بررسی کارایی فرآیند الکتروکواگولاسیون در حذف رنگزای اسیدبلو 113 از محیط‌های آبی

حسین فرجی[1]، سیمین ناصری[1]، عبدالایمان عمویی[2]، فرزاد محمدی[3]، حمیدرضا سهیل آرزومند[1]، امیرحسین محوی[1*]

۱. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران

۲. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده پیراپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بابل، بابل، ایران

۳. گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی ایران، تهران، ایران

تاریخ دریافت مقاله: ۱۳۹۳/۵/۱۸ ؛ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۹/۱۹

چکیده

زمینه و هدف :تصفیه پساب های صنایع نساجی به علت داشتن رنگ و آلاینده های زیاد، یکی از مهمترین مسائل محیط زیستی می‌باشد .رنگزای اسید بلو113، به دلیل داشتن حلقه بنزنی که غیر قابل تجزیه بیولوژیکی است، سمی و سرطانزا می‌باشد .هدف اصلی این تحقیق، بررسی کارایی فرآیند الکتروکواگولاسیون در حذف رنگزای اسید بلو 113 از محیطهای آبی با استفاده از الکترودهای آلومینیومی در راکتور ناپیوسته می‌باشد.

روش کار :این مطالعه در مقیاس آزمایشگاهی به صورت پایلوت در سیستم ناپیوسته انجام شد .تاثیر پارامترهای مختلف از قبیل ولتاژ10) ، 20 و 40ولت(، فاصله الکترودها 5/0) و 1 سانتی متر (و زمان الکترولیز 5) تا 80 دقیقه (بررسی شد.

یافته ها :نتایج آزمایشها نشان داد که با اعمال ولتاژ 40 ولت، در فاصله الکترود 5/0 سانتی متر، 5 گرم الکترولیت و در زمان الکترولیز 20 دقیقه، میزان حذف رنگ و COD به ترتیب برابر 99 و 78% بود .با افزایش ولتاژ و زمان واکنش و با کاهش فاصله بین الکترودها، میزان مصرف انرژی کاهش یافت و همچنین pH نهایی پساب و راندمان حذف رنگزا افزایش یافت.

نتیجه گیری: با توجه به نتایج، بهترین راندمان حذف رنگ بعد از 20دقیقه زمان تماس، در پتانسیل الکتریکی 40ولت حاصل شد که برابر 99درصد بود .این فرآیند از نظر زیست محیطی ایمن بوده و از لحاظ اقتصادی می‌تواند قابل توجیه باشد .لذا می‌توان نتیجه گرفت که روش انعقاد الکتریکی با استفاده از الکترودهای آلومینیومی، یک روش مفید و مناسب برای حذف رنگزای اسید بلو 113از محیطهای آبی می‌باشد.

کلمات کلیدی :رنگزای اسید بلو 113، محلولهای آبی، انعقاد الکتریکی، الکترود آلومینیومی.

مقدمه

صنایع نساجی بزرگترین مصرف کننده ترکیبات شیمیایی رنگزا بوده که روزانه میلیونها لیتر پساب حاوی مواد رنگزا تولید می‌کنند.[1] وجود رنگ در پسابهای صنعتی باعث کاهش قابلیت نفوذ نور و اختلال در انجام فرآیند فتوسنتز در منابع آبی می‌شود.[2و3] رنگزاها علاوه بر مسائل زیبا شناختی، بر کیفیت آب تاثیر می‌گذارد .پساب های رنگی دارای ترکیبات سمی و ساختار شیمیایی حاوی حلقه های آروماتیک بوده که از

* گروه مهندسی بهداشت محیط، دانشکده بهداشت، دانشگاه علوم پزشکی تهران، تهران، ایران
ایمیل: ahmahvi@yahoo.com - **شماره تماس:** ۰۲۱-۸۸۹۵۴۹۱۴

