

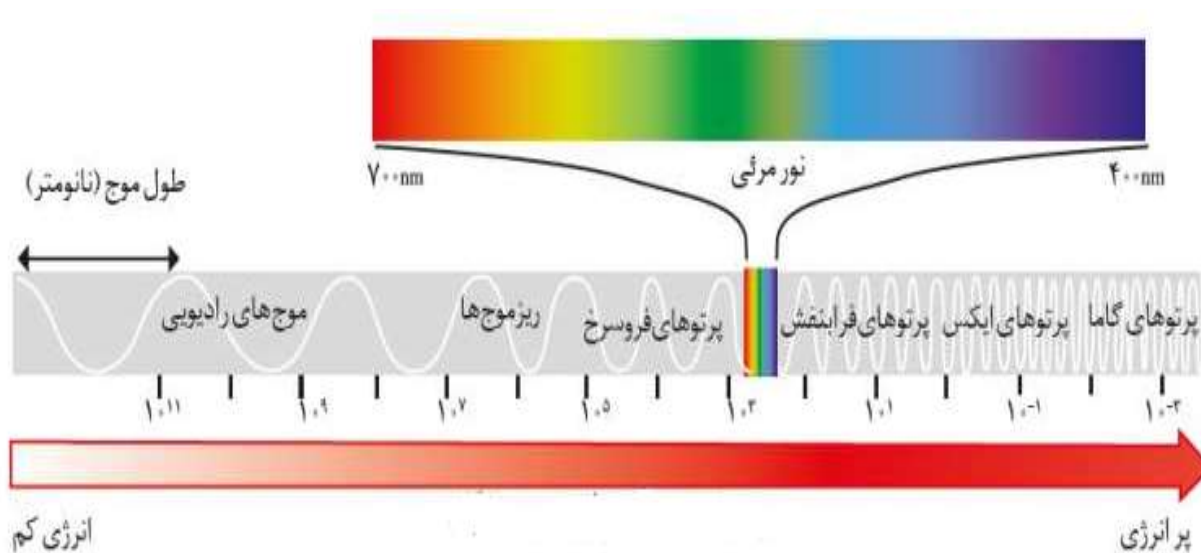
## مبانی رنگ شناسی

### مقدمه:

شناخت ویژگی های رنگ ها و رنگ شناسی علاوه بر اینکه برای یک نقاش امری پایه ای و مهم به شمار می آید در برخی از مشاغل و صنایع مانند معماری، نساجی و پارچه بافی، طراحی داخلی و دکوراسیون، ساخت اسباب بازی، صنعت مد، صنعت چاپ، صنعت تبلیغات، طراحی سایت و صفحات وب و ... که ماهیت آنها با بکارگیری رنگ تکمیل میگردد، بسیار کاربردی و انکارناپذیر می نماید. به عبارت دیگر شناخت ترکیب ها و برهم کنش رنگ ها در زندگی روزمره ما نیز کارایی دارد چرا که امروزه زبان بصری نیز همراستای زبان گفتاری در زندگی روزمره ما بکار رفته و جزء لاینفک آن شده است.

### فیزیک رنگ:

فیزیک رنگ مبحث بسیار جالبی است که آشنائی با آن برای ما حقایقی را روشن می دارد، که بسیار می تواند در فهم و ادراک ما نسبت به رنگ مفید و موثر واقع گردد. همه ما می دانیم که خورشید منبع انرژی بر روی کره زمین است. بر طبق نظریات فیزیک کوانتومی (جیمز کلارک ماکسول) نور خورشید نوعی از امواج الکترومغناطیسی و شامل فرکانسهای مرئی تا نامرئی در طیف این امواج است که به صورت انرژی با تابش نور سفید همراه است. امواج الکترومغناطیس دو مشخصه اصلی دارند: یکی طول موج آن ها و دیگری فرکانس یا بسامد آنها. گستره امواج الکترومغناطیسی بر حسب طول موجشان به نامهای گوناگونی خوانده میشوند: پرتو گاما، پرتو ایکس، امواج فرابنفش، نور مرئی، امواج فرو سرخ (مادون قرمز)، ریزموج، امواج رادیویی) این نامها به ترتیب افزایش طول موج مرتب شده اند. چشم انسان تنها قادر به دیدن نور مرئی می باشد. در تصویر زیر طیف امواج الکترومغناطیس نور مشاهده می شود.



