بررسی میزان کارایی عصاره دانه بنه (Pistacia atlantica) به عنوان منعقد کننده طبیعی در حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلولهای آبی

مصطفی علیزاده[۱]، ادریس بذرافشان[۲]، امیرحسین محوی[۳]، فردوس کرد مصطفی پور[۲]، اسمعیل قهرمانی[۴]

۱. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی بهداشت محیط، مرکز پژوهشهای علمی دانشجویی دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران،

۲. دانشیار گروه مهندسی بهداشت محیط، مرکز تحقیقات ارتقاء سلامت، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی زاهدان، زاهدان، ایران

(مؤلف مسئول) تلفن ثابت: ۰۵۴۱-۲۴۲۷۸۴۰، Email: ed_bazrafshan@yahoo.com

۳. استادیار گروه مهندسی بهداشت محیط، موسسه تحقیقات محیط زیست، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی تهران، تهران، ایران

۴. مربی گروه بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی کردستان، سنندج، ایران

چکیده

مقدمه: رنگهای نساجی و همچنین دیگر مواد رنگی مورد استفاده در صنایع مختلف یکی از بزرگترین ترکیبات آلی را تشکیل می دهند که به نوبه خود باعث افزایش خطرات زیست محیطی و بهداشتی می شوند. لذا تصفیه اینگونه پسابها قبل از تخلیه به محیط کاملا ضروری است. در این مطالعه، توانایی عصاره دانه بنه در یک سیستم بسته برای حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول های آبی مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روشها: مطالعه حاضر، یک مطالعه تجربی- آزمایشگاهی است. در این مطالعه اثر متغیرهای مهم بهره برداری شامل دوز منعقد کننده (۰/۱-۱ میلی لیتر بر لیتر)، غلظت اولیه رنگ (۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر) وpH محلول (۱۲-۲) مورد بررسی قرار گرفت. برای سنجش غلظت باقیمانده رنگ از دستگاه اسپکتروفتومتر در طول موج ۵۲۰ نانومتر استفاده گردید و همچنین جهت توصیف و تحلیل نتایج از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ استفاده شد.

یافته ها: pH مطلوب برای حذف راکتیو قرمز ۱۹۸ با استفاده از منعقد کننده عصاره دانه بنه معادل ۱۲ با دوز ۰/۵ میلی لیتر بر لیتر تعیین شد که در این شرایط راندمان حذف معادل ۸۳/۱۲، ۸۴/۲۰، ۸۷/۳۶ و ۸۸/۴۹٪ به ترتیب در غلظت اولیه رنگ ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر حاصل شد.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج به دست آمده، عصاره دانه بنه نه تنها به عنوان یک ماده منعقد کننده طبیعی ارزان قیمت، بلکه همچنین به عنوان یک عامل بسیار موثر در حذف راکتیو قرمز ۱۹۸ از محیط های آبی می تواند مورد استفاده قرار گیرد.

واژه های کلیدی: رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸، منعقد کننده طبیعی، عصاره دانه بنه

وصول مقاله:۹۱/۹/۸ اصلاحیه نهایی:۹۲/۶/۱۲ پذیرش:۹۲/۷/۷

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

مقدمه

صنایع نساجی یکی از منابع اصلی در تولید فاضلاب رنگی می باشند. غلظت رنگ آزو راکتیو استفاده شده این صنایع در محدوده ۱۰تا۱۰۰۰۰ ppm می باشد، که به کیفیت و درجه خلوص و نیز به روند عملیات اجرایی بستگی دارد (۲و ۱). حدود ۷۰-۶۰ درصد رنگ مصرفی به پارچه مورد نظر متصل می‌شود که این مقدار به نرخ تثبیت رنگ با پارچه بستگی دارد. بنابراین بخش عظیمی از رنگ های راکتیو (۳۰ درصد) در طول فرآیند رنگرزی به دلیل میزان بالای هیدرولیز در شرایط قلیایی به هدر رفته و به صورت پساب تخلیه می‌شود (۴و۳). رنگهای نساجی معمولاً از ترکیبات آلی و معطر ساخته شده و همچنین امکان دارد برخی از فلزات سنگین را در ساختار خود داشته باشند. شکل پیچیده و حضور فلزات سنگین در ساختار آنها باعث سمیت آنها شده، در نتیجه این امکان وجود دارد که موتاژن، تراتوژن و یا سرطان زا باشند (۵). از سوی دیگر، چنین رنگ هایی می توانند در آب باعث آلودگی و تغییر چرخه های زیستی (برای فرآیندهای فتوسنتز) شوند. علاوه بر این، آنها همچنین می توانند سلامت انسان را در تماس طولانی مدت با این محصولات به خطر بیاندازند که این امر می تواند منجر به واکنش های سمی مانند حساسیت پوستی (درماتیت) و همچنین تهدید عملکرد دستگاه تنفسی شوند(۶). رنگ می تواند در آب و خاک تجمع یابد، و حتی آبهای زیرزمینی را آلوده کند. به همین دلیل حذف رنگ از پساب به منزله یک مشکل بزرگ برای صنایع نساجی مطرح می باشد. راکتیو قرمز ۱۹۸ (RR-198) یکی از رنگ های مورد استفاده در صنایع نساجی می باشد. راکتیو قرمز ۱۹۸ یک رنگ آنیونی با وزن مولکولی معادل g/mol ۹۶۸/۲۱ و حداکثر جذب ۵۳۰ نانومتر است. در نتیجه، عدم تصفیه صحیح و تخلیه در محیط زیست از جمله جریان های سطحی آب، تهدیدی بالقوه برای آبزیان می باشد که علت آن به تجزیه پذیری پایین این رنگ در محیط زیست بر می گردد (۷).