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

پایداری زیاد و قابلیت تجزیه زیستی کمی برخوردار می‌باشند.[٤] صنایع رنگرزی، روزانه میلیون ها لیتر پساب های رنگی تولید می‌کنند که سبب بروز مشکلات زیست محیطی می‌شوند.[٥] رنگهای آزو، بزرگترین و بیشترین کلاس از رنگهای تجاری هستند و رنگزای اسید بلو ۱۱۳، یک رنگ آزو بوده که به علت داشتن حلقه بنزنی سبب بروز آلرژی، درماتیت، تحریکات پوستی، سرطان و جهش های ژنتیکی در انسان می‌شود.[٦و٧] بنابراین تصفیه پساب های صنایع نساجی جهت ورود به محیط زیست ضروری می‌باشد.[٨] از جمله روش های حذف رنگ از فاضلاب می‌توان به روش‌های فیزیکی، فیزیکی-شیمیایی، ازن زنی، تصفیه بیولوژیکی، اکسیداسیون شیمیایی، فرآیندهای غشایی، فرآیندهای فتوشیمیایی، تصفیه آنزیمی، جذب روی کربن فعال، فرآیندهای تصفیه شیمیایی و فرآیندهای الکتروشیمیایی مانند انعقاد الکتریکی را می‌توان نام برد.[٣و١٧-٩] هریک از این روش ها دارای مزایا و معایبی می‌باشند. مثلاً طولانی بودن زمان انجام فرآیند در روش تصفیه بیولوژیکی، هزینه بر بودن دفع ضایعات جذب شده روی کربن فعال، مصرف بالای مواد شیمیایی در روش اکسیداسیون پیشرفته و حجم لجن تولیدی بالا در روش تصفیه شیمیایی، از معایب این روش ها می‌باشد.[١٨و١٩] فرآیند انعقاد الکتریکی به دلیل طراحی ساده، تولید لجن کم، هزینه راه‌اندازی و بهره برداری کم و عدم نیاز به مواد شیمیایی، در سالهای اخیر برای تصفیه انواع پسابهای صنایع رنگرزی مورد استفاده قرار گرفته است[8 و20]. در فرآیند انعقاد الکتریکی، هیدرولیز کاتیون در آب سبب تشکیل یک هیدروکسید همراه با گونه‌های غالب متناسب با pH محلول می‌شود .مکانیسم واکنش‌هایی که در طی فرآیند الکتروشیمیایی با استفاده از الکترود آلومینیومی در آند و کاتد به وقوع می‌پیوندند[٧] و منجر به تولید کواگولانت‌ها می‌شود، به صورت واکنش‌های آندی (رابطه ۱)، کاتدی (رابطه ۲) و یا واکنشهای کلی (رابطه ۳) است که عبارتند از :

$$AI \rightarrow AI^{3+} + 3e^- \qquad (۱)$$

$$3H_2O + 3e^- \rightarrow 3OH^- + (3/2)H_{2(g)} \qquad (۲)$$

$$AI + 3H_2O \rightarrow AI(OH)_{3(s)} + (3/2)H_{2(g)} \qquad (۳)$$

یون های هیدروکسیل تولید شده، در طی احیای آب در کاتد (واکنش ۲) در واکنش با یون های آلومینیوم تولیدی، سوسپانسیون هیدروکسید آلومینیوم $AL(OH)_3$ تشکیل داده (واکنش ۳) و از طریق مکانیسم های کمپلکس سازی سطحی و جذب الکترواستاتیک، آلاینده های رنگی در محلول را به دام انداخته و یا حین ترسیب لخته های سنگین هیدروکسید آلومینیوم، ماده رنگزا توسط مکانیسم های فیزیکی جاروب کردن حذف می‌شود.[٢٢]

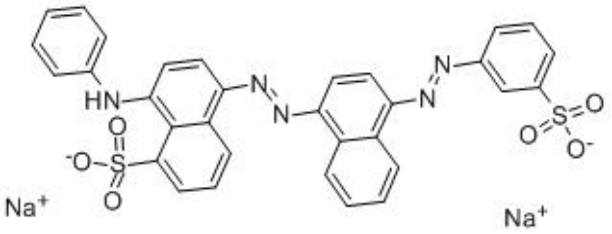
مواد و روش‌ها

این تحقیق یک مطالعه توصیفی-تحلیلی می‌باشد .در این مطالعه از مبدل برق آزمایشگاهی مدل Mega Tekساخت کشور تایوان، دستگاه pHمتر دیجیتالی Aqualytic، رنگزای AB113 (Acid Blue 113) ساخت شرکت الوان ثابت همدان، H_2SO_4، NaCl و HC1ساخت شرکت Merck استفاده شد. برای اندازه گیری رنگ از دستگاه اسپکتروفوتومتر مدل ۵۰۰۰ (طبق دستور استاندارد C 2120 کتاب روش‌های استاندارد آب و فاضلاب) و برای اندازه گیری COD نیز از روش C 5220 استفاده شد.[٢٣] ساختارشیمیایی رنگزای AB113 در شکل ۱ ارائه شده است.

مخزن اصلی فرآیند الکتروکوآگولاسیون، یک بشر شیشه‌ای از جنس پیرکس به حجم 1000 mL انتخاب شد .جهت تأمین الکتریسیته مورد نیاز،از یک دستگاه مبدل برق آزمایشگاهی در ولتاژ و شدت جریان مختلف (در محدوده صفر تا ٦٠ ولت و صفر تا ۳ آمپر) استفاده گردید.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]



