DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

مطالعه رشد، تکوین و بقا لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*) در حضور ماهی مهاجم گامبوزیا، نوسانات سطح آب و تغییرات تراکمی

فاطمه امجدیان، سمیه اسمعیلی رینه* و سمیه ویسی

ایران، کرمانشاه، دانشگاه رازی، دانشکده علوم، گروه زیست‌شناسی

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۶/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۱۹

چکیده

دوزیستان به عنوان شاخصی از سلامت محیط زیست محسوب می‌شوند و جمعیت آن‌ها در سراسر جهان با نرخ قابل توجهی در حال کاهش است. ازجمله عوامل کاهش دوزیستان تغییرات آب و هوا، آلاینده‌های شیمیایی، افزایش اشعه ماورابنفش، تغییرات زیستگاه، گونه‌های مهاجم و عوامل بیماری‌زا می‌باشد. هدف از این مطالعه بررسی اثرات مستقل و تعاملی عوامل تراکم، نوسانات سطح آب و شکارگر مهاجم (*Gambusia holbrooki*) بر نرخ رشد، دگردیسی و بقا قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*)است. در این پژوهش، تخم ها از چشمه برناج در استان کرمانشاه جمع آوری شد و یک آزمایش ۲×۳ ×۲ عاملی شامل: دو سطح از تراکم (تراکم کم (n: ۵) و تراکم زیاد (n: ۲۵))، سه سطح از سطح آب (سطح آب کم (۴۰۰cc)، سطح آب زیاد (۱۴۰۰cc) و سطح آب کاهشی (هر هفته کسر۱۰۰cc)) و دو سطح از شکارگر (حضور غیرمستقیم و یا عدم حضور شکارگر) در ۳۶ ظرف به مدت ۲۰۱ روز طراحی گردید. براساس تحلیل های آماری، عامل تراکم به صورت مستقل اثر معناداری بر طول پوزه تا مخرج، بقا، سن و درصد دگردیسی داشت. حضور شکارگر بر تمامی متغیرهای مورد بررسی تاثیر معناداری نشان داد. تاثیر سطح آب برای همه متغیرها بی معنا ثبت شد. اثر تعاملی این سه عامل بر طول پوزه تا مخرج، اندازه دگردیسی، سن دگردیسی، درصد دگردیسی و درصد بقا بی‌معنا ثبت شد. نتایج حاصل از این مطالعه نشان می دهد، احتمالا قورباغه مردابی بدریاگا بعنوان یک گونه مقاوم می تواند در برابر تغییرات محیطی سازش پیدا کند.

واژه های کلیدی: دوزیستان، فاکتورهای زیستی و غیرزیستی، نرخ رشد، دگردیسی، حفاظت

* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۸۳۴۲۷۴۵۴۵ ، پست الکترونیکی: sesmaeili@razi.ac.ir

مقدمه

اکوسیستم های آب شیرین کمتر از یک درصد سطح زمین را اشغال می کنند و نقاط داغی برای یک سوم گونه های مهره دار محسوب می شوند. اعضای رده دوزیستان جز اولین گروه از مهره داران می باشند که به خشکی آمده اند و در زیستگاههای آبی متنوعی تولیدمثل می کنند و به عنوان شاخصی از سلامت محیط زیست معرفی می شوند (۴۱). امروزه تقریبا یک سوم (۳۲ درصد) دوزیستان جهان در معرض تهدید هستند (۳۹). این گروه از مهره داران در مقایسه با پستانداران و پرندگان، به دلیل داشتن پوست نفوذ پذیر، تخم‌های نازک پوسته و چرخه زندگی پیچیده‌ای که آن‌ها را در معرض تغییر در هر دو محیط آبی و زمینی قرار می‌دهد آسیب پذیرتر هستند (۴۰). عوامل مختلفی جمعیت دوزیستان را در سطح جهان تهدید می‌کنند که بسته به موقعیت مکانی، این تهدید متفاوت است (۴). ازجمله این عوامل می توان به تغییرات آب و هوا، استفاده از آفت کش‌ها وآلاینده‌های شیمیایی، افزایش اشعه ماورابنفش، تغییرات و تکه تکه شدن زیستگاه، حضور گونه‌های مهاجم و عوامل بیماری‌زا اشاره کرد (۲۰).

یکی از عوامل کاهش دوزیستان، گسترش حضور گونه‌های

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

مهاجم است. این گونه‌های مهاجم می توانند در رقابت با جمعیت بومی، آنها را شکست دهند و یا از طریق شکار به آن‌ها تلفات وارد کنند (۲۲). ماهیان گامبوزیا (*Gambusia affinis* و *G. holbrooki*) جز ۱۰۰ گونه اول مهاجم در جهان محسوب می شوند که به دلیل پتانسیل تولید مثلی بالا و تحمل شرایط محیطی، توزیع گسترده ای در آب های شیرین سرتاسر جهان دارد (۲۷) و تهدیدی برای گونه های بومی می باشد (۲۸). گونه *G. holbrooki* در سال های ۱۹۲۲ تا ۱۹۳۰ از ایتالیا و آذربایجان برای کنترل جمعیت پشه آنوفل وارد ایران شد و در آب های شیرین بخش های مختلف کشور پراکنش یافت. گزارش های متعددی از شکار تخم، جنین و نوزاد بعضی گروههای دوزیستان توسط ماهی گامبوزیا به دست آمده است که منجر به کاهش ناحیه ای دوزیستان بومی شده است (۳ و۲۲).

در سال های اخیر، افزایش میانگین دمای سطح زمین باعث تغییر در الگوی میزان رطوبت، تبخیر و دمای آب شده است. تغییرات اقلیمی در ایران نیز متاثر از تغییرات اقلیمی جهانی است و بررسی ها نشان می دهد که در طی دهه آینده دمای هوا در ایران ۲/۶ سانتیگراد افزایش و میزان بارندگی ۳۵٪ کاهش خواهد یافت (۸). این تغییرات، اثرات گسترده ای بر رویکردهای بوم شناختی و تنوع گونه ای در اکوسیستم های آبی دارد (۲۳). تبخیر بالا، کاهش بارندگی و کاهش میزان عمق آب بر موفقیت های تولید مثلی، بقا و تراکم جمعیت دوزیستان در زیستگاههای آبی اثر می گذارند (۴). علاوه بر آن، با خشک شدن تدریجی زیستگاههای آب شیرین، تراکم جمعیت های لاروی دوزیستان افزایش می یابد. رشد و نمو لارو ها در اکثر دوزیستان بی دم در تراکم بالا، به دلیل رقابت درون گونه ای کند می شود و میزان همنوع خواری به دلیل افزایش رویارویی لاروها افزایش می یابد (۱۶).

بر اساس ارزیابی اتحادیه بین‌المللی حفاظت طبیعت (IUCN) قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*) با وضعیت حفاظتی دارای کمترین نگرانی (Least Concern) در زیستگاههای آب شیرین مناطقی از قبرس، مصر، یونان، اسرائیل، اردن، لبنان، سوریه، ترکیه، عراق و ایران پراکنش دارد. اعضای این گونه در ایران، در امتداد بخش های شمال غربی، غرب و جنوب غربی یافت می شوند. زمان تولیدمثل این گونه بهار تا اواخر تابستان می باشد و مانند سایر دوزیستان به خصوص برای تولیدمثل به محیط های آبی وابسته هستند. براساس IUCN جمعیت های این گونه در حال کاهش می باشد. از مهمترین عوامل کاهش برای این گونه تغییرات و تخریب زیستگاه، فعالیت های کشاورزی، تغییرات اقلیمی به ویژه خشکسالی و آلودگی ها می باشد(۳۵). هدف از این مطالعه بررسی اثر تعاملی عوامل حضور شکارگر، تغییرات سطح آب و تراکم بر رشد، دگردیسی و بقا لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا است.

