

طراحی سیستماتیک به منظور بهینه سازی حذف جلبک عامل طعم و بو در آب آشامیدنی با استفاده از نانوجاذب های پلیمری PEBA/CDs

مهسا هومن، نوشین سجادی، رضا مرندی، نیلوفر اکبرزاده تربتی و مژگان رعیم دار

دوره ۷، شماره ۳، تابستان ۱۴۰۰، صفحات ۳۹۸-۴۱۰

Vol. 7(3), Autumn 2021, 398-410

DOI: 10.22034/JEWE.2021.262861.1489

**Systematic Design for Optimizing the Removal of Taste and Odor-Causing Algae from Drinking Water Using PEBA/CDs Polymeric Nanoadsorbents**

Human, M., Sajdi, N., Marandi, R., Akbarzadeh Torbati, N. And Zaeimdar, M.



[www.jewe.ir](http://www.jewe.ir)

OPEN ACCESS

ارجاع به این مقاله:

هومن، م.، سجادی، ن.، مرندی، ر.، رعیم دار، م. و اکبرزاده تربتی، ن. (۱۴۰۰). طراحی سیستماتیک به منظور بهینه سازی حذف جلبک عامل طعم و بو در آب آشامیدنی با استفاده از نانو جاذب های پلیمری PEBA/CDs. محیط زیست و مهندسی آب، دوره ۷، شماره ۳، صفحات: ۳۹۸-۴۱۰.

**Citing this paper:** Human M., Sajdi, N., Marandi, R., Akbarzadeh Torbati, N. and Zaeimdar, M. (2021). Systematic design to optimize the algae removal of taste and smell from drinking water using PEBA/CDs polymeric nanoadsorbents. Environ. Water Eng., 7(3), 398–410. DOI: 10.22034/JEWE.2021.262861.1489

## مقاله پژوهشی

## طراحی سیستماتیک به منظور بهینه‌سازی حذف جلبک عامل طعم و بو در آب آشامیدنی با استفاده از نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDs

مهسا هومن<sup>۱</sup>، نوشین سجادی<sup>۲\*</sup>، رضا مرندی<sup>۳</sup>، مژگان زعیمدار<sup>۲</sup> و نیلوفر اکبرزاده تربتی<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکترا، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران  
<sup>۲</sup>استادیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران  
<sup>۳</sup>دانشیار، گروه محیط زیست، دانشکده علوم و فنون دریایی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، تهران، ایران  
<sup>۴</sup>استادیار، گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه سیستان و بلوچستان، زاهدان، ایران

\* نویسنده مسئول: n\_sajjadi@iau-tnb.ac.ir

تاریخ پذیرش: [۱۴۰۰/۰۱/۲۸]

تاریخ بازنگری: [۱۳۹۹/۱۲/۰۴]

تاریخ دریافت: [۱۳۹۹/۰۹/۳۰]

## چکیده

نانوجاذب‌های پلیمری سیکلودکسترین (CDs)/ پلی اتر بلک آمید (PEBA) با توجه به ماهیتشان از جمله تخلخل پذیری، زیست سازگاری و زیست تخریب پذیری به عنوان نانوکامپوزیت‌های پلیمری نوین از اهمیت کاربردی خاصی برخوردار می‌باشند. هدف از این پژوهش بهینه‌سازی حذف جلبک عامل طعم و بو در آب آشامیدنی با استفاده از نانوجاذب‌های PEBA/CDs بود. طراحی آزمایش‌ها و تأثیر پارامترهای تجربی بر میزان حذف جلبک، به صورت سیستماتیک با روش Fractional Factorial انجام گرفت. جهت دستیابی به بیشترین عملکرد حذف جلبک، از روش بهینه‌سازی RSM استفاده شد. به منظور مشخصه‌یابی این نانو ساختارها از طیف‌سنجی FTIR، تصاویر SEM، فن BET و آنالیز نقشه‌برداری استفاده شد. این آنالیزها نشان دادند که محصولات سنتزی دارای خواص ایده‌آلی همچون ریخت‌شناسی همگن و توزیع اندازه الیاف در گستره نانومتری هستند. علاوه بر این، بر اساس اطلاعات حاصل از آنالیز BET، سطح مؤثر نمونه در حدود  $840 \text{ m}^2/\text{g}$  تعیین شد. نتایج بررسی‌ها بر روی جلبک *Navicula* نشان داد که نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDs می‌توانند با کاهش تعداد کلنی جلبک به ۵ کلنی بر کیفیت بخشی طعم و بو در آب آشامیدنی تأثیرگذار باشد. نتایج آنالیز واریانس نشان داد که پارامترهای مقدار جاذب پلیمری، حجم آب و مدت زمان تماس به دلیل داشتن Pvalue برابر با صفر بر میزان حذف جلبک تأثیرگذار هستند. همچنین یافته‌ها نشان‌دهنده کاهش تعداد کلنی جلبک به میزان ۳ کلنی بود. استفاده از نانو ساختارهای نوین و همچنین مطالعه سیستماتیک به کاررفته در این مطالعه می‌تواند به عنوان یک راهبرد جدید به منظور کیفیت بخشی به آب آشامیدنی استفاده شود.

**واژه‌های کلیدی:** حذف جلبک؛ کیفیت آب آشامیدنی؛ مطالعه‌های سیستماتیک؛ نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs

## ۱- مقدمه

آب کافی و با کیفیت مطلوب برای ادامه حیات بشر ضروری است و توسعه بهداشت و حفاظت از محیط‌زیست همواره به تأمین آب سالم وابسته است. (Fawell et al. 2006; Matilainen et al. 2010). یکی از جنبه‌های کیفیت‌بخشی به آب آشامیدنی شاخص‌های مربوط به طعم و بو آب می‌باشد. مطالعه‌ها نشان داده که وجود طعم و بوی خاص در آب آشامیدنی نه تنها کاربردهای آن را محدود کرده است بلکه شرایط را برای رشد مواد خرد‌زیست‌مند نیز فراهم کرده است. یکی از منابع عده تأثیرگذار بر طعم و بو آب آشامیدنی حضور جلبک‌ها می‌باشد (Prajapatiet al. 2013). افزایش مواد مغذی باعث رشد بیش از حد جلبک‌ها در منابع آب، شکوفایی جلبک‌ها و در نهایت باعث بروز پدیده گندیدگی در منابع آب می‌شود. یکی از شایع‌ترین نوع جلبک‌ها که در طعم و بو آب آشامیدنی تأثیرگذار است، جلبک *Navicula* می‌باشد.

فرآیندهای متفاوتی همچون روش‌های فیزیکی (Ding et al. 2020)، شیمیایی (Cherifi et al. 2017) و بیولوژیکی (Kumar et al. 2019) به منظور حذف جلبک استفاده شده است. در همه این روش‌ها وجود ناخالصی، هزینه زیاد و پیچیده بودن فرآیند باعث محدودیت استفاده از آن‌ها شده است. نانوجاذب‌ها یکی از روش‌های ایده‌آل و مناسب جهت تهیه آب با کیفیت می‌باشد (Kappert et al. 2019). اگرچه از انواع جاذب‌ها می‌توان جهت صاف‌سازی استفاده کرد اما استفاده از جاذب‌های نانوپلیمری دارای مزایایی است که از آن جمله می‌توان به عدم نیاز به مواد شیمیایی، انرژی کم مورد نیاز برای تصفیه و راه‌اندازی و نگهداری آسان اشاره کرد. این نانوجاذب‌ها با راهکارهای نوین و جدید خود اظهار می‌دارند که مواد بر پایه این نانوساختارها می‌توانند به فن‌آوری تصفیه آب کم‌هزینه‌تر، بادوام‌تر و مؤثرتر منجر شوند که باین وجود بخشی از نیازهای کشورهای درحال توسعه را می‌توانند به‌نوعی برآورده سازند (Lata and Samadder 2016).

