بررسی تأثیرات استفاده از افزودن کربن و زئولیت به فیلتر بر سختی و میزان سدیم و پتاسیم آب آکواریوم حاوی تراکم‌های مختلف ماهی ماکرو (*Labidochromis caeruleus*)

رحیم پیغان[1*]
محمد راضی جلالی[2]
صفورا براتی زاده[3]

۱ و ۲. استاد، گروه علوم درمانگاهی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.
۲. دانش‌آموخته دامپزشکی، دانشگاه شهید چمران اهواز، اهواز، ایران.

***مسئول مکاتبات:**
peyghan_r@scu.ac.ir

کد مقاله: ۱۴۰۰۰۴۰۹۴۰
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۳۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۱۱/۲۷
این مقاله پژوهشی و برگرفته از پایان‌نامه دکتری است.

چکیده

فیلتر کربنی و زئولیتی می‌توانند باعث تغییرات املاح و یون‌های محلول در آب شوند. هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر این فیلترها در تراکم‌های مختلف نگهداری بر برخی املاح و سختی آب می‌باشد. بدین منظور تعداد ۱۸۰ قطعه ماهی ماکرو (Labidochromis caeruleus) (میانگین وزن ۱/۹±۹/۲ گرم) در گروه‌های ۱۰ تایی با سه تکرار، در آکواریوم‌هایی با فیلتر کربنی، فیلتر زئولیتی و فیلتر زیستی (اسفنج معمولی) به‌عنوان گروه شاهد در سه تراکم مختلف (۱/۵, ۲/۲۵ و ۳ گرم ماهی در هر لیتر آب) (در سال ۱۳۹۶) قرار گرفتند. نمونه‌گیری از آب در طول دوره‌ی تحقیق هفته‌ای یک‌بار به مدت دو ماه انجام گردید و اندازه‌گیری فاکتورهای آب با استفاده از کیت و دستگاه انجام شد. نتایج نشان داد در بررسی گروه‌ها، میانگین مقدار سختی آب با نوع فیلتراسیون ارتباط دارد به‌نحوی‌که بین فیلتراسیون زئولیتی با فیلتراسیون ذغالی و فیلتراسیون زئولیتی با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده شد ($P<0/05$). نتایج نشان داد میانگین غلظت سدیم تحت تأثیر نوع فیلتراسیون قرارگرفته است اما در سه نوع فیلتراسیون در تراکم‌های یادشده دارای ارتباط معنی‌دار نبود ($P>0/05$). طبق نتایج به‌دست‌آمده، غلظت سدیم در فیلتراسیون زئولیتی با فیلتراسیون ذغالی و همچنین در مقایسه فیلتر زئولیتی با گروه شاهد، فیلتر ذغالی با گروه شاهد دارای تفاوت معنی‌دار بود ($P<0/05$). همچنین میانگین غلظت سدیم در این سه نوع فیلتر در تراکم‌های موردمطالعه دارای تفاوت معنی‌داری نبود ($P>0/05$). نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد مقادیر پتاسیم در سه روش فیلتراسیون مورداستفاده تفاوت معنی‌داری نداشته است ($P>0/05$). در بررسی میانگین وزن نهایی ماهی‌ها، در سه نوع فیلتراسیون، تفاوت معنی‌دار نبوده است. با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد نوع فیلتراسیون (زئولیت و کربن فعال)، بدون تأثیر قابل‌توجه تراکم ماهی می‌تواند به شکل جزئی سختی و غلظت سدیم را تحت تأثیر قرار دهد بااین‌حال نیاز به تنظیم پتاسیم آب، وجود ندارد.

واژگان کلیدی: فیلتراسیون، کربن، زئولیت، ماهی ماکرو، املاح آب.

