نقش کلینوپتیلولیت در حذف غلظت کشنده آمونیاک کل در قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

محمد فرهنگی[۱]* و عبدالمجید حاجی مراد لو[۲]

s.farhangi@yahoo.com

۱ – مجتمع آموزش عالی شهرستان گنبد، صندوق پستی: ۱۶۳

۲ – دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، صندوق پستی: ۳۸۶

تاریخ دریافت: آذر ۱۳۸۸ تاریخ پذیرش: اردیبهشت ۱۳۹۰

چکیده

این مطالعه، بمنظور سنجش کارآیی زئولیت کلینوپتیلولیت در جذب غلظت کشنده آمونیاک کل در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان اجرا شد. بچه ماهیانی با وزن ۲۱- ۹/۵ گرم (میانگین ۱۵ گرم) در معرض ۴ غلظت مختلف از آمونیاک کل ($N\text{-}NH_4$) شامل: ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر قرار گرفتند. یک گروه ۱۳تایی بعنوان شاهد مورد استفاده قرار گرفت. غلظت کشنده آمونیاک کل ($N\text{-}NH_4$) درمدت ۲۴ ساعت تعیین شد. تحت شرایط ثابت دما و pH (دمای ۱±۱۶ درجه سانتیگراد و pH = ۷/۷±۱) غلظت کشنده آمونیاک برابر با ۲۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل بود (معادل ۰/۴۴ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه $N\text{-}NH_3$براساس دما و pH). از مقادیر ۲، ۵، ۱۰، ۱۳ و ۱۵ گرم در لیتر کلینوپتیلولیت در غلظت کشنده آمونیاک کل استفاده شد. کاربرد ۱۵ گرم در لیتر کلینوپتیلولیت در غلظت کشنده آمونیاک کل توانست تلفات را به صفر برساند. پس از گذشت ۲۴ ساعت اختلاف معنی‌داری بین فاکتورهای سختی و آمونیاک کل بدست آمد ($P<0.01$). بیشترین تلفات در ساعات اولیه آزمایش رخ داد.

لغات کلیدی: قزل‌آلای رنگین کمان، ضایعات بافتی، تصفیه آب، کیفیت آب

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

مقدمه

یکی از معضلات پرورش ماهی تغییرات کیفی آب است که منجر به کاهش تولید می‌شود. در بین عوامل کیفی آب آمونیاک نقش اساسی دارد. آمونیاک در حالت یونیزه بشکل یون آمونیوم (NH_3^+) اثرات سمی زیادی بر ماهیان دارد. آمونیاک در آب خیلی محلول بوده و افزایش اندک فشار جزء (Partial pressur) آمونیاک در آب می‌تواند افزایش آمونیاک محلول در خون را به همراه داشته باشد. با توجه به اهمیت موضوع خصوصا"در مزارع خاکی، شالیزارها، ماشین‌های حمل و نقل ماهی و سیستم‌های مدار بسته پرورشی که امکان تعویض آب به حد کافی نیست، لزوم یافتن روشهای جدید تشخیص و پیشگیری که مطابق با امکانات موجود کشور باشد کمک شایانی در رفع این عارضه خواهد کرد. یکی از روشهای معمول استفاد از مواد معدنی افزایش دهنده کیفیت آب یا بعبارت دیگر زئولیت (Zeolite) است. زئولیت‌ها در واقع کانی‌هایی از جنس سیلیکات آلومینیوم با ساختار چهار وجهی (چهار اتم اکسیژن حول یک اتم سیلیسیم) هستند که در آن حفرات و کانالهایی با ابعاد ۱۰-۳ آنگستروم وجود دارد (Mumpto & Fishman, 1977; Gattardi & Galli, 1985). در داخل این حفرات به میزان ۱۰ تا ۱۰ درصد آب وجود دارد. وجود این ساختمان در زئولیت به آنها اجازه می‌دهد تبادل کاتیونی را با ظرفیت بین ۴/۷۳-۲/۱۶ میلی‌اکی والان بر گرم داشته باشند (Mumpto & Fishman, 1977; Kayabali & Kezer, 1998). کاتیونهای خارجی قابل تبادل در زئولیت‌ها معمولا Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} می‌باشد، که برای زئولیت مورد نظر (کلینوپتیلولیت) این یونها شامل Na^+ و K^+ می‌باشد (Bergero *et al.*, 1994). ترتیب تمایل جذبی در کلینوپتیلولیت بشرح زیر است (چالکش امیری، ۱۳۷۸; Bergero *et al.*, 1994)

