



بررسی عملکرد روش‌های جذب رنگ از پساب

پریسان طاهریان^۱، علی شهیدی^۲، زهرا زراعتکار^۳

۱-دانشجوی کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۲-استادیار گروه مهندسی آب، دانشکده کشاورزی، دانشگاه بیرجند، بیرجند

۳-کارشناسی ارشد مهندسی منابع آب، بیرجند

چکیده

فاضلاب‌های رنگی صنایع مختلف یکی از منابع مهم آلودگی محیط زیست اند. رنگ‌های نساجی و دیگر مواد رنگی صنعتی یکی از بزرگترین ترکیبات آلی را تشکیل می‌دهند که خطرات زیست محیطی را به دنبال دارد. بنابراین لازم است که این گونه پساب‌ها قبل از تخلیه به محیط با استفاده از روش‌های مؤثر مورد تصفیه قرار گیرند. رنگ‌های راکتیو نارنجی^۳ آر، راکتیو قرمز^{۱۹۸}، راکتیو آبی^{۱۹} و اریوکروم بلاکتی از رنگ‌های کاتیونی هستند که در حال حاضر نیز در صنایع نساجی عملیات رنگرزی، خمیر کاغذ و تولید ورق‌های کاغذ، صنایع غذایی، تولید مواد شیمیایی و استخراج سنگ معدن کاربرد دارد. هدف از این مطالعه بررسی کارایی حذف رنگ‌های ذکر شده، با استفاده از جاذب معدنی، زئولیت اصلاح شده با مس، پودر گیاه تلخه، گرانول مرجان آهکی و گرانول لیکا، الکتروکواگلاسیون و بیوجذب می‌باشد. پارامترهای مختلفی از جمله غلظت اولیه محلول رنگ، زمان تماس، pH، مقدار جاذب، سرعت همzedن، اندازه ذرات جاذب و دمای محلول بر حذف رنگ بررسی شد. بطور کلی نتایج حاصل از این پژوهش نشان داد که جاذب معدنی، پودرگل گیاه تلخه، گرانول مرجان آهکی و گرانول لیکا، بیوجذب راهکار بسیار مناسب و ارزان قیمت برای حذف رنگ از پساب‌ها می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: الکتروکواگلاسیون، بیوجذب، رنگ، گیاه تلخه، گرانول لیکا، مرجان آهکی

An Evaluation of the Performance of the Absorption of Water

Parisan Taherian^{1*}, Ali Shahidi², Zahra Zeraatkar³

1-MSc in Irrigation and Drainage, Faculty of Agriculture, University of Birjand, Birjand

2- Associate Professor, Department of Water Engineering, Faculty of Agriculture, University of Birjand,
Birjand

3-MSc in Water Resources Engineering, Birjand

Abstract

Colored industrial wastewater is an important source of environmental pollution. Textile dyes and other pigments constitute one of the greatest industrial organic compounds, which cause environmental threats. Therefore, it is necessary that these effluents be treated before discharging to the environment by using effective methods. 3R reactive orange, Reactive Red 198, Reactive Blue 19 and T Ario chrome block are cationic dyes that are already used in textile dyeing, paper, food, and chemical industries and ore mining. The aim of this study was to evaluate the efficiency of removal of aforementioned dyes, using mineral absorbents, zeolite modified with copper, powder of crap, coral limestone granules and granules Leca, and electrocoagulation and biosorption. Various parameters such as initial concentration of dye solution, contact time, pH, the amount of absorbent, stirring speed, sorbent particle size, and the effect of temperature on removal of dye solution were investigated. The overall results of this study showed that mineral absorbent, Plant powder crap, coral limestone granules and granules Leca, and biosorption are inexpensive and proper solutions for the removal of dyes from waste water.