روش های بسیاری برای حذف رنگ از فاضلاب این صنایع پیشنهاد شده است که از جمله شامل فرآیند جذب (به عنوان مثال جذب بر روی کربن فعال)، انعقاد و لخته سازی، اکسیداسیون شیمیایی (کلر، ازن زنی و غیره)، تجزیه نوری (UV/H_2O_2، UV/TiO_2و غیره) و تصفیه آنزیمی می باشند(۱۳-۸). با این حال، حذف مقرون به صرفه رنگ و باقیمانده ترکیبات آلی مسئله مهمی می باشد.

در فرایندهای تصفیه آب و فاضلاب، انعقاد و لخته سازی برای از بین بردن غلظت بالای آلاینده های آلی، فلزات سنگین و برخی از آنیون ها استفاده می‌شود (۱۴). برای دستیابی به این هدف ترکیباتی نظیر آلوم، سولفات آهن و کلرید فریک به طور معمول مورد استفاده قرار گرفته است (۱۵). در بسیاری از کشورهای در حال توسعه هزینه های واردات آلوم، PACl (Poly Aluminum Chloride) و سایر مواد شیمیایی مورد نیاز برای تصفیه آب معمولی ممکن است، بالا باشد. همچنین این احتمال وجود دارد که یک مشکل آلودگی ثانویه به علت استفاده بیش از حد مواد شیمیایی بوجود آید. منعقد کننده های طبیعی دارای منشاء طبیعی و یا معدنی بوده که قبل از ظهور و ورود نمک های شیمیایی در تصفیه آب مورد استفاده قرار می گرفته اند، اما با توجه به حقیقت فقدان یک درک و بینش علمی در خصوص میزان اثربخشی و مکانیسم عمل شان قادر به رقابتی کارآمد با ترکیبات شیمیایی نبوده اند (۱۷ و ۱۶).

با این وجود، طی سال های اخیر در خصوص استفاده از منعقد کننده های طبیعی در تصفیه آب در کشورهای در حال توسعه علاقه مندی خاصی پدیدار شده است که این مهم ناشی از مزایایی از قبیل قابلیت تجزیه بیولوژیکی منعقد کننده، تولید لجن کمتر و نیز حداقل مخاطرات زیست محیطی و بهداشتی می باشد (۱۹و ۱۸). عصاره شاه بلوط و دانه بلوط(۲۰)، کاکتوس(۲۱)، دانه مورینگا اولیفرا (۲۲)، تانین (۲۳)، اقاقیا (۲۴) و عصاره دانه داسیس پرما (۲۵) برخی از منعقد کننده های طبیعی مورد استفاده برای حذف کدورت، رنگ و دیگر آلاینده ها از آب و فاضلاب می

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

باشند. ایران بزرگترین تولید کننده پسته جهان (گونه های مختلف پسته)، با بیش از ۴۴٪ از تولید جهانی است (۲۶). در مناطق مختلف ایران از جمله کوههای زاگرس، پسته وحشی(پیستاسیا آتلانتیکا) وجود دارد. پسته وحشی، به عنوان بنه در ایران شناخته شده و از گونه های اقتصادی و بسیار مهم برای مردم روستایی ساکن در مناطق جنگلی می باشد. کشت پسته برای مصارف متعدد صورت می گیرد و شاید به ۴۰۰۰-۳۰۰۰ سال در ایران قدمت داشته است. میوه پسته وحشی منبع مهمی از مواد غذایی می باشد (۲۸و ۲۷).

نظر به اینکه ایران دارای ذخایر عظیمی از بنه می باشد و همچنین با توجه به مزایایی از قبیل سهولت در دسترسی، ارزان قیمت بودن و طبیعی بودن آن (از جهت کاهش آلودگی های زیستی در محیط) مطالعه حاضر با هدف بررسی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلولهای آبی با استفاده از عصاره دانه بنه به عنوان یک ماده منعقد کننده طبیعی انجام پذیرفت. در ادامه اثر پارامترهای مختلف مانند pH محلول، دوز منعقد کننده و غلظت اولیه رنگ مورد بررسی قرار گرفت.

روش کار

مطالعه مورد نظر یک مطالعه تجربی- آزمایشگاهی می باشد که به صورت ناپیوسته (شامل اختلاط سریع، اختلاط آهسته و ته نشینی) و در مقیاس آزمایشگاهی در آزمایشگاه دانشکده بهداشت زاهدان انجام شد. در این آزمایش ۲۵ نمونه به عنوان حجم نمونه براساس مراحل آزمایش (جدول ۱) انتخاب گردید.

دانه پسته بنه از اطراف شهرستان زاهدان، جمع آوری شد. برای آماده سازی آن، ابتدا پوسته دانه ها حذف و مغز دانه های استخراج شده، آسیاب شد. در ادامه ۱۰۰ mL محلول ۱مولار کلرید سدیم به ۵ گرم از بنه آسیاب شده، اضافه گردید. محلول حاصل به مدت ۳۰ دقیقه در دمای اتاق هم زده شد (۲ ± ۲۱ $^{\circ}$C). این عمل بمنظور استخراج اجزای انعقادی و فعال کردن آن انجام گرفت. سپس، عصاره حاصل از فیلتر ریز (۰/۴۵ μm الیاف شیشه ای) عبور داده شد که نتیجه آن، یک مایع شیری رنگ بود. محلول بنه به صورت روزانه و در همان روز مورد مطالعه تهیه می گردید (۲۹و۱۸).