شکل ۱: ساختمان شیمیایی ماده رنگزا AB113

در این مطالعه به شیوه آرایش دو قطبی موازی، pH طبیعی 5/6، زمان تماس ۵، ۲۰، ٤٠، ٦٠ و ۸۰ دقیقه و اختلاف پتانسیل الکتریکی ثابت (۱۰، ۲۰ و ٤٠ ولت) استفاده شده است. فاصله بین الکترودها ۰/۵ و ۱سانتی متر و حجم فاضلاب مورد استفاده در نمونه های مختلف ٦۵۰ میلی‌لیتر بود. طول موج حداکثر جذب این رنگدانه ۵۷٤ نانومتر تعیین گردید .جهت افزایش هدایت الکتریکی محلول، ممانعت از غیر فعال شدن الکترودها (جلوگیری از رسوب بر روی الکترودها که به عنوان عایق بین الکترود و الکترولیت) و همچنین کاهش مصرف الکتریسیته می‌توان از نمک KCl به مقدار 5گرم در لیتر استفاده گردید. برای تنظیم pH، از محلول یک نرمال HClو NaOH استفاده شد. پس از اتمام هر دوره از آزمایشات، الکترودها به مدت ۳۰ دقیقه در داخل محلول اسیدکلریدریک ۵ درصد قرار گرفتند و سپس با آب مقطر شستشو و آبکشی شدند. آنالیز و تفسیر داده ها نیز با استفاده از نرم افزار Excel انجام شد .به این ترتیب، پارامترهای موثر بر راندمان حذف بررسی گردید و شرایط بهینه برای هر پارامتر تعیین گردید. آزمایشات بعدی در شرایط بهینه انجام گرفت و برای به دست آوردن راندمان حذف نیز از رابطه زیر استفاده گردید:

$$\%R = \frac{(Co-Ce)}{Co} \times 100 \qquad (٤)$$

که در این رابطه C_0 غلظت اولیه محلول، C_e غلظت محلول نهایی در زمان‌های مختلف و R راندمان حذف می‌باشد.

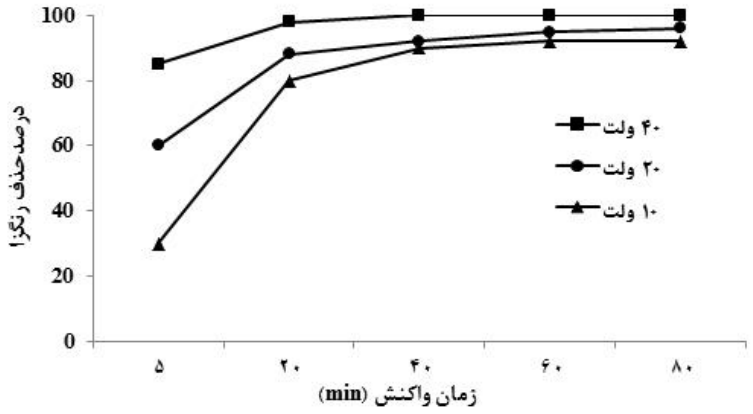
یافته‌ها

در نمودارهای ۱ و ۲، تاثیر تغییرات ولتاژ و فاصله بین الکترودها بر کارایی حذف رنگزا با استفاده از الکترود آلومینیومی نشان داده شده است. همانطور که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، حداکثر راندمان حذف رنگزا AB113 در ولتاژ ٤٠ (فاصله بین الکترودها ۰/۵ سانتی متر) بعد از گذشت ٤٠ دقیقه، به میزان ۱۰۰ درصد حاصل شده است و با افزایش زمان از ۵ به ٤٠ دقیقه راندمان حذف رنگزا از ٤۵ به ۱۰۰ درصد افزایش یافته است .در حالی که بعد از گذشت ٤٠ دقیقه از واکنش، در ولتاژهای ۱۰ و۲۰ ولت، درصد حذف به ترتیب ۹۰ و ۹۵ درصد و در ولتاژ ٤٠ ولت با افزایش زمان از ۵ به ٤٠ دقیقه، راندمان حذف رنگزا از ۸۳ به ۱۰۰ درصد افزایش یافته است.

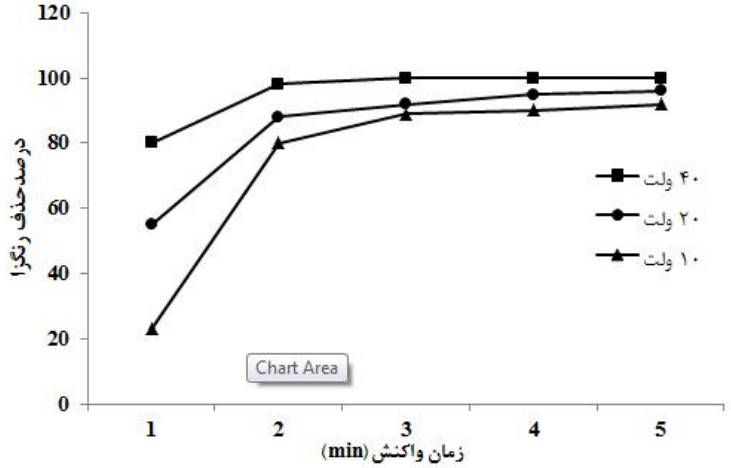
از مقایسه نمودار ۱ و۲ ملاحظه می‌شود زمانی که فاصله بین الکترودها از ۰/۵به ۱ سانتیمتر افزایش می‌یابد، راندمان حذف رنگزا به میزان قابل ملاحظه ای کاهش یافته است؛ به طوری که با افزایش فاصله الکترودها در ولتاژ ثابت ٤٠ ولت؛ از ۰/۵ به ۱ سانتیمتر طی زمان تماس ۵ دقیقه، راندمان حذف رنگزای AB113 از ۸۳ درصد به ۷۸ درصد کاهش می‌یابد.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]



