

## پودمان ۳

### رنگرزی الیاف بازیافته



## واحد یادگیری ۳

### رنگری الیاف بازیافته

#### شایستگی‌های فنی

هنرجو بایستی پس از اتمام این فصل بر مباحث زیر، مطابق جدول ارزشیابی تسلط یافته باشد.

اصول رنگری با مواد رنگزای دیسپرس و انواع مواد رنگزای دیسپرس و کاربرد آنها- رنگری الیاف دی‌استات با مواد رنگزای دیسپرس- رنگری الیاف تری‌استات با مواد رنگزای دیسپرس- انجام عملیات پس از رنگری و شستشوی کالا پس از رنگری- رنگری الیاف ویسکوز با مواد رنگزای راکتیو- اصول به‌کارگیری و کاربرد ماشین‌های رنگری بیم و جت در رنگری- رنگ همانندی و اصول نمونه رنگ‌کنی

#### شایستگی‌های غیر فنی

مهارت خوب گوش دادن- یادگیری- مسئولیت‌پذیری- مدیریت زمان در انجام کارها- ایفای نقش در تیم- شایستگی محاسبه و ریاضی- استدلال- تنظیم و اصلاح عملکرد- تفکر خلاق

#### استاندارد عملکرد

این واحد یادگیری در آزمایشگاه و کارگاه رنگری اجرا می‌شود و در پایان هنرجو می‌تواند الیاف دی‌استات و تری‌استات و ویسکوز را رنگ کند.

## رنگری الیاف بازیافته (رژنره، نیمه مصنوعی)

هم‌زمان با رشد جمعیت و افزایش مصرف و تقاضا برای منسوجات، تهیه‌ی پوشاک از الیاف طبیعی، جوابگوی تقاضای بازار نبود، بنابراین دانشمندان و متخصصان به فکر تهیه الیاف از پلیمرهای طبیعی و مصنوعی افتادند. در اوایل قرن نوزدهم تحقیقات بسیار زیادی انجام شد تا پلیمرهایی با خواص مطلوب برای الیاف نساجی تهیه شود که بعدها این پلیمرهای طبیعی و مصنوعی با روش‌های ریسندگی شیمیایی به الیاف بازیافته و مصنوعی تبدیل شدند.

الیاف بازیافتی از پلیمرهای موجود در طبیعت به دست می‌آید که دارای خواص فیزیکی و شیمیایی مطلوب برای تهیه‌ی یک لیف نساجی می‌باشند. این پلیمرها با روش‌های شیمیایی خشک‌ریسی، تریسی یا ذوب‌ریسی به الیاف فیلامنت یا استیپل تبدیل می‌شوند. الیاف بازیافته بر حسب نوع پلیمر طبیعی سازنده به سه نوع تقسیم می‌شوند:

۱- الیاف بازیافته‌ی سلولزی مثل ویسکوز ریون، دی‌استات سلولز، تری‌استات سلولز، پلی‌نوزیک، کوپرا‌مونیم

۲- الیاف بازیافته‌ی پروتئینی گیاهی مثل آردیل و ویکارای تهیه شده از بادام و دانه‌ی ذرت

۳- الیاف بازیافته‌ی پروتئینی حیوانی مثل الیاف فیبرولان و مرینوی تهیه شده از کازئین شیر بدون چربی

۴- الیاف بازیافته‌ی معدنی مثل الیاف شیشه‌ای و فلزی

در حال حاضر ماده‌ی اصلی تشکیل‌دهنده‌ی الیاف بازیافته سلولزی ویسکوز ریون، دی‌استات سلولز و تری‌استات سلولز همانند پنبه، سلولز است که به علت براقیت، صافی، درخشندگی، نرمی، خنکی و قابلیت تنفسی بالا، رنگری آسان، ثبات شستشویی خوب، خواص نزدیک به پنبه و ... به مقدار زیادی تولید و مصرف می‌گردد.

در صنعت برای تهیه‌ی ماده‌ی اولیه‌ی این الیاف از لینتر پنبه (الیاف کوتاه پنبه)، تفاله‌ی نیشکر، انواع کاه و خمیر چوب الوار درختان مخروطی صنوبر، کاج، سرو و... استفاده می‌شود. الیاف ویسکوز ریون و تری‌استات سلولز به ترتیب با روش‌های ریسندگی شیمیایی تریسی و خشک‌ریسی تهیه می‌گردند ولی الیاف دی‌استات سلولز از هر دو روش تهیه می‌گردد.

با توجه به این که استحکام الیاف سلولزی بازیافته در حالت تر کم می‌شود لازم است در زمان رنگری برای پیشگیری از تغییر شکل یافتن آنها، کشش یا فشاری به پارچه وارد نشود. برای مثال در مورد پارچه‌های حلقوی تاری و پودی، اعمال کشش سبب تغییر شکل در حلقه‌ها می‌گردد که برطرف کردن این عیب در مراحل بعدی امکان‌پذیر نیست.

از آنجایی که ماشین‌های شستشو و رنگری با عرض باز مثل ژيگر نیروی زیادی به پارچه وارد می‌کند، بهتر است که عملیات تر روی ماشین‌های وینچ، بیم و یا ماشین‌های مخصوصی که به همین جهت ساخته می‌شوند، انجام شود. همچنین لازم است که از خشک شدن زیاد پارچه‌ی ویسکوزیون اجتناب شود و از خشک‌کن‌های سیلندری استفاده نشود.

پارچه‌هایی که بافت ساتن و تافته دارند و انواع بافت‌های متراکم اغلب توسط ماشین رنگریزی ژيگر و بيم رنگریزی می‌شوند. رنگریزی با ماشین رنگریزی بيم (اتوکلاو)، وینچ و جت روش مرسومي است که بیشتر برای رنگریزی پارچه‌های حلقوی تاري استفاده می‌شوند تا کشش و فشار زیادی به پارچه در طی رنگریزی وارد نشود. بهتر است پارچه‌های نرم‌تر باز یافته نظیر کرک‌دار، کرپ و ژرژت، با ماشین رنگریزی وینچ رنگریزی شوند. الیاف دی‌استات سلولز به مقدار زیادی در پارچه‌های حلقوی تاري استفاده می‌شود. برای رنگریزی پارچه‌های حلقوی تاري، ماشین رنگریزی بيم و وینچ پیشنهاد می‌گردد، اگرچه در برخی موارد از ماشین‌های رنگریزی ژيگر و جت‌های جدید نیز استفاده می‌گردد. نخ‌های استات سلولز را نیز می‌توان با ماشین رنگریزی بوبین رنگ‌کنی رنگریزی کرد.

برای انتخاب یک ماده‌ی رنگزای مناسب برای رنگریزی الیاف باز یافته عواملی مثل خواص ثباتی رنگزای کاربرد آسان رنگزای مقرون به صرفه بودن رنگزای داشتن طیف وسیع رنگی رنگزای ... در نظر گرفته می‌شود. از آنجایی که الیاف استات به‌طور وسیعی به کار برده می‌شود، بنابراین انتخاب گستردگی طیف رنگی عامل مهمی برای انتخاب رنگزای مناسب برای رنگریزی است. بهترین گزینه برای رنگریزی الیاف باز یافته دی و تری‌استات سلولز رنگزای دیسپرس و آزوئیک است ولی الیاف ویسکوز ریون را می‌توان با طیف وسیعی از رنگزاهای مخصوص ویسکوز از قبیل مستقیم، راکتیو، گوگردی و خمی محلول، نفتلی و... رنگریزی کرد.

تحقیق کنید



با تحقیق میدانی و کتابخانه‌ای، لیستی از مواد رنگزای و ماشین‌آلات مناسب برای رنگریزی الیاف باز یافته سلولزی نظیر ویسکوز ریون و دی‌استات سلولز و تری‌استات سلولز را تهیه کنید.

## رنگریزی الیاف دی‌استات سلولز

الیاف دی‌استات سلولز با خواصی مشابه ویسکوز ریون در برابر اسیدهای آلی غلیظ و معدنی غیر فرار مثل اسید سولفوریک مقاوم نمی‌باشند و منجر به تجزیه‌ی آن می‌شود. همچنین دمای آب بیشتر از ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد منجر به کدر شدن دی‌استات سلولز و کاهش درخشندگی و براقیت آن می‌شود. این الیاف آب‌گریز و دارای جذب رطوبت کمی می‌باشند و در مجاورت با آب به میزان ۶ درصد تورم مولکولی و ۳۰ درصد کاهش استحکام پیدا می‌کنند ولی در برابر حلال‌های آلی بیشتر متورم می‌شوند. بیشترین مصارف نخ فیلامنت دی‌استات سلولز در تولید روسری، بلوز، جوراب، لباس‌های زنانه و مردانه، آستری، لباس ورزشی، بارانی، چتر نجات و... است. دی‌استات سلولز همچنین به علت دیر چروک شدن با الیاف دیگر مخلوط می‌شود و در تهیه‌ی انواع لباس استفاده می‌شود. پارچه‌هایی که از الیاف دی‌استات سلولز به روش تاري-پودی بافته می‌شوند، پارچه‌های لباسی نازک و متوسط، آستری و نواری مبلمان هستند. پارچه‌هایی هم که جنبه‌ی تزئینی دارند تار پارچه بیشتر از جنس نخ‌های فیلامنتی دی‌استات سلولز و پود آن از نخ پنبه‌ای ضخیم است.

نکته

در رنگری دی‌استات سلولز باید به این نکته توجه شود که حرارت حمام رنگری بیش از ۷۵ درجه‌ی سانتی‌گراد سبب کاهش قدرت، جلا، براقیت و درخشندگی الیاف دی‌استات سلولز می‌گردد.



رنگزاهای نفتلی، خمی و بازیگ به علت محدودیت در دما و زمان رنگری به مقدار کم در رنگری دی‌استات استفاده می‌شوند. در حال حاضر به دلایلی که در ادامه ذکر می‌شود، بهترین گزینه برای رنگری الیاف دی‌استات سلولز و تری‌استات سلولز، رنگزاهای دیسپرس می‌باشند، زیرا:

۱- اغلب دارای طیف رنگی بسیار وسیع و متنوع می‌باشند.

۲- کاربرد آسانی دارند.

۳- راندمان رنگی خوبی دارند.

۴- قیمت آنها مناسب است.

۵- دارای ثبات نوری خوب و ثبات شستشویی متوسط می‌باشند.

برای رنگری الیاف دی‌استات سلولز بیشتر، رنگزاهای دیسپرس مخصوص استات‌ها (گروه A) که دارای حجم و اندازه‌ی مولکولی کمتری نسبت به بقیه‌ی رنگزاهای دیسپرس می‌باشند استفاده می‌گردد.

برای رنگری دی‌استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس، ابتدا رنگزای دیسپرس را با کمک آب ۴۰ تا ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به‌صورت خمیر در می‌آورند و بعد به همراه مواد نگه‌دارنده‌ی تعلیق (دیسپرس‌کننده) به حمام اضافه می‌شود.

ثبات رنگزاهای دیسپرس بر روی دی‌استات سلولز با ثبات رنگزاهای مستقیم بر روی پنبه برابری می‌کند.

در ادامه یک نمونه نسخه‌ی رنگری الیاف دی‌استات سلولز با رنگزاهای دیسپرس آورده شده است:

رنگزای دیسپرس: X درصد

دیسپرس‌کننده: ۱ تا ۲ درصد

اسید استیک: برای تنظیم PH در محدوده‌ی ۵/۵ تا ۶

دما: ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

زمان: ۶۰ دقیقه

دیسپرس کردن رنگزای دیسپرس برای کسب یک رنگری مطلوب دارای اهمیت زیادی است. برای دیسپرس کردن رنگزا مقدار ۱۰ تا ۲۰ برابر مقدار رنگزای مصرفی به رنگزا، آب ۵۰ تا ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد اضافه می‌شود.

نکته

برای حل کردن ماده‌ی رنگزای دیسپرس، جوشاندن مخلوط رنگزای دیسپرس و آب، باعث تجمع مولکولی رنگزا می‌گردد که تبدیل آنها به‌صورت معلق به آسانی امکان‌پذیر نیست.



بهترین شرایط رنگری برای دی‌استات سلولز ۱ ساعت زمان و حدود ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد حرارت است. نتایج حاصل از تحقیقات و آزمایش‌های بسیار نشان می‌دهد که دمای مطلوب یا بهینه برای رنگری دی‌استات سلولز با اکثر رنگزاهای دیسپرس دمای ۸۰ درجه‌ی سانتی‌گراد است.

امروزه مواد رنگزای دیسپرس به شکل‌های پودری، خمیری و مایع تولید می‌شوند و در زمان ساخت محلول رنگ به آنها افزوده می‌شود. بنابراین در زمان حل کردن رنگزا و در طی رنگریزی نباید دو بار از مواد دیسپرس‌کننده در حمام استفاده شود زیرا این عمل باعث کاهش جذب و رمق‌کشی رنگزا می‌گردد و رنگریزی ناپیکنواختی را به وجود می‌آورد.

## مواد رنگزای دیسپرس

بر طبق تعریف مواد رنگزای دیسپرس به مواد رنگزای غیر یونی و غیر محلول در آب با وزن مولکولی ۳۰۰ تا ۸۰۰ گرم بر مول گفته می‌شود که برای الیاف غیر آب‌دوست بازیافته مثل دی‌استات سلولز، تری‌استات سلولز و الیاف مصنوعی تمایل و جاذبه دارند و به‌صورت دیسپرس شده به کار می‌روند. مواد رنگریزی دیسپرس ابتدا برای رنگریزی الیاف استات سلولز به کار می‌رفتند ولی به علت خواص جالبشان، استفاده از آنها در تمامی الیاف مصنوعی رایج گردید. مواد رنگزای دیسپرس دارای اندازه‌ی ذرات بسیار کوچکی در حدود ۰/۵ تا ۴ میکرون و حلالیتشان در فاز آبی بسیار کم است. رنگزاهای دیسپرس از لحاظ مقاومت دمایی و میزان انرژی متفاوت می‌باشند که با توجه به کاربرد نهایی لازم است که کلاس رنگی موردنظر انتخاب گردد. با انتخاب نوع رنگزا می‌توان روش رنگریزی و نوع ماشین‌آلات مورد نیاز و مناسب رنگریزی را نیز تعیین کرد. انجمن رنگرزان دنیا مواد رنگزای دیسپرس را بر اساس وزن مولکولی، مقاومت دمایی و سطح انرژی به چهار کلاس تقسیم کرده است:

- ۱- مواد رنگزای دیسپرس کلاس A: مثل رنگزاهای دیسپرس زرد ۳ و قرمز ۳
- ۲- مواد رنگزای دیسپرس کلاس B: مثل رنگزای دیسپرس زرد ۵۴ و قرمز ۶۰
- ۳- مواد رنگزای دیسپرس کلاس C: مثل زرد ۲۱۱ و قرمز ۷۳
- ۴- مواد رنگزای دیسپرس کلاس D: مثل زرد ۱۱۴ و قرمز ۹۲
- ۵- مواد رنگزای دیسپرس کلاس A دارای وزن مولکولی خیلی کم و سطح انرژی پایین می‌باشند که بیشتر برای رنگریزی پارچه‌های پلی‌استر با روش کیری استفاده می‌شوند. همچنین این دسته از رنگزاها برای رنگریزی نایلون و دی‌استات سلولز در دمای حدود ۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد بر طبق کاتالوگ رنگریزی استفاده می‌شوند.
- ۶- مواد رنگزای دیسپرس کلاس B دارای وزن مولکولی کم و سطح انرژی متوسط می‌باشند که بیشتر برای رنگریزی پلی‌استر تحت دمای جوش تا ۱۰۵ درجه‌ی سانتی‌گراد استفاده می‌شوند. این رنگزاها به رنگزاهای کیری معروف می‌باشند.
- ۷- مواد رنگزای دیسپرس کلاس C دارای وزن مولکولی متوسط و سطح انرژی بالا می‌باشند که عملیات رنگریزی با این رنگزاها در دمای حدود ۱۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد (روش HT یا دمای بالا) انجام می‌شود. رنگریزی با این رنگزاها به روش ترموزول و روش HT معمول می‌باشد.

۸- مواد رنگزای دیسپرس کلاس D دارای وزن مولکولی و سطح انرژی خیلی بالا می‌باشند که قدرت تصعید (تغییر حالت جامد به گاز) بالایی نیز دارند. عملیات رنگری با این رنگزها در دمای حدود ۲۲۰ درجه‌ی سانتی‌گراد انجام می‌شود. این دسته رنگزها بیشتر در عملیات چاپ استفاده می‌شود و برای رنگری با این رنگزها بیشتر از روش ترموزول استفاده می‌شود. با توجه به نوع کاربرد نهایی، بهتر است که برای رنگ‌ها و شیدهای مختلف از یک کلاس رنگزا استفاده شود. به‌عنوان مثال برای رمق‌کشی، رنگزای کلاس C پیشنهاد می‌شود. اگر قصد ترکیب رنگزها در رنگ همانندی را دارید، بهتر است از ترکیب کلاس C و D یا B و C استفاده شود. زیرا رنگزهایی که برای کسب رنگ مورد نظر قرار است با همدیگر ترکیب شوند، لازم است قدرت تصعید نزدیک به هم داشته باشند.

میزان حصول یکنواختی رنگری با رنگزهای دیسپرس ذکر شده اغلب از کلاس A به سمت کلاس D کم می‌شود و در نتیجه برای ایجاد یکنواختی باید از مواد شیمیایی و کنترل حرارت بهره جست.

آیا می‌دانید



رنگری با مواد رنگزای دیسپرس در یک محلول رقیق ماده‌ی رنگزای دیسپرس در آب به شرطی امکان‌پذیر می‌باشد که ذرات بسیار ریز ماده‌ی رنگری به‌طور مداوم و یکنواخت به حالت دیسپرس درآیند و شرایط محلول رقیق را حفظ کنند. هرچند مواد رنگزای دیسپرس به‌طوری ذاتی در آب غیر محلول می‌باشند ولی به علت ایجاد پیوند هیدروژنی و نیروهای واندروالس به مقدار خیلی جزئی در آب حل می‌شوند. چنانچه ذرات ماده‌ی رنگری بزرگ و به‌صورت متبلور باشند، سرعت انحلال ماده‌ی رنگزا بسیار کم می‌شود. برای اکثر مواد رنگزای دیسپرس یک سرعت رنگری قابل قبول موقعی فراهم می‌گردد که ابعاد رنگزای مصرفی بسیار ریز و در حدود چند میکرون باشد که برای تحقق این امر استفاده از مواد دیسپرس‌کننده ضروری است. از آنجایی که مواد رنگزای دیسپرس دارای خاصیت یکنواخت‌شوندگی و قدرت مهاجرت خوبی هستند، بنابراین به هنگام استفاده از این رنگزها نیازی به مواد یکنواخت‌کننده یا کندکننده در رنگری نیست.

## مواد دیسپرس‌کننده Dispersing agent

در برخی از رنگری‌ها برای پخش یکنواخت ذرات ریز و معلق مواد مصرفی و رنگزا در حمام رنگری از مواد کمکی دیسپرس‌کننده بر طبق نسخه‌ی رنگری استفاده می‌گردد. افزودن دیسپرس‌کننده‌ها به حمام رنگری باعث انتقال یکنواخت مواد و رنگزای مصرفی بر روی کالای نساجی می‌گردد. نقش مواد دیسپرس‌کننده در اصل معلق نگه‌داشتن مواد مصرفی و جلوگیری از ته‌نشینی آنها در حمام رنگری می‌باشد. ساختمان مولکولی مواد دیسپرس‌کننده مانند سایر مواد سطح فعال از یک بخش آب‌دوست (هیدروفیل) و یک بخش چربی‌دوست (لیپوفیل) تشکیل شده است. در زمان رنگری بخش چربی‌دوست مواد دیسپرس‌کننده، ماده‌ی رنگزا را احاطه می‌کنند و بخش آب‌دوست دیسپرس‌کننده به طرف آب جهت

می‌گیرد. به عبارت دیگر ماده‌ی دیسپرس‌کننده، با احاطه‌ی ذرات رنگزا در تعلیق و ایجاد نیروهای الکترواستاتیک دافعه‌ی بین آنها، از تجمع آنها جلوگیری می‌کند و به این ترتیب به ثبات تعلیق (دیسپرسیون) افزوده می‌شود. این ویژگی دیسپرس‌کننده مانع از نزدیکی، چسبندگی رنگزاها و ته‌نشینی آنها در حمام رنگرزی می‌گردد و این عمل باعث معلق ماندن رنگزاها در طول رنگرزی و افزایش یکنواختی و جذب رنگزا می‌گردد. در ضمن کاهش پساب رنگی و صرفه‌ی اقتصادی به همراه دارد. ماده‌ی سطح فعال دیسپرس‌کننده ممکن است در آغاز و یا در حین جریان رنگرزی به حمام رنگرزی اضافه شود. مواد دیسپرس‌کننده جذب و رسوب ذرات ماده‌ی رنگزای دیسپرس را بر روی سطح الیاف به حداقل می‌رساند و از طرفی انحلال واقعی ماده‌ی رنگرزی را در حمام یا فاز آبی افزایش می‌دهند. این عمل دیسپرس‌کننده‌ها باعث افزایش سرعت جذب رنگزای دیسپرس بر روی کالای نساجی می‌گردد. افزودن ماده‌ی دیسپرس‌کننده به حمام رنگرزی باعث کند شدن عمل مهاجرت رنگزا از حمام رنگرزی به لیف می‌گردد و در نتیجه حصول رنگرزی یکنواخت را به همراه خواهد داشت.