$Cs> Rb>NH_4>Ba>Sr>Na>Ca>Fe> Mg>Li$

اگر زئولیت در تماس با محلولی قرار گیرد، یون متحرک موجود در ساختمان زئولیت و یون موجود در محلول می‌توانند محل خود را تعویض کنند ولی با حفظ این شرط که همواره محلول و زئولیت از نظر الکتریکی خنثی بمانند. این تعویض یونی همانند یک واکنش تعادلی عمل می‌کند (Silapajarn *et al.*, 2006):

$$Z_A B^{ZB} + Z_B A^{ZA} \rightleftharpoons Z_B A^{ZA} + Z_A B^{ZB}$$

محلول زئولیت محلول زئولیت

A, B = یونهای قابل تعویض در محلول و زئولیت

Z_A, Z_B = ظرفیت یونهای موجود در محلول و زئولیت

در بین زئولیتهای طبیعی ۲ نوع فیلیپسیت (Phillipsite) وکلینوپتیلولیت (Clinoptilolite) بدلیل تمایل بالا در جذب یون آمونیوم از اهمیت بیشتری در آبزی‌پروری برخوردارند (Kayabali & Kezer, 19984 ;Bergero *et al.*, 1994; Polat *et al.*, 2004). کارآیی زئولیت در جذب مواد به عوامل مختلفی بستگی دارد از جمله عوامل محیط و روش استفاده از آن و همچنین عوامل فیزیکی و شیمیایی مربوط به زئولیت (Papaioannou *et al.*, 2002; Mokarami & Emadi, 2007).

هدف از این مطالعه بررسی کارآیی زئولیت طبیعی در حذف غلظت کشنده آمونیاک و جلوگیری از تلفات ماهی می‌باشد.

مواد و روش کار

۲۵۰ عدد بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزنی ۱۵ گرم (۲۱ – ۹/۵گرم) از کارگاه پرورش ماهی استان فاضل آباد از توابع استان گلستان تهیه و در یک استخر (۰/۸×۲×۲۵ متر) بصورت جداگانه نگهداری شدند. آزمایشات با استفاده از روش آب ساکن (Static Method) در شرایط ثابت دما و pH (pH = ۷/۷±۰/۱ و دمای ۱±۱۶ درجه سانتیگراد) صورت گرفت. مدت زمان آزمایش برای هر گروه ۲۴ ساعت بود. برای تعیین غلظت آمونیاک کل پس از تعیین حجم آب (۵۰ لیتر) به ازاء واحد حجم، کلرور آمونیوم (NH_4Cl ساخت کارخانه Merck آلمان) بصورت وزنی توزین و به آب اضافه گردید. بعد از گذشت ۲۴ ساعت میزان آمونیاک کل در ظروف آزمایش توسط دستگاه اسپکتروفتومتر با طول موج ۴۵۰ نانومتر اندازه‌گیری شد. زئولیت مورد نظر زئولیت طبیعی از نوع کلینوپتیلولیت با ۹۰ درصد خلوص بود که از شرکت افرند توسکا – ایران تهیه گردید. زئولیت‌های مورد بررسی پس از شستشو و رفع آلودگی سطح آن از مواد آلی با استفاده از هاون دستی، بصورت آرد، با اندازه بین ۰/۱۵-۰/۱۲۵ میلیمتر مورد استفاده قرار گرفت. ماهیها در ۵ گروه و سه تکرار با ۱۳ عدد ماهی در هر گروه در معرض غلظت‌های مختلف آمونیاک کل (صفر، ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر) قرار داده شد. تعیین این غلظت‌ها براساس یکسری آزمایشات مقدماتی بود که در آن

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

غلظت‌های فرضی از آمونیاک کل از جمله ۳، ۵، ۲۷، ۳۰، ۴۰ و ۵۰ مورد استفاده قرار گرفت. براساس این آزمایشات درصد تلفات از صفر تا ۱۰۰ درصد در مدت ۲۴ ساعت بدست آمد. بدین طریق غلظت‌های نهایی بدست آمد. یک گروه ۱۳تایی از ماهی‌ها هم بعنوان گروه شاهد در نظر گرفته شد. بدلیل عدم کارآیی هواده در خروج آمونیاک، در آزمایشات از سنگ هوا بعنوان هواده استفاده شد. خصوصیات فیزیکی (دما و اکسیژن) و شیمیایی (pH، سختی و آمونیاک) آب در ابتدا و انتهای آزمایش اندازه‌گیری شد. برای مشخص کردن اثرات کلینوپتیلولیت در پیشگیری از مسمومیت با آمونیاک از مقادیر ۲، ۵، ۱۰، ۱۳ و ۱۵ گرم در لیتر آرد کلینوپتیلولیت در غلظت کشنده آمونیاک کل (۲۵ میلی‌گرم درلیتر) استفاده شد. نتایج با استفاده از نرم‌افزار Minitab و آزمون Least Significance (LSD) Difference و رگرسیون خطی مقایسه شدند.

