(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

اثرات مستقل و تعاملی فاکتورهای دما، سطح آب و تراکم بر همنوع‌خواری (کانیبالیسم) لاروهای قورباغه سبز لوانت *Pelophylax bedriagae* (Camerano, ١٨٨٢)

- **مهری محمدی**: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- **سمیه ویسی**: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران
- **وحید اکملی***: گروه زیست شناسی، دانشکده علوم پایه، دانشگاه رازی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: آذر ١٣٩٨ تاریخ پذیرش: اسفند ١٣٩٨

چکیده

همنوع‌خواری (کانیبالیسم) نوعی رفتار تهاجمی است که در آن موجود زنده تمام یا بخشی از بدن هم‌گونه خویش را می‌خورد. در دوزیستان همنوع‌خواری با تغذیه از تخم یا لاروهای هم‌گونه خود صورت می‌گیرد. افزایش درجه حرارت حاصل از گرمایش جهانی می‌تواند با تأثیر بر میزان برهم‌کنش درون‌گونه‌ای و تشدید نوسانات سطح آب و تغییر در تراکم، نرخ همنوع‌خواری را با ضریب بالایی در جمعیت‌های دوزیستان تغییر دهد. در این مطالعه به‌منظور بررسی همنوع‌خواری، اثرات مستقل و تعاملی سه فاکتور دما (بالا و پایین)، نوسانات سطح آب (سطح آب بالا، پایین و کاهشی) و تراکم (کم و زیاد) در لاروهای قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae* به‌مدت ١٠ ماه مورد بررسی قرار گرفت. با بررسی اثر مستقل فاکتورها، بیش‌ترین میزان همنوع‌خواری درتیمار دما بالا (٥٦/٦٦٪)، سطح آب پایین (٤٧/٥٠٪) و تراکم کم (٥٣/٣٣٪) ثبت شد. با بررسی اثر تعاملی، بیش‌ترین درصد همنوع‌خواری (شامل جراحت و خورده شدن کامل نمونه) در تیمار دمای بالا/ سطح آب کاهشی/ تراکم کم با میزان ٩٠٪ ثبت گردید. در مقابل کم‌ترین درصد همنوع‌خواری به‌طور مشترک در دو تیمار دمای پایین/ سطح آب کاهشی/ تراکم کم و دمای پایین/ سطح آب بالا/ تراکم کم با میزان ٢٠٪ ثبت شد. نتایج این مطالعه نشان داد دو فاکتور حرارت و تراکم به‌طور مستقل، تأثیر معنی‌داری بر همنوع‌خواری دارند اما این تأثیر برای نوسانات سطح آب معنی‌دار نمی‌باشد. هم‌چنین تعامل سه فاکتور دما، سطح آب و تراکم تأثیر معنی‌داری بر میزان همنوع‌خواری نشان داد.