مقدمه

موجودات آبزی ازجمله ماهی‌ها وابستگی بسیار زیادی با آب اطراف خوددارند به‌نحوی‌که هرگونه تغییری در آب، به‌طور مستقیم و غیرمستقیم وضعیت تغذیه‌ای، متابولیکی و دفعی آن‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد. کیفیت آب در پرورش ماهی نقش تعیین‌کننده‌ای ایفا می‌کند و عامل اکثر مشکلات ناشی از عوامل محیطی، نامناسب بودن کیفیت آب است (ابراهیم‌زاده و همکاران، ۱۳۸۸). کیفیت آب را مجموعه‌ای از متغیرهای فیزیکی، شیمیایی و موجودات زنده آن تعیین می‌کنند. این متغیرهای کیفیت آب، بسته به نوع استفاده از آب، سیستم پرورشی و عوامل مدیریتی ازنظر شیمیایی بسیار متغیر هستند. در پرورش ماهی معمولاً آبی دارای کیفیت مطلوب محسوب می‌شود که درمجموع بتواند بقا و رشد ماهیان را به بهترین وجه تأمین کند (Bailey and Sandford, 2002). پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب تحت تأثیر املاح آب (سختی و شوری) می‌باشند. مجموع غلظت کاتیون‌های دو ظرفیتی به‌خصوص کلسیم و منیزیم، کربنات‌ها، بی‌کربنات‌ها، کلریدها و سولفات‌ها در قلیایت و سختی آب نقش

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

دارند (Blanchout *et al*., 2005). گونه‌های آب شیرین معمولاً قادر به تحمل دامنه وسیعی از سختی آب می‌باشند از طرفی افزایش سختی آب سمیت آمونیاک و فلزهای محلول مانند مس و روی را کاهش می‌دهد به‌علاوه استرس ماهی نیز کاهش خواهد یافت (Lindholm-Lehto *et al*., 2020).

اصطلاح شوری به غلظت تمام یون‌های محلول در آب اطلاق می‌شود. همه گونه‌های ماهی قادر به تحمل درجه‌های شوری مختلف می‌باشند اما بهتر است این تغییرات فقط در دامنه کوچکی از شوری متغیر باشد. در ماهیان آب شیرین، افزایش غلظت نمک می‌تواند نقش درمانی داشته باشد (ابراهیم‌زاده و همکاران ۱۳۸۸). جهت بهبود کیفیت آب از فیلتراسیون استفاده می‌شود که معمول‌ترین آن فیلتراسیون اسفنجی و بیوزیستی می‌باشد. ازجمله فیلتراسیون شیمیایی می‌توان به فیلتر کربن فعال و زئولیت اشاره کرد.

زئولیت ازجمله مواد معدنی افزایش‌دهنده کیفیت آب می‌باشد. درواقع زئولیت‌ها کانی‌هایی از جنس سیلیکات آلومینیوم با ساختار چهاروجهی (چهار اتم اکسیژن حول یک اتم سیلیسیم) هستند (Bergero *et al*., 1994؛Gottardi and Galli, 1985 ؛ Mumpton and Fishman 1977). از زئولیت و کربن فعال در زمینه‌های مختلف تصفیه آب استفاده‌شده است (Nomura *et al*., 2020). همچنین کاربردهای دیگری ازجمله حذف سموم دارند (Naser *et al*., 2020, Ishnu *et al*., 2021) با توجه به اینکه اخیراً توصیه‌های زیادی در استفاده از زئولیت و کربن در تصفیه آب آکواریوم صورت می‌گیرد، اما در مورد تأثیر احتمالی این‌ها بر فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب وجود ندارد. پور واعظی روکرد و همکاران (۱۳۹۱) تأثیر زئولیت بر سختی آب را بررسی نمودند (Yonatan Hailu *et al*., 2019)در بررسی تأثیر زئولیت طبیعی بر حذف کلسیم، منیزیوم و سختی کل، مشاهده نمودند زئولیت برای حذف سختی بسیار کارآمد است و می‌تواند در تصفیه‌خانه‌ای آب آشامیدنی استفاده شود. براتی زاده و همکاران (۱۳۹۶) نیز تغییرات پ–اچ آب را در فیلتراسیون ذغالی گزارش کرده‌اند. (Safaa El-Nahas, *et al*, 2019) در بررسی میزان حذف سختی آب (یون‌های کلسیم و منیزیوم) توسط فیلتر نانو پودر زئولیت سنتتیک را بررسی نمودند. با توجه به انجام نشدن تحقیقی در مورد تأثیر متقابل تراکم و فیلتراسیون، هدف از انجام این تحقیق بررسی تأثیر این فیلترها در تراکم‌های مختلف نگهداری بر برخی شاخص‌های رشد ماهی و شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب (املاح و سختی آب) بوده است.

