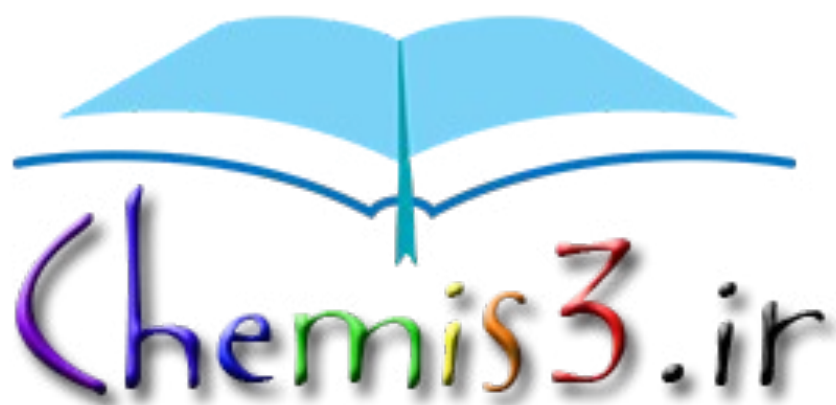


شیمی و تکنولوژی رنگ



شیمی و تکنولوژی رنگ

فصل اول

فیزیک نور

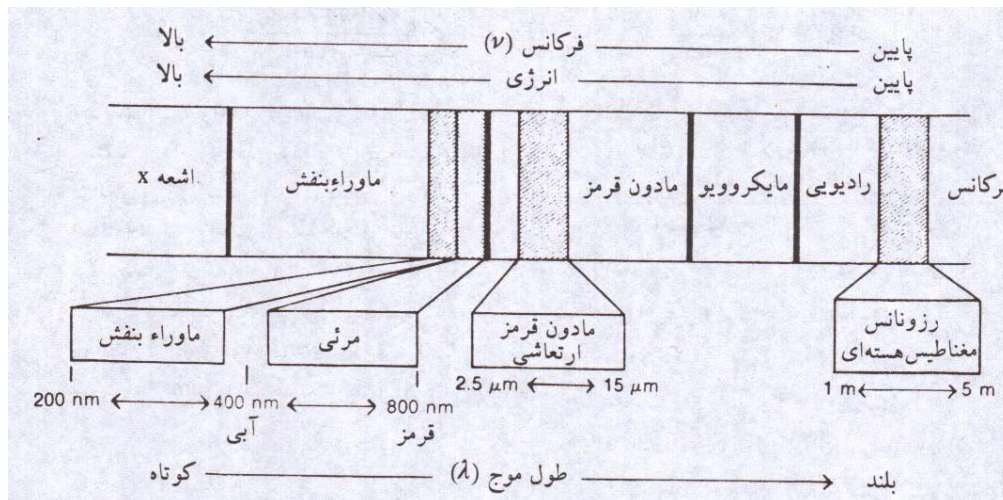
۱-۱- مقدمه

هنگامی که نوری به سطح قسمتی از ماده می تابد بردار الکتریکی این نور با اتمها و مولکولهای آن ماده تأثیر متقابل دارد که این تأثیر متقابل بستگی به خواص فیزیکی و شیمیایی ماده و سطح آن و همچنین به ویژگی های نور تابیده شده دارد که ممکن است عبور داده شود، جذب گردد و یا بازتابش پیدا کند.

رنگ در نتیجه رسیدن نور به شبکه چشم و واکنش عصبی حاصل از این تحریک حس می شود و احساس رنگ به ترکیب طیفی نور موجود در محیط، ویژگی های شیمیایی و فیزیکی اجسام مورد نظر و همچنین به حساسیت چشم بیننده بستگی دارد. احساس رنگ در اثر تابش نور معنی پیدا می کند به طوری که اگر در محیط نور وجود نداشته باشد انسان نمی تواند اجسام موجود در آن محیط را ببیند پس بین اجسام قابل دیدن و نوری که به آنها می تابد رابطه وجود دارد. به این خاطر در این فصل به طور مختصر در رابطه با امواج الکترو مغناطیس و به ویژه نور مرئی و رابطه آن با رنگ اجسام بحث می گردد.

۱-۲- امواج الکترومغناطیس

امواج الکترومغناطیس محدوده وسیعی از طول موجهای مختلف را شامل می شوند که به طور کلی می توان آنها را به صورت زیر تقسیم بندی کرد:



شکل (۱-۱): محدوده های طیف

از کل طیف امواج الکترومغناطیس امواج مایکروویو ، مادون قرمز ، مرئی و ماوراء بنفش در شیمی اهمیت زیادی دارند . زیرا مولکول ها و مجموعه های اتمی در این محدوده با جذب انرژی موج تابیده شده برانگیخته می گردند .

یک موج الکترومغناطیس به وسیله پارامترهای مشخصی تعریف می شود که عبارتند از:

۱. طول موج (λ): فاصله خطی بین دو برآمدگی یا فرورفتگی متوالی در یک موج را طول موج می نامند که به وسیله واحدهای طول مشخص می گردد.

۲. سرعت موج (V): مسافتی که جبهه موج در یک محیط مادی در واحد زمان طی می کند را سرعت موج می نامند که در مورد امواجی که سرعت آنها تقریباً برابر با سرعت نور می باشد با C مشخص می شود. کلیه امواج الکترومغناطیس با صرف نظر از طول موجشان با سرعت یکسانی در خلأ حرکت می کنند که این سرعت ، سرعت نور نامیده می شود.

$$C = 2/99792 \times 10^8 \text{ m/s}$$

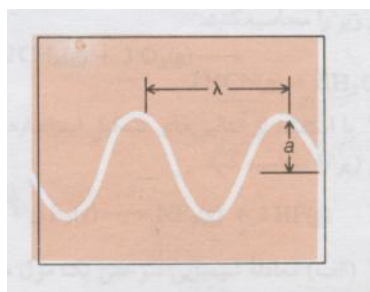
در محیط مادی بین امواج الکترومغناطیس تابش و الکترونهاي موجود در محیط یکسری تأثیرات متقابل ایجاد می شود که باعث افت سرعت می گردد.

۳. **فرکانس موج (ν):** تعداد موجهایی که در واحد زمان از نقطه ی مشخص عبور می کنند را فرکانس یک موج می نامند که واحد آن S^{-1} یا Hz (هرتز) می باشد. (به تعداد نوسانات میدان در هر ثانیه نیز گفته می شود).

فرکانس یک موج با استفاده از طول موج و سرعت آن موج بدست می آید .

$$\nu = \frac{c}{\lambda} \quad (1-1)$$

۴. **دامنه موج (a):** عبارت است از ارتفاع یک برآمدگی یا عمق یک فرورفتگی موج . شدت یا درخشندگی یک تابش یا موج متناسب با مجذور دامنه (a^2) می باشد.



شکل (۲-۱): یک موج الکترومغناطیس

۵. **عدد موجی (σ):** تعداد موجها در سانتی متر تعریف می شود.

۶. **توان (p):** توان یک دسته امواج الکترومغناطیس عبارت است از مقدار انرژی که توسط این امواج به یک سطح معین در هر ثانیه می رسد.

۷. **شدت (I):** عبارت است از توان در یک واحد زاویه فضائی. توان و شدت غالباً به جای یکدیگر استفاده می شوند که با مجذور دامنه متناسبند.

نظریه موجی بسیاری از خواص امواج الکترومغناطیس را به طور موفقیت آمیز توصیف می نماید. طبق نظریه کوانتومی انرژی تابشی که در سال ۱۹۰۰ به وسیله ماکس پلانک مطرح شد . انرژی تابشی فقط می تواند به صورت پیمانه ای یا کوانتومی جذب یا نشر گردد که انرژی هر کوانتوم از رابطه زیر محاسبه می شود:

$$E = h\nu \quad (2-1) \quad h=6.62 \times 10^{-34} \text{ J.S}$$

با استفاده از رابطه ۱-۱ و ۲-۱ می توان به رابطه زیر دست یافت:

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad (3-1)$$

که نشان می دهد انرژی یک موج با طول موج آن نسبت عکس دارد یعنی امواج با طول موج بلندتر انرژی کمتری دارند و برعکس.

امواج مایکروویو و مادون قرمز وقتی به مولکول ها و گروههای اتمی تابیده می شوند و جذب می گردند به دلیل طول موج بلند و در نتیجه انرژی کم ، فقط باعث تغییرات در حرکت های ارتعاشی و چرخشی این ذرات می گردند اما امواج الکترومغناطیس در ناحیه مرئی و ماوراء بنفش طول موج کوتاهتری داشته و در نتیجه انرژی بیشتری دارند و باعث انتقالات الکترونی در مولکول ها و گروه های اتمی می شوند و تولید طیف الکترونی می نمایند.

برای تفسیر یک طیف الکترونی نیاز به داشتن مقادیر انرژی در حالت های پایه و برانگیخته مولکول ها است که این اختلاف انرژی بین حالت پایه و برانگیخته از رابطه:

$$\Delta E = h\nu \quad (4-1)$$

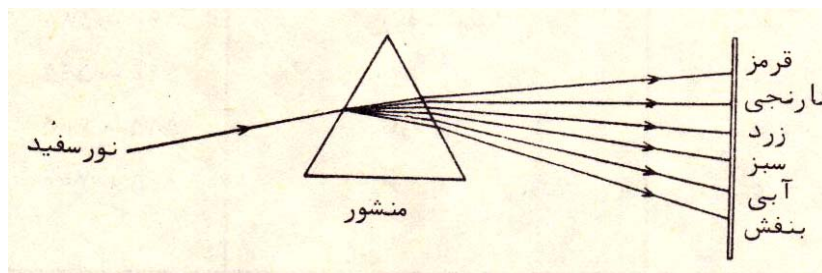
قابل محاسبه می باشد که نشان می دهد اختلاف انرژی بین این دو حالت با فرکانس نور جذب شده نسبت مستقیم و با طول موج آن نسبت عکس دارد.

با استفاده از مکانیک کوانتومی و مکانیک موجی می توان اطلاعاتی مربوط به سطوح انرژی الکترونها در مولکولها و مجموعه های اتمی کسب کرد.

۳-۱- رنگ و طیف جذبی

نور مرئی شامل امواج الکترومغناطیسی می باشد که توسط سیستم بینائی انسان قابل درک می باشد که این امواج قسمت کوچکی از امواج الکترومغناطیس را تشکیل می دهند که در گستره $380-790\text{ nm}$ قرار دارند.

نور سفید (نور مرئی) پس از عبور از منشور به طیفی که شامل رنگ های بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی و قرمز است تجزیه می گردد.



شکل (۳-۱): تجزیه نور مرئی

چشم انسان نوری را که از اجسام منعکس می شود احساس می کند و قادر به درک رنگ واقعی اجسام نیست. مواد رنگی قسمتی از رنگ های طیف نور سفید را جذب می کنند و باقیمانده را منعکس می نمایند که طول موج نور جذب شده به ساختمان ماده رنگی بستگی دارد. اگر ماده مورد نظر تمام نورهای را که طول موجشان در ناحیه مرئی قرار دارد منعکس نماید به رنگ سفید دیده می شود و اگر ماده ای تمامی این طول موج ها را جذب نماید به رنگ سیاه دیده خواهد شد .

بین نورهای جذب شده و منعکس شده در ناحیه مرئی (نور سفید) به وسیله یک جسم رابطه ای برقرار می باشد که در جدول ۱-۱ آمده است.

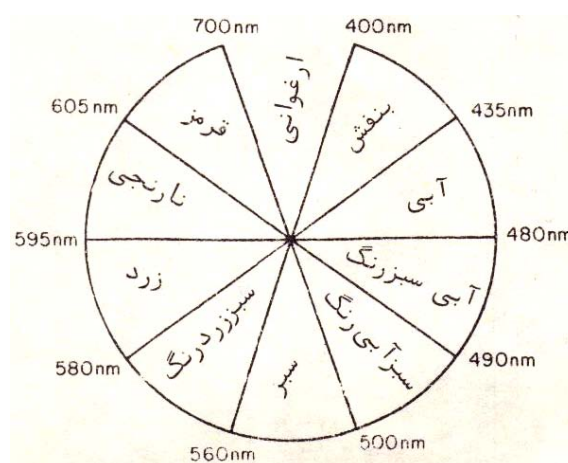
جدول (۱-۱)

رنگ موج (nm)	رنگ واقعی جسم (نور جذب شده)	رنگ مریی (نور منعکس شده)
۴۰۰ - ۴۳۵	بنفش	سبز - زرد
۴۳۵ - ۴۸۰	آبی	زرد
۴۸۰ - ۴۹۰	سبز - آبی	نارنجی
۴۹۰ - ۵۰۰	آبی - سبز	قرمز
۵۰۰ - ۵۶۰	سبز	ارغوانی
۵۶۰ - ۵۸۰	زرد - سبز	بنفش
۵۸۰ - ۵۹۵	زرد	آبی
۵۹۵ - ۶۰۵	نارنجی	سبز - آبی
۶۰۵ - ۷۰۰	قرمز	آبی - سبز

رنگ واقعی یک جسم در حقیقت براساس نورهای جذب شده تعیین می گردد اما چشم انسان نورهای منعکس شده را مشاهده می کند.

اگر نور جذب شده به وسیله یک جسم را به نور منعکس شده از آن اضافه نمائیم نور سفید به دست می آید. به این علت به این جفت نورها ، نورهای مکمل گفته می شود.

اگر رنگ واقعی یک جسم را با رنگ مشاهده شده آن مخلوط نمائیم نور سفید به دست می آید. در دایره رنگ (Color circle) رنگ های متقابل، رنگهای مکمل هستند که از مخلوط شدن آنها رنگ سفید به دست می آید.



شکل (۱-۴): دایره رنگ

برای مثال موادی که به رنگ قرمز دیده می شوند طول موج های بلندتر نور سفید را منعکس می کنند و طول موجهای پائین تر را در ناحیه آبی جذب می کنند و مواد آبی رنگ طول موجهای پائین تر را منعکس کرده و طول موجهای بلندتر را ناحیه قرمز جذب می کنند.

وقتی تابش چند فامی مانند نور مرئی به یک محیط که دارای ذرات اتمی و مولکولی می باشد می تابد این ذرات می توانند با جذب انرژی این تابش به صورت برانگیخته دربیایند. در ذراتی که به صورت اتمی می باشند بر اثر جذب این تابش الکترونهاى لایه ظرفیت آنها برانگیخته می گردد و

چون تعداد حالت های انرژی (ترازهای انرژی) در اتمها کم است تعداد محدودی از فرکانس ها توسط عمل جذب حذف می شوند و طیف های جذبی عموماً از تعداد کمی پیک های باریک تشکیل می شوند اما جذب در مولکول های چند اتمی پیچیده می باشد زیرا برای هر حالت انرژی انتقال الکترونی در مولکول چندین حالت انرژی ارتعاشی و برای هر حرکت ارتعاشی حالت های انرژی چرخشی فراوانی وجود دارد در نتیجه ترازهای انرژی به شدت افزایش می یابند. کل انرژی یک مولکول با صرف نظر از انرژی انتقالی از رابطه زیر محاسبه می گردد.

$$E_{\text{کل}} = E_{\text{الکترونی}} + E_{\text{ارتعاشی}} + E_{\text{چرخشی}} \quad (5-1)$$

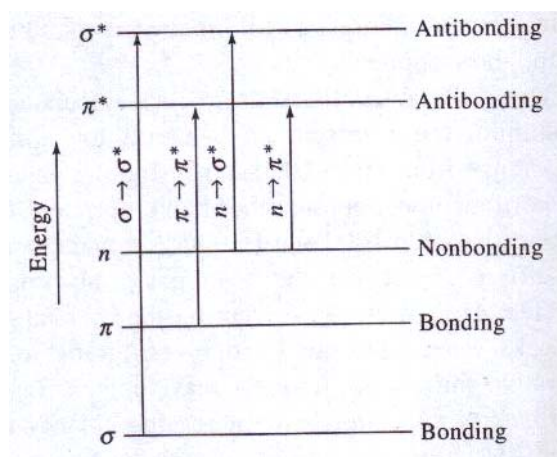
$E_{\text{الکترونی}}$ (انرژی انتقالات الکترونی) در ناحیه انرژی های تابشی نور مرئی و ماوراء بنفش قرار دارد. $E_{\text{ارتعاشی}}$ (انرژی انتقالات حرکت های ارتعاشی) در ناحیه انرژی تابش مادون قرمز و در محدوده $1-15 \mu_m$ و تغییرات انرژی چرخشی ($E_{\text{چرخشی}}$) در ناحیه تابش با طول موج ۱۰ تا ۱۰۰ میکرون قرار می گیرند.

طیف های مولکولی اغلب توسط نوارهای جذبی خاصی مشخص می شوند که این نوارها ممکن است گستره وسیعی از طول موجهای مختلف را شامل شوند. جذب به وسیله مولکولها در ناحیه ماوراء بنفش و مرئی در نتیجه انتقالات الکترونی شامل الکترونها پیوندی و جفت الکترونها ناپیوندی اتمهایی مثل نیتروژن، اکسیژن، گوگرد و هالوژنها می باشند. با توجه به اینکه تعداد زیادی حالت های ارتعاشی و چرخشی برای هر حالت الکترونی وجود دارد طیف های مولکولی پیچیده می شوند.

۴-۱- اوربیتال های مولکولی و ارتباط آنها با رنگ

اوربیتال های مولکولی (MO) از همپوشانی اربیتال های اتمی های تشکیل دهنده یک مولکول به وجود می آیند و انواع مختلفی از نظر خواص ، شکل و سطح انرژی دارند.

اوربیتال های مولکولی را از نظر سطوح انرژی الکترونی می توان به صورت زیر نشان داد.



شکل (۱-۵): اوربیتال های مولکولی

قرار گرفتن الکترون در اوربیتال های پیوندی (B) باعث تشکیل پیوند بین اتمها می گردد در حالیکه قرار گرفتن الکترون در اوربیتال های ضد پیوندی (AB) باعث تضعیف پیوند می گردد. اوربیتال های مولکولی که در تشکیل پیوند و یا تضعیف آن شرکت نمی کنند به نام اوربیتال های غیر پیوندی (NB) مشهور می باشند و در ارتباط با اتمهایی مثل اکسیژن، نیتروژن، گوگرد و هالوژنها در مولکول می باشند که دارای الکترونهاى جفت شده در لایه ظرفیت خود هستند که در تشکیل پیوند شرکت نمی کنند.

این سطوح انرژی نیز کوانتائی می باشند. انتقال الکترون بین اوربیتال های مولکولی نتیجه جذب یا نشر نور توسط این مولکولها می باشد و طول موجهای حذف شده یا نشر شده مشخص کننده اختلاف انرژی موجود بین اوربیتال های مولکولی می باشند.

همان طور که از شکل بالا استنباط می گردد انتقال الکترون از یک اوربیتال مولکولی غیر پیوندی به اوربیتال مولکولی ضد پیوندی π ، احتیاج به یک نور یا موج الکترومغناطیس با انرژی کم دارد و بر عکس انتقال الکترونی از اوربیتال مولکولی پیوند σ به σ^* به یک موج با انرژی بیشتر نیاز دارد. انتقال های الکترونی $\sigma \rightarrow \sigma^*$ و $\sigma \rightarrow \pi^*$ به انرژی بالائی نیاز دارند که اساساً به وسیله تابش ماوراء بنفش تأمین می گردد. طیف الکترونی یک مولکول تعداد زیادی از نوارهای جذبی را نشان می دهد که دارای شدت های مختلفی هستند و به طور جزئی همپوشانی کرده اند. در واقع هر یک از انتقال های الکترونی فقط به یک نوار خاص مربوط است اما تغییرات همزمان در حرکت های ارتعاشی و چرخشی نیز بر روی این انتقالات الکترونی اثر می گذارند و در نتیجه به وضوح مشخص و ظاهر نمی شوند.

انتقالات $\pi \rightarrow \pi^*$ در طیف یک ماده در طول موج های بلندتری نسبت به $\pi \rightarrow \pi^*$ و یا $\sigma \rightarrow \sigma^*$ روی می دهد که اغلب در ناحیه نور مرئی می باشد.

تغییرات ناچیز در ساختار مولکول یک ماده که نور را جذب می کند باعث ایجاد تغییرات در $\lambda_{\max}$ و شدت جذب نور می گردد که اگر تغییرات مکان $\lambda_{\max}$ به طرف طول موجهای بلندتر باشد به اثر باتوکرومیک معروف است که باعث پررنگ شدن جسم می گردد (رنگ از ناحیه آبی به طرف قرمز جابجا می شود) و اگر تغییر مکان $\lambda_{\max}$ به طرف طول موجهای کوتاهتر باشد اثر هیپسوکرومیک نامیده می شود (رنگ از ناحیه قرمز به سمت آبی جابجا می گردد).

در مولکولهایی که فقط پیوند سیگما دارند ΔE زیاد است و در ناحیه مرئی جذبی نشان نمی دهد و همچنین در مولکولهای ساده ای که تعداد کمی پیوند π دارند جذب در ناحیه ماوراء بنفش اتفاق می افتد و ماده رنگی دیده نمی شود اما با زیاد شدن تعداد پیوندهای π و مزدوج شدن آنها با یکدیگر $\lambda_{\max}$ به طرف طول موجهای بلندتر جابجا می گردد و ماده کم کم رنگی می گردد.

انتقالات $\sigma \rightarrow \sigma^*$: در این انتقالات یک الکترون در اوربیتال پیوندی σ با جذب تابش الکترومغناطیس به اوربیتال ضد پیوندی σ^* انتقال پیدا می نماید انرژی لازم برای این انتقال زیاد است و با فرکانس های امواج الکترومغناطیس در ناحیه ماوراءبنفش مطابقت دارد. با توجه به اینکه حداکثر جذب مربوط به انتقالات الکترونی $\sigma \rightarrow \sigma^*$ هیچ وقت در ناحیه مرئی اتفاق نمی افتد در نتیجه در ترکیباتی که چنین انتقالاتی وجود داشته باشد رنگی دیده نمی شوند.

انتقالات $n \rightarrow \sigma^*$: مولکولهایی که فقط پیوند σ دارند و حاوی اتمهایی با جفت الکترونها غیر پیوندی می باشند این انتقالات دیده می شوند انتقال $n \rightarrow \sigma^*$ به انرژی کمتر از انتقال $\sigma \rightarrow \sigma^*$ نیاز دارد اما این نوع انتقال نیز از ناحیه ماوراءبنفش قرار می گیرد و در ناحیه مرئی طیف قرار نمی گیرد.

انتقالات $n \rightarrow \pi^*$ و $\pi \rightarrow \pi^*$: ترکیباتی که رنگی دیده می شوند بر پایه این گونه انتقال های الکترونی هستند زیرا انرژی لازم برای این گونه انتقالات در ناحیه طیفی قرار می گیرد که مربوط به نور مرئی و ماوراء بنفش نزدیک می باشد.

هر دو انتقال به یک گروه عاملی نیاز دارند که دارای پیوند غیر اشباع یا پیوند π باشد و در انتقال $n \rightarrow \pi^*$ مولکول باید دارای اتمی با جفت الکترونها غیر پیوندی باشد که اصطلاح کروموفرو یا رنگساز به این گروهها اطلاق می گردد.

۵-۱- قانون بیر – لامبرت

قانونی بنیادی است که بر جذب تمام انواع تابش های الکترومغناطیس در محلولها، جامدات و گازها کاربرد دارد و به صورت زیر بیان می شود:

کاهش در انرژی تابشی یک پرتو تابش تک فام با شدت یا توان پرتو و مقدار مواد جذب کننده در مسیر آن متناسب می باشد. و با رابطه (۶-۱) نشان داده می شود.

$$\log I_0/I = \epsilon bc = A \quad (۶-۱)$$

I_0 شدت نور اولیه

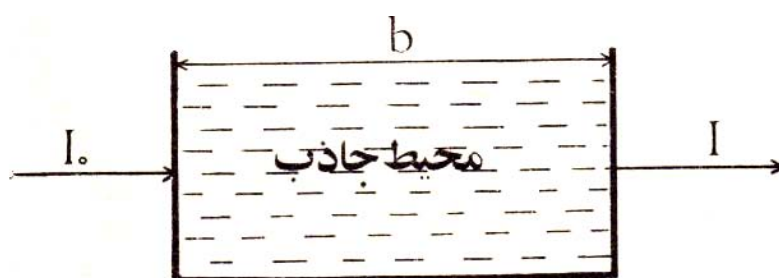
I شدت نور انتقال یافته

b طول مسیر نور یا ضخامت لایه

c غلظت mol/L

ϵ ضریب جذب مولی

اگر طول مسیر نور بر حسب cm و غلظت بر حسب مول بر لیتر باشد ϵ ضریب جذب مولی خواهد بود ولی اگر طول مسیر و غلظت با واحدهای دیگر بیان شود ϵ با a نشان داده می شود و ضریب جذب نامیده می شود.



شکل (۶-۱): قانون بیر - لامبرت

وقتی که طول مسیر نور ثابت باشد جذب مستقیماً با غلظت جذب کننده متناسب می باشد و زمانی که غلظت ثابت است جذب به طول مسیر نور و یا ضخامت لایه بستگی خواهد داشت. جذب نور با توجه به ساختمان شیمیایی مولکول صورت می گیرد و به وسیله منحنی جذب (جذب نسبت به

طول موج یا فرکانس) نشان داده می شود و شدت نوار جذبی به وسیله ضریب جذب مولار ε مشخص می گردد (شکل ۱-۶).

نوارهای جذبی قوی با $\varepsilon = 10^4 - 10^5$ به انتقال های الکترونی مجاز و نوارهای جذبی ضعیف به انتقال های الکترونی غیر مجاز مربوط می شوند.

۱-۶- سیستم CIE (Commission International De L'Eclairage)

این تئوری در سال ۱۸۰۲ به وسیله یانگ ارائه شد و به وسیله هلمهولتز و ماکسول گسترش پیدا کرد.

در این سیستم اندازه گیری رنگ براساس حس بصری انسان بنا گذاری شده است و چشم انسان سه نوع دریافت کننده نوری دارد که عبارتند از گیرنده های قرمز، سبز و آبی.

در این سیستم که یک سیستم سه رنگی می باشد. رنگ های قرمز، سبز و آبی رنگ های اصلی می باشند و نور منعکس شده از یک سطح را می توان به وسیله مخلوط کردن نورهای قرمز، سبز و آبی با نسبت های معین تولید کرد. البته رنگ های اصلی سیستم CIE فرضی می باشند و در عمل هیچ ترکیبی از این نورها وجود ندارد که بتواند تمام رنگ ها را تولید کند.

در سیستم CIE رنگ های قرمز، سبز و آبی به وسیله X و Y و Z نشان داده می شوند و مقدار هر یک از این رنگ ها در یک طول موج خاص به وسیله ضرایب توزیع $\bar{x}$ و $\bar{y}$ و $\bar{z}$ مشخص می گردند.

ضرایب توزیع بدون بعد می باشند و با استفاده از آنها مقادیر X و Y و Z که به نام مقادیر محرک های سه گانه مشهور می باشند، محاسبه می گردند:

$$X = \sum_{380}^{780} E.R.\bar{x}$$

$$Y = \sum_{380}^{780} E.R.\bar{y} \quad (۷-۱)$$

$$Z = \sum_{380}^{780} E.R.\bar{z}$$

E توزیع انرژی طیفی منبع نوری است که در آن شیء به صورت رنگی مشاهده می شود. R بازتابش یا انعکاس طیفی نمونه و $\bar{x}$ و $\bar{y}$ و $\bar{z}$ فاکتورهای توزیع سه رنگ قرمز، سبز و آبی می باشند.

Y روشنائی انعکاسی را نشان می دهد که برای یک جسم سیاه ایده آل برابر صفر و برای یک جسم سفید ایده ال برابر ۱۰۰ می باشد.

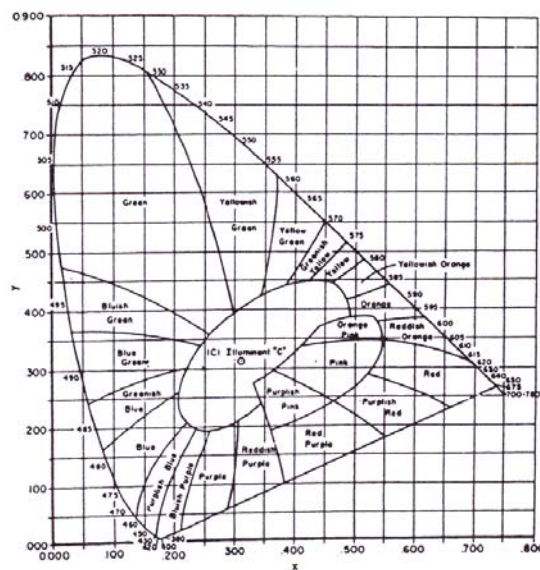
نسبت های رنگ های اصلی از روابط زیر بدست می آیند که به آنها مختصات رنگ یا ارقام رنگ گفته می شود:

$$z = \frac{Z}{X+Y+Z} \quad x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad (۸-۱)$$

چون $x+y+z=1$ است پس می توان Z را از روی مقادیر X و Y بدست آورد:

$$z = 1 - (x + y) \quad (۹-۱)$$

نموداری که در آن X به عنوان مختصات عرضی و Y به عنوان مختصات طولی در نظر گرفته می شود نمودار CIE نامیده می شود.



شکل (۷-۱): نمودار CIE

با استفاده از این نمودار می توان دو مشخصه رنگ را به دست آورد که به این دو مشخصه طول موج حاکم و خلوص گفته می شود. برای استفاده از این نمودارها ابتدا لازم است که تعاریف زیر یادآوری شود:

رنگ های خنثی یا اکروماتیک (غیرالوان): شامل رنگ های سفید، سیاه و خاکستری می باشند.
رنگ های ارغوانی یا رنگ های الوان غیر طیفی: کلیه رنگ های غیر طیفی حاصل از ترکیب قرمز و آبی می باشد.

یک دیاگرام رنگ CIE در شکل (۷-۱) آورده شده است.

هنگامی که برای تمام رنگ های موجود در طیف نمودار CIE رسم می شود آنها خطی به نام مکان هندسی ایجاد می کنند که شلجمی شکل است و انتهای آن توسط یک خط راست که نشان دهنده رنگ های ارغوانی است به یکدیگر متصل می شود. در نقطه ای از این منحنی که مقدار رنگ های اصلی با هم برابر است (نقطه W) نقطه هم ارز انرژی ایجاد می شود که سفید رنگ

است (نقطه خنثی). رنگ قرمز اصلی و خالص در $x=1$ و $y=0$ ، رنگ سبز اصلی و خالص در

$x=0$ ، $y=1$ و رنگ آبی اصلی و خالص در $x=0$ ، $y=0$ واقع می شوند.

کلیه رنگ هائی که در محدوده مکان هندسی قرار می گیرند رنگ های حقیقی یا الوان (کروماتیک

) نامیده می شوند و تمام نقاط خارج از آن رنگ های غیر حقیقی می باشند.

هر رنگ (به جز ارغوانی ها) در این سیستم یک طول موج حاکم دارد. طول موج حاکم (λD) از

نقطه ای که با رسم خط راستی که نقطه هم ارز انرژی (W) شروع شده و از نقطه رنگ مورد

نظر (F) عبور کند و منحنی مکان هندسی (رنگ های طیف) را قطع کند بدست می آید. نقطه

مقابل در امتداد خط راست طول موج حاکم، رنگ مکمل (K) را تعیین می کند. طول موج حاکم

معادل با ته رنگ می باشد که مربوط به احساس قرمز بودن، زرد بودن و است.

برای تعیین خلوص رنگ (P_e) از رابطه زیر استفاده می شود:

$$P_e = \frac{x - x_w}{x_p - x_w} = \frac{y - y_w}{y_p - y_w} \quad (10-1)$$

x و y مختصات رنگ مورد نظر، x_w و y_w مختصات نقطه هم ارزی انرژی و x_p و y_p

مختصات رنگ طبیعی خالص در نمودار CIE می باشند. خلوص رنگ میزان اشباعیت رنگ را

نشان می دهد.

ضمناً لازم است در اینجا به رنگ های متاماریک اشاره کرد. اشیائی که رنگ متاماریک دارند دارای

طیف های جذبی یا انعکاسی مختلفی هستند. اما در زیر شرایط نور خاص به صورت هم رنگ دیده

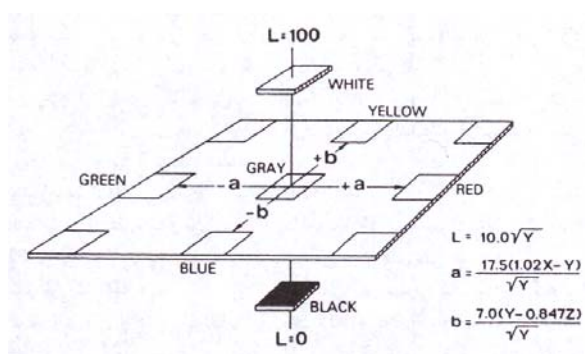
می شوند.

۷-۱- سیستم هرینگ یا تئوری رنگ متضاد (Opponent Color Theory)

در سال ۱۸۷۵ توسط هرینگ ابداع شد که براساس برهم کنش بین بینائی و رنگ استوار می باشد. به طوری که براساس این نظریه دیدن رنگ براساس تحریک های متضاد رنگی جفت انجام می پذیرد یعنی سفید - سیاه ، آبی - زرد و ارغوانی - سبز.

۸-۱- سیستم L ، a و b هانتر

این روش براساس تئوری هرینگ یا تئوری متضاد تصور رنگ ارائه شده است. در این سیستم بنای اصلی براساس تغییر و تبدیل هائی گذاشته شده است که بین سلول های حساس نوری شبکیه و عصب های منتقل کننده پیام های نور به مغز صورت می گیرد. در این تغییرها و تبدیل ها واکنش حسی نسبت به رنگ قرمز با سبز مقایسه می گردد و باعث ایجاد یک بعد رنگی خاص به نام بعد رنگی قرمز به سبز می شود که با نماد a مشخص می گردد. واکنش حسی سبز با آبی مقایسه می گردد و بعد رنگی سبز به آبی را ایجاد می کند که با نماد b مشخص می شود و سومین بعد یعنی L روشنائی می باشد که به صورت ریشه دوم یا سوم Y نشان داده می شود. این سیستم و فضای رنگی آن در شکل (۸-۱) نشان داده شده است.



شکل (۸-۱): سیستم و فضای رنگی هانتر

مقادیر مربوط به سیستم L، a و b هانتر و CIE را می توان با استفاده از معادلات موجود در جدول (۲-۱) به یکدیگر تبدیل نمود.

جدول (۲-۱)

To Convert	To L, a, b	To X%, Y, Z%	To Y, x, y
From X%, Y, Z%	$L = 10 \sqrt{Y}$ $a = \frac{17.5(X\% - Y)}{\sqrt{Y}}$ $b = \frac{7.0(Y - Z\%)}{\sqrt{Y}}$		$Y = Y\%$ $x = \frac{X}{X + Y + Z}$ $y = \frac{Y}{X + Y + Z}$
From L, a, b		$Y = 0.01L^2$ $X\% = 0.01L^2 + \frac{aL}{175}$ $Z\% = 0.01L^2 - \frac{bL}{70}$	$Y = 0.01L^2$ $x = \frac{a + 1.75L}{5.645L + a - 3.012b}$ $y = \frac{1.786L}{5.645L + a - 3.012b}$
From Y, x, y	$L = 10 \sqrt{Y}$ $a = 17.5 \sqrt{Y} \frac{1.02x}{y} - 1$ $b = 5.929 \sqrt{Y} \frac{2.181y + x - 1}{y}$	$X\% = 1.02 \times \frac{Y}{y}$ $Z\% = .847 [1 - (x + y)] \frac{Y}{y}$	

Source: From Hunter Associates Lab., Inc.

۹-۱- سیستم مانسل (Munsell)

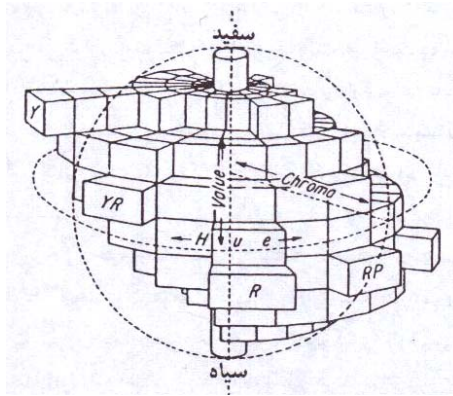
این سیستم که ابتدا به وسیله نقاش آمریکائی به نام مانسل ارائه شد و بعد به وسیله دانشمندان دیگر تکمیل و اصلاح شد رنگ به وسیله سه ویژگی ته رنگ (H)، ارزش (V) و خلوص (C) مشخص می گردد. این سیستم سه بعدی بوده و براساس ده ته رنگ پایه گذاری شده است که بر روی

محیط دایره ای توزیع شده اند. پنج ته رنگ قرمز، زرد، سبز، آبی و ارغوانی که با حروف Y، R،

G، B و P نمایش داده می شوند و پنج رنگ حد واسط YR، GY، BG، PB، PR.

ارزش یک مقیاس روشنائی است که از صفر (سیاه) تا (سفید) ۱۰ بر روی خط عمودی که از

وسط صفحه ته رنگ ها عبور می کند قرار گرفته است. شکل (۹-۱)



شکل (۹-۱): سیستم مانسل

خلوص معیاری از تفاوت یک رنگ با رنگ خاکستری در همان روشنائی می باشد که طول

نامنظمی دارد. صفر این معیار بر روی خاکستری مرکزی قرار دارد و به سمت بیرون توسعه پیدا می

کند.

۱-۱۰-۱ - جلا (Gloss)

عامل فیزیکی مهمی که بر روی جنبه ظاهری یک رنگ اثر می گذارد جلا می باشد که به انعکاس

نور از سطح جسم وابسته است.

هنگامی که سطح جسم نور را به طور مستقیم منعکس می کند و همانند یک آینه عمل می نماید

انعکاس مستقیم نامیده می شود اما هنگامی که انعکاس نور در تمام جهات پخش می شود انعکاس

پخش شده نامیده می شود و سطح جسم به صورت مات دیده می شود. اجسام را با توجه به سطح آنها می توان از یک جسم با بازتابش یا انعکاس مستقیم کامل تا اجسامی که سطح آنها کاملاً به صورت انعکاس پخش شده نور را منعکس می کنند طبقه بندی کرد.

فصل دوم

روش‌های سنتز

مواد حد واسط

۲-۱ - مقدمه

در دنیای امروز اکثر رنگ ها به طور مصنوعی تهیه می شوند و رنگ های مصنوعی نسبت به رنگ های طبیعی کاربرد خیلی زیادی دارند به طوری که از رنگ های طبیعی بندرت استفاده می گردد. تنوع رنگ های مصنوعی بسیار زیاد بوده و خواص آنها و کیفیت این رنگ ها بسیار مطلوب می باشند و در این رنگ ها ساختمان اصلی یک ترکیب آلی آروماتیک می باشد و مواد اولیه این رنگ ها منشأ فسیلی دارند.

مواد اولیه (Primaries)

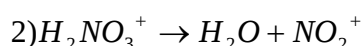
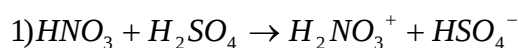
مواد شیمیائی هستند که از نفت خام و ذغال سنگ به طور مستقیم و یا تحت فرایند های پالایش قطران ذغال سنگ و یا صنایع پتروشیمی بدست می آیند و از آنها مواد حد واسط تهیه می گردند و به عنوان شروع کننده در صنایع رنگ به حساب می آیند که از این مواد می توان به بنزن، آنیلین، تولوئن، گزین ها، فنل، کروزول، نفتالین و آنتراسن اشاره کرد.

مواد حد واسط (Intermediates)

مواد حد واسط مواد پایدار و اغلب بی رنگی می باشند که تحت واکنشهای شیمیائی از مواد اولیه تهیه می گردند و از آنها رنگ ها ساخته می شوند. تولید مواد حد واسط برای صنایع رنگ از اهمیت زیادی برخوردار است و چون تعداد این مواد بسیار زیاد می باشد و کاربرد زیادی در تهیه انواع رنگ ها دارند لازم است این مواد و واکنشهای تهیه آنها از مواد اولیه مورد بررسی قرار گیرند.

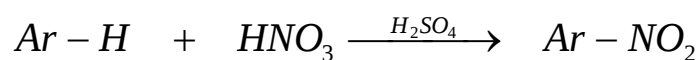
۲-۲ - نیتراسیون ترکیبات آروماتیک

این واکنش بیشتر توسط مخلوط اسیدنیتریک دود کننده و اسید سولفوریک غلیظ صورت می گیرد که واکنش این دو اسید منجر به تولید ذره الکترون دوست NO_2^+ (نیترونیوم) می گردد:



مکانیسم این واکنش با هیدروکربن های آروماتیک از نوع جانشینی الکترون دوستی می باشد و گروه NO_2 - (نیترو) که خود یک گروه رنگزا یا کرموفور می باشد بر روی یک هیدروکربن آروماتیک قرار می گیرد.

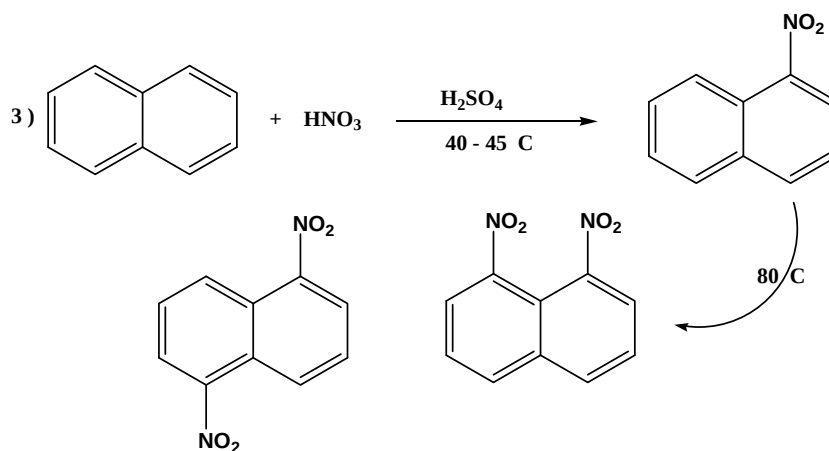
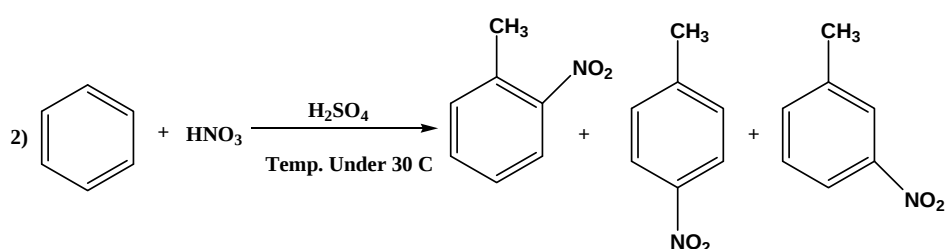
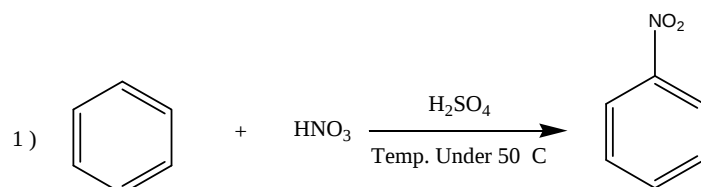
از این واکنش می توان رنگ های نیترو را ساخت. همچنین برای تهیه آمین های آروماتیک نیز از این واکنش استفاده می گردد.



مهمترین ترکیبات حد واسطی که در صنعت با استفاده از این واکنش تهیه می شوند به شرح

زیر می باشد:

تهیه نیتروبنزن:



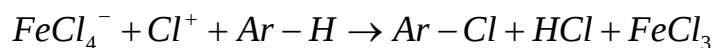
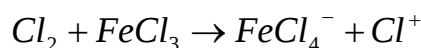
۱ و ۵-دی نیترونفتالین

۱ و ۸-دی نیترونفتالین

۲-۳- هالوژناسیون ترکیبات آروماتیک

در این واکنش ها که از نوع جانشینی الکترون دوستی می باشند اتم هالوژن به جای هیدروژن(های) حلقه آروماتیک قرار می گیرد و برای مشتقات کلروبرم دار استفاده می گردد.

در این واکنش ها معمولاً از یک اسید لوئیس و کلر یا برم استفاده می گردد:

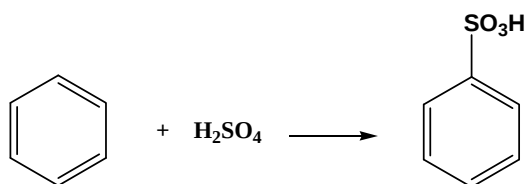


۲-۴- واکنشهای سولفوناسیون و دِسولفوناسیون ترکیبات آروماتیک

اکثر ترکیبات آروماتیک به وسیله سولفوریک اسید یا اولئوم سولفونه می گردد و این واکنش بر خلاف دو واکنش بالا یک واکنش برگشت پذیر می باشد یعنی ترکیبات را می توان دسولفونه نمود. مکانیسم از نوع جانشینی الکترون دوستی می باشد.

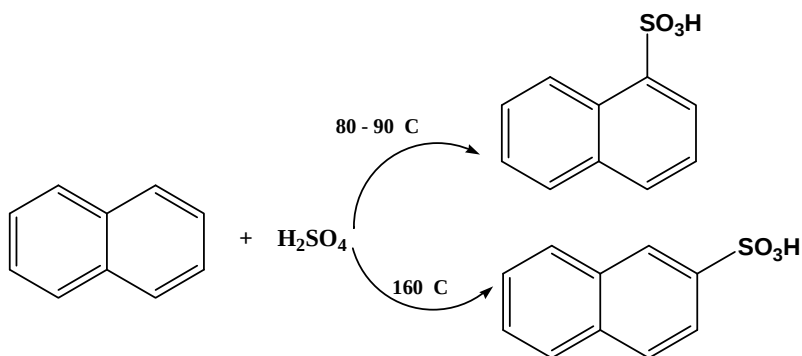
برای واکنش ترکیبات آروماتیک با اسید سولفوریک (الئوم) ، گوگرد تری اکسید و کلروسولفوریک اسید، یک (یا چند) گروه $-SO_3H$ به جای هیدروژن (های) حلقه آروماتیک قرار می گیرد. مکانیسم واکنش از نوع جانشینی الکترون دوستی می باشد. ویژگی جالب این واکنش برگشت پذیر بودن آن می باشد. یعنی ترکیب آروماتیک سولفونه شده می توان $-SO_3H$ خود را از دست بدهد و به جای آن هیدروژن جایگزین گردد.

برای سولفونه کردن حلقه بنزن از اسید سولفوریک خالص استفاده می کنند:



اما اگر از الئوم استفاده شود تولید مشتق ۱ و ۳-دی سولفونیک اسید بنزن را می نماید.

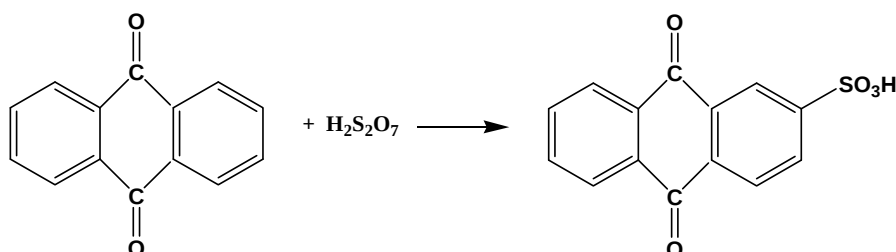
در سولفوناسیون نفتالین کنترل دما بسیار مهم می باشد زیرا در دماهای پائین ($80-90^\circ C$) نفتالین ۱- سولفونیک اسید تولید می شود که محصول سینتیکی می باشد اما اگر دما را بالا ببریم نفتالین ۲- سولفونیک اسید محصول عمده می باشد که محصول ترمودینامیکی است.