کلمات کلیدی: تغییرات اقلیمی، نوسانات سطح آب، تراکم، همنوع‌خواری، دوزیستان بی‌دم

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: v_akmali@razi.ac.ir

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

مقدمه

دوزیستان امروزی در سه راسته دوزیستان بی‌دست و پا (Gymnophiona)، دوزیستان دم‌دار (Caudata) شامل سمندرها و نیوت‌ها، و دوزیستان بی‌دم (Anura) شامل قورباغه ها و وزغ‌ها طبقه‌بندی می‌شوند (Vitt و Caldwell، ۲۰۱۳). دوزیستان در حال حاضر حدود ۶۱۴۰ گونه در ۶۷ خانواده می‌باشند که در این میان دوزیستان بی‌دم، معروف‌ترین و شاید شناخته شده‌ترین آن‌ها هستند که به‌صورت جهان شمول و اغلب در مناطق گرمسیری زیست می‌کنند. دوزیستان بی‌دم دارای ۴۴ خانواده، ۳۶۲ جنس و ۵۲۸۳ گونه می‌باشند (Plotner و همکاران، ۲۰۱۲). دوزیستان بی‌دم در ایران شامل ۵ خانواده Dicroglossidae، Bufonidae، Hylidae، Ranidae و Pelobatidae می‌باشد. از خانواده Hylidae یک جنس (*Hyla*) و یک گونه، از خانواده Bufonidae سه جنس (*Bufotes, Duttaphrynus, Bufo*) و هشت گونه، از خانواده Ranidae، دو جنس (*Pelophylax, Rana*) و سه گونه، از خانواده Dicroglossidae یک جنس (*Euphlyctis*) و یک گونه و از خانواده Pelobatidae یک جنس (*Pelobates*) و یک گونه معرفی شده است (Safaei-Mahroo و همکاران، ۲۰۱۵).در این مطالعه به رفتار همنوع‌خواری (کانیبالیسم) لاروهای قورباغه سبز لوانت *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) با توجه به اثرات تغییر اقلیم پرداخته می‌شود.اولین ارزیابی جهانی از وضعیت حفاظتی دوزیستان توسط اتحادیه بین‌المللی حفاظت از طبیعت (IUCN)، زمینه جدیدی را برای آگاهی از پدیده کاهش جهانی دوزیستان فراهم کرد. نتایج حاصل از این ارزیابی‌ها نشان داد قورباغه‌ها و وزغ‌ها متنوع‌ترین گروه دوزیستان می‌باشندو به‌طور متوسط نزدیک به ۳۱/۶ درصدآن‌ها یعنی حدوداً شامل ۱۷۹۴ گونه، در معرض تهدید یا در خطر انقراض قرار دارند (Hero و Kriger، ۲۰۰۷). در سمندرها این تنوع کم‌تر اما به‌طور معنی‌داری سطح آسیب‌پذیری آن‌ها بالاتر و این مقدار ۴۹/۸ درصد یعنی حدوداً ۲۷۵ گونه می‌باشد (Frost و همکاران، ۲۰۰۸). در مقابل دوزیستان بی‌دست و پا، دارای تنها ۳/۴ درصد یعنی حدود ۶ گونه، در معرض آسیب می‌باشند. لازم به ذکر است نزدیک به دو سوم از دوزیستان بی‌دست و پا یعنی ۶۷ درصد به‌صورت ناشناخته باقی مانده است و اطلاعات حفاظتی در مورد آن‌ها ناکافی می‌باشد (Frost و همکاران، ۲۰۰۸). سازمان جهانی ارزیابی دوزیستان (GAA) در سال ۲۰۰۴ نشان داد که از ۵۷۴۳ گونه دوزیست، ۱۸۵۶ (۳۲/۵٪) گونه در جهان در معرض خطر هستند (Bosch و همکاران، ۲۰۰۷). جالب توجه است‌بسیاری از این کاهش‌ها درمناطق حفاظت‌شده حیات‌وحش رخ می‌دهند،جایی‌که هیچ دلیل‌مشخصی برای آن‌ها شناخته نمی‌شود (Kriger و همکاران، ۲۰۰۷). از عوامل مهم و اساسی مرتبط با این کاهش‌ها می‌توان به تغییرات اقلیمی جهانی (Johnson و همکاران، ۲۰۰۷)،تخریب،تغییر و تکه‌تکه شدن زیستگاه‌ها (Cushman، ۲۰۰۶)، بیماری‌ها (Voyles و همکاران، ۲۰۱۱)، تابش فرابنفش، غنی شدن آب(Blaustein، ۲۰۰۳)،هجوم گونه‌های جدید به محیط (Aschonitis و همکاران، ۲۰۱۸) و اثرات متقابل بین فاکتورهای محیطی(Bridges و Semlitsch، ۲۰۰۰) اشاره کرد. کاهش جمعیت و خطر پیش‌رو انقراض دوزیستان نیازمند اقدامی ضروری در جهت حفظ و حمایت از آن‌ها است (محمدی و همکاران، ۱۳۹۶). همنوع‌خواری یک ویژگی رفتاری است که در طیف وسیعی از جانوران تعریف می‌شود و به‌طور گسترده‌ای در اکوسیستم‌های آبی و در بیش از ۹۰ درصد چرخه زندگی جانوران بی‌مهره مانند پلاناریا، حلزون، هزارپا، کرم‌ها، حشرات و در بین گروه‌های مهره‌دار مانند ماهی‌ها، پرندگان، پستانداران و به‌ویژه دوزیستان گزارش شده است (Anderson و همکاران، ۲۰۱۳). این نوع رفتار تهاجمی در مفهوم کلی خود به معنای خورده شدن تمام یا بخشی از بدن فرد از یک گونه توسط دیگری می‌باشد (Fox، ۱۹۹۷). مطالعات نظری نشان داده است که رفتار همنوع‌خواری در بسیاری از جمعیت‌ها وابسته به تراکم است و در کوتاه‌مدت می‌تواند منجر به تعادل در اندازه جمعیت شود درحالی‌که اگر به‌میزان فراوان و در طولانی مدت صورت گیرد، ممکن است در نهایت منجر به انقراض گونه‌ای در جمعیت‌های جانوری شود (Pckarsk و همکاران، ۲۰۰۸). دوزیستان همنوع‌خوار (Cannibal)، معمولاً از لحاظ ریختی متفاوت بوده و با داشتن دندان‌های بزرگ‌تر و سر عریض‌تر از دیگر افراد همنوع خودقابل تشخیص می‌باشند(Hastingsو Costantino، ۱۹۹۱). گرمایش جهانی نه تنها دوزیستان بلکه تمامی گونه‌های گیاهی و جانوری را با چالشی سخت برای حفظ بقای خود مواجه کرده است(IPCC، ۲۰۰۳). با توجه به اثرات درجه حرارت و رطوبت بر جنبه‌های مختلف زیستی دوزیستان، این رده از مهره‌داران نسبت به گرمایش جهانی بسیار حساس‌تر هستند به‌طوری‌که گرمای بیش از حد و اشعه فرابنفش باعث سوختگی و خشک شدن پوست و تخم دوزیستان می‌شود (Blaustein و همکاران، ۲۰۱۰). مطالعات نشان داده است که با افزایش میانگین دما، میزان همنوع‌خواری افزایش یافته و برهم‌کنش گونه‌ها با یکدیگرتغییر می‌یابد (Stoner و همکاران، ۲۰۱۰). هم‌چنین دما می‌تواند با تأثیر بر میزان رشد و اندازه، سبب تغذیه افراد کوچک‌تر توسط افراد بزرگ‌تر هم گونه شود (Polis، ۱۹۸۱). گرمایش جهانی، چرخه‌های هیدرولوژیکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد و خشکسالی‌ها را تشدید می‌کند (Yksel، ۲۰۰۸). کاهش میزان سطح آب دردسترس باعث افزایش‌میانگین سرعت رشدلاروها و کاهش دوره لاروی می‌شود. در چنین شرایطی رفتار همنوع‌خواری بین افراد جمعیت افزایش خواهد یافت زیرا میزان اکسیژن محلول درآب، کاهش یافته و نوعی

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

رقابت درون فردی شدید در جمعیت‌ها ایجاد می‌گردد (Chelgren و همکاران،۲۰۰۶). تراکم دوزیستان در برکه‌ها یا نهرها تحت تأثیر تغییرات سطح آب قرار می‌گیرد (Wissinger و همکاران، ۲۰۱۰). به‌طورکلی کاهش تعداد لاروهای دوزیستان باعث کاهش بروز رفتارهای همنوع‌خواری در جمعیت‌ها می‌شود، درحالی‌که افزایش تراکم با کاهش منابع دردسترس ازجمله کمبود غذا، کمبود اکسیژن وکمبود فضای مورد نیاز در زیستگاه منجر به افزایش همنوع‌خواری می‌شود (Skelly و Kiesecker، ۲۰۰۱). از دیگر فاکتورهای مهم شناخته شده بر میزان همنوع‌خواری در جمعیت‌های دوزیستان می‌توان به‌میزان غذای در دسترس (Wildy و همکاران، ۲۰۰۱) و وجود پناهگاه (Nilsson و همکاران، ۲۰۱۳) اشاره کرد. با بررسی سطح غذا بر روی همنوع خواری در گونه سمندر *Neurergus microspilotus* نشان داده شده است که هرچه میزان غذای در دسترس بیش‌تر باشد، رفتار همنوع خواری در آن‌ها کم‌تر خواهد بود (Vaissi و Sharifi، ۲۰۱۶). هم‌چنین انتخاب زیستگاه مناسب می‌تواند نقش مهمی در پیشگیری از همنوع خواری داشته باشد. در واقع با وجود پیچیدگی‌های فضایی و پناهگاه درصد همنوع‌خواری می‌تواند در افراد جمعیت کاهش یابد (Rosenzweig و Macarthur، ۱۹۶۳). مطالعات مختلف در طی سال‌های اخیر نشان داده است کشور ایران تحت تأثیر تغییرات اقلیمی قرار گرفته است. بر اساس مدل‌ها پیش‌بینی شده است تا سال ۲۱۰۰ دمای کشور ایران بین ۱/۱۲ تا ۷/۸۷ درجه سانتی‌گراد افزایش خواهد یافت (Daneshvar و همکاران، ۲۰۱۹). همان‌طورکه اشاره شد به‌دنبال افزایش دما، نوسانات سطح آب و تغییرات اندازه تراکم در برکه‌های حاوی لارو دوزیستان رخ خواهد داد. بنابراین هدف از این مطالعه، بررسی اثر مستقل و تعاملی سه فاکتور دما، نوسانات سطح آب و تراکم بر همنوع خواری لاروهای قورباغه سبز لوانت (*Pelophylax bedriagae*) می‌باشد.

