



گروه علوم محیط زیست-دانشکده علوم

پایان نامه کارشناسی ارشد
علوم محیط زیست

بررسی کارایی فرایند های اکسایش پیشرفته
در حذف مواد آلی رنگزا در مقادیر کم با
استفاده از پراکسی دی سولفات فعال شده
بوسیله کاتالیزورهای فلزی و نانو ذرات
فتو کاتالیزوری

استاد راهنما:
دکتر محمدحسین رسولی فرد

استاد مشاور:
سید جعفر خامسی

تحقیق و پژوهش:
مریم شاه قلی

فصل اول

مقدمه

۳	۱-۱- مقدمه
۵	۲-۱- آب
۵	۳-۱- انواع آلاینده های آب
۷	۴-۱- مواد رنگزای آلی
۷	۱-۴-۱- انواع مواد رنگزای آلی
۹	۲-۴-۱- آلودگی محیط زیست توسط مواد رنگزای آلی
۱	۳-۴-۱- ماده آلی رنگزای Acid red 87
۱	
۱	۴-۴-۱- ماده رنگزای Direct blue 129
۲	
۱	۵-۱- انواع فرایندهای تصفیه پسابهای رنگی
۴	
۱	۶-۱- فرآیندهای اکسایش پیشرفته (AOPs)
۴	
۱	۱-۶-۱- انواع فرآیندهای اکسایش پیشرفته
۹	
۲	۷-۱- پراکسی دی سولفات به عنوان اکسنده مناسب در
۱	فرآیندهای اکسایش پیشرفته
۲	۸-۱- فناوری نانو و کاربرد نانوکاتالیزورها در
۲	فرآیندهای اکسایش پیشرفته
۲	۱-۸-۱- کاربرد نانو ذرات نقره
۳	
۲	۲-۸-۱- فرآیند Nano Ag/S ₂ O ₈ ²⁻
۳	
۲	۳-۸-۱- فرآیند UV/Nano TiO ₂ /S ₂ O ₈ ²⁻
۳	
۲	۹-۱- اهداف پروژه حاضر
۷	

فصل دوم

مروری بر پژوهش ها و تحقیقات پیشین

۳	۱-۲- نمونه هایی از پژوهشهای انجام شده در مورد حذف آلایندههای آلی از آبهای آلوده شده توسط فرآیند Ag ⁺ /S ₂ O ₈ ²⁻
---	--

۰

۲-۲- نمونه هایی از پژوهشهای انجام شده در مورد حذف
آلایندههای آلی از آبهای آلوده شده توسط فرآیند $UV/S_2O_8^{2-}$

۲

۳-۲- نمونه هایی از پژوهشهای انجام شده در مورد حذف
آلایندههای آلی از آبهای آلوده شده توسط فرآیند
UV/TiO₂/S₂O₈²⁻ به صورت سوسپانسیون TiO₂ و یا Nano-TiO₂

۳

۴-۲- نمونه هایی از پژوهشهای انجام شده در مورد حذف
آلایندههای آلی از آبهای آلوده شده توسط فرآیند
Thermal/S₂O₈²⁻

۳

۶

۵-۲- نمونه هایی از پژوهشهای انجام شده برای حذف
آلاینده های آلی با به کار گیری UV/LED ها به عنوان
منبع تابش

