

بازیافت آب

(بازیافت آب در صنایع نساجی)

- شناخت صنایع نساجی و مواد مصرفی
- تصفیه پساب
- بازیافت آب
- تحلیل اقتصادی و برآورد منافع و هزینه‌ها

نشریه شماره ۲۶، پاییز ۱۳۷۳



پیشگفتار

کشور ما ایران، بعلت موقعیت خاص جغرافیایی و اقلیمی و همچنین قرار گرفتن بر روی کمر بند خشکی کره زمین، یکی از مناطق خشک جهان بشمار می رود و میزان متوسط بارندگی سالانه در این کشور نیز کمتر از $\frac{1}{2}$ متوسط بارندگی سالانه کره زمین می باشد. رشد روزافزون جمعیت، بموازات نیاز بیشتر به استقرار صنایع و کارخانجات، جهت رفع مایحتاج زندگی، ضمن محدود ساختن منابع قابل استفاده فعلی آب، موجبات آلودگیهای زیست محیطی عمدہ ای را فراهم آورده است.

در میان صنایع موجود، صنایع ریسندگی و نساجی، بعنوان یکی از قدیمی ترین صنایع کشور، از عمدہ ترین مصرف کنندگان آب می باشند. که در نتیجه فعالیت خود، مقادیر متناوبه پساب نیز تولید می کنند. فاضلابهای تولید شده در کارخانجات نساجی، بعلت گوناگونی استفاده از انواع مواد اولیه مصرفی، از تنوع زیادی برخوردار می باشند. مهمترین اثر نامطلوب تخلیه پسابهای صنایع نساجی به جریانهای آب، از ناحیه رنگ موجود در این پسابها می باشد و مشکلات جریانهای دریافت کننده پساب نساجی نیز، بیشتر از آنجا ناشی می شود که در یک منطقه، تعداد زیادی کارخانه نساجی فعال می باشند که متسافانه کلیه آنها، پساب خود را بصورت خام یا نیمه تصفیه شده، در جریان آبی که از نزدیک آن ناحیه عبور می کند، تخلیه می کنند.

تنوع زیادی که در کیفیت پساب نساجی حاصل می شود، کنترل آنرا از نظر تصفیه با مشکلاتی مواجه می سازد بنابراین نوع تصفیه پساب این

صنایع، بر حسب تخلیه آن در سیستم جمع آوری فاضلاب شهری یا تخلیه به رودخانه و منابع آب تحت اراضی، متفاوت خواهد بود. در این خصوص، مسائل اقتصادی هزینه‌های آب مصرفی، محدودیت منابع آب و رعایت موازین زیست محیطی در رفع آلودگی‌های ناشی از تخلیه پساب این صنایع، ایجاب می‌نماید که پساب تصفیه شده، مجدداً در کارخانه بکار برده شود. در نتیجه، بازیافت آب و مصرف مجدد پساب تولید شده در صنایع نساجی، بار آلودگی دریافتی جریانهای آب سطحی را کاهش داده و بدین ترتیب هزینه‌های تصفیه این آبها را کاهش خواهد داد.

مهندسين مشاور ره شهر، پيش از اين طي نشرية شماره ۱۲ خود مطالبي را در مورد بازيافت آب در صنایع شن و ماسه‌شونی انتشار داده است و اين دومين نشريه از سري مقالات مربوط به بازيافت آب می‌باشد و اميدوار است بتواند در مورد بازيافت آب در صنایع ديگر نيز توفيق انتشار مقالات متناسب را پيدا نماید.

اميد است با آشنا نمودن مقامات محترم، صاحبان محترم صنایع و همچنین متخصصین فنی كشور با اهمیت این موضوع، بتوانیم گامی بسوی محیط زیست سالمتر برداشته و از منابع طبیعی خدادادی استفاده مقرون به صلاح بنماییم. انشاء ...

سعید شهیدی

مدیر بخش تحقیقات و مطالعات

۱- مقدمه

آب، این منشاء حیات و زیربنای رشد و توسعه، علیرغم اهمیت و ارزش ذاتی اش، در بسیاری موارد، بطور بیهوده و ندانسته تلف می‌گردد و این در حالی است که رشد روزافزون جمعیت، استفادهٔ صحیح از منابع آب موجود را طلب می‌کند. چرا که کمبود آب، بزرگترین مانع توسعه و استفادهٔ بهینه از دیگر منابع طبیعی است.

صنایع را باید یکی از مصرف کنندگان عمدهٔ آب دانست که با توسعه سریع آنها روزبروز بر میزان آب مورد نیاز آنها افزوده می‌شود.

در بین این صنایع، صنعت نساجی، یکی از بزرگترین مصرف کنندگان آب می‌باشد که حاصل فرآیندها و فعل و انفعالات متوالی آنها، تولید مقدار متناسبی پساب است.

پساب تولیدی صنعت نساجی، بعلت گوناگونی زیادی که در انواع مواد اولیهٔ مصرفی در این صنعت، وجود دارد، از نظر کیفیت، از تنوع بسیاری برخوردار است.

هدف اولیهٔ صنعت نساجی، تولید بهترین نوع منسوجات با صرف کمترین هزینهٔ ممکن می‌باشد که آشکارترین و بهترین راه صرفه‌جویی در هزینه‌ها، تصفیهٔ فاضلاب و بازیافت پساب آنهاست. ضمن اینکه استفاده مجدد از پساب بازیافت شده در قسمتهای مختلف کارخانه، می‌تواند تا حدود زیادی از مخاطرات زیست محیطی ناشی از دفع آنها بکاهد.

در این راستا، هدف این مهندسین مشاور، آشناسازی مسئولین، دست‌اندرکاران و صاحبان محترم این صنایع، با تکنولوژی بازیافت پسابهای صنعتی و طراحی تکنیک‌های مناسب جهت تصفیه و استفاده مجدد از پساب کارخانجات نساجی است. قطعاً بازیافت این ضایعات می‌تواند جهت کاهش هزینه‌های مربوطه، افزایش راندمان تولید و کارآیی سیستم، و همچنین جلوگیری از آلودگی روزافزون محیط زیست، بسیار موثر واقع شود.