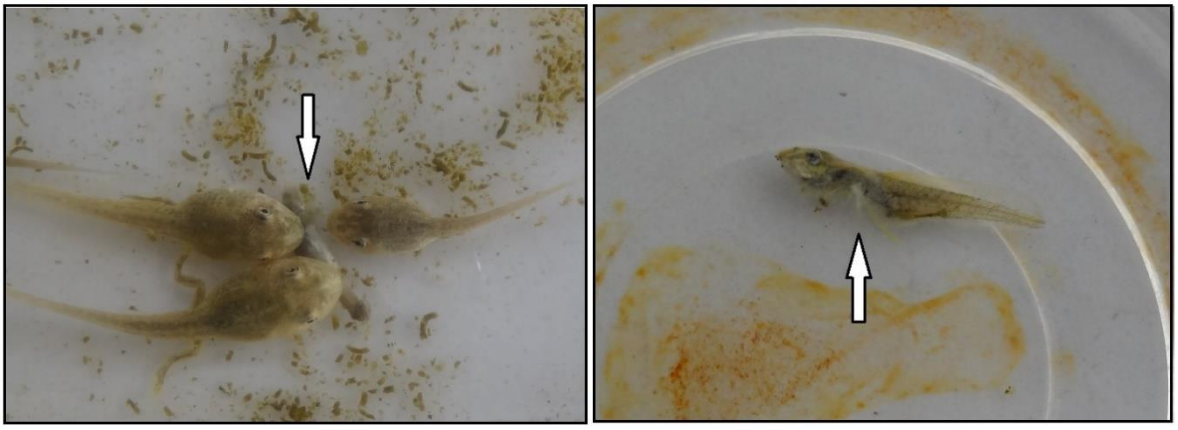
مواد و روش‌ها

یک‌نوار از تخم‌های قورباغه‌سبز لوانت (*Pelophylax bedriagae*) از منطقه‌برناج با مختصات جغرافیایی ("E۴۷°۲۳´۰۸"،"N۳۴°۲۸´۲۶) در فاصله ۱۴ کیلومتری شمال‌غرب بیستون در استان کرمانشاه، در خرداد ۹۶، جمع‌آوری شد. این گونه بیش‌تر در کنار رودخانه‌ها، مرداب‌ها، درون آب‌های روان و راکد مشاهده می‌شود، که این آب‌ها غالباً دارای پوشش گیاهی شامل گونه‌های خیزران (Bambusa)، جگن (Carex) و نی (Typha) می‌باشد (عنبر و کمی، ۱۳۹۴). تخم‌ها با آب زیستگاه طبیعی به آزمایشگاه اکولوژی در گروه زیست‌شناسی دانشگاه رازی انتقال داده شد. با شروع دوره لاروی (گاسنر ۲۶)، آزمایش آغاز شد. در این آزمایش در مجموع ۹۰۰ عدد لارو، در ۳۶ مخزن با ابعاد ۲۲×۱۴×۱۲/۵ سانتی‌متر برای نگه‌داری لاروها شامل ۱۸ظرف در دمای بالا و ۱۸ ظرف در دمای پایین قرار داده شد. تأثیر سه فاکتور دما، سطح آب و تراکم به‌صورت دو سطح دمایی (شامل دمای بالا=۲۴-۲۰ درجه سانتیگراد و دمای پایین=۲۰-۱۶ درجه سانتی‌گراد) براساس مقالات، سه سطح از سطح آب (شامل آب کم= ۳۰۰ سی‌سی، آب زیاد= ۱۵۰۰ سی‌سی، آب کاهشی=کسر هفته‌ای ۱۰۰ سی‌سی تا سطح ۳۰۰ سی‌سی) و دو سطح از تراکم (تراکم کم=۱۰عدد تخم، تراکم زیاد=۳۰ عدد تخم، براساس تجربه آزمایشات قبلی) مورد بررسی قرارگرفت. لازم به ذکر است تغییرات دما در طول آزمایش برای دمای پایین بین ۱۶-۲۰ درجه سانتی‌گراد و دمای بالا بین ۲۰-۲۴ سانتی‌گراد، در نوسان بود اما اختلاف دما ثابت و حدود ۴ درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. درجه حرارت محیط و آب مخازن تیمارها روزانه با استفاده از دماسنج دیجیتالی مورد بررسی قرار گرفت. برای تنظیم و کنترل درجه حرارت در محیط با دمای بالا، از نهرهای با ابعاد ۱۷۰×۵۵×۲۵ سانتی‌متر استفاده شد که داخل آن با ۱۰ لیتر آب پر شد و با استفاده از هیتر برقی دمای محیط ثابت شد. برای ثابت نگه‌داشتن محیط با دمای کم، از کولر گازی خنک کننده استفاده شد. در این مطالعه تیمارهای مورد بررسی شامل: تراکم کم/ سطح آب زیاد/ دمای بالا، تراکم کم/ سطح آب کم/ دمای بالا، تراکم کم/ سطح آب کاهشی/دمای بالا، تراکم زیاد سطح آب زیاد/ دمای بالا، تراکم زیاد/ سطح آب کم/ دمای بالا، تراکم زیاد/ سطح آب کاهشی/ دمای بالا، تراکم زیاد/ سطح آب زیاد/ دمای پایین، تراکم زیاد/ سطح آب کم/ دمای پایین، تراکم زیاد/ سطح آب کاهشی/ دمای پایین، تراکم کم/ سطح آب کم/ دمای پایین، تراکم کم/ سطح آب کاهشی/ دمای پایین، تراکم کم/ سطح آب زیاد/ دمای پایین می‌باشد. تغذیه لاروها از ابتدای دوره لاروی با اسفناج یا برگ چغندر پخته شده و به‌میزان ۰/۱ گرم به‌ازای هر لارو در ماه اول و از شروع ماه دوم با توجه به افزایش اندازه لاروها این مقدار غذا نیز به‌ازای هر لارو به یک گرم افزایش یافت. آب مخازن هر هفته یک‌بار تعویض می‌شد. آب تصفیه شده به‌مدت ۴۸ ساعت قبل از اضافه کردن به مخازن در ظروف جداگانه نگه‌داری می‌شد. همنوع‌خواری در لاروها شامل بررسی جراحت در نمونه‌ها (شامل همنوع‌خواری سر یا دم) و همنوع‌خواری کامل (ناپدید شدن نمونه‌ها) روزانه موردبررسی و یاداشت قرار گرفت (شکل ۱). منظور از همنوع‌خواری سر، خورده شدن تمام یا قسمتی از سر توسط لاروهای دیگر می‌باشد که بیش‌ترین حالت خورده شدن به‌صورت نصف شدن سر مشاهده شد. همنوع‌خواری دم نیز به‌صورت کوتاه شدن، باریک شدن دم و خورده شدن کامل دم بود که بیش‌ترین میزان همنوع‌خواری دم به‌صورت کوتاه شدن دم مشاهده شد. همنوع‌خواری کامل به‌معنای خورده شدن کامل گونه و ناپدید شدن آن در ظرف آزمایش درنظر گرفته شد. در این مطالعه منظور از

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

همنوع‌خواری کلی، همنوع‌خواری سر، دم به‌همراه همنوع‌خواری کامل می‌باشد. این مطالعه در فروردین ۹۷ پایان یافت و سپس نمونه‌های باقی‌مانده به زیستگاه اولیه‌شان بازگردانده شدند.

