



دانشگاه آزاد اسلامی

واحدشاهرود

دانشکده علوم پایه ، گروه مهندسی شیمی

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد "MSc."

گرایش : مهندسی محیط زیست

عنوان:

بهینه سازی و مدل سازی آماری رنگبری از پسابها با استفاده از فرایند
اکسیداسیون پیشرفته (پروکسی دی سولفات)

استاد راهنما :

دکتر مجتبی احمدی

استاد مشاور :

دکتر جمشید بهین

نگارش :

عبدالرضا مهنام

تابستان ۱۳۹۱



دانشگاه آزاد اسلامی
واحد شاهرود

دانشکده علوم پایه ، گروه مهندسی شیمی
پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد " MsC."

گرایش :

مهندسی محیط زیست

عنوان :

بهینه سازی و مدل سازی آماری فرایند رنگ بری پسابها با استفاده از فرایند اکسیداسیون پیشرفته (پروکسی دی سولفات)

نگارش :

عبدالرضا مهنام
تابستان ۱۳۹۱

۱. دکتر مجتبی احمدی

۲. دکتر جمشید بهین

۳. دکتر مرتضی خوشوقت

هیات داوران :

تقدیم به همسر عزیزم و پدر و مادر
مهربانم که در تمام طول مدت تحصیل
مشوق و همراه من بوده اند

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل اول : رنگ و محیط زیست.....
۳	۱-رنگ و محیط زیست.....
۳	۱-۱-رنگ ها
۴	۱-۲- Dye
۴	۱-۲-۱- دسته بندی سیستم ها برای Dye
۷	۱-۳- Reactive dye
۷	۱-۳-۱- ساختار Reactive dye
۱۰	۱-۴- تکنولوژی حذف رنگ
۱۰	۱-۴-۱- روش فیزیکی
۱۲	۱-۴-۲- روش های شیمیایی
۱۲	۱-۴-۳- روش های بیولوژیکی.....
۱۳	فصل دوم : روشهای اکسیداسیون پیشرفته
۱۴	۲- روشهای اکسیداسیون پیشرفته
۱۶	۲-۱- مکانیسم حمله رادیکال هیدروکسیل
۱۸	۲-۲-ازناسیون در PH بالا رفته (> ۸.۵)
۱۹	۲-۳- ازن +هیدروژن پراکسید
۲۰	۲-۴- ازن +کاتالیزت
۲۱	۲-۵- سیستم فنتن

۲۵	۳-۲- روشهای فتو شیمیایی
۲۵	۳-۲-۱- ازن/تابش UV
۲۷	۳-۲-۲- UV/H ₂ O ₂
۲۹	۳-۳-۲- ازن/هیدروژن پراکسید/تابش UV
۳۰	۳-۳-۲- اکسایش فتوکاتالیستی (TiO ₂ /UV)
۳۳	۴-۲- مقایسه و مدلسازی AOPs
۳۷	فصل سوم: مروری بر مقالات
۳۸	۳-۱- اکسیداسیون پروکسی دی سولفات UV/ از Basic Blue3 و مدل سازی از فاکتورهای کلیدی به وسیله شبکه عصبی
۳۸	۳-۲- جذب سطحی Reactive yellow84 توسط هیدروکسی آباتیت
۳۹	۳-۳- تجزیه آلاینده ها با استفاده از پروکسی دی سولفات فعال شده به روش حرارتی
۳۹	۳-۴- تجزیه iopromide به وسیله اشعه uv و پروکسی دی سولفات
۴۰	۳-۵- تجزیه Acid orange7 به وسیله فرایند Fe^{2+} /peroxydisulfateelectro
۴۱	۳-۶- مطالعه ترمودینامیکی رادیکال هیدروکسیل بر روی مواد آلوده کننده آلی به وسیله فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته
۴۱	۳-۷- رنگبری از Reactive Blue114 از لحاظ سینتیکی و ترمودینامیکی به وسیله فرایند فنتن
۴۲	۳-۸- حذف آلاینده های آلی مقاوم در آب آشامیدنی به وسیله Triolein embedded absorbent
۴۲	۳-۹- تجزیه Reactive Red2 از طریق فتوکاتالیستهای وصل شده به Water jet حفره ساز
۴۳	۳-۱۰- مشکلات یون کلراید در رنگبری از Acid orange7 به وسیله اکسیداسیون پروکسی دی سولفات یا مونوسولفات فعال شده
۴۵	فصل چهارم: مواد و روشها
۴۶	۴-۱- مواد و روشها
۴۷	۴-۲- دستگاههای مورد استفاده

