

## کارایی ساقه گندم در کاهش میزان آمونیاک آکواریوم و تأثیر آن بر میزان بقاء ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*)

احمد محمدی یلسوئی<sup>۱</sup>، محمد فروهر واجارگاه<sup>۲</sup>، سید علی اکبر هدایتی<sup>۳\*</sup>

\*Hedayati@gau.ac.ir

- ۱- دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، دانشکده شیلات و محیط زیست، گروه تکثیر و پرورش آبزیان، گرگان، ایران  
 ۲- دانشگاه گیلان، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، صومعه سرا، ایران.  
 ۳- گروه تولید و بهره برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹۵

### چکیده

فرآیند حذف آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) در محیط های دارای بستر مناسب برای جایگزینی باکتری ها بهتر از سیستم های متکی بر باکتری های معلق در ستون آب صورت می گیرد. از این روی، هدف از مطالعه حاضر مطالعه کارایی ساقه گندم بعنوان یک بستر مناسب جهت تسریع روند تثبیت آمونیاک (دنیتروفیکاسیون) و افزایش شانس بقای ماهی کوی (*Cyprinus carpio carpio*) در مواجهه با غلظت حاد آمونیاک بود. در مرحله اول آزمایش ۸ آکواریوم شیشه ای به دو گروه شاهد (فاقد ساقه ی گندم) و تیمار حاوی ساقه ی گندم (معادل ۱۰٪ حجم کل مخزن) با چهار تکرار تقسیم شدند. برای ارزیابی کارایی ساقه گندم در کاهش آمونیاک محلول در آکواریوم، معادل ۱۰ میلی گرم در لیتر آمونیاک به هریک آکواریوم ها اضافه شد و ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از افزودن آمونیاک، میزان آن در گروه تیمار و شاهد محاسبه شد. در مرحله دوم آزمایش، ۲۴ عدد ماهی کوی با میانگین وزنی  $6 \pm 2$  گرم به صورت مساوی در ۸ آکواریوم جدید (متفاوت از مرحله اول) تقسیم شدند. ماهیان مدت ۹۶ ساعت با غلظت ۱۰ میلی گرم در لیتر آمونیاک مواجه شدند. تلفات در گروه شاهد (فاقد ساقه ی گندم) دارای ۲۱ عدد ماهی کوی) و گروه تیمار (حاوی ساقه ی گندم، معادل ۱۰٪ از کل حجم آکواریوم - دارای ۲۱ عدد ماهی کوی) در بازه های زمانی ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت شمارش شد. نتایج نشان داد بین غلظت آمونیاک در پایان ۹۶ ساعت در گروه تیمار نسبت به گروه شاهد تفاوت معناداری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). همچنین بین تعداد مرگ و میر ماهیان در گروه تیمار نسبت به گروه شاهد تفاوت معناداری وجود داشت ( $p < 0.05$ )؛ کمترین میزان مرگ و میر ماهیان مربوط به تیمار بود. نتایج مطالعه حاضر نشان داد، استفاده از ساقه گندم علاوه بر افزایش کارایی سیستم های تثبیت آمونیاک باعث افزایش شانس بقای ماهی کوی در مواجهه با غلظت حاد آمونیاک شد.

