# بررسی اثر منعقدکننـــده‌ها وکمک منعقدکننده‌ها در حذف رنگ پساب واحد رنگرزی صنایع نساجی

**محمود اسدی**
استادیار دانشکده بهداشت دانشگاه تهران

**امیر تائبی هرنـــدی**
عضو هیئت‌علمی گروه عمران ، دانشگاه صنعتی اصفهان

**چـکیـــــــــده :**

صنعت‌نساجی یکی از بزرگترین صنایع مصرف‌کننده آب است . فاضلاب این صنعت از نظر کمی زیاد و ازنظر کیفی بسیار آلوده و متغیر است . تاکنون در زمینه روشهای ارزان تصفیه و حذف رنگ فاضلاب صنایع‌نساجی پیشرفت‌چشمگیری حاصل نشده است درحالی‌که برای‌تخلیه‌اینگونـه پساب‌ها به‌آبهـای جاری‌پذیرنده ، تصفیه و کاهش‌آلودگی‌آنها ضرورت خاص دارد ( ۲ ، ۳ ) .

هدف‌ازاین مطالعه‌مقدماتی بررسی‌اثرمنعقدکننده‌هاو کمک‌منعقدکننده‌هایی نظیر آلومینیوم ،سولفات‌فریک ، سولفات‌فرو ، کلرور فریک ، سولفات مس ، اکسید منیزیوم ، آهک ، خاک بنتونیت سمنان ، گل‌مونت موریلونایت آمریکا ، کلرونیزیک نـوع پلی‌الکترولیت‌آنیونیک برروی‌پساب‌رنگرزی بعضی رنگها در واحدهای‌مختلف صنایع‌نساجی‌است . باتوجه‌به‌کارهای‌تهیه کنندگان این‌مقاله می توان چنین نتیجه‌گرفت که برای حذف رنگ پساب برای آن‌دسته از کارخانجات‌نساجی که‌تعدادزیادی‌ازانواع‌مختلف رنگهارا مصرف می‌کنندنمی‌توان به‌طورکلی منعقدکننده‌ای‌را معرفی‌کرد . هر ماده منعقدکننده‌وقتی برای‌فاضلاب‌خاصی‌مصرف می‌شود نقطه ایزوالکتریک* مناسبی دارد که با آزمایش باید مشخص شود .

**مقـدمـــــــه :**

ازنظر فیزیکی رنگ[1] ناحیه مرئی طیف امـــواج الکترومغناطیسی‌شامل‌طول‌موجهای‌بین ۴۰۰۰ تا ۸۰۰۰ انگستروم است . صرف‌نظراز مکانیسم مربوط به‌احساس رنگ ،رنگ‌جسمی که از خود شعاعـهای نور منتشر نمی‌کند نتیجه نوری است که از آن عبور می‌کند و یا اینکه به‌توسط‌آن منعکس می‌شود .

رنگها را براساس ساختمان شیمیائی و یا کاربردشان برروی مواد دیگر طبقه‌بندی کرده‌اند . چاپ سوم کتـاب کالرایندکس[2] آخرین و کاملترین تالیف در باره رنگهاست ،

---

* – نقطـه ایزوالکتریکـی ، برای ماده شیمیائی معین ، به‌غلظت یون هیدروژن محلول گفته می‌شود که در عمل انعقادسازی در آن نقطه حداکثر فلوک شکل می‌گیرد . نقطه ایزوالکتریک برای منعقدکننده‌ها هنگامی است که پتانسیل زتا، صفر است .

۱ – Colour

۲ – C. L. Colour Index

که در آن کلیه رنگهای ثبت شده براساس دو نوع طبقه‌بندی فوق ذکر شده است ( ۸، ۹ ) .

مواد رنگزا[1] برحسب ساختمان شیمیایی به‌گروههای نیتروزو[2]، نیترو[3]، منوآزو[4]، دیس‌آزو[5]، تریس‌آزو[6]، پلی‌آزو[7]، آزوئیک[8]، استیلن[9]، دی‌فنیل متان[10]، تری، آریل متان[11]، گزنتن[12]، اکریدین[13]، کینولین[14]، متین[15]، تی‌آزول[16]، ایندامین[17]، آزین[18]، اکسازین[19]، تی‌آزین[20]، گوگردی[21]، ایندیگوئید[22]، انتراکینون[23]، فتالوسیانین[24]، تقسیم می‌شوند .