۲ - شناخت صنایع نساجی و مواد مصرفی آنها

مهمترین مواد اولیه مورد استفاده در صنایع نساجی بدین شرح می‌باشد:

- ۱ - الیاف حیوانی. شامل پشم، ابریشم و مو
- ۲ - الیاف گیاهی. شامل پنبه، کتان و کنف
- ۳ - الیاف مصنوعی. نظیر پلی‌اکریلیک، پلی‌استر و پلی‌آمید
- ۴ - اسیدهای معدنی و آلی، نظیر اسید سولفوریک، اسید کلریدریک و اسید استیک
- ۵ - مواد قلیائی. مانند سود، کربنات سدیم و پتاس
- ۶ - مواد سفید کننده. مانند آب اکسیژن، ترکیبات کلردار، پراکسیدسدیم
- ۷ - مواد آهارزنی. مانند نشاسته
- ۸ - انواع رزینها

همچنین مهمترین رنگهای مصرفی در این صنعت عبارتند از:

- ۱ - رنگهای اسیدی: که در نساجی پشم و الیاف مصنوعی بکار رفته و

مواد مصرفی توأم با آن اسیدسولفوریک، اسیدسپتیک، سولفات سدیم و سورفکتانتها می‌باشد.

۲ - رنگهای آزوئیک: که در رنگرزی پنبه استفاده می‌شود و همراه با آن املاح فلزات، فرمالدئید، سود، نیترات سدیم و اسیدهای مختلف بصرف می‌رسد.

۳ - رنگهای قلیائی: که برای الیاف مصنوعی، قابل مصرف بوده و همراه با آن اسید استیک مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۴ - رنگهای دیسپرس: که برای رنگهای پلی‌استر بکار رفته و مواد مصرفی توأم با آن، سود و هیدروسولفیت سدیم می‌باشد.

۵ - رنگهای مستقیم: که در نساجی پنبه و الیاف مصنوعی بکار رفته و املاح توأم با آن، ترکیبات سدیم، ترکیبات کروم و مس، مواد تثبیت کننده و ... می‌باشد.

۶ - رنگهای راکتیو: برای رنگرزی پشم و پنبه مفید بوده و با املاحی چون کلوروسدیم، سود، اتیلن و دی‌آمین توأمًا مورد استفاده قرار می‌گیرد.

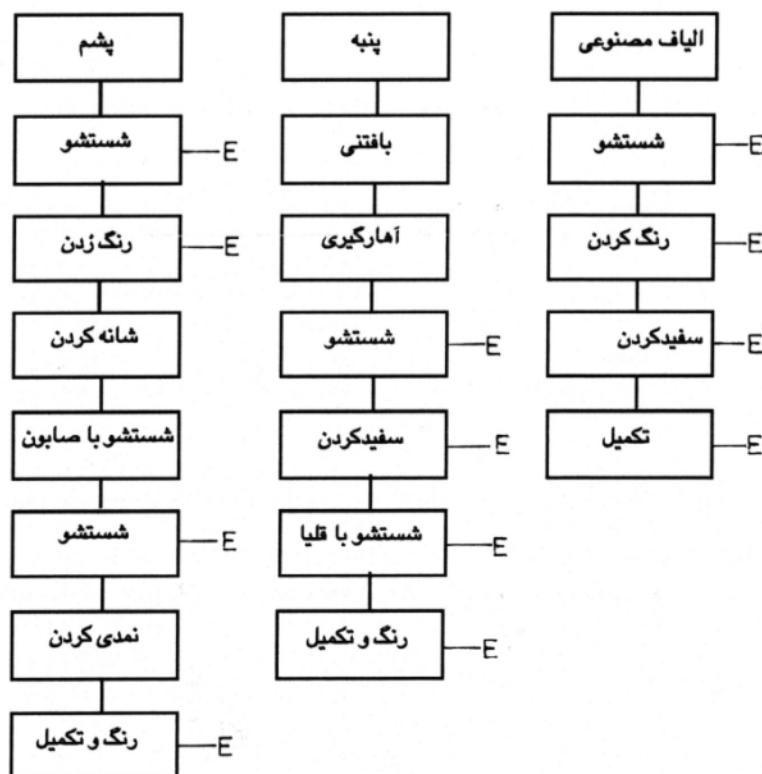
۷ - رنگهای گوگردی: که مورد مصرف در نساجی پنبه و الیاف مصنوعی، توأم با سولفیت سدیم و اسیداستیک خواهد بود.

۸ - رنگهای موردان (Mordant) برای رنگرزی پشم بکار رفته و املاح کمکی توأم با آن، ترکیبات کروم دار، اسید استیک و سولفات سدیم است.

فعل و انفعالات کارخانجات نساجی، مشتمل بر عملیات شستشوی الیاف، رنگبری و جوشاندن، آهارزنی (پوشاندن نخهای تار با مواد چسبنده و نشاسته‌ای، جهت ازديام استحکام)، رنگرزی، بافتندگی و ریسنندگی، آهارگیری (تبديل نشاسته آهار به گلوکز قابل حل در آب بعد از بافتن پارچه، سفید کردن) و ... می‌باشد.

در این راستا جهت انجام عملیات آهارزنی، پیشنهاد می‌شود که بجای استفاده سنتی از نشاسته، از یک ماده سلولزیک نظیر کربوکسی متیل سلولز استفاده شود زیرا این ماده بدون BOD و سمیت و همچنین دارای اثرات ناچیزی در آبهای جاری است.