یکی از موارد مهمی که در مورد نانوجاذب‌ها باید در نظر داشت، نحوه و چگونگی طراحی آزمایش‌ها به منظور دستیابی به بهترین شرایط آزمایشگاهی است. در تحقیقات قبلی، اثر فاکتورهای تجربی بر میزان عملکرد این نانوجاذب‌ها با استفاده از روش‌های رایج بررسی شده که استفاده از این

روش‌ها نه تنها باعث می‌شود تا تعداد آزمایش‌ها بیش‌تر شود بلکه برهمکنش بین فاکتورها نیز در نظر گرفته نمی‌شود. لذا انجام طراحی آزمایش‌ها و مطالعه‌ها سیستماتیک فرآیند، شرایط را برای یافتن جاذب‌هایی با ویژگی‌های متمایز تسهیل می‌کند که نتیجه آن افزایش راندمان این جاذب‌ها خواهد بود (Arola et al. 2019; Urper et al. 2017). همچنین استفاده از روش‌های آماری همچون روش سطح به پاسخ یا  $RSM^1$  قادر به مطالعه و مدل‌سازی یک سیستم با در نظر گرفتن تعداد بیش‌تری از متغیرها به منظور بهینه‌سازی بهترین شرایط آزمایشگاهی، کارآمد و مؤثر می‌باشد. در واقع استفاده از این فرآیند بهینه‌سازی به یافتن بهترین شرایط آزمایشگاهی کمک می‌کند و باعث انجام آزمایش‌های هدفمند با تعداد کم می‌گردد (Sargazi et al. 2018).

سیکلو دکسترین (CDs) و پلی‌اتر بلاک آمید (PEBA) دارای ماهیت زیست‌سازگار، زیست‌تخریب‌پذیر و همچنین دارای پیکربندی ساختاری متخلخل می‌باشند به گونه‌ای که این ویژگی‌ها کاربرد این نانوجاذب‌ها را به‌عنوان گزینه‌های نوین در زمینه‌های صاف‌سازی تسهیل نموده است. در این نمونه‌ها، ترتیب قرار گرفتن گروه‌های آب‌دوست و آب‌گریز به گونه‌ای است که غشاء بیرونی آب‌دوست و حفره داخلی آن غیرقطبی و آب‌گریز است. (Gould and Scott 2005) بررسی متون ما نشان داد که تاکنون هیچ نانوساختاری بر پایه نانوجاذب‌های پلیمری با ادغام CDs و PEBA به منظور حذف جلبک استفاده نشده است. علاوه بر این، مطالعه‌های اندکی بر روی حذف جلبک *Navicula* انجام شده است. مطالعات نشان می‌دهد که از نانولوله‌های کربنی چنددیواره به منظور حذف جلبک استفاده شده است. برای این منظور، پارامترهای تأثیرگذار بر میزان این نانوساختارها در زمینه حذف جلبک مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج نشان می‌دهد که خواص فیزیکوشیمیایی این نانوساختارها مطلوب نیست. علاوه بر این استفاده از نانولوله کربنی ممکن است اثرات محیط‌زیستی نیز ایجاد کند (Ding et al. 2019). همچنین در مطالعه دیگر حذف جلبک‌ها با استفاده از فرآیند الکترولیتی مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله معایب روش آن‌ها می‌توان به پیچیده بودن فرآیند حذف، عدم انتخاب‌پذیری فرآیند و استفاده از تجهیزات پیچیده اشاره کرد (Alfafara et al. 2002). در پژوهشی دیگر از روش

<sup>1</sup>Response surface method

دستگاه الکتروریسی شدند. در هر دو نمونه شرایط یکسان دستگاه الکتروریسی اعمال شد. به صورتی که سرعت تزریق نمونه‌ها به دستگاه در حدود ۰/۵ ml/h تنظیم شد. همچنین ولتاژ بالایی حدود ۱۸ kv به نازل سرنگ وصل شد. نازل سرنگ با جمع کننده دستگاه در فاصله‌های ۸ cm قرار گرفت. پس از مدت زمان ۲ hr، نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS بر روی جمع کننده تشکیل شد.

#### ۲-۴- آزمایش‌های حذف طعم و بو از آب آشامیدنی

به منظور بررسی اثر جاذب بر رشد جلبک از محیط کشت عمومی جلبکی (محیط کشت BG-11) به اضافه ۱ ml عناصر تجزیه ایی به ازای ۱ l محیط کشت مایع و ۱۰ g آگار جامد برای ساخت محیط کشت جامد فوق استفاده شد. به منظور کشت نمونه‌ها، حجم معینی (۱۰ ml) از نانوجاذب‌های PEBA/CDS درون لوله‌های سانتریفیوژ ریخته شد و به مدت ۵ min با سرعت ۳۰۰۰ rpm سانتریفیوژ شد. سپس با استفاده از میکروپیپت، یک قطره از نمونه سانتریفیوژ شده در ۳ تکرار مختلف برداشته شد و در محیط جامد به روش زیگزاگی کشت داده شد. سپس تعداد کلنی‌های رشد کرده پس از گذشت ۷ day، شمارش شده و از هر کدام اسلاید تهیه شد و در زیر میکروسکوپ نوری مدل Olympus با بزرگنمایی X400 مشاهده و عکس برداری شد. در پایان با مقایسه تعداد کلنی در نمونه‌های شاهد و نمونه حاوی نانو جاذب‌ها، عملکرد این جاذب‌های پلیمری مورد تحلیل قرار گرفت (Zhou et al. 2012).

#### ۲-۵- طراحی آزمایش‌ها

گام اول برای استفاده از این نرم‌افزار تعیین فاکتورهای عددی تأثیرگذار می‌باشد که محدوده یا گستره عددی فاکتورها نیز باید مشخص باشد (گستره عددی فاکتورها بر اساس داده‌های حاصل از انجام آزمایش‌ها تعیین می‌شود). پس از تعیین فاکتورهای عددی، مقادیر عددی حداقل و حداکثر را وارد نرم‌افزار کرده و یکسری مراکز نیز تعریف می‌شود. روش Fractional Factorial Design به منظور طراحی آزمایش پارامترهای تجربی بر میزان حذف طعم و بو موجود از آب آشامیدنی مورد بررسی قرار گرفت (Moghazy et al. 2020). فاکتورهای مورد مطالعه شامل مقدار جاذب (A)، مدت زمان تماس (B) و حجم آب (C) است. هر فاکتور در سه سطح طراحی شده است (جدول ۱). همچنین پاسخ‌های

شناورسازی به منظور حذف جلبک‌ها استفاده شد. اگرچه نتایج به دست آمده دلالت بر بازده بالای حذف جلبک داشت اما استفاده از مواد افزودنی سورفکتانتی نظیر CTAB کنترل فرآیند حذف جلبک را پیچیده نموده است. (Prajapatiet al. 2013).

در این پژوهش از نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS، که به روش الکتروریسی سنتز شد، جهت حذف جلبک مولد طعم و بو در آب آشامیدنی با کمک طراحی آزمایش استفاده شد.

#### ۲- مواد و روش کار

##### ۲-۱- مواد شیمیایی و معرف‌ها

برای سنتز نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS، از سیکلودکسترین (CDs) با درصد خلوص ۹۹٪ و پلی‌اتر بلک آمید (PEBA) با درصد خلوص ۹۸٪ (Merck-Germany) استفاده شد. همچنین به منظور تشکیل محلول‌های عسلی جهت انجام الکتروریسی از استیک اسید (Merck-Germany) استفاده شد.

