/پلی‌استر:** پارچه پنبه پلی‌استر یکی از متداول‌ترین پارچه‌ها برای چاپ سوخت می‌باشد. نسبت مخلوط الیاف پلی‌استر/پنبه می‌تواند از ۶۰٪-۴۰٪ و یا ۵۰٪-۵۰٪ و یا ۴۰٪-۶۰٪ باشد. ظاهر پارچه پس از چاپ در هر پارچه کمی با هم متفاوت خواهد بود. در این چاپ موادی مصرف می‌شود که در اثر بخار دادن اسید تولید می‌کند اسید تولیدی نمی‌تواند روی پلی‌استر اثری

بگذارد ولی قادر است الیاف پنبه را متلاشی کند. متلاشی شدن پنبه زمانی انجام می‌شود که ماده سولفات آلومینیوم یا بی‌سولفیت 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 پلی‌استر جذب شده و در نتیجه پلی‌استر نیز رنگ می‌شود. نسخه چاپ برای سوخت پلی‌استر/سلولز به قرار روبه‌رو است:

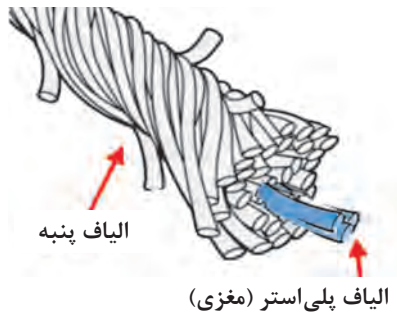
جدول ۳

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

برای اینکه ماده بی‌سولفیت 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 شست‌وشو می‌دهند در اثر شست‌وشو ذره‌های متلاشی شده الیاف پنبه، از داخل پارچه بیرون می‌آید. به‌طور کلی می‌توان گفت برای چاپ سوختی که در آن الیاف پنبه و ویسکوز سوخت می‌شوند می‌توان از نسخه بالا استفاده کرد.

**۲ پارچه‌های مخلوط پشم / پلی‌استر PES/WOOL:** یکی دیگر از پارچه‌هایی که برای چاپ سوخت استفاده می‌شود پارچه‌هایی است که یکی از اجزای آن پشم باشد. چون پشم در مقابل مواد قلیایی مقاومت خوبی ندارد و به راحتی در مواد قلیایی حل می‌شود. در چاپ سوخت، پشم را با مواد قلیایی از بین می‌برند در حالی که پلی‌استر در مقابل قلیا مقاوم می‌باشد. به‌طور کلی چاپ‌های سوختی که نخ‌های آن از نوع مغزی باشد زیباتر و مناسب‌تر می‌باشد دلیل این موضوع در ساختار نخ‌های 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. شکل ۲۴ ساختار یک نخ مغزی دار را مشاهده می‌کنید.

### چاپ روی پارچه و لباس دنییم (جین)

دنییم یکی از پارچه‌های بسیار مشهور در دنیا است. این پارچه که معمولاً از جنس پنبه و با نخ‌های نسبتاً ضخیم است. (نمره حدود ۱۶ پنبه‌ای) با بافت تافته و یا سرژه ۲ و ۱ صعودی می‌بافند. اهداف تولیدکنندگان، پارچه‌ای ضخیم و سنگین وزن بود. نخ‌های مناسب برای تولید دنییم ضخیم می‌باشد. 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 صدها کارخانه به بافت و رنگرزی پارچه دنییم مشغول می‌باشند. در ایران لباس دوخته شده با این پارچه با عنوان شلوار لی عرضه می‌شد و به سرعت مورد استقبال جوانان واقع شد. فروش شلوارهای با پارچه دنییم به صدها میلیون عدد در سال می‌رسد.

### پارچه دنییم

آبی و سپس مشکی، رنگ‌های خاص 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 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 شست و شویی 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 می‌شود. علاوه بر استفاده از روش‌های رمق‌کشی چون دستگاه رنگرزی وینچ و ژیگر، استفاده از پد-فولارد محلول رنگ نیز متداول است.



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

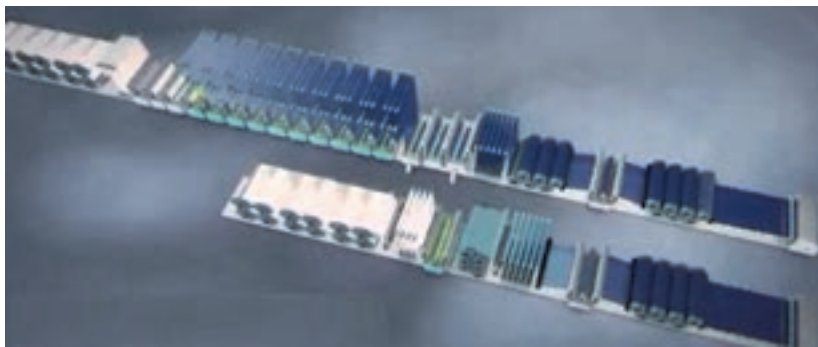
با پایان یافتن رنگ‌گری و خشک‌شدن پارچه، برش و دوخت لباس انجام می‌شود. لباس‌های دوخته شده را سنگ‌شور می‌کنند. سنگ‌های آغشته به مواد سفیدکننده از جمله کلر را روی لباس می‌ریزند. معمولاً شن‌ها را روی ناحیه‌هایی از لباس که باید افکت نایکنواختی داشته باشد می‌ریزند. ممکن است این عمل دو یا سه بار در نواحی دیگر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

**۲ روش رنگ‌گری نخ:** در این روش نخ‌های تار را رنگ می‌کنند. نخ‌های تار رنگی (رنگ آبی و یا مشکی) رنگ‌گری 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. رنگ‌گری نخ را در ماشین بوبین رنگ‌کنی و یا کلاف رنگ‌کنی انجام می‌دهند و سپس نخ‌های تار به قسمت آهارزدن منتقل می‌گردد. اما در روش رنگ‌گری و آهار زدن نخ به صورت چله، همه عملیات لازم برای رنگ‌گری چله بافندگی در یک ماشین و به صورت مراحل ممتد یا پی‌درپی انجام می‌شود. در این ماشین نخ‌ها رنگ‌گری شده، آهار دیده، خشک شده و آماده بافندگی می‌شوند. این روش دارای مزایایی است که عبارت‌اند از:

#### مزایای روش رنگ‌گری و آهارزنی هم‌زمان

- به نسبت رنگ‌گری معمولی تا ۹۰ درصد صرفه‌جویی در مصرف دارد. بنابراین در این روش برای رنگ‌گری ۱۰ کیلوگرم پارچه دنیم (جین) با رنگ خمی و آهار دادن هم‌زمان ۱۱۰۰۰ لیتر آب صرفه‌جویی به همراه دارد.
- بازگشت مواد به حمام: این عمل باعث صرفه‌جویی در مصرف مواد می‌گردد.
- کمترین آسیب به محیط‌زیست به‌طوری 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 رنگ‌گری را مشاهده می‌کنید.



شکل ۲۵- ماشین رنگ‌گری و آهار نخ مخصوص پارچه جین

۳ رنگریزی پارچه به روش اسپری: به طور معمول برای رنگریزی دنییم و سنگ شور کردن آن از  $L:R \rightarrow 30:1$  استفاده می شود. در نتیجه مقدار زیادی آب برای رنگریزی آن صرف می گردد. محققان با تولید رنگ های مناسب برای جذب سریع، رنگریزی به روش اسپری کردن مواد رنگزا و مواد کمکی روی پارچه دنییم 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 رنگریزی و در نتیجه قیمت تمام شده کمتر
- کنترل مقدار عمق رنگ با کنترل زمان و فشار اسپری
- دستگاه با وسعت کمتر
- استفاده از نیروی گرم کنندگی کم و در نتیجه کاهش مصرف انرژی

### ایجاد طرح و افکت به کمک لیزر روی دنییم

#### لیزر چیست؟



شکل ۲۶- تولید کننده 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. ولی در اینجا لیزرها را از نظر تولید حرارت تقسیم بندی می کنیم. از نظر تولید حرارت، لیزرها به دو گروه تقسیم می شود:

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... انجام 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 دنییم کمتر ۱۰۰ وات هستند. لیزرهای مورد استفاده در چاپ روی پارچه دنییم 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



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 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 رنگ‌شده و در نتیجه، افکت مورد نظر روی پارچه ایجاد می‌شود. در شکل ۲۷ نمونه عملکرد لیزر روی لباس دوخته‌شده 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، 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 نقش‌دار 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



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

## ارزشیابی

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

جدول ارزشیابی پودمان ۳- تحلیل مواد رنگ‌زا

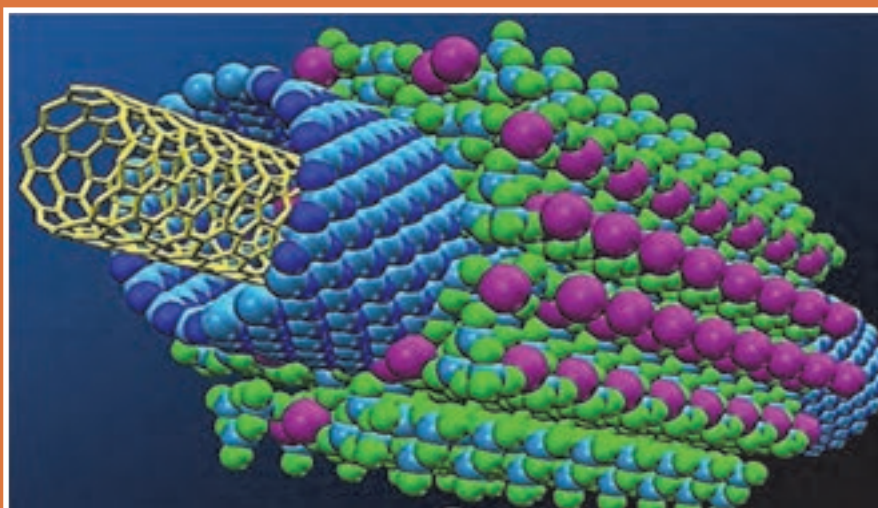
عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
تحلیل مواد رنگ‌زا	مواد رنگ‌زای نساجی	استفاده از مواد رنگ‌زای نساجی در شرایط متعارف رنگ‌ریزی و چاپ و بررسی اصول ثبات و کاربرد بهینه مواد رنگ‌زا	بالاتر از حد انتظار	توانایی تجزیه و تحلیل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

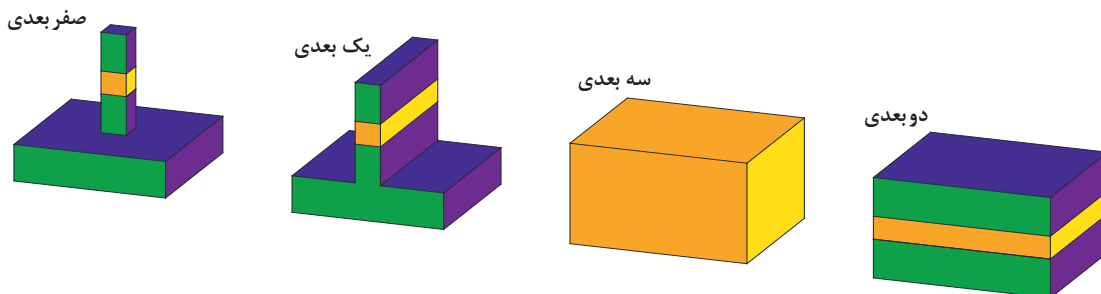
۱. صفر بعدی یا نانوذرات

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

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 میلیارد متر می‌باشد. این مقدار حدود ۴ تا ۱۰ برابر قطر یک اتم می‌باشد. مکعبی به ابعاد  $2/5$  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 کوچک‌تر 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 فناوری 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. صرفه جویی در مصرف انرژی، صرفه جویی اقتصادی، صرفه جویی 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 کم مصرف، 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 و طرح‌واره‌هایی از کاربردهای فناوری نانو در حوزه‌های مختلف نمایش داده شود.

عکس و فیلم



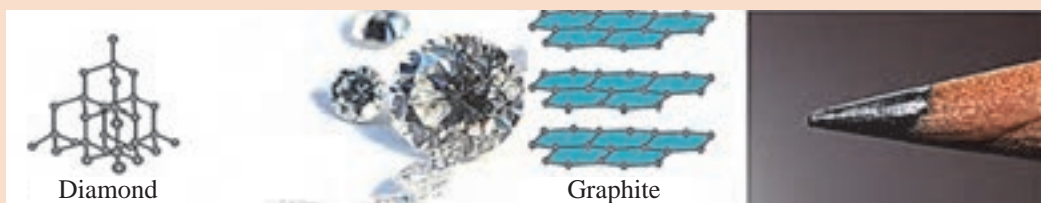
## تغییرات خواص مواد در شرایط نانو

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 اتم های کربن تشکیل شده اند. علت اختلاف میزان سختی این دو ماده چیست؟



شکل ۲- ساختار گرافیت لایه ای و الماس شبکه ای

در مقیاس نانو به علت افزایش اثرات سطحی و کوانتومی در مواد، ویژگی ها و خواص فیزیکی، شیمیایی، مکانیکی، و بیولوژیکی جدید در مواد حاصل می شود؛ به طوری که اگر برخی از مواد را در اندازه حدود ۱ تا ۱۰۰ نانومتر کوچک تر کنید، اثر متقابل اتم ها با یکدیگر افزایش می یابد و امکان کنترل برخی از خواص فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی در مواد به وجود می آید که همین امر منجر به ایجاد خصوصیات جدید و تولید محصولات و فناوری های جدید با کارایی بالاتر و خواص جدید می گردد.