Keywords: electrocoagulation, biosorption, color, coral limestone, crap, granulated Leca, Lithophyte

* Corresponding Author's E-mail(ParisanTaheri@gmail.com)



الف-مقدمه

با توجه به محدود بودن منابع آب و گسترش روزافزون واحدهای صنعتی، افزایش تولید فاضلاب‌های صنعتی و آلوده شدن منابع آب یکی از معضلات اجتماعی و اقتصادی محسوب می‌گردد (جعفرزاده و همکاران، ۱۳۸۵). بسیاری از صنایع از قبیل صنایع تولید مواد آرایشی، چرمسازی، چاپ و نساجی پساب‌های رنگی تولید می‌کنند. سالانه در حدود ۱۰۹ کیلو رنگ در جهان تولید می‌شود (آندره و همکاران، ۲۰۰۷). رنگ‌ها دارای ساختار پیچیده مولکولی، غالباً سمی، سرطانز (تولید گروههای آمین در تجزیه بی‌هوایی)، جهش‌زا، غیر قابل تجزیه بیولوژیک و پایدار می‌باشند که با ورود به محیط زیست اثرات سوئی در آن ایجاد می‌کنند (زرلینگر و همکاران، ۱۹۸۷؛ والکرو و همکاران، ۲۰۰۰). فاضلاب رنگی و سایر پساب‌های حاصل از این صنایع مشکلات متعددی از لحاظ بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌های فاضلاب به وجود می‌آورند؛ به طوری که تخلیه مستقیم فاضلاب صنعت نساجی به داخل مجاري فاضلاب رو و یا در محیط، سبب تشکیل لاشهای لجن حاوی الیاف می‌شود. نیتروژن و فسفر مواد رنگ‌زا نیز رشد جلبک‌ها را افزایش داده و رشد جلبک را در آبهای پذیرنده موجب می‌گردند (آلن، ۱۹۸۷؛ کریشن، ۱۹۹۶). برای رنگ‌زدایی فاضلاب صنایع نساجی روش‌های متفاوتی وجود دارد که از جمله می‌توان به روش‌های انعقاد و لخته سازی، تصفیه بیولوژیکی، اکسیداسیون شیمیایی، فناوری الکتروشیمیایی، تعویض یون، فرآیندهای جذب سطحی و نیز فرآیندهای ترکیبی شامل ترکیب ازن زنی و لخته سازی و ترکیبی از الکتروشیمی، لخته سازی و تعویض یونی اشاره نمود (سلویی کاف، ۱۹۹۸؛ چان و همکاران، ۲۰۰۰؛ اکنفلدر، ۱۹۹۸؛ اولکای، ۱۹۹۶؛ شینگ و همکاران، ۱۹۹۶).

حذف رنگ از جریان فاضلاب‌های صنعتی بوسیله فاضلاب‌های نساجی از طریق روش فیزیکی، شیمیایی، بیولوژیکی و یا تلفیقی از آن‌ها امکان‌پذیر است (ابریشم چی و همکاران، ۱۳۸۶). عملیات تصفیه فیزیکی: روش‌های تصفیه‌ای که در آن‌ها کاربرد نیروهای فیزیکی غالب است. این روش‌ها نظیر آشغالگیری، تهشیتی و فیلتراسیون با توجه به اینکه بطور مستقیم از مشاهدات اولیه بشر در طبیعت گرفته شده‌اند، اولین روش‌های مورد استفاده در تصفیه فاضلاب می‌باشند. عملیات تصفیه شیمیایی: روش‌های تصفیه‌ای نظیر ترسیب شیمیایی، جذب سطحی، گندزدایی که در آن‌ها حذف و یا تبدیل آلاینده‌ها براساس افزودن مواد شیمیایی و یا در نتیجه انجام واکنش‌های شیمیایی صورت می‌گیرد. عملیات تصفیه بیولوژیکی: روش تصفیه‌ای هستند که در آن‌ها حذف آلاینده‌ها در نتیجه فعالیت میکروارگانیسم‌ها و واکنش‌های بیولوژیکی صورت می‌گیرد. در درجه اول، برای حذف مواد آلی قابل تجزیه بیولوژیک از فاضلاب کاربرد دارد. روش‌های تصفیه پیشرفته جهت حذف ترکیباتی نظیر ازت و فسفر نیز مطرح می‌باشند (کوبای و همکاران، ۲۰۰۳). حذف براساس جذب شامل چسبیدن آلاینده‌های محلول و معلق به یک ماده جامد آلی یا معدنی است. چسبیدن آلاینده به جاذب به ترکیب و ساختار آلاینده و ماهیت جاذب وابسته است. این فرآیند تحت تأثیر نیروهای الکترواستاتیک، واندروالس و پدیده‌هایی نظیر تبادل یون و تشکیل کمپلکس مواد می‌باشد. جذب یک فرآیند غیر انتخابی است. در این فرآیند، آلاینده از فازی به فاز دیگر منتقل می‌شود که در نتیجه جهت دفع جاذب اشباع شده و یا احیاء آن به روش‌های دیگر نیاز است. ترکیباتی نظیر کربن فعال، زئولیت‌های طبیعی، سرباره معدن، بنتونیت، کیتوزان، چوب ذرت، پوست برنج، سبوس جو و لجن فعال خشک شده به عنوان جاذب جهت حذف رنگ استفاده شده‌اند. کربن فعال رایج‌ترین جاذب است که در حذف آلاینده‌های مختلف کاربرد دارد. جذب سطحی با کربن فعال یکی از روش‌های مورد استفاده در حذف رنگ به ویژه برای رنگ‌های کاتیونی و اسیدی است در این روش آلاینده تخریب نشده بلکه از فاز مایع به فاز جامد منتقل می‌شود. رنگ‌های راکتیو حاوی مولکول‌های پلی‌آروماتیک بسیار محلول در آب بوده که این امر جذب آن‌ها به وسیله مواد جاذب را دشوار نموده است (rama و همکاران، ۲۰۰۵). ازن یک عامل اکسید کننده بسیار قوی بوده که قادر به انجام واکنش با مواد دارای باندهای چندگانه است. ازن به سرعت رنگ‌های محلول در آب را رنگ زدایی کرده، اما واکنش آن با رنگ‌های نامحلول بسیار کند است. مهمترین محدودیت فرآیند ازن زنی هزینه



