

طراحی و ساخت صفحات بیوکامپوزیتی هسته-پوسته به منظور حذف پساب رنگ‌های آزو در صنعت نساجی

مریم حلوایی^{۱*}، ستایش حاجب، سارا ذوالفقاری

۱- استاد راهنما maryamhalvaiy1978@gmail.com

۲- دانش آموز سمپاد SetayeshHajab@gmail.com

۳- دانش آموز سمپاد sarazolfaghari182@gmail.com

خلاصه:

آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌وقفه مواد شیمیایی که برخی از آن‌ها سمی و سرطان‌زا هستند، افزایش یافته است. صنایع نساجی یکی از بزرگترین آلوده‌کنندگان محیط زیست به شمار می‌آیند که پساب‌های آنها حاوی مواد شیمیایی مختلف از جمله رنگ‌ها، فلزات سنگین و مواد آلی با ساختارهای حلقوی است. رنگ‌ها به میزان فراوانی در صنایع مختلف از جمله نساجی استفاده می‌شوند و ۶۰-۷۰ درصد از این رنگ‌ها را رنگ‌های آزو تشکیل می‌دهند. رنگ‌های موجود در پساب‌ها در مقابل روش‌های معمول تصفیه مقاوم هستند و هیچ‌کدام از روش‌ها نمی‌توانند آن‌ها را به طور صددرصد جذب و از محیط خارج کنند. با استفاده از هسته و پوسته انار صفحات بیوکامپوزیتی طراحی کرده تا علاوه بر حذف رنگ‌های نساجی، آن را به راحتی از محیط خارج سازند. استفاده از بیوکامپوزیت انار می‌تواند روشی جدید، بهتر و بهینه‌تر از روش‌های قبلی برای تصفیه رنگ‌های شیمیایی باشد که هم ایمن برای محیط زیست است و هم از نظر اقتصادی مقرون به صرفه است. روش کار در این پروژه دانه‌ها و پوست‌های انار خشک شده در محیطی با گرمای غیرمستقیم را به طور جداگانه آسیاب شده و به آزمایشگاه منتقل گردید. نانوذرات آهن به روش شیمیایی تولید شد. عصاره‌گیری از هسته انار و نانو کردن آن با مونتوریلونیت انجام شد. نتایج نشان می‌دهد که نانوذرات مغناطیسی پوست انار قادراند تا حدود ۸۰٪ رنگ‌های صنعتی (اسیدی و اپوکسی) را در طی ۷ روز جذب کنند. جذب رنگ در ابتدا سریع بوده و بعد از روز پنجم کاهش می‌یابد. این نشان‌دهنده پایداری نانوذره‌ها و رسیدن به تعادل در جذب رنگ است.

کلمات کلیدی:

پوست و هسته انار / نانو ذره آهن مغناطیسی / بیوکامپوزیت انار / پساب نساجی

۱. مقدمه

فاضلاب‌های صنعتی یکی از منابع مهم آلاینده محیط زیست به شمار می‌روند؛ به طوری که گاهی غلظت COD تقاضای شیمیایی اکسیژن (و) BOD تقاضای بیولوژیکی اکسیژن (یا غلظت ترکیبات موجود در آن‌ها مانند فلزات سنگین، رنگ‌ها و ترکیبات آلی، به ده‌ها هزار میلی‌گرم در لیتر می‌رسد. امروزه رنگ‌ها از مهم‌ترین آلاینده‌های زیست‌محیطی خطرناک در صنایع مختلف از جمله نساجی محسوب می‌شوند و سبب آلودگی محیط زیست می‌گردند. حدود ۶۰ تا ۷۰ درصد این رنگ‌ها را رنگ‌های آزو تشکیل می‌دهند. معمولاً در حین تولید و استفاده، حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد از این رنگ‌ها به محیط وارد می‌شود [3].