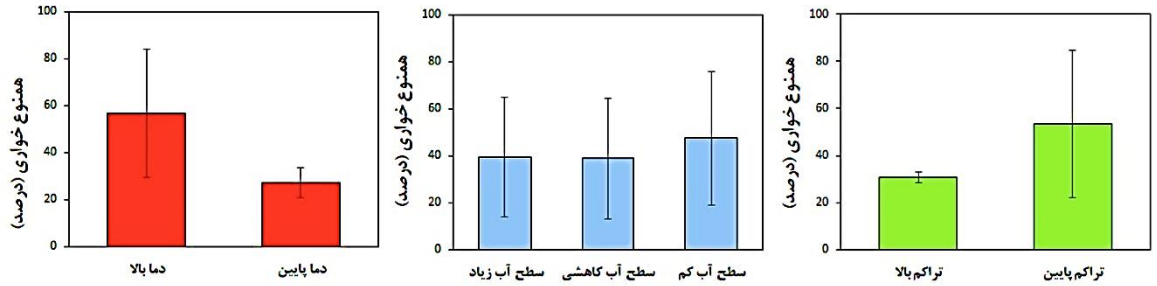
جهت تحلیل آماری، میانگین و انحراف معیار اولیه از نرم‌افزار Spss ورژن ۲۲ (https://www.ibm.com/products/spss-statistics) به‌دست آمد. جهت بررسی اثر تعاملی فاکتورهای دما، سطح آب و تراکم از تست MANOVA و از نرم‌افزار Stata ورژن ۱۴ استفاده گردید (https://www.stata.com).



شکل ۱: همنوع‌خواری در لاروهای قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae*

نتایج

با بررسی داده‌های آماری، میانگین و انحراف معیار نرخ همنوع خواری لاروهای قورباغه سبز لوانت *Pelophylax bedriagae* در تیمارهای دما (دمای بالا، دمای پایین)، تراکم لارو (تراکم پایین، تراکم بالا) و تغییرات سطح آب (سطح کم، سطح زیاد و سطح کاهشی) به‌دست آمد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که در بررسی فاکتورهای دما، سطح آب و تراکم بر همنوع‌خواری، پاسخ لاروها بسته به شرایط آن‌ها متفاوت می‌باشد. در این مطالعه، به‌طورکلی بیش‌ترین میزان همنوع‌خواری در دمای بالا (۲۷/۲۱±۵۶/۶۶ درصد)، سطح آب کم (۲۸/۴۳± ۵۷/۵۰ درصد) و تراکم پایین (۳۱/۴۱±۵۳/۳۳ درصد) مشاهده گردید. درمقابل کم‌ترین میزان همنوع‌خواری در دمای پایین (۶/۵۰±۲۷/۲۲درصد)، سطح آب کاهشی (۲۵/۶۷ ± ۳۸/۸۹ درصد) و تراکم بالا (۲/۳۰±۳۰/۵۵درصد) ثبت گردید (شکل ۲).

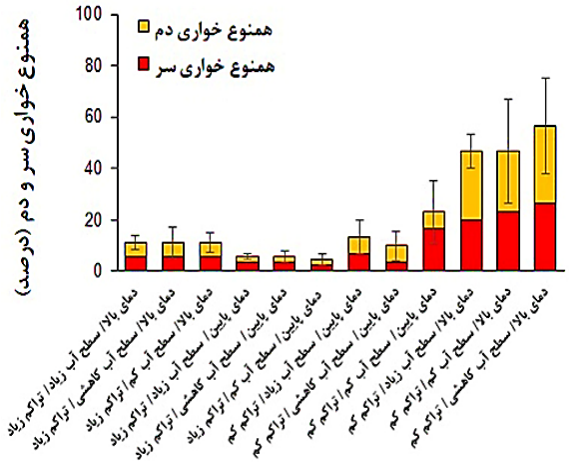


شکل ۲: نمودار درصد همنوع‌خواری لاروهای قورباغه سبز لوانت (*Pelophylax bedriagae*) در تیمارهای دما (دمای بالا، دمای پایین)، تراکم لارو (تراکم پایین، تراکم بالا) و تغییرات سطح آب (سطح کم، سطح زیاد و سطح کاهشی)

براساس داده‌های به‌دست آمده با بررسی اثر تعاملی این فاکتورها از زیادبه کم،بیش‌ترین‌میزان همنوع‌خواری سر، به‌ترتیب در تیمارهای دمای بالا/سطح آب کاهشی/تراکم کم(۸/۸۱±۲۶/۶۶)،دمای‌بالا/ سطح آب کم/تراکم کم (۱۲/۰۱±۲۳/۳۳)، دمای بالا/سطح آب زیاد/تراکم کم (۵/۷۷±۲۰/۰۰)، دمای پایین/سطح آب کم/تراکم کم (۸/۸۱±۱۶/۶۶)، دمای پایین/سطح آب زیاد / تراکم کم (۳/۳۳±۶/۶۶)، دمای بالا/ سطح آب کاهشی/تراکم زیاد (۴/۰۰±۵/۵۵)، دمای بالا/سطح آب کم/تراکم زیاد(۲/۹۳±۵/۵۵)،دمای‌بالا/سطح آب زیاد/تراکم زیاد (۲/۲۲±۵/۵۵)، دمای پایین/سطح آب کاهشی/تراکم زیاد(۰/۰۰±۳/۳۳)،دمای پایین/سطح آب زیاد/تراکم زیاد(۱/۹۲±۳/۳۳)،دمای پایین/سطح آب کاهشی/تراکم

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

کم(۳/۳۳±۳/۳۳)، دمای پایین/سطح آب کم/تراکم زیاد (۲/۲۲±۱/۱۱)، ثبت شد. بیش‌ترین میزان همنوع‌خواری دم نیز به‌ترتیب از زیاد به کم در تیمارهای دمای بالا/سطح آب کاهشی/تراکم کم (۳۰/۰۰±۱۰/۰۰)، دمای بالا/ سطح آب زیاد / تراکم کم (۲۶/۶۶±۳/۳۳)، دمای بالا/ سطح آب کم/تراکم کم (۲۳/۳۳±۸/۸۱)، دمای پایین/سطح آب کم/تراکم کم(۶/۶۶±۳/۳۳)، دمای پایین/سطح آب زیاد/تراکم کم (۶/۶۶±۳/۳۳)، دمای پایین/سطح آب کاهشی/تراکم کم(۶/۶۶±۶/۶۶)، دمای بالا/ سطح آب کاهشی/تراکم زیاد (۵/۵۵±۲/۹۳)، دمای بالا/ سطح آب کم / تراکم زیاد(۵/۵۵±۲/۹۳)، دمای بالا/سطح آب زیاد/تراکم زیاد (۵/۵۵±۲/۲۲)، دمای بالا/سطح آب کاهشی/تراکم زیاد (۲/۲۲±۱/۱۱)، دمای بالا/سطح آب کم / تراکم زیاد (۲/۲۲±۱/۱۱)، دمای بالا/ سطح آب زیاد / تراکم زیاد (۲/۲۲±۱/۱۱)، به ثبت رسید (شکل ۳). نتایج MANOVA نشان داد که تاثیر فاکتورهای دما (P≤۰/۰۰۱) و تراکم (P≤۰/۰۰۰۱) بر همنوع‌خواری سر و دم معنی‌دار می‌باشد. اما نوسانات سطح آب بر همنوع‌خواری سر و دم اثر معنی‌داری ندارد (p≥۰/۹۴). درحالی‌که تعامل هر سه فاکتور دما، تراکم و سطح آب تأثیر معنی‌داری بر همنوع خواری سر و دم نشان داد (P≤۰/۰۰۳) (جدول ۱).

