13 (3) 147-154, Autumn 2021

Journal of Animal Environment
(AEJ)
Journal homepage: http://www.aejournal.ir

Original Research Paper

Effect of Ammonium Nitrate on the cannibalism of Marsh frog, *Pelophylax* sp. (Anura: Ranidae)

Behnam Broumand Foomani [1], Hossein Javanbakht [1], Somaye Vaissi [2*]

[1] *Department of Biology, Faculty of Science, University of Guilan, Rasht, Iran*
[2] *Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran*

Key Words
Nitrogen pollution
Ammonium nitrate
Cannibalism
Marsh frog

Abstract

Introduction: In recent decades, the use of nitrogen-based fertilizers such as ammonium nitrate has grown significantly in agricultural use. Many amphibian species use agricultural lands as a place to live and reproduction, and as a result are constantly exposed to this chemical fertilizer. This pollutant has negatively affected many biological variables of amphibians, including growth, development and survival, but there is very little research on its effect on cannibalism.

Materials & Methods: In this study, we investigated the effect of ammonium nitrate on cannibalism of larval Marsh frog, *Pelophylax* sp. in north and northeast of Iran. For this purpose, 360 larval of Marsh frog with a density of 20 and water volume of 1500 ml per container, in three replications at concentrations of 0 (control), 5, 10, 20, 30 and 40 mg/l, with an average temperature of 28 °C, conducted for 143 days.

Result: The obtained microscopic results showed that the renal system in the studied lizards differs in the relative number of renal corpuscles according to the habitat, so that the number of the corpuscles is directly related to the biological area of lizards. The number of renal corpuscless in *Trapelus agilis*, which is an arid-dweller species, is very small with small glomeruli scattered at a great distance from each other. It was seen, but in Lacerta media, which is a temperate-resident species, the renal corpuscles are observed in greater numbers with a short distance from each other.

Conclusion: According to the results, the start of cannibalism of Marsh frog larvae was recorded at week 8 and the end of cannibalism at week 17. The highest and lowest percentages of cannibalism were measured in the control treatment (31.66% ±25.65) and the concentration of 40 mg /l (0%), respectively.

* Corresponding Author's email: s.vaissi@razi.ac.ir
Received: 18 August 2020; Reviewed: 24 September 2020; Revised: 10 November 2020; Accepted: 15 December 2020
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.246468.2341

مقاله پژوهشی

بررسی اثر آمونیوم‌نیترات بر همنوع‌خواری لاروهای قورباغه مردابی *Pelophylax* sp. (Anura: Ranidae)

بهنام برومندفومنی[۱]، حسین جوان‌بخت[۱]، سمیه ویسی[۲]*

[۱] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

[۲] گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

کلمات کلیدی

آلودگی نیتروژن
آمونیوم‌نیترات
همنوع‌خواری
قورباغه مردابی

چکیده

مقدمه: استفاده از کودهای شیمیایی مبتنی بر نیتروژن مانند آمونیوم‌نیترات، در طی چند دهه اخیر رشد چشمگیری در مصارف کشاورزی داشته است. تعداد زیادی از گونه‌های دوزیستان، از اراضی کشاورزی به‌عنوان مکانی برای زندگی و تولیدمثل استفاده می‌کنند و در نتیجه همواره در معرض این کود شیمیایی قرار دارند. این آلاینده بر بسیاری از متغییرهای زیستی دوزیستان ازجمله رشد، تکوین و بقاء تأثیر منفی می‌گذارد اما تحقیقات بسیار کمی در زمینه تأثیر آن بر همنوع‌خواری وجود دارد.

مواد و روش‌ها: در این مطالعه تأثیر آمونیوم‌نیترات بر همنوع‌خواری لاروهای قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.) که در شمال و شمال‌شرق ایران یافت می‌شود، مورد بررسی قرار گرفت. بدین‌منظور، ۳۶۰ لارو قورباغه‌ی مردابی (گاسنر ۲۶ تا ۴۶) با تراکم ۲۰ و حجم آب ۱۵۰۰ میلی‌لیتر در هر ظرف، با سه تکرار در غلظت‌های ۰ (شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم/لیتر، با متوسط دمای ۲۸ درجه سلسیوس، به‌مدت ۱۴۳ روز مورد آزمایش قرار گرفت.

نتایج: با توجه به نتایج، شروع همنوع‌خواری لاروهای قورباغه مردابی در هفته هشت و پایان همنوع‌خواری در هفته ۱۷ ثبت شد. بیش‌ترین و کم‌ترین درصد همنوع‌خواری به‌ترتیب در تیمار شاهد (۶۶/۶۵±۳۱/۲۵ درصد) وغلظت ۴۰ میلی‌گرم/لیتر (صفر درصد) اندازه‌گیری شد.

نتیجه‌گیری و بحث: براساس تحلیل‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه، با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات درصد همنوع‌خواری به‌طور معنی‌داری کاهش یافت ($p=0/05$).

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: s.vaissi@razi.ac.ir

تاریخ دریافت: ۲۸ مرداد ۱۳۹۹؛ تاریخ داوری: ۳ مهر ۱۳۹۹؛ تاریخ اصلاح: ۲۰ آبان ۱۳۹۹؛ تاریخ پذیرش: ۲۵ آذر ۱۳۹۹
(DOI): 10.22034/AEJ.2020.246468.2341