مراحل مختلف نساجی با استفاده از الیاف پشمی، پنبه‌ای و مصنوعی، در شکل زیر نشان داده شده است:



(محله‌ای تولید پساب میباشد) E

۳ - تصفیه پساب صنایع نساجی

۱ - کمیت و منابع تولید

انواع پسابهای تولیدی ناشی از فرآیندهای مختلف در کارخانجات نساجی و منابع تولید آنها عبارتند از:

۱ - پساب شستشوی مواد اولیه (فاضلاب خمره جوشاندن و رنگبری)

مواد اولیه نظیر پشم و پنبه خام، آلودگی زیادی داشته و قبل از مصرف آنها بعنوان ماده اولیه در نساجی، باید نسبت به دور ساختن آلودگیهای آنها اقدام لازم بعمل آید. لذا عملیات شستشوی این مواد صورت می‌گیرد که پساب حاصل در این فرآیند، شاید آلوده ترین پساب تولیدی در این صنعت باشد.

۲ - پساب رنگرزی: در مراحل مختلف نساجی، همیشه مقدار جذب نشده رنگ افزودنی به الیاف، بصورت پساب دفع می‌شود که این پساب، علاوه بر این رنگها، محتوی سایر املاح مورد استفاده در رنگرزی می‌باشد.

۳ - پساب شستشوی مصنوعات رنگ شده (آب خاکستری)

۴ - پساب حاصل از سفید کردن و شستشوی الیاف یا پارچه (آب سفید)

مجموعه این پسابها، پساب خروجی کارخانه، تحت عنوان فاضلاب مرکب را تشکیل می‌دهند.

میزان پساب تولیدی در مراحل مختلف نساجی، با استفاده از الیاف گیاهی پنبه‌ای عبارتست از:

- شستشوی اولیه ۴۰ - ۲۰ لیتر در کیلوگرم

- سفید کردن	۱۰۰ - ۱۵۰	لیتر در کیلوگرم
- رنگرزی	۵۰ - ۱۰۰	»
- عملیات تکمیلی	۱۰۰ - ۲۰۰	»

(شامل کلیه عملیات پس از بافنده و قبل از بسته بندی)

براساس مطالعات انجام شده، بطور کلی میزان تولید پساب در صنعت نساجی، با مصرف مواد اولیه مختلف عبارتست از:

- الیاف گیاهی	۳۰۰ - ۲۵۰	مترمکعب در تن
- الیاف حیوانی	۴۰۰ - ۸۰۰	»
- الیاف مصنوعی	۱۰۰ - ۲۵۰	»

باید اذعان نمود آمار و ارقام نشان می‌دهد که تولید پساب نساجی در کشور ما، با مصرف آب بازای هر تن مواد اولیه، بیشتر از مقادیر فوق الذکر می‌باشد.

۳ - ۲: کیفیت پساب

کیفیت پساب خروجی کارخانجات نساجی، بر حسب نوع مواد اولیه مصرفی و نوع فرآیند انجام شده، بسیار متغیر بوده، لذا پساب اینگونه صنایع، کیفیت ثابتی ندارت.

* پارامترهای آلاینده پساب صنایع نساجی، عبارتند از:

۱ - مواد معلق، که ممکن است ناشی از مواد اولیه مصرفی و مواد شیمیایی بکار رفته باشد. این مواد در پساب نساجی، بصورت ریز و بعضاً درشت و کلورئیدی بوده و در اکثر موارد، ذرات باقیمانده در

پساب را نیز شامل می‌گردد.

۲ - BOD در پساب نساجی، که از مواد شیمیائی مصرفی یا مواد حاصل از شستشوی مواد اولیه مانند پشم، پنبه یا پسماندهای رنگ در پساب، حاصل می‌گردد. بیشترین مقدار BOD مربوطه به پساب شستشوی پشم می‌باشد.

۳ - ازت و فسفر، که حاصل از مصرف مواد پاک کننده می‌باشد. همچنین ازت ممکن است بعنوان ماده اصلی ترکیب رنگ، از طریق شستشوی منسوجات رنگ شده، وارد پساب گردد. وجود ازت و فسفر در پساب صنایع نساجی از نظر بهبود روشاهای تصفیه بیولوژیکی، از اهمیت خاصی برخوردار است بطوریکه اگر مقدار آنها جهت فعالیت حیاتی باکتریها کافی نباشد، افزایش مصنوعی آن به محیط تصفیه پساب، ضروری می‌باشد.

۴ - درجه حرارت. که میزان و مقدار بالای آن در اغلب پسابهای نساجی، مانع فعالیت باکتریها در تصفیه بیولوژیکی پساب شده و از اینرو تعديل حرارت پساب قبل از انجام هرگونه تصفیه‌ای، ضروری است.

۵ - فلزات سنگین. ممکن است در عملیات رنگرزی، از رنگهای محتوی فلزات سنگین، نظیر کروم و مس استفاده شده باشد که این مواد نیز در پسابهای خروجی حاصل نیز وجود داشته باشد.

۶ - اسیدوقلیا. که در بعضی موارد جهت رنگرزی الیاف می‌رود و ورود

آنها به پسابهای حاصل از شستشوی منسوجات، اجتناب ناپذیر است.

۷ - مجموع املاح محلول در پسابهای نساجی که باعث تغییرات کیفی پساب شده و مشکلاتی را در تصفیه پسابها ایجاد می‌نماید.

جدول ۱ - "فاضلابهای یک کارخانه نساجی"

فاضلاب مرکب (کلی)	فاضلاب خمره جوشاندن و رنگبری	فاضلاب رنگرزی	آب سفید	آب خاکستری	نوع مشخصات
۹/۴	۱۱/۸	۱۱	۷/۳	۴	PH
۱۵۹.	۱۸۸۸۰	۲۸۸۰	۴۲۰	۲۶۸۰	کل مواد جامد ppm
۱۵۶	۲۱۸	۱۴۸	۶۷	۲۲۴	مواد جامد معلق ppm
۴۶.	۴۹۰۰	۰۰۶	۳۱	۱۰۶۰	اکسیژن مورد مصرف ppm

جدول ۲ - "کیفیت آلودگی پساب در روش‌های مختلف نساجی"

آلودگی‌های مهم	نام روش
BOD خیلی زیاد، مواد معلق بالا، حرارت زیاد، چربی و روغن زیاد	شستشوی مواد اولیه
BOD زیاد، قلیائی بالا، مواد جامد زیاد، حرارت بالا	آهارزنی
BOD نسبتاً بالا، قلیائی، PH مواد جامد زیاد	سفیدکردن
BOD متوسط، PH متغیر، مواد معلق متوسط نسبتاً بالا	رنگرزی و چاپ
BOD متوسط، PH متغیر، املاح محلول زیاد، بالا، مواد معلق متوسط	شستشوی الیاف رنگ شده

۳-۲: اثرات زیست محیطی دفع پساب

مهمترین اثرات نامطلوب پسابهای خروجی صنایع نساجی، مربوط به رنگ و فلزات سنگین موجود در این پسابهاست.