- ۴-۳- دستور العملها ۴۸
- ۴-۳-۱- دستور العمل ۱ ۴۸
- ۴-۳-۱-۱- بدست آوردن λ_{max} ۴۸
- ۴-۳-۲- دستور العمل ۲: تهیه ۱۰۰mM محلول پروکسی ۴۹
- ۴-۳-۳- دستور العمل ۳: تهیه محلول رنگی با غلظتهای گوناگون ۴۹
- ۴-۳-۴- دستور العمل ۴: منحنی جذب بر حسب زمان ۵۰
- ۴-۳-۵- دستور العمل ۵: اثر پروکسی ۵۰
- ۴-۳-۶- دستور العمل ۶: اثر دما ۵۰
- ۴-۳-۷- دستور العمل ۷: اثر PH ۵۱
- فصل پنجم: نتایج ۵۳
- ۵-۱- تهیه منحنی استاندارد ۵۴
- ۵-۲- تغییرات غلظت در پروکسی دی سولفات ۵۵
- ۵-۳- تغییرات غلظت در ماده رنگی ۶۱
- ۵-۴- تغییرات غلظت با تغییر دما در بازه ۲۰-۵۰ ۶۱
- ۵-۵- تغییرات PH ۶۲
- ۵-۶- مطالعات سینتیکی فرایند حذف رنگ ۶۴
- ۵-۷- تعیین درجه واکنش پروکسی دی سولفات ۷۶
- ۵-۸- مطالعه ترمودینامیکی فرایند حذف رنگ ۷۷
- ۵-۶- تعیین پارامترهای ترمودینامیکی ۸۱

فهرست شکل ها

عنوان شکل	صفحه
شکل (۱-۱) ساختار عمومی Reactive dye ها	۸
شکل (۱-۴) نمودار طول موج ماکزیمم	۴۸
شکل (۱-۵) منحنی استاندارد	۵۵
شکل (۲-۵) منحنی غلظت ۵ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی، T=30 °C	۵۷
شکل (۳-۵) منحنی Removal در ۱،۲،۳ mM از پروکسی، T=30 °C	۶۰
شکل (۴-۵) نمودار منحنی حذف، غلظت رنگ ۵،۱۰،۲۰ mg/L، غلظت پروکسی ۳ mM، T=30 °C	۶۱
شکل (۵-۵) نمودار درصد حذف رنگ، در T=20-30-40-50°C، غلظت پروکسی ۴ mM و ماده رنگی mg/	۶۲
شکل (۶-۵) تغییرات غلظت رنگ در PH های مختلف	۶۳
شکل (۷-۵) درصد حذف رنگ در PH های مختلف	۶۴
شکل (۸-۵) منحنی درجه اول، غلظت ۵ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی	۶۷
شکل (۹-۵) منحنی درجه دوم، غلظت ۵ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی	۶۸
شکل (۱۰-۵) منحنی Removal، در ۱۰ mg/L از ماده رنگی و غلظت ۱،۲،۳ mM از پروکسی، T=30 °C	۶۹
شکل (۱۱-۵) منحنی درجه اول، غلظت ۱۰ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی	۷۰
شکل (۱۲-۵) منحنی درجه دوم، غلظت ۱۰ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی	۷۱
شکل (۱۳-۵) منحنی Removal، در ۲۰ mg/L از ماده رنگی و غلظت ۱،۲،۳ mM از پروکسی، T=30 °C	۷۲
شکل (۱۴-۵) منحنی درجه اول، غلظت ۲۰ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی	۷۳
شکل (۱۵-۵) منحنی درجه دوم، غلظت ۲۰ mg/L از ماده رنگی و ۱،۲،۳ mM از پروکسی	۷۴
شکل (۱۶-۵): نمودار $(\ln(K_{2app}) - \ln(C_{Proxy}))$ جهت تعیین درجه واکنش بر حسب غلظت پروکسی دی سولفات	۷۷