رنگ‌های موجود در پساب نساجی در برابر روش‌های معمول تصفیه مقاوم هستند و اغلب روش‌های فعلی توانایی حذف کامل آن‌ها را ندارند. روش‌های زیستی به دلیل سازگاری با طبیعت، عدم نیاز به مواد شیمیایی، راهبری آسان و هزینه کمتر، در حذف رنگ‌های موجود در پساب‌های صنعتی دارای اهمیت ویژه‌ای هستند. با توجه به حجم بالای ضایعات زیستی که دور ریخته می‌شوند، طراحی بیوکامپوزیت‌هایی از این ضایعات می‌تواند راهکاری مناسب، ایمن و مقرون‌به‌صرفه برای تصفیه باشد. این ترکیبات زیستی می‌توانند رنگ‌های شیمیایی را با بازدهی بالا جذب کرده و مشکلات زیست‌محیطی را به شکل مؤثری کاهش دهند. استفاده از بیوکامپوزیت انار، به‌عنوان روشی جدید، می‌تواند جایگزینی بهینه برای روش‌های پیشین رنگ‌های شیمیایی باشد. در سطح جهانی، آگاهی درباره آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از کاربرد بی‌رویه مواد شیمیایی افزایش یافته است. برخی از این مواد سمی و سرطان‌زا هستند. در صنایع مختلف مانند نساجی، چاپ، داروسازی، تولید اسباب‌بازی و کاغذسازی، کاربرد گسترده‌ای دارند [1]. صنایع نساجی یکی از بزرگ‌ترین مصرف‌کنندگان آب هستند که حجم عظیمی از پساب را به محیط تخلیه می‌کنند و این پساب‌ها حاوی انواع مواد شیمیایی، رنگ‌ها، فلزات سنگین، املاح و ترکیبات آلی حلقوی هستند [40]. مواد رنگی موجود در پساب، آلودگی شدیدی ایجاد کرده و خطرات جدی برای موجودات زنده دارند. این مواد علاوه بر ایجاد ظاهری نامطلوب در آب، مانع سنتز فتوشیمیایی اکسیژن شده و عملکرد زیستی محیط‌های آبی را مختل می‌کنند [1]. همچنین موجب آلودگی آب‌های سطحی و زیرزمینی، آسیب به گونه‌های گیاهی و جانوری، نفوذ در محصولات کشاورزی و در نهایت ایجاد بیماری در انسان می‌شوند [3]. امروزه برای تصفیه پساب‌های نساجی از روش‌هایی مانند گیاه‌پالایی [4]، انعقاد الکتریکی [5]، کربن فعال [6]، روش‌های الکتروشیمیایی [7] و سایر تکنیک‌ها استفاده می‌شود. در همین راستا، پژوهشگران اقدام به طراحی صفحات بیوکامپوزیتی با استفاده از پوست و هسته انار نموده‌اند که قابلیت حذف رنگ‌ها از پساب نساجی را داشته و به‌راحتی از محیط خارج می‌شوند. با تولید انبوه این صفحات، می‌توان گام مؤثری در کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی برداشت و حتی امکان بازیابی رنگ‌ها برای استفاده مجدد در چرخه تولید فراهم گردد.

امروزه روش‌های گوناگونی برای حذف رنگ‌ها از پساب‌ها به کار می‌رود. از جمله این روش‌ها می‌توان به جذب سطحی، الکتروشیمیایی، اکسایش نوری، اسمز معکوس، فیلتراسیون، ازن‌دهی، تبادل یونی و ... اشاره کرد. در میان این روش‌ها، جذب سطحی به دلیل هزینه اولیه پایین، طراحی آسان، انعطاف‌پذیری و سادگی در عملیات نسبت به دیگر روش‌ها ارجحیت دارد. [49] همچنین استفاده از زیست‌جاذب‌هایی مانند توده‌های زیستی قارچی یا باکتریایی و زیست‌پلیمرهای طبیعی (نظیر زغال

سنگ، پوسته گندم، خاکاره و (...و گیاهدرمانی نیز مورد توجه قرار گرفته است [44]. با این حال، تاکنون هیچ فرآیند واحدی برای تصفیه کامل و کارآمد پسابها ارائه نشده که بتواند تمامی آلایندهها را، با توجه به پیچیدگی طبیعی آنها، حذف کند. [46] از جمله روشهای موجود می توان به فرآیندهایی مانند تجمع ذرات، صاف کردن، سیستمهای تبادل یونی، فرآیندهای غشایی، کربن فعال، الکترودیالیز، روشهای بیولوژیکی و اکسیداسیون الکتروشیمیایی اشاره کرد که هرکدام مزایا و محدودیتهای خاص خود را دارند. در سالهای اخیر، استفاده از جاذبهای طبیعی به دلیل آسیب کمتر به محیط زیست و در دسترس بودن، مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. از جمله این جاذبهای طبیعی کمهزینه می توان به باگاس نیشکر، پوست میوه، ضایعات تخم مرغ و ... اشاره کرد [49].

ایران از نظر تولید میوه انار در خاورمیانه رتبه اول و در جهان در جایگاه هشتم قرار دارد. انار در ایران محصولی بومی به شمار می رود که در مناطق مختلف کشور کشت می شود و برخی از گونه های آن تنها در ایران یافت می شوند. به عنوان مثال، تنوع خربزه ها، خیارها، انگورها، زردآلوه ها، انارها، سیب ها، پرتقال ها، انجیرها، پسته ها، بادام ها، گردوها، فندق ها و زیتون ها در کشور بسیار بالا است. انار، گیاهی چندمنظوره است که در حوزه های تغذیه، پزشکی، باغبانی، فضای سبز و محیط زیست نقش مهمی ایفا می کند. قدمت کشت این گیاه به ایران و مصر باستان بازمی گردد و در متون مذهبی مانند انجیل و قرآن نیز به آن اشاره شده است. این گیاه در تیره انار قرار دارد و دارای انواع و ارقام مختلفی است که در کشورهای مختلف با نامهای متفاوت شناخته می شود. [51]

