[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]

توانایی بسترهای مختلف نشست باکتریایی تصفیه آب در سیستم‌های مدار بسته پرورش آبزیان

علی نکوئی فرد[۱] * ؛ رامین مناف فر[۲] ؛ عباسعلی مطلبی مغانجوغی[۳] و منصور شریفیان[٤]

dr.alinekuiefard@iran.ir

۱- مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، ارومیه صندوق پستی: ۳٦۸

۲- پژوهشکده آرتمیا و جانوران آبزی دانشگاه ارومیه، صندوق پستی: ١٦٥

۳و ٤- موسسه تحقیقات شیلات ایران، تهران صندوق پستی: ٦١١٦-١٤١٥٥

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۰ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۱

چکیده

در این تحقیق قابلیت چند نوع بستر نشست باکتریایی (Substrate) متفاوت به منظور جذب و تثبیت باکتری‌ها بعنوان پالایشگر زیستی (بیوفیلتر) مورد بررسی قرار گرفت. براین اساس ۴ ماده شامل: سنگ کربناتی (marble)، زئولیت (zeolite)، سنگ آذرین بیرونی (scoria) و پلی وینیل کلراید (P.V.C) انتخاب و توانایی این مواد در یک سیستم مدار بسته با حجم ۱۳۰ لیتر و دبی ۷ لیتر در دقیقه و با بیوفیلتری به ابعاد ۳۰×۴۰×۶۰ سانتیمتر در ۳ تکرار در هر تیمار آزمایش شد. پس از راه‌اندازی سیستم و تثبیت شرایط فیزیکی و شیمیایی، اقدام به تلقیح باکتری با تراکم 10^5 در میلی‌لیتر بطور همزمان در تمامی ۱۲ تانکر گردید. کارآیی پالایشگرها در حذف آمونیوم و نیتریت در مدت ۳۰ روز با افزودن روزانه ۳ تا ۱۰ گرم کلرید آمونیم (NH_4Cl) در هر تانکر مورد مقایسه قرار گرفت. اندازه‌گیری میزان یونهای آمونیوم و نیتریت، همچنین تغییرات pH نشان داد که سنگ آذرین بیرونی بعنوان یک بستر بیوفیلتر بدلیل ایجاد بهترین سطح در جذب باکتری‌ها بطور معنی‌داری مناسب‌تر از دیگر تیمارها می‌باشد. بدین‌ترتیب با استفاده از این بستر نشست باکتریایی می‌توان زمان راه‌اندازی سیستم را از ۴۰ تا ۶۰ روز به کمتر از ۱۵ روز کاهش داد.