مواد و روشها

منطقه مورد مطالعه: در این بررسی، یک رشته تخم قورباغه مردابی بدریاگا از چشمه برناج (N34º28′, E47º23′) واقع در ۱۴ کیلومتری شمال غرب شهر بیستون در استان کرمانشاه در ۱۷ خرداد ۹۷ جمع آوری و به همراه مقداری از آب چشمه به آزمایشگاه منتقل شد (شکل ۱الف). همچین به منظور بررسی اثر شکارگر، ماهی گامبوزیای ماده (*G. holbrooki*) از سراب یوان (N34°38′, E46°35′) در ۲۱ خرداد ۹۷ جمع آوری و به آزمایشگاه منتقل شد. میانگین کلی طول ماهی گامبوزیا ۸/۳۳ ± ۳۱/۹۲۷ و میانگین طول کلی عرض سر این ماهی‌ها ۱/۴۳۱ ± ۵/۱۲۸ به دست آمد (شکل ۱ب). پس از رسیدن نمونه ها به گاسنر ۲۶ (شروع مرحله لاروی) در تاریخ ۲۳ خرداد ۹۷ آزمایش آغاز گردید.

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

ب الف

شکل ۱- الف: ابتدای مرحله لاروی قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*) در اولین عکس برداری؛ ب: ماهی *Gambusia holbrooki*.

طراحی آزمایش: در این مطالعه به مدت ۲۰۱ روز، آزمایش ۲×۳ ×۲ عاملیشامل: دو سطح از تراکم (تراکم کم (n: ۵) و تراکم زیاد (n: ۲۵))، سه سطح از سطح آب (سطح آب کم (۴۰۰cc)، سطح آب زیاد (۱۴۰۰cc) و سطح آب کاهشی (هر هفته کسر۱۰۰cc)) و دو سطح از شکارگر (حضور یا عدم حضور شکارگر (ماهی گامبوزیا)) قرار داده شد. در مجموع ۳۶ ظرف پلاستیکی به طول ۱۴ سانتی‌متر و ارتفاع ۱۲/۵ سانتی‌متر برای ۱۲ تیمار شامل تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب زیاد در سه تکرار مورد استفاده قرار گرفت. ظرف‌های توری با ابعاد (قطر ۱۱/۵، ارتفاع ۶ و سطح مقطع ۴ سانتی‌متر) برای جلوگیری از تماس مستقیم ماهی گامبوزیا با لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا طراحی شد. این توری ها داخل ظرف پلاستیکی در محیط آزمایش قرار داده شد، سپس برای هر ظرف توری چهار عدد ماهی گامبوزیای ماده در نظر گرفته شد (شکل ۱ب). در طول آزمایش با مردن هر ماهی شکارگر، ماهی مشابه جایگزین می گردید. آزمایش تا زمان دگردیسی لاروها ادامه یافت.

نگهداری: لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا از ابتدای گاسنر ۲۶ یک روز در میان با استفاده از اسفناج پخته شده (هر لارو ۰/۱ گرم اسفناج پخته شده) تغذیه شدند. با افزایش هرماه ۰/۱ گرم اسفناج به مقدار غذای هر لارو اضافه شد. برای تغذیه ماهی‌های گامبوزیا از غذای ماهی استفاده شد. دمای محیط آزمایشگاه به طور روزانه مورد بررسی قرار گرفت و دمای آب بین ۲۰-۱۹ درجه سانتی-گراد و دمای محیط آزمایشگاه بین ۲۶-۲۴ درجه سانتی-گراد اندازه‌گیری شد. تعویض آب ظرف‌های مورد آزمایش هفته‌ای یکبار صورت گرفت و ۲۴ ساعت قبل به منظور دکلره شدن، آب در ظروفی مجزا نگهداری شد. پس از پایان دوره دگردیسی نمونه‌ها به محیط اولیه زندگی خود بازگردانده شدند (شکل۲).

اندازه‌گیری و عکسبرداری: عکس برداری یک هفته در میان با دوربین عکاسی (Sony, Dsc-Hx9v,36v) با استفاده از سه پایه و با بزرگنمایی ۱/۵ برابر گرفته شد. همچنین برای اندازه گیری لاروها از نرم افزار Digimizer ورژن ۴/۵ استفاده شد.

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

شکل ۲- مراحل دگردیسی در قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*)در این آزمایش. مقیاس: ۱ سانتی متر

متغیرهای مورد بررسی و تحلیل آماری: در این مطالعه متغیرهای مورد مطالعه عبارتند از: ۱. طول پوزه تا مخرج (SVL): عبارت است از فاصله نوک پوزه تا شکاف مخرجی. ۲. اندازه دگردیسی: عبارت است از اندازه طول پوزه تا مخرج (SVL) لاروها در هنگام دگردیسی. ۳. زمان (سن) دگردیسی: عبارت است از سنی که لاروها دگردیسی می‌کنند. ۴. درصد دگردیسی: عبارت است از تعداد لاروهای دگردیسی شده به تعدادکل لاروهای اولیه ضربدر ۱۰۰. ۵. بقا: عبارت است از تعداد لاروهای باقی مانده به تعداد کل لاروهای اولیه ضربدر ۱۰۰. ۶. نرخ رشد: عبارت است از طول استاندارد هفته آخر منهای طول استاندارد هفته اول تقسیم بر تعداد کل روزهای آزمایش (۱۴) .

محاسبه میانگین و انحراف معیار اولیه با نرم‌افزار Spss ورژن ۲۵ انجام شد. برای بررسی اثر مستقل و تعاملی فاکتورها بر رشد، بقا و تکوین گونه مورد بررسی از نرم افزار Stata ورژن۱۴ (https://www.stata.com) استفاده شد.

نتایج

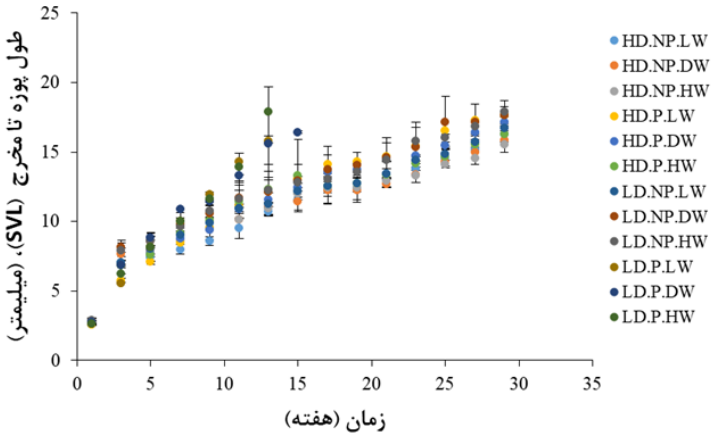
اثر عوامل تراکم، شکارگر و سطح آب بر طول پوزه تا مخرج (SVL): بیشترین میانگین طول پوزه تا مخرج (SVL) در هفته پانزدهم آزمایش در تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۰۷ ± ۱۶/۴۲ میلی‌متر ثبت گردید و در مقابل کمترین میانگین SVL در تیمار تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۱۶ ± ۱۱/۴۵ میلی‌متر ثبت گردید. میانگین SVL در دیگر تیمارها به ترتیب شامل تیمار تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۲/۶۲ ± ۱۳/۳۱، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۷۳۲ ± ۱۳/۰۸، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۱/۱۶۸ ± ۱۲/۹۴۶، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۴ ± ۱۲/۸۱، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۵۷ ± ۱۲/۴۳، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۵۶ ± ۱۲/۱۵، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد ۰/۵۸ ± ۱۱/۹۴، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۶۷ ± ۱۱/۵۰۲ میلی‌متر ثبت گردید.

