

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

گروه شیمی

گرایش شیمی کاربردی

سنتز نانوذرات اکسید آهن و نانو کامپوزیت آن برای حذف رنگ از پسابهای صنعتی

از:

نرگس نعمتی منجیلی

اساتید راهنما:

دکتر اسفندیار علیزاده

دکتر رضا انصاری

استاد مشاور:

دکتر هادی فلاح معافی

اسفند ۱۳۹۲

تقدیم به

دو موجود مقدس

پدر و مادر عزیزم

آنان که تابش آفتاب مهرشان در قلبم جاودانی است.

زندگی، پنجره ای باز، به دنیای وجود
تا که این پنجره باز است، جهانی با ماست.
آسمان، نور، خدای عشق، سعادت با ماست
فرصت بازی این پنجره را دریابیم.

در ابتدا خداوند هستی بخش را شاکرم که توفیق جمع آوری و تهیه این پایان نامه را به بنده عنایت نمود و بر خود واجب میدانم از همه کسانی که در طی این پژوهش از راهنمایی و یاریشان بهره مند گشته تشکر و قدردانی نمایم و برای ایشان از درگاه پروردگار مهربان آرزوی سعادت و پیروزی نمایم.

از استاد راهنمای ارجمند جناب آقای دکتر رضا انصاری که با سعه صدر و صبوری مرا راهنمایی نموده و همواره از نظرات سازنده و رهنمودهای ایشان در طول این دوره تحصیلی و هم چنین جمع آوری و نگارش این مهم بهره برده ام صمیمانه تقدیر و تشکر می نمایم. از استاد راهنمای دیگرم جناب آقای دکتر اسفندیار علیزاده نهایت تشکر و قدردانی دارم. مراتب قدردانی خود را از نظرات ارزشمند اساتید محترم جناب آقای دکتر محمد علی زنجانچی و سرکار خانم ناز چایی بخش که زحمت باز خوانی و داوری این پایان نامه را بر عهده گرفتند اعلام می دارم.

از استاد مشاور محترم، جناب آقای دکتر فلاح به دلیل یاری ها و راهنماییهای فراوان ایشان که بسیاری از سختیها را برایم آسانتر نمودند بسیار سپاسگزارم.

از خانواده عزیزم به جهت حمایت های بی دریغشان در مراحل مختلف زندگی از آغاز تا به امروز بسیار سپاسگزارم و در نهایت از تمامی دوستان گرامی ام که در طول این مدت افتخار مصاحبت و همفکری با آنها را داشتم صمیمانه تشکر می نمایم.

سنتز نانوذرات اکسید آهن و نانو کامپوزیت آن برای حذف رنگ از پسابهای صنعتی

نرگس نعمتی منجیلی

در این مطالعه نانو ذرات آهن (III) اکسید (Fe_2O_3) و کامپوزیت آن با خاک اره ($\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$) به روش هم رسوبی سنتز شده و به عنوان جاذب برای حذف رنگینه مورد بررسی قرار گرفت. از رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ برای مطالعه حذف استفاده گردید. مطالعات جذب در دو سیستم تعادلی یا پیمانه ای و غیر تعادلی یا ستونی انجام گرفت. برای تعیین شرایط بهینه جذب رنگینه، اثر پارامترهای مختلف نظیر pH، غلظت اولیه رنگ، زمان تماس، دما، مقدار جاذب و غیره بر روی راندمان جذب بررسی شدند. در سیستم تعادلی یا پیمانه ای از معادلات فروندلیچ و لانگمویر برای رسم ایزوترم های جذب و ارزیابی داده های تعادلی جذب استفاده شد. نتایج نشان داد که ظرفیت جذب برای Fe_2O_3 و نانو کامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ برای حذف رنگینه به ترتیب ۵۹/۱۷ و ۲۹/۶۷ میلی گرم بر گرم جاذب می باشد. از معادلات شبه مرتبه اول و دوم برای مطالعات سینتیکی در سیستم تعادلی و از معادلات توماس و آدامس بوهارت برای مطالعات سینتیکی و تعیین کارایی جاذب در سیستم ستونی استفاده گردید. نتایج نشان داد که فرآیند جذب برای Fe_2O_3 از ایزوترم لانگمویر و سینتیک شبه مرتبه دوم پیروی می کند. آزمایشات ایزوترم برای $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ نشان داد که داده های تعادلی حاصل از مدل فروندلیچ بهتر از لانگمویر بوده و سینتیک جذب از مدل شبه مرتبه اول پیروی می کند. بر اساس منحنی های شکست در آزمایشات ستونی، کاهش غلظت اولیه، سرعت جریان و افزایش مقدار جاذب (ارتفاع بستر) موجب افزایش جذب می شود. مطالعه ترمودینامیک جذب رنگینه توسط جاذب ها نشان می دهد که فرآیند جذب خودبخودی است. در خاتمه مطالعات بازیابی رنگینه از جاذب و یا احیای ستون استفاده شده انجام گرفت. چرخه های جذب واجذب سه بار تکرار شده و کارایی ستون ها برای استفاده مجدد بررسی گردد. بر اساس نتایج حاصله امکان بازیابی ستون های جذب برای استفاده مکرر با راندمان بالا با استفاده از مواد ارزان قیمت عملی می باشد.