طول موج طیف مرئی بین ۳۸۰ تا ۷۴۰ نانومتر و بسامد آنها بین ۴۳۰ تا ۷۷۰ تراهرتز است.

## طیف رنگی نور:

همه ما با پدیده شکست نور در عبور از منشور یا قطرات آب و ایجاد رنگین کمان آشنایی داریم. قبل از قرن هفدهم سیستم شناسایی رنگ ها بر پایه نظم ارسطویی و بر مبنای یک محور رنگی و متشکل از رنگ های سیاه، سفید، قرمز، زرد، سبز، نارنجی و آبی بود. این نظام رنگی تقریباً برای دو هزار سال بر جوامع غربی حکم فرما بود. پس از آن و در قرن هفدهم و هجدهم نظریات و آزمایشات علمی افزایش یافت و نمودار های رنگی جدیدی ارائه شد. اما نقطه عطف تاریخ علم و به خصوص تاریخ رنگ ها به سال ۱۶۶۶ میلادی باز می گردد. سالی که طیف رنگ ها توسط اسحاق نیوتن کشف گردید. او برای اولین بار نور سفید را تجزیه و به اجزای سازنده خود تبدیل نمود. او دریافت علت واقعی تجزیه شدن نور و بسط یافتن تصویر آن است که نور از پرتوهایی با قابلیت شکست متفاوت تشکیل می شود.

پس چیزی که ما به عنوان نور سفید می شناسیم از طیف وسیع هفت رنگ تشکیل یافته است. نور سفید را دوباره پس از اینکه تجزیه شد می توان با استفاده از یک منشور دیگر باز به شکل اولیه ی خود درآورد پس نور سفید نتیجه درآمیختن تمام رنگها است. بنابر این هر پرتو رنگی دارای طول موج خاصی است که آن را از سایر پرتوهای رنگی مجزا می کند. مثلاً کوتاه ترین طول موج مربوط به بنفش و بلند ترین طول موج مربوط به قرمز است. پدیده شکست نور و طول موج های متعدد رنگی باعث بروز رنگین کمان می شود. نیوتن به طور ابتکاری در سال ۱۶۷۲ میلادی تنها پنج رنگ اصلی قرمز، زرد، سبز، آبی و بنفش را نامگذاری کرد. دو رنگ نارنجی و نیلی را بعداً اضافه کرد. در جدول زیر طول موج هر پرتو رنگی مشاهده می شود.

| طیف نور مرئی    |                 |        |
|-----------------|-----------------|--------|
| طول موج         | بسامد           | رنگ    |
| ۳۸۰-۴۵۰ نانومتر | ۶۶۸-۷۸۹ تراهرتز | بنفش   |
| ۴۵۰-۴۹۵ نانومتر | ۶۰۶-۶۶۸ تراهرتز | آبی    |
| ۴۹۵-۵۷۰ نانومتر | ۵۲۶-۶۰۶ تراهرتز | سبز    |
| ۵۷۰-۵۹۰ نانومتر | ۵۰۸-۵۲۶ تراهرتز | زرد    |
| ۵۹۰-۶۲۰ نانومتر | ۴۸۴-۵۰۸ تراهرتز | نارنجی |
| ۶۲۰-۷۵۰ نانومتر | ۴۰۰-۴۸۴ تراهرتز | سرخ    |

## رنگ اشیا:

نور مرئی باعث دیده شدن اجسام می گردد پس اجسام از طریق تابش نور خورشید به آنها رویت می شوند. در حقیقت اگر جسمی در تاریکی باشد دیده نخواهد شد. اغلب اشیاء تنها بخشی از گستره ی طیف نور تابیده به خود را باز می تابانند. هر جسمی مقداری از نور مرئی را جذب نموده و مابقی آن را منعکس میکند پس به همان رنگی دیده می شود که آن را بازتاب نموده یا از خود عبور داده است. پس اگر جسمی تمام نور تابیده شده به آن را جذب نماید سیاه دیده خواهد شد و برعکس.

