١١٥١٨٢

دانشگاه شهید باهنر کرمان
دانشکده فنی مهندسی
گروه مهندسی شیمی

پایان نامهٔ تحصیلی برای دریافت درجهٔ کارشناسی ارشد مهندسی شیمی

مطالعه آزمایشگاهی و مدلسازی حذف رنگ از محلول های آبی توسط جذب بر روی نانولوله های کربنی

استاد راهنما:
دکتر عطاا... سلطانی گوهرریزی

استاد مشاور:
دکتر علی محبی

مؤلف:
زهره شهریاری

اردیبهشت ۱۳۸۸

۱۳۸۸/۴/۱۶
مرکز اطلاعات و مدارک علمی ایران
شعبه مدارک
۱۱۵۱۵۲

دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط احراز درجه کارشناسی ارشد به

گروه : مهندسی شیمی

دانشکده : فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچگونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: خانم زهره شهریاری

استاد راهنما: دکتر عطاالله سلطانی

استاد مشاور : دکتر علی محبی

داور۱ : دکتر حسن هاشمی پور

۱۳۸۸/۴/۱۶

داور۲: دکتر محمد مهدی افصحی

معاونت پژوهشی و تحصیلات تکمیلی یا نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده : دکتر مازیار سلمان زاده

حق چاپ محفوظ ومخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

دانشگاه شهید باهنر کرمان
اداره تحصیلات تکمیلی

تقدیم به پدر و مادرم:

که ساختمان موفقیت هایم بر کوه رنج هایشان بنا شد و راستی قامتم در خمیدگی قامتشان تجلی یافت. آنان که فروغ نگاهشان، فرزانگی وجودشان، روشنی رویشان و غروب غم هایشان، سرمایه های جاودان زندگی من است.

در برابر وجود گرامیشان زانوی ادب بر زمین می نهم و با قلبی مملو از عشق، محبت و خضوع بر دستان پر مهر و محبتشان بوسه می زنم.

و تقدیم به خواهرم:

او که در چشم هایش می توان امید را جستجو کرد و به محبت خواهرانه اش تا ابد تکیه کرد.

باشد که با این اندک بتوانم قطره ای از دریای بیکران الطافشان را پاسخگو باشم.

تشکر و قدردانی:

سپاس و ستایش مخصوص خالق بی همتایی است که الطاف بی کرانش لحظه لحظه زندگی ام را در بر گرفته و فضل بی قیاسش در مراحل دشوار زندگانی شامل حالم گشته که اگر عنایت بی منت او نبود، رساندن این بار به سر منزل مقصود غیر ممکن می نمود.

اکنون که این پژوهش به زیور چاپ آراسته می گردد، بر خود لازم می دانم تا مطابق سنت حسنه سپاسگزاری، والاترین مراتب سپاس خویش را به محضر استادان فرزانه ای که در طول تحصیل همواره افتخار شاگردی آنان را داشته ام و مرامر هون الطاف و عنایت خالصانه ی خود قرار داده اند، تقدیم نمایم.

از جناب آقای دکتر سلطانی، استاد راهنمای محترم پایان نامه و جناب آقای دکتر محبی، مشاور محترم پایان نامه که صبورانه مرا در مراحل سخت و دشوار این پژوهش راهنمایی نمودند کمال تشکر را دارم.

مراتب سپاس خود را به سرکار خانم دکتر خسروان، جناب آقای مهندس طهمورثی و جناب آقای دکتر افضلی که مرا در این مهم یاری نمودند تقدیم می کنم.

این پایان نامه از حمایت گروه حفاظت و محیط زیست پژوهشکده انرژی و محیط زیست برخوردار بوده است.