۳

۹

فصل سوم

مواد و روشها

۱-۳- وسایل ، دستگاه ها و مواد مورد استفاده

۴

۲

۱-۱-۳- مواد مورد استفاده

۴

۲

۲-۱-۳- دستگاه های مورد استفاده

۴

۲

۳-۱-۳- نرم افزارهای مورد استفاده

۴

۳

۲-۳- روش کار

۴

۳

۱-۲-۳- روش تثبیت نانوذرات TiO₂ بر روی گلوله های

۴

۳

شیشه ای

۲-۲-۳- روش تهیه محلول های مورد استفاده

۴

۴

الف- محلول مادر رنگ Acid red 87 و Direct blue 129

۴

۴

ب- محلول مادر پتاسیم پراکسی دی سولفات

۴

۵

ج - محلول های اسیدی و بازی

۴

۵

- ۴ ۳-۲-۳- روش اندازه گیری غلظت قرمز اسیدی ۸۷
 ۵ و آبی مستقیم ۱۲۹ موجود در محلول
 ۷ ۳-۲-۴- روش اندازه گیری ناپیوسته رنگزاهای مورد
 استفاده
 ۴ ۳-۲-۵- طراحی رآکتور و آزمایشات
 ۸
 ۳-۲-۶- طراحی آزمایش های مربوط به بررسی
 ۴ پارامترهای مؤثر بر سیستم Nano Ag/S₂O₈²⁻ در حذف رنگ AR87
 ۹
 ۳-۲-۶-۱- طراحی آزمایش های بررسی تعیین غلظت
 ۹ بهینه پراکسی دی سولفات
 ۵ ۳-۲-۶-۲- طراحی آزمایش های بررسی تاثیر
 ۰ غلظت رنگ AR87 بر کارایی سیستم
 ۵ ۳-۲-۶-۳- طراحی آزمایش های بررسی تاثیر
 ۰ پارامتر دما بر کارایی سیستم
 ۵ ۳-۲-۶-۴- طراحی آزمایش های بررسی تاثیر pH
 ۱ بر کارایی سیستم
 ۵ ۳-۲-۶-۵- طراحی آزمایش بررسی تاثیر مقدار
 ۱ نانوذرات نقره تثبیت شده بر کارایی سیستم
 ۳-۲-۷- طراحی آزمایش های مربوط به بررسی
 ۵ پارامترهای مؤثر بر سیستم UV/nano- TiO₂/S₂O₈²⁻ در حذف
 ۱ رنگ DB129
 ۵ ۳-۲-۷-۱- طراحی آزمایش های بررسی تعیین غلظت
 ۲ بهینه پراکسی دی سولفات
 ۵ ۳-۲-۷-۲- طراحی آزمایش های بررسی تاثیر
 ۲ غلظت رنگزای DB129
 ۵ ۳-۲-۷-۳- طراحی آزمایش های بررسی اثر تابش
 ۳ دوره ای (تابش پالسی) بر روی میزان حذف در
 فرآیند UV/nano-TiO₂/S₂O₈²⁻
 ۵ ۳-۲-۷-۴- طراحی آزمایش های بررسی تاثیر pH
 ۳ در میزان حذف رنگ DB129
فصل چهارم

نتایج و بحث

- ۵ ۴-۱- نتایج بررسی حذف Acid red 87 طی فرآیند Nano Ag/S₂O₈²⁻
 ۵ در شرایط مختلف

- ۵-۱-۱-۴ نتایج بررسی اثر $S_2O_8^{2-}$ و Nano Ag به تنهایی
در مقایسه با فرآیند
۵ Nano Ag/ $S_2O_8^{2-}$
- ۵-۱-۲-۴ نتایج بررسی اثر غلظت اولیه $S_2O_8^{2-}$ بر روی
میزان حذف AR87 با استفاده از فرآیند
۶ Nano Ag/ $S_2O_8^{2-}$
- ۵-۱-۳-۴ نتایج بررسی اثر غلظت اولیه AR87 بر روی
میزان حذف رنگ با استفاده از فرآیند
۸ Nano Ag/ $S_2O_8^{2-}$
- ۵-۱-۴-۴ نتایج بررسی اثر pH اولیه بر روی میزان
حذف AR87 با استفاده از فرآیند
۵ Nano Ag/ $S_2O_8^{2-}$
- ۹-۱-۵-۴ نتایج بررسی اثر دمای اولیه بر روی میزان
حذف AR87 با استفاده از فرآیند
۶ Nano Ag/ $S_2O_8^{2-}$
- ۰-۱-۶-۴ نتایج بررسی اثر مقدار اولیه ی نانو ذرات
نقره تثبیت شده بر روی میزان حذف AR87 با
استفاده از فرآیند Nano Ag/ $S_2O_8^{2-}$
- ۶-۱-۷-۴ بررسی تغییرات طیف قبل و بعد از حذف AR87
۲
- ۶-۲-۴-۲ بررسی حذف DB 129 طی فرآیند UV/nano-TiO₂/ $S_2O_8^{2-}$ در
شرایط مختلف
۴
- ۶-۲-۴-۱ نتایج بررسی تاثیر سیستم UV/nano-TiO₂/ $S_2O_8^{2-}$
در مقایسه با کاربرد منفرد nano-TiO₂ ، $S_2O_8^{2-}$ ، UV ، UV/nano-
۶ TiO₂ و UV/ $S_2O_8^{2-}$ در حذف رنگ DB129
۴
- ۶-۲-۴-۲ نتایج بررسی اثر غلظت اولیه ی پتاسیم
پراکسی دی سولفات بر میزان حذف DB 129 طی فرآیند
۶ UV/nano-TiO₂/ $S_2O_8^{2-}$
۵
- ۶-۲-۴-۳ نتایج بررسی اثر غلظت اولیه ی DB129 بر
میزان حذف رنگزا طی فرآیند UV/nano-TiO₂/ $S_2O_8^{2-}$
۶
- ۶-۲-۴-۴ نتایج بررسی اثر pH اولیه بر میزان حذف
DB 129 طی فرآیند UV/nano-TiO₂/ $S_2O_8^{2-}$
۶
- ۷-۲-۴-۵ نتایج بررسی اثر تابش دوره ای در طول
آزمایش بر میزان حذف DB 129 طی فرآیند UV/nano-TiO₂/ $S_2O_8^{2-}$
۶
- ۹-۲-۴-۶ بررسی تغییرات طیف قبل و بعد از حذف رنگ
۷