مواد و روش‌ها

تعداد ۱۸۰ ماهی آکواریومی ماکرو زرد (*Labidochromis caeruleus*) هم سن با میانگین وزن ۱/۹±۹/۲ گرم، در اوایل پاییز ۱۳۹۶ از یکی از مراکز تکثیر و پرورش ماهیان آکواریومی شهرستان اهواز تهیه گردید. ماهیان نابالغ بوده و ازنظر سلامتی نیز در شرایط مناسبی بودند. برای آداپتاسیون، پس از انتقال به مدت یک هفته با شرایط جدید نگهداری شدند. در طول دوره آداپتاسیون و آزمایش‌ها، ماهی‌ها با غذای بیومار به میزان ۳ درصد وزن بدن و دو بار در روز تغذیه می‌شدند. در این تحقیق از آب‌لوله‌کشی شهری کلرزدایی شده (به روش ماندگاری آب به مدت ۴۸ ساعت) استفاده گردید. فاکتورهای شیمیایی آب شامل آمونیاک، نیتریت، نیترات، سختی کل،pH، شوری کل و میزان دما آب اندازه‌گیری گردید.

ماهی‌ها در سه تراکم مختلف (۱، ۱/۵ و ۲ سانتی‌متر ماهی در هر لیتر آب یا ۱/۵، ۲/۲۵ و ۳ گرم ماهی در هر لیتر آب) و در سه گروه با سه نوع فیلتراسیون که شامل اسفنج و فیلتراسیون ذغالی (activated carbon, Boyu, China) اسفنج و فیلتراسیون زئولیتی (Zeolite, Exir, Iran) و گروه شاهد که فیلتراسیون معمولی (فقط اسفنج) داشتند تقسیم‌بندی شدند. برای فیلتراسیون آب از فیلتر اکسترنال یا خارج آب (فیلتر هنگان آویز سوبو، Externl filter, Sobo, China) استفاده گردید. در این تحقیق از زغال فعال و زئولیت تجاری (شکل ۱) استفاده گردید و میزان مصرفی نیز ۱ کیلوگرم به ازای هر ۱۰۰ لیتر آب بوده است و پس از یک هفته زئولیت و زغال تعویض شده و اسفنج‌ها با آب بدون کلر شسته می‌شد (Emadi *et al*., 2001).

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

قبل از انتقال ماهی‌ها در آکواریوم‌های مذکور، ابتدا آن‌ها را توسط ماده بیهوشی MS222 (به میزان ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر آب) بی‌هوش نموده (Blanchout *et al*., 2005) و طول بدن و وزن بدن ماهی‌های هر گروه به روش متداول اندازه‌گیری شد. در انتهای دوره‌ی دوماهه همه‌ی ماهی‌ها مجدداً بی‌هوش و طول و وزن آن‌ها اندازه‌گیری گردید.

جهت اندازه‌گیری میزان رشد در ماهی‌ها از رابطه زیر استفاده شد:

رابطه ۱: وزن ماهی‌ها در ابتدای دوره - وزن ماهی‌ها در انتهای دوره = میزان رشد (گرم)

نمونه‌گیری از آب در طول دوره‌ی تحقیق هفته‌ای یک‌بار به مدت دو ماه انجام گردید. اندازه‌گیری‌ها با استفاده از کیت‌های تهیه‌شده و دستگاه Metrohm (pH/Ion meter 781) ساخت کشور سوئیس (طبق دستورالعمل کیت‌ها) انجام شد. برای اندازه‌گیری سدیم و پتاسیم از دستگاه Flam photometer 410 ساخت کشور انگلستان استفاده شد. محلول‌های استاندارد مورداستفاده از شرکت زیست‌شیمی تهیه‌شده بودند.

مقادیر به‌دست‌آمده از اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکو شیمیایی مذکور با کمک آزمون آنالیز واریانس دوطرفه توسط نرم‌افزار SPSS–17 تحلیل و میانگین‌ها توسط آزمون LSD با سطح اطمینان ۹۵ درصد مقایسه گردید. در این مطالعه هرکجا به روابط معنی‌دار بین گروه‌ها اشاره می‌شود، ($P<۰/۰۵$) در نظر گرفته‌شده است.

شکل ۱: کربن فعال (راست) و زئولیت (سمت چپ) مورداستفاده در تحقیق (سال تحقیق ۱۳۹۶).