**لغات کلیدی:** ساقه گندم (کلش)، بیوفیلتر طبیعی، سمیت آمونیاک، دنیتروفیکاسیون، ماهی کوی، شانس بقاء.

\*نویسنده مسئول

## مقدمه

نگهداری و پرورش ماهیان دارای سابقه طولانی است و قدمی‌ترین سابقه در این زمینه مربوط به کشور چین می‌شود (افشارنسب، ۱۳۹۳)؛ از این میان می‌توان به ماهی کولی (*Cyprinus carpio carpio*) اشاره کرد که در واقع از اصلاح نژاد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) ایجاد شده است؛ این زیر گونه از گذشته در چین و ژاپن مورد توجه علاقمندان به نگهداری ماهیان زینتی بوده است. امروزه نیز این ماهی در بسیاری از کشورها علاقمندان فراوانی دارد (Riho *et al.*, 2002). صنعت تولید و تکثیر آبزیان در سالهای اخیر رشد چشمگیری داشته است (FAO, 2014; Soutar, 2004). با این وجود، پرورش و نگهداری آبزیان به روش متراکم با موانعی همچون تراکم، تغذیه، کیفیت آب و بیماری مواجه است (Bennison, 2004). درجه حرارت، نیتريت، میزان آمونیاک، قلیائیت یا pH، میزان دی اکسید کربن و اکسیژن محلول در آب از جمله شاخصه‌های اصلی کیفیت آب هستند (Timmons & Fred, 2002).

آمونیاک موجود در محیط آبی، دارای دو منشا آلی و معدنی است؛ یون آمونیاک ( $\text{NH}_4^+$ ) و آمونیاک مولکولی ( $\text{NH}_3$ ) که در محیط‌های آبی و مایعات زیستی یافت می‌شوند، دو شکل رایج آمونیاک می‌باشد. شکل مولکولی آمونیاک ( $\text{NH}_3$ ) می‌تواند در جهت شیب غلظت به راحتی از دیواره‌های سلولی عبور کند؛ به همین دلیل آمونیاک بطور بالقوه برای ماهیان خطرناک است (Thurston *et al.*, 1981). آمونیاک مولکولی از دیواره آبشش عبور کرده و از طریق خون انتشار می‌یابد. این ترکیب با تأثیر مخرب بر روی عملکرد نوروهای انتقال دهنده پیام عصبی، بر روی فعالیت مغز تأثیر می‌گذارد (Svobodova *et al.*, 1993).

در طبیعت گونه‌هایی از میکرو ارگانیسم‌های آزادی تثبیت کننده نیتروژن وجود دارند که بیشتر متعلق به خانواده ازتوباکتریاسه هستند؛ این باکتری‌ها می‌توانند آمونیاک را تثبیت نمایند (Martyniuk & Martyniuk, 2004). فرآیند تثبیت آمونیاک دارای دو مرحله است؛ در ابتدا، آمونیاک توسط فعالیت‌های باکتریایی به نیتريت ( $\text{NO}_2$ ) تبدیل می‌شود که خود این ماده، ویژگی سمی دارد. در ادامه مسیر تثبیت آمونیاک، نیتريت به نیترات

( $\text{NO}_3$ ) تبدیل می‌گردد؛ نیترات برای ماهیان سمی نیست. به این عمل (تبدیل آمونیاک مولکولی به نیترات) در اصطلاح دنیتروفيکاسيون گویند (Svobodova *et al.*, 1993).

دنیتروفيکاسيون بیولوژیکی در سیستم‌هایی که دارای یک بستر مناسب برای جاگزینی مناسب باکتری‌ها است، بازده بالاتری نسبت به سیستم‌های متکی بر باکتری‌های معلق در ستون آب دارد (Rabah & Dahab, 2004)؛ از این روی، در سالهای اخیر بسترهای متنوعی برای افزایش کارایی سیستم‌های تثبیت کننده‌ی آمونیاک پیشنهاد شده است. از این میان می‌توان از انواع بسترهای شنی و ماسه‌ای، پلی وینیل کلراید و سنگ آهک اشاره کرد (Tchobanoglous *et al.*, 2003). عمده مشکل بسترهایی که از انواع پلیمرهای مصنوعی (پلاستیک) تولید شده‌اند هزینه بالای تولید و مشکلات زیستی آنان است (Willie Jones *et al.*, 2007). مطالعات گذشته نشان داد، افزایش تخلخل و سطح بستر باعث افزایش چسبندگی باکتری و افزایش سرعت دنیتروفيکاسيون می‌شود (Foglar *et al.*, 2007; Rajapakes & Scott, 1999). امروزه یکی از ایده‌های قابل توجه در زمینه دنیتروفيکاسيون استفاده از یک ماده مناسب با سطح تماس بالا به عنوان بستر می‌باشد (Saliling *et al.*, 2007).