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

### تغییر رنگ

طلای خالص در حالت معمولی، زرد رنگ می باشد و رسانای نور نمی باشد، ولی همین ماده بسته به مقیاس های نانو می تواند به رنگ های قرمز، بنفش، نارنجی یا متمایل به سبز ظاهر شود که قادر به جذب نور می باشد. یکی از مهم ترین دلایل این تفاوت ها، افزایش نسبت مساحت سطحی مواد در مقیاس نانو می باشد. وقتی یک ذره به مقیاس نانو می رسد، مساحت سطح کل آن افزایش می یابد؛ در واقع وقتی که اندازه ذره کاهش می یابد، تعداد اتم هایی که در سطح ماده قرار می گیرند، نسبت به حالت توده یا معمولی افزایش می یابد و خصوصیات جدید و غیر منتظره ای ایجاد می کند.

ایرانیان در قرن های چهارم تا هفتم هجری از نانوذرات نقره و مس برای تزئین لعاب سفال های خود استفاده می کرده اند. 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 می شود. در شکل ۳ تصویر جام لیکرگوس در نور روز و پس از تاباندن نور به داخل آن مشاهده می شود.



تصویر جام در نور روز



تصویر جام پس از تابیدن نور در داخل جام

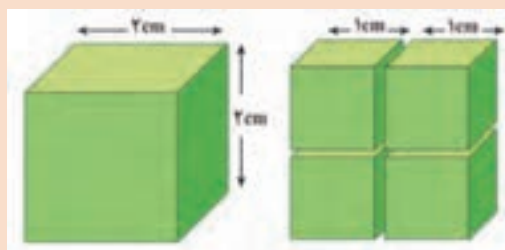
شکل ۳- تصویر جام لیکرگوس در نور روز و پس از تاباندن نور به داخل آن

### 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 واکنش پذیری آن ماده ایجاد می‌کند (اثر سطحی). افزایش واکنش پذیری 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، واکنش پذیری 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



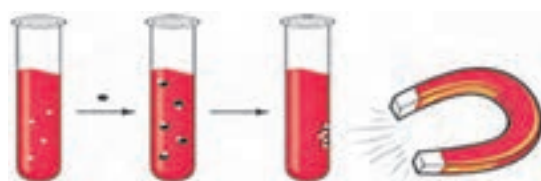


### تغییر شفافیت

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؛ به‌طوری

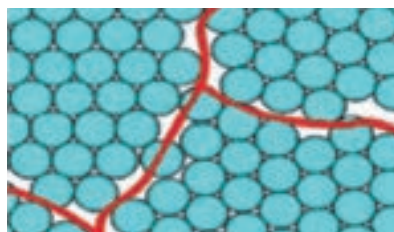


شکل ۵- اثر میدان مغناطیسی خارجی بر ذرات نانومغناطیس

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 زیان‌بار 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.

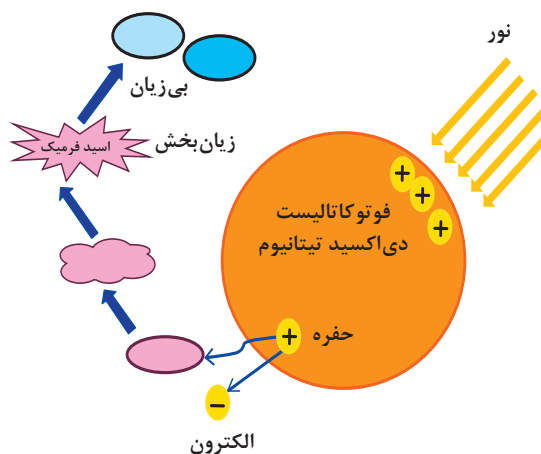
بحث کنید



دو عامل اساسی، نیروهای بین اتمی و ساختار سطحی مواد بر روی سختی مواد تأثیرگذار 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

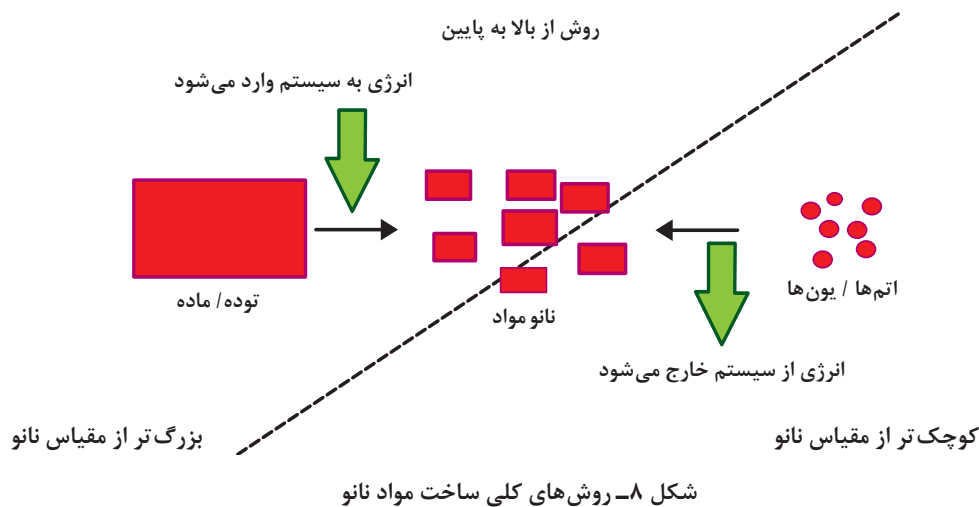


نانوذرات طلا و نقره دارای خواص ضد میکروب و آنتی باکتریال می باشند؛ بنابراین میکروارگانیسم های بیماری زا (پاتوژن ها) بر روی سطح آنها رشد و تکثیر نمی کنند. این مواد در لوازم آرایشی، بهداشتی، پوشاک و نساجی استفاده می شوند. برخی از مواد آنتی باکتریال نظیر نانوذرات اکسید تیتانیوم و اکسیدروی نیمه رسانا با 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. 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

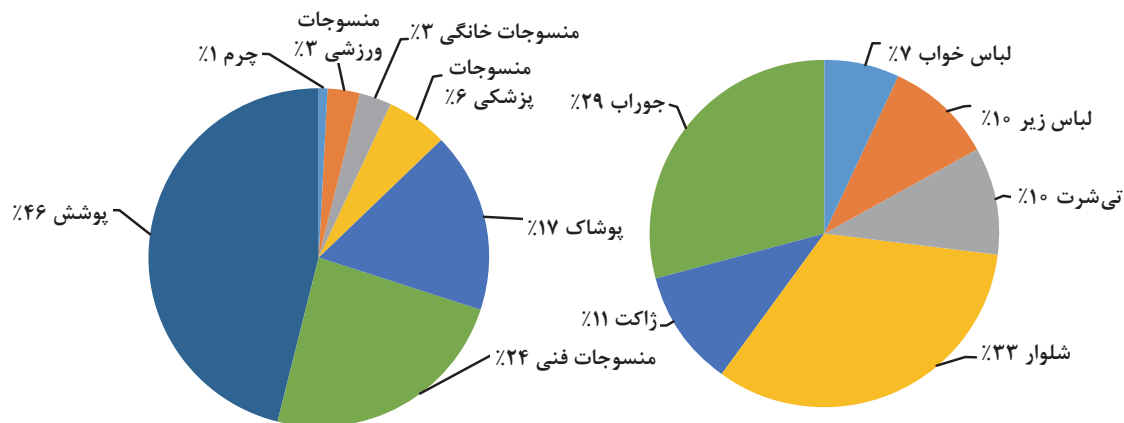
روش‌های ساخت مواد نانو بسیار گسترده می‌باشد. از میان روش‌های ساخت نانوذرات می‌توان به دو روش کلی بالا به پایین و پایین به بالا اشاره کرد. در رویکرد بالا به پایین، اندازه یک ماده توده‌ای و حجیم به‌طور متناسب کاهش می‌یابد تا به یک ماده با ابعاد نانویی برسد. در رویکرد پایین به بالا، از کنار هم قرار دادن 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 رنگ‌پریدگی، 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، زبردست 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 ایجادشده 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



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 دی اکسید سیلیکون	دی اکسید تیتانیوم	نانولوله کربن فلوروآکریلات دی اکسید سیلیکون دی اکسید تیتانیوم (اناناز)	نقره کاپتوسان دی اکسید سیلیکون دی اکسید تیتانیوم اکسید روی	نانولوله کربن اکسید آلومینیوم پلی بوتیل اکریلات دی اکسید سیلیکون اکسید روی	کربن بلک مس نانولوله کربن پلی پیرول پلی آنیلین
بهبود رنگ پذیری	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	رهایش مواد مؤثر دارویی یا معطر	مقاومت در برابر آتش	مقاومت در برابر UV / رنگ پیریدگی
نانولوله کربن	اکسید قلع اینیدوم	نانولوله کربن دی اکسید وانادیوم	نانوساختارهای توخالی مانند سیکلودکسترین نانوذرات رس دی اکسید سیلیکون	نانولوله کربن بوروسیلوکسان نانوذرات رس خاکستر آتیموان	دی اکسید 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، حمل و نقل، عمران و راه‌سازی، پزشکی، بسته‌بندی، محافظ، ورزشی، خانگی، خودروسازی، الکترونیک و... جایگزین مواد فلزی و پلاستیکی شده‌اند.

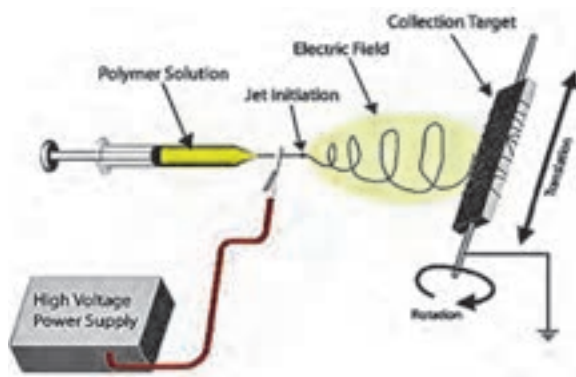
فناوری نانو به شیوه‌های مختلف می‌تواند سبب بهره‌وری بیشتر در صنعت نساجی، ارتقا کیفیت و طول عمر محصول، بهبود خواص مواد، تولید محصولات جدید و... شود و با ایجاد قابلیت‌های جدید و بهبود کارایی منسوجات، امکان حضور در بازارهای جهانی را فراهم کند. مطالعات نشان می‌دهد که در حال حاضر توجه عمده، بیشتر بر رویکردهای 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 بچه‌گانه، حسگرهای زیست‌پزشکی، مهندسی بافت مصنوعی اعضای بدن، پوشش رهاسازهای 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، ضدالکتریسته 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، کمربند 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 چندصد نانومتر کاهش می‌یابد، خواص ویژه‌ای نظیر نسبت سطح به حجم بسیار بالا در مقایسه با مواد شناخته شده به‌دست 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 نانوذرات یا نانولوله‌ها جهت بهبود خواص نانوالیاف همراه نانو الیاف 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. 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 نانوساختار

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 نانوساختار، الیافی می‌باشند که در ساختار آنها از مواد نانوساختار نظیر پرکننده‌های نانومقیاس مانند نانوذرات خاک رس، اکسیدهای فلزی، دوده، نانوالیاف گرافیکی و نانولوله‌های کربنی استفاده می‌شود. مزیت اساسی الیاف نانوکامپوزیتی 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 نانوساختار 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 محیط زیست و افزایش قیمت تمام‌شده ماشین‌آلات می‌گردد.





## برخی از کاربردهای نانوپوشش 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 نانوپوشش در سطوح دندان‌های 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 نانوپوشش‌ها در قطعات متحرک و ثابت
- ۵ کاهش خراش، ساییدگی و خوردگی در سطح دیسک چرخانه (روتور)، کاهش اصطکاک بین الیاف و روتور با اعمال نانوپوشش‌ها در سطح روتور یا چرخانه
- ۶ جلوگیری از ساییدگی غلتک‌های کشش، عدم نیاز به سنگ‌زنی، کاهش پارگی و توقف تولید با بهره‌گیری از نانوپوشش‌ها در سطوح غلتک‌های فولادی منطقه کشش

## فناوری نانو در رنگریزی و چاپ منسوجات

رنگریزی 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 رنگریزی اغلب الیاف با رنگینه‌های ویژه آن مشخص شده است.