مقدمه

شکار درون‌گونه‌ای، همنوع‌خواری یا کانی‌بالیسم، به معنای شکار کردن و تغذیه از افراد هم‌گونه، رفتاری معمول و شایع در بازه وسیعی از جانوران از جمله پروتوزوئرها، نرم‌تنان، حشرات، ماهیان، دوزیستان، خزندگان، پرندگان و پستانداران می‌باشد (Fox، ۱۹۷۵). این پدیده تا کنون در بیش از ۱۳۰۰ گونه جانوری مشاهده شده است و می‌تواند به‌صورت شکارشدن فرزندان توسط والدین، شکار افراد هم‌نیا یا هم‌نژاد و یا شکار سایر افراد هم‌گونه باشد (Polis، ۱۹۸۱). همنوع‌خواری می‌تواند با افزایش منابع غذایی در دسترس برای افراد (Fox، ۱۹۷۵؛ Polis، ۱۹۸۱؛ Lourdais و همکاران، ۲۰۰۵)، کاهش رقابت‌های درون گونه‌ای (Wise، ۲۰۰۶)، افزایش پتانسیل و موقعیت‌های تولیدمثلی (Hrdy، ۱۹۷۹؛ Packer و Pusey، ۱۹۸۳)، تنظیم ساختار جمعیت (Vlceck و همکاران، ۲۰۱۳)، تعدیل اثرات منفی ناشی از تراکم بالا (Collins و Cheek، ۱۹۸۳) و افزایش نرخ رشد (Crump، ۱۹۹۰؛ Wildy و همکاران، ۱۹۹۸)، برای بقاء یک جمعیت بسیار سودمند باشد. در مقابل، این رفتار می‌تواند باعث ایجاد آسیب‌های فیزیکی، افزایش مرگ و میر، گسترش انگل‌ها و میکرواورگانیزم‌های بیماری‌زا و هم‌چنین کاهش واریانس یا تنوع در خزانه ژنی جمعیت شده و آسیب‌پذیری آن را در مقابله با شرایط محیطی افزایش دهد (Crump، ۱۹۹۲؛Pfening، ۱۹۹۷).همنوع‌خواری در دوزیستان،به‌ویژه گونه‌هایی که در آبگیرها یا برکه‌های موقتی تولیدمثل می‌کنند بسیار شایع بوده و افراد هم‌گونه می‌توانند بخش قابل‌توجهی از غذای مصرف شده را تشکیل دهند (Crump، ۱۹۹۲). به‌عنوان مثال، در دو گونه از قورباغه‌های خانواده *Ranidae* (*Rana esculenta* و *Rana ridibunda*)، ۲۰ درصد از کل حجم غذای مصرفی افراد، از طریق شکار درون گونه‌ای تأمین می‌شود (Dushin، ۱۹۷۵). این رفتار، عموماً در مراحل ابتدایی حیات مشاهده می‌شود و بخش غالب آن به‌صورت تغذیه لاروها از تخم‌ها و یا لاروهای کوچک‌تر می‌باشد (Crump، ۱۹۸۶؛ Alford، ۱۹۹۹؛ Crossland و Shine، ۲۰۰۶). اما در برخی از دوزیستان، گاهاً افراد بالغ توسط هم‌گونه‌های بزرگ‌تر خود شکار می‌شوند (Pizzatto و Shine، ۲۰۰۸). اگر چه تعدادی از مطالعات مشخص می‌کنند که شکاردرون‌گونه‌ای، تحت تأثیر برخی ویژگی‌های ژنتیکی می‌باشد اما نقش عوامل محیطی در بروز این رفتار بسیار بارزتر است (Polis، ۱۹۸۱). عواملی از جمله دما و میزان پیچیدگی ساختار محیط (Rojht و همکاران، ۲۰۰۹؛ Stoner و همکاران، ۲۰۱۰)، تراکم افراد و مقدار غذای در دسترس (Collins و Cheek، ۱۹۸۳؛ Carlson و همکاران، ۲۰۱۴؛ Vaissi و Sharifi، ۲۰۱۶)، میزان ناهمسانی یا تفاوت افراد جمعیت از نظر اندازه (Baras و Almeida، ۲۰۰۱؛ Hseu، ۲۰۰۲؛Park و همکاران، ۲۰۱۰) و هم‌چنین استرس‌های فیزیولوژیکی و محیطی (Fox، ۱۹۷۵) مستقیماً بر شدت همنوع‌خواری تأثیرگذار هستند. به‌عنوان مثال، برخی مطالعات مشخص می‌کنند که همنوع خواری، با گرسنگی افراد ارتباط مستقیم دارد به این ترتیب که افزایش اشتها و یا کمبود غذای موجود در محیط، باعث افزایش نرخ همنوع خواری می‌شود (Carlson و همکاران، ۲۰۱۴). فعل و انفعالات زراعتی، امروزه به‌عنوان یکی از اصلی‌ترین عوامل تهدیدکننده حیات دوزیستان شناخته شده‌اند چرا که گسترش فعالیت‌های کشاورزی، از طرفی باعث تخریب و تغییر در ساختار زیستگاه‌های طبیعی شده و از سوی دیگر باعث ورود مواد شیمیایی زراعتی (ازجمله علف‌کش‌ها، آفت‌کش‌ها و کودهای شیمیایی) به محیط زیست می‌شود. به‌علاوه، تعداد زیادی از گونه‌های دوزیستان، از اراضی کشاورزی به‌عنوان مکانی برای زندگی و تولیدمثل استفاده می‌کنند و درنتیجه همواره در معرض مواد شیمیایی زراعتی قرار دارند (Mann و همکاران، ۲۰۰۹). میزان مصرف کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار، طی چند دهه اخیر رشد چشم‌گیری داشته‌است (Nishio، ۲۰۰۲). آمونیوم‌نیترات، از پرمصرف‌ترین کودهای شیمیایی نیتروژن‌دار در سطح جهان بوده و بر بسیاری از متغییرهای زیستی دوزیستان تأثیر منفی می‌گذارد (Ortiz و همکاران، ۲۰۰۴). از این قبیل تأثیرات، می‌توان به افزایش مرگ و میر (Xu و Oldham، ۱۹۹۷؛ Ortiz و همکاران، ۲۰۰۴؛ Bibi و همکاران، ۲۰۱۶؛ Garriga و همکاران، ۲۰۱۷)، کاهش نرخ بقاء (Schuytema و Nebeker، ۱۹۹۹؛ Ortiz-Santaliestra و همکاران، ۲۰۰۶؛ Burgett و همکاران، ۲۰۰۷؛ Oromi و همکاران، ۲۰۰۹)، کاهش نرخ رشد و افزایش سن دگردیسی (Hecnar، ۱۹۹۵؛ Ortiz و همکاران، ۲۰۰۴؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۵)، ایجاد ناهنجاری‌های ریختی و اختلال در فعل و انفعالات هورمونی (Hecnar، ۱۹۹۵؛ Guillette و Edwards، ۲۰۰۵؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۵) اشاره کرد. هم‌چنین از تأثیرات این ماده بر جنبه‌های رفتاری دوزیستان، می‌توان به کاهش سطح تحرک (Xu و Oldham، ۱۹۹۷؛ Burgett و همکاران، ۲۰۰۷)، کاهش فعالیت تغذیه‌ای (Baker و Waights، ۱۹۹۴؛ Hecnar، ۱۹۹۵؛ Marco و Blaustein، ۱۹۹۹) و ایجاد اختلال در پاسخ‌های دفاعی علیه شکارگر (Ortiz-Santaliestra و همکاران، ۲۰۱۰) اشاره کرد. کاهش تحرک، باعث کاهش برخورد و مواجهه افراد جمعیت با یکدیگر شده و این مسأله باعث کاهش میزان همنوع‌خواری می‌شود (Polis، ۱۹۸۱). ایران دارای دو خانواده از دوزیستان دم‌دار (*Salamandridae* و *Hynobiidae*، مجموعاً شامل هفت گونه) و پنج خانواده از دوزیستان بی‌دم (*Hylidae*، *Ranidae*، *Pelobatidae*، *Dicroglossidae* و *Bufonidae*، مجموعاً شامل پانزده گونه) می‌باشد که از این بین، شش گونه بومی هستند. از لحاظ حفاظتی، سه گونه از دوزیستان ایران در وضعیت بحرانی (Critically endangered) و دو