کلید واژه ها: نانو ذرات آهن (III) اکسید، نانو کامپوزیت ، رنگینه راکتیو رد ۱۹۵، جذب سطحی

صفحه	عنوان
س	چکیده فارسی
ش	چکیده انگلیسی
فصل اول: مقدمه و تئوری	
۲	۱- مقدمه
۲	۱-۱ طبقه بندی رنگینه ها
۲	۱-۱-۱ رنگینه های آزویی
۳	۱-۱-۲ رنگینه های اسیدی
۳	۱-۱-۳ رنگینه های دیسپرس
۳	۱-۱-۴ رنگینه های حلال
۴	۱-۱-۵ رنگینه های خمره ای
۴	۱-۱-۶ رنگینه های مستقیم
۴	۱-۱-۶-۱ رنگینه های مستقیم اسیدی یا آنیونی
۵	۱-۱-۶-۲ رنگینه های مستقیم بازی یا کاتیونی
۵	۱-۱-۷ رنگینه های کمپلکس فلزی
۵	۱-۱-۸ رنگینه های گوگردی
۵	۱-۱-۹ رنگینه های دندانان ای
۶	۱-۱-۱۰ رنگینه راکتیو
۶	۲-۱ راکتیو رد ۱۹۵
۷	۳-۱ روش های جداسازی و حذف رنگینه ها
۷	۳-۱-۱ اسمز معکوس و اولترافیلتراسیون
۸	۳-۱-۲ الکتروفورز
۹	۳-۱-۳ رنگبری با استفاده از روش های زیستی

۹	..... اوزون دهی ۴-۳-۱
۱۰	..... TiO ₂ تخریب نوری در حضور TiO ₂ ۵-۳-۱
۱۰	..... فرآیند های اکسیداسیون پیشرفته ۶-۳-۱
۱۰	..... استفاده از سدیم هیپو کلریت (NaOCl) ۷-۳-۱
۱۱	..... روش تبادل یونی ۸-۳-۱
۱۲	..... جذب های استفاده شده برای جذب سطحی رنگینه ها ۴-۱
۱۲	..... ۱-۴-۱ جذب های متداول
۱۲	..... ۱-۴-۱ آلومینا
۱۲	..... ۲-۴-۱ سیلیکا ژل
۱۲	..... ۳-۴-۱ زئولیتها
۱۳	..... ۴-۴-۱ کربن فعال
۱۴	..... ۲-۴-۱ جاذبهای ارزان قیمت غیر متداول
۱۴	..... ۱-۲-۴-۱ ضایعات کشاورزی و صنعتی
۱۴	..... ۲-۲-۴-۱ مواد معدنی طبیعی
۱۵	..... ۳-۲-۴-۱ جاذبهای زیستی
۱۶	..... ۵-۱ جذب سطحی
۱۷	..... ۱-۵-۱ ایزوترم های جذب
۱۷	..... ۱-۵-۱ ایزوترم لانگمویر
۱۹	..... ۲-۱-۵-۱ ایزوترم فروندلیچ
۲۰	..... ۲-۵-۱ سینتیک جذب
۲۰	..... ۱-۲-۵-۱ مدل شبه مرتبه اول
۲۱	..... ۲-۲-۵-۱ مدل شبه مرتبه دوم
۲۱	..... ۳-۵-۱ ترمودینامیک جذب
۲۲	..... ۶-۱ سیستم های جذب سطحی