جدول ۲- ساز و کار رنگریزی 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 محیط زیست، کاهش مصرف انرژی، رنگ‌پذیر نمودن الیاف کریستالی غیر قطبی و فاقد گروه عاملی نظیر پلی پروپیلن، نایلون و... موجب افزایش استفاده از فناوری نانو در بخش رنگریزی 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 به کارگیری فناوری پلاسما، برخی از کاربردهای فناوری نانو در بخش رنگرزی می‌باشد. در ادامه به برخی از نانومواد و فناوری نانویی به کار 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 به کارگیری 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 پرکاربرد 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 موردنظر 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 رنگری 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 گرمی: در صورت فراهم بودن امکانات، این آزمایش در آزمایشگاه رنگری 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 رنگری کالای پشمی استفاده می‌شود. پارچه‌های رنگری 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 دندانه در رنگری الیاف پشمی با رنگ‌زای طبیعی به روش پیش‌دندانه، سبب افزایش رنگ‌پذیری و ایجاد خاصیت کندسوزی و ضد میکروبی در پارچه پشمی می‌گردد. تکمیل نمودن پارچه پلی‌استری با نانوذرات دی‌اکسید تیتانیوم و رنگری 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 رنگری شده در دمای پایین می‌گردد. جهت افزایش ثبات رنگی نیز می‌توان کالای رنگری 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 رنگری شده با رنگ‌زاهای دیسپرس، با افزایش درصد نانوذرات به صورت خطی افزایش می‌یابد. استفاده از مستربچ اصلاح شده با نانوذرات خاک رس نیز باعث بازده بهتر رنگری پلی‌پروپیلن می‌شود. از نیترات نقره به عنوان نمک نقره و از کلرید قلع به عنوان احیا کننده و دندانه رنگری استفاده می‌شود. در این فرایند، ابتدا عملیات دندانه 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 رنگری 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 رنگری به دو روش نانوذرات خاک رس استفاده می‌شود:

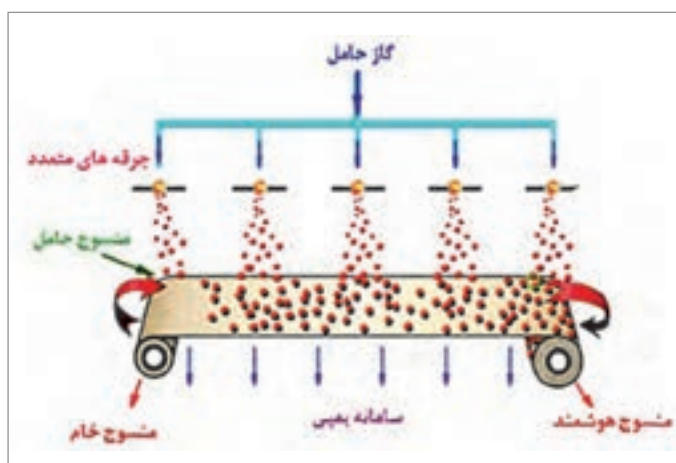
**روش اول:** نانو پوشش‌دار کردن سطح الیاف، که به علت تمایل رنگ‌زا به نانوذرات، جذب رنگ‌زا از طریق پیوندهای هیدروژنی افزایش می‌یابد و رنگ‌زای بیشتری روی پارچه جذب می‌شود.

**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 پوشش ها یا تکمیل نانومتری در منسوجات، تغییر خواص سطحی و ایجاد خصوصیات مختلفی نظیر ضد میکروبی، خود تمیز شوندگی، 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 ارتقاء یافته موجود در بازار از طریق عملیات تکمیلی نظیر پوشش حاوی نانوذرات یا عملیات پلاσμα تهیه می شوند. وظیفه نانو پوشش ها پوشاندن سطح منسوج با لایه های نانومتری جهت کسب خواص مورد نظر می باشد. شکل ۱۳ دو سامانه نانومقیاس تکمیل افشانه ای پارچه جهت تولید و پوشش دهی نانوذرات بر سطح منسوج نشان داده شده است.



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

نانوساختارهای شفاف مورد استفاده در تکمیل منسوجات از نظر نحوه عملکرد به چهار دسته ویسکرها، تورها، لفاف ها 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 حلال های 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 رزین های تکمیلی از مقبولیت بیشتری برخوردارند.

قرارگیری الیاف در مرکز یا هسته توری های 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، دی اکسید سیلیکون، دی اکسید تیتانیوم، اکسید روی، اکسید (هیدروکسید) های آلومینیوم، نانوذرات خاک رس، نانولوله های 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، ضد آب و روغن، خود تمیز شوندگی، 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 (نانوپوشش) 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 میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا (قارچ، باکتری، ویروس، جلبک، هاگ و...) و مواد ضد مایت فرش، نظیر اکسید روی، اکسید مس، دی اکسید تیتانیوم و نانوذرات نقره و طلا برای ایجاد خاصیت ضد میکروبی و مهار کننده 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 میکروارگانیسم‌های 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.

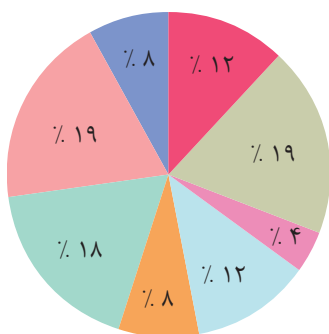
کفپوش‌های معطری نیز با سیکلودکسترین‌ها، درخت‌سان‌ها یا نانو کپسول‌های پلیمری تولید می‌شوند که ماده معطری درون حفره میانی این مواد قرار داده می‌شود که بر اثر فشار ناشی از راه رفتن بر روی فرش آزاد شده و رایحه خوشی را در محیط خانه رها می‌کند. استفاده از رنگینه‌های طبیعی نظیر پوست انار، حنا، پوست گردو، زردچوبه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

آیا می‌دانید





لباس زیر مردانه  
الیاف پرکننده  
منسوجات خانگی  
لباس زیر موظف  
لباس ورزشی  
لباس بیرون از منزل  
جوراب  
زیرپوش، شلوار خواب



شکل ۱۴- نمودار آمار مصرف برخی منسوجات ضد باکتری

لباس‌های خانگی، زیرپوش‌های زنانه و مردانه، لباس‌های تنگ پایین تنه، باندهای زخم، ماسک‌ها، منسوجات بیمارستانی و آزمایشگاهی، منسوجات ورزشی و بیرونی، منسوجات بسته‌بندی مواد غذایی، منسوجات داخل خودرو و هواپیما، روکش کفش‌ها، جوراب‌ها، فیلتر هوا و تصفیه آب، کفپوش‌های ماشینی، چمن‌های مصنوعی و سایر لباس‌های زیر نیز بیشترین تقاضا را برای منسوجات ضد میکروبی دارند. شکل ۱۴ نمودار آمار مصرف برخی منسوجات ضد باکتری در دنیا نشان داده شده است.

به‌طور 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 امکان‌پذیر می‌باشد. در این روش از رشد و تکثیر باکتری‌های مسبب تجزیه ترکیبات و ایجادکننده بوی نامطبوع، جلوگیری به عمل می‌آید.

**روش دوم:** روش جذب؛ در این روش نانومواد جاذب بوی نامطبوع در منسوجات نظیر گروه‌های سیکلودکسترین‌ها، نانوذرات کربن فعال، نانوذرات خاکستر بامبو و پلیمرهای قاصدکی و... بدون تغییر در ساختار ترکیبات ناشی از تعریق، مولکول‌های ایجادکننده بو را مهار می‌کنند یا به دام می‌اندازند. نانوذرات یا نانومواد ضد میکروب با استفاده از روش‌های تخریب غشای سلولی، رهایش یون‌های سمی، اختلال در انتقال الکترون، اکسیداسیون پروتئین، جمع‌شدگی غشا و تولید اکسیژن فعال میکروارگانیسم‌ها (عوامل بیماری‌زا) را غیر فعال می‌کنند. منسوجات ضد میکروبی و ضد عفونی‌کننده از نظر روش‌های تأثیر بر میکروارگانیسم‌ها به سه دسته تقسیم می‌شوند:

**۱ منسوجات با خاصیت فعال‌شوندگی در برابر نور:** منسوجات تکمیل‌شده با دی‌اکسید تیتانیوم در اثر جذب نور، غشای سلولی میکروارگانیسم‌ها را اکسید می‌کنند و سبب از بین رفتن آنها می‌شوند. مواد فوتوکاتالیستی که از خاصیت ضد میکروبی برخوردار می‌باشند، در معرض پرتوهای الکترومغناطیس نظیر فرابنفش، اکسیژن فعال تولید می‌کنند که طیف وسیعی از ترکیبات مضر و بدبو را اکسید می‌کنند.

**۲ منسوجات با مواد ضد میکروب غیر قابل انتشار:** پوششی نانویی از مواد ضد میکروب بر سطح منسوجات قرار می‌گیرد. برهم‌کنش میان بار مثبت ماده ضد میکروب و بار منفی غشای سلولی میکروارگانیسم‌ها باعث کاهش رشد و تکثیر میکروب‌ها و نابودی آنها می‌شود.

**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 می‌شود. نانوذرات خاکستر بامبو در مرحله تولید الیاف کفپوش‌های نایلونی، پلی‌استری، پلی‌پروپیلنی علاوه بر حبس مولکول‌های ایجادکننده بو در منافذ نانومتری موجود در خاکستر بامبو، سبب افزایش خاصیت عایق حرارتی این الیاف شده و گرمی بیشتری در محیط ایجاد می‌کنند.

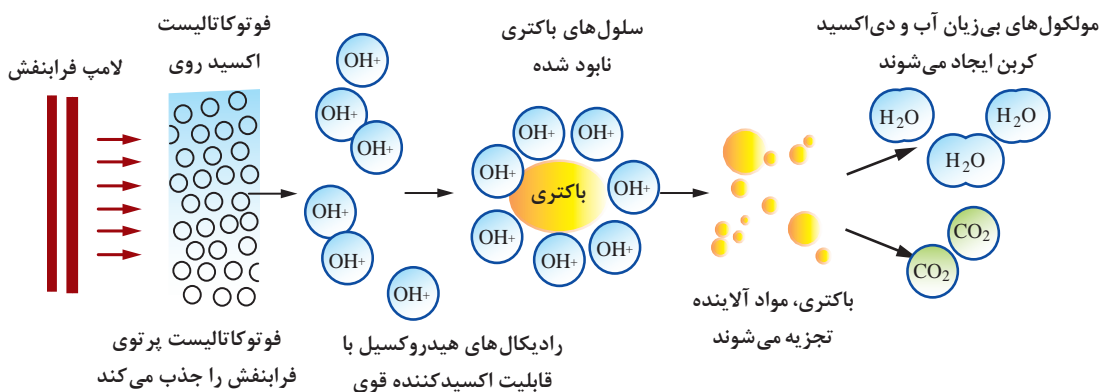


تولید پارچه‌های ضد میکروب و ضد بو با استفاده از نانوذرات اکسید روی، اکسید مس و نقره در مقایسه با روش‌های شیمیایی و سنتی، سازگاری بیشتر و بهتری با محیط زیست دارد. جوراب‌هایی که با نانوذرات نقره تکمیل شده‌اند از رشد باکتری‌ها و قارچ‌ها و ایجاد بو در پا جلوگیری می‌کنند.

## منسوجات ضد پرتوی فرابنفش

محافظت در برابر پرتوهای فرابنفش به دلیل تخریب لایه ازن و تهدید ناشی از سرطان، پیر شدن زود هنگام پوست، آفتاب‌سوختگی 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. نانواکسید 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 ایجادکننده 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 ۵۸ 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.

شایستگی  
غیر فنی

همواره رعایت احترام، ادب، حیاء، 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 می باشد. انواع پوشش‌های نانومقیاس نظیر پوشش‌های محافظ آتش که در منسوجات به کار می رود باعث افزایش ایمنی و ارزش افزوده در منسوجات می گردد. البسه و کفپوش‌ها از مهم‌ترین عوامل اصلی گسترش آتش سوزی، در منازل و اماکن عمومی، ساختمان‌های تجاری و مسکونی مرتفع می باشد. بروز آتش سوزی‌ها در این اماکن باعث تشکیل دود و گازهای سمی، گازهای اسیدی مخرب می شود 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 می باشد. 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... می شوند.

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 می گردند. استفاده از نانوذرات کندسوز در مرحله ذوب ریزی الیاف مصنوعی نیز معمول می باشد. شکل ۱۶ عکس العمل نمونه پارچه خام و نمونه عمل شده با مواد تأخیر انداز شعله نشان داده شده است.



