Removal of Amonium from Rainbow Trout Fish Farms Effluent

Torabian, A. (Ph.D), Arian - nejad, Gh. (Ph.D)

Dept. of Environmental Engineering, University of Tehran.

Abstract

Culture of rainbow trout caused changes in chemical and physical of water quality parameters. These parameters are: BOD, DO, CO2, TSS, TDS and NH4. Eventhough these changes are about 1-2 mg/l but with development of fish farms, the cumultive release of these materials can be significant. It depends upon the concentrations at which they are released, and to what extend can cause eutrophication in receiving water.

Filtration is usually used for suspended solids removal and Amonia can be removed by ion exchange or biological filters. Zeolites have been successfuly used for removing amonia from aquaculture wastewater Amonia Ions ($NH4^+$) and unionized amonia (NH3) is highly toxic to fish.

In order to study and determine exchange capacity of domestie zeolites from Semnan and Mianeh provinces mines, a series of isoterms and column tests carried out. The result of this study indiates the amonia was adsorbed by zeolit of semnan and Mianeh and adsorption follows Frendlieh isoterm model. The rate of Zeolit practical adsorption for amonia in standard column by distilled and piped water determined 0.82 and 4.75 mg/g Zeolit respectively.

حذف آمونیوم از پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلا با استفاده از زئولیت

علی ترابیان* غلام‌رضا آرین‌نژاد**

چکیده

پرورش ماهی قزل‌آلا موجب تغییر مقادیر برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب می‌شود این تغییرات عبارتنداز: تغییر در مقدار BOD، اکسیژن محلول، دی‌اکسید کربن محلول، مقدار مواد جامد معلق و محلول در آب و تغییر در میزان آمونیوم. هر چند این تغییرات در حد ۱ تا ۲ میلی‌گرم در لیتر است اما با توجه به روند توسعه مزارع پرورش ماهی، لازم است به دنبال راهکارهایی به منظور دست‌یابی به یک توسعه معقول و پایدار بود. استفاده از فیلترهای ریز چشمه و جداسازی مواد جامد معلق تا حدود زیادی از تغییرات یاد شده جلوگیری می‌کنند. برای کاهش میزان آمونیوم محلول در آب نیز می‌توان از فیلترهای زیستی یا جاذب‌های کاتیونی همچون زئولیت سود برد. به منظور بررسی میزان کارایی زئولیت‌های موجود در معادن داخل کشور در جذب یون آمونیوم اقدام به انجام یک سلسله آزمایش به روش جذب توده‌ای و جذب به وسیله ستون‌های تبادل یونی با استفاده از زئولیت استخراج شده از معدن سمنان شد که اهم نتایج این آزمایشات عبارتنداز:

جذب آمونیوم توسط زئولیت نوع کلینوپتیولایت از مدل فرندلیخ پیروی کرده که در مورد جداول ۱، ۲ و ۳ با آب مقطر و آب شهری معادلات تعادلی به ترتیب $X/m = 5/9Ce(1/06)^{-1}$ و $X/m = 1/9Ce(1/67)^{-1}$ و $X/m = 0/7Ce(2)^{-1}$ تعیین شد.

میزان حذف عملیاتی زئولیت در آزمایش با ستون استاندارد و استفاده از آب مقطر حاوی کلراید آمونیوم، برای جذب آمونیوم برابر با ۲۶۲/۵ میلی‌گرم به ازای هر گرم زئولیت ۰/۸۲ میلی‌گرم تعیین شد.

میزان جذب عملیاتی زئولیت در آزمایش با دو ستون متوالی و محلول کلراید آمونیوم تهیه شده از آب شهر برابر با ۱۰۰۰ میلی‌گرم و به ازای هر گرم زئولیت ۰/۹۱ میلی‌گرم آمونیوم و میزان جذب کل به ازای هر گرم زئولیت ۴/۷۵ میلی‌گرم تعیین شد.

