

## تصفیه پساب کارخانجات نساجی و استفاده مجدد پساب با استفاده از مواد پلیمری

دهنوی؛ احسان،<sup>۱</sup> نوری؛ لیلا\*<sup>۲</sup>، حشمتی؛ نسیم<sup>۳</sup>، امینی؛ مجید<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> استان تهران، شرکت کهن تاج کیمیا، (e.dehnavi@kohantajkimiya.com)

<sup>۲</sup> استان تهران، شرکت کهن تاج کیمیا، (l.nori@kohantajkimiya.com)

<sup>۳</sup> استان تهران، شرکت کهن تاج کیمیا، (n.heshmati@kohantajkimiya.com)

<sup>۴</sup> استان تهران، شرکت کهن تاج کیمیا، (m.amini@kohantajkimiya.com)

\*l.nori@kohantajkimiya.com

### چکیده

صنعت نساجی یکی از بزرگترین مصرف کنندگان آب در جهان است که فاضلاب آن با مقادیر زیاد رنگ و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی و بیولوژیکی بالا شناخته شده است. تصفیه پساب های حاوی مواد رنگی سنتزی با روشهای متفاوتی انجام می گیرد. این روشها شامل اکسیداسیون شیمیایی، انعقاد و لخته سازی، روشهای الکتروشیمیایی، تبادل یونی، فرایند جذب سطحی، فرایندهای غشایی، احیای شیمیایی و تصفیه بیولوژیکی می باشد. در میان روشهای تصفیه فاضلاب صنایع نساجی، فرایند انعقاد به دلیل راهبری ساده و اثربخش و همچنین هزینه سرمایه گذاری نسبتاً پایین به طور گسترده ای مورد استفاده قرار می گیرد. در این پژوهش با استفاده از روش شیمیایی انعقاد و لخته سازی، هدف استفاده مجدد از آب فاضلاب تصفیه شده در فرایندهای نساجی با استفاده از روشهای مقرون به صرفه و با قابلیت کاربرد در مقیاس صنعتی می باشد. بدین منظور از مواد پلیمری جدید فوق کاتیونی در مقایسه با مواد معمول موجود در بازار شامل سولفات آهن III، آلوم و پلی آلومینیوم کلراید استفاده شد و ماده ای که بهترین نتیجه آزمایشگاهی را داشت در مقیاس صنعتی تست شد. به منظور بهینه سازی فرآیند، متغیرهای غلظت ماده منعقد کننده، زمان و سرعت انعقاد در حذف رنگ، حجم لجن تولیدی، BOD و COD مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد که ماده پلیمری فوق کاتیونی بالاترین سرعت ته نشینی، کمترین حجم لجن تولیدی، بیشترین کاهش BOD (۹۸٪) و بیشترین کاهش COD (۹۲٪) را دارد و از نظر متغیر قیمت در قدرت به لحاظ اقتصادی در مقیاس صنعتی مقرون به صرفه می باشد.

کلید واژه: انعقاد، پلیمر فوق کاتیونی، تصفیه پساب نساجی، BOD، COD.