انار از نوع میوه های سته است و گونه های آن شامل انارهای خوراکی (*P.granatum*) و غیرخوراکی (*P.protopunica*) در خانواده Punicaceae قرار دارند. شواهد تاریخی، آثار باستانی و نوشته های مورخین از جمله حجاری های تخت جمشید، گویای بومی بودن انار در ایران است. در استان خراسان نیز انار به عنوان یکی از مهم ترین منابع اقتصادی کشاورزان به شمار می رود؛ به ویژه در شهرستان های حاشیه کویر که سطح زیرکشت بالایی دارند. وارپته هایی مانند بجستونی، شیشه کپ و شیرین قند کاشمیری که ارزش صادراتی دارند، موجب رونق اقتصادی این محصول در استان شده اند [50].

مواد و روش کار :

ماده	نوع / ویژگی	مقدار
آهن (III) کلرید	_____	۵/۴ گرم
آهن (II) سولفات	_____	۲/۸ گرم
سدیم هیدروکسید	_____	۳/۲ گرم
دانه انار	خشک شده	۱ کیلوگرم
پوست انار	خشک شده	۱ کیلوگرم
مونت موری	_____	۲۰ گرم
عصاره هسته انار	_____	۲۰۰ سی سی

فاز اول: (روند خرید انار و رنگ)

ایران یکی از صادر کنندگان انار است یعنی در ایران به وفور یافت می شود. انار یک میوه پاییزی است که میتوان آن را در فصول پاییز و زمستان و حتی اوایل بهار یافت و برای خرید آن اقدام کرد. پژوهشگران در این پروژه از تفاله های انار در آبمیوه گیری استفاده کرده اند. خرید رنگ های از شرکت الوان ثابت برای انجام آزمایش بر روی آن ها.

فاز دوم: (شست و شو و خشک کردن)

طی این مرحله پژوهشگران دانه ها و هسته های انار را کاملاً شست و شو داد شد تا عاری از میکروب و باکتری شود و هیچ گوشته ای اطراف هسته انار وجود نداشته باشد. در آخر هسته ها و پوست ها را در سینی های استریل شده ریخته و در معرض گرمای غیر مستقیم قرار داده شد تا خشک شوند.

فاز سوم: (آسیاب دانه ها و پوست ها)

با آسیاب صنعتی که مناسب این کار است دانه و پوست انار را به صورت جداگانه به طور کامل آسیاب گردید. در آخر آنها را در ظرف هایی جداگانه می ریزند و به آزمایشگاه جهت تولید نانو کامپوزیت می برند.

فاز چهارم: (تولید نانو پارتیکل آهن)

تهیه نانوذرات مغناطیسی طبق واکنشاتی و طی شش گام متوالی انجام می شود. گام اول محلول ظرف آهن سولفات به ظرف آهن کلرید اضافه گردید. گام دوم محلول ظرف سدیم هیدروکسید به محلول آهن سولفات اضافه گردید و همزده می شود. گام سوم محلول را به مدت ۱ ساعت در دستگاه بن ماری قرار می دهیم. گام پنجم پودر جامد سیاه رنگ حاصل توسط کیف و کاغذ صافی جدا گردد دقت داشته باشید در صورت در دسترس بودن یک آهنربای قوی می توان بجای کاغذ صافی ذرات را با استفاده از آن جدا کرد برای این کار آهنربا از جدار بیرونی ظرف در تماس با مواد مغناطیسی قرار داده می شود. آهنربا مواد را به سمت خود می کشد و می توان مایع اضافی را با کج نمودن ظرف خارج کرد.

فاز پنجم: (نانو کردن ذرات انار)

ساخت نانو ذره انار به کمک مونتئوری لونیت انجام می شود. طی انجام این عمل، پژوهشگران پس از عصاره گیری از هسته انار ۲۰۰ سی سی از عصاره را با ۲۰ گرم از مونتئوری لونیت مخلوط کردند. سپس فرآورده را در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد به مدت ۴۵ دقیقه با همزن مغناطیسی یا انکوواتور همزده و در ادامه مراحل کار، آن را در یخچال در دمای ۴ درجه سانتی گراد نگه داشته می شود.

فاز ششم: (آماده سازی نمونه)

نانوذره های مغناطیسی در یک محلول آبی صنعتی که حاوی رنگ های مورد نظر است، معلق گردید. محلول به مدت ۳ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگه داشته شد.