نتایج

فاکتورهای آب در شروع آزمایش شامل آمونیاک (۰/۱ ppm)، نیتریت (۰/۰۲ ppm)، (نیترات ۵ ppm)، سختی کل (۱۸۰ ppm)، PH –۸ ۸/۴، شوری کل (۱/۲ ppt) و میزان دما ۲۶–۲۸ درجه‌ی سانتی‌گراد بوده و برای همه‌ی گروه‌ها یکسان در نظر گرفته شد.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

همان‌طوری که در جدول ۱ مشاهده می‌شود، نتایج نشان داد در مقایسه میان میانگین مقدار سختی آب با نوع فیلتراسیون، میان فیلتراسیون زئولیتی با فیلتراسیون زغالی و همچنین میان فیلتراسیون زئولیتی با گروه شاهد ارتباط معنی‌دار مشاهده شد (P<۰/۰۵) اما میان فیلتراسیون زغالی و گروه شاهد ارتباط معنی‌دار نبود (P<۰/۰۵). میانگین مقادیر سختی کل در این سه فیلتر در تراکم‌های موردمطالعه دارای ارتباط معنی‌داری نبود (P<۰/۰۵).

میانگین غلظت سدیم تحت تأثیر نوع فیلتراسیون است که میان فیلتر زئولیتی با فیلتر ذغالی و میان فیلتر زئولیتی با گروه شاهد و نیز میان فیلتر ذغالی با گروه شاهد ارتباط معنی‌دار بود (P<۰/۰۵)؛ اما میانگین غلظت سدیم در این سه نوع فیلتر در تراکم‌های یاد شده دارای ارتباط معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). همچنین میان اثر تداخلی تراکم با فیلتراسیون نیز ارتباط معنی‌دار مشاهده شد (P<۰/۰۵).

مقادیر پتاسیم در سه روش فیلتراسیون مورد استفاده تفاوت معنی‌داری نداشته است (P>۰/۰۵).

جدول ۱: میانگین مقادیر و خطای معیار (M± SE) فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب در فیلتراسیون و تراکم‌های مورد مطالعه (سال تحقیق ۱۳۹۶).

گروه	تراکم*	سدیم (mg/L)	پتاسیم (mg/L)	سختی کل (mg/L)
کربن	۱	b۳۰۱/۰۹±۸/۸۶	۶۰/۹۷±۳/۷۶	b۱۳۲/۶۳±۶/۵۸
	۲	b۲۹۸/۵۸±۷/۵۵	۶۵/۶۳±۱۰/۵۳	b۱۳۴/۷۲±۶/۷۲
	۳	b۲۷۷/۸۸±۹/۳۸	۵۳/۰۲±۲/۸۵	b۱۳۲/۵۴±۶/۳۲
زئولیت	۱	a۱۲۰/۷±۸۳/۳۷	۵۵/۴۴±۲/۷۹	a۱۲۰/۷±۸۳/۳۷
	۲	a۱۱۶/۱۱±۷/۷۳	۵۱/۶۴±۲/۳۷	a۱۱۶/۱۱±۷/۷۳
	۳	a۱۲۱±۷/۲۰	۵۹/۲۴±۳/۲۱	a۱۲۱±۷/۲۰
فیلتراسیون معمولی (شاهد)	۱	a۳۱۸/۲۳±۸/۷۱	۶۰/۸۰±۱۶/۱۹	b۱۳۵/۴۵±۶/۷۶
	۲	a۳۰۳/۳۹±۹/۸۲	۴۷/۵۰±۶/۰۰	b۱۳۲/۱۸±۶/۷۱
	۳	a۳۴۰/۱۹±۱۳/۳۹	۶۸/۲۳±۷۴/۸۰	b۱۳۴/۲۷±۷/۸۳

(گروه ۱: ۱ cm/L، گروه ۲: ۱/۵ cm/L، گروه ۳: ۲ cm/L).

a, b: حروف غیر همنام در دو ردیف نشانگر تفاوت معنی‌دار بین میانگین هر پارامتر است (p<0.05).

جدول ۲: میانگین مقادیر و انحراف معیار (M±Sd) تغییرات وزنی در سه نوع فیلتراسیون در تراکم‌های موردمطالعه ماهی ماکرو (*Labidochromis caeruleus*) (سال تحقیق ۱۳۹۶).