##### ۲-۲- دستگاه‌های مشخصه‌یابی

به منظور سنتز نانوجاذب‌ها از دستگاه الکتروریسی استفاده شد. طیف‌سنجی تبدیل فوریه مادون قرمز (FT-IR) با مدل SHIMADZU FT-IR 8400 Spectrometer (Kyoto, Japan) به منظور تعیین گروه‌های عاملی به کار گرفته شد. از میکروسکوپ الکترونی روبشی (SEM) مدل XL30، شرکت سازنده Philip هلند به منظور تعیین ریخت-شناسی و اندازه ذرات استفاده شد. سطح مؤثر و میزان تخلخل نمونه‌ها توسط منحنی جذب و واجذب نیتروژن Brunauer, Emmett and Teller (BET) با دستگاه BELSORP-mini II ساخت شرکت ژاپنی MicrotracBEL در دمای ۷۷K تعیین شد.

##### ۲-۳- سنتز نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS

به منظور سنتز نانوساختارهای PEBA/CDS به وسیله روش الکتروریسی، در ابتدا محلول‌هایی حاوی ۰/۴۰ g پودر CDs در ۶۰ ml استیک اسید و ۰/۶۰ g پودر PEBA در ۸۰ ml استیک اسید تهیه شدند. محلول‌های حاصل تحت هم‌زن مغناطیسی یکنواخت شده به طور هم‌زمان وارد سرنگ

<sup>1</sup>Fourier Transform Infrared

<sup>2</sup>scanning electron microscopy

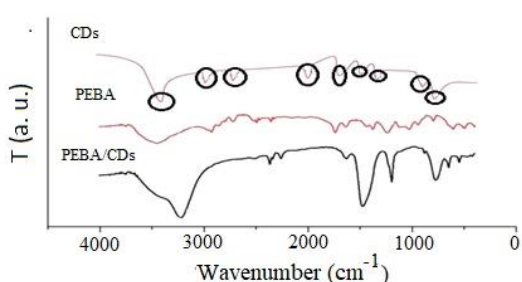




به دست آمده حاصل از دو بار تکرار آزمایش‌ها در جدول (۲) قابل مشاهده است.

جدول ۱- سطوح کددار و غیرکددار و گستره‌ای از پارامترهای طراحی شده توسط روش Fractional Factorial Design

Table 1 Coded and non-coded levels and a range of parameters designed by Fractional Factorial method



شکل ۱- طیف FTIR نانوساختارهای CDs، PEBA و نانوجاذب-های پلیمری PEBA/CDs

Fig. 1 FTIR spectra of CDs, PEBA, and PEBA/CDs. Fractional Design

۲-۱-۳- ریخت‌شناسی و رفتار جذبی PEBA/CDs

شکل (۲) تصاویر SEM نانوجاذب‌های PEBA/CDs را نشان می‌دهد. بر اساس نتایج به دست آمده، نمونه‌ها دارای ریخت‌شناسی یکنواخت هستند و هیچ‌گونه شواهدی مبنی بر تشکیل مهره و لذا ایجاد ساختارهای ناهمگن در ساختار نهایی مشاهده نمی‌شود. بر اساس ایزوترم‌های جذب (شکل ۳)، رفتار نمونه PEBA/CDs مشابه با نوع اول از سری ایزوترم‌ها است که نشان‌دهنده برهم‌کنش قوی بین جاذب و جذب‌شونده است (Sargazi et al. 2018; Moghaddam-manesh et al. 2020). علاوه بر این بر اساس اطلاعات حاصل از آنالیز جذب/واجذب نیتروژن، میانگین سطح مؤثر نانوجاذب PEBA/CDs، در حدود  $840 \text{ m}^2/\text{g}$  می‌باشد. از آنجایی که نانوساختارها به دلیل داشتن سطح ویژه زیاد مورد توجه قرار گرفته‌اند بنابراین این میزان سطح ویژه نه تنها باعث تمایز این ساختارها نسبت به نمونه‌های قبلی می‌گردد بلکه کاربردهای آن‌ها را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد (Paul and Jons 2016). سطح ویژه نانوجاذب‌های PEBA/CDs نسبت به نمونه‌های قبلی به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بهبود پیدا کرده که علت این تفاوت‌ها را می‌توان به شرایط سنتزی،

جدول ۲- آزمایش‌های طراحی شده با استفاده از روش Fractional Design

Table 2 Experiments designed using Fractional Factorial method

Parameters	Non-coded Level	Coded Level	Amount
Adsorbent (g)	0.3	+1	بالا
	0.2	0	مرکز
	0.1	-1	پایین
Contact Time (min)	1	+1	بالا
	4	0	مرکز
	7	-1	پایین
Water Volume (ml)	10	+1	بالا
	40	0	مرکز
	70	-1	پایین

جدول ۲- آزمایش‌های طراحی شده با استفاده از روش Fractional Design

Table 2 Experiments designed using Fractional Factorial method

Run	A (mg)	B (min)	C (ml)	No. of Colony
1	0	+1	0	7
2	+1	0	+1	7
3	+1	-1	+1	12
4	-1	-1	+1	10
5	-1	+1	-1	14
6	+1	+1	+1	15
				9
				9
				5
				5

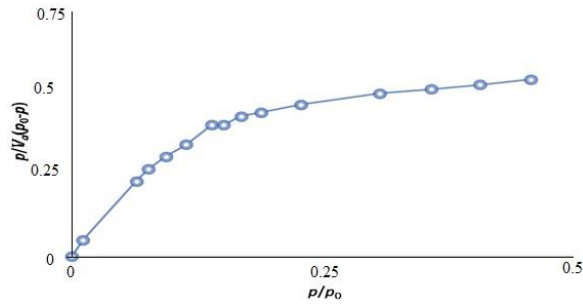
### ۳- یافته‌ها و بحث

۳-۱- مشخصه‌یابی نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDs

۳-۱-۱- طیف‌سنجی مادون قرمز تبدیل فوریه (FTIR)

شکل (۱) طیف FTIR نانوالیاف CDs، نانوالیاف PEBA و نانوجاذب پایه پلیمری PEBA/CDs را نشان می‌دهد. بر اساس این طیف، وجود پیک در ناحیه  $3400 \text{ cm}^{-1}$  حضور پیوند NH مربوط به گروه آمینی را در ساختار تأیید می‌کند. همچنین فرکانس‌هایی در محدوده‌های  $2850 \text{ cm}^{-1}$  تا  $2950 \text{ cm}^{-1}$  مربوط به حضور گروه‌های CH آروماتیک در ساختار نهایی می‌باشد. علاوه بر این، باندهای جذبی در ناحیه ۹۷۰ تا

بهینه‌سازی نمونه‌ها و همچنین انتخاب نوع پلیمر نسبت داد (Gould and Scott 2005).

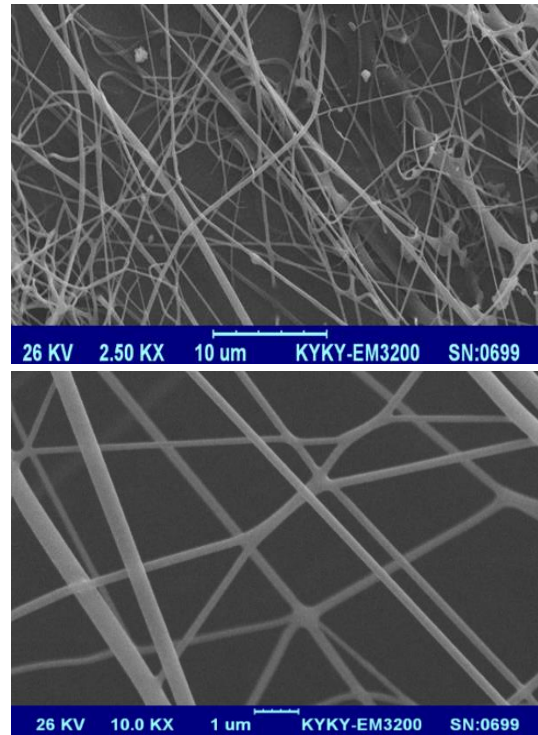


شکل ۳- ایزوترم جذب/واحدب نیتروژن نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs

Fig. 3 N<sub>2</sub> adsorption/desorption isotherm of PEBA/CDs polymeric nanoadsorbent

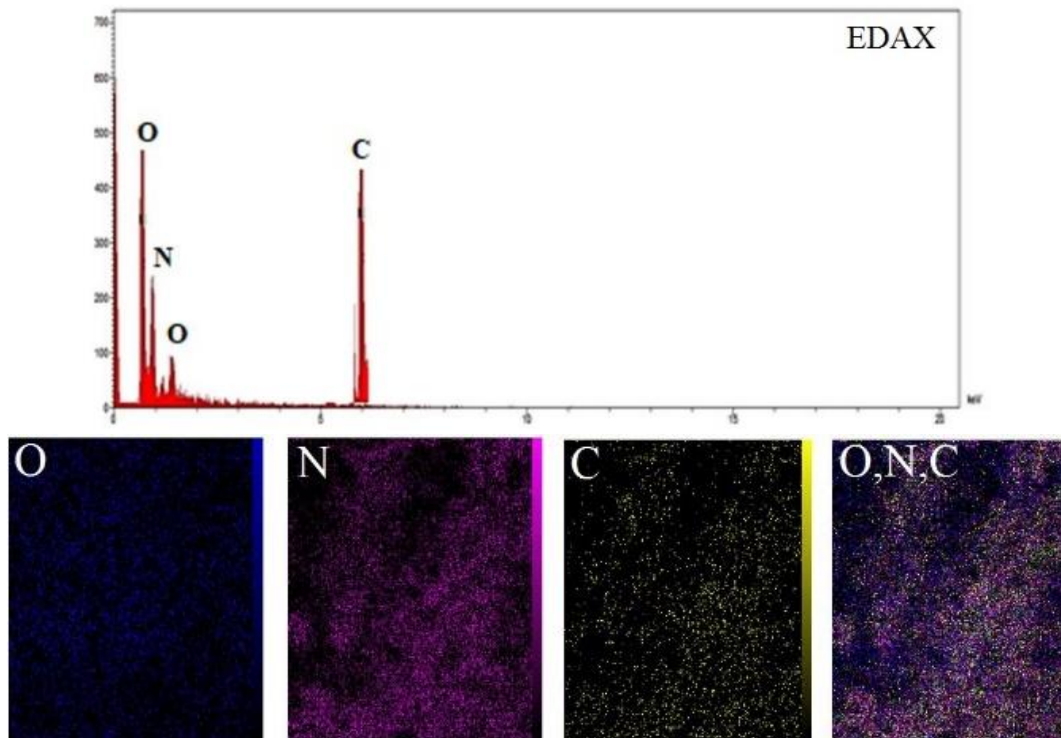
۳-۱-۳- آنالیز عنصری و نقشه‌برداری

از آنجایی که اکسیژن، کربن و نیتروژن از عناصر اصلی سازنده نانوجاذب‌های PEBA/CDs می‌باشند لذا حضور این عناصر در شکل (۴) می‌تواند شواهد محکم‌پسندی دال بر سنتز صحیح این نانوجاذب‌ها باشد. همچنین ریخت‌شناسی و نمایش شماتیک این عناصر در آنالیز Mapping داده شده است. همان‌طور که مشخص است این آنالیز نقشه‌برداری نه تنها حضور عناصر سازنده نانوجاذب‌های PEBA/CDs را تأیید می‌کند بلکه به این موضوع نیز اشاره دارد که ریخت‌شناسی این نانوجاذب‌های الیافی یکنواخت است.



شکل ۲- تصویر SEM نانوجاذب‌های PEBA/CDs در بزرگ-نمایی‌های مختلف

Fig. 2 SEM image of PEBA /CDs nanoadsorbents at different magnifications



شکل ۴- آنالیز عنصری EDAX به همراه نقشه‌برداری عناصر سازنده PEBA/CDs

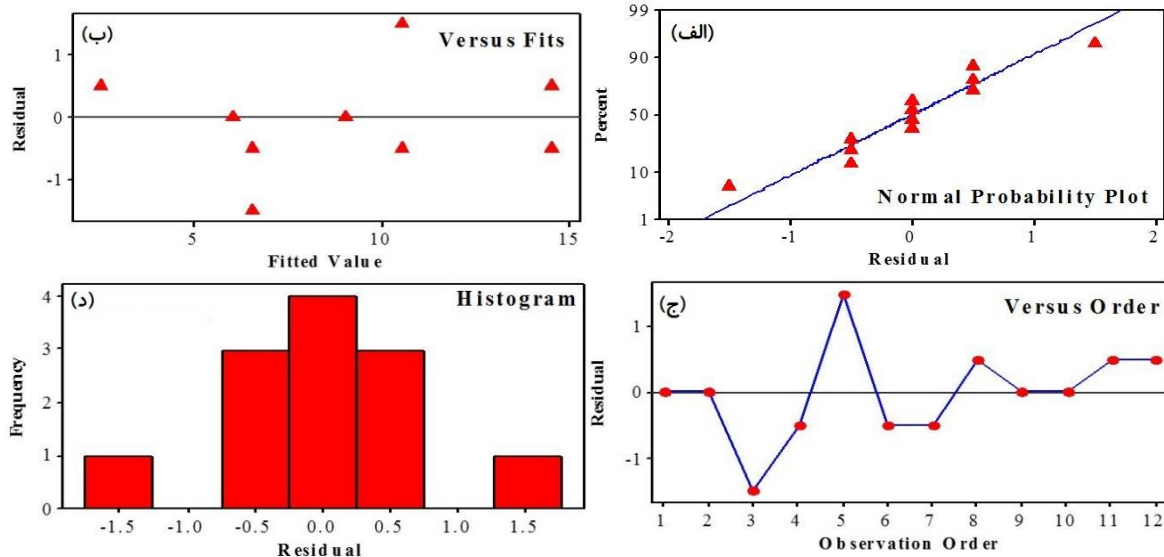
Fig. 4 EDAX elemental analysis along with mapping of PEBA / CDs components

## ۲-۳ حذف جلبک از آب آشامیدنی

## ۳-۲-۱- نتایج طراحی آزمایش‌ها

به‌منظور اطمینان از این‌که طراحی آزمایش‌ها علمی بوده و هیچ‌گونه دخالتی در طراحی و چیدمان آزمایش‌ها توسط شخص آزمایش‌کننده انجام نشده، نمودار باقی‌مانده برای نتایج حاصل از شمارش کلنی در شکل (۵) نشان داده شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود سطوح مثبت و منفی آزمایش‌ها با یکدیگر برابر بوده که این موضوع شواهد محکمی مبنی بر علمی بودن طراحی آزمایش‌ها و همچنین پراکندگی تصادفی آن‌ها است. به‌عنوان یک نتیجه، آزمایش‌های مربوط به شمارش کلنی که نشان‌دهنده میزان حذف طعم و رنگ از آب آشامیدنی تحت شرایط مختلف تجربی است به‌صورت کاملاً علمی ارائه شده است (Mirhosseini et al. 2020).

نتایج آنالیزها در بخش‌های قبلی نشان داد که نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS با توجه به خواص فیزیکوشیمیایی مطلوبی که دارند می‌توانند به‌عنوان گزینه نوین جهت حذف طعم و بو از آب آشامیدنی مورد استفاده قرار گیرند. مطالعه‌ها نشان داد که طعم و بو موجود در آب آشامیدنی اکثراً ناشی از حضور جلبک *Navicula* است. با شمارش تعداد کلنی جلبک تحت شرایط مختلف تجربی مشخص شد که نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS، میزان کارایی بالایی در زمینه حذف طعم و بو از آب آشامیدنی دارند (جدول ۲).



