

مقاله علمی-ترویجی:

مقایسه تأثیرات ترکیبات نیترا ته، نیتریتی و آمونیوم بر مراحل مختلف زندگی آبزیان

آرش جمشیدی*

*arash.jamshidi67@gmail.com

۱-گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه سرا، ایران

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۹

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۹۹

چکیده

گسترش آلودگی ترکیبات نیترا ته، نیتریت و آمونیوم در آبها مسمویت حاد یا نیمه حادی را در ماهیان به خصوص بچه ماهیان ایجاد می کند و در کوتاه مدت و بلندمدت با توجه به غلظت آن باعث ایجاد اختلال در فعالیت های فیزیولوژیک و موجب مرگ و میر ناشناخته می شود. سیستم ایمنی اغلب آبزیان پرورشی تحت تأثیر این آلودگی ها به خطر می افتد. اصلی ترین واکنش سمی نیترا ته در آب به دلیل تبدیل عناصر حامل اکسیژن به اشکالی هستند که قادر به حمل اکسیژن نیستند. سمیت نیترا ته بر حیوانات آبزی از جمله آبزیان زینتی با افزایش غلظت نیترا ته و زمان در معرض قرار گرفتن افزایش می یابد. در مقابل، سمیت نیترا ته ممکن است با افزایش اندازه بدن، افزایش شوری آب و سازگاری با محیط زیست کاهش یابد. حیوانات آب شیرین به نظر می رسد، حساسیت بیشتری از حیوانات دریایی نسبت به نیترا ته دارند. غلظت نیترا ته در حدود ۱۰ میلی گرم حداکثر میزان برای آب آشامیدنی براساس فدرال آمریکا می تواند اثرات منفی، حداقل در بلندمدت در معرض قرار گرفتن، بی مهرگان آب شیرین، ماهی و دوزیستان اثر بگذارد. سطح ایمن زیر این میزان غلظت نیترا ته برای محافظت حیوانات آب شیرین حساس به آلودگی نیترا ته توصیه می شود. علاوه بر این، سطح حداکثر ۲ میلی گرم برای محافظت حساس ترین گونه های آب شیرین مناسب خواهد بود. در مورد حیوانات دریایی، سطح حداکثر ۲۰ میلی گرم به طور کلی قابل قبول است. با این حال، در اوایل مراحل رشد و نمو برخی از بی مهرگان دریایی که به غلظت نیترا ته پایین سازگار شده اند، ممکن است بیشتر در معرض نیترا ته قرار گیرند.

کلمات کلیدی: آلودگی آب، مرگ و میر، سمیت، ماهیان، دوزیستان

مقدمه

همزمان با افزایش رشد جمعیت، صنعت آبی‌پروری اهمیت زیادی یافته است و هزاران مرکز تکثیر و پرورش انواع ماهی گرم آبی و سردآبی و زینتی در جهان شکل گرفته است. اما کمبود منابع آبی و استفاده بهینه از این منابع، سبب آبی‌پروری به صورت مدار بسته و نیز با استفاده از پساب‌های کشاورزی و چاه‌ها شده است. صنعت آبی‌پروری به رغم این رشد قابل توجه، همواره با مشکلاتی روبرو بوده است که از عمده مشکلات مرگ و میر ماهیان پرورشی به سبب کاهش کیفیت آب و شرایط استرس‌زا می‌باشد (پوستی، ۱۳۷۸). در سال‌های اخیر با توجه به افزایش علاقه‌مندی مردم به داشتن ماهیان زینتی در منزل و محل کار و افزایش طرفداران این ماهیان توجه زیادی به شرایط نگهداری آنها نشده است. از آنجایی که در بسیاری موارد مرگ و میر در سیستم‌های مدار بسته و آکواریوم‌ها و زمان حمل و نقل ماهیان و استخرهای آبگیری شده با پساب کشاورزی در شرایط هوازی ناشناخته است و از اهداف تولیدکنندگان رسیدن به صرفه اقتصادی، کاهش مرگ و میر و تلفات بچه ماهیان، بالا بردن سرعت رشد و تولید بیشتر است، در این مطالعه به بررسی ترکیبات نیترا، نیتری و آمونیوم که آلاینده‌ای ناشناخته است، پرداخته شده است.