---

* - استادیار دانشکده محیط زیست دانشگاه تهران

** - عضو هیأت علمی

مقدمه

اولین مزرعه پرورش ماهی قزل‌آلای ایران در منطقه کرج و با بهره گیری از آب رودخانه کرج بنیان نهاده شد. با افزایش آگاهی مردم در زمینه‌های تولید و مصرف ماهی، تعداد مزارع به تدریج رو به فزونی نهاد و در چند سال اخیر، به دلیل توجه بیشتر دولت بـه ایـن بـخش و اعـطای اعـتبارات بـانکی و هـمچنین سودآوری این حـرفه احـداث مـزارع و تـوسعه آنـها سـرعت بیشتری گرفت. تنها در طی یکسال سطح فعال مزارع از ۱۶۵۹۴۴ متر مربع در سال ۷۵ به ۲۲۵۸۸۹ مترمربع در سـال ۷۶ رسـید و مقدار تولید این گونه پرورش از ۱۸۶۶ تن به ۲۷۱۲ تن رسـیده است. البـته مـصرف سـرانـه مـاهی نـیز درکشـور پـایین است (۲/۵کیلوگرم در سال به ازای هـر نـفر) و تـا سـطح اسـتاندارد جهانی (هشت‌کیلوگرم در سال به‌ازای هر نفر) توسعه این بخش با افزایش تولید ماهی در مـزارع پـرورشی و آب‌هـای داخـلی امکان‌پذیر است. این توسعه باید پایدار باشد، یعنی پی‌آمدهای پس از توسعه خود عامل بازدارنده‌ای برای این روند و هم‌چنین سایر فعالیت‌های جامعه زیستی نشود [۱].

استاندارد پرورش ماهی قزل‌آلا در جدول ۱ آورده شده است. این استانداردهـا در پـی سـال‌هاتجارت عـملی و انـجام پروژه‌های تحقیقاتی تدوین شده‌اند. دمایی که ماهی در آن بـه تغذیه پرداخته و رشد و نمو می‌نماید، ۱۸-۸ درجه سـانتی‌گراد است، اما در دمای ۱۶-۱۵ درجه این ماهی بهترین مقدار رشد را دارد. هرگونه تغییر نامطلوبی در پـارامـترهای مـوجود در حـد استاندارد موجب کاهش رشد ماهی‌ها شده و در شرایط حادتر مسمومیت و مرگ ماهیان را به دنبال خواهد داشت. از مهمترین عوامل مؤثر در زیست و رشد و نمو ماهیان می‌توان به pH، میزان آمونیاک و CO_2 و نیتریت محلول و کاهش اکسیژن محلول و مواد جامد و یون آمونیوم در آب اشاره کرد.

مقدار DO و CO_2 با استفاده از هواده‌ها بـهبود مـی‌یابد و مواد جامد معلق نـیز تـوسط مـیکرو فـیلترها جـذب مـی‌گردد. پارامتر مهمی که در میزان رشد و تولید به صورت فاکتور محدود کننده تأثیر می‌گذارد یون آمونیوم و آمونیاک می‌باشد. آمونیاک به شدت سمی بـوده و بـه سـادگی جـذب بـدن مـاهی و مـیگو می‌گردد.

وقتی میزان آمونیاک موجود در محیط زیاد باشد، غلظت آمونیاک در خون ماهی و میگو و سایر آبزیان رو بـه افـزایش نهاده و آبزیان مجبور به مصرف انرژی برای دفع فعال آن از بدن خود می‌شوند. بـنابرایـن لازم است مـنبع تـولید قسـمت اعـظم آمونیاک که آمونیوم (NH_4) است را از آب خارج نماییم.

یکی از راه‌های مؤثر کاهش غـلظت آمـونیوم اسـتفاده از زئـولیت است، در یک مـزرعه بـه پـروش قـزل‌آلا نـزدیک نیوپرت[1] گزارش شده که ۹۷ تا ۹۹٪ NH_4 تولید شده در سیستم چرخشی از طریق ستون زئـولیت از مـحیط آبـی حـذف شـده است [۲].

این نتایج توسط محققان تأیید شد. همچنین آنها بـه ایـن نـتیجه رسـیدند کـه در طـول ۴ هـفته آزمـایش و اسـتفاده از کلینوپتیلولایت بـرای بـرداشت آمـونیوم در سـلامتی قـزل‌آلا تغییری حاصل نشد [۳].