به عنوان مثال اگر جسمی قرمز دیده می شود این بدان معناست که آن جسم تمام طول موج های نور مرئی را به غیر از قرمز جذب نموده و قرمز را بازتاب می نماید.

## ترکیب رنگ ها:

در طبیعت رنگ های بسیار متنوعی وجود دارند که بصورت ترکیبی و خالص در اشیا و موجودات دیده می شوند. با تجزیه رنگ های پیرامون به سه رنگ اصلی و خالص می رسیم که از ترکیب رنگ های دیگر بدست نیامده اند. این سه رنگ اصلی آبی، قرمز و زرد می باشند. که مابقی رنگ ها از مشتقات و ترکیبات این سه رنگ اصلی ساخته می شوند.

رنگ های اصلی سه رنگ آبی، زرد و قرمز هستند. این رنگ ها از ترکیب هیچ رنگی حاصل نمی شوند و خود رنگ های دیگر را می سازند. رنگ های فرعی (ثانویه) رنگ هایی که هر کدام از ترکیب دو رنگ اصلی حاصل می شوند سه رنگ نارنجی، سبز و بنفش رنگ های ثانویه یا فرعی هستند که از فرمول های زیر بدست می آیند:

سبز: از ترکیب دو رنگ آبی و زرد حاصل می شود.

نارنجی: از ترکیب دو رنگ قرمز و زرد حاصل می شود.

بنفش: از ترکیب دو رنگ قرمز و آبی حاصل می شود.

## کاربرد رنگ:

✓ حفاظت از سطوح

✓ شناسایی

✓ تزئین

✓ بهداشت

مرز مشترک میان صنعت رنگ و پوشش و صنعت پتروشیمیایی، در استفاده از رزین های سنتزی، حلال ها و همچنین برخی از افزودنی های دیگر به رنگ می باشد که از جمله محصولات پایین دستی صنعت پتروشیمیایی می باشند. پوشش ها به طور عمده وظیفه ی محافظتی (Protection) و تزئینی (Decoration) را بر عهده دارند، البته وظایف دیگری نظیر ایمنی، عایق بندی، کنترل حرارت، نور، گرد و غبار و ... نیز در برخی پوشش های با مصارف خاص دیده می شود.

پوشش های مرسوم که از آنها تحت عنوان رنگ یاد می شود؛ مخلوطی از رنگدانه (Pigment) و ماده ای که رنگدانه را درون خود حل می کند (معمولاً رزین) می باشد که این مخلوط توسط حلال های آلی و یا آب، رقیق می گردد.

همچنین بسته به نیازهای مختلف، افزودنی هایی بدان اضافه می گردد. البته تبدیل رنگ به پوششی مقاوم و با دوام نیازمند سه مرحله ی application, fixation, و curving می باشد که در مجموع به این مراحل، شکل دهی فیلم (Film formation) گویند.