لغات کلیدی: آمونیاک، پالایشگر زیستی، ترکیبات معدنی، نیتروباکتر

*نویسنده مسئول

مقدمه

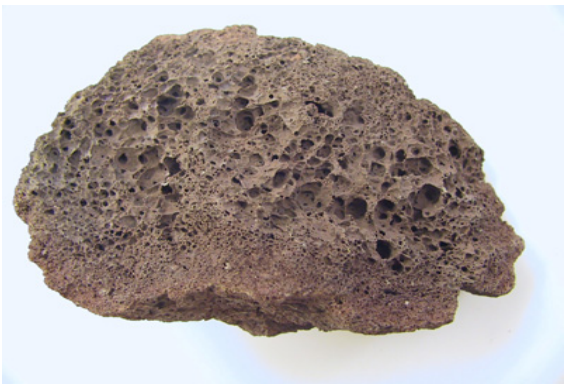
تمایل پرورش دهندگان آبزیان به افزایش تراکم کشت و کاهش میزان آب مصرفی و حتی پرورش آبزیان در نقاط کم آب یا در بحران‌های خشکسالی، محققین را به طراحی و ساخت انواع سیستم‌های پالایشی مکانیکی و تصفیه بیولوژیک (بیوفیلتر) ترغیب نموده است (لاوسون، ۱۳۸۰). استفاده از چنین سیستم‌هایی موجب حذف ضایعات آمونیاکی و کاهش آب مصرفی سیستم تا ۹۰ درصد شده است (Burrow, 1964; Broussard *et al.*, 1976 ;Risa & Skjervold, 1975; Mcsweeny, ;Fyock, 1977 ;Harris, 1977 ;Mario, 1976 1977). آمونیاک بعنوان ماده اصلی دفعی آبزیان و همچنین از فساد مواد آلی و ترکیبات نیتروژنی تولید می‌شود. بخشی از مولکول‌های آمونیاک در داخل آب واکنش داده و در تعادلی به یونهای آمونیم (NH_4^+ و NH_3) یا در اثر اکسیداسیون به یونهای نیتریت (NO_2^-) و نیترات (NO_3^-) تبدیل می‌شوند (لاوسون، ۱۳۸۰). این تعادل در آب شدیداً به pH و دمای آب وابسته است بطوریکه با افزایش یک واحد در pH معمولاً نسبت آمونیاک به آمونیاک پروتونه ده برابر می‌شود (Forteath, 1991). یونهای آمونیوم برای ماهی بی‌ضرر است در صورتیکه آمونیاک آزاد بسیار سمی می‌باشند. براساس منابع موجود میزان ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر از این ماده بعنوان حداکثر محدوده قابل قبول برای آزاد ماهیان در نظر گرفته می‌شود (ستاری و معتمد، ۱۳۷۶). در مزارع پرورشی کوچک با تعویض آب و پایین آوردن pH می‌توان میزان غلظت TAN (Total Ammonia Nitrogen) را موقتاً پایین آورد ولی منشا اصلی مشکل هنوز باقی خواهد ماند. پمپ کردن آب سبز (جلبکهای سبز) به محیط پرورش، میزان آمونیاک کل را خواهد کاست ولی این روش نیز عملاً مقدور نبوده و در بلند مدت و در سیستم‌های تجاری مقرون بصرفه نیست (لاوسون، ۱۳۸۰). تنها راه چاره برای تصفیه طولانی مدت و پویا در سیستم‌های پرورش آبزیان استفاده از یک واحد تصفیه زنده و فعال که بتواند همزمان با نوسانات تولید، ضایعات نیتروژنی را حذف کند نیاز است. تصفیه بیولوژیک یا واحدهای بیوفیلتر بعنوان هسته مرکزی سیستم‌های تصفیه ضایعات در پرورش متراکم آبزیان یا در تصفیه‌خانه‌های آب و فاضلاب یا در راکتورهای تصفیه در تحقیقات یا سفرهای فضایی از کارآمدترین سیستم‌های تصفیه می‌باشند. تحقیقات نشان دادند که باکتری‌های اکسید کننده نیتروژن فقط در صورت تثبیت روی یک محیط سخت که بستر نامیده می‌شود شروع به فعالیت و تکثیر نموده و یک واحد بیوفیلتر به معنی واقعی فعال می‌شود (Forteath, 1991). ایجاد شرایط فیزیکی و شیمیایی مناسب برای رشد باکتری‌ها معمولاً چندان مشکل نیست اما ناگفته پیداست که جنس بیوفیلتر شامل میزان سطح ایجاد شده نسبت به حجم کل واحد بیوفیلتر، میزان نفوذ اکسیژن در خلل و فرج در سطح بستر و فعالیت شیمیایی یک بستر از نکات بسیار مهم در راه‌اندازی یک واحد تصفیه خانه بیولوژیک است (Ouk, 1999). بدین‌ترتیب با جلب تمایل باکتری‌ها بعنوان موجودات زنده یا کارگران این سیستم تصفیه در نشست روی یک ماده قابلیت آن ماده ارزیابی و در کل کارآیی سیستم افزایش داده می‌شود. البته باید در انتخاب یک بستر، غیر از جنس و کارکرد آن به نوع کاربرد بستر هم دقت نمود. مثلاً نیاز بالای اکسیژن مورد نیاز در صافی‌های غوطه‌ور (نوع معمول بیوفیلتر) بعنوان اولویت اول مورد توجه قرار گیرد. زیرا اگر میزان هوادهی قبل از ورود آب به صافی درست تنظیم نشود بدون شک باکتری‌ها تلف خواهند شد. بطور مثال ماسه هرگز در صافی‌های قطره‌ای توصیه نمی‌شود چون فضای ذرات سریعا" مسدود شده و جریان آب امکانپذیر نخواهد شد (لاوسون، ۱۳۸۰). اما بدلیل ایجاد میزان سطح مناسب، مصالحی مانند مجموعه‌های پلاستیکی و بلوکهای زیستی معروفترین مصالح در صافی‌های قطره‌ای و حتی صافی‌های غوطه‌ور هستند. با اینکه هر باکتری در هر۲۰ دقیقه قادر به تقسیم و رشد تصاعدی می‌باشد (Antoniou *et al.*, 1997) لیکن راه‌اندازی یک واحد بیولوژیک می‌تواند تا ۶۰ روز بطول انجامد (Forteath, 1991). به همین دلیل پس از راه‌اندازی بیوفیلتر و تثبیت باکتری‌ها تنها پس از اطمینان از فعالیت آن که معمولاً حدود ۱ ماه بطول می‌انجامد آن را به سیستم مدار بسته پرورش متصل می‌نمایند. بدین ترتیب توان پالایشی سیستم بتدریج با رشد لارو افزایش می‌یابد (Ouk, 1999).

هدف از این تحقیق بررسی چند نوع بستر نشست بیوفیلتر با کارآیی و کیفیت متفاوت و جستجوی روشی برای کاهش زمان راه‌اندازی سیستم می‌باشد.

مواد و روش کار

بعنوان واحدهای بیوفیلتر از ۴ نوع بستر نشست باکتری: ۱- زئولیت (zeolite) ۲- سنگ آذرین بیرونی (scoria) ۳- سنگ مرمر (marble) ۴- بستر پلی وینیل کلراید (P.V.C) به روش غرقابی استفاده شد (شکل ۱).

