

## استفاده از هیولاندیت اصلاح شده توسط سورفکتانت کاتیونی به عنوان جاذب جدید در حذف آنیون ها از سیستم مدار بسته پرورش قزل آلا

ظهیر شکوه سلجوقی<sup>۱\*</sup>، اکبر ملک پور<sup>۲</sup>، مجید بختیاری<sup>۳</sup>، احمد ایمانی<sup>۳</sup>، محمدرضا اشرف زاده<sup>۴</sup> و محمد محسنی<sup>۳</sup>

۱. گروه شیلات، دانشکده علوم دریایی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار
۲. گروه شیمی، دانشکده علوم، دانشگاه اصفهان
۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران
۴. گروه محیط زیست، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

تاریخ پذیرش: ۸۹/۱۰/۱۳

تاریخ دریافت: ۸۹/۶/۳۱

### چکیده

تصفیه آب در سیستم های مدار بسته آبی پروری یکی از مهمترین روش های مدیریت کیفی آب محسوب می شود. مواد تعویض گر یونی معدنی در سیستم های پرورشی تنها در حذف آمونیاک مورد استفاده قرار می گیرند. ژئولیت ها دارای بار منفی بر سطح خودشان می باشند که آنها را قادر به جذب کاتیون ها و یون های فلزی می سازد. در این مطالعه با استفاده از یک سورفکتانت کاتیونی (تترا دسیل تری متیل آمونیوم برماید) سطح ژئولیت کلینوپتیلولایت، به منظور حذف ترکیبات نیتروژن دار تغییر یافت. نمونه ژئولیت مورد مطالعه با استفاده از طیف XRD و XRF مورد مطالعه قرار گرفت. نتایج نشان داد که کانی هیولاندیت قسمت عمده نمونه را به خود اختصاص داد. مطالعه در سه تکرار و تحت شرایط محیطی دمایی (۱۵، ۲۰ و ۲۵) و pH (۶، ۷، ۸ و ۹) انجام شد. نتایج نشان داد که افزایش دما دارای اثر معنی داری بر میزان جذب نیترات و نیتريت توسط ژئولیت اصلاح شده توسط سورفکتانت می باشد ( $P < 0.05$ ). دما سبب افزایش تحرک آنیونی و نتیجتاً افزایش میزان جذب گردید. pH نیز اثر معنی داری بر میزان جذب نیترات دارد ( $P < 0.05$ )، در حالی که هیچ روند منظمی در جذب نیتريت مشاهده نشد. در مورد نیترات، pH سبب افزایش درجه یونیزاسیون و جذب گردید. نتایج مشخص نمود که فاکتورهای محیطی ظرفیت جذبی ژئولیت اصلاح شده را تحت تاثیر قرار می دهد. یافته های این تحقیق نشان داد که عوامل دیگری از قبیل غلظت آنیونی، حضور سایر آنیون ها و یون های رقابتی، جذب را تحت تاثیر قرار می دهد.

**واژگان کلیدی:** سیستم مدار بسته، ژئولیت اصلاح شده، سورفکتانت، ترکیبات نیتروژن دار، جذب آنیونی

\* نویسنده مسؤل، پست الکترونیک: zoheirsaljoghi@yahoo.com

## ۱. مقدمه

تولید تجاری آبزیان در قلمرو فن آوری زیستی قرار می گیرد که نیازمند حمایت متوازن از علوم زیست شناسی و مهندسی است. لذا برای موفقیت در این عرصه، بایستی از علوم مختلفی همچون زیست شناسی، اقتصاد و صنایع غذایی بهره برد. در سیستمهای مدار بسته، آب به طور دائم توسط آبی و غذای مصرفی آلوده می شود که بایستی به منظور استفاده مجدد توسط سیستم های پالایش گر تمیز شوند. این سیستم ها آب را تا حد ممکن از آلاینده های موجود حذف می نمایند. این آلودگی ها شامل ترکیبات آلی محلول و معلق، ذرات غذایی، مدفوع ماهی، آمیون ها و کاتیون های مختلف است که دارای اثرات سوئی بر آبی و محیط پرورشی آن می باشند (Tacon and Forster, 2003). در سیستم های مدار بسته آلودگی ها به طور عمده ناشی از آبی و همچنین غذای مصرفی آنها می باشد (Liao and Mayo, 2004). از اثرات نامطلوب آلودگی ها بر آبزیان و محیط زیست آنها می توان به کاهش میزان اکسیژن در دسترس برای آبی، تخریب تجهیزات و ادوات در سیستم های مدار بسته اشاره نمود که علاوه بر این رنگ آب را نیز نامطلوب می سازند (Chen et al., 1994). انباشته شدن ترکیبات مغذی نیتروژن دار و فسفردار ناشی از مزارع پرورش ماهی سبب تغییرات در جمعیت جلبکی می شود (Guo and Li, 2003).

