بررسی کاربرد زئولیت (کلینوپتیلولیت) در آب شور با هدف جذب آمونیوم و تاثیر آن بر رشد و بازماندگی میگوی سفید هندی (*Penaeus indicus*)

سید قباد مکرمی[1]* و حسین عمادی[2]

ghmokarami@yahoo.com

۱- سازمان شیلا ت ایران، تهران خیابان فاطمی غربی، پلاک ۲۵۰

۲- دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران صندوق پستی: ۹۳۶-۱۹۵۸۵

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۸۴ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۶

RICEST

چکیده

کارآیی زئولیت در جذب یون آمونیوم در آب شور در سه مرحله شامل: آزمون عبور محلول آمونیوم از ستون زئولیتی، استفاده از پودر و دانه‌های (گرانول) زئولیت در ظروف در بسته محتوی محلول آمونیوم و پخش زئولیت در حوضچه‌های پرورش میگو در مرکز تکثیر و پرورش میگوی کلاهی مورد سنجش قرار گرفت.

در مرحلهٔ اول محلولهای آمونیوم تهیه شده با آب دریا (۴۲ گرم در لیتر) و غلظتهای مختلف آمونیوم (۴/۸ و ۴/۴۲ میلیگرم در لیتر) از ستونهای پیرکس محتوی ۴۰۰ گرم گرانول زئولیت (کلینوپتیلولیت) عبور داده شدند و غلظت آمونیوم محلول خروجی در زمانهای مختلف اندازه‌گیری شد. در مرحلهٔ دوم میزان جذب آمونیوم توسط ذرات زئولیت و تغییرات غلظت در محلول آمونیوم در ظروف در بسته مورد بررسی قرار گرفت و در مرحلهٔ سوم که بر مبنای طرح کاملاً تصادفی اجرا شد، بچه میگوهایی با میانگین وزن ۰/۲ گرم به مدت ۷۹ روز در ۹ حوضچه (با تراکم ذخیره‌سازی ۱۶ عدد در مترمربع) تحت ۳ تیمار پرورش میگو همراه با پخش دانه‌های (گرانول) زئولیت در حوضچه‌ها (سه تکرار)، پرورش میگو همراه با پخش پودر زئولیت در حوضچه‌ها (سه تکرار) و پرورش میگو بدون استفاده از زئولیت (سه تکرار) بعنوان شاهد نگهداری شدند.

نتایج مراحل اول و دوم نشان داد که تبادل یونی در آب شور دریا یک واکنش یکطرفه نمی‌باشد. در مرحلهٔ سوم پس از صید میگوها درهفتاد و نهمین روز پرورش، میانگین وزن و درصد بازماندگی بترتیب برای تکرارهای تیمارهای سه گانه فوق بشرح زیر بدست آمد:

تیمار ۱: میانگین وزنی ۶/۷۰۶، ۷/۵۹۸، ۶/۷۲۹ گرم و درصد بازماندگی: ۸۵/۶۳، ۸۶/۸۸ و ۸۱/۲۵ درصد،

تیمار ۲: میانگین وزن ۷/۱۶۹، ۷/۵۸۵ و ۵/۴۸۳ گرم و درصد بازماندگی بترتیب ۹۲/۵، ۹۱/۸۸ و ۷۹/۳۸ درصد

تیمار ۳: میانگین وزنی بترتیب ۸/۹۶۸، ۷/۲۵۷ و ۵/۹۶۴ گرم و درصد بازماندگی ۸۶/۸۸، ۹۵/۶۳ و ۶۲/۵ درصد

نتایج بدست آمده در قالب آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت و نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین سه تیمار از لحاظ درصد بازماندگی و میزان رشد وجود ندارد ($P>0.01$).

لغات کلیدی: میگو، سفید هندی، آمونیاک، زئولیت

---

* نویسندهٔ مسئول

مقدمه

کاربرد زئولیت به منظور جذب یون آمونیوم و به تبع آن کاهش گاز سمی آمونیاک در مزارع پرورش میگو و آبهای شور به رغم مصرف نسبتاً گسترده آن همواره مورد تردید مراکز علمی و فنی بوده است (مکرمی، ۱۳۷۶). کلینوپتیلولیت بدلیل تمایل زیاد آن در جذب یون آمونیوم و به تبع آن کاهش گاز محلول سمی آمونیاک از جمله موادی است که بصورتی نسبتاً گسترده در آبزی پروری مورد استفاده قرار می‌گیرد و تاثیر مثبت آن در کاهش غلظت یون آمونیوم در آبهای شیرین و سبک در آزمایش‌های مختلف مورد تایید قرار گرفته است. بعنوان مثال با استفاده از کلینوپتیلولیت در یک مرکز تکثیر قزل آلا در ایالت اورگان ۹۷ تا ۹۹ درصد آمونیاک تولید شده در سیستم گردشی از طریق تبادل یونی ستون زئولیتی از محیط خارج می‌شود (Mummpton, 1984). همچنین در آزمایشی در یک سیستم پرورش ماهیان گرم آبی که بر مبنای تصفیه ۹۰ درصد آب مصرفی طراحی شده بود با استفاده از فیلتر های زئولیتی موفق شدند ۱/۲۱ گرم آمونیاک را به ازاء هر کیلوگرم کلینوپتیلولیت از محیط خارج نمایند (Piper & Smith, 1984).

از کلینوپتیلولیت در حمل و نقل آبزیان نیز استفاده می شود. Bower در سال ۱۹۸۲ در آزمایشی نشان داد که افزودن کلینوپتیلولیت به کیسه‌های حمل و نقل ماهی طلایی به میزان ۱۰، ۲۰ و ۴۰ گرم در لیتر بترتیب باعث کاهش غلظت نیتروژن آمونیاکی به میزان ۷۳، ۸۷ و ۹۳ درصد می‌شود.