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

میانگین SVL در پایان آزمایش (هفته بیست و نهم) در تیمارهای باقی مانده به ترتیب برای تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۷۷ ± ۱۷/۸۹۶، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۶۴ ± ۱۷/۶۴، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱/۰۷ ± ۱۷/۶۱، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۲۴ ± ۱۷/۱۷، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۲۰ ± ۱۶/۷۲، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۵۲ ± ۱۶/۲۷، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱/۲۷ ± ۱۶/۲۴، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۱۶ ± ۱۵/۸۷، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۸۶ ± ۱۵/۵۰ میلی‌متر اندازه‌گیری شد (شکل ۳).

در هفته پانزدهم آزمایش، بیشترین میزان نرخ رشد در تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۱۴۵ میلی‌متر/روز ثبت گردید. در مقابل کمترین میزان نرخ رشد در تیمار تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۰۸۲ میلی‌متر/روز ثبت گردید. میزان نرخ رشد در دیگر تیمارها به ترتیب شامل تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۱۲۹، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۱۲۵، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۱۰۱، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۰۹۹، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی ۰/۰۹۷، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۰۹۴، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۰۹۲، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۰۹۰، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۰۸۸، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۰۸۴ میلی‌متر/روز ثبت گردید.

در پایان آزمایش (هفته بیست ونهم) نرخ رشد در تیمارهای باقی‌مانده به ترتیب به طور مشترک در تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد و تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۰۷۴، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۰۷۲، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۰۶۹، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم و تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۰۶۷، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۰۶۵، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۰۶۳ میلی-متر/روز ثبت گردید.



شکل ۳- میانگین و انحراف معیار طول پوزه تا مخرج (SVL) لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*bedriagae Pelophylax*) از ابتدا تا پایان آزمایش. تراکم کم(LD)، تراکم زیاد(HD)، عدم حضور شکارگر(NP)، حضور شکارگر(P)، سطح آب کم (LW)، سطح آب زیاد (HW) و سطح آب کاهشی (DW).

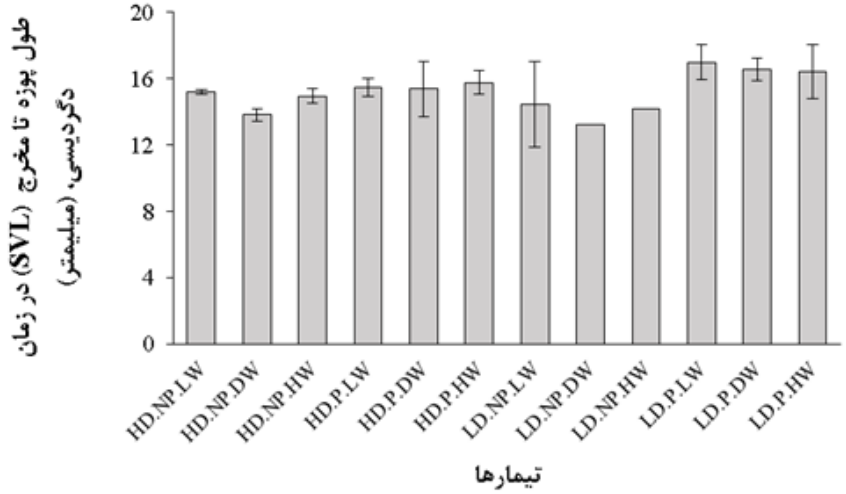
DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

نتایج حاصل از آنالیز ANOVA نشان داد، عوامل تراکم (p=۰/۰۰۲) و شکارگری (p=۰/۰۲) به صورت مستقل اثر معناداری بر SVL دارد، در مقابل سطح آب (p=۰/۸۹)، به طور مستقل و همچنین تعامل این سه عامل باهم (p=۰/۸۳) اثر معناداری بر SVL نداشته است (جدول ۱).

جدول ۱- تست آماری سه متغیره ANOVA برای اثر فاکتورهای تراکم، شکارگری و سطح آب بر میانگین طول پوزه تا مخرج (SVL) لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*)

عوامل	*F*	*df*	*p-value*
تراکم	۹/۰۵	۱	۰/۰۰۲
شکارگری	۵/۳۸	۱	۰/۰۲
سطح آب	۰/۱۲	۲	۰/۸۹
تراکم*شکارگری*سطح آب	۰/۱۸	۲	۰/۸۳

اثر عوامل تراکم، شکارگر و سطح آب بر اندازه طول پوزه تا مخرج (SVL) هنگام دگردیسی: بیشترین اندازه SVL به هنگام دگردیسی ، در تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱/۰۷ ± ۱۷/۰۰ میلی‌مترثبت گردید. در مقابل کمترین اندازه در تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰ ± ۱۳/۲۴ میلی‌متر ثبت گردید. اندازه SVL به هنگام دگردیسی در دیگر تیمارها به ترتیب شامل تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۶۶ ± ۱۶/۵۷، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۵۹ ± ۱۶/۴۱، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۷۳ ± ۱۵/۷۸، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۵۳ ± ۱۵/۴۶، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۱/۶۷ ± ۱۵/۳۹، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۰/۱۶ ± ۱۵/۲۰، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۴۶ ± ۹۶/ ۱۴، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۲/۵۹ ± ۱۴/۴۵، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰ ± ۱۴/۲۰، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۳۷ ± ۱۳/۸۱۸، میلی‌متر ثبت گردید (شکل ۴).



شکل ۴- میانگین و انحراف معیار اندازه طول پوزه تا مخرج (SVL) به هنگام دگردیسی در لارو های قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*). تراکم کم (LD)، تراکم زیاد (HD)، نبود شکارگر(NP)، حضور شکارگر(P)، سطح آب کم (LW)، سطح آب زیاد (HW) و سطح آب کاهشی (DW).

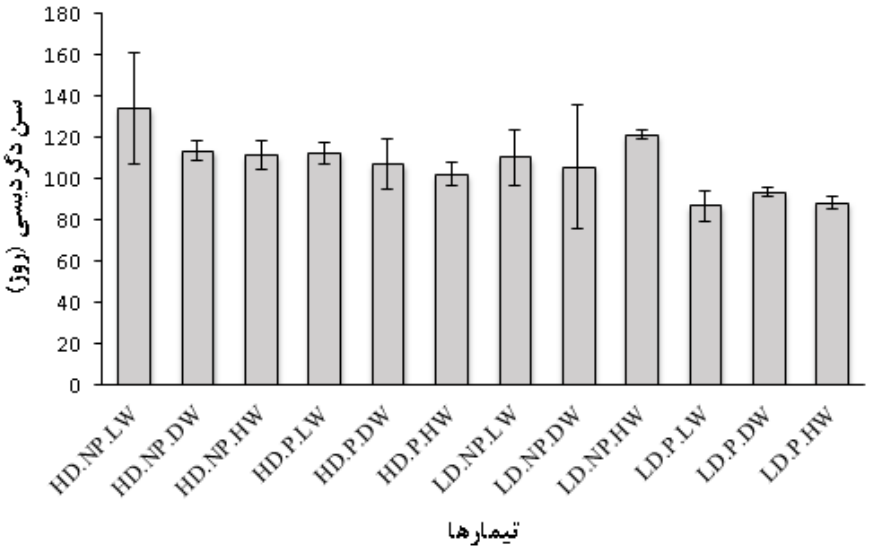
DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

نتایج حاصل از آنالیز ANOVA نشان داد، عامل شکارگر (p=۰/۰۰۰۴) بطور مستقل اثر معناداری بر اندازه SVL در هنگام دگردیسی دارد. درمقابل عوامل تراکم (p=۰/۶۰)، سطح آب (p=۰/۲۹) و تعامل این سه عامل با هم (p=۰/۹۰) اثر معناداری بر اندازه SVL به هنگام دگردیسی نشان نداد (جدول ۲).