امروزه یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های بشریت مسئله افزایش مواد آلاینده در محیط زیست به خصوص آبها می‌باشد که به صورت فاضلاب، نفت، پساب‌های مواد آلی و معدنی کارخانجات، مواد شیمیایی گوناگون اعم از فلزات می‌باشند که موجب آلودگی آبهای جهان به صورت مختلف می‌شوند و اکثراً بدون هیچ توجهی به آبها رها می‌گردند و وارد زنجیره غذایی اکوسیستم‌های آبی شده و مشکل آفرین می‌شوند که در تمام موارد انسان نقش مستقیم و غیر مستقیم را در آن ایفاء می‌کند. صید در طول سال‌های متمادی و در قرن حاضر، کنترل جریان آب رودخانه‌ها و آلودگی آبهای جاری و زیرزمینی و نابود شدن دسته جمعی بچه ماهیان و ماهیان نارس بر اثر صید تصادفی آنها به وسیله دام‌های چشمه ریز ماهیان استخوانی و ... از جمله این فعالیت‌ها می‌باشد (Kwadijk et al., 2010). گسترش این آلودگی‌ها در آبها مسمویت حاد یا نیمه حادی را در مراکز تکثیر و پرورش به خصوص بچه ماهیان ایجاد می‌کند و در کوتاه مدت و بلندمدت با توجه به نوع آلاینده و غلظت آن باعث ایجاد

مواد و روش‌ها

اختلال در فعالیت‌های فیزیولوژی و عملکرد سیستم عصبی، تنفسی، گوارشی، خونی و عضله آبزیان می‌گردند و حتی موجب مرگ و میر آنان می‌شوند. در واقع، یک آلوده‌کننده به عنوان عاملی است که تغییرات غیر قابل قبول و پیش‌بینی نشده‌ای را بر محیط اطراف ایجاد نموده و باعث اختلال در روند عادی می‌گردد (Hung et al., 1990). در محیط‌های آبی شایع‌ترین شکل از نیتروژن غیر آلی شکل یونی، آمونیوم (NH_4)، نیتريت (NO_2) و نیترات (NO_3) است. این یون‌ها ممکن است به طور طبیعی در اکوسیستم‌های آبی سطحی و زیرزمینی به عنوان محصولی از رسوب اتمسفری وجود داشته باشند. انحلال سرشار از نیتروژن رسوبات زمین‌شناسی و تثبیت N_2 به وسیله برخی از پروکاریوت‌ها (به خصوص سیانو باکتری‌ها) و تجزیه بیولوژیک مواد آلی صورت می‌گیرد. آمونیوم تمایل دارد در یک فرایند دو مرحله‌ای به نیترات، اکسیده شود (صادقی، ۱۳۸۱). غلظت نیترات در آب شیرین و اکوسیستم دریایی بیشتر از غلظت آمونیوم و نیتريت است (Lavoie et al., 2013). بنابراین، نیاز به بررسی بیشتر دارد.

هدف اصلی از این مقاله بررسی مقالات گذشته راجع به تاثیر سمی در آب شیرین و آب شور (بی‌مهرگان، ماهی‌ها و دوزیستان) برای ایجاد سطوح مقدماتی امن نیترات در آب برای زندگی آبزیان است.

آمونیوم و نیتريت و نیترات در غلظت‌های بالا دارای خاصیت سمیت حاد در سیستم آبی‌پروری می‌باشد. نیتريت در واقع محصول واسطه‌ای حاصل از اکسیداسیون باکتریایی آمونیاک به نیترات در سیستم آبی‌پروری است. این ترکیب نیتروژنی دارای سمیت حاد بر ارگانیسم‌های آبزیان و یک پتانسیل جدی و تهدید آمیز در پرورش ماهیان است (کیوان، ۱۳۸۱).