۲۲	۱-۶-۱ سیستم ناپیوسته
۲۳	۲-۶-۱ سیستم ستونی با جریان پیوسته
۲۴	۱-۲-۶-۱ مدل های دینامیکی جذب در سیستم های با جریان پیوسته
۲۵	۱-۱-۲-۶-۱ مدل آدامس- بوهارت
۲۵	۲-۱-۲-۶-۱ مدل توماس
۲۶	۳-۱-۲-۶-۱ مدل BDST
۲۷	۷-۱ مورفولوژی و شناسایی سطح جاذب ها
۲۷	۸-۱ اهداف انجام پروژه

فصل دوم: عملیات تجربی

۲۹	۱-۲ ابزار، مواد و تکنیک های بکار رفته در این پروژه
۳۰	۲-۲ روش تهیه جاذب (نانوذرات Fe_2O_3)
۳۰	۳-۲ روش تهیه نانو کامپوزیت خاک اره و Fe_2O_3
۳۱	۴-۲ اندازه گیری رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ به روش اسپکتروفوتومتری
۳۱	۵-۲ رسم منحنی کالیبراسیون
۳۲	۶-۲ بررسی عوامل موثر در فرآیند جذب رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ توسط نانو ذرات اکسید آهن (Fe_2O_3) در سیستم ناپیوسته
۳۲	۱-۶-۲ بررسی اثر pH
۳۳	۲-۶-۲ بررسی اثر غلظت اولیه و تأثیر آن بر روی ایزوترم های جذب
۳۳	۳-۶-۲ بررسی اثر میزان جاذب
۳۳	۴-۶-۲ بررسی اثر دما و به دست آوردن پارامترهای ترمودینامیکی
۳۳	۵-۶-۲ بررسی اثر زمان تماس و سینتیک جذب
۳۳	۶-۶-۲ بررسی اثر نمک

۷-۲	بررسی عوامل موثر در فرآیند جذب رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ توسط نانو ذرات اکسید آهن (Fe_2O_3) و خاک اره در سیستم ناپیوسته.....	۳۴
۷-۲	۱- اثر pH.....	۳۴
۷-۲	۲- بررسی اثر غلظت اولیه و تأثیر آن بر روی ایزوترم های جذب.....	۳۴
۷-۲	۳- بررسی اثر میزان جاذب.....	۳۴
۷-۲	۴- بررسی اثر دما و به دست آوردن پارامترهای ترمودینامیکی.....	۳۴
۷-۲	۵- بررسی اثر زمان تماس و سینتیک جذب.....	۳۵
۷-۲	۶- بررسی اثر نمک.....	۳۵
۸-۲	۸- بررسی عوامل موثر در میزان جذب رنگینه و بازیافت رنگینه در سیستم ستونی و منحنی شکست.....	۳۵
۸-۲	۱- اثر pH.....	۳۵
۸-۲	۲- اثر غلظت اولیه رنگینه بر منحنی شکست.....	۳۵
۸-۲	۳- اثر سرعت جریان بر منحنی شکست.....	۳۶
۸-۲	۴- اثر ارتفاع بستر (مقدار جاذب) بر منحنی های شکست.....	۳۶
۹-۲	۹- بررسی مدلهای دینامیکی جذب در سیستم ستونی.....	۳۶
۱۰-۲	۱۰- مطالعات واجذب و بازیابی ستون.....	۳۷
۱۱-۲	۱۱- محاسبات.....	۳۷

فصل سوم: بحث و نتیجه گیری

۱-۳	۱- الگوی پراش پرتوی ایکس (XRD).....	۴۰
۲-۳	۲- بررسی مورفولوژی سطح جاذب های به کار رفته با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM).....	۴۱
۳-۳	۳- بررسی جذب رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ توسط نانو ذرات اکسید آهن (Fe_2O_3).....	۴۴
۳-۳	۱- اثر pH.....	۴۴
۳-۳	۲- اثر تغییرات غلظت اولیه رنگینه بر روی جذب.....	۴۵