شکل ۱۶- عکس العمل 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)، نانو هیدروکسید آلومینیوم و منیزیم و... به خوبی در درون ماتریس پلیمری نفوذ کرده و دیسپرس می شوند. این مواد نانو کامپوزیت هایی را تشکیل می دهند که ضمن حفظ نرمی و لطافت پارچه، باعث بهبود خواص ضد آتش 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... می شوند.

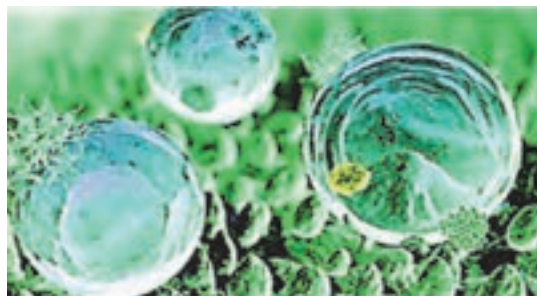
تحقیق کنید



در مورد ضد آتش کردن پارچه های ریون، پشمی، پنبه ای، 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.

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

نیاز جهانی به منسوجات خانگی، نظامی، بیمارستانی، بهداشتی، ورزشی و... که نیازمند نگهداری نیستند، روز به روز در حال افزایش می باشد. از جمله خواصی که در جهت رفع این نیاز می باشد، ایجاد خواص دفع آب و لک در منسوجات با اثر ماندگاری طولانی می باشد. با به کارگیری فناوری نانو در عملیات تولید و تکمیل پارچه، قطرات مایع نمی توانند درون پارچه های مقاوم در برابر مایعات نفوذ کنند. این اثر شبیه اثر موجود در پوست سوسک، بال حشرات و پروانه ها، برگ ها و گل های زنبق یا نیلوفر آبی یا گل لادن و... می باشد که با یک لایه واکس به ضخامت یک نانومتر پوشیده شده اند. قطرات آب یا باران بر روی این گل ها و برگ ها به صورت دانه های کوچک و گرد در می آیند که با لغزیدن بر روی سطح نانویی ناهموار برگ و گل گیاه، آلودگی، گرد و غبار و... که در قطرات آب معلق شده اند را نیز با خود خارج می کنند. در شکل ۱۷ اثر دفع آب، لک و خود تمیز شوندگی برگ گل نیلوفر در 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 لباس های ضد لک و ضد آب تغییر در کشش سطحی منسوج می باشد.

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

**روش دوم:** با ابر آب گریز 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 الکتریسیته 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 محیط گازهای 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 به عنوان 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.

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 نانوکیسول‌های حافظه‌دار و تغییر فازدهنده 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؛ به‌طوری که در محیط‌های سرد با آزادسازی انرژی حرارتی ذخیره‌شده، 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 رنگ‌دهنده در شرایط مختلف (مثل آفتاب‌پرست) جهت استفاده در استتار و... فراهم شده است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۲۲ میلادی رشد منسوجات هوشمند و فنی در دنیا از مرز ۴۵ درصد فراتر رود.

آیا می‌دانید



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.

نکات ایمنی و بهداشت



بسیاری از منسوجات هوشمند در لباس‌های ورزشی با هدف تأمین راحتی، ایمنی، انعطاف‌پذیری، 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.

## معایب و مضرات فناوری نانو

هرچند گفته می‌شود نانوفناوری، قابلیت تولید و کاربرد فناوری‌های تمیزتر را دارا می‌باشد؛ اما در کاربرد نانو مواد یا ریز مواد لازم است جانب احتیاط رعایت شود. تحقیقات در مورد خطرات بالقوه نانوذرات به اندازه تجاری‌سازی نانو مواد پیشرفت نکرده است. تحقیقات نشان می‌دهد، برخی از نانوذرات نظیر نانوقره و دی‌اکسید تیتانیوم به کار رفته در البسه تحت تأثیر عوامل محیطی و تعریق از سطح منسوج جدا می‌گردد. استفاده گسترده نانوقره 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 نانو اکسید 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 مبلان 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 خود تمیز شونده، به علت تمایل مصرف‌کنندگان به افزایش سطح پاکیزگی، بحران آب و کمبود آب و مصرف بی‌رویه مواد شوینده نفتی با رشد چشمگیری در آینده‌ای نه چندان دور مواجه شود که نویدبخش حفاظت بیشتر از محیط زیست می‌باشد.





## 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 فاجع 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 میلی گرم 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.

نکات  
زیست محیطی



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

فعالیت  
کلاسی



## 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 آহারی، 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؛ به‌طوری 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 به‌صورت 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 کمکی 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، خزه‌زدگی 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 آহারی، 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 آب اکسیژنه، 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 کالا می‌باشد. در قسمت تکمیل نیز انواع عملیات تکمیلی نظیر آهارگیری، ضد آب کردن، ضد آتش 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؛ به‌طوری که به ازای هر کیلو کالا ۳۰ تا ۶۰ لیتر پساب تولید می‌شود. روش‌های تصفیه زیستی به‌علت کم بودن قابلیت تجزیه‌پذیری 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	فراورده 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

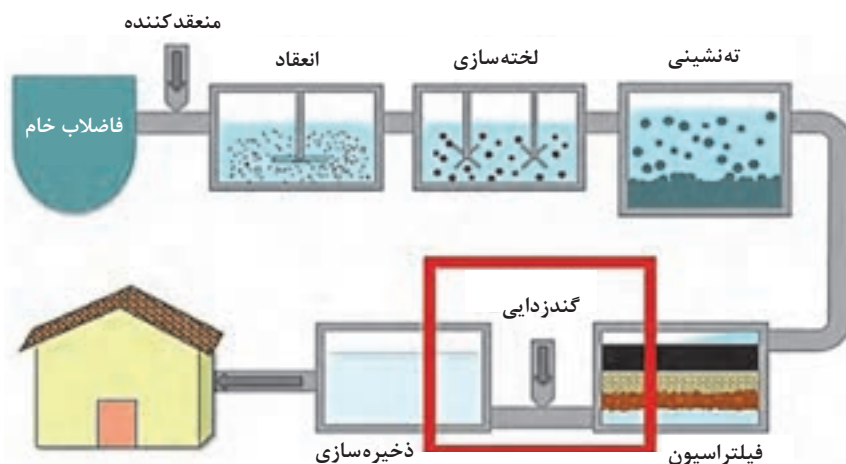
مهم‌ترین روش‌های تصفیه پساب در نساجی عبارت‌اند از:

- 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 بی‌هوازی تثبیت فاضلاب، لاگون هوادهی، فرایند لجن فعال، صافی چکنده، سانتریفیوژی، صاف کردن فشاری، پمپ خلأ، آبگیر مویین، الک کردن، استفاده از نانوذرات نقره و اکسید روی و منیزیم و نانولوله کربنی، دی‌اکسید تیتانیوم و...)
- ۳ روش اکسیداسیون (اکسیژن تحت فشار، پمپ هوای مکانیکی)
- ۴ استفاده از اکسیدکننده‌ها (کلر و آب‌اکسیژنه، ازن)
- ۵ الکترو شیمیایی (انعقاد الکتریکی، اکسایش-کاهش شیمیایی)
- ۶ استفاده از فرایندهای غشایی و صافی‌های 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. متداول‌ترین روش‌های حذف رنگ از فاضلاب نساجی شامل انعقاد الکتریکی و لخته‌سازی، تصفیه با معرف فنتون یا الکتروفنتون، فتواکسایش، جذب سطحی، ازن‌زنی، اسمز معکوس، استفاده از فیلترهای غشایی و اکسایش پیشرفته می‌باشد. شایان ذکر است که امروزه استفاده از روش‌های نانو کربن فعال، اسمز معکوس، الکترو شیمی، تبادل یونی، غشاهای نانو صافش، ازن‌زنی و... علی‌رغم بازدهی بالا به دلیل مشکلات عملیاتی و هزینه‌بر بودن در حذف آلاینده‌های نساجی مرسوم نمی‌باشد. تصفیه زیستی مکمل روش‌های تصفیه شیمیایی در حذف تمام آلودگی‌ها می‌باشد. در این مرحله با افزودن موادی نظیر ازت، فسفات و متانول به پساب، ترکیبات مورد نیاز جهت زیست‌آنزیم‌ها و باکتری‌ها در آب با PH خنثی فراهم می‌شود. در شکل ۱۸ برخی از مهم‌ترین روش‌های متداول تصفیه پساب نشان داده شده است.



شکل ۱۸- روش‌های 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 رنگ‌زا 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 زیست محیطی 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.

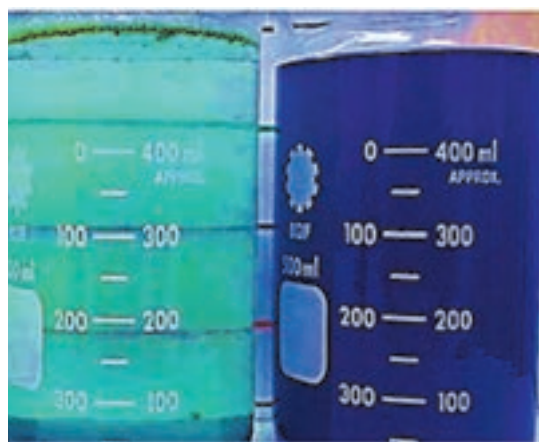
عکس و فیلم



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

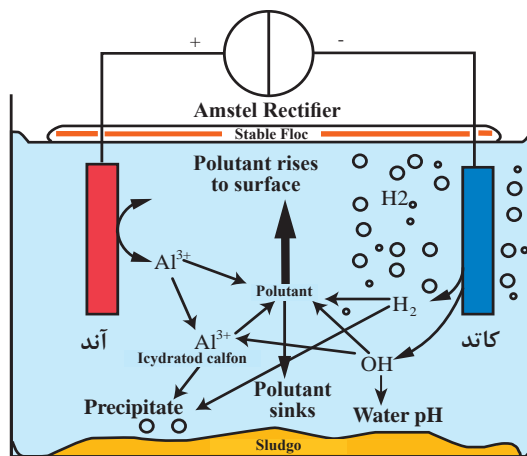
یکی از بهترین و مؤثرترین روش‌ها جهت تصفیه پساب رنگری، استفاده از روش الکتروشیمیایی و در راس آن انعقاد الکتریکی یا الکتروکولاسیون می‌باشد. در این روش با اعمال جریان برق مستقیم DC به الکترودهای صفحه‌ای فلزی آهن یا آلومینیم شناور در پساب یک الکترولیت شیمیایی در فاضلاب ایجاد می‌شود. در طی این فرایند یون‌های 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. 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 رنگری 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 محیط زیست، 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.

آیا می‌دانید



نتایج آزمایش ۲۵۰ سی سی 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.

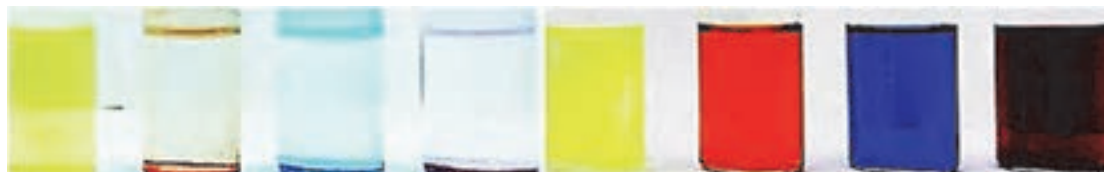
### تصفیه پساب با نانوجاذب‌ها

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 ابر جاذب‌هایی 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

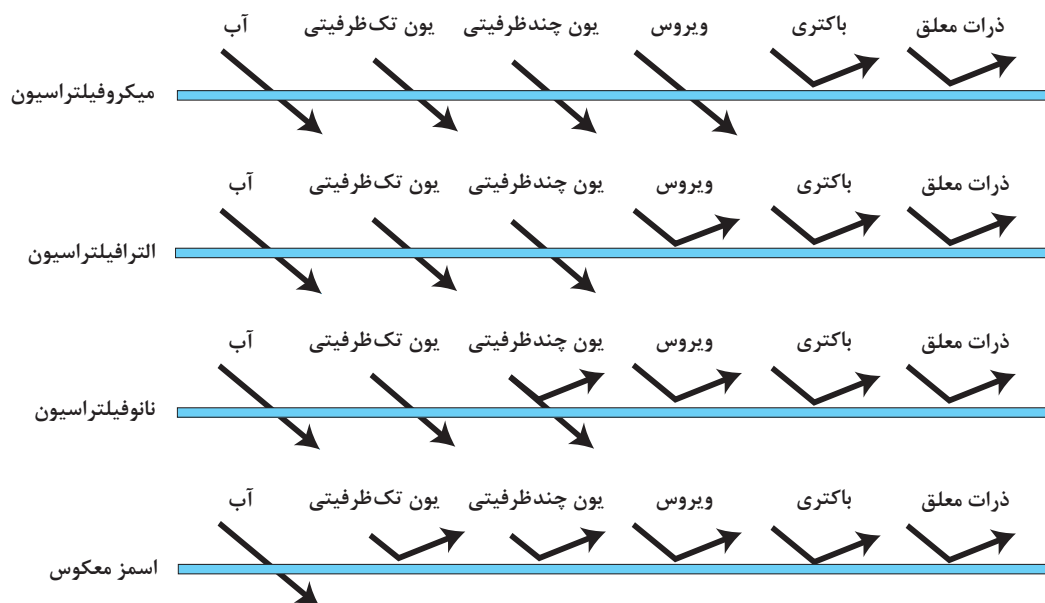
### فرایند نانوفیلتراسیون (فرایند نانو غشایی)

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 نانوفیلتراسیون (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 نانوکامپوزیتی و بیولوژیکی مورد توجه محققان قرار گرفته است، به این صورت که با استفاده از نانوذرات اکسید فلزی نظیر  $(\text{TiO}_2, \text{Al}_2\text{O}_3)$  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 مختلف 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 دی اکسید تیتانیوم ( $TiO_2$ ) شاخص‌ترین و پرکاربردترین آنها در تصفیه آلاینده‌ها و ضدعفونی کردن آب به شمار می‌رود.