چکیده

رنگ های شیمیایی مصنوعی از جمله عوامل آلاینده آب ها به شمار می روند. آنچه در استفاده از این رنگ ها باید مورد توجه قرار داد این است که رنگ ها از جمله ترکیبات آلی پیچیده ای هستند که در برابر نور، شستشو و حملات میکروبی مقاومند و به آسانی تجزیه نمی شوند. در این تحقیق جذب ماده رنگی متیلن بلو از محلول های آبی بر روی نانولوله های‌کربنی به روش ناپیوسته مورد مطالعه قرار گرفته است. داده‌های آزمایشگاهی در سه دمای ۲۹۰، ۳۰۰ و ۳۱۰ درجه کلوین با ایزوترم های لانگمویر، فرندلیچ، تمکین، سیپس و BET مطابقت داده شد و مشاهده گردید که جذب تعادلی منطبق بر ایزوترم سیپس است. داده های سینتیکی به منظور تعیین ثابت سرعت با مدل های سینتیکی شبه درجه اول، شبه درجه دوم و الویچ مطابقت داده شدند و در نهایت تطابق خوبی بین داده ها و مدل شبه درجه دوم مشاهده گردید. به منظور تعیین مکانیسم جذب داده های سینتیکی با مدل نفوذ درون ذره مطابقت داده شدند و مکانیسم سه مرحله ای برای جذب متیلن بلو روی نانولوله کربنی تشخیص داده شد. بر اساس ثوابت تعادلی که در دماهای مختلف بر مبنای مدل سیپس محاسبه گردید، مقادیر خواص ترمودینامیکی جذب نظیر تغییرات انرژی آزاد گیبس، آنتالپی و آنتروپی فرآیند جذب محاسبه شدند که با توجه به این مقادیر، فرآیند جذب گرماگیر و خودبه‌خودی تشخیص داده شد. پارامترهای دیگری نظیر pH، غلظت اولیه محلول، دما و مقدار جاذب به عنوان فاکتورهای مؤثر بر جذب بررسی شدند. مشاهده شد با افزایش دما، غلظت اولیه محلول و pH تا pH=۴ میزان جذب افزایش می یابد. کلیه نتایج برای استفاده در آموزش شبکه عصبی مورد استفاده قرار گرفتند. نهایتاً، شبکه با استفاده از الگوریتم ژنتیک بهینه شده و نتایج آن با داده‌های آزمایشگاهی مقایسه شد که مطابقت بسیار خوبی مشاهده گردید.

فهرست مطالب

فصل اول:مقدمه ۱

۱-۱ تاریخچه ۲

۱-۲ تقسیم بندی مواد رنگی ۲

۱-۲-۱ تقسیم بندی براساس انواع شیمیایی ۲

۱-۲-۲ تقسیم بندی براساس کاربرد ۳

۱-۲-۲-۱ رنگ های اسیدی ۳

۱-۲-۲-۲ رنگ های مستقیم ۳

۱-۲-۲-۳ رنگ های بازی ۳

۱-۲-۲-٤ رنگ های دیسپرس ۴

۱-۲-۲-۵ رنگ های خمره ای ۴

۱-۲-۲-٦ رنگ های گوگردی ۴

۱-۲-۲-۷ رنگ های آزوئیک ۴

۱-۲-۲-۸ رنگ های اتصالی ۴

۱-۲-۲-۹ رنگ های دندانه ای ۵

۱-۲-۲-۱۰ رنگ های فعال ۵

۱-۲-۲-۱۱ رنگدانه ۵

۱-۳ متیلن بلو ۵

۱-۴ مصارف رنگ های آلی سنتزی ۶

۱-۵ مشکلات ناشی از حضور رنگ در پساب ۷

۱-۵-۱ اثرات رنگ برمحیط زیست ۷

۱-۵-۲ اثرات رنگ بر سلامتی ۷

۱-۶ روش های تصفیه محلول های حاوی رنگ ۸

۱-۶-۱ تصفیه شیمیایی ۸

۱-۶-۱-۱ روش الکتروشیمیایی ۸

۱-٦-۱-۲ روش شیمیایی ـ فیزیکی ۹
۱-٦-۱-۳ فرایند های اکسیداسیونی ۹
۱-٦-۲ روش تصفیه بیولوژیکی ۱۰
۱-٦-۳ روش های تصفیه فیزیکی ۱۰
۱-٦-۳-۱ تبادل یونی ۱۰
۱-٦-۳-۲ الکترودیالیز ۱۱
۱-٦-۳-۳ اسمز معکوس ۱۱
۱-٦-۳-٤ فیلتراسیون ۱۲
۱-٦-۳-۵ جذب سطحی ۱۲
۱-۷ هدف از انجام پایان نامه ۱۳
فصل دوم:مبانی تئوری جذب سطحی ۱۴
۲-۱ جذب سطحی ۱۵
۲-۱-۱ جذب فیزیکی ۱۵
۲-۱-۲ جذب شیمیایی ۱۶
۲-۱-۳ تفاوت جذب فیزیکی و شیمیایی ۱۶
۲-۲ نیروهای جذب سطحی ۱۷
۲-۳ آنالیز فرایند جذب سطحی ۱۸
۲-۴ شکل لایه جذب شده ۱۹
۲-۵ جاذب جامد ۲۱
۲-۶ انواع جاذب ها ۲۳
۲-۶-۱ آلومینا ۲۳
۲-۶-۲ سیلیکاژل و سیلیکاآلومیناژل ۲۴
۲-۶-۳ زئولیت ها یا غربال های مولکولی ۲۵
۲-۶-۴ بوکسیت ها ۲۵
۲-۶-۵ پلیمرها ۲۶
۲-۶-۶ کربن فعال ۲۶