پایپر[2] (سرویس حیات وحش و ماهی آمریکا) در سال ۱۹۹۱ گزارش داد [۵] در هچری‌های ماهی آزاد و قـزل‌آلاکـه برای کاهش آمونیوم از کلینوپتیلولایت استفاده می‌کنند، مـیزان نیتروژن آمونیاکی در آبی با جریان ۴/۵-۲/۲Mgd از ۵PPM به کمتر از ۰/۱PPM، کاهش یافت [۴].

در سال ۱۳۷۵، اسلون[3] و همکارانش [۴] موفق به تـولید وزن توده زنده‌گربه ماهی به میزان ۰/۱۱۲ کیلوگرم در هـر لیـتر ($354g/m^3$) در مخازن عمودی در طی ۷ ماه پرورش شدند. در این آزمایش با استفاده از زئولیت غلظت نیتروژن آمونیاکی به راحتی به‌کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر کاهش داده شد.

در آزمایشی دیگر در یک سیستم پرورش مـاهی کـه بـر مبنای ۱۰درصد تـعویض آب و ۹۰درصـد بـهبود کـیفیت آب طـراحـی شـده و تـوانـایی نگـهداری ۸۸۰ تـا ۱۳۲۰ کـیلوگرم قزل‌آلای ۱۵ تا ۳۰ سانتی‌متری دارد، آب با جریانی حدود ۱۸۹ لیتر در دقیقه پس از گذشتن از یک تانک پـرورش مـاهی از ۳ فـیلتر مـتوالی کـه هـر کـدام شـامل ۰/۱۴ مـترمکعب زئـولیت (کلینوپتیلولایت ۲۴×۲۰) بود می‌گذشت [۵].

1- New Port
2- Piper
3- Slone

جدول ۱ - استانداردهای کیفیت آب

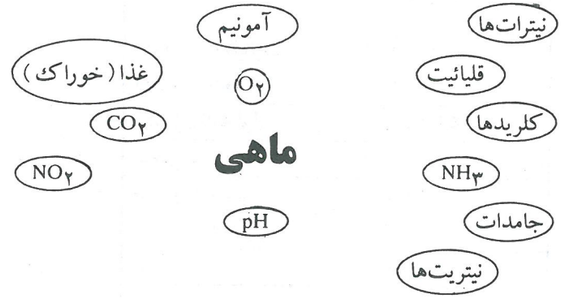
برای پرورش ماهی

پارامتر	غلظت (mg/L)
قلیائیت	۴۰۰-۱۰
آلومینیوم	< ۰/۰۱
آمونیم (NH_3)	< ۰/۰۲
آمونیم (TAN)	< ۱/۰
آرسنیک	< ۰/۰۵
باریم	۵
کادمیم با قلیائیت <۱۰۰mg/l	۰/۰۰۰۵
قلیائیت >۱۰۰mg/l	۰/۰۰۵
کلسیم	۱۶۰-۴
دی اکسیدکربن	۱۰-۰
کلرین	<۰/۰۰۳
مس با قلیائیت <۱۰۰mg/l قلیائیت >۱۰۰mg/l	 ۰/۰۰۶ ۰/۰۳
اکسیژن نامحلول	اشباع تا ۵
سختی کل	۴۰۰-۱۰
هیدروژن سیانید	< ۰/۰۰۵
سولفید هیدروژن	< ۰/۰۰۳
آهن	< ۰/۰۱
سرب	< ۰/۰۲
منیزیم	< ۱۵
منگنز	< ۰/۰۱
جیوه	< ۰/۰۲
نیتروژن	کل فشارگاز ۱۱۰٪>
	۱۰۳٪>به صورت گاز نیتروژن
نیترات Nitrate (NO_3)	۳/۰
نیتریت Nitriter (NO_2)	در آب نرم ۰/۱
نیکل	<۰/۱
PCB,S	۰/۰۰۲
pH	۸-۶/۵
پتاسیم	<۵
شوری	درصد ۵>
سیلینم	<۰/۰۱
نقره	<۰/۰۰۳
سدیم	۷۵