از روش های تصفیه ای به کار گرفته شده در سیستم های پرورشی مدار بسته، به روش تصفیه تعویض یون می توان اشاره نمود که در حقیقت روشی برای حذف مواد محلول از آب است (Mumpton and Fishman, 1977). مواد تعویض گر یونی دارای بار الکتریکی بر سطح خودشان می باشند. وقتی که آب از بستر ثابت عبور می کند یون های موجود در آب با یون های موجود در ماده تعویض گر یونی مبادله می شوند. بسترهای تعویض گر یونی از مواد طبیعی (کلینوپتیلولایت، کابازیت، آنالسیم و موردنیت) و یا مواد مصنوعی (رزین های آلی و هیدروژل ها)

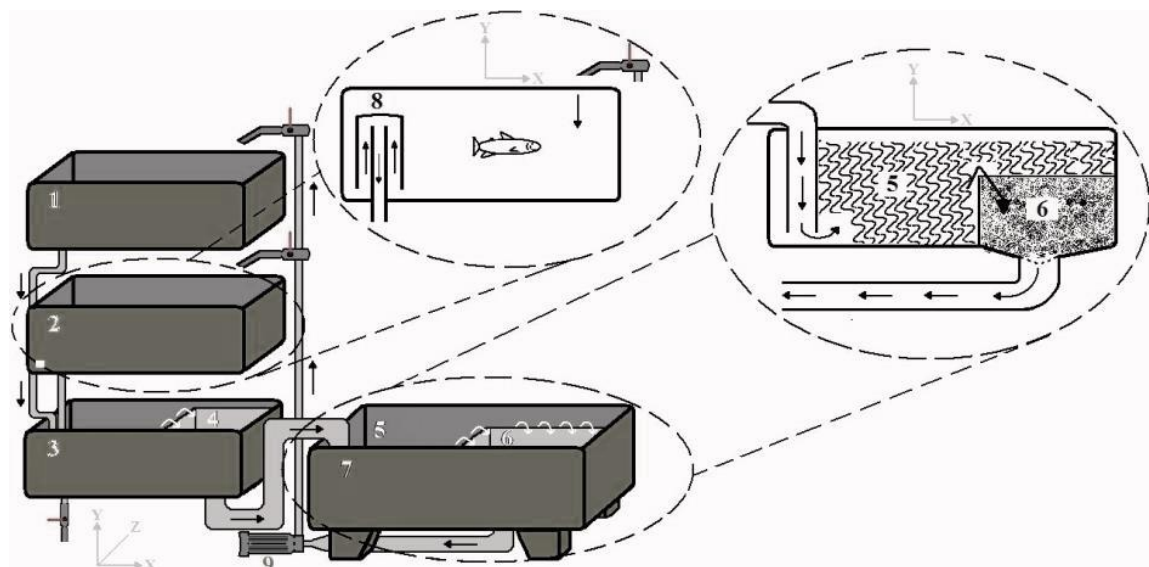
هستند (Yang, 2003). زئولیت های طبیعی سه نقش در آبی پروری دارند: حذف آمونیاک از سالن های تغریخ و در حین حمل آبزیان و نیز آب اکواریوم ها، کاربرد در تولید اکسیژن در سیستم های هوادهی، استفاده در جیره غذایی ماهیان (Ciambelli et al., 1984). این مواد دسته ای از آلومینوسیلیکات های بلورین ریز حفره آبدار، شامل کاتیون های قابل تعویض از قبیل Na, K, Ca, Sr, Mg, Br هستند. جایگزینی ایزومورفی هر  $Al^{3+}$  به جای  $Si^{4+}$  در ساختار اصلی، یک بار منفی شبکه ای را سبب می شود که با حضور کاتیون های خارج از چهار چوب جبران می شود (Davis, 1991). این ساختار شبکه ای دارای کانال ها و حفراتی متصل بهم می باشد. سطح باردار منفی این ترکیبات، آنها را به عنوان مواد ارزان قیمت مناسب در حذف کاتیون ها و یون های فلزی تبدیل نموده است. جابجایی کاتیون ها در حفره ها، باعث انجام فرایند تبادل یون در زئولیت ها می گردد که اولین بار در گرفتن سختی آب مورد استفاده قرار گرفت (Inglezakis et al., 2005). به طور کلی، خواص شیمیایی ساختمان زئولیت، فراوانی و قابلیت دسترسی و ارزش اقتصادی از عوامل تعیین کننده زمینه کاربردی زئولیت ها به شمار می روند (Arcoya et al., 1994). از زئولیت (سدیم کابازیت) در مخازن حمل ماهی به عنوان عامل کنترل کننده کیفیت شیمیایی استفاده می شود (Zhang and Perschbacher, 2003). در این تحقیق به بررسی اثر زئولیت هیولاندیت اصلاح شده توسط سورفکتانت کاتیونی تترادسیل تری متیل آمونیوم برماید در جذب آلاینده های نیتروژن دار از سیستم مدار بسته آبی پروری تحت اثر عوامل دما و pH پرداخته شد.