گونه‌در‌وضعیت‌آسیب‌پذیر (Vulnerable) قرار دارند (Safaei-Mahroo و همکاران، ۲۰۱۵). سه گونه از قورباغه‌های جنس *Pelophylax* (*Pelophylax* sp.، *Pelophylax* spp. و *Pelophylax bedriagae*) در ایران یافت می‌شوند که در نواحی شمالی، شمال‌شرقی، شمال‌غربی، غرب و جنوب‌غربی کشور پراکنش دارند. قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.)، در نواحی شمالی و شمال‌شرقی ایران (شامل استان‌های گیلان، مازندران، گلستان و بخش‌های شمالی استان خراسان) پراکنش داشته و توسط سازمان IUCN به‌عنوان گونه‌ای با کم‌ترین میزان آسیب‌پذیری (least concern) شناخته شده است (Safaei-Mahroo و همکاران، ۲۰۱۵؛ Pesarakloo و همکاران، ۲۰۱۷). همنوع‌خواری، بر پویایی یا دینامیک جمعیت، برهم‌کنش‌های درون‌گونه‌ای و ساختار جمعیت‌ها تأثیرگذار بوده و به‌عنوان یکی از فاکتورهای اکولوژیکی مهم در حیات جانوران شناخته شده است (Vlceck و همکاران، ۲۰۱۳). بررسی تأثیر عوامل استرس‌زای محیطی بر همنوع‌خواری، برای درک بهتر چگونگی پاسخ دوزیستان به آلاینده‌ها در محیط‌های‌طبیعی ضروری به‌نظر می‌رسد. با وجود این‌که تأثیر بسیاری از عوامل محیطی از جمله دما (Rojht و همکاران، ۲۰۰۹)، تراکم افراد (Vaissi و Sharifi، ۲۰۱۶؛ Hans و همکاران، ۲۰۱۹)، ساختار فیزیکی محیط (Stoner و همکاران، ۲۰۱۰) و میزان غذای در دسترس افراد (Wildy و همکاران، ۲۰۰۱؛ Carlson و همکاران، ۲۰۱۴) بر بروز همنوع‌خواری در جانوران ازجمله دوزیستان، به دفعات توسط محققین مورد بررسی قرار گرفته، اما تنها یک مطالعه درخصوص تأثیر آلاینده‌های شیمیایی بر همنوع‌خواری دوزیستان دم‌دار لاروهای *Salamandra salamandra* وجود دارد (Ortiz-Santaliestra و همکاران، ۲۰۱۲). تحقیق حاضر، اولین مطالعه انجام شده درخصوص تأثیر آلاینده‌های شیمیایی، بر همنوع‌خواری دوزیستان بی‌دم در جهان می‌باشد. هدف از این مطالعه، بررسی تأثیر آمونیوم نیترات، بر همنوع‌خواری قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.) می‌باشد. هم‌چنین در این مطالعه برای نخستین‌بار همنوع‌خواری در لاروهای قورباغه مردابی گزارش می‌شود.

مواد و روش‌ها

نمونه‌برداری: برای انجام این آزمایش، ۵۰۰ عدد تخم لقاح یافته قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.)، در فروردین ماه ۱۳۹۹ از داخل یک شالیزار واقع در منطقه فومنات (″E۴۹°۲۲′۲۱/۴ ″N۳۷°۱۵′۰۱/۱) در استان گیلان، جمع‌آوری و توسط ظروف پلاستیکی به یک محیط آزمایشگاهی نیمه طبیعی که توسط نویسندگان این اثر، داخل یک زمین مسکونی در فاصله تقریبی ۳۰۰ متر از مکان نمونه برداری، جهت انجام آزمایش، تعبیه شده بود، منتقل شدند. عمق آب مکان نمونه‌برداری در عمیق‌ترین نقطه، ۶۵ سانتی‌متر و در کم عمق‌ترین نقطه ۹ سانتی‌متر و دمای آب، ۲/۵±۲۹/۵ درجه سلسیوس اندازه‌گیری شد. با رسیدن تخم‌ها به مرحله لاروی (گاسنر ۲۶)، ۳۶۰ لارو با اندازه یکسان جهت شروع آزمایش انتخاب شدند.

طراحی آزمایش: در این مطالعه، اثر آمونیوم‌نیترات [(NH_4NO_3) با خلوص ٪۹۸/۵<] در محلول‌هایی به حجم ۱۵۰۰ میلی‌لیتر و در ۶ غلظت متفاوت [۰(شاهد)، ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم/لیتر] و تعداد ۳ تکرار برای هر غلظت، مورد بررسی قرار گرفت. ابعاد ظروف مورد استفاده در آزمایش، ۱۲×۱۷×۲۴ سانتی‌متر و تراکم نمونه‌ها شامل ۲۰ عدد در هر تکرار بود. دمای تیمارها به‌طور روزانه توسط دماسنج جیوه‌ای اندازه‌گیری شده و میانگین دما در طول دوره آزمایش، ۲۸ درجه سلسیوس ثبت گردید. هم‌چنین اعمال نور، مطابق با رژیم نوری طبیعی درنظر گرفته شد. نمونه‌ها در طول دوره لاروی، سه بار در هفته با اسفناج پخته تغذیه شدند. با افزایش اندازه لاروها، مقدار غذا بیش‌تر شد به‌طوری‌که در آغاز مرحله لاروی، ۰/۱ گرم و در هفته پایانی آزمایش، این مقدار به ۱/۵ گرم به‌ازای هر لارو، افزایش یافت. محلول‌ها طی دوره آزمایش، یک‌بار در هفته تعویض شده و تیمارها توسط پمپ اکسیژن (HAILEA مدل ۲۰۸_ ACO) تهویه شدند.

عکس‌برداری و متغیرهای مورد بررسی: از نمونه‌ها طی همنوع‌خواری توسط دوربین دیجیتال (OLYMPUS مدل ۲۱۰_ FE) به فاصله ۱۵ سانتی‌متر عکس‌برداری شد. جهت بررسی همنوع‌خواری، سه متغیر از تغییرات ریختی لاروها تعریف شد: ۱) جراحت شامل آسیب به سر، کنده شدن چشم و کوتاه شدن یا آسیب به بخشی از دم، ۲) همنوع‌خواری کامل شامل ناپدید شدن و خورده شدن کامل لارو و ۳) همنوع‌خواری کلی شامل هر دو جراحت و همنوع‌خواری کامل. لازم به ذکر است در هر قسمت از این تحقیق (ازجمله خلاصه و بحث) از واژه همنوع‌خواری استفاده شده منظور همان همنوع‌خواری کلی است. همنوع‌خواری به‌طور روزانه مورد بررسی قرار گرفته و اجساد یا باقی‌مانده لاروهای آسیب‌دیده از داخل ظروف، جمع‌آوری شدند. این مطالعه، تا پایان دگردیسی نمونه‌ها (گاسنر ۴۶، به‌مدت ۱۴۳ روز) ادامه یافته و پس از اتمام آزمایش، نمونه‌ها در زیستگاه اولیه (محل نمونه‌برداری) رها شدند.

تحلیل‌های آماری: جهت تحلیل آماری، فرضیه پارامتریک در نظر گرفته شد و هیچ‌گونه تغییری در داده‌ها اعمال نشد ((Wildy و همکاران، ۲۰۰۱؛ Vaissi و Sharifi، ۲۰۱۶). جهت جلوگیری از تکرار کاذب (pseudo-replication)، از میانگین (mean ± SD) هر متغیر در هر یک از ظروف استفاده شد. میانگین و انحراف معیار (standard deviation) داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SPSS (ورژن ۲۲/۰) به‌دست آمد. مقایسه داده‌ها بین غلظت‌های مختلف از طریق آنالیز واریانس

یک‌طرفه (one-way ANOVA) توسط نرم‌افزار SPSS (ورژن ۲۲/۰) مورد تحلیل قرار گرفت (Rojht و همکاران، ۲۰۰۹؛ Hans و همکاران، ۲۰۱۹). برای مقایسه تفاوت بین میانگین دو غلظت، از مقایسه‌های تعقیبی (post hoc comparisons) (آزمون توکی) استفاده شد. سطح معنی‌داری ($p\leq ۰/۰۵$) درنظر گرفته شد. نمودارها در مایکروسافت اکسل ۲۰۱۹ ترسیم شدند.