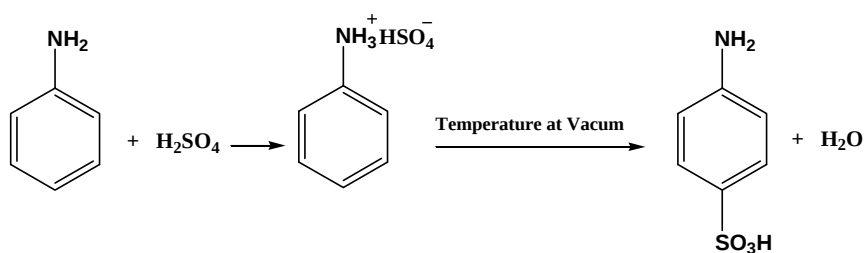
نفتالین ۱- سولفونیک اسید را می توان با حرارت دادن به مشتق نفتالین ۲- سولفونیک اسید تبدیل نمود.

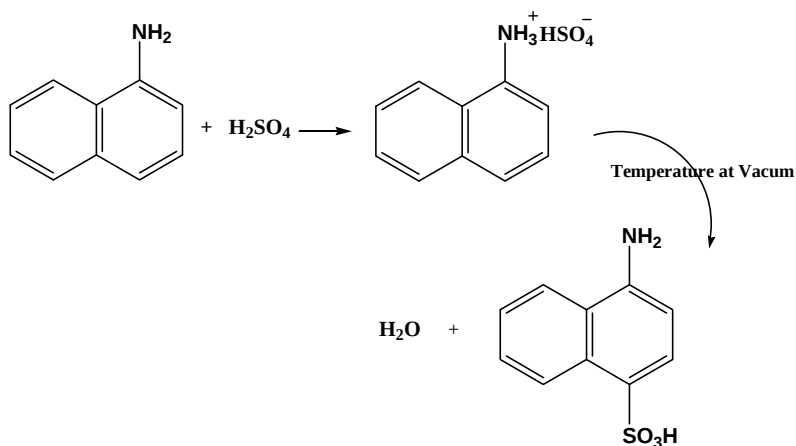
با تنظیم دما و غلظت SO_3 می توان سولفوناسیون را تا سه مرحله پیش برد و تولید ۱ و ۳ و ۶- تری سولفونیک اسید نفتالین نمود که در سنتز دو ماده حد واسط بسیار مهم اسید کخ و اسید اچ کاربرد فراوانی دارد.

برای تهیه رنگ های آنتراکینونی واکنش سولفوناسیون آنتراکینون اهمیت زیادی دارد. آنتراکینون با الئوم در دمای $120-140^{\circ}C$ سولفونه می شود و محصول عمده ۲- سولفونیک اسید آنتراکینون می باشد:

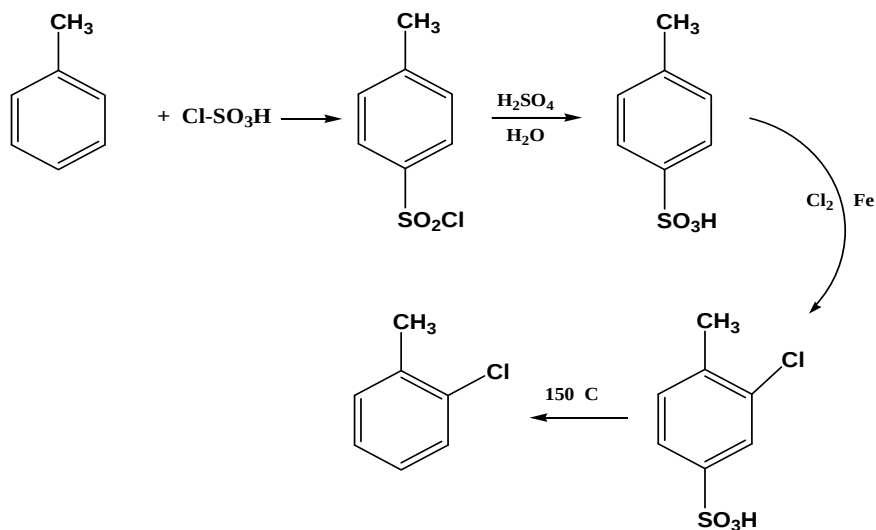


در صنایع رنگ برای سولفونه کردن آمین های آروماتیک از روشی به نام پختن استفاده می نمایند در این روش ابتدا آمین آروماتیک با اسیدسولفوریک مخلوط شده و تولید نمک سولفات آمین را می نماید که بعد از خالص سازی سولفات آمین خشک در خلأ حرارت داده می شود. از مهمترین کاربردهای این روش می توان به تهیه سولفانیلیک اسید آنیلین و نفتیونیک اسید (۱- آمینو نفتالین-۴- سولفونیک اسید) از ۱- آمینو نفتالین اشاره کرد:



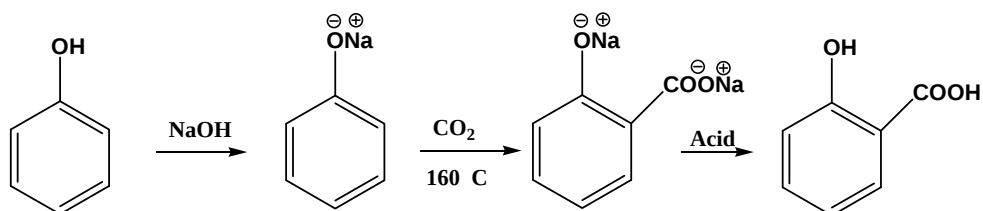


دیسولفوناسیون نیز در تهیه مواد حد واسط کاربرد دارد که بیشتر استفاده آن در مورد مواد حد واسط آنتراکینونی و تهیه اورتوکلرو تولوئن می باشد.



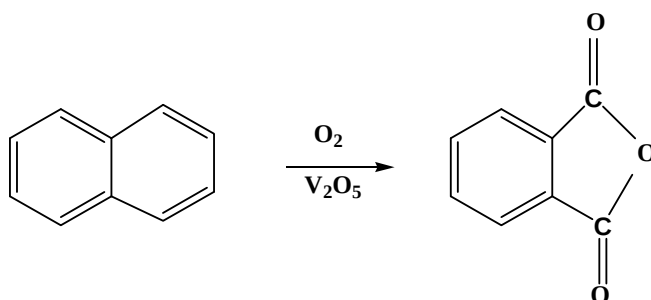
۲-۵- واکنش کولب - اسمیت

اسیدهای کربوکسیلیک فنلی آروماتیک مانند اسید سالیسیلیک با استفاده از نمک فنلی آنها و تحت حرارت و فشار زیر جو کربن دی اکسید تهیه می شوند.



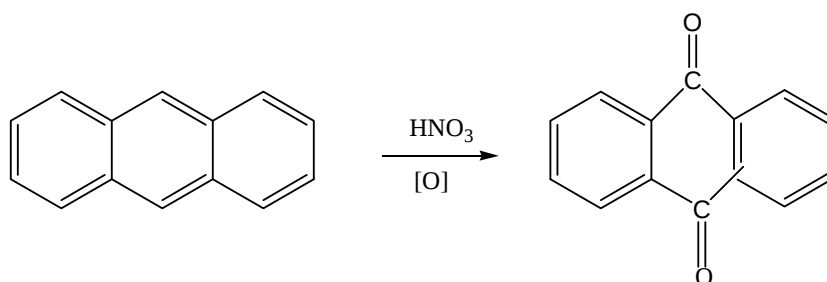
۲-۶- اکسیداسیون ترکیبات آروماتیک

ترکیبات آروماتیک اولیه در صنایع رنگ تحت تأثیر اکسیژن هوا و کاتالیزگرهای مختلف اکسایش پیدا می کنند و به مواد حد واسطه مهمی مانند انیدریدفتالیک و آنتراکینون تبدیل می شوند که کاربرد بسیار زیادی در صنایع تهیه رنگ دارند. از مهمترین این واکنش ها می توان به تبدیل نفتالین به انیدرید فتالیک اشاره کرد که با استفاده از اکسیژن هوا و کاتالیزگر وانادیم (V) اکسید اشاره کرد:



فتالیک انیدرید

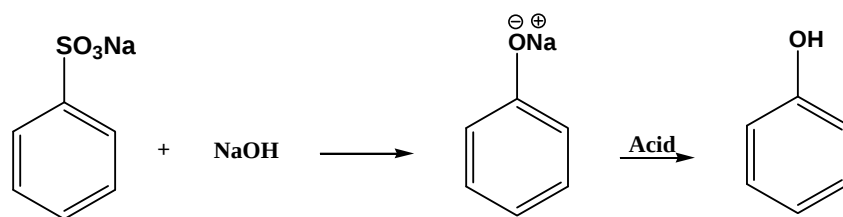
همچنین تهیه آنتراکینون از آنتراسن تحت تأثیر اسید نیتریک از روشهای پرکاربرد در شیمی رنگ می باشد.



آنتراکینون

۲-۷- ذوب قلیائی

در این نوع از واکنش ها هدف اضافه کردن یک گروه هیدروکسی ($-OH$) بر روی ترکیبات آروماتیک است که این عمل با ذوب نمک سدیم سولفوریک اسید ترکیبات آروماتیک با سود یا پتاس انجام می گیرد.



۲-۸- آمیناسیون ترکیبات آروماتیک

ایجاد گروه‌های آمینی بر روی ترکیبات آروماتیک در شیمی رنگ اهمیت بسزائی دارد. زیرا این گروه‌ها اکسو کروم بوده و در تهیه مولکول‌های حد واسط در شیمی رنگ کاربرد زیادی دارند. ایجاد گروه آمینی به دو طریق کلی انجام می‌گیرد:

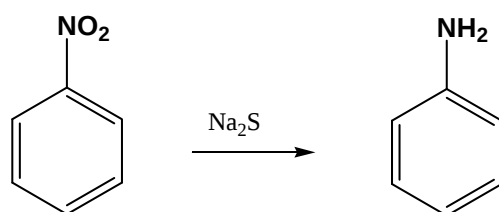
۱. روش احیاء (کاهش) گروه‌های نیترو

۲. آمونولیز

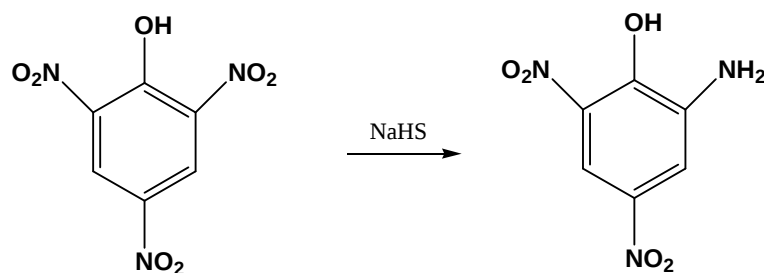
در روش احیاء (کاهش) ترکیبات نیترو آروماتیک، ابتدا بر روی حلقه آروماتیک گروه نیترو جانشین می‌شود و سپس در اثر واکنشگرهای کاهنده گروه نیترو کاهش پیدا کرده و تبدیل به گروه آمینی می‌شود که از پر کاربردترین این روش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. احیا توسط سولفیدها: ترکیبات نیترو می‌توانند به وسیله نمک‌های سولفید از جمله

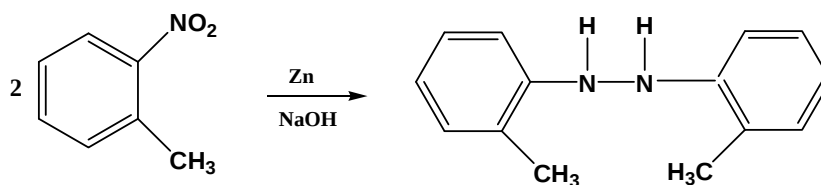
سدیم هیدروژن سولفید (NaHS) و سدیم سولفید (Na₂S) کاهش پیدا کنند.



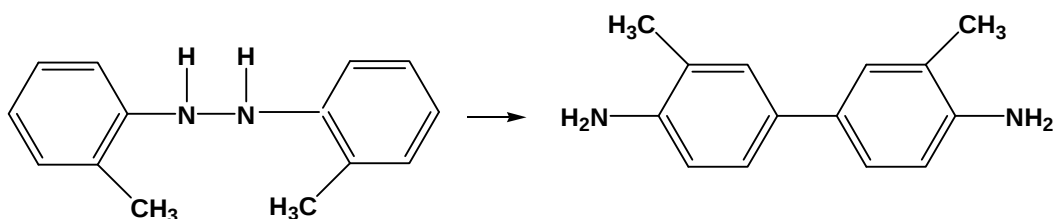
ولی در مورد ترکیبات آروماتیکی که بر روی آنها چندین گروه NO₂ — وجود داشته باشد فقط یکی احیا می‌شود که از این جهت جزء واکنشگرهای اختصاصی می‌باشد.



۲. احیا قلیائی: در این روش در محیط قلیائی (سود یا پتاس) از یک فلز (معمولاً روی) استفاده می شود. این روش بیشتر در تهیه ترکیبات هیدرازو کاربرد دارد که علاوه بر احیا باعث ایجاد پیوند بین دو گروه آمینی می گردد.

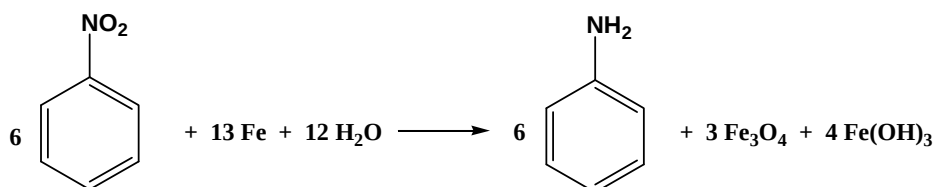


ترکیبات هیدرازو در شیمی رنگ اهمیت زیادی دارند. چون به راحتی در محیط اسیدی نوآرانی بنزیدینی انجام می دهند و تولید ترکیبات ۴و۴- دی آمینو بی فنیل را می کنند که در تهیه رنگ های تترآزو کاربرد فراوانی دارند.

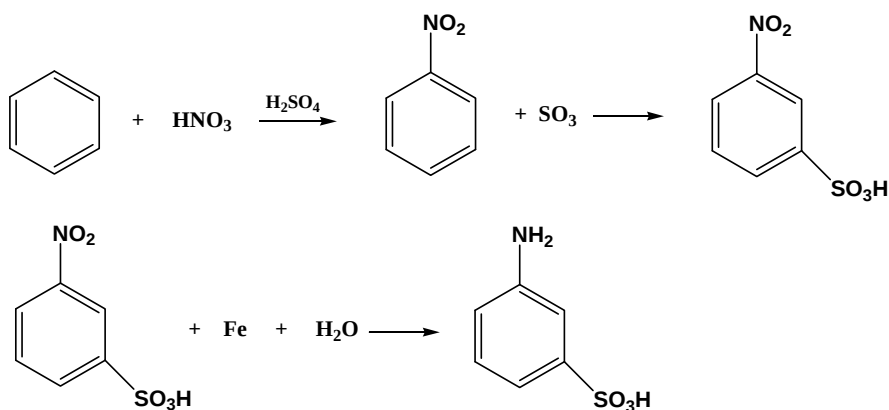


۳و۳- دی متیل بنزیدین

۳. فرآیند بکمپ: از آهن به عنوان کاهنده در محیط اسیدی استفاده می شود:



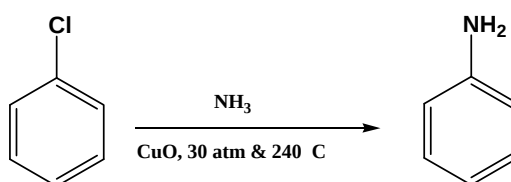
متانلیک اسید یکی از حد واسط های مهم در شیمی رنگ می باشد که از این روش در تهیه آن استفاده می شود:



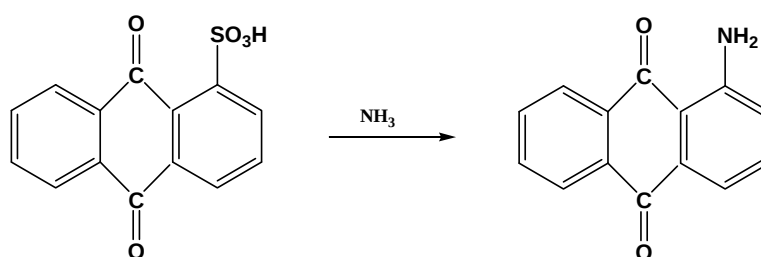
متانلیک اسید

آمونولیز: در این روش از آمونیاک استفاده می شود و گروه آمینی از آمونیاک ایجاد می شود که توسط یک واکنش جانشین، هالوژن سولفونیک اسید و یا هیدروکسی در ترکیب اولیه می گردد این واکنش ها معمولا در فشار و دمای بالا انجام می گیرند که می توان به فرآیند های زیر اشاره کرد:

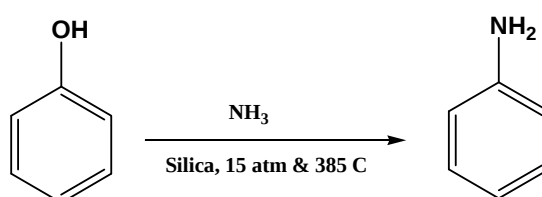
فرآیند داو:



فرآیند پوخرر:



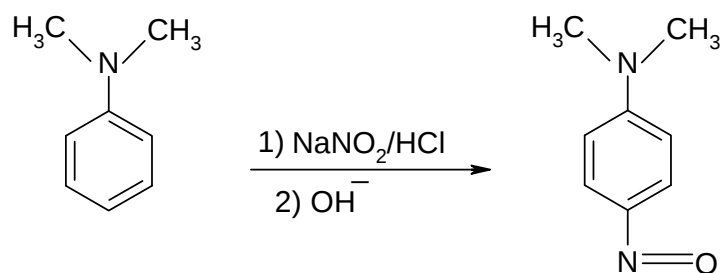
فرآیند هالکن:



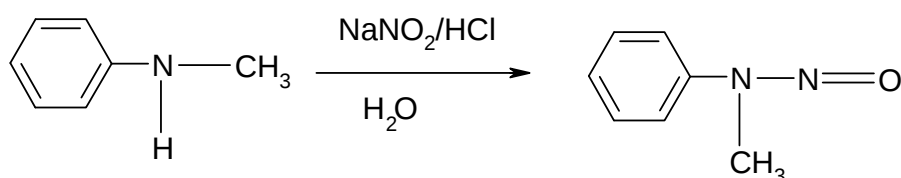
۲-۹- نیتروژن دار کردن ترکیبات آروماتیک

هنگامیکه ترکیبات آروماتیک تحت تاثیر سدیم نیتريت در محیط اسیدی قرار میگیرند نیتروژن دار میشوند که یک واکنش جانشینی الکتروفیلی آروماتیک می باشند اسید نیترو یا سدیم نیتريت در محیط اسیدی کاتیون نیتروژن را تولید می کند که با ترکیبات آروماتیک وارد واکنش می شود کربن حلقه آروماتیک به عنوان یک هسته دوست به ازت کاتیون نیتروژنیل

حمله میکند البته کاتیون نیتروزویک الکترون دوست نسبتا ضعیف است و فقط به حلقه های آروماتیک فعال شده قوی حمله میکند.



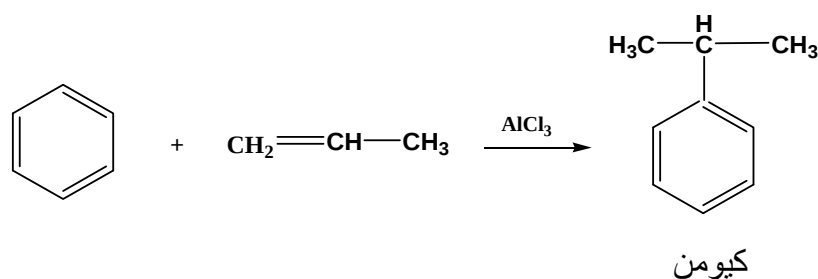
البته لازم به ذکر است که آمین های نوع اول آروماتیک در اثر نیتروزو دار شدن تولید نمکهای دی آزونیم را می نمایند که در بخش رنگهای آزو بررسی می شود همچنین آمین های نوع دوم آروماتیک ترکیبات N - نیتروزو را تولید می نمایند.



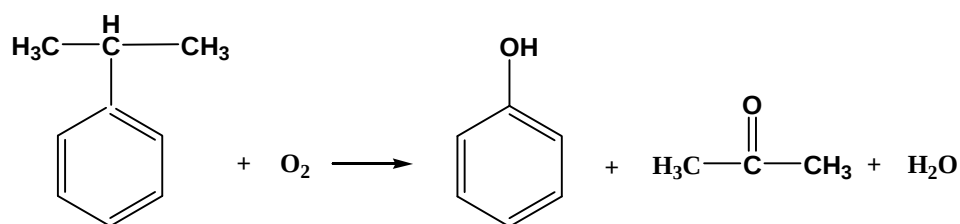
۲-۱۰- روش های تهیه فنل در صنعت

تهیه فنل ها در صنعت به دلیل گستردگی کاربرد آنها از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. در شیمی رنگ از فنل ها به عنوان ترکیبات کوپلاسیون در رنگ های آزو استفاده های فراوانی می شود. همچنین گروه OH - (هیدروکسی) خود یک گروه رنگیار می باشد. روش های صنعتی مهمی که می توان به آنها اشاره کرد عبارتند از:

۱. روش کیومن: در این فرآیند ابتدا بنزن و پروپن را به وسیله واکنش فریول کرافتس (در مجاورت آلومینیوم کلرید) با یکدیگر وارد واکنش می نمایند تا ایزوپروپیل بنزن (کیومن) تشکیل شود که مکانیسم این واکنش جانشینی الکتروفیلی می باشد.



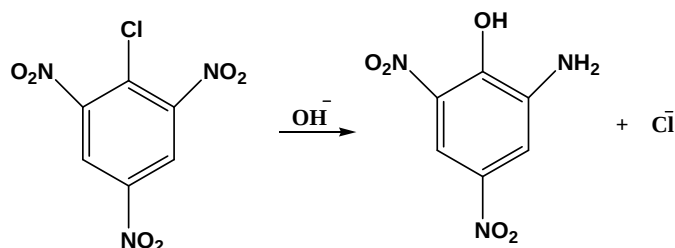
سپس کیومن را در مجاورت هوا اکسید می نمایند که تبدیل به فنل و استن می گردد.



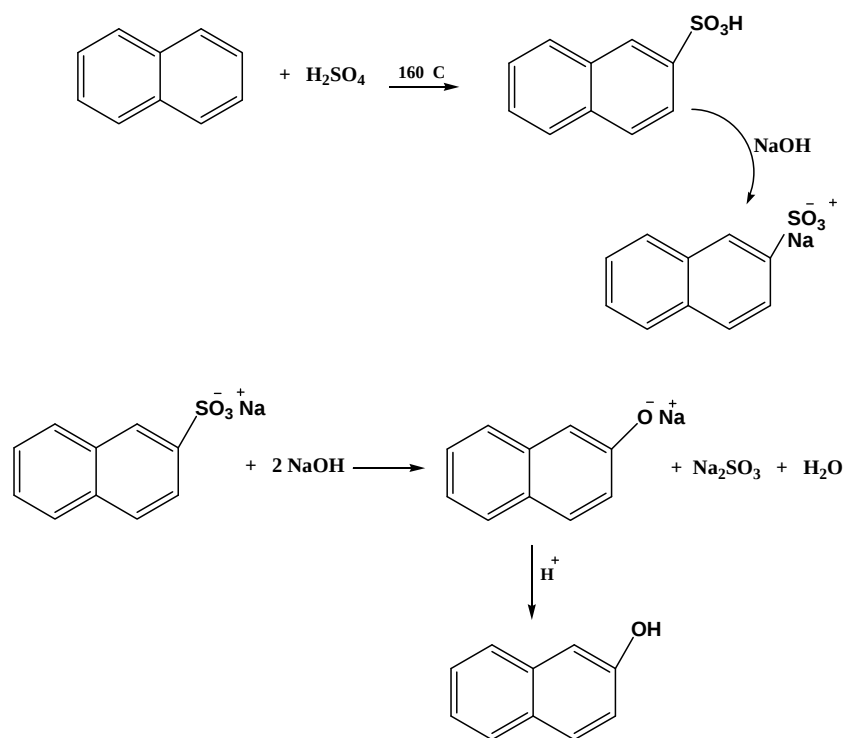
که این روش مختص تولید فنل می باشد.

۲. واکنش های جانشینی نوکلئوفیلی آروماتیک:

این واکنش مختص ترکیباتی است که بر روی آنها گروه های قوی الکترون کشنده و گروه های ترک کننده خوب مثل کلر، برم، ید یا توسیلات وجود دارد. در این واکنش ترکیب مربوطه را همراه با سود یا پتاس تحت فشار و حرارت هیدرولیز می نمایند که گروه OH - جانشینی گروه ترک کننده می گردد.

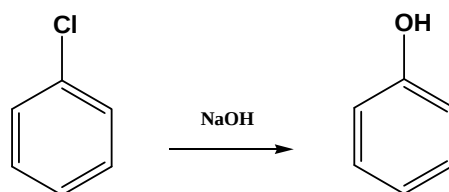


۳. ذوب قلیائی: حلقه آروماتیک در این روش ابتدا سولفونه شده و سولفونیک اسید حاصل با سود یا پتاس وارد واکنش می گردد تا نمک سدیم سولفونیک مربوطه تولید شود که در نهایت این نمک را با مقدار اضافی سود یا پتاس حرارت می دهند (ذوب می کنند) و سپس محیط را اسید می نمایند.



واکنش داو (Dow)

از این واکنش برای تهیه فنل از کلروبنزن استفاده می کنند که کلرو بنزن را با سود (NaOH) در 340°C و تحت فشار بسیار بالا ($200 - 250\text{atm}$) حرارت می دهند:



فصل سوم

رنگدانه های

معدنی

۳-۱- مقدمه

مواد رنگی از زمانهای قدیم مورد استفاده انسانها قرار گرفته است این مواد از مواد معدنی، گیاهان و حیوانات بدست می آمده است و با گذشت زمان و صنعتی شدن مواد رنگی به دو دسته طبیعی و مصنوعی طبقه بندی شدند اما امروزه در تقسیم بندی جدید این مواد به دو بخش عمده رنگدانه ها یا پیگمانها و رنگ ها طبقه بندی می شوند. رنگ ها انحلال پذیرند و اغلب در صنایع رنگرزی نساجی کاربرد دارند در حالیکه رنگدانه ها در مایعی که پخش می شوند نامحلول هستند و در موارد غیر رنگرزی نساجی کاربرد دارند. اما این طبقه بندی نیز کامل نمی باشد و مرز مشخص برای آن وجود ندارد.

رنگدانه ها و پیگمانها مواد جامد تزئینی و حفاظتی هستند که در شکل و اندازه های مختلف در حلال های مربوطه به حالت معلق تهیه شده و به کار می روند و در صنایع پوشش سطحی و رنگرزی انبوه کاربرد دارند و اغلب به صورت دیسپرس یا پخش شونده مصرف می شوند. پیگمانهای اولیه که امروزه نیز کاربرد دارند بطور عمده ترکیبات معدنی می باشند که در ابتدا به بررسی آنها خواهیم پرداخت اما با گذشت زمان و با پیشرفت شیمی آلی، رنگدانه های آلی ارایه شدند که با توجه به ویژگی آنها یعنی شفافیت، قدرت رنگ دهی بالا و گستره رنگی زیاد، کاربرد فراوانی پیدا کردند. بطوریکه امروزه اکثر رنگدانه های مصرفی صنایع رنگدانه های آلی می باشند در این فصل بطور مختصر رنگدانه های معدنی را بررسی می نماییم و در فصل بعد بطور مشروح رنگدانه های آلی را براساس ساختمان شیمیایی آنها بررسی خواهیم کرد.

۳-۲- طبقه بندی رنگدانه های معدنی

نمونه هایی از پیگمانهای عمده معدنی را براساس رنگشان به صورت زیر می توان طبقه بندی کرد:

۱- پیگمانهای سفید: TiO_2 , Pb(OH)_2

۲- پیگمانهای زرد تا قرمز: PbO , Fe_2O_3

۳- پیگمانهای سبز: سبز کروم

۴- پیگمانهای آبی $\text{Fe}_4[\text{Fe(CN)}_6]_3$ و لاجورد $\text{Na}_7\text{Al}_6\text{Si}_6\text{S}_2\text{O}_{24}$

۳- پیگمانهای سیاه: دوده و گرافیت

موارد استعمال پیگمانهای فوق به طور عمده در صنایع پلاستیک، مرکب های چاپی، رنگرزی کاغذ، رنگ آمیزی بناها، ساختمان ها و فلزات صنعتی، وسایل نقلیه و لاک ها و رنگ های روغنی و ... می باشد.

۳-۳- پیگمانهای سفید

۳-۳-۱- دی اکسید تیتانیوم TiO_2

منبع اصلی این ماده سنگ های معدنی ایلمینت و روتیل می باشد. این رنگ دانه به صورت ترکیبی با کلسیم سولفات نیز به کار می رود. این رنگدانه غیرسمی بوده و بیشتر در رنگ های تزئینی داخل و خارج منازل استفاده می شود.

۳-۳-۲- فسفو سیلیکات سرب (تری بازیک)

این رنگدانه حاصل واکنش بین اسید فسفریک و سیلیکات سرب آبدار می باشد و یک رنگدانه سفید است.

۳-۴- پیگمانهای زرد تا قرمز

۳-۴-۱- رنگدانه های کرومات سرب:

این دسته از رنگدانه ها از کرومات سرب تشکیل شده اند و رنگ آنها از زرد تا قرمز متنوع می باشد که در زیر آورده شده است:

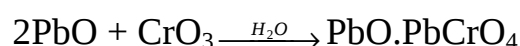
- | | |
|---|------------|
| ۱- کرومات سرب + سولفات سرب + آلومینا | زرد کم رنگ |
| ۲- کرومات سرب + سولفات سرب | لیمویی |
| ۳- کرومات سرب خالص | زرد متوسط |
| ۴- کرومات سرب + هیدروکسید سرب | نارنجی |
| ۵- کرومات سرب + مولیبدات سرب + سولفات سرب | قرمز |

شکل بلور کرومات سرب در خصوصیات رنگدانه بدست آمده تاثیر زیادی دارد نمونه های کم رنگ رنگدانه به شکل لوزی متبلور می شوند که به تدریج به شکل تک محوری مورب تبدیل می گردند. همه این رنگ دانه ها دارای شفافیت و قدرت پوشش و مقاومت خوبی هستند. ترکیبات سرب سمی می باشند و در وسایل و مواردی که در تماس مستقیم با پوست یا بدن انسان است استفاده نمی شوند.

۳-۴-۲- سیلیکوکرومات سرب بازی:

این رنگ دانه از کمپلکس کرومات و سیلیکات سرب بدست می‌آید. رنگدانه ای است به رنگ نارنجی کم رنگ که بصورت گسترده در محیط‌های مختلف رنگ استفاده می‌شود، سمی می‌باشد و بیشتر به عنوان آستر در سطح‌های فلزی استفاده می‌شود که در مقابل خوردگی باید محافظت شود.

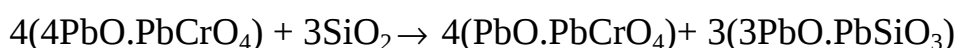
این رنگدانه مخلوطی است محلول در آب که به صورت دو غاب PbO، اسیدکرومیک، سیلیس و سرب (II) استات در ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد پخته و خشک می‌شود. ابتدا سرب (II) اکسید با اسید کرومیک واکنش می‌دهد.



سپس سرب (II) اکسید باقی مانده با محصول واکنش بالا وارد واکنش می‌شود:



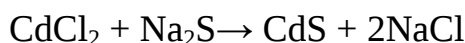
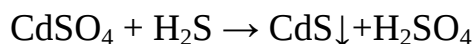
که در اثر افزایش دما و سیلیس رنگدانه تولید می‌شود:



هم کرومات و هم سیلیکات بدست آمده ضد خوردگی می‌باشند اما ترکیب ایندو بهتر عمل می‌کند. این رنگ دانه قدرت پوشش کمی دارد و بیشتر به عنوان آستر استفاده می‌شود.

۳-۴-۳- رنگدانه مولیبدات:

این رنگ دانه‌ها به دو صورت استفاده می‌شوند یکی اکسید روی مولیبدات است که به عنوان آستر و ضد خوردنده صنعتی مصرف می‌شود و دیگری مولیبدات کلسیم روی بازی است که برای آسترهای محلول در آب توصیه می‌شود. رنگدانه اکسید روی مولیبدات MoO_3 , ZnO است که نسبت ZnO به MoO_3 می‌تواند از یک به یک تا یک به ده تغییر کند $(\text{ZnO})_y$ است که $y > x$ است این رنگدانه سمی نمی‌باشد اما برای تولید این رنگ دانه ابتدا نمک انحلال پذیر کادمیم را با اسید هیدروسولفوریک یا سولفید سدیم وارد واکنش می‌کنند.



برای تولید رنگ‌های پر رنگ از واکنش کلرید کادمیم با سدیم سولفید و سدیم سلنید استفاده می‌شود.



رنگ‌های این رنگ دانه شفاف هستند قدرت پوشانندگی خوبی دارند و مقاومت حرارتی آنها نیز خوب هستند اما رنگ‌های گرانی می‌باشند. کاربرد اصلی آنها در رنگ‌های مقاوم در برابر حرارت می‌باشد.

کادمیوم لیتوپرن که از واکنش بین سولفات کادمیم و سولفید باریم بدست می‌آید، ارزان و سمی بوده و حلالیت آن کم است.

زرد نیکل تیتانیوم

یک رنگدانه مهم در ساخت رنگهای مقاوم در برابر حرارت می‌باشد. این رنگ از مخلوط شدن تیتانیوم هیدروکسید با نمکهای نیکل و آنتیموان بدست می‌آید. به صورت خالص زرد تیره است اما به همراه رنگ دانه‌های سفید رنگ زرد روشن و شفاف تولید می‌کند.

۳-۴-۴- رنگدانه‌های کرومات روی:

کروماتهای روی به سه صورت عرضه می‌شوند:

۱- کرومات روی (زرد روی) به علت داشتن ناخالصی معمولاً کمتر استفاده می‌شود.

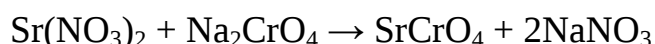
۲- کرومات روی پتاسیم 3ZnCrO_4 , K_2CrO_4 $\text{Zn}(\text{OH})_2$

یک رنگدانه زرد مایل به سبز است قدرت پوشش کمی دارد. کاربرد اصلی آن در ساخت رنگهای آستری فلزات است که معمولاً برای افزایش قدرت پوشش دهی به آن اکسیدهای آهن اضافه می‌شود.

۳- تترا اکسی کرومات روی $4\text{Zn}(\text{OH})_2$. ZnCrO_4 قدرت پوشش و قدرت رنگدهی کمی دارد. میزان سمیت آن بالاست در حال حاضر از این رنگدانه در رنگ‌های بر پایه رزین پلی وینیل بوتیرال که در الکل محلول است استفاده می‌شود و به عنوان آستر مناسب نیست. (زرد رنگ).

۳-۴-۵- کرومات استرانسیم:

از مخلوط کردن محلول نیترات استرانسیم با کرومات سدیم بدست می‌آید و زرد رنگ می‌باشد.



این رنگدانه در صنعت بنام کرومات استرا معروف است. و به عنوان یک رنگدانه ضد خوردگی در رنگهای حفاظتی فلزات سبک مثل آلومینیوم به کار می‌رود. به دلیل بالا بودن قیمت این رنگ دانه در رنگهای بخصوصی از آن استفاده می‌شود این رنگدانه همراه با اکسید روی حفاظت بیشتری برای سطوح دارد اما سمی می‌باشد.

۳-۴-۶- رنگدانه‌های اکسیدهای آهن

قبل از بررسی این رنگدانه‌ها به منابع طبیعی اکسیدهای آهن اشاره می‌کنیم (رنگدانه‌های طبیعی آهن)

الف) لیمونیت : اکسیدهای آهن آبدار هستند که فرمول عمومی آنها $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ یا $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ می باشد که رنگ آنها زرد بوده و گل اخراى زرد نامیده می شوند.

ب) سنگ سينا: مخلوط اکسید فریک آبدار و اکسید منیزیم می باشد. رنگ زرد مایل به قهوه ای دارد.

ج) هماتیت: Fe_2O_3 یا اکسید فریک خالص بوده و رنگ آن قرمز است.

د) مگنتیت یا اکسید مغناطیسی آهن که رنگ سیاه داشته و دارای فرمول Fe_3O_4 می باشد.

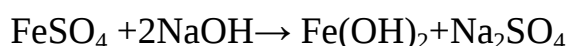
ه) اکسید آهن میکادار : دارای رنگ خاکستری مایل به سیاه می باشد و در ساختمان آن علاوه بر اکسید آهن میکا وجود دارد.

و) پیریت آهن: FeS_2 که در تولید اسید سولفوریک کاربرد زیادی دارد.

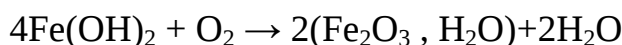
ز) سیدریت: از FeCO_3 تشکیل شده که در پوششهای داخلی کوره ها استفاده می شود.

اکسیدهای زرد و قرمز سنتزی آهن

الف) اکسید زرد فریک (زرد ۴۲) از واکنش فروسولفات با یک محلول قلیایی قوی، آهن (II) هیدروکسید بدست می آید:

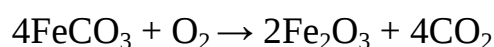
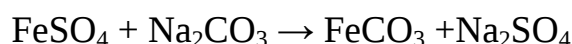


محصول عمل توسط اکسیژن هوا اکسیده می شود:



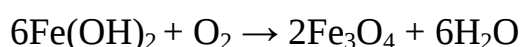
این رنگدانه به نام فریت زرد در صنعت نامیده می شود قدرت پوشانندگی و رنگدهی خوبی می باشد. و مقاومت آن در برابر نور زیاد است.

ب) اکسید قرمز فریک که به طریقه زیر تهیه می شود.



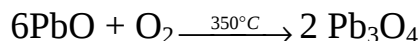
معمولاً این رنگدانه همراه با اکسید معدنی آهن در رنگ مصرف می شود درخشندگی و قدرت رنگدهی بالایی دارد و مقاومت آن در برابر نور و حرارت زیاد می باشد و بیشتر در رنگ های هوا خشک و کوره ای کاربرد دارند. همچنین در آسترها و زیر رنگ ها، رنگ های امولوسیونی و پلاستیک و بتون نیز مصارف زیادی دارند.

ج) اکسید آهن سیاه سنتزی به طریق زیر تهیه می شود:



۳-۴-۷- سرنج (قرمز سرب)

از سرب (II) اکسید تهیه می‌شود این ماده را در یک محیط اکسید کرده و در دمای 350°C حرارت می‌دهند.

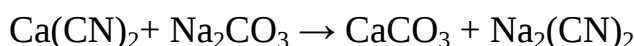


ترکیب نهایی شامل PbO و Pb_3O_4 می‌باشد که به سه صورت ارایه می‌شود:
قرمز سرب نوع اول یا قرمز ناپایدار، قرمز سرب نوع دوم یا قرمز معمولی و قرمز سرب نوع سوم یا قرمز سرب بند کشی.

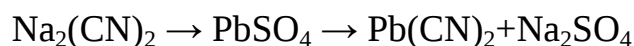
مهمترین تفاوت این سه نوع در مقدار PbO آنهاست که بیشترین نوع PbO در نوع سوم است. این رنگ دانه بسیار سمی است و خاصیت ضد خوردگی دارد هرچقدر مقدار PbO آزاد این رنگ بیشتر باشد حفاظت بهتری در مقابل خوردگی دارد.

معمولاً سرنج به عنوان یک رنگ دانه در پوششهای آستری ضد خوردگی فولاد کاربرد دارد.

سیانید سرب: این رنگ دانه از واکنش بین کلسیم سیانید و کربنات سدیم بدست می‌آید:



سیانید سدیم بدست آمده با افزودن سولفات سرب تبدیل به رنگدانه سیانید سرب می‌شود:



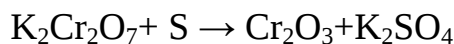
یک رنگدانه زرد بوده و بر روی قطعات فولادی بعنوان آستر استفاده می‌شود همچنین در آستریهای چوبی نیز کاربرد دارد.

۳-۵- پیگمانهای سبز

۳-۵-۱- رنگدانه سبز کروم:

- این رنگدانه مخلوطی از کرومات سرب و آبی پروس می‌باشد. و طیف وسیعی از رنگ‌های حدفاصل بین کرومات سرب و آبی پروس را ایجاد می‌کند.

- اکسید کروم: از اکسید کروم بی‌آب Cr_2O_3 تشکیل شده است و به روش‌های زیر تهیه می‌شود:



قدرت پوشش دهی و مقاومت آن در برابر نور و حرارت بالاست.

این رنگدانه موارد مصرف بسیاری در ساخت سرامیک، پلاستیک، مرکب و آجرهای تزینی دارد و به میزان کم سمی می‌باشد.

۳-۶- پیگمانهای آبی

۳-۶-۱- آبی اولترامارین (لاجورد):

رنگدانه‌ای است با براقیت و خلوص رنگ خوب که به طور طبیعی از سنگ لاجورد بدست می‌آید. این سنگ یک ترکیب شیمیایی بسیار پیچیده حاوی سیلیکاتهای مختلف به همراه اکسید آلومینوم و سدیم و سولفیدهاست. این رنگدانه مقاومت خوبی در برابر حرارت، نور و محلولهای قلیایی دارد. این رنگدانه در محیط‌های آبی به راحتی پخش می‌شود و یک رنگدانه غیر سمی می‌باشد.

۳-۶-۲- آبی پروس (آبی آهن):

ترکیباتی از آهن که به صورت کمپلکس فروسیانید با فلزات قلیایی یا آمونیم می‌باشند دسته‌ای از رنگدانه‌های آبی را تشکیل می‌دهند که به آنها آبی پروس گفته می‌شود. این رنگدانه محصول واکنش بین یک نمک آهن با محلول فروسیانید یا فری سیانید است. این رنگدانه به میزان کمی سمی است قدرت رنگدهی خوبی دارد و مقاومت آن در مقابل نور بسیار خوب است از این رنگدانه در صنعت چاپ برای تولید مرکب استفاده می‌شود.

۳-۶-۳- آبی کبالت:

این رنگدانه از ۱۵٪ اکسید کبالت و ۸۱٪ اکسید آلومینوم تشکیل شده است. این رنگدانه بسیار شفاف و روشن می‌باشد و قابلیت پوشش ندارد اما مقاومت و ثبات بالایی در مقابل نور، گرما و حلالهای اسیدی و قلیایی دارد بسیار گران بوده و به همین دلیل در ساخت رنگهای تزئینی و هنری که دوام زیاد باید داشته باشند استفاده می‌شود.

- آبی کروئنان: رنگدانه‌ای است که از اکسیدهای کبالت و قلع ساخته شده است اندکی تیره‌تر از آبی کبالت و مایل به سبز است و بسیار گران می‌باشد.

- بنفش کبالت: از کبالت فسفات به تنهایی یا به همراه سایر فسفاتهای فلزی بدست می‌آید و پایداری خوبی دارد.

۳-۷-۷- پیگمان های سیاه

۳-۷-۱- دوده (کربن سیاه):

دوده براساس میزان سیاهی آن طبقه بندی می‌شود و این میزان سیاهی را با واحدی بنام نگرومتر نمایش می‌دهند هرچه این مقدار کمتر باشد دوده سیاهتر است و هرچقدر اندازه دوده کاهش یابد سیاهی آن بیشتر می‌گردد. دوده قدرت پوشش بالایی دارد. بیشترین کاربرد آن در تهیه مرکب و تهیه سایر رنگ‌ها می‌باشد. دوده جزء مشتقات گازها و مایعات نفتی است و از سوختن ناقص سوخت‌های ذکر شده به دست می‌آید.

۳-۷-۲- گرافیت:

منبع طبیعی دارد، گرافیت را آسیاب کرده و با اسید رقیق شستشو می‌دهند و سپس با آب شسته و خشک می‌کنند. دارای رنگ سیاه مایل به خاکستری می‌باشد دارای قدرت پوشش دهی خوبی است و به دلیل ورقه ورقه بودن آن فیلم حاصل از آن مقاومت زیادی در برابر رطوبت دارد و به خوبی به سطح فلزی می‌چسبد. از آن بعنوان پوششهای حفاظتی سطح فلزات و آستری ضد خوردگی استفاده می‌شود.

فصل چهارم

رنگ ها و رنگ

دانه های آلی

۴-۱- مقدمه

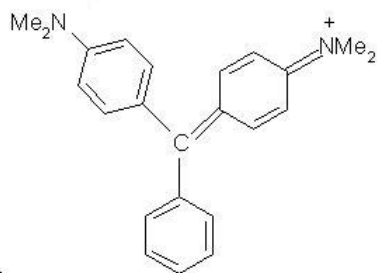
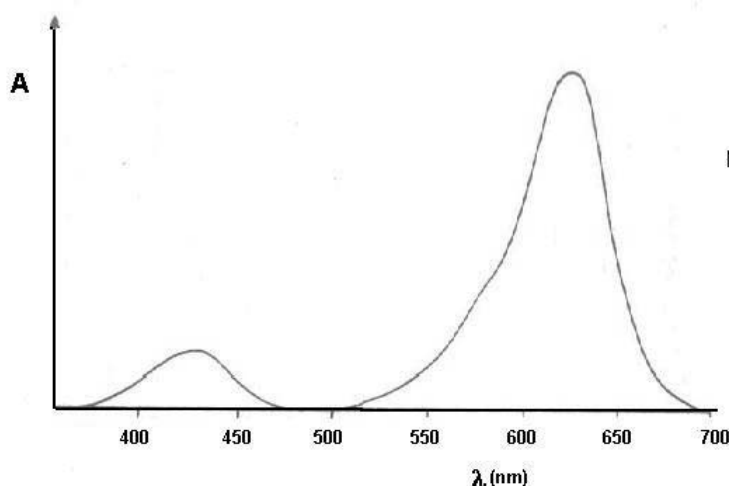
مواد رنگی اشعه مرئی را در محدوده ۴۰۰ nm تا ۸۰۰ nm جذب می‌کنند و به شدت رنگی می‌باشند. رنگ‌ها از جنبه‌های مختلف طبقه‌بندی می‌شوند که می‌توان به طبقه بندی رنگ‌ها براساس ساختمان شیمیایی، روش‌های کاربردی و همچنین منشاء رنگ که طبیعی یا مصنوعی می‌باشد اشاره کرد. طبقه بندی براساس ساختمان شیمیایی توسط شیمیدان‌ها اهمیت زیادی دارد و همچنین گروه‌هایی که مواد رنگی به آنها مربوط می‌شوند بسیار گسترده بوده و ممکن است همه موارد را در بر نگیرند. از لحاظ ساختار شیمیایی یک طبقه‌بندی متداول براساس گروه‌های کرم‌فور می‌باشد که می‌توان به گروه‌های رنگی آزو، تری آریل متان، آنتراکینونی، نیلی و ... اشاره کرد. طبقه‌بندی دیگر مواد رنگی بر اساس نوع کروموژن می‌باشد که در مطالعات رنگی مربوط به ساختارهای مواد رنگی استفاده فراوانی دارد که در این روش مواد رنگی با ساختارهای شیمیایی متفاوت از لحاظ تئوری به یک طبقه کروموزنی یکسان تعلق می‌گیرند و با استفاده از این روش پیش‌بینی‌های خاص در مورد مواد رنگی انجام می‌شود.