## ۲. مواد و روش ها

در ابتدای آزمایش به ساخت سیستم مدار بسته آبی پروری مبادرت ورزیده شد. این سیستم همان طوری که در شکل شماره ۱ نیز آورده شده است دارای سه مخزن است که ۲ دو مخزن فایبرگلاس

مرحله مجدداً توسط پمپ گردش آب به داخل هر یک از مخازن پرورشی برگشت داده می شود. ماهیان دو بار در طول شبانه روز با جیره تجاری (ساخت شرکت بهپرور، اندازه پلت: ۴/۵ میلیمتر، GFT-2) تغذیه شدند. تعویض آب، به مقدار ۱۰ درصد آب کل سیستم صورت گرفت. از مخزن جمع آوری کننده پساب به منظور انجام آزمایشات نمونه برداری شد. فاکتورهایی از قبیل غلظت‌های آمیونی به طور روزانه در طی دوره آزمایشی ۵۲ روزه اندازه گیری و ثبت گردید (شکل شماره ۲).

۱۲۰ لیتری (مخزن ۱ و ۲) حاوی ۳۰ عدد ماهی قزل آلی رنگین کمان ۱۲۰ گرمی و مخزن دیگر جهت جمع آوری پساب با حجم ۱۲۰ لیتری باشد. قسمت دیگر سیستم، مخزن ۱۰۰ لیتری حاوی فیلتر شنی و بیوفیلتر است (مخزن شماره ۷)، که به ترتیب نقش جمع آوری کننده مدفوع و سایر ذرات معلق موجود در سیستم و تصفیه زیستی را بر عهده دارند. بیوفیلتر مورد استفاده در این بخش دارای دو نقش تصفیه زیستی (تبدیل آمونیاک به نیتريت و در نهایت نیترات) و حذف جامدات معلق موجود در سیستم پرورشی را بر عهده داشت. آب پس از تصفیه در این



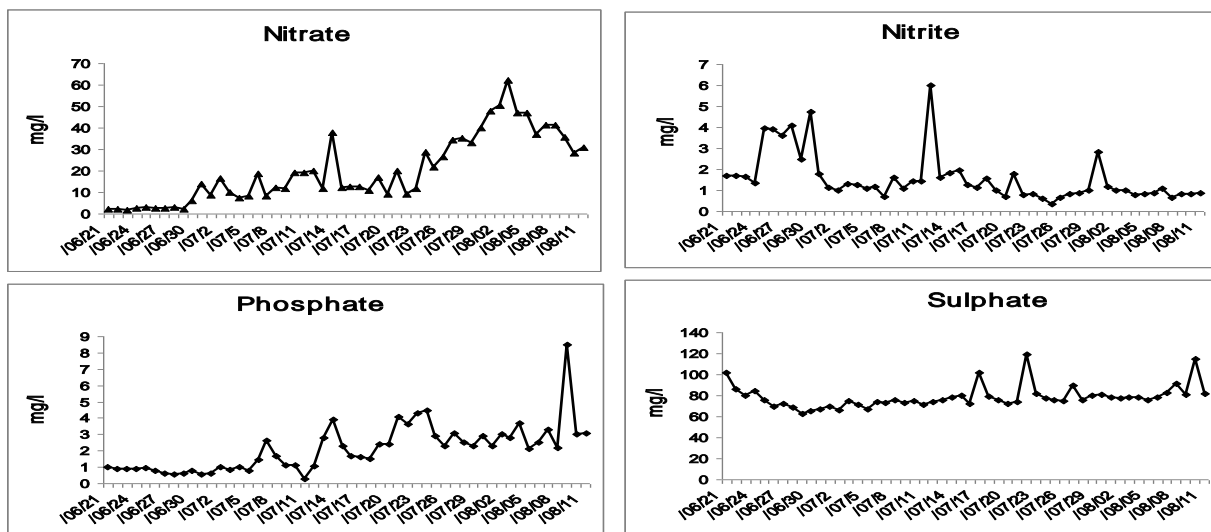
شکل ۱. تصویر شماتیک از سیستم مدار بسته مورد استفاده در آزمایش

پساب موجود مستقیماً از منطقه میانی مخزن جمع آوری پساب (مخزن شماره ۳) تهیه و به طور روزانه عوامل فیزیکی شیمیایی آن مورد سنجش قرار گرفت. اندازه گیری غلظت ترکیبات با استفاده از دستگاه فوتومتر Palintest® 8000 ساخت کشور انگلستان صورت پذیرفت.