یافته های پژوهش:

مراحل ساخت نانوذره مغناطیسی به کمک پوست انار و نانوذره مونت موریلونیت:

پوست انار را به میزان ۲۰ گرم پودر کرده در ۱۰۰ سی سی آب و الکل حل کرده سپس در همزن مغناطیسی به مدت یک ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار می‌دهیم. در مرحله بعد در یک ظرف دیگر مونت موریلونیت را به به میزان ۲۰ گرم در ۱۰۰ سی سی آب حل کرده سپس به مخلوط مرحله قبل اضافه می‌کنیم. و مخلوط را در همزن مغناطیسی به مدت یک ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد قرار می‌دهیم. در مرحله بعد یک محلول آبی از $FeCl_3$ به مخلوط افزوده تا مخلوط همگن شود. مخلوط را به خوبی هم زده و سپس در دمای مناسب (حدود ۸۰-۹۰ درجه سانتی‌گراد) به مدت ۳ ساعت خشک گردید تا نانوذره‌ها تشکیل شوند.

آماده‌سازی نمونه:

- نانوذره‌های مغناطیسی در یک محلول آبی صنعتی که حاوی رنگ‌های مورد نظر است، معلق گردید.
- محلول به مدت ۳ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد نگه داشته شد.



آماده سازی رنگ ها برای خوانش جذب

- اندازه‌گیری میزان جذب رنگ:
- میزان جذب رنگ در هر نمونه با استفاده از دستگاه اسپکتروفوتومتر در طول موج ۴۰۰ تا ۷۸۰ نانومتر در محدوده رنگ های منشور اندازه‌گیری شد.
- درصد جذب رنگ محاسبه شد.



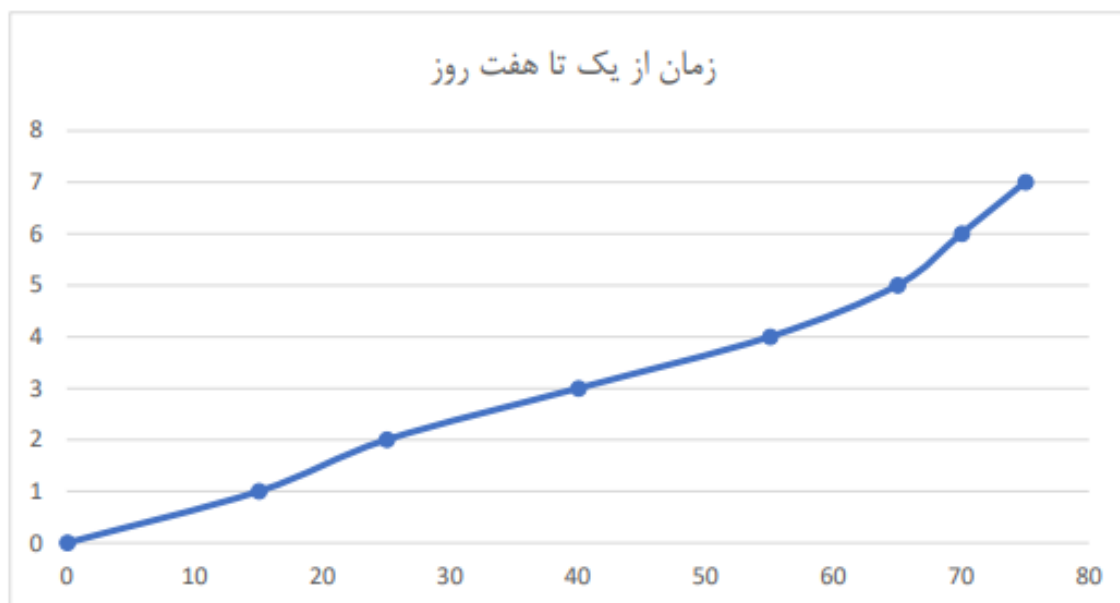
اندازه گیری رهائش رنگ

- تست رهائش رنگ به منظور اندازه گیری میزان درصد حذف رنگ توسط نانوذرات مغناطیسی پوست انار:
- نمونه‌های حاوی نانوذره‌ها را در محلولی با غلظت‌های رقیق شده ۱۰ درصد حاوی رنگ‌های صنعتی وارد شده و در کیسه دیالیز قرار داده می‌شود و میزان جذب رنگ در محلول حاوی بافر فسفات را در دوره‌های زمانی مختلف از ۱ تا ۷ روز اندازه گیری شد.



اندازه گیری رهائش رنگ

زمان از ۱ تا ۷ روز	درصد جذب رنگ اسیدی (%)
0	0
1	15
2	25
3	40
4	55
5	65
6	70
7	75



نتایج نشان میدهد این نانوذره بعد از مدت ۷ روز تا حدود ۸۰ درصد رنگ های صنعتی از محیط را حذف میکند.
۱. روند جذب:

- در ابتدا در روز صفر نانوذره مغناطیسی هیچ رنگی جذب نکرده است.
- جذب رنگ به سرعت افزایش می یابد و در روز ۵ به ۶۵٪ می رسد.
- پس از روز ۵ میزان جذب کاهش می یابد و به تدریج تا روز ۷ به ۷۵٪ می رسد.