بررسی رنگ و ساختار شیمیایی آن ممکن است با استفاده از روش‌های نظری یا عملی انجام گیرد که در روش‌های نظری پیشگویی رنگ یک مولکول با توجه به محاسبات اوربیتال‌های مولکولی انجام می‌شود و در روش‌های تجربی یا عملی ارتباط بین ساختار شیمیایی و رنگ براساس تجربه و آزمایش‌های عملی در مورد مواد رنگزا با ساختارهای شیمیایی مشخص صورت می‌گیرد.

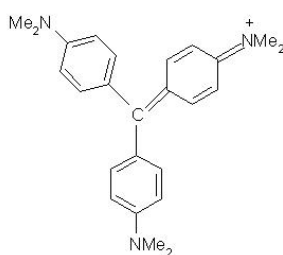
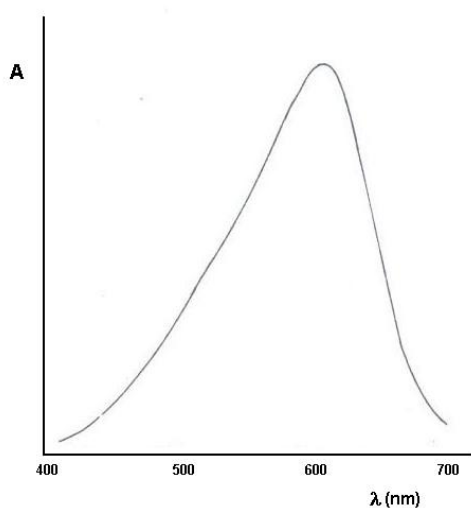
امروزه برای بررسی رنگ یک ماده آلی از تکنیک‌های طیف سنجی استفاده می‌شود که در این قسمت این موارد به طور خلاصه ذکر می‌گردد:

۱- طیف‌های جذبی مواد رنگی: در طیف جذبی یک ماده رنگی طول موج ماکزیم جذب λ_{max} اهمیت زیادی دارد و فام (Hue) ماده رنگی را مشخص می‌کند و همچنین شدت نوار جذبی اندازه قدرت ماده رنگی را نشان می‌دهد. ضرایب جذبی برای یک ماده رنگی باید در محدوده 10^3 تا $10^5 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$ باشند. عرض نوار جذبی در محدوده طیف مرئی درخشندگی یک ماده رنگی را مشخص می‌کند بطوریکه نوارهای کم‌عرض و باریک درطیف یک رنگ نشان دهنده درخشان‌تر بودن آن رنگ می‌باشد.

برای مثال می‌توان به طیف‌های جذبی بنفش کریستال و سبزما لاشیت اشاره کرد:



طیف سبز مالاشیت



طیف بنفش کریستال

۲- جهت پلاریزاسیون نوار جذبی : گردش الکترونهاى نامستقر در مولکول‌هاى رنگی در بیش از یک جهت انجام می‌گیرد برای جذب نور به وسیله یک مولکول رنگی بردار الکتریکی نور ورودی باید در یک زاویه با جهت گردش یا محور پلاریزه شدن باشد و همچنین بردار الکتریکی نور ورودی هم‌زاویه با جهت انتشار نور می باشد. هنگامیکه در مولکول رنگ مرکز تقارن وجود دارد قدرت پلاریزاسیون در تمام جهات مولکول یکسان است و یک قله جذبی در طیف جذبی آن مشاهده می‌شود مانند بنفش کریستال درحالی‌که در مولکولهای نامتقارن محورهای پلاریزاسیون با جهت مختلف وجود خواهد داشت که باهم هم زاویه بوده و قله جذبی متفاوتی در طیف جذبی مولکول رنگی ایجاد می‌کنند برای مثال در طیف جذبی سبز مالاشیت دو قطعه جذبی مشاهده می‌شود.

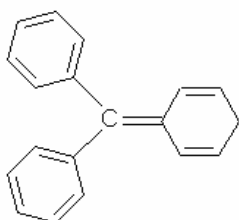
همانطور که در فصل اول توضیح داده شده نوارهای جذبی مرئی مواد رنگی مربوط به انتقال‌های $\pi \rightarrow \pi^*$ و $n \rightarrow \pi^*$ می‌باشند که در محدوده انرژی $160-300 \text{ kJ mol}^{-1}$ انجام می‌گیرند.

نوارهای $n \rightarrow \pi^*$ شدت بسیار کمی دارند ($\epsilon_{\max} \approx 1000 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)، نوارهای $\pi \rightarrow \pi^*$ قویتر بود ($\epsilon_{\max} \approx 10^4 \text{ l mol}^{-1} \text{ cm}^{-1}$) و در نتیجه این انتقال‌ها بر روی رنگ مشاهده شده تأثیر زیادی دارند.

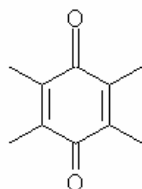
۴-۲- روشهای تئوری شیمیایی رنگ

برای پیشگویی تئوری یا نظری رنگ‌ها با توجه به ساختمان شیمیایی نظریه‌های زیادی وجود دارند که یکی از قدیمیترین و جامع‌ترین این نظریه‌ها، تئوری ویت می‌باشد که در سال ۱۸۷۶ ارائه شده است. در این نظریه رنگ یک ماده آلی مربوط به گروه‌های کروموفور بوده و اگرچه رنگی هستند ولی برای کاربردهای رنگرزی مورد استفاده قرار نمی‌گیرند و باید دارای استخلافهای اسیدی و قلیایی از قبیل گروه‌های آمین، هیدروکسیل و یا سولفونیک اسید باشند. این گروه‌ها شدت رنگ و قابلیت نفوذ (قدرت رنگ) را بیشتر می‌کنند و اکسوکروم نامیده می‌شوند.

گروه‌های کروموفور رایج و مهم عبارتند از :



گروه تری آریل متان



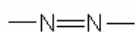
گروه آنتراکینون



گروه پلی ان مزدوج



گروه نیترو

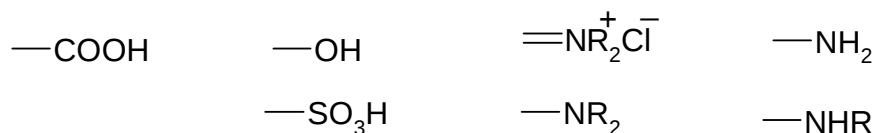


گروه آزو

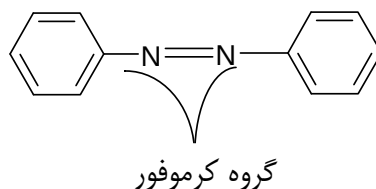


گروه نیتروزو

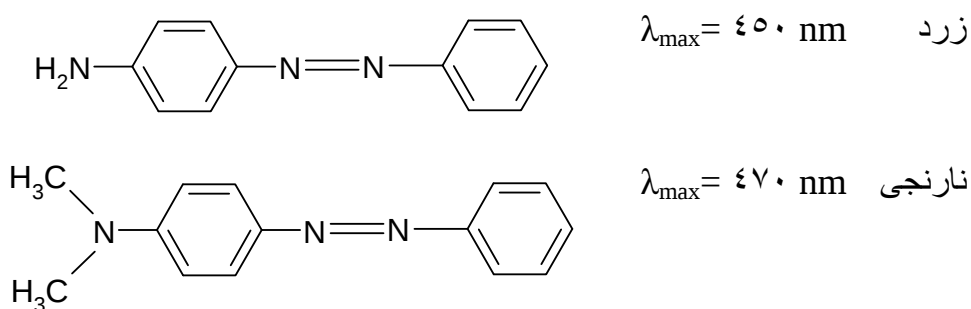
از گروه‌های اکسوکروم رایج هم می‌توان به گروه‌های زیر اشاره کرد :



برای بررسی بیشتر این نظریه مولکول آزو بنزن را در نظر می‌گیریم:



گروه کرموفور آزو باعث می‌شود که این مولکول یک کروموفور باشد ولی به دلیل عدم وجود گروه‌های اکسوکروم این ماده به عنوان رنگ قابل استفاده نیست چون قدرت رنگی لازم را ندارد با جانشین کردن گروه‌های اکسوکروم می‌بینیم که این مولکول کروموفور تبدیل به یک ماده رنگی خیلی قوی می‌گردد:

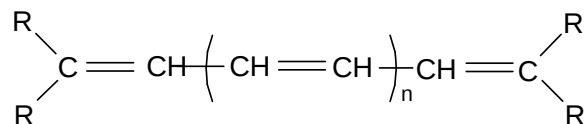


در نظریه دیگری که توسط لیبرمن و گرابه ارایه شده رنگ ترکیب آلی به میزان اشباع نشدگی و ارتباط پیوندهای غیر اشباع با اتمهای اکسیژن و نیتروژن بستگی دارد. اما نظریه‌ای که اولین بار در سال ۱۹۷۶ ارایه شد و در حال حاضر از آن استفاده می‌شود روشی قابل اعتماد و آسان می‌باشد در این روش مواد رنگی آبی به سه دسته طبقه‌بندی می‌شوند که عبارتند از :

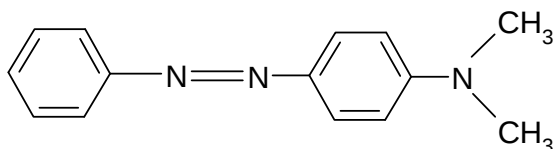
۱- کروموفورهای پلی‌ان؛ در این گروه مولکول‌های آلی قرار می‌گیرد که جذب‌های شدید

انتقالی $\pi \rightarrow \pi^*$ را دارند و هیچگونه گروه الکترون دهنده‌ای ندارند که انتقال $n \rightarrow \pi^*$

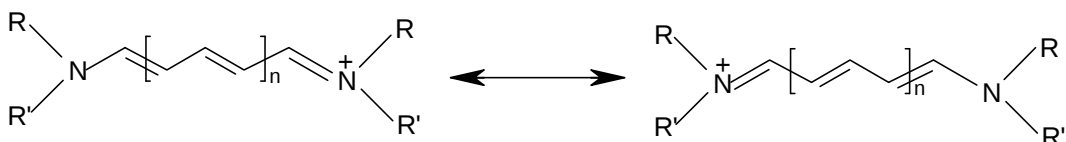
انجام دهد که از این گروه می‌توان به پلی‌ان‌های ساده اشاره کرد:



۲- کروموژن‌های شامل گروه‌های الکترون دهنده و پذیرنده: مولکول‌هایی را شامل می‌شود که در آنها یک یا چند گروه عاملی الکترون دهنده مزدوج شده با یک گروه آروماتیک یا پلی آن و غیر اشباع که به یک یا چند گروه پذیرنده الکترون متصل می‌باشند، وجود دارد. این مولکول‌ها آلی قطبیت نسبتاً بالایی دارند که می‌توان به مولکول زیر به عنوان مثال اشاره کرد:



۳- کروموژن‌های سیانین: در این مولکول‌های آلی سیستم مزدوج پیوندهای π دارای اتمهای فرد بوده و کل سیستم حامل بار غیر متمرکز می‌باشد. و عدم تمرکز بار را می‌توان به وسیله تئوری رزونانس نشان داد:



همچنین برای بررسی رنگ ترکیبات مواد آلی روش‌های تئوری کمی نیز وجود دارند که رنگ یک ترکیب آلی از طریق نوار جذبی آن در ناحیه مرئی و با پارامترهای λ_{max} تعیین می‌شود که محاسبه λ_{max} در مکانیک کوانتومی از اختلاف انرژی بین حالت پایه ترکیب آلی و اولین تراز برانگیخته از طریق اوربیتال‌های مولکولی انجام می‌گیرد. مفاهیم اوربیتال‌های مولکولی بسیار گسترده و پیچیده بوده و روش‌های محاسباتی فراوانی را شامل می‌شوند. اکنون روشی از محاسبات اوربیتال مولکولی که برای پیشگویی رنگ استفاده می‌شود یک نمونه از روش HMO یا اوربیتال مولکولی هوکل است که به بررسی اثرات هندسی و دافعه‌های الکترونی می‌پردازد و به نام روش PPP معروف است. که این روش نتایج بسیار خوبی در پیشگویی رنگ ترکیبات نیترو، آزو و آنتراکینونی دارد. اما در کنار بحث‌های تئوری روش‌های عملی و تجربی نیز برای پیشگویی رنگ ترکیبات آلی ارائه شده است که براساس تجربیات افرادی است که درگیر مواد رنگی بوده‌اند.

۴-۳- طبقه بندی رنگ‌ها براساس ساختمان شیمیایی

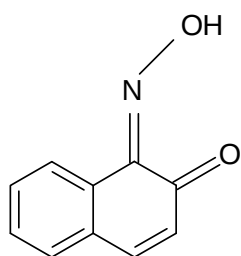
این رنگدانه‌ها از نظر ساختمانی، بسیار وسیع می‌باشد و از مواد بسیار ساده مانند کربن بلک (کربن سیاه) تا ساختارهای پیچیده مانند فتالوسیانین‌ها می‌باشند. کاربرد این مواد در

آلیاژها و پلیمرها بسیار بالا بوده و دلیل این امر ثبات خوب این رنگدانه ها در مقایسه با رنگدانه های معدنی می باشد و این خود ناشی از کوچکتر بودن ذرات رنگدانه های آلی نسبت به معدنی می باشد و ریز بودن ذرات این رنگدانه ها باعث ایجاد رنگ های شفاف می گردد. همانطور که قبلاً ذکر شد رنگ ها را می توان از نقطه نظرات مختلف تقسیم بندی کرد که مشهورترین آنها طبقه بندی براساس ساختمان رنگ و کاربرد رنگها می باشد بطور کلی ایندکس رنگ طبقه بندی رنگهای تجارتي را در بخش اول براساس مورد استعمال و در بخش دوم براساس گروه کروموفوری ساختمان رنگ انجام داده است.

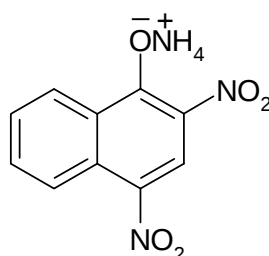
که در این فصل طبقه بندی رنگ ها براساس ساختمان شیمیایی یا گروه کروموفوری بررسی می گردد لازم به ذکر است که هریک از تقسیم بندی ها به تنهایی کامل نمی باشند بطوریکه در طبقه بندی کاربردی رنگها، رنگ ها با ساختمان های شیمیایی متفاوت در یک گروه قرار می گیرند یا برعکس.

۴-۳-۱- رنگ های نیترو و نیتروزو

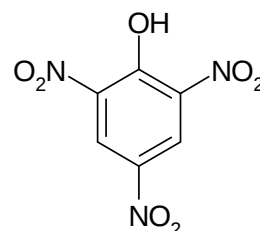
این دسته از رنگ ها فقط دارای گروه کروموفوری نیترو (NO_2 -) یا نیتروزو (NO -) و یا هر دو بر روی ترکیب آروماتیک آلی می باشند از مهمترین این رنگ ها می توان به رنگ های زیر اشاره کرد:



Mordant Green 4



زرد مارتیوس



پیکریک اسید

این سری از رنگ ها شامل ترکیبات نیترو و یا نیتروزو فنل ها و نفتل ها می باشند که برای تهیه این رنگ ها از روش های نیتراسیون ذکر شده در فصل ۲ و یا تهیه ترکیبات نیتروزو و با استفاده از آمین های نوع سوم آروماتیک با نیترو اسید و یا مخلوط سدیم نیتريت و اسید هیدروکلریک استفاده می شود.

۴-۳-۲- رنگ های آزو

در این رنگ ها گروه کروموفوری گروه آزو $\text{N}=\text{N}$ - بوده و این گروه دو قسمت آلی آروماتیک رنگ را بهم متصل می کند. این رنگ ها براساس تعداد گروه های کروموفوری آزو به زیر دسته های مونو آزو و دی آزو و ... پلی آزو طبقه بندی می شوند. این دسته از رنگ ها

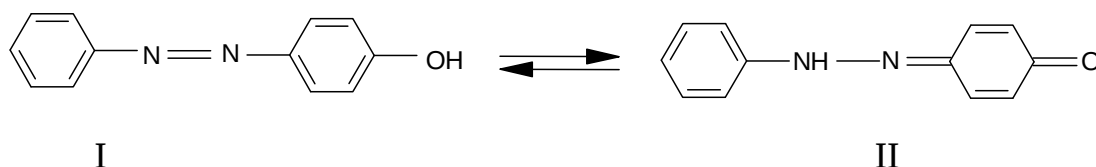
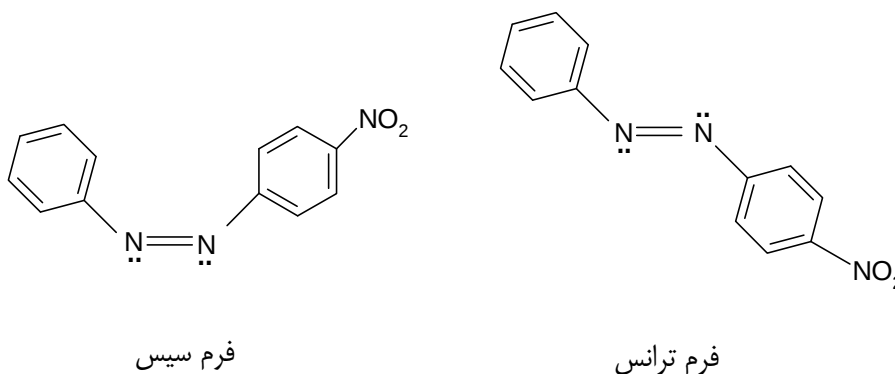
بزرگترین گروه رنگ‌ها را تشکیل می‌دهند و بیشترین تنوع رنگی را در محدوده زرد تا سیاه را در بر می‌گیرد.

روش کلی و عمومی در تهیه این رنگ‌ها شامل دو مرحله می‌باشد که در مرحله اول از آمین آروماتیک نوع اول نمک دی آزونیوم تهیه می‌شود و در مرحله دوم این نمک دی آزونیوم با یک ترکیب آروماتیک آلی دیگر که معمولاً از دسته‌ها فنل‌ها، آمین‌ها و یا هتروسیکل‌های آروماتیک می‌باشد جفت می‌شود.

بطور کلی در این رنگ‌ها گروه‌های هیدروکسی و آمینو به عنوان اکسو کروم هستند. روش تهیه رنگ‌های آزو به صورت زیر نشان داده می‌شود که مثالی از کروموژن‌های دهنده و پذیرنده می‌باشد:

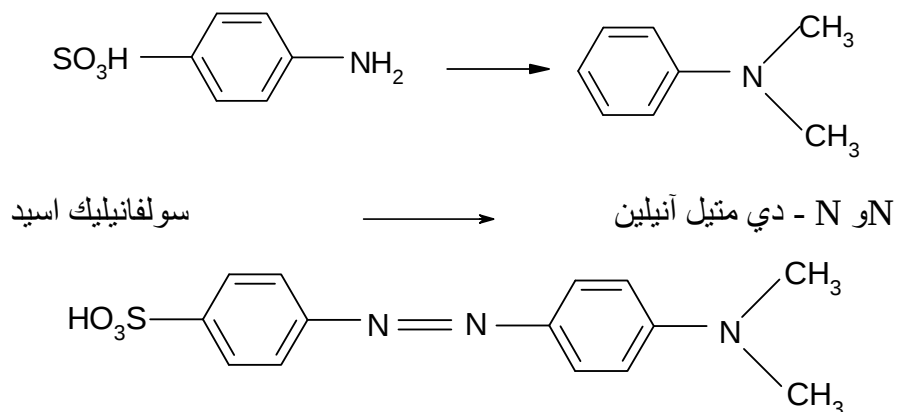
ترکیب کوپلاسیون → آمین آروماتیک نوع اول

از این روش در ایندکس رنگ برای مشخص کردن ساختمان استفاده می‌شود. وجود پیوند دو گانه آزو باعث ایجاد ایزومرهای فضایی سیس و ترانس می‌شود که می‌توان دو فرم را از هم جدا کرد. همچنین در ترکیبات هیدروکسی آزو و آمینو آزو زمانی که استخلاف‌های آمینی و هیدروکسی در موقعیت‌های اورتو و پارا گروه آزو می‌باشند پدیده توتومری نیز اتفاق می‌افتد.

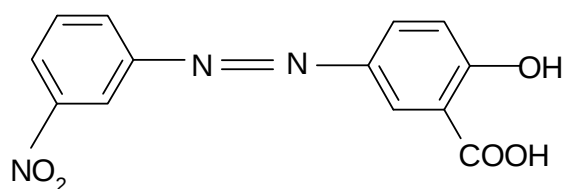
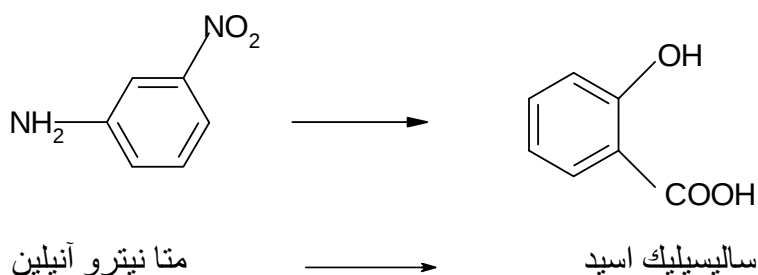


۱-۲-۳-۴ - رنگ‌های مونو آزو:

در این گونه رنگ‌ها فقط یک گروه آزو وجود دارد و با فرمول عمومی $A \rightarrow E$ نشان داده می‌شوند که A نمک دی آزونیم حاصل از آمین آروماتیک نوع اول است که با یک ترکیب E جفت شده است. برای مثال می‌توان به رنگ‌های زیر اشاره کرد:



نارنجی متیل



زرد اریوکروم

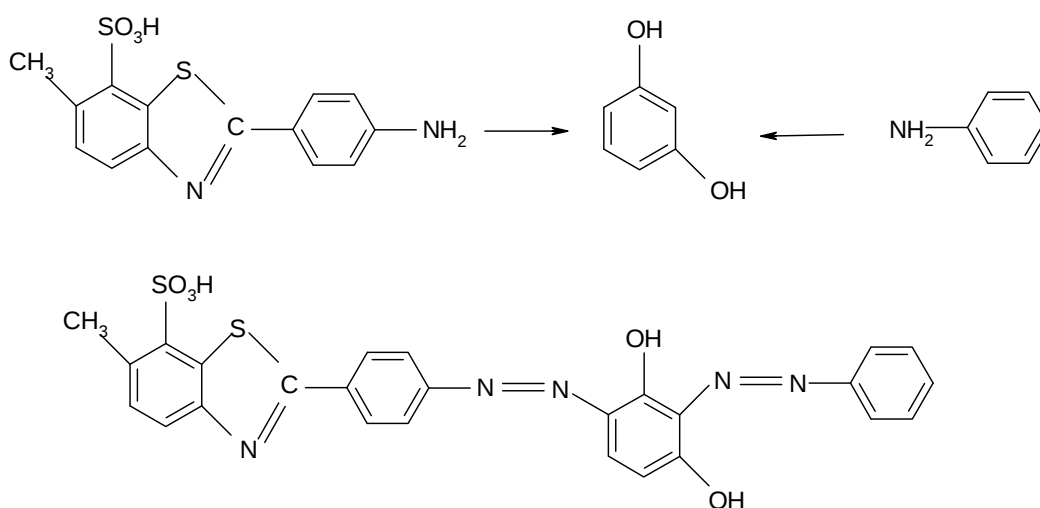
۲-۲-۳-۴ - رنگ‌های دیس آزو :

اکثر مواد رنگی این گروه زرد تا قرمز هستند و از مواد واسطه ارزان بدست می‌آیند براساس ایندکس رنگ این رنگ‌ها به چهار نوع طبقه بندی می‌شوند :

نوع اول : با فرمول کلی $A \rightarrow Z \leftarrow A'$ مشخص می‌شود که A و A' آمین‌های آروماتیکی هستند که به نمک دی آزونیم تبدیل می‌شوند و با ماده Z که با هر دو A و A' کوپل می‌شود رنگ را تولید می‌کنند. تعداد این رنگ‌ها کم بوده و اغلب در آب حل می‌شوند.

برای مثال می‌توان به رنگ مستقیم نارنجی ۱۸ اشاره کرد:

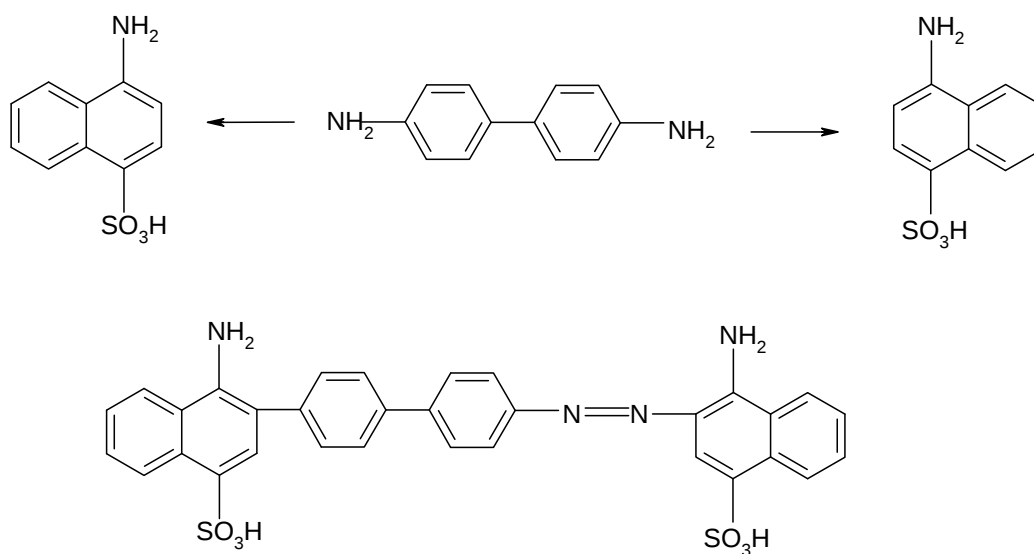
آنیلین $\leftarrow$ رزورسینول $\rightarrow$ دی هیدروتیو - پارا - تولوئیدن سولفونیک اسید



رنگ مستقیم نارنجی ۱۸

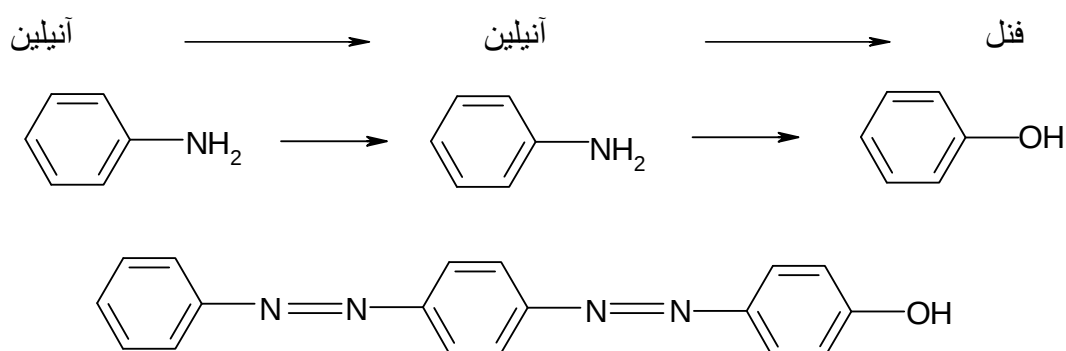
نوع دوم : بافرم کلی $A \leftarrow Z \rightarrow A'$ نشان داده می‌شود و فراوانترین رنگ‌های دیس آزو می‌باشند. Z دی آمین آروماتیکی است که می‌تواند نمک تترا آزنیوم تولید کرده و از دو طرف با دو ترکیب آلی دیگر A , A' جفت شود. یکی از مشهورترین این رنگ‌ها رنگ قرمز کنگو می‌باشد که از کوپلاسیون بنزیدین با دو مولکول نفتیونیک اسید ایجاد می‌شود که در رنگریزی پنبه و به عنوان شناساگر کاربرد دارد.

نفتیونیک اسید $\xrightarrow{\text{بنزیدین}}$ نفتیونیک



قرمز کنگو

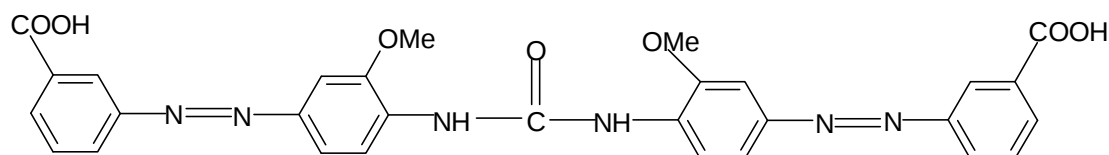
نوع سوم : این نوع رنگ‌های دیس آزو دارای فرمول عمومی $A \rightarrow M \rightarrow E$ می‌باشد به این نوع رنگ‌ها، رنگ‌های دیس آزو نوع دوم نیز گفته می‌شود.
در این رنگ‌ها ماده A نمک دی آزونومی است که با M آمین آروماتیک نوع اول جفت می‌شود سپس ماده M می‌تواند خود به نمک دی آزونوم تبدیل شده و با یک ترکیب E جفت شود از این رنگ‌ها می‌توان به رنگ دیسپرس زرد ۲۳ اشاره کرد :



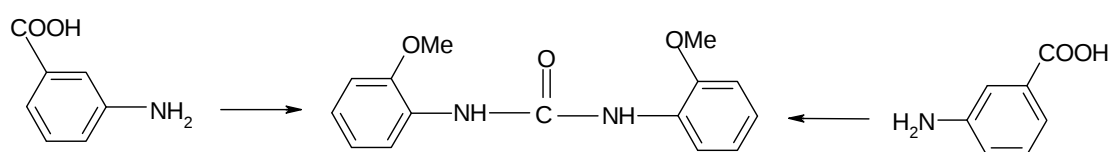
دیسپرس زرد ۲۳

نوع چهارم : رنگ‌های دیس آزو از نوع $A \rightarrow Z.X.Z \leftarrow A$ که خود به دو دسته تقسیم می‌شوند:

- ۱- رنگ‌های دیس آزویی که از بهم پیوستن رنگ‌های مونو آزو ایجاد می‌شوند که این رنگ‌های مونو آزو دارای گروه‌های آمینی مشتقات اوره می‌باشند.
- ۲- رنگ‌های دیس آزو که با استفاده از مشتقات اوره به عنوان ماده کوپلاسیون تهیه می‌شوند که از این رنگ‌ها می‌تواند به رنگ مستقیم زرد ۴۹ اشاره کرد:



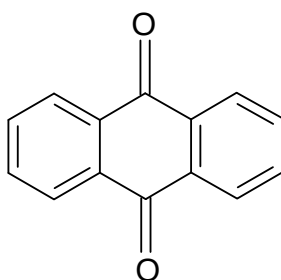
رنگ مستقیم زرد ۴۹



۳-۳-۴. رنگ‌های آنتراکینونی :

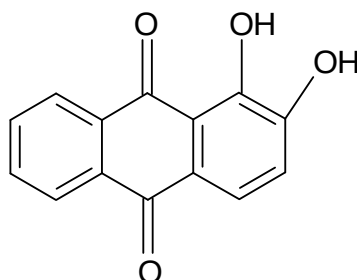
مواد رنگزای آنتراکینونی از نظر اهمیت بعد از رنگ‌های آزو قرار می‌گیرند در این دسته از رنگ‌ها گروه کروموفوری از یک یا چند گروه کربونیل که در ارتباط با سیستم مزدوج آروماتیکی می‌باشند سرچشمه می‌گیرد. رنگ ایجاد شده در گستره رنگ‌های قرمز، بنفش، آبی و سبز می‌باشد. این رنگ‌ها پایداری و درخشندگی خوبی دارند و گروه‌های هیدروکسیل، آمین و گروه‌های هتروسیکل و اسیدی بعنوان اکسو کروم می‌باشند این رنگ‌ها به دلیل آنکه در مرحله تولید به مواد واسطه مختلفی نیاز دارند اغلب گران می‌باشند.

رنگ‌های آنتراکینونی بخش زیادی از رنگ‌های دیسپرس را تشکیل می‌دهد که برای رنگرزی الیاف مصنوعی پلی استر، سلولزاستات و پلی آمید کاربرد دارند. در این دسته از رنگ‌ها مولکول آنتراکینون به عنوان مادر در نظر گرفته می‌شود:



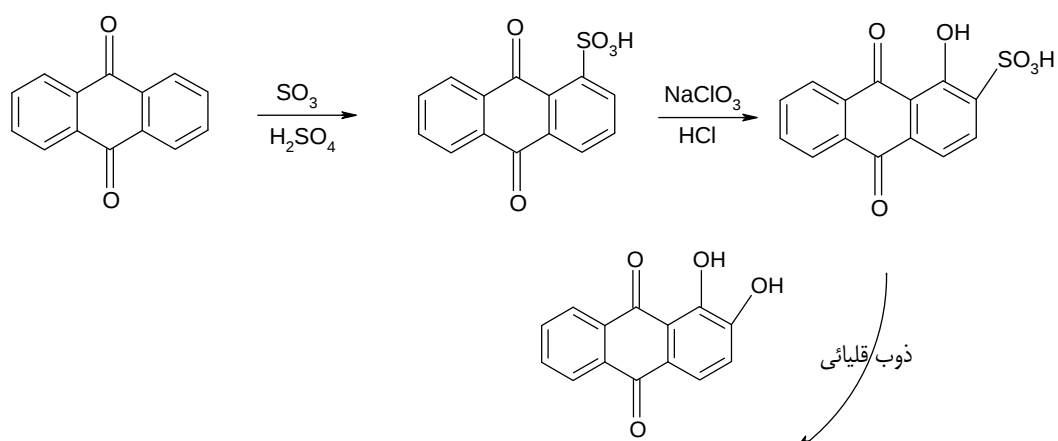
آنتراکینون

از مشهورترین این رنگ‌ها که از قدیم در رنگرزی استفاده می‌شده و منشأ طبیعی نیز دارد ۱و ۲- دی هیدروکسی آنتراکینون یا آلیزارین می‌باشد و یک رنگ دندانه‌ای پلی ژنتیک می‌باشد زیرا قادر است با دندانه‌های مختلف رنگ‌های گوناگون را ظاهر بکند.

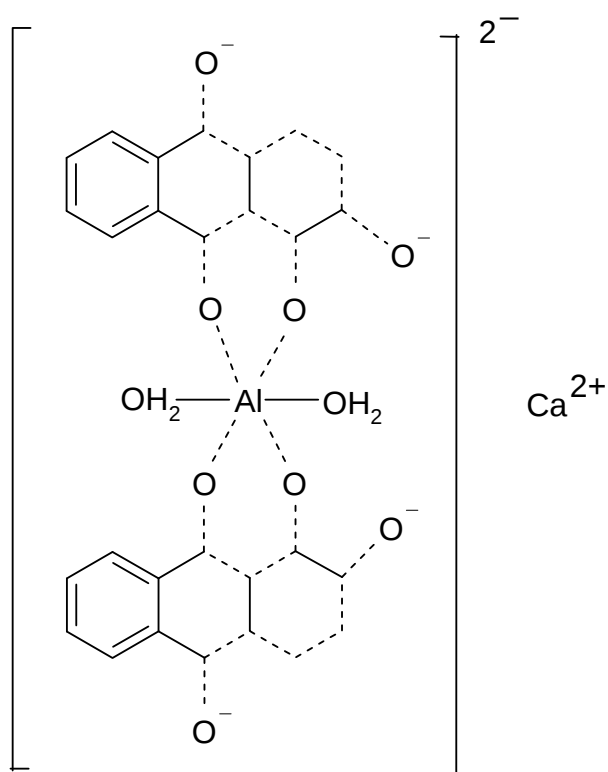


آلیزارین

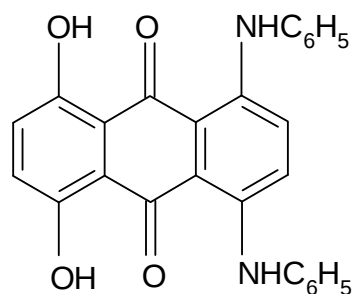
آلیزارین را به طور صنعتی می‌توان به صورت زیر سنتز نمود:



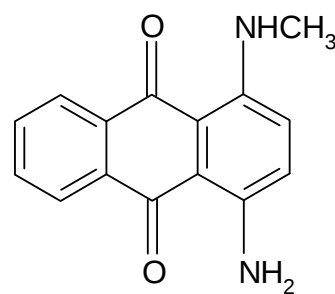
این رنگ با دندان‌ه آلومینیوم رنگ قرمز، با دندان‌ه آهن رنگ قهوه‌ای و با دندان‌ه مس رنگ بنفش ایجاد می‌کند. از رنگ‌های مهم حاصل از آلیزارین قرمز بوقلمون می‌باشد که کمپلکس مضاعفی از آلومینیوم و کلسیم است.



از رنگ‌های دیسپرس آنتروکینونی می‌تواند به دو نمونه زیر اشاره نمود:

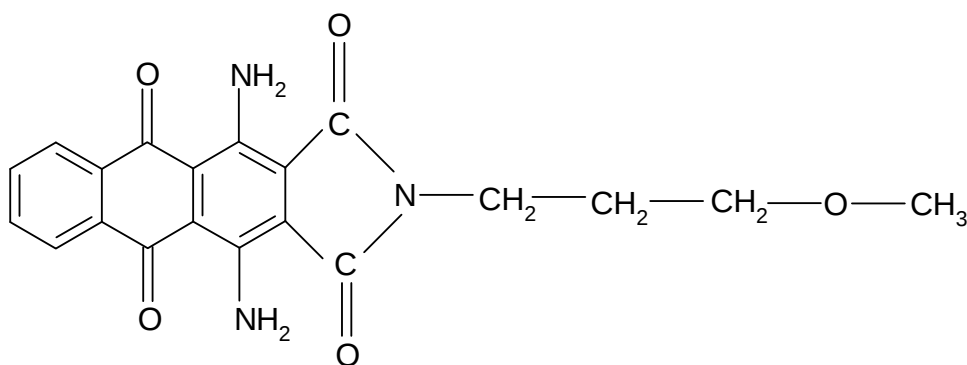


دیسپرس بنفش (۵)



دیسپرس سبز (۴)

با افزایش اندازه مولکولی رنگ‌های آنتراکینونی و یا اضافه کردن استخلافهای قطبی ثبات این رنگ‌ها بر روی الیاف افزایش می‌یابد رنگ دیسپرس آبی ۶۰ که دارای رنگ آبی درخشانی می‌باشد بر روی الیاف پلی استر دارای ثابت بسیار خوبی است.



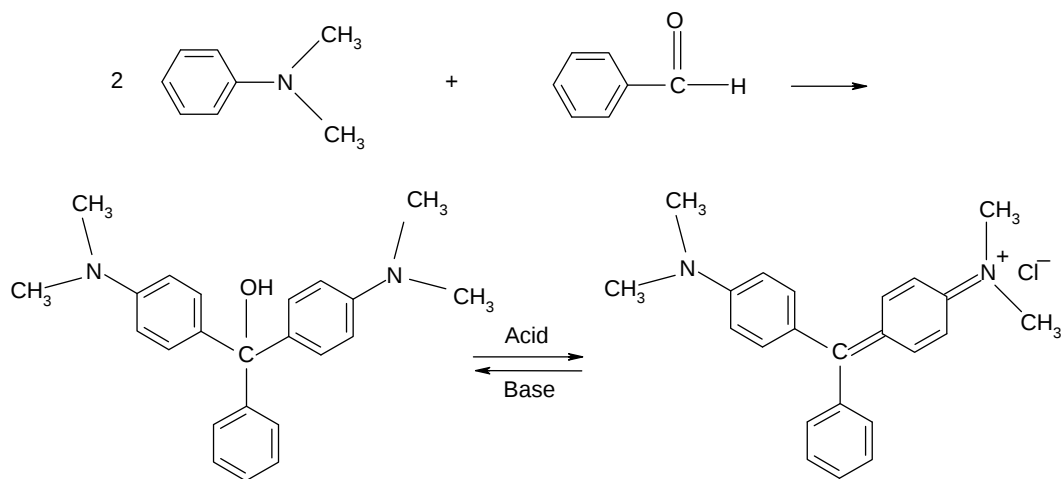
دیسپرس آبی ۶۰

از نقطه نظر تئوری مشتقات تک استخلافی آنتراکینون در موقعیت ۱ از ایزومرهای تک استخلافی موقعیت (۲) باتو کرومیک تر می‌باشند. دلیل این امر عدم تشکیل پیوند هیدروژنی استخلاف در موقعیت (۲) با گروه کربونیل می‌باشد. اگر استخلاف موجود در روی کربن شماره (۱) توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با گروه کربونیل را داشته باشد اثر باتو کرومیک شدیدتر می‌گردد. در رنگ‌های آنتراکینونی که در روی کربن‌های شماره ۱ و ۴ گروه‌های الکترون دهنده حضور داشته باشند بیشترین جابجایی باتوکرومیک ایجاد می‌شود.

۴-۳-۴- رنگ‌های تری آریل متان :

این دسته از رنگ‌ها همگی مصنوعی بوده و سیستم کروموفوری شامل کربنی می‌باشد که به سه حلقه آروماتیک متصل شده است رنگ و خواص مربوط به آن به تعداد و نوع گروه‌های اکسو کروم آمینی و هیدروکسیل بستگی دارد که در موقعیت پارا حلقه‌های متصل به کربن قرار دارند. قدرت رنگی زیاد این دسته از رنگ‌ها به ساختارهای متقارن

شامل گروه آمینی استخلاف شده با قدرت بازی زیاد بستگی دارد و همین قدرت بازی زیاد باعث از بین رفتن ثبات نوری این رنگ‌ها می‌گردد. این دسته از رنگ‌ها شامل رنگ‌های روشن قرمز، بنفش، آبی و سبز می‌باشند. از مشهورترین این رنگ‌ها می‌توان به سبز مالاشیت اشاره کرد که به طریقه زیر سنتز می‌گردد:

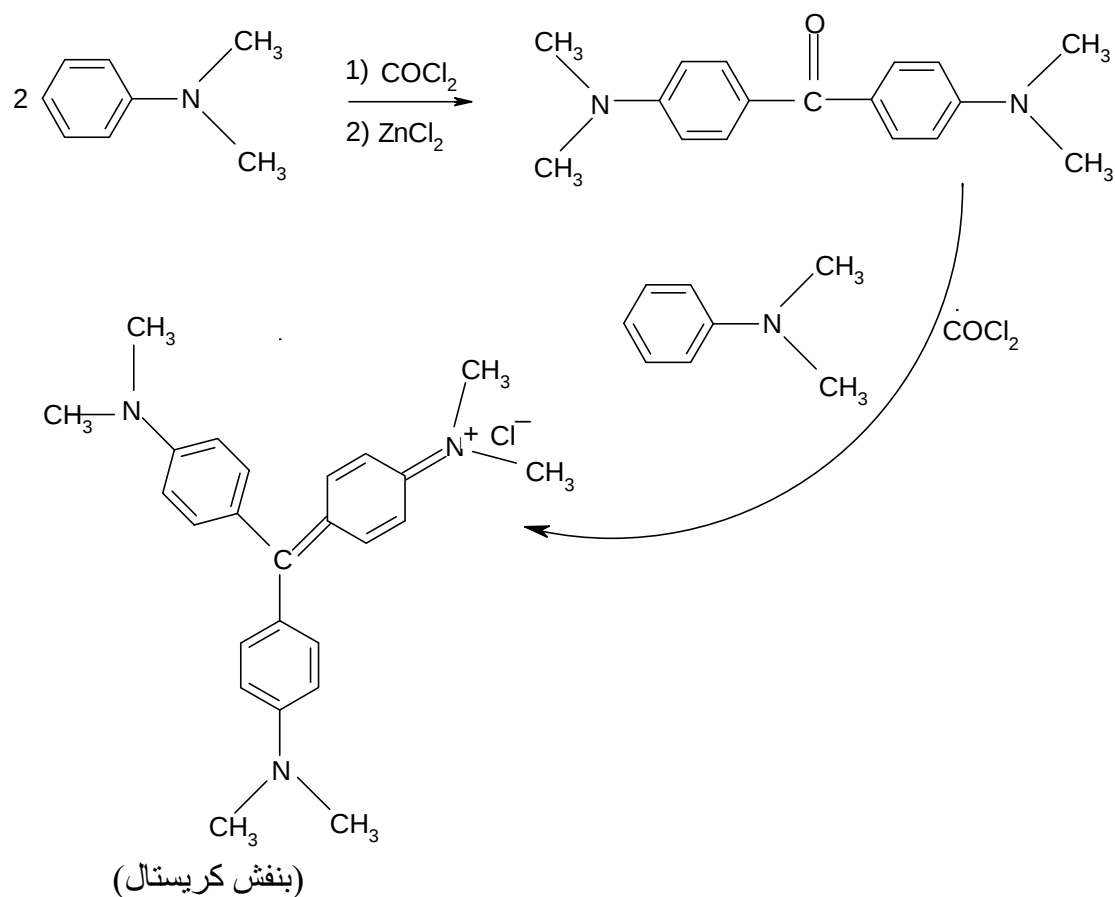


فرم بی رنگ

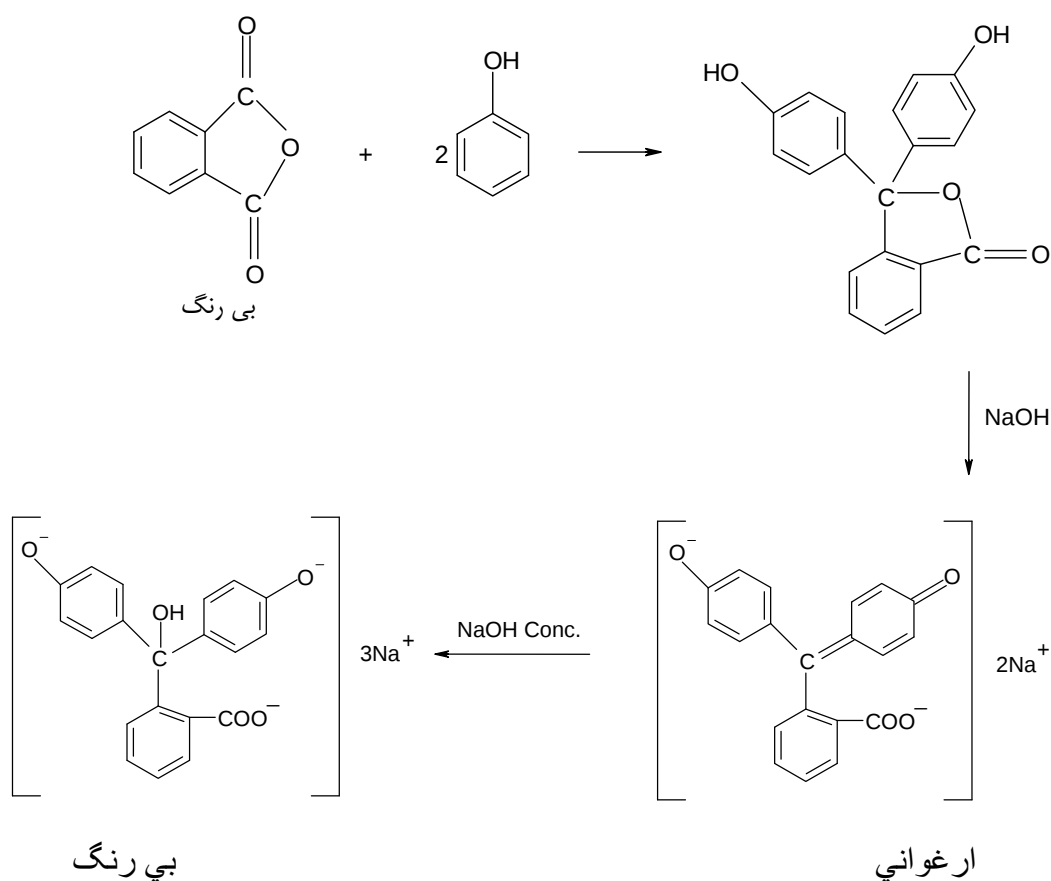
سبز مالاشیت

(لوکو)

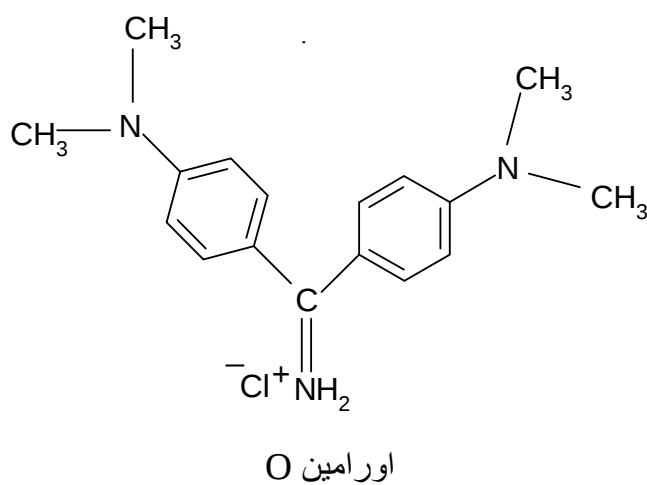
ساختمان این رنگ‌ها معمولاً به صورت فرم‌های هیبریدی رزونانسی نشان داده می‌شود. از سبز مالاشیت برای رنگ‌ریزی پنبه و الیاف آکرلیک استفاده می‌شود. در سنتز این رنگ‌ها تا زمانیکه حالت آروماتیکی حلقه‌های متصل به کربن مرکزی از بین نرفته باشد رنگ ظاهر نمی‌شود و حالت بازلوکو یا کاربنیول را دارد ولی به محض بهم خوردن سیستم آروماتیک یکی از حلقه‌ها رنگ ظاهر می‌شود. از مشهورترین رنگ‌های دیگر این گروه می‌توان به بنفش کریستال اشاره نمود که به صورت زیر سنتز می‌گردد:



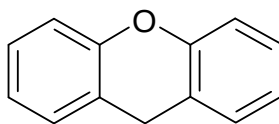
ثبات این رنگ در مقابل نور و دیگر عوامل محیطی بسیار ضعیف می‌باشد
از رنگ‌های هیدروکسیل تری آریل متان این گروه می‌توان به فنل فتالئین اشاره کرد که
جز معرف های مهم می‌باشد. این رنگ به طریقه زیر سنتز شده و در محیط‌های بازی،
اسیدی و بازی شدید فرم‌های مختلفی را به خود می‌گیرد.