به نسبت بالای تولید ازن تؤمن با نیمه عمر کوتاه آن است (زیلن و همکاران، ۲۰۰۵). تجزیه فتوشیمیایی و فتوکاتالیستی از جمله فرآیندهای تصفیه‌ای است که در شرایط متعادل دما و فشار قادر به معدنی نمودن آلاینده‌ها است. واکنش‌های فتوشیمیایی در نتیجه واکنش بین فتوون‌های نور و مولکول‌های مواد موجود در آب با یا بدون حضور کاتالیست و از طریق تشکیل رادیکال آزاد عمل می‌کنند. اشعه مaura بنفس به صورت مجزا و ترکیبی با پرسید هیدروژن، دی اکسید تیتانیوم، معرف فنتون، ازن و سایر کاتالیست‌های جامد جهت حذف رنگ استفاده شده است (زیلن و همکاران، ۲۰۰۵). یزدانی و همکاران (۱۳۹۲) رنگبری رنگزهای نساجی در سیستم‌های تک جزی و دوجزی با استفاده از جاذب معدنی را مورد بررسی قرار دادند. شکوهی و همکاران (۱۳۹۲) به بررسی مقایسه‌ای کارایی جذب راکتیو نارنجی ۳ آر با استفاده از گرانول مرجان آهکی و گرانول لیکا از محیط‌های آبی پرداختند. رحمانی و همکاران (۱۳۹۱) بررسی عملکرد ازن زنی کاتالیستی با استفاده از زئولیت اصلاح شده با مس در حذف رنگ راکتیو رد ۱۹۸ از محلول‌های آبی را مورد بررسی قرار دادند. قانعیان (۱۳۹۱) به بررسی کارایی پودرگل گیاه تلخه در حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتیک پرداختند. این مطالعه در شرایط آزمایشگاهی انجام شده است. ساقی و همکاران (۱۳۹۰) بررسی کارایی روش بیو جذب در حذف رنگ راکتیو نارنجی ۳ آر از محیط‌های آبی پرداختند. رحمانی و همکاران (۱۳۸۷) به بررسی کارایی روش الکتروکواگولاسیون در حذف رنگ اریوکروم بلاک تی از پساب پرداختند. هدف از این مقاله بررسی و مقایسه کارایی روش‌های نوین برای حذف رنگ‌های راکتیو نارنجی ۳ آر، راکتیو رد ۱۹۸، راکتیو آبی ۱۹، رنگزای کاتیونی بازیک آبی ۴۱ و بازیک قرمز ۱۸ می‌باشد. علاوه بر مقایسه راندمان جاذب تأثیر عوامل محیطی pH زمان تماس و غلظت رنگ اولیه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