## ۱- مقدمه

تصفیه پساب های حاوی مواد رنگی سنتزی با روشهای متفاوتی انجام می گیرد. این روشها شامل اکسیداسیون شیمیایی، انعقاد و لخته سازی، روشهای الکتروشیمیایی، تبادل یونی، فرایند جذب سطحی، فرایندهای غشایی، احیای شیمیایی و تصفیه بیولوژیکی می باشد [1]. در انعقاد شیمیایی مواد منعقد کننده مناسب به آب اضافه می گردد. این مواد بار الکتریکی ذرات معلق را خنثی می کند و بر اثر آن امکان چسبیدن ذرات به یکدیگر و در نتیجه ایجاد ذرات بزرگتر، سنگین تر و قابل رسوب را فراهم می کنند [2]. معمولاً برای حذف مواد کلوئیدی آب و فاضلاب، از ترکیبات فلزاتی مانند آلومینیوم، آهن یا برخی از ترکیبات الکتروولت استفاده می شود. املاح فلزات که به عنوان منعقد کننده وارد آب می شوند، در اثر هیدرولیز به صورت هیدروکسیدهای باردار، در می آیند. بوجود آمدن این مولکول باردار بزرگ با بار مثبت با خنثی نمودن ذرات کلوئیدی (بار منفی) و کاهش پتانسیل زتا (اختلاف پتانسیل بین فاز پخش شده و محیط اطراف آن) که عامل اصلی دافعه بین ذرات کلوئیدی می باشد، امکان لازم برای عمل نمودن نیروی واندروالسی را بوجود می آورند که موجب چسبیدن ذرات به یکدیگر می شود. رادین مایا و همکاران بر روی برداشت رنگهای راکتیو از پساب کارخانجات رنگرزی با استفاده از مواد لخته ساز منیزیم کلراید و پلی آلومینیوم کلراید و آلوم (آلومینیوم سولفات) کار کردند. برداشت رنگ تا ۹۰ درصد با این مواد لخته ساز در غلظت های ۲۰۰۰-۴۰۰۰ میلی گرم بر لیتر بهترین نتیجه را داشت اما میزان مصرف مواد منعقد کننده بسیار زیاد می باشد [3]. مریم امینی و همکاران نیز در تحقیقی آزمایشگاهی بر روی نمونه واقعی اثر سه ماده منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید، سولفات فریک و کلرور فریک را با استفاده از دستگاه جارتست مورد بررسی قرار دادند. در این تحقیق بیشترین راندمان حذف رنگ و اکسیژن مورد نیاز شیمیایی با کاربرد پلی آلومینیوم کلراید به ترتیب ۹۵ و ۷۷ درصد حاصل شد. کاربرد منعقد کننده پلی آلومینیوم کلراید در شرایط بهینه میزان تجزیه پذیری فاضلاب را افزایش می دهد ولی تصفیه بیشتر برای تخلیه به محیط زیست ضروری می باشد [۴]. رانا وسورش در سال ۲۰۱۷ مطالعه ای تحت عنوان مقایسه منعقدکننده های مختلف برای کاهش COD از فاضلاب صنعت نساجی انجام دادند. در این مطالعه منعقدکننده های مختلف مانند کلریدریک فریک، سولفات آهن، آلومینیوم سولفات، پلی آلومینیوم کلراید، پودر دانه تمبر هندی و کیتوزان جهت ارزیابی کارآرایی فرایند انعقاد و لخته سازی برای کاهش COD از فاضلاب صنعت نساجی در مقیاس کوچک مورد استفاده قرار گرفت. این مطالعه نیز پارامترهای مختلفی مانند دوز منعقد کننده، زمان ته نشینی، غلظت اولیه محلول را با استفاده از آزمایش جار تست مورد بررسی قرار داد. نتایج نشان داد حداکثر کاهش COD (۵۴٪) در مقایسه با سایر منعقد کننده های مورد مطالعه، در pH برابر ۴ و دوز ۴ گرم بر لیتر توسط  $FeCl_3$  به دست آمد [5]. این تحقیق نیز به منظور بررسی مواد جدید پلیمری فوق کاتیونیک و مقایسه با مواد معمول موجود در بازار جهت انعقاد و لخته سازی می باشد. هدف از این کار یافتن منعقد کننده مناسب برای استفاده مجدد از آب تصفیه شده در فرایندهای رنگرزی و شستشویهای اولیه می باشد. مواد به کار رفته جهت عمل انعقاد در این پژوهش شامل سولفات آهن III، آلوم، پلی آلومینیوم کلراید و پلیمر فوق کاتیونی می باشند.

## ۲- تجربیات

فاضلابی که برای انجام این پژوهش مورد نیاز بود از خروجی نهایی فاضلاب شرکت چاپ و تکمیل پوشان که شامل پساب رنگهای راکتیو و دیسپرس و مواد تعاونی می باشد، تهیه گردید. مواد منعقد کننده مورد استفاده شامل سولفات آهن، آلوم، پلی آلومینیوم کلراید و پلیمر فوق کاتیونی اند. جهت تست آزمایشگاهی از مقادیر مختلف مواد منعقد کننده در PH های بهینه استفاده شد.

بعدها نتیجه دادن پروژه در آزمایشگاه، تست ها در مقیاس صنعتی نیز انجام شد. مشخصات ماده پلیمر فوق کاتیونی در جدول شماره ۱ آورده شده است.