جدول شماره ۱، نشانگر غلظت ترکیبات فیزیکی شیمیایی موجود در سیستم مدار بسته آبی پروری است. ماهیان قزل آلا توسط جیره غذایی تجاری ساخت شرکت بهپرور حاوی ۳۸ درصد پروتئین خام، ۸ درصد چربی خام و ۵ درصد فیبر خام به مدت ۵۲ روز تغذیه شدند.

جدول ۱. اندازه گیری مربوط به فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب محیط پرورش آزمایش (انحراف معیار ± میانگین)

شاخص	pH	اکسیژن محلول (mg/L)	دبی (L/min)	تعویض روزانه آب (%)	دمای آب (°C)	N-NH <sub>3</sub> (mg/L)	N-NO <sub>3</sub> (mg/L)	N-NO <sub>3</sub> (mg/L)
	۷/۹۷	۱۱/۱۰	۳±۰/۲۰	۱۰	۱۷/۴±۰/۱۶	۰/۰۷±/۰۵	۱/۶±۰/۱۷	۳۸±۳/۰۴



شکل ۲. روند تغییرات آنیونهای نیتريت، نیترات، فسفات و سولفات در طی دوره آزمایشی

توسط کاغذ صافی و اتمن فیلتر شدند و غلظت تعادلی توسط دستگاه فوتومتر Palintest®8000) سنجش گردید (Palintest, 2003). میزان آنیون جذب شده توسط ژئولیت احیا شده با سورفکتانت از طریق اختلاف بین غلظت اولیه و تعادلی آنیونی تعیین گردید. قبل از آماده سازی ژئولیت ابتدا بایستی دانه های ژئولیت را توسط الک های ASTM به اندازه ذرات mm 2/1-8/0 در آورده. در مرحله بعد به صورت چشمی، کلیه ناخالصی های موجود در ژئولیت را جداسازی نموده و ژئولیت خالص تهیه می شود، ژئولیت مورد استفاده هیولانیدیت بود که از معادن

pH محلول ها به دقت با اضافه نمودن مقادیر بسیار اندک از محلول های HCl و NaOH و تنظیم آن با pH متر دیجیتال (Corning 120, Japan) صورت پذیرفت. و دمای محلول ها با استفاده از آنکوباتور تنظیم گردید، در حالی که محلول ها در لوله های شیشه ای با قطر داخلی ۲ سانتیمتر و ارتفاع ۲۵ سانتیمتر قرار داده شدند و به مدت یک ساعت با تنظیم فاکتورهای موثره مورد بررسی قرار گرفت (روش ستونی ناپیوسته). این آزمایش در سه سطح دمایی (۱۰، ۱۵ و ۲۰) و پنج سطح pH (۶، ۶/۵، ۷، ۷/۵، ۸) استفاده و در سه تکرار انجام شد. نمونه ها پس از یک ساعت

تکنیک پراش سنجی اشعه ایکس (XRD) می‌باشد. در صورت بمباران این عنصر توسط ذرات پراثری مانند الکترون، پروتون و یا فوتون‌های دیگر، اشعه ایکس مطابق خطوط گسیل شده قبلی تولید می‌شود که اساس روش فلورسانس اشعه ایکس (XRF) است. در واقع با بمباران هدف توسط یکی از منابع پراثری ذکر شده یک الکترون از لایه‌های داخلی آن خارج و جای خالی الکترون جدا شده، توسط الکترونی از لایه‌های بالاتر پر می‌شود. با بهره‌گیری از روش XRD علاوه بر تعیین ساختمان بلورین مواد می‌توان هرگونه تغییرات ساختمانی ناشی از تأثیرات فیزیکی و شیمیایی بر روی مواد را مورد بررسی قرارداد.

در این تحقیق به منظور بررسی ساختار زئولیت مورد استفاده و تعیین درصد هر کدام از عناصر موجود در ترکیب با پراش پرتو ایکس ساختار مورد ارزیابی قرار گرفت.

میزان جذب یون‌های نیترات و نیتريت توسط زئولیت اصلاح شده کلینوپتیلولایت در pH های ۶، ۶/۵، ۷، ۷/۵ و ۸ و دماهای ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درجه سانتیگراد به صورت جداگانه و مستقل در سه تکرار مورد مطالعه قرار گرفت. از آزمونهای Shpiro-Wilk به منظور تعیین نرمال بودن داده‌ها استفاده شد. آزمون همگنی واریانس‌ها با استفاده از Leven انجام شد. از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه برای مقایسه واریانس تیمارها و از آزمون دانکن برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها استفاده شد. این موارد در نرم افزار SPSS 11/5 اجرا شدند. رسم نمودارها نیز در نرم افزار Excel انجام شد.