نتایج

درصد تلفات ماهی در غلظت‌های مختلف آمونیاک کل پس از گذشت ۲۴ ساعت تعیین شد (جدول ۱). در غلظت‌های ۱۰، ۱۵، ۲۰ و ۲۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل درصد تلفات در ۲۴ ساعت در شرایط دمای ۱±۱۶ درجه سانتیگراد، اکسیژن محلول ۱۱-۱۰ میلی‌گرم در لیتر و ۱± ۷/۷ = pH، بترتیب برابر با ۱۵/۵، ۳۸/۴، ۶۱/۳۸ و ۱۰۰ درصد بود (نمودار ۱). همانطوریکه در این نمودار نشان داده شده است با افزایش غلظت آمونیاک درصد تلفات نیز افزایش می‌یابد. با رسم منحنی تغییرات تلفات در غلظت‌های مختلف آمونیاک و با استفاده از شیب خط رگرسیون غلظت نیمه‌کشنده آمونیاک در ۲۴ ساعت (LC_{50}) برابر با ۱۵/۷۷ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل ($N\text{-}NH_4$) بود (نمودار ۲). میزان بدست آمده با استفاده از رابطه زیر برابر با ۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه ($N\text{-}NH_3$) بود (اسووبودا و ویکوسووا، ۱۳۷۴).

$$NH3 - N = NH4 - N / 10^{(10.07 - 0.033\,T - pH)} + 1$$

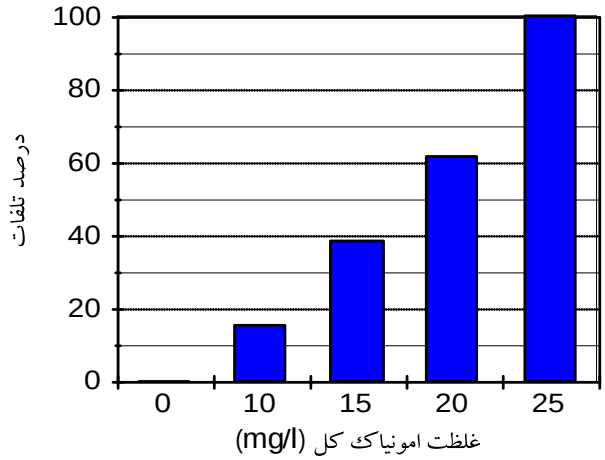
با اضافه کردن مقادیر مختلف زئولیت به آب (۲، ۵، ۱۰، ۱۳ و ۱۵ گرم در لیتر) درصد بقاء در ۲۴ ساعت بترتیب برابر با صفر، ۲۰، ۶۰، ۹۰ و ۱۰۰ درصد بود (نمودار ۳). همانطوریکه در نمودار نشان داده شده است با افزایش مقادیر زئولیت به آب درصد بقاء نیز افزایش می‌یابد. افزودن ۱۵ گرم در لیتر زئولیت در غلظت کشنده آمونیاک (۲۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل) توانست در مدت ۲۴ ساعت از تلفات ۱۰۰ درصد ماهی جلوگیری کند (جدول۲). اندازه‌گیری خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب بعد از آزمایشات اختلاف خیلی معنی‌داری را در کاهش سختی و آمونیاک کل آب نشان دارد ($P<0.01$) (جدول ۳).

در ماهیانی که در معرض غلظت کشنده آمونیاک کل قرار داشتند، علائم ظاهری شامل بی‌قراری شدید، خم شدن ناگهانی عضلات تنه، باز و بسته شدن سرپوشهای آبششی و دهان، حرکات تشنجی، برخورد با کناره‌های آکواریوم، سعی در بیرون پریدن، بلعیدن هوا از سطح، پر خونی و قرمز شدن آبششها مشاهده گردید.