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]



شکل ۱: بترتیب بالا از چپ، P.V.C.، سنگ مرمر (marble)، پایین از چپ سنگ آذرین (scoria)، سنگ زئولیت (zeolite)

هر یک از این مواد دارای ویژگی خاصی برای سیستم بیوفیلتر بوده و سنگ آذرین (scoria) برای اولین بار در این آزمایش مورد استفاده قرار می‌گرفت (علیپور،۱۳۷۰). زئولیت توسط شرکت افرند توسکا و از معدن کرج و سنگ آذرین یا scoria که با نام سنگ پا در ایران شناخته می‌شود از نواحی آذربایجان و اردبیل تهیه شد. بستر P.V.C نیز با سطح مفید ۱۵۰ مترمربع در هر مترمکعب از شرکتهای آبزی‌پروری داخلی تهیه شد. همچنین استوک استریل باکتری‌های نیتروزوموناس و نیتروباکتر از کمپانی BELCOPOND از کشور بلژیک خریداری شد. نتیجه شمارش باکتری‌ها در استوک اولیه بروش کشت سریالی نشان داد که هر گرم از استوک اولیه حاوی $۱۰^{۸}\times$ ۴ باکتری می‌باشد. ابتدا سیستم آزمایشگاهی مدار بسته‌ای با یک مخزن ۲۲۰ لیتری پلی‌اتیلنی حاوی یک واحد بیوفیلتر به ابعاد ۳۰×۴۰×۶۰ و یک مخزن پلی‌اتیلنی به حجم ۴۰ لیتر ساخته شد. مخزن بیوفیلتر حدوداً ۷۰ سانتیمتر پائین‌تر از تانکر پرورش قرار داده شد بطوریکه آب در اثر نیروی ثقل بتواند به درون بیوفیلتر جریان یابد. آب تانکر۲۲۰ لیتری بیوفیلتر نیز بوسیله یک پمپ کوچک به مخزن بالایی پمپ می‌شد. کل حجم آب سیستم در حدود ۱۳۰ لیتر و سرعت چرخش سیستم در حدود ۷ لیتر در دقیقه بود به این ترتیب کل آب سیستم در کمتر از ۲۰ دقیقه از بیوفیلتر عبور می‌کرد. واحدهای بیوفیلتر درسبدهای ویژه پلی‌اتیلنی با ابعاد ۳۰×۴۰×۶۰ در مخازن ۲۲۰ لیتری روی ۵ پایه ۱۰ سانتیمتری قرار گرفتند (شکل۲). ابتدا سنگ مرمر و سنگ آذرین و زئولیت در اندازه‌های ۰/۵ تا ۱ سانتیمتری خرد و با آب شیرین کاملاً شسته شدند. سپس خرده‌های سنگ در درون آب اسید رقیق (۲ تا ۳ نرمال) و یا کلر ۰/۲ درصد ضدعفونی شده و در نهایت با آب کاملاً شستشو شدند. سپس بسترهای مختلف در سبدهای پلی‌اتیلنی که درون آنها توری پلاستیکی تعبیه شده بود، قرار داده شد. برای هوادهی مناسب نیز یک عدد سنگ هوادهی بزرگ در بستر آنها قرار داده شد. همچنین دو عدد لوله کوچک با سیستم هوادهی و چرخش آب (Air Water Lift). A.W.L در دو گوشه هر واحد بیوفیلتر نصب گردید (Otte & Rosenthal, 1979). این نوع هوادهی اولاً موجب هوادهی یکنواخت توده داخلی سنگ که محل تجمع کلنی باکتری است می‌شود و هم اینکه بوسیله سیستم .A.W.L آب محبوس شده در میان توده سنگ بوسیله

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]