کارآیی کلینوپتیلولیت در آبهای شور دریایی به رغم تایید برخی متخصصین و استفاده از آن در مزارع پرورش میگو، بدلیل حضور یون‌های رقیب بخصوص پتاسیم که با غلظت بالایی (۰/۴گرم در لیتر) در آبهای آزاد وجود دارد، همواره مورد تردید مراکز علمی و فنی بوده است (Pond, 1984). در گزارش سال ۲۰۰۲ بانک جهانی در خصوص مواد شیمیایی و بیولوژیک مورد استفاده در مزارع پرورش میگو به مصرف عمومی زئولیت در مزارع پرورش میگوی کشورهای آسیایی و مصرف کم آن در کشورهای غربی اشاره شده است (Boyd, 2002).

تبادل یونی در زئولیت‌ها بصورت تصادفی نبوده و این مواد معدنی نسبت به یون‌های مختلف دارای ترتیب تمایل جذب می باشند. بعنوان مثال ترتیب تمایل جذب یونی کلینوپتیلولیت برای کاتیون‌های مختلف بشرح زیر می باشد (Mumpton, 1984).

Cs>Rb>K>NH4>Ba>Sr>Na>Ca>Fe>Al>Mg>Li

تمایل نسبتاً بالای کلینوپتیلولیت در جذب یون آمونیوم پایه و اساس استفاده از آن در آبزی پروری می‌باشد. با توجه به اهمیت مدیریت آب و نقش حیاتی آن در اقتصاد تولید، امروزه بخش وسیعی از تحقیقات و فنآوری به این مقوله اختصاص یافته است که در این بین کاهش غلظت گازهای سمی بخصوص آمونیاک بعنوان کاهنده رشد (Yang در سال ۱۹۹۰ طی آزمایشاتی نتیجه گرفت که میزان رشد با غلظتهای آمونیاکی بیشتر از ۰/۱ میلیگرم در لیتر کاهش می‌یابد) جایگاه خاصی دارد. با توجه به استفاده برخی تولیدکنندگان میگو از ماده معدنی زئولیت در آب شور و تردید برخی از مجامع علمی بین المللی در کارآیی آن در جذب یون آمونیوم در آب شور، این پروژه به منظور بررسی نقش و کارآیی این ماده معدنی در استخرهای پرورش میگو اجرا گردید.

مواد و روش کار

به منظور حصول نتیجه و بررسی کارآیی زئولیت آزمایش در سه مرحله اجرا شد که مراحل اول و دوم تنها برای تعیین ظرفیت موثر جذب یون آمونیوم و بهره‌برداری از نتایج آن در مرحلهٔ سوم انجام گردید.

در مرحلهٔ جذب آمونیوم در ستونهای تبادل یونی، از دو ستون پیرکس با اندازه استاندارد آزمون ستون، بطول ۱۵۰۰ میلیمتر و قطر خارجی ۲۸ میلیمتر و قطر داخلی ۲۴ میلیمتر و برای تهیه محلول آمونیوم از کلرید آمونیوم آزمایشگاهی (Merk) و آب دریا با شوری ۴۲ گرم در لیتر استفاده شد. برای ایجاد جریان ثابت تحت فشار و اطمینان از عبور همگن محلول از فضای خالی بین ذرات زئولیتی، از یک دستگاه پمپ کوچک و دو درب سمباده‌ای استفاده شد. زئولیت مورد نیاز از نوع کلینوپتیلولیت و از معدن سمنان تهیه گردید.

برای اجرای آزمایش ابتدا ستون پیرکس با مشخصات یاد شده تا ارتفاع ۹۰ سانتیمتر با ۴۰۰ گرم گرانول زئولیت پر شد. دو طرف ستون با درب‌های سمباده‌ای کاملاً مسدود شد و تنها دو لوله با قطر ۶ میلیمتر در دو طرف لوله از بین دربهای سمباده‌ای عبور داده شد که امکان عبور محلول را فراهم می‌ساختند. آزمایش مرحله اول با سه تکرار انجام پذیرفت که در مرحلهٔ اول غلظت آمونیوم ورودی ۴/۸ میلیگرم در لیتر بود و محلول پس از عبور از ستون اول، از ستون زئولیتی دیگری با همان مشخصات عبور داده شد و نمونه‌برداری از محلول خروجی برای اندازه‌گیری غلظت آمونیوم پس از عبور محلول از ستون دوم انجام پذیرفت. در این تکرار، آزمون تا عبور ۷۰ لیتر از محلول تهیه شده با سرعت ۱۰۰ میلی‌لیتر در دقیقه ادامه پیدا کرد و نمونه‌برداری برای سنجش غلظت آمونیوم تا یک لیتر پس از عبور هر ۲۰۰ میلی‌لیتر یکبار، از ۱ تا ۲۰ لیتر هر ۱ لیتر یکبار، از ۲۰ تا ۳۰ لیتر هر ۲ لیتر یکبار و از ۳۰ تا ۵۵ لیتر هر ۵ لیتر یکبار و در مجموع ۳۵ نمونه برداری انجام پذیرفت .

در تکرار دوم ضمن آن که تنها از یک ستون زئولیتی محتوی ۴۰۰ گرم گرانول زئولیت و با شرایط ذکر شده در تکرار اول استفاده شد، این مرحله از آزمون تا عبور ۳۰ لیتر محلول از ستون ادامه پیدا کرد و در مجموع ۱۴ بار نمونه در فواصل حجمی ۲۰۰ – ۴۰۰ –

۶۰۰ - ۸۰۰ - ۱۰۰۰ - ۲۰۰۰ - ۴۰۰۰ - ۶۰۰۰ - ۸۰۰۰ - ۱۰۰۰۰ - ۱۵۰۰۰ - ۱۸۰۰۰ - ۲۰۰۰۰ و ۳۰۰۰۰ میلی‌لیتر از ستون گرفته شد.

در تکرار سوم محلول ورودی با غلظت ۲/۴۲ میلیگرم در لیتر تهیه گردید. این مرحله از آزمون تا عبور ۲۵ لیتر محلول آمونیوم از ستون ادامه یافت و برای اندازه‌گیری غلظت یون آمونیوم ۲۳ نمونه از محلول عبور داده شده از ستون زئولیت تهیه گردید. فواصل حجمی نمونه‌برداری‌ها تا عبور ۲ لیتر از ستون هر ۲۰۰ میلی‌لیتر، از ۲ تا ۴ لیتر هر ۵۰۰ میلی‌لیتر، از ۴ تا ۱۰ لیتر هر ۱ لیتر و از ۱۰ تا ۲۵ لیتر هر ۵ لیتر یکبار بود.