۴۸	..... ۳-۳-۳ اثر مقدار جاذب بر میزان جذب رنگینه
۴۹	..... ۴-۳-۳ اثر زمان تماس بر میزان جذب رنگینه
۵۰	..... ۵-۳-۳ بررسی سینتیک فرآیند جذب
۵۲	..... ۶-۳-۳ اثر دما بر میزان جذب رنگینه
۵۳	..... ۷-۳-۳ بررسی پارامتر های ترمودینامیکی بر میزان جذب رنگینه
۵۴	..... ۸-۳-۳ اثر نمک
۵۵	..... ۴-۳ بررسی عوامل موثر در میزان جذب رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ توسط نانوکامپوزیت (SD /Fe ₂ O ₃ -)
۵۵	..... ۱-۴-۳ اثر pH
۵۵	..... ۲-۴-۳ اثر تغییرات غلظت اولیه رنگینه بر روی جذب رنگینه
۵۶	..... ۳-۴-۳ بررسی ایزوترم های جذب
۵۸	..... ۴-۴-۳ اثر مقدار جاذب بر میزان جذب رنگینه
۵۹	..... ۵-۴-۳ اثر زمان تماس بر میزان جذب رنگینه
۵۹	..... ۶-۴-۳ بررسی سینتیک فرآیند جذب
۶۱	..... ۷-۴-۳ اثر دما و بررسی کمیت های ترمودینامیکی
۶۳	..... ۵-۳ بررسی عوامل موثر در میزان جذب رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ توسط نانوکامپوزیت SD /Fe ₂ O ₃ - به روش ستونی و رسم منحنی شکست
۶۳	..... ۱-۵-۳ اثر pH روی منحنی های شکست
۶۴	..... ۲-۵-۳ اثر غلظت اولیه رنگینه بر روی منحنی های شکست
۶۵	..... ۳-۵-۳ اثر سرعت جریان روی منحنی های شکست
۶۷	..... ۴-۵-۳ اثر ارتفاع بستر جاذب (مقدار جاذب) روی منحنی های شکست
۶۸	..... ۶-۳ بررسی مدل های دینامیکی جذب در سیستم ستونی
۶۷	..... ۱-۶-۳ مدل آدامس- بوهارت
۶۹	..... ۲-۶-۳ مدل توماس
۷۰	..... ۷-۳ مطالعات واجذب و بازیابی ستون

نتیجه گیری.....	۷۱
پیشنهاد برای کارهای آینده.....	۷۲
مراجع.....	۷۴

- شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی رنگینه راکتیو رد ۱۹۵ ۶
- شکل ۲-۱ جابه جایی رنگینه های اسیدی در طول فرآیند الکتروفورز ۸
- شکل ۳-۱ یک نوع سیستم رنگبری با به کارگیری ستون مبادله گر یونی ۱۱
- شکل ۴-۱ طرح آزمایشگاهی سیستم ستونی با بستر ثابت ۲۳
- شکل ۱-۲ طیف جذبی RR195 ۳۱
- شکل ۲-۲ منحنی کالیبراسیون راکتیو رد ۱۹۵ در طول موج ۵۴۰nm ۳۲
- شکل ۱-۳ الگوی پراش پرتوی ایکس (XRD) ۴۰
- شکل ۲-۳ تصاویر SEM خاک اره (الف) با بزرگنمایی ۲۰۰ برابر (ب) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر (پ) با بزرگنمایی ۱۰۰۰۰ برابر (ت) با بزرگنمایی ۳۰۰۰۰ برابر (ث) با بزرگنمایی ۳۰۰۰۰ برابر (ج) با بزرگنمایی ۵۰۰۰۰ برابر ۴۱
- شکل ۳-۳ تصاویر SEM مربوط به Fe_2O_3 - (الف) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر (ب) با بزرگنمایی ۵۰۰۰ برابر (پ) با بزرگنمایی ۱۰۰۰۰ برابر (ت) با بزرگنمایی ۳۰۰۰۰ برابر (ث) با بزرگنمایی ۵۰۰۰۰ برابر (ج) با بزرگنمایی ۵۰۰۰۰ برابر .. ۴۲
- شکل ۴-۳ تصاویر SEM مربوط به $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ - (الف) با بزرگنمایی ۱۰۰۰ برابر (ب) با بزرگنمایی ۵۰۰۰ برابر (پ) با بزرگنمایی ۱۰۰۰۰ برابر (ت) با بزرگنمایی ۳۰۰۰۰ برابر (ث) با بزرگنمایی ۵۰۰۰۰ برابر (ج) با بزرگنمایی ۵۰۰۰۰ برابر ۴۳
- شکل ۵-۳ اثر pH بر میزان جذب رنگینه توسط نانوذرات Fe_2O_3 ۴۴
- شکل ۶-۳ اثر تغییرات غلظت اولیه رنگینه بر روی میزان جذب توسط نانوذرات Fe_2O_3 ۴۶
- شکل ۷-۳ ایزوترم خطی لانگمویر برای جذب رنگینه توسط نانوذرات Fe_2O_3 ۴۷
- شکل ۸-۳ ایزوترم خطی فروند لیچ برای جذب رنگینه توسط جاذب Fe_2O_3 ۴۷
- شکل ۹-۳ اثر تغییرات وزن جاذب بر روی میزان جذب با نانوذرات Fe_2O_3 ۴۹
- شکل ۱۰-۳ اثر زمان تماس بر روی میزان جذب با نانوذرات Fe_2O_3 ۵۰
- شکل ۱۱-۳ منحنی $\log(q_e - q_t)$ بر حسب زمان برای جذب RR195 (شبه مرتبه اول) ۵۱
- شکل ۱۲-۳ منحنی t/q_t بر حسب زمان برای جذب رنگینه (شبه مرتبه دوم) ۵۱
- شکل ۱۳-۳ نمودار وانتیپ برای جذب رنگینه RR195 توسط جاذب نانوذرات Fe_2O_3 ۵۳
- شکل ۱۴-۳ اثر pH بر میزان جذب رنگینه توسط نانو کامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۵
- شکل ۱۵-۳ اثر تغییرات غلظت اولیه رنگینه بر روی میزان جذب با نانو کامپوزیت نانوذرات $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۶