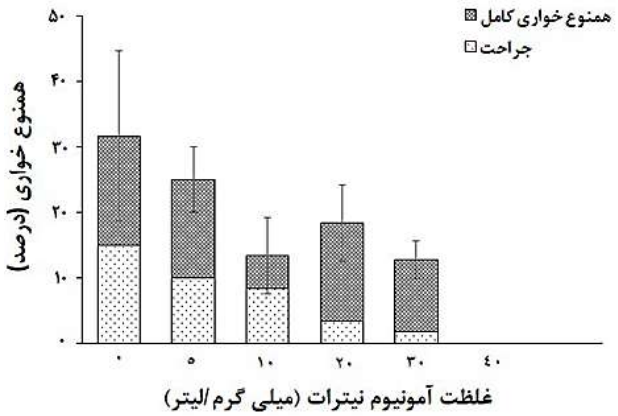
نتایج

همنوع‌خواری لاروهای قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.) در شکل ۱ نشان داده شده است. همنوع‌خواری به‌صورت آسیب به سر شامل کنده شدن چشم‌ها یا آسیب به سطح شکمی و خروج روده‌ها از شکم، آسیب به دم و یا خورده شدن کامل لارو مشاهده شد (شکل ۱).

شکل ۱: همنوع خواری در لاروهای قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.)

لازم به ذکر است جراحت سر یا آسیب‌های شکمی در لاروها در نهایت به مرگ منجر شد. میانگین و انحراف معیار همنوع‌خواری شامل جراحت (آسیب به دم و سر) و همنوع‌خواری کامل (خورده شدن کامل لارو) در لاروهای قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.) در شکل ۲ نشان داده شده است. شروع و بیش‌ترین درصد همنوع‌خواری کامل در لاروها در هفته ۸ آزمایش ثبت شد و این نوع همنوع‌خواری از هفته ۱۳ و تا پایان آزمایش صفر ثبت شد. درصد همنوع‌خواری کامل لاروها در هفته ۸ آزمایش، ۶/۶۶±۱۱/۵۴ درصد برای تیمار شاهد، ۳/۲±۳۳/۸۸ درصد برای غلظت ۵ میلی‌گرم/لیتر، ۱/۶۶±۲/۸۸ درصد برای غلظت ۱۰ میلی‌گرم/لیتر، ۶/۶۶±۲/۸۸ درصد برای غلظت ۲۰ میلی‌گرم/لیتر، ۶/۶۶±۲/۸۸ درصد برای غلظت ۳۰ میلی‌گرم/لیتر و ۰ درصد برای غلظت ۴۰ میلی‌گرم/لیتر ثبت شد. هم‌چنین، شروع و بیش‌ترین درصد جراحت در لاروها در هفته ۱۰ آزمایش ثبت شد و این آسیب‌ها از هفته ۱۸ و تا پایان آزمایش، صفر ثبت شد. درصد جراحت لاروها در هفته ۱۰ آزمایش ۳/۳۳±۲/۸۸ درصد برای تیمار شاهد، ۵±۵/۰۰ درصد برای غلظت ۵ میلی‌گرم/لیتر، ۱/۶۶±۲/۸۸ درصد برای غلظت‌های ۱۰، ۲۰، ۳۰ میلی‌گرم/لیتر و ۰ درصد برای غلظت ۴۰ میلی‌گرم/لیتر ثبت شد.درصد بقاء لاروها در روز ۷۰ آزمایش (هفته ۱۰) ۹۱/۱۰±۶۶/۴۰ درصد برای تیمار شاهد، ۸۱/۶۶±۱۲/۵۸ درصد برای غلظت ۵ میلی‌گرم/لیتر، ۹۰±۵/۰۰ درصد برای غلظت ۱۰ میلی‌گرم/لیتر، ۸۰±۵/۰۰ درصد برای غلظت ۲۰ میلی‌گرم/لیتر، ۵±۷۵/۰۰ درصد برای غلظت ۳۰ میلی‌گرم/لیتر، و ۵±۰/۰۰ درصد

برای غلظت ۴۰ میلی‌گرم/لیتر ثبت شد. در پایان آزمایش، بیش‌ترین درصد جراحت حاصل از همنوع‌خواری در تیمار شاهد (۱۰/۰۰±۱۵ درصد) و سپس به‌ترتیب در غلظت‌های ۵ (۵/۰۰±۱۰ درصد)، ۱۰ (۸/۲±۳۳/۸۸ درصد)، ۲۰ (۳/۲±۳۳/۸۸ درصد)، ۳۰ (۱/۲±۶۶/۸۸ درصد)و ۴۰ (۰ درصد) میلی‌گرم/لیتر ثبت شد.بیش‌ترین‌درصد همنوع خواری کامل نیز در تیمار شاهد (۶۶/۰۷±۱۶/۱۶ درصد) و سپس به ترتیب در غلظت‌های ۵ (۱۵/۰۰±۵ درصد)، ۲۰ (۱۵/۶۶±۸ درصد)، ۳۰ (۱۱/۸۸±۲درصد)، ۱۰ (۵/۶۶±۸ درصد)و ۴۰ (۰ درصد) میلی‌گرم بر لیتر ثبت شد. هم‌چنین بیش‌ترین و کم‌ترین درصد همنوع‌خواری کلی (شامل هردو جراحت و همنوع خواری کامل) به‌ترتیب در تیمار شاهد (۶۶/۶۵±۳۱/۲۵ درصد) و در غلظت ۴۰ (صفر درصد) میلی‌گرم بر لیتر ثبت شد. درصد همنوع‌خواری کلی در غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰ و ۳۰ میلی‌گرم/لیتر به‌ترتیب ۸/۶۶±۲۵ درصد، ۵/۷۷±۱۳/۳۳ درصد، ۳۳/۶۳±۱۸/۷ درصد و ۲/۸۸±۱۳/۳۳ درصد ثبت شد.



شکل ۲: نمودار درصد جراحت و همنوع‌خواری کامل در لاروهای قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.)