گروه	تراکم*	سدیم (mg/L)	پتاسیم (mg/L)	سختی کل (mg/L)
کربن	۱	b۳۰۱/۰۹±۸/۸۶	۶۰/۹۷±۳/۷۶	b۱۳۲/۶۳±۶/۵۸
	۲	b۲۹۸/۵۸±۷/۵۵	۶۵/۶۳±۱۰/۵۳	b۱۳۴/۷۲±۶/۷۲
	۳	b۲۷۷/۸۸±۹/۳۸	۵۳/۰۲±۲/۸۵	b۱۳۲/۵۴±۶/۳۲
زئولیت	۱	a۱۲۰/۷±۸۳/۳۷	۵۵/۴۴±۲/۷۹	a۱۲۰/۷±۸۳/۳۷
	۲	a۱۱۶/۱۱±۷/۷۳	۵۱/۶۴±۲/۳۷	a۱۱۶/۱۱±۷/۷۳
	۳	a۱۲۱±۷/۲۰	۵۹/۲۴±۳/۲۱	a۱۲۱±۷/۲۰
فیلتراسیون معمولی (شاهد)	۱	a۳۱۸/۲۳±۸/۷۱	۶۰/۸۰±۱۶/۱۹	b۱۳۵/۴۵±۶/۷۶
	۲	a۳۰۳/۳۹±۹/۸۲	۴۷/۵۰±۶/۰۰	b۱۳۲/۱۸±۶/۷۱

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

۳	a۳۴۰/۱۹±۱۳/۳۹	۶۸/۲۳±۷۴/۸۰	b۱۳۴/۲۷±۷/۸۳

* تغییرات وزنی بین روش‌های فیلتراسیون معنی‌دار نبوده است.

در تمامی گروههای مورد مطالعه، در وزن ماهیها پس از دوره ی تحقیق (نسبت به روز صفر) افزایش معنی داری مشاهده گردید (P<۰/۰۵). معنی دار بودن میزان رشد در ابتدا و انتهای دوره، سلامتی ماهی‌ها و موفقیت پرورش در تراکم‌های مورد نظر بوده است .در انتهای دوره تفاوت وزن و میزان رشد ماهیها در سه نوع فیلتراسیون معنی دار نبوده است (P>۰/۰۵). در بررسی میزان رشد (جدول ۲)، تفاوت میان تراکم ها معنی دار بوده است بدین ترتیب که در تمامی گروه‌ها میزان رشد ماهی‌ها در تراکم های کمتر، بیشتر از وزن ماهی ها در تراکم های بالاتر بوده است (P<۰/۰۵).

بحث و نتیجه‌گیری

در این بررسی تأثیر تراکم‌های مختلف ماهی ماکرو بر املاح آب موردبررسی قرار گرفت. علت انتخاب ماهی ماکرو قابلیت رشد خوب در آکواریوم، مقاومت ماهی، کاهش خطر تلف شدن آن در طی دوره‌ی تحقیق، اندازه‌ی نسبتاً کوچک آن با توجه به تیمارها و تکرارها، نگهداری ماهیان در شرایط سخت است، قابلیت تهیه‌ی تعداد زیادی ماهی هم‌اندازه و قیمت نسبتاً ارزان ماهی بوده است. تراکم‌های ماهی در این تحقیق، بر اساس نظر آکواریوم داران و میزان‌های متداول مورداستفاده بوده است.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد مقادیر سختی آب در سه روش فیلتراسیون مورداستفاده تفاوت معنی‌داری داشته است. سختی آب از فاکتورهای مهم آب در آکواریوم می‌باشد که معمولاً چندان تغییری نمی‌کند. فیلتراسیون می‌تواند با جذب یون‌های کلسیم و جایگزینی آن‌ها با یون سدیم، باعث کاهش سختی شوند. تحقیق حاضر نشان می‌دهد در تراکم‌های استفاده‌شده، فیلتر زئولیتی نسبت به دو فیلتر دیگر در کنترل و کاهش سختی آب مؤثرتر عمل نموده است. پورواعظی روکرد و همکاران (۱۳۹۱) در بررسی تأثیر حذف زئولیت بر سختی آب مشاهده نمودند فیلتر شنی شاهد به‌تنهایی تأثیری بر روی سختی آب نداشت اما فیلتر شنی حاوی زئولیت میزان سختی آب و به‌خصوص یون کلسیم را به‌طور قابل‌توجهی کاهش می‌دهد. در بررسی تأثیر زئولیت طبیعی بر حذف کلسیم، منیزیوم و سختی کل، مشاهده نمودند زئولیت برای حذف سختی بسیار کارآمد است و می‌تواند در تصفیه‌خانه‌ای آب آشامیدنی استفاده شود (Yonatan Hailu *et al.*, 2019). براتی زاده و همکاران (۱۳۹۶) نیز تغییرات پ- اچ آب را در فیلتراسیون زغالی گزارش کرده‌اند. Safaa El-Nahas و همکاران (۲۰۱۹) در بررسی میزان حذف سختی آب (یون‌های کلسیم و منیزیوم) توسط فیلتر نانو پودر زئولیت سنتتیک مشاهده نمودند حدود ۹۰ درصد سختی آب توسط این فیلتر در ۳۰ دقیقه اولیه آزمایش حذف گردید و این موضوع ظرفیت عالی این فیلتر در حذف سختی آب را بیان می‌کند. همچنین فرهنگی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی میزان حذف آمونیوم توسط زئولیت، مشاهده نمودند که زئولیت علاوه برجذب آمونیاک آب، سختی کل آب (مجموع یون‌های کلسیم و منیزیم) را نیز کاهش داده است که این امر کارایی زئولیت را در جذب آمونیاک آب کاهش می‌دهد. البته تأثیر زئولیت در کاهش سختی آب کمتر از آمونیاک آب است که علت آن را می‌توان در ارتباط با تمایل جذبی بیشتر زئولیت برای یون آمونیوم نسبت به یون کلسیم و منیزیم دانست.