۴-۳- نتیجه گیری نهایی و ارائه پیشنهادات

۰
۷
۱
۷
۱
۷
۴
۷
۶

۴-۳-۱- نتیجه گیری

۴-۳-۱- پیشنهاد برای کارهای آینده

منابع

۱	۱-۱	انواع روش های بکار رفته شده جهت حذف رنگ از آبهای آلوده شده به ترکیبات رنگی
۶	۲-۱	انواع فرایندهای اکسایش پیشرفته
۱		
۸	۳-۱	TiO ₂ مکانیزم عمومی تأثیر فتون بر ذرات
۲		
۵	۱-۳	شمایی از نحوه تثبیت Nano-TiO ₂ بر روی گلوله های شیشه ای
۴	۲-۳	طیف Acid red 87 در pH اولیه محلول
۴	۳-۳	بررسی تغییرات طیف Acid red 87 در pH های مختلف
۶	۴-۳	طیف Direct blue 129 در pH اولیه محلول
۴	۵-۳	بررسی تغییرات طیف Direct blue 129 در pH های مختلف
۷	۶-۳	سیستم بسته حاوی ۱۰۰mL نمونه و نانو ذرات نقره
۴	۷-۳	نحوه قرارگیری نانو ذرات TiO ₂ تثبیت شده بر روی گلوله های شیشه ای درون نمونه جهت بکارگیری در زیر نور UV
۵	۸-۳	محفظه UV و نحوه قرارگیری نمونه در داخل آن
۰		
۵	۹-۳	استفاده از ترموستات برای تنظیم و تثبیت دمای نمونه
۱	۱-۴	بررسی تأثیر S ₂ O ₈ ²⁻ تنها و Nano Ag تنها در مقایسه با Nano Ag/S ₂ O ₈ ²⁻
۵	۲-۴	بررسی تأثیر غلظت اولیه پراکسی دی سولفات بر حذف رنگزای قرمز اسیدی ۸۷
۹	۳-۴	بررسی تأثیر غلظت اولیه رنگ بر حذف رنگزای AR 87
۶	۴-۴	بررسی تأثیر pH اولیه بر حذف رنگزای AR 87
۱		
۶	۵-۴	بررسی تأثیر دمای اولیه بر حذف رنگزای AR 87
۲		
۶	۶-۴	بررسی تأثیر مقدار اولیه نانو ذرات نقره بر حذف رنگزای AR 87
۴		
۶	۷-۴	بررسی تغییرات طیف قبل و بعد از حذف AR 87
۵		
۶	۸-۴	بررسی تأثیر Nano-TiO ₂ تنها، UV تنها، S ₂ O ₈ ²⁻ تنها و UV/Nano-TiO ₂ /S ₂ O ₈ ²⁻ و UV/S ₂ O ₈ ²⁻ در مقایسه با UV/Nano-TiO ₂ /S ₂ O ₈ ²⁻
۶		
۷		

- ۶ ۹-۴ بررسی تاثیر غلظت اولیه پراکسی دی سولفات بر
۸ حذف رنگزای DB 129
- ۶ ۱۰-۴ بررسی تاثیر غلظت اولیه رنگزا بر حذف رنگزای
۹ DB 129
- ۷ ۱۱-۴ بررسی تاثیر pH بر حذف رنگزای DB 129
۰
- ۷ ۱۲-۴ بررسی تاثیر تعداد پالس روشن - خاموش بر
۱ حذف رنگزای DB 129
- ۷ ۱۳-۴ بررسی تغییرات طیف قبل و بعد از حذف رنگ
۲ Direct blue 129