مواد رنگزا براساس کاربردشان روی دیگر مواد به‌گروه رنگهای، اسیدی، مستقیم، بازی ( کاتیونی ) دیسپرس[25]، گوگردی، خمی[26]، آزوئیک، اینگرین[27]، اکسیدشونده[28]، رئاکتیو[29] و کرومی (دانه‌ای) تقسیم می‌شوند (۷، ۸، ۹، ۱۰) .

پیگمنتها وسفیدکننده‌های فلورسنتی نیز در رنگرزی نساجی زیاد به‌کارمی‌روند، اما چون معمولا "در پساب واحدهای رنگرزی وجود ندارند مورد آزمایش قرار نگرفتند .

امروزه تکنولوژی حذف رنگ به‌وسیله انعقاد شیمیایی و یا جذب سطحی انجام می‌گیرد رنگهای محلول در آب، به‌وسیله کربن فعال و رنگهای نامحلول در آب، به‌وسیله انعقاد از آب یا فاضلاب گرفته می‌شوند . روشهای کاربرد ازن و هیپرفیلتراسیون[30]، برای حذف رنگ نیز توسط پژوهشگران در دست بررسی و مطالعه است ( ۱۱ و ۱۲ ) .

## روش کـــــار:

آزمایشها براساس تعیین مناسبترین نوع منعقدکننده ازنظر قدرت رنگزدائی برای پساب هر رنگ خاصی انجام گرفته است . رنگهای انتخاب شده برای آزمایش از گروه رنگهای اسیدی مثل کمپلکس ۱:۲، کرمی، مستقیم، بازی، دیسپرس، رئاکتیو و خمی است . انتخاب این رنگها باتوجه به‌مصرف زیاد آنها درصنایع، تنوع درگروههای مختلف رنگها، بالابودن سمیت آنها برمحیط زیست و مصرف فقط یک رنگ در حمام رنگرزی صورت گرفته‌است . علاوه‌براین در فاضلاب حمامهای رنگرزی که نام تجارتی رنگ مصرف شده در آنها در جلد پنجم کتاب کالرایندکس ثبت شده، نمونه‌برداری و آزمایش شده است . این امر موجب شده تا نام ژنریک درروی کالرایندکس مشخص و بااستفاده از آن مشخصات رنگ از روی مجلات ۱ تا ۳ کالرایندکس تعیین شود .

برای بررسی اثر منعقدکننده‌ها از آزمایش جار[31] استفاده شده‌است ( ۱۷، ۱۲ ) . زیرا دستگاه جار از مهمترین وسیله‌های تعیین‌کننده مناسبترین pH برای بهترین انعقاد، و میزان ماده منعقدکننده موردنیاز تصفیه‌آب و فاضلاب است . به‌وسیله این دستگاه می‌توان برای بی‌ثبات‌کردن کلوئیدها، اختلاط سریع و برای فلوکولاسیون و ته‌نشینی فلوکها اختلاط کند در مقیاس آزمایشگاهی ایجاد کرد و به‌طور تجربی مناسبترین pH و مقدار ماده منعقدکننده را یافت .

برای رنگ‌سنجی از اسپکتروفتومتر طبق روش ذکر شده در کتاب " روشهای استاندارد برای آزمایشهای آب و فاضلاب [32]" استفاده شده‌است . بنابردستور عمل این روش مشخصات رنگ هرنمونه در pH اصلی و pH استاندارد ۷/۶ ( به‌کمک اسیدسولفوریک و سود ) پس از صاف کردن با روش خاص این آزمایش و سانتریفوژ کردن با چهارمشخصه: طول موج غالب[33]، ( برحسب نانومتر ) ته‌رنگ[34] ( مثل آبی، آبی‌متمایل‌به‌سبز و غیره )، درخشندگی[35] و خلوص[36] (برحسب درصد ) تعیین می‌شود (۱) .