۲-۶-۷ نانولوله های کربنی ۲۷
۲-۶-۷-۱ سنتز نانولوله های کربنی ۲۸
۲-۶-۷-۲ کاربرد نانولوله های کربنی ۲۹
۲-۷ جذب از محلول ۲۹
۲-۸ ایزوترم های جذب سطحی ۲۹
۲-۹ مدل سازی ایزوترم های جذب سطحی ۳۰
۲-۹-۱ جذب همدمای لانگمویر ۳۱
۲-۹-۲ جذب همدمای فرندلیچ ۳۳
۲-۹-۳ ایزوترم تمکین ۳۳
۲-۹-۴ ایزوترم سیپس ۳۴
۲-۹-۵ ایزوترم BET ۳۵
۲-۱۰ معادلات سینتیکی ۳۵
۲-۱۰-۱ معادله شبه درجه اول لاگرگرن ۳۶
۲-۱۰-۲ معادله شبه درجه دوم ۳۶
۲-۱۰-۳ معادله الویچ ۳۷
۲-۱۰-۴ مدل نفوذ درون ذره ای ۳۷
۲-۱۱ معادلات ترمودینامیکی ۳۸
فصل سوم: شبکه های عصبی مصنوعی و الگوریتم ژنتیک ۴۰
۳-۱ مقدمه ۴۱
۳-۲ شبکه عصبی مصنوعی ۴۱
۳-۳ سلول عصبی مصنوعی ۴۱
۳-۳-۱ تقسیم بندی بر اساس ساختار ۴۲
۳-۳-۲ تقسیم‌بندی براساس الگوریتم یادگیری ۴۲
۳-۴ نحوه ارائه زوجهای آموزشی به شبکه ۴۳
۳-۵ تابع انتقال ۴۳
۳-۶ پایان آموزش ۴۴

۳-۷ تعداد نرون در لایه‌ها ۴۴
۳-۸ الگوریتم ژنتیک ۴۵
۳-۹ معیار توقف محاسبات الگوریتم ژنتیک ۴۵
۳-۱۰ معرفی نرم افزار NeuroSolutions ۴۵
فصل چهارم: مروری بر کارهای انجام شده ۴۸
فصل پنجم:روش و مراحل تحقیق ۶۰
۵-۱ مواد و تجهیزات مورد استفاده ۶۱
۵-۱-۱ تجهیزات و دستگاه‌ها ۶۱
۵-۱-۲ جاذب ۶۱
۵-۱-۳ مواد شیمیایی ۶۱
۵-۲ روش انجام آزمایشات ۶۲
۵-۲-۱ آزمایش‌های تعادلی ۶۲
۵-۲-۲ تعیین مقدار جاذب بهینه ۶۳
۵-۲-۳ آزمایشهای تعیین سینتیک جذب ۶۳
۵-۲-۴ آزمایشهای تأثیر غلظت اولیه ۶۳
۵-۲-۵ آزمایشهای تأثیر pH ۶۳
فصل ششم: ارائه یافته ها و تجزیه و تحلیل نتایج ۶۴
۶-۱ بررسی زمان تماس ۶۵
۶-۲ بررسی اثر غلظت اولیه رنگ ۶۵
۶-۳ بررسی اثر pH ۶۶
۶-۴ بررسی اثر دما ۶۷
۶-۵ بررسی میزان بهینه جاذب ۶۸
۶-۶ بررسی ایزوترم های تعادلی ۶۹
۶-۶-۱ آنالیز داده های آزمایشگاهی ۶۹
۶-۶-۲ توابع خطا ۶۹
۶-۶-۳ محاسبه SNE ۷۰