مطالعات گذشته نشان داده است، می‌توان از ساقه گندم بعنوان منبع کربن برای فرآیند دنیتروفيکاسيون آب آشامیدنی استفاده کرد (Aslan & Turkman, 2005; Soares & Abeliovich, 1998)؛ لوونگارت و همکاران (Lowengart *et al.*, 1993)، از ساقه‌های گندم برای کاهش کدورت و آمونیاک محیط، استفاده کردند. افزایش آمونیاک از عوامل تهدید کننده‌ی سلامت ماهیان زینتی در محیط‌های نگهداری و پرورشی است. هدف از این مطالعه بررسی عملکرد ساقه گندم در زمینه کنترل سمیت آمونیاک و یافتن راهی برای افزایش بقا ماهیان در مواجهه با افزایش فوق حاد آمونیاک بود.

## مواد و روش

میزان ۱۵ کیلوگرم ساقه گندم (کلش) از مزارع گندم اطراف شهر گرگان تهیه گردید و پس از انتقال به محل

ماهیان با استفاده از غذای بیومار غذادهی شدند. شرایط فیزیکوشیمیایی آب در طول مدت سازگاری تقریباً ثابت و برای همه‌ی مخازن مشابه بود (دما ۲۱-۱۸ درجه سانتیگراد، میزان اکسیژن محلول بالای ۰.۸۵٪ حد اشباع، pH بین ۷/۸-۷/۴، غلظت آمونیاک ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر بود).

پس از زمان سازگاری ۲۴ ماهی به روش کاملاً تصادفی انتخاب شدند و در ۸ عدد آکواریوم شیشه‌ای (با ابعاد طول ۶۰، عرض ۲۰ و ارتفاع ۴۵ سانتیمتر) با حجم آبگیری ۵۰ لیتر به شکل کاملاً مساوی تقسیم شدند (هر آکواریوم ۳ عدد ماهی)؛ پس از اینکار آکواریوم‌ها به دو گروه شاهد (دارای ماهی و فاقد ساقه گندم) و تیمار (دارای ماهی و دارای ساقه گندم معادل ۱۰٪ از کل حجم مخزن) با چهار تکرار تقسیم شد. ۲۴ ساعت پس از معرفی ماهی‌کوی و ساقه‌ی گندم به محیط آزمایش (آکواریوم)، مشابه مرحله قبل میزان ۱۰ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک به هریک از آکواریوم‌ها اضافه شد و تعداد تلفات در هریک از این مخازن در بازه‌های زمانی ۲۴، ۴۲، ۷۲ و ۹۶ ساعت شمارش و ثبت شد (پس از شمارش تلفات اجساد از محیط خارج شد). ماهیان ۱۲ ساعت قبل از انتقال به آکواریوم‌ها تا اتمام آزمایش غذادهی نشدند. شرایط فیزیکی شیمیایی آب در این مرحله آزمایش بجز غلظت آمونیاک مشابه مرحله‌ی سازگاری بود. آکواریوم‌های مرحله دوم آزمایش متواتر از مرحله‌ی اول آزمایش بود.

برای مقایسه داده‌های بدست آمده از هریک از گروه‌ها با گذشت زمان، از آنالیز واریانس یکطرفه (One-Way ANOVA) استفاده گردید؛ همچنین با استفاده از نرم افزار SPSS مقایسه میانگین‌ها از طریق آزمون LSD در سطح اطمینان ۰.۰۵ صورت گرفت.

### نتایج

نتایج نشان داد بین غلظت نهایی آمونیاک در گروه تیمار در پایان ۹۶ ساعت نسبت به گروه شاهد تفاوت معناداری وجود داشت ( $p < 0.05$ ). کمترین میزان آمونیاک مربوط به گروه تیمار با غلظت  $0.01 \pm 0.04$  میلی‌گرم در لیتر بود (جدول ۱).