نکته

افزایش بیش از حد ماده‌ی دیسپرس‌کننده به حمام رنگرزی باعث کاهش درصد جذب رنگزا بر روی لیف می‌گردد.



نقش مواد سطح فعال دیسپرس‌کننده اضافه شده به رنگزاها در کارخانه‌ی رنگ‌سازی به این گونه می‌باشد که ذرات بسیار ریز و جدا از هم ماده‌ی رنگزای دیسپرس را که بسیار غلیظ و به حالت دیسپرسیون پایدار می‌باشد، در طی زمان نگهداری به حالت پایدار نگه می‌دارد تا از لخته و دلمه شدن آن در هنگام آسیاب، خشک کردن پودر ماده‌ی رنگرزی جلوگیری نماید. همچنین دیسپرس‌کننده‌ها از جدا شدن مواد رنگرزی خمیر شکل و مایع در اثر گذشت زمان در انبار جلوگیری می‌کند.

فعالیت کارگاهی



بررسی اثر دما و دیسپرس‌کننده در رنگرزی دی‌استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس با توجه به نسخه‌ها و نمودار، عمل رنگرزی را انجام دهید.

کالای نساجی مورد نیاز:

الیاف یا نخ دی‌استات سلولز هر یک به وزن ۴ گرم

مواد مصرفی مورد نیاز:

ماده رنگزای دیسپرس (تهیه محلول ۱ درصد) \*\* دیسپرس‌کننده (تهیه محلول ۵ درصد) \*\* آب نرم

وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز:

بشر یا لیوان آزمایشگاهی \*\* دماسنج مخصوص \*\* همزن شیشه‌ای \*\* پیپت ساده ۱۰ سی‌سی \*\*

پیپت پرکن (پوآر) \*\* وسایل ایجاد حرارت \*\* ترازو \*\* کرنومتر یا ساعت \*\* استوانه مدرج



### نسخه رنگری:

مواد مصرفی برحسب درصد نسبت به وزن کالا و گرم در لیتر نسبت به حجم مایع رنگری در جدول ۱ نشان داده شده است:

جدول ۱ میزان مواد مصرفی

مواد مصرفی	حمام ۱	حمام ۲	حمام ۳	حمام ۴
رنگزای دیسپرس (درصد)	%۴	%۴	%۴	%۴
دیسپرس کننده (گرم در لیتر)	-----	۱	-----	۱

نسبت مایع به کالا (L:R):

دمای نهایی هر حمام متفاوت و در جدول ۲ نشان داده شده است:

جدول ۲ دمای نهایی هر حمام

شماره حمام	۱	۲	۳	۴
دمای نهایی حمام	۵۰	۵۰	۸۰	۸۰

محاسبه کنید



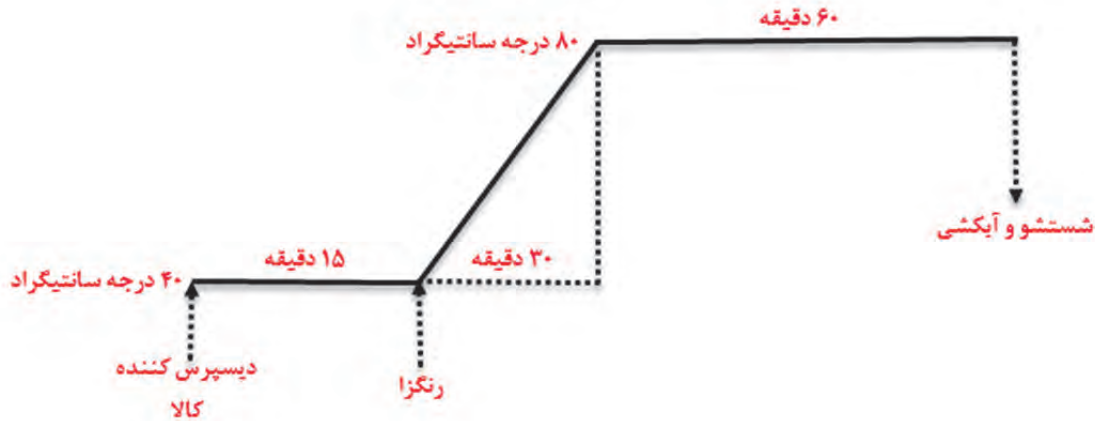
میزان آب مصرفی، محلول رنگزا و دیسپرس کننده را با انجام محاسبات رنگری را به دست آورید.

### روش آزمایش:

برای رنگری کالای دی استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس بر طبق نسخه و نمودار رنگری داده شده و محاسبات انجام شده، ۴ حمام رنگری را با آب در دمای ۴۰ درجه سانتی گراد آماده کنید. سپس کالای دی استات سلولز را به حمامها اضافه کنید و در ادامه طبق جدول مادهی دیسپرس کنندهی حل شده را به حمام ۲ و ۴ اضافه کنید. بر طبق نمودار رنگری بعد از ۱۵ دقیقه کالاها را از حمام خارج کنید و مواد رنگزای دیسپرس حل شده را به حمامها اضافه کنید. بعد دمای حمامهای رنگری را طوری افزایش می دهند که دمای محلول رنگری در مدت زمان ۳۰ دقیقه به دمای نهایی داده شده در نمودار برسد. رنگری را در این دما به مدت ۶۰ دقیقه ادامه می دهند و سپس کالا را از حمام خارج می کنند و شستشو، آبکشی و خشک می کنند.

## نمودار رنگری:

در شکل ۱ تصویر نمودار رنگری دی استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس نشان داده شده است.



شکل ۱ تصویر نمودار رنگری دی استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس

درجه حرارت جوش منجر به ریزش آب جوش به اطراف و تولید فشار در مخازن رنگری می گردد. در هنگام کار مواظب باشید تا محلول جوش باعث ایجاد خطر نشود.

نکات ایمنی



به نظر شما مصرف ماده‌ی دیسپرس کننده در حمام‌های رنگری ۲ و ۴ چه تأثیرات مثبتی نسبت به دو حمام دیگر رنگری داشته است. فاکتور دمای نهایی حمام رنگری چه تأثیراتی داشته است؟

مقایسه کنید



کنترل درجه حرارت باعث کاهش مصرف انرژی می شود. با رسیدن شید رنگ به مقدار مناسب، میزان ماندن در جوش را کاهش دهید.

زیست محیطی



۱- پس از خشک شدن چهار نمونه در دمای محیط یا درون آن‌ها را با همدیگر از نظر میزان یکنواختی رنگری و میزان فام و شید رنگ (کم رنگی یا پر رنگی) در زیر نور استاندارد مقایسه کنید و به تحلیل نتایج بپردازید.

مقایسه و استدلال



۲- در پایان آزمایش حجم پساب‌ها را در چهار عدد استوانه‌ی مدرج با آب به حجم یکسان ۳۰۰ سی‌سی برسانید و با همدیگر از نظر پرنرنگی و کم‌رنگی در زیر نور استاندارد مقایسه کنید و به تحلیل نتایج بپردازید.

۱- به نظر شما تفاوت در رنگ پساب‌های رنگری و نمونه‌های رنگری شده چه علتی می‌تواند داشته باشد؟

۲- به نظر شما تغییر در کدامیک از پارامترهای آزمایش به نتایج مشابه این آزمایش منجر می‌گردد؟

۳- بهترین شرایط بهینه‌ی دما و شرایط رنگری برای این آزمایش را تحقیق و بررسی کنید.

بحث کنید



## رنگری الیاف تری‌استات سلولز

الیاف تری‌استات سلولز در مقایسه با دی‌استات سلولز دارای جذب رطوبت کمتری می‌باشد به همین علت پارچه‌های تهیه شده از الیاف تری‌استات سلولز در تهیه لباس‌های بشور و بیوش استفاده‌ی زیادی می‌شود. الیاف تری‌استات سلولز در برابر قلیایی‌ها از دی‌استات سلولز مقاوم‌ترند ولی اسیدهای غلیظ و قلیایی قوی و جوشان آن را از بین می‌برد. الیاف تری‌استات سلولز را می‌توان برخلاف دی‌استات سلولز در حرارت جوش و بالاتر از آن هم رنگری کرد.

به علت جذب رطوبت کمتر از دی‌استات سلولز و چروک‌پذیری پایین، پارچه‌های تری‌استات به علت مقاومت در برابر نفوذ مواد رنگی و انواع لکه برای انواع رومبلی و رومیزی استفاده می‌شوند. الیاف تری‌استات که اغلب به شکل فیلامنت مصرف می‌شوند، بیشتر در پارچه‌های حلقوی تاری و پارچه‌های ژرسه استفاده می‌شوند و برخلاف دی‌استات سلولز می‌توان آنها را در دمای بالاتر از جوش در ماشین‌های رنگری وینچ، بیم و جت هم رنگری کرد. البته برای حفظ حالت پفکی برخی پارچه‌ها بهتر است از ماشین رنگری جت استفاده شود.

نخ‌های تکسچره‌ی تری‌استات را هم می‌توان به‌صورت بوبین روی دوک‌های فنری مخصوص در ماشین بوبین رنگ‌کنی رنگری کرد. تری‌استات سلولز را به فرم الیاف، فتیله‌ی استیپل و فتیله‌ی فیلامنت (Tow) می‌توان در ماشین‌های رنگری معمولی رنگری کرد. البته الیاف تری‌استات را می‌توان در ماشین رنگری الیاف در حرارت‌های بالا نیز رنگری کرد.

عملیات تکسچره کردن چیست و چرا نخ‌های تری‌استات را تکسچره می‌کنند. چه الیاف دیگری در صنعت تکسچره می‌شوند.

تحقیق کنید



میزان نفوذ مواد رنگزای دیسپرس را می‌توان به کمک ماده‌ی کمکی کاریر یا با استفاده از دمای بالای حمام رنگری، افزایش داد. رنگری تری‌استات سلولز با رنگزاهای دیسپرس مشابهی دی‌استات سلولز می‌باشد با این تفاوت که درجه حرارت بالاتری را می‌توان انتخاب کرد.

الیاف تری استات سلولز برخلاف دی استات سلولز دارای ساختمان فشرده تر با خواص هیدروفوبی بیشتر می باشند که در زمان رنگرزی برای افزایش تورم در حد مطلوب باید از دمای بالای ۱۰۰ درجه سانتی گراد استفاده شود. همچنین می توان با مصرف مواد کمکی و متورم کننده ی کاربرد تورم بیشتری در الیاف تری استات سلولز در زمان رنگرزی ایجاد کرد.

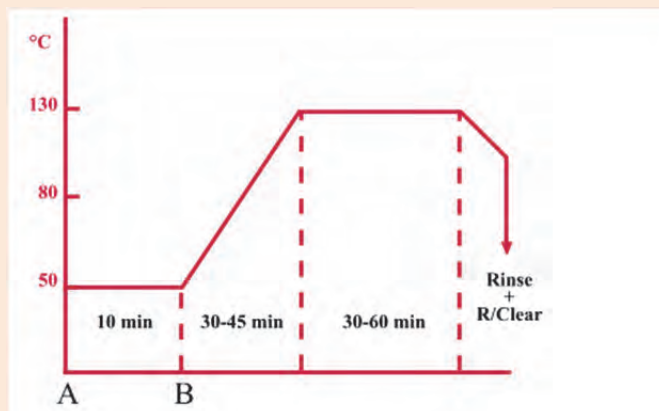
شرایط رنگرزی برای تری استات سلولز ۲ ساعت زمان و دمای ۹۵ درجه سانتی گراد در حضور کاربرد در ماشین رنگرزی معمولی می باشد. نتایج حاصل از تحقیقات و آزمایش های متعدد نشان می دهد که دمای مطلوب یا بهینه برای رنگرزی تری استات سلولز با اکثر رنگزهای دیسپرس دمای ۹۵ درجه سانتی گراد می باشد.

نتایج حاصل آزمایش های متعدد همچنین نشان می دهد که اغلب سرعت رنگرزی تری استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس حتی در دمای ۹۰ درجه سانتی گراد از سرعت رنگرزی دی استات سلولز که در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد رنگرزی شده است، کمتر می باشد. برای افزایش سرعت رنگرزی تری استات با مواد رنگزای دیسپرس بهتر است که عملیات رنگرزی در ماشین های رنگرزی تحت فشار و در حرارت ۱۱۵ تا ۱۲۰ درجه سانتی گراد انجام شود یا از مواد شیمیایی شتاب دهنده رنگرزی نظیر کریر استفاده شود. میزان درجه حرارت پیشنهاد شده برای شروع رنگرزی دی استات سلولز ۳۵ تا ۴۰ درجه سانتی گراد و حداکثر آن ۸۰ درجه سانتی گراد می باشد. این فاصله ی درجه حرارت بر حسب نوع کالا و نوع ماشین آلات رنگرزی به کار رفته بین ۳۰ تا ۶۰ درجه افزایش می باشد.

میزان درجه حرارت پیشنهاد شده برای شروع رنگرزی تری استات سلولز ۴۵ تا ۵۰ درجه سانتی گراد و حداکثر آن در ماشین های رنگرزی معمولی اتمسفریک ۹۸ درجه سانتی گراد می باشد. این فاصله ی افزایش درجه حرارت بر حسب نوع کالا و نوع ماشین آلات رنگرزی به کار رفته متغیر می باشد. در ماشین آلات رنگرزی تحت فشار رنگرزی تا دمای ۱۲۰ درجه سانتی گراد نیز پیشنهاد می شود.

در شکل ۲ تصویر نمودار رنگرزی یک رنگزای تجارتهی برای رنگرزی تری استات سلولز، پلی استر و نایلون مشاهده می شود. به کمک هنرآموز مربوط نمودار و توضیحات مربوط را تفسیر کنید.

فعالیت کلاسی



شکل ۲ تصویر نمودار رنگرزی یک رنگزای تجارتهی برای رنگرزی تری استات سلولز

## شیب دمایی رنگری

از نکات حائز اهمیت در رنگری با رنگزاهای دیسپرس شیب دمایی رنگری می‌باشد. اغلب رنگری‌ها با رنگزاهای دیسپرس در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد شروع می‌شود. بهترین شیب دمایی برای یکنواختی و جذب بهتر رنگزای دیسپرس، شیب ۱/۵ درجه سانتی‌گراد در دقیقه می‌باشد تا دما به ۸۵ درجه سانتی‌گراد برسد. رنگری با ماشین رنگری جت و رمق‌کشی در دمای بالا با این شیب دمایی انجام می‌شود.

از آنجایی که دمای حدود ۸۵ درجه سانتی‌گراد، دمای شروع فرآیند جذب رنگزای دیسپرس بر روی کالای نساجی می‌باشد، بنابراین بهتر است رنگری در این دما به مدت حداقل ۱۵ دقیقه انجام شود. پس از مدت ۱۵ دقیقه دمای حمام رنگری با شیب دمایی ۰/۷ تا ۱ درجه سانتی‌گراد در دقیقه تا دمای ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد افزایش می‌یابد. با توجه به شید و درصد رنگزای مصرفی عملیات رنگری در این دما بین ۳۰ تا ۶۰ دقیقه ادامه می‌یابد.

## کاریر (carrier)

برای رنگری الیاف تری‌استات سلولز در ماشین رنگری معمولی و حرارت ۹۵ درجه سانتی‌گراد در برخی موارد از ترکیباتی به نام کاریر استفاده می‌گردد. کاریرها باعث متورم شدن الیاف و باز شدن ساختمان آن می‌گردد. این عمل باعث نفوذ راحت‌تر رنگزا و افزایش سرعت میزان جذب ماده‌ی رنگزای دیسپرس به داخل الیاف می‌گردد. بعد از اتمام رنگری و سرد شدن حمام رنگری، الیاف دو مرتبه به شکل اولیه خود قبل از تورم تبدیل می‌شوند و مواد رنگزای دیسپرس در ساختمان الیاف محبوس می‌گردد. میزان مصرف کم یا زیاد کاریر در رنگری کاهش جذب ماده‌ی رنگری را به همراه دارد. مصرف بیش از اندازه‌ی کاریر در حمام رنگری، فاز ثابتی به نام کاریر غیر محلول تشکیل می‌دهد که در جذب ماده‌ی رنگزا با لیف رقابت می‌کند و لذا کاهش سرعت میزان جذب رنگزا را بر روی لیف به همراه دارد.

امروزه استفاده از برخی کاریرها به علت تخریب محیط زیست، سمی بودن و ایجاد حساسیت و خارش پوستی بسیار محدود شده است. در ضمن رنگری باید در ماشین‌های در بسته انجام شود تا محیط کار آلوده نگردد. بعد از رنگری کاریرها به‌طور کامل باید از سطح کالا برطرف گردند.

زیست‌محیطی



## عملیات رداکشن کلیرینگ (Reduction Clearing)

بعد از رنگری کالای نساجی با مواد رنگزای دیسپرس برای پاک کردن رنگزاهای باقیمانده‌ی سطحی و اضافی از عملیات رداکشن کلیرینگ استفاده می‌شود. عملیات رداکشن کلیرینگ (شستشوی احیایی) باعث افزایش شفافیت، ثبات سایشی تر و خشک، ثبات شستشویی و... در کالای رنگری شده با رنگزای دیسپرس می‌گردد. در مورد پارچه‌های مخلوط این عملیات باعث برطرف شدن رنگ‌های اضافی را از روی جزء دوم می‌گردد.

عملیات رداکشن کلیرینگ در یک حمام احیاء با PH قلیایی حدود ۱۲ (با حدود ۲ گرم در لیتر سود) انجام می‌شود. برای شستشوی کالای رنگرزی شده با رنگزای دیسپرس توسط عمل رداکشن کلیرینگ از مواد مصرفی طبق جدول ۳ در حمام شستشو استفاده می‌گردد.

جدول ۳ مواد مصرفی مورد استفاده در حمام رداکشن کلیرینگ

مواد مصرفی	میزان مصرف	توضیحات
هیدروسولفیت سدیم	۳ گرم در لیتر	احیاء رنگزا
سود ۳۶ درجه بومه	۶ سی سی در لیتر	تأمین PH قلیایی در حدود ۱۲
دترجنت Tinegai w	۳ گرم در لیتر	شوینده

عملیات شستشو با مواد مصرفی مذکور در دمای حدود ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به مدت ۱۵ تا ۲۰ دقیقه انجام می‌شود.

درجه بومه و درجه توآدال چیست؟ کاربرد آنها چیست؟ در این باره حدود ۵ صفحه مطلب گردآوری کنید و به کلاس ارائه کنید.

تحقیق کنید



از آنجایی که سود- هیدرو در دمای حدود ۶۰ درجه‌ی سانتی‌گراد به بالا به تدریج ضعیف می‌شود، اخیراً برخی کارخانه‌ها از رداکشن کلیرینگ‌های اسیدی استفاده می‌کنند که مقاومت بیشتری در برابر حرارت دارند و پس از پایان عملیات، نیاز به خنثی‌سازی ندارند. رداکشن کلیرینگ‌های اسیدی را می‌توان به میزان حدود ۲ گرم در لیتر حتی در دمای جوش نیز استفاده کرد. در ضمن از مزایای این رداکشن کلیرینگ می‌توان به عدم نیاز به سود، شوینده و هیدرو در حمام شستشو اشاره کرد.

آیا می‌دانید



بررسی اثر دما و دیسپرس کننده در رنگرزی تری‌استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس مطابق دستورالعمل زیر رنگرزی را انجام دهید و نمونه کار را به هنرآموز تحویل دهید و از صحت کار خود مطلع شوید.

فعالیت کارگاهی



کالای نساجی مورد نیاز:

الیاف یا نخ دی‌استات سلولز هر یک به وزن ۴ گرم

مواد مورد نیاز:

ماده رنگزای دیسپرس (تهیه محلول ۱ درصد) \*\* دیسپرس کننده (تهیه محلول ۵ درصد) \*\* آب نرم \*\* اسید استیک (تهیه محلول ۵ درصد)

وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز:

بشر یا لیوان آزمایشگاهی \*\* دماسنج مخصوص \*\* همزن شیشه‌ای \*\* پیپت ساده ۱۰ سی سی \*\* پیپت پرکن (پوآر) \*\* وسایل ایجاد حرارت \*\* ترازو \*\* کرنومتر یا ساعت \*\* استوانه مدرج

### نسخه رنگری:

میزان مواد مصرفی برحسب درصد نسبت به وزن کالا و گرم در لیتر نسبت به حجم مایع رنگری در جدول ۴ نشان داده شده است:

جدول ۴ میزان مواد مصرفی

حمام ۴	حمام ۳	حمام ۲	حمام ۱	مواد مصرفی
%۳	%۳	%۳	%۳	رنگزای دیسپرس (درصد)
۱	-----	۱	-----	دیسپرس کننده (گرم در لیتر)
۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	اسید استیک (گرم در لیتر)

نسبت مایع به کالا (L:R) به میزان ۵۰:۱ باشد.