۶-۶-۴ مقایسه ایزوترم ها ۷۰
۶-۶-۴-۱ ایزوترم لانگمویر ۷۰
۶-۶-۴-۲ ایزوترم فرندلیچ ۷۱
۶-۶-۴-۳ ایزوترم تمکین ۷۱
۶-۶-۴-۴ ایزوترم سیپس ۷۲
۶-۶-۴-۵ ایزوترم بهبود یافته BET ۷۳
۶-۷ سینتیک جذب ۷۷
۶-۷-۱ مدل شبه درجه اول لاگرگرن ۷۷
۶-۷-۲ مدل شبه درجه دوم ۷۸
۶-۷-۳ مدل الویچ ۷۹
۶-۷-۴ مدل نفوذ درون ذره ای ۷۹
۶-۸ ترمودینامیک جذب ۸۲
۶-۹ نتایج شبکه‌ی عصبی ۸۳
۶-۹-۱ طراحی شبکه ۸۳
۶-۹-۲ تعادل و ایزوترم جذب ۸۵
۶-۹-۳ اثر زمان تماس و سینتیک جذب ۸۵
۶-۹-۴ اثر pH محلول اولیه بر میزان جذب ۸۶
فصل هفتم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات ۸۸
۷-۱ نتیجه‌گیری ۸۹
۷-۲ پیشنهادات ۹۱
منابع ۹۲

فهرست اشکال

شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی مولکول متیلن بلو ۶

شکل ۱-۲ فرایند اسمز معکوس ۱۲

شکل ۲-۱ مراحل سینتیکی جذب ۱۸

شکل ۲-۲ مدل لانگمویر، سایت های مناسب برای جذب ۱۹

شکل ۲-۳ سایت های جذب ماده جذب شونده روی جاذب ۲۰

شکل ۲-۴ a)پر شدن تصادفی b)جذب منظم c)جذب جزیره d)جذب تصادفی ۲۰

شکل ۲-۵ اشکال مختلف جاذب های مورد استفاده ۲۲

شکل ۲-۶ ساختار نوعی زئولیت ۲۵

شکل ۲-۷ a) مدل صندلی دسته دار b) مدل زیگزاگ c)مدل کایرال ۲۷

شکل ۲-۸ نانو لوله های کربنی چند لایه و تک لایه ۲۸

شکل ۲-۹ انواع ایزوترم های جذب ۳۰

شکل ۳-۱ تابع انتقال سیگموئید ۴۴

شکل ۳-۲ تابع انتقال تانژانت هایپربولیک ۴۴

شکل ۳-۳ صفحهٔ گرافیکی NeuroSolution ۴۶

شکل ۶-۱ بررسی اثر زمان تماس بر روی میزان جذب رنگ روی نانولوله کربنی ۶۵

شکل ۶-۲ بررسی اثر غلظت اولیه رنگ بر روی درصد جذب متیلن بلو روی نانولوله کربنی ۶۶

شکل ۶-۳ بررسی اثر pH روی درصد جذب رنگ روی نانولوله کربنی ۶۷

شکل ۶-۴ اثر دما روی میزان جذب رنگ روی نانولوله کربنی ۶۸

شکل ۶-۵ بررسی اثر میزان جاذب بر درصد جذب متیلن بلو روی نانولوله کربنی ۶۸

شکل ۶-۶ مقایسه داده های تجربی با ایزوترم لانگمویر ۷۰

شکل ۶-۷ مقایسه داده های تجربی با ایزوترم فرندلیچ ۷۱

شکل ۶-۸ مقایسه داده های تجربی با ایزوترم تمکین ۷۲

شکل ۶-۹ مقایسه داده های تجربی با ایزوترم سیپس ۷۲

شکل ۶-۱۰ مقایسه داده های تجربی با ایزوترم BET ۷۳

شکل ۶-۱۱ مقایسه داده های آزمایشگاهی با مدل سینتیکی شبه درجه اول..... ۷۷
شکل ۶-۱۲ مقایسه داده های آزمایشگاهی با مدل سینتیکی شبه درجه دوم ۷۸
شکل ۶-۱۳ مقایسه داده های آزمایشگاهی با مدل سینتیکی الویچ ۷۹
شکل ٦-١٤ مقایسه داده های آزمایشگاهی با مدل نفوذ درون ذره ای ۷۹
شکل ٦-١٥ مقایسه داده های آزمایشگاهی با مدل نفوذ درون ذره ای در غلظت ppm ۱۰ ..... ۸۰
شکل ۶-۱۶ نمودار ln k بر حسب 1/T برای تعیین خواص ترمودینامیکی..... ۸۲
شکل ۶-۱۷ مقایسه نتایج شبکه عصبی با داده های آزمایشگاهی ۸۴
شکل ۶-۱۸ مقایسه داده های تعادلی و مدل سیپس با نتایج شبکه عصبی ۸۵
شکل ۶-۱۹ مقایسه داده های سینتیکی و مدل شبه درجه دوم با نتایج شبکه عصبی ۸۶
شکل ۶-۲۰ مقایسه داده‌های آزمایشگاهی اثر pH محلول اولیه بر درصد جذب با پیش‌بینی شبکه عصبی ۸۶