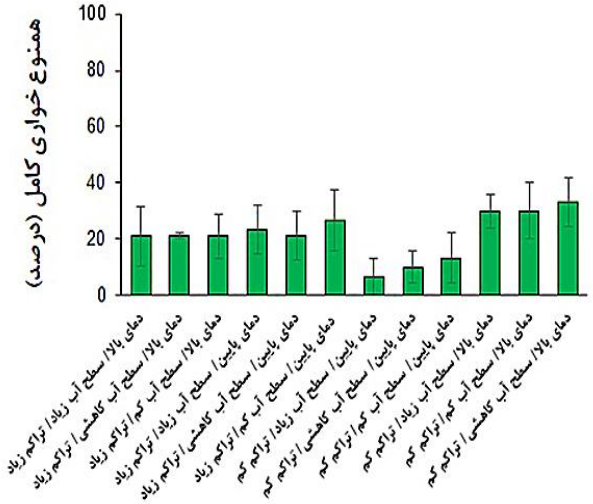


شکل ۳: نمودار درصد جراحت (همنوع‌خواری سر و دم) در تیمارهای تعاملی لاروهای قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae*

جدول ۱: نتایج تحلیل MANOVA حاصل از تأثیر فاکتورهای دما، سطح آب و تراکم در میزان جراحت (همنوع‌خواری سر و دم) لاروهای قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae*

فاکتورها	df	*f*-value	*p*-value
دما	۱	۱۲/۵۸	۰/۰۰۱
تراکم	۱	۱۹/۱۳	۰/۰۰۰۱
سطح آب	۲	۰/۰۶	۰/۹۴
دما×تراکم× سطح آب	۲	۳/۸۱	۰/۰۰۳

بیش‌ترین میزان همنوع‌خواری کامل بدن (شامل خورده‌شدن کامل یا ناپدیدشدن نمونه) به‌ترتیب از زیاد به کم در تیمارهای دمای بالا/ سطح آب کاهشی/تراکم کم (۳۳/۳۳±۸/۵۵)، دمای بالا/سطح آب زیاد/تراکم کم(۳۰/۰۰±۵/۷۷)، دمای بالا/سطح آب کم/تراکم کم(۳۰/۰۰±۱۰/۰۰)، دمای پایین/سطح آب کم/تراکم زیاد(۲۶/۶۶±۱۰/۷۱)، دمای پایین/سطح آب زیاد/تراکم زیاد (۲۳/۳۳±۸/۸۱)، دمای بالا/سطح آب کاهشی/تراکم زیاد(۲۱/۱۱±۱/۱۱)، دمای بالا/سطح آب کم/تراکم زیاد(۲۱/۱۱±۷/۷۷)، دمای بالا/سطح آب زیاد/تراکم زیاد(۲۱/۱۱±۱۰/۵۹)، دمای پایین/سطح آب کاهشی/تراکم کم(۲۱/۱۱±۸/۶۷)، دمای پایین/سطح آب کم/تراکم کم (۱۳/۳۳±۸/۸۱)، دمای پایین/ سطح آب کاهشی / تراکم کم (۱۰/۰۰±۵/۷۷)، دمای پایین/سطح آب زیاد/تراکم کم (۶/۶۶±۶/۶۶)، به ثبت رسید (شکل ۴).



شکل ۴: نمودار میزان همنوع‌خواری کامل (خورده شدن کامل نمونه) در تیمارهای تعاملی لاروهای قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae*

نتایج حاصل از MANOVA نشان داد تأثیر سه فاکتور دما، سطح آب و تراکم چه به‌صورت مستقل و چه به‌صورت تعاملی بر میزان همنوع‌خواری کامل بدن معنی‌دار نمی‌باشد (P≥۰/۰۵) (جدول ۲). اثر فاکتورهای دما (P≤۰/۰۰۱) و تراکم (P≤۰/۰۱) به‌طور جداگانه بر همنوع خواری کلی بدن (شامل همنوع‌خواری سر و دم به همراه همنوع خواری کامل یعنی خورده شدن کامل لارو) معنی‌دار نشان داده شد. نوسانات سطح آب بر همنوع‌خواری کلی بدن اثر معنی‌داری نشان نداد (P≥۰/۹). اما تعامل هر ۳ فاکتور دما، تراکم و سطح آب تاثیر معنی‌داری بر همنوع‌خواری کلی بدن نشان داد (P≤۰/۰۰۵) (جدول ۳).

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

جدول ۲: نتایج تحلیل MANOVA حاصل از تأثیر فاکتورهای دما، سطح آب و تراکم در همنوع‌خواری کامل بدن (خورده شدن کامل نمونه) قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae*

فاکتورها	df	*f*-value	*p*-value
دما	۱	۳/۰۶	۰/۰۹
تراکم	۱	۰/۱۲	۰/۷۲
سطح آب	۲	۰/۰۷	۰/۹۲
دما×تراکم× سطح آب	۲	۰/۷۴	۰/۶۸

جدول ۳: نتایج تحلیل MANOVA حاصل از تأثیر فاکتورهای دما، سطح آب و تراکم در همنوع‌خواری کلی (همنوع‌خواری سر+دم+ ناپدید شدن نمونه) لاروهای قورباغه سبز لوانت، *Pelophylax bedriagae*

فاکتورها	df	*f*-value	*p*-value
دما	۱	۱۲/۴۷	۰/۰۰۱
تراکم	۱	۷/۴۶	۰/۰۱
سطح آب	۲	۰/۱۱	۰/۸۹
دما×تراکم× سطح آب	۲	۳/۴۲	۰/۰۰۵