جدول ۱: تغییرات تلفات ماهی در غلظت‌های مختلف آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر) طی ۲٤ ساعت، حجم آب ۵۰ لیتر و تعداد ماهی در هر گروه ۱۳ عدد

گروه	غلظت آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر)	غلظت آمونیاک غیریونیزه (میلی‌گرم در لیتر)	تعداد تلفات	درصد تلفات
شاهد	۰	۰	۰	۰
۱	۱۰	۰/۱۷	۲	۱۵/۳۸
۲	۱۵	۰/۲٦	۵	۳۸/٤
۳	۲۰	۰/۳۵	۸	٦۱/۵
٤	۲۵	۰/٤٤	۱۳	۱۰۰

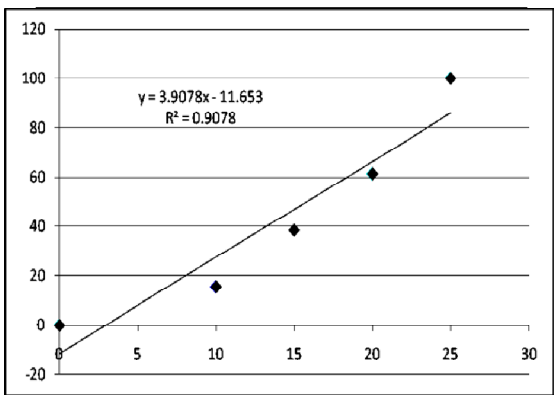
[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]



نمودار ۱: هیستوگرام تغییرات تلفات ماهی در غلظت‌های مختلف آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر) طی ۲۴ ساعت، حجم آب ۵۰ لیتر و تعداد ماهی در هر گروه ۱۳ عدد

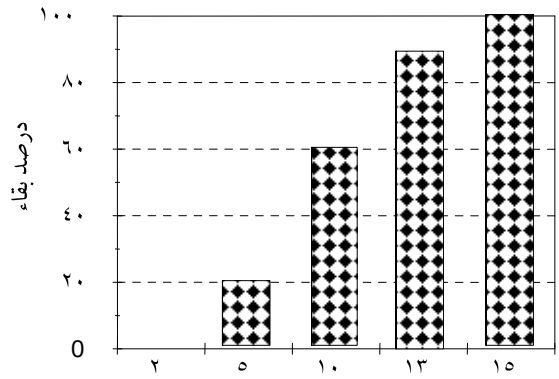
جدول ۲: تغییرات درصد بقاء با آرد زئولیت (گرم در لیتر) در مقابل غلظت کشنده آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر) طی ۲۴ ساعت، حجم آب ۵۰ لیتر، تعداد ماهی در هرگروه ۱۰ عدد

گروه	مقدار زئولیت (گرم در لیتر)	تعداد تلفات	درصد تلفات
شاهد	۰	۱۰	۱۰۰
۱	۲	۱۰	۱۰۰
۲	۵	۸	۹۰
۳	۱۰	٤	٦۰
٤	۱۳	۱	۲۰
۵	۱۵	۰	۰



نمودار ۲: منحنی رگرسیون تغییرات تلفات ماهی در غلظتهای مختلف آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر) طی ۲۴ ساعت، حجم آب ۵۰ لیتر، تعداد ماهی در هرگروه ۱۰ عدد

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]



نمودار ۳ : هیستوگرام تغییرات درصد بقاء با آرد زئولیت (گرم در لیتر) در مقابل غلظت کشنده آمونیاک کل (میلی گرم در لیتر) طی ۲۴ ساعت، حجم آب ۵۰ لیتر، تعداد ماهی در هرگروه ۱۰ عدد

جدول ۳: میانگین و انحراف معیار مربوط به فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب طی ۲۴ ساعت در مقابل آرد زئولیت

گروه	pH	آمونیاک کل (میلی‌گرم در لیتر)	سختی کل (میلی‌گرم در لیتر)
شاهد	۷/۸ ±۱[a]	۲۵[a]	۴۰۰ [a]
۱۵ گرم در لیتر آرد زئولیت	۷/۷±۱[a]	۰/۶ ±۰/۰۳[b]	۳۴۵/۳۳±۱۸/۵۸[b]

a , b بیانگر معنی‌دار بودن داده می‌باشد ($P<0.01$).