- شکل ۳-۱۶ ایزوترم خطی لانگمویر برای جذب رنگینه توسط جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۷
- شکل ۳-۱۷ ایزوترم خطی فروند لیچ برای جذب رنگینه بوسیله نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۷
- شکل ۳-۱۸ اثر تغییرات وزن جاذب بر روی میزان جذب با نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۸
- شکل ۳-۱۹ اثر زمان تماس بر روی میزان جذب با نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۹
- شکل ۳-۲۰ منحنی $\log(q_e - q_t)$ بر حسب زمان برای جذب رنگینه (شبه مرتبه اول) ۶۰
- شکل ۳-۲۱ منحنی t/q_t بر حسب زمان برای جذب رنگینه (شبه مرتبه دوم) ۶۰
- شکل ۳-۲۲ نمودار وانتیپ برای رنگینه ۶۲
- شکل ۳-۲۳ منحنی شکست اثر pH بر میزان جذب رنگینه توسط نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۶۳
- شکل ۳-۲۴ منحنی شکست اثر غلظت اولیه بر میزان جذب رنگینه توسط نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۶۴
- شکل ۳-۲۵ منحنی شکست اثر سرعت جریان بر میزان جذب رنگینه توسط نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۶۶
- شکل ۳-۲۶ منحنی شکست اثر ارتفاع بستر بر میزان جذب رنگینه توسط نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۶۷

- جدول ۱-۱ مشخصات عمومی رنگینه RR195 ۶
- جدول ۱-۳ پارامترهای برجذب بدست آمده از تطبیق داده های تجربی و مدل‌های ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ ۴۸
- جدول ۲-۳ مقایسه حداکثر ظرفیت جاذب Fe_2O_3 - و $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ با سایر جاذب ها برای رنگینه های راکتیو ۴۸
- جدول ۳-۳ مقادیر مربوط به پارامترهای معادلات شبه مرتبه اول و شبه مرتبه دوم برای جذب رنگینه ۵۲
- جدول ۳-۴ داده های محاسبه شده جهت مطالعه ترمودینامیکی ۵۳
- جدول ۳-۵ مقادیر مربوط به پارامترهای ترمودینامیکی برای جذب رنگینه ۵۴
- جدول ۳-۶ پارامترهای برجذب بدست آمده از تطبیق داده های تجربی و مدل‌های ایزوترم لانگمویر و فروندلیچ برای نانوکامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۵۸
- جدول ۳-۷ مقادیر مربوط به پارامترهای معادلات شبه مرتبه اول و شبه مرتبه دوم برای جذب رنگینه توسط نانو کامپوزیت $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ - ۶۱
- جدول ۳-۸ داده های محاسبه شده جهت مطالعه ترمودینامیکی ۶۱
- جدول ۳-۹ مقادیر مربوط به پارامترهای ترمودینامیکی برای جذب رنگینه توسط جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ ۶۲
- جدول ۳-۱۰ مقادیر پارامترهای مربوط به منحنی شکست برای جذب رنگینه توسط جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ در غلظت های اولیه مختلف ۶۵
- جدول ۳-۱۱ مقادیر پارامترهای مربوط به منحنی شکست برای جذب رنگینه توسط جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ در سرعت جریان های مختلف ۶۶
- جدول ۳-۱۲ مقادیر پارامترهای مربوط به منحنی شکست برای جذب رنگینه توسط جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ در ارتفاع بستر های مختلف ۶۸
- جدول ۳-۱۳ مقادیر پارامترهای مربوط به مدل آدامس- بوهارت در شرایط مختلف برای جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ - ۶۹
- جدول ۳-۱۴ مقادیر پارامترهای مربوط به مدل توماس در شرایط مختلف برای جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ - ۷۰
- جدول ۳-۱۵ میزان واجذب RR195 توسط محلول‌هایی از مواد شیمیایی مختلف ۷۰
- جدول ۳-۱۶ پارامترهای مربوط به چرخه های جذب- واجذب برای رنگینه توسط جاذب $\text{Fe}_2\text{O}_3/\text{SD}$ - ۷۱