جدول ۲ – تست آماری سه متغیره ANOVA برای اثر عوامل تراکم، شکارگری و سطح آب بر اندازه طول پوزه تا مخرج در هنگام دگردیسی (SVL) در لارو های قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*)

عوامل	*F*	*df*	*p-value*
تراکم	۰/۲۷	۱	۰/۶۰
شکارگری	۱۹/۱۹	۱	۰/۰۰۰۴
سطح آب	۱/۳۱	۲	۰/۲۹
تراکم*شکارگری*سطح آب	۰/۱۰	۲	۰/۹۰

اثر تراکم، شکارگر و سطح آب بر سن دگردیسی قورباغه مردابی بدریاگا: بیشترین میانگین سن دگردیسی در تیمار تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۲۶/۹۹ ± ۱۳۴/۴۱ روز ثبت گردید. در مقابل کمترین میانگین سن دگردیسی در تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۷/۴۷ ± ۸۷/۰۸ روز ثبت گردید. میانگین سن دگردیسی در دیگر تیمارها به ترتیب شامل تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۲/۱۲ ± ۱۲۱ روز، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۴/۴۸ ± ۱۱۳/۸۳ روز، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۸/۲۸ ± ۱۱۲/۷۳ روز، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۶/۱۸ ± ۱۱۱/۶۳ روز، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱۳/۴۳ ± ۱۱۰/۵ روز، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۱۲/۰۷ ± ۱۰۷/۴۸ روز، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۲۹/۶۹ ± ۱۰۶ روز، تراکم زیاد/ حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۵/۴۷ ± ۱۰۲/۳۲ روز، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با۲/۱۲ ± ۹۳/۷۱ روز، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۳/۲۲ ± ۸۸/۶۶ روز ثبت گردید (شکل ۵).



شکل ۵– میانگین و انحراف معیار سن دگردیسی در لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*)تراکم کم (LD)، تراکم زیاد (HD)، نبود شکارگر(NP)، حضور شکارگر(P)، سطح آب کم (LW)، سطح آب زیاد (HW) و سطح آب کاهشی (DW).

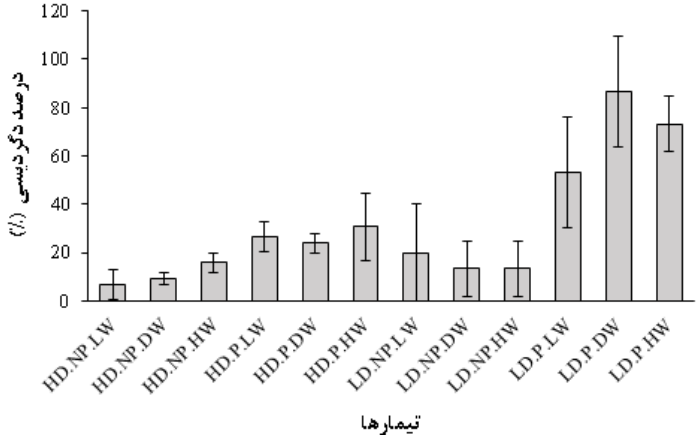
DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

نتایج حاصل از آنالیز ANOVA نشان داد، عوامل تراکم (p=۰/۰۰۸) و شکارگری (p=۰/۰۰۰۴) به طور مستقل اثرمعناداری برروی سن دگردیسی دارد، در مقابل عامل سطح آب (p=۰/۴۹) به طور مستقل و اثر تعاملی آن با سایر عوامل (p=۰/۶۷) اثر بی‌معنایی را بر سن دگردیسی نشان داد (جدول ۳).

جدول ۳- تست آماری سه متغیره ANOVA برای اثر عوامل تراکم، شکارگری و سطح آب بر سن دگردیسی لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*).

عوامل	*F*	*df*	*p-value*
تراکم	۸/۵۲	۱	۰/۰۰۸
شکارگری	۱۷/۷۱	۱	۰/۰۰۰۴
سطح آب	۰/۷۴	۲	۰/۴۹
تراکم*شکارگری*سطح آب	۰/۴۰	۲	۰/۶۷

اثر تراکم، شکارگر و سطح آب بر درصد دگردیسی: بیشترین درصد دگردیسی در تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۲۳/۰۹ ± ۸۶/۶۶ درصد ثبت گردید. درمقابل کمترین درصد دگردیسی در تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۶/۱۱ ± ۶/۶۶ درصد ثبت گردید. درصد دگردیسی در دیگر تیمارها به ترتیب شامل تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۱/۵۴ ± ۷۳/۳۳، تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۲۳/۰۹ ± ۵۳/۳۳، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۴/۰۴ ± ۳۰/۶۶، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۶۶/۱۱ ± ۲۶/۶۰، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۴ ± ۲۴، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۲۰ ± ۲۰، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۴ ± ۱۶، تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی و تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۱/۵۴ ± ۱۳/۳۳، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۲/۳۰ ± ۹/۳۳ درصد ثبت گردید (شکل ۶).



شکل ۶- میانگین و انحراف معیار درصد دگردیسی لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriaga*) از ابتدا تا پایان آزمایش. تراکم کم(LD)، تراکم زیاد (HD)، نبودشکارگر(NP)، حضور شکارگر(P)، سطح آب کم (LW)، سطح آب زیاد (HW) و سطح آب کاهشی (DW).

نتایج حاصل از آنالیز ANOVA نشان داد، عوامل تراکم (p=۰/۰۰۰۱) و شکارگری (p=۰/۰۰۰۱) به طور مستقل اثرمعناداری روی درصد دگردیسی دارد. در مقابل عامل سطح آب (p=۰/۳۸) به طور مستقل و اثر تعاملی آن با عوامل تراکم و شکارگری (p=۰/۱۲) اثر معناداری بر درصد دگردیسی نشان نداد (جدول ۴).

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

جدول ۴- تست آماری سه متغیره ANOVA برای اثر فاکتورهای تراکم، شکارگری و سطح آب بر درصد دگردیسی لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*).

عوامل	*F*	*df*	*p-value*
تراکم	**۲۹/۶۶**	**۱**	**۰/۰۰۰۱**
شکارگری	**۶۴/۳۲**	**۱**	**۰/۰۰۰۱**
سطح آب	**۰/۹۸**	**۲**	**۰/۳۸**
تراکم*شکارگری*سطح آب	**۲/۲۵**	**۲**	**۰/۱۲**

اثر فاکتورهای تراکم، شکارگر و سطح آب بر درصد بقا: بیشترین درصد بقا در هفته پانزدهم آزمایش در تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۱/۵۴ ± ۸۶/۶۶ درصد ثبت گردید و درمقابل کمترین درصد بقا در تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۱۴/۱۴ ± ۳۰ درصد ثبت گردید. درصد بقا در دیگر تیمارهای باقی مانده به ترتیب شامل تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم و تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۲۰ ± ۸۰، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۶/۹۲ ± ۷۶، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۶/۹۲ ± ۷۲، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۶/۱۱ ± ۶۹/۳۳، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱۸/۹۰ ± ۶۵/۳۳، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۸/۳۲ ± ۶۲/۶۶۶، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۳۶/۰۷ ± ۴۹/۳۳، درصد ثبت گردید (شکل ۷).