بحث

با توجه به اهمیت مسمویت با آمونیاک در سیستم‌های پرورشی و تلفات ناشی از آن در آبزیان تاکنون مطالعات زیادی صورت گرفته است (Sommai & Boyd, 1993;Chen, 1992 ; Knoph & Thorud, ;Knoph, 1996;Person *et al.*, 1995 1996; Ruyet *et al.*, 1997 ; Alcaraz, 1999). افزایش آمونیاک به آب سبب بروز تظاهراتی در رفتار و ساختار ماهی شد که شامل خم شدن عضلات تنه، تحریکات عصبی، پرخونی آبششها، عدم تعادل و شنای ناموزن و نهایتا مرگ ماهی می‌باشد. این امر با یافته‌های سایر محققین مطابقت دارد. بعد از گذشت ۲۴ ساعت غلظت کشنده آمونیاک کل برای ماهی قزل‌آلا برابر ۲۵ میلی‌گرم در لیتر بدست آمد. با استفاده از منحنی تغییرات درصد تلفات در غلظت‌های مختلف آمونیاک و معادله خط رگرسیون غلظت نیمه کشنده در ۲۴ ساعت (LC_{50}) معادل ۱۵/۷۷ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل (معادل ۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه براساس درجه حرارت و pH) است هر چند عدد بدست آمده در این آزمایش با عدد بدست آمده برای سایر گونه‌های آبزیان متفاوت است (اسووبودا و ویکوسووا، ۱۳۷۴؛ Knoph, 1996). شاید این امر بدلیل حساسیت گونه‌های مختلف در برابر آمونیاک و همچنین شرایط آزمایشی برای هرگونه داشته باشد. اسووبودا و ویکوسووا (۱۳۷۴) غلظت نیمه کشنده (LC_{50}) را برای آزاد ماهیان در ۲۴ ساعت بین ۰/۰۵ تا ۰/۰۸ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه بیان کردند. البته میزان بدست آمده در شرایط آزمایشی (۰/۲۸ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه) در شرایط ایده‌آل برای ماهی بدست آمده

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

است. در محیطهای پرورشی با توجه به اینکه عوامل مضر دیگر از جمله سولفید هیدروژن، متان و همچنین شرایط نامساعد محیطی از جمله کمبود اکسیژن و بالا بودن درجه حرارت نیز ممکن است وجود داشته باشد، لذا این عوامل می‌توانند سمیت آمونیاک را تشدید کند. بنابراین مقادیر کمتر آمونیاک نیز می‌تواند باعث تلفات در ماهی شود. همین امر شاید دلیل تفاوت در اعداد بدست آمده باشد. Muir (۱۹۸۲) سطوحی از آمونیاک غیریونیزه را که باعث کاهش رشد ماهیان آب شیرین می‌شود بین ۱-۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر بیان کرد. وی آستانه سطح آمونیاک را که تأثیر روی رشد انواع ماهیان دارد بشرح زیر عنوان نمود: قزل‌آلای رنگین کمان برابر ۰/۱۰۳ میلی‌گرم در لیتر، گربه ماهی کانالی (*Ictaluras Punctatus*) برابر ۰/۱۰۶-۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر، خورشید ماهی(*Solea* sp.) برابر ۰/۰۶۶ میلی‌گرم در لیتر، ماهی پهن Turbot برابر ۰/۱۱ میلی‌گرم در لیتر و مار ماهی اروپایی برابر ۰/۱۲ میلی‌گرم در لیتر. Chen (۱۹۹۲) بیان داشت که ماکزیمم قابل قبول آمونیاک که رشد را ۲-۱ درصد کاهش می‌دهد برای پست لاروهای میگو پنائیده برابر با ۰/۱ آمونیاک غیریونیزه می‌باشد. وی حداکثر سمیت قابل قبول Maximum Acceptable Toxicant Concentration (MATC) برای میگوها را کمتر از ۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل یا ۰/۰۳۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه عنوان کرد. Alcaraz (۱۹۹۹) غلظت نیمه کشنده (LC_{50}) را برای پست لاروهای میگوی سفید (*Penaus setiferus*) بعد از گذشت ۴۸ و ۲۴ ساعت بترتیب برابر با ۱/۲۱ و ۱/۴۹ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه گزارش داد. Ruyet و همکاران (۱۹۹۷) غلظت نیمه کشنده (LC_{50}) را برای ماهی پهن Turbot بعد از گذشت ۲۸ روز برابر با ۰/۹۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه بدست آورد. در حالیکه توقف رشد ماهی را در غلظت ۰/۸ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه بدست آورد که علت آنرا کاهش دریافت غذا و عدم بهره‌گیری از آن دانست. وی همچنین اظهار داشت بیشترین تغییرات در پلاسمای خون است که ارتباط نزدیکی با غلظت آمونیاک خون دارد. Knoph (۱۹۹۶) غلظت نیمه کشنده (LC_{50}) را بعد از گذشت ۴۸ ساعت برای اسمولتهای ماهی آزاد معادل ۵۹/۴ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل (۰/۳۴ میلی‌گرم آمونیاک در لیتر آمونیاک غیریونیزه) بدست آورد. Person و همکاران (۱۹۹۵) غلظت نیمه کشنده آمونیاک (LC_{50}) را برای باس دریایی بعد از گذشت ۹۶ ساعت برابر ۴۰ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل (معادل ۱/۷ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه) و برای ماهی سیم دریایی معادل ۵۷ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل (معادل ۲/۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک غیریونیزه) گزارش داد. درخصوص استفاده از زئولیت در کاهش آمونیاک بصورت آزمایشی نیز مطالعاتی صورت گرفته است اما بطور عملی و در حضور ماهی مطالعات کمی صورت گرفته است. Bergero و همکاران (۱۹۹۴) ظرفیت برداشت آمونیاک را از پساب آبزی‌پروری توسط زئولیت مورد مطالعه قرار دادند. در این آزمایش از ۶ نوع زئولیت اروپایی برای حذف آمونیاک استفاده گردید (فیلیپسیت، چابازایت، کلینوپتیلولیت، موردنیت، لومونتیت و آنالسیم). در بین آنها فیلیپسیت و کلینوپتیلولیت از همه موثرتر بودند. چاپازایت با میزان ماده زئولیتی کمتر، کارآیی کمتری را نشان داد. بطوریکه با بکارگیری ۱۰۰ گرم زئولیت در ۴۵ لیتر آب غلظت انتهای آمونیاک از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به ۳/۳ میلی‌گرم در لیتر برای چاپازایت و ۲/۰۶ میلی‌گرم در لیتر برای فیلیپسیت و ۲/۰۲ میلی‌گرم در لیتر برای کلینوپتیلولیت رسیده است. Sommai و Boyd (۱۹۹۳) تاثیر فرمالین، زئولیت، تولیدات باکتریایی و هوادهی را بر کاهش آمونیاک مورد مطالعه قرار دادند. در این آزمایش افزودن ۲ گرم در لیتر زئولیت کلینوپتیلولیت توانست غلظت آمونیاک را به میزان ۹۰-۸۰ درصد کاهش دهد. مطالعات مختلف نشان داده است، هر چه ذرات زئولیتی ریزتر باشد، سطح تماس مولکولها بیشتر شده و میزان جذب بیشتر می‌شود (Farhangi, 2010; Farhangi & Hajimoradloo, 2009); (Sommai & Boyd, 1993). بنابراین در آزمایشات از آرد کلینوپتیلولیت استفاده شد. Sommai و Boyd (۱۹۹۳) بیان داشتند هر چه ذرات زئولیت ریزتر باشد میزان بیشتری از آمونیاک جذب زئولیت می‌شود و زئولیت‌های پودر شده تأثیر بیشتری در کاهش آمونیاک نسبت به نمونه‌های درشتر دارد. Hajimoradloo و Farhangi (۲۰۰۹) و Farhangi (۲۰۱۰) طی آزمایشات مختلف، اثرات هوادهی و دانه‌بندی زئولیت را بر کیفیت آب مطالعه نمودند. آنها ثابت کردند، استفاده از آرد زئولیت در مقایسه با گرانول و دانه زئولیت جذب بیشتری برای آمونیاک دارند.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