بحث

دوزیستان بی‌دم، مدل ایده‌آلی برای استفاده‌در آزمایشات مربوط به‌تغییرات آب و هوایی می‌باشند. اندازه مناسب بدن، سهولت نگه‌داری در شرایط آزمایشگاه و مهم‌تر از همه سهولت به‌دست آوردن مراحل تکوینی حساس به‌دما(تخم و جنین)،آن‌هارابرای‌مطالعات آزمایشگاهی مناسب کرده است (Flury، ۱۹۷۲). با توجه به تأثیر منفی تغییرات اقلیمی نوظهور بر روی دوزیستان ازجمله گرمایش جهانی و به‌تبع آن تغییرات در سطح آب و تغییر تراکم دوزیستان دربرکه‌ها، در این مطالعه اثرات مستقل و تعاملی سه فاکتور دما، سطح آب و تراکم بر روی همنوع‌خواری قورباغه سبز لوانت (*Pelophylax bedriagae*) مورد بررسی قرار گرفت.به‌طورکلی این مطالعه‌نشان داد که فاکتورهای دما و تراکم به‌صورت دو فاکتور مستقل و متعامل بیش‌ترین تأثیر را بر میزان همنوع‌خواری لاروهای قورباغه سبز لوانت دارند. به گونه‌ای که بیش‌ترین نرخ همنوع‌خواری در دمای بالا و تراکم کم مشاهده شد. نوسانات سطح آب به‌صورت فاکتور مستقل اثر معنی‌داری بر روی میزان همنوع‌خواری نشان نداد اما به‌صورت تعاملی با فاکتورهای حرارت و تراکم، این تأثیر معنی‌دار بود.

دمای پایین طول دوره لاروی را افزایش و میزان رشد را کاهش می دهد و به‌تبع آن، متابولیسم لاروها دچار کاهش و درنتیجه درصد رفتارهای همنوع‌خواری در لاروها کاهش می‌یابد. با افزایش دما رشد سریع‌تر و نرخ متابولیسم لاروها افزایش می‌یابد و میانگین فعالیت لاروها بالامی‌رود،بنابراین امکان‌بروز رفتارهمنوع‌خواری‌درون جمعیت افزایش می‌یابد (Brown و Blouin، ۲۰۰۰). اثر دما بر رشد می‌تواند از طریق تأثیر بر میزان اکسیژن محلول در آب اعمال گردد. با کاهش دما میزان اکسیژن محلول در آب، افزایش می‌یابد، در نتیجه لاروهایی که در آب‌های سرد پرورش می‌یابند از اکسیژن محلول در آب استفاده می‌کنند درحالی‌که لاروهای پرورش یافته در آب‌های گرم، برای به‌دست آوردن اکسیژن به سطح آب آمده و فرصت کافی برای استفاده از مواد غذایی محلول در آب را ندارند در نتیجه ممکن است از لحاظ اندازه‌بدنی کوچک‌تراز لاروهای‌موجوددر آب‌سردمی‌باشند (Blaustein و همکاران، ۲۰۱۰).

نتایج حاصل از مطالعه صورت گرفته توسط Rojht و همکاران (۲۰۰۹)نشان‌دادمیزان همنوع‌خواری در لاروهای گونه *Chrysoperla carnea* با افزایش دما، افزایش می‌یابد به‌طوری‌که در دمای ۱۵درجه سانتی‌گراد، میزان همنوع‌خواری (۹/۱±۱۹/۸درصد) ثبت گردید اما در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد، میزان همنوع‌خواری (۲۲/۱±۹درصد) افزایش یافت. هم‌چنین دراین آزمایش مشاهده گردیدکه لاروهای با اندازه بزرگ‌تر، لاروهای کوچک‌تر را خوردند و این افزایش اندازه لاروها با همنوع‌خواری درارتباط است زیرا در اکثر موارد لاروهای بزرگ‌تر رفتار همنوع‌خواری از خود نشان داده و از لاروهای کوچک‌تر تغذیه می‌کردند. هم‌چنین مطالعه انجام شده توسط Start و همکاران (۲۰۱۷) بر روی لاروهای *Lestes congener* نشان داد که با افزایش میزان دما، میزان رقابت درون گونه‌ای افزایش می‌یابد و به‌دنبال آن، نرخ همنوع‌خواری در لاروهای در حال رشد بیش‌تر می‌شود. هم‌چنین مطالعه حاضر در تأیید مطالعه Moradi و همکاران (۲۰۱۹) بر روی وزغ سبز (*Bufotes variabilis*) نشان داد که دما به‌صورت مستقل و متعامل با فاکتورهای سطح آب و تراکم به‌طور قوی و معنی‌داری بر میزان همنوع‌خواری در قورباغه سبز لوانت اثر گذاشته و بیش‌ترین درصد همنوع‌خواری در درجه حرارت بالا مشاهده می‌شود.

تغییرات سطح آب (هیدروپریود) از مشخصه‌های مهمی هستند که به‌صورت مستقیم بر بقای دوزیستان تولیدمثل کننده در آب اثر می‌گذارد (Winne و Ryan، ۲۰۰۱). مطالعات در زمینه تأثیر نوسانات سطح آب بروی همنوع‌خواری بسیار اندک می‌باشد. اما با توجه به این مطالعات نشان داده شده است کاهش یا افزایش سطح آب، میزان همنوع‌خواری لاروهای‌دوزیستان‌راتغییر می‌دهد(Amburgeوهمکاران، ۲۰۱۲). به‌عنوان مثال مطالعه انجام شده توسط Anderson و همکاران (۲۰۱۳) بر روی *Ambystoma talpoideum* نشان‌دادند در حوضچه‌های دائمی میزان همنوع‌خواری کاهش می‌یابد،اما درمقابل در حوضچه‌های موقت این میزان افزایش می‌یابد. درمقابل مطالعه صورت گرفته توسط Moradi و همکاران (۲۰۱۹) بر روی وزغ سبز (*Bufotes variabilis*)

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

نشان داد که تغییرات سطح آب به‌صورت مستقل تأثیر معنی‌داری بروی میزان همنوع‌خواری این گونه ندارد. درمطالعه حاضر، بیش‌ترین درصد همنوع‌خواری در قورباغه سبز لوانت در سطح آب کاهشی مشاهده شد. اما این فاکتور به‌صورت مستقل تأثیر معنی‌داری بر روی همنوع‌خواری نشان نداد، اما به‌صورت تعاملی با فاکتورهای دما و تراکم این تاثیر معنی‌دار نشان داده شد.