فصل اول

مقدمه و تئوری

۱- مقدمه

مواد رنگی از زمان های قدیم مورد استفاده انسانها قرار گرفته است این مواد از مواد معدنی، گیاهان و حیوانات به دست می آمده است. با گذشت زمان و صنعتی شدن، مواد رنگی به دو دسته طبیعی و مصنوعی طبقه بندی شدند که به طور گسترده در صنایع نساجی، کاغذسازی، چاپ، چرم، دباغی، مواد آرایشی بهداشتی، پلاستیک و غذایی مورد استفاده قرار می گیرند. با توجه به محدود بودن منابع آب و گسترش روز افزون واحدهای صنعتی، افزایش تولید فاضلابهای صنعتی، آلوده شدن منابع آب یکی از معضلات اجتماعی و اقتصادی محسوب می شود. سالانه حدود 10^9 کیلو رنگ در جهان تولید می شود رنگها دارای ساختار پیچیده مولکولی، غالباً سمی، سرطان زا (تولید گروه های آمین در تجزیه هوازی)، جهش زا، غیرقابل تجزیه بیولوژیک و پایدار می باشند که با ورود به محیط زیست اثرات سویی در آن ایجاد می کنند [۱].

هر ترکیب رنگی را نمی توان رنگینه^۱ نامید. رنگینه یک ترکیب آلی است که نور را در ناحیه مرئی به شدت جذب می کند و می تواند به طور محکم به فیبر با پیوندهای شیمیایی و فیزیکی بین گروه های عاملی رنگینه و فیبر متصل شود [۲]. مولکول های رنگینه شامل دو جزء اصلی می باشند: رنگساز^۲ که مسئول تولید رنگ می باشد و رنگیار^۳ که نه تنها مکمل رنگساز می باشد، بلکه باعث حل شدن مولکول در آب شده و تمایل آن برای چسبیدن به فیبر ها را افزایش می دهد [۳].

۱-۱ طبقه بندی رنگینه ها

رنگینه ها ساختارهای متنوعی دارند و به روش های مختلفی طبقه بندی می شوند. که یک نوع طبقه بندی آنها بر اساس ساختار شیمیایی و بر اساس کاربردشان بوده که به صورت زیر می باشد [۲ و ۴ و ۵].

۱-۱-۱ رنگینه های آزویی^۴

مواد رنگزای آزو یکی از مهمترین و بزرگترین طبقه از مواد رنگزا بوده که دارای کاربردهای زیادی در صنایع مختلف است. این مواد رنگزا بدلیل سهولت تهیه، در دسترس بودن مواد اولیه، تنوع رنگی زیاد و قدرت رنگی بالا از اهمیت ویژه ای برخوردار هستند. مشخصه اصلی این گروه از مواد رنگزا حضور گروه آزو ($-N=N-$) است که معمولاً به یک یا دو اتم کربن آروماتیک متصل است. مواد رنگزای آزو بر حسب تعداد گروه های آزو موجود در ساختار شیمیایی به گروه های فرعی مونوآزو، دیس آزو، تریس آزو و پلی آزو تقسیم می شوند.