۸	۱-۱ ساختار گروه‌های مهم رنگی	
۱۲	مشخصات ماده رنگی	۲-۱ Acid red 87
۱۳	مشخصات ماده رنگی	۳-۱ Direct blue 129

چکیده :

رنگهای آلی به طور گسترده در بسیاری از صنایع مورد استفاده قرار می‌گیرند. حدود ۱۵٪ از کل تولیدات رنگ در جهان طی رنگرزی منسوجات به فاضلابها رها می‌شوند. تصفیه پسابهای تولید شده در این صنایع برای محیط زیست چالشی بزرگ می‌باشد. از بین تمام روشهای تصفیه، فرایندهای اکسایش پیشرفته (AOPs) یکی از جدیدترین روشها برای تصفیه پسابهای آلوده به مواد آلی مقاوم می‌باشد. تقریباً تمام انواع فرایندهای اکسایش پیشرفته بر پایه تولید رادیکال های بسیار فعال مانند رادیکال هیدروکسیل بنا شده اند که قادر هستند طیف وسیعی از آلاینده های آلی را به سرعت و به صورت غیرگزینشی اکسید نمایند. رنگهای سنتزی به گروه های مختلفی تقسیم بندی می‌شوند که از میان آنها، رنگهای آزو معمولاً عمده ترین آلاینده موجود در پسابهای نساجی می‌باشند. ماده آلی رنگزای قرمز اسیدی ۸۷ و آبی مستقیم ۱۲۹ رنگزایی هستند که جهت رنگرزی پارچه های نخی، ابریشمی و الیاف سلولزی بکار برده می‌شود. رساله حاضر به مطالعه تخریب این رنگزاهای آلی از محلول آبی توسط فرایندهای اکسایش پیشرفته برگزیده که شامل سیستم های اکسایش $\text{UV/Nano-TiO}_2/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ و $\text{Nano-Ag}/\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$ در حضور نانو ذرات تثبیت شده تیتانیم دی اکسید بر روی گلوله های شیشه ای، می‌باشند همچنین به بررسی مجموعه ای از پارامترهای مؤثر بر میزان حذف رنگ از قبیل غلظت اولیه آمونیوم پراکسی دی سولفات، ذرات نانو نقره، غلظت رنگزا، pH، و دمای محلول پرداخته است. کاتالیزور نانو نقره و پرتو UV همراه با ذرات نانو دی اکسید تیتانیم، در نقش منابع تحریک موجب تبدیل آنیون پرسولفات به اکسنده قویتر رادیکال سولفات ($\text{SO}_4^{\cdot-}$) می‌شوند که باعث اکسایش سریع و تخریب ماده رنگزا می‌گردد. همچنین تغییرات طیف جذبی محلول رنگزا طی فرایند حذف توسط سیستم های فوق نشان داد که پیک جذبی در طول موج ماکزیمم و در شرایط بهینه شده سیستم به شدت کاهش می‌یابد که دلالت بر تخریب سریع رنگزا دارد. نتایج کار حاضر نشان داد که فرایند اکسایش با استفاده از آمونیوم پراکسی دی سولفات فعال شده توسط کاتالیزورهای نانونقره و یا نانو ذرات تیتانیم دی اکسید همراه با پرتو UV می‌تواند در تصفیه پسابهای حاوی آلاینده های رنگی بسیار سریع، کارآمد، اقتصادی و سازگار با محیط زیست عمل کند.

کلمات کلیدی: فرایندهای اکسایش پیشرفته، Direct blue 129، Acid red 87،
آمونیم پراکسی دی سولفات، نانو نقره، نانو تیتانیوم دی اکسید،
پرتو UV، تصفیه پساب.