جدول ۱: مشخصات ماده پلیمر فوق کاتیونی

مشخصات	پلیمر فوق کاتیونی
PH	۵
ویسکوزیته	(۷۰۰-۱۰۰CPS)
دانسیته	۱,۲۵-۱,۲
ظاهر	محلول ویسکوز بیرنگ
ماده جامد	%۵۴

در مدت زمان حدود یک سال و در راستای بازگشت آب به چرخه و فرآیند تولید کارخانجات نامبرده و امکان کاربرد مجدد از پساب ها از طریق روش شیمیایی جدید ابتدا در اندازه ی آزمایشگاهی و سپس پایلوت آزمایشگاهی و در نهایت در اشل صنعتی و عملیاتی تعریف، اجرا و بهره برداری گردید. جهت به دست آوردن بهینه مصرف از مقادیر مختلف مواد منعقد کننده در PH بهینه هر ماده استفاده شد. مقادیر کاربردی و PH بهینه هر ماده در جدول شماره ۲ آورده شده است.

جدول ۲: میزان مصرف مواد منعقد کننده و PH کاربردی

PH	مقدار مصرف (گرم بر لیتر)					مواد منعقد کننده
	۰,۴	۰,۲	۰,۸	۱	۱,۲	
۹	۰,۴	۰,۲	۰,۸	۱	۱,۲	سولفات آهن
۵	۰,۴	۰,۲	۰,۸	۱	۱,۲	پلی آلومینیوم کلراید
۹	۰,۴	۰,۲	۰,۸	۱	۱,۲	آلوم
۸	۰,۴	۰,۲	۰,۸	۱	۱,۲	پلیمر فوق کاتیونی

پس از افزودن مواد شیمیایی به پساب در PH بهینه، جهت ناپایداری ذرات، پساب بمدت ۱ دقیقه سریعاً بهم زده می شود (۱۰۰ دور در دقیقه). سپس جهت تشکیل لخته ها مدت ۱۵ الی ۲۰ دقیقه عمل بهم زدن به آرامی (دور کند ۲۰ دور در دقیقه) ادامه می یابد. پس از این مرحله آب به حال آرام رها می شود تا عمل زلال سازی اتفاق افتد. با توجه به نتایج حاصل از این مرحله و با در نظر گرفتن جنبه های اقتصادی، ماده منعقد کننده مناسب و دوزینگ بهینه انتخاب می شود. در مرحله بعد اثر زمان انعقاد در ۶ بازه زمانی ۱,۲,۳,۴,۵,۶ دقیقه مورد بررسی قرار گرفت. سپس اثر افزایش سرعت انعقاد (۱۰۰, ۱۲۵, ۱۷۵) و ۲۰۰ دور در دقیقه، در مدت زمان بهینه بررسی گردید. با توجه به نتایج آزمایشگاهی جار تست، ماده ای که بهترین نتیجه را در آزمایشگاه داشت جهت تست در مقیاس صنعتی انتخاب شد.

### ۳- بحث و نتایج

به طور کلی متداولترین روش برای رنگ زدایی و تصفیه فاضلاب نساجی انعقاد شیمیایی است. از مهمترین متغیرهای موثر بر فرآیند انعقاد می توان به غلظت ماده منعقد کننده، سرعت و زمان انعقاد اشاره کرد. از بین مواد منعقد کننده به کار رفته در این تست، ماده پلیمر فوق کاتیونی در مدت زمان ۳ دقیقه (کمترین مدت زمان) و با سرعت ۱۰۰ دور در دقیقه و مقدار مصرف ۰,۴ گرم بر لیتر (مینیمم مقدار مصرف ماده)، کاملاً آب را شفاف نموده و سریعتر از بقیه نمونه ها عمل می کند و مقدار لجن تشکیل شده آن مینیمم می باشد.

بعد از نتایج آزمایشگاهی مطلوب، تست ها در مقیاس صنعتی انجام شد. ماده پلیمر فوق کاتیونی به دلیل اینکه در آزمایشگاه بهترین نتیجه را داشت جهت تست در مقیاس صنعتی برگزیده شد میانگین اطلاعات BOD و COD در دو دوره شش ماهه در مقیاس صنعتی توسط آزمایشگاه معتمد محیط زیست در جدول شماره ۳ و جدول شماره ۴ آورده شده است.