نمودار ۱: تاثیر تغییرات ولتاژ بر راندمان حذف غلظت رنگ 50 ppm، فاصله بین الکترودها 5/0 cm



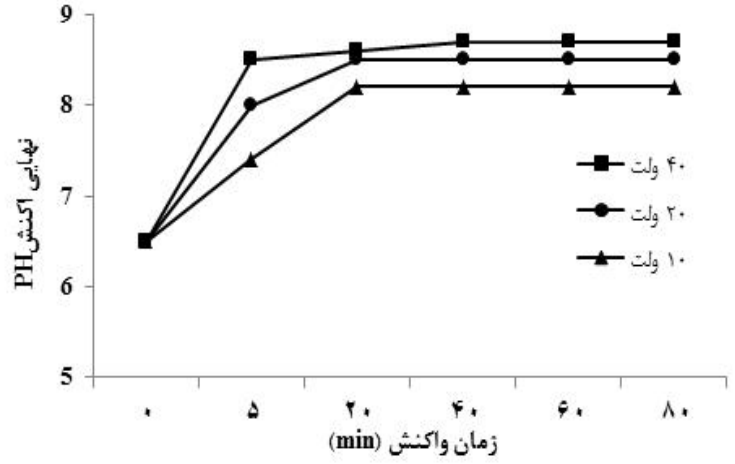
نمودار ۲: تاثیر تغییرات ولتاژ بر راندمان حذف غلظت رنگ 50 ppm، فاصله بین الکترودها 1 cm

از آنجایی که pH نهایی پساب یکی از پارامترهای محدود کننده و مهم از نظر زیست محیطی هنگام تخلیه پساب به منابع آب و محیط زیست می‌باشد، در نمودار 3 تاثیر تغییرات ولتاژ، زمان واکنش و فاصله بین الکترودها بر میزان pH نهایی پساب، هنگام استفاده از الکترود آلومینیومی در شرایط بهینه آمده است. برای تعیین تاثیر غلظت اولیه رنگزا بر راندمان حذف رنگ و COD در طی فرآیند الکتروشیمیایی و در شرایط بهینه حذف رنگزا، چهار غلظت اولیه ۵۰، ۱۰۰، ۱۵۰ و ۲۰۰mg/L از رنگزا انتخاب شد و تاثیر آن مورد بررسی قرار گرفت. در نمودار ٤، تاثیر غلظت اولیه رنگزا بر راندمان حذف رنگ AB113 و COD در شرایط بهینه حذف رنگزا نشان داده شده است.

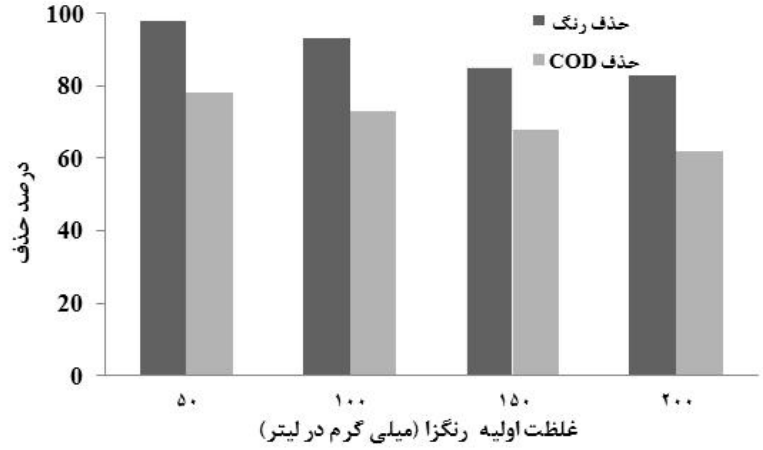
[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98] [Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]



نمودار۳: تاثیر تغییرات ولتاژ بر میزان PH نهایی پساب ، فاصله بین الکترودها 5/0 cm



نمودار ٤: تاثیر غلظت اولیه رنگزا بر راندمان حذف رنگ AB113 و COD

جدول ۱: تاثیر ولتاژ بر میزان مصرف الکترود،انرژی مصرفی و میزان لجن تولیدی

ولتاژ (v)	غلظت اولیه رنگ (mg/L)	انرژی مصرفی (kwh/m^3)	میزان لجن تولیدی(ml/L)
۱۰	۰/۳۹	۱/۵	۰/۱
۲۰	۲/۸	۱۹	٦٥/۳
٤۰	۳/٥۳	۱۰۰	۱۲٥

همان طور که در جدول 1مشاهده می‌گردد، با افزایش ولتاژ انرژی الکتریکی و میزان الکترود مصرفی افزایش یافت.