فهرست جداول

جدول ۱-۱ میزان مصرف سالانه رنگ در صنایع مختلف..... ۶
جدول ۲-۱ آنالیز شمیایی و خواص یک نمونه از آلومینای فعال شده ۲۳
جدول ۲-۲ تجزیه ی شیمیایی نمونه ای از سیلیکاژل ۲۴
جدول ۲-۳ ترکیب نمونه ای از بوکسیت..... ۲۵
جدول ۶-۱ مقادیرSNE و توابع خطا برای ایزوترم های لانگمویر، فرندلیچ و تمکین در سه دمای ۲۹۰، ۳۰۰ و ۳۱۰ کلوین ۷۴
جدول ۶-۲ مقادیرSNE و توابع خطا برای ایزوترم های سیپس و BET در سه دمای ۲۹۰، ۳۰۰ و ۳۱۰ کلوین ۷۵
جدول ۶-۳ مقادیر ضریب همبستگی و ثابت های مدل برای ایزوترم های تعادلی جذب رنگ روی نانولوله کربنی ۷۶
جدول ۶-۴ پارامترهای سینتیکی جذب رنگ روی نانولوله کربنی ۸۱
جدول ۶-۵ مقادیر توابع ترمودینامیکی جذب رنگ روی نانولوله کربنی..... ۸۲
جدول ۶-۶ مشخصات شبکه عصبی ایجاد شده و الگوریتم ژنتیک استفاده شده..... ۸۴
جدول ۶-۷ دامنه تغییرات پارامترهای ورودی شبکه..... ۸۴

فصل اول:

مقدمه

۱-۱ تاریخچه

صنعت رنگینه های سنتزی، در سال ۱۸۵۷ توسط پرکین با ایجاد یک کارخانه در گرین فورد گرین، نزدیک لندن، به منظور تولید مأوین از بنزن قطران زغال سنگ پایه گذاری شد. یک سال قبل از آن، او در آزمایشگاه با اثر دادن پتاسیم دی کرومات و سولفوریک اسید روی آنیلین خام، یک ماده رنگی به دست آورد که تشخیص داد خواص یک رنگینه را داراست. به این معنی که محلول آب داغ این ماده، قابلیت رنگرزی الیاف ابریشم را داشت و آن را به رنگ ارغوانی رنگرزی می کرد. رنگرزی با این ماده در مقایسه با سایر رنگ های مشابه به دست آمده از رنگینه های طبیعی، که به کار می رفتند، بسیار درخشنده تر و باثبات تر بود. بنابراین مأوین به عنوان یک رنگینه، مورد قبول رنگرزها واقع شد. به موازات رشد سریع شیمی آلی در مدارس تحقیقاتی اروپا، سنتز رنگینه ها بیشتر توسعه یافت و کشفیات بیشتری در آزمایشگاه های تحقیقاتی تولید کنندگان رنگینه به عمل آمد و کارخانه های رنگ سازی متعددی تأسیس شد [۱].

استفاده از رنگزاهای طبیعی با تولید رنگزاهای مصنوعی وگسترش آنها تحت شعاع قرار گرفته و رفته رفته با استقبال کمتری روبرو شده است. امروزه گسترش وتنوع رنگزاهای مصنوعی و راحتی دستیابی و استفاده از آنها سبب شده است تا تقریباً به طور کامل جایگزین رنگزاهای طبیعی شوند. این رنگ ها به وسیله ی مراحل شیمیایی شناخته شده از مواد اولیه خام، نظیر هیدروکربن ها، بنزن، تولوئن، نفتالن و آنتراسن (که از تقطیر قطران زغال سنگ بدون حضور هوا و نیز از برخی عملیات در صنعت نفت حاصل می شوند) تهیه می گردند. این هیدروکربن ها که به هیدروکربن های آروماتیک موسومند، استخوان بندی مولکول رنگینه را تشکیل می دهند. چنین هسته های آروماتیک جزء ضروری ساختمان موادی هستند که خاصیت رنگ دهی را داشته باشد [۱].