### ۳. نتایج

روش‌های مختلفی در سیستم‌های مدار بسته آبی پروری به منظور حذف ترکیبات مضر

اطراف سم‌مان تهیه و به آزمایشگاه انتقال داده شده بود. پس از اصلاح اولیه و دانه‌بندی ذرات زئولیت، آماده‌سازی سطحی زئولیت انجام شد:

- ابتدا زئولیت به مدت ۴۸ ساعت در محلول ۱ مولار از کلرید سدیم، ساخت شرکت مرک آلمان در دمای ۲۵°C توسط دستگاه همزن دیجیتالی هم زده شد.

- سپس دانه‌های زئولیت با آب دو بار تقطیر به منظور از بین رفتن یون‌های  $Cl^-$  چندین بار شسته شدند.

- دانه‌های زئولیت در اون در دمای ۱۰۵ درجه سانتیگراد خشک شدند.

در نهایت، پس از آماده‌سازی سطحی زئولیت، به اصلاح سطح زئولیت توسط سورفکتانت تترادسیل‌تری‌متیل آمونیوم برآید پرداخته شد. بدین منظور محلول ۰/۰۱ مولار از سورفکتانت تهیه شد و بعد به نسبت ۱ به ۲۰ (زئولیت به سورفکتانت) به مدت ۶ ساعت توسط دستگاه همزن الکتریکی هم زده شد، سپس ذرات زئولیت اصلاح شده، در دمای ۲۵ درجه و به مدت ۱۲ ساعت در اون، خشک شدند.

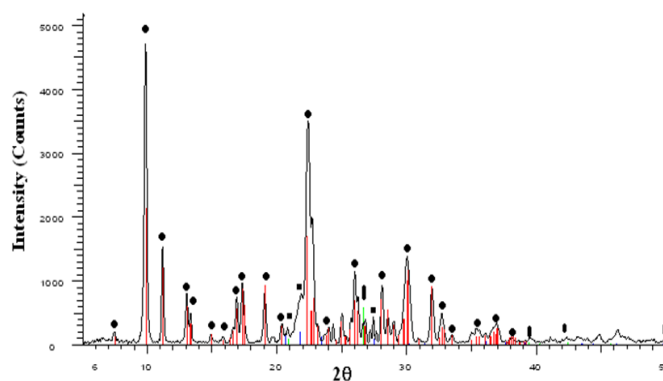
مقدار یک گرم زئولیت اصلاح شده در ستون‌های شیشه‌ای به قطر داخلی ۲ سانتیمتر و ارتفاع ۲۰ سانتیمتر و طی ۱ ساعت در تماس با ۲۵ میلی لیتر پساب سیستم پرورشی، تحت شرایط دما و pH مشخص قرار گرفت. میزان غلظت اولیه و نهایی آمیونی و میزان جذب در هر کدام از تیمارها تعیین گردید. جذب نوری نیترات و نیتريت برای nm570 مورد سنجش قرار گرفت.

تجزیه نمونه‌ها به روش پراش و فلورسانس اشعه ایکس (XRD و XRF) با قرار گرفتن یک عنصر (هدف) در معرض پرتوهای ایکس و بمباران شدن آن توسط الکترون‌های پراثری، طیف خطی ویژه‌ای گسیل می‌کند که اساس

آنیونی برای بقا بیشتر آبزبان مورد استفاده قرار گرفته است. از جمله این روش ها، استفاده از تعویض گرهای یونی است. در این تحقیق با تغییر ساختار این مواد ارزان قیمت، به حذف آنیون های مضر با غلظت بالا که هر کدام دارای سمیتی برای آبی می باشند، پرداخته شد.

به منظور تعیین میزان عناصر موجود در نمونه واقعی از دستگاه XRD ( X-R Diffractometer, ) واقعی از دستگاه

نتایج حاصل از XRD نمونه زئولیت سبز سمنان

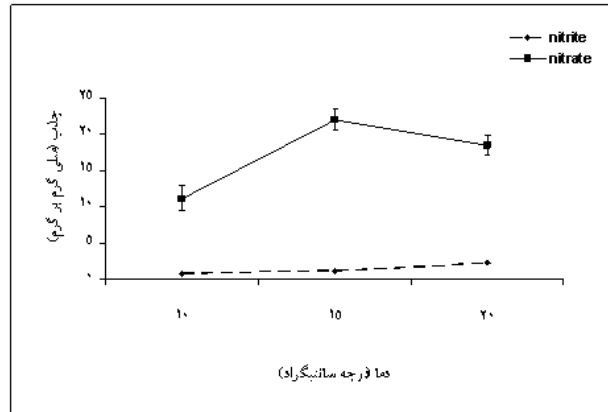


شکل ۳. بررسی نتایج حاصل از XRD نمونه زئولیت سبز سمنان

جدول ۲. نتایج آنالیز XRF نمونه طبیعی زئولیت

Line Color	Compound Name	Formula	Concentration (%W/W)
•	<i>Heulandite</i>	$Ca_{1.23}(Al_2Si_7)O_{18} \cdot 6H_2O$	73.3
▪	<i>Tridymite-ITO RG</i>	$SiO_2$	6.7
	<i>Quartz, syn</i>	$SiO_2$	20