حدود ۷۰ درصد از مواد اولیه ی در صنایع رنگ و رزین از ذخایر هیدروکربنی (نفت و گاز) و مابقی آن از منابع معدنی استحصال می گردد. به طور کلی مواد اصلی تشکیل دهنده ی رنگ و پوشش را به طور کلی می توان به ۴ دسته ی زیر تقسیم کرد:

- فیلم تشکیل دهنده ی رنگ و پوشش (رزین)

- رنگدانه

- حلال

- افزودنی های خاص

**مواد اولیه مورد نیاز در صنعت رنگ سازی:**

**رنگدانه (Pigment):**

اکنون که متوجه شدیم که اجسام چرا به به رنگ های متفاوت دیده می شوند و رنگ آنها به چه خاطر است می خواهیم از این پدیده برای رنگی نمودن اشیاء استفاده کنیم. می توانیم موادی تولید کنیم که طول موج های خاصی از نور را بازتاب داده و به رنگی خاص دیده شوند. مثلاً اگر بخواهیم که جسمی آبی دیده شود می بایست ماده ای به آن بزنیم که تمام نورها به غیر از آبی را جذب نموده و آبی را بازتاب دهد. این ماده رنگی رنگدانه نام دارد. رنگدانه ماده ای است که از ویژگی های خاصی برخوردار است و با استفاده از جذب طول موج انتخابی می تواند رنگ نور انعکاسی یا انتقالی را تغییر دهد. یک رنگدانه باید نسبت به موادی که قرار است به آن رنگ دهد، از خاصیت رنگ دهی بالایی برخوردار باشد. رنگدانه بایستی در دمای محیط به شکل جامد باقی بماند. بنابر این فیزیک رنگ به ما می گوید آنچه که ما به عنوان رنگ در صنعت و هنر بکار می بریم رنگدانه هایی هستند که طیفی از نور مرئی را بازتاب می کنند.

بطور کلی رنگدانه ها به دو دسته تقسیم می شوند: رنگدانه های آلی و رنگدانه های غیرآلی. رنگدانه های غیرآلی شامل رنگدانه های معدنی مانند آبی کبالت (cobalt blue)، زرد کادمیوم (cadmium yellow) و ... و رنگدانه های آلی شامل رنگدانه های مصنوعی (مانند قرمز پیرول (red pyrrole)، نارنجی کوئینا کریدون (Quinacridone orange)، زرد آزو (yellow azo)، بنفش دیوکسیزین (dioxazine) می باشند.

ماده اولیه ساخت رنگ ها سنگ های معدنی و خاک های حاوی رنگدانه هستند که با تبدیل شدن به پودر در یک ماده سیال ترکیب می شوند تا پوشش محافظتی و جلوه ای زیبا به طرح ببخشد. در گذشته از شیر درختان، آب قند، عسل یا برخی از روغن های گیاهی مثل بزرک و کتان با ترکیب تخم مرغ به عنوان سیال استفاده می کردند. اما با پیشرفت تکنولوژی استفاده از پودرهای معدنی صنعتی و شیمیایی به همراه سیال مناسب که از مشتقات روغنی و رزینی گرفته می شود جایگزین گردید. مهمترین رنگدانه ها در رنگ های زرد، آبی، قرمز، سفید و سیاه طبقه بندی می شوند:

**رنگ زرد:** که پیگمنت آن در کرومات روی و کرومات سرب وجود دارد.

**رنگ آبی:** رنگ آبی از رنگدانه های رنگ پروس و لاجوردی ساخته میشود که با حرارت کائولین، کربنات سدیم، گوگرد و زغال سنگ در شرایط خلاء تولید می شود.

**رنگ قرمز:** که از زمان های دور استفاده شده و منابع آن به وفور یافت می شود. ترکیبات آهن، سولفید روی **رنگ سفید:** اصلی ترین ماده تشکیل دهنده این رنگ سفیداب است که با پراکسید هیدروژن ترکیب می گردد همچنین از اکسید روی یا دی اکسید تیتان نیز میتوان برای تهیه رنگ سفید استفاده نمود.

**رنگ سیاه:** از قدیمی ترین رنگ های مورد استفاده انسان می باشد که از تقطیر زغال سنگ، دوده چراغ، زغال استخوان و ... بدست می آید.