باتوجه به تحلیل‌های آنالیز واریانس یک‌طرفه، تفاوت معنی‌داری در درصد جراحت بین تیمار شاهد و غلظت‌های ۵، ۱۰، ۲۰، ۳۰ و ۴۰ میلی‌گرم/لیتر از آمونیوم‌نیترات مشاهده شد($p=۰/۰۲$؛ $F=۳/۹۲$؛ $df=۵$). به‌طوری‌که با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات درصد جراحات به‌طور معنی‌داری کاهش یافت. به‌طورکلی، با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات درصد همنوع‌خواری کامل و کلی نیز کاهش یافت. این تفاوت برای همنوع‌خواری کامل ($p=۰/۱۶$؛ $F=۱/۷۹$؛ $df=۵$) بی‌معنی‌و برای همنوع خواری کلی ($p=۰/۰۵$؛ $F=۲/۵۷$؛ $df=۵$) معنی‌دار نشان داده شد. با مقایسه دو به دو غلظت‌ها با یکدیگر تفاوت معنی‌داری بین درصد جراحت در تیمار شاهد با غلظت‌های ۳۰ ($p=۰/۰۵$) و ۴۰ ($p=۰/۰۲$) میلی‌گرم/لیتر ثبت شد. این مقایسه برای همنوع‌خواری کامل، بی‌معنی و برای همنوع‌خواری کلی بین تیمار شاهد و غلظت‌های ۳۰ ($p=۰/۰۵$) و ۴۰ ($p=۰/۰۵$) میلی‌گرم/لیتر، معنی‌دار ثبت شد.

بحث

نتایج حاصل از این آزمایش مشخص می‌کنند که با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات، به‌طور معنی‌داری همنوع‌خواری در لاروهای قورباغه مردابی (*Pelophylax* sp.) کاهش پیدا می‌کند. در این مطالعه شروع و پایان همنوع‌خواری درلاروهای قورباغه مردابی، از هفته ۸ تا ۱۷ آزمایش ثبت شد و قبل و پس از آن همنوع‌خواری مشاهده نشد. تحقیقات‌بسیار کمی‌در زمینه تأثیر آلاینده‌ها برهمنوع‌خواری جانوران صورت گرفته است و لذا اطلاعاتی درخصوص علل و مکانیزم‌های تأثیر مواد شیمیایی بر این رفتار در دسترس نمی‌باشد اما برای توجیه تأثیرات مشاهده شده، می‌توان به چند فرضیه اشاره کرد: (۱) تعدادی از مطالعات مشخص می‌کنند که آمونیوم‌نیترات، باعث کاهش اشتها و فعالیت تغذیه‌ای در برخی دوزیستان می‌شود (Baker و Waights، ۱۹۹۴؛ Hecnar، ۱۹۹۵؛ Marco و Blaustein، ۱۹۹۹). از سوی دیگر، نتایج مطالعه Carlson و همکاران (۲۰۱۴) نشان می‌دهد که با افزایش گرسنگی، شدت بروز همنوع‌خواری افزایش پیدا می‌کند. هم‌چنین تعداد دیگری از مطالعات مشخص می‌کنند که کمبود غذای موجود در محیط (و نتیجتاً افزایش گرسنگی افراد)، باعث افزایش نرخ همنوع‌خواری می‌شود به این ترتیب که افراد، برای جبران کمبود غذا، اقدام به شکار درون‌گونه‌ای می‌کنند (Wildy و همکاران، ۲۰۰۱؛ Wise، ۲۰۰۶؛ Vaissi و Sharifi، ۲۰۱۶). در نتیجه، کاهش همنوع خواری لاروهای قورباغه مردابی با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات، می‌تواند ناشی از تأثیر این ماده بر فعالیت تغذیه‌ای افراد باشد به این ترتیب که اشتها نمونه‌ها، تحت تأثیر آمونیوم‌نیترات کاهش پیدا کرده و این مسأله باعث کاهش بروز همنوع‌خواری می‌شود. لازم به ذکر است که در این مطالعه، کاهش اشتها و فعالیت تغذیه‌ای در لاروهای قورباغه مردابی (به‌ویژه در غلظت‌های بالاتر از ۵ میلی‌گرم/لیتر) به وضوح مشاهده شد. (۲) برخی بررسی‌ها نشان می‌دهند که آمونیوم نیترات، باعث کاهش فعالیت و میزان تحرک در دوزیستان می‌شود (Xu و Oldham، ۱۹۹۷؛ Burgett و همکاران، ۲۰۰۷؛ Ortiz-Santaliestra و همکاران، ۲۰۱۰). این مسأله می‌تواند به‌علت جایگزین شدن یون آمونیوم با کاتیون‌های پتاسیم در غشاء نورون‌ها و یا سلول‌های ماهیچه‌ای و ایجاد اختلال در دپولاریزاسیون مناسب این سلول‌ها باشد (Randall و Tsui، ۲۰۰۲؛ Mckenzie و همکاران، ۲۰۰۹). میزان تحرک، می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر همنوع‌خواری داشته باشد به این ترتیب که کاهش فعالیت، باعث کاهش متابولیسم، کاهش برخورد افراد جمعیت با یکدیگر، کاهش احتمال مواجه شدن با شکارچیان و همچنین کاهش شانس موفقیت در شکار می‌شود، در نتیجه کاهش جابجایی باعث می‌شود که افراد، امنیت بیش‌تری در برابر شکار شدن توسط هم‌نوعان خود داشته باشند و این موضوع باعث

کاهش وقوع همنوع‌خواری می‌شود (Polis، ۱۹۸۱). (۳) لاروهای دوزیستان، برای یافتن غذا و تشخیص تهدیدات محیطی ازجمله حضور شکارچیان، غالباً از حس بویایی خود استفاده می‌کنند (Kiesecker و همکاران، ۱۹۹۹؛ Peacor، ۲۰۰۶). بررسی‌ها نشان می‌دهند که برخی از آلاینده‌های محیطی ازجمله نیترات، باعث تخریب و مرگ سلول‌ها در اپیتلیوم بویایی و آسیب به سیستم حس‌گر شیمیایی دوزیستان و تعدادی دیگر از مهره‌داران آبزی می‌شوند (Secondi و همکاران، ۲۰۰۹؛ Yovanovich و همکاران، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، مطالعه Crossland و Shine (۲۰۰۶)، مشخص می‌کند که دوزیستان توسط حس بویایی خود و با ردیابی برخی سیگنال‌ها یا نشانه‌های شیمیایی که از سایر تخم‌ها یا لاروها ترشح می‌شود، افراد هم‌گونه را شناسایی کرده و اقدام به شکار درون‌گونه‌ای می‌کنند. درنتیجه، حضور نیترات در محیط، ممکن است با آسیب رساندن به سیستم بویایی، باعث اختلال در قابلیت شناسایی و ردیابی افراد هم‌گونه شود و این مسأله می‌تواند میزان بروز همنوع‌خواری را کاهش دهد. تعداد زیادی از گونه‌های دوزیستان از جمله قورباغه مردابی (مشاهده شده طی روند نمونه‌برداری در مطالعه حاضر)، برای سکونت در اراضی زراعتی سازش پیدا کرده‌اند چرا که در این گونه مناطق، میزان فشارهای رقابتی بین‌گونه‌ای (از جمله حضور شکارچیان)، در مقایسه با زیستگاه‌های طبیعی پایین‌تر است اما در عوض، غلظت برخی آلاینده‌های محیطی (بویژه مواد شیمیایی زراعتی)، در این گونه مناطق نسبت به زیستگاه‌های طبیعی بسیار بیش‌تر می‌باشد، به‌علاوه، اکثر قورباغه‌های ساکن در مناطق معتدله زمین، در فصول بهار و تابستان که مصادف با آغاز فعالیت‌های کشاورزی و متعاقباً حضور غلظت‌های بالای مواد شیمیایی زراعتی در محیط می‌باشد، اقدام به تولیدمثل می‌کنند و لذا تخم‌ها و لاروهای این جانداران، عموماً در معرض غلظت‌های آسیب‌زا و گاهاً کشنده این گونه آلاینده‌های محیطی قرار دارند (Mann و همکاران، ۲۰۰۹). از سوی دیگر، بسیاری از دوزیستان ازجمله قورباغه مردابی (دلاورشیداجلالی و همکاران، ۱۳۹۶؛ رجبی و همکاران، ۱۳۹۹) در داخل آبگیرها و یا چشمه‌های موقتی تولیدمثل می‌کنند که در پی افزایش دما در فصل‌های گرم سال، متحمل کاهش تدریجی سطح آب می‌شوند، کاهش سطح آب، از طرفی باعث افزایش غلظت ترکیبات موجود در آب (ازجمله آلاینده‌ها) و از سوی دیگر باعث افزایش تراکم لاروی در این گونه محیط‌ها می‌شود (Ortiz-Santaliestra و همکاران، ۲۰۱۲). افزایش غلظت آلاینده‌ها طبعاً باعث افزایش اثرات ناشی از آن‌ها شده و افزایش تراکم، باعث افزایش میزان استرس (Sibly، ۱۹۹۹)، افزایش رقابت‌های درون‌گونه‌ای و کاهش منابع در دسترس (Loman، ۲۰۰۲) و هم‌چنین کاهش نرخ رشد و تأخیر در زمان دگردیسی (Altwegg، ۲۰۰۳) می‌شود.