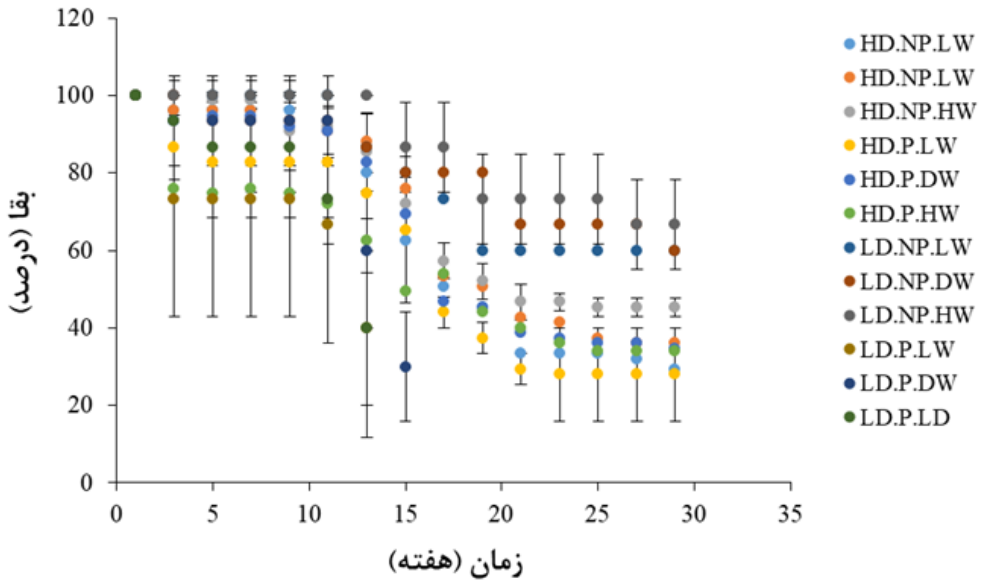
میانگین درصد بقا در پایان آزمایش (هفته بیست و نهم) در تیمارهای باقی مانده برای تیمار تراکم کم/ عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۱/۵۴ ± ۶۶/۶۶ بیشترین درصد ثبت گردید و درمقابل کمترین درصد بقا در تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱۲ ± ۲۸ درصد ثبت گردید. درصد بقا در دیگر تیمارهای باقی مانده به ترتیب شامل تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم و تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۲۰ ± ۶۰، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۲/۳۰ ± ۴۵/۳۳، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۱۰/۵۸ ± ۳۶، تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کاهشی و تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۴/۱۴ ± ۳۴، تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کم با ۸/۳۲ ± ۲۹/۳۳ درصد ثبت گردید (شکل ۷).

نتایج حاصل از آنالیز ANOVA نشان داد، عوامل تراکم (p=۰/۰۰۰۱) و شکارگری (p=۰/۰۳) به طور مستقل اثر معناداری روی درصد بقا دارند. در مقابل عامل سطح آب (p=۰/۰۷) به طور مستقل و اثر تعاملی آن با عوامل تراکم و شکارگری (p=۰/۸۵) اثر معناداری بر درصد بقا نشان نداد (جدول ۵).

جدول ۵- تست آماری سه متغیره ANOVA برای اثر فاکتورهای تراکم، شکارگری و سطح آب بر درصد بقا لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*).

عوامل	*F*	*df*	*p-value*
تراکم	**۴۳/۰۳**	**۱**	**۰/۰۰۰۱**
شکارگری	**۴/۳۶**	**۱**	**۰/۰۳**
سطح آب	**۲/۶۷**	**۲**	**۰/۰۷**
تراکم*شکارگری*سطح آب	**۰/۱۶**	**۲**	**۰/۸۵**

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0



شکل ۷- میانگین و انحراف معیار درصد بقا لاروهای قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*) از ابتدا تا پایان آزمایش. تراکم کم (LD)، تراکم زیاد (HD)، نبود شکارگر(NP)، حضورشکارگر(P)، سطح آب کم (LW)، سطح آب زیاد (HW) و سطح آب کاهشی (DW).

بحث

هدف از این مطالعه بررسی اثر عوامل تراکم، شکارگر و سطح آب بر نرخ رشد، دگردیسی و بقا قورباغه مردابی بدریاگا (*Pelophylax bedriagae*) است. بررسی‌ها نشان می‌دهد که رشد و نمو لاروهای دوزیستان بدون دم در زمان خشک شدن زیستگاه‌ها تحت تاثیر عواملی نظیر تراکم افراد جمعیت قرار می‌گیرد (۵). در برخی از مطالعات نشان داده شده است تاثیر فاکتور تراکم می‌تواند به طور غیر مستقیم تحت تاثیر مقدار منبع غذایی قابل دسترس باشد چرا که در محدودیت کم غذایی و تراکم بالا رقابت برای به دست آوردن غذا بیشتر شده و در نتیجه بیشترین میزان پرخاشگری یا همنوع خواری در میان این افراد مشاهده می‌گردد (۴۴). گودوم و همکاران در سال ۲۰۱۸ پیشنهاد کردند که نرخ رشد و بقا لاروهای *Hoplobatrachus occipitalis* به طور معناداری با افزایش تراکم کاهش می یابد (۱۷). در بررسی حاصل از این مطالعه نیز بیشترین میزان نرخ رشد را در هفته پانزدهم آزمایش در تیمار تراکم کم/حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۰/۱۴۵ میلی‌متر/روز و در مقابل کمترین میزان نرخ رشد در تیمار تراکم زیاد/عدم حضور شکارگر/سطح آب کاهشی با ۰/۰۸۲ میلی‌متر/روز ثبت گردید. ریچر و همکارانش در سال ۲۰۰۹، اثر تراکم لارو گونه *Rana sphenocephala* بر سن دگردیسی را مورد بررسی قرار دادند و به این نتیجه رسیدند که لاروها در تراکم بالا، زودتر از لاروها با تراکم پایین با وجود نرخ مشابه رشد، دگردیسی انجام می‌دهند و کاهش غذا، دگردیسی را تسریع نمی‌کند. این نتایج از این فرضیه پشتیبانی می‌کند که تراکم می‌تواند نشانه مناسبی برای شروع دگردیسی باشد(۳۶). در مطالعه حاضر مشخص شد تراکم زیاد لاروها باعث کاهش طول پوزه تا مخرج (SVL)، درصد دگردیسی، نرخ رشد و بقا می‌شود (اشکال۳، ۶ و ۷).

همچنین در مطالعه ویسی و شریفی در سال ۲۰۱۶، اثرات تراکم و غذا بر رشد، تکوین و بقا لاروهای سمندر دریوگین زیرگونه خال ریز (*Neurergus derjugini microspilotus*) مورد بررسی قرارگرفت و به این نتیجه رسیدند که بیشترین نرخ رشد و بقاء در سطوح (غذای زیاد و تراکم پایین) و

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

کمترین نرخ رشد و بقاء در سطوح (غذای کم و تراکم بالا) وجود داشت(۴۴). در مطالعه دینگ و همکاران در سال ۲۰۱۵، اثردو فاکتور غذا و تراکم را بر لاروهای گونه *Hoplobatrachus rugulosa* بررسی کردند. نتایج نشان داد که میزان دگردیسی به دلیل افزایش تراکم لارو کاهش یافت، بنابراین تراکم لارو نقش مهمی بر درصد دگردیسی دارد. سن دگردیسی به دلیل افزایش تراکم لارو، افزایش یافت و عرضه مواد غذایی ناکافی باعث شد که دوره لاروی طولانی‌تر و تولید قورباغه‌های کوچکتر شود (۱۱). در مطالعه ما لاروها در تراکم پایین دارای بیشترین درصد دگردیسی و کمترین زمان دگردیسی است (اشکال ۵ و۶). نتایج آزمایش نجفی و همکاران (۲۰۲۱) نشان می‌دهد که تراکم به طور مستقل و تعاملی تاثیر معناداری بر بقای لارو *Bufotes sitibundus* ندارد (۳۳). در مطالعه حاضر طبق نتایج به دست آمده از آنالیز ANOVA، تراکم به صورت مستقل اثر معناداری بر طول پوزه تا مخرج، سن و درصد دگردیسی دارد اما بر روی اندازه دگردیسی و درصد بقا تاثیری ندارد. همچنین اثر تعاملی این سه عامل تاثیر معناداری بر SVL، سن دگردیسی، درصد دگردیسی و درصد بقا نداشته است (جداول ۵-۱).