جریان هوا و مکش ایجاد شده همانند یک واحد پمپاژ به بیرون انتقال یافته و آب محبوس شده در داخل بستر آنها با آب جدید جایگزین گردید (Lavens ;Ouk, 1999 ;Otte *et al.*, 1979 *et al.*, 1996). بستر P.V.C نیز در حجم نمونه‌های بسترهای دیگر برش داده شده و مانند نمونه‌های دیگر یک عدد سنگ هوادهی بزرگ در میان توده بستر قرار داده شد. این بستر نیز در سه تکرار و در تانکرهای ۲۲۰ لیتری روی ۵ عدد پایه ۱۰ سانتیمتری قرار داده شد. مجموعه با ۱۳۰ لیتر آب (مخلوطی از آب چاه و آب آشامیدنی) آبگیری شده و دمای سیستم بوسیله یک عدد بخاری آکواریوم روی ۲۵ درجه سانتیگراد تنظیم گردید. پس از تثبیت شرایط فیزیکی و شیمیایی شامل دما، اکسیژن، pH و دبی آب در تمامی تیمارها و تکرارها اقدام به تلقیح باکتری در تراکم 10^5 سلول در میلی‌لیتر روی تمامی بسترها شد (Mario, 1976). روزانه با افزودن مقدار ثابتی کلرید آمونیوم (۳ تا ۱۰گرم در هر تکرار) میزان آمونیوم در تیمارها در سطح ثابتی حفظ می‌شد برای این منظور میزان این فاکتور بطور روزانه اندازه‌گیری می‌شد. در انتهای دوره نیز با توجه به بالا رفتن توان پالایشی سیستم این میزان تا ۱۵ گرم در روز نیز بالغ شد. در نهایت کارآیی سیستم طی یک دوره ۳۰ روزه با حذف آمونیاک و تبدیل آن به یونهای نیتریت و نیترات در تیمارهای مختلف با همدیگر مقایسه شد. بدلیل جلوگیری از افزایش pH در سیستم (بدلیل تولید یونهای نیتریت و نیترات) و بررسی میزان باکتری‌های تثبیت شده بر بسترهای بیوفیلتر (بستر جدا کننده زیستی) چندین نوبت اقدام به تعویض کل آب سیستم با آب هم دما و اکسیژن گردید. به این ترتیب به روش غیرمستقیم توان پالایشی و نهایتا" کیفیت بسترهای بیوفیلتر مورد ارزیابی قرار گرفت. به این صورت که با اندازه‌گیری میزان افت pH (فاکتور غیرمستقیم در تولید یونهای نیتریت و نیترات) و همچنین میزان افت توان پالایشی سیستم پس از تعویض آب میزان تثبیت باکتری‌ها روی بستر بیوفیلتر اندازه‌گیری شد. در انتهای دوره نیز با نمونه‌گیری و کشت میکروبی (Bradshaw, 1979) آب سیستم مدار بسته تعداد باکتری‌ها موجود در ستون آب و سطح بیوفیلتر مورد مقایسه قرار گرفت. پیش از شروع آزمایش شرایط فیزیکی و شیمیایی آب مخازن اندازه‌گیری شده و از یکسان بودن پارامترهای ذیل اطمینان حاصل شد (جدول ۱). تجزیه و تحلیل آماری نتایج با استفاده از برنامه‌آماری SPSS و آنالیز واریانس یک طرفه – تست دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام شد.

نتایج

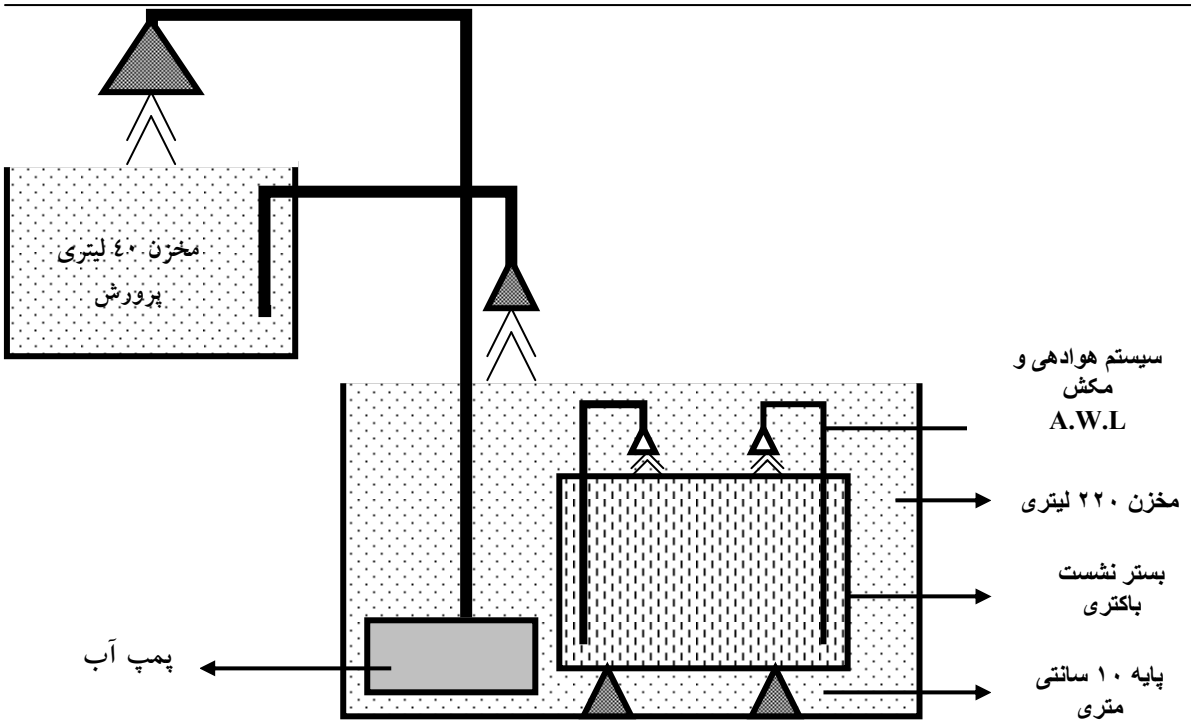
میانگین تغییرات فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی موثر در مخازن پرورش به تفکیک پارامترهای اندازه‌گیری شده بصورت هفتگی در جدول ۲ آورده شده است.