عنصر نیتروژن ۰/۰۳ درصد از پوسته زمین و گاز نیتروژن (NO_2) بیش از ۷۸ درصد از هوای تنفسی ما را تشکیل می‌دهد. این گاز از مایع‌سازی هوا یا از گرم کردن تری نیترات سدیم (NaN_3) به دست می‌آید. نیتروژن به اشکال مختلف در طبیعت وجود دارد. مهم‌ترین ترکیباتی که در ساختار ملکولی آن به کار رفته است، شامل انواع اسیدهای آمینه، اوره، آمونیاک (NH_3),

این ترکیب نیتروژنی دارای سمیت حاد بر ارگانیسم‌های آبزیان و یک پتانسیل جدی و تهدید آمیز در پرورش ماهیان است (Kwadijk et al., 2010).

سمیت نیترات بر بی‌مهرگان آبی با افزایش غلظت نیترات و افزایش زمان قرار گرفتن در معرض افزایش می‌یابد. در مقابل، سمیت نیترات با افزایش اندازه بدن و شوری آب کاهش می‌یابد (Hamlin, 2005).

به طور کلی، به نظر می‌رسد که بی‌مهرگان آب شیرین حساسیت بیشتری به نیترات نسبت به بی‌مهرگان دریایی دارند. به عنوان یک نتیجه احتمالی، شوری آب می‌تواند در تحمل بی‌مهرگان آبی به یون‌های نیترات تاثیر داشته باشد. به هر حال، برخی از بی‌مهرگان دریایی در مراحل اولیه زندگی ممکن است بسیار حساس به سمیت نیترات باشند (Roberts, 2001).

Rubin و Elmaraghy (۱۹۷۷) پس از بررسی سمیت حاد KNO_3 بر گویی (*Poecilia reticulatus*) محاسبه ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت LC_{50} مقادیر ۱۹۹، ۲۱۹، ۲۶۷ و ۱۹۱ میلی گرم NO_3-N/l را به دست آورد.

Teunen و همکاران (۲۰۲۱) مطرح کرد که در خرچنگ‌هایی که به مدت هفت روز در معرض غلظت نیترات ۱۴ میلی گرم NO_3-N/l قرار گرفتند، نفوذ پذیری برانشی کمی به نیترات نشان دادند. این جذب جزئی نیترات به نظر مجهول می‌رسد، غلظت نیترات موجود در همولف بسیار پایین‌تر از غلظت نیترات در محیط است. علاوه بر این، قرار گرفتن در معرض نیترات تغییرات قابل توجهی در کلرید همولف، غلظت سدیم یا پتاسیم به وجود نمی‌آورد و کاتیون‌های دو ظرفیتی و آنیون‌ها، اسمولالیت خارج سلولی و غلظت اسید آمینه را القاء نمی‌کند (Negm, 2015).

در پرورش ماهیان زینتی که به طور متراکم صورت می‌گیرد در مواردی از قبیل استفاده از منابع آبی با کوددهی بیش از حد، ورود فاضلاب شهری و صنعتی به منابع آب زیر زمینی، آلودگی آب به آمونیاک ممکن است باعث تلفات شدید ماهیان شود. در ارتباط با ضایعات پاتولوژیک آمونیاک در ماهی و تاثیرات آمونیاک بر آنزیم‌های سرمی و فاکتورهای خونی ماهی تحقیقاتی صورت گرفته است. سلول‌های بدن دارای آنزیم‌های مختلفی می‌باشند که در متابولیسم و فعالیت‌های اختصاصی آن سلول‌ها

مونوکسید نیتروژن (NO)، نیتريت (NO_2^-)، نیترات (NO_3^-)، اکسید نیتروس (N_2O)، پنتاکسید نیتروژن (N_2O_5) و تری کلرید نیتروژن (Cl_3N) می‌باشد. فرم آلی نیتروژن از تجزیه بافت گیاهان و حیوانات به وجود می‌آید. نیتروژن بخش اساسی ساختمان اسیدهای آمینه را تشکیل می‌دهد که باعث شکل‌گیری بافت پروتئینی جانداران می‌شود.