آزمایش (سالن آبری پروری دانشکده شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) با محلول فرمالین ۳٪ شستشو شد تا آلودگی‌ها احتمالی از بین برود. پس از خشک شدن مجدد، ساقه‌های گندم توسط تسمه‌های پلاستیکی به شکل ستون‌های به فشرده مهار شد (معادل ۱۰٪ حجم مخازن گروه تیمار). این عمل مانع از پخش شدن و حرکت توده کلش به اطراف آکواریوم شد و توده‌های کلش به صورت شناور در میانه‌ی مخازن ثابت ماند.

برای انجام مرحله اول آزمایش، در ابتدا ۸ عدد آکواریوم شیشه‌ای (با ابعاد طول ۶۰، عرض ۲۰ و ارتفاع ۴۵ سانتیمتر) انتخاب شد و به دو گروه شاهد (فاقد ساقه گندم) و تیمار (دارای ساقه‌ی گندم-معادل ۱۰٪ از حجم کل آکواریوم) با چهار تکرار برای هر گروه تقسیم شد. حجم آبگیری در همه مخازن (آکواریوم) برابر و معادل ۵۰ لیتر بود. در ادامه، پس از ۲۴ ساعت از معرفی ساقه‌های گندم به مخازن گروه تیمار، معادل ۱۰ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک (خلوص ۲۵٪- محصول لابراتوار دکتر مجللی) به هریک آکواریوم‌ها اضافه شد. میزان آمونیاک در بازه‌های زمانی ۰، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت پس از افزودن آمونیاک با کمک ابزار فتومتر (Wagtech 7100) در تمامی مخازن اندازه‌گیری و ثبت شد. دیگر شرایط فیزیکی شیمیایی آب در هر دو گروه مشابه بود و تنها تفاوت میان دو گروه مربوط به مقدار ساقه گندم بود (دما ۲۱-۱۸ درجه سانتیگراد، میزان اکسیژن محلول بالای ۰.۸۰٪ حد اشباع، pH بین ۷/۶-۸ بود).

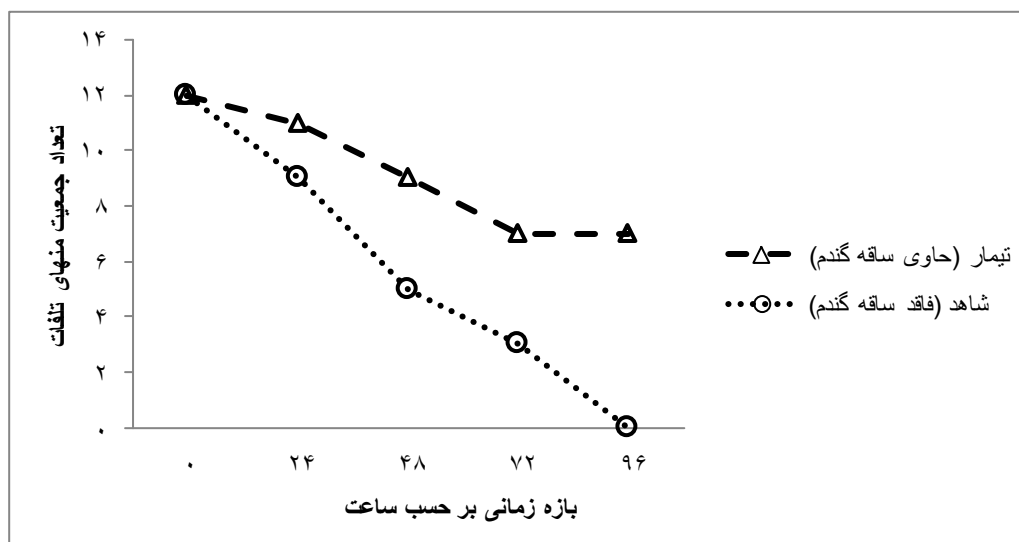
برای انجام مرحله دوم آزمایش، در ابتدا تعداد ۷۰ عدد ماهی کولی (*Cyprinus carpio carpio*) با میانگین وزنی  $6 \pm 2$  گرم از کارگاه‌های تکثیر ماهیان زینتی واقع در استان گلستان تهیه شد و به محیط آزمایش (سالن آبری پروری دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان) انتقال یافت. در این مرحله ماهیان به مدت دو هفته جهت سازگاری با شرایط آزمایشگاهی در چهار مخزن ۲۵۰ لیتری نگهداری آب از جنس فایبرگلاس نگهداری شدند. در طول مدت سازگاری ماهیان به صورت ۲ وعده در روز و معادل ۳٪ از وزن