میزان بارش سالانه و الگوهای دمایی بر میزان سطح آب برکه‌ها تاثیر می‌گذارد (۱۹). کاهش سطح آب و تغییرات زیستگاه‌ها خطر از بین رفتن لاروها را افزایش می‌دهند (۲۲) و از طریق افزایش تراکم شکارگر می‌تواند بر جمعیت دوزیستان تأثیر بگذارد (۲۱). لارو دوزیستانی که چنین شرایطی را تجربه می‌کنند، باید به سرعت رشد خود را افزایش دهند تا بتوانند سریعا دگردیسی کنند و از خشک شدن زیستگاه فرار کنند (۴۵). فن و همکاران در سال ۲۰۱۴، با بررسی گونه‌ی قورباغه ببری (*Hoplobatrachus chinensis*) نشان دادندکه سطح آب بر زمان و اندازه دگردیسی اثر گذار است اما روی صفات ریختی این گونه اثری ندارد. همچنین آنالیز ANOVA نشان داد هیچ کدام از تیمارهای سطح آب (کم، زیاد، کاهشی) تاثیر معناداری بر طول SVL، وزن بدن و مراحل رشد قورباغه ببری ندارد. این نتایج نشان می‌دهد که تحت تاثیر کاهش سطح آب سن دگردیسی کاهش یافته و نرخ مرگ و میر لاروها تحت تاثیر کاهش سطح آب در اثر افزایش اثرات متقابل فیزیکی ناشی از تراکم افزایش یافته است (۱۵). درمطالعه دستان سرا و همکاران در سال ۲۰۱۷، اثرات هیدروپریود بر رشد و دگردیسی لارو وزغ سبز (*B. sitibundus*) بررسی شد و نتایج نشان داد که نوسانات سطح آب تاثیر معناداری بر روی رشد، سن دگردیسی و بقای لاروها دارد. دوره لاروی وسن دگردیسی با افزایش دما کاهش می‌یابد و بقای لاروها با افزایش دما کمتر می‌شود (۹).

سیجیو و همکاران در سال ۲۰۱۱ با مطالعه بر روی گونه سمندر آتشین (*Salamandra infraimmaculata*) نشان دادند که میزان مرگ و میر گروهی سمندرها با خشکی برکه‌ها ارتباط دارد. همچنین، نتایج نشان داد که با کم شدن سطح آب، زمان کافی برای دگردیسی لاروها وجود نخواهد داشت (۳۷). اما در لاروهای *Hyla pseudopuma* و *Pleurodema diplolister* به دلیل سازگاری با نوسانات محیطی دوره دگردیسی طولانی گزارش شده است (۷). طبق نتایج به دست آمده در پژوهش ما اگرچه سطح آب تاثیر معناداری بروی تمامی متغیرهای مورد بررسی نداشت اما بیشترین اندازه (SVL) وسن دگردیسی در سطح آب کم مشاهده شد. همچنین بیشترین درصد دگردیسی به طور یکسان در سطح آب کاهشی و زیاد، بیشترین نرخ رشد در سطح آب زیاد و بیشترین درصد بقا در سطح آب زیاد و کمترین آن در سطح آب کم بدست آمد (جداول ۵-۱).

گونه‌های مهاجم به روش‌های مختلف از جمله رقابت با گونه‌های بومی، گسترش بیماری، هیبرید شدن با گونه‌های محلی و شکار کردن بر جمعیت دوزیستان تاثیر می‌گذارند (۱۳). ماهی‌های مهاجم جمعیت دوزیستان را از طریق افزایش شکار کاهش می‌دهند. بنابراین برخی از گونه‌های دوزیستان به عنوان پاسخ به حضور شکارگر، زیستگاه‌های

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

حاشیه‌ای شامل آب‌های موقت که ماهی در آن‌جا حضور ندارد را اشغال می‌کنند (۱۸). شکارچیان غیر بومی نسبت به شکارچیان بومی تأثیر بیشتری بر روی طعمه‌های بومی می‌گذارند زیرا طعمه‌ها بی‌تجربه هستند و ممکن است به عنوان یک شکارگر به آن‌ها پاسخ ندهند (۶). دوزیستان در حضور شکارگر فعالیت خود را کاهش می‌دهند، در نتیجه نرخ رشد افزایش یافته اما بقا کاهش می‌یابد (۴۳). در حال حاضر ماهیان یکی از موفق‌ترین شکارگران بیگانه دوزیستان هستند که از طریق شکار تخم و لارو دوزیستان منجر به انقراض آن‌ها شده‌اند (۲، ۲۹ و۴۲). موگالی و همکاران در سال ۲۰۱۶، با مطالعه بر روی قورباغه گونه *Sphaerotheca breviceps* با هدف بررسی تاثیر شکارگر، تراکم و هیدروپریود به این نتیجه رسیدند که در زمان کاهش سطح آب و خشکسالی و در حضور شکارگر بدون توجه به تراکم، لاروها در زمان کوتاه‌تر و اندازه کوچک‌تری دگردیسی می‌کنند (۳۰).

در مطالعه انجام شده توسط باترمور و همکاران در سال ۲۰۱۱، اثرات مستقیم شکارگر (ماهی گامبوزیا) بر رشد و بقا لاروهای قورباغه *Lithobates sylvaticus* بررسی شد و نتایج نشان داد که حضور شکارگر تاثیر معناداری بر رفتار لارو این قورباغه ندارد. اما حضور مداوم در طول زمان باعث تاثیر معنادار بر رشد و بقای لاروها می‌شود. همچنین حضور شکارگر روی زمان‌بندی بیرون آمدن از تخم و ریخت‌شناسی آن‌ها تاثیر دارد، ولی بسته به گونه و نوع شکارگر این پاسخ‌ها تغییر می‌کند(۶). نتایج گانزبرگ و گرگویر در سال ۲۰۰۸ نشان می‌دهد که اثر مستقیم ماهی-های شکارگر تأثیر بیشتری در بقا و رفتار لاروهای *Rana capito* نسبت به لاروهای *Rana sphenocephala* دارد (۲۱). در مطالعه ما حضور شکارگر بقا را کاهش داد و بیشترین درصد بقا در تیمار تراکم کم/عدم حضور شکارگر/سطح آب زیاد با ۱۱/۵۴ ± ۶۶/۶۶ درصد و درمقابل کمترین درصد بقا در تراکم زیاد/حضور شکارگر/سطح آب کم با ۱۲ ± ۲۸ درصد ثبت گردید (شکل۸).

لوریلا و کوجاسالو در سال ۱۹۹۹ گزارش دادند در لاروهای *Bufo bufo* زمانی که در حضور اثر غیر مستقیم شکارگر (قفس) بودند، زودتر دگردیسی انجام شد اما اندازه نمونه‌ها با افرادی که در محیط‌های بدون شکارگر بودند تقریبا برابر بود (۲۵). کهر و گومز در سال ۲۰۱۴ با بررسی اثرات تراکم و شکارگری بر اندازه دگردیسی *Rhinella schneideri* به این نتیجه رسیدند که حضور شکارگر بر سن دگردیسی تاثیر دارد و عاملی مثبت برای رشد لاروها است برای لاروهایی که در کمتر از ۵۶ روز دگردیسی کردند، رابطه بین اندازه بدن و دگردیسی و زمان رشد مثبت بود. علاوه بر آن نتایج نشان داد که تراکم لاروها منجر به کاهش اندازه دگردیسی می‌شود (۲۴). مطالعه‌ی نجفی و همکاران (۲۰۲۱) نشان داد که حضور غیر مستقیم ماهی گامبوزیا به طور معناداری میزان بقا را در وزغ *B. sitibundus* کاهش می‌دهد اما نرخ رشد لاروها افزایش می‌یابد. همچنین نتایج این مطالعه نشان داد که سن دگردیسی، درصد دگردیسی و اندازه دگردیسی در لاروهای وزغ *B. sitibundus* که در حضور شکارگر رشد می‌کنند، بیشتر از لاروهایی است که در محیط بدون شکارگر پرورش یافته‌اند (۳۳). طبق نتایج به دست آمده از مطالعه حاضر حضور شکارگر باعث افزایش SVL، درصد دگردیسی و نرخ رشد می‌شود، اما سن دگردیسی را کاهش داده و باعث تسریع در دگردیسی می‌شود (اشکال ۳-۷).