جدول ۳: مقایسه پارامتر BOD و COD قبل و بعد از عملیات در شش ماه اول سال

میانگین شش ماه دوم سال

پارامتر مورد سنجش	قبل از عملیات	بعد از عملیات
<b>COD</b>	۲۰۳۰	۱۶۰
<b>BOD</b>	۱۲۰۰	۴۵
<b>PH</b>	۱۰/۸	۸

جدول ۴: مقایسه پارامتر BOD و COD قبل و بعد از عملیات در شش ماه دوم سال

میانگین شش ماه اول سال

پارامتر مورد سنجش	قبل از عملیات	بعد از عملیات
<b>COD</b>	۲۰۰۰	۱۶۳
<b>BOD</b>	۱۲۰۶	۴۶
<b>PH</b>	۱۰/۵	۷,۳

همانطور که در جدول شماره ۳ و شماره ۴ ملاحظه میشود میزان کاهش BOD و COD بعد از عملیات ۹۸٪ و ۹۲٪ است و این آب قابلیت کاربرد مجدد در خط تولید و شستشویهای اولیه و ثانویه در فرآیندهای رنگرزی را دارا می باشد.

#### ۴- نتیجه گیری

سرعت ته نشین شدن، زلال بودن محلول نهایی، مقدار مصرف ماده منعقد کننده، حجم لجن تولید شده و پارامتر BOD و COD متغیرهای بررسی شده در این پژوهش می باشد. نتایج نشان می دهد که پلیمر فوق کاتیونی کمترین مقدار لجن، کمترین زمان لازم برای ته نشینی (۳ دقیقه)، کمترین مقدار مصرف ماده منعقد کننده (۰,۴ گرم بر لیتر)، بیشترین کاهش BOD (۹۸٪) و COD (۹۲٪) را دارد و همان طور که گفته شد می توان از آب تصفیه شده با این ماده پلیمر فوق کاتیونی مجدداً در فرآیندهای رنگرزی و شستشویهای اولیه استفاده نمود و در آب مصرفی صرفه جویی نمود که از لحاظ اقتصادی نیز بسیار به صرفه می باشد. آب تصفیه شده با این ماده در شستشویهای اولیه و شستشویهای ثانویه دستگاه ها در خط رنگرزی مورد استفاده قرار می گیرد.

#### ۵- قدردانی

صمیمانه ترین سپاس ها از مدیریت محترم شرکت پوشان (طرح نگار) جناب آقای مهندس یونس فقیدنو که با توجه به همت و توجه بلندشان ما را تا عملیاتی شدن این کار بزرگ حمایت فرمودند

## ۶- مراجع

- [1] A. Ozkan, M. Yekeler, Coagulation and flocculation characteristics of celestite with different inorganic salts and polymers, Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, 43 ,873-879. 2004
- [2] A Papadopoulos, C savvides, M Loizidis ,K J.Haralambous and M.LOIZIDOU” An Assessment of The Quality and Treatment of Detergent Wastewater,Wat.Sci. Tech.1997,VOL .36,NO .2-3;377-381
- [3] Radin Maya Saphira Radin Mohamed\*, Norasyikin Mt.Nanyan, NurFaeza Abdul Rahman, Nadira Mariam A Ibrahim Kutty, Amir Hashim Mohd. Kassim” Colour Removal of Reactive Dye from Textile Industrial Wastewater using Different Types of Coagulants”, Asian Journal of Applied Sciences, Volume 02 Issue 05, October 2014
- [4] امینی،مریم؛ یزدانبخش،احمدرضا؛ اسلامی، اکبر؛آقایانی،احسان؛"بهینه سازی فرآیند انعقاد جهت حذف COD و رنگ از فاضلاب واحد رنگرزی یک کارخانه فرش ماشینی و ارزیابی تجزیه پذیری بیولوژیکی پساب حاصل" فصلنامه بهداشت در عرصه، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی،دوره ۵ شماره ۳،صفحات ۲۴-۳۳،۱۳۹۶
- [5] Rana S, Suresh S. "Comparison of different Coagulants for Reduction of COD from Textile industry wastewater. Materials Today Proceedings 4(2):567-74,2017