بررسی نتایج حاصل از جذب آنیون نیترات و نیتريت توسط زئولیت اصلاح شده در دماهای مختلف: بررسی حاصل از سه تیمار دمایی نشان داد که افزایش دما بر قابلیت جذب آنیون های نیترات و نیتريت توسط زئولیت اصلاح شده موثر است. این افزایش دما بر میزان جذب معنی دار بود ( $P > 0.05$ ). بیشترین میزان جذب توسط این جاذب در دمای ۱۵ درجه حاصل شد. مقایسه بین دو جاذب نشان داد که در زئولیت اصلاح شده، سورفکتانت به عنوان یک تک لایه جاذب عمل می نماید و سبب اتصال آنیون ها به سطح باردار خود می شود. مشابه همین روند جذبی در مورد نیتريت نیز مشاهده شد (شکل شماره ۴). به نظر می رسد عامل اصلی در افزایش میزان جذب در اثر افزایش دما فعال تر شدن لایه جاذب فعال سطحی و نیز تحرک بهتر آنیون ها می باشد که سبب افزایش جذب می شود.

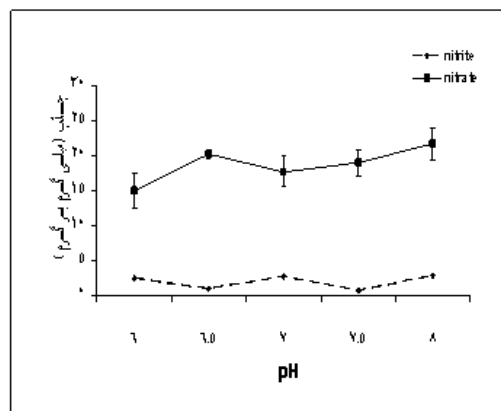


شکل ۴. بررسی اثر دما بر روند جذب نیترات و نیتريت توسط زئولیت اصلاح شده

غلظت آنیون ها در محیط که نوعی حالت رقابتی را به منظور اشغال مکان های فعال جذبی بوجود می آورد و نیز حضور یونهای رقابتی، عوامل مزاحم و ترکیبات بار دار آلی می توان اشاره نمود که بر میزان جذب موثر می باشند. به طور کلی اثر افزایش دما و pH بر میزان جذب آنیون نیتريت کمتر از نیترات است. به نظر میرسد که فاکتور غلظت آنیونی به عنوان عامل رقابتی و مزاحمتی در میزان جذب نیتريت نقش خود را ایفا می نماید.

بررسی نتایج حاصل از جذب آنیون نیترات و نیتريت توسط زئولیت اصلاح شده در pH های مختلف:

افزایش pH سبب افزایش میزان جذب نیترات و نیتريت توسط جاذب شد. همانطوریکه در نمودار شماره ۵ آورده شده است، در مورد آنیون نیترات افزایش pH سبب افزایش درجه یونیزاسیون آنیونی گشته و فعال تر شدن لایه سورفکتانت شده که خود عاملی جهت افزایش میزان جذب گردید. نتایج نشان داد که علاوه بر دو فاکتور فوق ( دما و pH) فاکتورهای دیگری نیز وجود دارند که بر میزان جذب موثرند (شکل شماره ۶). از جمله این فاکتورها می توان به میزان