تخليه پسابهای نساجی در آبها می‌تواند آلودگیهای زیر را تولید نماید:

- ۱- اسیدیتۀ آب را بالا ببرد.
- ۲- باعث قلیائی شدن آب گردد.
- ۳- غلظت مواد محلول در آب را زیاد کند.
- ۴- چربی و روغن، داخل آب نماید.
- ۵- فلزات سنگین را وارد نماید.
- ۶- گازهای سمی و بدبو تولید کند.
- ۷- باعث ورود مواد رادیواکتیو به آبها گردد.
- ۸- مواد معلق و مواد رنگی آب را افزایش دهد.
- ۹- میکروارگانیسم‌های بیماریزا را داخل آب نماید.

مواد معلق مانند چربی، روغن و مواد رنگی می‌توانند با ایجاد لایه نازکی بر سطح آب، علاوه بر بدمنظره کردن جریانها و مصرف اکسیژن محلول در آب، مانع عملیات فتوسننتز یا اکسیژن‌گیری آبها شوند.

ورود املاح فلزات سنگین نظیر مس، کروم، روی و ... به آبها، با توجه به خاصیت مسمومیت این ترکیبات برای آبزیان و انسان و بطور رکلی محیط زیست، بسیار مخاطره‌آمیز خواهد بود. همچنین حرارت و مواد رادیواکتیو که از طریق پسابهای نساجی وارد آبها می‌شود، علاوه بر آلوده ساختن آنها، اکسیژن محلول در آب را نیز بشدت تقلیل می‌دهند.

۳ - ۴: روش‌های تصفیه

از آنجایی که هدف این مهندسین مشاور، بازیافت آب در صنایع نساجی و مصرف مجدد آن می‌باشد و روش‌های مناسب برای این منظور، روش‌های تصفیه پیشرفت‌ه استند لذا جهت انجام عملیات بازیافت، اجرای روش‌های تصفیه پساب، ضرورت دارد. قطعاً کاهش پارامترهای آلودگی پساب این صنایع، در مرحله اول تا حدود بسیاری، به کاهش هزینه‌ها در تصفیه پیشرفت‌ه و افزایش طول عمر و کارآیی سیستم کمک می‌نماید.

روش تصفیه پیشنهادی برای پساب صنایع نساجی، به پارامترهای مختلفی از جمله نوع فرآیند نساجی، نوع رنگها و مواد شیمیایی مصرفی، موقعیت آب و هوایی منطقه و ... بستگی دارد و ارائه یک سیستم تصفیه متداول برای این صنایع، ممکن نیست.

بطورکلی تصفیه پساب اینگونه صنایع را می‌توان بر دو نوع تصفیه شیمیایی و بیولوژیکی یا توأم‌اً تقسیم نمود که بطور معمول، واحدهای تصفیه لازم برای این روشها، کلاً عبارتند از:

- ۱ - آشغالگیری: بمنظور حذف مواد معلق شناور و درشت پساب نساجی، قبل از ورود آن به واحدهای تصفیه خانه
- ۲ - یکنواخت سازی: یکنواخت سازی عبارتست از نگهداری پسابها در یک حوضچه، بطوريکه پساب خروجی از نظر بهداشتی (PH ، رنگ، تیرگی، قلیائیت، BOD و ...) نسبتاً یکنواخت گردد و غلظت آلوده کننده‌های پساب، پایین آید.

باز یافت آب

۳ - خنثی سازی: در صورتیکه پس از اختلاط و یکنواخت سازی کلیه پسابهای نساجی، PH کلی، اسیدی یا قلیانی باشد، برای خنثی سازی آن، تزریق اسیدی یا قلیا در حوض یکنواخت کننده، پیش‌بینی می‌گردد.

۴ - ته نشینی اولیه: اگر پساب نساجی، محتوی مقدار قابل توجهی مواد معلق باشد، باید قبل از انتقال آن به واحدهای تصفیه، ته نشینی صورت گیرد که این عمل با استفاده از حوضهای ته نشینی انجام می‌شود.

۵ - تصفیه شیمیایی: بمنظور حذف مواد معلق کلوئیدی، باید بروش شیمیایی، قسمتی از رنگ موجود در پساب حذف شود که اصول تصفیه شیمیایی برای این منظور، عبارتست از ناپایدار ساختن کلوئیدها و انعقاد کلوئیدهای بی‌بار شده توسط مواد منعقد کننده، نظیر زاج سفید، زاج سبز، کلوروفریک و ...

۶ - تصفیه بیولوژیکی: این تصفیه به تثبیت مواد قابل تجزیه پساب کمک می‌کند. در صورتیکه مواد قابل تجزیه پساب نساجی، قابل ملاحظه باشد، تصفیه بیولوژیکی، ارزانترین روش تصفیه تلقی می‌گردد. روشهای متداول تصفیه بیولوژیکی، همچون بستر باکتری و لجن فعال، در صورتیکه مواد ممانعت کننده فعالیت باکتریها وجود نداشته باشد، برای تصفیه پساب نساجی، مناسب هستند.