ب-مواد و روش‌ها

با توجه به مصرف آب فراوان در فرآیندهای متفاوت صنایع نساجی و همچنین عدم وجود روشی مناسب و اقتصادی برای حذف رنگ و مواد آلی و در نهایت بازیافت پساب آن صنایع، پژوهش و تحقیق در خصوص روش‌های نوین تصفیه پساب صنایع نساجی همچنان ادامه دارد. امروزه استفاده از ضایعات کشاورزی و بیو جذب به عنوان جاذب جهت حذف آلاینده رنگی از پساب بخاراط فراوانی و ارزانی از توجه خاصی برخوردار هستند (بابائی و همکاران، ۱۳۹۰). در مطالعه حذف رنگ از پساب جاذب معدنی، گرانول آهکی و گرانول لیکا، ازن زنی کاتالیستی با استفاده از زئولیت اصلاح شده با مس، پودر گیاه تلخه و بیو جذب آثار متغیرهای نظری غلظت اولیه رنگ، pH و زمان تماس بر کارایی جذب رنگ بررسی شد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲؛ شکوهی و همکاران، ۱۳۹۲؛ رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ قانعیان، ۱۳۹۱؛ ساقی و همکاران، ۱۳۹۰). در مطالعه رنگبری رنگزهای نساجی در سیستم‌های تک جزی و دوجزی با استفاده از جاذب معدنی، حذف مواد رنگزای کاتیونی از پساب نساجی با استفاده از فلدسپار در سیستم‌های تک جزی و دوجزی مورد بررسی قرار گرفته است. دو رنگزای کاتیونی بازیک آبی ۴۱ و بازیک قرمز ۱۸ به عنوان مدل استفاده شدند. خصوصیات سطحی فلدسپار با استفاده از میکروسکوپ الکترونی پویشی (SEM)، تبدیل فوریه زیر قرمز (FT-IR) و پراش پرتو ایکس (XRD) مورد مطالعه قرار گرفت. ایزوترم جذب سیستم‌های یک جزی و دوجزی تعیین شد. مدل ایزوترم جذب تک جزی لانگمیور برای بررسی داده‌های آزمایش‌های مربوط به سیستم تک جزی مورد استفاده قرار گرفت و ثابت‌های ایزوترم برای این دو ماده رنگزا محاسبه شد (یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲).

در بررسی عملکرد ازن زنی کاتالیستی با استفاده از زئولیت اصلاح شده با مس در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول‌های آبی را ابتدا زئولیت با سولفات مس اصلاح گردید. آزمایشات ازن زنی کاتالیزوری در راکتور نیمه منقطع انجام گرفت. مشخصات ساختاری، ترکیب شیمیایی، سطح ویره زئولیت و همچنین خصوصیات ظاهری زئولیت با استفاده از تکنیک‌های XRF، BET و SEM تعیین شد. از آنالیز COD برای بررسی میزان تجزیه‌پذیری رنگ استفاده شد (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱). در مطالعه کارایی پودرگل گیاه تلخه در حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتیک میزان مطابقت داده‌ها با ایزوترم‌های



فروندلیچ و لانگمیر و همچنین سینتیک های شبه درجه اول و شبه درجه دوم تعیین گردید. جهت تحلیل داده ها از رگرسیون خطی و پارامتر R² استفاده گردید (قانعیان، ۱۳۹۱). در مطالعه بررسی کارایی روش بیوجذب در حذف راکتیو نارنجی ۳ آر جهت انجام آزمایشات محلول رنگی در سه غلظت ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ میلی گرم در لیتر تهیه شد. سپس محلول های مورد نظر در تماس با غلظت های ۰/۲، ۰/۴، ۰/۶، ۰/۸، ۱ گرم از جاذب در زمان های تماس های مختلف (۰/۵، ۱، ۱/۵، ۲/۵، ۲، ۳ ساعت)، در pH (۱۲، ۷، ۴) قرار داده و از نرم افزار Excel برای تجزیه و تحلیل داده ها استفاده شد (ساقی و همکاران، ۱۳۹۰). بررسی کارایی روش الکتروکواگولاسیون در حذف رنگ اریوکروم بلک تی که به همین منظور از رنگ اریو کروم بلک تی به عنوان شاخص رنگ استفاده گردید. در این تحقیق چگونگی حذف یا کاهش رنگ با استفاده از الکترودهای آهن و آلومینیوم، در زمان های مختلف الکترولیز (۰ تا ۳۰ دقیقه) و نیز ولتاژ های مختلف (۱۰، ۲۰، ۳۰ ولت) و با فاصله الکترودها ۲ و ۴ سانتی متر و PH های ۷ و ۱۱ مورد بررسی قرار گرفت رحمانی و همکاران، (۱۳۸۷).

