



دانشگاه زنجان

دانشکده علوم-گروه علوم محیط زیست

پایان نامه جهت دریافت درجه‌ی کارشناسی ارشد

در علوم محیط زیست (MSc)

حذف رنگ ردآمین ۶جی (یک رنگ صنعتی) از محلول‌های آبی با استفاده از پسماندهای سلولزی

آزاده علیزاده

استادان راهنما

دکتر عبدالحسین پری زنگنه

دکتر محمدرضا یافتیان

استاد مشاور

عباسعلی زمانی

پاییز ۱۳۹۰

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشگاه زنجان

صورتجلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

شماره: ۶/۲۹۷۸۱

تاریخ: ۹۰/۸/۳

با تأییدات خداوند متعال و با استعانت از حضرت ولی عصر (عج) جلسه دفاع از پایان نامه کارشناسی ارشد

خانم: آزاده علیزاده رشته: علوم محیط زیست

تحت عنوان: حذف رنگ رد آمین ۶ جی (یک رنگ صنعتی) از محلول های آبی با استفاده از پسماندهای سلولزی

در تاریخ ۹۰/۷/۳۰ با حضور هیأت محترم داوران در دانشگاه زنجان برگزار گردید و نظر هیأت داوران بشرح زیر می باشد:

قبول (با درجه: عالی) امتیاز: ۱۹.۴۵ دفاع مجدد مردود

لرزده و نیم

- ۱- عالی (۲۰-۱۸)
- ۲- بسیار خوب (۹۹/۱۷-۱۶)
- ۳- خوب (۹۹/۱۵-۱۴)
- ۴- قابل قبول (۹۹/۱۳-۱۲)

امضاء	مرتبۀ علمی	نام و نام خانوادگی	عضو هیأت داوران
	دانشیار	دکتر عبدالحسین پری زنگنه	۱- استاد راهنمای اول
	استاد	دکتر محمدرضا یافتیان	۲- استاد راهنمای دوم
	کارشناس ارشد	آقای عباسعلی زمانی	۳- استاد مشاور
	استادیار	دکتر مهدی پناهی	۴- استاد ممتحن داخل دانشگاه
	استادیار	دکتر محمدحسین رسولی فرد	۵- استاد ممتحن داخل دانشگاه
	استادیار	دکتر محمد ابراهیمی	۶- نماینده تحصیلات تکمیلی

دکتر محمدحسین رسولی فرد
مدیر تحصیلات تکمیلی دانشگاه

دکتر حبیب امیری
معاون آموزشی و تحصیلات تکمیلی
دانشگاه علوم

چکیده

بسیاری صنایع مانند رنگرزی، نساجی، کاغذسازی، فرش و صنایع چاپ از رنگ استفاده می‌کنند. از آن جا که کارخانه‌ها مواد شیمیایی فرآوانی مصرف می‌کنند، پسماندهای ناشی از این صنایع به عنوان آلاینده تلقی می‌شوند. پساب این صنایع اغلب حاوی روغن، واکس، عناصر فلزی سنگین، سورفاکتانت‌ها، مواد معلق و رنگ‌ها (آلی و معدنی) هستند. روش‌های جذب در محدوده‌ی وسیعی برای حذف آلاینده‌ها به کار می‌روند، به‌ویژه آن دسته از آلاینده‌ها که تجزیه ناپذیرند. در بین این مواد، رنگ‌ها اولین آلاینده‌هایی هستند که به راحتی در پساب تشخیص داده می‌شوند. این دسته بسیار سخت از بین می‌روند و بر اساس ساختار مولکولی پیچیده‌ی خود بسیار دیر تجزیه می‌شوند. در مطالعه‌های اخیر جاذب‌های متعددی جهت حذف رنگ‌ها مانند کیتین، چیتوسان، چوب، تورب، پوست موز، خاک اره و پسماندهای کشاورزی به عنوان موادی ارزان قیمت و مناسب استفاده شده‌اند.