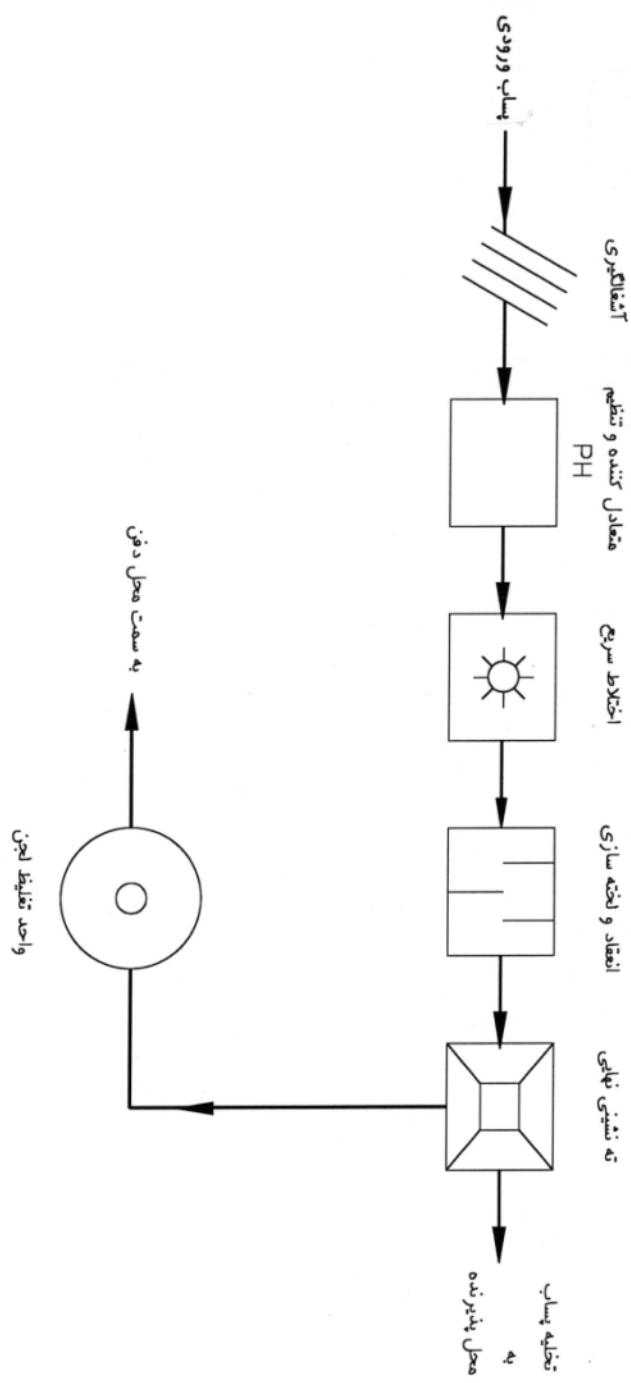
۷ - ته نشینی نهایی: هدف از استقرار این واحدها در سیستمهای تصفیه پساب نساجی، حذف مواد معلق باقیمانده در پساب و لجن شیمیایی یا بیولوژیکی تولید شده است.

۸ - واحد ضد عفونی کننده: هدف از استقرار این واحد، حذف میکروارگانیسمهای موجود در پساب این صنایع و گندزدایی آن می‌باشد.

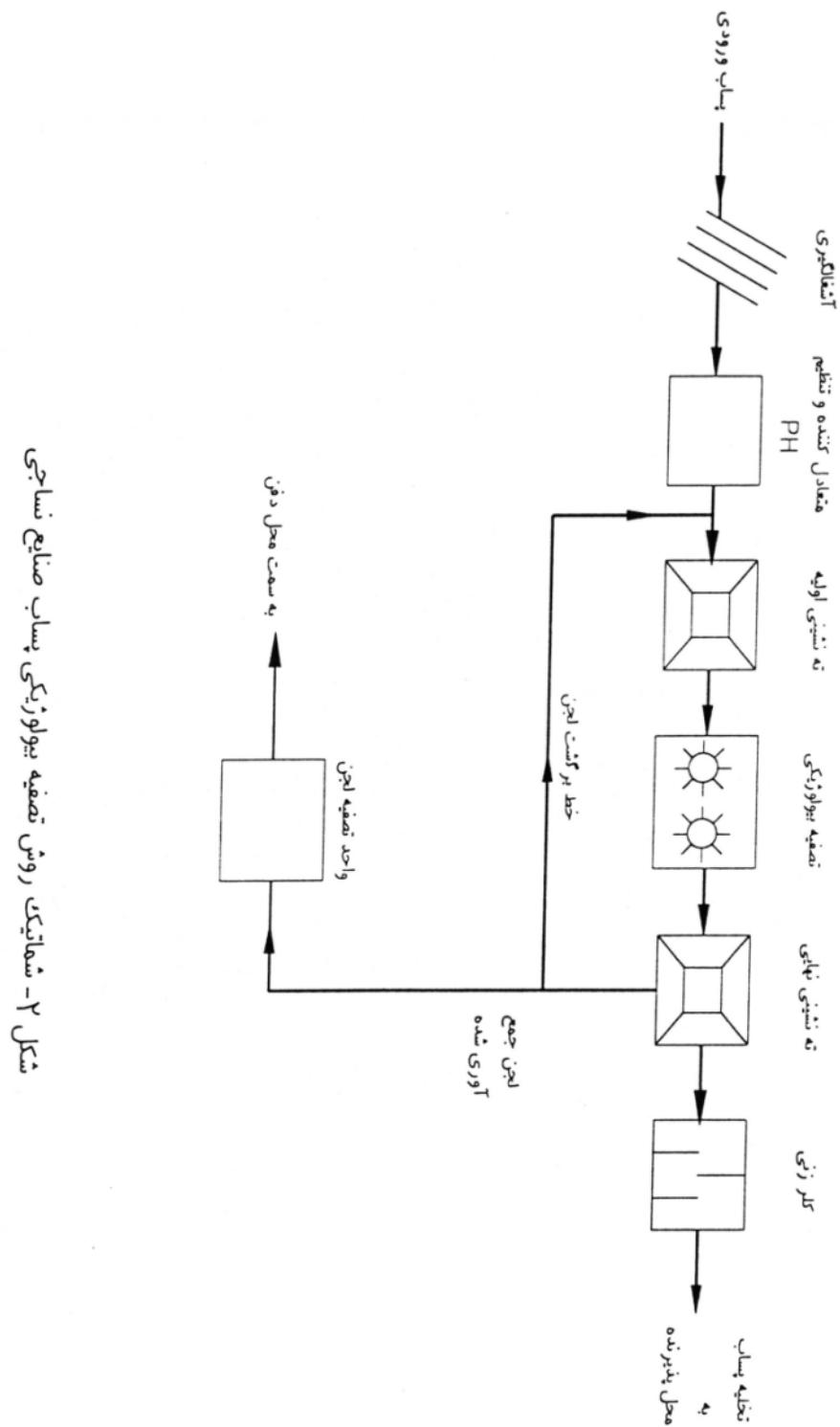
۹ - واحد تصفیه لجن: هدف از تعبیه این واحدها، به عمل آوردن و آماده سازی پسابها جهت تخلیه به محلهای دفن می باشد.