آزمایشها به‌ترتیب زیر توسط تهیه‌کنندگان این مقاله انجام و نتیجه‌گیری شده است .

الف ــ تعیین COD، pH ومشخصات رنگ فاضلاب در pH اصلی و pH استاندارد ۷/۶ قبل‌از هرگونه آزمایش

ب ــ تعیین بهترین pH عمل ومقدار تزریق هرماده

---

۱ — Dyes
۲ — Nitrose
۳ — Nitro
۴ — Monoazo
۵ — Disazo
۶ — Trisazo
۷ — Polyazo
۸ — Azoic
۹ — Stilbene
۱۰ — Diphenyl Methane
۱۱ — Triaryl Methane
۱۲ — Xanthene
۱۳ — Acridine
۱۴ — quinoline
۱۵ — Methine
۱۶ — Thiazol
۱۷ — Indamine
۱۸ — Azine
۱۹ — Oxazine
۲۰ — Thiazine
۲۱ — Sulphur
۲۲ — Indigoid
۲۳ — Anthra quinone
۲۴ — Phtlcyanin
۲۵ — Disperse Dyes
۲۶ — Vat Dyes
۲۷ — Ingrain
۲۸ — Oxidation Dyes
۲۹ — Reactive Dyes
۳۰ — Hyper-filtration
۳۱ — Jar Test
۳۲ — Standard Methods for examination of water and waste water
۳۳ — Dominant Wave Iengtn
۳۴ — Hue
۳۵ — Luminance
۳۶ — Purity

منعقدکننده بااستفاده از آزمایش جـار و اسپکتروفتومتـر و اندازه‌گیری COD آن پس از عمل انعقاد .

ج ـ تکرار آزمایش مرحله "ب" با منعقدکننده‌ها و کمک‌منعقدکننده‌های‌سولفات‌فریک ، سولفات‌آلومینیوم ، کلرور فریک ، سولفات فرو ، سولفات مس ، اکسید منیزیم ، آهک ، سود ، خاک بنتونیت سمنان ، گل‌مونت موریلونایت آمریکا ، کلرویک نوع پلی‌الکترولیت‌آنیـونیـک(۱۴)

د ـ تعیین بهترین‌منعقدکننده و کمک منعقدکننده‌از روی ماگزیمم افزایش درصدعبورنور طول‌موج غالب ( ماگزیمم درصد عبور نور ، مشخص‌کننده ماگزیمم‌رنگزدایـــی‌است ) ، و ماگزیمم درصد کاهش COD .

هـ ـ تعیین‌مشخصات‌رنگ‌بهترین‌مورد رنگزداشـــده در pH اصلی و ۷/۶ مقایسه آن با مشخصات رنگ فاضلاب قبل از عمل‌رنگ‌زدایی.

کلیه آزمایشها در آزمایشگاه آب و فاضلاب ایستگاه تحقیقات‌پزشکی‌اصفهان وابسته به‌دانشکده‌بهداشت‌وانستیتو تحقیقات‌بهداشتی دانشگاه‌تهران انجام شده و کلیه نمونه‌ها از واحدهای‌رنگرزی کارخانه‌های مختلف ریسندگی و بافندگی شهر اصفهان گرفته شده است .

آزمایشها در ماههای‌بهاروتابستان سال ۱۳۶۳ انجام پذیرفته است . از هرحمام ۴ بار و درهربار سه‌نمونه انتخاب شده است .

نمونه‌برداری بلافاصله پس ازعمل‌رنگرزی کالا و قبل از تخلیه پساب‌حمام رنگ در شبکه فاضلاب کارخانه از داخل حمام انجام گرفته است . بنابراین فاضلاب‌های موردآزمایش صرفا " آبرنگهای‌باقیمانده‌حمام‌رنگ‌بوده و هیچگونه‌ناخالصی دیگری بجز مواد حمام رنگ درآنها وجود ندارد .