دمای نهایی هر حمام متفاوت و در جدول ۵ نشان داده شده است:

جدول ۵ دمای نهایی هر حمام

شماره حمام	۱	۲	۳	۴
دمای نهایی حمام	۶۰	۶۰	۹۵	۹۵

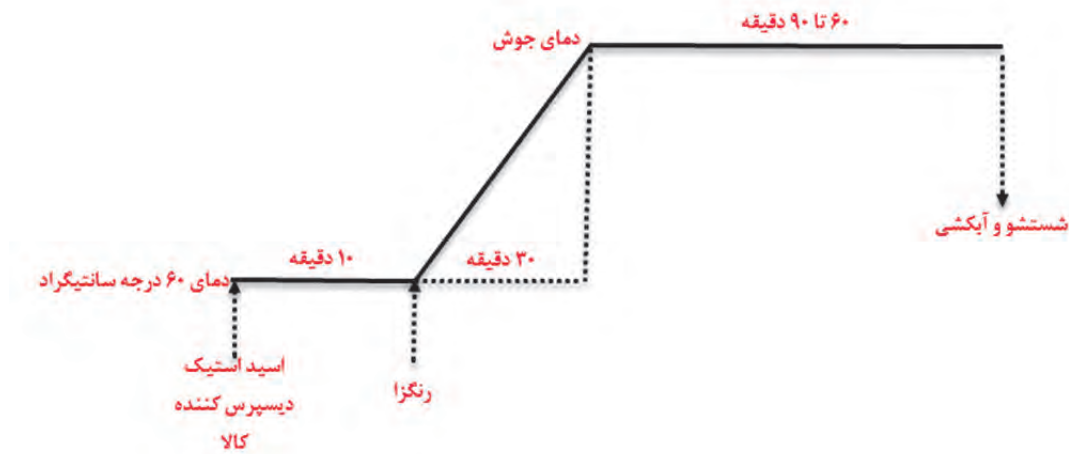
میزان آب، رنگزا و دیسپرس کننده را با انجام محاسبات رنگری به دست بیاورید.

### روش آزمایش:

برای رنگری کالای دی استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس بر طبق نسخه و نمودار رنگری داده شده و محاسبات انجام شده، ۴ حمام رنگری را با آب در دمای ۶۰ درجه سانتی گراد آماده کنید. سپس کالای دی استات سلولز را به حمامها اضافه کنید و در ادامه طبق جدول اسید استیک را به تمامی بشرها و مادهی دیسپرس کنندهی حل شده را به حمام ۲ و ۴ اضافه کنید. بر طبق نمودار رنگری بعد از ۱۰ دقیقه کالاهای را از حمام خارج کنید و مواد رنگزای دیسپرس حل شده را به حمامها اضافه کنید. بعد دمای حمامهای رنگری را طوری افزایش دهید که دمای محلول رنگری در مدت زمان ۳۰ دقیقه به دمای نهایی داده شده در جدول برسد. رنگری را در این دما به مدت ۶۰ الی ۹۰ دقیقه ادامه دهید و سپس کالا را از حمام خارج کنید و شستشو، آبکشی و خشک کنید.

## نمودار رنگرزی:

در شکل ۳ تصویر نمودار رنگرزی تری استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس نشان داده شده است.



شکل ۳ تصویر نمودار رنگرزی تری استات سلولز با مواد رنگزای دیسپرس

در رنگرزی کالای نساجی با مواد رنگزای دیسپرس، عملیات تخلیه‌ی پساب رنگرزی دیسپرس بهتر است در دمای ۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد انجام شود زیرا تخلیه در دمای پایین باعث رسوب الیگومرها و ایجاد توده‌های نامحلول می‌گردد. همچنین تخلیه در دمای پایین باعث شکست، خمش و دفرمه شدن پارچه‌های حساس مثل حلقوی می‌گردد.

نکته



۱- پس از خشک شدن چهار نمونه در دمای محیط یا درون آون آنها را با همدیگر از نظر میزان یکنواختی رنگرزی و میزان فام و شید رنگ (کم‌رنگی یا پررنگی) در زیر نور استاندارد مقایسه کنید و به تحلیل نتایج پردازید.

مقایسه و استدلال



۲- در پایان آزمایش حجم پساب‌ها را در چهار عدد استوانه‌ی مدرج با آب به حجم یکسان ۳۰۰ سی‌سی برسانید و با همدیگر از نظر پررنگی و کم‌رنگی در زیر نور استاندارد مقایسه کنید و به تحلیل نتایج پردازید.

بحث کنید



- ۱- به نظر شما تفاوت در رنگ پساب‌های رنگرزی و نمونه‌های رنگرزی شده چه علتی می‌تواند داشته باشد؟
- ۲- به نظر شما تغییر در کدام یک از پارامترهای آزمایش به نتایج مشابه این آزمایش منجر می‌گردد؟
- ۳- بهترین شرایط بهینه‌ی دما و شرایط رنگرزی برای این آزمایش را تحقیق و بررسی کنید.



## رنگری الیاف ویسکوز ریون (ابریشم مصنوعی)

گر چه ویسکوز ریون از نظر ساختار شیمیایی شبیه به الیاف پنبه می‌باشد ولی سطح ظاهری آن مانند پنبه پیچ و تاب ندارد و برخلاف پنبه با جذب آب، استحکامش کم می‌شود. خاصیت ارتجاعی ویسکوز نیز از پنبه کمتر است و لذا از پنبه چروک پذیرتر می‌باشد. الیاف ویسکوز ریون همانند پنبه در برابر اسیدهای معدنی قوی آسیب پذیر می‌باشند ولی در برابر مواد قلیایی مقاومت خوبی دارند و این مواد باعث متورم شدن آنها (۳۵ درصد) می‌گردد.

استحکام این الیاف برعکس پنبه در حالت مرطوب حدود ۵۰ درصد کاهش می‌یابد. میزان جذب رطوبت ویسکوز ریون در شرایط استاندارد حدود ۱۲ درصد می‌باشد که ۴ درصد از پنبه بیشتر می‌باشد. خاصیت ارتجاعی این الیاف کمتر از پنبه می‌باشد و به شدت چروک پذیر می‌باشد.

الیاف ویسکوز ریون همچنین دارای خواصی نظیر نرمی و لطافت، استحکام زیاد، راحتی، قابلیت تنفسی و خنکی، مقاوم در برابر گلوله گلوله شدن، الکتریسیته‌ی ساکن پایین، سطح صاف و درخشندگی بالا می‌باشد. الیاف بازیافته که با روش‌های شیمیایی تولید می‌شوند فر و موج و چین ندارند و برای اینکه تا حدودی مشابه الیاف طبیعی شوند، اغلب این الیاف را به روش‌های مختلف مشابه الیاف طبیعی چین دار می‌کنند. ویسکوز نیز به روش‌های شیمیایی یا مکانیکی چین زده می‌شود.

کلیه الیاف بازیافتی که از سلولز تهیه می‌شوند را ریون می‌نامند و ویسکوز همان ویسکوز ریون است که در بازار موجود می‌باشد.

آیا می‌دانید



به علت استحکام الیاف بیشترین مصارف پارچه تهیه شده از نخ یکسره (فیلامنت) و الیاف استیپل ویسکوز ریون در تریکو، آستری، رومبلی‌ها، روکش صندلی وسایل نقلیه، رومیزی‌ها، لباس‌های زنانه و مردانه، زیرپوش، لباس ورزشی و... می‌باشد.

از آنجایی که ماده‌ی اصلی تشکیل دهنده الیاف ویسکوز ریون مشابه الیاف پنبه می‌باشد بنابراین از نظر روش رنگری نیز شباهت زیادی به روش رنگری الیاف پنبه دارد. از طرفی چون جذب رطوبت ویسکوز ریون از پنبه بیشتر می‌باشد در زمان رنگری لازم است به سرعت نفوذ و میل جذبی بیشتر رنگزا بر روی ویسکوز ریون توجه‌ی بیشتری شود.

با توجه به خواص مکانیکی متفاوت الیاف ویسکوز ریون در زمان رنگری، شستشو، آبگیری و خشک‌کن به مراقبت‌های ویژه‌ای نیاز دارد. ویسکوز ریون چون در حالت تر استحکامش کم می‌شود، بنابراین لازم است در تمامی عملیات از رنگری تا خشک‌کن از کشیده شدن، سایش پارچه، وارد آمدن فشار و... ممانعت به عمل آید. به عنوان مثال پارچه‌های ویسکوز ریون را همانند پارچه‌ی پنبه‌ای نمی‌توان از طریق کالندر کردن، آبگیری کرد و برای این کار بیشتر از روش مکش و یا آبگیری با سانتریفیوژ استفاده می‌گردد.

سطوحی که در زمان عملیات رنگرزی یا عملیات دیگر با پارچه ویسکوز ریون تماس دارند لازم است که همواره بسیار صاف و تمیز باشند زیرا سطح پارچه‌های ویسکوز ریون به آسانی پرزدار و گلوله گلوله می‌گردند.

اغلب رنگرزی و شستشوی پارچه‌های ویسکوز ریون با ماشین وینچ انجام می‌گیرد و در صورت استفاده از ماشین ژینگر باید ژینگری استفاده شود که کشش کمی را بر روی پارچه اعمال کند. همچنین خشک کردن پارچه‌های ویسکوز ریون نباید درجه حرارت‌های بیشتر از ۸۰ درجه سانتی‌گراد انجام شود، زیرا الیاف ویسکوز ریون در حرارت بالاتر نرمی خود را از دست می‌دهند.

تورم زیاد ویسکوز در حالت‌تر، رنگرزی را با مشکلاتی همراه می‌کند و مانعی برای عبور محلول رنگرزی می‌باشد به همین علت اغلب نخ‌های ویسکوز ریون فیلامنتی را به صورت بوبین رنگرزی نمی‌کنند و در صورت لزوم روی بوبین‌های رنگرزی، مقدار کمی نخ، شل پیچی می‌گردد تا رنگرزی یکنواخت‌تری انجام شود. البته نخ‌های تهیه شده از الیاف استیپل (بریده شده) برخلاف نخ‌های فیلامنتی ویسکوز به شل پیچی زیاد در زمان رنگرزی احتیاج ندارند.

الیاف ویسکوز ریون کمتر به صورت باز رنگرزی می‌شود زیرا تورم زیاد الیاف و فشرده شدن آنها در ماشین الیاف رنگ کنی، عبور محلول از لابه‌لای الیاف را با مشکل مواجه می‌کند به طوری که قدرت زیاد پمپ‌های سیرکولاسیون هم قادر به عبور یکنواخت محلول رنگرزی از لابه‌لای الیاف نمی‌باشد و لذا رنگرزی نایکنواخت می‌گردد.

برای برطرف کردن مشکل رنگرزی نایکنواخت در ماشین الیاف رنگ کنی در مواقع ضروری بسته‌های کوچک‌تر و کم‌حجم‌تری از الیاف ویسکوز ریون را در داخل سبدهای رنگرزی می‌ریزند و یا اینکه این الیاف را به صورت بسته‌ای از فتیله ویسکوز ریون که سخت پیچیده نشده است، رنگرزی می‌کنند.

الیاف ویسکوز برخلاف پنبه دارای میل جذبی بسیار بالایی در رنگرزی با رنگزاهای مناسب پنبه می‌باشند که این امر باعث شده است که یکنواختی رنگرزی در الیاف ویسکوز بسیار مشکل می‌باشد. به طوری که جذب رنگزا توسط ویسکوز در شرایط مناسب رنگرزی به قدری سریع صورت می‌گیرد که حرکت کالا و محلول رنگرزی هم نمی‌تواند رنگرزی یکنواختی را تضمین کند. بنابراین لازم است روش رنگرزی و کنترل شرایط حمام رنگرزی به نحوی صورت گیرد که در شروع رنگرزی سرعت و شرایط برای جذب مناسب رنگزا با کنترل دما و مقدار الکترولیت کاهش یابد.

البته یک راه دیگر برای افزایش یکنواختی رنگرزی ویسکوز ریون، استفاده از رنگزاهای مناسب ویسکوز نظیر رنگزاهای مستقیم دیامین، بنزو ویسکوز، ایسل و... می‌باشد. در رنگرزی ویسکوز با مواد رنگزای مستقیم بهتر است یکنواخت‌کننده به حمام رنگرزی اضافه شود. رنگزاهای خمی محلول، گوگردی محلول، نفتلی، راکتیو مخصوص ویسکوز ریون هم برای رنگرزی ویسکوز استفاده می‌شود.

## رنگری ویسکوز ریون با مواد رنگزای راکتیو

در فصل ۱ با رنگری پنبه با مواد رنگزای راکتیو آشنا شدید. در این بخش به رنگری ویسکوز با مواد رنگزای راکتیو پرداخته می‌شود. از آنجایی که ماده‌ی اولیه و خواص ویسکوز ریون شبیه پنبه می‌باشد، بنابراین رنگری ویسکوز ریون با مواد رنگزای راکتیو، بسیار شبیه به رنگری پنبه با مواد رنگزای راکتیو می‌باشد. در رنگری ویسکوز با مواد رنگزای راکتیو به روش غیر مداوم، حمام رنگری را در دمای حدود ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد آماده می‌کنند. در ادامه دمای حمام را طوری افزایش می‌دهند که ظرف مدت حدود ۳۰ دقیقه (۱/۵ تا ۲ درجه سانتی‌گراد در دقیقه) دما به ۹۵ درجه‌ی سانتی‌گراد برسد. البته گاهی در شیده‌های تیره دما را تا ۱۱۰ درجه‌ی سانتی‌گراد تحت فشار افزایش می‌دهند. رنگری در این دما ۴۵ تا ۶۰ دقیقه ادامه می‌یابد. در رنگری ویسکوز با رنگزای راکتیو مقدار قلیایی مصرفی نظیر کربنات سدیم (سودا اش) در مقایسه با رنگری پنبه نصف می‌باشد و بر طبق نمودار رنگری در دو نوبت اضافه می‌گردد. میزان نمک مصرفی در رنگری ویسکوز ریون با رنگزای راکتیو همانند رنگری پنبه بر طبق نمودار رنگری در سه نوبت اضافه می‌گردد.

به‌طور کلی برای رنگری کالای سلولزی با مواد رنگزای راکتیو نوع سرد و گرم سه روش وجود دارد که عبارتند از:

- ۱- روش غیر مداوم
- ۲- روش نیمه مداوم
- ۳- روش مداوم

## روش غیر مداوم رنگری ویسکوز با رنگزای راکتیو

در رنگری الیاف ویسکوز ریون به روش غیر مداوم از ماشین‌های رنگری وینچ، بیم یا اتوکلاو، جت و... استفاده می‌شود. البته رنگری کالای نساجی به روش آزمایشگاهی داخل بشر هم یک روش غیر مداوم می‌باشد.

در روش غیر مداوم رنگری، یک میزان مشخصی از کالای نساجی را در یک ماشین رنگری قرار می‌دهند و آن را بر طبق نسخه و نمودار رنگری داده شده رنگری می‌کنند. پس از پایان عملیات رنگری، شستشو و آبکشی کالای نساجی، میزان مشخصی از همین کالا دو مرتبه رنگری می‌شود و این عملیات تا اتمام کالا تکرار می‌شود.

## روش نیمه مداوم رنگری ویسکوز با رنگزای راکتیو

در روش نیمه مداوم رنگری کالای سلولزی با مواد رنگزای راکتیو، مقدار مشخصی از پارچه را در یک مایع رنگری آغشته یا پد می‌کنند. سپس پارچه را از جفت غلتک‌های فولارد با پیک آپ یا برداشت معین عبور

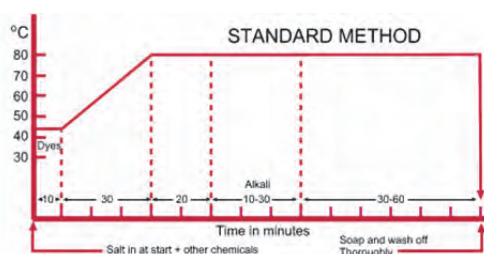
می‌دهند و در سمت دیگر دستگاه، پارچه پد شده به مایع رنگریزی را به دور استوانه‌ای می‌پیچند و آن را با پلاستیکی به‌طور کامل می‌پوشانند. غلتکی که پارچه بر روی آن پیچیده شده است با سرعت معینی می‌چرخد تا ماده‌ی رنگزا به‌طور یکسان جذب پارچه گردد. به این ترتیب ماده‌ی رنگزا بر روی کالا تثبیت می‌گردد.

## روش مداوم رنگریزی ویسکوز ریون با رنگزای راکتیو

در روش نیمه مداوم رنگریزی کالای سلولزی با مواد رنگزای راکتیو، مقدار مشخصی از پارچه را در یک مایع رنگریزی آغشته یا پد می‌کنند. سپس پارچه را از جفت غلطک‌های فولارد با پیک آپ یا برداشت معین عبور می‌دهند و در سمت دیگر دستگاه پارچه‌ی پد شده به مایع رنگریزی از مواد قلیایی یا محفظه‌ی بخار عبور داده می‌شود تا مواد رنگزا بر روی کالا تثبیت شوند. روش رنگریزی مداوم از سرعت بالایی برخوردار می‌باشد و برای مترهای خیلی زیاد پارچه از لحاظ اقتصادی مقرون به‌صرفه می‌باشد. در ضمن رنگریزی مداوم ویسکوزریون با رنگزای راکتیو بهتر است به روش دو حمامی انجام شود.

شکل ۴ تصویر نمودار رنگریزی الیاف سلولزی نظیر ویسکوز ریون با مواد رنگزای راکتیو گرم مشاهده می‌شود. به همراه هنرآموز خود نمودار و توضیحات داده شده را تفسیر کنید.

فعالیت کلاسی



Amount of Salt and Alkali recommended

Dye %	Common Salt g/l	Soda Ash g/l
to 0.5%	20	1.5
0.5% - 2.0%	30	3
2.0% - 4.0%	40	5
over 4%	50	7

شکل ۴ تصویر نمودار رنگریزی الیاف سلولزی نظیر ویسکوز ریون با مواد رنگزای راکتیو گرم

هیچ‌گاه یک نمودار یا یک نسخه‌ی رنگریزی برای تمام رنگزاهای راکتیو از شرکت‌های تجاری مختلف، تجویز نمی‌شود. بنابراین شرکت‌ها به همراه ارسال رنگزاهای تولیدی خود اغلب نسخه، نمودار رنگریزی و پیشنهادهایی را در غالب کاتالوگ یا برگه‌ی راهنمای رنگ برای مصرف‌کننده ارسال می‌کنند که مصرف‌کننده بهتر است در مرحله‌ی اول این برگه را مد نظر قرار دهد و عملیاتی کند.

آیا می‌دانید



رنگزاهای تجارتي سرد و گرم تحت نام‌های مختلفی در کشورهای مختلف تولید و عرضه می‌شوند. در جدول ۶ نام تجاری تعدادی از مواد رنگزای راکتیو سر و گرم نشان داده شده است.

جدول ۶ نام تجاری تعدادی از مواد رنگزای راکتیو سرد و گرم

نام کشور سازنده	نام شرکت سازنده	نام تجارتي رنگزا	نوع رنگزا
انگلستان	آی سی آی (ICI)	Procion H,HE,HEXL (پرو سیون)	راکتیو گرم
آلمان	هوخست (HOE)	Remazol (رمازول)	راکتیو گرم
سوئیس	ساندوز (S)	Drimarine (دریمارین)	راکتیو گرم
چک و اسلواکی	کماپل (MCI)	Ostazin (اوستازین)	راکتیو گرم
آلمان	بایر (BAY)	Levafix (لوافیکس)	راکتیو گرم
ژاپن	سومی تو مو (NSK)	Sumifix (سامیفیکس)	راکتیو گرم
آلمان	بی. آ. اس. اف (BASF)	Primazin (پریمازین)	راکتیو گرم
انگلستان	آی سی آی (ICI)	Procion MX (پرو سیون)	راکتیو سرد
ژاپن	نیبون کایاکو (kyk)	Mika Cion (مایکاسیون)	راکتیو سرد
لهستان	سیچ (pol)	Hela Ktyn (هلاکتین)	راکتیو سرد
هندوستان	کمی ۱۱ کوپ (CE)	Chemictive (چیمیکتیو)	راکتیو سرد
آرژانتین	ویل ماکس (VIL)	Vil Mafix (ویل مافیکس)	راکتیو سرد
آرژانتین	مولتی کرم (MULT)	Acticrom (اکتیکروم)	راکتیو سرد
هندوستان	آتیک (ATIC)	Procion (پرو سیون)	راکتیو سرد
هندوستان	باهارات (BTI)	Rectiv (ریکتیو)	راکتیو سرد

بررسی اثر مقدار ماده‌ی رنگزا در رنگری کالای پنبه‌ای با مواد رنگزای راکتیو گرم رنگری زیر را انجام دهید و گزارش کار خود را به هنرآموزتان تحویل دهید.