شکل (۵-۱۷) مقایسه نمودار ترمودینامیکی درجه ۲ در غلظت‌های مختلف پروکسی ۸۱

فهرست جدول ها

صفحه	عنوان
۶	جدول (۱-۱) دسته بندی dye وانواع شیمیایی آن.....
۱۱	جدول (۲-۱) فرایندهای اصلی برای حذف dye
۱۵	جدول (۱-۲) قدرت اکسیدکنندگی برخی از گونه های اکسید کننده
۱۵	جدول (۲-۲) ثابت سرعت واکنش ازن در برابر رادیکال هیدروکسیل
۱۷	جدول (۳-۲) فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته
۲۶	جدول (۴-۲) مقایسه uv و H ₂ O ₂
۳۰	جدول (۵-۲) مقایسه هزینه عملیاتی برخی از فرایندهای AOPs
۳۶	جدول (۶-۲) مقادیر تئوری اکسیدکننده های مورد نیاز برای بدست آوردن یک مقدار معلوم از رادیکالهای OH _۲ در سیستم های O ₃ /H ₂ O ₂ /UV
۵۴	جدول (۱-۵) داده های منحنی استاندارد
۵۶	جدول (۲-۵) غلظت ماده رنگی ۵ mg/L و غلظت ۱ mM پروکسی
۵۶	جدول (۳-۵) غلظت ماده رنگی ۵ mg/L و غلظت ۲ mM پروکسی
۵۷	جدول (۴-۵) غلظت ماده رنگی ۵ mg/L و غلظت ۳ mM پروکسی
۵۸	جدول (۵-۵) درصد حذف با گذشت زمان با غلظت ۱ mM پروکسی
۵۸	جدول (۶-۵) درصد حذف با گذشت زمان با غلظت ۲ mM پروکسی
۵۹	جدول (۷-۵) درصد حذف با گذشت زمان با غلظت ۳ mM پروکسی
۶۵	جدول (۸-۵) داده های درجه اول و درجه دوم با غلظت ۱ mM پروکسی
۶۵	جدول (۹-۵) داده های درجه اول و درجه دوم با غلظت ۲ mM پروکسی
۶۶	جدول (۱۰-۵) داده های درجه اول و درجه دوم با غلظت ۳ mM پروکسی

- جدول (۵-۱۱) داده های سینتیکی نهایی در غلظت ۵ mg/L از ماده رنگی و غلظت های مختلف پروکسی ۷۵
- جدول (۵-۱۲) داده های سینتیکی نهایی در غلظت ۱۰ mg/L از ماده رنگی و غلظت های مختلف پروکسی ۷۵
- جدول (۵-۱۳) داده های سینتیکی نهایی در غلظت ۲۰ mg/L از ماده رنگی و غلظت های مختلف پروکسی ۷۶
- جدول (۵-۱۴) داده های نهایی در غلظت ثابت ۵ mg/L از ماده رنگی و غلظت ۲ mM پروکسی ۷۸
- جدول (۵-۱۵) داده های نهایی در غلظت ثابت ۵ mg/L از ماده رنگی و غلظت ۳ mM پروکسی ۷۹
- جدول (۵-۱۶) داده های نهایی در غلظت ثابت ۵ mg/L از ماده رنگی و غلظت ۴ mM پروکسی ۸۰
- جدول (۵-۱۷) مقادیر K_2 در دما های مختلف و غلظت های ۲،۳،۴ mM پروکسی ۸۲
- جدول (۵-۱۸) پارامترهای ترمودینامیکی با غلظت ۲ mM پروکسی ۸۲
- جدول (۵-۱۹) پارامترهای ترمودینامیکی با غلظت ۳ mM پروکسی ۸۳
- جدول (۵-۲۰) پارامترهای ترمودینامیکی با غلظت ۴ mM پروکسی ۸۳

چکیده:

در این تحقیق حذف رنگ Reactive Yellow 84 توسط فرایند اکسیداسیون پیشرفته با استفاده از پروکسی دی سولفات پتاسیم مطالعه شده است. محلولهای رنگ با استفاده از فرآیند اکسیداسیون پیشرفته در شرایط مختلف تصفیه شدند. اثر غلظت اولیه رنگ، غلظت اولیه پتاسیم پروکسی دی سولفات، pH محلول و دما بر فرایند تجزیه رنگ بررسی شده است. بیشترین مقدار حذف رنگ با بازدهی ۸۸/۵ درصد در غلظت اولیه رنگ ۵ mg/L و غلظت اولیه پروکسی دی سولفات ۴ mM در دمای ۳۰ °C بدست آمده است. مطالعه سینتیکی حذف رنگ نشان داد که واکنش حذف رنگ از مدل سینتیکی درجه دوم پیروی می کند. همچنین در این پایان نامه پارامترهای ترمودینامیکی شامل تغییرات انرژی آزاد گیبس و انرژی فعالسازی واکنش حذف رنگ توسط اکسیداسیون با پتاسیم پروکسی دی سولفات محاسبه گردید. نتایج به دست آمده نشان می دهد که فرایند حذف رنگ در شرایط طبیعی به صورت خود به خودی بوده و همچنین با افزایش دما و غلظت اولیه پروکسی دی سولفات پتاسیم، انرژی آزاد گیبس کاهش می یابد.