بحث

در نمودار ۱، دلیل افزایش راندمان حذف آلاینده این است که افزایش مقدار جریان الکتریسیته موجب افزایش انحلال الکترود آند و در نتیجه تولید کاتیون های بیشتر Al^{3+} می‌گردد (قانون فارادی).[۲٤] حاصل این واکنش، افزایش فرآیند

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

ناپایدارسازی ذرات موجود در امولسیون، تولید مقدار بیشتری از ماده $Al(OH)_3$ و کمک بیشتر به حذف آلاینده از طریق پدیده انعقاد جارویی می‌باشد .افزایش دانسیته الکتریکی موجب تولید حباب های بیشتری از گاز هیدروژن در کاتد، در اندازه‌های کوچکتر (افزایش چگالی حباب)، گردیده که نقش بسیار مهمی در شناورسازی لخته های هیدروکسید و در نتیجه افزایش راندمان حذف آلاینده دارد.[۲۵] ماده رنگزای راکتیو مشکی ۵ توسط روش الکتروشیمیایی با استفاده از الکترود آهنی در مدت زمان تماس ۱۵ دقیقه به میزان ۸۳ درصد حذف شده است و پس از آن، با گذشت زمان، تغییر قابل ملاحظه ای در حذف رنگ مشاهده نگردید.[۲۶] نتایج تحقیق انجام گرفته برای حذف رنگ اسیدی نارنجی ۲، با استفاده از روش الکتروشیمیایی نشان داد که با افزایش ولتاژ از ۵ به ۲۰ ولت و با افزایش زمان واکنش، حذف رنگ افزایش یافته و بعد از گذشت ۳۰ دقیقه ۹۸ درصد رنگ حذف شده است.[۲۷] در مطالعه اکبری و همکاران، پائول و همکاران و مطالعه دانشور و همکاران، در بررسی کارایی فرآیند الکتروکواگولاسیون به این نتیجه رسیدند که با افزایش غلظت رنگ راندمان حذف کاهش می‌یابد.[۴، ۱۶و۲۸] با افزایش فاصله بین الکترودها، مقاومت الکتریکی بین الکترودها افزایش می‌یابد و در نتیجه رسانایی محلول کم شده و میزان جریان مصرفی کاهش می‌یابد؛ که این کاهش جریان سبب عدم تولید یون های آلومینیوم و هیدروکسیل به مقدار کافی برای تشکیل لخته و حذف رنگ است .علاوه بر این، با افزایش فاصله بین الکترودها انتظار می‌رود که از یک طرف، برخورد کمتری بین یون های آلومینیوم تولیدی با یون‌های هیدروکسیل صورت گیرد و لخته‌های کمتری تشکیل شود؛ و از طرف دیگر برخورد مولکول رنگ با پلیمرهای هیدروکسیدی کاهش یابد و در نتیجه، جذب الکترواستاتیک کاهش و راندمان حذف رنگ کم شود.[۸] نتایج تحقیقات کیم و پارک نشان داد که در طی فرآیند الکتروشیمیایی در زمان یکسان، زمانی که فاصله بین الکترودها از ۰/۵ به ۳ سانتی‌متر افزایش یافت، راندمان حذف رنگزای دیسپرس آبی ۱۰۶، از ۸۰ به ۴۸٪ کاهش یافت.[۲۹] مصرف بیشتر ماده منعقد کننده، با گذشت زمان، می‌تواند باعث افزایش درصد حذف و کاهش مقدار آلاینده گردد.[۱۷] در نمودار ۳ ملاحظه می‌گردد با افزایش ولتاژ و زمان واکنش، pH پساب افزایش می‌یابد .با افزایش ولتاژ، میزان مصرف انرژی در طول زمان بیشتر شده و در نتیجه این افزایش مصرف انرژی، فعالیت های آندیک و کاتدیک افزایش یافته و میزان احیاء مولکول آب در کاتد به شدت افزایش می‌یابد و باعث می‌شود مقدار یون های هیدروکسیل در محیط به شدت افزایش یابد؛ و از طرفی سرعت خروج یون های هیدروژن از محیط به صورت گاز H_2 افزایش می‌یابد که در نتیجه، pH پساب با گذشت زمان به تدریج زیاد می‌شود.[۴و۷] هنگام استفاده از الکترود آلومینیومی با pH اولیه محلول رنگزا در محدوده ۵ تا ۷ و در زمان و فاصله مشخص بین الکترودها، با افزایش ولتاژ از ۱۰ به ۴۰ ولت، میزان pH نهایی پساب افزایش می‌یابد. در فاصله ۰/۵cm و زمان ۴۰ دقیقه، با افزایش ولتاژ از ۱۰ به ۴۰ ولت میزان pH از ۴/۸ به ۷/۸ افزایش می‌یابد و در ولتاژ ۴۰ ولت نیز با افزایش زمان به ۴۰ دقیقه، pHاز ۶/۵ به ۷/۸ افزایش می‌یابد و بعد از آن دیگر افزایشی در pH مشاهده نمی‌شود که دلیل عدم افزایش pH با گذشت زمان هنگام استفاده از الکترود آلومینیومی را می‌توان به توانایی روش الکتروشیمیایی در خنثی‌سازی pH فاضلاب و خاصیت بافری هنگام استفاده از الکترود آلومینیومی نسبت داد که از دلایل اصلی عدم افزایش pH، واکنش هیدروکسید فلزی $AL(OH)_3$با یون OH^- و تولید $AL(OH)_4^-$ می‌باشد که این واکنش باعث کاهش pH و مانع بالارفتن آن به بالای ۷/۸ می‌شود که بدون نیاز به خنثی‌سازی pH، می‌توان فاضلاب را به منابع آبی تخلیه نمود .نتایج تحقیق صورت گرفته جهت حذف رنگ اسیدی نارنجی ۶ با استفاده از روش الکتروشیمیایی با الکترود آهنی نیز نشان داد زمانی که pH اولیه محلول رنگی در محدوده ۵ تا ۷ بوده، pH نهایی