ادامه جدول ۱ - استانداردهای
کیفیت آب برای پرورش ماهی

پارامتر	غلظت (mg/L)
سولفات	۵۰ >
سولفور	۱ >
(TDS)کل جامدات محلول	۴۰۰ >
(TSS)کل جامدات معلق	۸۰ >
اورانیوم	۰/۱ >
وانادیوم	۰/۱ >
روی	۰/۰۰۵ >
زیرکونیوم	۰/۰۱ >

واکنشهای فیزیکی - شیمیایی در یک اکوسیستم



هدف از انجام این تحقیق بررسی کارایی زئولیت معادن سمنان و میانه در حذف آمونیوم و نیز بهبود کیفی پساب با استفاده از هوادهی و فیلتراسیون جهت استفاده مجدد می‌باشد.

روش کار

به منظور تعیین ظرفیت جذب زئولیت استخراجی از معادن داخلی، زئولیت استخراج شده از معدن سمنان و معدن میانه به طور جداگانه در طی دو روش کاری مورد بررسی و آزمایش قرار گرفت و ایزوترم تعادل جذب برای آنها تعیین شد.

با توجه به این که در اکثر موارد با تغییر pH مقدار ماده جذب شده توسط عناصر جاذب متغیر می‌باشد و با توجه به امکان وجود یون‌ها و کاتیون‌های رقیب در آب‌های طبیعی، و آزمایش با دو نوع آب، یکی آب مقطر با pH=۴/۲ دیگری آب لوله کشی شهر با pH=۷/۳ انجام شد.

در این سری آزمایش‌ها، ابتدا در ظروف آزمایشگاهی مدرج با استفاده از آب شهر و آب مقطر محلول کلرید آمونیوم مورد نظر تهیه شد. سپس مقادیر مختلف زئولیت که قبلاً با آب مقطر شستشو داده و خشک شده بود با ترازوی دقیق وزن شده و در ظروف جداگانه قرار گرفتند. سپس به ظروف به مقدار مساوی از محلول کلرید آمونیوم اضافه شد و با بستن درب ظروف به منظور جلوگیری از خروج آب و یا گاز آمونیاک، مخلوط مورد نظر با استفاده از هم‌زن برقی به مدت زمان معین نگهداری گردید. پس از اتمام زمان تعیین شده، نسبت به جداسازی محلول زئولیت و اندازه گیری مقدار آمونیوم محلول باقیمانده در آب اقدام شد. لازم به ذکر است که به منظور برآورد مقدار آمونیومی که احتمالاً از طریق تصاعد گاز آمونیاک به هوا، از محلول خارج شده است، ظروف شاهد بدون افزودن زئولیت به محلول در روی دستگاه هم‌زن قرار گرفته و مقدار آمونیوم آن

در پایان زمان مقرر اندازه گیری شد. در تمامی آزمایش‌ها مقدار قرائت شده توسط دستگاه پس از انجام آزمایش و مقدار پیش از آزمایش برابر بوده و بحث تصاعد گاز در این سری آزمایش‌ها منتفی می‌باشد.