نتیجه گیری

تغییرات آب و هوایی اخیر در اکوسیستم‌های آب شیرین در مناطق خشک و نیمه خشک مانند ایران باعث ایجاد اثرات نامطلوب می‌شود (۱۲). تغییر در الگوی بارش و درجه حرارت بر میزان سطح آب اکوسیستم‌های آب شیرین تاثیر می‌گذارد (۱ و۲۶) و منجر به افزایش تراکم افراد گونه ها در برکه ها یا آبگیرها می شود. از سوی دیگر گونه های

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

مهاجم مانند ماهی گامبوزیا در محدوده وسیعی از آب های شیرین ایران پراکنش پیدا کرده اند (۱۰،۳۱، ۳۲، ۳۴، و۳۷). پژوهش حاضر به بررسی اثرات عوامل تراکم، شکارگری و سطح آب بر رشد و نمو و بقای لارو قورباغه مردابی بدریاگا می‌پردازد. در این مطالعه حضور شکارگر به طور مستقل بر تمامی متغیرهای مورد بررسی تاثیر معنادار داشته و منجر به افزایش نرخ رشد، کاهش بقا، افزایش دگردیسی و درصد دگردیسی شد. افزایش تراکم به طور معناداری منجر به کاهش رشد، افزایش دوره لاروی، کاهش بقا، طولانی شدن دوره دگردیسی و تکوین قورباغه مردابی بدریاگا شد. کاهش سطح آب نیز منجر به کاهش اندازه، کاهش دوره لاروی، کاهش بقا، کاهش زمان و اندازه دگردیسی شد اما این تفاوت ها معنی‌دار نبود. نتایج این مطالعه نشان داد، اگرچه هریک از عوامل شکارگری، تراکم و نوسانات سطح آب به طور جداگانه تاثیراتی بر رشد، تکوین و بقا لارو قورباغه مردابی بدریاگا دارند اما تعامل آنها تاثیر معنی‌داری بروی این گونه ندارد. بنابراین، قورباغه مردابی بدریاگا احتمالا می تواند بعنوان یک گونه مقاوم با تغییرات محیطی سازش پیدا کند.

سپاسگزاری

این مقاله بخشی از پایان نامه کارشناسی ارشد نویسنده اول می باشد. از دانشگاه رازی برای حمایت های مالی جهت انجام این مطالعه تشکر و قدردانی می گردد.

منابع

1- 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, 68, PP: 456–467.

2- Azizishirazi, A., Klemish, J. L., and Pyle, G. G., 2021. Sensitivity of Amphibians to Copper,. Environmental Toxicology and Chemistry. Environmental Toxicology and Chemistry, 40(1), PP: 1808–1819.

3- Baber, M., and Babbitt, K., 2004. Influence of Habitat Complexity on Predator–Prey Interactions between the Fish (*Gambusia holbrooki*) and Tadpoles of *Hyla squirella* and *Gastrophryne carolinensis*, Copeia, 4, PP: 173–177.

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

5- Brady, L., and Griffiths, R., 2000. Developmental responses to pond desiccation in tadpoles of the British anuran amphibians, Journal of Zoology, 252, PP: 61–69.

6- Buttermore, K.F., Litkenhaus, P.N., Torpey, D.C., Smith, G.R., and Rettig, J.E., 2011. Effects of mosquitofish (*Gambusia affinis*) cues on wood frog (*Lithobates sylvaticus*) tadpole activity, Acta Herpetologica, 6, PP: 81–85.

7- Crump, M.L., 1989. Effect of Habitat Drying on Developmental Time and Size at Metamorphosis in *Hyla pseudopuma*, Copeia, 1989, PP: 794–797.

8- Daneshvar, M. R. M., Ebrahimi, M., and Nejadsoleymani, H., 2019. An overview of climate change in Iran: facts and statistics, Environmental Systems Research, 8(1), PP: 1–10.

9- Dastansara, N., Vaissi, S., Mosavi, J., and Sharifi, M., 2017. Impacts of temperature on growth, development and survival of larval *Bufo* (*Pseudepidalea*) *viridis* (Amphibia: Anura): implications of climate change, Zoology and Ecology, 27, PP: 228–234.

10- Dehshiri, M. M., 2021. Invasive Alien Species of Iran, Invasive Alien Species: Observations and Issues from Around the World, 2, PP:103–125.

11- Ding, G. H., Lin, Z. H., Fan, X. L., and Ji, X., 2015. The combined effects of food supply and larval density on survival, growth and metamorphosis of Chinese tiger frog (*Hoplobatrachus rugulosa*) tadpoles, Aquaculture, 435,PP: 398–402.

12- Doulabian, S., Golian, S., Toosi, A. S., and Murphy, C., 2021. Evaluating the effects of

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

climate change on precipitation and temperature for Iran using RCP scenarios, Journal of Water and Climate Change, 12(1), PP: 166–184.

13- Duenas, M. A., Hemming, D. J., Roberts, A., and Diaz-Soltero, H., 2021. The threat of invasive species to IUCN-listed critically endangered species: A systematic review. Global Ecology and Conservation, e01476.

14- Ebrahimi, N., Sharifi, M., and Vaissi, S., 2020. Effect of density and food level on the growth, development and survival of larvae of the green toad (*Bufotes variabilis*, Pallas 1769), Amphibian: Anura, Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology), 33(2), PP: 212–224.

15- Fan, X.L., Lin, Z.H., and Wei, J., 2014. Effects of hydroperiod duration on developmental plasticity in tiger frog (*Hoplobatrachus chinensis*) tadpoles, Dongwuxue Yanjiu, 35, PP: 124.

16- Girish, S., and Saidapur, S.K., 2003. Density-dependent growth and metamorphosis in the larval bronze frog *Rana temporalis* influenced by genetic relatedness of the cohort. Journal of Bioscience, 28, PP: 489–496.

17- Godome, T., Ephrem, T., Arnauld, D., Yaovi, Z., Nahoua, I.O., and Emile, D.F., 2018. Effect of Stocking Density on the Survival and Growth of *Hoplobatrachus occipitalis* (Gunther, 1858) (Amphibia: Dicroglossidae) of Tadpoles Reared in Ponds from Benin, International Journal of aquaculture, 8, PP: 137–144.

18- Goldberg, T., Nevo1, E., and Degani, G., 2012. Phenotypic Plasticity in Larval Development of Six Amphibian Species in Stressful Natural Environments, Zoological Studies. 51, PP: 345–361.

19- Gordon, A.M., Youngquist, M.B., and Boone, M.D., 2016. The Effects of Pond Drying and Predation on Blanchard's Cricket Frogs (*Acris blanchardi*), Copeia, 104, PP: 482–486.

20- Green, D. M., Lannoo, M. J., Lesbarrères, D., and Muths, E., 2020. Amphibian population declines: 30 years of progress in confronting a complex problem, Herpetologica, 76(2), PP: 97–100.