میزان یون آمونیوم در بیوفیلتر زئولیت بطور محسوسی کمتر از بقیه تیمارها بوده و این اختلاف با تیمارهای سنگ مرمر و بیوفیلتر .P.V.C معنی‌دار بوده ($P<۰/۰۵$) ولی اختلاف معنی‌داری بین این نمونه و بیوفیلتر سنگ آذرین دیده نشد ($P>۰/۰۵$). میزان این یون در تمام بیوفیلترها با تیمار .P.V.C اختلاف معنی‌دار داشت و در کل سطح یون آمونیوم در این بیوفیلتر بیش از دیگر تیمارها بود. تیمار سنگ آذرین هیچ تفاوتی با بیوفیلترهای زئولیت و سنگ مرمر نداشت ($P<۰/۰۵$). مقایسه میانگین یون‌های نیتریت و نیترات اختلاف معنی‌داری را بین تیمارهای مختلف بیوفیلتری نشان نداد ($P>/۰۵$)، هرچند میزان یون نیتریت در بیوفیلتر سنگ مرمر در پایین‌ترین حد در مقایسه با دیگر تیمارها قرار داشت. اما در مقابل میزان یونهای آمونیوم و نیتریت در نمونه .P.V.C در پایین‌ترین حد و در بیوفیلتر سنگ آذرین و زئولیت در بالاترین حد قرار داشتند. این نتایج نشان می‌دهد که کمترین میزان pH با بالاترین میزان نوسان (SD = ۰/۴۵) متعلق به بستر سنگ آذرین و بالاترین pH در بیوفیلتر .P.V.C دیده می‌شود که تنها این اختلاف بین دو تیمار فوق معنی‌دار بود و در بقیه تیمارها اختلاف معنی‌داری وجود نداشت ($P>۰/۰۵$). تعویض آب مخازن نیز نشان داد که تنها در بستر .P.V.C اینکار موجب انباشته شدن مقادیر زیادی آمونیوم در سیستم می‌شود درحالیکه افت در قدرت پالایشی سیستم در بقیه تیمارها دیده نشد. شمارش باکتری‌های معلق در ستون آب در تیمار سنگ آذرین نیز نشان داد که در تمام تیمارها ۵۰۰ – ۳۰۰ باکتری در هر میلی‌لیتر از آب و در حدود ۴×۱۰^۶ باکتری روی هر گرم از بستر فوق وجود داشت.

جدول ۱: فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی مخازن بیوفیلتر پیش از شروع آزمایش

دما (درجه سانتیگراد)	pH	اکسیژن (میلیگرم در لیتر)	شوری (گرم درهزار)	NH_4^+-N (میلیگرم در لیتر)	NO_2^-N (میلیگرم در لیتر)	NO_3^-N (میلیگرم در لیتر)
۲۶– ۲۵	۸/۳ – ۸	۸/۵ – ۷/۵	<۲	<۰/۰۵	<۰/۰۱	۲–۱

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078] [DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1] [Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]



شکل ۲: طرح شماتیک سیستم مدار بسته و مخزن پرورش متصل به واحد بیوفیلتر

بحث

Ouk (۱۹۹۹) بستر کربناتی را از بین ۴ نوع بستر کربن فعال، شن و ماسه، اسفنج و پوسته صدف بعنوان بهترین بستر نشست باکتریایی معرفی نمود. اما در این آزمایش سنگ مرمر بعنوان دسته‌ای مشابه با دیگر بسترهای کربناتی یا حتی شن و ماسه عملکرد متوسطی را در بین دیگر اقسام بیوفیلتر نشان داد.

در نتایج بدست آمده در کل دو بستر زئولیت و سنگ آذرین عملکرد بهتری در جذب باکتری‌ها و کاهش آمونیوم و نیتریت داشتند. پایین بودن میزان آمونیوم در این تیمارها و همچنین بالا بودن مقادیر نیتریت در این دو بیوفیلتر نشان از تجزیه سریع آمونیوم به نیترتیت در این تیمارها بود. در صورتیکه بدلیل عدم توانایی بستر نشست سنگ آذرین در تبادل یونی ۱۰۰ درصد پالایش انجام یافته توسط این ماده بوسیله باکتری‌های سیستم صورت گرفته است.