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

پساب با ولتاژ به کار برده شده ارتباط مستقیم داشته و با افزایش ولتاژ، pH افزایش یافته است و در ولتاژ ۸۰ ولت، بعد از گذشت زمان مشخص،pH به مقدار پایدار ۹ رسیده و بعد از آن دیگر تغییر قابل ملاحظه‌ای نداشت.[۳۰] در نمودار ٤ مشاهده می‌گردد که با افزایش غلظت رنگزا از ۵۰ به ۲۰۰ میلی گرم در لیتر، راندمان حذف رنگزا AB113 از ۹۸ به ۸۳ درصد و راندمان حذف COD از ۷۸ به ٦۲٪ کاهش می‌یابد. با افزایش غلظت رنگزا، هنگام استفاده از الکترود آلومینیومی، سرعت و مقدار تولید لخته ها کافی نبوده و در نتیجه راندمان حذف رنگزا و COD کاهش می‌یابد .به دلیل هدایت الکتریکی ثابت و ولتاژ ثابت، مقدار مشخصی ترکیبات هیدروکسید آلومینیوم در محیط تولید می‌شود و این مقدار هیدروکسید آلومینیوم تولیدی، قادر به جذب و حذف مقدار مشخصی از مولکول های رنگزا می‌باشد.[۲۰] در صورت افزایش غلظت رنگزا، مقدار لخته های هیدروکسید آلومینیوم موجود در محیط جهت حذف مولکول های رنگ اضافی کافی نمی باشد و در نتیجه راندمان حذف رنگزا و COD کاهش می‌یابد که مطالعه سانگ و همکاران نیز موید این مطلب است.[۲٦و۳۱] با افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی، میزان مصرف الکترود ها افزایش می‌یابد .بیشترین میزان مصرف الکترود همیشه با افزایش ولتاژ برق اعمال شده، کمیت الکترود مصرفی نیز افزایش می‌یابد. در این فرآیند، با افزایش اختلاف پتانسیل الکتریکی، میزان تولید کاتیون های Al^{+3}در محلول افزایش یافته و شرایط برای ایجاد انعقاد و حذف فلز روی افزایش می‌یابد. کاتیون های آلومینیم پس از اتصال به یون های OH^- و تولید هیدروکسید آلومینیم، موجب پدیده انعقاد جارویی و افزایش راندمان حذف رنگزا می‌گردد. نتایج مطالعه دالوند و همکارانش در برررسی کارایی فرآیند الکتروکواگولاسیون جهت حذف رنگزای راکتیو قرمز 198از فاضلاب بیانگر آن است که با افزایش ولتاژ جریان، اگر چه رانداما‌ن حذف افزایش می‌یابد، اما در عین حال مصرف الکترود و انرژی نیز افزایش می‌یابد [32].