شکل ۵- نمودارهای مربوط به پراکندگی و توزیع آزمایش‌ها به‌منظور حذف طعم و بو توسط نانوجاذب‌های پلیمری PEBA/CDS. الف: برازش، ب- احتمالات نرمال، ج- ترتیب مشاهدات، و د- هیستوگرام

Fig 5. Dispersion and distribution of experiments to remove taste and smell by PEBA / CDs polymeric nanoadsorbents: a) Fitness, b) normal probability, c) observation order, and d) histogram

توجهی بر حذف طعم و بو از نمونه آب آشامیدنی ندارند. با افزایش مقدار جاذب، عملکرد نانوجاذب‌ها در زمینه حذف جلبک بیش‌تر می‌شود. یکی دیگر از پارامترهای تأثیرگذار مدت‌زمان تماس است. با افزایش مدت‌زمان تماس نانوجاذب‌ها با آب، می‌توان نتیجه گرفت که سطح بیش‌تری از نمونه‌ها درگیر می‌شود لذا خواص عملکردی نانوجاذب‌ها بیش‌تر می‌شود. استفاده از میزان آب بیش‌تر نیز با تحت تأثیر قرار دادن خاصیت شناورسازی باعث افزایش عملکرد نانوجاذب‌های

به‌منظور بررسی تأثیر پارامترهای تجربی بر میزان شمارش کلنی از آنالیز واریانس استفاده شده است. برای تفسیر نتایج حاصل از این آنالیز، مقادیر  $P$ value و  $\alpha$ value مربوط به هر یک از فاکتورها با یکدیگر مقایسه شده است. مقدار  $\alpha$ value به‌صورت پیش‌فرض برابر با ۰/۹۵ انتخاب شده است. بر اساس نتایج حاصل از آنالیز کامل واریانس که در جدول (۳) گزارش شده، پارامترهای مقدار جاذب پلیمری (A)، مدت‌زمان تماس (B) و حجم آب (C) به‌دلیل اینکه دارای  $P$ value برابر یا نزدیک به صفر هستند، اثر قابل-

به دست آمده از آنالیز واریانس، از RSM به منظور دستیابی به بهترین شرایط تجربی استفاده شد که هدف از آن تولید نانوجاذبها با ویژگیهای متمایز (حداقل میزان کلنی) بود. مقادیر مختلف پارامترهای تجربی شامل مقدار جاذب پلیمری، مدت زمان تماس و حجم آب که توسط RSM پیشبینی شده است، در شکل (۷) نشان داده شده است. در این شکل پارامترهای تجربی به صورت کد دار گزارش شده است. این روش با بهینه سازی پارامترهای تجربی، کاهش کلنی جلبک را به حدود ۳ کلنی پیشبینی نمود. مقایسه فرآیندهای حذف جلبک در مطالعه حاضر با مطالعه های قبلی در جدول (۴) ارائه شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، از جمله عواملی که بر تمایز کارایی نانوجاذبهای PEBA/CDS تأثیرگذار بوده را می توان به افزایش سطح ویژه محصولات، تخلخل پذیری گسترده، پایداری سطحی زیاد و همچنین ریخت شناسی یکنواخت نمونه ها ارتباط داد (Hu et al. 2018; Thombre et al. 2020)

پلیمری PEBA/CDS در زمینه حذف جلبک می شود.

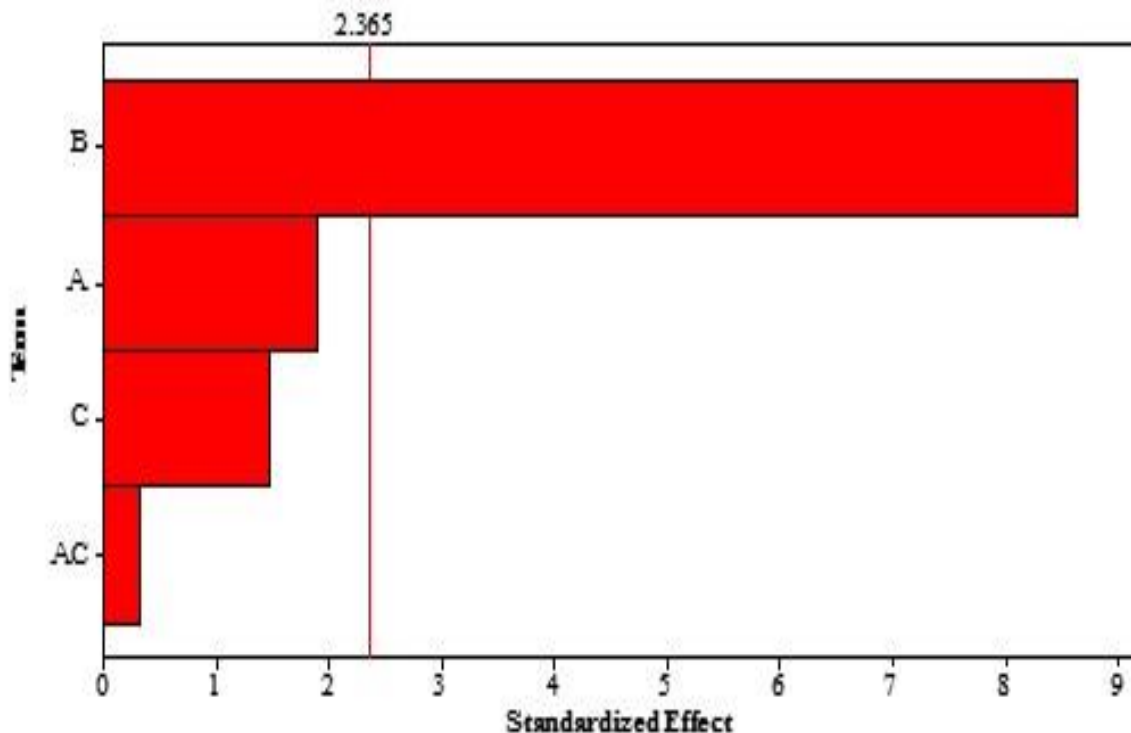
جدول ۳- آنالیز واریانس به منظور بررسی تأثیر پارامترهای تجربی بر میزان حذف طعم و بو از آب آشامیدنی

Table 3 Analysis of variance to investigate the effects of experimental parameters on the removal of taste and smell from drinking water

Source	DF	P value
A	1	0.001
B	1	0.000
C	1	0.002
2-Way Interactions	1	0.007
A*C	1	0.002

همچنین تأثیر هر یک از پارامترهای تجربی به صورت نمودار پارتو در شکل (۶) نشان داده شده است. نتایج حاصل از این شکل به خوبی در تطابق با نتایج مربوط به آنالیز واریانس نمونه ها است.

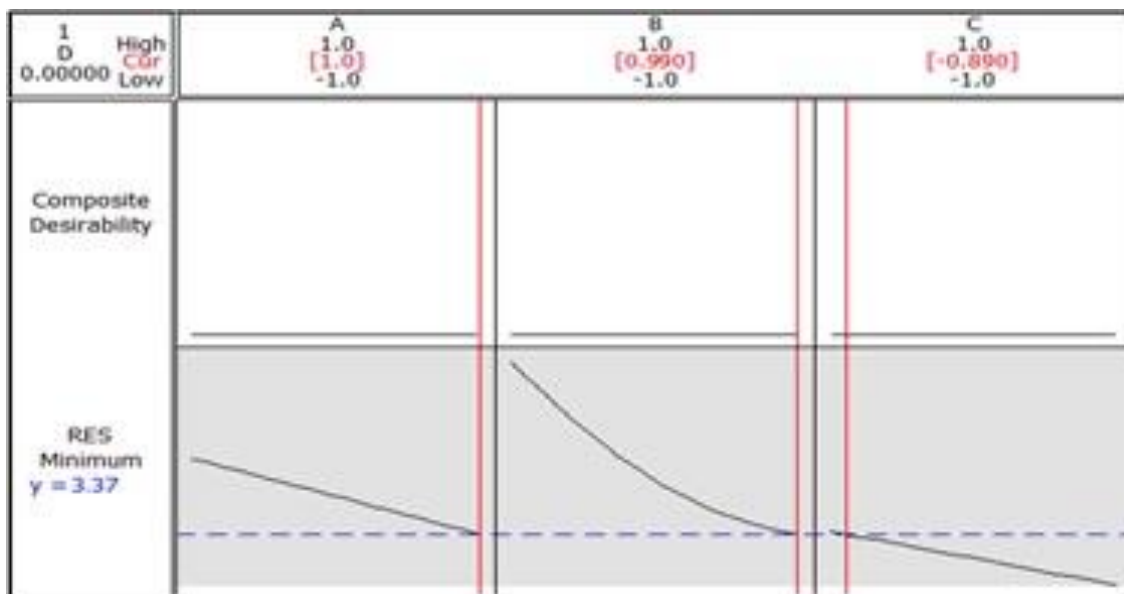
۲-۲-۳ بهینه سازی فرآیند حذف طعم و بو از آب آشامیدنی از آنجایی که سنتز نانوجاذبهای پلیمری PEBA/CDS با خواص ایده آل به منظور بررسی کاربرد آنها در زمینه حذف طعم و بو از آب آشامیدنی از اهداف این پژوهش است؛ لذا با توجه به طراحی آزمایش های انجام شده و نتایج