ج-نتایج و بحث

آزمایشات انجام شده در خصوص استفاده از جاذب معدنی، پودر گل گیاه تلخه، گرانول مرجان آهکی و گرانول لیکا، بیوجذب، زئولیت اصلاح شده با مس و الکتروکواگولاسیون نشان داد که عوامل مؤثری بر میزان جذب رنگها وجود دارد که از جمله آنها می توان به اسیدیته pH محیط، غلظت اولیه رنگ، نوع و غلظت جاذب اشاره کرد (رحمانی، ۱۳۸۷؛ ساقی، ۱۳۹۰؛ قانعیان، ۱۳۹۱؛ رحمانی، ۱۳۹۱؛ شکوهی، ۱۳۹۱؛ یزدانی، ۱۳۹۲). رحمانی و همکاران (۱۳۸۷) نشان دادند که کارایی حذف رنگ با زمان تماس و ولتاژ رابطه مستقیم و با افزایش pH و فاصله الکترودها رابطه معکوس دارد. همچنین این پژوهش بیانگر این بود که کارایی حذف رنگ در pH برابر ۳/۵ و در ولتاژ ۳۰ ولت و با استفاده از جفت الکترودهای آهن و آلومینیوم و در فاصله زمانی ۳۰ دقیقه به ترتیب ۹۶ و ۸۶ درصد است (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱). نتایج حاصل از بررسی عملکرد ازن زنی کاتالیستی با استفاده از زئولیت اصلاح شده با مس در حذف رنگ pH، دوز کاتالیزور، زمان تماس نشان داد که کارایی حذف رنگ افزایش می باید و با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۱۰۰ به ۵۰۰ میلی گرم بر لیتر کارایی حذف از ۹۲ درصد به ۶۸ درصد کاهش می باید. تجزیه پذیری رنگ در فرایند ازن زنی ساده ۲۰ درصد و ازن زنی کاتالیزوری ۴۵ درصد افزایش یافته است. قانعیان (۱۳۹۱) نشان داد ظرفیت جذب با افزایش pH اولیه محلول از ۴ به ۱۰ برای غلظت های ۱۰ و ۲۵ میلی گرم بر لیتر به ترتیب از ۰/۲۸ به ۱/۶۴ میلی گرم بر گرم و از ۲/۳ به ۳/۹۴۵ میلی گرم بر گرم رسیده است. مطابق با نتایج بدست آمده، افزایش جرم جاذب از ۰/۲ به ۰/۶ گرم در ۱۰۰ میلی لیتر در غلظت های ۱۰ و ۲۵ میلی گرم در لیتر رنگ به ترتیب منجر به افزایش راندمان جذب از ۷۷ درصد به ۸۸ درصد و از ۷۲ درصد به ۸۲ درصد گردید. (ساقی و همکاران، ۱۳۹۰) بررسی کارایی روش بیوجذب در حذف رنگ راکتیو نارنجی ۳ آر از محیط های آبی نشان داد با افزایش زمان ماند از نیم ساعت به سه ساعت کارایی حذف از ۵۶ درصد به ۷۶ درصد افزایش یافت. به طوریکه با افزایش وزن جاذب از ۰/۲ گرم به ۰/۸ گرم در صد حذف از ۵۸ درصد به ۷۲ درصد افزایش پیدا کرد. با افزایش غلظت رنگ اولیه از ۵۰ تا ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر کارایی حذف از ۷۱ درصد به ۶۲ درصد کاهش پیدا کرد. با افزایش pH میزان حذف رنگ کاهش یافت. فرآیند جذب از ایزو ترم جذب مدل فروندلیچ با ضریب تبیین R²=۰/۹۵ و از مدل سینتیکی درجه دو با ضریب تبیین R²=۰/۹۷۹ تبعیت می کند. یزدانی و همکاران (۱۳۹۲) نشان دادند که ظرفیت جذب تک لایه فلدسپار برای بازیک آبی ۴۱ و بازیک قرمز ۱۸ در سیستم تک جزیی به ترتیب ۵/۷۱۴ و ۴/۶۵۰ میلی گرم بر گرم محاسبه شد. همچنین جذب تعادلی برای سیستم دو جزیی توسط ایزو ترم جذب لانگمیر توسعه یافته مورد بررسی قرار گرفت. سینتیک جذب سیستم های یک جزیی و دو جزیی توسط دو مدل سینتیکی شبه مرتبه اول و دوم مورد مطالعه قرار گرفت. مدل شبه مرتبه دوم بهترین انتخاب بین دو مدل سینتیکی برای شرح رفتار جذب مواد رنگزا در هر دو سیستم بود. با توجه به وابستگی ثابت تعادل ترمودینامیکی (Ks) به درجه