نتیجه‌گیری

نتایج مطالعه نشان داد که فرآیند انعقاد الکتریکی روش موثری برای حذف آلاینده رنگی AB113 از محیط‌های آبی می‌باشد .فرآیند الکتروشیمیایی با استفاده از الکترود آلومینیومی جهت حذف رنگزایAB113، در شرایط بهینه (فاصله بین الکترود ۰/۵cm، ولتاژ۲۰ ولت و زمان تماس ٤۰ دقیقه) می‌تواند رنگزا را ۹٪ و CODرا ۸۳٪ کاهش دهد .تحت این شرایط، انرژی الکتریکی مصرفی رنگزای AB113، به ترتیب به میزان 20 کیلو وات ساعت به ازای هر متر مکعب فاضلاب سنتتیک می‌باشد .با مصرف انرژی الکتریکی کمتر، قادر به حذف مقدار بیشتری از مولکول های رنگزا و COD می‌باشد .راندمان حذف رنگ با افزایش ولتاژ و زمان تماس رابطه مستقیم، و با فاصله بین الکترودها رابطه عکس دارد .همچنین ولتاژ به کار گرفته شده تاثیر مستقیم بر روی میزان انرژی الکتریکی مصرفی و pH نهایی پساب دارد (در ولتاژهای پایین تغییرات pHپساب اندک و در ولتاژهای بالا این تغییرات شدیدتر است). نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که راندمان حذف با سطح الکترود و زمان الکترولیز رابطه مستقیم داشته و با فاصله الکترودها و غلظت اولیه رنگ رابطه عکس دارد .

سپاسگزاری

بدینوسیله از حمایت مالی دانشگاه علوم پزشکی تهران و از کارشناسان آزمایشگاه دانشکده بهداشت، و همچنین از همکاری دانشگاه علوم پزشکی بابل جهت انجام این کار پژوهشی تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

منابع

1. Manu B, Chaudhari S. Decolorization of indigo and azo dyes in semicontinuous reactors with long hydraulic retention time. Pro Biochem 2003;38: 1213-21.

2. Bayramoglu M, Eyvaz M, Kobya M. Treatment of the textile wastewater by electrocoagulation: economical evaluation. J Chem Eng 2007;128: 155-61.

3. Liu H, Chiou Y. Optimal decolorization efficiency of reactive red 239 by UV/ZnO Photocatalytic Process. J Chinese Ins Chem Eng 2006;37: 289-99.

4. Daneshvar N, Ashassi Sorkhabi H, Kasiri M. Decolorization of dye solution containing Acid Red 14 by electrocoagulation with a comparative investigation of different electrode connections. J Hazard Mater 2004;112: 55-62.

5. GuPta V, GuPta B, Rastogi A, et al. A comparative investigation on adsorption Performances of mesoPorous activated carbon prepared from waste rubber tire and activated carbon for a hazardous azo dye—Acid Blue 113. J Hazard Mater 2011;186: 891-901.

6. Pajootan E, Arami M, Mahmoodi NM. Binary system dye removal by electrocoagulation from synthetic and real colored wastewaters. J Taiwan Ins Chem Eng 2012;43: 282-90.

7. Mollah MYA, Schennach R, Parga JR, et al. Electrocoagulation (EC)—science and applications. J Hazard Mater 2001;84: 29-41.

8. Kobya M, Can OT, Bayramoglu M. Treatment of textile wastewaters by electrocoagulation using iron and aluminum electrodes. J Hazard Mater 2003;100: 163-78.

9. Shen D, Fan J, Zhou W, et al. Adsorption kinetics and isotherm of anionic dyes onto organo-bentonite from single and multisolute systems. J Hazard Mater 2009;172: 99-107.

10. Lin L, Zhai S-R, Xiao Z-Y, et al. Dye adsorption of mesoporous activated carbons Produced from NaOH-Pretreated rice husks. Biores Technol 2013;136: 437-43.

11. Li W, Zhang L, Peng J, et al. Tobacco stems as a low cost adsorbent for the removal of Pb (II) from wastewater: Equilibrium and kinetic studies. Ind Crops Pro 2008;28: 294-302.

12. Can O, Kobya M, Demirbas E, et al. Treatment of the textile wastewater by combined electrocoagulation. Chemosphere 2006;62: 181-7.

13. Hameed B, Ahmad A, Latiff K. Adsorption of basic dye (methylene blue) onto activated carbon prepared from rattan sawdust. Dyes Pig 2007;75: 143-9.

14. Namasivayam C, Kavitha D. Removal of Congo Red from water by adsorption onto activated carbon prepared from coir pith, an agricultural solid waste. Dyes Pig 2002;54: 47-58.

15. Daneshvar N, Ashassi-Sorkhabi H, Tizpar A. Decolorization of orange II by electrocoagulation method. Sep Purif Technol 2003;31: 153-62.

16. Akbari A, Desclaux S, Rouch J, et al. New UV-Photografted nanofiltration membranes for the treatment of colored textile dye effluents. J Membr Sci 2006;286: 342-50.

17. Muruganandham M, Swaminathan M. Photochemical oxidation of reactive azo dye with UV–H_2O_2 Process. Dyes Pig 2004;62: 269-75.

18. Sengil IA, Ozacar M. The decolorization of CI Reactive Black 5 in aqueous solution by electrocoagulation using sacrificial iron electrodes. J Hazard Mater 2009;161: 1369-76.

19. Zaied M, Bellakhal N. Electrocoagulation treatment of black liquor from paper industry. J Hazard Mater 2009;163: 995-1000.