Sumitomo (۱۹۹۸) اثرات کنترل pH، کلسیم و منیزیم را بر روی حذف آمونیاک و متیل سوبرنول توسط فیلتر بیولوژیک بررسی کرده و مشاهده نمود علت معکوس بودن سرعت حذف این دو ماده نسبت به یکدیگر، غلظت pH، کلسیم و منیزیم رسوبات در فیلتر می‌باشد. این مطالعه پیش‌بینی می‌کند با کنترل فاکتورهای مذکور، سرعت حذف این دو ماده توسط فیلتر بیولوژیکی کربن فعال بالا باشد.

نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد مقادیر سدیم آب در سه روش فیلتراسیون مورداستفاده تفاوت معنی‌داری داشته است. تحقیق حاضر نشان می‌دهد در تراکم‌های استفاده‌شده، هر دو فیلتر زئولیتی و فیلتر زغال فعال نسبت به گروه شاهد که دارای فیلتر بیولوژیکی بود، در کاهش میزان

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

سدیم آب مؤثر عمل نمودند. سدیم آب که یکی از شاخص‌های شوری است در آکواریوم‌های آب شیرین بسیار حیاتی است. وجود یون سدیم می‌تواند با رقابت با یون نیتریت از مسمومیت با نیتریت جلوگیری کند.

شکریان و همکاران (۱۳۹۹) در بررسی تأثیر جاذب‌های زیستی و معدنی در کاهش شوری آب مشاهده نمودند تمامی جاذب‌های موردمطالعه در اندازه‌های مختلف قابلیت جذب یون‌های نمکی را دارا می‌باشند؛ اما از میان جاذب‌های مورداستفاده برای جذب نمک زئولیت بیش‌ترین کارایی جذب را به خود اختصاص داد. صیاد و همکاران (۱۳۹۶) در بررسی میزان جذب نمک در محلول‌های آبی توسط فیلتر زئولیت، مشاهده نمودند فیلتر زئولیتی در جذب نمک مؤثر عمل می‌کند. همچنین کاربردهای دیگری ازجمله حذف سموم وارده از طریق خوراکی دارند (Naser *et al*., 2020؛ Risha, *et al*., 2020)

فرهنگی و همکاران (۱۳۸۱) در بررسی میزان حذف آمونیوم توسط زئولیت، مشاهده نمودند در آب‌های شور کارایی زئولیت شدیداً کاهش می‌یابد که علت آن وجود یون سدیم به‌عنوان یون قابل‌تبادل در زئولیت است.