شکل ۵. بررسی اثر pH بر روند جذب نیترات و نیتريت توسط زئولیت اصلاح شده

#### ۴. بحث و نتیجه گیری

روش های مختلفی به منظور حذف آلاینده های نیتروژنه در سیستم های پرورشی ابداع شده اند که هر کدام دارای نقاط قوت و ضعف مخصوص به خود می باشند. استفاده از مواد تصفیه ای با حداقل هزینه اولیه و کارایی بالا همواره از اهداف اصلی آبی پروری محسوب می گردید. استفاده از روش تعویض یون به عنوان روشی برای تصفیه آب در صنعت در حال گسترش ماهیان آب شیرین شناخته می شود (Kiussis et al., 1999). زئولیت ها گروهی از سیلیکات های طبیعی - معدنی با کاربردهای بسیار زیاد در کشاورزی و آبی پروری می باشند این مواد دارای خاصیت تعویض یونی منحصر بفرد، جذب و آگیری می باشند. این مواد همچنین برای حذف ترکیبات نیتروژن دار از فاضلاب به عنوان سیستم های شوره زدا در آبی پروری مورد استفاده قرار می گیرد (Pond and Mumpton, 1984). در مطالعه ای نقش قدرت جذب مواد آلاینده از پساب آبی پروری توسط دو جاذب کربن فعال و زئولیت در شوری های مختلف، مقدار آمونیاک کل (TAN) و زمان مورد بررسی قرار گرفت و نتایج نشان داد که زئولیت به مراتب کارایی بهتری نسبت به کربن فعال دارد (Emadi et al., 2001). مشخص شده است که ظرفیت تعویض یونی تحت تاثیر فاکتورهای مختلفی از جمله غلظت آمونیاک، مقدار یون کلسیم موجود در محیط (Dryden and Weatherley, 1989)، حضور یونهای رقابتی قرار می گیرد (McLaren and Farquhar, 1973). نتایج نشان داد زئولیت قدرت انتخاب پذیری بالاتری نسبت به یون آمونیاک نسبت به سایر یونهای رقابتی موجود در محیط دارد (Jonhson, and Sieburth, 1974). از سیستم های تصفیه ای تعویض یون به عنوان سیستم حمایتی تصفیه ای

بیوفیلتر استفاده می شود (Sieburth, 1967)، زیرا بیوفیلتر در دمای زیر ۱۲ درجه (Hooper and Johnson et al., 1973)، سطوح پایین سولفید (Batterson et al., 1971) و حضور آنتی بیوتیک ها (Batterson et al., 2002) کارایی پائینی دارد. از زئولیت کلینوپتیولایت در حذف ترکیبات نیتروژن دار با بار مثبت ( $\text{NH}_4^+$ ) مزارع پرورشی تیلاپیا استفاده شده است (Batterson et al., 2002). از زئولیت (سدیم کابازیت) در مخازن حمل ماهی به عنوان عامل کنترل کننده کیفیت شیمیایی استفاده می شود (Zhang and Perschbacher, 2003). تا کنون هیچ گزارشی در زمینه حذف آنیون ها توسط زئولیت های اصلاح شده در سیستم های پرورشی صورت نگرفته است.

نتایج این تحقیق نشان داد که فاکتورهای محیطی دیگری به غیر از دما و pH، مانند حضور یون های مزاحم و رقابتی، غلظت آنیونی و حضور ترکیبات آلی باردار و... بر میزان جذب آنیونی موثرند که می بایستی مد نظر قرار گیرند. اثر دما و pH بر میزان جذب نیترات موثرتر از نیتريت بود. اثر pH بر میزان جذب توسط جاذب اصلاح شده معدنی مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که افزایش pH بر میزان جذب نیترات توسط جاذب سبب افزایش جذب شد، این عامل می تواند به دلیل یونیزاسیون بالاتر آنیون و همچنین و بار سطحی جاذب در pH های بالاتر باشد که این دلیل توسط یافته های قبلی برای سایر آنیونها مطابقت دارد (Gök and Ozcan, 2008). نتایج این آزمایش نشان داد که زئولیت اصلاح شده هم بدلیل ارزان بودن مواد اولیه آن و نیز بدلیل سادگی در تهیه آن به عنوان یک جاذب دو گانه کاتیونی و آنیونی و نیز به عنوان یک ابزار قدرتمند جذبی می تواند در جذب آنیون ها و کاتیون ها در سیستم پرورشی مورد استفاده قرار گیرد، تا به



تهران به دلیل همکاری بی دریغ شان سپاسگذاری می شود.

### منابع

Arcoya, A., Gonzalez, J. A., Traviso, N., Seoane, X. L. 1994. Physicochemical and catalytic properties of a modified natural clinoptilolite. *Clay Miner.* 29: 123-131.

Batterson, T.R., KnudHansen, C.F. 2002. Use of clinoptilolite zeolites for Ammonia-N transfer and retention in integrated aquaculture system and for improving pond water quality before discharge. *Appropriate Technol. Res.* 5: 217-226.

Chen, S., Timmons, M.B., Aneshansley, D.J., Bisogni, J.J. 1993. Suspended solids characteristics from recirculating aquacultural systems and design implications. *Aquaculture.* 112:143-155.

Ciambelli, P., Corbo, P., Lumare, F., Porcelli, C. 1984. in *Zeo-Agriculture: Use of Natural Zeolites in Agriculture and Aquaculture.* *Anim. Sci.* 32: 251-258.

Davis, M.E. 1991. Zeolites and molecular sieves: not just ordinary catalysts. *Am. Chem. Soci. Ind. Eng. Chem. Res.* 30: 1675-1683.

Dryden, H.T., Weatherly, L.R. 1989. *Aquaculture Water Treatment by Ion Exchange: Continuous Ammonium Ion Removal with Clinoptilolite.* *Aquaculture Eng.* 8: 109-126.