در این مطالعه، جاذب‌های ارزان قیمت، در دسترس و تجدیدپذیر؛ خمیر روزنامه، گیاه آزولا و لیف درخت خرما برای حذف رنگ‌زای پایه ردآمین ۶جی استفاده شده‌اند. خمیر روزنامه جاذبی سلولزی با عملکرد بالا است. آزولا فیلیکولوپدس نیز در دریای خزر در شمال ایران، به‌ویژه در نواحی جنوبی و در مرداب انزلی به عنوان گونه‌ای مهاجم شناخته شده است. استفاده از این گیاه هم به فرآیند رنگ‌زدایی کمک می‌کند و هم در جهت کاهش مشکلات ناشی از این گیاه در شمال ایران موثر خواهد بود. درخت خرما نیز به عنوان گونه‌ای بومی در نواحی جنوبی و مرکزی ایران رشد می‌کند. یکی از پسماندهای ناشی از چیدن خرما، لیف آن است.

محللول ردآمین ۶جی با این جاذب‌ها به طور قابل توجهی رنگزدایی شد. شرایط بهینه جذب بدست آمد. با در نظر گرفتن اثر غلظت رنگزا (۱۰، ۳۰ و ۵۰ میلی گرم بر لیتر)، pH محللول (۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۷، ۸، ۹)، در زمان‌های (۱ تا ۶۰ دقیقه)، اثر مقادیر مختلف جاذب (۱/۰ تا ۵/۰ گرم) و بررسی اثر نمک‌های مختلف (NaNO_3 ، KNO_3 ، ...) در حدود ۷۵-۹۵٪ حذف رنگ را شاهد بودیم. pH بهینه برای سه غلظت رنگزا در حدود ۵/۰±۶، زمان مناسب ۲۰ دقیقه، مقدار جاذب ۰/۳۵ گرم بر لیتر ارزیابی شد. نتایج حاصل حاکی از حذف موثر و بالای جاذب بودند. مزایای این مطالعه این است که از موادی به عنوان جاذب بهره بردیم که هر کدام مشکلی را در طبیعت به وجود آورده‌اند.

پیشگفتار

در سال‌های اخیر پالایش آب در جوامع مختلف بسیار مورد توجه بوده است. از آن‌جا که جوامع صنعتی در اغلب موارد با مشکلات تصفیه پساب صنایع خود مواجه بوده‌اند، تلاش‌های چشم‌گیری در این راستا داشته‌اند. در طی سال‌های متمادی و شناسایی عوارض مواد موجود در پساب، روش‌هایی متناسب‌تر، کم‌خطرتر، و اقتصادی‌تر وارد عرصه‌ی سالم‌سازی آب‌ها شده است. از عمده مواد سمی و مضر شناخته شده، رنگزها هستند که علاوه بر ایجاد تغییر در ظاهر آب به آن ویژگی سمیت برای انسان و جانداران مختلف را می‌دهد و قادر است چرخه حیات را مختل کند. گستره‌ی وسیعی از این مواد در پساب بسیاری از صنایع رنگرزی، چرم‌سازی، نساجی و غیره مشاهده می‌شود.

روش‌های متعدد فیزیکی، شیمیایی و زیستی برای حذف این مواد به کار گرفته شد که هر کدام مزایا و معایب خاص خود را داشتند. از بین این روش‌ها جذب سطحی یکی از مناسب‌ترین راهکارهاست که در حین سرعت و عملکرد بالا از صرفه اقتصادی نیز برخوردار است. جاذب‌های متنوعی نیز با مطالعات گسترده در این زمینه معرفی شده‌اند که بهترین دسته‌ی آن‌ها جاذب‌های طبیعی و زیستی هستند که سازگاری قابل توجهی با محیط زیست دارند. آن‌چه در این‌جا حایز اهمیت است استفاده از موادی است که در محیط زیست مشکل‌ساز بوده و یا مواد زاید ناشی از چرخه‌های طبیعی هستند.

در این مطالعه با بهره‌گیری از این الگو، به معرفی سه جاذب جدید، کارآمد و طبیعی؛ خمیر روزنامه، گیاه آزولا و لیف درخت نخل در حذف نوع خاصی از رنگزاهای پایه (ردآمین ۶جی) پرداخته‌ایم.