در اثر تجزیه پروتئین‌ها (نیتروژن آلی)، یون آمونیوم (NH_4^+) حاصل می‌شود که این ترکیب طی فرآیند بیولوژیک نیتریفیکاسیون^۱ که یک فرآیند دو مرحله‌ای است، ابتدا به وسیله باکتری‌های نیتروزومانس به نیتريت (NO_2^-) و سپس به وسیله نیتروباکترها، نیتريت به نیترات (NO_3^-) اکسید می‌شود. البته مقداری نیتروژن نیز از طریق تثبیت نیتروژن هوا از طریق باکتری‌ها و تخلیه الکتریکی ابرها به صورت اکسید دی نیتروژن (NO_2) و اکسید نیتروژن (NO) به خاک اضافه می‌شود.

نشت فاضلاب‌های صنعتی و شهری، چاه‌های جاذب فاضلاب‌های خانگی، تخلیه غیربهداشتی فاضلاب در سطح زمین، دفع غیربهداشتی کودهای حیوانی، استفاده بی‌رویه از کودهای نیتروژنی در مزارع و باغات کشاورزی و محل‌های تجمع و نگهداری زباله‌ها و گورستان‌ها از مهم‌ترین عوامل تهدیدکننده آبهای زیرزمینی می‌باشد (کیوان، ۱۳۸۱).

در سیستم‌های مدار بسته نیترات باعث اکسیدشدن آهن دو ظرفیتی موجود در هموگلوبین گلبول‌های قرمز خون، به آهن سه ظرفیتی می‌شود و آنرا به متهموگلوبین تبدیل می‌کند. این ترکیب ظرفیت اکسیژن‌رسانی بسیار کمتری نسبت به هموگلوبین خون دارد. مشکل دیگر در رابطه با یون نیتريت می‌باشد. نیتريت پایدار نمی‌باشد و به سرعت اکسید شده و به نیترات تبدیل می‌شود. این یون با آمین‌ها یا آمیدها واکنش داده و نیتروزوآمین‌ها^۲ را تشکیل می‌دهد. ترکیبات نیتريت و نیترات علاوه بر آب می‌تواند از طریق مواد غذایی و سایر منابع به وسیله بدن دریافت شود. طبق استاندارد شماره ۱۰۵۳ موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ویرایش ۵ مورخه ۱۳۸۸/۱۲/۱۱ میزان نیتريت سه میلی گرم در لیتر می‌باشد.

نیترات در غلظت‌های بالا دارای خاصیت سمیت حاد در سیستم آبی‌پروری می‌باشد. نیترات در واقع محصول نهایی از اکسیداسیون باکتریایی آمونیاک در سیستم آبی‌پروری است.

¹ Nitrification

² Nitrosamines

نقش دارند. هنگامی که سلول‌ها دچار ضایعه شدند، غشاء سلولی آنها قادر به نگهداری این آنزیم‌ها نخواهد بود، لذا این آنزیم‌ها به مایع میان بافت و از آنجا به خون وارد می‌شوند. اولین نشانه که غلظت نسبتاً کم نیترات در آب ممکن است بر ماهی مضر باشد توسط Rubin و Elmaraghy (۱۹۷۷) به‌دست آمد. آنها گزارش کردند که بچه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان که در معرض ۵-۶ میلی‌گرم $\text{NO}_3\text{-N/l}$ برای چند روز قرار داشت، افزایش سطح خون از فری‌هموگلوبین نشان داده شد، تغییرات در خون محیطی و آسیب مراکز خون‌ساز و آسیب کبد است.