کالای نساجی مورد نیاز:

چهار تکه پارچه ویسکوز ریون هر یک به وزن ۴ گرم

مواد مورد نیاز: ماده رنگزای راکتیو نوع سرد (تهیه محلول ۱ درصد) \*\* نمک طعام (تهیه محلول ۱۰ درصد)

کربنات سدیم (تهیه محلول ۱۰ درصد) \*\* صابون نساجی \*\* آب نرم

وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز:

بشر یا لیوان آزمایشگاهی \*\* دماسنج مخصوص \*\* همزن شیشه‌ای \*\* پیپت ساده ۱۰ سی سی \*\*

پیپت پرکن (پوآر) \*\* وسایل ایجاد حرارت \*\* ترازو \*\* کرنومتر یا ساعت



## نسخه رنگرزی:

میزان مواد مصرفی برحسب درصد نسبت به وزن کالا و گرم در لیتر نسبت به حجم مایع در جدول ۷ نشان داده شده است.

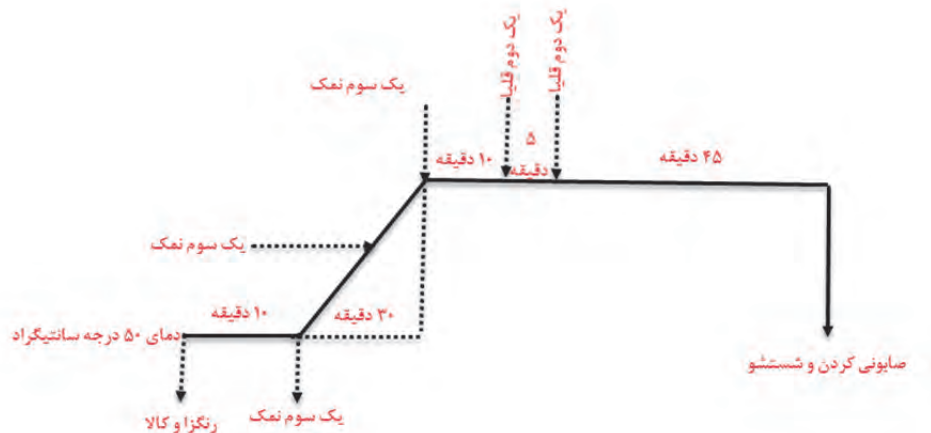
جدول ۷ میزان مواد مصرفی

حمام ۴	حمام ۳	حمام ۲	حمام ۱	مواد مصرفی
۲٪	۱/۵٪	۱٪	۰/۵٪	رنگزای راکتیو گرم
۳۵	۳۰	۲۵	۲۰	نمک طعام (گرم در لیتر مایع رنگرزی)
۸	۶	۴	۲	کربنات سدیم (گرم در لیتر مایع رنگرزی)

نسبت مایع به کالا (L:R) : ۴۰:۱

## نمودار رنگرزی:

در شکل ۵ تصویر نمودار رنگرزی پنبه با مواد رنگزای راکتیو نوع گرم نشان داده شده است.



شکل ۵ تصویر نمودار رنگرزی پنبه با مواد رنگزای راکتیو نوع گرم

## روش آزمایش:

ابتدا رنگزا را با آب سرد خمیر کنید. بعد مقداری آب گرم ۴۰ درجه سانتیگراد به آن اضافه کنید و محلول را به هم بزنید.

دمای حمام‌های رنگرزی را در دمای ۳۰ درجه‌ی سانتیگراد تنظیم کنید و مطابق نمودار رنگرزی شماره‌ی و جدول شماره‌ی و محاسبات انجام شده، آب مقطر، محلول مواد رنگزا، مواد کمکی و کالا را به حمام‌ها اضافه کنید.

توجه کنید که در زمان افزودن نمک به حمام‌ها، کالاها را باید از حمام خارج کنید و پس از افزودن نمک به حمام برگردانید.

پس از پایان رنگری عملیات شستشو و صابونی کردن پارچه‌های رنگری شده را طبق دستور زیر انجام دهید.

- ۱- شستشو در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد
- ۲- صابونی کردن با صابون ۱ گرم در لیتر در دمای جوش به مدت ۱۵ دقیقه
- ۳- شست‌وشو با آب ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد
- ۴- شستشو با آب سرد تا زمانی که دیگر پارچه رنگ پس ندهد.

۱- پس از خشک شدن چهار نمونه در دمای محیط یا درون آون آنها را با همدیگر از نظر میزان یکنواختی رنگری و میزان فام و شید رنگ (کم‌رنگی یا پررنگی) در زیر نور استاندارد مقایسه کنید و به تحلیل نتایج پردازید.

۲- در پایان آزمایش حجم پساب‌ها را در چهار عدد استوانه‌ی مدرج با آب به حجم یکسان ۳۰۰ سی‌سی برسانید و با همدیگر از نظر پررنگی و کم‌رنگی در زیر نور استاندارد مقایسه کنید و به تحلیل نتایج پردازید.

مقایسه و استدلال



- ۱- به نظر شما تفاوت در رنگ پساب‌های رنگری و نمونه‌های رنگری شده چه علتی می‌تواند داشته باشد؟
- ۲- به نظر شما تغییر در کدام‌یک از پارامترهای آزمایش به نتایج مشابه این آزمایش منجر می‌گردد؟
- ۳- بهترین شرایط بهینه‌ی دما و شرایط رنگری برای این آزمایش را تحقیق و بررسی کنید.

بحث کنید



## ماشین رنگری جت و بیم

### الف- ماشین رنگری جت

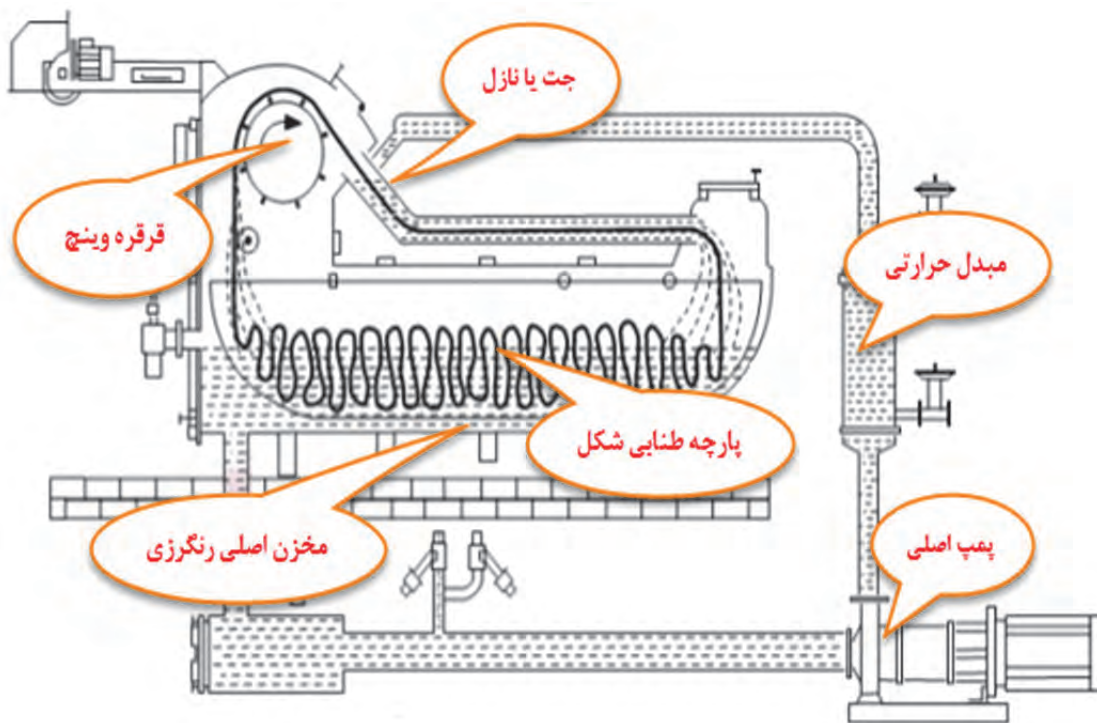
ماشین رنگری جت یکی از مدرن‌ترین و پیشرفته‌ترین ماشین‌های رنگری پارچه در رنگری است که به صورت‌های مختلف افقی (چکمه‌ایی) و عمودی (ایستاده)، تک، دو یا چند قلوای اتمسفریک و تحت فشار خمرهای (دایروی)، ایرفلو و سیرکوله و... در ظرفیت‌های بسیار متنوع ۱۰۰ تا هزاران کیلوگرم پارچه ورودی ساخته می‌شوند به طوری که در برخی مدل‌ها می‌توان چندین طاقه‌ی پارچه را به‌طور هم‌زمان در آن رنگری کرد.

ماشین‌های رنگری جت انواع مدل‌های مختلفی دارند که هر کدام از آنها دارای قابلیت‌های خاص برای رنگری انواع پارچه سبک تا سنگین می‌باشند. به طوری که برخی از انواع جت برای پارچه‌های نازک و ظریف و حساس به کار می‌روند.

یک مدل ماشین رنگری جت دارای بخش‌های اصلی زیر می‌باشد:

- ۱- حمام اصلی که پارچه در آن حرکت می‌کند.

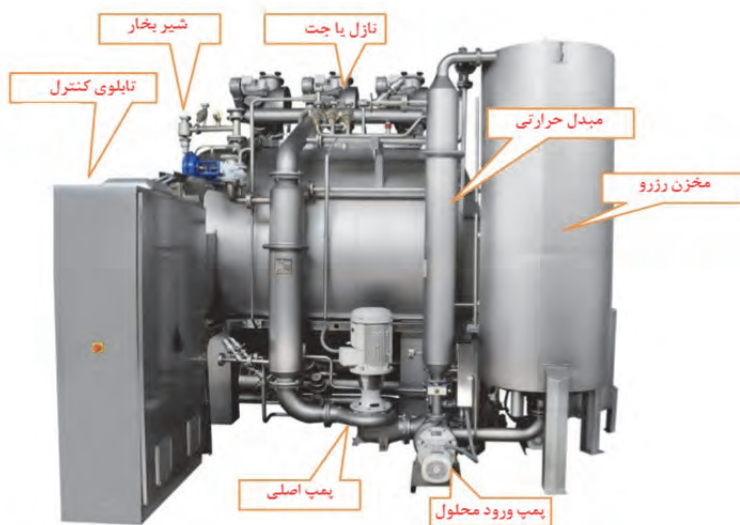
- ۲- غلتک راهنمای وینچ مانند که به جریان حرکت پارچه کمک می‌کند.
  - ۳- اکسنجر حرارتی یا مبدل حرارتی که توسط بخار، مایع رنگرزی را گرم می‌کند.
  - ۴- نازل یا جت که باعث حرکت پارچه در ماشین رنگرزی جت می‌شود.
  - ۵- مخزن رزرو و تزریق محلول‌ها
  - ۶- پروگرامر و تابلوی کنترل که امکان برنامه‌ریزی، کنترل و دسترسی به کارکرد ماشین را برای اپراتور راحت‌تر می‌کند.
  - ۷- شیر Throttle که سرعت حرکت پارچه با تنظیم پنیو ماتیک این شیر کنترل می‌گردد.
  - ۸- شیرهای آب سرد، گرم، بخار و کندانسه، پمپ‌های اصلی و تزریق و تخلیه، موتورها
  - ۹- فیلتر که بر سر راه مواد به پمپ و جت قرار می‌گیرد و مانع ورود ناخالصی‌ها می‌شود.
- ۱۰- در شکل‌های ۶ و ۷ تصاویری از  
 دیاگرام ماشین رنگرزی جت افقی و قسمت‌های اصلی یک ماشین جت نشان داده شده است.



شکل ۶ تصویر دیاگرام یک نمونه از ماشین رنگرزی جت افقی

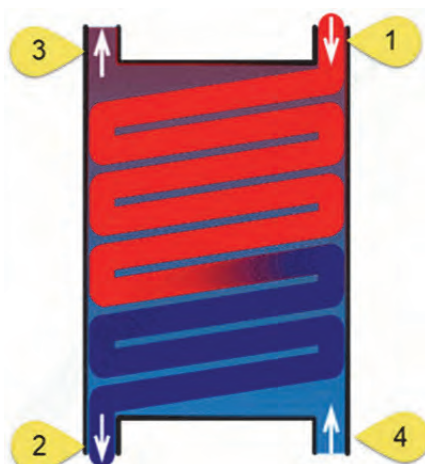


همان گونه که در شکل مشاهده می‌کنید، پارچه تحت تأثیر فشار مایع رنگری در قسمت جت یا نازل ماشین و با کمک راهنمای قرقره‌ای وینچ مانند به فرم طنابی حرکت می‌کند. مبدل حرارتی نیز وظیفه‌ی سرد و گرم کردن مایع رنگری را بر طبق نمودار رنگری، انجام می‌دهد.



شکل ۷ تصویر قسمت‌های اصلی یک ماشین رنگری جت

اکسچنجر (Heat exchanger) یا مبدل حرارتی در ماشین جت رنگری برای سرد یا گرم کردن محلول رنگری بدون استفاده مستقیم از دستگاه‌های مولد سرما یا گرما می‌باشد. در این مبدل‌ها مایع رنگری در



داخل لوله‌ها حرکت می‌کند و بخار داغ یا آب سرد بر روی لوله‌ها و درون پوسته جریان دارد. به علت تعداد زیاد این لوله‌ها و سطح تماس بالایی که ایجاد می‌کند، حرارت بخار یا آب سرد به مایع داخل لوله‌ها منتقل می‌شود و مایع را گرم یا سرد می‌کند. در شکل ۷ یک مبدل حرارتی ماشین رنگری جت برای خنک کردن مایع رنگری مشاهده می‌شود که در آن مایع رنگری داغ از مسیر ۱ وارد می‌شود و تحت تأثیر و تماس غیر مستقیم با آب سرد درون پوسته که از ورودی ۴ وارد می‌شود، خنک می‌گردد و از مسیر ۲ خارج می‌گردد.

شکل ۸ تصویر مکانیزم یک مبدل حرارتی یا اکسچنجر



نیروهایی لکه توسط بخار با فشار زیاد برای گرم کردن و آب سرد برای خنک کردن ایجاد می‌شوند ممکن است شرایط ایجاد شکاف و ترک را بر سطح لوله‌ها افزایش دهد و از طرفی باعث جمع شدن رنژاها و اولیگومرها بر سطح پرحرارت لوله‌ها گردد و منجر به پوسته‌پوسته شدن لوله‌ها گردد.

در ماشین رنگرزی جت برخلاف اکثر ماشین‌آلات رنگرزی کالا و محلول هر دو متحرک می‌باشند، بنابراین انتظار یکنواختی رنگرزی بیشتری در رنگرزی با این ماشین رنگرزی وجود دارد. یکی دیگر از قابلیت‌های این ماشین رنگرزی، انجام عملیات رنگرزی در دمای کمتر از نقطه‌ی جوش تا بالاتر از نقطه‌ی جوش و تا حدود ۱۴۰ درجه‌ی سانتی‌گراد می‌باشد.

حرکت پارچه در ماشین رنگرزی جت توسط عمل جت یا نازل و جریان محلول رنگرزی انجام می‌شود. به طوری که از ابتدا تا انتهای رنگرزی، پارچه در محلول رنگرزی غوطه‌ور می‌باشد و تماسی با بدنه‌ی ماشین ندارد.

برای رنگرزی پارچه در ماشین رنگرزی جت، با توجه به شکل پس از آبیگری ماشین و به جریان افتادن محلول در نازل‌ها، پارچه به صورت طنابی شکل از قسمت ورودی به داخل لوله‌ی بالایی راهنمای پارچه مکیده می‌شود و بر روی غلتک بالای ماشین قرار می‌گیرد و سپس از نازل و لوله‌ی پایپ یا راهنما عبور می‌کند و روی سبد داخل ماشین قرار می‌گیرد. دو سر پارچه طنابی شکل را به هم می‌دوزند و یک سیکل را تشکیل می‌دهند. عمل مکیده شدن توسط موتور جت صورت می‌گیرد. پارچه توسط جریان محلول و عمل جت در داخل محلول رنگرزی حرکت می‌کند و از لوله‌ی پشت ماشین وارد قسمت پایین مخزن اصلی می‌شود. در مخزن اصلی پارچه به طور کامل در محلول رنگرزی غوطه‌ور می‌شود و عمل گردش پارچه تا پایان رنگرزی ادامه پیدا می‌کند. عمل گردش کالا توسط محلول رنگرزی انجام می‌شود و سپس محلول از مخزن اصلی پمپ می‌شود و با عبور از لوله‌ی گرم‌زایی (مبدل حرارتی) گرم می‌شود و به قسمت جت تحویل داده می‌شود. سرعت جریان محلول توسط شیرهایی در مسیر قابل کنترل می‌باشد. در ماشین‌های جت پیشرفته‌ی امروزی تمامی پارامترها از قبیل زمان تزریق مواد، شیب حرارتی، سرعت وینچ و قدرت پمپ اصلی، تخلیه، آبیگری در پروگرامر ماشین قابل برنامه‌ریزی و کنترل کردن می‌باشد.



در ماشین رنگرزی جت مدرن سنسورهایی وجود دارند که به غلتک وینچ متصل می‌باشند و به حرکت این غلتک حساس می‌باشند و در زمان گیر کردن پارچه در جت یا وینچ به صورت الکترومکانیکی بوق یا اختارهایی به اپراتور دستگاه برای اصلاح عیب ماشین می‌دهد.

یکی دیگر از مزایای ماشین رنگرزی جت، نسبت حجم مایع رنگرزی به وزن کالا (L:R) پایین در حدود ۱:۵ تا ۱۰:۱ می‌باشد که همین امر باعث صرفه‌جویی در مصرف آب، رنگزا و مواد کمکی مصرفی دیگر می‌شود. یکی از قابلیت‌ها و ویژگی‌های ماشین رنگرزی جت حرکت پارچه توسط محلول رنگرزی می‌باشد که همین ویژگی باعث، عدم وارد شدن فشار، کشش و اصطکاک بر پارچه در طی رنگرزی می‌گردد و بنابراین طیف

وسیعی از پارچه‌های حساس به کشش، فشار، اصطکاک و مالش نظیر پارچه‌های حلقوی، ویسکوز و پشمی را می‌توان با این ماشین رنگری کرد. در ضمن به علت قابلیت رنگری با دمای بالا با این ماشین می‌توان پارچه‌ی پلی استر را نیز رنگری کرد. بهتر است پارچه‌های خیلی نازک یا ظریف با این ماشین رنگری نشوند. رنگری در ماشین رنگری جت نسبت به سایر ماشین‌آلات رنگری به زمان کمتری نیاز دارد. از عیوب ماشین رنگری جت می‌توان به امکان ایجاد چین و چروک در پارچه طنابی شکل اشاره کرد. البته در برخی موارد ممکن است پارچه در ماشین گیر کند که خارج کردن آن مشکل می‌باشد. اغلب چون در دمای ۸۰ تا ۸۵ درجه‌ی سانتی‌گراد ماشین رنگری از حالت تحت فشار خارج می‌شوند، می‌توان درب ماشین را در این دما باز کرد تا عملیات خنک‌سازی با سرعت بیشتری انجام شود.

هیچ وقت برای خنک کردن حمام رنگری، آب سرد به داخل حمام وارد نکنید زیرا این عمل باعث شکست، خمش و دفرمه شدن پارچه (تغییر در ظاهر) می‌گردد.

نکته



بهتر است عملیات خنک‌سازی محلول رنگری به‌صورت غیر مستقیم با مبدل حرارتی انجام گردد. ماشین رنگری جت افقی یا چکمه‌ای برای پارچه‌های ظریف، حساس و شکننده مثل حریر، پلی استر و ویسکوز ریون مناسب می‌باشد زیرا به دلیل شکل افقی آن، پارچه به‌صورت آزاد و راحت‌تر داخل دستگاه قرار می‌گیرد و از آنجایی که دستگاه از پیچ و خم‌های کمتری برخوردار است بنابراین شکنندگی در پارچه کمتر می‌گردد. از عیوب ماشین رنگری جت افقی قدیمی می‌توان به مصرف بالای آب در آن اشاره کرد (L:R حدود ۱:۲۰) که به دنبال همین امر میزان پساب نیز افزایش می‌یابد. البته در جت‌های جدید این مشکل با تغییر ساختار فیزیکی دستگاه میزان مصرف آب به کمتر از نصف مقدار مدل قدیمی رسیده است. یکی دیگر از عیوب ماشین رنگری جت، نداشتن قسمت نمونه‌گیری می‌باشد به‌طوری‌که اغلب برای نمونه‌گیری باید درب ماشین در زمان رنگری باز شود.