از دیگر رنگ‌های این گروه می‌توان به رنگ‌های دی فنیل متان اشاره کرد که از مهم‌ترین این رنگ‌ها می‌توان به رنگ اورامین O اشاره کرد که در رنگرزی کاغذ استفاده می‌شود.

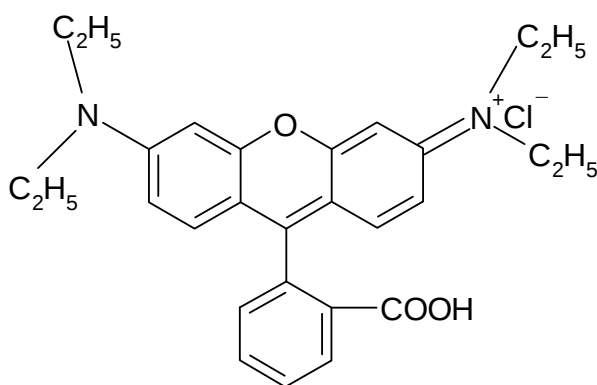


رنگ‌های گزانتینی که شامل حلقه گزانتین می‌باشند نیز در این گروه طبقه‌بندی می‌شوند.



گزانتین

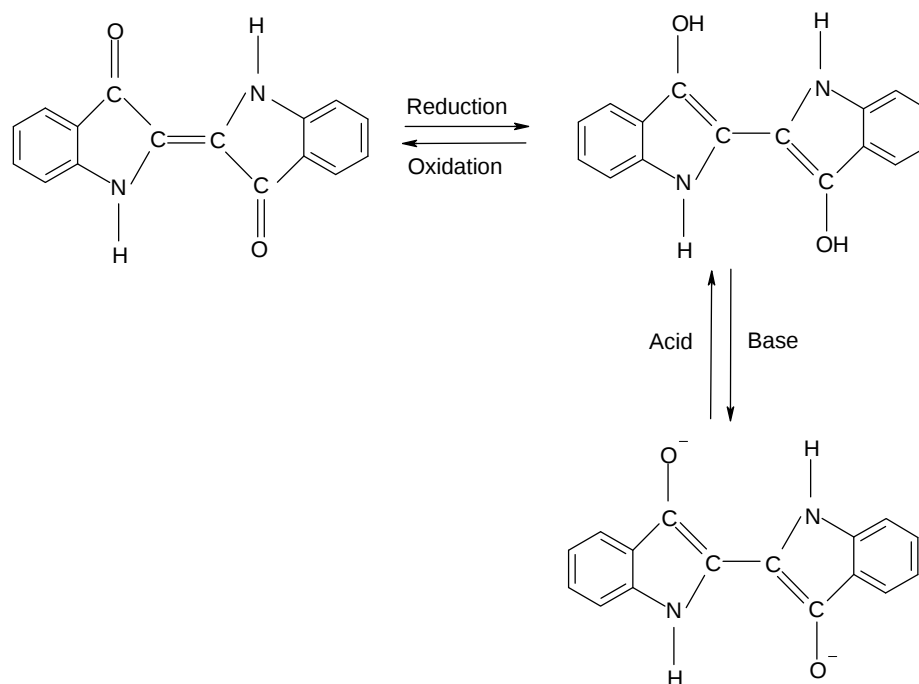
که از مشهورترین این رنگ‌ها رود آمین B می‌باشد که در رنگری چرم و کاغذ به کار می‌رود و قبلاً به عنوان رنگ خوراکی نیز به کار برده می‌شد که به دلیل سرطان‌زا بودن مورد مصرف قرار نمی‌گیرد.



رود آمین B

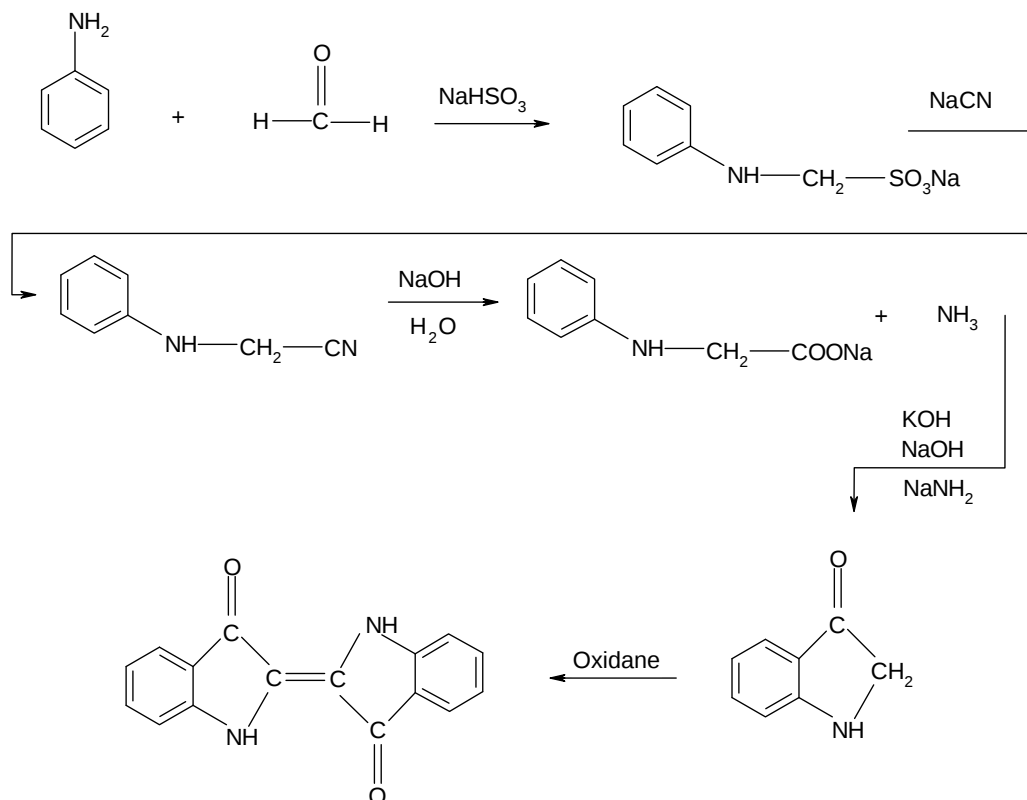
۴-۳-۵- رنگ‌های نیلی و نیلی گوگردی :

نیل (ایندیگو) یکی از قدیمترین رنگ‌های طبیعی است که از خشک کردن و ساییدن برگ گیاه نیل بدست می‌آید. نیل به عنوان سر گروه این دسته از رنگ‌ها معرفی می‌شود در این دسته از رنگ‌ها یک سیستم کینوئیدی وجود دارد که به گروه‌های کربونیل وابسته بوده و بر اثر کاهش تبدیل به گروه انولی می‌گردد. این رنگ‌ها در حالت فرم اکسیدی در آب حل نمی‌شوند و باید کاهش پیدا کنند و به حالت لوکو قابل حل در آب در آیند، که رنگری در این حالت انجام می‌گیرد و سپس به الیاف رنگ شده اجازه اکسایش داده می‌شود تا رنگ به حالت اکسیدی و رنگی خود تبدیل شود.

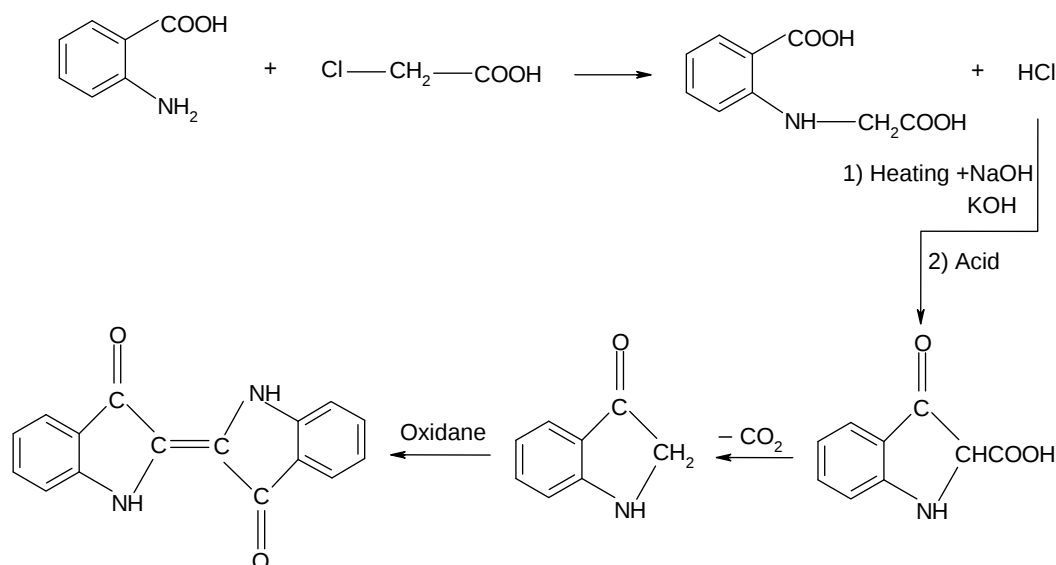


از نیل بیشتر برای رنگرزی الیاف پشم و پنبه استفاده می‌شود و به دلیل کاربرد زیاد این رنگ سنتز صنعتی این رنگ ارزش زیادی دارد و روشهای مختلفی برای سنتز این رنگ ارائه شده که در اینجا به دو روش عمده اشاره می‌نمایم.

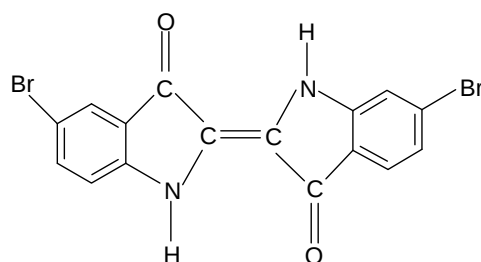
اولین روش، روش سود آمید می‌باشد که مراحل سنتز آن از آنیلین شروع می‌شود:



دومین روش سنتز نیل از طریق فرایند هیومن می‌باشد ماده اولیه آنترانیلیک اسید می‌باشد و واکنش در دمای بالا انجام می‌گیرد.



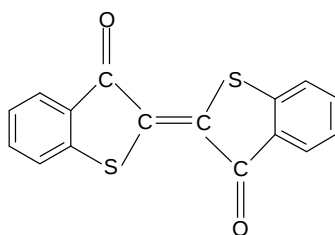
برای کاهش ایندیگو (نیل) و حل شدن آن در آب معمولاً از سدیم هیدروسولفیت استفاده می‌کنند از دیگر رنگ‌های ایندیگویی (نیلی) می‌توان به آبی سیبا ۲B اشاره کرد:



آبی سیبا ۲B

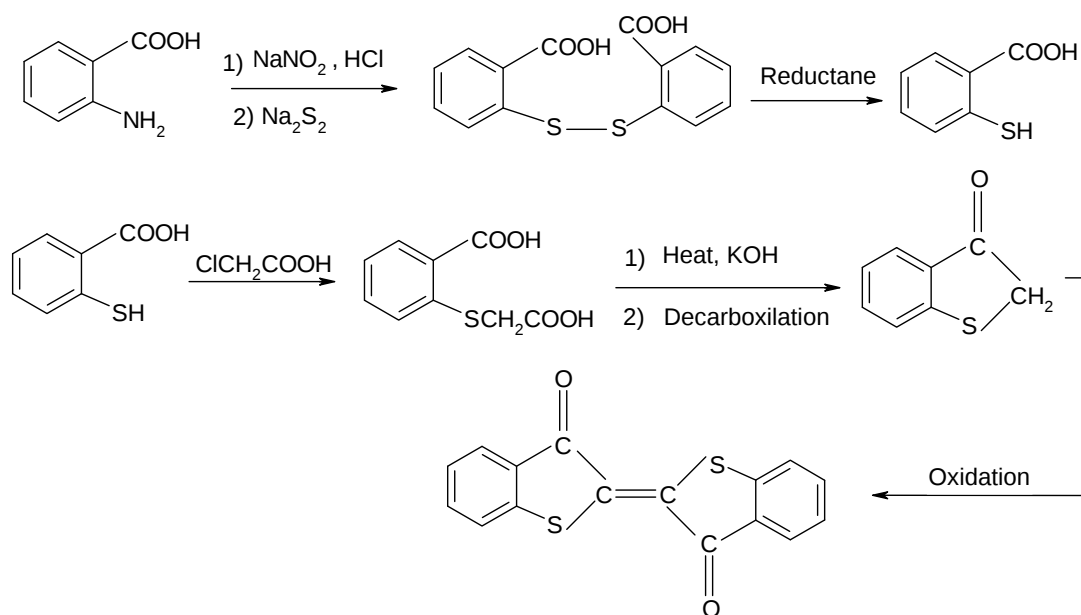
رنگ‌های نیلی معمولاً در محدوده آبی و سبز، طیف رنگی دارند.

در رنگ‌های نیلی گوگردی، به جای گروه $-NH$ ، گوگرد وجود دارد و طیف رنگی این مولکول‌ها در ناحیه طیف قرمز تا قهوه‌ای می‌باشد. این رنگ‌ها نیزه مانند رنگ‌های نیلی در فرم اکسیدی در آب حل نمی‌شوند و باید برای رنگرزی حتماً به فرم لوکو احیاء شده تبدیل شوند. از مشهورترین رنگ‌های این گروه می‌توان به رنگ قرمز تیوایندیگو اشاره کرد:



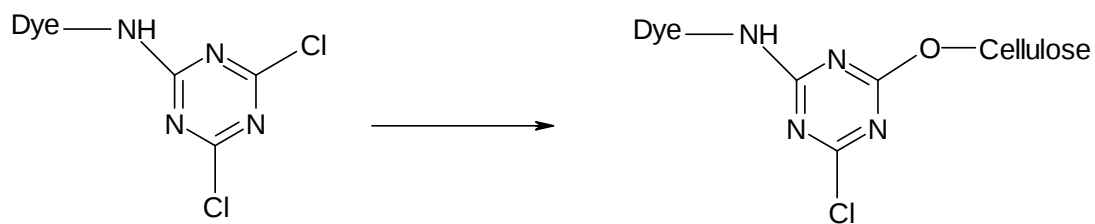
قرمز تیوایندیگو

برای سنتز این رنگ از آنترانیلیک اسید به روش زیر اقدام می‌شود.



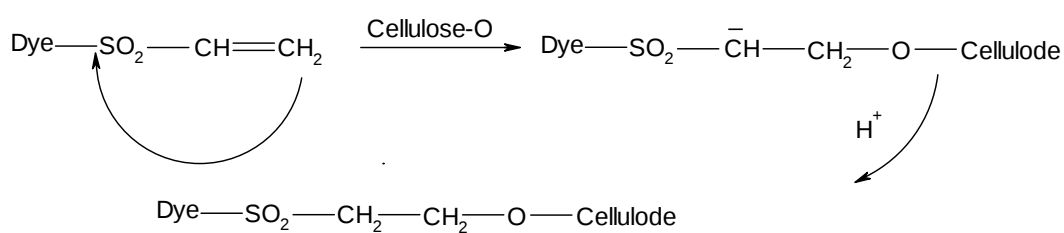
۴-۳-۶- رنگ های راکتیو :

در این گروه رنگ‌هایی قرار می‌گیرند که توانایی تشکیل پیوند کووالانسی با الیاف را دارند و در نتیجه با تشکیل این پیوند ثبات این رنگ‌ها در مقابل شستشو بسیار عالی می‌باشد. رنگ‌هایی که شامل گروه‌های ۲ و ۴- دی کلروتری آزینیل آمینو، وینیل سولفون، اسید فسفونیک و سولفونیل آزید می‌باشند در این رده قرار می‌گیرند که با گروه‌های فعال روی الیاف تولید پیوند کووالانسی را می‌نمایند.

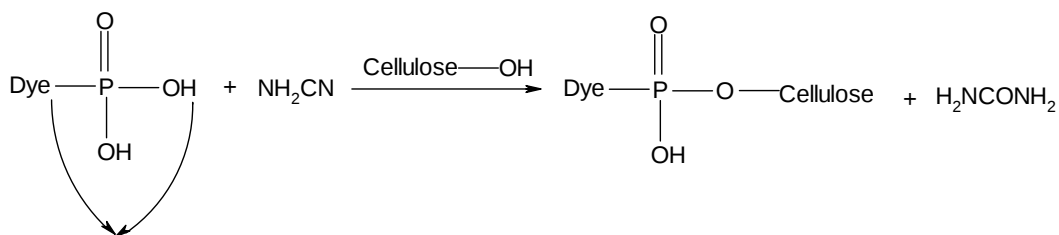


گروه ۲ و ۴-دی

کلروتری آزینیل آمینو

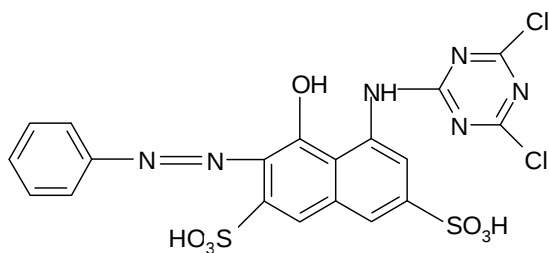


گروه وینیل سولفون

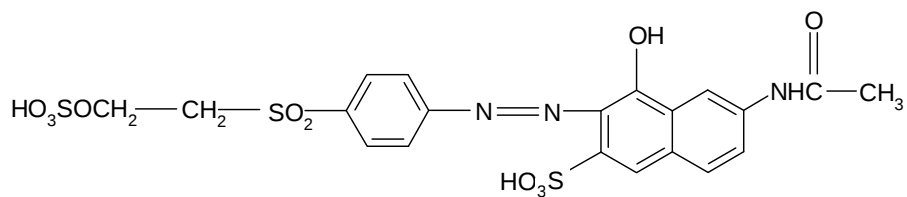


اسید فسفونیک

از این دسته از رنگ‌ها می‌توان به رنگ‌های زیر اشاره کرد :



رنگ راکتیو قرمز (۲)



رنگ راکتیو نارنجی ۱۶

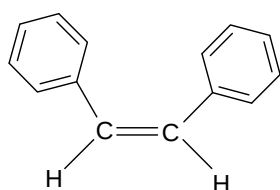
۷-۳-۴- رنگ‌های گوگردی :

این رنگ‌ها در اثر حرارت دادن ترکیبات آروماتیک ساده با گوگرد یا ترکیبات گوگردی بدست می‌آیند و در ساختمان این رنگ‌ها حلقه‌های آروماتیک توسط پل‌های سولفیدی به هم اتصال پیدا می‌کنند.

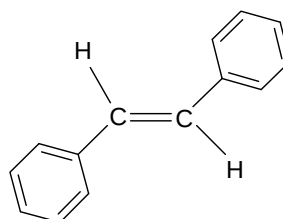
این رنگ‌ها در حالت عادی در آب حل نمی‌شوند و باید پل‌های سولفید در اثر کاهش به گروه‌های SNa شکسته شوند تا در آب حل شوند و پس از عمل رنگری دوباره بر اثر اکسایش گروه‌های سولفیدی به هم اتصال پیدا می‌کنند تا رنگ ایجاد شود و بیشتر برای رنگری پنبه استفاده می‌شوند. از این رنگ‌ها می‌توان به رنگ گوگردی سیاه (۱) اشاره کرد که از حرارت دادن ۲ و ۴- دی نیتروفل با پلی سولفید بدست می‌آید.

۸-۳-۴- رنگ‌های استیلبنی :

استیلبن یا ۱ و ۲- دی فنیل اتن دارای دو فرم سیس و ترانس می‌باشد.

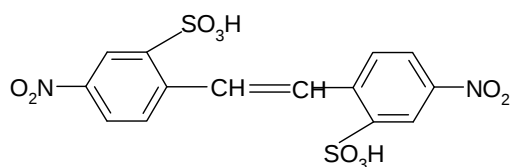


سیس استیلبن



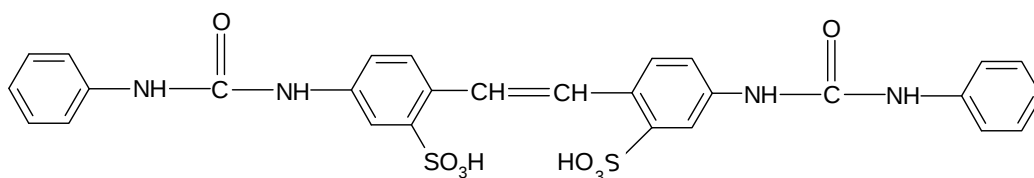
ترانس استیلبن

در این دسته از رنگ‌ها گروه‌های کروموفوری دیگری مانند نیترو، آزو و آزوکسی وجود دارد که به یک یا چند سیستم استیلنی متصل می‌باشند. این رنگ‌ها گروه کوچکی را تشکیل می‌دهند که از ساده‌ترین این رنگ‌ها می‌توان به رنگ مستقیم زرد (۱۱) اشاره کرد:



رنگ مستقیم زرد (۱۱)

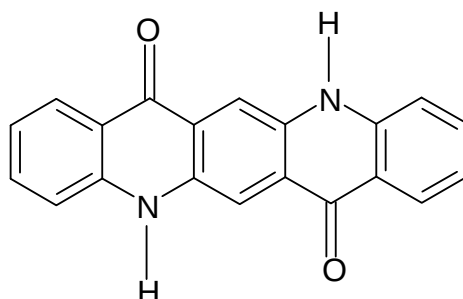
مشتقات استیلبنی اکثراً به عنوان شفاف‌کننده‌های نوری به کار می‌روند که از این ترکیبات می‌توان به بلانکفور R اشاره کرد :



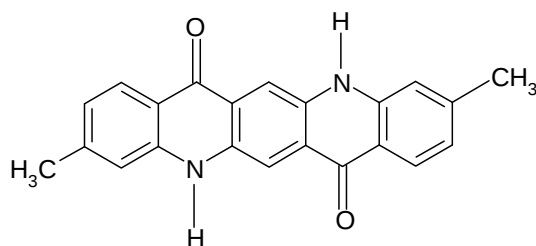
بلانفکور R

۹-۳-۴- رنگدانه های کویناکرایدون

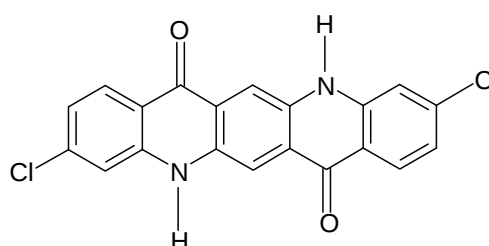
این رنگدانه ها دارای ساختار کلی و عمومی زیر می باشند و به دلیل دوام بالا بیشتر در صنعت برای رنگ های پوششی استفاده می شوند:



این رنگ ها در مقابل نور و هوا ثبات خوبی دارند و همچنین در صنعت پلاستیک نیز کاربردهای فراوانی دارند. طیف رنگی ایجاد شده توسط این رنگ ها در ناحیه قرمز تا بنفش قرار دارد. از این رنگ ها به دو نمونه زیر می توان اشاره کرد:



رنگدانه قرمز ۱۲۲

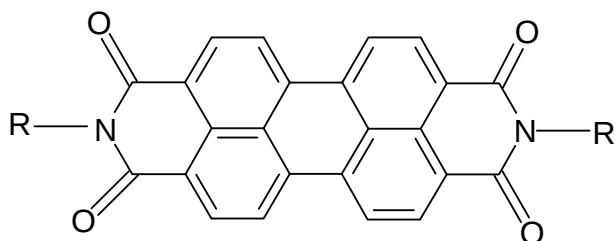


رنگدانه قرمز ۲۰۲

رنگدانه قرمز ۲۰۲ دارای رنگ قرمز روشن می باشد و پایداری گرمایی بسیار بالایی دارد.

۱۰-۳-۴- رنگدانه های پیرین

این رنگدانه ها دارای ثبات گرمایی و نوری بالایی بوده و طیف رنگی آنها در ناحیه قرمز می باشد. این رنگ دانه ها دارای ساختمان عمومی زیر می باشند:

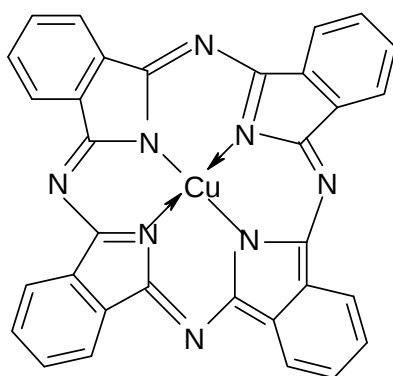


از این مواد در صنایع پوشش های سطحی و پلاستیکی استفاده می شود.

۴-۳-۱۱- رنگدانه های فتالوسیانین

طیف رنگی این رنگدانه ها در ناحیه آبی-سبز می باشد و قیمت برای کاربردهای صنعتی بسیار مناسب است قیمت پایین، دوام زیاد، شفافیت و درخشندگی، ثبات نوری خوب و سمیت پایین و مقاوم بودن در برابر هوا از مزایای این ترکیبات است همچنین اثر فتالوسیانین به دلیل سمیت پایین می توانند در محصولات که در تماس مستقیم با مواد غذایی می باشند استفاده شود.

ساختار عمومی این رنگدانه ها در شکل (۱) نشان داده شده است. سیستم حلقه بدون هالوژن رنگ آبی را ایجاد می کند که دارای دو حالت بلوری آلفا و بتا می باشد. اما اگر بر روی حلقه ها کلر جانشین نمائیم رنگ سبز، مایل به آبی می گردد که به پایداری گرمای رنگدانه منتهی می شود. اگر به جای کلر برم جانشین نمائیم رنگ سبز تیره مایل به زرد ایجاد می شود.



فتالوسیانین مس

طبقه‌بندی رنگ‌ها

بر اساس

روش‌های

کاربردی

۵-۱- مقدمه

رنگ‌ها در صنایع براساس روش کاربردی آنها طبقه‌بندی می‌شوند و در صنعت این روش دسته‌بندی نسبت به طبقه‌بندی براساس ساختمان شیمیایی از حیثیت دارد حتی در ایندکس رنگ در بخش اول رنگ های تجارتي بر طبق موارد استعمال طبقه‌بندی شده‌اند. برای آشنا شدن با این روش در زیر این طبقه‌بندی را بررسی می‌نماییم.

۵-۲- رنگ‌های دندانهای

در این گروه رنگ هایی قرار دارند که در هنگام رنگ‌رزی باید از دندان‌ها برای تثبیت رنگ بر روی الیاف استفاده شود و یکی از قدیمترین روش‌های رنگ‌رزی می‌باشند. رنگ‌هایی که در این گروه هستند از نظر ساختار شیمیایی شامل گروه‌های آزو و آنتراکینونی می‌باشد. در رنگ‌رزی دندان‌های ابتدا الیاف به وسیله نمک‌ها یا اکسیدهای فلزی دندان‌ها زده می‌شوند و سپس عمل رنگ‌رزی انجام می‌گیرد. این رنگ‌ها با ترکیبات دندان‌ها تولید نمک‌های نامحلول و رنگی می‌کنند. این روش در مورد رنگ‌رزی پنبه، ابریشم، پشم و الیاف پلی آمیدی کاربرد دارد. از مهمترین این رنگ‌ها می‌توان به آلیزارین اشاره کرد. در این رنگ‌ها دندان‌ها عاملی است که مولکول رنگ را به الیاف می‌چسباند. تعدادی از رنگ‌ها با توجه به نوع دندان‌ها بکار برده شده، رنگ‌های مختلفی تولید می‌کنند که در بخش ساختار شیمیایی رنگ‌ها توضیح داده شده است.

۵-۳- رنگ های خمی

در این روش رنگ به وسیله یک کاهنده، کاهش می‌یابد و محلول در آب می‌شود که ممکن است در این حالت بی‌رنگ باشد که فرم لوکورنگ نامیده می‌شود. رنگ‌رزی در این فرم، یعنی لوکو انجام می‌شود و سپس الیاف از حمام رنگ‌رزی خارج شده و در معرض هوا یا یک ماده اکسنده قرار می‌گیرند و بتدریج رنگ فرم اکسیدی خود را بدست آورده و رنگین می‌شود. در قدیم این روش در داخل خم‌های بزرگ رنگ‌رزی صورت می‌گرفت و به این خاطر به این اسم مشهور شده‌است این گروه از رنگ‌ها از انواع شیمیایی نیلی، آنتراکینونی و نیلی گوگردی تشکیل شده‌اند و گروه تقریباً بزرگی را تشکیل می‌دهند. این روش بیشتر برای رنگ‌رزی الیاف پنبه استفاده می‌شود. ولی در مورد پشم، ابریشم و سلولزاستات نیز کاربرد دارد از مشهورترین این رنگ‌ها می‌توان به نیل یا ایندیگو اشاره کرد. احیا کننده‌ای که بیشتر برای کاهش رنگ استفاده می‌شود سدیم هیدروسولفیت می‌باشد.

۴-۵- رنگ های مستقیم

این دسته از رنگ ها شامل گروه های قطبی می باشند که به وسیله این گروه ها مستقیماً با الیاف پیوند برقرار می کنند. در این روش الیاف در حمام رنگ قرار داده می شوند و معمولاً به حمام رنگ اسید یا الکترولیت اضافه می شود تا دافعه بین گروه های قطبی روی الیاف و رنگ را به حداقل برساند این رنگ ها به دو دسته اسیدی و بازی تقسیم می شوند:

الف – رنگ های مستقیم اسیدی یا آنیونی

رنگ هایی هستند که در مولکول خود گروه های سولفونیک اسید و کربوکسیل و فنلی دارند و از نظر ساختمان شیمیایی شامل رنگ های آزو، آنتراکینونی، نیترو، نیتروزو و تری فنیل متان می باشند و در رنگرزی ابریشم و الیاف پروتئینی، پلی آمیدی و همچنین آکریلیک کاربرد فراوانی دارند و به حمام رنگ اینگونه رنگ ها اسید سولفوریک، اسید فرمیک و اسید استیک اضافه می شود. مقاومت اینگونه رنگ ها بسیار متفاوت است و بیشتر به ساختمان شیمیایی بستگی دارد و اکثراً رنگ های روشنی را ایجاد می نماید از این رنگ ها می توان به نارنجی متیل و اسیدپیکریک اشاره کرد.

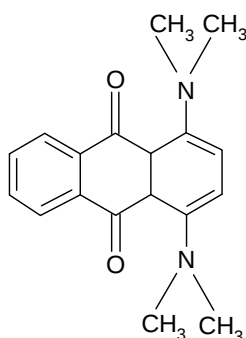
ب – رنگ های مستقیم بازی یا کاتیونی

این رنگ ها شفاف بوده و فرم کاتیونی دارند و سیستم کروموفوری آنها به قسمت کاتیونی مولکول رنگ مربوط می باشد سبز مالاشیت و بنفش کریستال از جمله این رنگ ها می باشند و اکثراً به دسته شیمیایی تری آریل متان تعلق دارند این رنگ ها در مقابل نور ثبات خوبی ندارند.

۵-۵- رنگ های پخش شونده یا دیسپرس

این رنگ ها اغلب دارای گروه های آمینی یا آمینوی استخلاف شده بوده و فاقد گروه های قطبی هستند و در آب نامحلول و در خود الیاف محلول می باشند. این رنگ ها در محیط های آبی همراه با مواد پخش کننده که اغلب ترکیبات فنلی می باشند به کار می روند. از رنگ های دیسپرس بیشتر برای رنگرزی الیاف سنتزی مانند نایلون، سلولز استات، پلی استرو الیاف آکریلیک استفاده می شود. رنگ های این گروه از نظر ساختمان شیمیایی بیشتر شامل گروه های آزو، آنتراکینونی و نیترو می باشند. در این روش رنگرزی رنگ به صورت آسیاب شده و پودر نرم به وسیله یک ترکیب پخش کننده مناسب حل شده و سپس در دما و فشار بالا و در حمام های ویژه به درون الیاف رانده می شود. از این رنگ ها می توان به سلیتون آبی اشاره نمود.

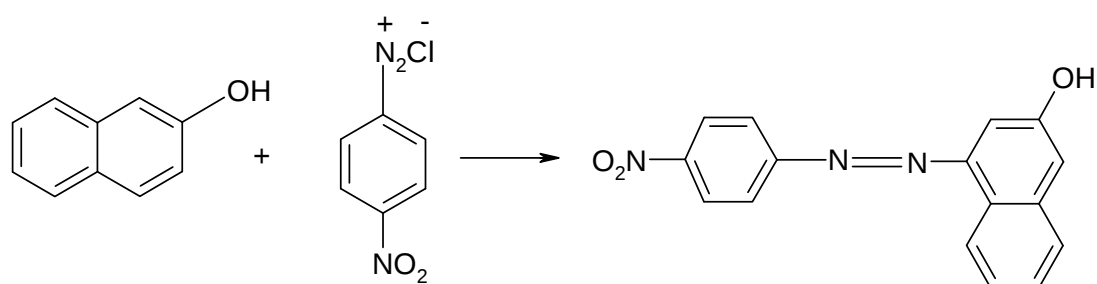
این رنگها دارای مولکول‌های نسبتاً کوچکی هستند و به علت حلالیت کم در آب تمایل ذاتی برای جذب بر روی الیاف غیر آبدوست را دارند.



سولیتون آبی

۵-۶- رنگ‌های آزوئیک (واکنشی یا یخی)

رنگ‌های آزویی هستند که بر روی الیاف تشکیل می‌شوند. در این رنگ‌ها ابتدا الیاف را در محلول کوپلر یا ماده جفت شونده قرار می‌دهند که اغلب محلول قلیایی مشتقات فنل یا نفتل می‌باشد. سپس این الیاف را در محلول نمک دی‌آزونیوم فرو می‌برند که واکنش جفت شدن در داخل الیاف انجام می‌گیرد و رنگ بر روی الیاف تشکیل می‌شود. این رنگ‌ها با نامهای مختلف ظاهر شونده، واکنشی و یخی معروف می‌باشند از این رنگ‌ها می‌توان به رنگ قرمز پارا اشاره کرد. الیاف ابتدا در محلول قلیایی β - نفتل قرار داده می‌شوند و سپس وارد محلول نمک دی‌آزونیوم پارانیترو آنیلین می‌گردند.



۵-۷- رنگهای جوهری

این رنگ‌ها مواد رنگی آزو با جرم مولکولی نسبتاً بالا هستند و دارای خواص کلوییدی می‌باشند و برای رنگرزی الیافی استفاده می‌شوند که به وسیله رنگ‌های مستقیم بخوبی رنگرزی نمی‌شوند، از جمله این الیاف می‌توان به پنبه و ابریشم مصنوعی اشاره کرد. که از معروفترین رنگ‌ها می‌توان قرمز کنگو را نام برد.

۵-۸- رنگهای حلال

این رنگ‌ها فاقد گروه‌های قطبی بوده و در نتیجه در آب حل نمی‌شوند و برای انحلال این رنگ‌ها از حلال‌های دیگر آلی نظیر الکلها، روغن‌ها، چربی‌ها و استرها استفاده می‌شود. این رنگ‌ها بیشتر در رنگ‌ریزی پلی‌استرها کاربرد دارند.

۵-۹- شفاف‌کننده‌های نوری

ترکیبات رنگی آلی هستند که نور با طول موج‌های $320-380\text{ nm}$ را جذب می‌کنند و نور را در ناحیه آبی طیف $430-490\text{ nm}$ منتشر می‌نمایند. این عمل باعث می‌شود نور آبی به نور سفیدی که از سطح منعکس می‌گردد اضافه شده و خاصیت سفیدی افزایش پیدا کند و زردی الیاف گرفته شود. از این مواد در رنگ‌ریزی پنبه، پشم و نایلون استفاده می‌شود و همچنین این مواد مقدار زیادی به صابونها و پودرهای رختشویی اضافه می‌گردند. این مواد بیشتر از مشتقات استیلبن می‌باشد که می‌توان به بلانکفور R اشاره نمود.

۵-۱۰- رنگ‌های شفاف

این رنگ‌ها که در رنگ‌آمیزی چوب به کار می‌روند با پوشاندن سطح چوب و ایجاد یک لایه شفاف روی آن باعث حفاظت چوب می‌شوند و نقش و موج روی چوب را حفظ می‌کنند و به انواع زیر تقسیم بندی می‌شوند :

الف- رنگ لاک و الکل : لاک ماده‌ای است که از ترشحات حشره‌ای بنام کوکوس لاکا به دست می‌آید که پس از خالص سازی به نام لاک عرضه می‌گردد با حل کردن این ماده در الکل این نوع رنگ بدست می‌آید و در سه مورد کاربرد دارد :

۱- بوم کردن که عبارت است از پر کردن شکاف‌ها و درزهای روی چوب

۲- پوشش سطحی که لایه نازکی از رنگ بر روی چوب کشیده می‌شود.

۳- پرداخت که برای صاف کردن سطح از رنگ روی چوب استفاده می‌شود.

این رنگ در برابر رطوبت و حرارت مقاومت چندانی ندارد.

ب- سیلر : این ماده که قبل از رنگ زدن نهایی سطح چوب به وسیله کیلر به کار می‌رود شفاف و کرم رنگ می‌باشد. استفاده از سیلر دو مزیت دارد اولاً قابلیت جذب رنگ استفاده شده کم می‌گردد ثانیاً رنگ‌نهایی سخت می‌گردد.

پ- کیلر : رنگ شفاف می باشد که همراه سیلر به کار می شود که به دو صورت مات و براق کاربرد دارد.

ت- روغن جلا : این رنگ می تواند به تنهایی و یا همراه با سیلر و کیلر و یا لاک و الکل به کار رود رنگ این ماده قهوه ای روشن می باشد که اگر همراه با مواد بالا استفاده شود رنگ براق خواهد بود این ماده در برابر رطوبت و حرارت زیاد مقاوم نمی باشد.

ث- رنگ های پلی استر چوب : که به دو دسته نیم پلی استر و تمام پلی استر تقسیم بندی می شود و بی رنگ بوده و مقاومت خوبی در برابر رطوبت و حرارت دارند.

الف) نیمه پلی استرها : این رنگ ها به دو فرم براق و مات وجود دارند و از سه جزء رزین های اوره – فرمالدهید و روغن های کوتاه زنجر، حلال اتیلن و سخت کننده تشکیل یافته است.

تمام پلی استر : این لاک ها بسیار شفاف می باشند و از ماده اصلی رنگ (رزین) و سخت کننده تشکیل شده و حلالی به عنوان رقیق کننده ندارند و ضخامت این لاک ها به همان مقداری است که بر روی چوب قرار می گیرد.

۵-۱۱- رنگ های غیر شفاف

این مواد رنگی وقتی بر روی سطح چوب کشیده می شوند بعد از خشک شدن بصورت یک فیلم سخت و غیر شفاف روی چوب را می پوشانند و نقش چوب را پوشش می دهند این نوع رنگ ها به سه دسته زیر تقسیم بندی می شوند.

الف- انامل: پوشش بسیار سخت و دارای قابلیت ارتجاعی می باشد که نوعی جلای غیر شفاف می باشد که بافت چوب را مخفی کرده و به آن رنگ می دهد. مقاومت خوبی در برابر رطوبت و هوا دارد.

ب- رنگ پلاستیک: که ماده شیمیایی رنگی پلاستیکی است که قابلیت انحلال در آب را دارد که علاوه بر سطوح چوبی بر روی دیوار (سطوح گچی و سیمانی) کاربرد داشته اما مقاومت مطلوبی در برابر رطوبت و گرما ندارد.

ج- رنگ های روغنی: ساختار این نوع رنگ ها قبلاً بررسی شده است فقط وقتی برای رنگ کردن سطح چوب به کار می روند باید سطح چوب به وسیله روغن الیف چرب شود و سپس با بتونه روغنی پر شده و سپس رنگ شود. رنگ های روغنی برای سطوح چوبی استفاده می شود که در معرض رطوبت قرار دارند.

۵-۱۲- بتونه و انواع آن

بتونه به ماده‌ای گفته می‌شود که برای پر کردن ترک‌ها، سوراخ‌ها، ناهمواری‌های سطح استفاده می‌شود تا سطحی همواره و یکنواخت به دست آید که به دو نوع بتونه هم‌رنگی و چوب تقسیم بندی می‌گردد.

بتونه هم‌رنگی :

این ماده مخلوطی از آب، سریشم و رنگ دانه های معدنی می باشد از این ماده برای سطوحی استفاده می‌شود که بر روی آنها آستر یا رنگ شفاف باید خورده شود و نیاز به هم‌رنگی دارد . بیشترین رنگدانه‌ای معدنی که در این نوع بتونه استفاده می‌شود گل مل است که رنگ سفید مایل به زرد دارد ولی از سایر رنگدانه‌های معدنی مثل گل افرا، لاجوردی و ... نیز استفاده می‌شود.

بتونه چوب: از این ماده برای هموار کردن سطوح چوبی استفاده می‌شود و قسمت عمده آن سلولز می‌باشد که با مواد رقیق کننده، مخلوط شده است و محصول حاصل شفاف و ژله‌ای می‌باشد که بعد از بتونه کاری سطح چوب باید سنباده کاری شود تا بتونه فقط در جاهای شکاف دار باقی بماند برای انتخاب بتونه لازم برای یک سطح باید نکات زیر در نظر گرفته شود:

۱- نوع آستری که باید به کار رود.

۲- نوع رنگی که باید استفاده شود.

۳- در مورد چوب نوع چوب مهم می‌باشد.

۴- محلی که باید بتونه کار ی‌شود.

۵-۱۳- رنگ‌های پودری

این نوع رنگ‌ها شامل رنگدانه و افزودنی های پخش شده در یک تشکیل دهنده فیلم که شامل رزین و عامل پخت می‌باشد تشکیل شده است که مجموعه بصورت پودرهای ریز تولید می‌شوند. این پودر با یک پاشنده الکترواستاتیک بر روی هدف پاشیده می‌شود و ذرات باردار شده لایه نازک و چسبناکی بر روی سطح ایجاد می‌کنند که بر اثر حرارت (در یک کوره) ذرات پودر ذوب می‌شود و یک پوشش مقاوم و سخت تشکیل می‌دهند.

رنگ‌های پودری علاوه بر مصارف تزئینی، مصارف خاصی دارند که می‌توان به خاصیت حفاظتی این رنگ‌ها برای جلوگیری از خوردگی در لوله‌ها و تجهیزات آبی اشاره نمود.

برای تهیه رنگهای پودری از روش اختلاط مذاب مواد اولیه در اکسترو در استفاده می‌شود که پس از اختلاط، محصول پودر شده و به ذرات ریز تبدیل می‌شود. در این روش ابتدا مواد اولیه مورد استفاده وزن شده و یک مخلوط کاملاً همگن از مواد اولیه تهیه می‌شود این عمل مهم بوده و باید دقیق و خوب انجام بگیرد تا باعث ایجاد هم‌رنگی و خواص مخصوص در پودر گردد. بعد از آن مواد وارد اکسترو در می‌گردند، توزیع و پراکندگی ذرات در این مرحله صورت گرفته و ابتدا حرارت اکستر و در باعث ذوب رزین شده و اجزای رزین بطور یکنواخت مخلوط می‌گردند و سپس رنگدانه‌ها و افزودنی‌های لازم در داخل این محلول مذاب توزیع می‌شوند در آخرین مرحله اسکترودر، باید مواد خروجی به صورت لایه‌ای بسیار نازک سرد شوند تا در آسیاب خورده گردند. رنگ‌های پودری خوب اندازه ذرات بین ده تا ۵۰ میکرون را دارند. اما این ذرات ممکن است در محدوده صفر تا صد میکرون ریز شوند. اگر ذرات بزرگتر شوند ظاهر پوششی رنگ نامطلوب می‌گردد و اگر ریز باشند بار الکتریکی روی ذرات کم بوده و خواص سیالیتی آن ضعیف می‌گردد. این ذرات بعد از الک شدن دوباره بصورت خشک مخلوط می‌گردند تا همگن شوند و سپس بسته بندی می‌شوند. رنگ‌های پودری بدلیل عدم استفاده از حلال، سمیت کمتر، آمادگی و سهولت کاربرد اهمیت زیادی پیدا کرده‌اند.