۲. رهایش سریع:

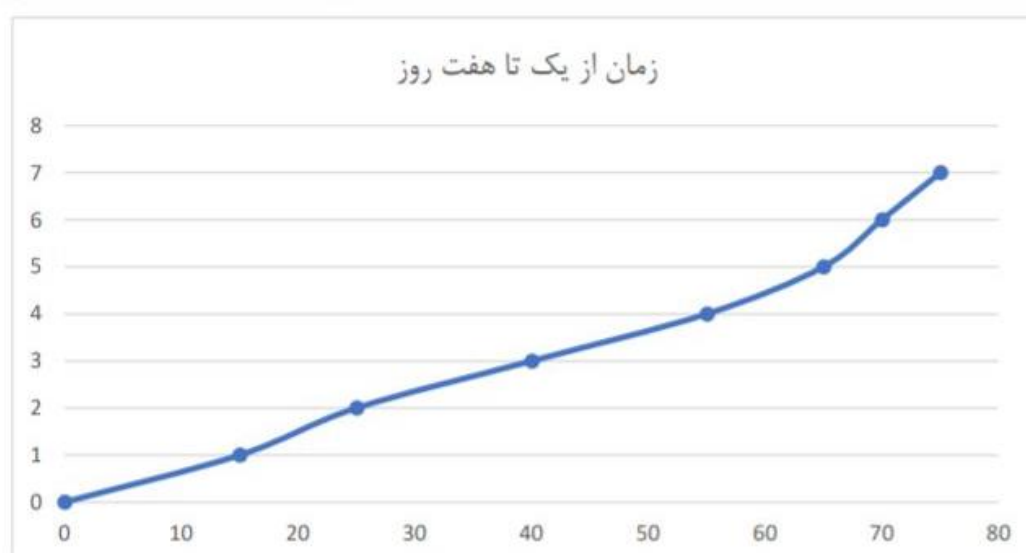
- در ساعات اولیه، جذب رنگ به صورت سریع رخ می دهد که نشان دهنده توانایی بالای نانوذره ها در جذب سریع رنگ های صنعتی است.

۳. پایداری:

- در روز ۷ درصد جذب رنگ به آرامی افزایش می یابد که نشان دهنده رسیدن به حالت تعادل و پایداری نانوذره ها در جذب رنگ است.

اندازه گیری رهائش رنگ اسیدی

زمان از ۱ تا ۷ روز	درصد جذب رنگ اسیدی (%)
0	0
1	15
2	25
3	40
4	55
5	65
6	70
7	75



نتایج نشان میدهد این نانوذره بعد از مدت ۷ روز تا حدود ۸۵ درصد رنگ های صنعتی از محیط را حذف میکند.
۱. روند جذب:

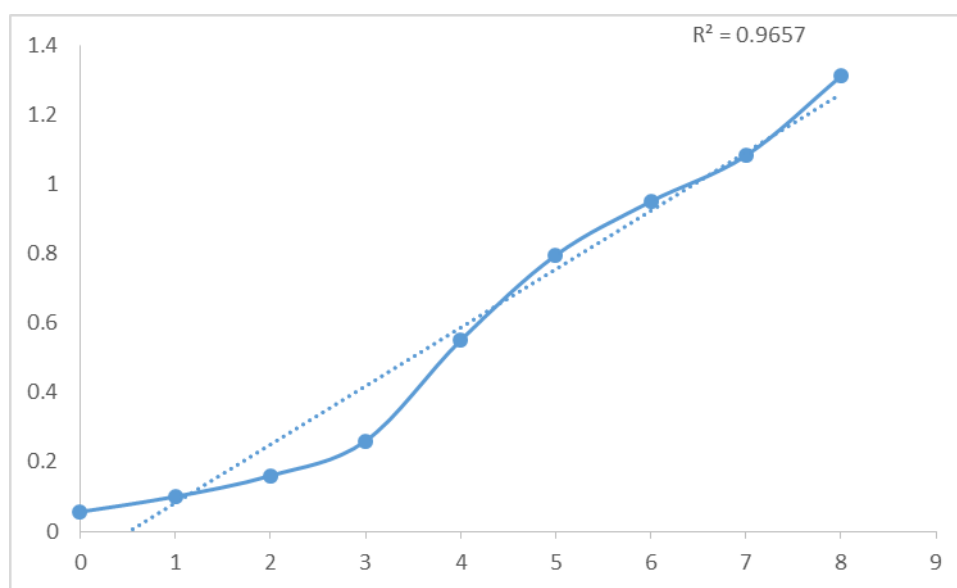
- در ابتدا در روز صفر نانوذره مغناطیسی هیچ رنگی جذب نکرده است.
- جذب رنگ به سرعت افزایش می یابد و در روز ۵ به ۶۰٪ می رسد.
- پس از روز ۵ میزان جذب کاهش می یابد و به تدریج تا روز ۷ به ۸۵٪ می رسد.