استفاده از زئولیت به میزان ۱۵ گرم در لیتر توانست از تلفات ماهی در غلظت کشنده آمونیاک (۲۵ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل) جلوگیری کند و تلفات را به صفر برساند. بدین ترتیب عملاً کاربرد زئولیت در کاهش آمونیاک آب و جلوگیری از تلفات ماهی به اثبات می‌رسد. هر چند در ماهیانی که زنده مانده‌اند هنوز درجات خفیفی از ضایعات ناشی از آمونیاک دیده می‌شود که می‌تواند در دراز مدت و در طول دوره پرورش بهبود یابد یا اینکه اعمال فیزیولوژی جانور را تحت تأثیر قرار داده و سبب اختلالات رشدی گردد. پس از بکار بردن زئولیت در غلظت کشنده آمونیاک و بعد از گذشت ۲۴ ساعت میزان آمونیاک موجود در آکواریوم‌ها اندازه‌گیری شد که نسبت به میزان اولیه آن بسیارجزیی بود (۰/۶ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل) و پس از گذشت ۲۴ ساعت اختلاف خیلی معنی‌داری در جذب آمونیاک کل بدست آمد ($P<0.01$). این امر نشان می‌دهد زئولیت توانسته قسمت اعظم آمونیاک را جذب خود کند. این امر با سایر یافته‌های بدست آمده مطابقت دارد (Sommai & Boyd, 1993; Bergero *et al.*, 1994). Sommai و Boyd نشان دادند استفاده از ۲ گرم در لیتر زئولیت کلینوپتیلولیت توانسته است ۹۰-۸۰ درصد آمونیاک را از آبی که حاوی ۳-۲ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک کل است حذف کند.

