آزمایش شماره ۶

بررسی خواص جذب سطحی کربن فعال برای حذف آلودگی های آب

۱- هدف

هدف از انجام این آزمایش، بررسی جذب سطحی کربن فعال در شرایط مختلف و ردیابی غلظت آلاینده ها با استفاده از طیف سنجی جذبی می باشد.

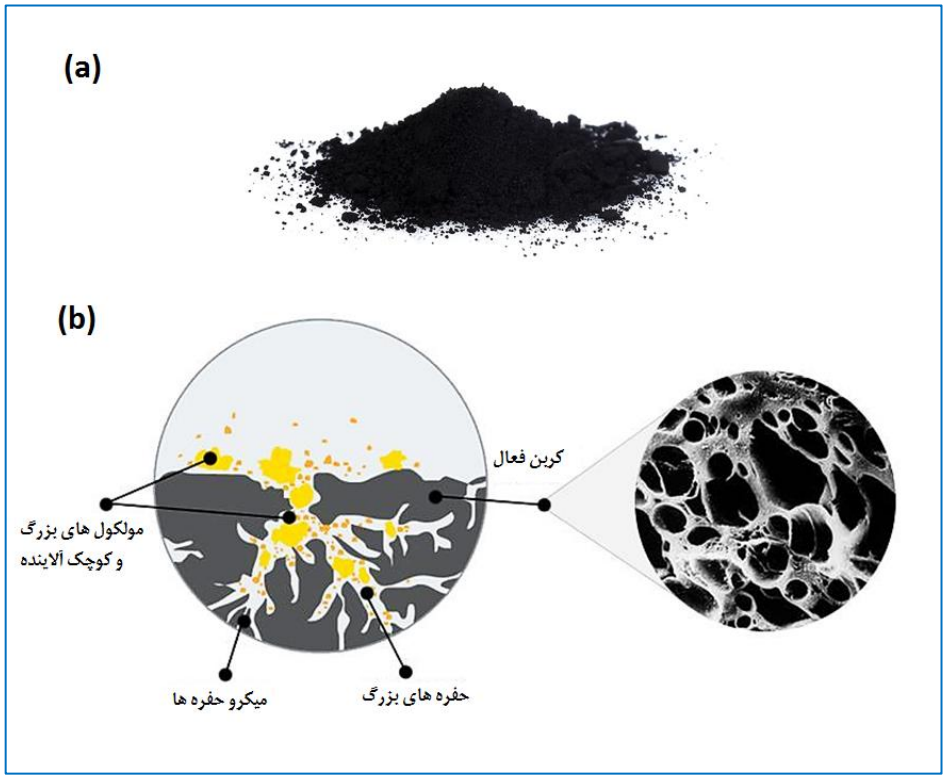
۲- تئوری آزمایش

آلاینده‌ها بر حسب ترکیب شیمیایی شان، به دو گروه آلی و معدنی تقسیم می‌شوند. تنوع آلاینده‌های آلی در آب و پساب‌های صنعتی بسیار زیاد است و در نتیجه، روش‌های حذف این آلاینده‌ها را دشوار کرده‌است. در این میان، رنگ‌های آلی که به طور گسترده در صنایع غذایی و نساجی به کار می روند بخش بزرگی از آلاینده‌های آلی را در پساب‌ها تشکیل می‌دهند. این رنگ‌ها غالبا دارای مولکول‌های پایدار بوده که تجزیه آن‌ها بسیار کند و محصولات جانبی تولید شده پس از تجزیه در آن‌ها بسیار خطرناک می‌باشند.

جذب سطحی یک روش پر کاربرد و موثر برای حذف آلاینده ها از آب است که به علت نا متعادل بودن نیروهای سطحی و بارهای الکتریکی در سطح مواد جاذب رخ می دهد. این نوع جذب بر اثر پیوندهای شیمیایی مانند نیروی واندروالس انجام می شود. به کمک این روش می توان آلاینده های آلی مقاوم موجود در فاضلاب را جذب نمود. البته جذب سطحی در شرایط خاصی ممکن است برگشت پذیر باشد و امکان دارد آلودگی های جذب شده با گذشت زمان دوباره واجذب شده و به آب بازگردند. به همین دلیل، یکی از بهترین ترکیبات جاذب «کربن فعال» است، زیرا مجددا قابل احیاء و بازیابی است و می توان در چرخه های متوالی جذب رنگ از این جاذب استفاده کرد.

در میان ترکیبات مختلف جاذب سطحی، کربن فعال به عنوان یکی از پر کاربردترین و مؤثرترین مواد شناخته می شود، زیرا دارای سطح ویژه ۱۲۰-۸۰۰ متر مربع بر گرم و تخلخل (یا حجم فضای خالی) حدود ۰/۹ میلی لیتر بر گرم است. بعلاوه، جاذب "کربن فعال" قابل احیاء و بازیابی است و می توان در چرخه های متوالی جذب رنگ از این جاذب استفاده کرد. در صنعت، کربن فعال معمولا به صورت پودر، گرانول، و یا پارچه پوشیده شده با کربن فعال عرضه می گردد و به ویژه در تصفیه خانه ها از پودر کربن فعال برای حذف رنگ های آلی استفاده می شود.

در شکل ۱a می توان پودر سیاه رنگ کربن فعال را مشاهده کرد. شکل ۱b بافت حفره ای شکل کربن فعال را نشان می دهد که ذرات و مولکول های آلاینده می توانند بر روی سطح این حفرات جای گیرند.