¹Dye² Chromophore³ Auxochromes⁴ Azoic Dyes

۱-۱-۲ رنگینه های اسیدی^۱

مصرف عمده رنگینه های اسیدی در رنگرزی پشم است، ولی در رنگرزی ابریشم، پلی آمید، آکرلیک و همچنین کاغذ، چرم، به عنوان جوهر در صنعت چاپ، صنایع غذایی و مواد آرایشی نیز بکار می روند. در ساختمان شیمیایی رنگینه های اسیدی انواع ترکیبات شیمیایی مانند آزو، آنتراکینون، تری آریل متان، آزین، زانتین، کتون ایمین، نیترو و نیتروزو شرکت دارند. این ترکیبات شامل رنگینه هایی با سایه رنگ های بسیار روشن هستند و ثبات آنها بین خیلی ضعیف تا خیلی خوب متغیر است.

۱-۱-۳ رنگینه های دیسپرس^۲

دسته ای از رنگینه های نامحلول در آب هستند که در آغاز برای برای رنگرزی استات سلولز معرفی شدند و معمولاً به حالت ذرات ریز پراکنده شده در یک حمام رنگرزی بکار می روند. این رنگینه ها به مقدار ناچیزی در آب حل می شوند و درجه حلالیت آنها در خصوصیات رنگرزی و یکنواخت شوندگی آنها موثر است. این رنگینه ها به سه دسته ی نیتروآریل آمین، آزو و آنتراکینون تقسیم می شوند. تقریباً تمام آنها شامل گروه های آمینو یا آمینوی استخلاف شده هستند ولی فاقد گروه های محلول کننده مانند گروه های سولفونیک می باشند. مصرف اساسی این رنگینه ها در رنگرزی استات سلولز، نایلون، پلی استر و الیاف پلی آکریلونیتریل است. رنگینه های دیسپرس، در رنگرزی سطوح پلاستیک ها نیز بکار می رود.

۱-۱-۴ رنگینه های حلال^۳

این رنگینه ها معمولاً ناقطبی بوده و فاقد گروه های محلول در آب مانند سولفونیک اسید، کربوکسیلیک اسید و نمک آمونیوم چهارتایی می باشند و بسته به نوع کاربرد آنها، در حلال های مختلفی حل می شوند. از محلول این رنگینه ها در لکه ها، روغن های جلا دهنده، لاک الکل ها، مرکب های چاپ، کاغذهای کپی، نوارهای ماشین تحریر، پلاستیک ها، فراورده های نفتی و واکس استفاده می شود. دسته بندی شیمیایی آنها غالباً شامل گروه های آزو و آنتراکینون می باشد؛ اما فتالوسیانین و تری آریل متان نیز استفاده می شود.

¹ Acid Dyes

² Disperse Dyes

³ Solvent Dyes

۱-۱-۵ رنگینه های خمره ای^۱

این رنگینه های نامحلول در آب، گروه وسیع و بسیار مهمی بوده که شامل رنگینه های زیر است:

۱- رنگینه های ایندیگوئید و تیوایندیگوئید

۲- رنگینه های آنتراکینوئید

این رنگینه ها از طریق یک ماده واسطه آبی به نام ترکیبات لوکو (خمره ها) که از کاهش قلیایی ماده رنگزا در حضور سدیم هیدرو سولفیت (هیدروس)^۲ آماده می شوند، به کار می روند. کاربرد اصلی رنگینه های خمره ای در رنگرزی و چاپ پارچه های پنبه ای، پشم و ابریشم مصنوعی (ریون^۳) می باشد.

۱-۱-۶ رنگینه های مستقیم^۴

این دسته از رنگینه 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 اسید یا الکترولیت اضافه می شود تا دافعه بین گروه های قطبی روی الیاف و رنگینه را به حداقل برساند این رنگینه ها به دو دسته اسیدی و بازی تقسیم می شوند:

۱-۱-۶-۱-۱ رنگینه های مستقیم اسیدی یا آنیونی

رنگینه 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 والیاف پروتئینی، پلی آمیدی و هم چنین آکرلیک کاربرد دارند مقاومت این گونه رنگینه ها بسیار متفاوت است و بیشتر به ساختمان شیمیایی بستگی دارد و اکثراً رنگ های روشنی ایجاد می نمایند که از این رنگینه ها می توان به نارنجی متیل و اسیدپیکریک اشاره کرد.

¹ Vat Dyes

² Hydros

³ Rayon

⁴ Direct Dyes

۱-۶-۲ رنگینه های مستقیم بازی یا کاتیونی

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

۱-۱-۷ رنگینه های کمپلکس فلزی^۱

کمپلکس های فلزی رنگینه های O و 0- دی هیدروکسی- آزو هستند که به مقدار زیاد برای استفاده رنگرزا به عنوان رنگینه های اسیدی پشم تولید می شوند. مصرف دیگر آنها در رنگرزی الیاف، ابریشم و پلی آمید است.