۲. رهائش سریع:

- در ساعات اولیه، جذب رنگ به صورت سریع رخ می دهد که نشان دهنده توانایی بالای نانوذره ها در جذب سریع رنگ های صنعتی است.

۳. پایداری:

- در روز ۷ درصد جذب رنگ به آرامی افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده رسیدن به حالت تعادل و پایداری نانوذره‌ها در جذب رنگ است.



نمودار ضریب همبستگی رهائش نشان دهنده بهترین و بهینه ترین میزان رهائش

بحث و نتیجه گیری:

رنگ های آزو یکی از بزرگترین گروه رنگ‌های سنتتیک را به خود اختصاص داده که دارای یک یا تعداد بیشتری باند آزو -N-N- می‌باشند. رنگ‌های آزو معمولا با وجود یک یا چند پیوند آزو (-N-N-) قابل شناسایی می‌باشند.]] از یک منبع طبیعی از ترکیبات فنلی است که حاوی آنتی اکسیدان هایی همچون تانن، فلاونوئید، پلی فنل و... می‌باشد.]] پلی فنون ها می‌توانند با گروه های عاملی رنگ‌های آزو یعنی گروه های -OH، -SO₃H یا -NH₂ پیوند هیدروژنی برقرار کنند که همین پیوند ها سبب تخریب ساختار رنگ آزو مورد نظر و جذب آن توسط بیوکامپوزیست پوست انار می‌شود. این روند یک نوع جذب شیمیایی است که ساختار مولکول ها را دچار تغییراتی می‌کند. پس از تکمیل روند جذب، صفحات به وسیله آهن ربا از پساب جمع و جذب می‌شوند. در واقع وجود هسته نانو پار تیکل آهن که خاصیت مغناطیسی دارد علت اصلی این اتفاق است.

پس از طی مراحل ساخت بیو کامپوزیست هسته پوسته با هسته ی متشکل از نانو پار تیکل آهن و پوسته از نانو ذره پوست انار و نمونه گیری از آنها و در نهایت تست آن بر روی ۳ رنگ نساجی به نتایج زیست دست یافتند: نتایج نشان می‌دهد این نانوذره بعد از مدت ۷ روز تا حدود ۸۰ درصد رنگ های صنعتی از محیط را حذف می‌کند. در ابتدا در روز صفر نانوذره مغناطیسی هیچ رنگی جذب نکرده است. جذب رنگ به سرعت افزایش می‌یابد و در روز ۵ به ۶۵٪ می‌رسد. پس از روز ۵ میزان جذب کاهش می‌یابد و به تدریج تا روز ۷ به ۷۵٪ می‌رسد. در ساعات اولیه، جذب رنگ به

صورت سریع رخ می‌دهد که نشان‌دهنده توانایی بالای نانوذره‌ها در جذب سریع رنگ‌های صنعتی است. در روز ۷ درصد جذب رنگ به آرامی افزایش می‌یابد که نشان‌دهنده رسیدن به حالت تعادل و پایداری نانوذره‌ها در جذب رنگ است.

قدردانی:

سپاس فراوان به درگاه پروردگار تعالی که همواره حامی و یاریگر بندگان و توانا بر هر کاریست. با تقدیر و تشکر فراوان از استاد گرامی سرکار خانم مهندس مریم حلویی که در تمامی مسیر و مراحل مختلف این پروژه صبورانه و کوشا ما را همراهی و راهنمایی کرده و از محضر علمیشان مستفیض گردانیده‌اند. همچنین با تشکر از جناب آقای دکتر سید محمود سید جعفری و سرکار خانم کوثری و سرکار خانم عزیزنژاد گرامی و اساتیدی که در مراحل مختلف این پروژه ما را یاری دادند. و در آخر با تشکر از زحمات پدر، مادر و تمامی کسانی که همواره ما را در مسیر پیشرفت و ترقی همراهی کرده‌اند.