شکل ۶- شماتیک Pareto به منظور بررسی تأثیر پارامترهای تجربی بر میزان شمارش کلنی

Fig. 6 Pareto chart for investigation the effect of experimental parameters on colony count





شکل ۷- بهینه‌سازی پارامترهای تجربی به منظور دستیابی به حداقل میزان کلنی

Fig. 7 Optimization of experimental parameters in order to obtain the minimum colony

جدول ۴- مقایسه خواص فیزیکوشیمیایی و مکانیسم عملکردی انواع نمونه‌های جاذب و غشا به منظور حذف جلبک

Table 4 Comparison of physicochemical properties and functional mechanism of adsorbent and membrane samples for algae removal

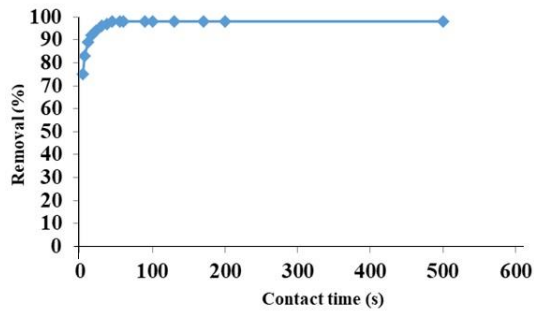
Type of Adsorbent/Membrane	Adsorbent/Membrane	Scale	Facility	Mechanism	Efficiency	Procedure	Reference
Metallic anode	عدم کنترل خواص فیزیکوشیمیایی	آزمایشگاهی / قابلیت تولید صنعتی	استفاده از تجهیزات پیچیده	الکترولیت	حداکثر راندمان 40-50%	شناورسازی	Alfafara et al. (2002)
Multi wall carbon nanotube	احتمال انجام واکنش‌های جانبی	آزمایشگاهی	سنتز مواد اولیه تحت شرایط خاص	جذب سطحی	سطح ویژه پایین (85m <sup>2</sup> /g)	جذب سطحی	Ding et al. (2019)
Cationic Agent (Al, Fe)	عدم بررسی برهمکنش بین پارامترها	آزمایشگاهی / قابلیت تولید صنعتی	استفاده از سل و تجهیزات پیچیده	تغییر زتا پتانسیل	سطح ویژه پایین (میکرومتری)	لخته سازی	Gao et al. (2010)
Surfactant (CTAB)	کنترل فرآیند با استفاده از مواد افزودنی	آزمایشگاهی	نیاز به سل هایی با پیش ماده‌های مختلف	pHتغییر	راندمان پایین	شناورسازی	Chen et al. (1998)
PEBA/CDs nano Adsorbent	کنترل سیستماتیک پارامترها	آزمایشگاهی / قابلیت تولید صنعتی	عدم نیاز به دستگاه یا تجهیزات خاص	تخلخل پذیری/ سطح ویژه	راندمان بالا	جذب سطحی	Present study

به‌طور مداوم همزن مکانیکی در دمای  $25^{\circ}\text{C}$  یکنواخت شد. میزان جلبک جلبک توسط جاذب برحسب  $q_e$  (mg/g) به- وسیله رابطه (۱) به‌دست آمد.

$$q_e = \frac{C_0 - C_e}{m} \times V \quad (1)$$

۳-۳ بررسی ایزوترم‌های جذب جلبک *Navicula* ایزوترم‌های جذب جلبک *Navicula* توسط نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs تحت شرایط مختلف تجربی انجام گرفت. جهت بررسی عملکرد PEBA/CDs در زمینه حذف جلبک *Navicula* تحت شرایط بهینه، مقدار  $0.3 \text{ g}$  نانوجاذب به  $70 \text{ ml}$  از محلول جلبک آغشته شده است. مخلوط

بنابراین مدت زمان ۴۰ s به عنوان زمان بهینه انتخاب شده است. این میزان زمان تماس نسبت به سایر جاذبها کم تر است که این موضوع تأیید کننده بهینه سازی انجام گرفته در این مطالعه و همچنین تأثیر مؤثر مطالعه سیستماتیک فرآیند است (Rieger et al. 2013).



شکل ۹- اثر مدت زمان تماس بین جاذب و جلبک بر میزان عملکرد نانوجاذب PEBA/CDs تحت شرایط مختلف (سرعت هم زدن: ۸۰۰ rpm، دمای: ۲۰۰ K و pH=9)

Fig. 10 Effect of contact time between adsorbent and algae on the performance of PEBA/CDs nanoadsorbent under different conditions (Stirring speed: 800 rpm, temperature: 200 K and pH = 9)

### ۳-۳-۳ اثر یون خارجی

پژوهشهای قبلی نشان داده است که بازده حذف جلبک توسط نانوجاذب در آب آشامیدنی ارتباط نزدیکی به حضور یونهای فلزی موجود در آب دارد (Haupt and Caron 2010). برای ارزیابی عملکرد نانوجاذبهای کامپوزیتی PEBA/CDs، آزمایشها در حضور یونهای فلزی As، Pb و Cd انجام شد. جدول (۵) میزان حذف جلبک *Navicula* توسط نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs را در شرایط بهینه نشان می دهد. نتایج بیان کننده این موضوع است که نانوجاذب PEBA/CDs دارای کارایی در حدود ۹۵٪ جهت حذف جلبک می باشد؛ بنابراین نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs در حضور املاح موجود در آب، دارای عملکرد مطلوبی در زمینه حذف جلبک است.

جدول ۵- اثر یون خارجی بر کارایی نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs

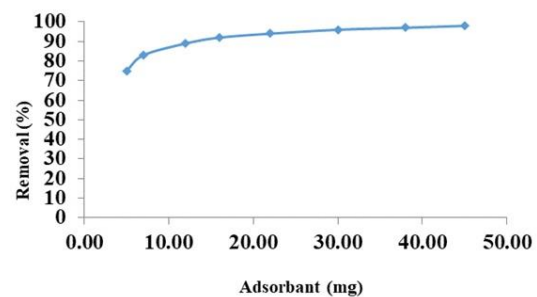
Table 5 Effect of foreign ions on performance of PEBA/CDs polymeric nanoadsorbents

External Ion	Removal Efficiency (%)
As <sup>+1</sup>	95.2
Cd <sup>+2</sup>	95.7
K <sup>+2</sup>	95.9

که،  $C_e$  و  $C_0$  به ترتیب غلظت جلبک در زمانهای ابتدایی و تعادل،  $V$  حجم محلول (l) و  $m$  میزان جرم جاذب (g) است.