Boyed (۱۹۹۳) توضیح داد که استفاده از زئولیت به میزان ۱۰ میلی‌گرم در لیتر اثر کاهشی در غلظت TAN هم در آزمایشگاه و هم در استخرهای پرورش ماهی خواهد داشت. از طرف دیگر توجه به میزان یون نیتریت در تیمارهای سنگ آذرین و زئولیت بصورت مقایسه‌ای و با وجود عدم اختلاف معنی‌دار میان این دو نشان می‌دهد که میزان این یون در بستر سنگ آذرین کمتر از تیمار زئولیت می‌باشد. توجه به این پارامتر و توجه به میزان پایین یون آمونیوم در تیمار زئولیت نشان می‌دهد که اگر پالایش آمونیوم در زئولیت توسط باکتری‌ها صورت می‌پذیرفت قطعا" میزان یون نیتریت نیز می‌بایستی به کمتر از تیمار سنگ آذرین می‌رسید. دلیل بالا بودن میزان یون نیتریت در تیمارهای سنگ آذرین و زئولیت نیز نشان داد که همانگونه که انتظار می‌رفت این خانواده از باکتری‌ها برخلاف باکتری‌های خانواده نیتروزوموناس بسیار کند رشدتر بوده (Ouk, 1999) و به همین دلیل میزان این یون در بیوفیلترهایی که میزان تجزیه یون آمونیوم بیشتری داشته‌اند نیز بالاتر بوده است. میزان یون نیترات نیز با اکسیداسیون آمونیوم و نیتریت در تمامی سیستم‌ها افزایش یافت.

ارزیابی توان تصفیه بیوفیلتر از طریق اندازه‌گیری کاهش pH که در اثر تولید NO_2^- و NO_3^- در سیستم ایجاد می‌شود نیز نشان داد که در مجموع میزان pH بطور قابل توجهی در تیمارهای سنگ آذرین و زئولیت با گذشت زمان (افزایش نیتریت و نیترات) کاهش می‌یابد. این کاهش بقدری شدید بود که بقیه تیمارها را نیز مجبور به تعویض کامل آب نمود. در غیر این صورت اسیدیته بالا یا تغییرات ناگهانی pH موجب مسمومیت باکتری‌ها و افت سریع تبدیل آمونیوم شده و تا زمانیکه باکتری‌ها بتوانند با شرایط جدید سازگار شوند افزایش سریع در میزان آمونیاک برای سیستم پرورش آبزی خطرساز خواهد شد (Wheaton, 1991). نکته جالب دیگر اینکه غیر از تیمار P.V.C. در بقیه تیمارها تعویض کامل آب موجب خروج باکتری‌ها از سیستم نشده و هیچگونه کاهشی در قدرت پالایشی سیستم در قبل و بعد از تعویض آب مشاهده نشد. این آزمایش نشان داد که فقط در تیمار P.V.C. و احتمالاً به دلیل سطح لغزنده این ماده تعویض آب سیستم موجب خروج تعداد کثیری از باکتری‌ها از سیستم شده

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]

و موجب انباشته شدن یون آمونیوم در این تیمار می‌شود. با توجه به این فاکتور مشخص شد که ویژگی سطح بستر بیوفیلتر و ایجاد یک محیط بسیار جاذب می‌تواند در جذب و تثبیت باکتری‌ها موثر واقع شود. همچنین با توجه به نیاز سیستم به شستشوی مستمر و احتمال خروج باکتری‌ها در اثر این عمل در برخی بسترها می‌تواند موجب عدم ثبات سیستم شود. البته جمع‌بندی نتاج بصورت هفتگی این فاکتور را در خود حذف نمود لیکن افزایش ناگهانی در میزان یون آمونیوم در این بستر نشان داد که بخش عظیمی از باکتری‌ها نتوانسته بودند در سطح مواد بستر بصورت قطعی تثبیت شوند. کشت و شمارش باکتری‌های معلق در ستون آب و سطح بستر سنگ آذرین نیز نشان داد که درصد بسیار کمی از باکتری‌ها در ستون آب معلق می‌باشند. لازم بذکر است ویژگی‌های بسیار متفاوت سطحی بسترها وجود خلل و فرج فراوان و کاملاً نامنظم با فرورفتگی و شکافهای عمیق مانع از اندازه‌گیری سطح مفید ایجاد شده در بسترها (Forteath, 1991) یا کشت باکتری ازسطح تمامی مواد گردید. لذا به کشت و شمارش تعداد باکتری‌ها در ماده scoria بعنوان بهترین بستر این آزمایش اکتفا گردید. لیکن همین آزمایش نیز نشان داد که بیش از ۹۹ درصد باکتری‌های سیستم روی سطح بستر تثبیت شده‌اند که این تراکم از باکتری‌ها در راندمان تصفیه کل و همچنین در بروز بیماری روی آبزیان موجود در سیستم تاثیر منفی نخواهند داشت (Ouk, 1999).