تمامی مواد شیمیایی مورد استفاده در این مطالعه (شامل اسید سولفوریک و سود ۱ نرمال، رنگ، کائولین) از شرکت مرک (آلمان) تهیه گردید. ساختار شیمیایی و برخی از خواص فیزیکی مهم رنگ مورد مطالعه در جدول ۲ آورده شده است. محلولهای مورد استفاده در روند آزمایشات مورد نظر (۵، ۱۰، ۲۰، ۵۰ و ۱۰۰ mg/L) با رقت های متوالی به دست آمد.

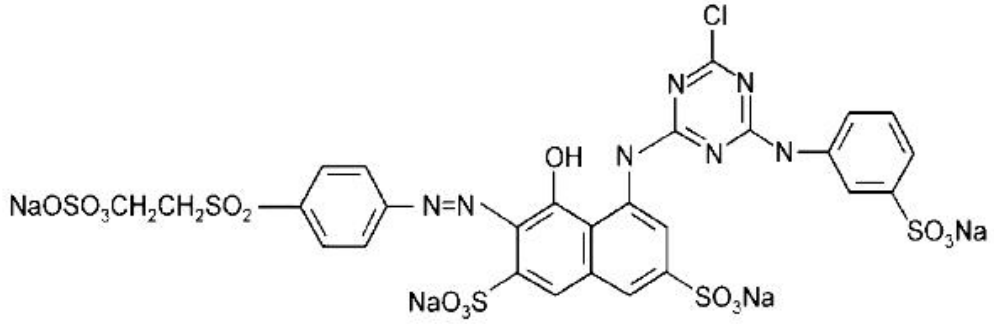
جدول ۱: محدوده پارامترهای آزمایش

pH	دوز منعقد کننده (ml/L)	غلظت رنگ (mg/L)	اختلاط سریع و آرام و زمان ته نشینی	کدورت (NTU)
۲-۱۲	۰/۱، ۰/۳، ۰/۵، ۰/۷ و ۱	۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰	۲دقیقه(۱۲۰rpm)، ۲۰ دقیقه(۴۰rpm) و ۳۰ دقیقه	۲۰، ۳۰، ۴۰، ۵۰ و ۶۰

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

جدول ۲. برخی از ویژگی های رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸

مشخصات	Reactive Red-198 (RR-198)
ساختار	
فرمول مولکولی	$C_{27}H_{18}ClN_7Na_4O_{15}S_5$
نام تجاری رنگ	Reactive Red-198
وزن مولکولی	۹۶۸/۲۱ g/mol
حلالیت در آب	۷۵ (g/L)
λ_{max}	۵۲۰nm

در تمام آزمایشات از دستگاه جارتست (مدل TLT6) و ظروف شیشه ای به حجم ۲ لیتر که با محلول رنگ پر شده، استفاده شد. در ادامه، ظروف با غلظتهای مختلف رنگ به مقدار ۱ لیتر پر گردید. در طی مرحله اختلاط سریع، دوز منعقد کننده به هر بشر با استفاده از میکروپیپت اضافه شد. پس از اختلاط سریع، نمونه ها تحت اختلاط آرام قرار داده شدند. پس از اختلاط آرام، ظروف با دقت از دستگاه جار خارج گردیده و در یک مکان امن برای رسوب قرار داده شدند. در این مطالعه، شدت و طول مدت در هر دو اختلاط سریع و اختلاط آهسته به ترتیب ۲ ± ۱۲۰ دور در دقیقه به مدت ۲ دقیقه و ۲± ۴۰ دور در دقیقه به مدت ۲۰ دقیقه در مورد اختلاط آهسته برای لخته سازی ثابت شد و همچنین مدت زمان رسوب در ۳۰ دقیقه ثابت نگه داشته شد. در پایان دوره رسوب گذاری، نمونه آب از مایع رویی گرفته شد، و بلافاصله از فیلتری با اندازه منافذ ۰/۴۵ µm عبور داده شد. تمام آزمایشات در دمای اتاق (۲۱±۲ ^{o} C) اجرا گردید. پس از تعیین شرایط بهینه برای حذف رنگ، اثر کدورت اولیه روی راندمان حذف رنگ (pH و دوز منعقد کننده عصاره دانه بنه) در غلظت رنگ اولیه از ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ mg/L مورد مطالعه قرار گرفت. محدوده به کار گرفته شده برای این پارامترها در جدول شماره ۱ داده شده است. در نهایت کارایی منعقد کننده در حذف رنگ (RR-198)، از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

(۱)

$$\text{درصد حذف}\% = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \times 100$$