جدول ۱: بررسی تغییرات آمونیاک در بازه زمانی متفاوت در دو گروه شاهد و تیمار است.

ساعت ۰	ساعت ۲۴	ساعت ۴۸	ساعت ۷۲	ساعت ۹۶	
شاهد (فاقد ساقه‌ی گندم)	۱۰±۰/۰۰Aa	۷/۴۳±۰/۱۰Ba	۴/۸۱±۰/۰۹Ca	۲/۵۵±۰/۲۶Da	۱/۶۳±۰/۱۱Ea
تیمار (حاوی ساقه‌ی گندم)	۱۰±۰/۰۰Aa	۵/۱۲±۰/۲۹Bc	۳/۱۴±۰/۳۰Cc	۱/۰۶±۰/۱۵Dc	۰/۰۴±۰/۰۱Ec

بررسی داده‌ها نشان داد بین تعداد مرگ و میر ماهیان در گروه شاهد نسبت به گروه تیمار تفاوت معناداری وجود داشت ( $p < 0.05$ )؛ بیشترین مرگ و میر ماهیان مربوط به گروه شاهد (۱۲ عدد) بود و کمترین تعداد مرگ و میر را گروه تیمار (۵ عدد) داشت (شکل ۱). همچنین ماهیانی

که در مواجهه با مقادیر حاد آمونیاک قرار گرفته بودند مجموعه‌ای از علائم بالینی مسمومیت با آمونیاک همچون اضطراب، افزایش تحرک سرپوش آبخشی، تیرگی رنگ، عدم تعادل در هنگام شنا و در نهایت مرگ با دهان باز را بروز دادند.



شکل ۱: نمودار تغییرات جمعیت ماهیان کوی در مواجهه با غلظت ۱۰ میلی‌گرم در لیتر آمونیاک در دو گروه شاهد و تیمار طی ۹۶ ساعت است.

## بحث

در سال‌های اخیر از مواد مختلفی به عنوان بستر در فرآیندهای بیولوژیکی دنیتریفیکاسیون استفاده شده است (Cang *et al.*, 2004). بعنوان مثال گودینی و همکاران (۱۳۹۱)، از کربن فعال بعنوان یک بستر شناور در راکتور تصفیه آب استفاده کردند؛ همچنین رابرتسون و همکاران (Robertson *et al.*, 2000) بیان داشتند؛ استفاده از خاک اره، کمپوست برگ، دانه‌های فرآوری نشده و مالچ چوب در مسیر عبور آب می‌تواند باعث کاهش میزان آمونیاک به شکل معناداری در سیستم‌های آبی پروری شود ( $p < 0.05$ ). اصلان و ترکمان (Aslan & Turkman, 2005) گزارش کردند، می‌توان از کاه گندم در تصفیه آب‌های آلوده به آفت‌کش‌های کشاورزی دارای منشا

نیتروژنی استفاده کرد. ساقه گندم علاوه بر دارا بودن خلل و فرج بسیار و خاصیت چسبندگی مناسب می‌تواند بعنوان دهنده‌ی کربن در فرآیند دنیتریفیکاسیون شرکت کند. مطالعات صورت گرفته توسط فوگلار و همکاران (Foglar *et al.*, 2007) و سالیلینگ و همکاران (Saliling *et al.*, 2007)، بیانگر این مطلب است که افزایش سطح تخلخل بستر می‌تواند باعث تماس بهتر باکتری با بستر و افزایش بازده فرآیند حذف بیولوژیکی آمونیاک شود.