### ۳-۳-۱- اثر مقدار جاذب

اثر مقدار جاذب PEBA/CDs بر حذف جلبک *Navicula* در شکل (۸) نشان داده شده است. بر اساس این ایزوترم، با افزایش مقدار جاذب، میزان حذف جلبک نیز افزایش پیدا می کند. در واقع با افزایش مقدار جاذب، یک جذب سطحی بسیار سریع روی سطح جاذب اتفاق می افتد که این موضوع باعث کاهش غلظت جلبک در محلول می شود. در مراحل بعدی و به مرور نسبت غلظت جاذب به غلظت جلبک کمتر می شود. این بدان دلیل است که جاذب پلیمری PEBA/CDs فقط می تواند مقدار مشخصی از جلبک را جذب کند. همچنین با افزایش بیش از حد جرم جاذب، میزان جذب جلبک کاهش می یابد که این موضوع ناشی از تقسیم شار یا کاهش غلظت جلبک در سطح نمونه PEBA/CDs است؛ بنابراین، با افزایش جرم جاذب، مقدار جلبک جذب شده روی سطح نانوجاذب کاهش می یابد و در نتیجه ظرفیت جذب کاهش پیدا می کند. رفتار جذبی جلبک *Navicula* با افزایش مقدار جاذب در تطابق با نتایج قبلی می باشد (Radhakrishnan et al. 2020).



شکل ۸- اثر مقدار نانوجاذب PEBA/CDs بر حذف جلبک *Navicula* تحت شرایط مختلف تجربی (سرعت هم زدن: ۸۰۰ rpm، دما: ۲۰۰ K و pH=9)

Fig. 9 Effect of amount of nanoadsorbent PEBA/CDs on the removal of *Navicula* algae under different conditions (Stirring = 800 rpm, t=300 K, and pH = 9)

### ۳-۳-۲ اثر مدت زمان تماس

یک سری آزمایشهای جهت تعیین مدت زمان بهینه بین جلبک و نانوجاذب PEBA/CDs انجام شده است. همان طور که در شکل (۹) نشان داده شده است با افزایش مدت زمان تماس تا ۳۸ s، مقادیر حذف جلبک نیز افزایش یافته و سپس با افزایش بیش تر مدت زمان تماس، میزان حذف جلبک به ثبات رسیده است؛

PEBA/CDs به منظور حذف جلبک و کیفیت بخشی به آب آشامیدنی استفاده شد. بنابراین جمع بندی موارد ذیل مورد توجه قرار گرفته است.

۱- مشخصه یابی خواص فیزیکی شیمیایی نشان داد که نمونه‌ها دارای میانگین توزیع اندازه ذره ۴۰ نانومتر و مساحت سطح در حدود  $440 \text{ m}^2/\text{g}$  می باشند. همچنین نتایج شمارش کلنی نشان داد که نانوجاذب سنتز شده باعث کاهش تعداد کلنی جلبک به میزان پنج کلنی گردیده است.

۲- به منظور تأثیر پارامترهای تجربی بر میزان شمارش کلنی از طراحی آزمایش‌ها استفاده شده است که این نتایج نه تنها علمی بودن فرآیند را نشان داد بلکه آنالیز واریانس تأثیر عمده پارامترهای تجربی شامل مقدار جاذب، مدت زمان تماس و حجم آب را بر میزان حذف کلنی تأیید کرد.

۳- مسیر سنتزی توسعه یافته در این مطالعه و همچنین استفاده از نانوجاذب نوین به همراه بهینه سازی فرآیند پروتکلی روشنی جهت کیفیت بخشی به آب آشامیدنی سالم را نوید می دهد.

#### سپاسگزاری

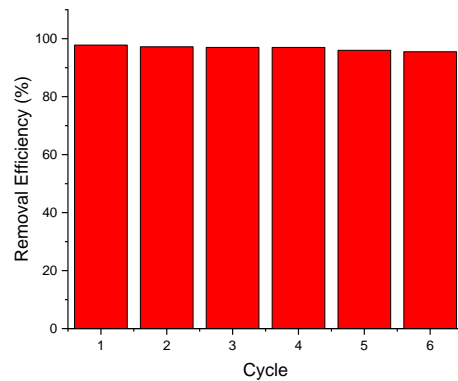
نویسندگان مقاله تشکر و قدردانی خود را از پژوهشکده محیط زیست دانشگاه تحصیلات تکمیلی صنعتی و فناوری پیشرفته کرمان به جهت در اختیار قرار دادن امکانات آزمایشگاهی اعلام می دارند.

#### دسترسی به داده‌ها

داده‌های استفاده شده (تولید شده) در این پژوهش در متن مقاله ارائه شده است.

## References

- Alfajara, C. G., Nakano, K., Nomura, N., Igarashi, T. and Matsumura, M. (2002). Operating and scale-up factors for the electrolytic removal of algae from eutrophied lakewater. *J. Chem. Technol. Biotech.*, 77(8), 871-876.
- Arola, K., Van der Bruggen, B., Mänttari, M. and Kallioinen, M. (2019). Treatment options for nanofiltration and reverse osmosis concentrates from municipal wastewater treatment: A review. *Critic. Rev. Environ. Sci. Technol.*, 49(22), 2049-2116.
- Asghari, M., Mosadegh, M. and Harami, H. R. (2018). Supported PEBA-zeolite 13X nano-composite membranes for gas separation: Preparation, characterization and molecular dynamics simulation. *Chem. Eng. Sci.*, 187, 67-78.
- Cherifi, O., Sbihi, K., Bertrand, M. and Cherifi, K. (2017). The siliceous microalga *Navicula subminuscula* (Manguin) as a biomaterial for removing metals from tannery effluents: a laboratory study. *J. Mater. Environ. Sci.*, 8(3), 884-893.



شکل ۱۱- مقدار حذف جلبک توسط نانوجاذب کامپوزیتی تحت شرایط مختلف (سرعت هم زدن: ۸۰۰ rpm، دمای: ۲۰۰ K و pH=9)

Fig. 11 The amount of algal removal by composite nanosorbents under different conditions (stirring speed: 800 rpm, temperature: 200 K and pH = 9)

#### ۳-۳-۴ احیا نانوجاذب

محاسبه قابلیت استفاده مجدد از نانوجاذب و میزان احیاء آن یکی از فاکتورهای مهم است. شکل (۱۱) میزان احیای نانوجاذب پلیمری PEBA/CDs را برای شش مرتبه متوالی نشان می دهد. نتایج بیان کننده این موضوع است که ظرفیت نانوجاذب دچار تغییر خاصی نشده است؛ بنابراین این شکل تأیید کرد که نانوجاذب کامپوزیتی PEBA/CDs دارای پتانسیل قابل توجهی به منظور حذف جلبک *Navicula* پس از چندین مرتبه آزمایش را دارد. کارایی این نانوجاذب در زمینه احیاء مجدد جلبک نسبت به نمونه‌های مشابه به طور قابل توجهی افزایش پیدا کرده که علت این امر را می توان به مطالعه‌های سیستماتیک به کار رفته در این مطالعه جهت سنتز نانوجاذب ارتباط داد (Asghari et al. 2018)