Bergero و همکاران (۱۹۹۴) نشان دادند استفاده از زئولیت فیلیپسیت به میزان ۱۰۰ گرم در ۴۵ لیتر آب توانسته است غلظت آمونیاک کل را بعد از ۲۴ ساعت از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر به ۲/۰۶ میلی‌گرم در لیتر در شرایط آزمایشگاهی بدون ماهی برساند. همچنین آزمایشات نشان داد کاربرد ۱۵ گرم در لیتر زئولیت توانست بعد از گذشت ۲۴ ساعت سختی کل را از ۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۳۴۵/۳۳ گرم در لیتر کاهش دهد. در این آزمایش ثابت گردید، زئولیت مورد آزمایش ضمن کاهش آمونیاک کل، سختی کل را نیز کاهش می‌دهد. با توجه به تمایل جذبی زئولیت به یون آمونیوم، مشخص است که قدرت جذب آمونیاک کل به مراتب بیشتر از سختی کل است. البته این امر می‌تواند در کارآیی جذب زئولیت نسبت به کاهش آمونیاک تاثیر بگذارد، ضمن اینکه آبهای مختلف، سختی‌های متفاوتی دارند که می‌تواند محدودیت در استفاده از زئولیت را ایجاد کند.

آزمایشات مختلف نشان می‌دهد، هواده‌ها در کاهش آمونیاک از آب نقشی ندارند به همین لحاظ در آزمایشات از هواده استفاده شد (Ver & Chiu, 1986; Sommai & Boyd, 1993; Farhangi & Hajimoradloo, 2009).

با این وجود مقدار زئولیت بکار گرفته شده برای قزل‌آلا به مراتب بیشتر از مقدار زئولیت بکار رفته برای ماهی کپور است (یعنی ۱۵ گرم در لیتر) این امر حساسیت ماهی قزل‌آلا را نسبت به ماهی کپور و سایر ماهیان پرورشی نشان می‌دهد. با توجه به اینکه در محیطهای پرورشی قزل‌آلا امکان افزایش آمونیاک تا حد کشنده (۲۵ میلی‌گرم درلیتر آمونیاک کل) کمتر رخ می‌دهد، چرا که همواره عوامل نامساعد دیگری در محیط وجود دارند که سمیت آنرا تشدید می‌کند، لذا کاربرد ۱۵ گرم در لیتر زئولیت ضروری بنظر نمی‌رسد. ضمن اینکه کاربرد این میزان زئولیت (۱۵ میلی‌گرم در لیتر) در محیطهای پرورشی مقرون به صرفه نیست، مگر در سیستم‌های فوق متراکم ماهی (مدار بسته)، به همین جهت پیشنهاد می‌شود از مقادیر بین ۵-۲ گرم در لیتر زئولیت فقط جهت پیشگیری از تلفات استفاده شود.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از همکاری صمیمانه مهندس نعیمی (مسئول آزمایشگاه هیدورشیمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) که صمیمانه ما را در اجرای این طرح یاری نمودند، تشکر و قدردانی می‌نماییم.

منابع

اسووبودا، ز. و ویکوسووا، ب.، ۱۳۷۴. تشخیص، پیشگیری و درمان بیماریها و مسمومیتهای ماهی. ترجمه: مصطفی شریف روحانی. معاونت تکثیر و پرورش آبزیان. انتشارات سبز رویش، ۲۵۶ صفحه.

چالکش امیری، م.، ۱۳۷۸. اصول تصفیه آب. انتشارات نشر ارکان اصفهان. ۴۴۲ صفحه.

Alcaraz G., 1999. Acute toxicity of ammonia and nitrite to white shrimp *penaeus setiferu post* larvae. Journal of the World Aquaculture Society, 30:90-97.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

Bergero D., Boccignone M., DInatale F. and Forneris G., 1994. Ammonia removal capacity of European natural zeolite tuffs: Application to aquaculture waste water. Aquaculturean and Fisheries, 25:813-821.

Chen J.C., 1992. Effects of ammonia on growth and molting of *penaeus japonicus* juveniles. Aquaculture, 104:249-260.

Farhangi M. and Hajimoradloo A.M., 2009. Role of aeration and adding Zeolite to remove TAN– total ammonia nitrogen- in fish culture systems. 1ST International Congress on Aquatic Animal Health Management and Disease, January 27-28, Tehran, Iran.

Farhangi M., 2010. Effects of natural Zeolites on water quality used in fish culture. 2nd IIZC Iran International Zeolite Conference, April 29-30, Tehran, Iran.

Gattardi G. and Galli E., 1985. Natural zeolite. Universita di Modena vias. Eufemia. 409P.

Kayabali K. and Kezer H., 1998. Testing the ability of bentonite amended natural zeolite (clinoptilolite) to remove heavy matals from liquid waste. Environmental Geology, 34:95-100.