در ماشین رنگری جت افقی پارچه توسط یک قرقره‌ی مدور گردان یا وینچ مانند، کمی بالاتر از مخزن رنگری نگه‌داشته می‌شود. سپس توسط حرکت محلول رنگری به سمت انتهای ماشین هدایت می‌گردد. در ماشین‌های جت، لوله‌های انتقال در خارج ماشین و در قسمت بالا و پایین بدنه‌ی دستگاه قرار می‌گیرد. در ماشین رنگری جت خمه‌ای (دایروی)، مصرف آب نسبت به مدل افقی کمتر است و به دلیل شکل خاص و ساختار فیزیکی این ماشین، پارچه در پیچ و خم‌های زیادی قرار می‌گیرد و در نتیجه پارچه بیشتر تحت کشش قرار می‌گیرد. این ماشین بیشتر برای پارچه‌هایی با وزن متوسط و زیاد پنبه‌ای و مخلوط پنبه/ پلی استر با وزن ۱۵۰ تا ۷۰۰ گرم مناسب می‌باشد.

در این ماشین رنگری اغلب محلول رنگرا از ته مخزن کشیده می‌شود و از طریق یک تبادل گرمایی به طرف جت پمپ می‌شود. مکانیزم این جت‌ها به این گونه است که از یک جریان محلول رنگری و یک سیستم غلتک بالابر مشترک استفاده می‌شود. همچنین زمانی که پارچه از درون این جت عبور می‌کند، چروک‌هایی

در طول پارچه ایجاد می‌گردد که اغلب زمانی که پارچه در هنگام عبور از قسمت‌های دیگر بالونی شکل می‌گردد این چروک‌ها هم برطرف می‌شوند. این نوع ماشین جت از این جهت که حجم کل محلول رنگریزی کم می‌باشد و فشار کمی به پمپ وارد می‌شود، مقرون به صرفه می‌باشند. مقدار تغذیه‌ی پارچه به ماشین رنگریزی جت با توجه به وزن پارچه (گرم در مترمربع پارچه) و قدرت موتور جت یا نازل ماشین رنگریزی متفاوت می‌باشد.

تحقیق کنید



پارچه‌هایی که در ماشین جت به فرم طنابی رنگریزی می‌گردند، بعد از رنگریزی و آبگیری آن به چه طریقی و توسط چه ماشین‌آلات یا وسایلی به فرم عرض باز اولیه تبدیل می‌گردند.

## پروگرامر ماشین رنگریزی جت

پروگرامر، صفحه‌ی کنترل دستی و اتوماتیک ماشین‌آلات رنگریزی می‌باشد که امکان برنامه‌ریزی، کنترل و دسترسی به کارکرد ماشین را برای اپراتور راحت‌تر می‌کند. در پروگرامر مواردی از قبیل زمان تزریق رنگزا و مواد مصرفی، شیب دمایی، سرعت غلتک وینچ مانند، قدرت پمپ اصلی، باز و بسته شدن انواع شیرها، آبگیری و تخلیه مخزن و... قابل برنامه‌دهی و کنترل می‌باشد. در پروگرامر هر ماشین رنگریزی انواع برنامه و نمودارهای رنگریزی مورد نیاز قبل ذخیره می‌شود تا در مواقع لزوم دسترسی به نمودار رنگریزی مورد نظر به آسانی امکان‌پذیر باشد.

بخش‌های دستی ماشین رنگریزی از قبیل کلیدهای بخار، تغییر حالت غلتک‌ها در دو حالت جلوگرد و عقب‌گرد، تنظیم قدرت نازل‌ها یا پمپ‌ها و... روی تابلوی کنترل یا برق تعبیه می‌شود. البته شیرهای تخلیه و آبگیری دستگاه می‌تواند دستی یا با پروگرامر کنترل گردد.

بخش اصلی هر پروگرامر، برنامه‌ی رنگریزی می‌باشد که بر حسب انواع نمودار و شرایط رنگریزی با زبان برنامه‌نویسی مخصوص مثل plc نوشته می‌شود. در بخش عملی یک نمونه برنامه‌نویسی از طریق صفحه کلید دستگاه را تمرین کنید.

روش نوشتن برنامه‌ی رنگریزی در پروگرامر Eliar TV۰۰۰ ماشین رنگریزی جت

فعالیت کارگاهی



پروگرامر Eliar TV۰۰۰ در ماشین رنگریزی جت، پروگرامری است که در کارخانه‌های ایران زیاد استفاده می‌شود که با پروگرامرهای دیگر در پارامترها مشترک می‌باشد.

برای شروع به کار برنامه‌نویسی پروگرامر با زدن کلید f1 صفحه‌ی شروع یا استارت باز می‌شود. در صفحه‌ی شروع یک شماره‌ی برنامه‌ی دلخواه در روبروی Batch به برنامه می‌دهند و کلید f5 را فشار می‌دهند.

با زدن کلید f5 صفحه‌ای ظاهر می‌شود که در آن صفحه اطلاعاتی نظیر وزن پارچه، حجم آبگیری، سرعت غلتک‌ها، قدرت پمپ دستگاه و... وارد می‌شود.

صفحه‌ی جاری دارای دو بخش یا فیلد می‌باشد که در بخش اول شماره‌ی برنامه و بخش دوم نام مشتری ثبت می‌شود.

اگر برنامه‌ی از قبل برای دستگاه تعریف شده باشد برنامه وارد فاز منوی اجرایی و آماده‌ی استارت می‌گردد در غیر این صورت مقدار پارامترهای بعدی ثبت می‌گردد.

### پارامترهای مشترک در پروگرامرها

۱- گزینه یا منوی MT Fill Liters یا MT Fill Ratio مقدار حجم آبیگری مخزن اصلی یا مایع رنگری نسبت به وزن کالا می‌باشد که MT مخفف کلمه‌ی Main Tank به معنای مخزن اصلی می‌باشد.

۲- گزینه یا منوی Temperature Ctrl کنترل میزان دمای حمام می‌باشد که بعد از اضافه کردن هر پارامتر بخش کنترل دما ظاهر می‌شود. به‌عنوان مثال بعد از تعیین حجم حمام و مقدار آبیگری دمای اولیه‌ی حمام رنگری را وارد می‌کنید.

۳- گزینه‌های DT MT Transfer, MT Drain, DT MT Dosag به ترتیب در رابطه با برنامه‌ریزی برای زمان تزریق مواد از مخزن تزریق به مخزن اصلی، تخلیه‌ی حمام از طریق دستگاه و بازگشت آب دستگاه از حمام اصلی به مخزن تزریق می‌باشد.

۴- گزینه‌های Add Salt, Take Sample, Reel, Load And Unload Fabric در ترتیب در رابطه با برنامه‌ریزی برای زمان بارگیری و تخلیه‌ی پارچه، سرعت غلتک، نمونه‌گیری و افزودن نمک می‌باشد. (قابل توجه که هر پارامتر نیز قابل برنامه‌دهی می‌باشد به‌عنوان مثال در پارامتر افزودن نمک می‌توان نحوه‌ی آبیگری مخزن تزریق را از حمام رنگری یا شیرهای آب سرد یا گرم به همراه سرعت تزریق برنامه‌دهی کرد.)

۵- ثبت گزینه‌ی پارامترهای زمان و شیب دمایی مثل دمای  $60^{\circ}\text{C}$  تا  $95^{\circ}\text{C}$  در زمان Time  $30\text{ Min}$  در هر ماشین آب‌نمایی وجود دارد که به‌صورت فیزیکی آب درون دستگاه را نشان می‌دهد.

۶- در پایان پس از برنامه‌دهی بر طبق نمودار رنگری برای هر برنامه یک نام انتخاب می‌شود و برنامه را ذخیره می‌کنیم.

در شکل ۹ تصویر یک صفحه‌ی پروگرامر ماشین جت مشاهده می‌شود.



شکل ۹ تصویر یک صفحه‌ی پروگرامر ماشین جت

## شیرهای پنوماتیک روی ماشین‌های رنگرزی

اغلب دو نوع شیر پنوماتیک در ماشین رنگرزی استفاده می‌شود:

۱- شیرهای پروانه‌ای

۲- شیرهای on/off

۳- در شیرهای پروانه‌ای دریچه‌ای آب حول یک زاویه‌ی نود درجه باز و بسته می‌شود. این شیرها دارای دو ورودی باد می‌باشند که یک عدد عمل باز کردن شیر و دیگری عمل بستن شیر را انجام می‌دهد. در روی تابلوی دستگاه دو کلید یا شیر برقی برای آن تعبیه می‌شود.

۴- شیرهای on/off توسط بالا و پایین شدن اهرم شیر، مسیر آب یا بخار به‌طور عمودی قطع و وصل می‌شود. در این شیرها توسط فشار باد اهرم شیر بالا می‌رود و شیر باز می‌شود در ضمن با قطع باد، توسط فنر، اهرم به جای خودش برمی‌گردد و شیر بسته می‌شود. این شیرها در مسیر بخار و سردکن استفاده می‌شود.

در جت‌های رنگرزی که مخزن مبدل حرارتی بیرون ماشین و در مسیر گردش محلول رنگرزی به داخل ماشین می‌باشد، چهار عدد شیر پنوماتیک موجود می‌باشد که جفت‌جفت عمل می‌کنند. یک جفت از این شیرها برای ورود و خروج بخار و جفت بعدی برای خنک کردن آب سرد است. یکی از ویژگی‌های این شیرها بسته بودن یک جفت از شیرها در زمان باز شدن جفت دیگر شیرها است. در خروجی لوله‌ی بخار قطعه‌ای به نام تراپ یا تله بخار وجود دارد که وظیفه‌ی آن استفاده‌ی بهینه از انرژی گرمایی بخار می‌باشد. روش کار به این گونه است که این قطعه فقط اجازه‌ی عبور بخار آب تبدیل به آب را به‌صورت مایع می‌دهد و تا زمانی که بخار تبدیل به مایع نشود از این قطعه عبور نمی‌کند. در شکل ۱۰ به ترتیب از سمت راست به چپ تصاویری از شیر پروانه‌ای، شیر on/off و تله بخار مشاهده می‌شود.



شکل ۱۰ تصویر شیر پروانه‌ای، شیر on/off و تله بخار

در مورد انواع و نحوه‌ی کارکرد انواع شیرآلات ماشین‌آلات رنگرزی و تله بخار تحقیق کنید.

تحقیق کنید



## ب- ماشین رنگری بیم

ماشین رنگری بیم یا اتوکلاو از یک استوانه‌ی اغلب افقی تشکیل شده است که درون این استوانه که در حقیقت حمام رنگری می‌باشد، یک سیلندر بیم مشبک قرار می‌گیرد و در این ماشین رنگری کالا ثابت و محلول متحرک می‌باشد.

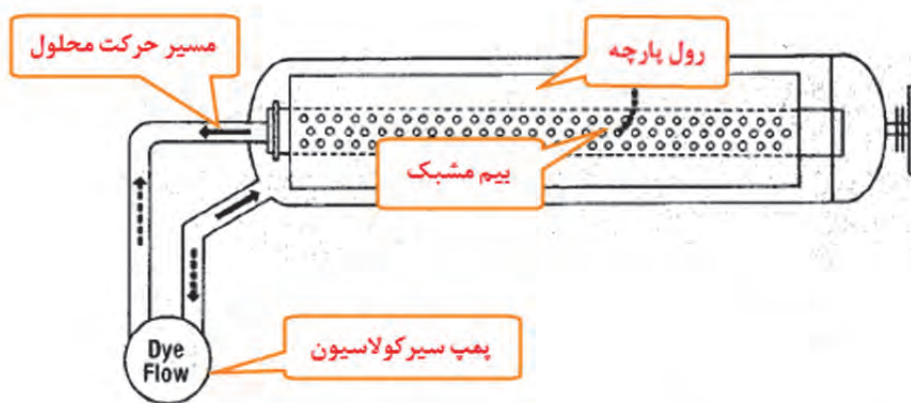
عمل رنگری در ماشین رنگری بیم به این صورت می‌باشد که ابتدا پارچه را به صورت باز و صاف با یک کشش معینی بر روی سیلندر مشبک (بیم) می‌پیچند و سپس سیلندر توسط پایه‌های چرخ‌دار روی ریل ماشین قرار می‌گیرد و به داخل ماشین هدایت می‌شود. دهانه‌ی سیلندر مشبک منطبق بر دهانه‌ی پمپ دوطرفه‌ای می‌باشد که در آخر ماشین تعبیه شده است، قرار می‌گیرد. سپس در اتوکلاو را می‌بندند.

پس از بسته شدن درب ماشین، محلول ماده‌ی رنگزا و سایر مواد کمکی توسط پمپ به داخل ماشین هدایت می‌شود تا حمام رنگری به طور کامل پر شود. با روشن شدن ماشین، پمپ محلول را از داخل پارچه به خارج می‌فرستد و بعد از مدت کوتاهی جریان گردش محلول عوض می‌شود و محلول از خارج به داخل کشیده می‌شود. این عمل گردش دو طرفه‌ی محلول توسط پمپ تا پایان رنگری ادامه پیدا می‌کند. در ماشین‌های رنگری پیشرفته بیم نحوه‌ی افزایش یا کاهش دمای حمام و زمان تعویض برای حرکت پمپ توسط کامپیوتر برنامه‌ریزی و اجرا می‌گردد.

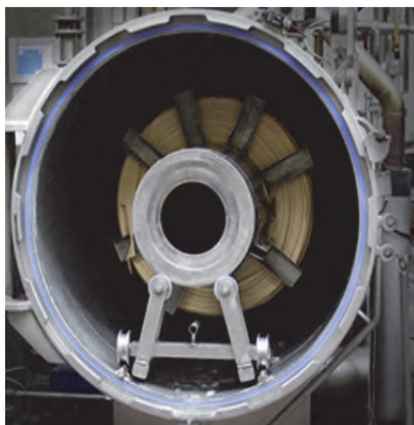
از آنجایی که پارچه‌ها در ماشین رنگری بیم تحت فشار و کشش و مالشی و اصطکاکی قرار نمی‌گیرند، بنابراین طیف وسیعی از پارچه‌ها به خصوص پارچه‌های حساس مثل ویسکوز، پشمی و تریکو را می‌توان با این ماشین رنگری کرد.

در رنگری با ماشین بیم باید توجه شود که پیچیدن پارچه روی استوانه‌ی مشبک یا بیم و آماده کردن سیلندر پارچه برای رنگری باید به دقت انجام شود. بنابراین قبل از پیچیدن پارچه بر روی سیلندر مشبک باید این سیلندر آسترپیچی شود تا در زمان رنگری از لیز خوردن و جمع شدن پارچه بر روی سیلندر جلوگیری شود. آسترپیچی پارچه همچنین از به جا ماندن اثر سوراخ‌های سیلندر بر روی پارچه جلوگیری می‌کند. پارچه‌ی آستری در زمان رنگری همانند یک صافی عمل می‌کند و مواد رنگزا و سایر مواد شیمیایی حل نشده را قبل از ورود به پارچه‌ی اصلی می‌گیرد و از بسیاری از نایک‌نواخت‌ها در رنگری جلوگیری می‌شود.

یکی از نکاتی که در رنگری با ماشین بیم لازم است رعایت شود، خارج کردن هوای داخل مخزن می‌باشد که در زمان آگیری مخزن این هوا باید از طریق شیر نازل هوا خارج گردد. وجود هوا در مخزن رنگری اغلب باعث ایجاد کف و اختلال در کار پمپ می‌گردد. همچنین هوای باقیمانده در مخزن رنگری باعث جذب حباب‌ها در پارچه می‌شود و این امر باعث جلوگیری از نفوذ رنگزا به داخل کالا می‌گردد و لذا نایک‌نواختی رنگری را به همراه خواهد داشت. در شکل‌های ۱۱ و ۱۲ دیاگرام و تصاویری از قسمت‌های مختلف ماشین رنگری بیم را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱۱ تصویر دیاگرام ماشین رنگریزی بیم یا اتوکلاو



شکل ۱۲ تصویر قسمتهایی از ماشین رنگریزی بیم

اغلب ماشین‌های رنگریزی جت و بیم (اتوکلاو) مجهز به ستون شیشه‌ای مقاوم از مایع می‌باشند که نشان‌دهنده‌ی میزان حجم مایع رنگریزی در مخزن اصلی رنگریزی می‌باشند.

آیا می‌دانید



## انواع پمپ‌ها در ماشین‌های رنگریزی

در ماشین‌های رنگریزی اغلب دو نوع پمپ استفاده می‌شود. یک سری پمپ‌ها کار تزریق محلول رنگزا و مواد شیمیایی دیگر را به مخزن اصلی انجام می‌دهند که ممکن است به صورت یک‌طرفه مواد رنگزا و کمکی را از مخزن تزریق به مخزن اصلی منتقل کنند یا به صورت دوطرفه باشند و غیر از تزریق رنگزا و مواد کمکی، در مواقع ضروری مایع رنگریزی را از داخل مخزن به منبع تزریق نیز منتقل کنند. نوع دوم پمپ‌ها که اغلب دو طرف می‌باشند در ماشین‌های رنگریزی مثل جت، بیم (اتوکلاو)، بوبین رنگ کنی، الیاف رنگ کنی، کلاف رنگ کنی و... که اساس کار بر گردش محلول رنگریزی می‌باشد، استفاده



می‌شوند. نقش این پمپ‌ها در ماشین رنگری بسیار اهمیت دارد و در واقع قلب ماشین رنگری محسوب می‌شوند. این پمپ‌ها قادرند از طریق دستی یا کامپیوتری و در زمان‌های معین برای گردش محلول را از مخزن به داخل کالای نساجی و بالعکس تغییر دهند و با این کار بر یکنواختی رنگری افزوده می‌شود. در اکثر پمپ‌های رنگری گیربکس وجود ندارد و بلبرینگ بر روی الکتروموتور می‌باشد و برای روانکاری آنها از گریس استفاده می‌شود. در برخی پمپ‌های رنگری که گیربکسی می‌باشند برای روانکاری لازم است از روغن‌های روان‌کننده واسکازین ۹۰ تا ۱۴۰ برای خنک‌کاری و روانکاری پمپ استفاده شود. الکتروموتورها دارای حداقل دو عدد بلبرینگ می‌باشند که باید به موقع گریس‌کاری شوند.

پمپ‌ها از نظر نحوه عملکرد داخلی نیز به دو نوع تقسیم می‌شوند: ۱- پمپ حلزونی شکل ۲- پمپ طبقه‌ای

در پمپ‌های حلزونی برای پره‌های پمپ طوری طراحی شده‌است که فقط در یک جهت گردش می‌کنند و اگر جهت دور پمپ برعکس شود، قدرت انتقال پمپ کاهش می‌یابد.

در پمپ‌های طبقه‌ای، همان‌گونه که در شکل مشاهده می‌کنید، طبقه طبقه بودن پروانه‌ی پمپ‌ها قابل مشاهده می‌باشد. در مواردی مثل پمپ‌های تزریق رنگزا و مواد که فشار بالای مخزن رنگری در جلوی پمپ می‌باشد از پمپ‌های تزریق طبقه‌ای نیز استفاده می‌شود که وجود چندین پره یا پروانه درون پمپ باعث افزایش فشار تزریق مواد به داخل مخزن رنگری تحت فشار می‌گردد. پمپ‌های طبقه‌ای چون فشارشکن می‌باشند و قابلیت کار کردن در دو جهت را دارند بنابراین در رنگری بسیار استفاده می‌شود.

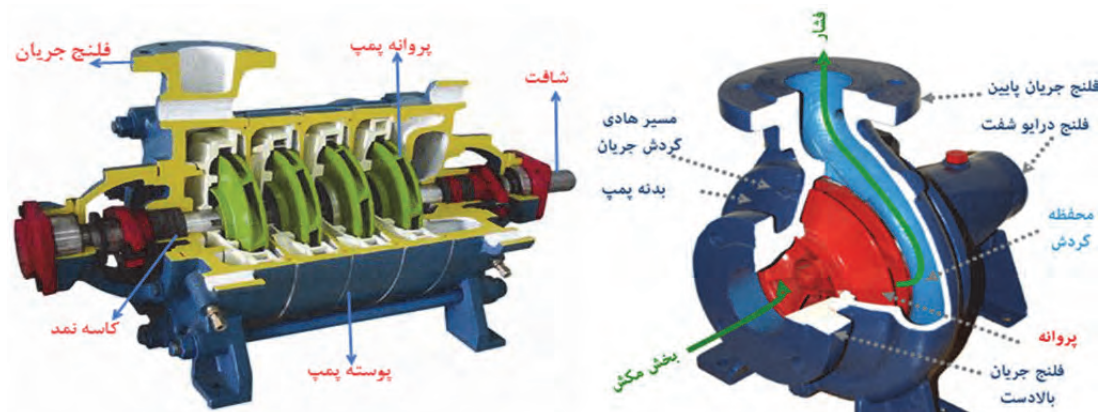
نحوه انتقال قدرت از موتور به پمپ‌ها به سه صورت انجام می‌شود:

۱- شافت پمپ و موتور یکی می‌باشد.