فصل اول

رنگ و محیط زیست

۱- رنگ و محیط زیست

در دهه های اخیر، حساسیت های جامعه نسبت به حفاظت از محیط زیست افزایش یافته است. به سبب ضرر کارخانه های شیمیایی روی محیط زیست روز جهانی محیط زیست به وجود آمد. اگر چه واکنش بخشی از قسمتهای جهان شدید تر و بیشتر به مناطق دیگر است. کارخانه های ساخت رنگ قسمت کوچکی از همه ی کارخانه های شیمیایی هستند. رنگ ها و رنگدانه ها بیشترین ماده آشکار هستند. آشکار بودن رنگ می تواند دلیل کمتر رها ساختن آنها به داخل محیط زیست باشد. برای مثال رها ساختن در آبهای آزاد، که جلب توجه عمومی می کند بدین ترتیب نیاز کارخانه ها در کمتر رها ساختن رنگ در محیط زیست حتی در مواردی که کوچک اما آشکار است و ممکن است از نظر سم شناسی بی ضرر باشد.

دلیل عمده رها ساختن رنگ به داخل محیط و بسته به کامل نبودن فرایند رنگرزی در نساجی و احتیاج به کاهش مقدار باقی مانده رنگ در فاضلاب نساجی است. یک راه برای حل کردن مشکل رنگ در فاضلاب های نساجی، توسعه دادن روشهای حذف رنگ از پسابها می باشد.

۱-۱ - رنگ ها

مدتها پیش از تاریخ مردم از رنگ های طبیعی استفاده می کردند، به هر حال در سال ۱۸۵۶، Perkin's رنگ بنفش را که مشخصه شروع رنگ های مصنوعی صنعتی بود را کشف کرد. رنگ ها به وسیله ی توانایی در جذب یا ساطع کردن نور در یک محدوده آشکار (۴۰۰-۷۰۰ nm) مشخص شده اند، بنابراین آن دلیلی برای ظاهر ساختن رنگ هست.

ساختار شیمیایی رنگدانه ها به دو دسته تقسیم می شوند رنگ های آلی و غیر آلی (معدنی)، هر کدام از این گروه ها می تواند به دو گروه دیگر طبیعی و مصنوعی تقسیم شود.

رنگزها شامل dyes (رنگها) و pigments (رنگدانه ها) می شوند. رنگ دانه ها غیر قابل حل هستند در ماده هایی که در آنها از رنگ ها استفاده شده است، در حالیکه بیشتر (dyes) در آنها قابل حل هستند. اختلاف مهمتر بین رنگدانه ها و dyes آن است که رنگدانه ها در ساختار فیزیکی رنگزها استفاده می شوند. اجزا رنگدانه ها باید به به وسیله اضافه کردن ترکیباتی مانند پلیمر در رنگ لایه ها بچسبند. از طرف دیگر dyes در

مقایسه با رنگدانه ها به شکل های متنوعی در (پارچه، مواد، چرم، کاغذ و مو) به کار برده می شود. Dyes باید نزدیکی خاصی با لایه (substrates) برای استفاده داشته باشد.

۱-۲- Dye

Dyes مواد شیمیایی هستند که در ساخت به ماده رنگ خواهد داد. Dyes ترکیبات آلی آروماتیک، یونی با ساختاری که شامل حلقه های aryl که delocalised electron systems هستند.

رنگ از dye است به شرط اینکه در حضور گروه رنگی مولکول باشد. آنها به طور وسیعی برای رنگ به شکل های فرعی مانند (کاغذ، مو، خز، fur، مواد یلاستیکی، wax، وسایل آرایش یا مواد غذایی) استفاده می شود.