فهرست مطالب



فصل اول: طرح تحقیق

۱	۱ - مقدمه، بیان موضوع و سوالات تحقیق
۳	۲ - فرضیه‌های تحقیق
۴	۳ - ضرورت تحقیق
۵	۴ - اهداف پژوهش
۵	۵ - قلمرو موضوعی تحقیق
۶	۶ - روش پژوهش و مراحل انجام آن
۷	۷ - ابزار گردآوری اطلاعات
۷	۸ - موانع و محدودیت‌های پژوهشی
۸	۹ - مفاهیم و واژه‌های کلیدی
۹	۱۰ - پیشینه پژوهشی

فصل دوم: ادبیات موضوعی

۱۷	۲ - رنگ‌ها
۱۹	۲ - طبقه‌بندی رنگ‌ها بر اساس روش رنگ‌رزی
۱۹	۲ - رنگ‌های مستقیم یا رنگ‌های جوهری
۱۹	۲ - رنگ دانه‌ای

- ۲۰ رنگ خمیری - ۳ + + ۲
- ۲۰ رنگ واکنشی - ۴ + + ۲
- ۲۰ رنگ پخش شونده - ۵ + + ۲
- ۲۱ طبقه‌بندی رنگ‌ها از نظر کاربرد - ۲ + ۲
- ۲۱ رنگ‌های گروه اول - + ۲ + ۲
- ۲۱ ✓ رنگ‌های اسیدی
- ۲۱ ✓ رنگ‌های بازی
- ۲۲ ✓ رنگ‌های مستقیم
- ۲۲ ✓ رنگ‌های پخش شونده
- ۲۳ رنگ‌های گروه دوم - ۲ ۲ + ۲
- ۲۳ ✓ رنگ‌های گوگردی
- ۲۴ ✓ رنگ‌های خمی
- ۲۴ ✓ رنگ‌های آزوئیک
- ۲۴ ✓ رنگ‌های رآکتیو
- ۲۵ ✓ رنگ‌های دندان‌های (رنگ‌های کروم دار یا متاکروم)
- ۲۵ ✓ رنگ‌دانه‌ها
- ۲۵ ✓ درخشان‌کننده‌های فلورسنتی
- ۲۶ - ۴ ۲ عوارض زیست‌محیطی رنگ‌های مصنوعی
- ۲۷ - ۳ ۲ رنگ‌دایی از پس‌آب‌ها
- ۲۹ - + ۳ ۲ تصفیه زیستی
- ۲۹ - ۲ ۳ ۲ تصفیه شیمیایی

۳۰	تصفیه فیزیکی - ۴ ۳ ۲
۳۰	جذب سطحی - ۱ ۴ ۳ ۲
۳۲	جاذب‌ها و انواع آن‌ها - ۴ ۴ ۳ ۲
۳۳	● جاذب‌های مصنوعی
۳۳	● جاذب‌های طبیعی
۳۴	✓ کربن فعال تجاری
۳۴	✓ جاذب‌های ارزان‌قیمت نامتعارف
۳۵	✓ پسماندهای کشاورزی و صنعتی
۳۶	✓ مواد طبیعی
۳۶	۱. رس
۳۷	۲. مواد سیلیسی
۳۷	۳. زئولیت
۳۸	✓ جاذب‌های زیستی
۳۸	۱. کیتین و چیتوسان
۳۹	۲. تورب
۳۹	۳. زیست‌توده
۴۰	✓ جاذب‌های به کار رفته در این مطالعه
۴۰	۱. خمیر کاغذ
۴۱	۲. گیاه آزولا
۴۳	۳. درخت نخل
۴۳	ویژگی کلی جاذب‌ها - ۳ ۳ ۳ ۲