حرارت، عوامل ترمودینامیکی در ارتباط با فرآیند جذب محاسبه شد. مقادیر منفی $G_{0\Delta}$ نشان می‌دهد که فرآیند جذب خودبه‌خودی و سازوکار جذب از نوع جذب فیزیکی است. مقدار مثبت $H_{0\Delta}$ نشان می‌دهد که فرآیند جذب گرمایشی است. شکوهی (۱۳۹۲) نشان دادند که میزان جذب رنگ توسط هر دو نوع جاذب با افزایش زمان تماس و میزان جاذب افزایش می‌یابد، در حالی که راندمان حذف با افزایش pH محلول و غلظت اولیه رنگ کاهش یافت. مشخص گردید که در شرایط برابر با افزایش غلظت اولیه رنگ از ۵۰ میلی گرم بر لیتر به ۱۵۰ میلی گرم بر لیتر، کارایی حذف رنگ توسط جاذب مرجان آهکی ۲۹ درصد و توسط جاذب لیکا به میزان ۳۳ درصد کاهش می‌یابد. داده‌های ثابت تعادل از هر دو نوع مدل ایزوترمی تعیت می‌کنند، با این تفاوت که مدل ایزوترم لانگمویر ضریب همبستگی بالاتری را ($R^2 = 0.987$) نشان داد. همچنین بررسی داده‌های زمان-غلظت نشان داد که سنتیک حذف رنگ راکتیو نارنجی ۳ آر از هر دو نوع مدل سنتیکی شبه درجه اول و شبه درجه دوم تعیت می‌کند که در این مورد نیز معادله سنتیکی شبه درجه دوم ضریب همبستگی بالاتری را ($R^2 = 0.98$) نتایج نشان می‌دهد که گرانول مرجان آهکی در حذف رنگ راکتیو نارنجی ۳ آر نسبت به گرانول لیکا کارایی بهتری داشته است.