21- Gregoire, D.R., Gunzburger, M.S., Gregoire, D.R., and Gunzburger, M.S., 2008. Effects of Predatory Fish on Survival and Behavior of Larval Gopher Frogs (*Rana capito*) and Southern Leopard Frogs (*Rana sphenocephala*), Journal of herpetology, 42, PP: 97–103.

22- Hamer, A.J., Lane, S.J., and Mahony, M.J., 2002. The role of introduced mosquitofish (*Gambusia holbrooki*) in excluding the native green and golden bell frog (*Litoria aurea*) from original habitats in south-eastern Australia, Oecologia, 132, PP: 445–452.

23- Huntington, T.G., 2006. Evidence for intensification of the global water cycle: Review and synthesis, Journal of Hydrology, 319, PP: 83–95.

24- Kehr, A.I., and Gomez, V.I., 2014. Influence of density and predators on metamorphic size in *Rhinella schneideri* tadpoles raised in mesocosm conditions, Journal of Experimental Zoology, 69, PP: 1417–1424.

25- Laurila, A., and Kujasalo, J., 1999. Habitat duration, predation risk and phenotypic plasticity in common frog (*Rana temporaria*) tadpoles, Journal of Animal Ecology, 68, PP: 1123–1132.

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

27- Lowe, S., Browne, M., Boudjelas, S., and De Poorter, M., 2000. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. Auckland: Invasive Species Specialist Group, PP: 12.

28- Magellan, K., and García-Berthou, E., 2016. Experimental evidence for the use of artificial refugia to mitigate the impacts of invasive *Gambusia holbrooki* on an endangered fish, Biological Invasions, 18, PP: 1–10.

29- Miró, A., and Ventura, M., 2020. Introduced fish in Pyrenean high mountain lakes: impact on amphibians and other organisms, and conservation implications, Limnetica, 39(1), PP: 283–297.

30- Mogali, S., Saidapur, S., and Shanbhag, B., 2016. Influence of desiccation, predatory cues, and density on metamorphic traits of the bronze frog *Hylarana temporalis*, Amphibian & Reptile Conservation, 37, PP: 199–205.

31- Moghaddas, S. D., Abdoli, A., Kiabi, B. H., and Rahmani, H., 2020. Identification of establishment risk and potential invasiveness of non-native fish species in Anzali wetland, Iran, using the freshwater fish invasiveness screening kit (FISK) and climate matching model (CLIMATCH), Russian Journal of Biological Invasions, 11(4), PP: 383–392.

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

32- Moghaddas, S. D., Abdoli, A., Kiabi, B. H., Rahmani, H., Vilizzi, L., and Copp, G. H., 2021. Identifying invasive fish species threats to RAMSAR wetland sites in the Caspian Sea region—A case study of the Anzali Wetland Complex (Iran), Fisheries Management and Ecology, 28(1), PP: 28–39.

33- Najafi, M., Esmaeili-Rineh, S., and Vaissi, S., 2021. Interactions Between Ecological Factors in the Development and Survival of *Bufotes variabilis*: Resilience to Change, Iranian Journal of Science and Technology, Transaction A, Science, 2021, PP: 1–10.

34- Najibzadeh, M., Darvish, J., Kami, H. Gh., Ghasemzadeh, F., 2014. Comparison of habitat, Mating Behavior and laying of three species of Anuran Amphibians (*Rana* (*Pelophylax*) *ridibunda*, *Hyla savignyi* and *Bufo* (*Pseudepidalea*) *variabilis*) in the Lorestan province, Journal of Animal Research (Iranian Journal of Biology), 27(2), PP: 291–299.

35- Papenfuss, T., Kuzmin, S., Disi, A.M., Degani, G., Ugurtas, I.H., Sparreboom, M., Anderson, S., Sadek, R., Hraoui-Bloquet, S., Gasith, A., Elron, E., Gafny, S., Lymberakis, P., Böhme, W. and Baha El Din, S., 2009. *Pelophylax bedriagae* (errata version published in 2016). The IUCN Red List of Threatened Species 2009: e.T58559A86622844. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2009.RLTS.T58559A11803274.en.

36- Richter, J., Lincoln M., and Christopher, K.B., 2009. Increased larval density induces accelerated metamorphosis independently of growth rate in the frog *Rana sphenocephala*, Journal of Herpetology, 43, PP: 551.

37- Segev, O., Mangel, M., Wolf, N., Sadeh, A., Kershenbaum, A., and Blaustein, L., 2011. Spatiotemporal reproductive strategies in the fire salamander: a model and empirical test, Behavioral Ecology, 22, PP: 670–678.

38- Sattarvand, S., and Yousefi Siahkalroodi, S., 2020. Identification of fish in southeastern water resources of Tehran province (Varamin region), Iranian Journal of Biological Sciences, 14(4), PP: 23–30.

39- Smith, R. K., Meredith, H., and Sutherland, W. J., 2018. Amphibian conservation. What works in conservation, 2018, 9–65.

40- Storfer, A. (2003). Amphibian declines: future directions. Diversity and distributions, 9(2), 151-163.

41- Strayer, D.L., and Dudgeon, D., 2010. Freshwater biodiversity conservation: recent progress and future challenges, Journal of the North American Benthological Society, 29, PP: 344–358.

42- Taheri Khas, Z., Vaissi, S., Yaghobi, S., and Sharifi, M., 2018. Experimental evaluation of predatory impacts of Mosquitofish (*Gambusia affinis*) on embryos and larvae of the Green Toad *Bufotes variabilis* (Amphibia: Anura), Zoology and Ecology, 28 , PP: 280–285.

43- Taheri-Khas, Z. T., Vaissi, S., Yaghobi, S., and Sharifi, M., 2019. Temperature Induced Predation Impact of Mosquitofish (*Gambusia affinis*) on Growth, Development, and Survival of Larvae and Tadpole of *Bufotes variabilis* (Amphibia: Anura), Russian Journal of Ecology, 50, PP: 80–87.

44- 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 derjugini*): Implications for captive breeding programs, Zoo Biology, 35, PP: 513–521.

45- Wellborn, G.A., Skelly, D.K., and Werner, E.E., 1996. Mechanisms Creating Community Structure Across a Freshwater Habitat Gradient, Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 27, PP: 337–363.

DOR: 20.1001.1.23832614.1401.35.1.6.0

The study of growth, development and survival of larvae of *Pelophylax bedriagae* (Pallas, 1771) (Amphibia: Ranidae) in the presence of the invasive Gambusia fish, water level fluctuations and density changes

Amjadian F., Esmaeili-Rineh S. and Vaissi S.

Dept. of Biology, Faculty of Science, Razi University, Kermanshah, I.R. of Iran

Abstract

Amphibians are considered as an indicator of environmental health and their population is decreasing around the world at a significant rate. The climate change, chemical pollutants, increased ultraviolet radiation, habitat changes, exotic species, and pathogens are some of the causes of amphibian decline. The aim of this study was to investigate the interaction effects of density, water level fluctuations and predator cues factors on the growth rate, metamorphosis and survival of *Pelophylax bedriagae*. In this study, *P. bedriagae* eggs were collected from Barnaj spring in Kermanshah province. A 2×3×2 factorial experiment designed in two levels of density (low, n =5 and high, n =25), three level of water (low: 400 cc, high 1400 cc, and decreasing 100 cc of water, once a week) and two levels of predatory (present of predatory cues and absence of predatory cues) carried out within 36 container on 201 days. Based on the results, density independently had a significant effect on Snout–vent length, survival, age and percentage of metamorphosis. The presence of the predator cues had a significant effect on growth, development and survival but the water level had not effect. The interactive effect of three factors had no significant on Snout–vent length, metamorphosis time, percentage of metamorphosis and survival rate. The results of this study suggest that *P. bedriagae* as a resistant species can adapt to environmental changes.

Key words: Anura, Biotic and abiotic factors, Growth rate, Metamorphosis, Conservation.