نتایج مطالعات ما نشان داد فرآیند دنیتریفیکاسیون در مخازن (آکواریوم) حاوی ساقه گندم (معادل ۱۰٪ کل حجم مخزن) نسبت به مخازن فاقد ساقه گندم تا ۴۰ برابر بازده بالاتری داشت. واتسون و همکاران (Watson *et al.*, 2004) بیان داشتند میزان آمونیاک محیط‌های نگهداری و

مراکز آبی پروری و تصفیه فاضلاب ها ، نشان دادند استفاده از این مواد به شکل معناداری باعث کاهش میزان آمونیاک در محیط شد؛ از این روی نتایج حاصل از مطالعه‌ی سالیلینگ و همکاران با مشاهدات ما همخوانی داشت.

ولوکیتا و همکاران (Volokita et al., 1996) از اجتماع تکه های خرد شده روزنامه بعنوان یک بیوفیلتر در ستون دنیتروفیکاسیون کننده نیتروژن استفاده کردند. مطالعه‌ی آنها در راستای یافتن جایگزین‌های طبیعی برای بسترهای مصنوعی بود. ستون‌های کاغذی در هم فشرده را در مسیر عبور آب قرار دادند. نتایج حاصل از مطالعه آنان نشان داد این ساختار می‌تواند بعنوان یک بستر مناسب عمل نماید و بازده فرآیند تثبیت نیتروژن را بالا ببرد؛ آنها بیان کردند بازده سیستم‌های دارای بستر به شکل معناداری بالاتر از سیستم‌های فاقد بستر بود ( $p < 0.05$ ). نتایج مطالعه حاضر با نتایج حاصل از مطالعه ولوکیتا و همکاران مطابقت داشت.

کیم و همکاران (Kim et al., 2003)، با استفاده از خاک اره و ساقه گندم راکتوری برای کنترل آمونیاک محیط‌های پرورشی تهیه کردند؛ مطالعه حاضر نشان داد، استفاده از ساقه های گندم در عین کارآمدی، ارزانی، سادگی و کاربرد آسان می‌تواند راهی مناسب برای کاهش میزان آمونیاک محیط‌های پرورشی باشد. در این مطالعه، این روش توانست با تشدید فرآیند دنیتروفیکاسیون شانس بقای ماهی کوی را در برابر افزایش یکباره آمونیاک افزایش دهد. از این روش می‌توان علاوه بر استفاده در محیط‌های کوچک (آکواریوم) به شکل گسترده‌تری در مزارع پرورش آبزیان و تصفیه‌خانه‌های شهری و صنعتی استفاده کرد. البته این امر مستلزم تحقیقات بیشتر بر روی دیگر مواد طبیعی است. مطالعه بر روی بسترهای طبیعی متشکل از چند نوع ماده طبیعی به همراه مقایسه بازده آنها با حالت منفرد برای افزایش کارایی بستر و کاهش حجم آن، می‌تواند از زمینه‌های مطالعاتی آینده باشد.

### تشکر و قدردانی

این مطالعه با تکیه بر محیط آموزشی و امکانات علمی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان تهیه شده

پرورش ماهی کوی (*Cyprinos carpio carpio*) به هیچ وجه نباید فراتر از ۰/۰۵ میلی‌گرم در لیتر در شرایط ایده‌آل فراتر برود؛ در مطالعه حاضر میزان آمونیاک تقریباً ۲۰۰ برابر شرایط توصیه شده بود با این وجود کمتر از نیمی از ماهیان در گروه تیمار مردند (۵ عدد)؛ درحالی‌که تمام ماهیان در گروه شاهد در پایان ۹۶ ساعت مردند (۱۲ عدد). مطالعات گذشته نشان داده است غلظت  $LC_{50}$  آمونیاک برای ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در ۹۶ ساعت برابر با ۱/۱۵-۰/۹۰ میلی‌گرم در لیتر است (Hosam, 2006; Hassan & Macintosh, 1986). مطالعه حاضر نشان داد استفاده از روش‌های بیولوژیکی و کمتر دیده شده می‌تواند راه حلی مناسب برای کاهش آمونیاک و حفظ بقای ماهیان در مواجهه با مقادیر فوق حد آمونیاک باشد..