برخی مطالعات نشان می‌دهند که افزایش تراکم، می‌تواند اثرات منفی ناشی از برخی آلاینده‌ها را افزایش دهد به این ترتیب که در غلظت یکسان از آلاینده، با افزایش تراکم لاروی، نرخ بقاء کاهش پیدا می‌کند (Ortiz-Santaliestra و همکاران، ۲۰۱۲). از سوی دیگر، بسیاری از دوزیستان بی‌دم از جمله قورباغه مردابی، در دوره لاروی حیات خود، گیاه‌خوار بوده و از جلبک‌ها، خزه‌ها و برخی پلانکتون‌های گیاهی تغذیه می‌کنند (Pesarakloo و همکاران، ۲۰۱۵)، این در حالی است که انواع مختلفی از مواد شیمیایی زراعتی (از جمله علف‌کش‌ها و مواد ضدقارچ) که برای تولید انواع محصولات کشاورزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، باعث از بین رفتن و یا کاهش شدید این گونه ارگانیزم‌های گیاهی در محیط شده و متعاقباً باعث کاهش منابع غذایی در دسترس و افزایش فشارهای رقابتی درون‌گونه‌ای در جمعیت لاروهای گیاه‌خوار می‌شوند (Boone و James، ۲۰۰۳). در چنین شرایط نامساعدمحیطی، زمانی‌که سطح آب و میزان‌غذای در دسترس افراد، در حال کاهش بوده و متعاقباً، غلظت آلاینده‌ها، تراکم افراد و فشارهای‌رقابتی‌درون‌گونه‌ای در حال افزایش می‌باشند، همنوع‌خواری می‌تواند نقش تعیین‌کننده‌ای در بقاء جمعیت ایفا کند چرا که بروز این رفتار، از طرفی باعث کاهش فشار تراکمی بالا و خنثی شدن اثرات منفی ناشی از آن شده و از سوی دیگر، باعث می‌شود که افراد، در پی تغذیه از افراد هم‌گونه، بازه رژیم غذایی معمول خود را گسترش داده و با مصرف مقدار کمی انرژی، میزان قابل‌توجهی از مواد غذایی را دریافت کنند و این مسأله باعث افزایش نرخ رشد و تسریع دگردیسی و در نتیجه خروج سریع‌تر افراد از چنین شرایط نامساعد محیطی می‌شود (Crump، ۱۹۹۰؛ Wildy و همکاران، ۱۹۹۸). همنوع‌خواری، از سوی دیگر می‌تواند باعث تحریک بروز رفتارهای ضدشکارگری (مانند فرار) درون جمعیت شده و شانس بقاء افراد در مواجهه با شکارچیان محیطی را افزایش دهد (Wildy و همکاران، ۱۹۹۹). بنابراین، همنوع‌خواری علی‌رغم ظاهر پرخاش‌گرانه‌اش، ممکن است به عنوان یک استراتژی رفتاری برای مقابله با شرایط نامساعد محیطی تکامل یافته باشد و تأثیر یک ماده بر این رفتار، می‌تواند اثرات مثبت ناشی از آن را خنثی کرده و آسیب‌پذیری جمعیت را نسبت به شرایط محیطی افزایش دهد. در مطالعه حاضر با وجود این‌که میزان غذای در دسترس و تراکم لاروها برای تمامی تیمارها یکسان بود اما مشاهده شد که با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات، میزان همنوع‌خواری به‌طور معنی‌داری کاهش پیدا می‌کند. با توجه به توضیحات فوق، این چنین فرض می‌شود که آمونیوم‌نیترات، علاوه بر این که اشتها لاروها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، با تأثیر بر نرخ بقاء لاروها و افزایش مرگ و میر در غلظت‌های بالا، باعث کاهش تراکم در ظرف‌ها شده و در نتیجه با کاهش فشار تراکمی، کاهش اشتها و هم‌چنین کاهش تحرک میزان

همنوع‌خواری در غلظت‌های بالا کاهش پیدا می‌کند. این نتایج، با تأثیرات مشاهده‌شده در مطالعه Ortiz-Santaliestra و همکاران (۲۰۱۲) مطابقت دارند که نشان می‌دهد در گونه *Salamandra salamandra*، با افزایش غلظت آمونیوم‌نیترات، حتی در تراکم لاروی بالا، میزان همنوع‌خواری کاهش پیدا می‌کند. در نهایت پیشنهاد می‌شود با توجه به این‌که در شرایط طبیعی، علاوه بر حضور آمونیوم‌نیترات، دیگر استرس‌ها از جمله افزایش دمای آب، کاهش سطح آب، افزایش تراکم یا حضور شکارگر نیز ممکن است وجود داشته باشد، اثر این آلاینده به همراه دیگر فاکتورهای ذکر شده به‌صورت تعاملی بر همنوع‌خواری قورباغه مردابی مورد بررسی قرار بگیرد.

تشکر و قدردانی

این مطالعه با حمایت مالی دانشگاه گیلان به‌عنوان بخشی از پرژه تحقیقاتی پایان‌نامه کارشناسی ارشد به انجام رسیده است.

منابع

۱. **دلاورشیداجلالی، ه.؛ حسینی‌خاله‌جیر، س.غ.؛ جمالزاده، ح. و کمی، ح.، ۱۳۹۶.** بررسی تنوع زیستی دوزیستان شرق استان گیلان. محیط زیست جانوری. دوره ۹، شماره ۲، صفحات ۱۳۱ تا ۱۴۰.