جذب به وسیله ستون

در این مرحله یک ستون پیرکس بی‌رنگ به ارتفاع ۱/۵ متر انتخاب گردید و به طور عمودی روی دیوار نصب شد. سپس مقداری از زئولیت سبز رنگ سمنان با شکل هندسی نامشخص و دانه‌بندی از چند میلی‌متر مربع تا ۵۰-۴۰ میلی‌متر مربع (ناهمگون) شسته شده را پس از وزن کردن، در ستون از محل خروج آب در انتهای ستون تا ارتفاع ۹۰ سانتی‌متر ریخته شد. با وزن کردن مقدار باقی‌مانده و کم کردن آن از مقدار اولیه، مشخص شد که در این حجم از ستون ۳۲۰گرم زئولیت ریخته شده است. سپس در یک بشکه پلاستیکی ۲۲۰ لیتری مقدار ۲۰۰ لیتر آب مقطر با pH=۵ و دمای ۲۲ درجه سانتی‌گراد ریخته و با استفاده از پودر کلرید آمونیوم، غلظت یون آمونیوم (NH_4^+) محلول به ۸/۲ میلی‌گرم در لیتر رسید. این محلول به تدریج در طی دوره کاری ستون به یک لگن پلاستیکی که پمپ گریز از مرکز مخصوص انتقال آب به ستون در آن قرار داشت، منتقل می‌شد. با استفاده از یک شیر کنترل در قسمت خروجی ستون، مقدار دبی آب ورودی و خروجی ستون در حد ۱۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه ثابت نگه داشته شد. همچنین به کمک همان شیر کنترل، فشار منفی در بالای ستون ایجاد شد تا به کمک آن ارتفاع آب بالای بستر زئولیت در حد ۱۰-۵ سانتی‌متر ثابت نگاه داشته شده و بدین وسیله یک جریان همسو در کل بستر عملیاتی ایجاد شود. نمونه گیری‌های از نیم لیتر اول تا حد ۵ لیتر به فاصله یک لیتر از یکدیگر صورت گرفت و سپس فاصله نمونه‌برداری‌ها به ۵ لیتر افزایش یافت. در طول آزمایش مقدار دبی آب خروجی از ستون با استفاده از یک ستون مدرج اندازه گیری می‌شد. در طول انجام آزمایش نیز مقدار pH و غلظت یون آمونیوم هر نمونه اندازه گیری و ثبت شد. در روز اول نمونه‌برداری با گذشت ۵۵ لیتر محلول خوراک از ستون انجام شد و سپس ادامه کار به روز بعد موکول شد. در روزهای بعدی کار نیز همان روند روز اول در مورد جذب تکرار شد.

نتایج و بحث

نتایج حاصل و معادلات ایزوترم با دو نوع زئولیت استخراج شده از معادن میانه و سمنان در جدول‌های ۱، ۳ و ۴ نشان داده شده است. رسم نتایج به دست آمده در نمودار ۱ نشان می‌دهد که جذب از مدل ایزوترم فرندلیخ پیروی می‌کند. نزدیکترین خط به تمام نقاط رسم شد و همان طور که مشاهده می‌شود ضریب زاویه خط که برابر با $\frac{1}{n}$ است معادل ۰/۹۴۳ می‌باشد. بنابراین n=۱/۰۶ و مقدار K برابر ۵/۹ به دست می‌آید و معادله فرندلیخ برای زئولیت میانه به شرح زیر خواهد بود :

$$X/m = 5/9 Ce^{(1/06)^{-1}}$$

این آزمایش‌ها برای زئولیت سمنان با توجه به جدول ۳ و نمودار ۲ نیز انجام گردید که میزان n و K برای زئولیت سمنان با آب مقطر به ترتیب ۱/۶۷ و ۱/۹ به دست آمد و معادله فرندلیخ برای این زئولیت به شرح زیر است :

$$X/m = 1/9 Ce^{(1/67)^{-1}}$$

آزمایش‌های فوق با آب مقطر انجام شده بود و نتایج با آب شهر با pH=۷/۲ در جدول ۴ و نمودار ۳ آورده شده است با توجه به نتایج این آزمایش میزان n و K برای زئولیت سمنان نیز معادل ۲ و ۰/۷ برآورد می‌شود و معادله فرندلیخ برای زئولیت سمنان با آب شهر به صورت زیر است :

$$X/m = 0/7 Ce^{0/5}$$

نتایج حاصل از مطالعات جذب در ستون با آب مقطر در نمودار ۴ نشان داده شده است و نقطه شکست قابل قبول معمولاً در حدود ۵ درصد غلظت خوراک اولیه در نظر گرفته می‌شود. با توجه به مساحت زیرمنحنی مقدار جذب عملیاتی ستون معادل ۲۶۲/۵ میلی‌گرم محاسبه شده و با توجه به مقدار زئولیت به کار رفته در ستون که ۳۲۰گرم بوده است به ازای هر گرم زئولیت ۰/۸۲ میلی‌گرم یون آمونیوم جذب شده است. نظر به این که یون کلسیم و منیزیم به صورت یون رقیب با یون آمونیوم برای جذب توسط زئولیت به رقابت می‌پردازند زمانی که مطالعات جذب با ستون با آب شهر انجام شد از دو ستون استفاده شد که نتایج آن در نمودار ۵ نشان داده شده است. محاسبات انجام شده نشان