بهره‌گیری از کاتالیزورهای فعال‌شونده در نور (نانوذرات فتوکاتالیستی) به منظور بهره‌برداری همزمان از پرتوی رایگان فرابنفش خورشید و کوچک‌شدن 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.

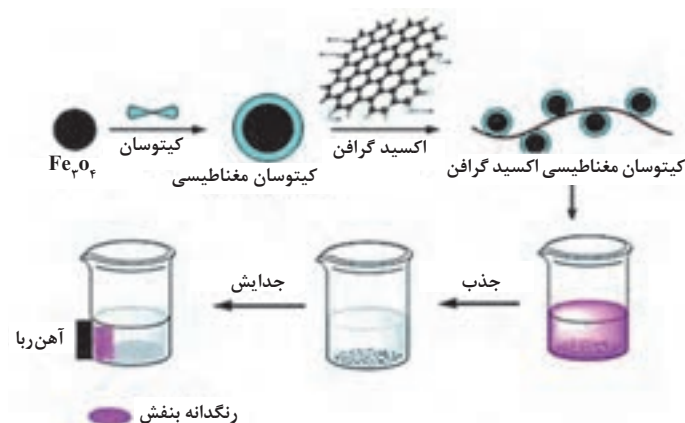
### فرایند اکسیداسیون الکتروشیمیایی

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 الکتریسته 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 میکروب‌زدایی 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 کم مصرف 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 صرفه جویی 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
- دیگ بخار
- کاهش دمای هوای ورودی به کمپرسورها و نصب کنترل کننده 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 لوله کشی 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
	۲۰-۲۴	۲۴-۲۸	۲۰-۲۴	۲۴-۲۶	۲۰-۲۴	۲۴-۲۸	۲۰-۲۴
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 می باشد. میزان روشنایی عمومی و محل کار در بخش های مختلف نساجی بر اساس استاندارد ملی ایران بر طبق جدول ۵ می باشد.

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

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



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



راهکارهای عملی جهت کاهش مصرف انرژی در بخش های مختلف ریسندگی:

- جلوگیری از کارکرد بی بار دستگاه های خط ریسندگی و استفاده از ظرفیت کامل خط ریسندگی
- بررسی امکان نصب موتورهای الکتریکی دور متغیر VSD در دستگاه ها و سیستم تهویه
- استفاده از ماشین های کار با سرعت بالا و استفاده از تمامی ظرفیت
- استفاده از ماشین اپن اند به جای مجموعه فلایر و رینگ برای نخ های ضخیم تر
- 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 بطری های پلاستیکی و فرش های کهنه پلی استری در ذوب ریزی جهت بازیافت و تولید نخ
- استفاده از فناوری های نانو در بخش ها و قطعات مختلف بخش ریسندگی نظیر چرخانه و غلتک های کشش
- نصب تجهیزات اندازه گیری کنترل دما و رطوبت به همراه تنظیم اتوماتیک آنها
- سرویس کاری، روغن کاری، گریس کاری و تعمیر و نگهداری منظم و برنامه ریزی شده دستگاه ها و موتور ها
- استفاده از تسمه های 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 می شود.



- 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 رنگریزی، چاپ و تکمیل:
- بررسی امکان استفاده از موتورهای الکتریکی دور متغیر VSD در دستگاه‌ها و سیستم تهویه
- استفاده از خشک‌کن‌های غیرحرارتی 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 رنگریزی، چاپ و تکمیل
- نصب تجهیزات اندازه‌گیری دما و رطوبت بر روی دستگاه‌ها
- عایق‌کاری مناسب دستگاه‌ها و مخازن رنگریزی 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 رنگریزی، چاپ و تکمیل با تکنولوژی بالا نظیر فولارد مجهز به فشار قابل تنظیم گیره‌ها
- استفاده از روش‌ها و ماشین‌های رنگریزی با L:R پایین نظیر ماشین ژیگر، جت و سیستم کف (فوم) و هوا
- استفاده از فناوری‌های جدید نظیر فوق بحرانی رنگریزی پلی‌استر با CO<sub>2</sub> و تکنولوژی Colorzen
- بر روی پنبه
- بهینه‌سازی رنگریزی با استفاده از تکنولوژی پمپ چرخشی و مدار هیدرولیک در ماشین‌های رنگریزی
- 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 پرمصرف ترین میزان انرژی الکتریکی و گرمایی در صنایع نساجی می باشند. به کارگیری و مدیریت صحیح سیستم ها و کنترل و بهینه سازی دقیق فرایندها ضمن کنترل دقیق دما و رطوبت در سیستم باعث افزایش راندمان و بازده اقتصادی دستگاه ها می گردد. انجام اقدامات عملی نظیر ایزولاسیون و عایق کاری لوله ها و بدنه دستگاه ها، بهینه سازی دور فن ها در مناطق خشک کن و خنک کن، تنظیم دریچه های اگزوها یا دمپر ها، سرویس کاری، روغن کاری، گریس کاری و تعمیر و نگهداری منظم و با برنامه ریزی دستگاه ها، تنظیم بهینه دما و رطوبت دستگاه، جلوگیری از خشک شدن بیش از حد پارچه، آبیگری یکنواخت پارچه ها در مراحل قبلی، استفاده از تکنولوژی های جدید در فشار یکنواخت بر سطح پارچه در غلتک های فولارد و منگل (آبیگر)، جایگزینی سیستم مشعل گاز شهری به جای بویلر روغن، تنظیم مشعل گاز، برطرف کردن نشتی های بخار، تعمیر منظم تله بخار و... از مهم ترین اقدامات عملی در جهت صرفه جویی در مصرف انرژی در این دستگاه ها می باشد.

## بازیافت آب و مواد در صنعت نساجی

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

مهم ترین دلایل استفاده از بازیافت پساب نساجی استفاده از پساب تصفیه شده در صنعت و کشاورزی و اخذ تأییدیه محیط زیست در این خصوص می باشد. در برخی موارد آب تصفیه و ضد عفونی شده را می توان به آب های سطحی یا چاه های جذبی منتقل کرد. قبل از رهاسازی فاضلاب تصفیه شده در طبیعت لازم است در پساب تصفیه بیولوژیکی هوازی یا بی هوازی نیز انجام شود. در این مرحله با افزودن ازت، فسفات، متانول و مواد ضد عفونی به فاضلاب به منظور تأمین ترکیبات لازم برای زیست آنزیم ها و باکتری ها ضروری می باشد. در برخی کارخانجات به دلیل کمبود آب با استفاده از یک تصفیه تکمیلی دیگر پساب از این پساب تصفیه شده در خط تولید استفاده می کنند. تصفیه تکمیلی فاضلاب با روش هایی نظیر اولترا فیلتراسیون (UF) یا روش اسمز معکوس (RO) انجام می شود. به این نکته باید توجه شود که آب ورودی به واحد رنگریزی باید فاقد هر گونه رنگ و شوری یا هدایت الکتریکی پایین باشد؛ زیرا عملیات رنگریزی در حضور یون های مزاحم امکان پذیر نمی باشد. هزینه های مربوط به خدمات آب و فاضلاب هر کارخانه حدود ۵ تا ۱۰ درصد از کل هزینه خدمات را به خود اختصاص می دهد.

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

یک سیستم بخار ایده آل بخار و کندانس تولید شده، جدای از یکدیگر وجود دارند و جمع آوری می شوند؛ بنابراین اگر در مخزن جمع آوری کندانس برگشتی، بخار زنده وارد شود، دلیل بر وجود نقص در بخشی از سیستم توزیع بخار می باشد. خرابی تله بخار نصب شده روی خطوط آب کندانس شده (بازماندن دائمی دریچه تله بخار) باعث عبور دایم بخار و اتلاف انرژی موجود در بخار می گردد.



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 فارنهایت، 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	دمای سطح لوله بعد تله بخار	دمای سطح لوله قبل تله بخار	دمای بخار	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، پارچه تنظیف، ایزوگام، مبلمان‌سازی، تولید نخ، موکت و پتو، تولید انواع لایی و نمد و... استفاده می‌گردند. منسوجات نایلونی و پلی‌استری تحت فرایند ذوب ریزی قابلیت بازیافت مجدد به نخ‌های قابل مصرف در نساجی را دارا می‌باشند.



اخيراً محققان آنزيم 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 ۶۰۰ 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 رنگریزی پلی استر

شرکت Dye Coo Textile Systems یک ماشین رنگریزی تولید کرده است که رنگریزی 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 رنگریزی مصرف انرژی به طور چشمگیری کاهش می یابد.

فعالیت  
کلاسی



صرفه جویی در مصرف آب، رنگزا و مواد شیمیایی با تکنولوژی فوق بحرانی CO<sub>2</sub> برای رنگریزی پلی استر: اولین نسل از ماشین رنگریزی با دی اکسید کربن دارای یک محفظه رنگریزی 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 واسطه رنگریزی 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 رنگریزی پارچه بدون هیچ چین و چروک و تغییر ابعادی از دستگاه خارج می شود و نیاز به آبگیری و خشک کردن ندارد. در رنگریزی 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 رنگریزی 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 رنگریزی 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 رنگریزی 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 رنگزاهای در عمق الیاف آبگریز پلی استر نفوذ می کنند و زمان رنگریزی در مقایسه با روش های متداول رنگریزی به نصف کاهش پیدا می کند. در ضمن تمام مراحل رنگریزی در یک حمام انجام می شود. نسل جدیدتر این ماشین ها از سه محفظه تشکیل شده است؛ زمانی که رنگریزی 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 رنگریزی 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 رنگریزی سایر الیاف با این روش ارائه دهد.

همواره در حین کار به اخلاق حرفه ای، نظم و انضباط، همکاری با دیگران، نکات ایمنی و زیست محیطی، دقت و سرعت در کار، علائم و هشدارها، خطرات احتمالی و دستورالعمل ها پایبند باشید. در شکل ۲۵ یک نمونه ماشین رنگرزی فوق بحرانی CO<sub>2</sub> نشان داده شده است.



شکل ۲۵- یک نمونه ماشین رنگرزی فوق بحرانی CO<sub>2</sub>

از مزایای دیگر این روش رنگرزی می توان به کاهش دمای رنگرزی، کاهش تعداد و زمان چرخه عملیات رنگرزی و حذف مرحله خشک کن اشاره کرد به طوری که زمان رنگرزی به ۱۵ تا ۶۰ دقیقه کاهش می یابد و در مصرف انرژی صرفه جویی می شود. از نظر هزینه رنگرزی با این روش، می توان گفت که تجهیزات مورد استفاده در این روش گران می باشد ولی ماده فوق بحرانی دی اکسید کربن ارزان می باشد. سیال فوق بحرانی همچنین سبب متورم شدن پلیمرها در الیاف مصنوعی و بازیافته می گردد و به رنگ زایی مثل دیسپرس اجازه می دهد تا به آسانی جذب الیاف گردند و سبب انتشار بهتر مواد رنگزا در ساختار منافذ و موینه الیاف گردد. این نفوذ عمیق برای پلیمرهایی که به صورت ذاتی غیر آب دوست می باشند، بسیار مثر ثمر و در حدود ۹۸ درصد جذب مواد رنگزا می باشد و پسماند رنگزا در کمترین مقدار در حدود ۲ درصد می باشد که قابل بازیافت می باشد. به علت کم بودن ویسکوزیته محلول رنگرزی، گردش محلول راحت تر انجام می شود و در مصرف انرژی صرفه جویی می گردد. از آنجایی که رنگزا به صورت یکنواخت بر روی پارچه پخش می شود و رنگزا به طور عمیق جذب الیاف می شود، بنابراین رنگ های خالص، شاد، واضح و پررنگ بر سطح کالا ایجاد می شود.

در زمان کار و بازدید از کارخانجات، با همگان با ادب و احترام برخورد کنید و تابع نظم و مقررات باشید. از هرگونه شوخی، بی دقتی، عجله، هل دادن افراد، دویدن و دستکاری ماشین آلات و تابلوهای برق اجتناب کنید.