۱-۱- مقدمه

بررسی‌ها نشان می‌دهد که حداقل از پنجاه سال گذشته مسأله حفاظت محیط زیست از اصلی‌ترین نگرانی‌های تمدنهای پیشرفته جهان بوده است. این نگرانی‌ها که در ابتدا به سلامت عمومی محدود می‌شد از دهه ۱۹۷۰ کم‌کم مسائل زیست‌محیطی را نیز شامل گردید. بسیاری از فناوری‌هایی که پا به عرصه ظهور گذاشته بودند ابعاد زیست‌محیطی آنها مورد توجه قرار نگرفته بود و آلاینده‌های مختلف انتشار یافته از بکارگیری فناوری‌ها، محیط طبیعی و سرزمین را بیش از پیش تهدید می‌کرد که این روند علیرغم قانون‌گذاری‌ها و اعمال سیاست‌های حفاظت از محیط زیست در عرصه جهانی با شدت و ضعف‌هایی در عرصه‌های مختلف ادامه یافت و بشر به وضعیتی از نظر محیط زیست رسید که امروزه شاهد آن هستیم. امروزه باور عمومی بشر به این مسأله است که با غفلت از نابودی محیط زیست و دورریزی غیر مسئولانه مواد زائد و انتشار آلاینده‌ها نمی‌تواند به پیشرفت‌های تکنولوژیک خود ادامه دهد.

محیط زیست ودیعه‌ای است در دست انسانها و جوامع بشری که عدم توجه به این نعمت بزرگ الهی، صدمات جبران‌ناپذیری را متوجه ساکنان زمین و بویژه نسل‌های آینده خواهد کرد، که مجبور خواهند بود در محیطی زندگی نمایند که نسل‌های قبلی با بی‌توجهی‌های خود موجبات نابودی و زوال آن را فراهم کرده‌اند. هر جامعه‌ای که مردم و دولتمردان آن به حفاظت محیط زیست توجه بیشتری نمایند به مفهوم توسعه پایدار که شامل استفاده مناسب از منابع بویژه محیط زیست و حفظ آن برای نسل‌های آینده می‌باشد نزدیکتر خواهند شد و استفاده از روش‌های نوین تصفیه آب و فاضلاب گامی مؤثر در جهت نیل به این اهداف می‌باشد.

صنایع نساجی یکی از بزرگترین صنایع مصرف‌کننده آب، تولیدکننده فاضلاب‌های رنگی با کمیت و کیفیت شیمیایی

متفاوت و محتوي مقادير قابل توجهي رنگ هستند. برخي از اين مواد رنگزا و محصولات ناشي از تجزيه آنها مانند آمين-هاي آروماتيكي به شدت سرطانزا هستند. عملکرد نامطلوب واحدهاي رنگرزي و عدم تثبيت رنگ بر روي الياف، شرايط ورود حدود ۱۵٪ رنگ ها را به فاضلاب فراهم مي نمايد. طي اين فرآيند مقادير قابل توجهي پساب وارد محيط مي شود كه رنگي بوده و داراي ذرات معلق و همچنان COD بالا مي باشند كه اگر بدون اعمال روش هاي تصفيه پساب وارد محيط شوند بسيار مضر خواهند بود [۱-۳]. يافتن يك فرآيند مؤثر و اقتصادي براي پاك كردن فاضلابها از رنگزاهاي منسوج، تلاشهاي پژوهشي مهمي را به عمل آورده است.

دانشمندان در قرن بيستم با مطالعه عمليات تصفيه آب و فاضلاب و مشاهده كمبودهاي روشهاي رايج درصد ابداع روشهاي نوين تصفيه به منظور افزايش بازدهي روشهاي قبلي و حذف آلاينده هايي كه با روشهاي سنتي قابل حذف نبودند بر آمدند [۴-۵].

ابداع و استفاده از روشهاي اكسايش پيشرفته تحول عظيمي را در حذف آلاينده هاي محيط زيست بوجود آورده است، چنانچه فعاليتهاي علمي و صنعتي انجام شده در اين زمينه و تلاش براي كارآمدتر كردن اين روش بيانگر اين موضوع خواهد بود و مطالعه در مورد استفاده از اين فرآيندها مي تواند گامي مؤثر در اين نوآوريها باشد [۶].

گزارشات متعددي مبني بر كارايي مطلوب پراكسي دي سولفات براي تخريب آلاينده هاي آلي در پسابهاي سمّي و خطرناك درمحيطهاي اسيدي يا بازي از طريق اكسايش شيميايي مستقيم ارائه شده است. باتوجه به اينكه واكنشهاي پراكسي دي سولفات در دمائي معمولي عموماً آرام مي باشد لذا تحريك توسط تابش يا حرارت موجب تسريع فرآيند اكسايش مي شود [۷]. علاوه برحرارت يا تابش ماورا

بنفش، یون‌های فلزات واسطه نیز موجب تحریک پراکسی دی سولفات به شکل رادیکال‌های سولفات می‌شود که نسبت به پراکسی دی سولفات پتانسیل کاهش بالاتری دارد [۸]. این موضوع که بتوان بدون استفاده از عامل محرک نظیر حرارت و نور فرابنفش سرعت اکسید شدن مواد آلی آلاینده را افزایش داد نوید بخش ارائه روش‌هایی است که بدون استفاده از ابزارهای گران‌صنعتی مولد عوامل محرک، از فرآیندهای اکسایش پیشرفته در هر موقعیتی بهره‌جست.