به غیر از رنگدانه ها مواد دیگری که در تهیه رنگ کاربرد دارند عبارتند از:

رزین، حلال (به عنوان حاملی برای رنگدانه و رزین عمل می نماید)، پرکننده ها که با هدف کاهش قیمت تمام شده و خمیری کردن رنگ استفاده می شوند (مانند: کربنات کلسیم، تالک، کائولین، میکا، باریت) و سایر افزودنی ها.

پس رنگ ها با توجه به رزین مورد استفاده به رنگ های پایه روغن، پایه الکل، پایه آب و ... تقسیم میگردند. رنگ هایی را که پایه آن روغنی بوده و حلال آن تینر می باشد رنگ روغن می گویند. با استفاده از (روغن بزرک) می توان این رنگ ها را رقیق نمود و برای شستن و تمیز کردن آن می توان از مشتقات تینر استفاده نمود.

از رنگ هایی که پایه آنها آب می باشد می توان آبرنگ و رنگ اکریلیک را نام برد. اکریلیک نوعی رنگ بر پایه آب و زود خشک شونده بوده و از رنگ های نسل جدید در میان هنرمندان است که با توجه به خاصیت بی بو بودن و کم ضرر بودن برای سلامتی انسان در میان هنرمندان به محبوبیت رسیده است. این رنگ از پیگمنت های معلق در پلیمر اکریلیک تشکیل یافته است. دیگر مواد تشکیل دهنده آن روغن های سیلیکون، تثبیت کننده ها، حجم دهنده ها و صابون های فلزی می باشند.

### **رنگدانه های اولیه (Prim Pigments):**

رنگدانه های اولیه شامل مواد شیمیایی مانند دی اکسید تیتانیوم، اکسید سبز کروم، اکسید آهن زر، اکسید آهن قرمز و ... می باشد.

### **رنگدانه های افزودنی (Pigments Extender)**

رنگدانه های افزودنی شامل مواد شیمیایی مانند کربنات کلسیم، منیزیم سیلیکات (تالک)، باریت سولفات، میکا و ... می باشند. معمولاً رنگدانه ها را براساس انواع شیمیایی به رنگدانه های معدنی یا آلی طبقه بندی میکنند، اما این رنگدانه های آلی یا معدنی می توانند طبیعی یا سنتزی باشند.

رنگدانه های معدنی طبیعی از پوسته زمین استخراج می شوند، خرد شده، شسته شده، از لحاظ اندازه درجه بندی می شوند. غالباً برای این رنگدانه های طبیعی، معادل مصنوعی هم وجود دارد، یعنی رنگدانه از اجزای دیگری در اثر یک فرآیند شیمیایی ساخته می شود. ظاهراً از نظر شیمیایی با نمونه طبیعی یکسان است، ولی اغلب خواص متفاوتی دارد و

معمولاً به خاطر شکل بلوری مطلوبتر، خلوص بیشتر و دانه بندی مطلوبتر، مرغوبتر از نوع طبیعی می باشد. رنگدانه های معدنی طبیعی که هنوز اهمیت دارند، از خانواده اکسید آهن می باشند

امروزه رنگدانه های آلی به مراتب بیشتر از رنگدانه های معدنی می باشند. از مهمترین رنگدانه های آلی می توان به گروه فتالوسیانینها اشاره کرد که طیف رنگهای آبی و سبز را در برمی گیرند و فتالوسیانیین مس، رنگدانه آبی می باشد که به علت خواص مقاومتی خوب در برابر عوامل مختلف، یک رنگدانه با ارزش به شمار می رود. فتالوسیانینها را از فتالیک و اوره سنتز می کنند.

رنگدانه های آلی، به صورتی که امروزه در صنعت استفاده می شوند، در طبیعت یافت نمی شوند و تقریباً همه آنها سنتزی می باشند.