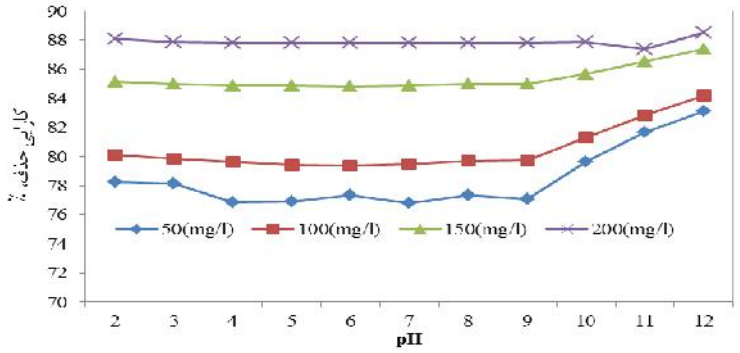
که در آن C_i غلظت اولیه (mg/L) و C_f غلظت رنگ نهایی (mg/L) است. غلظت باقیمانده رنگ در محلول با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر UV-VIS (مدل ۱۶۰۱ SHIMADZU، توکیو، ژاپن) در λ_{max} =۵۲۰ نانومتر اندازه گیری و سپس با استفاده از نرم افزار اکسل ۲۰۱۰ مورد تجزیه و تحلیل و نمودارهای لازم رسم گردید. pH محلول با استفاده از pH متر (مدل E520، Metrohm Herisau، سوئیس) اندازه گیری شد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

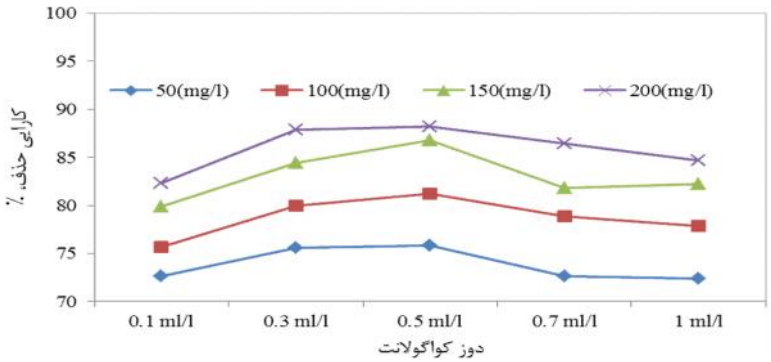
[DOI: 10.22102/19.1.124]

یافته ها

نمودار ۱ اثر مقادیر pH اولیه در محدوده ۱۲-۲ را بر کارایی حذف راکتیو قرمز ۱۹۸، توسط عصاره دانه بنه با دوز اولیه ۰/۳ ml/L نشان می دهد. همانطور که مشاهده می شود حداکثر درصد حذف در pH اولیه ۱۲ برای تمامی غلظت های اولیه رنگ حاصل شده است. از سوی دیگر، راندمان حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ با افزایش pH محلول افزایش یافته است. بالاترین حذف معادل ۸۳/۱۲، ۸۴/۲۰، ۸۷/۳۶ و ۸۸/۴۹٪ در غلظت اولیه رنگ ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم در لیتر حاصل گردید. بنابراین، pH محلول اولیه رنگ برای سایر آزمایشات معادل ۱۲ تنظیم شد. اثر دوز ماده منعقد کننده (عصاره دانه بنه) در گستره ۰/۱ تا ۱ میلی لیتر بر لیتر در نمودار ۲ نمایش داده شده است. دوز بهینه عصاره دانه بنه برای هر دو محلول حاوی غلظتهای رنگ بالا و پایین به ترتیب معادل ۰/۳ و ۰/۵ میلی لیتر بر لیتر بود. از طرف دیگر، بالاترین حذف ۷۵/۸۸، ۸۱/۲۴، ۸۶/۷۴ و ۸۸/۲۳٪ در غلظت اولیه رنگ، ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ mg/l در دوز منعقد کننده ۰/۵ میلی لیتر بر لیتر حاصل شد.



نمودار۱: تاثیر pH بر حذف رنگ RR-198 از محلول سنتیک و در غلظت های مختلف رنگ (دوز منعقد کننده ۰/۳ ml/L)

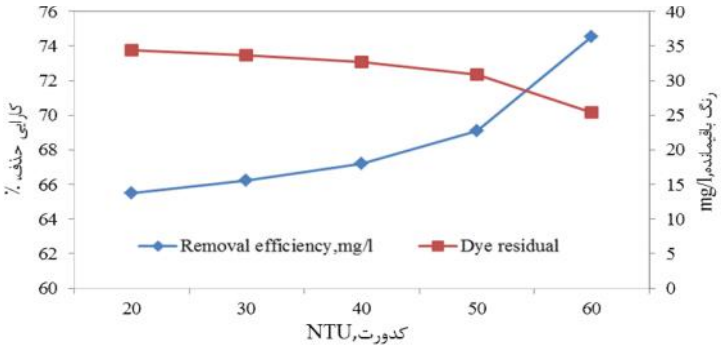


نمودار۲: تاثیر دوز منعقد کننده (بنه) در حذف رنگ RR-198 از محلول سنتیک در pH برابر۱۲