نتایج

وجود نیترات بالا در آکواریوم‌ها و سیستم‌های مدار بسته باعث ایجاد استرس در ماهیان و حرکات و شنای نامنظم گردیده که در نتیجه موجب افزایش آدرنالین، نورآدرنالین می‌گردد و این افزایش نیترات باعث کاهش ایمنی و کاهش تمایل ماهی به غذا می‌شود که خود عاملی برای مستعد شدن ماهی به بیماری‌های مختلف می‌باشد (Lavoie et al., 2013). گاهی خونریزی‌های روی پوست به‌خصوص در ناحیه اسکات‌ها دیده می‌شود. آبشش‌ها به‌شدت پر خون بوده و ممکن است خونریزی در آنها مشاهده شود. ترشح مخاط بر آبشش‌ها نیز افزایش می‌یابد که به دلیل تجمع خون در بافت آبشش است (Stoskopf, 1993). در این حالت انقباضات و اسپاسم‌های عضلانی پدید می‌آید و نهایتاً ماهی به پهلوی می‌افتد و دهان و سرپوش آبششی در بعضی از ماهیان به دلیل اسپاسم شدید باز می‌مانند. به دنبال آن یکسری حرکات تشنجی شدید اتفاق می‌افتد که نهایتاً منجر به مرگ می‌شود. در ماهیان رنگین‌تر، پوست ماهی رنگ‌پریده شده و با مقادیر زیادی مخاط پوشیده می‌شود که در مواجهه با سم بروز پیدا می‌کند. با اطلاعات ارائه شده در این بررسی، نیترات تخلیه شده از منابع انسانی، ممکن است خطر زیست محیطی جدی را برای حیوانات آبی دربر داشته باشد. در واقع، به عنوان یک نتیجه از آلودگی نیتروژن، غلظت نیترات در آبهای سطحی می‌تواند بیش از میزان ۲۵ میلی‌گرم $\text{NO}_3\text{-N/l}$ باشد. اغلب دارندگان آکواریوم گمان می‌برند که گیاهان فقط به منظور تزئین و دکراسیون آکواریوم می‌باشند. بنابراین، به اشتباه گیاهان مصنوعی را جایگزین گیاهان زنده می‌کنند. عده‌ای دیگر

نیز نقش گیاهان را تنها در تولید اکسیژن می‌دانند. در نتیجه، سعی می‌کنند از طریق تهویه بهتر، کمبود آن را جبران نمایند. تحقیقات نشان می‌دهد که اثر گیاهان در داخل آکواریوم‌ها به‌مراتب مهم‌تر از موارد مذکور می‌باشد. آمونیاک یکی از ترکیبات ازته است که از ماهیان دفع می‌شود که حتی غلظت‌های ناچیز آن هم سمی و خطرناک است. همواره مسمومیت‌های آمونیاکی از عوامل مرگ و میر دسته جمعی ماهیان بوده است. آمونیاک حاصل از مواد دفعی به‌وسیله باکتری‌های مفید که در بیوفیلترها و حتی فیلترهای زیر شنی زندگی می‌کنند، جذب شده و در نهایت به نیترات تبدیل می‌شود. گیاهان زنده داخل آکواریوم قادر به جذب نیترات هستند و به‌نوعی آب را تصفیه می‌کنند. از سوی دیگر، این موارد همانند کودها باعث افزایش رشد و نمو گیاهان می‌شوند. بالارفتن نیترات عاملی مهم در رشد ناخواسته جلبک‌هاست. سطوح نیترات به میزان کم تا 10 ppm باعث رشد جلبک‌ها می‌شود. رشد جلبک در تانک‌هایی که به‌تازگی راه‌اندازی شده‌اند، معمولاً به دلیل بالا بودن نیترات است. هرچند گیاهان نیترات را مصرف می‌کنند، اما اگر میزان نیترات سریع‌تر از توانایی مصرف گیاهان بالا رود، رشد جلبک‌ها در نهایت سبب از بین رفتن گیاهان می‌شود. بر خلاف آمونیاک و نیتريت، باکتری‌های از بین برنده نیترات، به محیط‌های پر از اکسیژن علاقه‌ای ندارند. بنابراین، فیلترهای معمولی پناهگاه خوبی برای باکتری‌های از بین برنده نیترات نیستند. هرچند فیلترهای مخصوصی وجود دارند که نیترات آب را از بین می‌برند، اما قیمت آنها در مقایسه با فیلترهای معمولی بالا است. در انتها شایان ذکر است که بهترین کار پیشگیری از بروز مسمومیت است. اقداماتی برای پایین نگه‌داشتن نیترات آب از جمله تمیز نگه داشتن تانک‌ها و غذاهای به اندازه و تعویض آب منظم و استفاده از گیاه طبیعی وجود دارد.