### رزین ها:

رزین ها مواد شیمیایی پر کاربرد در صنعت رنگ سازی هستند که به منظور کنار هم قرار دادن رنگدانه ها و چسبانندگی آنها به سطح رنگ است. در رنگ های پایه آب از پلیمرهای امولسیون اکریلیک به عنوان گیرنده استفاده می کنند که حاوی انواع مختلفی از ترکیبات شیمیایی هستند. انواع متداول پلیمرهای اکریلیک بر پایه مونومر است به عنوان مثال متیل متاکریلات و متاکریلات بوتیل را می توان نام برد. رنگ های ارزان قیمت معمولاً بر اساس فرمول بندی پلی وینیل استات ساخته می شود. رزین های حلال انواع وسیعی دارند که مهمترین و پر کاربرد ترین این مواد شیمیایی رزین های آلکیدی که عمدتاً به عنوان رنگ فلزات به کار می رود، هستند. رزین های پوششی به عنوان محافظ استفاده می شوند. برای مثال اورتان، پلی سایلوکسان، اپوکسی و ... جزء رزین های پوششی محافظ هستند.

### حلال ها:

حلال ها مواد شیمیایی هستند که می توانند آب، معدنی و آلی باشند. حلال ها مانع از سفت و حالت چوب شدن رنگ می شوند همچنین به عنوان یک حامل برای رنگدانه ها و رزین ها عمل می کنند. حلال های پر کاربرد در صنعت رنگ سازی عبارتند از: تینر زایلن، متانول، روغن سویا، بوتیل گلیکول.

### افزودنی ها:

افزودنی ها مواد شیمیایی برای ارتقاء خواص ویژه مانند سهولت قلم خوری، مقاومت در برابر کپک، مقاومت در برابر خراش، خشک شدن و مقاومت در برابر فشارهای خمشی به کار می روند.

### مراحل تشکیل رنگ:

- ۱- اندازه گیری دقیق مواد.
- ۲- آماد سازی پایه و پراکندگی رنگدانه.
- ۳- مخلوط کردن رزین، حلال و مواد افزودنی.
- ۴- تولید محصول نهایی.
- ۵- آزمایش کنترل کیفیت آزمایشگاهی محصول.
- ۶- بسته بندی محصول.

۷- قیمت گذاری و فروش رنگ تولید شده.

### رنگهای روغنی:

در این نوع رنگها، رنگدانه را در یک روغن خشک شونده که استر گلیسرین با اسیدهای چرب، نظیر اسیدهای اولئیک و یا لینولنیک می باشد، حل می کنند. این روغنها در هوا اکسید شده، به ترکیبات سیر شده تبدیل می شوند و لایه ای سخت مقاوم و محافظ تشکیل می دهند که از نفوذ آب در رنگدانه جلوگیری می کنند.

### رقیق کننده:

برای رقیق کردن و سهولت کاربرد رنگ بکار می رود و معمولا یک حلال هیدروکربنی نظیر ترپنتین است که به روغن ترپانتین شهرت دارد.

### خشک کننده:

یکی از اجزای رنگهای روغنی است که در حقیقت نقش کاتالیزور را در تسریع اکسیداسیون و خشک شدن رنگها را دارد و معمولا مخلوطی از اکسیدهای سرب، منگنز و کبالت در (روغن بزرک) به صورت استر مصرف می شود.

### رنگهای پلاستیکی:

با اضافه کردن رزینهای سنتزی نظیر رزین حاصل از فنل و فرمالدهید که خاصیت پلاستیکی دارد، در روغن جلا، رنگهای پلاستیکی حاصل می شود. این نوع رنگها به خاطر دوام و قابل شستشو بودن، اهمیت و کاربردهای زیادی دارند.

### رنگهای لعابی:

رنگهای لعابی یا مات با اضافه کردن رنگهایی نظیر  $TiO_2$  به روغن جلا آن را به صورت مات درآورده، در واقع برای مات کردن هر نوع رنگی بکار می رود.

### رنگهای محلول در آب:

این نوع رنگها از معلق کردن رنگدانه ها در آب مخلوط با یک چسب محلول در آب تهیه می شوند.