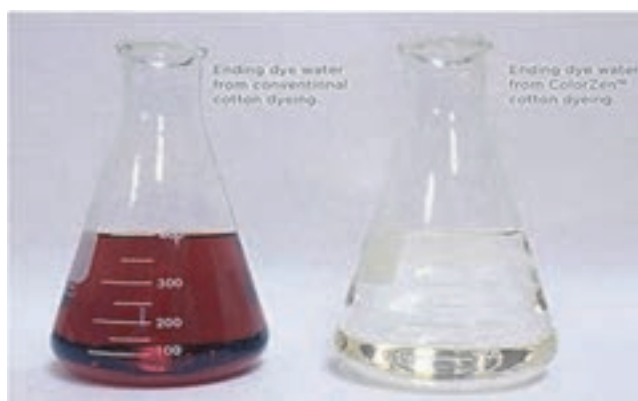


## تکنولوژی Colorzen جهت آماده‌سازی اولیه پنبه برای رنگری

تکنولوژی Colorzen یک تکنولوژی پیشگام در جهت کاهش آلودگی‌های آب و مصرف آب و انرژی در رنگری می‌باشد. در این تکنولوژی با تغییراتی که در ساختار مولکولی الیاف پنبه انجام می‌شود (Pre-Treatment) (پیش‌عمل شده)، رنگری 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 رنگری 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 رنگری 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 رنگری می‌باشد؛ به‌طوری که از هرگونه مواد مضر عاری می‌باشد. علاوه بر ویژگی‌های گفته‌شده، ثبات رنگ به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد و بر شفافیت و وضوح رنگ‌زاها افزوده می‌شود. در شکل ۲۶ تفاوت پساب حاصل از رنگری 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 رنگری 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... رنگری کرد. این فناوری ابتدا جهت رنگری پارچه‌های کشف پنبه‌ای به کار گرفته شد، ولی امروزه از این تکنولوژی در رنگری پارچه‌های تار-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 نانوساختار 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 نانوساختارهای لیفی، تولید نانوالیاف رسانا (الیاف نانولوله کربن و اکسید گرافن)، الکترودهای لیفی، سلول‌های خورشیدی، پیل‌های سوختی حاوی نانوساختار، سلول‌های سوختی، باتری‌های لیفی، ابرخازن‌های لیفی، انباره‌های هیدروژن، نانوذرات‌های 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 پایشگرها با استفاده از فناوری بلوتوث با مصرف اندک انرژی و... می‌باشد که به علت انعطاف‌پذیری، پایداری، ایمنی، کوچک‌سازی، قابلیت بافت و پوشش، سبکی، هوشمندبودن، 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.

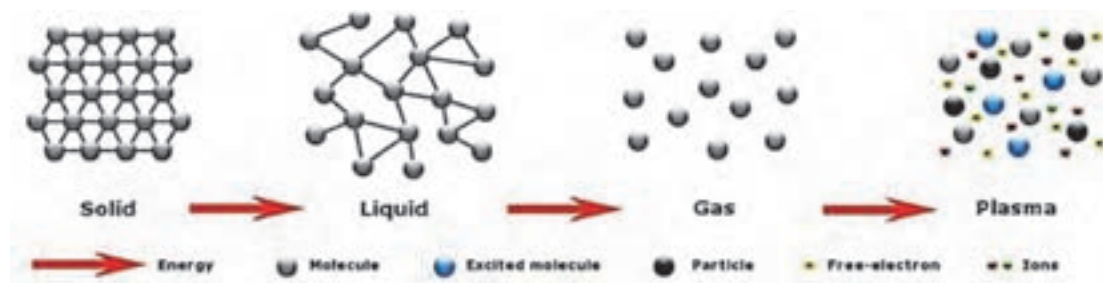
تحقیق کنید



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.

## 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 به‌دست 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 پلاسما 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 الکتریسته ساکن، کندسوز کنندگی 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 پلاسما می‌شود. صنعت نساجی به سرعت در حال گسترش می‌باشد و از این فناوری به فناوری سبز و خشک نام برده می‌شود.

تحقیق کنید



پلاسما می‌گرم چیست؟ چرا در نساجی از این فناوری کمتر استفاده می‌شود؟ همچنین در مورد روش‌های اصلی پلاسما جهت عملیات تکمیلی (کرونا، DBD، تخلیه تابشی و جت پلاسما) تحقیق و گزارش کنید.

از جمله کاربردهای پلاسما در تکمیل نساجی، پوشش‌دهی پلاسما می‌باشد. در این فرایند شامل اشکالی از قبیل کرونا، پلاسما جت و DBD (تخلیه مانع دی‌الکتریک هوا)، تخلیه دورانی و تابشی، پلاسما فشار اتمسفری، پلاسما 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 پلاسما، برهم‌کنش ذرات پلاسما با سطح منسوج و توانایی حذف و جدا کردن لایه‌های سطحی، آلودگی‌های سطحی، تسهیل‌کننده آهارگیری، حذف پرزهای سطحی، 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 پلاسما، 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 پلاسما به عنوان فناوری زیست‌سازگار، دوستدار محیط زیست یا فناوری سبز معروف شده است.

## ارزشیابی

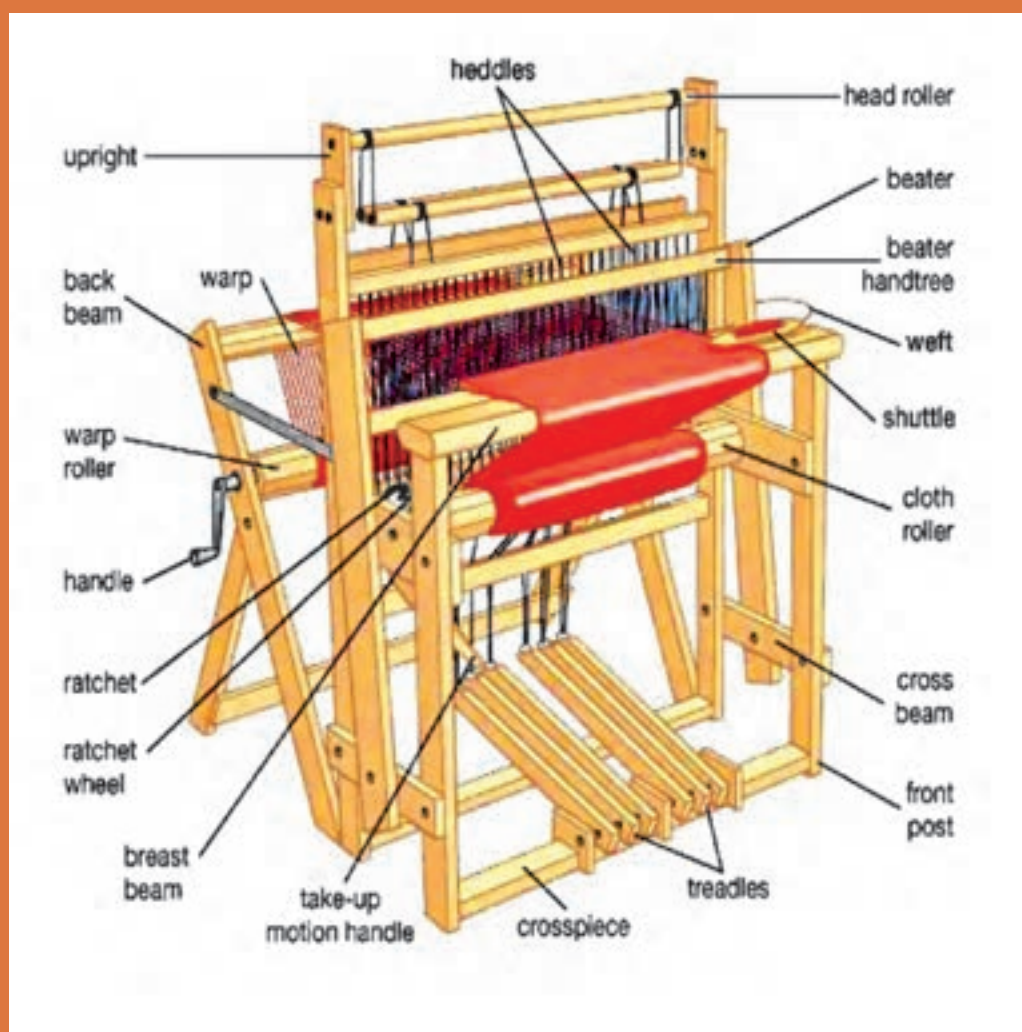
ارزشیابی در این درس براساس شایستگی است. برای هر پودمان ۱ نمره مستمر (از ۵ نمره) و ۱ نمره شایستگی پودمان (نمرات ۱، ۲ یا ۳) با توجه به استانداردهای عملکرد جداول ذیل برای هر هنرجو ثبت می گردد

جدول ارزشیابی پودمان ۴- تحلیل نانومواد در نساجی

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص ها، داوری، نمره دهی)	نمره
تحلیل نانو مواد در نساجی	تحلیل نانو مواد در تکمیل نساجی	عملیات تکمیل نساجی و موادی که از نانو برای تولید آن استفاده شده و عملیات نساجی مرتبط با محیط زیست	بالاتر از حد انتظار	تحلیل از بین بردن آلودگی ها و تغییر مواد جهت کاهش آلاینده گی و کاربرد نانو مواد	۳
	کاهش تأثیر عملیات نساجی بر محیط زیست		در حد انتظار	تعیین چگونگی آلودگی محیط زیست و روش های رفع آن و عملکرد نانو مواد	۲
			پایین تر از انتظار	دانستن نام و عملیات تکمیل و رنگرزی و کاربرد مواد	۱
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 تاری-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



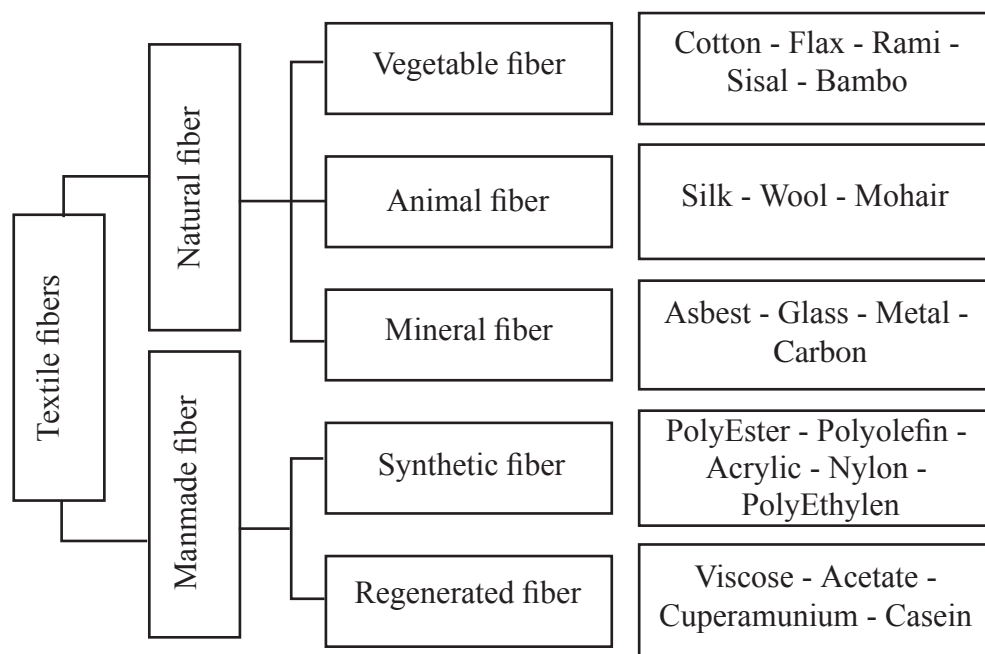


Fig 1- Classification of Textile Fiber Table

## فعالیت

در رایانه، نرم‌افزار 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 تصویری از الیاف و یا کاربرد آن را به انگلیسی بنویسید. مورد استفاده هر کدام از الیاف را بنویسید.

## 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:

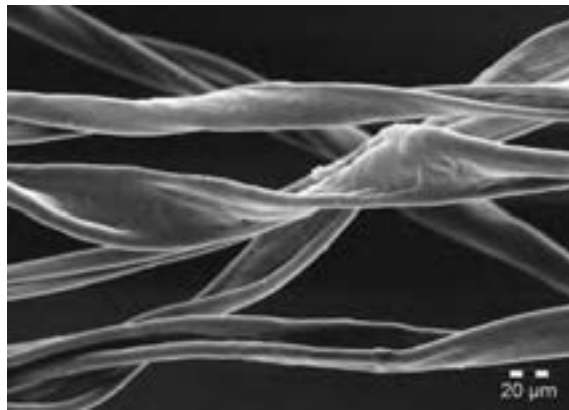
Cotton fibre is fairly among natural fibres in relation to tenacity which is 3-3.5 g/dtex. Its tensile strength is between wool and silk fibre but disadvantage is low extension at break which is 5-7%.