۲- پمپ و موتور توسط یک جفت کوپلینگ به هم متصل می‌شوند.

۳- پمپ و موتور توسط تسمه انتقال قدرت و پولی به هم متصل می‌شوند.

در شکل ۱۳ تصاویر پمپ طبقه‌ای و حلزونی مشاهده می‌شود.



شکل ۱۳ تصاویر نمای داخلی پمپ حلزونی و طبقه‌ای



هنرجویان در زمان مراجعه به کارخانه‌های رنگرزی یا مشاهده‌ی فیلم، عکس، کاتالوگ، تصاویر متحرک انیمیشنی و... عملکرد ماشین‌های رنگرزی جت و بیم (اتوکلاو)، انواع شیرها و پمپ‌ها، مراحل و نحوه‌ی کار و اقداماتی که در رابطه‌ی با ماشین‌ها انجام می‌شود را به همراه تحقیقات تکمیلی و موارد زیر گزارش کنند.

- ۱- مراحل راه‌اندازی، شستشو و تنظیم دستگاه و غلتک‌های پیچشی و راهنمای پارچه قبل از شروع به کار
- ۲- مراحل آماده کردن و بارگیری و آبیگری ماشین رنگرزی بر اساس ظرفیت مشخص
- ۳- مراحل ساخت رنگزا و مواد کمکی و ریختن آن در مخازن تزریق
- ۴- نحوه‌ی کار با پنل و پروگرامر و کلیدهای ماشین رنگرزی
- ۵- نحوه‌ی کنترل حرارت، زمان، فشار و میزان آب در ماشین رنگرزی و درجات فشارسنج و سوپاپ اطمینان
- ۶- آشنایی با وسایل دوخت و دوز پارچه‌ی آستری به اصلی و دوختن سر طاقه‌ها با روش‌های (دستی، پایی و موتوری) و تنظیم لبه‌های آنها
- ۷- نحوه‌ی کنترل عبور صحیح کالا در ماشین و جلوگیری از ایجاد لبه و چروک
- ۸- نحوه‌ی کار انواع پمپ‌ها، شیرها و لوله‌های بخار و آب به کار رفته در ماشین
- ۹- دستورالعمل مراحل شستشوی کالا بعد از رنگرزی
- ۱۰- آشنایی با نکات و وسایل ایمنی و بهداشتی و اصول پیشگیری و حفاظتی از حوادث ناشی از کار با ماشین‌ها
- ۱۱- ترسیم شکل شماتیک ماشین‌ها به همراه مشخصات و جزئیات ماشین
- ۱۲- نحوه‌ی قبول سفارش و ورود کالا به قسمت رنگرزی و نحوه‌ی تحویل و خروج کالا از این قسمت
- ۱۳- آشنایی با نام تجاری رنگ‌های مصرفی به لاتین همراه با شماره ایندکس آنها
- ۱۴- آشنایی با نام تجاری مواد شیمیایی و تعاونی مصرفی (به لاتین) و کاربرد هر یک
- ۱۵- بررسی تولید روزانه قسمت رنگرزی به تفکیک ماشین‌آلات و همچنین به تفکیک فرم‌های مختلف فیزیکی کالای رنگرزی شده و نخ، پارچه، الیاف و...
- ۱۶- بررسی مدل و سازنده ماشین‌های رنگرزی موجود در سالن همراه با شرح کلی آنها و نحوه‌ی استفاده از آنها مانند چگونگی افزایش و یا کاهش حرارت و نحوه کنترل آن، تعداد سیکل‌های گردش محلول و یا کالا و یا هر دو، حجم ماشین، ادوات ضمیمه ماشین، قسمت کنترل ماشین، قابلیت‌های احتمالی ماشین برای رنگرزی فرم‌های مختلف فیزیکی کالا مانند الیاف، نخ، کلاف، ماف و پارچه و...
- ۱۷- آشنایی با کار چرثقیل سقفی و کارکرد آن در جهات مختلف

- ۱۸- بررسی ظرفیت و نحوه‌ی آبگیری پارچه‌ی رنگری شده با ماشین‌های سانتریفیوژ، مکنده و فولارد
- ۱۹- بررسی با نحوه‌ی کار ماشین اسکاچر (تاب بازکن) دستی و اتوماتیک به‌عنوان مکمل قسمت آبگیر
- ۲۰- بررسی با خطرات دستگاه‌های آبگیری و راه‌های پیشگیری از حوادث ناشی از اعمال و شرایط نایمن
- ۲۱- بررسی با نحوه‌ی کار ترمز و سرعت‌سنج‌های آبگیر سانتریفیوژ
- ۲۲- بررسی با نحوه‌ی اعمال فشار بر غلتک‌های فولارد آبگیری
- ۲۳- بررسی با روش باز کردن درب دستگاه آبگیر سانتریفیوژ به‌صورت دستی یا جک‌های پنوماتیک و برقی
- ۲۴- بررسی نکات زیست‌محیطی، بهداشتی، حفاظت و ایمنی در کار
- ۲۵- موارد مورد نظر هنرآموز

از ریختن پساب رنگی و مواد شیمیایی در فاضلاب خودداری کنید. این مواد را در ظروف جداگانه جمع‌آوری کنید و سپس معدوم نمایید.

نکته زیست‌محیطی



## مثلث رنگ

برای تهیه‌ی یک مثلث رنگ اغلب از سه ماده‌ی رنگزا که دارای رنگ‌های اصلی زرد، قرمز و آبی می‌باشند، استفاده می‌گردد. مواد رنگزایی که انتخاب می‌گردد، لازم است مناسب کالایی باشد که قرار است رنگری شود. به‌عنوان مثال برای تهیه‌ی مثلث رنگ با پارچه‌ی سلولزی پنبه از مواد رنگزای مستقیم یا مواد رنگزای راکتیو و... و برای تهیه‌ی مثلث رنگ با پارچه‌ی پشمی از مواد رنگزای اسیدی یا متال کمپلکس و... استفاده می‌شود.

در عمل برای تهیه‌ی مثلث رنگ، یکی از کالاها را با ماده‌ی رنگزای قرمز رنگ، کالای بعدی با ماده‌ی رنگزای زرد رنگ و بالاخره کالای سوم با ماده‌ی رنگزای آبی رنگ رنگری می‌شود. این سه کالای رنگری شده با سه رنگ اصلی در رئوس مثلث رنگ قرار می‌گیرند. در ادامه‌ی رنگری برای تکمیل مثلث رنگ، هر ضلع مثلث به وسیله‌ی رنگری کالا با مخلوطی از دو ماده‌ی رنگزا که در دو رأس هر مثلث را تشکیل می‌دهند، به دست می‌آید.

هر چه در طول ضلع مثلث شکل از رأس یک مثلث به طرف رأس مثلث مقابل آن رنگری کالاها را ادامه می‌دهید، از غلظت ماده‌ی رنگزای رأس اول کمتر می‌شود و بر غلظت ماده‌ی رنگزای رأس مقابل افزوده می‌شود. در اضلاع اصلی هر مثلث فقط مخلوط دو رنگ که در هر رأس می‌باشد، انجام می‌شود و درصد رنگ سوم در طول این ضلع صفر می‌باشد. در ضمن کالایی که در وسط ضلع مثلث واقع می‌شود، با غلظت مساوی از دو ماده‌ی رنگزای اصلی واقع شده در دو رأس رنگری می‌شود.

رنگری در اضلاع دیگر مثلث همانند ضلع اول انجام می‌شود با این تفاوت که برای مخلوط کردن رنگها از رنگهای اصلی واقع شده در دو رأس این ضلع استفاده می‌شود و غلظت رنگزایی که در رئوس آن ضلع نمی‌باشد، صفر می‌باشد.

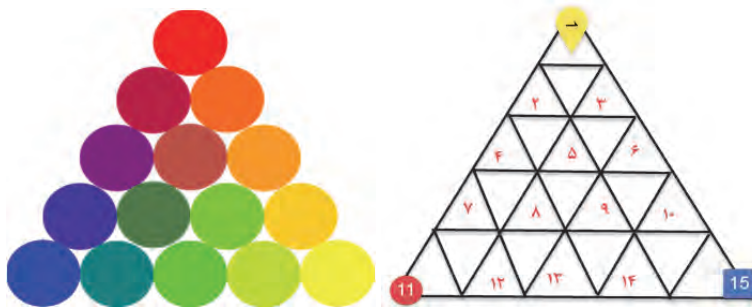
غیر از مثلث‌های کوچکی که در اضلاع اصلی مثلث رنگ واقع می‌شوند، هر مثلث رنگ از مثلث‌های کوچکی تشکیل می‌شود که درون مثلث اصلی ترسیم می‌شوند. مثلث‌های کوچک فرعی داخلی برخلاف مثلث‌های واقع شده بر روی اضلاع، مجموع رنگهای به کار رفته برای تشکیل مثلث رنگ در آنها، مشتمل بر هر سه رنگزای اصلی زرد، قرمز و آبی با غلظت‌های معین می‌باشد. در تهیه مخلوط رنگ‌های زرد، قرمز و آبی، هر مثلث فرعی داخلی که به رأس اصلی مثلث رنگ نزدیک‌تر می‌باشد، غلظت رنگزای نزدیک به آن رأس بیشتر می‌باشد. همین رویه برای مثلث‌های داخلی دیگر با غلظت‌های متفاوت تکرار می‌شود.

در شکل تصویر یک عدد مثلث رنگ ۱۵ خانه‌ای (نمونه‌ای) مشاهده می‌شود که در رئوس آن رنگ‌های اصلی با شماره‌ی ۱ (زرد)، ۱۱ (قرمز) و ۱۵ (آبی) مشخص شده است.

یک نمونه مثلث رنگ در شکل ۱۴ نشان داده شده است. در رئوس مثلث درصد هر رنگزا ۳ درصد و دو رنگزای دیگر صفر می‌باشد. در مورد مثلث‌های دیگر درصد رنگها برای تهیه‌ی مثلث رنگ همانند جدول می‌باشد. همان گونه که در جدول ۸ مشاهده می‌کنید مجموع درصد‌های رنگزا در هر مثلث برابر با هم در اینجا عدد ۳ می‌باشد.

جدول ۸ درصد‌های رنگزاهای مصرفی اصلی در هر مثلث رنگ

شماره مثلث	۱	۲	۳	۴	۵
درصد رنگزا	زرد ۳ درصد	زرد ۲ درصد قرمز ۱ درصد	زرد ۲ درصد آبی ۱ درصد	زرد ۱/۵ درصد قرمز ۱/۵ درصد	زرد ۲ درصد قرمز ۰/۵ درصد آبی ۰/۵ درصد
شماره مثلث	۶	۷	۸	۹	۱۰
درصد رنگزا	زرد ۱/۵ درصد آبی ۱/۵ درصد	زرد ۱ درصد قرمز ۲ درصد	زرد ۰/۵ درصد قرمز ۱/۵ درصد آبی ۱ درصد	زرد ۰/۵ درصد قرمز ۱ درصد آبی ۰/۵ درصد	زرد ۱ درصد آبی ۲ درصد
شماره مثلث	۱۱	۱۲	۱۳	۱۴	۱۵
درصد رنگزا	قرمز ۳ درصد	قرمز ۲ درصد آبی ۱ درصد	قرمز ۱/۵ درصد آبی ۱/۵ درصد	قرمز ۱ درصد آبی ۲ درصد	آبی ۳ درصد



شکل ۱۴ تصویر یک عدد مثلث رنگ ۱۵ خانه‌ای (نمونه‌ای)

## مشخصات رنگ

هر رنگ دارای سه بعد، صفت یا ویژگی ۱- فام (ته رنگ / HUE) ۲- روشنایی و درخشندگی (ارزش رنگ، شفافیت / VALUE) و ۳- خلوص رنگ (اشباع، سیری، شدت / SATURATION) می‌باشد که این سه بعد بصری به‌طور مستقل تغییرپذیر می‌باشد و چشم انسان، رنگ‌ها را بر اساس این سه خصوصیت از همدیگر متمایز می‌کند. این سه بعد بصری در رنگ‌های مختلف با هم متفاوت می‌باشد و برای اندازه‌گیری دقیق‌تر رنگ‌ها و کدبندی آنها از این سه بعد یا ویژگی استفاده می‌شود.

فام یا ته رنگ هر رنگ، اسم عمومی هر رنگ می‌باشد که به‌صورت کامل و در نهایت درخشش دیده می‌شود و کیفیتی از رنگ می‌باشد که از طیف الکترومغناطیس نشأت می‌گیرد و بر حسب طول موج نور آن رنگ فرق می‌کند. اختلاف فام به معنی اختلاف رنگ است. کلماتی نظیر قرمز، زرد، آبی و سبز و... برای تشخیص فام‌ها از یکدیگر است. فام یا ته رنگ، صفتی از رنگ است که جایگاه آن در سلسله‌ی رنگی از قرمز تا بنفش مشخص می‌کند. از طریق بصری می‌توان حدود ۱۵۰ فام متفاوت را تشخیص داد، ولی همه‌ی این‌ها به‌طور مساوی در طیف مرئی توزیع نشده‌اند، زیرا چشم انسان برای تفکیک فام‌ها در طول موج‌های بلندتر، توانایی بیشتری دارد. بلندترین طول موج‌ها در منطقه‌ی قرمز و کوتاه‌ترین طول موج در منطقه‌ی بنفش می‌باشد که دسته‌بندی عمومی رنگ‌ها به بی‌فام (مثل سیاه، سفید و خاکستری) و فام‌دار (مثل قرمز، زرد و سبز) بر همین صفت پایدار می‌باشد. رنگ‌های قرمز، زرد و آبی را فام‌های اولیه و اصلی می‌نامند؛ زیرا مبنای سایر فام‌های دیگر می‌باشند. در حقیقت منظور از ته رنگ یا فام، همان کیفیت رنگین بودن رنگ‌هاست. وقتی از یک رنگ صحبت به میان می‌آید منظور ته رنگ یا فام آن می‌باشد که در واقع بخشی از طول موج نوری است که آن رنگ منعکس می‌کند.

دو رنگ مختلف مثل سبز و آبی ممکن است از نظر شفافیت و خلوص رنگ شبیه به هم باشند ولی آنچه مسلم است از نظر فام با همدیگر متفاوت می‌باشند زیرا طول موج رنگ‌های آنها با همدیگر اختلاف دارند. فام هر رنگ مشخص‌کننده‌ی آن رنگ می‌باشد، بنابراین وقتی مقدار رنگ قرمز در یک رنگ نارنجی بیشتر از مقدار رنگ زرد باشد رنگ نارنجی دارای فام قرمز است.

۲- درخشندگی و روشنایی (ارزش، شفافیت) هر رنگ دومین صفت رنگ می‌باشد و درجه‌ی تیرگی و روشنی آن را مشخص می‌کند و شامل سیاه مطلق تا سفید مطلق می‌باشد. کلماتی نظیر شدید و ضعیف برای یک منبع نوری و روشن و تیره برای رنگ ساطع شده از یک جسم، مشخص‌کننده‌ی میزان ارزش رنگ می‌باشد و بسته به مقدار نوری که جسم منعکس می‌کند، متغیر می‌باشد، به طوری که هیچ رنگی به شفافیت یا شدت نور سفید نمی‌باشد. رنگ زرد درخشنده‌تر و شفاف‌تر از سایر رنگ‌هاست و بعد از آن نارنجی و بعد قرمز و بالاخره رنگ بنفش کمترین شفافیت یا شدت رنگ را دارد. دو رنگ قرمز ممکن است از نظر فام با هم مساوی باشند ولی از نظر شفافیت ممکن است متفاوت باشند و لذا دو رنگ مجزا به نظر می‌رسند.

۳- خلوص (اشباع، سیری) هر رنگ سومین صفت هر رنگ می‌باشد که میزان خلوص فام آن رنگ را مشخص می‌کند، به طوری که رنگی دارای خلوص بیشتری می‌باشد که در ترکیب آن سفید، سیاه یا خاکستری نداشته باشد. مقیاس این ویژگی رنگ از خاکستری خنثی با عدد صفر شروع می‌شود و تا بالاترین درجه‌ی اشباع در هر سطح رنگ ادامه می‌یابد. تمام رنگ‌ها کم و بیش با نور سفید مخلوط شده‌اند و وقتی با طیف رنگی مقایسه می‌شوند پریده یا پژمرده‌تر به نظر می‌رسند. علت اصلی این پدیده از دست دادن خلوص آن به علت اختلاط با نور سفید رنگ می‌باشد.

کیفیت رنگ‌های درجه دوم، حالتی بین رنگ‌های اصلی تشکیل‌دهنده‌ی خود دارند. بنابراین رنگ نارنجی یک رنگ خیلی قوی و دارای گرمی و شفافیت زیادی می‌باشد اما به شدت رنگ زرد نمی‌باشد. رنگ سبز رنگ نسبتاً سرد است ولی خیلی تازه و خوشایند جلوه می‌کند. رنگ ارغوانی یک رنگ قشنگ و عمیق می‌باشد.

رنگ‌های درجه اول و دوم خیلی قوی می‌باشند و به همین علت کمتر به تنهایی به کار می‌روند. رنگ‌های اصلی به‌ندرت در پارچه برای روشنی و تازگی در پارچه به کار می‌رود.

فضای رنگی CMYK که شامل رنگ‌های مکمل فیروزه‌ای، بنفش، زرد و سیاه می‌باشند، به علت به کارگیری آسان در چاپ کاربرد بیشتری دارند.

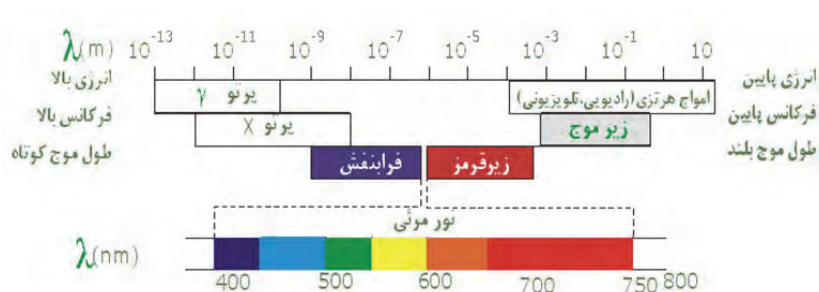
نکته



## رنگ در نساجی

استفاده از رنگ‌های متنوع در کالای نساجی به علت زیبایی، علاقه، جذابیت و... از سالیان گذشته معمول بوده است به طوری که کاربرد یک رنگ ناموزون به مراتب بدتر از کاربرد یک بافت نامناسب می‌باشد. رنگ امواج الکترومغناطیس می‌باشد که در محدوده‌ی مرئی طیف در طول موج‌های حدود ۴۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارند به طوری که در این محدوده امواج با رنگ‌های مختلفی در چشم بیننده ظاهر می‌شوند. شکل ۱۵ تصویر طیف مرئی و نامرئی امواج الکترومغناطیس مشاهده می‌شود.

## رنگری الیاف بازیافته



شکل ۱۵ تصویر طیف مرئی و نامرئی امواج الکترومغناطیس

هر موج الکترومغناطیس در محدوده‌ی مرئی طیف رنگ خاصی دارد. به عنوان مثال رنگ آبی دارای طول موج ۴۳۰ تا ۴۹۰ نانومتر و رنگ زرد دارای طول موج ۵۶۰ تا ۵۹۰ نانومتر می‌باشد. ارتباط بین طول موج نور و رنگ مشاهده شده در جدول ۹ نشان داده شده است. نور قرمز دارای طول موج و نور بنفش دارای کوتاه‌ترین طول موج می‌باشد.

جدول ۹ ارتباط بین طول موج نور و رنگ مشاهده شده

رنگ مشاهده شده	طول موج (نانومتر)	رنگ مشاهده شده	طول موج (نانومتر)
بنفش	۳۰۰-۴۳۰	آبی	۴۳۰-۴۹۰
آبی مایل به سبز	۴۹۰-۵۱۰	سبز	۵۱۰-۵۳۰
سبز مایل به زرد	۵۳۰-۵۶۰	زرد	۵۶۰-۵۹۰
نارنجی	۵۹۰-۶۱۰	قرمز	۶۱۰-۷۰۰

برای اینکه کالایی رنگی دیده شود باید توسط یک منبع نوری روشن شود تا نور انعکاس یافته از کالا به چشم مشاهده کننده برسد و آن رنگ را درک کند. هنگامی که نور سفیدی به پارچه‌ی رنگی برخورد می‌کند، قسمتی از نور جذب می‌شود و قسمتی دیگر منعکس می‌شود. نور جذب شده همواره دیده نمی‌شود ولی نور منعکس شده قابل رویت می‌باشد. به عنوان مثال اگر نور سفید به پارچه‌ی آبی رنگ برخورد کند، پارچه طول موج‌های مربوط به رنگ آبی را منعکس می‌کند و طول موج‌های مربوط به رنگ زرد را جذب می‌کند. در جدول ۱۰ رابطه‌ی بین نور جذب شده و رنگ مشاهده شده، نشان داده شده است.