روش اندازه‌گیری غلظت یون آمونیوم روش نسلر و با استفاده از دستگاه Hach DR 2000 (با دقت ۰/۰۱) و معرفهای نسلر، پلی وینیل الکل و تثبیت کننده املاح بود.

مرحلهٔ دوم، جذب آمونیوم در سیستم هیدرولیک ثابت و با استفاده از ظروف دربسته انجام شد. هدف از اجرای این مرحله بررسی کاربرد جذب آمونیوم در آبهای شور دریایی و مقایسه آن با روند جذب آمونیوم توسط پودر و دانه‌های (گرانول) زئولیت در آب شیرین بود. بدین منظور از کلرید آمونیوم آزمایشگاهی و نمونه آب تهیه شده از دریا (خور کلاهی با شوری ۴۲ میلیگرم در لیتر) برای تهیه محلول آمونیوم با غلظت مشخص استفاده شد و حجم مشخصی از این محلول (به میزان و غلظت مساوی) به چهار ظرف دربدار (با حجم و مشخصات یکسان) افزوده شد. در ادامه به سه ظرف، زئولیت با وزن مساوی اضافه شد و در یک ظرف بعنوان شاهد از زئولیت استفاده نشد و درب ظروف بسته و در فواصل زمانی ضمن نمونه‌برداری از محلول، غلظت آمونیوم در چهار ظرف اندازه‌گیری شد. این آزمون با شش تکرار انجام شد و جز در یک مرحله در سایر موارد از پودر زئولیت استفاده شد. در این آزمون نیز مانند مرحلهٔ قبل برای سنجش غلظت یون آمونیوم از دستگاه Hach DR2000 استفاده شد. در تکرار اول میزان حجم و غلظت محلول آمونیوم، وزن زئولیت اضافه شده به سه ظرف و دقایق نمونه‌برداری بترتیب عبارت از ۲۰۰ میلی‌لیتر، ۲۳ میلیگرم در لیتر، ۵ گرم و دقایق ۵، ۶۰، ۸۵، ۱۱۰ و ۱۳۰ پس از شروع آزمون بودند.

این مقدار برای سایر تکرار ها به ترتیب عبارت بودند از :

تیمار دوم : ۲۰۰ میلی‌لیتر، ۲۳ میلیگرم در لیتر، ۵ گرم و دقایق ۵، ۶۰، ۱۳۰ و ۱۵۰ پس از شروع آزمایش

تیمار سوم : ۲۵۰ میلی‌لیتر، ۲/۶۵ میلیگرم در لیتر، ۵ گرم و دقایق ۵، ۳۰، ۶۰ و ۹۰ پس از شروع آزمایش

تیمار چهارم : ۷۰۰ میلی‌لیتر، ۲/۲۴ میلیگرم در لیتر، ۱۰ گرم و دقایق ۵، ۳۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۲۰ پس از شروع آزمایش

تیمار پنجم : ۷۰۰ میلی‌لیتر، ۲/۲۴ میلیگرم در لیتر، ۱۵ گرم پودر زئولیت و دقایق ۵، ۳۰، ۹۰ و ۲۰۰ پس از شروع آزمایش

تیمار ششم : ۵۰۰ میلی‌لیتر، ۲/۴۳ میلیگرم در لیتر، ۱۵ گرم و دقایق ۵، ۳۰، ۹۰ و ۲۰۰ پس از شروع آزمایش

برای اجرای این مرحله از آزمایش تعداد ۹ حوضچه بتونی سالن پرورش لارو پیشرفته مرکز کلاهی واقع در استان هرمزگان آماده و سپس تا ارتفاع ۱ متر آبگیری شدند. سپس در هر حوضچه تعداد ۱۶۰ عدد بچه میگو با میانگین وزن ۰/۲ گرم بدقت شمارش و رهاسازی شدند. حوضچه‌ها از شماره ۲ تا ۱۰ نامگذاری و بصورت تصادفی به سه گروه (تیمار) بشرح زیر تقسیم شدند:

تیمار اول: پرورش میگوها همراه با پخش دانه (گرانول) زئولیت در حوضچه‌ها (حوضچه‌های شماره ۲ - ۴ - ۶)

تیمار دوم : پرورش میگوها همراه با پخش پودر زئولیت در حوضچه‌ها (حوضچه‌های شماره ۵ - ۷ - ۱۰)

تیمار سوم: پرورش میگوها بدون پخش زئولیت (حوضچه‌های شماره ۳ - ۸ - ۹)

این مرحله از پروژه به مدت ۷۹ روز ادامه یافت و از پودر و دانه‌های کلینوپتیلولیت در حوضچه‌های تیمار اول و دوم به صورت هفتگی استفاده شد. با توجه به اینکه امکان تعیین ظرفیت موثر زئولیت در جذب یون آمونیوم در آب شور طی مراحل اول و دوم آزمایش مهیا نشد (بدلیل ماهیت جذب یونی در آب شور) میزان پخش آن در حدود ۵ برابر مقادیر هفتگی توصیه شده (Chen & Kou, 1993) در مزارع یعنی ۵۰۰ گرم در هر حوضچه تیمار اول و دوم در نظر گرفته شد. در طول پروژه روزانه سه وعده غذا به میزان مساوی برای تمامی حوضچه‌ها استفاده و آب شور مورد نیاز برای تعویض آب به میزان هفته‌ای ۱۰ درصد از خور کلاهی (با شوری ۴۲ گرم در لیتر) تهیه گردید. در طول دورهٔ پرورش کف حوضچه‌ها تمیز نگردید و از سیستم هوادهی نیز استفاده نشد. با توجه به اهمیت حفظ شرایط یکسان در تیمارها، در طول دوره سعی شد مدیریت واحدی برای تکرارها اعمال شود و زیست‌سنجی میگوها (از روز ۴۳ پرورش) بصورت هفتگی انجام شد. تیمارها تا ۷۹ روز با روند شرح داده شده نگهداری شدند و سپس حوضچه‌ها تخلیه و میگوهای هر حوضچه بصورت مجزا صید، شمارش و وزن شدند. به منظور مقایسه میانگین وزن بدن میگوها و درصد بازماندگی از آزمون دانکن که یکی از مهمترین روشهای مقایسه میانگین‌ها می‌باشد، استفاده شد.