۲. **رجبی، ف.؛ نوغانچی، ا. و جوانبخت، ح.، ۱۳۹۹.** مطالعه سن و اندازه بدن در دو جمعیت از قورباغه‌های مردابی (*Pelophylax ridibundus*) در شمال ایران. محیط زیست جانوری. دوره ۱۲، شماره ۱، صفحات ۱۲۷ تا ۱۳۲.

3. **Alford, R.A., 1999**. Ecology: Resourse use, competition and predation. In Tadpoles: the biology of anuran larvae. Edited by RW McDiarmid and R Altig. University of Chicago Press. Chicago, USA. pp: 240-278.

4. **Altwegg, R., 2003**. Multistage density dependence in an amphibian. Oecologia. Vol. 136, pp: 46-50.

5. **Baker J. and Waights V., 1994**. The effects of nitrate on tadpoles of the tree frog (*Litoria caerulea*). Journal of herpetology. Vol. 4, pp: 106-107.

6. **Baras, E. and Almeida, A.F., 2001**. Size heterogeneity prevails over kinship in shaping cannibalism among larvae of sharptooth catfish *Clarias gariepinus*. Aquatic Living Resources. Vol. 14, pp: 251-256.

7. **Bibi, R.; Rais, M.; Saeed, M.; Akram, A.; Mahmood, T. and Anwar, M., 2016**. Impacts of ammonium nitrate on survival of tadpoles of the common skittering frog (*Euphlyctis cyanophlyctis*). Basic and Applied Herpetology. Vol. 30, pp: 39-46.

8. **Boone, M.D. and James, S.M., 2003**. Interactions of an insecticide, herbicide, and natural Stressors in amphibian community mesocosms. Ecological Applications. Vol. 13, No. 3, pp: 829-841.

9. **Burgett, A.A.; Wright, C.D.; Smith, G.R.; Fortune, D.T. and Johnson, S.L., 2007**. Impact of Ammonium nitrate on wood frog (*Rana sylvatica*) tadpoles: Effects on survivorship and behavior. Herpetological Conservation and Biology. Vol. 2, No. 1, pp: 29-34.

10. **Carlson, B.E.; Newman, J.C. and Langkilde, T., 2014**. Food or fear: hunger modifies responses to injured conspecifics in tadpoles. Hydrobiologia. Vol. 743, pp: 299-308.

11. **Collins, J.P. and Cheek, J.E., 1983**. Effect of food and density on development of typical and cannibalistic salamander larvae in Ambystoma tigrinum nebulosum. American Zoologist. Vol. 23, pp: 77-84.

12. **Crossland, M.R. and Shine, R., 2010**. Cues for cannibalism: cane toad tadpoles use chemical signals to locate and consume conspecific eggs. Oikos. Vol. 120, pp: 327-332.

13. **Crump, M.L. 1986**. Cannibalism by younger tadpoles: another hazard of metamorphosis. Copeia. Vol. 1986, No. 4, pp: 1007-1009.

14. **Crump, M.L., 1990**. Possible enhancement of growth in tadpoles through cannibalism. Copeia. Vol. 1990, No. 2, pp: 560-564.

15. **Crump, M.L., 1992**. Cannibalism in amphibians. In: Cannibalism: ecology and evolution among diverse taxa. Edited by Elgar, M.A. and Crespi, B.J., University of Oxford Press, London, UK. pp. 256-276.

16. **Dushin, A.I., 1975**. Diet of two frog species in fishery ponds of the Mordovian**.** Soviet journal of ecology. Vol. 5, pp: 87-90.

17. **Fox, L.R., 1975**. Cannibalism in natural populations. Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics. Vol. 6, pp: 87-106.

18. **Garriga, N.; Montori, A. and Liorente, G.A., 2017**. Impact of ammonium nitrate and sodium nitrate on tadpoles of *Alytes obstetricans*. Ecotoxicology. Vol. 26, pp: 667-674.

19. **Guillette, L.J. and Edwards, T.M., 2005**. Is Nitrate an Ecologically Relevant Endocrine Disruptor in Vertebrates? Integrative and Comparative Biology. Vol. 45, pp: 19-27.

20. **Hans, R.; Schloesser, R.; Brennan, N.; Riberio, F. and Main, K.L., 2019.** Effects of stocking density on cannibalism in juvenile common snook *Centropomus undecimalis*. Aquaculture research. Vol. 51, pp: 844-847.

21. **Hecnar, S.J., 1995**. Acute and chronic toxicity of ammonium nitrate fertilizer to amphibians from Southern Ontario. Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 14, pp: 2131-2137.

22. **Hrdy, S., 1979**. Infanticide among animals: A review, classification, and exaruination of the implications for reproductive strategies of females. Ethology and Sociobiology. Vol. 1, pp: 13-40.

23. **Hseu, J.R., 2002**. Effects of size difference and stocking density on cannibalism rate of juvenile grouper *Epinephelus coioides*. Fisheres Science. Vol. 68, pp: 1384-1386.

24. **Kiesecker, J.M.; Skelly, D.K.; Beard, K.H.; Preisser, E., 1999**. Behavioral reduction of infection risk. Proceedings of the National Academy of Sciences. Vol. 96, pp: 9165-9168.

25. **Loman, J., 2002**. Temperature genetic and hydroperiod effects on metamorphosis of brown frogs *Rana arvalis* and *R. temporaria* in the field. Journal of Zoology. Vol. 258, pp: 115-129.

26. **Lourdais, O.; Brischoux, F.; Shine, R. and Bonnet, X., 2005**. Adaptive maternal cannibalism in snakes (*Epicrates cenchria maurus*, Boidae). Biological Journal of the Linnean Society. Vol. 84, pp: 767-774.

27. **Mann, R.M.; Hyne, R.V.; Choung, C.B. and Wilson, S.P., 2009**. Amphibians and agricultural chemicals: Review of the risks in a complex environment. Environmental Pollution. Vol. 157, pp: 2903-2927.

28. **Marco, A.; Blaustein, A.R., 1999**. The effect of nitrite on behavior and metamorphosis in cascades frogs (*Rana*

46. **Safaei-Mahroo, B.; Ghaffari, H.; Fahimi, H.; Broomand, S.; Yazdanian, M.; Najafi-Majd, E. and Yousefkhani, S.S., 2015**. The herpetofauna of Iran: checklist of taxonomy, distribution and conservation status. Asian Herpetological Research. Vol. 6, No. 4, pp: 257-290.

47. **Schuytema, G.S. and Nebeker, A.V., 1999**. Comparative Effects of Ammonium and Nitrate Compounds on Pacific Treefrog and African Clawed Frog Embryos. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 36, pp: 200-206.

48. **Secondi, J.; Hinot, E.; Djalout, Z.; Sourice, S. and Jadas Hecart, A., 2009**. Realistic nitrate concentration alters the expression of sexual traits and olfactory male attractiveness in newts. Functional Ecology. Vol. 23, pp: 800-808.

49. **Sibly, R.M., 1999**. Efficient experimental designs for studying stress and population density in animal populations. Ecological Applications. Vol. 9, pp: 496-503.