با توجه به موارد یاد شده و نتایج بهدهست آمده از این پژوهش می‌توان نتیجه‌گیری کرد که حذف رنگ از پساب‌ها با استفاده از جاذب معدنی، پودرگل گیاه تلخه، گرانول مرجان آهکی و گرانول لیکا، بیوجذب شده راهکار بسیار مناسبی برای حذف رنگ از پساب‌ها می‌باشد. و با توجه به هزینه کم، تهیه آسان، تجهیزات ساده، زمان ماند کوتاه، کاهش یا حذف تجهیزات، کاهش اضافه نمودن مواد شیمیایی و کاهش حجم لجن استفاده از آن‌ها برای حذف آلاینده‌های مختلف از محیط توصیه می‌شود (بابائی، ۱۳۹۰). نتایج بررسی کارایی روش الکتروکواگلولاسیون در حذف رنگ اریوکروم بلاک تی از پساب نشان داد که این فرآیند در حذف رنگ‌های محلول و نامحلول اسیدی و رنگ‌های آزو مؤثر است. مهمترین محدودیت این فرآیند شامل نیاز به انرژی زیاد، هزینه بالا و محدود بودن عمر مفید آن نسبت به سایر روش‌ها می‌باشد (رحمانی و همکاران، ۱۳۸۷). نتایج بررسی کارایی روش بیوجذب در حذف رنگ راکتیو نارنجی ۳ آر از محیط‌های آبی نشان داد با استفاده از این فناوری جهت حذف رنگ از پساب‌های صنایع ضمن استفاده بهینه از بیومس حاصل از تصفیه خانه‌های فاضلاب، به رفع مشکل رنگ دفعی به محیط زیست نیز کمک خواهد شد. سیستم‌های بیولوژیک در تصفیه و حذف مواد آلی بسیار مؤثرند ولی در رنگزدایی کاربرد محدودی دارند. به ویژه آنکه در سال‌های اخیر مصرف رنگ‌های غیر قابل تجزیه بیولوژیکی به دلیل ارزان بودن گسترش یافته است (ساقی، ۱۳۹۰). نتایج بررسی عملکرد ازن زنی کاتالیستی با استفاده از زئولیت اصلاح شده با مس در حذف رنگ راکتیو رد ۱۹۸ از محلول‌های آبی نشان داد با توجه به هزینه کم، تهیه آسان و در دسترس بودن زئولیت و از طرفی با توجه به عملکرد زئولیت اصلاح شده به عنوان کاتالیزور، استفاده از آن برای حذف آلاینده‌های مختلف از محیط توصیه می‌شود (رحمانی و همکاران، ۱۳۹۱؛ یزدانی و همکاران، ۱۳۹۲). نتایج بررسی کارایی پودرگل گیاه تلخه در حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ از فاضلاب سنتیک حاکی از مناسب بودن پودرگل گیاه تلخه به عنوان جاذب طبیعی در حذف رنگ می‌باشد. در دهه اخیر روش‌های جذب سطحی با راندمان حذف بیش از ۹۹ درصد برای تصفیه فاضلاب‌های صنعتی بسیار مورد توجه قرار گرفته است این روش در تصفیه فاضلاب رنگی، پساب حاوی ارسنیک، پساب حاوی فسفات، پساب صنایع آبکاری، پساب کشتارگاهها و پساب حاوی مواد سمی بسیار مؤثر است (قانعیان، ۱۳۹۱). مطالعه نتایج مقایسه‌ای کارایی جذب رنگ راکتیو اورانج ۳ آر با استفاده از گرانول مرجان آهکی و گرانول لیکا از محیط‌های آبی نشان داد استفاده از این جاذب‌ها به دلیل دارا بودن دانسیته مناسب، قابلیت ته نشینی سریع و عدم باقیمانده مؤثر در پساب، می‌تواند کاربرد آسان تری نسبت به سایر جاذب‌ها داشته باشد (شکوهی و همکاران، ۱۳۹۲).