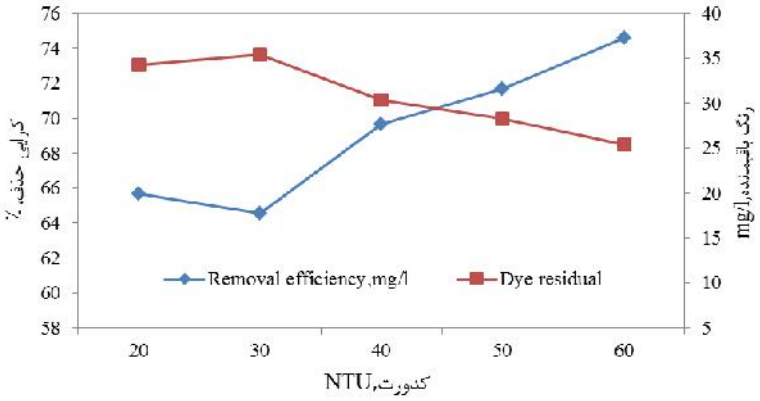
نمودارهای ۳ تا۶ اثر مقادیر متفاوت کدورت اولیه در محدوده ۶۰-۲۰ NTU را بر کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸، توسط منعقد کننده بنه در دوز ۰/۳ ml/l نشان می دهند. مطالعه اثر کدورت اولیه بر حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸، در غلظت های مختلف اولیه رنگ (نمودارهای ۳ تا۶) نشان دهنده افزایش راندمان حذف رنگ با افزایش کدورت محلول است. بهترین کارایی حذف رنگ از محلول برای غلظت اولیه رنگ ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر به ترتیب در کدورت اولیه ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۴۰ NTU (برای تمام آزمایش‌ها در pH = ۱۲)، به دست آمد.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

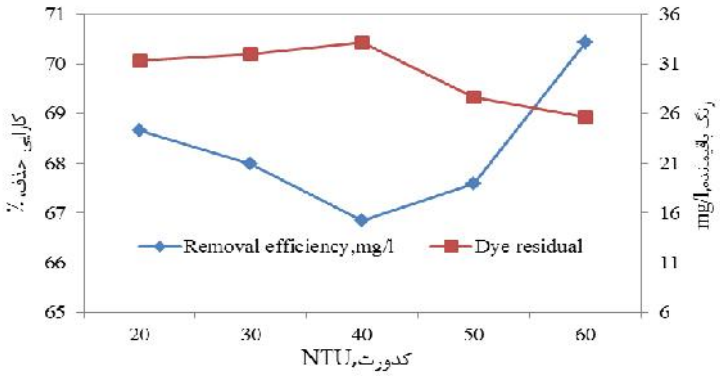
[DOI: 10.22102/19.1.124]



نمودار۳: تاثیر کدورت در کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول سنتتیک
(غلظت رنگ=۵۰ میلی گرم در لیتر، pH=۱۲ ، دوز منعقد کننده =۰/۳ml/L)



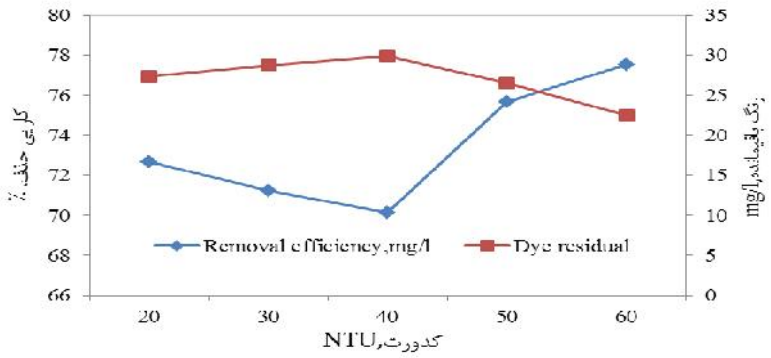
نمودار۴: تاثیر کدورت در کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول سنتتیک
(غلظت رنگ=۱۰۰ میلی گرم در لیتر، pH=۱۲ ، دوز منعقد کننده =۰/۳ml/L)



نمودار۵: تاثیر کدورت در کارایی حذف رنگ راکتیو قرمز ۱۹۸ از محلول سنتتیک
(غلظت رنگ=۱۵۰ میلی گرم در لیتر، pH=۱۲ ، دوز منعقد کننده =۰/۳ml/L)

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]



نمودار۶: تاثیر کدورت در کارایی حذف رنگ RR-198 از محلول سنتتیک
(غلظت رنگ=۲۰۰ میلی گرم در لیتر، pH=۱۲، دوز منعقد کننده =۰/۳ml/L)

بحث

pH محلول، یکی از مهم ترین پارامترها در فرآیند انعقاد و حذف آلاینده ها از محلولهای آبی است (۳۱ و ۳۰). pH محلول، شیمی محیط آبی و پیوندهای سطح جاذب را تحت تاثیر قرار می دهد. بنابراین pH محلول یک پارامتر مهم در طی فرایند جذب رنگ می باشد.