مطالعات راجاپاکس و اسکات (Rajapakes & Scott, 1999) روی بازده دنیتروفیکاسیون در محیط‌های مختلف، مثل محیط‌های حاوی گاز متان و یا بسترهای شنی، نشان داد دنیتروفیکاسیون در محیط‌های متخلخل به علت فراهم کردن سطح فعال بیشتر، بهتر از محیط‌های غیر متخلخل انجام می‌گیرد. همچنین رشد باکتری‌های دنیتروفایر بهتر و بیشتر انجام می‌گیرد؛ نتایج حاصل از آزمایش راجاپاکس در سال ۱۹۹۹، با مطالعه حاضر مطابقت داشت. گودینی و همکاران در سال ۱۳۹۱ بیان داشتند استفاده از سطوح حاوی باکتری تثبیت‌کننده‌ی نیتروژن بر روی کرین فعال، به میزان چشمگیری بازده فرآیند دنیتروفیکاسیون را بالا می‌برد و در مدت کوتاهی غلظت آمونیاک را از ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر به ۱۰۰ میلی‌گرم در لیتر کاهش می‌دهد و به استاندارد آب آشامیدنی می‌رساند؛ گودینی و همکاران دربخشی از نتایج مطالعه خود بیان داشتند، سیستم‌های متکی بر بسترهای مناسب به شکل معناداری بازده بالاتری نسبت به سیستم‌های تصفیه آب متکی بر باکتری‌های معلق در ستون آب دارند؛ این بخش از نتایج مطالعات آنها مشابه مطالعه‌ی ما بود.

سالیلینگ و همکاران (Saliling et al., 2007) با استفاده از مخلوط براده چوب و ساقه گندم بعنوان یک بیوفیلتر جایگزین در سیستم‌های دنیتروفیکاسیون در