نتایج

روند جذب آمونیوم در ستون تبادل یونی :

در تکرار اول آزمون ستون زئولیتی غلظت آمونیوم تا عبور ۸۰۰ میلی‌لیتر صفر بود که بیانگر جذب کامل یون آمونیوم توسط ذرات زئولیت تا این مرحله بود ولی پس از آن غلظت آمونیوم با نوسانات زیادی همراه بود. نمودار ۱ بخوبی بیانگر عدم

ثبات تبادل یونی ذرات زئولیت و نوسانات مداوم غلظت آمونیوم در محلول خروجی است.

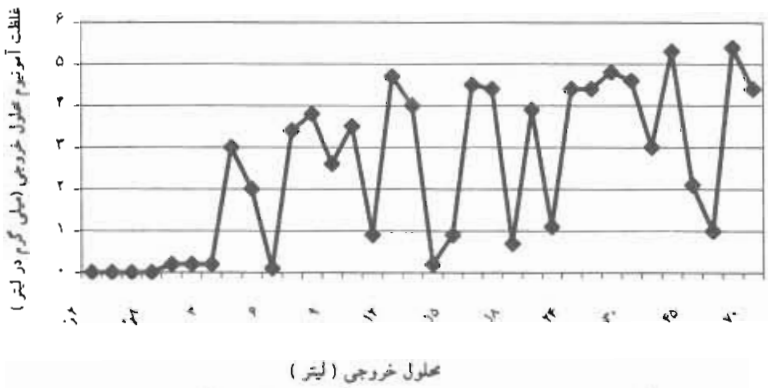
تکرار دوم :

روند تغییرات غلظت یون آمونیوم در محلول عبور داده شده از ستون زئولیت همانند تکرار اول دارای نوسان بود و به رغم عبور ۳۰ لیتر از ستون، غلظت محلول خروجی به ثبات و حد غلظت اولیه محلول نرسید. در این تکرار تا عبور ۴۰۰ میلی‌لیتر غلظت آمونیوم در حد صفر باقی ماند و غلظت آمونیوم پس از عبور ۸۰۰ میلی‌لیتر، ۱ لیتر، ۲، ۴، ۶، ۷، ۱۰، ۱۵، ۱۸، ۲۰ و ۳۰ لیتر بترتیب به ۰/۱، ۰/۱، ۳/۸، ۲/۵، ۶، ۴/۹، ۴/۹، ۵/۵، ۴/۸ و ۳/۲ رسید جدول ۱ و نمودار ۲ بخوبی بیانگر نحوهٔ تبادل یونی ذرات زئولیت در آب شور و نوسانات آن هستند.

تکرار سوم :

این آزمایش تا عبور ۲۵ لیتر از ستون زئولیتی ادامه یافت و غلظت یون آمونیوم به فواصل حجمی زیر اندازه گیری شد :

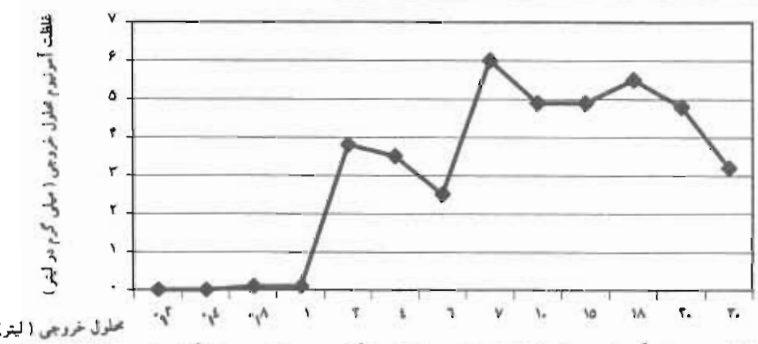
از ۰/۲ تا ۲ لیتر هر ۲۰۰ میلی‌لیتر یک نمونه، از ۲ تا ۴ لیتر هر ۵۰۰ میلی‌لیتر یک نمونه، از ۴ تا ۱۰ لیتر هر ۱ لیتر یک نمونه و از ۱۰ تا ۲۵ لیتر هر ۵ لیتر یک نمونه که نتایج آن بترتیب عبارت بود از : ۰، ۱/۵، ۲/۰۲، ۲/۴، ۲/۴، ۱/۸۷، ۲/۲۱، ۱/۶۳، ۲/۲۴ و ۲/۱۹ میلیگرم در لیتر (از ۰/۲ تا ۲ لیتر) و ۲/۲۵، ۲، ۲/۰۷ و ۲/۱۵ میلیگرم در لیتر (از ۲ تا ۴ لیتر) ۲/۴، ۲/۶، ۲/۴، ۲/۳۱، ۱/۷۹ و ۲/۴ میلیگرم در لیتر (از ۴ تا ۱۰ لیتر) ۲/۴۸، ۲/۵۶ و ۲/۱۸ (از ۱۰ تا ۲۵ لیتر) بودند. نمودار ۳ بیانگر روند جذب آمونیوم توسط ذرات زئولیت در ستون می‌باشد.