جدول ۱۰ رابطه‌ی بین نور جذب شده و رنگ مشاهده شده

رنگ نور جذب شده	رنگ مشاهده شده	رنگ نور جذب شده	رنگ مشاهده شده
بنفش	سبز مایل به زرد	آبی	زرد تا نارنجی
سبز مایل به آبی	قرمز	سبز	ارغوانی
سبز مایل به زرد	بنفش	زرد	آبی
نارنجی	آبی مایل به سبز	قرمز	سبز مایل به آبی تا سبز



هیچ رنگی بدون وجود نور دیده نمی‌شود. دلیل مشاهده‌ی هر رنگ قابلیت جذب یا انعکاس نور در ماده می‌باشد که به علت اختلاف جذب یا انعکاس نور، مواد مختلف به رنگ‌های متفاوتی به نظر می‌رسند. به‌عنوان مثال اگر ۳ پارچه با رنگ‌های سیاه، سفید و قرمز را در نظر بگیرید در مورد رنگ آن پارچه‌ها می‌توان گفت که پارچه‌ای که سیاه دیده می‌شود تمام امواج نور را جذب می‌کند و در آن قسمت انعکاس نوری نمی‌باشد. پارچه‌ای که سفید دیده می‌شود، تمامی امواج از آن پارچه منعکس می‌شوند و جذب نوری وجود ندارد. در مورد پارچه‌ی قرمز رنگ تمامی موج‌های نور به استثنای قرمز جذب می‌گردند و فقط رنگ قرمز منعکس می‌گردد و بنابراین پارچه به رنگ قرمز دیده می‌شود.

تهیه‌ی مثلث رنگ از کالای سلولزی رنگرزی شده با مواد رنگزای مستقیم رنگرزی را مطابق نسخه و منحنی زیر انجام دهید و گزارش کار را به هنرآموزتان تحویل دهید.  
کالای نساجی مورد نیاز:

پارچه‌ی ویسکوز ریون هر یک به وزن ۴ گرم به تعداد ۱۵ عدد  
مواد مصرفی مورد نیاز:

ماده رنگزای مستقیم (تهیه محلول ۱ درصد) \*\* نمک (تهیه محلول ۵ درصد) \*\* آب نرم  
وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز:

بشر یا لیوان آزمایشگاهی \*\* دماسنج مخصوص \*\* همزن شیشه‌ای \*\* پیپت ساده ۱۰ سی‌سی \*\*  
پیپت پرکن (پوآر) \*\* وسایل ایجاد حرارت \*\* ترازو \*\* کرنومتر یا ساعت \*\* استوانه مدرج

نسبت حجم محلول رنگرزی به وزن کالا:

$$L:R = 40:1$$

### نسخه‌ی رنگرزی

مقدار مواد مورد نیاز برای تهیه‌ی مثلث رنگ از شماره‌ی ۱ تا ۸ در جدول ۱۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۱ مقدار مواد مورد نیاز برای تهیه‌ی مثلث رنگ از شماره‌ی ۱ تا ۸

حمام ۸	حمام ۷	حمام ۶	حمام ۵	حمام ۴	حمام ۳	حمام ۲	حمام ۱	مواد مصرفی مورد نیاز (درصد)
۰/۲۵	۰/۵	۱	۱/۵	۱	۱/۵	۱/۵	۲	ماده‌ی رنگزای مستقیم زرد (درصد)
۱/۵	۱/۵	---	۰/۲۵	۱	---	۰/۵	---	ماده‌ی رنگزای مستقیم قرمز (درصد)
۰/۲۵	---	۱	۰/۲۵	---	۰/۵	---	---	ماده‌ی رنگزای مستقیم آبی (درصد)
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	نمک (درصد)



## رنگری الیاف بازیافته

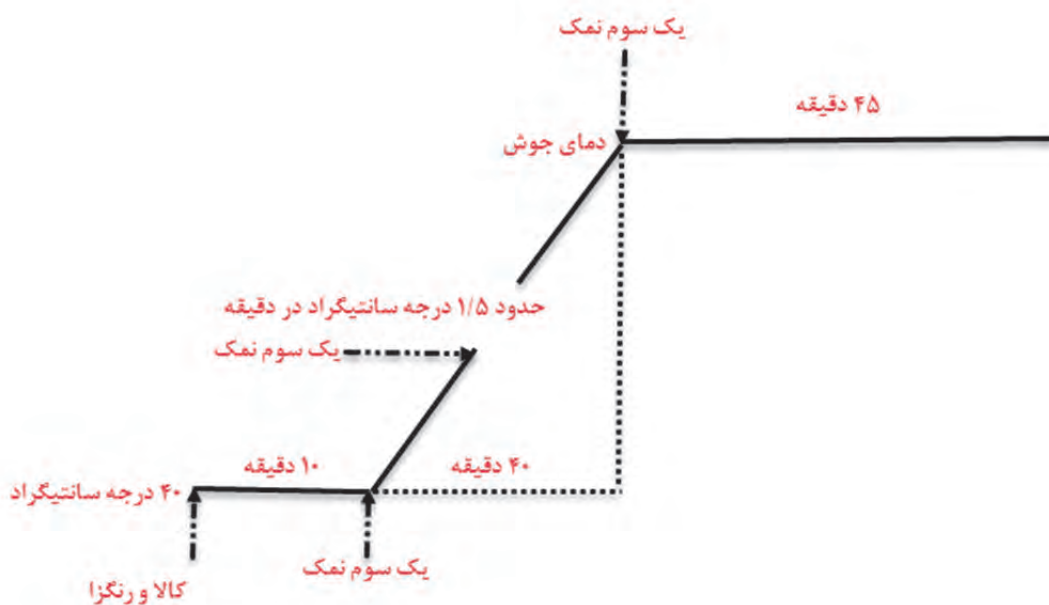
مقدار مواد مورد نیاز برای تهیهی مثلث رنگ از شماره‌ی ۹ تا ۱۵ در جدول ۱۲ مشاهده می‌شود.

جدول ۱۲ مقدار مواد مورد نیاز برای تهیهی مثلث رنگ از شماره‌ی ۹ تا ۱۵

حمام ۱۵	حمام ۱۴	حمام ۱۳	حمام ۱۲	حمام ۱۱	حمام ۱۰	حمام ۹	مواد مصرفی مورد نیاز (درصد)
---	---	---	---	---	۰/۵	۰/۲۵	ماده‌ی رنگزای مستقیم زرد (درصد)
---	۰/۵	۱	۱/۵	۲	---	۰/۲۵	ماده‌ی رنگزای مستقیم قرمز (درصد)
۲	۱/۵	۱	۰/۵	---	۱/۵	۱/۵	ماده‌ی رنگزای مستقیم آبی (درصد)
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	نمک (درصد)

### نمودار رنگری:

در شکل ۱۶ تصویر نمودار رنگری کالای سلولزی ویسکوز ریون با مواد رنگزای مستقیم نشان داده شده است.



شکل ۱۶ تصویر نمودار رنگری کالای سلولزی ویسکوز ریون با مواد رنگزای مستقیم

با کنترل صحیح درجه حرارت، از مصرف بیش از حد انرژی جلوگیری کنید.

زیست محیطی





- ۱- گرمای زیاد ناشی از به جوش آورده محلول رنگریزی می‌تواند به شما آسیب بزند.
- ۲- اگر از بخار برای رنگریزی استفاده می‌کنید مراقب باشید. و از دستکش ایمنی و عینک مخصوص استفاده کنید.

## رنگ همانندی

در صنعت رنگریزی به ترکیب یا تغییر در شید رنگ‌ها با هدف ایجاد یک رنگ خاص در نمونه‌ی مورد نظر مشتری، رنگ همانندی گفته می‌شود. رنگ همانندی یعنی اینکه نمونه‌ی کوچکی از کالای رنگ شده را در اختیار داشته باشیم تا مطابق آن کالای سفید را رنگریزی کنیم، به طوری که نمونه و کالای رنگریزی شده دارای رنگ مشابه یا همانند شوند.

برای رنگ همانندی، نمونه‌ای از کالای نساجی با رنگ خاص مشتری برای سفارش به قسمت رنگریزی ارسال می‌کند. متخصصان رنگریزی در آزمایشگاه پس از شناسایی جنس کالا بر اساس تجربه‌ی کاری و انجام آزمایشات متعدد از ترکیب رنگزاهای اصلی یا فرعی و یا تغییر در شید یک رنگزای خاص شید مورد نظر مشتری را در آزمایشگاه استخراج می‌کنند.

گاهی اوقات تنها همانند بودن رنگ نمونه و کالای رنگریزی شده اهمیت دارد ولی گاهی علاوه بر رنگ همانندی ثبات رنگ کالای رنگریزی شده نیز اهمیت دارد، به عبارتی ثبات رنگ کالای رنگریزی شده لازم است مطابق با ثبات رنگ کالای نمونه‌ی سفارش داده شده باشد.

در قسمت رنگریزی پس از شناسایی جنس الیاف موجود در کالای نساجی رنگ شده‌ی مورد نظر با روش‌های معمول که در سال قبل آموخته‌اید، نوع رنگزای مناسب با آن کالا در واحد رنگریزی مشخص می‌شود. الیاف موجود در کالای نساجی ممکن است از یک جنس یا مخلوطی از الیاف متفاوت باشد که در رنگریزی به این نکته باید توجه شود، زیرا شرایط رنگریزی و نوع ماده‌ی رنگزا برای هر نوع لیفی متفاوت می‌باشد.

اغلب رنگ همانندی در کالایی که الیاف مصرفی در آن از یک جنس باشد راحت‌تر از حالتی می‌باشد که در آن کالای رنگ شده‌ی نمونه از مخلوطی از الیاف تشکیل شده باشد، زیرا در رنگریزی کالای مخلوط ممکن است عمق و فام کالای رنگریزی شده در هر جنس متفاوت باشد. در فصل آخر کتاب با رنگریزی کالای مخلوط آشنا می‌شوید.

اغلب متخصصین رنگریزی برای رنگ همانندی از کاتالوگ‌های رنگ مورد نظر کمک می‌گیرند. در کاتالوگ‌های رنگ‌های مختلف و متنوعی به همراه درصد‌های مورد نیاز در یک کارت یا کتابچه آورده می‌شود. اگر شید مورد نظر در کاتالوگ وجود داشته باشد به آسانی می‌توان درصد رنگزای مورد نیاز را می‌توان به دست آورد و مطابق با آن رنگریزی کالای مورد نظر را انجام داد. اگر شید مورد نظر در کاتالوگ موجود نباشد، به‌عنوان مثال اگر رنگ در کاتالوگ پررنگ‌تر باشد، ماده‌ی رنگزا با درصد کمتری بر روی کالا

باید به کار برده شود. اگر رنگ در کاتالوگ کم‌رنگ‌تر از رنگ نمونه مورد نظر باشد، ماده‌ی رنگزا با درصد بیشتری روی کالا به کار برده می‌شود. این عملیات در آزمایشگاه رنگری تا آنجا ادامه می‌یابد که کالای رنگری شده در شرایط نوری استاندارد با نمونه‌ی سفارش داده شده رنگ همانند باشد. گاهی امکان دارد که با یک ماده‌ی رنگزا نتوان شید مورد نظر که با رنگ نمونه مطابقت کند به دست آورد، در این صورت کالای نساجی را باید با مخلوطی از مواد رنگزای مختلف رنگری کرد تا رنگ کالای رنگری شده با نمونه‌ی اصلی، رنگ همانند شود.

امروزه متخصصان رنگری بنا بر تجاربی که در سالیان متمادی کسب کرده‌اند، قادرند با حداقل آزمایشات و زمان، شید نزدیک به شید مورد نظر را به دست آورند. رنگرزان حرفه‌ای برای کسب دقیق رنگ مورد نظر به انجام آزمایشات کمتری نیاز دارند.

آیا می‌دانید



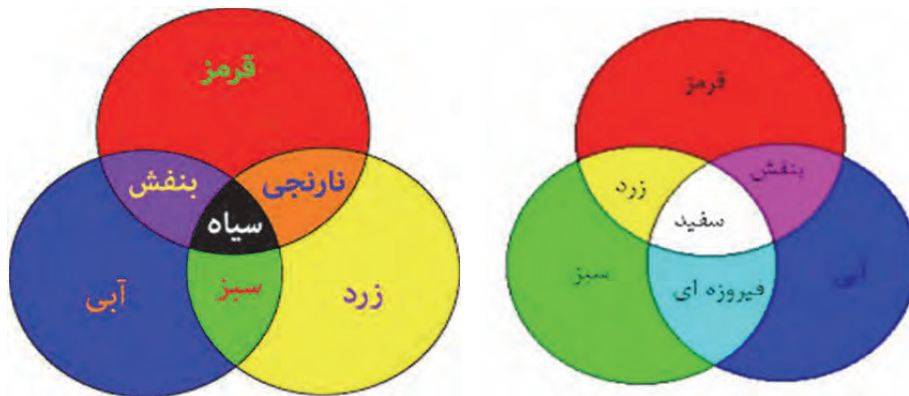
دو تئوری اصلی برای رنگ‌ها وجود دارد: ۱- تئوری نور ۲- تئوری پیگمان

با قرار دادن یک منشور در مسیر یک نور سفید ترکیبات آن نور معین می‌گردد. نور سفید مثل نور خورشید، فیلامنت لامپ تنگستن و لوله‌های فلورسنت تمامی طول موج‌های محدوده‌ی مرئی طیف را در خود دارد به طوری که نور تجزیه شده در منشور یک طیف رنگی تشکیل می‌دهد که از رنگ‌های قرمز، نارنجی، زرد، سبز، آبی و بنفش تشکیل می‌شود. تغییر رنگ از منطقه‌ای به منطقه‌ی دیگر به صورت یک دفعه‌ای نمی‌باشد بلکه کم‌کم از مقدار یک رنگ کاسته می‌شود و بر مقدار رنگ بعدی افزوده می‌شود. به عنوان مثال رنگ سبز یک دفعه تبدیل به آبی نمی‌شود بلکه کم‌کم از مقدار رنگ سبز کاسته می‌شود و بر مقدار آبی افزوده می‌گردد تا به طور کامل آبی گردد.

هرگاه سه نور آبی، سبز و قرمز به نسبت مناسبی با یکدیگر مخلوط شوند، نور سفید ایجاد می‌شود. اختلاطی که از مخلوط کردن نورها به دست می‌آید را اختلاط افزایشی می‌نامند که مربوط به منابع نوری می‌باشد، زیرا این اختلاط باعث اضافه نمودن رنگ می‌گردد. در اختلاط افزایشی رنگ‌های آبی، سبز و قرمز رنگ‌های اصلی می‌باشند. در سیستم ترکیب رنگی افزایشی ترکیب هر سه رنگ اصلی با شدت یکسان، رنگ سفید را ایجاد می‌کند و رنگ سیاه هیچ کدام از رنگ‌های اصلی را ندارد.

در مورد مواد رنگ‌کننده رنگزا یا پیگمنت‌ها (رنگدانه‌ها) و رنگ‌های غیر نوری مصرفی در نساجی از سیستم اختلاط کاهش‌ی استفاده می‌شود. در اختلاط کاهش‌ی مواد رنگی به یکدیگر افزوده می‌شوند و مخلوط کردن رنگ‌ها باعث کم شدن رنگ‌ها یا تضاد آنها می‌شود. در اختلاط کاهش‌ی رنگ‌های اصلی زرد، ارغوانی و فیروزه‌ای می‌باشند. از اختلاط این سه رنگ با نسبت مناسب رنگ سیاه حاصل می‌شود به طوری که رنگ سفید هیچ کدام از رنگ‌های اصلی را ندارد.

در شکل ۱۷ اختلاط افزایشی ۳ رنگ اصلی در منابع نوری و اختلاط کاهش‌ی ۳ رنگ اصلی در مواد رنگی نشان داده شده است.



شکل ۱۷ اختلاط ۳ افزایشی رنگ اصلی در منابع نوری و اختلاط کاهش ۳ رنگ اصلی در مواد رنگی

اثری که در مخلوط رنگ‌ها در رنگ‌گری به وجود می‌آید با اثری که از مخلوط نورها حاصل می‌شود، متفاوت می‌باشد. در مخلوط کردن مواد رنگ‌زا یک رنگ تمایل به جذب یا خنثی کردن رنگ دیگری دارد در نتیجه یک رنگ سومی ایجاد می‌شود. به‌عنوان مثال رنگ زرد و آبی، نور سبز را منعکس می‌کنند و در اثر مخلوط کردن این دو رنگ در رنگ‌گری تمامی نورها جذب می‌شود و فقط نور سبز منعکس می‌شود و بنابراین شما رنگ سبز را مشاهده می‌کنید. در قضیه اختلاط رنگ‌زای زرد و آبی، رنگ آبی اشعه‌ی قرمز، نارنجی و زرد نور و رنگ زرد اشعه‌ی بنفش و آبی نور را جذب می‌کنند و فقط اشعه‌ی سبز باقی می‌ماند که آن هم منعکس می‌شود و شما کالای رنگ شده را به رنگ سبز مشاهده می‌کنید. هر چه اشعه‌ی منعکس شده از رنگ‌ها زیادتر باشد، رنگ روشن‌تر مشاهده می‌گردد و هر چه کمتر باشد رنگ تیره‌تر به نظر می‌رسد.

در تلویزیون رنگی سه نور رنگی با هم مخلوط می‌شوند و رنگ‌های جدید می‌سازند. از طرفی یک نقاش نیز رنگ‌ها را با هم مخلوط می‌کند و رنگ‌های جدیدی می‌سازند. این دو موضوع را قالب اختلاط افزایشی و کاهش ۳ رنگ بیان کنید.

پرسش کلاسی



## مخلوط کردن رنگ‌ها در نساجی

اثر حاصل از مخلوط کردن پیگمان‌های رنگی در رنگ‌گری عملی توسط تئوری «بریوستر» مورد قبول واقع می‌باشد.

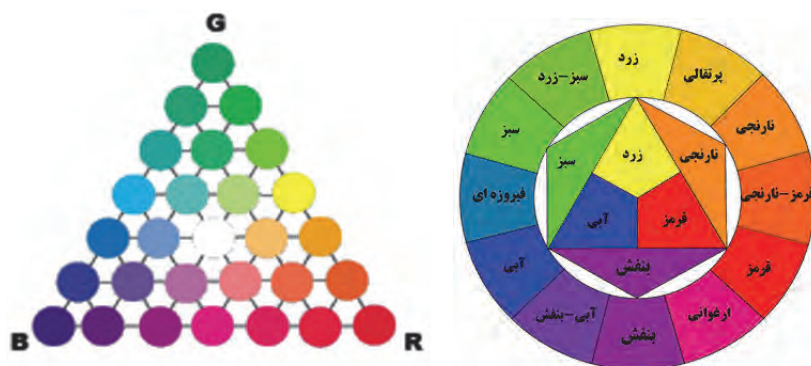
در این تئوری رنگ‌های زرد، قرمز و آبی به‌عنوان رنگ‌های اصلی یا درجه اول در نظر گرفته می‌شود زیرا هیچ یک از این سه رنگ را نمی‌توان با مخلوط کردن سایر رنگ‌ها به دست آورد. در حالی که با مخلوط کردن رنگ‌های اصلی درجه اول به مقادیر مختلف و افزودن رنگ‌های سیاه و سفید می‌توان تمامی رنگ‌ها را به دست آورد. از دو به دو مخلوط کردن رنگ‌های اصلی درجه اول، رنگ‌های درجه دوم حاصل می‌شود و از دو به دو مخلوط کردن رنگ‌های درجه دوم، رنگ‌های درجه سوم پدید می‌آید. در جدول ۱۳ رنگ‌های درجه اول، دوم و سوم مشاهده می‌شود.

جدول ۱۳ رنگ‌های درجه اول، دوم و سوم

رنگ‌های درجه اول اصلی	رنگ‌های درجه دوم	رنگ‌های درجه سوم
قرمز Red	سبز (زرد+آبی)	Russet (ارغوانی+ نارنجی)
زرد Yellow	ارغوانی (قرمز+ آبی)	Citron (سبز+ نارنجی)
آبی Blue	نارنجی (قرمز+ زرد)	زیتونی (سبز+ ارغوانی)

در هر یک از رنگ‌های درجه دوم فقط دو رنگ اصلی به کار رفته است در حالی که در ساختمان هر کدام از رنگ‌های درجه سوم، هر سه رنگ اصلی مصرف می‌شوند به طوری که نسبت یکی از رنگ‌ها بیشتر از دو رنگ دیگر می‌باشد. رنگ درجه سوم حاصل بیشتر به یکی از سه رنگ تمایل دارد. در رنگ حنایی، قرمز زیادتر و در رنگ لیمویی، زرد زیادتر و بالاخره در رنگ زیتونی آبی به مقدار زیادتر از دو رنگ اصلی دیگر به کار می‌رود.