منابع:

- [۱] کاربرد کربن فعال در حذف رنگ پساب های نساجی/آقای جعفر نوری/۱۳۸۰
- [۲] بررسی میزان جذب رنگهای آزو از فاضلابهای صنعتی با استفاده از سپولیت/ آقای سید حسین میر حسینی / ۱۳۹۵
- [۳] جداسازی و بررسی تاثیر باکتری های موجود در خاک و پساب صنایع نساجی در رنگ زدایی از رنگ های صنعتی/ خانم لیلا درویشی و همکاران/۱۳۹۶
- [۴] استفاده از روش گیاه پالایی در تصفیه پساب های صنعتی/آقای نوالله مالنجی/۱۳۹۵
- [۵] بررسی تأثیر کامپوزیت اوره- پودر پوست میوه انار بر مقدار جذب فسفر، آهن و عملکرد دانه در ذرت/خانم ملیحه قربانی و همکاران/۱۳۹۵
- [۶] بررسی فناوری تالاب تصفیه شناور و نقش آن در تصفیه فاضالب صنعت نساجی/خانم فاطمه گلریزخانی/۱۴۰۱
- [۷] تصفیه الکتروشیمیایی پساب صنایع نساجی/خانم مختار آرامی و همکاران/۱۳۷۹
- [۸] کاربرد نانو تکنولوژی در تصفیه آب و پساب نساجی/آقای امیر حسین عابد کرمی و همکاران/۱۳۹۲
- [۹] حذف رنگزا از پساب رنگی نساجی با استفاده از مخروط کاج/آقای محمود نازمحمد و همکاران/۱۳۹۰
- [۱۰] اصلاح خواص ساختاری غشاهای نانوکامپوزیتی برای بهبود جداسازی رنگینه از پساب های نساجی/خانم فاطمه‌دور و همکاران/۱۳۹۸
- [۱۱] رنگبری حذف رنگزا از پساب صنایع نساجی با استفاده از غشای الیاف توخالی پلی آکریلونیتریل/خانم مرجان عباسی و همکاران /۱۳۹۴
- [۱۲] تصفیه فاضلاب کارخانجات نساجی به روش انعقاد الکتریکی/آقای علیرضا نظری علوی و همکاران/۱۴۰۱
- [۱۳] بررسی کارایی پوکه معدنی اصلاح شده با اسید کلریدریک در تصفیه پساب های نساجی/آقای مهدی نوروزی و همکاران/۱۳۹۰
- [۱۴] استفاده از میکروآرگانیسمهای هالوفیل و هالوتولرنت در پاکسازی زیستی پساب کارخانجات نساجی/آقای محمد علی آموزگار و همکاران/۱۳۸۴
- [۱۵] خصوصیات شیمیایی و غلظت برخی عناصر سنگین در پساب واحدهای صنعتی نساجی شهر یزد/آقای حمیدرضا رحمانی/۱۳۸۲

- [۱۶] رنگبری پساب رنگی نساجی با جاذب طبیعی پوسته تمبره‌ندی: بررسی ایزوترم و سینتیک جذب/خانم شوکا خرم فر و همکاران/۱۳۸۸
- [۱۷] بررسی حذف رنگزای کاتیونی از پسابهای نساجی با استفاده از جاذب ارزان قیمت فلدسپار/خانم لیلا میوه ای و همکاران/۱۳۹۵
- [۱۸] اثر عوامل محیطی بر رنگ زدایی دو رنگ آزو در آب با استفاده از فرایندهای اکسیداسیون پیشرفته/ خانم اعظم سالاری و همکاران/۱۳۸۲
- [۱۹] ارزیابی کاربرد آهن عنصری در حذف رنگ های آزو از پساب صنایع/خانم منیره مجلسی و همکاران/۱۳۹۱
- [۲۰] ارزیابی رنگ زدایی زیستی ترکیبات رنگی آزو توسط آرکی های نمک دوست/ خانم صدیقه اسد/۱۳۹۵
- [۲۱] شناسایی مخمر نمک دوست نسبی جنس ساروکلا دیوم به عنوان جاذب زیستی رنگ های آزو از پساب های حاوی رنگ های سنتزی/ آقای هدی نوری/۱۳۹۶
- [۲۲] بررسی حذف رنگ های آزو از محلول های آبی با استفاده از بیومس جلبک قهوه ای سیستم سیرا ایندیکا/ آقای ایوب رستگار/۱۳۹۱
- [۲۳] جذب بیولوژیکی رنگ آزو (قرمز فعال) از پسابهای صنعتی توسط لجن فعال خشک و بررسی ایزوترمهای مربوط به آن/ آقای رضا مرندی و همکاران/۱۳۸۳
- [۲۴] رنگ بری رنگ راکتیو رد ۱۵۲ توسط باکتری های بومی جدا شده از پساب نساجی کاشان/خانم زینب سیدی و همکاران/۱۳۹۹
- [۲۵] کاربرد نانو ذرات اکسید نیکل به عنوان یک جاذب کارآمد برای حذف رنگ از پساب های سنتتیک/ خانم رویا ناطقی و همکاران/۱۳۸۸
- [۲۶] مروری بر نانوکامپوزیت ها/ خانم مژگان رفیع زاده و همکاران/۱۳۹۱
- [۲۷] پتانسیل های کاربرد الیاف سلولزی در حذف فلز سنگین از فاضلاب/ خانم مطهره موسوی و همکاران/۱۳۹۴
- [۲۸] ردیابی ژن های کلروپلاستی انار/ خانم طاهره رضازاده/۱۳۸۹
- [۲۹] رنگ بری و معدنی سازی رنگ زای راکتیو پساب نساجی با فرآیند نانوفتو کاتالیزی مقیاس پایلو/ خانم مرجان قنبریان و همکاران/۱۳۸۷
- [۳۰] رنگ زدایی رنگ توسط سویه های بومی جداسازی شده از پساب کارخانجات نساجی در تهران/ خانم مژگان امتیازجو/۱۳۹۱
- [۳۱] کاهش شاخصهای آلودگی فاضلاب صنایع نساجی به منظور امکان تصفیه بیولوژیک آن/ آقای محمدرضا مسعودی- نژاد/۱۳۸۷
- [۳۲] بررسی تاثیر روش های اکسیداسیون پیشرفته بر حذف رنگ از فاضلاب صنایع نساجی/ آقای محمدرضا رضایی- مفرد/۱۳۹۶
- [۳۳] بهینه سازی فرایند انعقاد الکتریکی در تصفیه فاضلاب نساجی با استفاده از روش سطح پاسخ/ خانم سمانه قدرتی و همکاران/۱۳۹۳
- [۳۴] نانو کامپوزیت های سبز/ خانم زینب خراسانی و همکاران/۱۳۹۹
- [۳۵] سنجی باز یافت قایق و کامپوزیت ها/ آقای مهدی مفری بیدگلی/۱۳۸۳
- [۳۶] ساخت و مشخصه یابی مکانیکی کامپوزیت های پلیمری/ خانم ایرج زاده و همکاران/۱۳۹۱
- [۳۷] بررسی هایپرترمی با استفاده از نانو ذرات مغناطیسی اکسید آهن/ آقای مهدی ارسی و همکاران/۱۳۹۰