Hotos و Vlahos (۱۹۹۸) فعالیت نیتروژن زایی بیوفیلترهای آکواریوم را در شرایط شوری آب کنترل نمودند. نتایج نشان داد در شوری بالا (۵-۱۲۶ میلی‌گرم در لیتر) که میزان آمونیاک و نیتریت افزایش می‌یابد، در اثر فعالیت بیوفیلترها، میزان آمونیاک تا سطح قابل‌اطمینان بسیار پایین آمد. همچنین میزان نیتریت کاهش‌یافته و به نزدیک صفر رسید و در مقابل میزان نیترات که در شروع آزمایش در سطح پایینی بود، در انتهای دوره آزمایش در سطح نسبتاً بالا ثابت ماند. این یافته‌ها نشان‌دهنده سازگاری فیلترها با محیط شور و ایمن بودن ماهی‌ها در این آکواریوم‌ها بودند.

عمادی و همکاران (۲۰۰۱) اثر مقایسه‌ای زئولیت و کربن فعال را بر حذف آمونیاک موردمطالعه قرار داده و مشاهده نمودند که شوری بر کربن فعال و زئولیت اهمیت بالایی دارد. با افزایش شوری، کارایی هر دو ماده کاهش می‌یابد؛ که علت آن را می‌توان رقابت کاتیون‌های آب با یون آمونیوم دانست. درهرصورت در شوری بیشتر از ۱۰ میلی‌گرم در لیتر بهتر است از کربن فعال استفاده شود.

نتایج تحقیق نشان داد هرچند تراکم ماهی‌ها می‌تواند بر خصوصیات فیزیکوشیمیایی از تأثیر بگذارد اما در فیلتراسیون های متداول (حاوی زئولیت و زغال) این تغییرات بسیار ناچیز است. یکی از املاح مهم آب پتاسیم است که در بسیاری از آب‌ها، تعادل آن به هم می‌خورد (Lindholm-Lehto *et al*., 2020). در بررسی حاضر مقادیر پتاسیم در سه روش فیلتراسیون مورداستفاده تفاوت معنی‌داری نداشته است. تحقیق حاضر نشان می‌دهد در تراکم‌های استفاده‌شده، هر سه روش فیلتراسیون موفق بوده است و توانسته‌اند میزان پتاسیم را در حد مطلوب نگه دارد. به‌طورکلی نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد نوع فیلتراسیون تأثیرات نسبتاً کمی بر سختی آب و املاح مهمی مثل سدیم و پتاسیم در آکواریوم دارد و ازنظر رشد ماهی نیز تأثیر قابل‌توجهی نداشته است.

سپاسگزاری

این مقاله برگرفته از پایان‌نامه دکتری عمومی دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز می‌باشد. از اعطای پژوهانه (شماره SCU.VC99.413) معاونت محترم پژوهشی دانشگاه برای انجام این تحقیق تشکر و قدردانی می‌گردد.

منابع

ابراهیم‌زاده موسوی، ح.، ذبیحی محمودآبادی، ع.، قره‌باغی، ع. و منصوری دانشور، م.، ۱۳۸۸. بیماری‌های ماهی‌های زینتی. انتشارات علمی آبزیان، تهران، چاپ اول، صفحات ۲۱۰-۱۹۷.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]

براتی زاده، ص.، پیغان، ر. و راضی جلالی، م.، ۱۳۹۶. بررسی تأثیر متقابل فیلتراسیون (فیلتر کربن، زئولیت و فیلتراسیون ساده و تراکم ماهی ماکرو (*Labidochromis caeruleus*)بر میزان رشد و مواد نیتروژنی آب. مجله دامپزشکی ایران، (۱۳)۳: صفحات ۲۳-۱۵.

پور واعظی روکرد، ر.، قربانی، ب.، نوری امامزاده‌ای، م. و شاه‌محمدی، ش.، ۱۳۹۱. بررسی کاربرد زئولیت در فیلتر شنی در کاهش یون‌های کلسیم، منیزیوم و کلر از آب‌های شور. ششمین همایش ملی و نمایشگاه تخصصی مهندسی محیطزیست، تهران. صفحه ۲۳.

شکریان، ف.، سلیمانی، ک.، نعمت زاده، ق. و بی‌پروا، پ.، ۱۳۹۹. بررسی مقایسه‌ای جاذب‌های زیستی و معدنی در کاهش شوری آب. علوم و تکنولوژی محیطزیست، ۴(۲۲): صفحات ۶۶-۵۵.