## نتـایـــج و بحـــــث :

رنگهای‌مورداستفاده ، مناسبترین‌منعقدکننده و کمک منعقدکننده و pH عمل در جدول شماره ۱ ذکر شده است .با ملاحظه این جدول می‌توان نتیجه گرفت که برای یک کارخانه نساجی بامصرف‌تعداد زیادی از انواع مختلف‌رنگها ، نمی‌توان جهت حذف رنگ پساب آن بطورکلی منعقدکننده و کمـک منعقدکننده‌هایی را معرفی کرد . لذا برای هر پساب حمام رنگرزی به‌دلایل زیر باید آزمایش جداگانه‌ای به‌عمل آید و مناسبترین منعقدکننده مشخص شود . اولا " رنگهای هر گروه باکاربردی‌خاص از پایه‌های‌شیمیایی‌مختلفی درست شده‌اند . ثانیا "برای‌تهیه‌زمینه‌خاص هررنگ ، چندین‌رنگ بازمینه‌های اصلی و فرعی با درصدهای مختلفی مخلوط می‌شوند و حمام رنگ به‌صورت تک‌رنگ معمولا " به‌کار نمی‌رود .

ثالثا " : بعضی از رنگها به‌دلیل خاصیت انحلال زیادشان در آب ، به‌وسیله عمل انعقاد حذف نمی‌شوند ( مثل رنگ مستقیم و دیسپرس آزمایش شده در این مقاله ) .

رابعا " : بعضی‌از رنگهارا می‌توان‌باتوجه‌به‌مکانیسم رنگرزی‌آنهاحذف‌کرد مثل‌رنگ‌خمی (رنگهای‌خمی کاربردشان بدین‌صورت است که ابتدا رنگ نامحلول را احیا می‌کنند ، با عمل احیا ، رنگ حل‌وبیرنـــگ‌می‌شود . محلول احیاشده را درالیاف‌واردمی‌کنند ، سپس الیاف‌را درحمام‌اکسیدکننده می‌برند درنتیجه‌رنگ‌اکسید می‌شودوبه‌صورت‌نامحلول‌درمی‌آید . برای‌رنگزدایـــی‌فاضلاب‌این‌رنگها همانند مکانیسم‌کاربردشان عمل‌می‌کنند . یعنی پساب‌محلول احیاشده اگر اکسید شود ، رنگ به‌صورت نامحلول درمی‌آید و ته‌نشین می‌شود .

درپایان برای ادامه تحقیقات‌ومطالعات در زمینه رنگزدایـــی فاضلاب صنایع نساجی کشور پیشنهادهای زیر عرضه می‌شود .

الف ـ مطالعه و بررسی اثر منعقدکننده‌ها و کمک منعقدکننده‌هابرگروههای‌مختلف‌رنگی ازنظرطبقه‌بندی‌رنگها برحسب ساختمان شیمیایی درآزمایشگاه .

ب ـ رنگزدایـــی فاضلاب گروههای‌مختلف رنگهای صنایع‌نساجی درمورد واحد ته‌نشینی ، صاف کردن و تصفیه بیولوژیکی به‌کمک منعقدکننده‌هاوبررسی‌ابعادااقتصادی آنها .

ج ـ رنگزدایی‌فاضلاب صنایع نساجی بادیگر روشها به‌ویژه روش کربن فعال و بررسی جنبه‌های اقتصادی آن .

جدول شماره (۱) ــ مناسبترین منعقدکننده و کمک منعقدکننده و pH عمل برای رنگهای بهکار رفته.