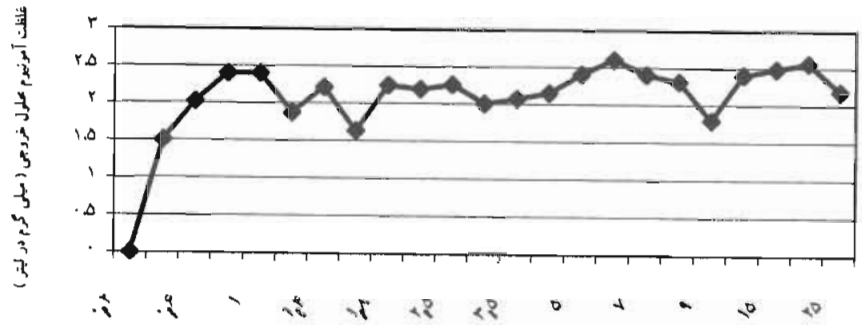
نمودار ۱: روند تغییر غلظت یون آمونیوم با غلظت اولیه ۴/۸ میلیگرم در لیتر هنگام عبور از دو ستون پیرکس محتوی ۴۰۰ گرم کلینوپتیلولیت در هر ستون

جدول۱ : تغییرات غلظت یون آمونیوم پس از عبور حجم های مختلف محلول کلرید آمونیوم با غلظت اولیه ۴/۸ میلیگرم در لیتر از ستون زئولیتی

حجم محلول ورودی (لیتر)	۰/۴	۰/۸	۱	۲	۴	۶	۷	۱۰	۱۵	۱۸	۲۰	۳۰
غلظت آمونیوم محلول خروجی (میلیگرم در لیتر)	۰	۰/۱	۰/۱	۳/۸	۳/۵	۲/۵	۶	۴/۹	۴/۹	۵/۵	۴/۸	۳/۲



نمودار۲ : روند تغییر غلظت یون آمونیوم با غلظت اولیه ۴/۸ میلیگرم در لیتر در هنگام عبور از یک ستون پیرکس محتوی ۴۰۰ گرم گرانول کلینوپتیلولیت



نمودار ۳ : روند تغییر غلظت یون آمونیوم با غلظت اولیه ۲/۴۲ میلیگرم در هنگام عبور از یک ستون پیرکس محتوی ۴۰۰ گرم گرانول کلینوپتیلولیت

بررسی روند جذب آمونیوم در ظروف دربسته:

در این مرحله از آزمایش در کلیه تکرارها غلظت آمونیوم در ظرف شاهد (بدون زئولیت) تا پایان کار ثابت و در حد غلظت اولیه باقی ماند ولی در سایر ظروف (محتوی زئولیت) غلظت آمونیوم ابتدا کاهش و سپس با گذشت زمان افزایش یافت. میزان تغییرات غلظت آمونیوم طی تکرارهای مختلف در جداول ۲ تا ۷ ارائه شده است.

اثر زئولیت در رشد و بازماندگی میگوها :

در این مرحله از آزمون پس از برداشت میگوها میانگین وزن بدن برای حوضچه‌های ۲، ۴ و ۶ (تیمار اول شامل استفاده از گرانول زئولیت) بترتیب ۶/۷۰۶، ۷/۵۹۸ و ۷/۷۲۹ گرم و درصد بازماندگی برای تکرارهای این تیمار بترتیب ۸۵/۶۲۵، ۸۶/۸۷۵ و ۸۱/۲۵ درصد بدست آمد. در حوضچه‌های شماره ۵، ۷ و ۱۰ (تیمار دوم شامل استفاده از پودر زئولیت) بترتیب میانگین وزن بدن ۷/۱۶۹، ۷/۵۸۵ و ۵/۴۸۳ گرم و درصد بازماندگی ۹۲/۵، ۹۱/۸۷۵ و ۷۹/۳۷۵ درصد بدست آمد و در پایان در حوضچه‌های شماره ۳، ۸ و ۹ (تیمار سوم یعنی پرورش بدون استفاده از زئولیت) میانگین وزن بدن بترتیب ۸/۹۶۸، ۷/۲۵۷ و ۵/۹۶۴ گرم و درصد بازماندگی بترتیب ۸۶/۸۷۵، ۹۵/۶۲۵ و ۶۲/۵ درصد بدست آمد. به منظور بررسی اثر زئولیت بر رشد و درصد بازماندگی میگوها از آزمون دانکن استفاده شد که به تمامی تیمارها حرف مشابه A تعلق گرفت (در سطح احتمال یک درصد) یا بعبارتی پخش زئولیت به صورت پودر یا گرانول تاثیری در افزایش رشد و درصد بازماندگی میگوها نسبت به عدم استفاده از آن تحت شرایط آزمایش ندارد. نتایج این مرحله از آزمایش در جدول ۸ ارائه شده است.

RICEST©

جدول ۲ : تغییرات غلظت یون آمونیوم در ظروف در بسته در مجاورت پودر کلینوپتیلولیت (تیمار اول) (میلیگرم در لیتر)

شمارهٔ ظرف	حجم محلول (میلی لیتر)	غلظت اولیه (میلیگرم در لیتر)	میزان زئولیت (گرم)	غلظت ثانویه در دقایق بعدی				
				۵	۶۰	۸۵	۱۱۰	۱۳۰
۱	۲۰۰	۲۳	۵	۱۷	۲۳	۲۲/۲	۱۵/۱	۲۰/۸
۲	۲۰۰	۲۳	۵	۱۹/۳	۱۸/۲	۱۶/۵	۲۰/۸	۱۲/۲
۳	۲۰۰	۲۳	۵	۱۶/۵	۱۸/٤	۱۶/۵	۲۰/۵	۱۸/٤
شاهد	۲۰۰	۲۳	۰	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳

جدول ۳ : تغییرات غلظت یون آمونیوم در ظروف در بسته در مجاورت گرانول کلینوپتیلولیت (تیمار دوم) (میلیگرم در لیتر)

شمارهٔ ظرف	حجم محلول (میلی‌لیتر)	غلظت اولیه (میلیگرم در لیتر)	میزان زئولیت (گرم)	غلظت ثانویه در دقایق بعدی			
				۵	۶۰	۱۳۰	۱۵۰
۱	۲۰۰	۲۳	۵	۱۹/۹	۱۳/۹	۱۶/۷	۱۷/۸
۲	۲۰۰	۲۳	۵	۲۳	۱۵/۲	۲۱/۸	۲۳
۳	۲۰۰	۲۳	۵	۲۳	۱۴/۶	۲۳	۲۳
شاهد	۲۰۰	۲۳	۰	۲۳	۲۳	۲۳	۲۳

جدول ۴ : تغییرات غلظت یون آمونیوم در ظروف در بسته در مجاورت پودر کلینوپتیلولیت (تیمار سوم) (میلیگرم در لیتر)