50. **Stoner, A.W.; Ottmar, M.L. and Haines, S.A., 2010**. Temperature and habitat complexity mediate cannibalism in red king crab: observations on activity, feeding, and prey defense mechanisms. Journal of Shellfish Research. Vol. 29, pp: 1005-1012.

51. **Vaissi, S. and Sharifi, M., 2016**. Variation in food availability mediate the impact of density on cannibalism, growth, and survival in larval Yellow Spotted mountain newts (*Neurergus microspilotus*) implications for captive breeding programs, Boiling Springs Zoo Park. Vol. 35, pp: 513-521.

52. **Vlcek, P.; Kudlacek, M. and Jablonski, D., 2013**. First record of the egg cannibalism in tadpoles of *Bufotes viridis* complex (Anura: Bufonidae) from Croatia. Biharean Biologist. Vol. 7, No. 2, pp: 106-107.

53. **Wang, M.; Chai, L.; Zhao, H.; Wu, M. and Wang, H., 2015**. Effects of nitrate on metamorphosis, thyroid and iodothyronine deiodinases expression in Bufo gargarizans larvae. Chemosphere. Vol. 139, pp: 402-409.

54. **Wildy, E.L.; Chivers, D.P.; Kiesecker, J.M. and Blaustein, A.R., 1998**. Cannibalism enhances growth in larval long-toed salamanders, (*Ambystoma macrodactylum*). Journal of Herpetology. Vol. 32, pp: 286-289.

55. **Wildy, E.L.; Chivers, D.P. and Blaustein, A.R., 1999**. Shifts in life-history traits as a response to cannibalism in larval long toed salamanders (*Ambystoma macrodactylum*). Journal of Chemical Ecology. Vol. 25, pp: 2337-2346.

56. **Wildy, E.L.; Douglas, P.C.; Joseph, M.K. and Andrew, R.B., 2001**. The effects of food level and conspecific density on biting and cannibalism in larval long-toed salamanders, (*Ambystoma macrodactylum)*. Oecologia. Vol. 128, pp: 202-209.

57. **Wise, D.H., 2006**. Cannibalism, food limitation, intraspecific competition, and the regulation of spider populations. Annual Review of Entomology. Vol. 51, pp: 441-465.

58. **Xu, Q. and Oldham, R.S., 1997**. Lethal and sublethal effects of nitrogen fertilizer ammonium nitrate on common toad (*Bufo bufo*) tadpoles. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 32, pp: 298-303.

59. **Yovanovich, C.A.M.; Jungblut, L.D.; Heer, T.; Pozzi, A.G. and Paz, D.A., 2009**. Amphibian larvae and zinc sulphate: a suitable model to study the role of brain-derived neurotrophic factor (BNDF) in the neuronal turnover of the olfactory epithelium. Cell and Tissue Research**.** Vol. 336, pp: 1-9.

cascadae). Environmental Toxicology and Chemistry. Vol. 18, pp: 946-949.

29. **McKenzie, D.J.; Shingles, A.; Claireaux, G.; Domenici, P., 2009**. Sublethal concentrations of ammonia impair performance of the Teleost fast-start escape response. Physiological and Biochemical Zoology. Vol. 82, pp: 353-362.

30. **Nishio, M., 2002**. Effect of intensive fertilier use on groundwater quality. Institute of Agricultural and Forest Engineering University of Tsukuba Tennodai 1-1-1, Tsukuba 305-8572 Japan.

31. **Oromı´, N.; Sanuy, D. and Vilches, M., 2009**. Effects of Nitrate and Ammonium on Larvae of Rana temporaria from the Pyrenees, Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 82, pp: 534-537.

32. **Ortiz, M.E.; Marco A.; Saiz, N. and Lizana, M. 2004**. Impact of ammonium nitrate on growth and survival of six European amphibians. Archives of Environmental Contamination and Toxicology. Vol. 47, pp: 234-239.

33. **Ortiz-Santaliestra, M.E.; Marco, A.; Fernandez, M.J. and Lizana, M., 2006**. Influence of developmental stage on sensitivity to ammonium nitrate of aquatic stages of amphibians. Environmental Toxicolology and Chemistry. Vol. 25, pp: 105-111.

34. **Ortiz-Santaliestra, M.E.; Fernandez-Beneitez, M.J.; Marco, A. and Lizana, M., 2010**. Influence of ammonium nitrate on larval anti-predatory responses of two amphibian species. Aquatic Toxicology. Vol. 99, pp: 198-204.

35. **Ortiz-Santaliestra, M.E.; Fernandez-Beneitez, M.J. and Marco, A., 2012**. Density effects on ammonium nitrate toxicity on amphibians. Survival, growth and cannibalism. Aquatic Toxicology. Vol. 110-111, pp: 170-176.

36. **Packer, C. and Pusey, A.E., 1983**. Adaptations of female lions to infanticide by incoming males. The American Naturalist. Vol. 121, No. 5, pp: 716-728.

37. **Park, S.R.; Jeong, J.Y. and Park, D., 2005**. Cannibalism in the Korean salamander (*Hynobius leechii*: Hynobiidae, caudata, amphibia) larvae. Integrative Biosciences. Vol. 9, No. 1, pp: 13-18.

38. **Peacor, S.D., 2006**. Behavioural response of bullfrog tadpoles to chemical cues of predation risk are affected by cue age and water source. Hydrobiologia. Vol. 573, pp: 39-44.

39. **Pesarakloo, A.; Rastegar-pouyani, E.; Rastegar-pouyani, N.; Kami, H.; Najibzadeh, M.; Khosravani, A. and Oraie, H., 2017**. The first taxonomic revaluation of the Iranian water frogs of the genus *Pelophylax* (Anura: Ranidae) using sequences of the mitochondrial genome. Mitochondrial DNA. Vol. 28, pp: 392-398.

40. **Pesarakloo, A.; Rastegar-pouyani, E.; Rastegar-pouyani, N.; Kami, H.; Najibzadeh, M; Shakarami, J.; Shayestehfar, A., 2015.** Feeding biology and food composition in *Pelophylax ridibundus* (Pallas 1771) in the iranian plateau. Russian Journal of Herpetology. Vol. 24, No. 2, pp: 91-98.

41. **Pfennig, D.W., 1997**. Kinship and Cannibalism. American Institute of Biological Sciences. Vol. 47, No. 10, pp: 667-675.

42. **Pizzatto, L. and Shine, R., 2008**. The behavioral ecology of cannibalism in cane toads (*Bufo marinus*). Behavioral Ecology and Sociobiology. Vol. 63, pp: 123-133.

43. **Polis, G.A., 1981**. The evolution and dynamics of intraspecific predation. Annual Review of Ecology and Systematics. Vol. 12, pp: 225-251.

44. **Randall, D.J. and Tsui, T.K.N., 2002**. Ammonia toxicity in fish. Marine Pollution Bulletin. Vol. 45, pp: 17-23.

45. **Rojht, H.; Budija, F. and Trdan, S., 2009**. Effect of temperature on cannibalism rate between green lacewings larvae (*Chrysoperla carnea* [Stephens], Neuroptera, Chrysopidae). Acta agriculturae Slovenica. Vol. 93, pp: 5-9.