۴۵ - ۴ ۲ - معرفی کار حاضر

فصل سوم: مواد و روش‌ها

۴۶ - ۳ ۱ - آماده‌سازی جاذب‌ها

۴۶ - ۳ ۱-۱ - خمیر روزنامه

۴۶ - ۳ ۱-۲ - آزولا

۴۷ - ۳ ۱-۳ - لیف درخت نخل

۴۷ - ۳ ۲ - تهیه محلول رنگزا

۴۷ - ۳ ۳ - روش انجام آزمایش‌های جذب به صورت ناپیوسته

۴۸ - ۳ ۴ - محاسبه ظرفیت جذب

۴۹ - ۳ ۵ - هم‌دماهای جذب و مدل‌های مربوط

۴۹ - ۳ ۵-۱ - هم‌دمای لانگ‌مویر

۵۰ - ۳ ۵-۲ - هم‌دمای فروندلیچ

۵۱ - ۳ ۵-۳ - هم‌دمای بت

۵۱ - ۳ ۶ - سینتیک جذب

فصل چهارم: نتایج و بحث

۵۳ - ۴ ۱-۱ - آزمایش‌های اولیه جهت تعیین کارایی جاذب

۵۴ - ۴ ۲-۲ - طیف FT-IR جاذب‌ها

۵۶ - ۴ ۳-۳ - مطالعه اثر pH

۵۹ - ۴ ۴-۴ - بررسی اثر مقدار جاذب

۶۱ - ۴ ۵-۵ - اثر زمان تماس جاذب و رنگزا

۶۳ - ۴ ۶-۶ - اثر قدرت یونی محیط بر جذب رنگزا

۶۵ ۷-۴- مطالعه‌ی سینتیک جذب

۶۸ ۸-۴- هم‌دماهای جذب

فصل پنجم: پیشنهادات و جمع بندی

۷۵ ۱-۵- پیشنهادات

۷۷ ۲-۵- جمع بندی

۷۷ ۳-۵- نتیجه گیری

۷۹ منابع

فهرست جدول‌ها



۱۸	جدول (۱-۲) طبقه‌بندی رنگ‌ها بر حسب استفاده
۲۸	جدول (۲-۲) روش‌های حذف رنگ
۵۴	جدول (۱-۴) جاذب‌های مورد بررسی در مطالعات اولیه
۶۷	جدول (۲-۴) ضرایب هم‌بستگی معادله شبه درجه دوم برای جذب سطحی R6G
۷۳	جدول (۳-۴) گزیده‌ای از ثابت‌های به دست آمده از ایزوترم لانگ‌مویر بررسی شده در جذب R6G
۷۳	جدول (۴-۴) گزیده‌ای از ثابت‌های به دست آمده از ایزوترم فروندلیچ بررسی شده در جذب R6G
۷۴	جدول (۵-۴) گزیده‌ای از ثابت‌های به دست آمده از ایزوترم بت بررسی شده در جذب R6G

فهرست شکل‌ها و نمودارها



۴۷	شکل (۱-۳) ساختار مولکولی ردآمین ۶ جی.
۵۵	نمودار (۱-۴) طیف FT-IR گیاه آزولا
۵۵	نمودار (۲-۴) طیف FT-IR خمیر روزنامه
۵۶	نمودار (۳-۴) طیف FT-IR لیف خرما
۵۷	نمودار (۴-۴) اثر pH در جذب R6G توسط خمیر روزنامه
۵۸	نمودار (۵-۴) اثر pH در جذب R6G توسط آزولا
۵۸	نمودار (۶-۴) اثر pH در جذب R6G توسط لیف خرما
۵۹	نمودار (۷-۴) اثر مقدار جاذب در جذب R6G توسط خمیر روزنامه
۶۰	نمودار (۸-۴) اثر مقدار جاذب در جذب R6G توسط آزولا
۶۰	نمودار (۹-۴) اثر مقدار جاذب در جذب R6G توسط لیف خرما
۶۱	نمودار (۱۰-۴) اثر زمان تماس جاذب و رنگزا بر جذب R6G توسط خمیر روزنامه
۶۲	نمودار (۱۱-۴) اثر زمان تماس جاذب و رنگزا بر جذب R6G توسط آزولا
۶۲	نمودار (۱۲-۴) اثر زمان تماس جاذب و رنگزا بر جذب R6G توسط لیف خرما
۶۳	نمودار (۱۳-۴) بررسی قدرت یونی محیط بر جذب محلول توسط خمیر روزنامه
۶۴	نمودار (۱۴-۴) بررسی قدرت یونی محیط بر جذب محلول توسط آزولا