۱-۲- آب

آب مهم‌ترین منبع طبیعی در جهان است بطوریکه بدون آن حیات نمی‌تواند وجود داشته باشد و اکثر صنایع نیز قادر به ادامه کار نیستند، با توجه به اینکه وجود منابع مطمئن و ایمن آب، از شرایط ضروری تشکیل یک جامعه پایدار است، آب به عنوان یک منبع طبیعی، نیازمند مدیریت و نگهداری دقیق می‌باشد که باید در سطح جهانی به رسمیت شناخته شود. با وجود اینکه طبیعت در اغلب موارد قابلیت زیادی برای جبران لطمات زیست‌محیطی دارد اما افزایش نیاز به منابع آب این ضرورت را پیش می‌آورد که با بکارگیری علوم مربوطه در چرخه آب، از کیفیت و کمیت آن نگهداری و مراقبت گردد.

۱-۳- انواع آلاینده‌های آب

تمام آب‌های طبیعی حاوی انواع آلودگی‌هایی هستند که از فرآیندهای فرسایش، شستشو و هوازدگی ناشی می‌شوند. به این آلودگی‌های طبیعی، آلاینده‌های دیگری که ناشی از تخلیه فاضلاب‌های خانگی و صنعتی است نیز اضافه می‌گردد. آلاینده‌های آب انواع مختلفی دارند: آلاینده‌های غیرمقاوم^۱ شامل اکثر مواد آلی، بعضی مواد معدنی و برخی میکرو-

^۱. Non-Conservative

ارگانسیم ها هستند که توسط فرآیندهای خودپالایی طبیعی تجزیه میشوند بطوریکه غلظت آنها با زمان کاهش می‌یابد. سرعت تجزیه این مواد تابعی از نوع آلاینده، کیفیت آب پذیرنده، دما و دیگر عوامل زیست محیطی است.

بسیاری از مواد معدنی و برخی از مواد آلی تحت تأثیر فرآیندهای تصفیه طبیعی قرار نمی‌گیرند، بطوریکه غلظت این آلاینده‌های مقاوم^۲ تنها با رقیق شدن کاهش می‌یابد [۹]. علاوه بر طبقه بندی آلاینده‌ها به مقاوم و غیرمقاوم، خصوصیات زیر نیز باید در مورد انواع آلاینده‌ها در نظر گرفته شود:

۱- مواد سمی که مانع فعالیتهای بیولوژیکی در آب میشوند. منشاء این مواد از پساب های صنعتی است و شامل موارد زیر می‌باشد:

فلزات سنگین موجود در پساب واحدهای آبکاری، آفت کشها و حشره‌کشها، پساب کارخانجات نساجی، صنایع رنگرزی و غیره.

۲- موادی که بر مقدار اکسیژن آب اثر می‌گذارند:
الف- موادی که اکسیژن آب را مصرف می‌کنند: شامل مواد آلی که به صورت بیوشیمیایی اکسید میشوند و یا مواد معدنی احیاء کننده.

ب- موادی که در فصل مشترک هوا- آب مانع انتقال اکسیژن میشوند. به عنوان نمونه روغن‌ها، شوینده‌ها و انواع رنگها می‌توانند با تشکیل لایه‌ای بر روی آب، سرعت انتقال اکسیژن را کاهش دهند و تأثیر مواد مصرف کننده‌ی اکسیژن را تشدید نمایند.

ج- آلودگی حرارتی: غلظت اکسیژن محلول در آب با افزایش دما کاهش می‌یابد.

². Conservative

۳- مواد معلق یا جامدات حل شده در غلظت های بالا باعث بروز مشکلاتی میشوند. به عنوان مثال، خاک رس با کشیدن پوششی بر بستر جریان از رشد خوراک ماهی ها جلوگیری میکند [۹-۱۰].