شکل۱- پودر کربن فعال (a) بافت متخلخل کربن فعال و نحوه جذب سطحی آلاینده ها (b)

عوامل مؤثر بر جذب سطحی

از جمله عوامل مؤثر بر جذب سطحی رنگ بر روی جاذب می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ویژگی های ذاتی و سطحی ماده جاذب و جذب شونده،
- اندازه ذرات آلاینده،
- مقدار و شدت تماس بین جاذب و جذب شونده،
- چگالی آلاینده،
- سطح ویژه جاذب،
- غلظت،
- قطبیت و حلالیت مولکولهای رنگ در آب،
- دما، و
- pH محیط

سرعت جذب مولکول های رنگ طی جذب سطحی بر روی کربن فعال با دما، غلظت، سطح فعال جاذب و مقدار تماس این دو باهم نسبت مستقیم، و با چگالی، اندازه ذرات، قطبیت، حلالیت و pH رابطه معکوس دارد.

طیف سنج UV–Vis

برای بررسی میزان جذب سطحی رنگ در طی زمان های مختلف و اثر تغییر شرایط محیطی، می توان از طیف سنج UV–Vis استفاده کرد. از آنجا که رنگ ها دارای جذب شدید نور در طور موج مشخصی می‌باشند می‌توان طی نمونه برداری‌های متوالی در زمان های مختلف واکنش جذب سطحی، میزان کاهش قله جذب را به عنوان معیاری از کاهش غلظت آلاینده رنگی از آب در نظر گرفت. تغییرات غلظت رنگ را می توان با استفاده از رابطه زیر محاسبه کرد:

$$\text{درصد جذب سطحی(درصد حذف رنگ)} = \frac{(Ct - C0)}{C0} \times 100$$

که C_0 غلظت اولیه آلاینده و C_t غلظت در زمان نمونه‌برداری می‌باشد. به دلیل رابطه مستقیم بین شدت جذب و غلظت، در اینجا می توان عدد قله جذبی را به عنوان غلظت در نظر گرفت.

۳- روش کار آزمایش

۳-۱- تجهیزات مورد نیاز

- آلاینده رنگی به صورت پودر (برای مثال پودر رنگ کنگورد یا پودر رنگ متیلن بلو)
- پودر کربن فعال
- نمک NaOH
- کاغذ pH
- بشر
- مگنت
- سرنگ
- لوله سانتریفیوژ
- شیشه پنی سیلین
- هیتر استیرر
- آب مقطر
- HCl

۳-۲- روش انجام آزمایش

ابتدا ۱۰ میلی گرم پودر آلاینده رنگی را در بشر ریخته و ۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه کنید. با قرار دادن مگنت در ظرف، با استفاده از هیتر-استیرر، محلول به مدت ۵ دقیقه در دمای اتاق همزده شود. ۵ میلی لیتر از این محلول را در یک شیشه پنی سیلین ریخته و به عنوان نمونه اولیه نام گذاری کنید. سپس ۵ گرم کربن فعال را به بشر اضافه کنید و در فاصله های زمانی ۲ دقیقه ای از محلول رنگی نمونه برداری کنید. هر بار ۵ میلی لیتر

از محلول را با سرنگ خارج کرده و در لوله سانتریفیوژ بریزید تا به سانتریفیوژ منتقل شود. پس از جدا کردن محلول بالایی در لوله های نمونه و ریختن آن در شیشه پنی سیلین، نمونه ها را طبق شماره گذاری زمانی، در دستگاه طیف سنج UV–Vis قرار داده و نقطه اوج نمودار جذب رنگ را یاد داشت کنید.

این آزمایش را در pH های ۳، ۵، ۷ و ۱۰ انجام دهید.

این آزمایش را در دماهای ۱۵، ۲۵، ۳۵ و ۴۵ درجه سلسیوس انجام دهید.

تنظیم pH محلول: برای تنظیم pH از محلول های ۲ مولار NaOH و HCl و کاغذ pH استفاده کنید.

پس از انجام آزمایش در شرایط ذکر شده، مشاهدات خود را درباره تفاوت در سرعت فرآیند جذب سطحی و بازده روش ثبت کنید.

۴- مقایسه داده های آزمایش در شرایط مختلف محیطی:

به منظور بررسی اثر pH و دما بر جذب سطحی، می توانید ابتدا درصد جذب سطحی در زمان های نمونه برداری را محاسبه کرده و سپس در جدولی مطابق جدول زیر باهم مقایسه کنید.

درصد جذب سطحی (%)	دما (C°)	درصد جذب سطحی (%)	pH
	۱۵		۳
	۲۵		۵
	۳۵		۷
	۴۵		۱۰

۵- پرسش

- تأثیر pH محیط آبی بر فرآیند جذب سطحی را بررسی و علت آن را تفسیر کنید.
- تأثیر دمای محیط آبی بر فرآیند جذب سطحی را بررسی و علت آن را تفسیر کنید.
- آیا با تغییر بازه های نمونه برداری، عدد جذب مشاهده شده در طیف سنج تغییر خواهد کرد؟
- علت جذب شدید نور در طول موج مشخص در مولکول های رنگ چیست؟
- آیا طول موج جذبی نور در رنگ های مختلف یکسان است؟ چرا؟
- آیا افزایش و یا کاهش مقدار جاذب می تواند باعث سرعت و یا کندی فرآیند جذب سطحی شود؟