شمارهٔ ظرف	حجم محلول (میلی‌لیتر)	غلظت اولیه (میلیگرم در لیتر)	میزان زئولیت (گرم)	غلظت ثانویه در دقایق بعدی			
				۵	۳۰	۶۰	۹۰
۱	۲۵۰	۲/۶۵	۵	۲/۲۲	۲/۳۱	۲/۲۶	۱/۹۴
۲	۲۵۰	۲/۶۵	۵	۲/۵	۲/۴۹	۲/۱۸	۲/۱۴
۳	۲۵۰	۲/۶۵	۵	۲/۲۶	۲/۴۳	۱/۷۶	۱/۷۸
شاهد	۲۵۰	۲/۶۵	۰	۲/۶۵	۲/۶۵	۲/۶۵	۲/۶۵

جدول ۵: تغییرات غلظت یون آمونیوم در ظروف در بسته در مجاورت گرانول کلینوپتیلولیت (تیمار چهارم) (میلیگرم در لیتر)

شمارهٔ ظرف	حجم محلول (میلی‌لیتر)	غلظت اولیه (میلیگرم در لیتر)	میزان زئولیت (گرم)	غلظت ثانویه دردقایق بعدی				
				۵	۳۰	۶۰	۹۰	۱۲۰
۱	۷۰۰	۲/۲۴	۱۰	۲/۲۴	۲/۲	۲/۲۴	۲/۱۲	۱/۸
۲	۷۰۰	۲/۲۴	۱۰	۲/۲۴	۱/۲۲	۲/۲۴	۲/۰۸	۲/۲۲
۳	۷۰۰	۲/۲۴	۱۰	۲/۲۴	۲/۲۴	۱/۹۶	۲/۲۴	۲/۲۴
شاهد	۷۰۰	۲/۲۴	۰	۲/۲۴	۲/۲۴	۲/۲۴	۲/۲۴	۲/۲۴

جدول ۶ : تغییرات غلظت یون آمونیوم در ظروف در بسته در مجاورت پودر کلینوپتیلولیت (تیمار پنجم) (میلیگرم در لیتر)

شمارهٔ ظرف	حجم محلول (میلی‌لیتر)	غلظت اولیه (میلیگرم در لیتر)	میزان زئولیت (گرم)	غلظت ثانویه دردقایق بعدی			
				۵	۳۰	۹۰	۲۰۰
۱	۷۰۰	۲/۴۳	۱۵	۲/۳	۲/۳	۲/۳۹	۲/۴۳
۲	۷۰۰	۲/۴۳	۱۵	۲/۴۳	۲/۳۵	۲/۲۴	۲/۴۳
۳	۷۰۰	۲/۴۳	۱۵	۲/۲	۲/۴۳	۲/۴۳	۲/۴۳
شاهد	۷۰۰	۲/۴۳	۰	۲/۴۳	۲/۴۳	۲/۴۳	۲/۴۳

جدول ۷ : تغییرات غلظت یون آمونیوم در ظروف در بسته در مجاورت گرانول کلینوپتیلولیت (تیمار ششم) (میلیگرم در لیتر)

شمارهٔ ظرف	حجم محلول (میلی‌لیتر)	غلظت اولیه (میلیگرم در لیتر)	میزان زئولیت (گرم)	غلظت ثانویه دردقایق بعدی			
				۵	۳۰	۹۰	۲۰۰
۱	۵۰۰	۲/۴۳	۱۵	۲/۴۳	۲/۲۶	۲/۴۳	۲/۴۳
۲	۵۰۰	۲/۴۳	۱۵	۱/۹	۲/۲۱	۲/۲	۲/۴۳
۳	۵۰۰	۲/۴۳	۱۵	۲/۲۱	۲/۴۳	۲/۴۳	۲/۳۹
شاهد	۵۰۰	۲/۴۳	۰	۲/۴۳	۲/۴۳	۲/۴۳	۲/۴۳

جدول ۸ : نتایج بدست آمده از پرورش میگوها به منظور بررسی تاثیر زئولیت در میزان رشد و درصد بازماندگی میگوها

تیمار	تکرار	تعداد اولیه بچه میگو	تعداد نهایی برداشت شده	درصد بازماندگی	میانگین وزن اولیه (گرم)	میانگین وزن نهایی (گرم)	حداقل وزن (گرم)	حداکثر وزن (گرم)
استفاده از	۱	۱۶۰	۱۳۷	۸۵/۶۳	۰/۲	۶/۷۰۶	۲/۹	۱۰
گرانول	۲	۱۶۰	۱۳۹	۸۶/۸۸	۰/۲	۷/۵۹۸	۲/۲	۱۰/۵
زئولیت	۳	۱۶۰	۱۳۰	۸۱/۲۵	۰/۲	۶/۷۲۹	۴	۱۰
استفاده از	۱	۱۶۰	۱۴۸	۹۲/۵	۰/۲	۷/۱۶۹	۵	۱۱/۲
گرانول	۲	۱۶۰	۱۴۷	۹۱/۸۸	۰/۲	۷/۵۸۵	۵/۳	۱۱
زئولیت	۳	۱۶۰	۱۲۷	۷۹/۳۸	۰/۲	۵/۴۸۳	۳/۳	۸
بدون	۱	۱۶۰	۱۳۹	۸۶/۸۸	۰/۲	۸/۹۶۸	۶	۱۲/۵
استفاده از	۲	۱۶۰	۱۵۳	۹۵/۶۳	۰/۲	۷/۲۵۷	۴	۱۱/۲
زئولیت	۱	۱۶۰	۱۰۰	۶۲/۵	۰/۲	۵/۹۶۴	۳/۳	۸/۷