اهداف ویژه تصفیه پساب عبارتند از:

- حذف و حتی الامکان کاهش مواد شیمیایی موجود در پساب
- تولید پساب قابل تخلیه در محیط و محافظت از محیط زیست
- استفاده مجدد از آب و مواد جامد ناشی از تصفیه پساب

در حال حاضر تأمین آب شیرین^۳ مورد نیاز مردم، یکی از مشکلات اساسی اکثر کشورهای جهان به شمار می رود. پیش بینی های مؤسسات وابسته به سازمان ملل متحد نشان می دهد که کمبود آب شیرین مورد نیاز جوامع بشری می تواند یکی از عوامل اصلی بروز اختلاف و برخورد ملتها در دهه های آینده باشد. با توجه به اینکه مصرف خانگی جزء کوچک از همه آب مورد نیاز را تشکیل می دهد، استفاده از فاضلاب تصفیه شده (مشروط به پیروی از ضوابط بهداشتی آب) جهت آبیاری کشاورزی و نیز تأمین بخشی از مصارف صنعتی، روشی است که در همه کشورها، بدان روی آورده اند. فرآیندهای تصفیه معمول آب و فاضلاب اغلب برآیندهای مقاوم تأثیری نمی گذارند و با توجه به وجود این مواد در اغلب پسابهای صنعتی، لزوم استفاده از فرآیندهای پیشرفته که باعث تجزیه این آلاینده ها گردد احساس می شود.

۱-۴- مواد رنگزای آلی

رنگزاهای مواد آلی آروماتیکی قابل حل در آب هستند که کاربردهای زیادی در صنایع به ویژه در صنعت نساجی

دارند. بسیاری از رنگینه‌های آلی ترکیبات آلی هستند که بر روی یک ماده معدنی (مانند هیدروکسید آلومینیوم) ذخیره شده اند. در سال ۱۸۵۶ ویلیام هنری پیرکین درحال تحقیق برای یافتن دارویی برای مالاریا بود که به طور اتفاقی اولین رنگ سنتزی را تهیه نمود. از آن زمان تا حال حاضر تعداد بسیار زیادی رنگزاهای سنتزی ساخته شده است. رنگزاهای استفاده شده برای بافته‌هایی مثل پنبه، پشم و ابریشم آلی پیچیده‌ای هستند که شامل گروه‌های کروموفوری گوناگون هستند. این مولکول‌ها می‌توانند طول موج‌های معینی از نور مرئی را جذب کنند و بقیه نور را انعکاس دهند و بنابراین رنگ مربوطه را به بافته‌ها بدهند.

۱-۴-۱- انواع مواد رنگزای آلی

به طور عمده رنگها بر اساس معیارهای ساختار، منبع تهیه، رنگ (طول موج جذبی از طیف نور مرئی) و روش استفاده، در منابع و جداول راهنمای رنگ طبقه بندی شده اند که به طور پیوسته از سال ۱۹۲۴ تا کنون در حال ویرایش است؛ ولی مهمترین و قابل قبول ترین طبقه بندی رنگهای آلی عبارتند از:

۱. طبقه بندی بر اساس ساختمان رنگها (سیستم کروموفوری).

۲. طبقه بندی بر اساس کاربرد رنگها.

طبقه بندی بر اساس گروه عاملی رنگزای موجود در ساختار مولکول رنگ (گروه های کروموفوری)، رنگها را در بیش از ۲۰ گروه مختلف جای می دهد که به ترتیب اهمیت شامل رنگهای آزو، آنتراکینون، تری آریل متان و دی آریل متان، ایندیگو، فتالوسیانین، نیتروزو، نیترو، گزانتین، آکریدین، کینولین، متین، تiazول، ایندیامین، آزین، اکسازین، تiazین و لاکتون می باشد گزانتین، آکریدین،

کینولین، متین، تiazول، ایندیامین، آzین، اکسازین، تiazین و لاکتون می باشد [۱۱].

در جدول (۱-۱) ساختار مهمترین گروه های رنگی همراه با یک مثال از هر گروه نشان داده شده است [۱۲].

جدول (۱-۱) - ساختار گروه های مهم رنگی [۱۲]

Class	Structure	Representative dye	Structure
Azo		Amido B	
Anthraquinone		Carmin	
Diarylmethane		Auramine O	
Triarylmethane		Malachite green	
Nitro		Naphthol Y	
Xanthene		Rhodamine B	
Acridine		Acridin O	

در

بین گروه های فوق عمومی ترین گروه، نوع آزو می باشد که ۶۰ تا ۷۰ مصارف رنگی را به خود اختصاص داده اند [۱۳].