۵-۱۴- رنگ‌های کوره‌ای

به پوشش‌های رنگی که به وسیله گرما و حرارت خشک می‌شوند رنگ کوره‌ای گفته می‌شود. این رنگ‌ها مقاومت زیادی در برابر عوامل محیطی مانند آب، پاک کننده ها و ... دارند. بیشتر در وسایلی استفاده می‌شوند که هر دو جنبه محافظت از خوردگی و زیبایی مورد توجه باشد مثل رنگ آمیزی لوازم خانگی، کابینت‌های آشپزخانه، اتومبیل و ... این رنگ‌ها براساس رزین به کار رفته در آنها تقسیم بندی می‌شوند که به چند نمونه مشهور آنها در زیر اشاره می‌شود:

الف- رنگ‌های کوره‌ای اپوکسی استر: رزین به کار رفته در ساختمان این رنگها ترکیبی از رزین‌های اپوکسی استر و رزین‌های اوره فرم آلدهید و ملامین فرم آلدهید شد. این رنگ‌ها به دلیل وجود گروه هیدروکسیل در رزین به فلزات از قبیل آهن و آلومینیوم خوب می‌چسبند و لایه فیلم تشکیل شده مقاوم می‌باشد. برای پختن این رنگ‌ها دمای ۱۷۰ تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۰-۱۵ دقیقه کافی می‌باشد. ویژگی خاص این نوع رنگ مقاومت و انعطاف پذیری بسیار بالا در برابر ضربات مکانیکی وارده می‌باشد.

ب- رنگ‌های کوره‌ای الکید آمین : در ساختار این نوع رنگ‌ها رزین‌های الکید همراه با آمینورزین‌ها مانند رزین اوره و ملامین استفاده می‌شود روغن‌های خشک نشونده مانند روغن نارگیل، کرچک یا نیمه خشک شوند، مانند روغن سویا نیز در ساختار این رنگ‌ها وجود دارد و در دمای ۱۳۰-۱۲۰ درجه سانتیگراد پخته می‌شوند مقاومت شیمیایی بسیار خوبی دارند و عموماً ثبات بسیار بالایی در برابر عوامل خارجی دارند.

ج- رنگ‌های کوره‌ای آکریلیک: رزین‌های اکریلیک که در ساختمان آنها گروه‌های قطبی مانند گروه‌های هیدروکسیل، آمینی و کربوکسیل وجود دارند پایه این رنگ‌ها را تشکیل می‌دهند در مواردی از رزین‌های آمینی مانند ملامین همراه رزین‌های اکریلیک استفاده می‌شود این رنگ‌ها در برابر رطوبت، عوامل جوی و حلال‌های شیمیایی مقاومت خوبی داشته و به فلزات بسیار خوب می‌چسبند.

فصل ششم

صنایع پوشش

سطحی

۱-۶- مقدمه

در دنیای امروز رنگ در زیبایی و جلوگیری از خوردگی تجهیزات فلزی و چوبی نقش اساسی را بازی می‌کند. رنگدانه‌ها بطور عمده در تهیه انواع رنگ‌ها مانند رنگ‌های روغنی، پلاستیکی، ورنی و سلولزی کاربرد دارند و رنگ‌های بدست آمده در رنگ آمیزی وسایل فلزی و وسایل نقلیه، ماشین آلات، ۳پلها و ساختمانها استفاده می‌شوند. رنگ زدن و پوشش دادن علاوه بر زیبایی باعث محافظت جسم رنگ شده در برابر عوامل خورنده نظیر رطوبت، ترکیبات شیمیایی و هوا می‌گردد. در این قسمت در مورد مواد لازم برای تهیه این رنگ‌ها بحث می‌شود که عبارتند از:

۱- رنگدانه‌های معدنی و آلی ۲- رزین‌ها یا صمغها ۳- روغن‌ها ۴- حلال‌ها ۵- مواد خشک کننده

در رابطه با رنگدانه‌ها در فصول قبل به طور مشروح بحث شده است و ما در این فصل سایر موارد را بررسی می‌نماییم.

۲-۶- رزین‌ها

رزین مهمترین نقش در رنگ‌ها را دارد و پایه پوششی رنگ را تشکیل می‌دهد. رزین با ایجاد یک لایه یا فیلم بر روی سطح، چسبندگی و ایجاد مقاومت در برابر عوامل خورنده، پایه اصلی پوشش‌های رنگی را تشکیل می‌دهد. رزین به صورت مایع یا محلول روی سطح پخش شده و سپس با پدیده‌های فیزیکی یا شیمیایی جامد می‌گردد و در نتیجه با ایجاد پایه باعث چسبندگی شده و مقاومت سطح را در مقابل خوردگی افزایش می‌دهد. رزین‌ها حالات متفاوتی دارند از حالت مایع و روان گرفته تا حالات جامد و سخت.

۱-۲-۶- رزین‌های طبیعی

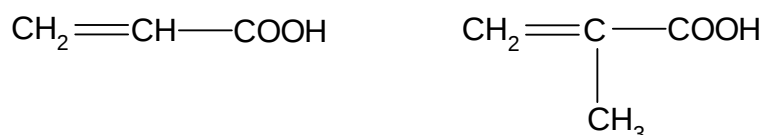
این مواد به صورت شیره درختی و شیره حاصل از فسیل شدن درختان بدست می‌آید از این رزین‌ها می‌توان به رزین‌های کوپال، کلوفانی، صمغها و رزین‌های نفتی اشاره کرد. رزین کوپال از درخت کوپال، رزین کلوفانی از تراوش شیره درخت کاج و رزین‌های نفتی از پس مانده تقطیر نفت خام بدست می‌آیند.

۲-۲-۶- رزین‌های مصنوعی یا سنتزی

بر اساس ساختمان شیمیایی رزین به گروه‌های متعددی تقسیم می‌شوند که مهمترین آنها را بررسی می‌نماییم.

۶-۲-۱- رزین‌های اکریلیک

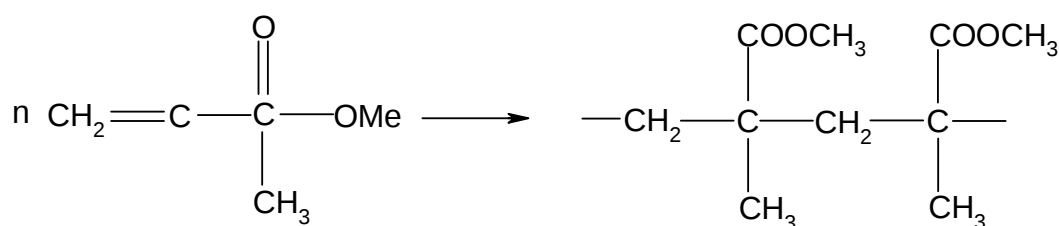
پلیمرهای مشتقات اسیداکریلیک و اسیدمتاکریلیک می‌باشند.



اسید اکریلیک

اسید متاکریلیک

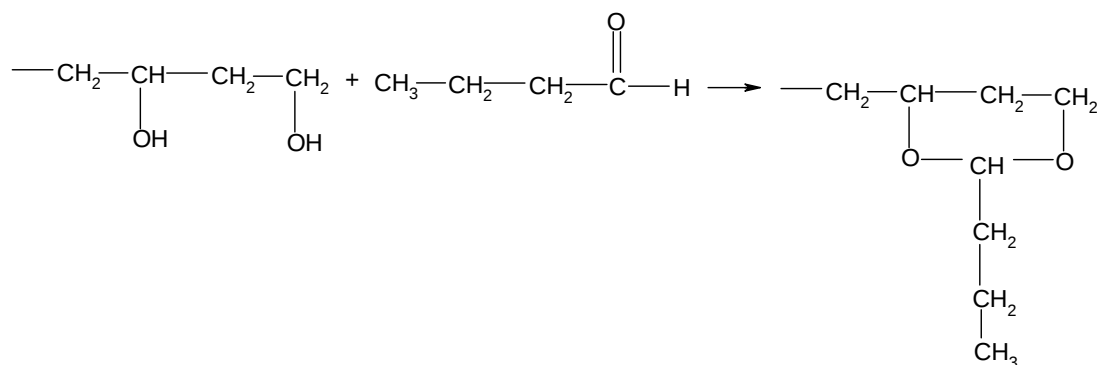
رزین‌های اکریلیک معمولاً به صورت کوپلیمر در ساخت رنگ بکار می‌روند و با تصعید حلال خشک می‌شوند و چسبندگی بسیار خوبی در روی سطح بتنی و آسفالت دارند و در رنگ‌های کوره‌ای نیز کاربرد دارند



پلی متیل متاکریلیک

۶-۲-۲- رزین‌های پلی وینیل بوتیرال

از ترکیب پلی وینیل الکلها با بوتیر آلدهید بدست می‌آیند:



این رزین‌ها چسبندگی خوبی بر روی سطوح فلزی، شیشه‌ای، پلاستیکی، کاغذی، چوبی و پارچه‌ای دارند. و در صنعت رنگسازی بیشتر در رنگ‌های کوره‌ای استفاده می‌شوند.

۶-۲-۳- رزین‌های آلکیدی

این رزین‌ها به طور وسیع در صنعت رنگ کاربرد دارند و ساختار پلی استری دارند و در ساختمان آنها اسید چرب یک ظرفیتی وجود دارد الکل بکار رفته در ساختار این رزین‌ها یک پلی ال است. رزین‌های آلکیدی را با توجه به نوع اسید چرب به کار رفته در آنها به دو دسته هوا خشک و کوره‌ای تقسیم می‌نمایند.

رنگ‌هایی که دارای رزین‌های آلکیدی می‌باشند مقاومت خوبی در برابر نور، رطوبت و بارانهای اسیدی دارند، رنگ‌های آلکیدی ارزان بوده و دارای خواص تزئینی و حفاظتی خوبی هستند.

رزین‌های فتالیک انیدرید، ایزو فتالیک انیدرید با گلیسیترین، اتیلن گلیکول، سوربیتل و ... از مشهورترین این ترکیبات هستند.

۶-۲-۴- رزین‌های پلی استر

از پلیمریزاسیون الکل‌های چند عاملی با اسیدهای چند عاملی به وجود می‌آیند و تفاوت آنها با رزین‌های آلکیدی در این است که دارای اسید چرب آزاد نمی‌باشند و به دو نوع اشباع و غیر اشباع تقسیم می‌شوند.

پلی‌استرهای اشباع دارای پیوند دوگانه کربن – کربن در زنجیر اصلی نیستند و همانند رزین آلکیدی بدون روغن هستند و معمولاً از ترکیب انیدرید فتالیک یا انیدرید ایزو فتالیک با گلیسرین یا پنتااریتریتول تهیه می‌شوند.

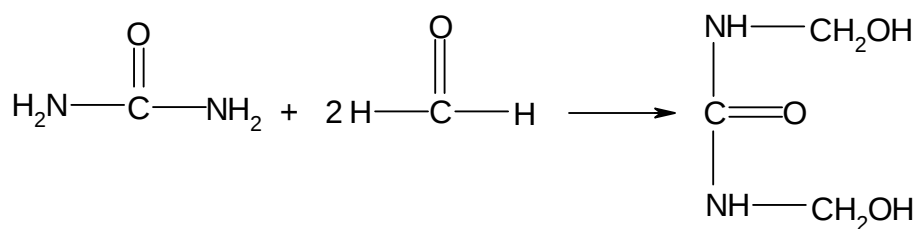
در رزین‌های پلی‌استر اشباع نشده از اسیدهای اشباع نشده مانند اسیدفوماریک و انیدرید مالئیک استفاده می‌شود. این رزین‌ها در دمای اتاق از حالت مایع به جامد تبدیل می‌شوند.

۶-۲-۵- رزین‌های آمین‌دار

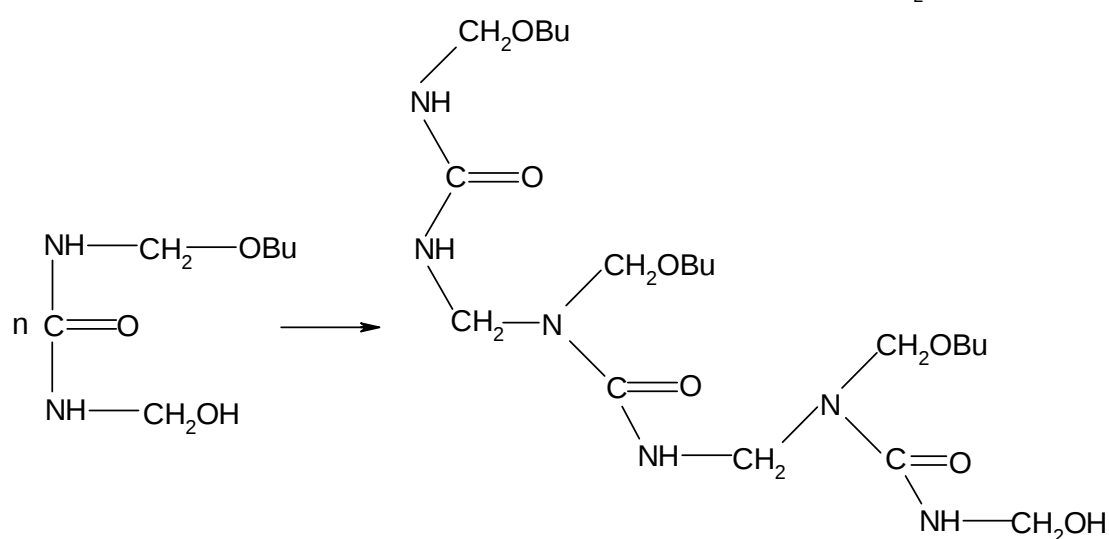
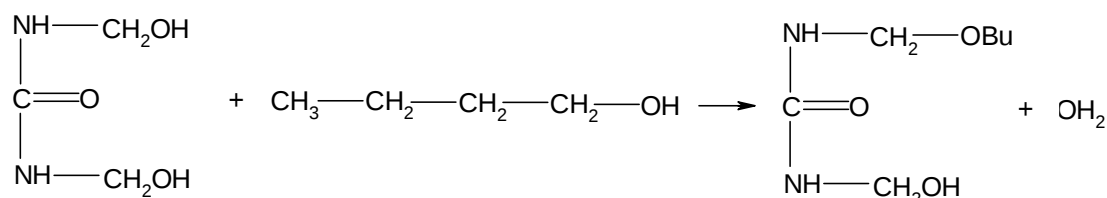
این رزین‌ها محصول فرم آلدهید با یک آمین نوع اول می‌باشند در رنگسازی، پلیمرهای اوره و ملامین با فرم آلدهید کاربرد دارند.

رزین‌های آمین‌دار علاوه بر صنایع رنگ در صنعت پلاستیک، چسب، کاغذ و پارچه هم کاربرد دارند در صنعت رنگ در ساخت رنگ‌های کوره‌ای کاربرد دارند. این رزین‌ها به تنهایی اگر با رنگ به کار بروند فیلم آنها سخت و شکننده است.

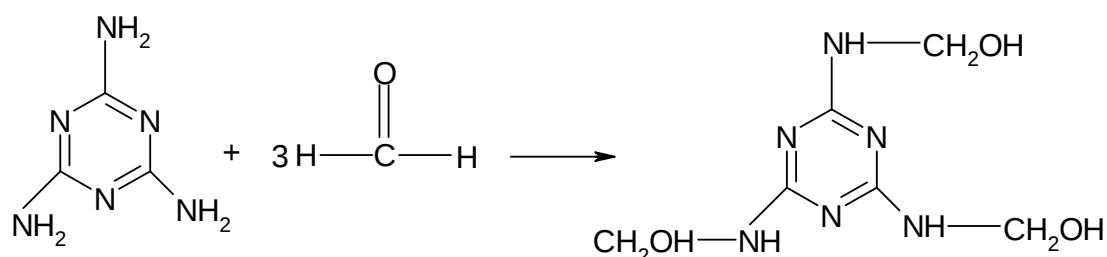
رزین اوره فرمالدهید بوتیل‌دار یکی از معروفترین این رزین‌ها می‌باشد که به طریقه زیر تهیه می‌شود.



دی متیلول اوره



ملامین فرم آلدهید رزین پر کاربرد در صنعت رنگ است.



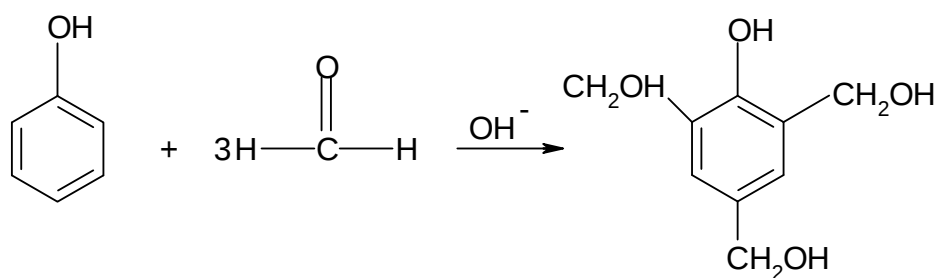
تری متیلول ملامین

این رزین نیز همراه با رزین های دیگر به کار می رود.

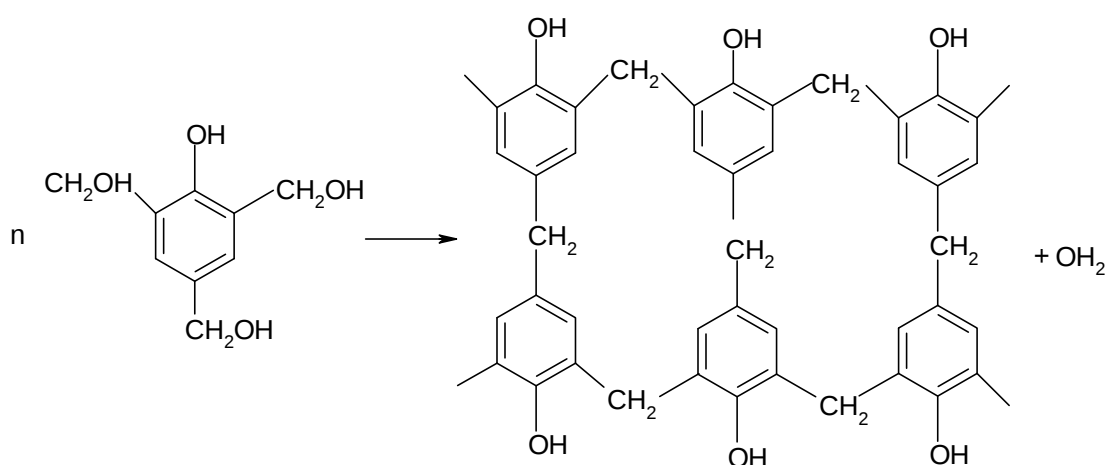
۶-۲-۲-۶- رزین های فنولی

این رزین ها از واکنش فرم آلدهید و فنول بدست می آیند و از قدیمترین رزینهای هستند که در صنعت رنگ کاربرد دارند. و به دو صورت رزول و نوولاک تولید می شوند. رزول سخت و

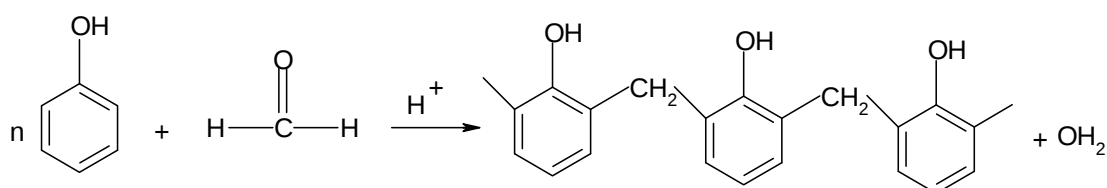
شکننده است و از واکنش یک مول ترکیبات فنلی با بیش از یک مول فرم آلدهید در محیط قلیایی بدست می آید.



تری متیلول فنل

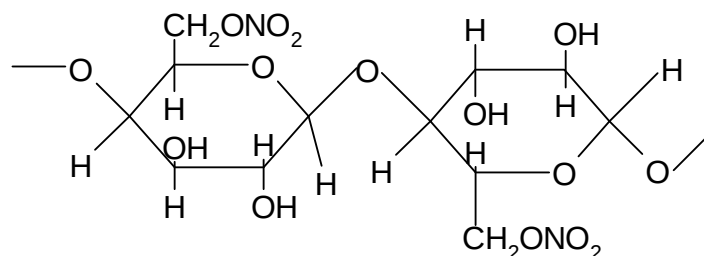


نوولاک از متراکم شدن یک مول فرما لدهید با بیش از یک مول فنل در محیط اسیدی بدست می آید.



این دو رزین بندرت به تنهایی در صنعت رنگ استفاده می شوند و معمولاً به صورت اصلاح شده یا همراه با رزین های الکیدی مصرف می گردند. که بیشتر کاربرد آن در ورنی و رنگ های تزئینی می باشند.

این رزین‌ها از سلولز گیاهان همانند پنبه تهیه می‌شوند که اگر بتوانیم هیدروژن گروه‌های هیدروکسیل CH_2OH - سلولز را با گروه نیترو استخلاف نمائیم نیتروسلولز بدست می‌آید معمولاً درجه جایگزینی نیترو سلولز به صورت میانگین محاسبه می‌شود.



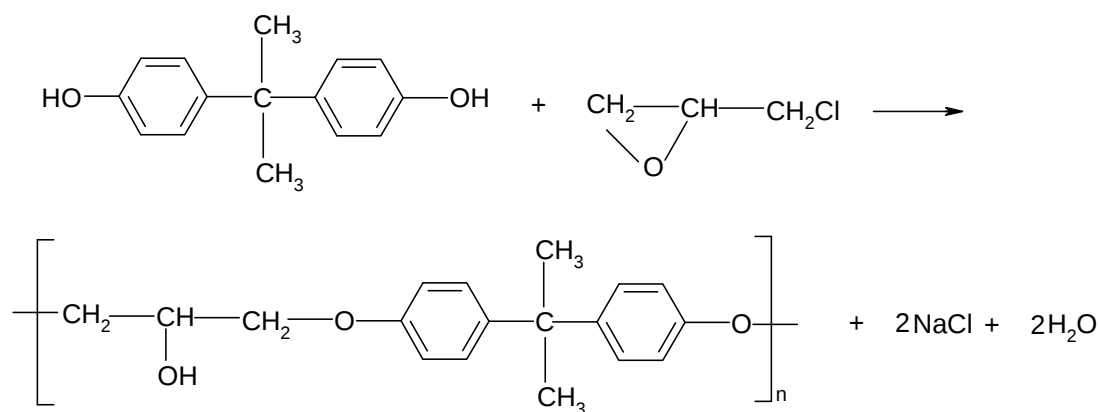
این رزین‌ها همراه با رزین‌های الکیدی در ساختن جلا و رنگهای نیترو سلولزی کاربرد دارند.

۸-۲-۲-۶- رزین‌های اپوکسی

رنگ‌های دارای رزین اپوکسی برای رنگ آمیزی در کارخانجات شیمیایی، پالایشگاهها، کشتی و ماشین‌آلات کاربرد زیادی دارند. ساختار شیمیایی این رزین‌ها باعث می‌شود که آنها در مقابل مواد شیمیایی به رنگ مقاومت زیادی بدهند و در نتیجه سطوح را از خوردگی شیمیایی حفظ نمایند که این از وجود حلقه آروماتیک و پیوندهای اتری فنلی در زنجیر پلیمری این رزین‌ها ناشی می‌شود و این رزین‌ها چسبندگی خیلی خوبی به سطح فلزی، چوبی، سیمانی و پلاستیکی دارند.

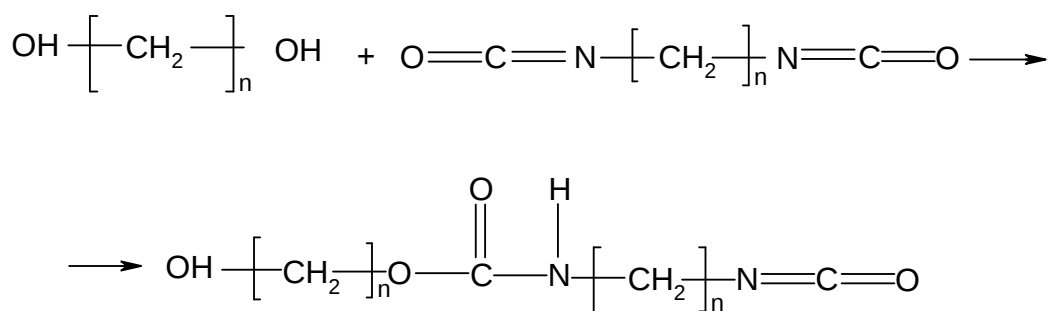
سه نوع مهم و پرکاربرد رزیت‌های اپوکسی شامل رزین‌های اتر - گلیسرین ، اولفین‌های اپوکسیدی و اپوکسی استرها می‌باشند.

رزین اپوکسی اترگلیسیدی مهمترین نوع این رزین‌ها می‌باشد که طرز تهیه یک نمونه از این رزین بصورت زیر می‌باشد.

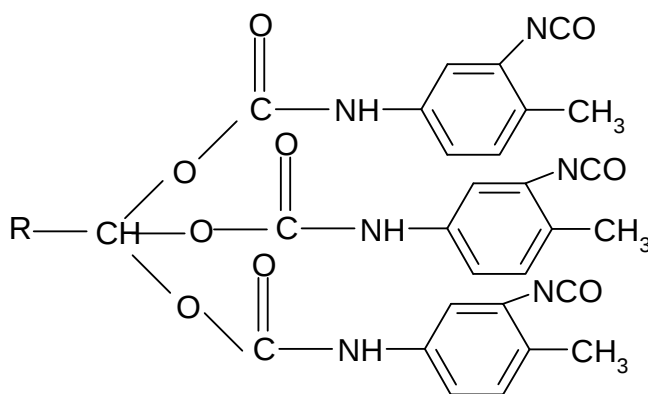


۹-۲-۲-۶- رزین‌های پلی اورتان

این رزین‌ها از پلیمر شدن ایزوسیانات‌ها با پلی ال‌ها بدست می‌آیند:



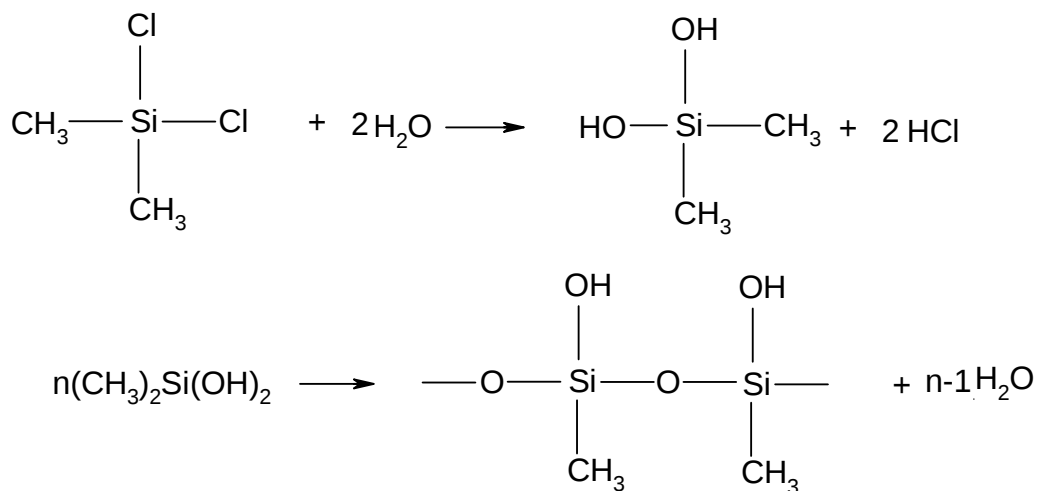
اگر از مونومرهای دی کلر استفاده شود پلیمر خطی یا حلقوی و در صورت استفاده از مونومرهای تری کلر مونومرهای سه بعدی محکم تولید می‌شود. یک نمونه از این رزین‌ها TDI یا تولیلن دی ایزوسیانات می‌باشد که سریع خشک شده و لایه بسیار سختی بر روی سطح مورد نظر ایجاد می‌کند.



در این رزین‌ها، نوع ایزوسیانات و پلی ال تعیین کننده می‌باشد.

۱۰-۲-۲-۶- رزین‌های سیلیکونی

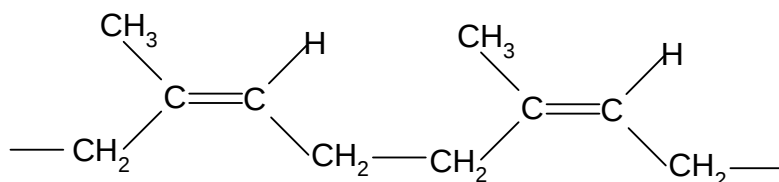
در زنجیر پلیمری این رزین‌ها سیلیسم و اکسیژن شرکت دارند. رزین‌های سیلیکونی را پلی سیلوکسان می‌نامند. این رزین‌ها در مقابل مواد شیمیایی و حرارت مقاومت زیادی از خود نشان می‌دهند. سیلانها مونومرهای تشکیل دهنده رزین‌های سیلیکونی می‌باشند که به صورت کلی ریال $\text{R}_n\text{SiCl}_{(4-n)}$ نشان داده می‌شوند.



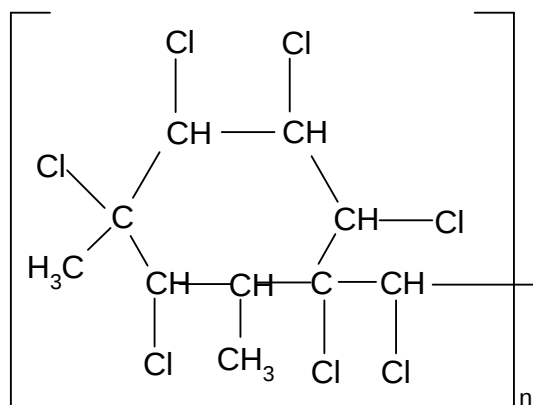
این رزین ها بسیار گران بوده و در رنگهایی مصرف می شود که مقاومت در مقابل حرارت و عوامل محیطی اطراف بسیار مهم باشد.

۱۱-۲-۲-۶- رزین های کائوچو

کائوچوی خام از واحدهای ایزوپرن تشکیل شده است که بصورت ایزومرهای سیس و ترانس می باشند.

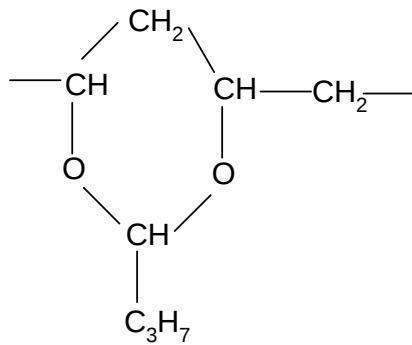


کلرو کائوچو از کلره کردن کائوچوی طبیعی در تتراکلرید کربن بدست می آید. رزین کلرو کائوچو در رنگ های ضد خوردگی کاربرد دارد.

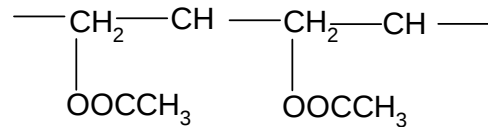


۶-۲-۱۲- رزین‌های وینیلی

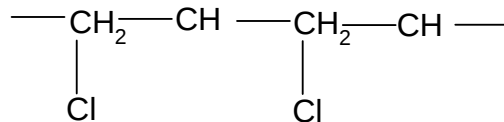
این پلیمرها در ساختن جلاها و رنگها کاربرد فراوانی دارد و از مهمترین آنها می‌توان به پلیمر های زیر اشاره کرد:



پلی وینیل بوتیرال



پلی وینیل استات



پلی وینیل کلراید

رزین‌های وینیلی چسبندگی خوبی به فلزات از جمله فولاد ندارند و اکثراً به عنوان رزین‌ها در رنگهای زیرین استفاده نمی‌شوند و رزین‌های این گروه که در رنگها استفاده می‌شود اکثراً دارای جرم مولکولی بالایی هستند.

۶-۳- روغن‌ها

روغن‌ها به همراه رزین‌ها در رنگها به عنوان نرم کننده به کار می‌روند و امروزه رزین‌های اصلاح شده با روغن متداولترین رزین‌ها می‌باشند رزین‌ها براساس چگونگی خشک شدن در برابر هوا به سه گروه تقسیم بندی می‌شوند:

۱- روغن‌های خشک شونده: شامل روغن بزرک، چوب چینی، اوتیسکیا و روغن ماهی می‌باشد این روغن‌ها در مقابل هوا خشک می‌شوند.

۲- روغن‌های نیمه خشک شونده: که در مقابل هوا به صورت نیم جامد در می‌آیند و شامل روغن سویا، گلرنگ و تال می‌باشد.

۳- روغن‌های خشک نشونده: این روغن‌ها به صورت مایع باقی می‌مانند و خشک نمی‌شوند که می‌توان به روغن کرچک، پنبه دانه و نارگیل اشاره کرد.

۴-۶- حلال‌ها

حلال‌ها مایعات با نقطه جوش پایین هستند که برای حل کردن اجزا رنگ به ویژه رزین‌ها به کار می‌روند. حلال‌ها نقش‌های مهم دیگری نیز در تهیه رنگ‌ها دارند که می‌تواند به کاهش چسبندگی مواد موجود در رنگ اشاره کرد که باعث ایجاد یک لایه همگن و مناسب از رنگ می‌شوند. ضمناً با توجه به سرعت تبخیری که دارند در زمان خشک شدن رنگ نیز موثر می‌باشند.

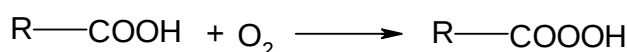
مهمترین ویژگی‌های یک حلال خوب برای تهیه رنگ عبارت است از:

- ۱- نقطه جوش پایین و سرعت تبخیر بالا
 - ۲- قدرت انحلال اجزاء رنگ
 - ۳- نقطه اشتعال بالا و سمیت کم
- از مهمترین حلال‌ها می‌توان به گروه‌های زیر اشاره کرد:
- ۱- حلال‌های هیدروکربنی: منبع اصلی این حلال‌ها نفت خام و ذغال سنگ است و می‌توان به هگزان، هپتان، تولوئن و زایلن‌ها اشاره کرد.
 - ۲- حلال‌های آلی اکسیژن‌دار: که می‌توان به الکل‌ها، استرها، کتون‌ها و اترها اشاره کرد که مشهورترین آنها اتانل، استون و اتیل استات می‌باشند.
 - ۳- ترپن‌ها: ترپنیتین‌ها و روغن کاج از این دسته است که از شیرهای گیاهی بدست می‌آیند.
 - ۴- هیدروکربن‌های کلر دار: از این حلال‌ها می‌توان به تری کلرواتیلن، متیلن کلراید و تتراکلر کربن اشاره کرد.

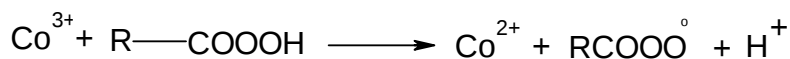
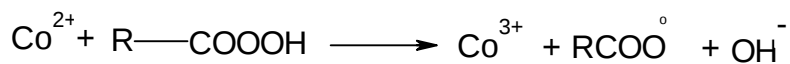
۵-۶- خشک کننده ها

خشک کننده‌ها موادی هستند که باعث می‌شوند سرعت خشک شدن رنگ افزایش یابد و در رنگ‌هایی کاربرد دارند که دارای روغن هوا خشک باشند و نمک‌های فلزات اسیدهای آلی می‌باشند.

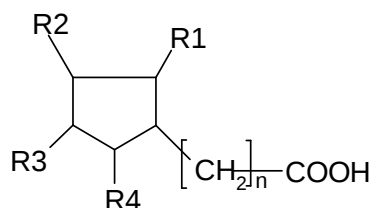
خشک شدن یک لایه رنگ حاوی روغن بعد از رنگ آمیزی بر اثر جذب اکسیژن هوا و سپس تشکیل پراکسید و تجزیه پراکسید صورت می‌گیرد. خشک کننده‌ها با سریعتر کردن جذب اکسیژن و واکنش‌های مربوطه اسید چرب باعث می‌شود که خشک شدن سریعتر صورت بگیرد. اسید چرب موجود در مخلوط رنگ به وسیله اکسیژن هوا به پراکسی اسید تبدیل می‌شود:



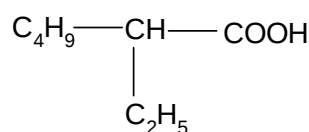
سپس پراکسی اسید به رادیکال تبدیل شده و با ترکیب رادیکال‌های آزاد واکنش پلی‌مر شدن انجام می‌شود برای مثال کبالت دو ظرفیتی به صورت زیر عمل می‌کند:



مهمترین اسیدهایی که به عنوان خشک کننده از آنها استفاده می‌شود عبارتند از: اسید نفتنیک، اسید اولئیک، اسید لینوئیک و اسید ۲-اتیل هگزانوئیک.



اسید ۲-اتیل هگزانوئیک



اسید نفتنیک



از فلزات مختلف نیز به عنوان خشک کننده استفاده می‌شود که از مهمترین و فعالترین آنها می‌توان به کبالت، سرب، کلسیم و آهن اشاره کرد.

فصل هفتم

رنگ ها و رنگ

دانه های طبیعی

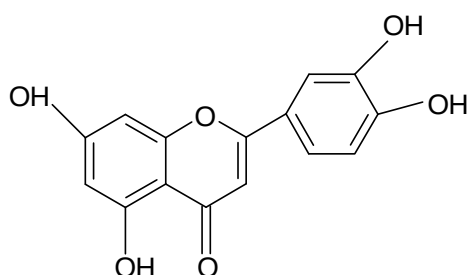
و غذایی

۱-۷- رنگ‌های طبیعی

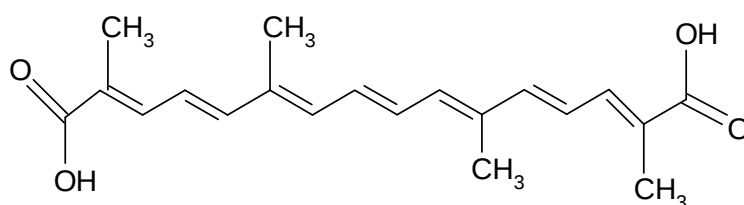
رنگ‌های طبیعی قدیمیترین رنگ‌ها می‌باشند که بدون استفاده از واکنش‌های شیمیایی و از منابع گیاهی و حیوانی به دست می‌آیند. این رنگ‌ها به دلیل عدم تنوع و کیفیت پایین در برابر رنگ‌های سنتزی کاربرد چندانی ندارند و براساس نوع رنگی که ایجاد می‌کنند طبقه‌بندی می‌شوند.

۱-۱-۷- رنگ‌های زرد

این رنگ‌ها بزرگترین دسته رنگ‌های طبیعی را تشکیل می‌دهند و از نظر ساختمان شیمیایی دارای گروه‌های کروموفور پلی‌ان و آنتراکینونی می‌باشند و منشأ گیاهی دارند این رنگ‌ها دارای ثبات کمی در برابر نور می‌باشند. از این رنگ‌ها می‌توان به ولد و زعفران اشاره کرد. ولد از دانه و برگ‌های گیاه *Reseda Luteola L* بدست می‌آید و ساختمان فلاونی دارد:

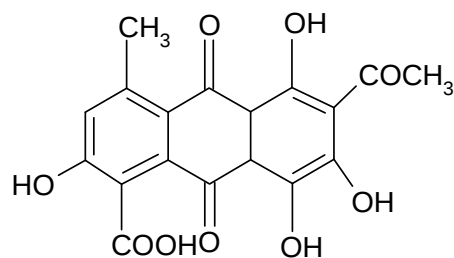


زعفران از گل‌های گیاه *Crocus Satuus* بدست می‌آید که ساختار پلی‌ان دارد:



۲-۱-۷- رنگ‌های قرمز

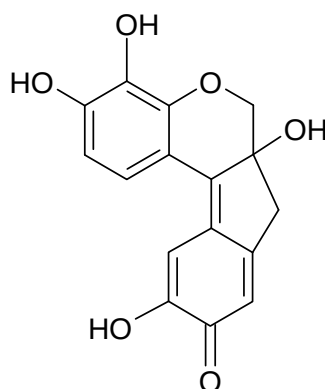
بیشتر منبع حیوانی دارند ولی یک نمونه مشهور یعنی آلیزارین منبع گیاهی دارد. این رنگ‌ها ساختار آنتراکینونی دارند و می‌توان از رنگ‌های قرمز با منشأ حیوانی به کرمز اشاره کرد که از یک نوع حشره ماده بنام *Coccus Illicis* بدست می‌آید و دارای ساختار زیر است:



از رنگ‌های قرمز با منشأ گیاهی روناس یا آلیزارین می‌باشد که در مورد ساختار آن قبلاً بحث شده است.

۷-۱-۳- رنگ‌های سیاه

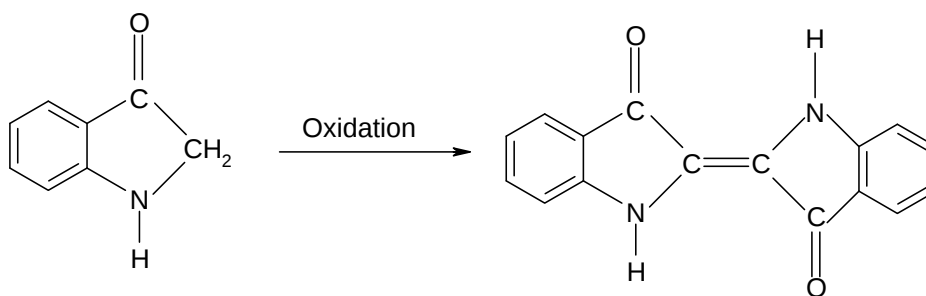
مهمترین این رنگ‌ها چوب سرخ می‌باشد که از درخت *Haematoxylon Campechianum* بدست می‌آید. رنگدانه چوب سرخ هماتین است که خود قرمز بوده ولی با دندان‌کروم تولید رنگ سیاه را می‌کند که بیشتر در رنگرزی چرم و ابریشم کاربرد دارد.



هماتین

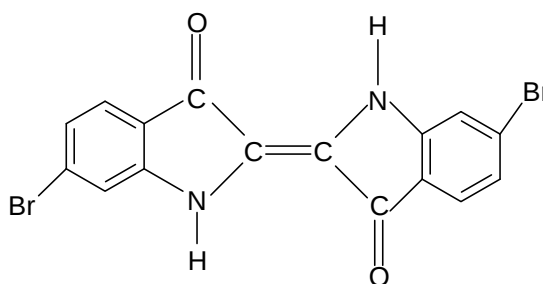
۷-۱-۴- رنگ‌های آبی

مشهورترین رنگ‌های این گروه نیل می‌باشد که از برگ‌های گیاه ایندیگو *Indigofera tinctoria* L بدست می‌آید. رنگدانه این گیاه نیل است که بصورت ترکیب قنددار ایندوکسیل ایندکان در برگ‌های این گیاه وجود دارد که این ماده بر اثر هیدرولیز در حضور آنزیم‌ها به ایندوکسیل تبدیل می‌شود که ایندوکسیل در اثر اکسایش تبدیل به نیل یا ایندیگو می‌گردد.



۵-۱-۷- رنگ‌های ارغوانی

معروف‌ترین رنگ این گروه که ساختمان ایندیگویی دارد تایریان است که از یک نوع حلزون استخراج می‌شود. که دارای ساختار ۶ و ۶- دی برموایندیگو می‌باشد.



ارغوانی تایریان

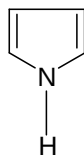
۲-۷- رنگ دانه‌های غذایی

رنگ مواد غذایی یکی از پارامترهای مهم یک ماده خوراکی می‌باشد که ممکن است ناشی از وجود رنگدانه‌های طبیعی یا سنتزی در ماده غذایی باشد. رنگدانه‌های طبیعی مواد رنگی آلی هستند که به صورت طبیعی در غذاهای گیاهی و جانوری وجود دارند اما در بعضی از موارد برای بهتر شدن ظاهر غذا از رنگ‌های مصنوعی یا سنتزی که ماهیت آلی دارند استفاده می‌شود.

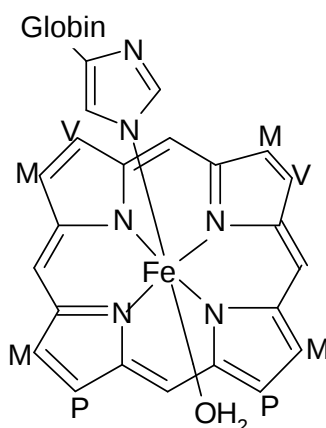
رنگدانه‌های طبیعی موادی هستند که به طور طبیعی از قبل در داخل غذا وجود داشته و یا بر اثر فرآوری مواد غذایی به واسطه ترکیبات آلی طبیعی موجود تشکیل می‌شوند که بطور کلی به چهار دسته تقسیم بندی می‌شوند که بطور مختصر در زیر بررسی می‌شوند.

۱-۲-۷- رنگدانه‌های تتراپیرول

پیرول یک هتروسیکل پنج عضوی می‌باشد که خصالت بازی ضعیفی دارد. در این رنگدانه‌ها از اتصال چهار گروه پیرول حلقه پورفرین تشکیل می‌شود.



در رنگدانه‌های هم، اتم‌های نیتروژن چهار حلقه پیرول به یک اتم آهن مرکزی متصل است که رنگ گوشت ناشی از هموگلوبین پیروگلوبین می‌باشد.



شکل ۷-۱- کمپلکس هم میوگلوبین. M = متیل ؛ P = پروپیل ؛ V = وینیل

از عوامل موثر در تشکیل رنگ هم، وضعیت اکسیداسیون آهن و حالت فیزیکی گلوبین است. در گوشت‌های تازه و در حضور اکسیژن، آهن موجود به صورت آهن (II) می‌باشد و سرخ رنگ است. در اثر حرارت دادن گوشت رنگدانه‌های زیادی تشکیل می‌شود و آهن به حالت آهن (III) اکسید می‌شود و رنگدانه آن قهوه‌ای شده و همی کروم نامیده می‌شود.

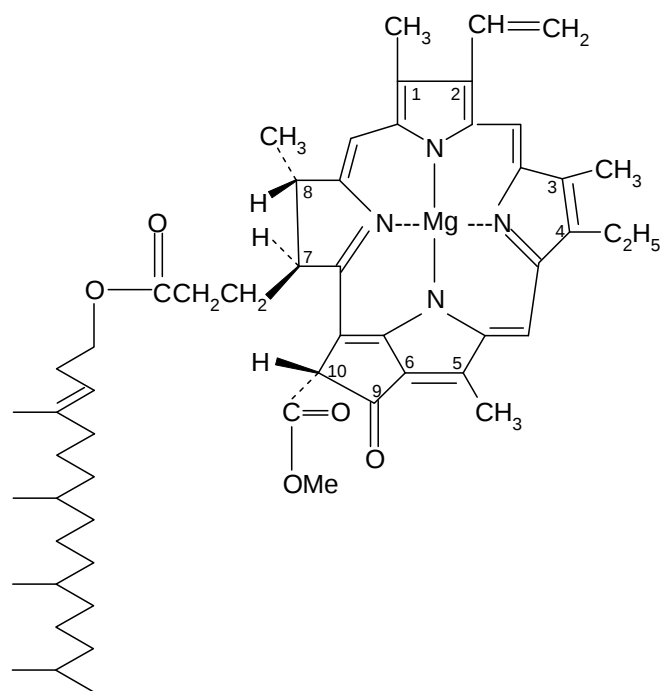
کلروفیل‌ها:

رنگدانه‌های سبزی هستند که در گیاهان و تعدادی از میوه‌ها وجود دارند. کلروفیل‌ها در کلروپلاستیدها جمع می‌شوند و خود کلروپلاستیدها هم از واحدهای کوچکتری بنام گرانا تشکیل شده‌اند. کلروفیل‌ها ساختمان تتراپیرولی دارند که اتم مرکزی منیزیم بوده و حلقه پورفرین به شکل دی هیدرو می‌باشد.