نکته حائز اهمیت دیگر اینکه به دلیل اضافه نمودن مصنوعی آمونیاک به سیستم و نوسانات ناشی از آن در اغلب موارد فاکتور ± انحراف معیار بسیار بالا بوده و آنالیز داده‌ها را در سطح عدم معنی‌دار قرار داده است. به همین دلیل انتخاب دقیق بستر مناسب برای بیوفیلتر بسته به نوع سیستم مدار بسته و سطح آمونیاک و نیتریت و نیترات تامین شده توسط این ماده و تامین احتیاجات آبزیان مهمتر از همه خواهد بود. جدول ۲ نشان می‌دهد انتخاب صحیح بستری با تخلخل بالا، سطح مفید زیاد، کیفیت مطلوب بستر در جذب باکتری‌ها و هوادهی مناسب موجب کاهش زمان راه‌اندازی سیستم از ۶۰-۴۰ روز (Ouk, 1999) به کمتر از ۱۵ روز خواهد شد همچنان که در این آزمایش بیوفیلتر با بستر سنگ آذرین در انتهای هفته دوم قادر به تصفیه روزانه بیش از ۱۵گرم کلرید آمونیوم در روز گردید.

تخلخل بسیار بالای بستر سنگ آذرین در مقایسه با انواع دیگر بسترها، وزن بسیار سبک، عدم هوازدگی و واکنش با آب و مهمتر از همه تمایل باکتری‌ها به نشست در سطح این بستر از دلایل ارجحیت این بستر‌باکتریایی است. بسته بودن حفرات این بسترکه اصطلاحا" حفرات مرده نامیده می‌شود و عدم ارتباط این فضاها با یکدیگر پیش از آزمایش بعنوان یک فاکتور منفی برای این ماده در نظر گرفته می‌شد. در حالیکه آزمایش خلاف این واقعیت را نشان داد. بدین ترتیب مشخص شد که این حفرات براحتی تحت هوادهی مناسب قادر به تبادل آب، اکسیژن و آمونیاک بوده و باکتری‌ها با تامین نیازهای اولیه براحتی در داخل این حفرات و در عمق سنگ رشد و تکثیر خواهند داشت. اما قطعا" دسترسی به نوعی از بستر معدنی با درجه تخلخل بالا مانند سنگ آذرین ولی با حفرات متصل بهم جای تامل بیشتری خواهد داشت. لذا این بستر بعنوان بهترین بستر بیوفیلتر با بالاترین قابلیت در جذب باکتری‌ها و ایجاد بهترین شرایط برای رشد و تکثیر باکتری‌ها معرفی می‌شود.

جدول ۲: تغییرات فاکتورهای شیمیایی آب در ٤ تیمار در هفته

	NH_4^+ (میلی‌گرم در لیتر)				NO_2^- (میلی‌گرم درلیتر)				NO_3^- (میلی‌گرم درلیتر)				pH			
	scoria	P.V.C.	marble	zeolite	scoria	P.V.C.	marble	zeolite	scoria	P.V.C.	marble	zeolite	scoria	P.V.C.	marble	zeolite
روز اول	۱/۸	۵/۵	۱/۹	۰/۷	۰/۱	۰/۰۵	۰/۱	۰/۷	۲۰	۲۰	۲۵	۳۰	۸/۱۶	۸/۲	۸/۲	**۸/۱**
هفته اول	۰/٦۵	۲/۸۲	۱/۷۲	۰/۷٤	۰/۱	۰/۰٦	۰/۰٦	۰/۲۸	۵۲/۵	٤٦/۳	۸۸/۸	٦٦/۳	۷/۹٦	۸/۰٦	۸/۱	**۷/۹۸**
هفته دوم	۲/۱۵	۵/٦۲	۵/۱۳	۱/۲	۰/۱٤	۰/۰٦	۰/۰۵	۰/۱٦	۱٤۷	۱٤٤	۱٤۵	۱٦۰	۷/۵۲	۷/۸۸	۷/۸۷	**۷/۷**
هفته سوم	۰/۲۵	۲	۰/۵	۰/۰۵	۰/۱۵	۰/۳	۰/۲۹	۰/۲۵	۹۲/۵	۱٦۲	۱٦۲	۱۹۷	۷/۷۱	۷/۹۲	۷/۹۲	**۷/۸۱**
هفته چهارم	۱/۹۷	۹	۲/۲۵	۰/۳۵	۰/۵۷	۰/۵٦	۰/۱۹	۰/۱۳	۱۹۲	۱۸۵	۲۹۱	۲۹۰	۷/۵	۷/۷۵	۷/٤۷	**۷/٤۵**
میانگین	۱/۱٤^{ab}	٤/٦۵^{c}	۲/٦^{b}	۰/٦^{a}	۰/۲۵٦^{a}	۰/۲۱۷^{a}	۰/۱۵٤^{a}	۰/۲۸۳^{a}	۱۱٤ ^{a}	۱۵۰^{a}	۱۵٤/٦^{a}	۱٦۵ ^{a}	۷/٦٤ ^{a}	۷/ ۸۵ ^{b}	۷/۸۵^{ab}	**۷/۷٤^{ab}**
(±SD)	± ۱/۷	±۳/٤	±۳/٤۸	±۰/۵٦	±۰/۳۷	±۰/٤	±۰/۱	±۰/۳۵	±۷۰/٤	±۹۸/۱	±۷/۹۳	±٦/۸۵	±۰/٤۵	±۰/۲۲	±۰/۲۲	**±۰/۳۱**

حروف لاتین مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]

منابع

ستاری، م. و معتمد، م.ک.، ۱۳۷۶. پرورش متراکم ماهی. انتشارات دانشگاه گیلان. ۱۳۹ صفحه.