Dryden, H. T., Weatherley, L. R. 1989. *Aquaculture Water Treatment by Ion-Exchange: I. Capacity of Hector Clinoptilolite at 0.01-0.05 N.* *Aquaculture* 6: 51-68.

Emadi, H., Nezhad, J.E., Pourbagher, H. 2001. In vitro Comparison of Zeolite (Clinoptilolite) and Activated Carbon as Ammonia Absorbants in Fish Culture. *Naga.* 24:18-20.

Gök, O., Ozcan, S., Ozcan, A. 2008. Adsorption kinetics of naphthalene onto organo-sepiolite from aqueous solutions. *Desalination.* 220:96-107.

عنوان یک سیستم پالایشگر پشتیبان عمل نموده و آلودگی های حاصله از مواد مختلف موجود در سیستم را تا حد ممکن کاهش دهد. نتایج نشان داد که در زئولیت اصلاح شده، سورفکتانت به عنوان یک دو لایه جاذب عمل می نماید. در مورد آنیون نیتريت نتایج تحقیقات نشان داد که زئولیت اصلاح شده توسط سورفکتانت جذب خوبی از خود نشان نمی دهند (Li *et al.*, 2003). عامل دیگری که بر میزان جذب نیتريت توسط دو جاذب می تواند موثر واقع شود غلظت سایر آنیون ها و عوامل رقابتی می باشد که بر میزان جذب موثر واقع می شود. غلظت بالاتر یون نیتريت نسبت به نیتريت سبب اشغال سریعتر مکانهای فعال جذبی توسط زئولیت اصلاح شده می شود. نتایج این تحقیق نشان داد که اثر عوامل های دمای و pH بر میزان جذب نیتريت موثر تر از نیتريت می باشد. دما بر میزان جذب آنیونی موثر است. افزایش دما سبب تغییر در ساختار تک لایه فعال سورفکتانت می شود و بر میزان جذب اثر می گذارد. نتایج نشان داد که در مورد زئولیت اصلاح شده توسط سورفکتانت اثر غلظت آنیونی بر میزان جذب موثر تر از سایر عوامل می باشد. به طور کلی این گونه می توان بیان نمود که استفاده از زئولیت احیا شده توسط سورفکتانت بنا بر ارزان بودن و فراوانی زئولیتها در محیط طبیعی و سادگی دسترسی به آنها، سادگی در روش تهیه زئولیتها احیا شده توسط سورفکتانت و قابلیت جذب بالای آنیونی در سیستم های مدار بسته می تواند به عنوان ابزای جدید مورد استفاده قرار گیرد.

### تشکر و قدر دانی

به این وسیله از آقای سعید حاجی علی گل و آقای رضا عاشوری مسئول کارگاه پژوهشی تکثیر و پرورش آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه

Kiussis, D.R., Wheaton, F.W., Koffinas, P. 1999. Phosphate binding polymeric hydrogels for Aquaculture waste water remediation. *Aquaculture Eng.* 19: 163-178.

Liao, P.B., Mayo, R.B. 2004 Intensified fish culture combining water recirculation with pollution abatement, *Aquaculture*. 3: 61-85.

Li, Z., Willmas, C.A., Kniola, K. 2003. Removal of anionic contaminants using surfactant- modified Palygorskite and Sepiolite. *Clay Minerals*. 51: 445-451.

McLaren, J. R., Farquhar, G. J. 1973. Factors affecting ammonia removal by clinoptilolite. *J. Environ. Eng. Div.* 99: 429-446.

Mumpton, F.A., Fishman, P.h.1977. The application of natral zeolite in animal science and aquaculture. *J. Anim. Sci.* 45: 1188-1202.

Guo, L., Li, Z. 2003. Effect of nitrogen and phosorus from fish cage-culture on the communities of a shallow lake in middle Yange River basin of china. *Aquaculture*. 226: 201-212.

Hooper, A.B., Terry, K.R. 1973. Specific inhibitors of ammonia oxidation in *Nitrosomonas*. *J. Bacterial*. 115: 480-485.

Inglezakis, V.J., Stylianou, M.A., Gkantzou, D., Loizidou, M.D. 2005. Removal of Pb (II) from aqueous solutions by using clinoptilolite and bentonite as adsorbents. *Desalination*. 210: 248-256.

Johnson, P.W., Sieburth, J.M.N., Sastry, A., Arnold, C.R., Doty, M.S. 1971. *Leucothrix mucor* infestation of benthic crustacea, fish eggs, and tropical algae. *Limnol Oceanogr.* 16: 962-969.

Jonhson, P.W., Sieburth, J.M.N. 1974. Ammonial removal by selective ion exchange, a backup system for microbiological filters in closed -system aquaculture. *Aquaculture*. 4: 61-68.