کلروفیل به دو دسته تقسیم بندی می‌شود:

الف) کلروفیل a ب) کلروفیل b

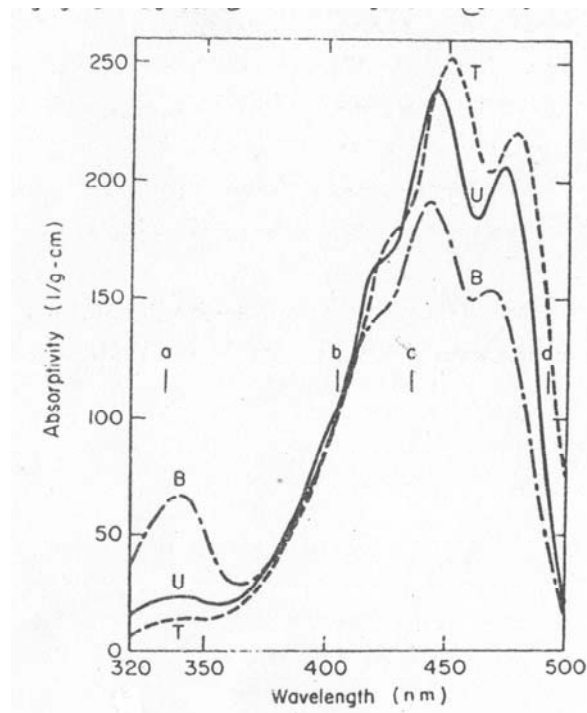
که به نسبت یک به بیست و پنج وجود دارند در کلروفیل b برخلاف a بر روی کربن شماره ۳ به جای گروه متیل گروه آلدهیدی وجود دارد.



شکل ۷-۲- کلروفیل a (در کلروفیل b بر روی کربن شماره ۳ یک گروه فرمیل به جای متیل وجود دارد)

۷-۲-۲- مشتقات ایزوپروپنویدها

از این دسته می‌توان به کاروتنوئیدها اشاره کرد. اکثر کارتنوئیدهایی که به صورت طبیعی هستند ساختمان تتراترپنوید دارند.



شکل ۷-۳- طیف جذبی سه ایزومر فضایی بتا کاروتن. B=نئو-بتا کاروتن ؛ U=نئو-بتا کاروتن ؛ T=بتا کاروتن ؛ تمام ترانس

دو روش برای طبقه بندی کارتنوئیدها وجود دارد:

الف) در این روش کار تنوئیدها به دو دسته کاروتن ها و گزانتوفیل ها طبقه بندی می شوند که دسته اول فقط هیدروکربن می باشند و دسته دوم دارای اکسیژن در ساختمان خود می باشند.

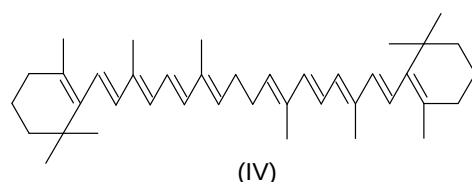
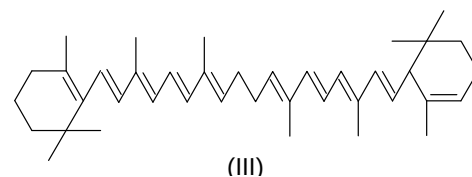
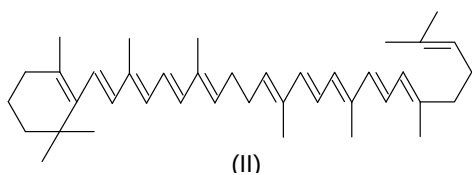
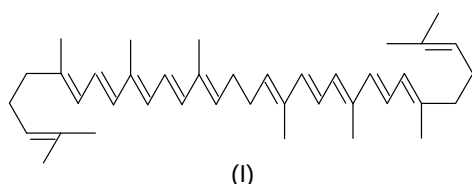
ب) در این روش کار و تنوئیدها به سه دسته براساس تعداد حلقه تقسیم بندی می شوند بدون حلقه، تک حلقه ای و دو حلقه ای.

برای مثال لیکوپل در سری اول طبقه بندی جزء کاروتن ها و در سری دوم جزء بدون حلقه ها می باشد. رنگ کارتنوئیدها به دلیل تعداد زیاد پیوندهای دو گانه مزدوج می باشد که با زیاد شدن تعداد پیوندهای دو گانه باندهای جذبی به سمت طول موج بلند (ناحیه قرمز) جایی می شوند و رنگ سرخ تر می گردد. پیوندهای دو گانه ممکن است سیس یا ترانس باشند ولی تقریباً در تمام کارتنوئیدها موجود در مواد غذایی طبیعی پیوندها ترانس می باشند و به ندرت سیس یا دی سیس دیده می شود.

جدول ۷-۱- گسترش رنگدانه ها در گوجه رسیده

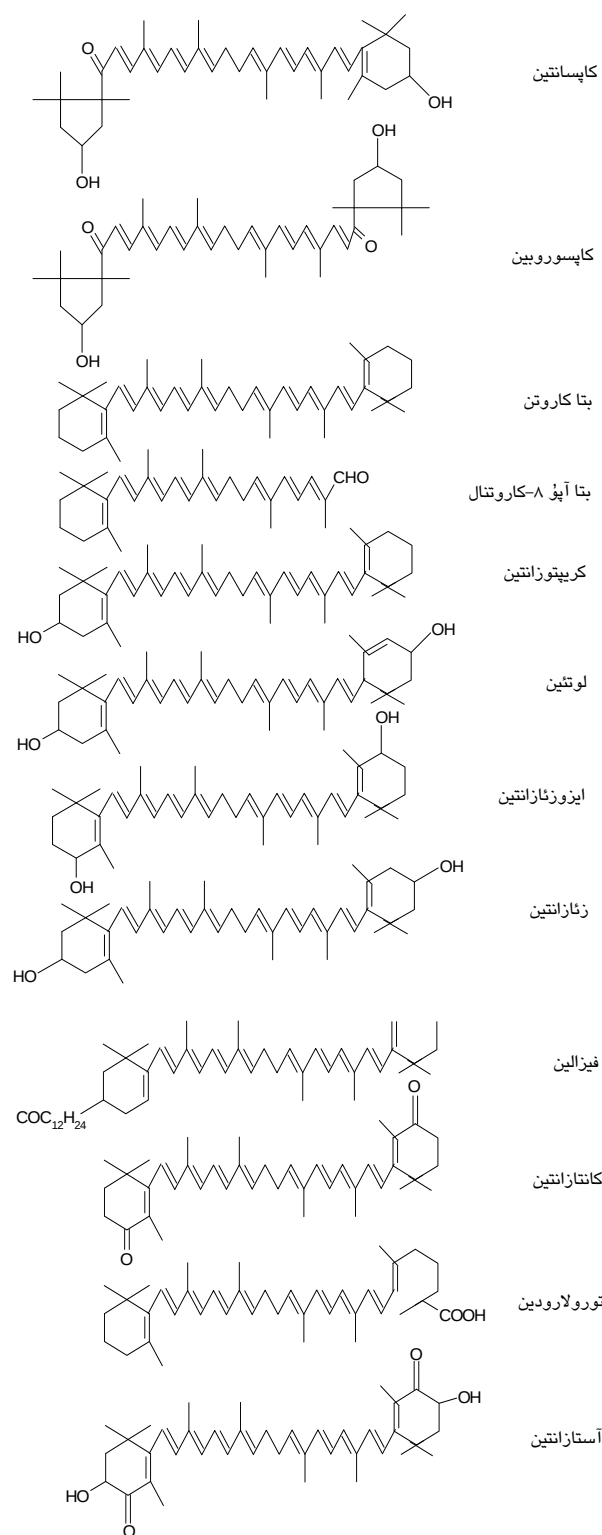
رنگدانه ها	نارس	نیمه رسیده	رسیده
	(mg/100 g)	(mg/100 g)	(mg/100 g)
لیکوپن	۰/۱۱	۰/۸۴	۷/۸۵
کاروتن	۰/۱۶	۰/۴۳	۰/۷۳
گزانتوفیل	۰/۰۲	۰/۰۳	۰/۰۶
گزانتوفیل استر	۰/۰	۰/۰۲	۰/۱۰

برای کارتنوئیدها با یک پیوند دو گانه پیشوند نئو و برای کار تنوئیدها با پیوندها پس بالا از پیشوند پر و استفاده می شود.



شکل ۷-۴- کاروتنوئیدها، لیکوپن (I) ، گاما کاروتن (II) ، آلفا کاروتن (III) و بتا کاروتن (IV)

پیوندهای ترانس عمق رنگ را زیاد می کنند و پیوندهای سیس باعث روشن تر شده رنگ می شوند و در اثر حرارت یا گرما ایزومرهای ترانس تبدیل به سیس می گردند.



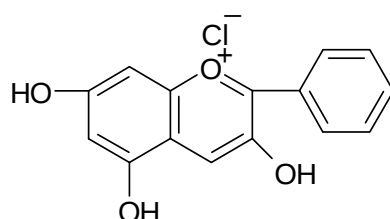
شکل ۷-۵ — ساختار تعدادی از کارتنوئیدهای مهم

پیشوند آپو برای کارتنوئیدهای استفاده می‌شود که با از دست دادن یک عنصر در اثر تجزیه از کارتنوئیدهای دیگر تولید شده باشند. کارتنوئیدهای کوچکتر بر اثر اکسایش از کارتنوئیدهای بزرگتر ایجاد می‌شوند که یکی از آنها تینین و ویتامین A از بتا کاروتن

است. از این دسته از مواد می‌توان به بیکسین و زیگزانتین اشاره کرد که اولی میوه یک نوع علف گرمسیری بنام *Bixa Orellanu* می‌باشد و دومی در زعفران یافت می‌شود. کار تنویدها در غذاهای منجمد کاملاً پایدار هستند اما در غذاهای خشک شده از بین می‌روند.

۷-۲-۳- مشتقان بنزوپیرن‌ها

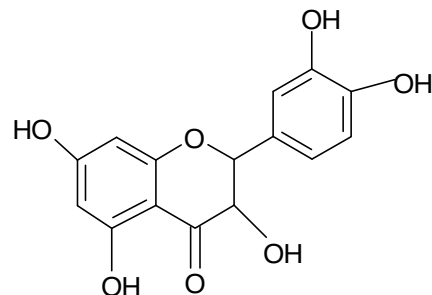
از این دسته از مواد رنگی می‌توان به آنتوسیانین‌ها و فلاونونوئیدها اشاره کرد. رنگدانه آنتوسیانین در ساختار سلول‌های گیاهی به شکل گلیکوزید می‌باشد و ایجاد رنگ‌های قرمز، بنفش و آبی را می‌کند. ساختار اصلی آنتوسیانین ۲-فنیل بنزوپیریلیوم یا فلاویلیوم است که بر روی حلقه آن یک یا چند گروه هیدروکسیل یا متوکسی جانشین شده است و قسمت قندی به گروه هیدروکسیل موجود در موقعیت سه متصل می‌شود. افزایش گروه‌های هیدروکسیل باعث آبی‌تر شدن رنگ این مواد می‌شود و افزایش گروه‌های متوکسی رنگ سرخ را افزایش می‌دهد که از این مواد می‌تواند به سیانیدین، پئونیدین و دلفیدین اشاره کرد.



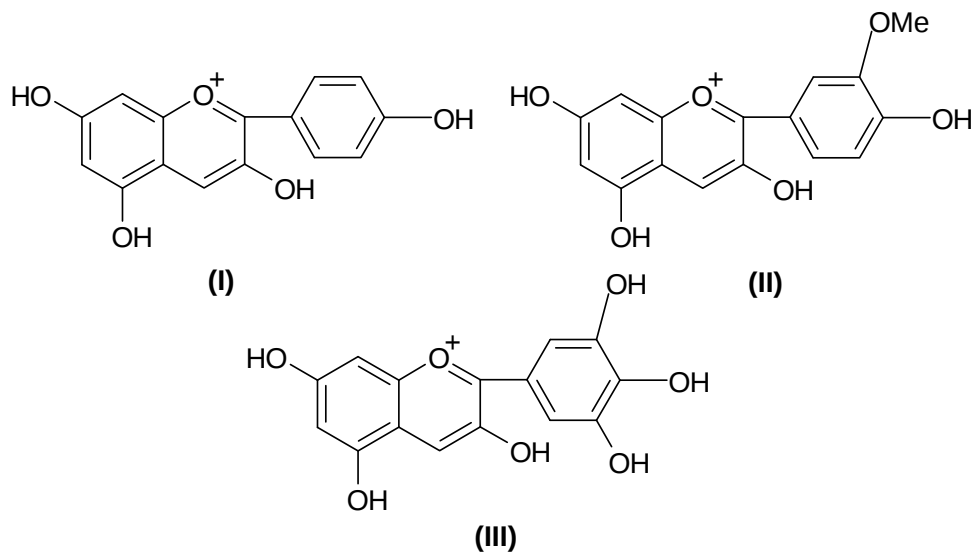
شکل ۷-۶- ساختار پایه آنتوسیانین‌ها (۳ و ۵ و ۷- تری هیدروکسی فلاویلیوم کلرید)

فلاونونوئیدها یا آنتوگزانتین‌ها: این مواد رنگی ساختار گلیکوزیدی دارند که در آنها مولکول‌های بنزوپیرن وجود دارد. فلاون‌ها یک پیوند دوگانه بین کربن ۲ و ۳ و فلاونول‌ها یک گروه هیدروکسیل بر روی کربن شماره ۳ دارند و در فلاونون‌ها کربن شماره ۲ و ۳ اشباع است و قدرت رنگ زایی کمی دارند بیشتر در بد رنگ شدن مواد

غذایی موثرند. بطوریکه تعدادی از آنها بر اثر آنزیم‌ها قهوه‌ای می‌شوند فراوانترین فلاونوئیدها کوئرستین می‌باشد.



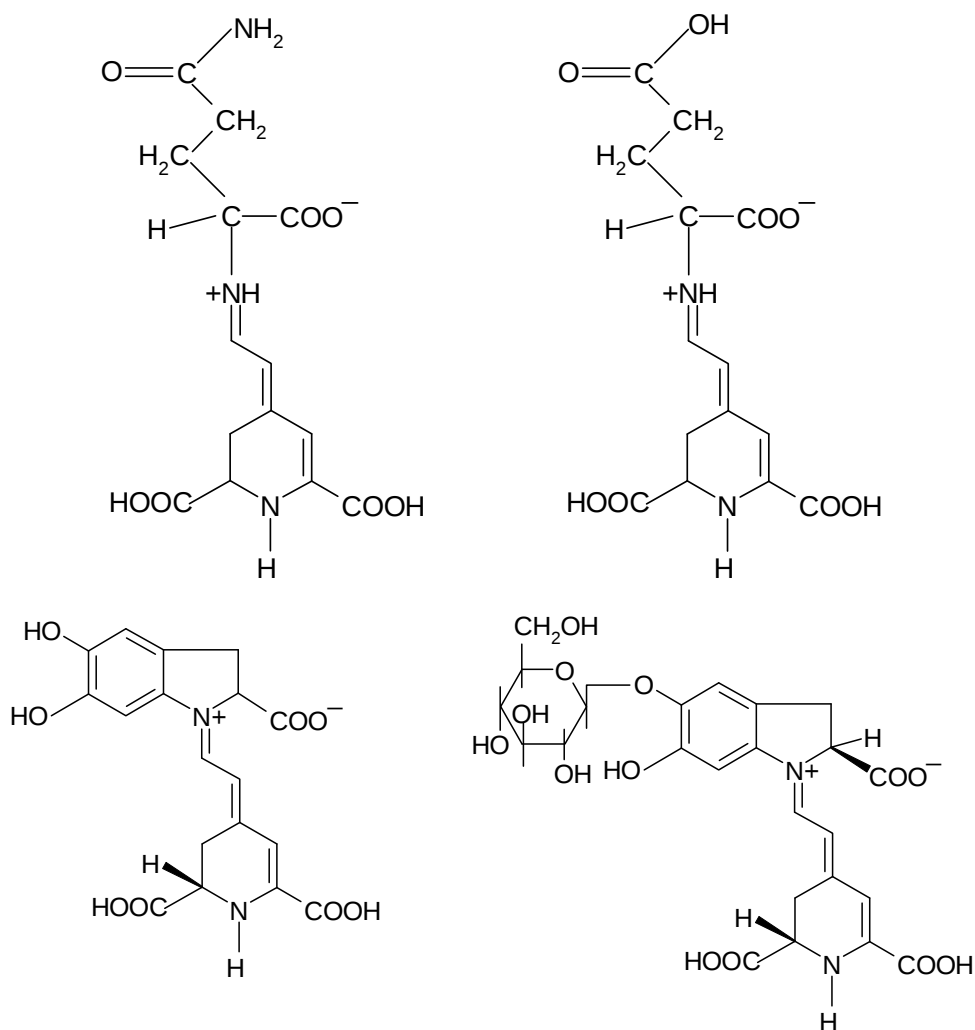
این رنگ دانه‌ها با آهن رنگ های سبز آبی تولید می‌کنند. هسپریدین فلاوانونی است که در مرکبات وجود دارد.



شکل ۷-۷- ساختار تعدادی از آنتوسیانیدین‌های مهم. سیانیدین (I) ، پنیدین (II) ، دلفیدین (III)

رنگدانه‌های چغندر:

رنگدانه های چغندر رنگدانه‌های سرخ و زرد می‌باشد که بتالاین نامیده می‌شوند و از دسته بتاسیانین‌های سرخ و بتاگزانتین‌های زرد هستند و یک منبع خوب رنگدانه‌های سرخ و زرد برای رنگ کردن مواد غذایی می‌باشند.



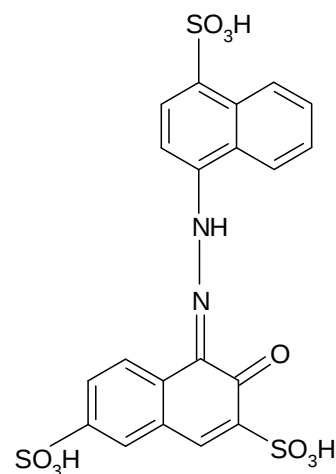
شکل ۷-۸- ساختار بتالاین های طبیعی موجود در چغندر قند

۷-۲-۴- رنگهای غذایی صنعتی

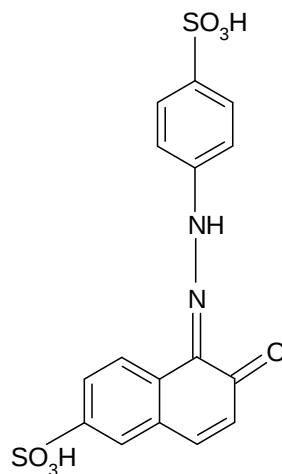
از این دسته می‌توان به کارامل‌ها و ملانوئیدین‌ها اشاره کرد. کارامل از کربوهیدرات‌ها تهیه می‌شود و منبع اصلی آن قند ذرت می‌باشد که بعد از تبدیل به شربت و هیدرولیز به وسیله آنزیم‌های آمیلاز و آمیلوگلوکوزیداز تبدیل به کارامل می‌شود. دو نوع کارامل شهرت بیشتری دارند کارامل مثبت که در محیط آمونیاک و کارامل منفی که در محیط نمک‌های آمونیوم تهیه می‌شوند. از کارامل منفی که در الکل محلول است به عنوان رنگ نوشابه استفاده می‌شود.

۷-۳- رنگدانه‌های مصنوعی و سنتزی مواد غذایی

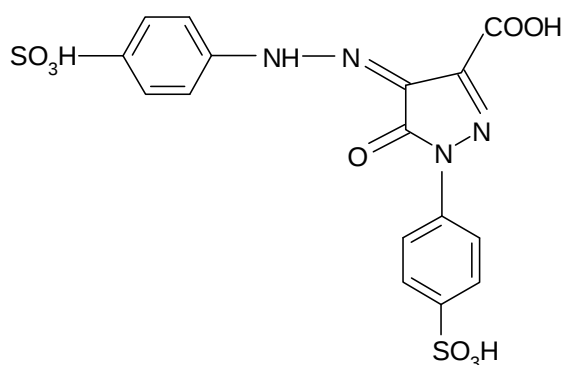
مواد رنگزای مصنوعی به دلیل پایداری زیاد و قدرت و تنوع رنگی در بازار فروش مواد غذایی نقش بسزایی را ایفا می‌نمایند. مهمترین گروه مواد رنگزای خوراکی سنتزی از دسته رنگهای آزو می‌باشند. و سه نوع از این مواد رنگزا که در بازار مشهور بوده و کاربرد زیادی دارند که عبارتند از زرد سانسیت، آمارانت و تارترازین.



آمارانت



زرد سانسیت



تارترازین

رنگ‌های سنتزی مواد غذایی تحت پوشش اصلاحیه افزودن‌های رنگی موجود در قانون غذا، دارو و مواد آرایشی آمریکا قرار دارند و تحت شماره‌ها و رنگ‌های خاص توصیف می‌شوند. برای مثال رنگ آمارانت به صورت *FD&C* تحت *red. No. 2* نامیده می‌شود. در سال‌های اخیر رنگ‌های محلول در چربی از لیست حذف شده و فقط رنگ‌های محلول در آب در لیست تایید شده قرار گرفته‌اند.

قرمز شماره ۳ FD&R (اریتروزین)
قرمز شماره ۴۰ FD&R (قرمز آلورا)
نارنجی بی FD&R
زرد شماره ۶ FD&R (زرد خورشیدی)
زرد شماره ۵ FD&R (تارترازین)
سبز شماره ۳ FD&R (سبز تند)
أبی شماره ۱ FD&R (أبی برلیان)
أبی شماره ۲ FD&R (ایندیگوتین)
قرمز پرتغالی شماره ۲

فصل هشتم

رنگرزی الیاف

۸-۱- مقدمه

بیشتر مواد رنگزا برای رنگرزی منسوجات و کالاهای لیفی و پلاستیکی به کار می‌روند ولی این مواد موارد مصرف زیادی در صنایع دیگر نیز دارند که می‌توان به صنایع الکتروفتوگرافی، الکترونیکی، امنیتی و پزشکی اشاره کرد. در این فصل در رابطه با کاربرد مواد رنگی در صنایع نساجی و پلاستیکی بطور مختصر بحث خواهد شد و در فصل بعدی به تعدادی از تکنولوژی‌های مدرن اشاره خواهد شد که از مواد رنگزا استفاده می‌کنند.

صنعت نساجی یکی از صنایع مهم در جهان امروز می‌باشد که در طی سه فرآیند ریسندگی، بافندگی و رنگرزی الیاف خام تبدیل به پارچه می‌گردند.

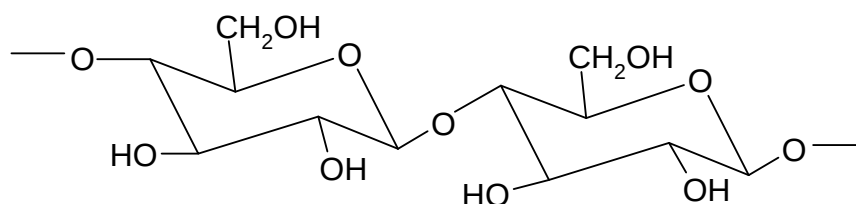
در جهان امروز با گسترش و تولید رنگ‌های مصنوعی و توسعه این صنعت رنگرزی الیاف پیشرفت‌های زیادی کرده و دستگاه‌های جدید و پیشرفته‌ای در این صنعت بکار گرفته می‌شود که می‌توان از روش چاپ انتقالی یاد کرد.

رنگرزی الیاف براساس نفوذ مولکول‌های رنگ و جذب سطحی این مولکول‌ها در سطح داخلی الیاف صورت می‌گیرد و برای بررسی بهتر لازم است ساختار شیمیایی الیاف مرسوم بررسی گردد. الیافی که در صنعت نساجی کاربرد دارند می‌توان به دو دسته کلی الیاف طبیعی و الیاف مصنوعی طبقه‌بندی کرد.

۸-۲- الیاف طبیعی

الیاف طبیعی با توجه به منشأ تولیدشان به سه زیر دسته الیاف گیاهی، الیاف حیوانی و الیاف معدنی طبقه‌بندی می‌شوند.

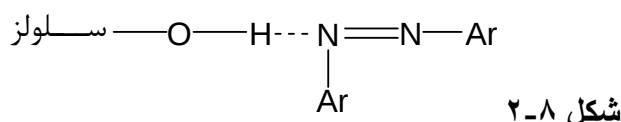
الف) الیاف گیاهی : این الیاف از قسمت‌های مختلف گیاهان بدست می‌آیند که می‌توان به پنبه، کتان، کنف و نارگیل اشاره کرد که ساختمان سلولزی دارند و مشهورترین این الیاف پنبه است که ساختار شیمیایی آن که تقریباً سلولز خالص می‌باشد به صورت زیر است :



شکل ۸-۱- بسیار ۱ و ۴-O-β-D- گلوکوپیرانوزید)

سلولز متشکل از واحدهای D-β- گلوکو-۱-پیرانوزی می‌باشد که با اتصال‌های گلیکوزی -β-۱ و ۴ به هم پیوسته‌اند و یک پلی ساکارید می‌باشد که از چند هزار واحد گلوکزی تشکیل

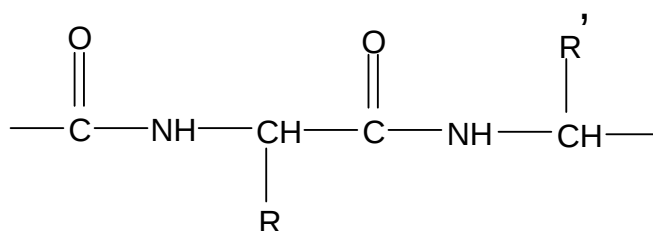
یافته که این مولکول‌های پلیمری با پیوندهای هیدروژنی در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند. وجود گروه‌های هیدروکسیل در سلولز از عوامل مهمی است که در رنگریزی این الیاف و ایجاد پیوندهای شیمیایی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همانطور که در شکل ۸-۲ نشان داده شده است، این الیاف از مولکول‌های زنجیری بلند سلولز تشکیل شده‌اند و دارای سطوح داخلی بزرگی می‌باشند گروه‌های OH - روی واحدهای گلوکزی سازنده سلولز توانایی تشکیل پیوندهای هیدروژنی با مولکول‌های رنگ را دارند.



کلیه رنگ‌هایی که دارای گروه‌های الکترون دهنده مانند آمینی و آرو می‌باشند و همچنین دارای گروه‌های گیرنده الکترون مثل گروه‌های هیدروکسیل و آمیدی می‌باشند توانایی تشکیل پیوند هیدروژنی با الیاف سلولزی را دارند. اما این پیوندها معمولاً ضعیف می‌باشند.

ب) الیاف حیوانی: این الیاف از قسمت‌های پوستی حیوانات و همچنین ترشحات آنها بدست می‌آیند که می‌توان به پشم، مو، خز و ابریشم اشاره کرد. از این الیاف ساختار شیمیایی پشم و ابریشم را بررسی می‌نمایم.

پشم مشهورترین الیاف حیوانی می‌باشد که دارای ساختمان پروتینی بوده و از α -آمینو اسیدها تشکیل شده است. ساختار کلی پشم در شکل ۸-۳ نمایش داده شده است.

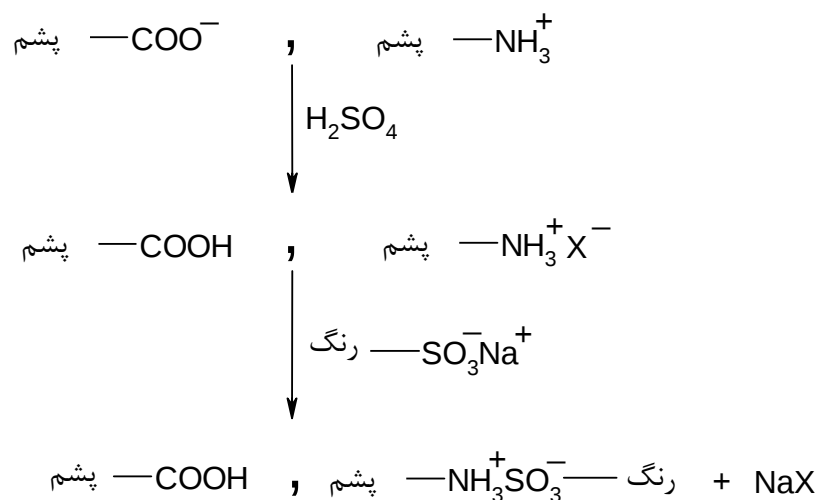


شکل ۸-۳- ساختار پشم

بر روی گروه‌های R و R' گروه‌های قطبی آزاد مانند آمینی و کربوکسیلی وجود دارد که مراکز قطبی روی این الیاف را تشکیل داده و به عنوان گروه‌های اسیدی و بازی در رنگریزی پشم نقش مهمی را دارند.

رنگ‌هایی که برای رنگریزی پشم به کار می‌روند اغلب دارای گروه‌های قطبی مانند گروه‌های سولفونیک اسید یا کربوکسیلیک اسید (به صورت نمک سدیم) می‌باشند که به وسیله جاذبه‌های الکترواستاتیک یا پیوند یونی به الیاف متصل می‌شوند. البته این الیاف در آب دارای بار منفی

می‌شوند و اگر رنگهای به کار رفته نیز بصورت آنیونی باشند باید بار روی الیاف کم یا عوض شود چون بارهای همنام همدیگر را دفع می‌نمایند در این صورت به محیط حمام رنگریزی معمولاً یک اسید که اسید سولفوریک رقیق می‌باشد اضافه می‌گردد.



شکل ۸-۴- تعویض بار

همانطور که در شکل ۸-۴ مشاهده می‌شود بعد از یونش الیاف در حمام رنگ یون‌های H^+ حاصل از اسیدسولفوریک بار منفی روی گروه‌های کربوکسیلات را خنثی می‌کنند و در نتیجه مولکول‌های رنگ که دارای بار منفی می‌باشند جاذبه الکترواستاتیک با گروه‌های $-\text{NH}_3^+$ روی پشم ایجاد می‌کنند. الیاف پشمی نیز دارای سطوح داخلی بزرگ می‌باشند که آب به همراه مولکول‌های رنگ در شیارهای داخلی الیاف نفوذ می‌نماید و با گروه‌های قطبی روی این الیاف پیوند یونی برقرار می‌نماید.

ابریشم: این الیاف نیز همانند الیاف پشمی ساختار پروتئینی دارند اما گروه‌های R و R' روی اسیدهای آمینه این الیاف گروه‌های قطبی کمتری داشته و خطی‌ترند و سطوح داخلی این الیاف نسبت به پشم کمتر می‌باشد. ابریشم برخلاف تمام الیاف طبیعی مانند پنبه و پشم، یک ساختار سلولی ندارد و روش ساخت آن شبیه الیاف مصنوعی می‌باشد. دو نوع اصلی کرم ابریشم وجود دارد: وحشی و تربیت شده.

نوع تربیت شده یا اصلاح شده آن ابریشم مرغوب تولید می‌کند. کرم ابریشم وحشی الیاف محکم‌تر، انعطاف‌پذیرتر و مقاوم‌تر تولید می‌کند ولی عیب عمده آن نایک‌نواخت بودن الیاف است.

ج) الیاف معدنی : الیاف این گروه از سنگ‌های معدنی بدست می‌آیند که می‌توان به آربست (پنبه کوهی) اشاره کرد. استفاده از این الیاف در طولانی مدت ممنوع بوده و باعث ایجاد سرطان ریه می‌گردد. این الیاف مصارف صنعتی دارند و بیشتر در پارچه‌های ضدحریق استفاده می‌شوند.

۸-۳- الیاف مصنوعی

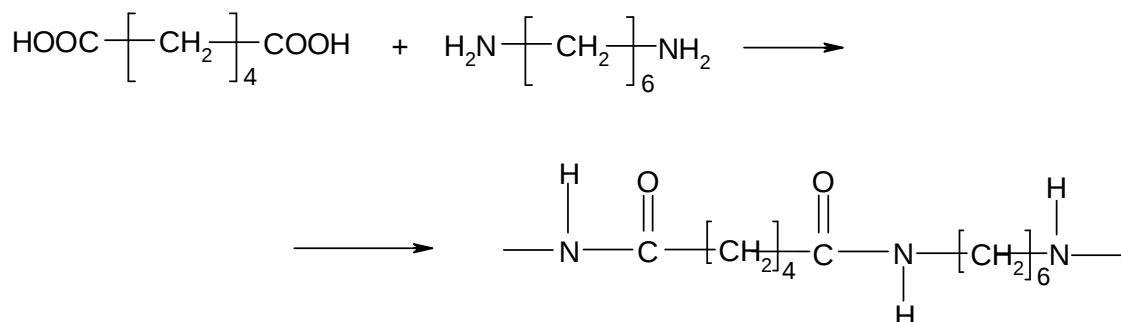
الیاف مصنوعی نساجی به طور کلی پلیمر بوده و از یک سری مونومرهای ساده تشکیل شده‌اند که ممکن است این مونومرها ساختار ساده یا پیچیده داشته باشند. اندازه مولکولی پلیمر به شناسایی خواص مکانیکی آن کمک می‌کند.

این الیاف خود به دو دسته‌های الیاف رژنره (الیاف با مواد اولیه طبیعی) و الیاف سینتتیک (الیاف با مواد اولیه مصنوعی) تقسیم می‌شوند.

الف) الیاف رژنره : این الیاف، الیافی می‌باشند که ماده تشکیل دهنده و اولیه آنها بطور طبیعی وجود دارد و با اجرا عملیات شیمیایی و صنعتی به صورت الیاف قابل استفاده برای مصارف نساجی تبدیل می‌شوند که می‌توان به سلولز بازیافته نظیر رایون و اسکوز، استرسلولز ماندن استات سلولز نوع دوم و سوم، الیاف جلبک‌های دریایی و پروتئین بازیافت شده نظیر کازئین شیر اشاره کرد. مشهورترین این الیاف که کاربرد زیادی دارند الیاف استات سلولز می‌باشند. هر واحد گلوکز در سلولز دارای سه گروه هیدروکسیل می‌باشد که اگر آنها را استیله نمائیم تولید سلولز تری استات (CT) را می‌نماید. و اگر با هیدرولیز قلیایی کنترل شده تعدادی از این گروه‌های استیل را حذف کنیم محصول بدست می‌آید که به اِزاء هر واحد گلوکز ۲ گروه هیدروکسیل استیله شده وجود دارد که به این نوع الیاف استات سلولز نوع دوم (CA) گفته می‌شود. الیاف استات سلولزی مصرف بیشتری از خود سلولز دارند و علت آن قابلیت انحلال این الیاف در حلال‌های معروفی مثل کلروفرم و استن می‌باشد.

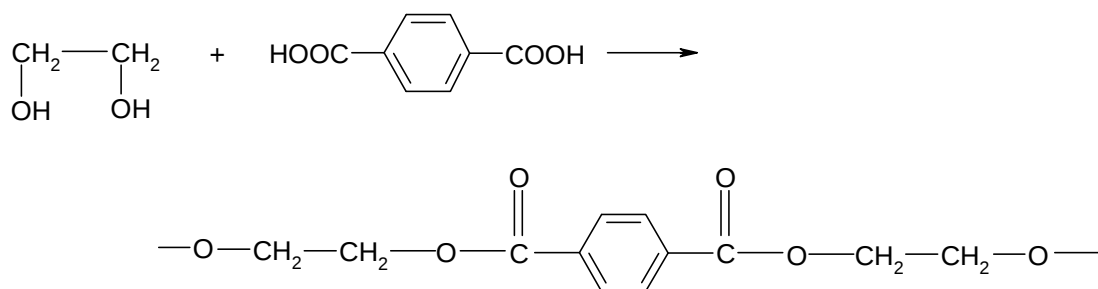
ب) الیاف سینتتیک : این الیاف از مواد شیمیایی تهیه می‌شوند و طبیعت در ساختن آنها هیچگونه نقشی ندارد و با اجرای فرایندهای شیمیایی لازم این الیاف تولید می‌شوند که می‌توان به پلی‌آمیدها نظیر نایلون، پلی‌استرها نظیر تریلن و ... اشاره کرد. الیاف مصنوعی به سه روش ذوب ریسی، ترریسی و خشک ریسی تولید می‌شوند و سطح مقطع این الیاف می‌توان در جریان ریسندگی به شکل‌های مختلفی دربیاید.

از الیاف پلی‌آمید می‌توان به نایلون ۶ و ۶ اشاره کرده که از پلیمر شدن آدیپیک اسید و هگزامتیلن دی‌آمین ایجاد می‌شود (شکل ۸-۵).



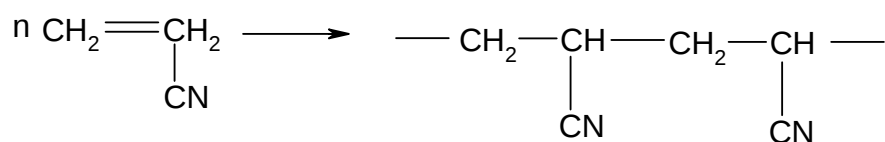
شکل ۵-۸- نایلون ۶ و ۶

در الیاف پلی آمید مونومرها به وسیله پیوندهای آمیدی به یکدیگر متصل می‌شوند. از الیاف مشهور پلی استری می‌توان به تریلن اشاره کرد که از پلیمریزاسیون ترفتالیک اسید و اتیلن گلیکول تولید می‌شود در این الیاف مونومرها به وسیله پیوندهای استری الیاف را ایجاد می‌کنند (شکل ۶-۸).



شکل ۶-۸- ساختار تریلن

از دیگر الیاف مصنوعی مشهور می‌توان به الیاف اکریلیک اشاره کرد که یکی از مشهورترین آنها اورلن می‌باشد که از پلیمریزاسیون آکریلونیتریل ایجاد می‌شود.

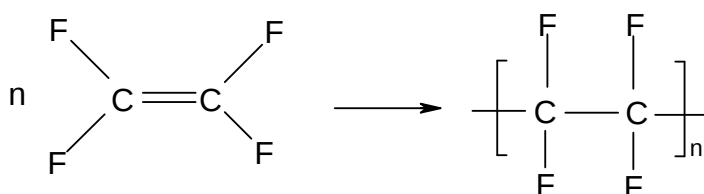


شکل ۷-۸- ساختار اورلن

امروزه الیاف اکریلیک جدید به وسیله کوپلیمریزاسیون آکریلونیتریل با سایر مونومرها اصلاح می‌گردند.

تفلون (پلی تترافلورواتیلن) : پلی تترافلورواتیلن ماده‌ای است که در ساختار آن نیروهای واندروالس زیادی وجود دارد و همین عامل باعث می‌شود که نقطه ذوب آن بسیار بالا باشد و همچنین میزان جذب آن معادل صفر است.

بنابراین الیاف آن در شرایط خشک و خیس یکسان بوده و مقاومت آن در برابر حرارت و مواد شیمیایی فوق العاده زیاد است.



شکل ۸-۸- ساختار تفلون

۸-۴- ساختار داخلی الیاف

در جریان عمل ریسندگی از مجموعه الیاف نخ ساخته می‌شود. یک لیف از مجموعه رشته‌های ریزی بنام فایبریل تشکیل شده است و هر فایبریل خود از مجموعه ماکرومولکول‌های زنجیری که به موازات هم در طول محور فایبریل قرار دارند و به وسیله پیوندهای عرضی به هم متصل شده‌اند ایجاد شده است. مولکول‌های زنجیری بزرگ که فایبریل را ایجاد می‌کنند ممکن است در قسمت‌هایی ساختار منظم و بلورین و در قسمت‌های ساختار بی‌نظم داشته باشند. موازی قرار گرفتن مولکول‌ها و نظم آنها در الیاف مصنوعی و طبیعی متفاوت است و الیاف مصنوعی معمولاً دارای نظم بیشتر و متنوع‌تری می‌باشند ولی در الیاف طبیعی این نظم‌ها یکسان نیست. برای مثال در الیاف سلولزی مانند کتان، کنف و پنبه آرایش‌ها یکسان نمی‌باشد درحالی‌که هر سه این الیاف ساختار سلولزی دارند.

به وسیله کشش آرایش مولکولی الیاف افزایش می‌یابد و همچنین مولکول‌های تشکیل دهنده الیاف به هم نزدیک‌تر می‌گردند و پیوندهای بین مولکولی ایجاد می‌نمایند که باعث استحکام الیاف می‌گردد.

۸-۵- پیوندها و نیروهای بین مولکولی بین الیاف و رنگ

رنگ‌ها مواد فعال سطحی می‌باشند و هنگامیکه در آب حل می‌شوند اکثراً در سطح محلول جمع می‌شوند هنگامیکه رنگ‌رزی صورت می‌گیرد نیروهای شیمیایی که باعث پیوستن مولکول‌های رنگ به مولکول‌های الیاف می‌شوند، از نوع جذب سطحی می‌باشد. چهار نوع نیروی لازم در جذب و نفوذ مولکول‌های رنگ به الیاف همان پیوندهای شیمیایی درجه یک یعنی پیوندهای یونی و کووالانسی و درجه دو یعنی پیوندهای هیدروژنی و واندروالسی می‌باشند.

الف) پیوندهای کووالانسی: این نوع پیوند قویترین و بهترین نوع پیوند در رنگ‌رزی بین الیاف و مولکول‌های رنگ می‌باشد و ثبات خیلی خوب داشته و شکستن آن بسیار مشکل است اما فقط رنگ‌های راکتیو هستند که این پیوند را تشکیل می‌دهند و اکثر رنگ‌ها قادر به ایجاد این نوع پیوندها نمی‌باشند.

ب) پیوندهای یونی: این نوع پیوند بین رنگ‌ها و الیافی ایجاد می‌شود که دارای گروه‌های قطبی با بار مخالف باشند. ولی اکثر رنگ‌های محلول در آب آنیونی می‌باشند و الیاف نیز در آب به صورت بار منفی ظاهر می‌شوند در نتیجه بین مولکول‌های رنگ و الیاف به واسطه بارهای همنام دافعه ایجاد می‌گردد که برای جلوگیری و کم کردن این امر بار روی الیاف کمتر یا عوض می‌شود که این عمل با اضافه کردن نمک به حمام رنگ‌رزی الیاف سلولزی و اسید به حمام الیاف پروتئینی و نایلونی انجام می‌گیرد.

پ) پیوندهای هیدروژنی: این پیوندها بین الیاف و رنگ‌هایی ایجاد می‌شوند که در آن‌ها گروه‌های الکترون دهنده و الکترون پذیرة لازم برای ایجاد پیوند هیدروژنی وجود داشته باشند.

ت) پیوندهای واندروالسی: همانطور که می‌دانیم این پیوندها جزء ضعیف‌ترین پیوندهای بین مولکولی هستند اما زمانی که الیاف و مولکول‌های رنگ دارای مولکول‌های مسطح و دراز و همچنین دارای گروه‌های هیدروکربنی باشند اهمیت خاصی پیدا می‌کنند و حضور آب در حمام رنگ‌رزی باعث جذب رنگ به ساختار الیاف می‌گردد که به این پدیده اثر هیدروفوبیک می‌گویند این گروه‌های هیدروکربنی که آب‌گریز می‌باشند از آب دوری جسته و بهم می‌چسبند.

۸-۶- عوامل موثر در رنگ‌رزی

در یک رنگ‌رزی خوب عوامل متعددی دخالت دارند که در این قسمت به بررسی آنها می‌پردازیم:

۱- دما : در رنگرزی نساجی، رنگرزی در دمای نقطه جوش حمام انجام می‌گیرد. افزایش دما باعث بهبود عمل رنگرزی می‌گردد که دلیل آن افزایش سرعت رنگرزی، کاهش مقدار رنگ جذب شده به لیف و رنگرزی یکنواخت می‌باشد.

۲- افزایش مواد افزودنی به حمام رنگ : که در رنگرزیهای مختلف این مواد فرق می‌کند و باعث بهتر شدن، مقاومت بیشتر و ثبات رنگرزی می‌گردد. این مواد عبارتند از اسیدها برای رنگرزی الیاف پروتئینی و نایلونی در رنگ‌های اسیدی، واکنشگرهای احیاء کننده و قلیاها در رنگرزی با رنگ‌های خمی و گوگردی، نمک‌ها برای رنگرزی الیاف سلولزی با رنگ‌های آنیونی و معرف‌های فعال کننده سطحی در رنگرزی رنگ‌های خمی و ...

۳- سرعت مناسب رنگرزی : سرعت رنگرزی به زمان نیم رنگرزی $t_{1/2}$ گفته می‌شود که زمانی است که تعادل در حمام رنگ به پنجاه درصد نهایی خود برسد. سرعت مناسب رنگرزی هم از لحاظ اقتصادی و هم از لحاظ کیفیت بسیار حائز اهمیت می‌باشد. اگر سرعت رنگرزی بالا باشد رنگرزی به صورت یکنواخت انجام نمی‌گردد و الیاف رنگ همگنی به خود نمی‌گیرند قسمتی از الیاف پررنگ و قسمتی دیگر کم رنگ می‌گردند و اگر سرعت رنگرزی پایین باشد باعث ضایعات در الیاف و مصرف انرژی زیاد می‌گردد که مقرون به صرفه نمی‌باشد.

۴- اثرات هندسی مولکول رنگ : انتخاب رنگ مناسب با توجه به ساختار مولکولی، مولکول رنگ در یک رنگرزی بسیار اهمیت دارد. رنگ‌های دارای ساختار سطح، مولکول باریک و لاغر باعث نفوذ بیشتر و بهتر به داخل الیاف شده و رنگرزی بهتر را باعث می‌شوند و همچنین مقاومت رنگ در مقابل شستشو با افزایش وزن و ابعاد مولکولی در رنگ‌هایی که گروه‌های قطبی یکسان دارند افزایش پیدا می‌کند.

۷-۸- انواع رنگرزی

از زمان‌های قدیم رنگرزی منسوجات به دو روش صورت می‌گرفت:

۱- رنگرزی در حمام رنگ: در این روش در حمام‌های بزرگ رنگ که دارای بهم زندهای قوی می‌باشند مقدار زیادی منسوجات وارد شده و در مدت زمان کوتاهی رنگرزی می‌شوند.