جدول ۲- زئولیت میانه

جذب به ازای جرم $\frac{X}{m} = X(mg/g)$	مقدار تغییر C.X	غلظت ثانویه Ce(mg/l)	غلظت اولیه C.(mg/l)	مقدار زئولیت m(g)
۳/۷۰	۷/۳	۰/۶	۷/۹	۲
۱/۹	۷/۶	۰/۳	۷/۹	۴
۱/۳	۷/۷	۰/۲	۷/۹	۶
۱	۷/۸	۰/۱	۷/۹	۸

جدول ۳- زئولیت سمنان

جذب به ازای جرم $\frac{X}{m} = X(mg/g)$	مقدار تغییر C.X	غلظت ثانویه Ce(mg/l)	غلظت اولیه C.(mg/l)	مقدار زئولیت m(g)
۴/۹	۴/۹	۴/۵	۹/۴	۱
۳/۴	۶/۷	۲/۷	۹/۴	۲
۲/۵	۷/۶	۱/۸	۹/۴	۳
۲	۸/۱	۱/۳	۹/۴	۴
۱/۷	۸/۷	۰/۷	۹/۴	۵
۱/۳	۹	۰/۴	۹/۴	۷

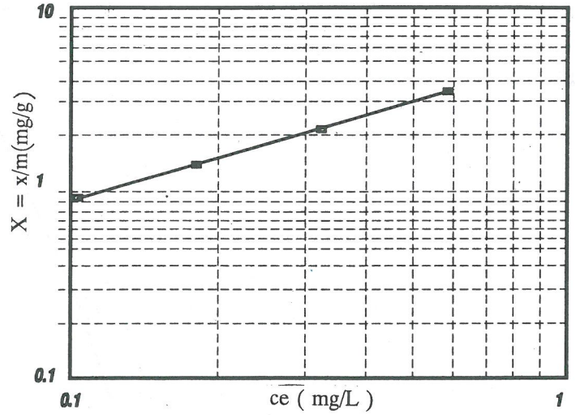
جدول ۴- نتایج ایزوترم زئولیت سمنان

سختی‌کل ثانویه (mg/l)	سختی‌کل اولیه (mg/l)	جذب به ازاء جرم x/m=X(mg/g)	مقدار تغییر C.X	غلظت ثانویه Ce(mg/l)	غلظت اولیه C.(mg/l)	مقدار زئولیت m(g)
۵۴	۸۰	۱/۹	۳/۸	۸/۲	۱۲	۲
۳۸	۸۰	۱/۷	۶/۶	۵/۴	۱۲	۴
۳۶	۸۰	۱/۴	۸/۳	۳/۷	۱۲	۶
۳۴	۸۰	۱/۱	۸/۹	۳/۱	۱۲	۸
۳۰	۸۰	۱	۱۰	۲	۱۲	۱۰