۶۴	نمودار (۴-۱۵) بررسی قدرت یونی محیط بر جذب محلول توسط لیف خرما
۶۶	نمودار (۴-۱۶) مدل سازی سینتیک جذب سطحی رنگزا توسط خمیر روزنامه با استفاده از معادله سینتیکی شبه درجه دوم.
۶۶	نمودار (۴-۱۷) مدل سازی سینتیک جذب سطحی رنگزا توسط آزولا با استفاده از معادله سینتیکی شبه درجه دوم.
۶۷	نمودار (۴-۱۸) مدل سازی سینتیک جذب سطحی رنگزا توسط لیف خرما با استفاده از معادله سینتیکی شبه درجه دوم.
۶۹	نمودار (۴-۱۹) ایزوترم لانگمویر در جذب رنگزا توسط خمیر روزنامه در مقدار مختلف آن
۶۹	نمودار (۴-۲۰) ایزوترم فروندلیچ در جذب رنگزا توسط خمیر روزنامه در مقدار مختلف آن
۷۰	نمودار (۴-۲۱) ایزوترم بت در جذب رنگزا توسط خمیر روزنامه در مقدار مختلف آن
۷۰	نمودار (۴-۲۲) ایزوترم لانگمویر در جذب رنگزا توسط آزولا در میزان غلظت رنگ ۱۰ mg/l
۷۱	نمودار (۴-۲۳) ایزوترم لانگمویر در جذب رنگزا توسط آزولا در میزان غلظت رنگ ۳۰ mg/l
۷۱	نمودار (۴-۲۴) ایزوترم لانگمویر در جذب رنگزا توسط آزولا در میزان غلظت رنگ ۵۰ mg/l
۷۲	نمودار (۴-۲۵) ایزوترم بت در جذب رنگزا توسط آزولا در میزان غلظت رنگ ۱۰ mg/l

۷۲	نمودار (۴-۲۶) ایزوترم فروندلیچ در جذب رنگزا توسط آزولا در میزان غلظت رنگ ۱۰ mg/l
----	---

فصل اول: طرح تحقیق

۱-۱- مقدمه، بیان موضوع و سوال‌های تحقیق

حفاظت از منابع طبیعی همواره یکی از چالش‌های زندگی بشر بوده است و طی دهه‌های اخیر تمایل به حفظ پایداری محیط زیست بسیار مورد توجه قرار گرفته است. یکی از این منابع حایز اهمیت آب است. ۶۰ درصد وزن بدن انسان را آب تشکیل می‌دهد. وجود آب در یک محیط سبب شکل‌گیری تمدن و پیشرفت و از سویی موجب بروز جنگ‌های سخت و طولانی در طول قرون و اعصار بوده است.

امروزه مشکل اصلی بیش‌تر کشورهای در حال توسعه آلودگی آب است. مواد سمی و خطرناکی هم‌چون مواد آلی و فلزات سنگین در پساب‌های صنایع مختلف مانند صنعت نساجی، کاغذسازی، نقاشی، چرم، پلاستیک، صنایع آرایشی و غذایی یافت می‌شود. رنگ‌ها و رنگدانه‌ها در بین مواد آلی از جمله موادی هستند که باعث سرطان‌زایی می‌شوند (Monash and Pugazhenth, 2009). در حدود ۱۰ الی ۱۵ درصد رنگزاهای صنعتی در فرآیند رنگرزی بدون استفاده مانده و وارد محیط زیست می‌شوند (Mahmoodi et al., 2005). بیش‌تر رنگزاهای به دلیل ساختار مولکولی پیچیده‌ی خود در برابر نور و گرما پایدار و از نظر بیولوژیکی تجزیه‌ناپذیر هستند. مقادیر بسیار کم رنگزاهای در آب قابل تشخیص و نامطلوب‌اند و از نظر ظاهری وضعیت نامطلوبی در آب ایجاد می‌کنند (Mckay, 1982). رنگ‌زدایی از پساب صنایع یکی از مشکلات

محیط زیست در اغلب کشورهای است و قوانین زیست محیطی اجرای آن را اجباری نموده است (Neill et al., 1999).

از دیرباز برای از بین بردن آلاینده‌ها روش‌هایی به کار گرفته شده است، در ایران در دوره هخامنشیان آب را جهت شرب می‌جوشانند و در تخت جمشید نیز آثاری از جمع‌آوری فاضلاب به چشم می‌خورد. مصریان قدیم نیز در ۴۰۰۰ سال پیش از میلاد با استفاده از زاج سفید آب را تصفیه می‌کردند (Baker and Taras, 1981).