۵- فهرست منابع

- ابریشم چی، ا.، افشار، ع.، جمشید، ب. ۱۳۸۶. مهندسی فاضلاب. انتشارات مرکز نشر دانشگاهی. جلد اول.
بابائی، ل.، انصاری، م.، صحراییان، م.، برمجی، پ.، نادعلی، پ. ۱۳۹۰. استفاده از انعقاد الکتروشیمیابی در تصفیه پساب دباغی و حذف لیکور سیاه از پساب صنایع کاغذ سازی. پنجمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی محیط زیست. ۵۱-۶۵.
- رحمانی، ع. ر.، سمرقندی، م. ر. ۱۳۸۷. کارایی روش الکترو کواگولاسیون در حذف رنگ اریو کروم بلک تی از پساب. مجله آب و فاضلاب. ۱-۸.
- رحمانی، ن.، بهروز، ر.، بهرامی فر، ن. ۱۳۹۱. بررسی عملکرد ازن زنی کاتالیستی با استفاده از زئولیت اصلاح شده با مس در حذف رنگ راکتیو رد ۱۹۸ از محلول های آبی. مجله آب و فاضلاب. ۲: ۴۲-۵۲.
- ساقی، م. ح.، الله آبادی، ا.، رحمانی ثانی، ا.، وزیری، ط.، حکمت شعار، ر. ۱۳۹۱. بررسی کارایی روش بیوجذب در حذف رنگ راکتیو اوراج آر از محیط های آبی. مجله دانشگاه علوم پزشکی سبزوار. ۲: ۱۲۷-۱۳۳.
- شکوهی، م.، فقیهیان، ح.، نورمادری، ح. ۱۳۹۲. کارایی جذب رنگ Reactive orange 3R با استفاده از گرانول مرجان آهکی و گرانول یکا از محیط های آبی. مجله تحقیقات نظام سلامت. ۶: ۹۷۴-۹۸۲.
- قانعیان، م. ت.، احرامپوش، م. ح.، دهواری، م.، جمشیدی، ب.، امراللهی، م.، (۱۳۹۰). کاربرد پودر معمولی گیاه تلخه به عنوان جاذب بیولوژیکی در حذف کروم شش ظرفیتی از فاضلاب سنتیک. فصلنامه علمی پژوهشی دانشکده بهداشت یزد شماره دوم یزدانی، م.، آرامی، م.، بهرامی، م. ۱۳۹۰. رنگبری رنگزهای نساجی در سیستم های تک جزیی و دو جزیی با استفاده از جاذب معدنی. نشریه علوم و فناوری رنگ. شماره ۲: ۲۰-۱۵.

Allen S J. Equilibrium adsorption isotherms for peat. Fuel. 1987; 66: 1171–1175.

Andre B,Santos D,Francisco J, Jules B,Lier V. Review paper on current technologies for decolorisation of textile wastewaters. perspectives for anaerobic biotechnology. Bioresource Technology .2007 ;98(1):2369- 2385.

Chu, W, (2000). "Dye Removal Textile Dye Wastewater Using Recycled Alum Sludge " Wat.Res. Vol. 35 ,No .13, PP. 3147-3153.

Eekenfelder, WW, (1998). "Industrial Water Pollution Control" McGraw Hill Book, New York.

Ghosh D, and. Bhattacharyya K G. Adsorption of methylene blue on kaolinite. Appl. Clay Sci. 2002; 20(6): 295–300.

Helmes CT,Sigman CC, Fund Z, Thompson MK, Volets MK, Makie M.A study of azo znd nitro dyes for the selection orf candidates for carsinogen bioassay. J Environ sci Health part A. 1984;19(2):197-231.

Jafarzadeh N, Daneshvar N. Wastewater treatment of textile dyes containing basic electric coagulation method. W W journal. 1385; 57(1) :22-30.(Persian).

Kobya, M., Can, O.T., Bayramoglu, M., (2003),“Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes”. J. Hazard. Mater. B, 100: 163–178.

OLcay Tuny, Isik kabdasli. D.Orhan, (1996). “Color Removal from Textile Wastewater”, Wtr . Sci .Tech.Vol. 13, No. 11 ,PP. 9-16.

Ramalho, P.A., (2005), “Degradation of dyes with microorganisms studies with ascomycete yeasts”, Universidade do Minho.Ph.D thesis.

Ramakrishna K R , Viraraghavan T. Dye removal using peat. Am Dyest. 1996;85(1): 28–34.

Sheng, H.lin and ChiF, Peng, (1996). “Continuous Treatment of Textile Wastewater by Combined Coagulation, Electrochemical Oxidation and Activated Sludge”,. Wat. Res. Vol.30 ,No.3 ,PP.587-592, 1996

Sloicarf .Y M.Method of decolorization of textile wastewater. Dyes pigm, 1998;37(1):335-356.

Sloicarf ,Y.M. & Magcen , A. Le marchale, (1998)."Methods of Decoloration of Textile Wastewater". Dyes and pigments. Vol. 37,No. 4, PP. 335-356 , 1998

Zille, A., (2005), “Laccase reactions for textile applications”, Universidade do Minho, Ph.D thesis.

Zollinger H. Ebel HF,Brezingher CD,editors.Color chemistry.1st ed. New York:VCH publishers 1987.

Walker GM, Weatherley LR. Biodegradation and biosorption of acid antheraquinon dye. Environ Pollut 2000;108(2):219-23.