تأثیر تراکم برهمنوع‌خواری با توجه به نوع گونه متفاوت است. برخی از مطالعات نشان داده است که هرچه میزان تراکم بیش‌تر باشد میزان رفتارهای همنوع‌خواری بیش‌تراست (Wildy و همکاران، ۲۰۰۱). افزایش تعداد افراد یک جمعیت قاعدتاً منجر به افزایش رقابت جهت کسب منابع غذای بیش‌تر، رقابت برای فضای بیش‌تر و نیز در موجودات آبزی رقابت برای اکسیژن محلول در آب خواهد شد (Reynolds و همکاران، ۲۰۱۱). در مطالعه‌ای Wildy و همکاران (۲۰۰۱)، با انجام یک آزمایش دو فاکتوری اثرات مستقل و تعاملی غذا و تراکم بر روی *Ambystoma macrodactylum* بررسی شد و نتایج نشان داد با افزایش تراکم و کاهش مقدار غذا بیش‌ترین میزان همنوع‌خواری مشاهده خواهد شد. هم‌چنین در مطالعه انجام شده توسط Vaissi و Sharifi (۲۰۱۶)، مشخص شد بیش‌ترین همنوع‌خواری در لاروهای گونه *N. microspilotus* در تراکم زیاد و غذای کم حاصل می‌شود. درمقابل نتایج حاصل از بررسی دو فاکتور تراکم و میزان غذا بر نرخ همنوع خواری لاروهای قورباغه *Polypedates braueri* نشان داد، دو فاکتور تراکم و غذا در دو حالت کم و زیاد تأثیر معنی‌داری بر روی همنوع خواری این گونه ندارد (Ferenti و همکاران، ۲۰۰۹).

در مطالعه حاضر، بیش‌ترین درصد همنوع‌خواری در قورباغه سبز لوانت در تراکم پایین مشاهده شد و از سوی دیگر، فاکتور تراکم به‌صورت مستقل و متعامل با فاکتورهای دما و سطح آب، به‌طور قوی تأثیر معنی‌داری بر روی میزان همنوع‌خواری برای این گونه نشان داد. با توجه به نتایج تراکم، این احتمال وجود دارد که تعداد لاروهای استفاده شده برای تراکم زیاد، نتوانسته فشار و تنش تراکمی قابل انتظار را در این آزمایش به‌وجود آورد و ممکن است همانند تراکم پایین عمل کرده باشد. بنابراین پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده برای روشن شدن این موضوع و برای بررسی بیش‌تر اثر تراکم یا اثر تعاملی تراکم با دیگر فاکتورها از جمله دما، میزان سطح آب، شکارگری، شوری و ... برای این گونه، از فشار تراکمی بیش‌تری استفاده شود.

منابع

۱. **محمدی، م.؛ کمالی، ک.؛ نظری‌زاده، م.؛ خاکی، س.؛ ایمانی هرسینی، ج. و کابلی، م.، ۱۳۹۶.** اولویت‌بندی حفاظتی دوزیستان ایران. فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۹، شماره ۴، صفحات ۱۳۱ تا ۱۳۶.

۲. **عنبر، ف. و کمی، ح.ق.، ۱۳۹۵.** زیست‌سنجی،زیستگاه و رفتار در قورباغه مردابی *Pelophylax ridibundus* استان مازندران (شهرستان تنکابن). فصلنامه محیط زیست جانوری. دوره ۸، شماره ۴، صفحات ۱۰۷ تا ۱۱۶.

۳. **Amburgey, S.; Chris Funk, W.; Murphy, M. and Muths, E., 2012**. Effects of hydroperiod duration on survival, developmental rate, and size at metamorphosis in boreal chorus frog tadpoles (*Pseudacris maculate*). Herpetologica. Vol. 68, pp: 456-467.

۴. **Anderson, T.L.; Mott, C.L.; Levine, D. and Whiteman, H.H., 2013**. Life cycle complexity influences intraguild predation and cannibalism in pond communities. Copeia. Vol. 2, pp: 284-291.

۵. **Aschonitis, V.G.; Gavioli, A.; Lanzoni, M.; Fano, E.A.; Feld, C. and Castaldelli, G., 2018.** Proposing priorities of intervention for the recovery of native fish populations using hierarchical ranking of environmental and exotic species impact. Journal of environmental management. Vol. 210, pp: 36-50.

۶. **Blaustein, A.R.; Romansic, J.M.; Kiesecker, J.M. and Hatch, A.C., 2003.** Ultraviolet radiation, toxic chemicals and amphibian population declines. Diversity and Distributions. Vol. 9, pp: 123-140.

۷. **Blaustein, A.R.; Walls, S.C.; Bancroft, B.A.; Lawler, J.; Searle, C.L. and Gervasi, S.S., 2010**. Direct and indirect effects of climate change on amphibian populations. Diversity. Vol. 2, pp: 281-313.

۸. **Blouin, M.S. and Brown, S.T., 2000**. Effect of temperature-induced variation in Anura larval growth rate on head width and leg length at metamorphosis. Oecologia. Vol. 125, pp: 358-361.

۹. **Bosch, J.; Carrascal, L.M.; Duran, L.; Walker, S. and Fisher, M.C., 2007.** Climate change and outbreaks of amphibian chytridiomycosis in a montane area of Central Spain, is there a link? Proceedings of the Royal Society B-Biological Sciences. Vol. 274, pp: 253-260.

۱۰. **Bridges, C.M. and Semlitsch, R.D., 2000.** Variation in pesticide tolerance of tadpoles among and within species of Ranidae and patterns of amphibian decline. Conservation Biology. Vol. 5, pp: 1490-1499.

۱۱. **Chelgren, N.D.; Rosenberg, D.K.; Heppell, S.S. and Gitelman, A.I., 2006**. Carryover aquatic effects on survival of metamorphic frogs during pond emigration Ecological Applications. Vol. 16, No. 1, pp: 250-261.

۱۲. **Cushman, S.A., 2006.** Effects of habitat loss and fragmentation on amphibians: A review and prospectus. Biological conservation. Vol. 128, pp: 231-240.

۱۳. **Daneshvar, M.; Ebrahimi, R.M. and Nejadsoleymani, H., 2019**. An overview of climate change in Iran: facts and statistics. Enviromental Systems Research. Vol. 8, pp: 7.

۱۴. **Ferenti, S.; Dimancea, N.; David, A.; Tantari, A. and Darabani, D., 2009**. Data on the feeding of a *Rana ridibunda* population from Sarighiol de Deal, Tulcea County, Romania Biharean Biologist. Vol. 3, pp: 45-50.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

۱۵. **Flury, A.G., 1972.** Embryonic temperature of some midwestern members of the *Rana pipiens* complex. Texas Technology University (Dissertation).

۱۶. **Fox, L.R., 1997. Cannibalism in natural populations, Annura.** Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics. Vol. 6, pp: 87-106.

۱۷. **Frost, D.R.G.; Rant, T.; Faivovich, J.; Bain, R.H.; Haas, A.; Haddad, C.F.B.; De Sá, R.O.; Channing, A.; Wilkinson, M., Donelan, S.C., Raxworthy, C.J., Campbell, J.A.; Blotto, B.L.; Moler, P.; Drewes, R.C.; Nussbaum, R.A.; Lynch, J.D.; Green, D.M. and Wheeler, W.C., 2008**. The Amphibian Tree Life. Bulletin of the American Museum of Natural History. Vol. 297, pp: 1-291.

۱۸. **Hastings, A. and Costantino, R.F., 1991.** Oscillations in population numbers: age dependent cannibalism. Journal of Animal Ecology. Vol. 60, pp: 471-482.

۱۹. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). 2003.** IPCC Technical Paper on Climate Change and Water.