شماتیک روشاهای تصفیه بیولوژیکی و شیمیایی پساب صنایع نساجی در اشکال زیر نشان داده شده است.

باز یافت آب



شکل ۱- شماتیک روش تصفیه شیمیایی پساب صنایع نساجی



شکل ۲- شماتیک روش تصفیه بیولوژیکی پساب صنایع نساجی

۴ - بازیافت آب در صنایع نساجی

کیفیت پساب خروجی حاصل از عملیات تصفیه مقدماتی، اگرچه قابل تخلیه به منابع آب جاری سطحی و زیرزمینی و یا مصرف برای مقاصد کشاورزی است، ولیکن جهت استفاده مجدد از این پساب بعنوان آب مورد نیاز این صنایع، حتی باراندمان و کارآیی بالای سیستم تصفیه، در حد استاندارهای تعیین شده توسط سازمان حفاظت محیط زیست کشور نمی‌باشد زیرا رنگ موجود در این پسابها، هنوز هم آلایندگی داشته و مشکل آفرین خواهد بود. علاوه بر آن، BOD حاصل هنوز هم در سطح مطلوب نمی‌باشد.

لذا جهت بازیافت و استفاده مجدد از پساب خروجی صنایع نساجی، نیاز به انجام مرحله تصفیه پیشرفته می‌باشد که این روشها عبارتند از:

- ۱ - روش اسمز معکوس
- ۲ - روش الکترودیالیز
- ۳ - روش اکسیداسیون شیمیایی
- ۴ - روش استفاده از پلی الکتروولیتهاشیمیایی
- ۵ - روش جذب سطحی
- ۶ - روش جداسازی پسابها در خط تولید

روشهای اسمز معکوس و الکترودیالیز، بعلت وارداتی بودن دستگاههای مورد نیاز و هزینه بردار بودن آنها، همچنین احتیاج به نیروی متخصص جهت سرویس و راه اندازی دستگاهها، از نظر اقتصادی مقررون به صرفه نمی‌باشند. در روش اکسیداسیون شیمیایی که از ازن، کلر، و ... استفاده

می شود، امکان ایجاد مخاطرات زیست محیطی در صورت استفاده از کلر، و هزینه های زیاد در صورت استفاده از ازن و همچنین نیاز به نیروی متخصص و عدم امکان بازیافت این مواد، وجود دارد. ضمناً این روش، فقط جهت حذف رنگ از پساب نساجی، قابلیت دارد.

از دیگر روش‌های بازیافت آب در صنایع نساجی، استفاده از مواد افزودنی شیمیایی منعقد کننده می باشد که این روش، بیشتر برای حذف ذرات کلوئیدی و رنگها بکار می رود.

این ذرات دارای بار الکتریکی منفی بوده و بهمین علت یکدیگر را دفع نموده و مانع از اتصال این ذرات و تشکیل ذرات درشت‌تر و سنگین‌تر می گردند. این ذرات، با قطر کوچک خود ($1\text{--}10\text{ }\mu\text{m}$ میکرون) قادرند از صافیها عبور نمایند، ضمن اینکه برای ته نشینی نیز به زمان طولانی نیاز دارند در نتیجه جهت رسوب نمودن آنها باید از مواد شیمیایی استفاده نمود. این مواد باید قادر باشند تحت فعل و انفعالات شیمی - فیزیکی، ذرات کلوئیدی را بی بار نموده و موجبات بهم چسبیدگی و تشکیل ذرات درشت‌تر و سنگین‌تر را فراهم نمایند.

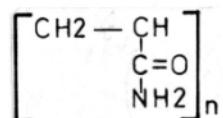
مولکولهای این مواد، پس از محلول شدن در آب، موجب آزاد شدن یونهای مثبت، منفی و یا هر دو می شوند. این عمل، موجب خنثی شدن بار ذرات معلق و تشکیل پل بین مولکولهای این مواد و ذرات معلق در آب، و نهایتاً ته نشینی آنها می شود.

از جمله مواد افزودنی، پلی الکترولیتهای شیمیایی است. پلی

باز یافت آب

- الکترولیتهاش شیمیایی، پلیمرهایی با طول مولکولی زیاد هستند که با افزایش سرعت ته نشینی ذرات معلق، موجب کاهش زمان مورد نیاز ته نشینی و در نتیجه تقلیل حجم حوضچه‌های ته نشینی می‌گردد. این خاصیت، سبب کاهش فضای کاری و تأسیسات مورد نیاز و نیز تقلیل در هزینه آب تصفیه شده و مصرفی می‌گردد.

این پلیمرها می‌توانند غیر یونی Non - Ionic باشند که در اینصورت معمولاً مونومر آنها «اکریل آمید» با ترکیب



و دارای وزن مولکولی بین ۲۰ - ۱۰ میلیون می‌باشند.
پلی الکترولیتهاش آنیونیک نظیر پلی اکریل آمید و سود سوز آور دارای وزن مولکولی چند میلیونی بوده و در زنجیره خود دارای بار منفی هستند ولی پلی الکترولیتهاش کاتیونیک دارای وزن مولکولی کمتر از میلیون می‌باشند و در زنجیره خود، بار مثبت دارند.