| گروه رنگ آزمایش شده | نام ژنریک رنگ‌ثبت‌شده مدرکالرایندکس | مناسبترین منعقدکننده ازنظر رنگزدایی | مناسبترین کمک‌منعقدکننده ازنظر رنگزدایی | مناسبترین pH |
|---|---|---|---|---|
| اسیدی کروم | C.I.Acid Brown 328 | آهک یا سود | پلی‌الکترولیت* آنیونیک | بالاتر از ۱۰ |
| کمپلکس ۱:۲ | C.I.Acid Blue 193 | | | |
| بازیک | C.I. Basic Blue 3<br>C.I. Basic Blue 12 | خاک بنتونیت | پلی الکترولیت آنیونیک | پائین‌تر از ۶<br>" " |
| کرومی | | آهک یا سود | " | بالاتر از ۱۰ |
| رئاکتیو | C.I. Reactive Orange 13<br>C.I. Reactive Red 1 | کلر<br>کلر | " | بالاتر از ۱۰ |
| دیسپرس | C.I. Disperse Blue 56<br>C.I. Disperse Red 60 | هیچ‌منعقدکننده‌ای اثرنداشت | ــ | ــ |
| مستقیم | C.I. Direct Red 80<br>C.I. Direct Red 32 | " | ــ | ــ |
| خمی | C.I. Solubilised Blue 6<br>C.I. Solubilised Vat Red 1 | اکسیدکننده‌های شیمیائی یا هوادهی | ــ | ــ |

* منعقدکننده‌های پلیمریک یا پارچه‌ای

فهرست منابع


1) American Public Health Association. "Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater." U.S.A.: APHA-AWWA-WPCF. 14th Edition. 1975.

2) Cox, Charles R. "Operation and Control of Water Treatment Processes." Geneva: World Health Organization. 1973.

3) Eckenfelder, W.W. "Industrial Water Pollution Control". New York:McGraw-Hill Book Co. 1966.

4) Giles, C.H."A Laboratory Course in Dyeing". England: The Society of Dyers and Colourists. 1974.

5) Hampel, C.A. and G.G. Hawley."The Encyclopedia of Chemistry" (New York, Van Vostrand Keinhold Co., 1973).

6) Larry. D. Benefield, Joseph F. Judkins, and Barron L. Weand. "Process Chemistry for Water and Wastewater Treatment".(New Jersey: Prentice-Hall. Inc., Englewood Cliffs, 1982).

7) Aunn, D.M "The Dyeing of Synthetic Polymer and Acetate Fibers". London: Dyers Company Publication Trust. 1979.

8) Society of Dyers and Colourists and American Association of Textile Chemists and Colorists. "Colour Index". London and New York:Volume 1,2,3,4. Third Edition. 1971.

9) Society of Dyers and Colourists and American Association of Textile Chemists and Colorists. "Colour Index". London and New York:Volume 5. Third Edition. 1982.

10) Trotman, E.R. "Dyeing and Chemical Technology of Textile Fibers". London: Charles Griffin and Co. Ltd. Fourth Edition. 1970.

11) U.S.Environmental Protection Agency, Technology Transfer. "Environmental Pollution Control Textile Processing Industry". U.S.A.: EPA-62517-78-002. 1978.

12- U.S. Environmental Protection Agency, Technology Transfer "Process Design Manual for Suspended Solids Removal" U.S.A: EPA-625/1-75-003a. 1975.

۱۳ ــ آبراهارت، آی، ان " موادرنگزدا و واسطه‌های آنها " . مترجمین، محسن حاج‌شریفی و محمودفیض. تهران: دانشکده نساجی، دانشگاه پلی‌تکنیک، ۱۳۶۱.

۱۴ ــ نائینی‌هرندی، امیر . "کاربرد مواد منعقدکننده و کمک‌منعقدکننده در حذف رنگ فاضلاب صنایع نساجی. پایان‌نامه‌فوق‌لیسانس مهندسی بهسازی. دانشکده بهداشت، دانشگاه تهران، ۱۳۶۳.

۱۵ ــ " رنگرزی پشم " در نشریهٔ رسته‌ها و بافته‌ها . تهران: دبیرخانه بین‌المللی پشم، شماره ۱۲، ص ۲۷.

۱۶ ــ روبرتس، جای دی و مارجوری سی، کازریو، " شیمی آلی نو " . مترجم . عطاءالله دانشراد . تهران: دانشگاه تهران، جلد دوم، ۱۳۵۷.

۱۷ ــ علوی، علی‌اکبر . " آنالیزعملی آبهای آشامیدنی، زراعی‌وصنعتی " . تهران: سازمان آب منطقه‌ای تهران، ۱۳۴۹.