### 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**

## 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, dying, 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.

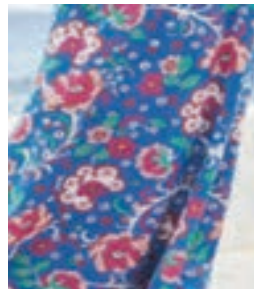
### Uses of silk in textile

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.

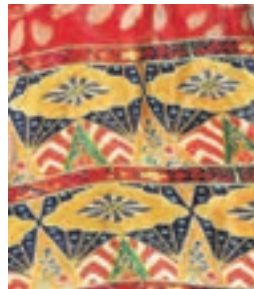
The clothes or apparels that are made from Silk are luxurious and simply expensive. Silk is widely used in Bangladesh & India to make the traditional silk Sharee that is worn in any kind of festivals or social programs. Fig 6 show silk used



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



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 extended.



- 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 beads.
- 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 ایف 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 =.....  
 Rapid tearing when we =.....  
 Soak on the body of the sheep =.....  
 Man made very brilliant fibers =.....  
 On the sheep's skin =..... , ..... , .....  
 Suitable for blankets =.....

# COTTON SPINNING

## COTOON 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 - drowframe - combing - roving - ring-frame - autoconer - openend.

Fig 8 show the sequence of spinning process:

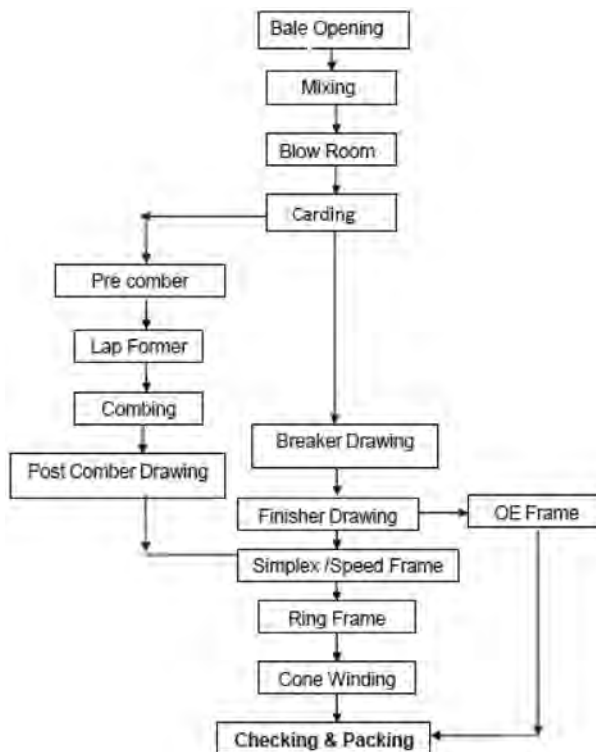


Fig 8- Show The Sequence Of Spinning Process:

### 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.

i.e. 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.

..... ds = 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 frame 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.

**Table 1 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.

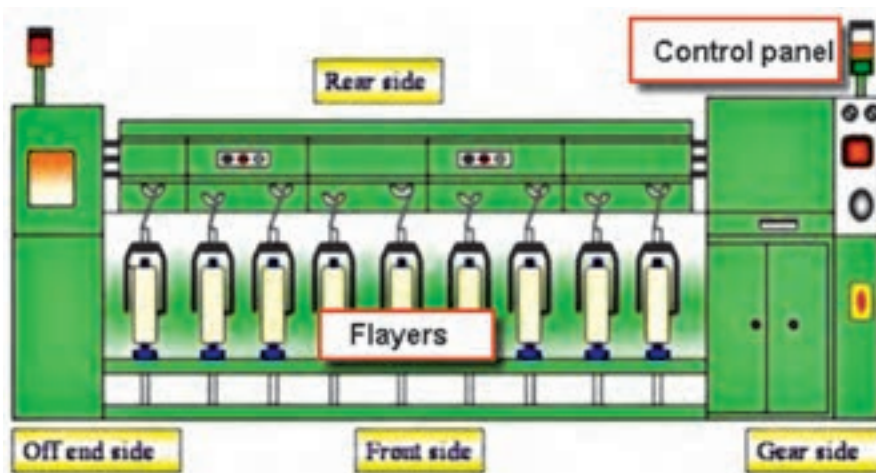


Fig 9- Shows The Flayer Machine

#### 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 - Spinning Process

## 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

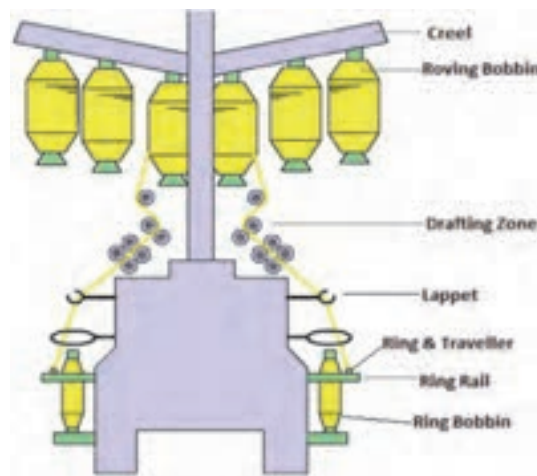


Fig 12 – Ring Frame Machine

##### 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، زیر آن 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.

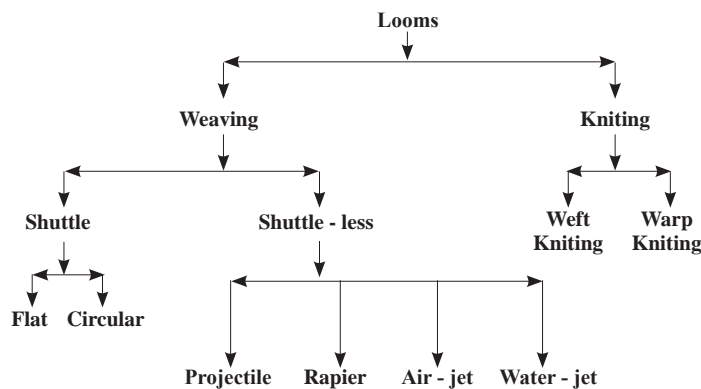


Fig 15- Weaving And Knitting Machine

## 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)

Table2- 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.

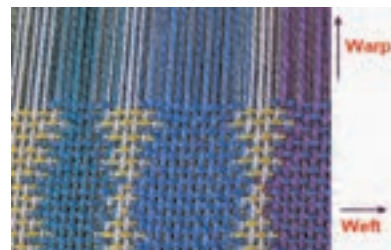


Fig 16- Warp And Weft Yarn In Fabric

### 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.

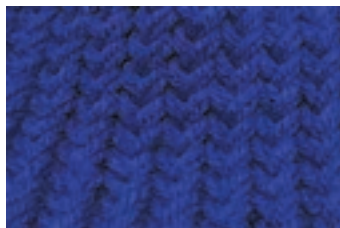
Classification of Knitting:

- 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

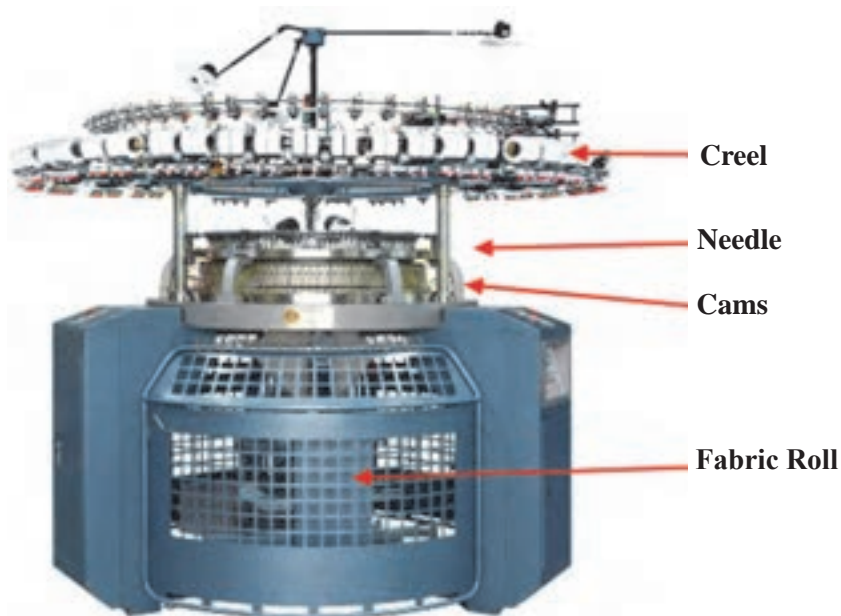


Fig 18 – Show A Knitting Machine

### **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 بالا زیر هر شکل نام مرحله را به انگلیسی بنویسید.

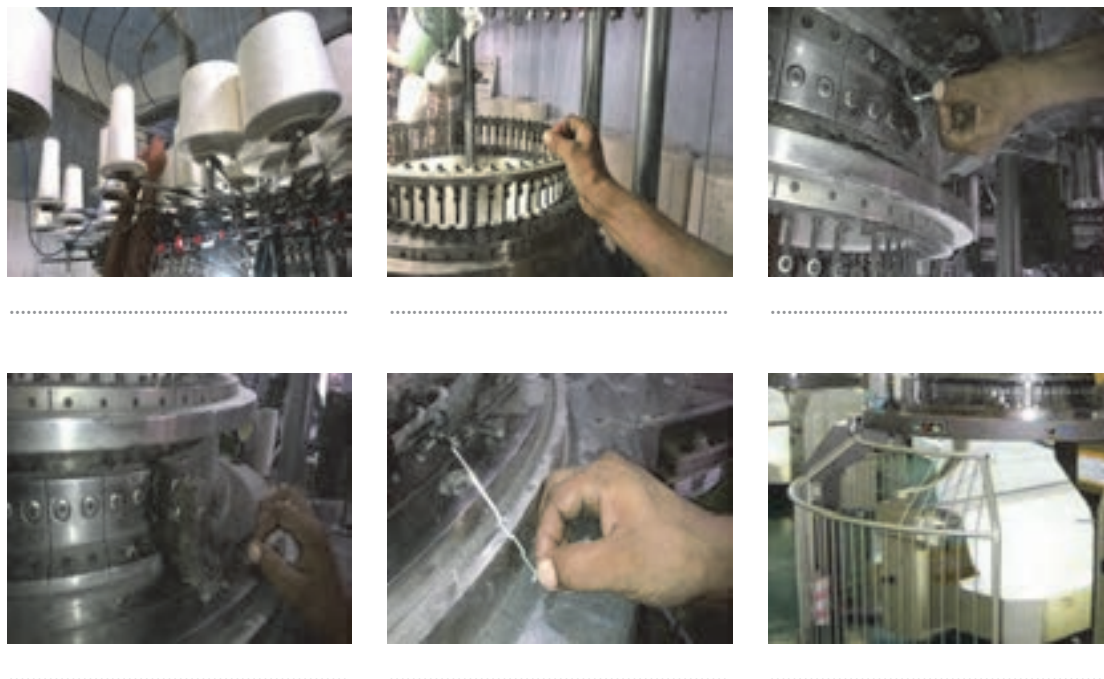


Fig 19 – Knitting Process

**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 Knitting Map

Warp Knitting Fabric

Mesh Fabric

Fig 20 – Warp Knitting Fabric



### Weaving machine code name

The machine name is composed of several codes.