#### ۴- نتیجه گیری

در این پژوهش برای اولین بار از نانوجاذب پلیمری

- Crupi, V., Ficarra, R., Guardo, M., Majolino, D., Stancanelli, R. and Venuti, V. (2007). UV-vis and FTIR-ATR spectroscopic techniques to study the inclusion complexes of genistein with  $\beta$ -cyclodextrins. *J. Pharm. Biomed. Anal.*, 44(1), 110-117.
- Ding, T., Li, W. and Li, J. (2019). Influence of multi-walled carbon nanotubes on the toxicity and removal of carbamazepine in diatom *Navicula* sp. *Sci. Total Environ.*, 697, 134104.
- Ding, T., Wang, S., Yang, B. and Li, J. (2020). Biological removal of pharmaceuticals by *Navicula* sp. and biotransformation of bezafibrate. *Chemosphere*, 240, 124949.
- Fawell, J., Bailey, K., Chilton, J., Dahi, E. and Magara, Y. (2006). Fluoride in drinking-water: IWA publishing.
- Gao, S., Yang, J., Tian, J., Ma, F., Tu, G. and Du, M. (2010). Electro-coagulation-flotation process for algae removal. *J. Hazard. Mater.*, 177(1-3), 336-343.
- Gould, S. and Scott, R. C. (2005). 2-Hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin (HP- $\beta$ -CD): a toxicology review. *Food Chem. Toxic.*, 43(10), 1451-1459.
- Haupt, J. L. and Caron, J. P. (2010). Navicular bursoscopy in the horse: a comparative study. *Veter. Surg.*, 39(6), 742-747.
- Hu, R., Zhang, R., He, Y., Zhao, G. and Zhu, H. (2018). Graphene oxide-in-polymer nanofiltration membranes with enhanced permeability by interfacial polymerization. *J. Membrane Sci.*, 564, 813-819.
- Kappert, E. J., Raaijmakers, M. J., Tempelman, K., Cuperus, F. P., Ogieglo, W. and Benes, N. E. (2019). Swelling of 9 polymers commonly employed for solvent-resistant nanofiltration membranes: A comprehensive dataset. *J. Membrane Sci.*, 569, 177-199.
- Kumar, P., Hegde, K., Brar, S. K., Cledon, M. and Kermanshahi-pour, A. (2019). Potential of biological approaches for cyanotoxin removal from drinking water: A review. *Ecotoxic. Environ. Safety*, 172, 488-503.
- Lata, S. and Samadder, S. (2016). Removal of arsenic from water using nano adsorbents and challenges: a review. *J. Environ. Manage.*, 166, 387-406.
- Matilainen, A., Vepsäläinen, M. and Sillanpää, M. (2010). Natural organic matter removal by coagulation during drinking water treatment: A review. *Adv. Colloid Interf. Sci.*, 159(2), 189-197.
- Mirhosseini, H., Mostafavi, A., Shamspur, T. and Sargazi, G. (2020). Preparation of novel ternary g-C<sub>3</sub>N<sub>4</sub>/WO<sub>3</sub>/ZnO nanocomposite adsorbent with highly effective imidacloprid removal: optimization design and a controllable systematic study. *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* doi:10.1007/s10854-020-04343-1
- Moghaddam-manesh, M., Ghazanfari, D., Sheikhsosseini, E. and Akhgar, M. (2020). Synthesis of bioactive magnetic nanoparticles spiro[indoline-3,4'-[1,3]dithiine]@Ni(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> supported on Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>@SiO<sub>2</sub>@CPS as reusable nanocatalyst for the synthesis of functionalized 3,4-dihydro-2H-pyran. *Appl. Organometal. Chem.*, 34, e5543.
- Moghazy, R. M., Labena, A., Husien, S., Mansor, E. S. and Abdelhamid, A. E. (2020). Neoteric approach for efficient eco-friendly dye removal and recovery using algal-polymer biosorbent sheets: Characterization, factorial design, equilibrium and kinetics. *Int. J. Bio. Macromol.*, 157, 494-509.
- Paul, M. and Jons, S. D. (2016). Chemistry and fabrication of polymeric nanofiltration membranes: A review. *Polym.*, 103, 417-456.
- Prajapati, S. K., Kaushik, P., Malik, A. and Vijay, V. K. (2013). Phycoremediation coupled production of algal biomass, harvesting and anaerobic digestion: Possibilities and challenges. *Biotech. Adv.*, 31(8), 1408-1425.
- Radhakrishnan, C., Pardhi, S., Kulikovskiy, M., Kocielek, J. P. and Karthick, B. (2020). *Navicula watveae* sp. nov. (Bacillariophyceae) a new diatom species from the Western Ghats, India. *Phyto.*, 433(1), 20-26.
- Rieger, K. A., Birch, N. P. and Schiffman, J. D. (2013). Designing electrospun nanofiber mats to promote wound healing—a review. *J. Mater. Chem. B.*, 1(36), 4531-4541.
- Sargazi, G., Afzali, D. and Mostafavi, A. (2018). A novel synthesis of a new thorium (IV) metal organic framework nanostructure with well controllable procedure through





- ultrasound assisted reverse micelle method. *Ultrason. Sonochem.*, 41, 234-251.
- Thombre, N. V., Gadhekar, A. P., Patwardhan, A. V. and Gogate, P. R. (2020). Ultrasound induced cleaning of polymeric nanofiltration membranes. *Ultrason. Sonochem.*, 62, 104891.
- Urper, G. M., Sengur-Tasdemir, R., Turken, T., Ates Genceli, E., Tarabara, V. V. and Koyuncu, I. (2017). Hollow fiber nanofiltration membranes: A comparative review of interfacial polymerization and phase inversion fabrication methods. *Separ. Sci. Technol.*, 52(13), 2120-2136.
- Wu, T., Wang, N., Li, J., Wang, L., Zhang, W., Zhang, G. and Ji, S. (2015). Tubular thermal crosslinked-PEBA/ceramic membrane for aromatic/aliphatic pervaporation. *J. Membrane Sci.*, 486, 1-9.
- Zhou, W., Cheng, Y., Li, Y., Wan, Y., Liu, Y., Lin, X. and Ruan, R. (2012). Novel fungal pelletization-assisted technology for algae harvesting and wastewater treatment. *Appl. Biochem. Biotech.*, 167(2), 214-228.

## Research Paper

**Systematic Design for Optimizing the Removal of Taste and Odor-Causing Algae from Drinking Water using PEBA/CDs Polymeric Nanoadsorbents****Mahsa Human<sup>1</sup>, Nooshin Saadi<sup>2\*</sup>, Reza Marandi<sup>3</sup>, Mojgan Zaeimdar<sup>2</sup> and Niloufar AKbarzadeh Torbati<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>PhD Scholar, Department of Environmental Science, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>2</sup>Assist. Professor, Department of Environmental Science, Faculty of Marine Science and Technology, North Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>3</sup>Assoc. Professor, Department of Environmental Science, Marine science and technology faculty, North Tehran branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran

<sup>4</sup>Assist. Professor, Department of Chemistry, Faculty of Sciences, University of Sistan and Baluchestan, Zahedan, Iran

\*Corresponding author: n\_sajjadi@iau-tnb.ac.ir

**Received:** December 20, 2020

**Revised:** February 22, 2021

**Accepted:** April 17, 2021

**Abstract**

Cyclodextrin (CDs)/polyether black amide (PEBA) polymeric nanostructures are of particular practical importance due to their nature including porosity, biocompatibility and biodegradability as new polymeric nanocomposites. The aim of this research work was to optimize the odour and taste causing algae in drinking water using PEBA/CDs nanoadsorbents. The design of experiments and the effect of experimental parameters on the rate of algae removal was done systematically by Fractional Factorial method. RSM optimization method was used to achieve the highest algae removal performance. FTIR spectroscopy, SEM images, BET technique and mapping analysis were used to characterize these nanostructures. These analyzes showed that the nanoadsorbents synthesized had ideal properties such as homogeneous morphology and fiber size distribution in the nanometer range. In addition, according to data obtained from BET technique, the surface area of the sample was about 840 m<sup>2</sup>/g. The results of studies on *Navicula* algae showed that PEBA/CDs polymeric nanoadsorbents can affect the quality of drinking water by reducing the number of algae colonies to 5 colonies. The results of analysis of variance showed that the parameters of dose of polymeric nanoadsorbents, water volume and contact time ( $P_{\text{value}} = 0.000$ ) affect the rate of algal removal. The results showed a reduction in the number of algae colonies by 3 colonies. The use of novel nanostructures as well as the systematic studies used in this study can be used as a new strategy to improve the quality of drinking water.

**Keyword:** Algae Removal; Drinking Water Quality; PEBA/CDs Polymeric Nanoadsorbent; Systematic Study