20. Zidane F, Qassid F, El Basri S, et al. Decoloration des effluents par des structures adsorbantes generees par electrocoagulation avec des electrodes d'aluminium et de fer. Revue des sciences de l'eau/J . Water Sci 2012;25: 33-47.

21. Chafi M, Gourich B, Essadki A, et al. Comparison of electrocoagulation using iron and aluminium electrodes with chemical coagulation for the removal of a highly soluble acid dye. Desalination 2011;281: 285-92.

22. Moreno-Casillas HA, Cocke DL, Gomes JA, et al. Electrocoagulation mechanism for COD removal. Sep Purif Technol 2007 56: 204-11.

23. APHA, AWWA, WEF. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 20th ed. Washington DC, USA. 1998.

24. Virkar AV, Chen J, Tanner CW, et al. The role of electrode microstructure on activation and concentration polarizations in solid oxide fuel cells. Solid State Ionics 2000;131: 189-98.

25. Adhoum N, Monser L, Bellakhal N, et al. Treatment of electroplating wastewater containing Cu^{2+}, Zn^{2+} and Cr (VI) by electrocoagulation. J Hazard Mater 2004;112: 207-13.

26. Song S, He Z, Qiu J, et al. Ozone assisted electrocoagulation for decolorization of CI Reactive Black 5 in aqueous solution: An investigation of the effect of operational parameters. Sep Purif Technol 2007;55: 238-45.

27. Xiong Y, Strunk PJ, Xia H, et al. Treatment of dye wastewater containing acid orange II using a cell with three-Phase three-dimensional electrode. Water Res 2001;35: 4226-30.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

28. Paul J, Rawat K, Sarma K, et al. Decoloration and degradation of Reactive Red-120 dye by electron beam irradiation in aqueous solution. Appl Rad Isotopes 2011;69: 982-7.

29. Kim T-H, Park C, Shin E-B, et al. Decolorization of disperse and reactive dyes by continuous electrocoagulation process. Desalination 2002;150: 165-75.

30. Ratna Kumar P, Chaudhari S, Khilar KC, et al. Removal of arsenic from water by electrocoagulation. Chemosphere 2004;55: 1245-52.

31. Daneshvar N, Khataee A, Amani Ghadim A, et al. Decolorization of CI Acid Yellow 23 solution by electrocoagulation process: Investigation of operational parameters and evaluation of specific electrical energy consumPtion (SEEC). J Hazard Mater 2007;148: 566-72.

32. Dalvand A, Gholami M, Joneidi A, et al. Dye removal, energy consumption and operating cost of electrocoagulation of textile wastewater as a clean process. Clean Soil Air Water 2011;39: 665-72.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]

Survey Electrocoagulation Process in Removal of Acid Blue 113 Dye from Aqueous Solutions

Hossein Faraji[1], Simin Naseri[1], Abdoliman Amouei[2], Farzad Mohammadi[3], Hamidreza Soheilarezomand[1], Amir hossein Mahvi[*1]

1. Department of Environmental Health Engineering, school of Public Health, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

2. Department of Environmental Health Engineering, Faculty of Medicine, Babol University of Medical Sciences, Babol, Iran

3. Department of Environmental Health Engineering, school of Public Health, Iran University of Medical Sciences, Tehran, Iran

E-mail: ahmahvi@yahoo.com

Received: 9 Aug 2014 ; Accepted: 10 Dec 2014

ABSTRACT

Background: Treatment of textile industry wastewaters, due to having color and many pollutants, is one of the most important environmental issues. Acid Blue 113 dyes because of having benzene ring, which is not biodegradable, is toxic and carcinogen. The main objective of this study was determination of electrochemical process efficacy for removal acid blue 113 from aqueous solutions by using aluminum electrodes in batch reactor.

Methods: This study performed in lab-scale in batch reactor. The effect of different parameters such as voltages (10, 20, and 40 volt), electrode distance (0.5 and 1 cm), and electrolysis times (5 to 80 min) was investigated.

Results: The results of experiments demonstrated that with applying voltage 40V, 0.5 cm distance between electrodes, electrolyte concentration equal to 5 g/l, and 20 minutes electrolysis time, the color and COD removal rate was 99 and 78%, respectively. By increasing voltage and reaction time and reducing distance between the electrodes, power consumption is reduced and also final pH and dye removal efficiency increased.

Conclusion: According to the results, the best removal efficiency of dye was obtained after 20 minutes contact time on the electric potential of 40 V, which was 99%. This process is environmental friendly and can be economically acceptable. Therefore, it can be results that electrocoagulation process by using aluminum electrode is an efficient and suitable method for acid blue 113 dye removal from aqueous solutions.

Keywords: Acid Blue 113 Dye, Aqueous Solutions, Electrocoagulation, Aluminum Electrodes.

[Downloaded from jehe.abzums.ac.ir on 2026-11-14]

[DOI: 10.18869/acadpub.jehe.2.2.98]