۱-۱-۸ رنگینه های گوگردی^۲

این رنگینه ها مواد رنگی آزو با جرم مولکولی نسبتاً بالا هستند و دارای خواص کلوئیدی می باشند و برای رنگرزی الیافی استفاده می شوند که به وسیله رنگ های مستقیم بخوبی رنگرزی نمی شوند از جمله این الیاف می توان به پنبه و ابریشم مصنوعی اشاره کرد که از معروف ترین آنها قرمز کنگو می باشد.

این رنگینه ها در آب محلول بوده و شامل گوگرد به صورت بخش کاملی از رنگساز و هم به صورت زنجیر های متصل شده پلی سولفید هستند، جهت رنگرزی ابتدا به کمک سدیم سولفید رنگینه ها را کاهش داده و به شکل قابل حل در آب در می آورند سپس رنگی که جذب پارچه شده است، در مجاورت هوا مجدداً اکسید می کنند تا رنگ اصلی ظاهر شود. این دسته از رنگ ها قیمت پایین و ثبات شست شوی خوب دارند.

۱-۱-۹ رنگینه های دندانیه ای^۳

این دسته از رنگینه ها نیاز به آماده سازی مقدماتی فیبر با یک ماده دندانیه ای طراحی شده برای چسبانیدن به رنگینه را دارند. دندانیه ها به فیبرها متصل شده و سپس با رنگینه ترکیب می شوند تا یک کمپلکس رنگی نا محلول تولید کنند که لاک نامیده می شوند. موادی که عموماً به صورت دندانیه استفاده می شوند آلومینیوم اکسید، آهن و کروم هستند. رنگینه های دندانیه ای در رنگرزی پشم، ابریشم و پنبه استفاده می شوند.

¹ Metal-Dyes

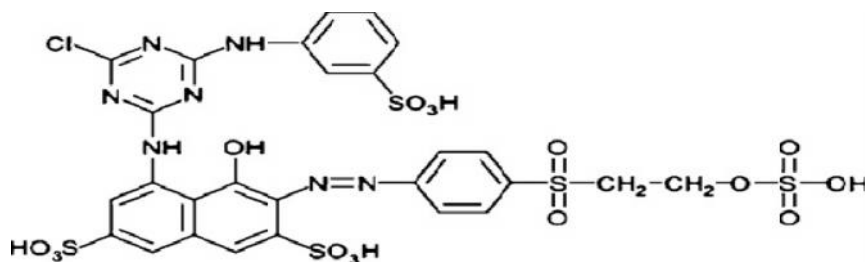
² Sulfur Dyes

³ Mordant Dyes

۱-۱-۱۰ رنگینه راکتیو^۱

رنگینه واکنش پذیر، ترکیب رنگی است که گروه مناسبی در آن می‌تواند پیوند کووالانسی بین اتم کربن، یون یا مولکول رنگینه از یک طرف و یک اتم اکسیژن، نیتروژن یا گوگرد گروه‌های هیدروکسی، آمین و مرکاپتو موجود در الیاف سلولزی، پروتئینی و پلی آمید از طرف دیگر تشکیل دهد. از مزایای عمده رنگینه‌های واکنش پذیر نسبت به رنگینه‌های مستقیم این است که ساختار شیمیایی ساده‌تری دارند، طیف جذبی آنها باندهای جذبی با پهنای کم را نشان می‌دهند و رنگ‌های درخشان‌تری دارند. طبقه بندی شیمیایی آنها شامل آزو (دربردارنده گروه‌های آزو فلزدار)، تری فنیل دی اکسازین، فتالوسیانین، فرمازان و آنتراکینون است. رنگینه‌های واکنش پذیر با خلوص بالا، به عنوان جوهر صنایع چاپ منسوجات مخصوصاً پنبه استفاده می‌شود [۶].

۱-۲ راکتیو رد ۱۹۵



شکل ۱-۱ ساختار شیمیایی رنگینه راکتیو رد ۱۹۵

جدول ۱-۱ مشخصات عمومی رنگینه RR195 [۷]

نام های دیگر	Tri Active Red 3BS
فرمول مولکولی	$C_{27}H_{20}O_{16}N_7S_5Cl$
جرم مولی	983.5 g/m
حلالی	محلول در آب
شکل ظاهری	جامد قرمز رنگ