Dye ها گروه مهم و بزرگ شیمیایی هستند. امروزه بیشتر از ۱۰۰۰۰۰۰ گونه تجاری از dye ها در دسترس است به عنوان مثال mordant، metal complex، vat، disperse، reactive، acid. به هر حال تخمین زده می شود که بیشتر از ۲٪ از $10^5 \times 7$ تن از dye های ساخته شده در یک سال در فاضلاب تخلیه شده است.

۱-۲-۱- دسته بندی سیستم ها برای Dye ها :

Dye ها به دو روش جداگانه تقسیم شده اند، یا بر اساس ساختار شیمیایی آنها یا بر اساس روش های کاربرد، از لحاظ ساختار شیمیایی، Dye ها ممکن است غیرآلی یا ترکیباتی آلی باشند، هر دو گروه را می توان به قسمتهای دیگر طبیعی یا مصنوعی تقسیم کرد.

وقتی بر اساس روش های کاربرد تقسیم می شوند، می توان یک تمایز بین آنیونی، یا پراکندگی رنگ بسته به اینکه این ماده برای رنگرزی پروتین، سلولز یا فیبرهای پلی سیامید استفاده شود. علاوه بر این برخی واکنش پذیری رنگها برای زیر لایه های مختلف استفاده می شود در حالی که همان نوع ساختار شیمیایی برای یک بستر واحد مناسب است.

بر دو اساس ساختار شیمیایی و روش استفاده مشترک تقسیم بندی شده اند. به علاوه، بعضی از گروههای رنگی می تواند برای دو لایه یا بیشتر استفاده شود. در هر دو دسته بندی ها از شاخص رنگ استفاده شده است، که لیست همه ی dye ها و رنگها به مقدار زیادی در رنگ آمیزی تجاری استفاده شده مانند صنایع

نساجی، رنگزا ها برای رنگ آمیزی پلاستیکها، نقاشی ها، جوهر و برای رنگ پذیری مایع ها (حلال ها)، در جدول (۱-۱) رده کاربردی و نوع شیمیایی خلاصه بندی شده است. بر طبق تحقیقات Griffiths در سال ۱۹۷۶ رنگها می توانند همچنین بر اساس نوع القا الکترونیکی که روی سطح نور اتفاق می افتد دسته بندی شوند. به هر حال Luttker در سال ۱۹۸۵ رنگها را به رنگهای جاذب، رنگهای فلورئوسنت و رنگهای انتقال انرژی دسته بندی کرد، وابسته به اینکه آیا انرژی نور جاذب غالب بر پراکندگی کردن باشد (به عنوان مثال بازده کوانتوم) به وسیله تبدیل درونی، به وسیله فلورئوسانت یا به وسیله سیستم های داخلی هم عرض.

Class	Principle Substrate	Method Of Application	Chemical Types
Acid	Nylon, wool, silk, paper and leather	Usually from neutral to acidic dye baths	Azo (Including Premetallized) anthraquinone, triphenylmethane, azine, xanthene, nitro and nitrose
Basic	Paper, polyacrylonitrile, modified nylon, polyester and inks	Applied from acidic dye baths	Cyanine, hemicyanine, Diazahemicyanine, diphenylmethane, triaryl methane, azo, azine, xanthene, acridine, oxazine, and anthraquinone
Direct	Cotton, rayon, paper, leather and nylon	Applied from neutral or slightly alkaline baths containing additional electrolyte	Azo, anthraquinone, styryl, nitro, and benzodifuranone
Disperse	Polyester, polyamide, acetate, acrylic and plastics	Fine aqueous dispersions often applied by high temperature/pressure or lower temperature	Azo, anthraquinone, styryl, nitro, and benzodifuranone

		carried methods ; dye may be padded on cloth and baked on thermofixed	
Reactive	Cotton , wool , silk , and nylon	Reactive site on day reacts with functional group on fiber to bind day covalently under influence of heat and pH (alkaline)	Azo , anthraquinone , phthalocyanine , formazan , oxazine and basic
Solvent	Plastics , gasoline , varnishes , lacquers , stains , inks fats , oils and waxes	Dissolution in the substrate	Azo , triphenylmethane , antraquinone , and phthacyanine
Sulfur	Cotton and rayon	Aromatic Substrate vatted with sodium sulfide and reoxidized to insoluble sulfur- contining products on fiber	Indeterminate structures

جدول (۱-۱): دسته بندی dye و انواع شیمیایی

۱-۳- Reactive dyes

اولین Reactivedyes برای فیبرهای سلولزی ارائه شد به وسیله ی ICI در سال ۱۹۵۶ با نام تجاری Procian . که آن کشف شده بود با کار StepHen و Rattee که ثابت کردن dyes هایی که محتوای گروه 1,3,5-triazinyl که قادر به واکنش با فیبرهای سلولزی تحت شرایط قلیایی ملایم هستند.