در محلولهای کلوئیدی با بار منفی، افزودن پلی الکترولیت کاتیونیک باعث خنثی سازی بار منفی شده و عمل انعقاد و ته نشینی را ترتیب می‌دهد ولی پلی الکترولیتهاش بدون بار و آنیونیک، نمی‌توانند بار منفی این ذرات را خنثی نمایند بلکه ذرات کلوئیدی را به یکدیگر متصل نموده و از این طریق، موجب ته نشینی آنها می‌گردند.

از آنجایی که رنگهای مختلف مصرفی در صنایع نساجی، دارای بارهای الکتریکی مختلفی می‌باشند، لذا این مواد شیمیایی، برای حذف گروه

خاصی از رنگها، قابل استفاده بوده و برای هر نوع رنگی قابل استفاده نمی باشند. لذا این روش، بعلت محدودیت استفاده، غلظت مواد مصرفی و هزینه بالا، جهت عملیات بازیابی آب در صنایع نساجی، قابل توصیه نخواهد بود.

* بنابراین روشی که این مهندسین مشاور پیشنهاد می کنند، عبارت از روش جذب سطحی بکمک کربن فعال یا خاک رنگ بر می باشد.

مزایای این روش عبارتند از:

- سهولت انجام این روش و عدم نیاز به تجهیزات خاص
- حذف اکثر رنگها، مواد آلی و معدنی موجود در پساب
- امکان احیاء مجدد کربن فعال و کاهش هزینه های اقتصادی
- عدم وجود هرگونه اثرات سوء بر روی محیط زیست
- حذف مواد آلی غیر قابل تجزیه بیولوژیکی
- افزایش کارآیی پدیده جذب، بعلت تجزیه بیولوژیکی موجود در گرانولهای کربن

براساس مطالعات انجام شده، روش جذب سطحی بکمک کربن فعال، جهت بازیافت آب در صنایع نساجی، کارآیی و قابلیت بسیاری داشته، بطوریکه آب تصفیه شده، قابل استفاده مجدد در سیستم تولید کارخانه خواهد بود.

این روش به دو صورت Continuous و Batch اجرا می شود که بسته به تمایل صاحبان این صنایع و میزان مصرف آب و نهایتاً مقدار پساب تولیدی در آنها، سیستم مناسب انتخاب خواهد شد. شماتیک انواع

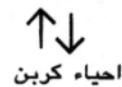
باز یافت آب

کاربردهای جذب کربن بعنوان تصفیه نوع سوم در تصفیه شیمیایی و بیولوژیکی، بصورت زیر می باشد:

تصفیه بیولوژیکی → ته نشینی اولیه → عملیات پیش تصفیه → پساب خروجی کارخانه
(اشغال کیری، متعادل سازی و ...)



ته نشینی نهایی → جذب کربنی و فیلتر اسیون → هدایت غونی کردن → آب بازیافت شده جهت استفاده
جدید کارخانه



«شمایل استفاده از کربن فعال در تصفیه بیولوژیکی پساب صنایع نساجی»

ته نشینی نهایی → تصفیه شیمیائی → عملیات پیش تصفیه → پساب خروجی کارخانه



جذب کربنی و فیلتر اسیون → آب بازیافت شده جهت استفاده مجدد در کارخانه



«شمایل استفاده از کربن فعال در تصفیه شیمیایی پساب صنایع نساجی»

علاوه بر این روش، روش پیشنهادی دیگر جهت بازیافت آب در صنایع نساجی، عبارتست از روش جداسازی پسابها در خط تولید. در این روش عملیات حذف یک پساب از سایر پسابهای حاصل در فرآیند نساجی، صورت می گیرد زیرا جداسازی فاضلابها، غلظت مواد و مشکل تصفیه فاضلاب نهایی را کاهش می دهد و نتیجه این جداسازی، معمولاً دو نوع

فاضلاب است: یکی با غلظت زیاد در حجم کم و دیگری با غلظت کمتر با تقریباً همان حجم فاضلاب اصلی بدون جداسازی. در خاتمه فاضلاب کم حجم خیلی الوده را می‌توان با روش‌های مخصوص، تصفیه و دفع کرد. همانطور که می‌دانیم در فاضلاب مرکب صنایع نساجی (مخلوط پسابها)، غلظت مواد، خیلی بالا و تصفیه آن مشکل و گران است لیکن وقتیکه فاضلاب خمره‌های جوشاندن و رنگبری از سایر فاضلابها، تفکیک و بطور شیمیایی خنثی و ته نشین گردید، باید فاضلاب فوقانی (پسابی که در سطح باقی می‌ماند) را بطور شیمیایی و بیولوژیکی همراه با سایر فاضلابها (پساب رنگرزی، آب سفید و آب خاکستری) تصفیه نمود. زیرا غلظت مواد در این فاضلاب، بمراتب کمتر از فاضلاب مرکب اصلی است.

۵ - تحلیل اقتصادی و برآورد منافع و هزینه‌ها

همانطورکه گفته شد برای تصفیه پساب کارخانه‌های نساجی، روش پیشنهادی، روش جذب سطحی بکمک کربن فعال می‌باشد که برای این منظور باید از ستون جذب کربنی استفاده شود. اگر فرض شود که مقدار فاضلاب عبوری از این ستون، ۲۵ متر مکعب در روز (۱/۴۶ متر مکعب در ساعت) باشد، لذا مشخصات ستون لازم برای این منظور بشرح زیر خواهد بود:

ارتفاع ستون جذب: ۱/۶۰ متر

قطر ستون جذب: ۱/۱ متر

مقدار کربن مورد نیاز بصورت گرانول: ۲۵۰ کیلوگرم

باز یافت آب

زمان بین دو احیاء ستون: ۱.۰ ساعت - معادل سه روز

ارتفاع ستون کربن: ۱ متر

جنس ستون: ورق سیاه با پوشش اپوکسی

$$\text{ریال} \quad ۱۹ = \frac{\text{بهای هر لیتر آب بازیافته}}{\text{مترمکعب در روز} \times ۳ \times ۲۵ \times ۱۰۰}$$

(ریال) ۲۰.....
مترمکعب در روز

این ستون، مجهز به نازلهای توزیع و جمع آوری آب بوده و دارای شیرهای شستشوی معکوس و عبور معمولی جریان می‌باشد

قیمت چنین سیستمی با کلیه متعلقات (دو میلیون) ریال می‌باشد که با توجه به حجم آب عبوری از این سیستم، قیمت بازیافت هر لیتر آب، ۱۹ ریال می‌باشد.