- Hassan, M.R. and Macintosh, D.J., 1986.** Acute toxicity of ammonia to common Carp fry (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 54(1): 97-107.
- Hosam, H.A., 2006.** Acute Toxicity of Ammonia to Common Carp Fingerlings (*Cyprinus carpio*) at Different pH Levels. *Pakistan Journal of Sciences*, 9(12): 2215-2221.
- Kim, H.E., Seagren A. and Davis, A.P., 2003.** Engineered bioretention for removal of nitrate from stormwater runoff. *Water Environment Research*, 75: 355- 367.
- Lowengart, A., Diab, S., Kochba, M. and Avnimelech, Y., 1993.** Development of a biofilter for turbid and nitrogen-rich irrigation water. A: Organic carbon degradation and nitrogen removal processes. *Bioresource Technology*, 44: 131- 135.
- Martyniuk, S. and Martyniuk, M., 2004.** Occurrence of *Azotoacter* sp. in some Polish soils. *Polish Journal Environment Study*, 12: 371-374.
- Rabah, F.K. and Dahab, M.F., 2004.** Nitrate removal characteristics of high performance fluidized - bed biofilm reactors. *Water Research*, 38: 3719- 3728.
- Rajapakes, J.P. and Scott, J.E., 1999.** Denitrification with natural gas and various new growth media. *Water Research*, 33: 3723- 3734.
- Riho, G., Kohlmannb, K. and Kerstenb P., 2002.** PCR-RFLP analysis of the mitochondrial ND-3/4 and ND-5/6 gene polymorphisms in the European and East Asian subspecies of common carp
- است. از آقایان دکتر قربانی و دکتر جعفر که ما را یاری رساندند کمال تشکر و قدردانی را داریم. از کارکنان و مسئولین دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان قدردان هستیم.
- منابع**
- افشار نسب، م.، ۱۳۹۳.** مروری بر مهمترین بیماریهای ماهیان زینتی آکواریوم‌های خانگی. *مجله آبریان زینتی*، شماره ۴، صفحه ۶-۱.
- گودینی، رضایی، بیرانوند و جهانبانی، ۱۳۹۱.** حذف نیترات از آب با استفاده از کنسرسیوم باکتری‌های دنیتریفایر تثبیت شده بر روی کربن فعال در یک راکتور بستر شناور. *فصلنامه علمی- پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی لرستان*، ۲۷-۱۵: ۲(۱۴).
- Aslan, U. and Turkman, A., 2005.** Combined biological removal of nitrate and pesticides using wheat straw as substrate. *Process Biochemistry*, 40: 935-943.
- Bennison, S., 2004.** Animal welfare in the Australian aquaculture industry. *Welfare underwater*.
- Cang, Y., Roberts, D.J. and Clifford, D.A., 2004.** Development of cultures capable of reduce in perchlorate and nitrate in high salt solutions. *Water Research*, 38: 3322-3330.
- FAO, 2014.** Aquaculture Department (2014) The state of world fisheries and aquaculture 2014. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 243 P.
- Foglar, L., Sipos, L. and Bolf, N., 2007.** Nitrate removal with bacterial cells attached to quartz sand and zeolite from salty waste water. *World Journal Microbiology Biotechnology*, 23(11): 1595- 1603.

- (*Cyprinus carpio* L.). Journal of Aquaculture, 204(3-4): 507-516.
- Robertson, W.D., Bloowes, D.W., Ptacek, C.J. and Cherry J.A., 2000.** Long-term performance of in situ reactive barriers for nitrate remediation. Journal of Groundwater, 38(5): 689- 695.
- Saliling, W.J.B., Westerman P.W. and Losordo, T.M., 2007.** Wood chips and wheat straw as alternative biofilter media for denitrification reactors treating aquaculture and other wastewaters with high nitrate concentration. Aquaculture Engineering, 37(3): 222- 233.
- Soares, M.I.M. and Abeliovich, A., 1998.** Wheat straw as substrate for denitrification. Water Research. 32(12): 3790-3794.
- Soutar, R., 2004.** The welfare of farmed fish-recent developments. Study Veterans Journal, 14: 17-21.
- Svobodova, Z., Lioyd, R., Machova J. and Vykusova B., 1993.** Water quality and fish health. EIFAC Technical Paper. No. 54. Rome, FAO, 59 P.
- Timmons, J. and Fred, S.B., 2002.** Recirculation Aquaculture Systems. NRAC publication. No. 01-02.
- Tchobanoglous G., Burton F.L. and Stensel H.D., 2003.** wastewater engineering: Treatment and reuse. Fourth edition, Published by McGraw-Hill Companies, Inc. No. York, NY 10020. 1771 P.
- Thurston, R., Phillips, R. G. and Russo, C.R., 1981.** Increased toxicity of ammonia to rainbow trout (*Salmo gairdneri*) resulting from reduced concentrations of dissolved oxygen. Canada Journal Fish Aquatic Science, 38: 983-988.
- Volokita, M., Belkin, S., Abeliovich, A. and Soares, M., 1996.** Biological denitrification of drinking water using newspaper. Water Research, 30(4): 364-376.
- Watson C.A., Hill J.E. and Deborah B.P., 2004.** Species Profile: Koi and Goldfish. Southern Regional Aquaculture Center, No. 7201.
- Willie Jones B.S., Philip W.W. and Thomas M.L., 2007.** Wood chips and wheat straw as alternative biofilter media for denitrification reactors treating aquaculture an other wastewaters with high nitrate concentrations. Aquaculture Engineering. 37: 222-233.