نتایج این مطالعه نشان داد که با افزایش pH میزان انعقاد و حذف رنگ از محیط افزایش می یابد. حذف رنگ در محدوده pH قلیایی احتمالاً به علت واکنش با یونهای هیدروکسید که تشکیل فلوکهای هیدروکسید را می دهند، می باشد (۲۵). علاوه بر این نتایج نشان داد که عصاره دانه بنه دارای حداقل اثر بر روی pH نمونه ها است. این نتیجه در راستای نتایج به دست آمده توسط یاراحمدی و همکاران در حذف کدورت توسط عصاره دانه مورینگا اولیفرا می باشد. همچنین، نتایج گزارش شده آنها حاکی از این واقعیت بود که بهره‌وری از مورینگا اولیفرا به عنوان منعقد کننده تاثیری در مقدار pH نداشته است (۳۲). اما در سال ۲۰۰۹، Jeon و همکاران در مطالعه ای با عنوان کاربرد عصاره دانه انگور در حذف رنگهای کاتیونی نشان دادند که با افزایش در pH کارایی حذف رنگ کاهش می یابد که این نتیجه را به دلیل خواص بنیادی در ساختار رنگ و منعقد کننده نسبت داده است (۳۳). در نتایج مطالعه دیگری که گلستانی فر و همکاران برای حذف نیترات از محلولهای آبی توسط پودر آلومینیوم انجام دادند، مشخص گردید حذف نیترات به pH محلول بستگی دارد و با افزایش در pH از ۴ تا ۱۲ میزان کارایی حذف بصورت چشمگیری افزایش می یابد و در pH برابر ۱۰ به حداکثر مقدار خود می رسد (۳۴). همچنین در مطالعه ای که بر روی حذف رنگ راکتیو آبی ۱۹ توسط فرآیند انعقاد توسط ناطقی و همکاران انجام شد، نتایج نشان دادند که افزایش در pH موجب افزایش کارایی حذف رنگ می گردد و از طرفی دیگر نشان دادند که افزایش در غلظت اولیه رنگ موجب افزایش در درصد حذف رنگ می شود، که در راستای یافته های حاصل از این مطالعه می باشد (۳۵).

دوز انعقادی به عنوان یکی از مهم ترین پارامترهای در نظر گرفته شده به منظور تعیین شرایط بهینه برای عملکرد منعقد کننده در انعقاد و لخته سازی انجام می گیرد. اساساً، دوز ناکافی و یا دوز بیش از حد منعقد کننده منجر به عملکرد ضعیف تشکیل لخته می شود. بنابراین، تعیین دوز بهینه برای به حداقل رساندن مقدار هزینه و شکل گیری لجن و همچنین برای دستیابی به عملکرد مطلوب در تصفیه، حائز اهمیت می باشد (۳۴). نتایج پژوهش بیانگر افزایش در

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

کارایی حذف رنگ در دوز منعقد کننده ml/L ۰/۳ برای تمامی غلظت های اولیه رنگ بود واز طرفی با افزایش دوز منعقد کننده میزان انعقاد کاهش یافت. به عبارتی افزایش بیشتر دوز منعقد کننده در بهبود حذف رنگ تاثیری نداشت. در این خصوص نتایج مشابهی در موازات با مقادیر داده شده در این مطالعه منتشر شده است(۳۶). Heredia و همکاران تاثیر مورینگا را در حذف رنگ بنفش 3R در سال ۲۰۰۹ مورد آزمون قرار دادند و نتایج آنها نشان داد که با افزایش دوز منعقد کننده از ۵۰ تا ۳۰۰ میلی گرم در لیتر کارایی حذف از ۲۸ تا ۹۵ درصد افزایش می یابد که مشخص کننده این واقعیت می باشد که افزایش در دوز منعقد کننده موجب افزایش کارایی فرآیند حذف رنگ از محلول می شود (۳۷). از سوی دیگر، افزایش بیشتر غلظت منعقد کننده مصرفی سبب تثبیت مجدد ذرات یا پایداری مجدد ذرات کلوئیدی و برگشت بار ذرات می شود (۳۵). نتایج مشابهی نشان دادند که با افزایش دوز آلومینیوم تا یک حد مشخص، کارایی حذف نیترات افزایش و سپس بعد از آن کاهش می یابد (۳۰). به طور کلی، می توان نتیجه نمود که در دوزهای پایین تر، منعقد کننده های طبیعی کارایی بهتری در حذف آلاینده ها در مقایسه با دوزهای بالا تر دارند. این نکته نه تنها از نقطه نظر اقتصادی حائز اهمیت است بلکه سبب ایجاد غلظت های مواد آلی کمتری در نمونه آب مورد پردازش شده می شود که خود احتمال رشد مجدد میکروارگانیسم ها در آب را به حداقل می رساند (۲۰). با این حال، نتایج حاصله تنها برای شرایط واقعی معتبر می باشد.

کدورت موجود در محیط بر میزان کارایی حذف آلاینده ها تاثیر بسزایی دارد. برای نزدیک شدن به شرایط واقعی محیطی این پارامتر به محلول رنگ مورد بررسی اضافه گردید تا تاثیر همزمان کدورت و رنگ در زمان اضافه کردن منعقد کننده سنجیده شود. نتایج حاصله بیانگر این واقعیت هستند که به دنبال اضافه کردن دوز منعقد کننده به محیط در غلظت رنگ و کدورتهای مختلف، افزایش در کارایی حذف رنگ از محیط آبی اتفاق می افتد. شاید بتوان تاثیر کدورت را در حذف رنگ اینگونه بیان نمود که با اضافه شدن دوز منعقد کننده واکنشهای انعقادی صورت می گیرد که در هنگام ترسیب فلوکهای تولیدی، مقداری از رنگ موجود در محلول را نیز همراه خود رسوب داده و بدنبال وقوع انعقاد جاروبی کاهش آلاینده در محلول حاصل می شود (۳۳). نتایج مطالعه Suleyman و همکاران در کاربرد مورینگا اولیفرا برای حذف کدورت از آبهای سطحی نشاندهنده افزایش کارایی حذف کدورت در کدورتهای بالا می باشد که با نتایجمطالعه یاراحمدی و همکارانش در این راستا مطابقت دارد (۳۸و۳۲). در تحقیق مشابهی که Diaz و همکاران در خصوص مقایسه کارایی دو منعقد کننده طبیعی در حذف کدورت انجام دادند مشاهده گردید که هر دو منعقد کننده کارایی بالایی در حذف کدورت داشته بطوری که با افزدون ۱۰ میلی گرم در لیتر منعقد کننده، کدورت از ۱۰۰ به ۲۰ NTU کاهش یافت (۳۹). مطالعات مشابه دیگری نیز با یافته های این تحقیق همخوانی دارد (۴۰). با این وجود نتایج حاصل از مطالعه پیرصاحب و همکاران بر روی حذف مقادیر کم کدورت و رنگ آب با استفاده از منعقد کننده های مختلف نشان داد که با افزودن منعقد کننده به آب کدورت و رنگ آب کاهش می یابد که با نتایج پژوهش انجام شده مطابقت ندارد (۴۱).