۱-۲ تقسیم بندی مواد رنگی

تقسیم بندی های مختلفی برای رنگ ها تعریف می شود. به عنوان نمونه دو نوع تقسیم بندی در ادامه به اختصار بیان شده است.

۱-۲-۱ تقسیم بندی بر اساس انواع شیمیایی

در یک تقسیم بندی رنگ‌ها را براساس انواع شیمیایی به رنگ‌های معدنی یا آلی طبقه‌بندی می‌کنند. امروزه رنگ های آلی به مراتب بیشتر از رنگ‌های معدنی می‌باشند. بعضی از جدیدترین رنگ‌ها ساختمان آلی فلزی دارند. بیشتر رنگ‌های آلی، مواد شیمیایی آلی هستند که روی یک هسته معدنی

هیدروکسید آلومینیوم رسوب داده شده‌اند. رنگ‌های آلی، به صورتی که امروزه در صنعت استفاده می‌شوند، در طبیعت یافت نمی‌شوند و تقریباً همه آنها سنتزی می‌باشند [۲].

۱-۲-۲ تقسیم بندی بر اساس کاربرد

جمعیت رنگرزان و نساجان آمریکا رنگ هایی که امروزه برای رنگرزی الیاف در نساجی ها به کار می روند را به ۱۱ گروه اصلی تقسیم می کند نام هر رنگ همراه با پاره ای از مشخصات آن در ادامه آمده است [۲ و ۳].

۱-۲-۲-۱ رنگ های اسیدی[1]

از دسته رنگ های آنیونی و محلول در آب هستند. برای رنگرزی پشم، پلی آمید، آکریلیک و پروتئین به کار می روند. در رنگرزی با این رنگ ها علاوه بر محلول رنگ از مواد دیگری مثل اسید سولفوریک، اسید استیک یا اسید فرمیک نیز استفاده می شود. رنگهای اسیدی فقط به کمک گرما جذب الیاف می‌شوند و در کمتر از ۳۹°C ابداً جذب الیاف نمی‌شوند و هر چه دما از ۳۹ °C بالاتر رود، شدت جذب رنگ توسط الیاف نیز افزایش می‌یابد.

۱-۲-۲-۲ رنگ های مستقیم[2]

از دسته رنگ های آنیونی محلول در آب هستند. به طور مستقیم از محلول آبی به سلولز منتقل می شوند و برای رنگرزی پنبه، ریون و الیاف سلولزیک به کار می روند. این رنگها بدلیل داشتن گروههای اسید سولفونیک یا نمکهای سدیم آنها به رنگهای اسیدی شباهت دارند. ماهیت اتصال مولکولهای رنگ به الیاف عمدتاً پیوند هیدروژنی است که بین هیدروژن گروه OH الیاف سلولزی با گروههای NH_2O-OH و $N=N-$ موجود بر روی رنگهای مستقیم برقرار می‌شود. با افزایش دما تمایل رنگ پذیری الیاف، کاهش می‌یابد.

۱-۲-۲-۳ رنگ های بازی[3]

این نوع رنگها ، از ترکیبات آلی یا هیدروکلریدها می‌باشند که در آب بصورت کاتیونی هستند. از این نظر این دسته رنگها را رنگهای کاتیونی نیز می‌گویند و معمولاً دارای فرمول عمومی $HO--R--NH_2$ می‌باشند.

---

[1] Acidic Dyes
[2] Direct Dyes
[3] Basic Dyes

۱-۲-۲-۴ رنگ های دیسپرس[1]

از دسته رنگ های نامحلول در آب هستند و برای رنگرزی استات سلولز، نایلون، پلی استر و پلی آکریلو نیتریل به کار می روند. این دسته رنگ ها معمولاً در محلول فنل اکرزول یا اسید بنزوئیک استفاده می شوند و بار الکتریکی ندارند.

۱-۲-۲-۵ رنگ های خمره ای[2]

از دسته رنگ های نامحلول در آب هستند که برای رنگرزی کتان در محلول قلیایی هیدروکسید سدیم حل می شوند. برای رنگ کردن پشم، ابریشم و استات سلولز نیز به کار می روند. این رنگ ها دارای گروه $C=O$ که به $C=OH$ احیا می شوند، هستند.