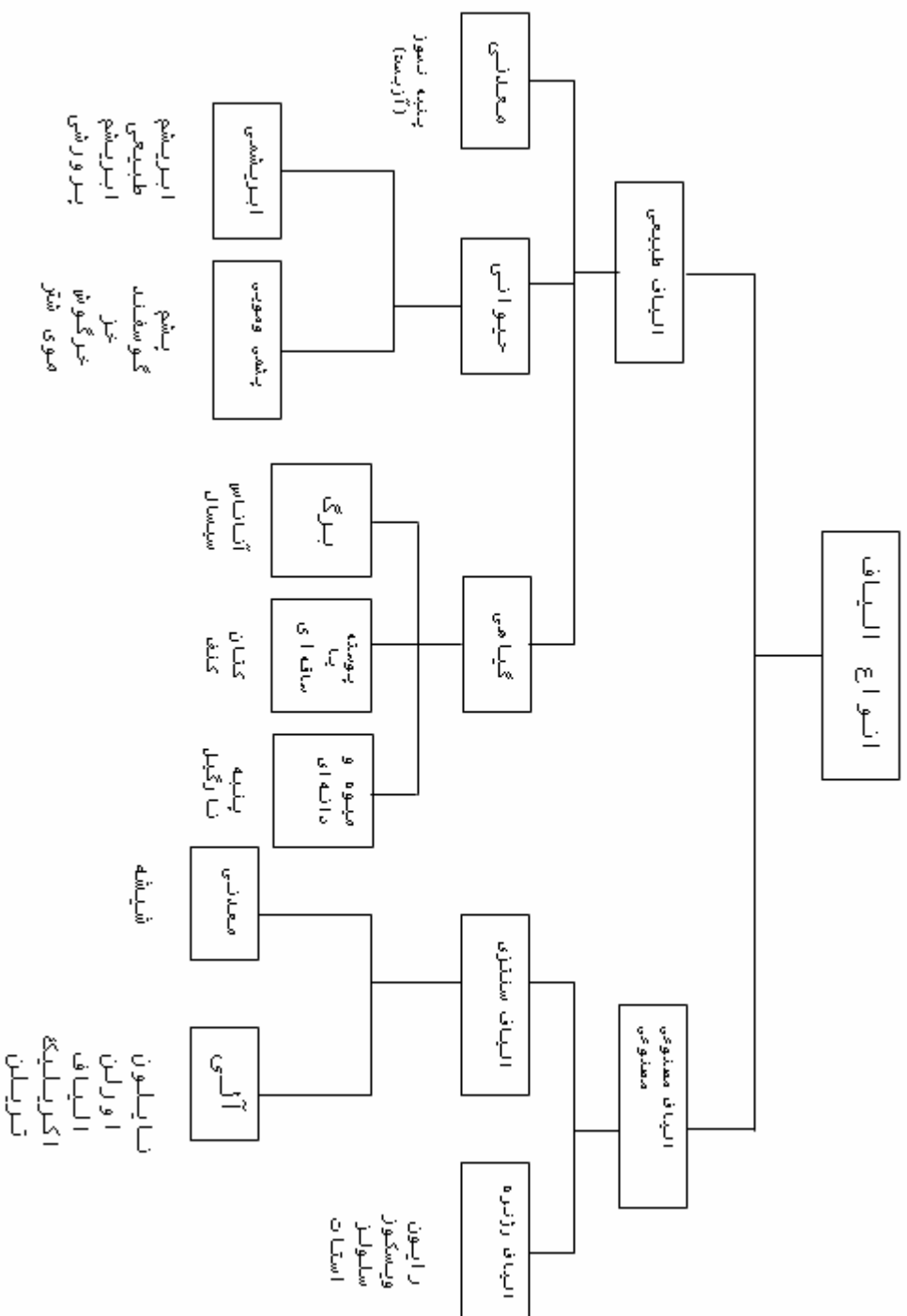
۲- روش چاپ : این روش دارای متدهای مختلفی می‌باشد که در زیر به آن اشاره می‌شود:

الف) چاپ استوانه‌ای (غلتکی) : در این روش غلتک‌های فلزی گراور شده به تعداد رنگ‌ها موجود در طرح مورد استفاده قرار می‌گیرند و بعد از آغشته شدن به خمیر رنگی چاپ، باعث چاپ طرح بر روی پارچه می‌شوند در این روش بعد از چاپ با بخار آب عمل فیکس و سپس شستشو با صابون انجام گرفته و در انتها خشک می‌شود.

ب) چاپ قالبی : در این روش برای هر قسمت از طرح قالب‌هایی از چوب حکاکی می‌گردند سپس قالب توسط مواد رنگی که آغشته به چسب یا محلول نشاسته بعنوان غلیظ کننده می‌باشد آغشته شده و بر روی پارچه چاپ می‌گردد.

پ) چاپ انتقال حرارتی : در این روش رنگ توسط تصعید از کاغذی که قبلاً رنگ شده به الیاف به صورت بخار انتقال می‌یابد. قبل از چاپ باید کاغذ انتقالی که با مرکب چاپ غیر آبی که با رنگ مربوط آغشته شده است تهیه شود و سپس در اثر حرارت بر روی پارچه الیاف انتقال پیدا بکند. از این روش در رنگرزی الیاف پلی‌استر، نایلون و سلولز استات و ... استفاده می‌شود و الیاف مربوطه به مدت نیم ساعت در دمای 200°C چاپ می‌گردند. این روش به دلیل هزینه کم، زمان کوتاه و عدم استفاده از مواد تثبیت کننده و همچنین ساده بودن کاربردهای گسترده‌ای دارد.

ت) چاپ غربالی : در این متد بر روی اسکت چوبی غربال‌هایی از پارچه ابریشم ساخته می‌شود و طرح‌های به غربال انتقال داده می‌شود.

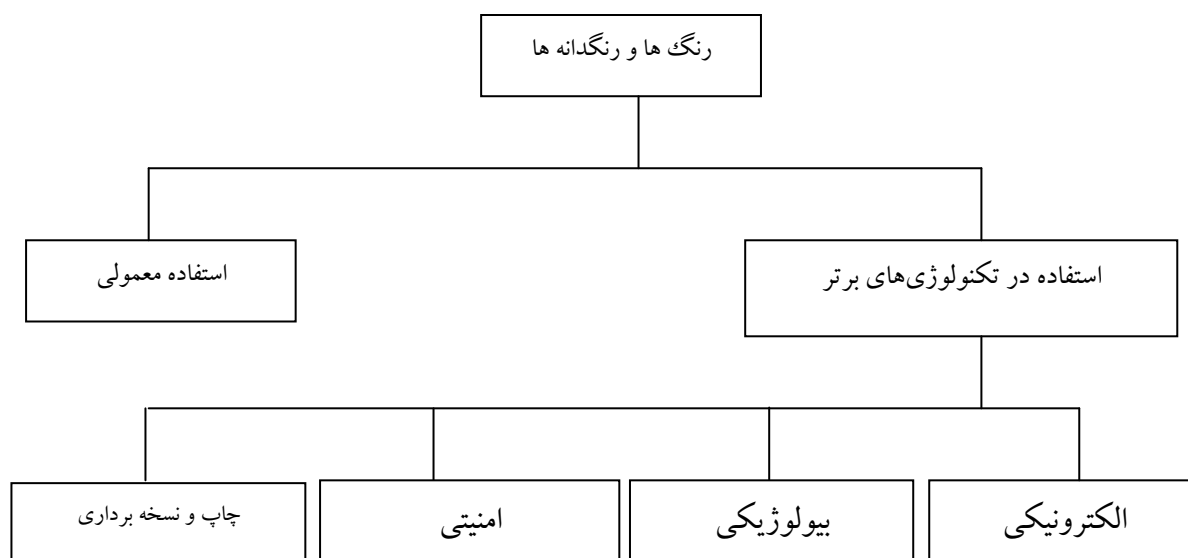


فصل نهم

استفاده از مواد رنگی در تکنولوژی مدرن

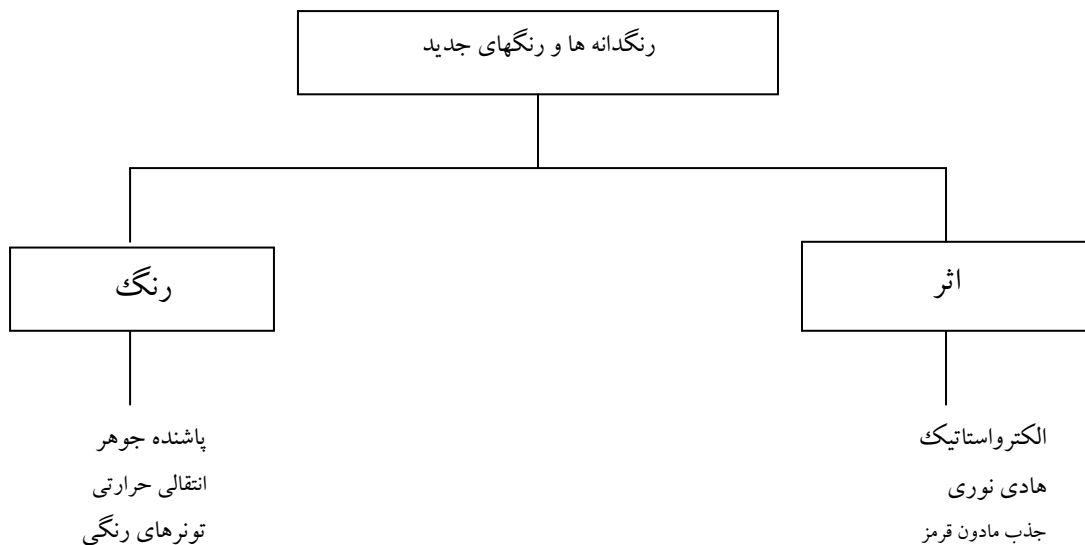
۹-۱- مقدمه

از مواد رنگی آلی بطور مرسوم و سنتی در رنگرزی الیاف، کاغذ، پلاستیک و چرم استفاده می‌شود اما در سال‌های اخیر این مواد در تکنولوژی‌های مدرن موارد مصرف زیادی پیدا کرده‌اند که در این فصل به بررسی چهار کاربرد مهم این مواد در صنایع مدرن می‌پردازیم (شکل ۹-۱).



شکل ۹-۱- کاربردهای رنگها و رنگدانه ها در مهمترین تکنولوژیهای برتر

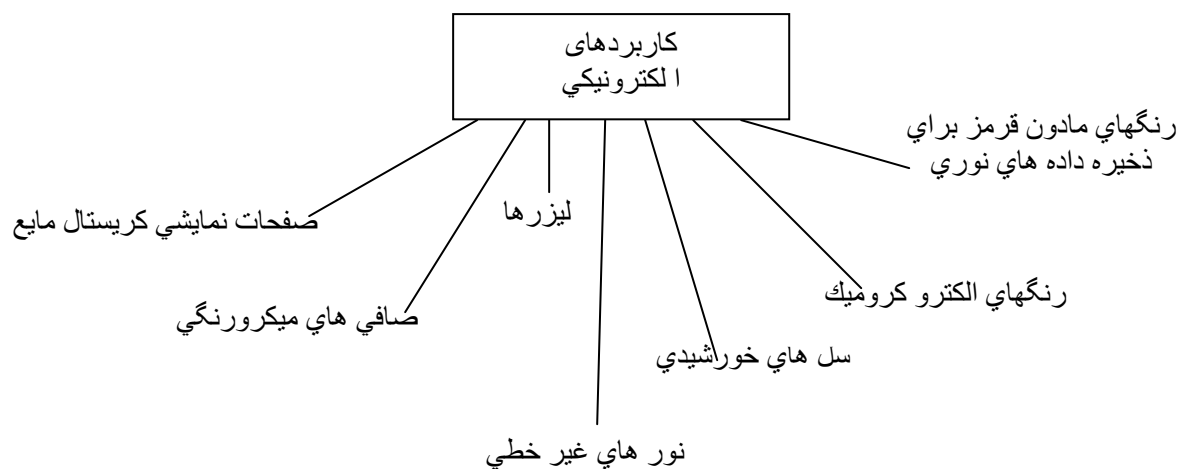
یکی از کاربردهای مواد رنگی آلی در صنعت الکترونیک می‌باشد که در این فصل بطور خلاصه بررسی خواهد شد. از کاربرد این مواد در صنعت چاپ سه تکنولوژی چاپگرهای افشاننده جوهر، چاپگرهای حرارتی و الکتروفتوگرافی که مشابه فتوکپی و چاپگرهای لیزری می‌باشد بیشتر بحث خواهد شد و همچنین استفاده از رنگدانه‌های آلی به ویژه جاذب‌های مادون قرمز (IR) در دو بحث پزشکی و امنیتی بررسی خواهند شد. مواد رنگی آلی از جنبه‌های مختلف در صنایع جدید کاربرد دارند قسمتی از این کاربردها بخاطر رنگی بودن آنها می‌باشد اما قسمتی دیگر از کاربرد این مواد به خاطر خاصیت ویژه و خاصی از آنهاست نه به خاطر رنگی بودن آنها. نمونه‌هایی از این کاربردها مانند تأثیرات الکتریکی این مواد را در انتقال نوری و هادی‌های نوری و شارژ الکترواستاتیک تونرها در دستگاه‌های فتوکپی و چاپگرهای لیزری می‌باشند. همچنین می‌توان به جذب انتخابی پرتوهای مادون قرمز (IR) توسط این مواد اشاره کرد (شکل ۹-۲).



شکل ۹- ۲- اثرات رنگها و رنگدانه ها در فرایندهای چاپ و نسخه برداری

کاربردهای الکترونیکی :

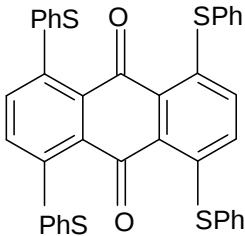
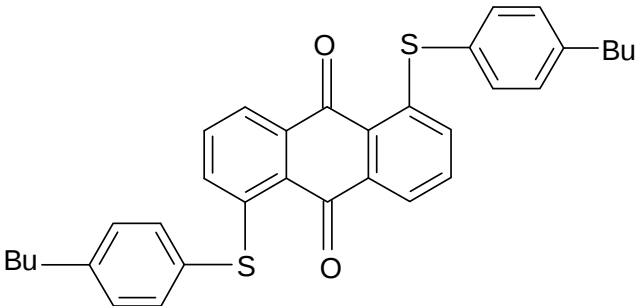
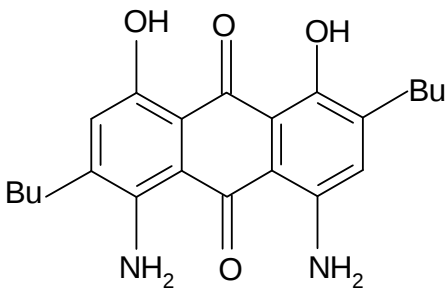
عصری که ما در آن زندگی می‌کنیم توسط مورخان به عصر الکترونیک معروف شده است. تکنولوژی چیپ‌های سیلیکونی بسیاری از ابعاد زندگی ما را در بر گرفته است و این روند با سرعت فزاینده‌ای ادامه دارد. ما قبلاً تعداد زیادی از مثال‌های تکنولوژی الکترونیکی را مشاهده کرده‌ایم که تکنولوژی سنتی را جابجا کرده است. برای مثال می‌توان به جایگزینی ساعت‌های معمولی با ساعت‌های دیجیتال، رشد اسباب بازی‌های الکترونیکی و میکرو کامپیوترها اشاره کرد. در تعدادی از این تکنولوژی‌های جدید مانند دیودهای انتشار نوری و لیزری (LED)، دستگاه‌های خواننده در خروجی‌های سوپرمارکت‌ها و فروشگاه‌ها، فتوکپی‌های الکترونیکی و ضبط‌های ویدئویی به مواد رنگی با خصوصیات ویژه نیاز داریم، گاهی مواد رنگی و رنگدانه‌های موجود به ویژه با خلوص بالا برای مقاصد الکترونیکی کافی می‌باشند اما بطور معمول مولکول‌های جدید رنگی برای حل مشکلات موجود در صنعت الکترونیک مورد نیاز می‌باشد. موارد اصلی که در صنعت الکترونیک به مواد رنگی نیاز دارند در شکل ۹- ۳ نشان داده شده است که در این مبحث به نورهای غیرخطی و ذخیره کننده‌های نوری اطلاعات نخواهیم پرداخت.

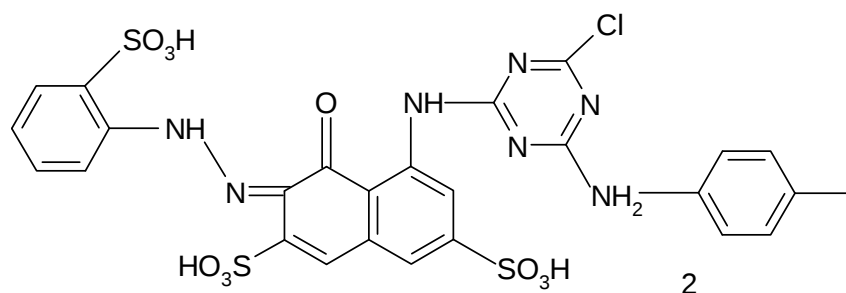


شکل ۹-۳- کاربرد مواد رنگی در صنایع الکترونیکی

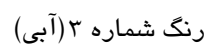
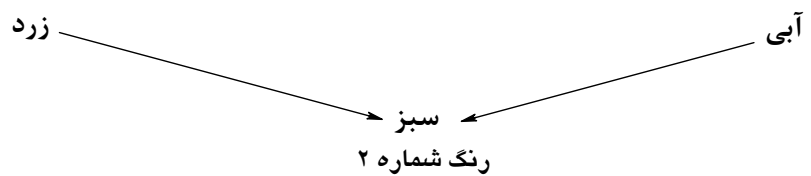
رنگ‌های مورد نیاز برای نمایشگرهای کریستال مایع امروزه از موضوعات مهم می‌باشد ساختار شیمیایی تعدادی از این رنگ‌ها که به گروه آنتراکینونی تعلق دارند در جدول (۱) نشان داده شده است.

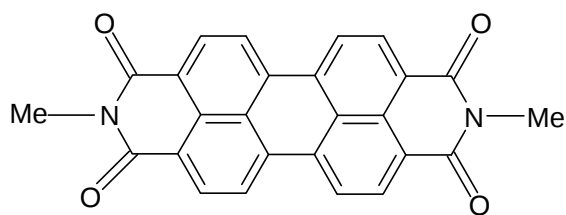
جدول ۹-۱ بعضی از رنگهای کریستال مایع آنتراکینونی

رنگ کریستال مایع	طیف رنگی	درجه پارامتری E-43
	قرمز	۰/۸۰
	زرد	۰/۸۰
	آبی	۰/۷۳

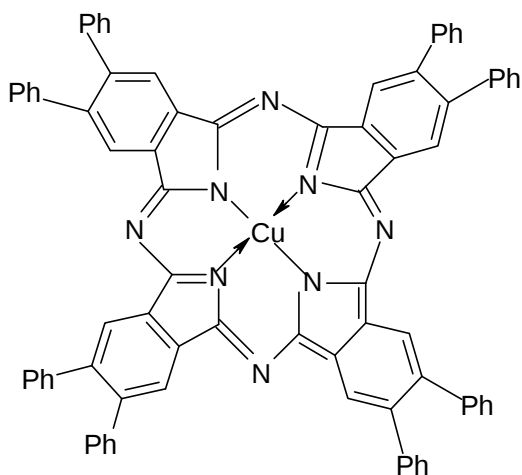


رنگ شماره ۱

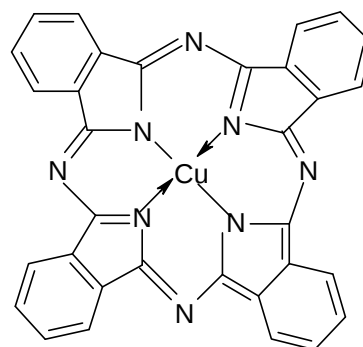




پیگمان ۴



پیگمان ۵

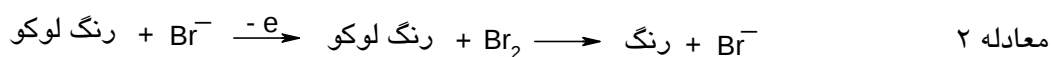
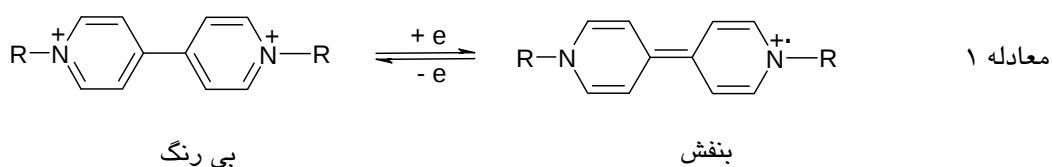
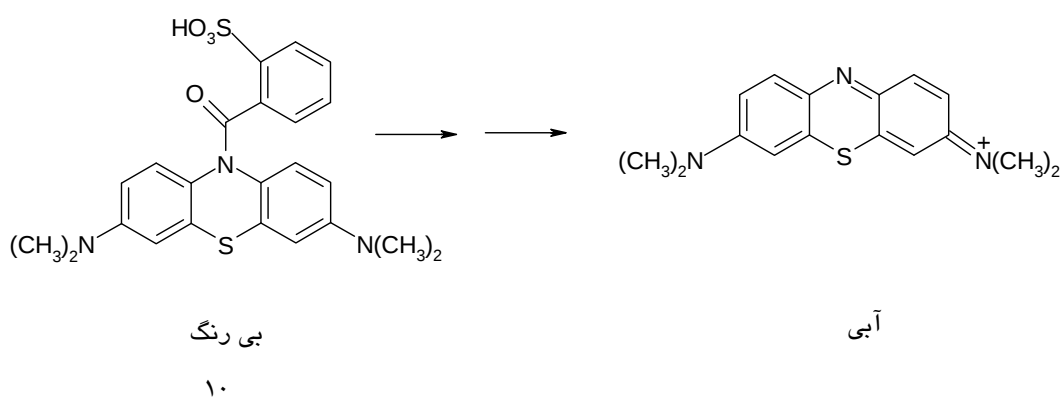
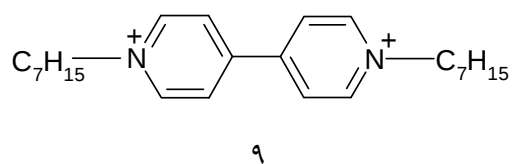
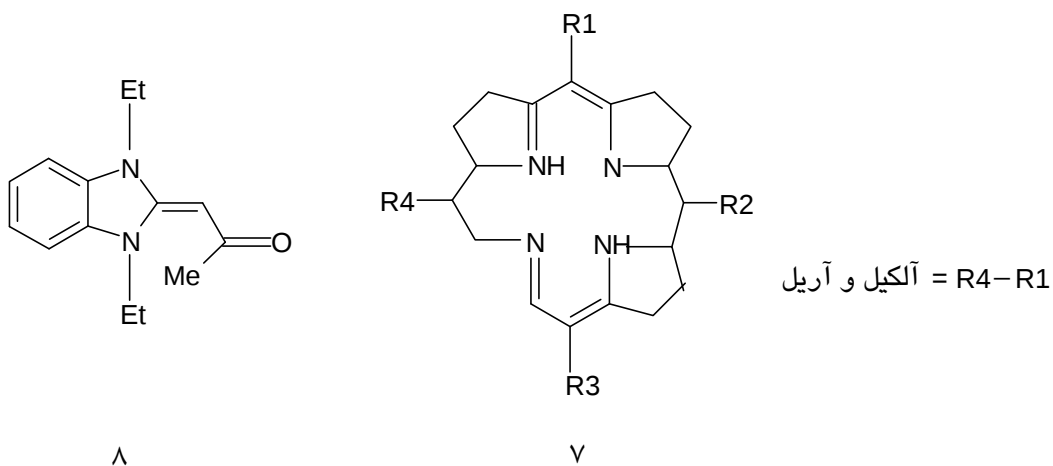


پیگمان ۶

مواد رنگی در میکروفیلترهای رنگی که در دستگاه‌های اسکن رنگی مانند دستگاه‌های ارتباطی (CCDS) به کار می‌روند ممکن است رنگ یا رنگ دانه باشند. بترتیب نمونه‌هایی از رنگ‌های قرمز، سبز و آبی ۱ و ۲ و ۳ و رنگدانه‌های ۴ و ۵ و ۶ هستند. همچنین استفاده از رنگ‌ها در لیزری‌های رنگی یکی از تکنولوژی‌های روبه‌رشد می‌باشد. نمونه‌هایی از رنگ‌های لیزری در جدول (۲) نشان داده شده است. آنها رنگ‌هایی با درجه فلورنست بالا همانند کومارین‌ها و رود آمین‌ها هستند. رنگ‌هایی که در سلول‌های خورشید به کار می‌روند بیشتر از دسته متالوسیانین‌ها (۶)، پورفیرین‌ها (۷) یا مروسیانین‌ها (۸) می‌باشند.

جدول ۹-۲- رنگهای لیزری

نام	ماکزیمم لیزر (nm)	λ_{max} (nm)	ساختار شیمیایی
کاربوستریل ۱۶۵	۴۲۵	۳۶۰	
کومارین ۱۰۲	۴۸۰	۳۸۹	
کومارین ۷	۵۷۳	۴۳۶	
رودامین ۱۰۱	۶۴۸	۵۷۶	
نیل آبی	۶۹۰	۶۲۸	
دئوتک (DEOTC)	۷۸۰	۶۸۷	
IR 140	۹۵۰	۸۲۳	



و در نهایت رنگ‌های الکتروکرمیک و یا رنگ به فرم لوکو می‌باشد مانند (۱۰) واکنش‌های رنگی شدن هریک از سیستم‌های الکتروکرمیک به وسیله معادله‌های شیمیایی ۱ و ۲ به ترتیب نشان داده شده است.

۹-۲- کاربردهای چاپ و نسخه برداری

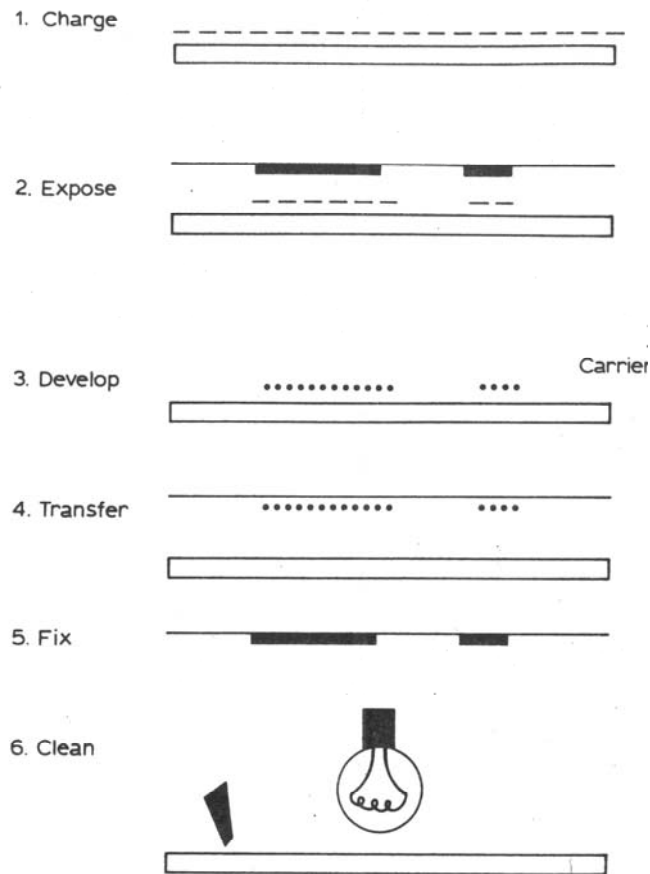
نیروی محرک برای استفاده از مواد رنگی آلی در فرآیندهای نسخه برداری تبدیل یک کپی نرم که معمولاً یک تصویر بر روی صفحه تلویزیونی یا VDU به وسیله پردازشگرهای کلمات یا الگوی مولکولی و ...، به یک کپی سخت بر روی کاغذ یا پلاستیک می‌باشد. سال‌های قبل این تبدیل با استفاده از دستگاه‌های فشاری مرسوم مانند ماشین‌های تحریر، دستگاه‌های چاپ مکانیکی و قالبی صورت می‌گرفت که دارای عیب‌های زیادی بودند که از جمله می‌توان به سروصدای زیاد آنها و همچنین تولید چاپ تا زمان اجرا و کارکرد دستگاه و تولید کند کپی متن و گرافیک با کیفیت پایین اشاره کرد. اما امروزه چاپگرهای جدید با تکنولوژی مدرن و غیرفشاری به بازار آمده است که می‌توان به چاپگرهای حرارتی، پاشنده جوهر و لیزری اشاره کرد که علاوه بر آرام و بی سروصدا بودن دارای سرعت بالابوده و همچنین توانایی چاپ متن و گرافیک را در حالت‌های تک رنگ و رنگی دارند.

۹-۲-۱ الکتروفوتوگرافی

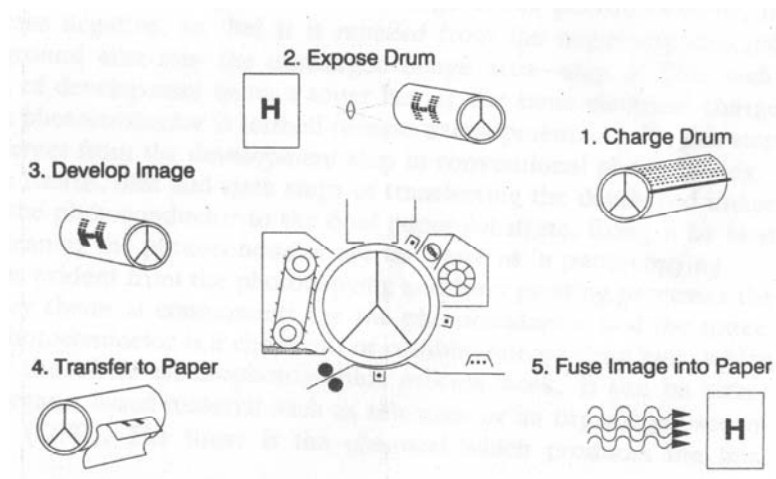
الکتروفوتوگرافی که آشنا ترین روش‌های آن فتوکپی و چاپگرهای لیزری می‌باشند بزرگترین تکنولوژی نسخه برداری می‌باشد که در آن مواد رنگی آلی نقش بسزایی دارند. دستگاه‌های فتوکپی و چاپگرهای لیزری از روش الکتروفوتوگرافی برای تولید یک تصویر از یک مدرک استفاده می‌کنند اما تفاوت‌های عمده‌ای نیز با همدیگر دارند. یک اختلاف عمده این است که در دستگاه‌های فتوکپی تعدادی کپی از یک متن اصلی تهیه می‌شود در حالیکه در چاپگرهای لیزری یک متن اصلی به وسیله چاپ یک متن یا تصویر که معمولاً از یک کامپیوتر یا فرآیند تایپ حاصل می‌شود تولید می‌گردد. همچنین در چاپگرهای لیزری برخلاف دستگاه‌های فتوکپی به یک ارتباط کامپیوتری نیاز داریم.

۹-۲-۲ فرایند فتوکپی

الکتروفوتوگرافی شامل برهم کنش انرژی نور با الکتریسیته برای تولید یک تصویر می‌باشد و اساس فرآیند فتوکپی در ۶ مرحله زیر توصیف می‌گردد (شکل ۹-۴):



شکل ۹-۴- الف- فرایند فتوکپی



شکل ۹-۴- ب- دستگاههای فرایند فتوکپی

۱- ابتدا بر روی سطح هادی نوری که معمولاً یک استوانه یا نوار می‌باشد یک بار الکتریکی یکنواخت ساکن در حدود ۶۰۰-۷۰۰ ولت توزیع می‌گردد که برای هادی‌های نوری آلی این بار منفی است.

۲- این استوانه یا نوار باردار در معرض نسخه اصلی قرار داده می‌شود و با استفاده از نور سفید یک تصویر الکترواستاتیک نامریی بر روی هادی نوری ایجاد می‌شود.

۳- تصویر نامریی الکترواستاتیک به وسیله ذرات تونر با بار مخالف توسعه داده می‌شود.

۴- تصویر توسعه یافته به ماده‌ای که باید بر روی آن منتقل شود که معمولاً کاغذ است انتقال می‌یابد.

۵- تصویر انتقال یافته به وسیله حرارت که ناشی از یک غلتک گرم است تثبیت می‌شود.

۶- در آخر هادی نوری پاک شده و آماده برای کپی بعدی می‌گردد.

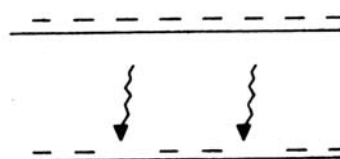
هادی نوری یک رسانای الکتریکی در حضور نور می‌باشد بطوریکه در تاریکی نارسانا است. در مرحله تصویر برداری مدرکی که باید کپی شود با نور سفید روشن می‌شود و در نتیجه از روی نور پراکنده شده و یا نوری که جذب شده (وجود ندارد) بار ساکن روی هادی نوری پراکنده می‌شود. در مقابل جایی که چاپ وجود دارد (معمولاً سیاه است) نور جذب می‌شود و نور کم و یا هیچ نوری به هادی نوری نمی‌رسد از این رو بار ساکن دست نخورده باقی می‌ماند و بدین صورت یک تصویر نامریی از مدرک روی هادی نوری تشکیل می‌گردد. از مرحله دوم به بعد یک تصویر نامریی الکترواستاتیک از مدرک بر روی هادی نوری وجود دارد که به وسیله توسعه آن آشکار می‌گردد. دستگاه‌های توسعه دهنده عمومی دو ترکیبی خشک می‌باشند که از ذرات حامل و ذرات کوچکتر تونر تشکیل شده‌اند. و باعث توسعه بارهای ساکن می‌گردند. در دستگاه‌های کپی که براساس هادی‌های نوری آلی کار می‌کنند ذرات تونر یک بار مثبت را توسعه می‌دهند و این بار بر روی سطح حامل معمولاً به وسیله یک بار منفی و جاذبه الکترواستاتیک ضعیف نگه داشته می‌شود. توسعه دهنده که یک روبند یا پاشنده بر روی سطح هادی نوری می‌باشد، با این عمل باعث می‌شود در نواحی که بار الکترواستاتیک روی هادی نوری وجود دارد ذرات تونر از سطح حامل^۰ (بدلیل جذب الکترواستاتیک بین بار منفی روی هادی نوری و بار مثبت ذرات تونر که قویتر از جاذبه بین ذرات تونر و سطح حامل است) کنده شوند و در این نقاط یک سایه تصویر قابل مشاهده از مدرک روی هادی نوری ایجاد کنند که در مرحله چهارم این تصویر از هادی نوری به سطح یک کاغذ انتقال پیدا می‌کند. این عمل انتقال بطور عادی با ایجاد یک پتانسیل الکتریکی در پشت صفحه کاغذ که بار مخالف ذرات تونر را دارد انجام می‌گیرد. در مرحله پنجم تثبیت تصویر بر روی کاغذ به روش گرمایی صورت می‌گیرد که در این روش رزین تونر ذوب شده و به سطح کاغذ می‌چسبد. و دلیل گرم بودن کپی‌هایی که از دستگاه خارج می‌شوند نیز همین مورد می‌باشد. در مرحله آخر هادی نوری باید پاک شده و برای کپی بعدی آماده شود که این

عمل بطور عادی به وسیله در معرض نور گرفتن آن و خروج بارهای الکتریکی باقی مانده و تونرهای اضافی آن به وسیله یک تیغه، انجام می شود.

۹-۲-۳- فرآیند چاپ لیزری

این فرآیند در شکل ۹-۵ در ۶ مرحله توصیف شده است. همانند فتوکپی اولین مرحله شامل باردار کردن یکنواخت هادی نوری استوانه‌ای یا نواری می‌باشد که در شکل ۵ در مرحله اول بار منفی بر روی هادی نوری پخش شده است. اما دومین مرحله با فرآیند فتوکپی کاملاً متفاوت است مرحله دوم که در فرآیند چاپ لیزری نگارش نامیده می‌شود به وسیله یک لیزر اطلاعات روی هادی نوری استوانه‌ای یا نواری نوشته شده و اطلاعات در حافظه چاپگر ذخیره می‌شود. چاپگرها بطور طبیعی یک صفحه از اطلاعات را در نقاط خاص آدرس‌دار ذخیره می‌کنند و متن یا تصویر ذخیره شده می‌تواند چاپ شود در تمام نقاطی که تابش لیزر به هادی نوری باردار اصابت می‌کند در آن نقاط بار پراکنده می‌شود و این مستلزم آن است که تصویر چاپ شده حاوی بار نبوده و زمینه حاوی بار باشد و این کاملاً عکس فرآیند موجود در فتوکپی می‌باشد که در فتوکپی تصویر کپی شده باردار بود در حالیکه زمینه آن بی‌بار می‌باشد.

1. Charge



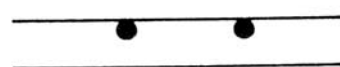
2. Write with laser/LED



3. Develop



4. Transfer



5. Fix



6. Clean

شکل ۹-۵- فرآیند چاپ لیزری

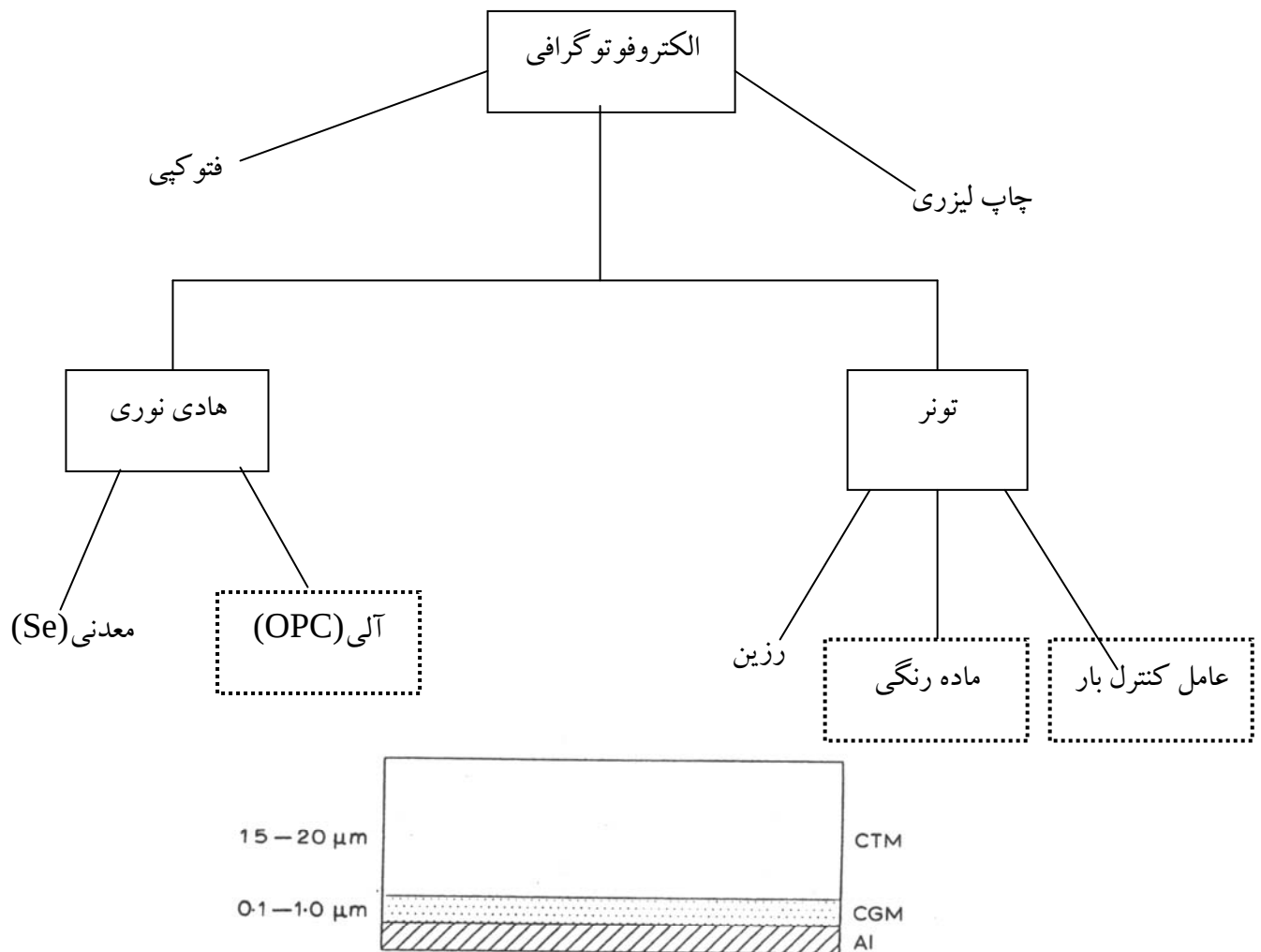
سومین مرحله، مرحله توسعه است که در اینجا توسعه دهنده از تونری استفاده می‌کند که دارای بار الکتریکی یکسان با هادی نوری می‌باشد (در شکل بار منفی نشان داده شده است) و

در نتیجه ذرات تونر از ناحیه زمینه‌باردار (منفی) به ناحیه تصویر بی‌بار دفع می‌شوند. این روش توسعه که در آن تونر دارای بار الکتریکی یکسان با هادی نوری می‌باشد توسعه وارونه نامیده می‌شود، که در مورد چاپگرهای لیزری متفاوت از مرحله توسعه موجود در فتوکپی مرسوم می‌باشد. مراحل چهارم و پنجم و ششم در چاپگرهای لیزری مشابه با فتوکپی می‌باشند که شامل انتقال تصویر از هادی نوری به صفحه کاغذ، ثابت شدن تصویر به وسیله حرارت و پاک شدن هادی نوری می‌باشد.

اما چیزی که در فتوکپی و فرآیند چاپ لیزری مهم است دو عامل کلیدی است که در آن ترکیبات شیمیایی نقش اصلی را دارند یکی در هادی نوری و دیگری در تونر. هادی نوری شامل یک ماده شیمیایی یا ترکیبی از مواد شیمیایی است که تمام کارهای فرآیند الکتروفوتوگرافی را امکان پذیر می‌سازد. که می‌تواند یک ماده شیمیایی معدنی (مانند سلنیم) و یا یک ماده هادی نوری آلی (OPC) باشد، تونر که یک ماده شیمیایی می‌باشد در انتها تصویر قابل مشاهده را بر روی کاغذ تولید می‌کند که می‌تواند سیاه و یا رنگی باشد و ضمناً حاوی یک عامل کنترل بار (CCA) نیز می‌باشد، که غالباً یک ماده رنگی در عاملی از تونرهای سیاه می‌باشد.

۹-۲-۴- هادی‌های نوری

در هادی‌های نوری قبلاً به طور عمده از مواد معدنی مانند سلنیم، آلیاژهای سلنیم - تلوریم و آرسنیک تری سولفید استفاده می‌شد که دارای خواص تکنیکی و دوام خوبی می‌باشند اما نقص‌هایی دارند که می‌توان به سمیت، ضایعات و نقص در انعطاف پذیری خواص جفت شدن اشاره کرد. نقص در انعطاف پذیری تقریباً شامل تمام ترکیبات معدنی است اما امروزه این مشکلات در اکثر چاپگرهای لیزری و دستگاه‌های کپی تجاری با به کارگیری هادی‌های نوری آلی برطرف شده است. هادی‌های نوری آلی از دو لایه تشکیل شده‌اند: یک لایه قلعی که به وسیله یک رنگ دانه آلی پوشش داده شده است. (که معمولاً رنگدانه است) که لایه ایجاد بار نامیده می‌شود (CGL) و یک پوشش ضخیم حاوی مولکول‌های غیر رنگی و غنی از الکترون، که لایه انتقال بار نامیده می‌شود (CTL) شکل (۹-۶).

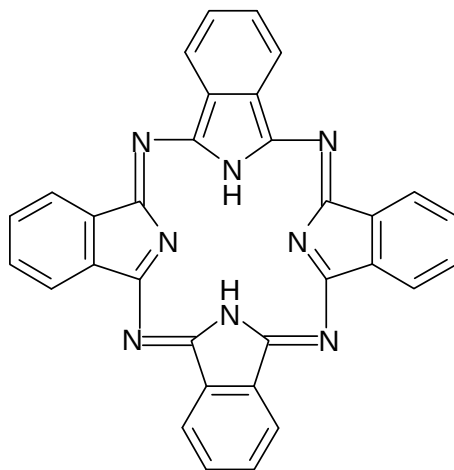


شکل ۹-۶- ساختمان یک هادی نوری آلی

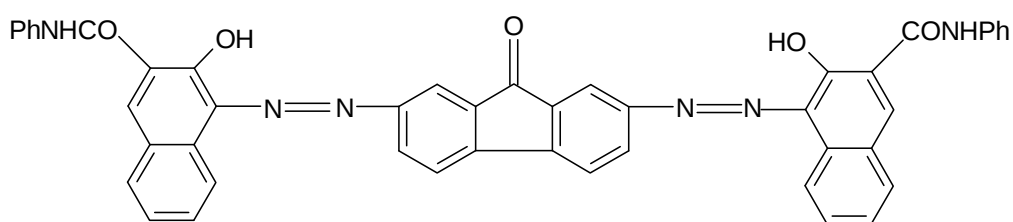
هر دو لایه بطور معمول حاوی یک نگهدارنده مانند پلی کربنات یا پلی وینیل بوتیرال می‌باشد. لایه‌ها بر روی یک ماده رسانا که نوعاً یک استوانه آلومینیومی یا نوارهای آلومینیومی پلی استری می‌باشند، پوشش داده شده‌اند.

رنگدانه‌هایی که عموماً در CGL ها بیشتر استفاده می‌شوند عبارتند از فتالوسیانین ها (۱)، رنگهای آزو (۱۲) و ترکیبات آروماتیک چند حلقه ای همانند پیریلن‌ها (۱۳)، دی برومو آنتانترون‌ها (۱۴) و اسکواریلیوم‌ها (۱۵). رنگ دانه‌هایی که در کپی کننده‌های نور سفید استفاده می‌شوند و حساسیت نوری خوبی در ناحیه مرئی (۴۰۰-۷۰۰ nm) دارند عبارتند از رنگدانه‌های قرمز مانند ۱۳ و ۱۴ (شکل ۸). این مواد همچنین در چاپگرهای لیزری که

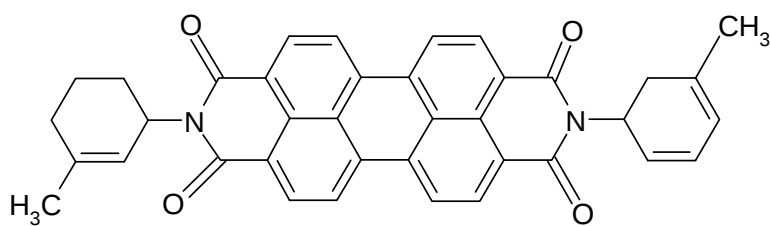
حساسیت نوری خوبی در ناحیه IR نزدیک (۷۸۰-۸۳۰nm) دارند نیز استفاده می‌شوند (شکل ۸) و سازگاری خوبی با نیم هادی‌های لیزری دارند که در چاپگرهای لیزری جدید به کار می‌روند.