در سال‌های اخیر روش‌های گوناگونی جهت حذف رنگ‌های آلی از پساب صنایع به کار گرفته شده است که می‌توان به اکسایش شیمیایی، لخته‌سازی، نورکافت، جذب سطحی، اسمز معکوس و... اشاره کرد. اغلب این روش‌ها از جنبه‌ی عملکرد در مناطق وسیع صرفه‌ی اقتصادی ندارند (Chen et al., 2007). در این میان استفاده از جذب سطحی به عنوان روشی با کارایی بالا و ارزان قیمت رو به گسترش است. امروزه از انواع پسماندهای صنایع غذایی و کشاورزی هم‌چون چلتوک برنج، کیتوسان، پوست موز، خاکاره، ساقه‌ی نیشکر و پوست پرتقال به عنوان جاذب در حذف رنگ‌ها از منابع آبی بهره می‌برند (Neill et al., 1999). این پسماندها حاوی گروه‌های پلی‌ساکارید و پروتیین هستند که گروه‌های عاملی هم‌چون کربوکسیل، هیدروکسیل و فسفات دارند که می‌توانند در جذب رنگ‌ها استفاده شوند (آرامی و همکاران، ۱۳۸۴).

رنگ ردآمین ۶ جی^۱ (R6G) که در این جا مورد بحث قرار گرفته است در صنایع مختلف کاربرد دارد. در این مطالعه از جاذب‌های طبیعی سازگار با محیط زیست از جمله خمیر روزنامه، گیاه آذولا، لیف درخت‌های نخل جنوب ایران استفاده شده است. بنابراین می‌توان با استفاده از

1. Rhodamine6G

این مواد بازیافتی هم در هزینه‌ها صرفه جویی کرد و هم میزان مواد زاید جامد را کاهش داد تا پیامدهای منفی آن به حداقل ممکن برسد. با انتخاب جاذب مناسب، عامل‌های موثر بر جذب رنگ هم‌چون pH، زمان تماس، غلظت رنگزا و مقدار جاذب در میزان رنگبری بررسی می‌شود. پرسش‌های اساسی که در این کار می‌بایست پاسخ داده شوند عبارت‌اند از:

۱. آیا با استفاده از مواد طبیعی می‌توان رنگ R6G را از محلول آبی جدا کرد؟

۲. عامل موثر در جذب رنگ چیست؟

۳. ایزوترم جذب از چه مدلی تبعیت می‌کند؟

۴. سینتیک جذب چگونه است؟

۵. آیا می‌توان از این جاذب‌ها در حذف رنگ‌ها از پساب‌های صنعتی استفاده کرد؟

۱-۲- فرضیه های تحقیق

۱. غلظت رنگزها در پساب برخی صنایع بیش‌تر از میزان مجاز آنها است و باید توجه داشت که حداکثر مجاز غلظت مواد شیمیایی در مناطق گوناگون متفاوت است و در برخی نقاط، مقررات ایجاب می‌کند که برای این پساب‌ها دستگاه‌های تصفیه نصب شود. این روش - های تصفیه می‌توانند سازگار با محیط زیست باشند.

۲. پسماندهای صنایع مختلف در حذف رنگزها به کار برده شده است. فرآیند جذب سطحی یکی از روش‌های مناسب در این زمینه است. بنابراین می‌توان از پسماند صنعت مورد نظر به عنوان جاذب طبیعی و ارزان قیمت برای تصفیه پساب همان صنعت یا پساب سایر صنایع استفاده کرد.

۳. پسماند صنایع غذایی حاوی گروه‌های عاملی می‌باشد که توانایی جذب رنگزها را دارند. این مواد با داشتن گروه‌های عاملی خاص قادر به حذف رنگزها هستند. در عین حال که خود ماده‌ای زاید تلقی می‌شوند به عنوان جاذب می‌توانند در بی‌خطرسازی بسیاری آلاینده‌ها از قبیل رنگزها موثر باشند.

۴. استفاده مجدد از روزنامه باطله و پسماندهای صنایع. با رسیدن به این فرضیه هم به فرآیند بازیافت مواد یاری رسانده و هم رنگزها را از طبیعت حذف خواهیم کرد. امید است تا با به کارگیری پسماندهای صنعتی و طبیعی معرفی شده در این مطالعه بتوان بازیافت این مواد را تسریع کرد و مشکلات ناشی از دفع پساب‌های مذکور را نیز مرتفع کرد.

۱-۳- ضرورت تحقیق

این مطالعه به ارایه راه‌حلی جدید جهت بازیافت روزنامه باطله و لیف درخت نخل به عنوان پسماندهای جامد می‌پردازد. از سوی دیگر روشی جهت از بین بردن مشکلات ناشی از گیاه آزولا در شمال ایران است. نتایج این تحقیق در مدیریت پساب‌های صنعتی (نساجی، رنگ سازی، کنستانتره و چرم) می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. سازمان آب و فاضلاب استان‌های