علیپور، ص.، ۱۳۷۰. زمین‌شناسی سنگها و کانیهای صنعتی. تالیف بیتس، ل. انتشارات جهاد دانشگاهی ارومیه. ۳۶۵ صفحه.

لاوسون، ت.، ۱۳۸۰. اصول مهندسی آبزیان. وزارت جهاد کشاورزی، شرکت سهامی شیلات ایران. ۵۰۵ صفحه.

Antoniou P., Hamilton J., Koopman B., Jain R., Holloway B., Lyberatos G. and Svoronos S.A., 1997. Effect of temperature and pH on the effect maximum specific growth rate of Nitrifying bacteria. Water Research, 24:97-101.

Bradshaw L.J., 1979. Laboratory microbiology. W. B. Saunders Company. 343P.

Broussard M.C. and Simco B.A., 1976. High density culture of channel catfish in a recirculation system, Program for Fish Culturist, 38:138-41.

Burrows R.E., 1964. Controlled environments for salmon propagation, Program Fish Culture, 30:123-36.

Forteath N., 1991. Biofilter structure and function. Australia Aquaculture, 5(11):33-34.

Fyock O.L., 1977. Nitrification requirements of water reuse systems for rainbow trout. Color and DiI'isimr of Wildlife Special Report, No. 41.

Harris L.E., 1977. Calcifying bacterial substrates for hatchery water reuse. Color and DiI'isiOlr of Wildlife Special Report, No. 40.

Lavens P. and Sorgeloos P., 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture. Artemia Reference Center, Ghent University, Belgium.

Mario R.D., 1976. Technical and economic review of the use of reconditioned water in aquaculture. *In*: (T.V.R. Piuay and W.A. Dill eds.). Alliances ill Aquaculture, pp.508-520.

Mcsweeny D.S., 1977. Intensive culture systems. *In*: (J.A. Hansen and H.L. Goodwin). Shrimp and prawn Fanni "gill the Western Hemisphere, Dowden Hulchinson and Ross Inc., Stroudsburg, Pennsylvania, pp.255-72.

Otte G. and Rosenthal H., 1979. Management of a closed brackish water system for high culture by biological and chemical water treatment. Aquaculture, 18:169-181.

Ouk V., 1999. Evaluation of bacterial community of nitrifying bacteria for application in aquaculture. M.Sc Thesis in Aquaculture. 58P.

Risa S. and Skjervold H., 1975. Water reuse system for small production. Aquaculture, 6:191-5.

Wheaton F.W., Hochheimer J. and Kaiser G.E., 1991. Fixed film nitrification in filters for aquaculture. *In*: (D.E. Brune, J.R. Tomasso, D.E. Brune and J.R. Tomasso eds). Aquaculture and water quality. Baton Rouge, LA: The World Aquaculture Society, pp.272–303.

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]
[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]
[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]

Evaluation of some biofilter substrates in freshwater recirculation system

Nekuiefard A.(1)*; Manaffar R.(2); Motallebi Moghanjooei A.A.(3) and Sharifian M.(4)

1- Artemia Reference Center, P.O.Box: 368 Uremia, Iran

2-Artemia and Marine aquatic Center of Uremia University, P.O.Box: 165 Uremia, Iran

3,4-Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box: 14155-6116 Tehran, Iran

Received: August 2011 Accepted: September 2012

Keywords: Ammonia, Biofiler, Mineral components, Nitrobacteria

[Downloaded from isfj.ir on 2025-08-02]

[DOR: 20.1001.1.10261354.1391.21.3.15.1]

[DOI: 10.22092/ISFJ.2017.110078]

Abstract

The nitrifying bacteria acting on various biofilter substrates including: scoria, P.V.C., marble and zeolite were evaluated. The experiment started with manufacture of a recirculation system with 130 liter fresh water volume in 7 $l.min^{-1}$ flow rate in 3 replicate for every treatment. The volume of each biofilter was 60×40×30cm and after achievement to stable environmental conditions the nitrifying bacteria at a concentration of $10^5 ml^{-1}$were inoculated in each biofilters. Daily 3-10$mg.l^{-1}$ of NH4Cl was added to biofilters. The procedure was conducted by exposure of Ammonium and Nitrate concentrations and pH in biofilters. The results showed that the Scoria can be reliable substrate as biofilter, in which provide the best substrate for the growth and attachment of the nitrifying bacteria which can reduce the retention time of a biofilter from 40-60 to 15 days.

*Corresponding author