۲۰. **Johnson, J.M. and Franzluebers, A., 2007.** Agricultural Operations to mitigate Greenhouse Gas Emissions, Environmental pollution. Vol. 150, pp: 107-124.

۲۱. **Kriger**, **K.M. and Hero, J.M., 2007.** The chytrid fungus *Batrachochytrium dendrobatidis* is non-randomly distributed across amphibian breeding habitats. Diversity and Distribution. Vol. 13, pp: 781-788.

۲۲. **Kriger, K.M.; Hines, H.B.; Hyatt, A.D. and Boyle, D.G., 2006.** Techniques for detecting chytridiomycosis in wildfrogs: comparing histology with real-timeTaqman PCR. Diseases of Aquatic Organisms. Vol. 71, pp: 141-148.

۲۳. **Moradi, F.; Vaissi, S. and Akmali, V., 2019**. Impacts of temperature, water level and density on cannibalism of larval *Bufotes variabilis* (Pallas, 1769). Journal of Animal Research. Vol. 32, pp: 25-35.

۲۴. **Nilson, K.A. and Persson, L., 2013**. Refuge availability and within species differences in cannibalism determin population variability and dynamics. Ecosphere. Vol. 4, pp: 1-15.

۲۵. **Pckarsk, B.L.; Abrams, A.; Bolnick, D.I.; Dill, L.M.; Grawbowski, J.H.; Luttbeg, B. and Trussel, G.C., 2008**. Revisiting the classics: considering non-consumptive effects in textbook example of predator-prey interactions. Ecology. Vol. 89, pp: 2416-2425.

۲۶. **Plötner, J.; Baier, F.; Akın Pekşen, Ç.; Mazepa, G.; Schreiber, R.; Beerli, P.; Litvinchuk, S.; Bilgin, C.; Borkin, L. and Uzzell, T., 2012.** Genetic data reveal that water frogs of Cyprus (genus *Pelophylax)* are an endemic species of Messinian origin. Zoosystematics and Evolution. Vol. 88, pp: 261-283.

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

۲۸. **Reynolds, M.; Blakeslee, C.; Paciorek, T. and McRobert, S.P., 2011.** The effect of population density on survival and metamorphosis in American Toad (*Bufo americanus*) tadpoles. Russian Journal of Physical Chemistry A. Vol. 18, pp: 241-246.

۲۹. **Rojht, H.; Budiji, F. and Trdna, S., 2009**. Effect temperature on cannibalism rate between green lacewings larvae (*Chrysoperla carnea* [Stephens] Neuroptera, Chrysopidae). Acta agriculturae Slovenica. Vol. 93, No. 1, pp: 5-9.

۳۰. **Rosenzweig, M.L. and Macarthur, R.H., 1963.** Graphical representation and stability conditions of predator-prey interactions. The American Naturalist. Vol. 97, pp: 209-223.

۳۱. **Ryan, T.J. and Winne, C.T., 2001.** Effects of hydroperiod on metamorphosis in *Rana sphenocephala*. The American Midland Naturalist. Vol. 145, No. 1, pp: 46-51.

۳۲. **Safaei-Mahroo, B.; Ghaffari, H.; Fahimi, H.; Broomand, S.; Yazdanian, M.; Najafi-Majd, E.; Hosseinian Yousefkhani, S.S.; Rezazadeh, E.; Hosseinzadeh, M.S. and Nasrabadi, R., 2015.** The herpetofauna of Iran: checklist of taxonomy, distribution and conservation status. Asian Herpetological Research. Vol. 6, pp: 257-290.

۳۳. **Skelly, D.K. and Kiesecker, J.M., 2001.** Venue and outcome in ecological experiments: manipulations of larval anurans. Oikos. Vol. 94, pp: 198-208.

۳۴. **Start, D.; Kirk, D.; Shea, D. and Gilbert, B., 2017.** Cannibalism by damselflies increases with rising temperature. Biology letters. Vol. 13, pp: 2017-2075.

۳۵. **Stoner, A.W.; Ottmar, M.L. and Haines, S.A., 2010.** Temperature and habitat complexity mediate cannibalism in red king crab. Journal of Shellfish Research. Vol. 29, pp: 1005-1012.

۳۶. **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. Zoo Biology. Vol. 35, pp: 513-521.

۳۷. **Vitt, L.J. and Caldwell, J.P., 2013.** Herpetology: an introduction biology of amphibian and reptiles. Academic press.

۳۸. **Voyles, J.; Rosenblum, E.B. and Berger, L., 2011**. Interactions between *Batrachochytrium dendrobatidis* and its amphibian hosts: a review of pathogenesis and immunity. Microbes and Infection. Vol. 13, pp: 25-33.

۳۹. **Wildy, E.; Chivers, D.; Kiesecker, J. and Blaustein, A., 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.

۴۰. **Wissinger, S.; Whiteman, H.H.; Denoël, M.; Mumford, M.L. and Aubee, C.B., 2010.** Consumptive and non consumptive effects of cannibalism in fluctuating age structured populations. Ecology. Vol. 91, pp: 549-559.

۴۱. **Yksel, I., 2008**. Global warming and renewable energy sources for sustainable development in Turkey. Renewable Energy. Vol. 33, pp: 802-881.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.126707

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

Independent and interactive effects of temperature, water level and density on the cannibalism of Levant Green Frog, *Pelophylax bedriagae* (Camerano, 1882) larvae

- **Mehri Mohammadi:** Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran
- **Somaye Vaissi:** Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran
- **Vahid Akmali*:** Department of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, Iran

Received: November 2019 Accepted: February 2020

Key words: Climate change, Water level Fluctuations, Density, Cannibalism, Anura

Abstract

Cannibalism is an aggressive behavior in which the living organism eats whole or part of its body. In amphibians, cannibalism is done by feeding on its own eggs or larvae. The increase in temperature resulting from global warming, by affecting on the rate of intraspecific interaction and intensifying water level fluctuations and change in density, can alter the rate of cannibalism with a high coefficient in amphibian populations. In this study, independent and interactive effects of temperature (high and low), water level (hydroperiod) (high, low, and decreasing water levels), and density (low and high) factors on the cannibalism of Levant green frog *Pelophylax bedriagae* larvae was investigated in within 10 months. By considering the independent effect of the factors, the highest rate of cannibalism was observed in high temperature (56.6%), low water level (47.5%) and low density (53.33%). Due to the interactive effect, the highest percentage of cannibalism (including biting and whole body cannibalism) was recorded in the high temperature/low water level/low density treatment with 90%. In contrast, the lowest rate of cannibalism was recorded in two treatments: low temperature/low water level/low density, and low temperature/high water level/low density with 20%. The results of study showed that temperature and density had significant independent effects on the cannibalism but water level fluctuations are not significant. Also, interaction of three factors included temperature, water level and density had a significant effect on the rate of cannibalism.

* Corresponding Author's email: v_akmali@razi.ac.ir