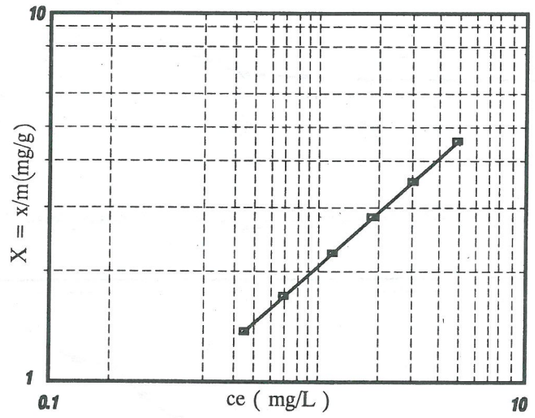
می‌دهد که ۷۵ درصد ظرفیت جذب ستون اولی به یون‌های کلسیم و منیزیم مربوط بوده و ۲۵ درصد از ظرفیت آن به یون آمونیوم اختصاص داده شده است و مقدار جذب برای هر گرم زئولیت در این روش ۰/۹۲ می‌باشد. اگر وزن زئولیت هر ستون با احتساب ۲۵درصد ستون اول جهت حذف آمونیوم در نظر گرفته شود مقدار جذب برای هر گرم زئولیت به ۴/۷۵ میلی‌گرم افزایش می‌یابد. برای احیای ستون‌ها از آب نمک استفاده شد و آزمایشات انجام شده نشان داد که می‌توان زئولیت را پس از اشباع شدن با آب نمک احیا نمود. به طور خلاصه می‌توان نتایج تحقیق را به صورت زیر خلاصه کرد:

۱- آمونیوم توسط زئولیت معادن سمنان و میانه از مدل فرندلیخ پیروی می‌کند.

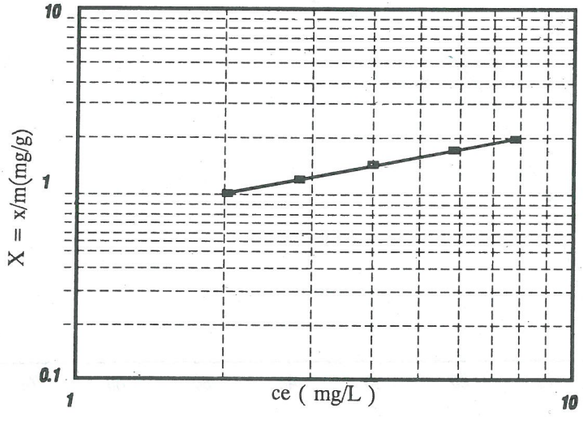
۲- چون یون آمونیوم جذب شده توسط زئولیت را می‌توان با یون سدیم جایگزین نمود در حقیقت زئولیت با آب



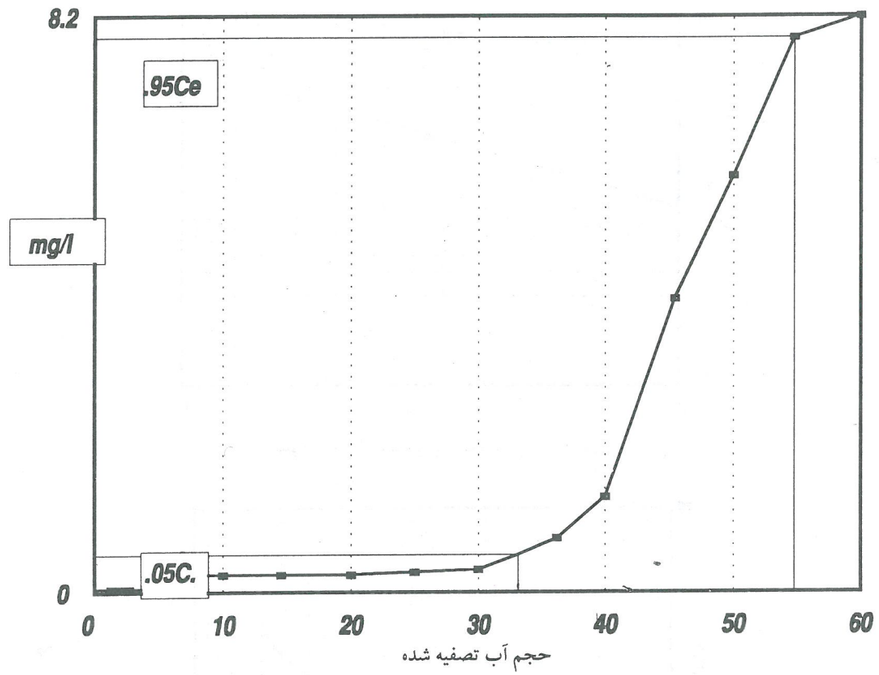
نمودار ۱- ایزوترم زئولیت میانه با آب مقطر