نتیجه گیری

نتایج به دست آمده نشان داد که بیشترین راندمان حذف رنگ با دوز منعقد کننده ۰/۵ میلی لیتر بر لیتر در pH برابر ۱۲ و معادل ۷۵/۸۸، ۸۱/۲۴، ۸۶/۷۴ و ۸۸/۲۳٪ در غلظت اولیه رنگ ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰و ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر حاصل گردید. همچنین، افزودن کدورت در نمونه های با غلظت های مختلف رنگ، بهبود راندمان حذف رنگ را در پی داشت.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

تشکر و قدردانی

این پژوهش حاصل حمایت مالی توسط معاونت تحقیقات و فن آوری دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی زاهدان بوده است؛ لذا بدین وسیله از مسئولین محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی زاهدان و کارشناسان محترم آزمایشگاه دانشکده بهداشت، قدردانی به عمل می‌آید.

References:

1. Garcia-Montano J, Torrades F, Garcia-Hortal JA, Domenech X, Peral J. Combining photo-Fenton process with aerobic sequencing batch reactor for commercial hetero-bireactive dye removal. Appl Catal B Environ 2006; 67:86-92.
2. Shu HY, Huang CR. Degradation of commercial ago dyes in water using ozonation and UV enhanced ozonation process. Chemosphere 1995;31:3813-3825.
3. Clarke EA, Anliker R. Organic dyes and pigments. In: Hutizinger O. Rimkus GG (Eds.), Handbook of Environmental Chemistry. vol 3 (Part A): Antropogenic Compounds. Springer-Verlag: Berlin.1980. p:181-215.
4. Riu J, Schonsee I, Barcelo D. Determination of sulfonatedazo dyes in water and wastewater. Trends Anal Chem 1997;16:405-419.
5. Mohan SV, Mamatha VVS, Karthikeyan J. Removal of color from acid and direct dyes by adsorption onto silica fumes. Fresen Environ Bull 1998; 7: 51-58.
6. Da Silveira NJJ, Moreira GC, Da Silva CJ, Reis C, Efraim LR. Use of polyurethane foams for the removal of the direct red 80 and reactive blue 21 dyes in aqueous medium. Desalination 2011; 281: 55–60.
7. Paul J, Naik DB, Sabharwal S. High energy induced decoloration and mineralization of reactive red 120 dye in aqueous solution: a steady state and pulse radiolysis study. Radiat Phys Chem 2010; 79: 770-776.
8. Merzouk B, Gourich B, Madani K, Vial Ch, Sekki A. Removal of a disperse red dye from synthetic wastewater by chemical coagulation and continuous electrocoagulation: A comparative study. Desalination 2011; 272: 246-253.
9. Gholami Borujeni F, Mahvi AH, Naseri S, Faramarzi MA, Nabizadeh R, Alimohammadi M. Application of immobilized horseradish peroxidase for removal and detoxification of azo dye from aqueous solution. Res J Chem Environ 2011; 15: 217-222.
10. Gholami Borujeni F, Mahvi AH, Nasseri S, Faramarzi M, Nabizadeh R, Alimohammadi M. Enzymatic treatment and detoxification of acid orange 7 from textile wastewater. Appl Biochem Biotechnol 2011; 165: 1274-1284.
11. Dehghani MH, Mesdaghinia AR, Nasseri S, Mahvi AH, Azam K. Application of SCR technology for degradation of reactive yellow dye in aqueous solution. Water Qual Res J Can 2008; 43: 183-187.
12. Mahvi AH, Ghanbarian M, Nasseri S and Khairi A. Mineralization, discoloration of textile wastewater by TiO_2 nanoparticles. Desalination 2009; 238: 309-316.
13. Maleki A, Mahvi AH, Ebrahimi R, Zandsalimi Y. Study of photochemical and sonochemical processes efficiency for degradation of dyes in aqueous solution. Korean J ChemEng 2010; 27: 1805-1810.
14. Wang ZP, Zhang Z, Lin YJ, Deng NS, Tao T, Zhuo K. Landfill leachate treatment by a coagulation-photooxidation process. J Hazard Mater 2002; 95: 153-159.
15. Lu X, Chen Z, Yang X. Spectroscopic study of aluminum speciation in removing humic substances by Al coagulation. Water Res 1999; 33: 3271-3280.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