Table 3– you will see several of codes

Machine type code	
Terry Air-Jet Weaving Machine DORNIER ServoTerry®	ATSF 8/S 260 G
Number of filling colors	
Shed formation	
S: Dobby machine	
J: Jacquard machine	
Nominal width in cm	
C: CompactDrive	
D: DirectDrive	
G: Separate drives DORNIER SyncroDrive®	

Machine type code	
DORNIER High Performance Rapier Weaving Machine P1	PTS 12/J 190 C
Number of filling colors	
Shed formation	
S: dobby	
E: positive cam motion	
J: Jacquard machine	
Nominal width cm	
C: CompactDrive	

### 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 SEQUESTERANTS

**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 2ppm 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.

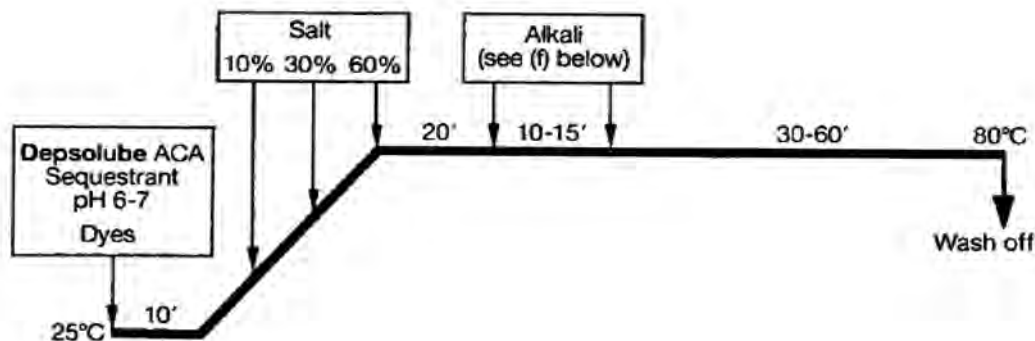
### Shade Illustrations

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

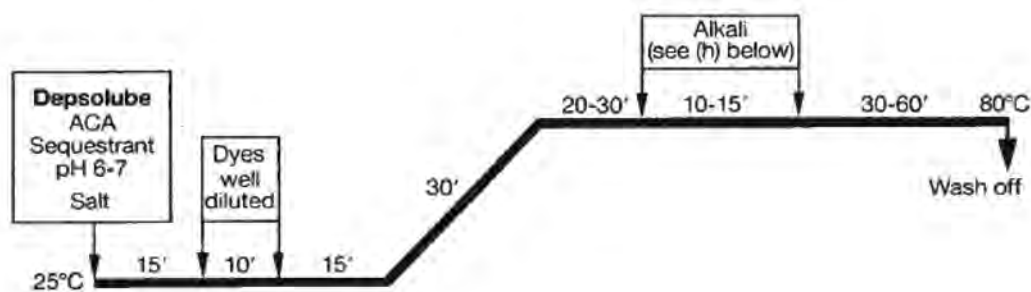
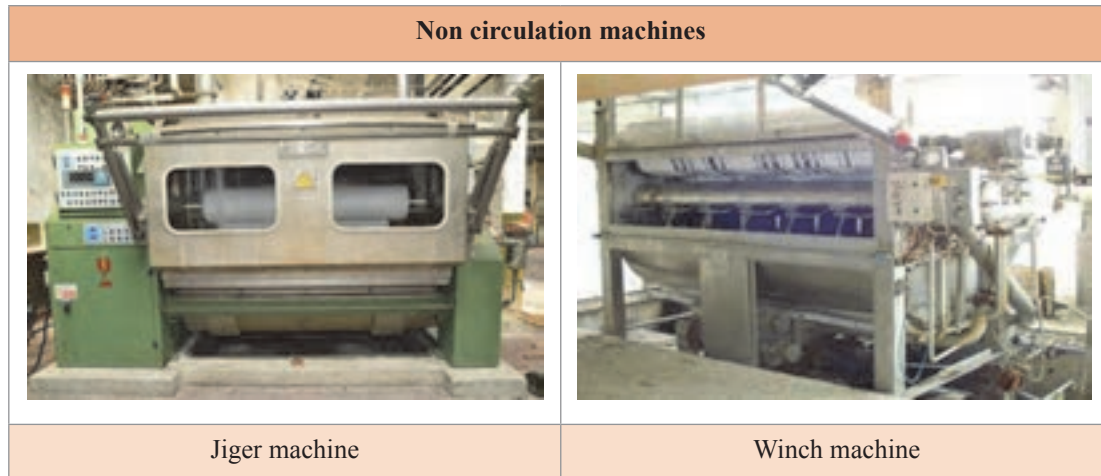
This process is recommended for non-circulating liquor machinery employing manual addition of electrolyte to control the rate of exhaustion. Suitable for all depths of shade.

- 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)- see section 6.1 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

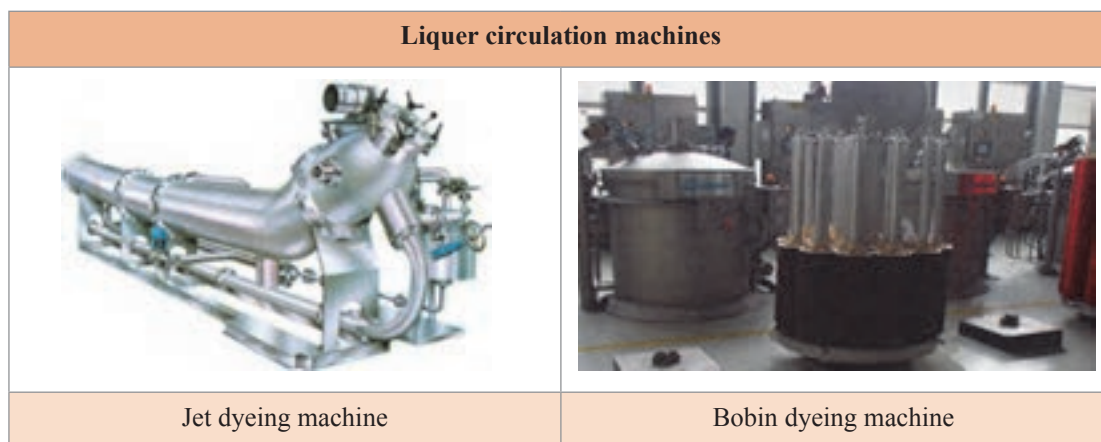


This method is suitable for machines with liquor circulation and for dyeing all medium to heavy depths of shades. All of the salt may be added at the start thereby reducing handling and saving time.

- (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) - see section 6.1 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; see Table 1 for the recommended time
- (j) Drop the bath and wash off

Fig 22 Liquer circulation machines



#### Light fastness and effect of finishing treatments on shade

Light fastness data have been obtained from Xenon Arc Fading Lamp exposures.

Where fastness data are given for resin-treated dyeings the first figure is for light fastness; the figure in parenthesis shows the shade change due to the finish.

A typical dimethylol dihydroxyethylene urea (DMDHEU) - as used for permanent press finishes - has been applied and the data derived is provided as a general guide. The DMDHEU resin has been allied with (a) magnesium chloride hexahydrate catalyst and (b) zinc nitrate catalyst.

The flame - retardant finish was an organo - phosphorus compound applied in combination with a handle modifier and softener.

It is advisable to examine the effects of specific finishes before proceeding to bulk use.

#### Delustrant viscose rayon

Titanium dioxide delustrant in viscose rayon has no adverse effect on the light fastness of Procion dyes under conditions of low humidity. High humidity exposure can give reduced light fastness.

#### Dye technical data

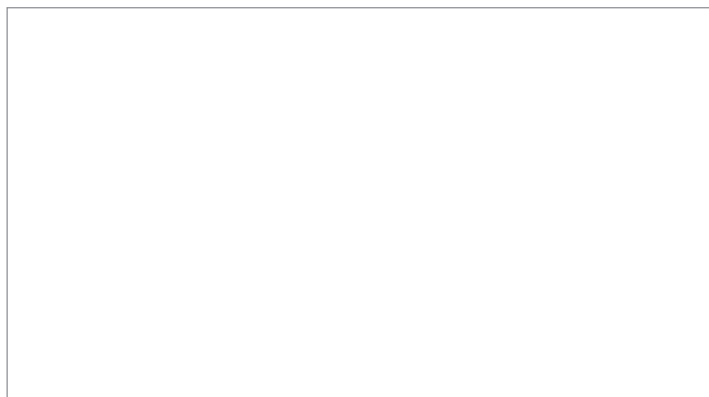
Table 4- Dye technical data

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
○	= 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>	= zinc 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
Dischargeability	
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
- 2- Duranol Brilliant Yellow T4G Powder Fine
- 3- Dispersol Fast Yellow T Liquid
- 4- Duranol Brilliant Yellow TRN Powder Fine
- 5- Dispersol Fast Yellow T3R Liquid
- 6- Dispersol Fast Yellow T4R Liquid
- 7- Duranol Brilliant Orange TG Powder Fine
- 8- Dispersol Fast Red T3B Grains





با توجه به جدول ۵ کاتالوگ 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.

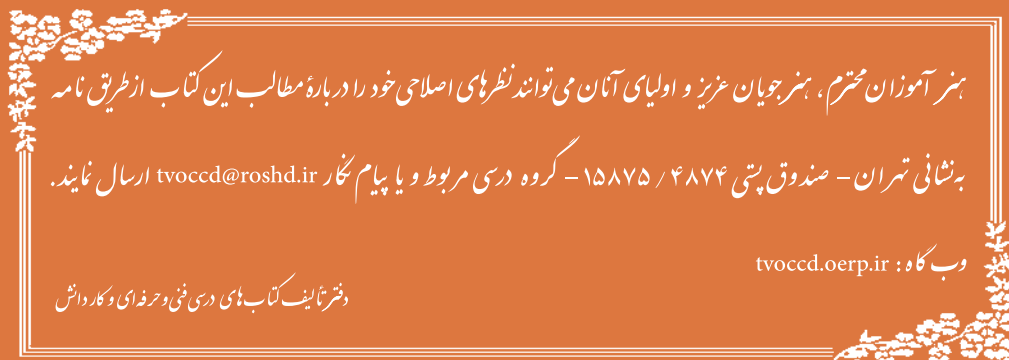
جدول ارزشیابی پودمان ۵- کسب اطلاعات فنی صنایع نساجی

عنوان پودمان فصل	تکالیف عملکردی (شایستگی‌ها)	استاندارد عملکرد (کیفیت)	نتایج	استاندارد (شاخص‌ها، داوری، نمره‌دهی)	نمره
کسب اطلاعات فنی	Spining & Weaving	توانایی استفاده از کاتالوگ مواد اولیه و ماشین‌ها برای کار کردن صحیح با آنها	بالاتر از حد انتظار	تشریح دستورات و کاربرد به‌موقع و تحلیل پاسخ‌ها	۳
	Dyeing & Printing & Finishing		در حد انتظار	دانستن کلمه‌ها و درک مفهوم دستورات	۲
			پایین تر از انتظار	دانستن کلمه‌های انگلیسی مرتبط با نساجی و غیر مرتبط	۱
نمره مستمر از ۵					
نمره شایستگی پودمان از ۳					
نمره پودمان از ۲۰					

- ۱ یکتا مهدی، فرش ماشینی، چاپ کارآفرینان خلاق امیرکبیر، ۱۳۸۵.
- ۲ پژمان محمد، کف پوش های ماشینی، نشر مبعث، ۱۳۸۹
- ۳ دیاری بیدگلی، منصور، فرش ماشینی، انتشارات دانشگاه آزاد اسلامی کاشان، ۱۳۹۵
- ۴ توسلی محمد سعید، رنجبر پازوکی رضا، فرش و کف پوش های ماشینی، نشر دانشگاه امیرکبیر، ۱۳۶۷
- ۵ هاشمی، حبیبی، فناوری نانو در نساجی، نشر جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۹۲
- ۶ فاطمی، نانو تکنولوژی در صنعت نساجی، نشر کیفیت، ۱۳۹۵
- ۷ آذر می، اشجاران، نانو الیاف و نانو تکنولوژی در نساجی، نشر دانشگاه آزاد اسلامی یادگار امام تهران، ۱۳۹۴
- ۸ سایت شبکه نانو نساجی nanotexnet.ir و ستاد ویژه توسعه فناوری نانو nano.ir و ...
- ۹ بهرامی، گودرز، منسوجات فنی، نشر دانشگاه صنعتی امیرکبیر، ۱۳۹۴
- ۱۰ وره‌ای، میرخانی، علی بابایی، حسینی شکری، منسوجات صنعتی، نشر جهاد دانشگاهی امیرکبیر، ۱۳۹۵
- ۱۱ کیوانفرد، تصفیه پساب صنایع نساجی، نشر کنکاش، ۱۳۹۵
- ۱۲ سازمان بهره‌وری انرژی ایران، گزارش مدیریت مصرف انرژی در صنایع نساجی، ۱۳۹۴
- ۱۳ رنگریزی، رشته صنایع نساجی، کمال الدین قرنچیک، علی ابراهیمی معتمد، صابر رستاک، چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۸۴
- ۱۴ H.R.Mattila, Intelligent Textiles and Clothhing, 2006
- ۱۵ Celanese Acetat, Complete textile Glossary, Calenese Acetate LLC Pub., 2001
- ۱۶ A.R.Horrocks and S.C.Anand. Handbook of Technical Textiles, 2005
- ۱۷ TEXTILES COMMITTEE (Government of India, Ministry of Textiles) Spining proceses 2016
- ۱۸ TEXTILES COMMITTEE (Government of India, Ministry of Textiles) Weaving proceses 2016







هنرآموزان محترم، هنرجویان عزیز و اولیای آنان می‌توانند نظرهای اصلاحی خود را دربارهٔ مطالب این کتاب از طریق نامه

به‌نشانی تهران - صندوق پستی ۴۸۷۴ / ۱۵۸۷۵ - گروه درسی مربوط و یا پیام‌نگار [tvoccd@roshd.ir](mailto:tvoccd@roshd.ir) ارسال نمایند.

وب‌گاه: [tvoccd.oerp.ir](http://tvoccd.oerp.ir)

دفترتایف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کار دانش