بحث

حلالیت نیترات در آب بالاست، لذا هوادهی در خروج نیترات آب نقش ندارد. غلظت نیترات در آب تحت تاثیر pH، سطوح اکسیژن محلول، شوری، گونه جانوری، سن و سایز ماهی و تراکم ماهیان و همچنین میزان تغذیه است (صادقی، ۱۳۸۱). ماهیان نسبت به تحریکات و استرس خارجی به‌شدت واکنش نشان داده و سعی می‌کنند از سطح آب بیرون بپرند که به‌نظر می‌رسد به

دلیل عدم تعادل اسمزی باشد و لذا این نظریه با نتایج تحقیق حاضر برابری می‌کند چون از علائم اولیه مسمویت حاد با نیترات در ماهیان تحقیق حاضر بی‌قراری، نفس نفس زدن در سطح آب، شنا در سطح آب بوده است. Knepp و Arkin (۱۹۷۳) گزارش کردند که گربه ماهی کانال *Ictalurus punctatus* به طور کلی بعد از وارد شدن استرس ناشی از افزایش نیترات در محیط ماهیان به سمت کف متمایل و پراکنش آنها کاهش می‌یابد، سپس با افزایش غلظت نیترات به سطوح بالاتر مهاجرت می‌کنند که با نشانه‌های تیره شدن رنگ پوست بدن، بروز حالات عصبی، بلعیدن هوا از سطح، شنای سریع در غلظت‌هایی بالای نیترات، شدت تنفس و باز و بسته شدن سریع سرپوش آبششی و نهایتاً مرگ ماهی همراه است. بروز این حالات در نتیجه آسیب وارده بر آبششهاست. تحقیق مذکور مطالب عنوان شده را تایید می‌کند که ناشی از عدم دفع مواد و عدم جذب اکسیژن از آبشش‌ها است. Yang و همکاران (۲۰۱۹) گزارش کرده است که LC_{50} در ۹۶ ساعت مقادیر نیترات آب برای قزل آلائی رنگین کمان *Oncorhynchus mykiss* و ماهی آزاد چینوک *Oncorhynchus tshawytscha* به میزان ۱۳۵۵ و ۱۳۱۰ میلی‌گرم در لیتر است. قرار گرفتن در معرض نیترات در این بررسی باعث تخریب بافت اپیتلیوم آبشش مانند همجوشی لاملا و ادم در مقایسه با گروه شاهد مختلف گردید. برای محاسبه LC_{50} ابتدا یک بررسی اولیه صورت گرفت تا محدوده‌ای که در آن تلفات اولیه اتفاق می‌افتد، به‌دست آید. سپس میزان LC_{50} در ۲۴ ساعت برای بچه تاسماهی ازون برون ۹۰۹/۷۴۳۴ میلی‌گرم در لیتر نیترات کل به‌دست آمد. این مقدار در مقایسه با حد تحمل ماهی کپور ماهی هندی که میزان LC_{50} آن در ۲۴ ساعت ۱۴۸۴ میلی‌گرم در لیتر نیترات کل به‌دست آمده بود. Teunen و همکاران (۲۰۲۱) در بررسی سمیت حاد نیترات بر میگوهای خانواده پناپیده میزان LC_{50} در ۴۸ ساعت را به اندازه ۳۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر در ۲۸ ppt آب دریا بیان کرد که بیانگر مقاومت بالای میگوها نسبت به تاسماهی ازون برون در مواجه با نیترات است. کپ و همکاران (۱۹۷۳) گزارش داده‌اند که گربه ماهی کانال *Ictalurus punctatus* قادر به تحمل غلظت نیترات ۹۰ میلی‌گرم در لیتر بدون تاثیر بر فعالیت رشد و تغذیه پس از قرار گرفتن طی ۱۶۴ روز بوده است. Yang و همکاران (۲۰۱۹) ارزیابی سمیت کوتاه

مدت نیترات بر ماهیان انگشت قد (۷۶-۵۰ میلی‌متر طول) از *I. punctatus* در ۲۲، ۲۶ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد، محاسبه ۹۶ ساعت LC_{50} میزان ۱۳۵۵، ۱۴۲۳ و ۱۴۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌دست آمد که سمیت حاد نیترات بر *I. punctatus* را مستقل از درجه حرارت آب بیان کردند.