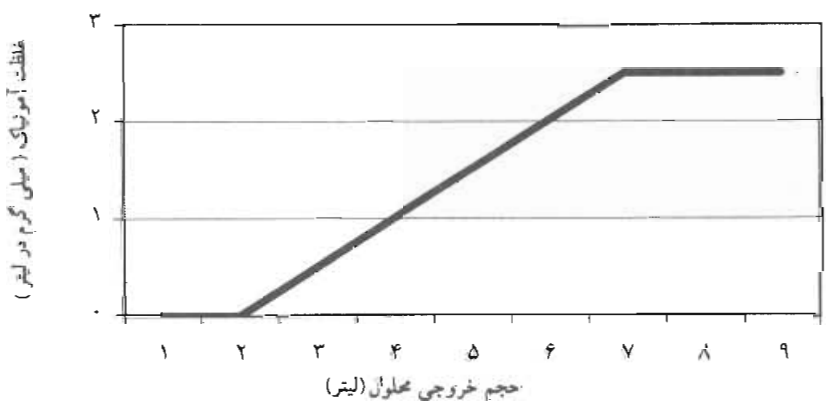
بحث

با توجه به روند جذب آمونیوم در آب مقطر هنگام عبور محلول از ستون های زئولیتی که در نمودار ۴ ارائه شده است (Semens, 1982) انتظار بر این بود که غلظت آمونیوم در ابتدای آزمایش با توجه به ظرفیت خالی زئولیت، در محلول آب شور خارج شده از ستون کم و بتدریج افزایش یابد و سپس در یک حد ثابت (غلظت اولیه محلول) باقی بماند در حالیکه در محلول آمونیومی که با آب شور (۴۲ میلیگرم در لیتر) تهیه شده بود در هر سه تکرار که با تعداد ستونهای متفاوت و سرعتهای مختلف عبور محلول انجام شد، روند تغییر غلظت آمونیوم در محلول با محلول تهیه شده با آب مقطر متفاوت بود. بدین ترتیب که در هر سه تکرار غلظت یون آمونیوم در محلول خروجی ابتدا کمتر از غلظت اولیه بود (این امر بیانگر جذب یون آمونیوم توسط ذرات زئولیت می‌باشد) سپس این غلظت افزایش یافت (کاهش ظرفیت موثر برای جذب آمونیوم) اما بر خلاف انتظار روند افزایش غلظت آمونیوم بصورت صعودی تا رسیدن به حد اولیه و تثبیت غلظت ادامه نیافت و مجدداً کاهش غلظت مشاهده شد که این امر بیانگر افزایش مجدد ظرفیت خالی زئولیت برای جذب آمونیوم بود. نوسان غلظت آمونیوم در محلول خروجی در هر سه تکرار تا پایان آزمایش ادامه یافت و تنها دامنه نوسانات با توجه به تعداد ستون زئولیتی، اندازه ذرات و سرعت عبور محلول

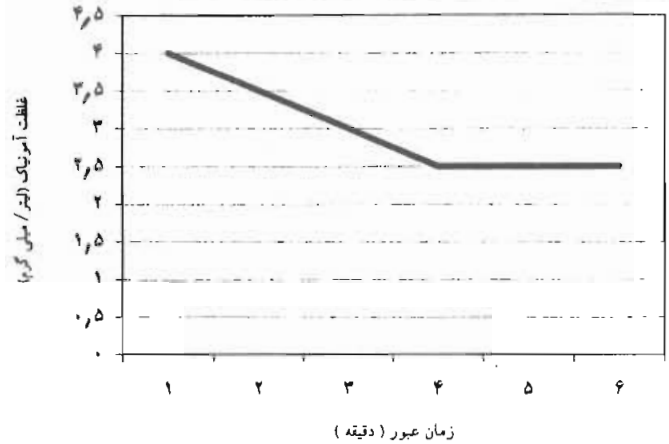
متفاوت بود. بنظر می‌رسد دلیل این رفتار متفاوت جذب آمونیوم در آب شور، مرتبط با ماهیت تبادل یونی در زئولیت‌های طبیعی و حضور یونهای متفاوت و رقیب در آب دریا باشد. برخلاف اکثر تبادل‌کننده‌های یونی غیر بلوری و رزین‌های آلی واحدهای ساختمانی زئولیت بلوری، تبادل یونی را بر روی یون رقیب بصورت انتخابی اعمال می کند (Biggs, 1996). در آب شور دریا نیز انواع کاتیون‌ها به میزان قابل توجهی وجود دارند که این یونها برای جذب با آمونیوم به رقابت می‌پردازند و مجموع غلظت معادل هر یک از این کاتیون مانند یک یون رقیب عمل می‌کنند. در واقع وجود انواع یونها در آب شور دریا دلیلی بر کاهش چشمگیر جذب آمونیوم در آب شور دریا تلقی می‌شود. همچنین با توجه به اینکه احیا مجدد زئولیت در آب شور دریا بواسطه حضور آنیون‌هایی مانند کلر و کاتیون‌هایی مانند سدیم با غلظت بالا است (احیا مجدد زئولیت با کلرید سدیم انجام می‌شود) و به نظر می‌رسد علت جذب و دفع پی در پی زئولیت کاهش ظرفیت موثر زئولیت و احیا مجدد آن باشد.

غلظت آمونیوم در ظروف دربسته محتوی زئولیت که محلول آن از آب مقطر تهیه شده باشد پس از مدت زمانی به تعادل خواهد رسید (Barnes, 1988) (نمودار ۵) در حالیکه در کلیه ظروف آزمایشی که در این مرحله مورد بررسی قرار گرفت پس از قرار گرفتن زئولیت در مجاورت محلول آمونیوم ابتدا غلظت آمونیوم محلول سیر نزولی داشت که بیانگر جذب یون آمونیوم توسط ذرات زئولیت بود. در ادامه آزمایش و با افزایش مدت زمان تماس زئولیت با محلول آمونیوم دوباره غلظت آمونیوم محلول سیر صعودی داشت. این رفتار تغییر غلظت آمونیوم به نظر می‌رسد تاییدکننده امکان جذب آمونیوم توسط زئولیت و احیا آن در آب شور است که به ماهیت جذب کاتیونی توسط زئولیت برمی‌گردد. با توجه به نتایج آزمایش در مراحل اول و دوم می‌توان عنوان کرد که جذب آمونیوم در آب دریا توسط ذرات زئولیتی بصورت یکنواخت نمی‌باشد و ذرات زئولیتی به دلیل جذب یون آمونیوم و سپس احیا آن و تکرار این روند نوسان متوالی غلظت آمونیوم را باعث می‌شوند.