رنگ‌های درجه دوم و در بین آنها و در فاصله‌ی بین هر رنگ اصلی و هر رنگ درجه دوم دو رنگ واسطه قرار می‌گیرد. در تئوری پیگمان هر رنگ اصلی با رنگ درجه دومی که از مخلوط دو رنگ اصلی دیگر تهیه می‌شود، مکمل می‌باشد. بنابراین رنگ‌های قرمز و سبز، زرد و ارغوانی، آبی و نارنجی مکمل یکدیگرند. به همین ترتیب هر رنگ درجه دوم با رنگ درجه سوم که از مخلوط دو رنگ درجه دوم دیگر تهیه شده است مکمل می‌باشد. بنابراین رنگ سبز و حنایی، ارغوانی و لیمویی، نارنجی و زیتونی مکمل یکدیگر می‌باشند. شکل ۱۸ تصویر رنگ‌های اصلی درجه اول، درجه دوم و درجه سوم در کنار همدیگر نشان داده شده است.



شکل ۱۸ تصویر رنگ‌های و نورهای اصلی درجه اول، درجه دوم و درجه سوم در کنار همدیگر

از آنجایی که رنگ در اثر تغییر نور به وجود می‌آید، عواملی نظیر طیف نور و جنس ماده می‌تواند بر روی میزان رنگ تأثیرگذار باشد. طیف نور با تغییر فرکانس نور، تغییراتی در رنگ ایجاد می‌کند. همچنین ویژگی‌های ماده‌ای که نور به آن می‌تابد تغییراتی در رنگ ایجاد می‌کند، به‌عنوان مثال شفافیت و دقت رنگ برای مواد اولیه‌ی مختلف مثل ابریشم و پشم و... متفاوت می‌باشد. نیروی بصری اشخاص مختلف نیز عامل مؤثری در تشخیص رنگ می‌باشد به طوری که در این قضیه خطای چشمی مشهود می‌باشد.

## تغییر رنگ‌ها

رنگ‌های نساجی ممکن است به روش‌های مخلوط کردن یک رنگ با رنگ‌های دیگر، مخلوط کردن یک رنگ با رنگ سیاه، مخلوط کردن یک رنگ با رنگ سفید و مخلوط کردن رنگ‌ها در نساجی با یکدیگر ایجاد شوند که هر فام بر حسب مقدار نسبی رنگ‌های مصرف شده معین می‌شود. به‌عنوان مثال اگر در مخلوط رنگ زرد و آبی اگر رنگ زرد بیشتر باشد، فام نتیجه شده یک رنگ سبز مایل به زرد می‌باشد. زمانی که یک رنگ را با رنگ سیاه یا سفید مخلوط کنید تغییراتی در زمینه (Tone) رنگ داده می‌شود. با مخلوط کردن یک رنگ با رنگ سفید با نسبت‌های مختلف تینت (Tint) های رنگ ایجاد می‌شود. در حالی که با مخلوط کردن یک رنگ با رنگ سیاه شید (Shade) های رنگ مشاهده می‌گردد. بنابراین یک تینت (Tint) عبارت است از یک زمینه‌ی روشن‌تر از رنگ نرمال و یک شید (Shade) زمینه‌ی تیره‌تر از زمینه‌ی رنگ نرمال می‌باشد. یک رنگ ممکن است از روشن‌ترین تینت (Tint) شروع و به تیره‌ترین شید (Shade) ختم شود.

از مخلوط کردن یک رنگ قرمز با رنگ‌های سیاه و سفید به نسبت‌های مختلف یک سری رنگ‌های خنثی یا قرمز با زمینه‌ی خاکستری به دست می‌آید. مخلوط کردن رنگ‌های سیاه و سفید به تنهایی رنگ خاکستری خالص ایجاد می‌کنند که با کاهش رنگ سیاه و افزایش رنگ سفید به تدریج از رنگ خاکستری تیره شروع و به رنگ خاکستری روشن ختم می‌شود.

## عوامل تغییردهنده‌ی رنگ‌ها

عواملی نظیر ساختمان فیزیکی ماده‌ی اولیه، ساختمان مکانیکی نخ و پارچه و نوع عملیات تکمیلی روی پارچه پس از بافندگی نیز می‌تواند رنگ پارچه‌های نساجی را تحت تأثیر قرار دهد. مواد اولیه در الیاف مختلف نساجی از نظر شفافیت با همدیگر اختلاف زیادی دارند. به‌عنوان مثال الیافی نظیر ابریشم طبیعی و مصنوعی (ویسکوزیون) و... درخشندگی و شفافیت بالایی دارند و قابلیت انعکاس نور در این الیاف زیاد می‌باشد و رنگ‌ها با زمینه‌های (Tone) کم به خوبی ظاهر می‌شوند یا الیاف بلند پشم دارای فلس‌های سطحی بزرگ و مسطحی می‌باشند که سبب شفافیت و جلوه‌ی بهتر رنگ‌ها می‌گردد. الیاف ساقه‌ای و پنبه مرسریزه نشده، شفافیت و نرمی بسیار کمی دارد و بنابراین کالای رنگ شده، ظاهری کدری دارد. این در حالی است که در پنبه‌ی مرسریزه شده به علت نرمی و قابلیت انتقال بیشتر، ظاهر رنگ‌ها براق‌تر به نظر می‌رسند.

هر چه الیاف موجود در یک نخ موازی‌تر و مستقیم‌تر باشند، رنگ روی نخ شفاف‌تر به نظر می‌رسند. از این رو رنگ‌رزی نخ‌های فاستونی که دارای الیاف صاف، مستقیم و موازی می‌باشند، ایجاد زمینه‌ی رنگی شفاف می‌کند. در حالی که در نخ‌های پشمی که الیاف در هم و غیر موازی‌تر می‌باشند، زمینه‌ی رنگی کدرتری دارند.

با مساوی بودن کلیه مشخصات پارچه، هر چه به هم پیوستگی نخ‌ها در پارچه بیشتر باشد، زمینه‌ی رنگی حاصل کدرتر می‌شود. همچنین طریقه‌ی مرتب شدن نقاط پیوستگی نخ‌ها در پارچه اثر زیادی بر روی شفافیت زمینه‌ی رنگی دارد. بنابراین یک بافت سرزه که در آن نقاط پیوستگی پشت سر هم قرار گرفته‌اند، سطح رنگی پارچه زبرتر و کدرتر از یک بافت ساتین که روی همان تعداد نخ بنا شده، می‌باشد. بافت ساتین به علت صاف‌ترین سطحی که دارا می‌باشد دارای شفاف‌ترین زمینه‌ی رنگی در طرح‌های بافت می‌باشد.

صاف کردن سطح پارچه (کالندر کردن) در عملیات تکمیلی بعد از رنگری باعث شفافیت و براقیت سطح پارچه می‌گردد، در نتیجه قدرت انعکاس، شفافیت و شدت رنگ در پارچه افزایش می‌یابد.

## ابزارها و نرم‌افزارهای سنجش رنگ

بحث رنگ همانندی در بسیاری از مشاغل و از جمله چاپ و رنگری از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد. اغلب رنگرزان در کنار شیوه‌ی قدیمی و عرف بصری، برای افزایش سرعت، دقت و صرفه‌جویی در مصرف رنگزا و رنگدانه (پیگمنت) از شیوه‌های کمکی نظیر نرم‌افزارهای با سیستم‌عامل ویندوز، اندروید، آی.او.اس و... و وسایل آزمایشگاهی کالری‌متر و اسپکتروفوتومتر بهره می‌گیرند.

کالری‌مترها دستگاه‌های قدیمی هستند که بر اساس سیستم RGB کار می‌کنند. کالری‌مترها بر اساس طول موج رنگ‌ها کار می‌کنند و در دو نوع بصری و فوتوالکتریک موجود می‌باشند. نوری که از یک کالای رنگی منعکس می‌شود به واسطه‌ی گردش دیسک‌های کالری‌متر از فیلترهای R و G و B می‌گذرند و توسط ردیاب‌های فوتون اندازه‌گیری می‌شوند.

با اسپکتروفوتومتر انعکاسی (UV/VIS Spectrophotometer) هم می‌توان رنگ همانندی انجام داد. برای استفاده از این وسیله‌ی آزمایشگاهی، مشخصات رنگزای مصرفی به‌صورت دقیق به دستگاه می‌دهند. این وسیله با توجه به نمونه‌ی رنگی که اسکن کرده است، طول موج رنگ را محاسبه و پردازش می‌کند و بر اساس آن به‌طور تقریبی، نسخه‌سازی می‌کند.

برای استفاده از این دستگاه، آزمونگر باید بسیار با تجربه باشد، به‌طوری‌که این وسیله به هیچ‌وجه جای انجام آزمایش رنگ همانندی را نمی‌گیرد ولی سرعت کار رنگ همانندی را به‌خصوص در ابتدای کار تسریع می‌بخشد.

از این دستگاه همچنین برای اندازه‌گیری میزان غلظت رنگ پساب رنگری با توجه به طول موج ماکزیمم استفاده می‌شود به‌طوری‌که طبق قانون بیر، هرگاه یک اشعه‌ی نور تک رنگ از درون محلولی عبور کند، مقدار نور جذب شده توسط محلول، با غلظت آن نسبت خطی و مستقیم دارد.

برای اندازه‌گیری صفات رنگ نمونه‌ی مورد نظر در رنگ همانندی با این وسیله همانند شکل وسیله را بر روی نمونه قرار می‌دهند و مشخصات رنگ بر روی صفحه‌ی نمایش آن ظاهر می‌گردد. با توجه به مشخصات رنگ مورد نظر می‌توان نسخه‌ی ترکیبی رنگ‌ها را به‌صورت حدودی نسخه‌سازی کرد.

استفاده از نرم‌افزارهای ترکیب رنگ‌ها یا رنگ همانندی نیز می‌تواند تا حدودی زیادی به نسخه‌سازی برای رنگ نمونه‌ی رنگی مورد نظر کمک کند. نرم‌افزار کاربردی COLOR SCHEMER STUDIO در محیط سیستم‌عامل ویندوز و نرم‌افزارهای کاربردی با سیستم‌عامل اندرویدی نظیر COLOR SCHEMER, REAL COLOR MIXER, COLORSCANNER و جعبه‌ابزار و... نمونه‌هایی از این نرم‌افزارها می‌باشند که با کاربری آسان و جذاب به شما در رنگ همانندی‌ها کمک می‌کند. این نرم‌افزارها اغلب بر اساس سیستم اختلاط رنگی RGB (قرمز، سبز و آبی) و CMYK (فیروزه‌ای، بنفش، زرد و مشکی) کار می‌کنند. این نرم‌افزارها به هیچ‌وجه جای انجام آزمایش رنگ همانندی را نمی‌گیرد ولی سرعت کار رنگ همانندی را به‌خصوص در ابتدای کار تسریع می‌بخشد.

برخی از نرم‌افزارهای رنگ همانندی می‌توانند با اسکن رنگ نمونه‌ی مورد نظر، همانند وسیله‌ی اسپکتروفوتومتر نسخه‌سازی کنند و برخی از آنها این قابلیت را دارند که با تغییر میزان رنگ‌های داده شده در نرم‌افزار و کم و زیاد کردن انواع مختلف رنگ‌های داده شده در نرم‌افزار، رنگ نمونه‌ی مورد نظر را به‌صورت حدودی به دست آورید.

استفاده از این نرم‌افزارها برای کسانی که در رنگ‌رزی مبتدی می‌باشند، می‌تواند بسیار راهگشا و کاربردی باشد و به شما در رسیدن به نسخه‌ی واقعی در کوتاه‌ترین زمان کمک می‌کند و از هدر رفتن زمان، انرژی و مواد مصرفی جلوگیری می‌شود.

در شکل ۱۹ تصویری از صفحه‌ی یک نرم‌افزار کاربردی در محیط ویندوز و یک عدد اسپکتروفوتومتر انعکاسی را نشان می‌دهد.



شکل ۱۹ تصویری از یک نرم‌افزار کاربردی در محیط ویندوز و یک اسپکتروفوتومتر انعکاسی

در شکل ۱۹ به‌عنوان مثال با فشردن رنگ بنفش در چرخه‌ی رنگ نسخه‌ی آن در سمت چپ نشان داده می‌شود که در سیستم اختلاط رنگ CMYK (فیروزه‌ای، بنفش، زرد و مشکی) سهم هر رنگ‌زا را در نسخه نشان می‌دهد. در روش دوم برای رسیدن به رنگ مورد نظر نمونه، رنگ‌های اصلی را می‌توان از طریق حرکت کشویی در زیر رنگ‌های اصلی و اختلاط آنها به دست آورد و رنگ مورد نظر را در چرخه‌ی رنگ مشاهده کرد. در روش سوم از طریق یک منوی نرم‌افزار عکسی از تصویر نمونه یا خود نمونه گرفته می‌شود و نسخه‌ی آن در سمت چپ تصویر همانند مورد اول نشان داده می‌شود.





هنرجویان می‌توانند قبل آزمایش رنگ همانندی در آزمایشگاه، نرم‌افزارهای کمکی رنگ همانندی را در سیستم عامل ویندوز، اندروید، آی. او. اس و... نصب کنند و نسخه‌ی حدودی برای رنگ نمونه‌های رنگی داده شده به آنها را به دست بیاورند. با لمس هر رنگ روی دایره‌ی رنگ در شکل ۱۹، نسخه‌ی آن در سمت چپ نشان داده می‌شود. در نرم‌افزارهای اندروید هم قابلیت‌هایی مثل اسکن تصویر رنگ پارچه و پردازش و نسخه‌سازی را تمرین کنید. همچنین در این نرم‌افزارها با کم و زیاد کردن رنگ‌های سیستمی RGB، CMYK در نرم‌افزار می‌توانید هزاران رنگ متنوع نزدیک به رنگ نمونه را استخراج کنید.



با خلاقیت خود و با مخلوط کردن، رنگ‌های جدیدی را بسازید و رنگری کنید.



رنگ همانندی کالای سلولزی با مواد رنگزای راکتیو سرد کالای نساجی مورد نیاز:

چهار تکه پارچه‌ی ویسکوز یا پنبه‌ای خام هر یک به وزن ۴ گرم  
یک تکه پارچه‌ی رنگری شده‌ی سلولزی  
مواد مورد نیاز:

ماده رنگزای راکتیو نوع سرد (تهیه محلول ۱ درصد) \*\* نمک طعام (تهیه محلول ۱۰ درصد)  
کربنات سدیم (تهیه محلول ۱۰ درصد) \*\* صابون نساجی \*\* آب نرم  
وسایل آزمایشگاهی مورد نیاز:

بشر یا لیوان آزمایشگاهی \*\* دماسنج مخصوص \*\* همزن شیشه‌ای \*\* پیپت ساده ۱۰ سی‌سی \*\*  
پیپت پرکن (پوآر) \*\* وسایل ایجاد حرارت \*\* ترازو \*\* کرنومتر یا ساعت

### نسخه رنگری:

میزان مواد مصرفی بر حسب درصد نسبت به وزن کالا و گرم در لیتر نسبت به حجم مایع رنگری برای ۴ نوع غلظت متفاوت رنگزا در جدول ۱۴ نشان داده شده است.

جدول ۱۴ میزان مواد مصرفی

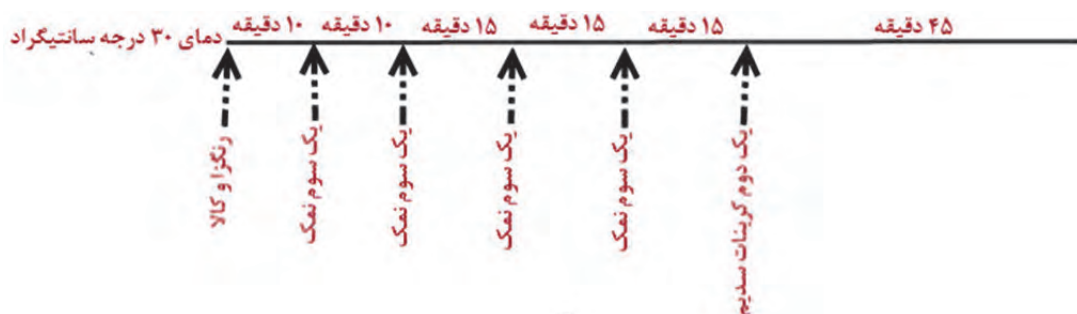
مواد مصرفی	حمام ۱	حمام ۲	حمام ۳	حمام ۴
رنگزای راکتیو سرد (درصد)	۰/۵%	۱%	۱/۵%	۲%
نمک طعام (گرم در لیتر مایع رنگری)	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
کربنات سدیم (گرم در لیتر مایع رنگری)	۲	۴	۶	۸

نسبت مایع به کالا (L:R) : ۴۰:۱

میزان آب و مواد مصرفی مورد نیاز برای این ۴ حمام را به طور مجزا محاسبه کنید.

### نمودار رنگریزی:

در شکل ۲۰ تصویر نمودار رنگریزی الیاف سلولزی با مواد رنگزای راکتیو نوع سرد نشان داده شده است.



شکل ۲۰ تصویر نمودار رنگریزی الیاف سلولزی با مواد رنگزای راکتیو نوع سرد

### روش آزمایش:

نمونه‌ای از یک کالای سلولزی رنگریزی شده را از متصدی آزمایشگاه تحویل بگیرید.

۴ عدد بشر ۲۵۰ سی‌سی بردارید و در هر کدام از بشرها، آب نرم و مواد مصرفی را مطابق جدول اضافه کنید. برای حل کردن رنگزای راکتیو سرد، ابتدا رنگزا را با آب سرد خمیر کنید. بعد مقداری آب گرم ۴۰ درجه سانتی‌گراد به آن اضافه کنید و محلول را به هم بزنید.

دمای حمام‌های رنگریزی را در دمای ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد تنظیم کنید و مطابق نمودار رنگریزی شماره‌ی و جدول شماره‌ی و محاسبات انجام شده، آب مقطر، محلول مواد رنگزا، مواد کمکی و کالا را به حمام‌ها اضافه کنید.

توجه کنید که در زمان افزودن نمک به حمام‌ها، کالاها را باید از حمام خارج کنید و پس از افزودن نمک به حمام برگردانید.

پس از پایان رنگریزی عملیات شستشو و صابونی کردن پارچه‌های رنگریزی شده را طبق دستور زیر انجام دهید.

۱- شستشو در دمای ۲۰ تا ۳۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

۲- صابونی کردن با صابون ۱ گرم در لیتر در دمای جوش به مدت ۱۵ دقیقه

۳- شستشو با آب ۵۰ درجه‌ی سانتی‌گراد

۴- شستشو با آب سرد تا زمانی که دیگر پارچه رنگ پس ندهد.

در صورت دسترسی شما به کاتالوگ رنگزای تجاری راکتیو سرد تجاری مصرفی در آزمایشگاه می‌توانید درصد رنگزای مصرفی مورد نیاز که مشابهی رنگ نمونه می‌باشد را سریع‌تر حدس بزنید.

با توجه به رنگ نمونه‌های رنگری شده و مقایسه‌ی با نمونه‌ی رنگی دریافت شده از مسئول آزمایشگاه، درصد ماده‌ی رنگزا را به‌صورت حدودی و تجربی حدس بزنید. چهار حمام رنگری با درصدهایی که حدس زده‌اید از رنگزای راکتیو و مواد کمکی بر طبق شرایط خاص رنگزای راکتیو که در فصل ۱ خوانده‌اید، آماده کنید. پس از رنگری و شستشو و خشک کردن، ۴ نمونه‌ی رنگری شده را با نمونه‌ی اصلی رنگی در دستگاه کابینت نور مقایسه کنید. این آزمایشات را آن قدر ادامه دهید تا رنگ پارچه‌های رنگری شده توسط شما با رنگ نمونه‌ی اصلی همانند شود.

در شکل ۲۱ دو روش گرفتن شید نخ رنگ شده برای مقایسه با نمونه‌ی رنگی سفارش داده شده در فرش نشان داده می‌شود. البته برای مقایسه، بهتر است از کابین نور استاندارد استفاده گردد.



شکل ۲۱ تصویر دو روش گرفتن شید نخ رنگ شده برای مقایسه با نمونه‌ی رنگی سفارش داده شده در فرش

با تغییر در نمره‌ی لات (lot number) رنگزاها، تغییرات محسوسی در نسخه‌های رنگری حادث می‌شود که در رنگ همانندی باید این مورد در آزمایشگاه و سالن رنگری مد نظر قرار گیرد.

### فرم ارزشیابی واحد یادگیری رنگرزی الیاف بازیافتی

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	رنگرزی تری استات با مواد رنگزای دیسپرس	۱	
۲	رنگرزی دی استات با مواد رنگزای دیسپرس	۱	
۳	رنگرزی ویسکوز با مواد رنگزای راکتیو	۲	
۴	ماشین رنگرزی بیم و جت	۱	
۵	رنگ همانندی و مثلث رنگ	۲	
	شایستگی های غیر فنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳- تمیز کردن دستگاه و محیط کار ۴- رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

\* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ است.