Tilak و همکاران (۲۰۰۲) با استفاده از سیستم ثابت و مستمر، در ۲۴ ساعت LC_{50} میزان ۱۵۶۵ و ۱۴۸۴ میلی‌گرم در لیتر برای کپور بزرگ هند *Catla catla* بیان کردند که نسبت به تاسماهی ازون برون مقاوم‌تر است. شایان ذکر است، تحقیقات گوناگون مطالعه شده حساسیت گونه‌های مختلف آبزیان را در برابر نیترات در شرایط بهینه نشان می‌دهد، بدین معنی که در صورت مساعد و اپتیمال بودن شرایط زیست محیطی، توان ماهیان در تحمل غلظت‌های بالای نیترات در کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد. در شرایط پرورشی ممکن است مقادیر کمتر نیترات نیز باعث تلفات شود، زیرا بعضی فاکتورهای دیگر مانند مواد محلول و سمی (H_2S ، متان) و نیز شرایط نامساعد از قبیل بالا بودن دمای آب یا کمبود اکسیژن محلول می‌توانند اثرات نیترات را تشدید کرده و ماهی را نسبت به اثرات نیترات حساس‌تر کنند. از سویی، در صورتی که ماهی در معرض عوامل نامساعد مختلف از قبیل آلودگی انگلی و سوء مدیریت پرورشی باشد، به مسمومیت حساس‌تر است. بنابراین، می‌توان عنوان نمود فاکتورهای بیولوژیک (گونه ماهی و سن ماهیان) و فاکتورهای زیست محیطی (دما، pH، اکسیژن، دی‌اکسید کربن و ...) قادر به تحت تاثیر قرار دادن سمیت نیترات و حساسیت ماهیان نسبت به آن است. با وجود اینکه عوامل مختلفی می‌توانند باعث بروز عوارض در کبد و کلیه شوند اما با توجه به اینکه ماهی‌های مورد استفاده در ابتدای آزمایش به ظاهر سالم بوده و دچار مشکل انگلی نیز نبوده‌اند. از سویی، این ضایعات و تلفات نیز در گروه شاهد مشاهده نشد. بنابراین، نتیجه گرفته می‌شود مسمویت حاد با آمونیوم و نیتريت و نیترات می‌تواند باعث ضایعات حاد در کبد و کلیه ماهیان شود. ضایعات در کلیه ماهیان تلف شده بسیار شدید بوده و در کبد نسبتاً عوارض کمتری مشاهده شد. بنابراین، اختلال در دفع مواد زائد و عدم تعادل اسمزی مناسب می‌تواند عامل اصلی تلفات بچه ماهیان باشد.

پیشنهاده‌ها

به رغم این مقاله از سطوح مقدماتی امن نیترات در آب برای پرورش آبزیان، مطالعات بیشتر به‌ویژه مطالعات طولانی‌مدت، برای بررسی و بهبود سطح بی‌خطر توصیه شده مورد نیاز است. مطالعات جدید باید همچنین در تأثیر سختی آب، شوری، pH، دما، اکسیژن محلول و سایر ترکیبات شیمیایی بر سمیت آمونیوم، نیتريت و نیترات بر حیوانات آبزی بررسی شود. در نهایت، چون موجودات آبزی فعل و انفعالات حیاتی با یکدیگر (رقابت، شکار، انگل) و بیماری‌های زمینه دارند، مطالعات آزمایشگاهی باید به بیرون از آزمایشگاه منتقل شده و برای ارزیابی تأثیر غلظت بالای نیترات بر این عوامل زیست محیطی و تکاملی و انتخاب طبیعی در محیط طبیعی بررسی شوند.