رنگهای آزو توسط یک یا بیشتر از یک پیوند دو گانه‌ی نیتروژن با نیتروژن (-N=N-) که معمولاً از هر دو طرف به گروه های آروماتیک متصل هستند (حلقه های بنزنی یا نفتالینی) قابل شناسایی می‌باشند. رنگ ترکیبات آزو را پیوند آزو و گروه های رنگزا و رنگیار متصل به آن تعیین می کنند. رنگهای آزو توسط روشهای تصفیه بیولوژیکی به سختی از بین می روند و این به سبب ساختار پیچیده و مقاوم آنهاست؛ از طرفی پیوند آزو موجود در ترکیبات آزو (-N=N-) بسیار فعال بوده می تواند توسط رادیکال‌های آزاد اکسید کننده یا حفرات مثبت یا الکترون‌های نوار هدایت موجود در سطح نیمه هادی ها در سیستم‌های فتوکاتالیزوری به راحتی احیا شود. شکستن پیوند میان نیتروژن-نیتروژن منتهی به از بین رفتن رنگ محلول می‌شود [۱۴].

صورت دیگری از طبقه بندی رنگها بر اساس روش استفاده آنها در منسوجات می باشد که شامل گروه‌های اسیدی، دیسپرس، مستقیم، دندان‌ه ای، خمی، بازی، آزوییک، راکتیو، گوگردی، رنگهای حلال و شفاف کننده های نوری می شوند که هر یک انواع شیمیایی مختلفی را در بر می‌گیرند. رنگهای مستقیم نمک های سدیم رنگهای آلی سولفونیک اسیدی هستند که از نقطه نظر شیمیایی شامل انواع شیمیایی آزو و دی اکسازین می‌شوند.

رنگهای اسیدی، مستقیم و راکتیو رنگهای آنیونی (یعنی سیستم رنگی در قسمت آنیون می‌باشد) و رنگهای بازی، رنگهای کاتیونی (یعنی سیستم رنگی در قسمت کاتیون می‌باشد) و رنگهای دیسپرس رنگزاهای غیر یونی می‌باشند [۱۵].

۱-۴-۲- آلودگی محیط زیست توسط مواد رنگزای آلی

از جمله صنایعی که گستردگی وسیعی در جهان و حتی در کشور ما دارد، صنایع رنگرزی و نساجی می باشند. این صنایع یکی از بزرگترین مصرف کنندگان آب به شمار می روند، بطوریکه مقدار قابل توجهی پساب در مراحل مختلف این فرآیند تولید می شود. پساب اغلب واحدهای رنگرزی و نساجی حاوی مقادیر قابل توجهی از ترکیبات آلی و سمی هستند، که از جمله این ترکیبات مواد رنگزای آلی می باشد [۱۶].

در طبقه بندی مواد رنگزا براساس ساختمان شیمیایی عمدتاً گروه های کروموفوری مدنظر می باشند و به ترتیب اهمیت شامل رنگزاهای آزو، تری آریل متان، آنتراکینونی، گوگردی و فتالوسیانین است. از میان این مواد رنگزا ۶۰-۵۰ درصد رنگهای تولیدی در جهان را رنگزاهای آزو تشکیل می دهند [۱۷]. رنگزاهای آزو به دلیل داشتن ساختمان آروماتیکی در برابر تجزیه بیولوژیکی مقاوم هستند و همچنین می توانند میزان اکسیژن محلول آب را کاهش داده و موجب فعالیت باکتری های بی هوازی گردند. بنابراین تصفیه پساب های رنگی قبل از تخلیه آنها به محیط زیست ضروری است. حضور مواد رنگزای آلی در پسابها یکی از نگرانی های ویژه محیط زیست به شمار می رود. زیرا نه تنها رنگ نامطلوبی به آب می دهند، بلکه در بعضی موارد خودشان ترکیبات مضر بوده و می توانند توسط اکسیداسیون، هیدرولیز یا واکنش های شیمیایی دیگر که در آب اتفاق می افتد، تولید محصولات جانبی^۴ خطرناک بنمایند. فاضلاب های صنعتی حاوی مواد رنگزا به خاطر قابلیت رؤیت بودن^۵ و مقاومت^۶ در مقابل تجزیه پذیری منبع مهم آلودگی محیط زیست به حساب

4. By product
5. Visibility
6. Recalcitrance