پس از پرورش میگوها به مدت ۷۹ روز، میگوها صید، شمارش و زیست‌سنجی شدند و نتایج در قالب آزمون دانکن مورد مقایسه قرار گرفت (آلفا یک درصد منظور شد). از آزمون دانکن بر روی اثر زئولیت در رشد و درصد بازماندگی میگوها، کلیه تیمارها (پخش پودر زئولیت، گرانول زئولیت و بدون استفاده از زئولیت) حرف مشابه A دریافت داشتند که به معنی آن است که پخش زئولیت چه بصورت پودر و چه بصورت دانه‌ای (گرانول) تاثیر مستقیم در افزایش رشد و درصد بازماندگی میگوها نسبت به عدم استفاده از آن تحت شرایط این آزمایش نداشته است. با توجه به نتایج بدست آمده از مراحل اول و دوم پروژه به نظر می‌رسد دلیل اصلی عدم تاثیر زئولیت در رشد و بازماندگی میگوها به کاهش اثر جذب یون آمونیوم در آبهای شور توسط ذرات زئولیت می‌باشد و در حقیقت ذرات زئولیت در آبهای شور بدلیل رقابت سایر یونهای موجود در آب شور بخصوص حضور یون پتاسیم با غلظت بیش از ۰/۴ گرم در لیتر، امکان جذب یون آمونیوم را بصورت موثر ندارد.



نمودار ۴ : روند شماتیک جذب یون آمونیوم توسط زئولیت در هنگام عبور محلول آمونیوم درست شده از آب مقطر از ستون زئولیت (غلظت اولیه محلول ۴ میلیگرم در محلول فرض شده است)



نمودار ۵ : روند شماتیک تغییر غلظت یون آمونیوم با غلظت اولیه ۴ میلیگرم در لیتر در ظروف دربسته (با استفاده از آب مقطر)

تشکر و قدردانی

از جناب آقای دکتر محمد رضا احمدی بدلیل راهنمایی‌هایشان و کلیه همکاران که در اجرای پروژه یاری فرمودند بویژه آقایان مهندس سعید مسندانی و محمد رضا کامران حسینی تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

مکرمی، ق. ، ۱۳۷۶. زئولیت و کاربرد آن در آبزی پروری. گزارش اداره کل تکثیر و پرورش میگو و سایر آبزیان، معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. ۵۴ صفحه.

Barnes, R.S.K. , 1988. An introduction to marine ecology. Blackwell Scientific Publications. 351P.

Biggs, M.R.P. , 1996. The effects of zeolites and other aluminosilicate on water quality at various salinities. Aqua. R. Mag. 27P.

Bower, C.E. , 1982. Ammonia removal by clinoptilolit in the transport of ornamental fresh water fish. Progressive Fish Culturist. Vol. 44, pp.19-23.

Boyd, C.E. , 2002. Shrimp pond bottom soil review and sediment management (2002). Department of Fisheries and Allied Aquacultures. Auburn University, Alabama, USA. 85P.

Chen, J.C. and Kou, Y.Z. , 1993. Accumulation of ammonia in the haemolymph of *Penaeus monodon* exposed to ambient ammonia. Aquaculture Mag. Vol. 109, pp.177-185.

Mummpton, A. , 1984. Natural zeolite. *In*: Zeo Agriculture, 82 Conference on the use of natural zeolite in agriculture and aquaculture. Rochester, NY, USA, June 1982, pp.10–45.

Piper, R.G. and Smith, C.E., 1984. Use of clinoptilolit for ammonia removal in fish culture systems. Conference on the use of natural zeolite in agriculture and aquaculture. Rochester, NY, USA June 1982, PP.78-86.

Pond, W.G. , 1984. Use of natural zeolite in agriculture and aquaculture. 82 Conference on the use of natural zeolite in agriculture and aquaculture. pp.107-119.

Semens, M.J. , 1982. Cation exchange properties of natural zeolites in Zeo Agriculture. Conference on the use of natural zeolite in agriculture and aquaculture. Rochester , NY, USA. June 1982, pp.45-65.

Yang, C, Chen, 1990. Lettal effects of ammonia and nitrite on penaeus Chinensis juveniles. Marine Biology, Springer Berlin, Heidelberg. Vol. 107, No. 1990, pp.427-439.

RICEST©

Zeolite application to sea water for ammonia absorbtion and its effects on growth and survival of *Penaeus indicus*

Mokarami S.Gh.[1]* and Emadi H.[2]

ghmokarami@yahoo.com

1- Fisheries Organization, No. 250, West Fatemi Ave., Tehran, Iran

2- Marine Science and Technology Faculty, Islamic Azad University, P.O.Box: 19585-936 Tehran, Iran

Received: September 2005 Accepted: May 2007

Keywords: *Penaeus indicus*, Ammonia, Zeolite

Abstract

We evaluated Zeolite efficiency in absorbtion of ammonia from sea water. Three phases including ammonia movement through Zeolite column, application of Zeolite powder and granule in closed containers filled with ammonia solution and dispersion of Zeolite in shrimp culture tanks were implemented in the study. For the first phase, ammonia solution in two concentrations (4.8 and 2.42mg/lit) and a water salinity of 42ppt (sea water) was passed through the Zeolite column (400g of granule Clinoptilolite) in three replications.

Concentration of ammonia in outlet solution was between 0.2-5.4mg/lit in the first replication and 0.0 to 5.5, 0.0 to 2.6mg/lit in the 2nd and 3rd replication, respectively.

At the second phase, volume and levels of ammonia concentration left in the closed jug of ammonia solution was different. The concentration of ammonia was measured at various time periods in four replications. The results showed that ion exchange in seawater is not a one way process, so that ammonia concentrations in the jugs with Zeolite fluctuated with time, contrary to its stable concentration in control treatments.

At the third phase, Zeolite in granule and powder forms was added to culture tanks of shrimp juveniles (*Penaeus indicus*) weighting on average 0.2g each for 79 days of culture period and a stoking density of 16 individuals per square meter. Thus, we provided three treatments, using Zeolite granules, powder and one control. A Duncan's test of the growth and survival rate of the cultured shrimps showed no significant difference among the treatments ($P>0.01$).

* Corresponding author