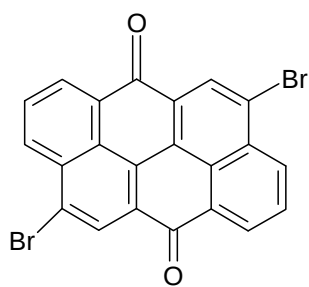
۱۱



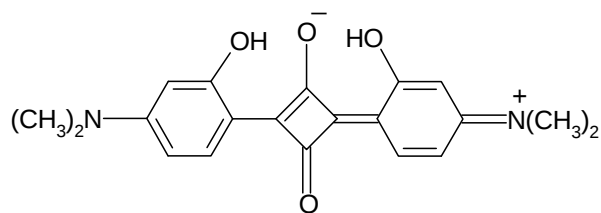
۱۲



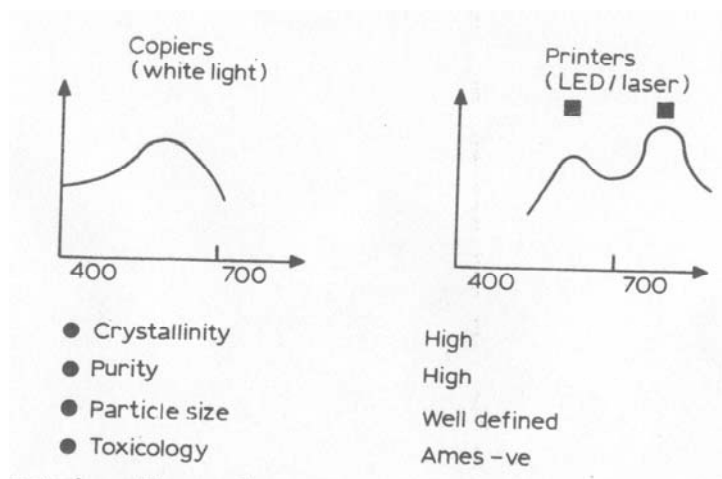
۱۳



۱۴

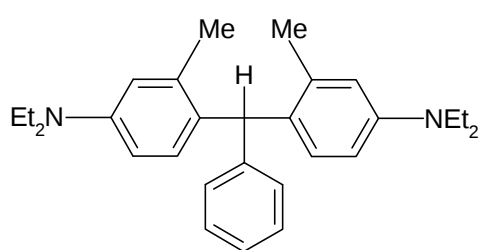


۱۵

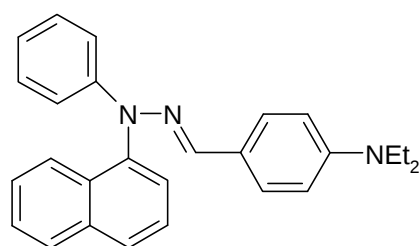


شکل ۹-۷. خواص و نمودارهای ویژه نور سفید کپی کننده و چاپگر لیزری LED

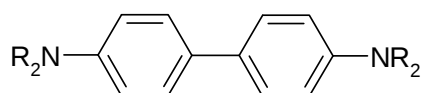
سه نمونه از گسترده‌ترین دسته مواد مورد استفاده در مواد آلی انتقال بار عبارتند از تری آریل‌متان‌ها (۱۶)، هیدرازون‌ها (۱۷) و بی‌آریل آمین‌ها (۱۸).



۱۶



۱۷

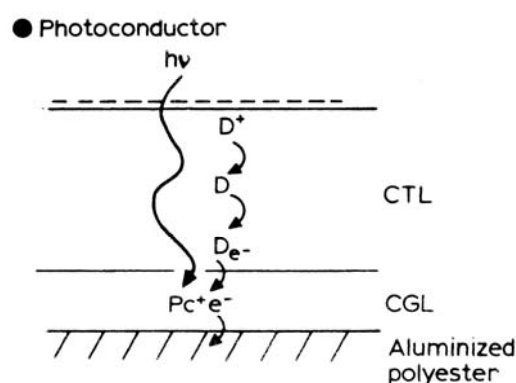


آریل = R

۱۸

هادی‌های نوری چگونه کار می‌کنند؟ تابش‌های منعکس شده از برخورد نور سفید در فتوکپی و تابش‌های لیزری در چاپگرهای لیزری در اثر برخورد با OPC از میان لایه انتقال بار شفاف عبور می‌کنند و به لایه تولید بار رنگی برخورد می‌نمایند. مواد تولید کننده بار (CGM) تابش را جذب می‌کنند و با خروج یک الکترون کمپلکس زوج یون‌گذرا را تشکیل می‌دهند ماده الومینیومی رسانا در یک پتانسیل مثبت نگه داشته می‌شود و الکترون را از زمین جذب می‌کند این عمل باعث ایجاد یک حفره بار دار مثبت می‌شود که مولکول رنگدانه با بار مثبت می‌باشد. سپس این حفره به سطح مشترک CGM/CTM مهاجرت می‌کند. نقص در ساختار بلوری CGM مانع از جابجایی این حفره به وسیله یک مکانیسم تله‌ای می‌شود در نتیجه در رنگدانه‌های موجود در CGM ها به درجه خلوص بلوری بالا نیاز داریم. در فصل مشترک دو لایه مولکول انتقال بار لایه CTM الکترون به حفره مثبت می‌دهد و دو بار مولکول رنگدانه خنثی می‌گردد اما یک حفره مثبت در لایه انتقال بار ایجاد می‌شود. لازم به توضیح است که CTM نیاز به یک الکترون دهنده آسان دارند که پتانسیل یونش پایینی داشته باشد و به آسانی اکسید شود. سپس حفره مثبت به وسیله مکانیسم hopping به سطح انتقال می‌یابد. و به وسیله بار منفی جذب می‌شود و یکباره در سطح آن به وسیله بار منفی خنثی می‌شود (شکل ۹-۸).

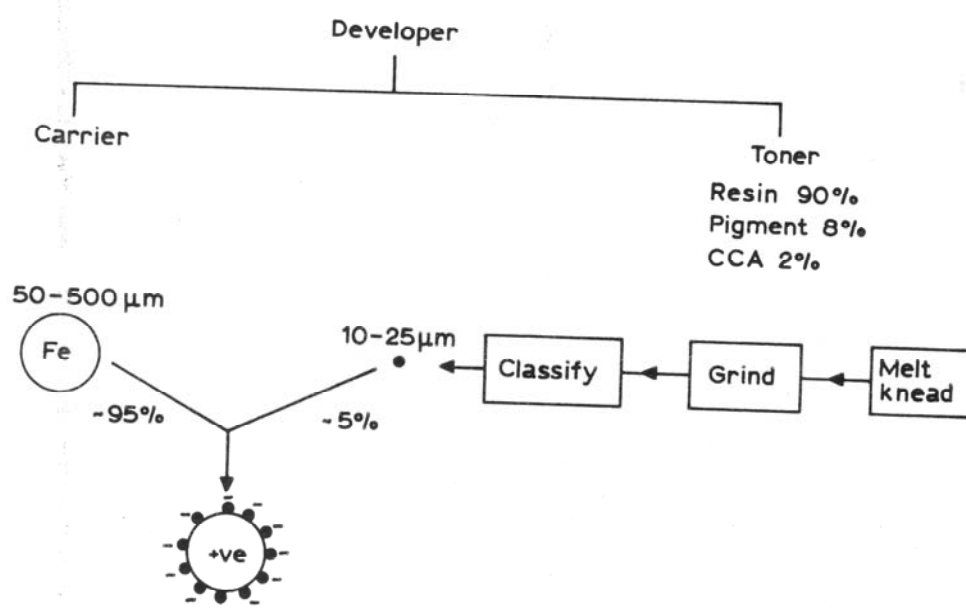
دومین ماده ترکیبی الکتروفتوگرافی تونر می‌باشد. تونر ماده ای است که در آخر تصویر قابل دیدن بر روی صفحه کاغذ را تولید می‌کند و رنگ یا رنگدانه‌ای است که بعنوان رنگ ایجاد می‌شود.



شکل ۹-۸- مکانیسم کار یک هادی نوری آلی

اما یکسری مواد رنگی در تونرها استفاده می‌شوند که برای مقاصد دیگری از جمله عوامل کنترل بار یا CCA ها بکار می‌روند که باعث کنترل بار الکترواستاتیک روی ذرات تونر می‌گردند. تونرها به وسیله فرایند خمیر کردن در حالت مذاب ساخته می‌شوند (شکل ۹-۹). در

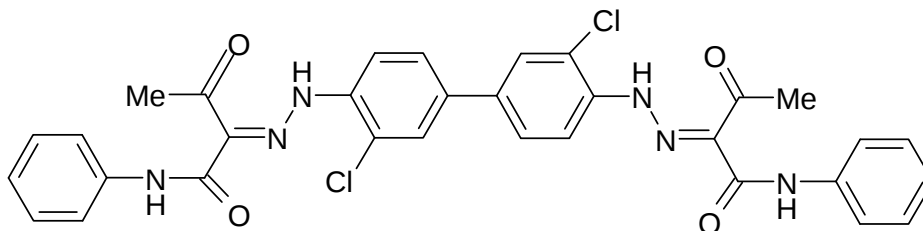
تونرها عموماً از رزین استایرن - آکریلیک استفاده می‌شود اما رزین‌های پلی استر نیز کاربرد دارند.

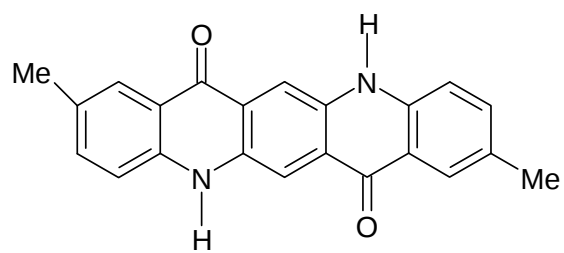


شکل ۹-۹- یک توسعه دهنده دو قسمتی خشک برای استفاده در دستگاههای چاپگر دارای هادیهای نوری معدنی

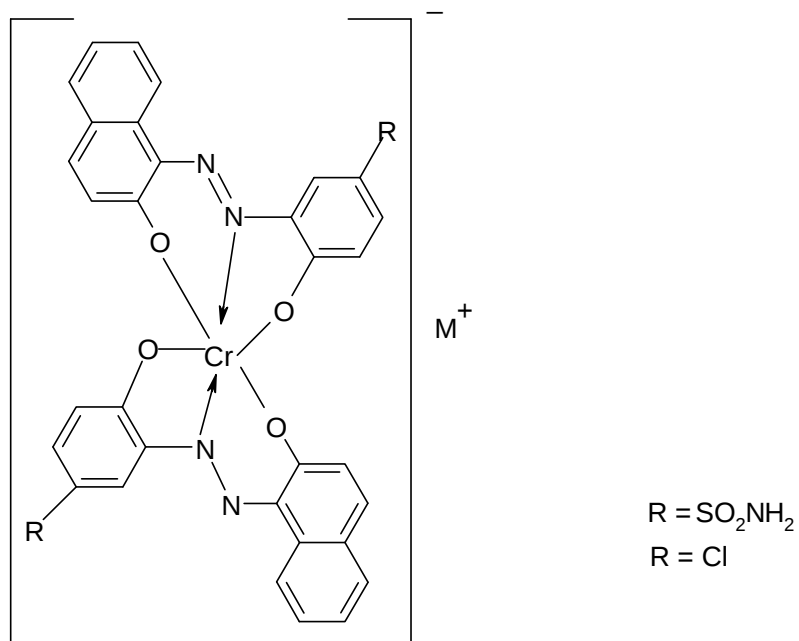
رنگدانه کربن سیاه برای تونرهای سیاه استفاده می‌شود اما در تونرهای رنگی رنگدانه‌های مختلفی استفاده می‌شوند که عبارتند از: زردها (رنگدانه های زرد) که ساختمان آزو دارند (۱۹)، مگنتاها (رنگدانه های قرمز) که ساختار کویناکریدون دارند (۲۰) و سیان‌ها (رنگدانه های آبی) که ساختار فتالوسیانین دارند (۶).

عوامل کنترل بار برای تونرهای با بار منفی، کمپلکس‌های رنگی آزو کروم دار مانند (۲۱)، برای تونرهای سیاه، کمپلکس‌های کروم‌دار بی‌رنگ مانند (۲۲) برای تونرهای رنگی می‌باشند. برای تونرهای با بار مثبت نیگروزین‌ها (۲۳) برای تونرهای سیاه و ترکیبات آمونیوم چهارتایی بی‌رنگ (۲۴) برای تونرهای رنگی می‌باشند.

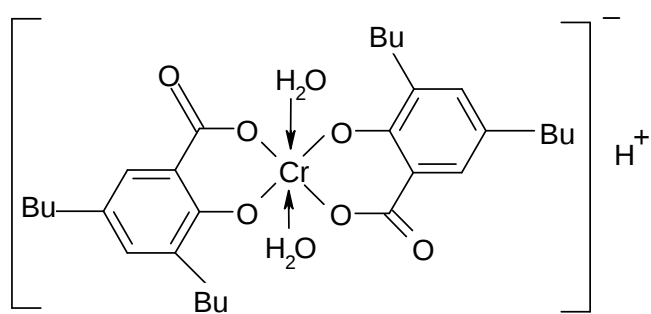




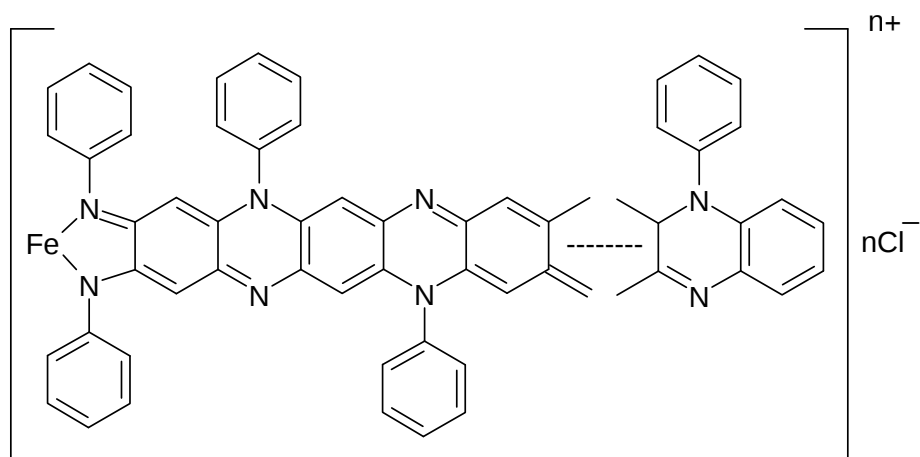
۲۰



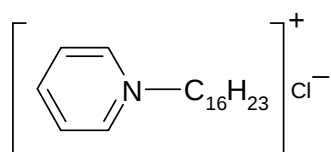
۲۱



۲۲



۲۳

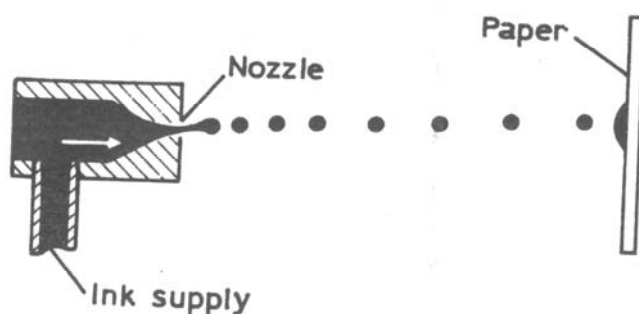


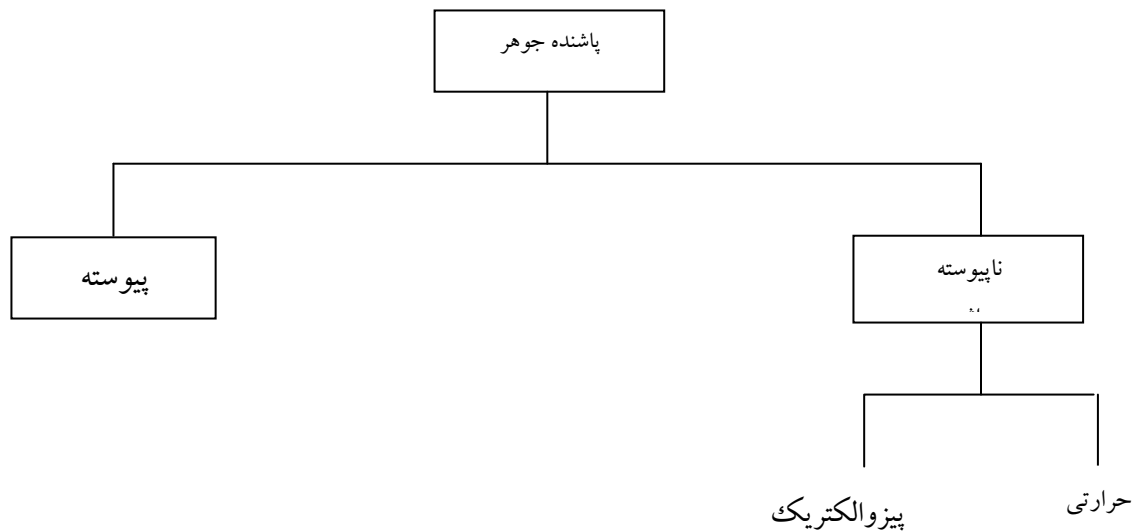
۲۴

۹-۲-۵- چاپگرهای پاشنده جوهر

در یک چاپگر پاشنده جوهر، محلولی از یک رنگ (جوهر) از میان یک پاشنده کوچک پاشیده می‌شود و قطرات ریز جوهر با برخورد به سطح ماده که معمولاً کاغذ است تصویر را شکل می‌دهند. (شکل ۹-۱۰)

چاپگرهای پاشنده جوهر به دو نوع تقسیم می‌شوند: پیوسته و ناپیوسته. مهمترین و رایجترین این چاپگرها، چاپگرهای پاشنده جوهر ناپیوسته (DOD) در اینجا بررسی می‌گردند اما چاپگرها قطرات ریز جوهر را در جاهایی که نیاز به تشکیل تصویر باشد ایجاد می‌کنند و به دو زیر دسته پیزو الکتریک و حرارتی طبقه بندی می‌شوند (شکل ۹-۱۰).



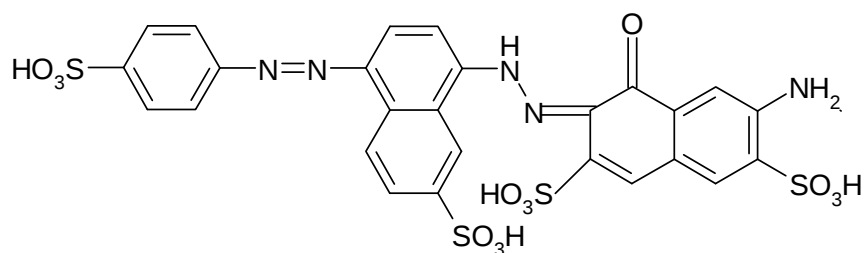


شکل ۹-۱۰- اساس کار چاپگرهای پاشنده جوهر

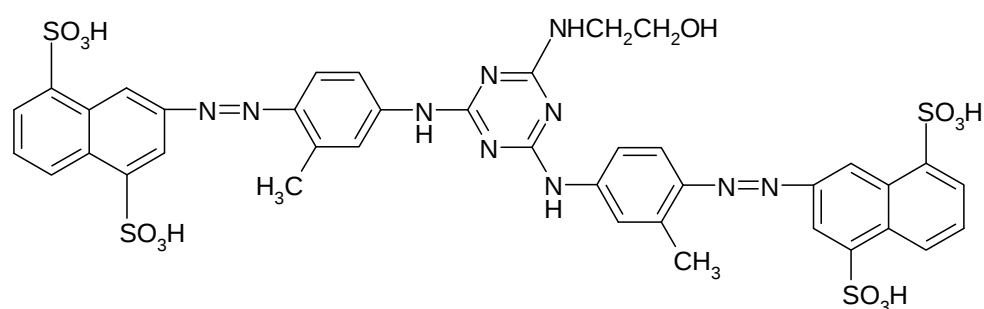
جوهرهایی که حلال آنها آب است در سیستم‌های DOD استفاده می‌شوند که نیاز به شارژ نباشد. چاپگرهای DOD در ادارات بیشتر استفاده می‌شوند چون که کوچک و ارزان بوده و چاپ‌های با کیفیت تولید می‌کنند.

رنگ‌هایی که در چاپگرهای پاشنده جوهر به کار می‌روند باید دارای قدرت رنگی بالا، پایداری خوب در حلال مناسب، خواص ثباتی خوب به ویژه در برابر نور و آب و خلوص بالا باشند و همچنین باید غیرسمی باشند. خلوص بالا مواد رنگی باعث می‌شوند که دستگاه پاشنده مسدود نشده و همچنین نوک چاپگر از خوردگی در امان باشد. پایداری حرارتی یکی از خواص مواد رنگی است که در چاپگرهای پاشنده جوهر حرارتی به کار می‌روند زیرا دمای جوهر در این چاپگرها به 350°C می‌رسد. از رنگ‌های مرسوم که در رنگرزی استفاده می‌شوند و در این چاپگرها کاربرد دارند می‌توان به رنگ‌های آزو و از رنگ‌های سیان به فتالوسیانین‌ها اشاره کرد. چند نمونه از رنگ‌های مورد استفاده برای چاپگرهای DOD پاشنده جوهر عبارتند از:

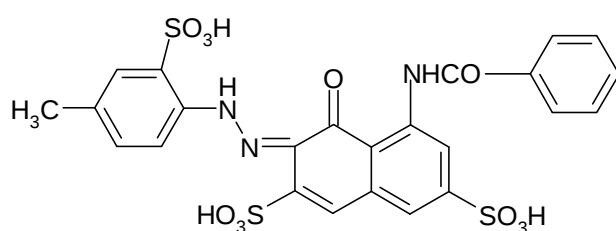
, CI Direct yellow 86 (26) CI Food black 2 (25) CI Direct Blue 199 (28) ,
(27) آزومگنتا



۲۵



۲۶



۲۷

[CuPc](SO₃H)₂(SO₂NH₂)

۲۸

۹-۲-۶- چاپگرهای حرارتی

چاپگرهای حرارتی به دو دسته مستقیم و انتقالی طبقه بندی می‌شوند. در چاپگرهای حرارتی مستقیم از کاغذ بخصوصی استفاده می‌شود که حاوی ماده پیش رنگ (ماده بی‌رنگی است که تشکیل دهنده رنگی نامیده می‌شود) و همچنین یک واکنش گر کمی جامد اسیدی است که به وسیله حرارت یک سوزن گرم باعث تولید رنگ می‌شود.

مهمترین استفاده چاپگرهای حرارتی مستقیم در ماشین‌های فاکس است. چاپگرهای حرارتی انتقالی خود به دو دسته انتقالی حرارتی واکسی و انتقال حرارتی انتشاری رنگی (DDTT) طبقه بندی می‌شوند. از دستگاه‌های اخیر از تکنولوژی فتوگرافی الکترونیکی استفاده می‌شود.

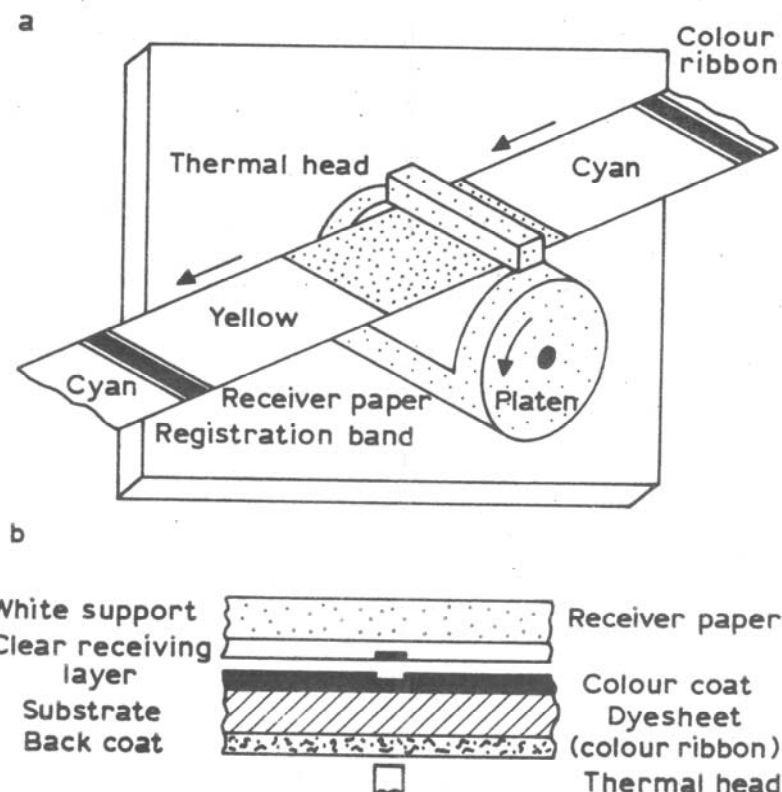
در فتوگرافی الکترونیکی، یک دوربین الکترونیکی جانشین دوربین نقره هالید و یک دیسک مغناطیسی جانشین فیلم نقره هالید می‌شود. دیسک مغناطیسی گنجایش تصاویر زیادی دارد و در هر لحظه دیسک می‌تواند وارد پرینتر شود همانطور که نوار ویدئو وارد دستگاه ویدئو می‌گردد و با نمایش بر روی صفحه تلویزیونی، تصویر رضایت بخش انتخاب شده را بعد از حدود یک دقیقه با فشار دادن دکمه یک فتوگراف تولید می‌کند، فتوگرافی الکترونیکی مزایای زیادی دارد که عبارتند از :

- آن بالقوه و ارزان است یعنی تصاویری که روی صفحه تلویزیونی دیده می‌شوند و رضایت بخش نیستند هیچ هزینه‌ای ندارند چون همانند یک نوار ویدئویی دیسک قابل تجدید می‌باشد و لازم نیست این تصاویر چاپ شوند.

- یک فرآیند فوری، تمیز و خشک می‌باشد که توانایی چاپ با کیفیت بالا را دارد.
- چاپ‌های رنگی از هر فیلم ویدئویی می‌تواند تهیه شود بطوریکه فیلم در ناحیه مورد نظر متوقف شده و از آن چاپ گرفته می‌شود بطوریکه گرفتن چاپ از نوارهای ویدئویی و فیلم یکی از موارد استفاده رایج از این سیستم‌های الکترونیکی در بازار است.

- در این روش می‌توان تصاویر را به طور الکترونیکی دستکاری نمود زمانی که تصاویر بر روی صفحه تلویزیونی می‌باشد می‌توان رنگ‌ها را تغییر داد و یا تصاویر را بزرگ و کوچک نمود و یا موردی را اضافه یا کم نمود.

این روش امروزه در حال توسعه می‌باشد به ویژه جفت شدن این روش با تلویزیون‌های HDTV. بدون شک فتوگرافی الکترونیکی به عنوان روش فتوگرافیک غالب در آینده مطرح خواهد شد. شکل ۹-۱۱ نشان می‌دهد که به چه صورت با استفاده از فرایند DDTT چاپ انجام می‌گیرد.



شکل ۹-۱۱- فرایند DDTT

یک نوار رنگی سه رنگ در ارتباط با یک کاغذ گیرنده سفید قرار داده می‌شود و با یک آرایش خاص از هدهای حرارتی که رنگ را از نوار به کاغذ منتقل می‌کنند گرم می‌شود. برای یک پروسه تمام رنگی سه گذرگاه رنگ‌های زرد، سیان و مگنتا لازم می‌باشد. هنگامیکه از روش DDTT برای تولید تصویرهای تمام رنگی استفاده می‌شود هماهنگی دقیق سه رنگی رنگ‌های زرد، مگنتا و سیان، بطور انتخابی سیاه برای چاپ‌های با کیفیت لازم می‌باشد.

برای چاپ‌های با کیفیت بالا رنگ‌های قوی مطلوب می‌باشند که شفافیت نوری خوبی داشته باشند. برای تولید نوارهای سه رنگی به وسیله پوشش حلال، حلالیت در حلال‌های قابل قبول یکی از نیازهای اساسی می‌باشد همچنین در چاپگرهای پاشنده جوهر حرارتی به پایداری حرارتی نیز برای رنگ‌ها نیاز می‌باشد تا دماهای بالای هدهای حرارتی را بتواند تحمل نماید.

خواص خوب ثباتی (ثبات نوری و حرارتی) به پایداری خوب صفحه رنگی و پایداری تصویر نیاز دارد و همچنین رنگ‌های مورد استفاده باید غیرسمی و غیرجش‌زا باشند.

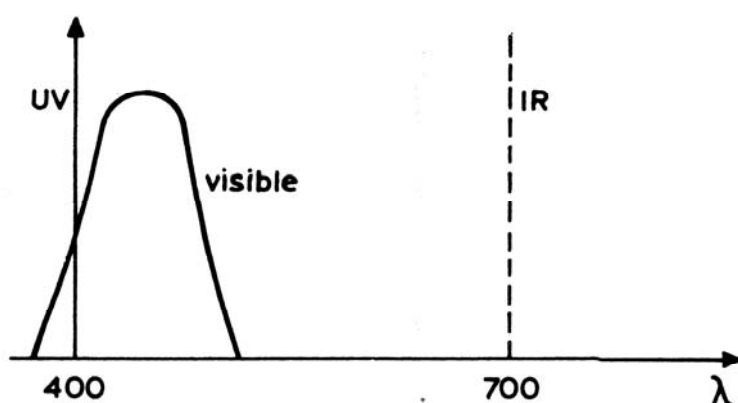
دو ویژگی اساسی که روش DDTT را از دیگر تکنولوژی‌های چاپی غیرتماسی متمایز می‌کنند عبارتند از :

- ۱- توانایی آن در دادن چاپ‌های با تراک نوری بالا
- ۲- توانایی آن در دادن ته رنگ‌های (سایه‌ها) پیوسته (نواحی تیره) بدون از دست دادن وضوح تصویر.

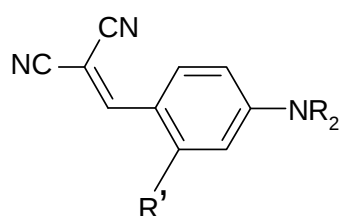
که هر دو ویژگی‌ها برای یک چاپ با کیفیت بالا نیاز می‌باشند.

رنگ‌های زرد :

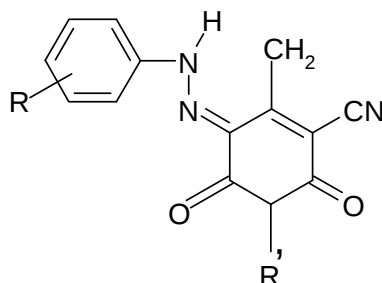
یک رنگ زرد مورد استفاده در روش DDTT برای حصول هر دو عامل از نظر رنگ و خواص (شکل ۹-۱۲) با رنگ‌های سنتی مورد استفاده در رنگرزی انتقالی چاپی مانند کینوفتالون‌ها و آرزوفنل‌ها نامناسب می‌باشد. از رنگ‌های زرد رایج در فتوگرافی می‌توان به آزوپیرازولون‌ها نیز اشاره کرد که در این تکنیک مناسب نیستند اما دو نوع از رنگ‌های خوب برای این روش متین‌ها (۲۹) و آزو پیریدون‌ها می‌باشند (۳۰).



شکل ۹-۱۲- طیف جذبی ایده آل یک رنگ زرد



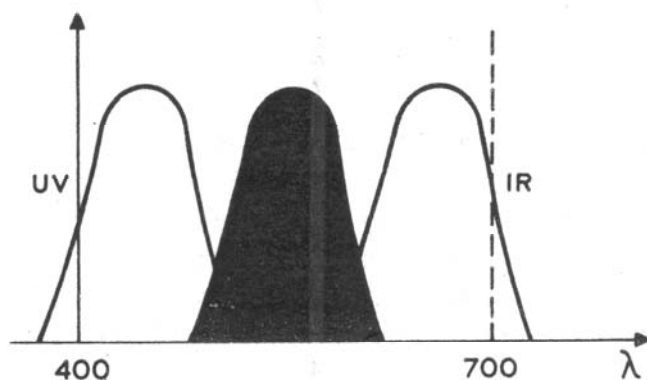
۲۹



۳۰

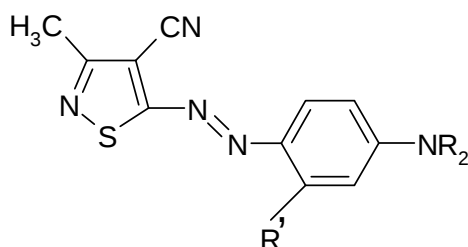
رنگ‌های مگنتا :

در روش فوتوگرافی نقره هالید تولید رنگ مگنتا از نظر رنگ و خواص خیلی مشکل‌تر از رنگ زرد می‌باشد (شکل ۹-۱۳). عمده رنگ‌های چاپی انتقالی الیاف از دسته آنتراکینون‌ها می‌باشند که قرمز بهتری از مگنتا می‌باشند ولی مجازاً ضعیف بوده و تراکم نوری چاپی پایینی دارند.

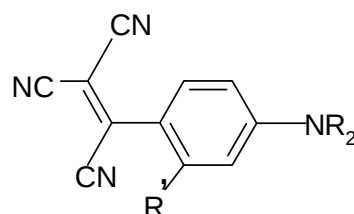


شکل ۹-۱۳- طیف جذبی ایده آل یک رنگ مگنتا

رنگ‌های مگنتا فوتوگرافیک مانند آزونفتل‌ها، در رنگ‌های DDTT ضعیف می‌باشند. در مقابل برای تولید رنگ‌های مگنتا DDTT، رنگ‌های جدیدی مانند هتروسیکل‌های آزو ۳۱ و تری سیانوینیل ۳۲ ارایه شده است.



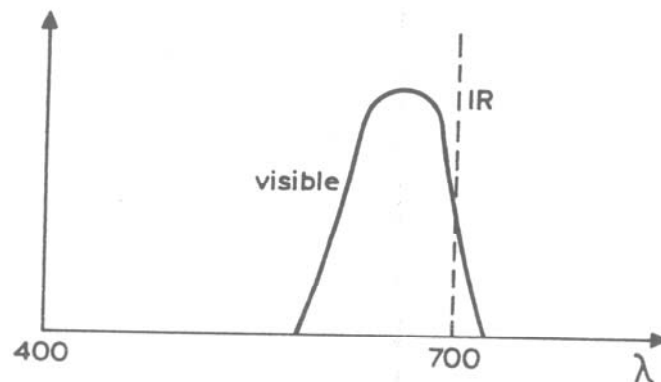
۳۱



۳۲

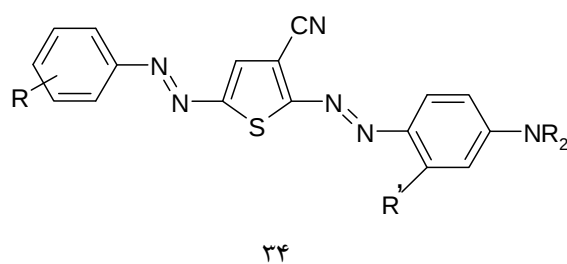
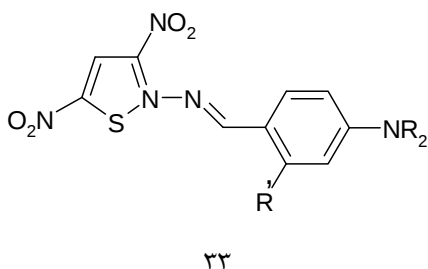
رنگ‌های سیان :

رنگ‌های سیان واقعی و حقیقی بسیار کمیاب می‌باشند (شکل ۹-۱۴). فتالوسیانین‌ها بهترین رنگ‌های سیان می‌باشند اما آنها به دلیل اندازه مولکولی بزرگشان برای رنگ‌های DDTT نامناسب هستند آنتراکینون‌ها، عمده رنگ‌های سیان چاپی انتقالی الیاف می‌باشند اما معایب زیادی دارند آنها ضعیف بوده و ثبات نوری کمی دارد و آبی بهتری از سیان می‌باشند.



شکل ۹-۱۴- طیف جذبی ایده آل یک رنگ سیان

سیان‌های فوتوگرافیک ایندوآنیلین‌ها می‌باشند که به دلیل ضعیف بودن و داشتن ثبات نوری کم در DDTT کاربرد ندارند. در عین حال رنگ‌های جدیدی برای تولید رضایت بخش رنگ‌های سیان DDTT ساخته شده‌اند مانند رنگ‌های آزو هتروسیکل ۳۳. این رنگ‌ها از بسیاری جنبه‌ها مطلوب هستند ولی پایداری حرارتی ضعیفی دارند و احتمالاً به وسیله گروه‌های نیترو حمایت می‌شوند. اما رنگ‌های نوع ۳۴ این مشکل ناپایداری را برطرف کرده‌اند.



۹-۳- کاربردهای امنیتی

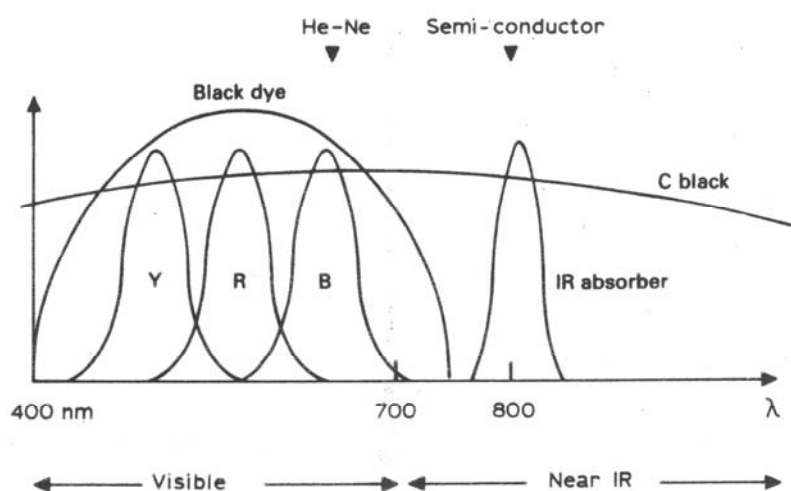
ماشین‌هایی که قابلیت خواندن موثر متن‌های مختلف با هنر خواندن در جا را دارند برای مبارزه با کلاهبرداری در صنایع بطور فزاینده‌ای مهم هستند. بطور ایده‌آل به مولکول‌ها و ترکیباتی نیاز داریم که غیرقابل رویت، کمیاب و قابل خوانده شدن با اسکنرهای لیزری باشند. ترکیبات جاذب IR گروهی از مواد هستند که برای مقاصد بالا سودمند بوده و از آنها در کدها استفاده می‌شود.

عمده اسکنرها مری، لیزرهای گازی Ne-He و LEDs می‌باشند که هر دو نور قرمز منتشر می‌کنند. اسکنرهای IR نزدیک، نیمه هادی لیزری در ۷۸۰ nm و LEDs در ۹۰۰ nm هستند. اغلب بارکدها براساس رنگدانه‌های کربن سیاه می‌باشند.

به دلیل فاصله‌های منحنی جذب کربن سیاه در تمام نواحی مرئی و IR نزدیک از آن استفاده می‌شود و به وسیله اسکنرهای IR و نور مرئی تشخیص داده می‌شود و همچنین ارزان می‌باشد. با وجود این کربن سیاه محدودیت‌هایی دارد اولاً آن یک رنگدانه است و همین عامل از استفاده آن در سیستم‌های پایه‌ای رنگ همانند چاپگرهای پاشنده جوهری جلوگیری می‌کند ثانیاً استفاده آن در کاربردهای امنیتی به طور متعدد محدود شده است.

یک جاذب IR باید ویژگی‌های زیر را داشته باشد:

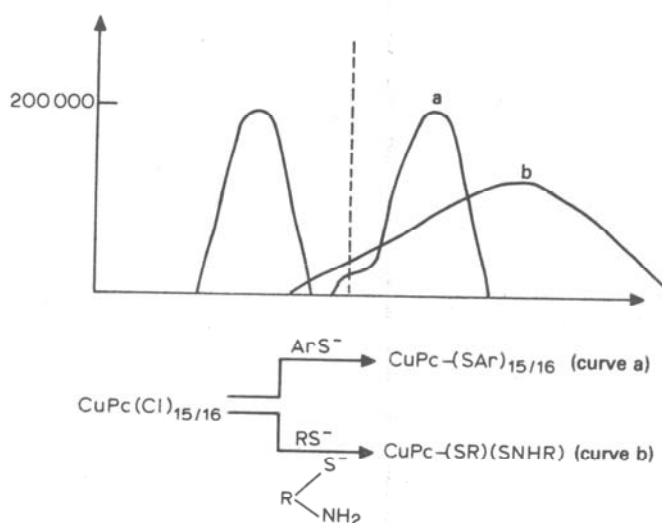
- ۱- باید به صورت نامرئی آماده شود.
 - ۲- باید غیرقابل فتوکپی شدن باشد یا به عبارت دیگر بارکد غیرقابل چاپ شدن به وسیله یک ماده سیاه باشد.
 - ۳- رنگ پایه بارکد باید مستقلاً به وسیله اسکنرهای مرئی خوانا باشد.
 - ۴- باید غیرقابل چاپ با یک قالب جامد رنگی باشد.
- یک جاذب IR باید به رنگ‌های جوهر اضافه شود تا دستگاه آنرا بخواند. این توانایی بارکدهای قرمز و زرد به وسیله ماشین خوانده می‌شود (شکل ۹-۱۵).



شکل ۹-۱۵- کاربرد جاذبهای IR در بارکدها

انواع متعددی از جاذب‌های IR شیمیایی تهیه شده‌اند اما آنهایی که از لحاظ شیمیایی موفق بوده‌اند فتالوسیانین‌های مس می‌باشند. جابجایی نوکلئوفیلی انتهای کلر در یک فتالوسیانین مس موجب دو تغییر مهم می‌شود و باعث می‌گردد اولاً جذب از ناحیه قرمز به IR نزدیک جابجا شود و ثانیاً از رنگ دانه به رنگ تبدیل شود (شکل ۹-۱۶).

Peter Gregory



شکل ۹-۱۶- فتالوسیانهای بر پایه جاذبهای IR

۹-۴- کاربردهای پزشکی

از کاربردهای بسیار قدیمی رنگدانه‌های آلی در پزشکی می‌توان به رنگ آمیزی باکتری‌ها و تأثیرات ضد باکتریایی رنگدانه‌های آلی اشاره کرد. در این بخش یک مورد جدید استفاده از مواد رنگی در درمان فوتودینامیک ارایه خواهد شد.

درمان فوتودینامیک (PDT) بر اساس جذب انتخابی سریع مواد حساس نوری در بافت‌ها و یا تومورهای سرطانی استوار می‌باشد که بعد از جذب تابش نور با طول موج مشخص به تخریب بافت مربوطه یا غده سرطانی می‌پردازند بدون آنکه به بافت‌های اطراف آن آسیبی برسانند.

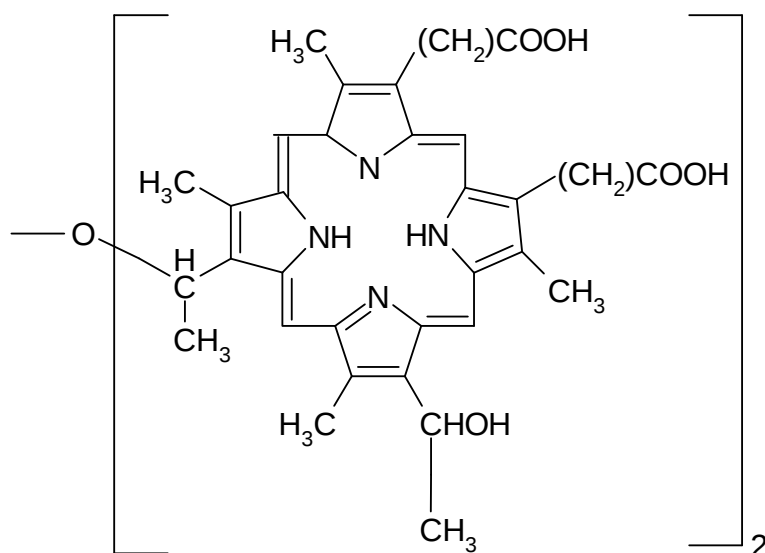
در درمان PDT از دو تکنولوژی لیزر و فیبرهای نوری استفاده می‌شود که هر دو تکنیک بر روی هزاران بیمار با نتایج عمومی امیدوار کننده امتحان شده است.

در روش‌های عملی درمان به طور وریدی به ازاء هر کیلوگرم وزن بدن مقدار کمی از مواد حساس نوری (در حد میلی‌گرم) به بیمار تزریق می‌شود و به طور نرمال ۴۸ ساعت اجازه داده می‌شود تا این ماده به طور انتخابی در بافت مربوطه جذب شود و سپس بافت یا غده سرطانی بار نور مشخص تابش داده می‌شود.

تابش متمرکز شده به وسیله تابش نور لیزر مستقیم و یا به وسیله یک فیبرنوری کوارتزی به هدف می‌رسد. بازده مواد حساس نوری در مقابل تابش رسیده به آنها از نظر جذب و تجمع

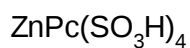
نوری در بافت غده که در حضور اکسیژن صورت می گیرد به یک جذب ماکزیمم پیوسته با ماکزیمم طول موج نشری لیزر بستگی دارد.

مکانیسم واکنش تفکیک و فروپاشی شامل تبدیل یا تغییر مواد حساس نوری به حالت یکتایی برانگیخته شده و سپس با گذر بین سیستمی به حالت انرژی پایین و طول عمر طولانی و حالت سه تایی می باشد. در مرحله بعد با اکسیژن به فرم یکتایی واکنش می دهد و یا با یک اتم هیدروژن سبستریت تولید یون سوپراکسید را می نماید. در هر دو صورت اکسیداسیون مواد شیمیایی غیرنوری به سلول های سرطانی آسیب می رساند. قبلاً در PDT از پورفیرین های گوناگونی استفاده می شد که یکی از موثرترین آنها همتوپورفیرین می باشد. این ترکیب جذب خاصی را در غده های سرطانی افزایش می دهد و این جذب بر اثر تابش نور قرمز با طول موج ۶۳۰ nm انجام می گیرد. اما پورفیرین در این نوع درمان معایبی دارند که می توان به نداشتن جذب موثر این مواد در ناحیه قرمز نور، ناپایداری نسبی آنها و تهیه مشکل آنها اشاره نمود. فتالوسیانین ها نسبت به پورفیرین ها بهتر عمل می کنند و علت این امر حلالیت خوب این مواد در آب و چربی، جذب قوی بیشتری از پورفیرین، پایداری بالا و سنتز آسان تر این مواد می باشد. روی تتراسولفو – فتالوسیانین در حالت مونومری طول موج ۶۷۷ nm جذب می کند که بیش از ۴۸ مرتبه قویتر از جذب ماده ۳۵ در ۶۳۰ nm می باشد.

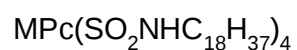


۳۵

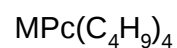
از فتالوسیانین های محلول در چربی می توان به مواد ۳۷ و ۳۸ اشاره کرد.



۳۶



۳۷



۳۸

M = فلز

نتایج خوبی به وسیله روش PPT بر علیه سرطان مثانه بدست آمده است. در این روش یکی از مواردی که خیلی مهم می باشد استفاده از یک ماده بسیار موثر حساس نوری می باشد. برای مثال اگر ماده ای داشته باشیم که تولید ۱۰۰٪ محصول اکسیژن یکتایی بکند و پیک جذبی آن در ناحیه IR نزدیک باشد بسیار خوب و موثر خواهد بود چون در این ناحیه بافت بدن انسان شفاف بوده و آسیب نمی بیند و در نتیجه تابش تحریک کننده مواد حساس نوری می تواند خارج از بدن انسان تأمین گردد و ساخت پروب های نوری غیر ضروری می باشد.