لازم به ذکر است که بعلت خاصیت احیاء پذیری کربن فعال، می‌توان آنرا مجدداً جمع آوری و احیاء نمود و در نتیجه هزینه‌های تهیه آنرا بمیزان قابل توجهی کاهش داد.

مشاهده می‌شود که قیمت تمام شده سیستم بازیافت آب برای این صنعت در مقایسه با بهاء آب خام، گرانتر بوده ولیکن نتایج مثبت و ارزنده آن عبارتند از:

- ۱ - کاهش مقدار مصرف آب و پساب خروجی از کارخانه
- ۲ - جلوگیری از تشدید روزافزون مخاطرات زیست محیطی ناشی از تخلیه پساب

۶ - خلاصه و نتیجه‌گیری

صنایع نساجی بعنوان یکی از قدیمی ترین صنایع تولیدی کشور نسبت به صنایع هم ردیف خود، به آب مصرفی زیادی احتیاج داشته و بعنوان یکی از بزرگترین مصرف کنندگان آب در صنایع، مطرح می‌باشند که درنتیجه فعالیت خود، مقدار زیادی پساب و ضایعات صنعتی تولید می‌کنند.

پسابهای خروجی این صنایع، از نظر کمّی و کیفی در کارخانجات مختلف، متفاوت بوده و اختلاف عمدّه آنها مربوط است به نوع الیاف، نوع رنگها و مواد شیمیایی مصرفی و همچنین نحوه رنگرزی. لذا تصفیه این پسابها و رفع آلودگیهای زیست محیطی ناشی از آنها، از اهمیت خاصی برخوردار است.

این مقاله، ضمن معرفی صنایع نساجی و مواد مصرفی آنها، همچنین کمیت و کیفیت پساب حاصله، منابع تولید پساب و نیز اثرات زیست محیطی دفع و تخلیه پسابها در آبهای جاری، درخصوص روش‌های تصفیه پساب این صنایع، بازیافت آب و چگونگی استفاده مجدد از پساب تولیدی، به بحث پرداخته است.

پیشنهاد این مهندسین مشاور جهت بازیافت آب در صنایع نساجی، عبارتست از کاربرد روش چذب‌سطحی با استفاده از کربن فعال و خاک رنگبر، و همچنین روش جداسازی پسابها در خط تولید. تکنولوژیهای پیشنهادی مذبور درخصوص بازیافت آب مصرفی و استفاده مجدد از پساب تولیدی این صنایع، جهت ارتقاء کارایی، بهبود راندمان سیستم و کاهش هزینه‌ها با توجه به تمایل مسئولین، دست اندرکاران و صاحبان محترم این صنایع، توسط این مهندسین مشاور، طراحی و اجرا خواهد گردید.

فهرست نشریات و کتاب‌ها

گروه بین‌المللی راه‌شهر تا کنون ۲۶ نشریه با عنوانین زیر منتشر کرده است:

- ۱- کاربرد جدید شیشه در نمای ساختمان (تابستان ۱۳۷۱)
- ۲- پارکینگ مراکز تجاری (پائیز ۱۳۷۱)
- ۳- محافظت در مقابل زلزله (زمستان ۱۳۷۱)
- ۴- جمع آوری و دفع زباله و مسائل ناشی از آن (زمستان ۱۳۷۱)
- ۵- طرح اسکان و سریع (زمستان ۱۳۷۱)
- ۶- مجموعه مقالات راجع به ژئوستنتز (بهار ۱۳۷۲)
- ۷- مهار آب با آب (بهار ۱۳۷۲)
- ۸- تحول سبز در معماری (بهار ۱۳۷۲)
- ۹- روندیابی و مدیریت سیلان (بهار ۱۳۷۲)
- ۱۰- مطالعات اقتصادی جهت احداث مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۹)
- ۱۱- نگاهی کوتاه بر طراحی فضای سبز - "تجربیات کشورهای مختلف" (تابستان ۱۳۷۲)
- ۱۲- بازیافت آب در صنایع شن و ماسه‌شوئی (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۳- بنایهای چوبی (کنده‌ای) در ایران و تجربیات کشورهای دیگر (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۴- نکاتی در مورد طراحی ساختمان‌های بتُنی پیش‌ساخته پیش‌تنیده در مناطق زلزله‌خیز (پائیز ۱۳۷۲)
- ۱۵- اتوپاسیون و بهینه‌سازی در سیستم‌های توزیع الکتریکی (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۶- انرژی دریاها (زمستان ۱۳۷۲)
- ۱۷- پارکینگ‌های مکانیکی اتوماتیک و نیمه اتوماتیک (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۸- انرژی باد (بهار ۱۳۷۳)
- ۱۹- اصول طراحی ساختمان‌های اداری و بانک‌ها (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۰- انرژی خورشیدی (بهار ۱۳۷۳)
- ۲۱- طراحی مرکز خرید- جلد اول: مطالعات مقدماتی جهت طراحی مراکز خرید (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۲- شهر سالم با آمورتون (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۳- شهر سالم - کاربرد سیستم‌های فنوتانیک از میلی وات تا مگاوات (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۴- شهر سالم- اصول طراحی برای افراد دارای کهولت، ناتوانی، اختلال و معلولیت (تابستان ۱۳۷۳)
- ۲۵- نسل چهارم نیروگاه‌ها (پائیز ۱۳۷۳)
- ۲۶- بازیافت آب در صنایع نساجی (پائیز ۱۳۷۳)