Reactive dyes رنگ های مرکبی هستند که محتوای یک یا دو گروه مستعد برای انجام باندهای کوالانس بین یک کربن یا اتم فسفر از یون dye یا مولکول اکسیژن، نیتروژن یا اتم سولفور از هیدروکسی، آمینو یا گروه mercapto، باندهای کوالانس با گروه های هیدروکسیل از فیبرهای سلولزی، با آمینو، هیدروکسیل و گروههای mercapto از فیبرهای پروتئین و آمینو از گروههای پلی آمید تشکیل شده اند.

Reactivedyes با توجه به مشخصات، رنگ هایی روشن، غیر قابل پاک شدن به وسیله ی آب، استفاده از تکنولوژی های ساده با انرژی مصرفی پایین باعث شده که به طور وسیع در صنایع استفاده شوند.

۱-۳-۱- ساختار Reactive dyes :

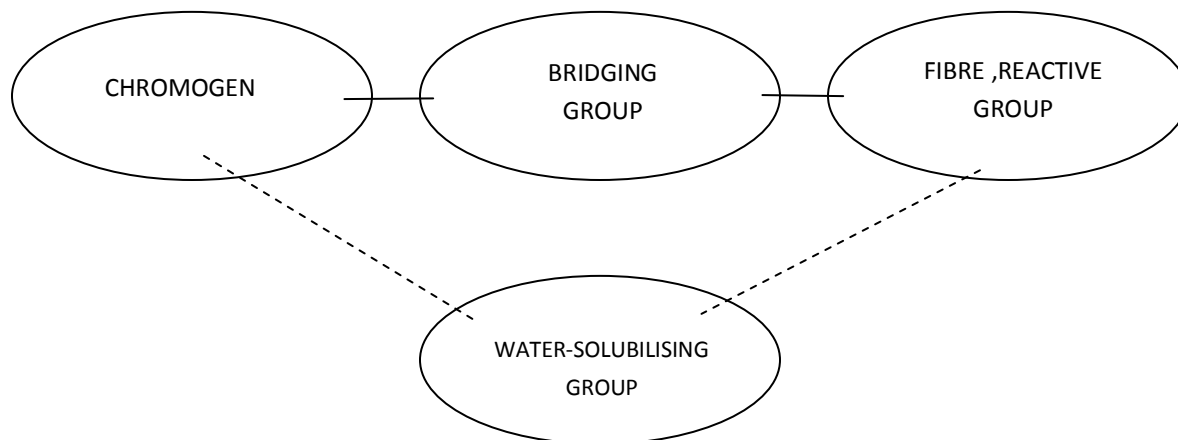
چهار خصیصه ساختمانی مهم از مولکول در Reactivedyes ها وجود دارد که می تواند هویت ها را تفکیک کند. آنها رنگزا^۱، گروههای حل شده در آب، گروههای اتصال دهنده، و گروه fiber-reactive هستند. در شکل (۱-۱) ساختار Reactive dyes به صورت شماتیک نشان داده شده است.

Chromogen قسمتی از مولکول است که مولکول های ضروری رنگ را می دهد و ممکن است در ترکیب با رنگ به سرعت شرکت کند. چنانچه دیدیم در بیشتر کاربردهای تقسیم dye های نساجی، این Chromogen ها به azo، کربونیل یا pththalocyanine شیمیایی متعلق بودند.

عموما، گروههای قابل حل در آب در قسمت chromogenic قرار داشتند. مولکول reactivedye، اگر چه یک تعدادی از آنها در قسمت گروه reactive قرار داشتند. مشخصه ی اساسی ساختمانی reactivedye تابع گروهی است که توانا در واکنش شیمیایی با فیبر می باشد. اصطلاح fibre-group و مواد شیمیایی آلی متضمن واکنش این فیبرها با اشکال فیبرهای وابسته است.

^۱ chromogen

عموماً لفظ bridging group برای مشخص کردن گروه اتم‌هایی که برای پیوند قسمت chromogenic مولکول با گروه fiber-reactive استفاده شده است. در بسیاری از dye ها bridging group گروه آمین (-NH-) است، اغلب دلیلی برای راحتی سینتیک است.