۱-۲-۲-۶ رنگ های گوگردی[3]

این دسته از رنگها ترکیبات آلی پیچیده‌ای هستند که در ساختار آنها گوگرد شرکت دارد، براق نیستند و معمولا در رنگرزی الیاف سلولزی بکار می‌روند. در آب حل نمی‌شوند، ولی در محلول سولفید سدیم حل می‌شوند. در این عمل سولفید سدیم در نقش احیاکننده مولکول اصلی را به مولکولهای کوچکتر محلول در آب تفکیک می‌کند. از این دسته رنگ ها برای رنگرزی الیاف سلولزی استفاده می شود.

۱-۲-۲-۷ رنگ های آزوئیک[4]

این سری از رنگها در آب نامحلول‌اند. عمدتاً برای رنگ‌آمیزی الیاف سلولزی بکار می‌روند. اما برای الیاف پروتئین چندان مناسب بنظر نمی‌رسند. نمونه‌ای از این رنگها قرمز نیتروز امین است.

۱-۲-۲-۸ رنگ های اتصالی[5]

به کلیه رنگ هایی اتلاق می شوند که از کوپل شدن دو ماده رنگی که هیچ یک رنگزای واقعی نیستند ولی در اثر کوپلینگ رنگی می شوند به وجود می آیند.

---

[1] Disperse Dyes
[2] Vat Dyes
[3] Sulphur Dyes
[4] Azoic Dyes
[5] Ingrain Dyes

۱-۲-۲-۹ رنگ های دندانه ای[1]

این رنگها به‌تنهایی روی الیاف نمی‌توانند تثبیت شوند، بلکه برای این کار به ماده تثبیت کننده که اصطلاحاً «دندانه» نامیده می‌شود، نیاز دارند که مهمترین آنها هیدروکسیدهای کروم، قلع، آلومینیوم و آهن است. در این سیستم رنگرزی، مولکولهای رنگ در نقش لیگاند یک یا چند الکترون غیر پیوندی خود را به فلزی که دارای اوربیتالهای خالی است، می‌دهند. بدین صورت پیوند داتیو بین آنها تشکیل می‌شود.

۱-۲-۲-۱۰ رنگ های فعال[2]

رنگهایی که برای رنگ‌آمیزی الیاف سلولزی معرفی شده‌اند، پس از انتقال از حالت محلول به حالت جامد، بر روی الیاف تثبیت می‌شوند و بعضی از آنها به علت اینکه در مقابل رطوبت مقاوم نیستند، کارایی چندانی ندارند (مانند رنگهای مستقیم). از اینرو پژوهشگران تلاش کردند تا رنگ را بوسیله پیوند کووالانسی به الیاف سلولزی متصل کنند. برای این منظور، تمام کوشش خود را بر روی کلرید سیانوریک یا به بیان دیگر به رنگهای تری ازینیل معطوف داشتند. زیرا اتمهای کلر می‌توانند به‌آسانی بوسیله یک، دو یا سه گروه هیدروکسیل یا گروه آمین و ... جایگزین شود و مولکول رنگ را به گروههای روی الیاف متصل کند. این گروه از رنگ های محلول در آب برای رنگرزی کتان، ویسکوز و پشم مورد استفاده قرار می گیرند. رنگ های فعال اکثراً بار الکتریکی خنثی دارند.

۱-۲-۲-۱۱ رنگدانه[3]

ذرات بزرگ غیر محلول در آب هستند و برای رنگرزی الیاف مصنوعی به کار می روند.

۱-۳ متیلن بلو

متیلن بلو یا بازیک بلو ۹، یک ترکیب شیمیایی پیچیده با فرمول مولکولی $C_{16}H_{18}N_3SCl$ است. متیلن بلو از رایج ترین رنگ های گروه بازی است که در بسیاری از زمینه ها از جمله بیولوژیکی و شیمیایی کاربرد دارد. در دمای اتاق نمک متیلن بلو جامدی بدون بو به رنگ سبز تیره با وزن مولکولی $۳۱۹/۸۵ \frac{gr}{mol}$ است. با حل شدن این نمک در آب محلول آبی رنگی به دست می آید.

---

[1] Mordant Dyes
[2] Reactive Dyes
[3] Pigment