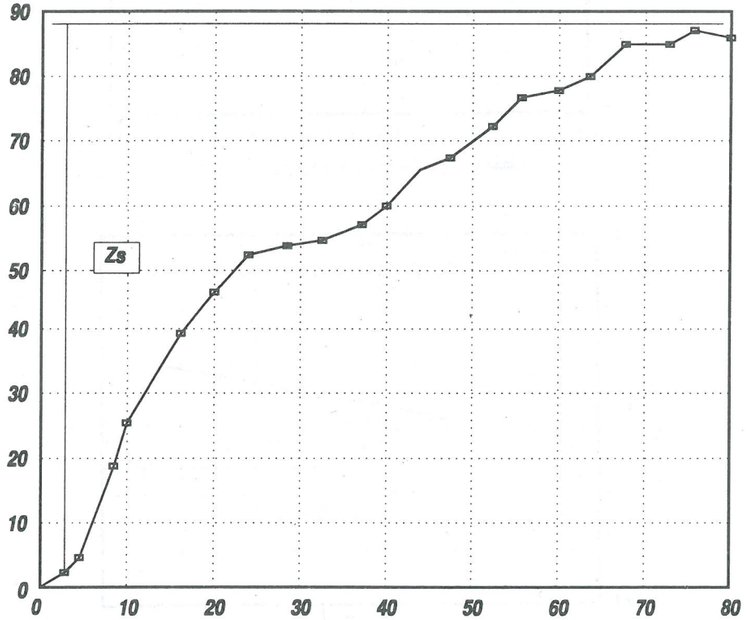
نمودار ۲- ایزوترم زئولیت سمنان با آب مقطر



نمودار ۳- ایزوترم زئولیت سمنان با آب شهر



نمودار ۴- نمایش منطقه جذب عملیاتی زئولیت با استفاده از یک ستون و آب مقطر



نمودار ۵- نمایش منطقه مربوط به جذب عملیاتی و جذب کل زئولیت با استفاده از دو ستون و آب شهر

نمک، احیای شده و جهت احیای آن از آب نمک استفاده نمود و آزمایش‌های انجام شده این موضوع را تأیید می‌نماید.

به‌این ترتیب‌می توان آمونیاک‌راکه‌مهمترین آلاینده‌درپساب پرورش ماهی می‌باشد توسط زئولیت جداکرده و زئولیت را مجدداً با آب نمک احیاء نمود. نظر به این که مقدار CO_2 و DO با به کارگیری هواده‌ها بهبود می‌یابد و مواد معلق با فیلتراسیون از آب جدا می‌شود، لذا می‌توان از آب خارج شده از مزارع مجدداً استفاده کرد زیرا مشکل عمده پساب پرورش ماهی یون آمونیوم و آمونیاک می‌باشد که با استفاده از زئولیت این مشکل از بین می‌رود.

منابع و مراجع

۱- آرین نژاد. غلامرضا، (۱۳۷۷)، ارزیابی آلایندگی پساب مزارع پرورش ماهی قزل آلا و برنامه ریزی برای تصفیه و استفاده مجدد از آب"، پایان نامه کارشناسی ارشد، مدیریت و برنامه ریزی محیط زیست دانشگاه تهران.

2- Boyd, C, E. (1992). " *Water Quality Management for Pond Fish Culture* ", - fifth edition - Silver Scientific publication Company, NEW YORK.

3- Hopkinson, S. (1992). " *Commercial Fresh Water Culture of Rainbow Trout in British Columbia* ", Ministry of Agriculture, fisheries and food Aquaculture and commercinl fisheries Branch.

4- Wilson G. P. & Frederick A. M. P. (1984). " *Use of Natural zeolitesin Agriculture and Aquaculture International Committe on Natural zeolites* ". West Wiew Press, Inc. Colorado, U.S.A.

5- KLCNTA, G. W. (1991). " *Fish for Future : Concepts and Methods of Intensive Aqaculture - Textmember 5.Idaho forest, Wildlife and Range Experiment Station College of Forestry* ", Willdife and Renge Sicnces University of Idaho. U.S.A.