شکل (۱-۱): ساختار عمومی Reactive dye ها

Dyes classes (chromogen) for reactive dyes

بر مبنای chromophore، reactive dye ها می‌توانند تقسیم بندی شود به گونه‌های مونوآزو و دی‌آزو، بیشتر reactive dye ها در دسته azodye قرار می‌گیرند. azo dyes ها بر مبنای (-N=N-) azo chromogen هستند در حدود ۲۰-۴۰٪ از همه ی dye ها برای رنگ آمیزی استفاده می‌شوند.

کمپلکس فلزی azodye را از رنگ‌های مقاوم در برابر نور بدست آوردند. برای مثال، ترکیبات مس از o,o'-disubstituted ترکیباتی با محدوده‌ی وسیعی از رنگ‌ها تولید می‌کند (زرد، سرخ، بنفش، آبی، قهوه‌ای، زیتونی، سیاه). گروه فلزی dye ها بیشتر آنها بر پایه کرومیوم هستند، که سرطان زا هستند.

Antraquinone-based dyes مهم هستند زیرا آنها درخشان، مقاوم در برابر نور، و chromophore پایدار تحت شرایط پایه و اسیدی هستند.

بر اساس تحقیقات Aksu در سال ۲۰۰۵، antraquinone-based dyes بیشتر مقاوم هستند در برابر تجزیه به علت آنکه آنها ترکیباتی با ساختار آروماتیک هستند و به همین دلیل این رنگها برای مدت زمان طولانی در پسابها باقی میمانند.

TripHenodioxazine dyes از سیستم حلقه ای tripHenodiozine گرفته شده اند. آنها در سال ۱۹۲۸ به صورت تجاری در دسترس بودند. وقتیکه Kranzlein، dye را با ساختار پایه به وسیله ی افزودن گروههای سولفنیک اسید کشف کرد. Dioxazine chromophores به اسید حساس ترند و بیشتر در dye ها محلول هستند نسبت به dye های ثابت.

روی هم رفته tripHenodiozine chromophores نشان داد درجه ی بالایی از انباشتگی دارند و ذاتا افزایش داشته زیرا آنها ساختاری دوجهی دارند. Formazon dyes ها گرفته شده اند از 1-(2-carboxyphenyl) formazon

که همه سه حلقه ها فعال هستند به علت گروههای محافظ که باعث افزایش ترکیبات reactive و قابل حل می باشد.

مهمترین مشخصه reactive pHthalocyanine dyes حضور مس و نیکل در اتم مرکزی آنها است. آنها با گروههای سولفونیک اسید تعویض می شوند و با اتصال دادن sulfonamide همچنین به گروههای reactive وصل شده. Reactive pHthalocyanine یک قابل حل در آب^۲ می باشد که محصول آن سولفات فلزیایی آلومینیوم و سایه های سبز می باشد.

۴-۱- تکنولوژی حذف رنگ:

بیشتر از ۱۰۰۰۰۰۰، dye تجاری در دسترس است و بیشتر از $10^5 \times 7$ تن در سال تولید می شود. از آنجاییکه dye ها مولکول های آلی مقاومی هستند، مقاوم به تجزیه هوازی و پایدار در مقابل نور بررسی پسابهایی که محتوای dye هستند خیلی مشکل است. Dye ها در پسابها به روش های سنتی نمی توانند رنگ زدایی شوند. در جدول (۱-۲) چندین روش برای حذف آلاینده ها از پسابها نشان داده شده است.

^۲ water-soluble

تکنولوژی حذف رنگ را می توان به سه دسته تقسیم کرد:

فیزیکی، شیمیایی و بیولوژیکی، که همه ی آنها مزایا و معایبی دارند.

۱-۴-۱- روشهای فیزیکی :

روشهای فیزیکی مختلفی هستند که به طور وسیع استفاده می شوند، مانند فرایندهای فیلتراسیون غشایی (نانو فیلتراسیون، اسمز معکوس، الکترودیالیز) و تکنیکهای جذب.

معایب عمده فرایندهای غشایی :

۱ - عمر محدود غشا

۲ - هزینه ی تعویض دوره ای

تطابق خیلی بالایی بین داده های موجود وجود دارد، جذب فاز مایع یکی از مهمترین روشها برای حذف آلاینده ها از پسابها است. فرایندهای جذب، تولید سیال با کیفیت بالا خواهد کرد.