- [۳۸] کاربرد نانومواد هوشمند در صنعت نساجی / آقای عزیز باباپور و همکاران / ۱۳۹۴
- [۳۹] بررسی کارایی جاذب هسته و میوه زیتون تلخ در حذف رنگ متیلن بلو از فاضلاب سنتتیک / آقای مجتبی داوودی و همکاران / ۱۳۹۵
- [۴۰] بررسی مشکلات زیست محیطی ناشی از پساب رنگرزی با مواد رنگزای طبیعی / آقای محمد خواجه مهریزی / ۱۴۰۰
- [۴۱] رنگبری از پساب کارخانه های نساجی به وسیله کنسرسیوم باکتری های ترموفیل / میلاد صابر طحان - عباس فرازمند - احمد علی پوربابایی / ۱۳۹۶
- [۴۲] حذف رنگ متیلن بلو از پساب صنایع نساجی با استفاده از هسته و میوه زیتون تلخ / سپیده بختی و همکاران
- [۴۳] رنگزدایی از پساب واقعی نساجی با استفاده از فرایند انعقاد الکتریکی با الکتروده های آهن تک قطبی / محمد رضا مسعودی نژاد / ۱۳۹۱
- [۴۴] بررسی کارایی جاذب هسته و میوه زیتون تلخ در حذف رنگ متیلن بلو از فاضلاب سنتتیک / علی اصغر نجف پور / ۱۳۹۵
- [۴۵] رنگبری پساب با استفاده از جاذب های زیستی / سعیده خلقی - خشایار بدیعی - سید حمید احمدی / ۱۳۹۰
- [۴۶] حذف رنگزا از پساب رنگی نساجی با استفاده از مخروط کاج / نیاز محمودی - باقر حیاتی - مختار آرامی / ۱۳۹۰
- [۴۷] بررسی ایزوترم و سینتیک رنگبری پساب رنگی نساجی حاوی رنگزاهای مستقیم و اسیدی با استفاده از هسته خرما / نیاز محمودی - باقر حیاتی - مختار آرامی / ۱۳۹۰
- [۴۸] مروری بر رنگبری پساب های رنگی بوسیله فرآیند جذب سطحی / نیاز محمد محمودی / ۱۳۹۲
- [۴۹] حذف برخی رنگ های کاتیونی نساجی از پساب های صنعتی با نانوذره های گاما آلومینای اصلاح شده / مسعود سعادت - سعید ایمان موسوی - مرتضی ایرانپناه / ۱۴۰۲
- [۵۰] بررسی حذف رنگزای کاتیونی از پساب های نساجی با استفاده از جاذب ارزان قیمت فلدسپار / لیلا میوه ای - حسین کتابی / ۱۳۹۵
- [۵۱] پرتال سازمان جهاد کشاورزی اصفهان