Knoph M.B., 1996. Gill ventilation frequency and mortality of Atlantic salmon (salmo *salar*) exposed to highe ammonia levels in saewater. Water Research, Oxford. 30:837-842.

Knoph M.B. and Thorud K., 1996. Toxicity of ammonia to Atlantic salmon (*salmo salar*) in seawater effects on plasma osmolality, ion, ammonia, urea and glucose levels and hematologic parameters. Comparative Biochemistry and Physiology, 11:375-381.

Mokarami, Gh. and Emadi H., 2007. Study of application of zeolite (Clinoptilolite) in salt water by absorption of ammonia and its effects on growth and survival *penaeus indicus.* Iran journal of fisheries sciences. 2:127-138.

Muir J.F., 1982. Recirculated water system in aquaculture. *In*: (J.C. Chen, 1992 ed). Effects of ammonia on growth and molting of *penaeus japonicus* juveniles. Aquaculture, 104:249-260.

Mumpto F.A. and Fishman P.H., 1977. The application of natural Zeolites in animal science and aquaculture. *In*: (D. Bergero, M. Boccignone, F. Natale, G. Forneris, G.B. Palmegiano, L. Roagna, B. Sicuro, 1994). Ammonia removal capacity of European natural Zeolite tuffs: Application to aquaculture waste water. Aquaculturean and Fisheries, 25:813-821.

Papaioannou D.S., Kyriakis S.C., Papasteriadis A., Roumbies N., Yannakopouloss A. and Alexopoulos C., 2002. Effect of in-feed inclusion of a natural Zeolite (clinoptilolite) on certain vitamin, macro and trace element concentrations in the blood, liver and kidney tissues of sows. Research in Veterinary Science, 72: 61-68.

Person L.E., Chartois H. and Quemener L., 1995. Comparative acute ammonia toxicity in marine fish and plasma ammonia response. Aquaculture, 136:1-2,181-194.

Polat E., Karaca M., Demir M. and Nacionus A., 2004. Use of natural Zeolite (clinoptilolite) in agriculture. Journal of Fruit and Ornamental Plant Research, 12:183-189.

Ruyet J.P.L., Glland R. and Roux A.L.E., 1997. Chronic ammonia toxicity in juvenil turbot (*scophthalmus maximus*). Aquaculture, 154:155-171.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

Silapajarn O., Silapajarn K. and Boyd C., 2006. Evaluation of Zeolite products used for aquaculture in Thailand. Journal of the World Aquaculture Society, l3(1):136-138.

Sommai C.H. and Boyd C., 1993. Effects of zeolite, formalin, bacterial augmentation and aeration on total ammonia nitrogen concentration. Aquaculture, 116:33-45.

Ver L.M.B. and Chiu Y.N., 1986. The effect of paddlewheel aerators on ammonia and carbon dioxide removal in intensive pond culture. *In*: (C.H. Sommai & C. Boyd, 1993). Effects of Zeolite, formalin, bacterial augmentation and aeration on total ammonia nitrogen concentration. Aquaculture, 116:33-45.

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

The effect of zeolite (Clinoptilolite) in removing ammonia lethal concentration in Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*)

Farhangi M.[(1)]* and Hajimoradloo A.M.[(2)]

s.farhangi@yahoo.com

1-Higher Education Complex of Gonbad City, P.O.Box: 163 Gonba, Iran

2- Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, P.O.Box: 386 Gorgan, Iran

Received: December 2009 Accepted: May 2011

Keywords: Tissue lesions, Water refining, Water quality

[Downloaded from isfj.ir on 2026-11-08]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1390.20.1.10.5]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.109979]

Abstract

Clinoptilolite efficiency on absorption of ammonia in rainbow trout was studied. The fish specimens weighted 9.5-21g and were exposed to four different concentrations of total ammonia as N-NH_4 including: 10, 15, 20, and .25mg/l. A group of 13 fish was considered as control. Lethal concentration was determined after 24 hours. Under stable temperature and pH conditions (T= 16±1 ˚C, pH= 7.7±1), the lethal concentration of total N-NH_4 was 25mg/l (as ionized N-NH_3=0.44mg/l based on temperature and pH). In lethal concentrations of ammonia, different amounts of zeolite (2, 5, 10, 13 and 15g/l) were used. Application of 15g/l of the zeolite prevented mortalities in the fish. A significant difference was found in reduction of total ammonia and total hardness through application of zeolite after 24 hours ($P<0.01$). The maximum mortalities occurred in early time of experiment. The histopathological lesions of gill, kidney and liver were studied.

*Corresponding author