صیاد، د.، ساداتی نژاد، س.، سلیمانی، ک. و شکریان، ف.، ۱۳۹۶. بررسی ظرفیت جذب نمک توسط زئولیت از محلول آبی با به‌کارگیری معادلات ایزوتومی. سومین همایش بین‌المللی افق‌های نوین در علوم کشاورزی منابع طبیعی و محیطزیست، تهران. صفحه ۷۸.

فرهنگی، م.، کمالی، ا. و حاجی‌مرادلو، ع.، ۱۳۸۲. بررسی نقش زئولیت طبیعی در کاهش مسمومیت با آمونیاک در قزل‌آلای رنگین‌کمان، مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. ۲(۱۰)، صفحات ۲۰۷-۱۹۵.

Bailey, M. and Sandford, G., 2002. The Ultimate Aquarium, A Definitive Guide to Identifying and Keeping Freshwater and Marine Fishes, Lorenz books, pp: 54-87.

Bergero, D., Boccignone, M. and Palmegiano, G. B., 1994. Ammonia removal capacity of European natural zeolite tuffs, application to aquaculture waste water, Aquaculture and Fish Management, 25: 813-820.

Blanchout, V., Courtier, O., Moulinot, C. and Loup, P., 2005. The Complete Aquarium Guide, Fish, Plants and Accessories for Your Aquarium, Langenscheidt Publication. Berlin, pp: 140-157.

El-Nahas, S., I., Osman, A, S., Arafat, A., AL-Mohtaseb, A. M., and Salman, H., 2010. Facile and affordable synthetic route of nano powder zeolite and its application in fast softening of water hardness, Journal of Water Process Engineering, 33: 101104.

Emadi, H., Nezhad, J. E. and Pourbagher, H., 2001. In vitro comparison of zeolite (Clinoptilolite) and activated carbon as ammonia absorbents in fish culture. The ICLARM Quarterly, 24 (2): 18-20.

Gottardi, G. and Galli, E., 1985. Natural Zeolite, 2th ed, Springer, Berlin, pp: 409-412.

Hailu, Y., Tilahun, E., Brhane, A., Resky, H. and Sahu, O., 2019. Ion exchanges process for calcium, magnesium and total hardness from ground water with natural zeolite, Groundwater for Sustainable Development, 8: 457-467.

Hotos, G. N. and Vlahos, N., 1998. Observations on the conditioning of filter bed in hypersaline aquaria, Aquacultural Engineering, 19: 215-222.

Ishnu, D., Dhandapani, B., Kannappan, B. and Panchamoorthy, G., 2021. Comparison of surface-engineered superparamagnetic nanosorbents with low-cost adsorbents of cellulose, zeolites and biochar for the removal of organic and inorganic pollutants: a review. Environmental Chemistry Letters, 10: 245-255.

Lindholm-Lehto, P., Pulkkinen, J., Kiuru, T., Koskela, J. and Vielma, J., 2020, Water quality in recirculating aquaculture system using wood chip de-nitrification and slow sand filtration. Environmental Science and Pollution Research, 27: 17314–17328.

Mumpton, F. A. and Fishman, P. H., 1977. The application of natural zeolite in animal science and aquaculture, Journal of Animal Science, 45: 1188-1203.

Nssar, K. M., Mohammady, E. Y., Amin, A., Tayel, S. I. and El-Haro, E. R., 2020. Nano-zeolite efficiency to mitigate the aflatoxin B1 (AFB1) toxicity: Effects on growth, digestive enzymes, antioxidant, DNA damage and bioaccumulation of AFB1 residues in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture. 523: 731- 739.

Nomura, Y., Fukahori, S. and Fujiwara, T., 2020. Removal of sulfamonomethoxine and its transformation byproducts from fresh aquaculture wastewater by a rotating advanced oxidation contactor equipped with zeolite/TiO_2 composite sheets. Process Safety and Environmental Protection, 134: 161-168.

Risha, E., Hamed, M., Ibrahim, T. and Palić D., 2020. Dietary mycotoxicosis prevention with modified zeolite (Clinoptilolite) feed additive in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquaculture, 523: 734- 739.

Sumitomo, H., 1998. pH and Mg, Cacontrol for biological treatment of an offensive flavor (2-MIB), Water Science and Technology, 37(10): 101-106.

[Downloaded from jweb.ahvaz.iau.ir on 2026-04-25]