منابع

- pounds in aquatic systems in the Netherlands. Environ. Sci. Technol. 44,3746–3751.
- Lavoie, R.A., Jardine, T.D., Chumchal, M.M., Kidd, K.A., Campbell, L.M., 2013.** Biomagnification of mercury in aquatic food webs: a worldwide meta-analysis. Envi-ron. Sci. Technol. 47, 13385–13394.
- Negm, N., 2015.** Bioaccumulation of poly- and perfluoroalkyl substances (PFASs) and mercury in European perch (*Perca fluviatilis*): spatial distribution and forest clear-cut (CC) effects in Swedish lakes. Master's thesis. 115P.
- Roberts, R.J., 2001.** Fish pathology. Saunders, London 472P.
- Rubin, A.J. and Elmaraghy, G.A., 1977.** Studies on the toxicity of ammonia, nitrate and their mixture to guppy fry, 11, 927–935.
- Stoskopf, M.K., 1993.** Fish medicine. W.B. Saunders Company. 182-184.
- Teunen, L., Bervoets, L., Belpaire, C., De Jonge, M., Groffen, T., 2021.** PFAS accumulation in indigenous and translocated aquatic organisms from Belgium, with translation to human and ecological health risk. 33, 39.
- Tilak, K.S., Lakshmi, S.J. and Susan, T.A., 2002.** The toxicity of ammonia, nitrite and nitrate to the fish, (*Catla catla*). *Journal of Environmental Biology*, 23, 147–149.
- Yang, X., Peng, L., Hu, F., Guo, W., Hallermen, E., Huang, Z., 2019.** Acute and chronic toxicity of nitrate to fat greenling (*Hexagrammos otakii*) juveniles. J. World Aquacult. Soc. 50, 1016–1025.
- پوستی، ای.، صدیق مردستی، ع.، ۱۳۷۸.** اطلس بافت شناسی ماهی. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. ۲۹۷ص.
- صادقی، م.، ۱۳۸۱.** بررسی بافت شناسی غده هیپوفیز در ماهی سفید دریای خزر. پایان نامه دکتری. ش ۵۳۸. صص ۳۱–۴۲.
- کیوان، ا.، ۱۳۸۱.** مقدمه‌ای بر تکنولوژی پرورش ماهیان خاویاری. انتشار دانشگاه آزاد واحد لاهیجان. ۲۷۰ص.
- Hamlin, H.J., 2005.** Nitrate toxicity in Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*). *Aquaculture*, 693:253-688.
- Hung, S.S.O., Groff, J.M., Lutes, P.B. and Kofifiynn-Aikins, F., 1990.** Hepatic and intestinal histology of juvenile white sturgeon fed different carbohydrates. *Aquaculture*, Vol. 87, pp. 349-360.
- Knepp, G.L. and Arkin, G.F., 1973.** Ammonia toxicity levels and nitrate tolerance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*). *Progressive Fish-Culturist*, 35, 221–224.
- Kwadijk, C.J.A.F., Korytár, P., Koelmans, A.A., 2010.** Distribution of perfluorinated com-

The effect of nitrate compounds, nitrate and ammonium different stages of aquatic life

Jamshidi A.^{1*}

*arash.jamshidi67@gmail.com

1-Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, Somehsara, Iran.

Abstract

Open pollution compounds such as nitrate, nitrite and ammonium acute or semi-acute water poisoning, especially juveniles' fish create a short-term and long-term depending on the concentration impairs physiological activities and cause of death is unknown. Most affected by the contamination of farmed fish, their immune system is compromised. The main toxic reactions due to the conversion of nitrates in the water carry oxygen to the forms that are not capable of carrying oxygen. Nitrate toxicity on aquatic animals by increasing the concentration and exposure time increases. In contrast, nitrate toxicity may be associated with increasing body size, increase in water salinity, and reduced environmental sustainability. Fresh water animals seem to be more sensitive to nitrate is marine animals. Nitrate concentrations around 10 mg (maximum for drinking water according to Federal America) can have negative effects, at least in the long term exposure, freshwater invertebrates, fish and amphibians influence. Safe area under the concentration of nitrate to protect freshwater animals susceptible to nitrate contamination is recommended. In addition, the maximum level of 2 mg to protect the most sensitive freshwater species would be appropriate. In the case of marine animals, the maximum level of 20 mg is generally acceptable. However, in the early developmental stages of some marine invertebrates that have adapted well to the low nitrate concentration, may be more susceptible to nitrate are sensitive to freshwater invertebrates.

Keywords: Water pollution, Mortality, Toxicity, Fish, Amphibians