16. Kawamura S. Effectiveness of natural polyelectrolyte in water treatment. J AWWA 1991; 83(10): 89-91.
17. Ndabigengesere A, Narasiah, K S. Quality of water treated by coagulation, using Moringaoleifera seeds. Water Res 1998; 32(3): 781-791.
18. Katayon S, Noor M, Asma M, Abdul Ghani LA, SuleymanAM. Effects of storage conditions of Moringaoleifera seeds on its performance in coagulation. BioresourceTechnol 2006; 97(3): 1455-1460.
19. Shahriari T, Nabibidhendi G, Shahriari Sh. Evaluating the efficiency of plantagoovata and starch in water turbidity removal. Int J Environ Res 2012; 6(1): 259-264.
20. Sciban M, KlaSnja M, Antov M, Skrbic B. Removal of water turbidity by natural coagulants obtained from chestnut and acorn.BioresourceTechnol 2009; 100: 6639-6643.
21. Zhang J, Zhang F, Luo Y, Yang H. A preliminary study on cactus as coagulant in water treatment. Process Biochem 2006; 41: 730-733.
22. Bhuptawat H, Folkard GK, Chaudhari S. Innovative physico-chemical treatment of wastewater incorporating Moringa oleifera seed coagulant. J Hazard Mater 2007; 142: 477-482.
23. Ozacar M, Sengil IA. Evaluation of tannin biopolymer as a coagulant aid for coagulation of colloidal particles. Colloids and surfaces A: Physico chem Eng Aspects 2003; 229: 85-96.
24. Beltran-Heredia J, Sanchez-Martın J, Rodriguez-Sanchez MT. Textile wastewater purification through natural coagulants. Appl Water Sci 2011; 1: 25-33.
25. Sanghi R, Bhattacharya B, Dixit A, Singh V. Ipomoea dasysperma seed gum: An effective natural coagulant for the decolorization of textile dye solutions. J Environ Manage 2006; 81: 36-41.
26. Razavi S. Pistachio production, Iran vs. the World. Acta Hortic 2006; 726: 689-694.
27. Zangeneh H. Ecological requirements of Pistaciaatlantica in Kermanshah province, Iran. J For Poplar Res. (Special issue: The Second National Symposium on Wild Pistachio) 2003; 333: 122-130 (In Persian).
28. Arefi HM, Abdi A, Saydian SE, Nasirzadeh A, Nadushan HM, Ziedabadi DD. Genetics and breeding of Pistacia atlantica in Iran. Acta Hortic 2003; 726: 77-81.
29. Beltran-Heredia J, Sanchez-Martin J, Delgado-Regalado A, Jurado-Bustos C. Removal of Alizarin Violet 3R (anthraquinonic dye) from aqueous solutions by natural coagulants. J Hazard Mater 2009; 170: 43-50.
30. Shi B, Li G, Wang D, Feng C, Tang H. Removal of direct dyes by coagulation: the performance of preformed polymeric aluminum species. J Hazard Mater 2007; 143 (1–2): 567-574.
31. Chu W. Dye removal from textile dye wastewater using recycled alum sludge. Water Res 2001; 35 (13): 3147-3152.
32. Yarahmadi M, Hossieni M, Bina B, Mahmoudian MH, Naimabadie A, Shahsavani A. Application of Moringaoleifer seed extract and polyaluminum chloride in water treatment. World Applied Sciences Journal 2009; 7 (8): 962-967.
33. Jeon J, Kim E, Murugesan K, Chang Y. Use of grape seed and its natural polyphenol extracts as a natural organic coagulant for removal of cationic dyes. Chemosphere 2009; 77: 1090–1098.
34. Golstanifar H, Nasseri S, Mahvi AH, Dehghani MH, Asadi A. Evaluation of aluminum powder efficiency in removal of nitrate from aqueous solutions. Journal of Health and Hygiene of Ardabil 2011;2(2): 36-44.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]

35. Nateghi R, Assadi A, Bonyadinejad Gh, Safa S. Effectiveness of coagulation process in removing reactive blue 19 dye from textile industry wastewater. Journal of Color Science and Technology 2011;5: 235-242.
36. Donmez M, Akbal F. The removal of As(V) from drinking waters by coagulation process using iron salts. World Academy of Science, Engineering and Technology 2011; 78: 437-439.
37. Heredia J, Martin JS, Regalado AD, Bustos C. Removal of Alizarin Violet 3R (anthraquinonic dye) from aqueous solutions by natural coagulants. J Hazard Mater 2009; 170: 43–50.
38. Suleyman AM, Okuofu CA. Coagulation of low turbidity surface waters with Moringa oleifera seeds. Int J Environ Stud 1995; 48: 263-273.
39. Diaz A, Rincon N, Escorihuela A, Fernandez N, Chacin E, Forster CF. A preliminary evaluation of turbidity removal by natural coagulants indigenous to Venezuela. Process Biochemistry 1999; 35: 391 – 395.
40.Celekli A, Yavuzatmaca M, Bozkurt H. Kinetic and equilibrium studies on the adsorption of reactive red 120 from aqueous solution on Spirogyra majuscule. Chem Eng J 2009; 152: 139-145.
41. Pirsahed M, Zinatizadeh AA, Dargahi A. Performance evaluation of coagulation process in removal of low turbidity and color from water using different inorganic coagulants. Journal of Water and Wastewater 2011; 1: 111-118.

[Downloaded from sjku.muk.ac.ir on 2025-08-21]

[DOI: 10.22102/19.1.124]