

## اثرات سطوح مختلف شوری بر رشد، بقا و شوک ناشی از عوامل محیطی بر صدف آب شیرین تالاب انزلی (*Anodonta cygnea*)

حمید علاف نویریان<sup>۱\*</sup>، مسعود موسی‌پور<sup>۲</sup>، سید محمد مولودی سیاهمزیگی<sup>۳</sup>

تاریخ دریافت: مهر ۹۹

تاریخ پذیرش: دی ۹۹

### چکیده

هدف از این مطالعه بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری بر رشد و بقای صدف آب شیرین تالاب انزلی *Anodonta cygnea* بوده است. چهار سطح از درجات شوری شامل صفر (شاهد)، ۴، ۶ و ۸ گرم در لیتر برای هر یک از تیمارها در نظر گرفته شد. تعداد ۱۲۰ قطعه صدف با میانگین وزن  $50/118 \pm 4/82$  گرم به طور تصادفی بین ۱۲ مخزن ۱۰۰ لیتری توزیع شدند. پس از ۸ هفته آزمایش، شاخص‌های رشد مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج نشان داد که شاخص‌های افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن نسبی (RGR)، درصد رشد ویژه (SGR) و ضریب وضعیت بین گروه شاهد و تیمارهای حاوی ۴ و ۶ گرم در لیتر شوری، اختلاف معناداری را نشان نداد ( $P > 0/05$ ). با افزایش شوری به ۸ گرم در لیتر، شاخص‌های رشد و بقا کاهش یافتند ( $P < 0/05$ ). در انتهای دوره آزمایش، برای بررسی شوک محیطی، نمونه‌ها به طور جداگانه در معرض دما (۳۲ درجه سانتی‌گراد) و شوری بالا (۱۰ گرم در لیتر) به مدت ۷۲ ساعت قرار گرفتند. نتایج آزمایش نشان داد که رشد و بقا صدف‌ها در شوری‌های ۴ و ۶ گرم در لیتر از عملکرد مناسب‌تر برخوردار بودند. همچنین درصد بقای ناشی از شوک محیطی در تیمار با شوری‌های ۴ و ۶ گرم در لیتر از عملکرد خوبی برخوردار بود.

**واژگان کلیدی:** سازش، پرورش، نرم‌تنان، فیزیولوژی، محیط زیست.

- ۱- دانشیار گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.
- ۲- کارشناس ارشد زیست دریا، دانشکده علوم پایه، دانشگاه گیلان، رشت، ایران.
- ۳- کارشناس شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، ایران.

\* نویسنده مسئول: [navi@guilan.ac.ir](mailto:navi@guilan.ac.ir)

## مقدمه

مازندران و گلستان هم پراکنش دارد که کاهش جمعیت این صدف در این بخش نیز محسوس است (غلامحسینی و همکاران، ۱۳۸۶). مطالعات صورت گرفته موید این امر است که کاهش میزان ذخایر صدف آب شیرین بومی آب‌های داخلی ایران در حوضه‌های دریاچه خزر در دهه ۸۰ گزارش و تذکر داده شده بود (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۸۵؛ چکمه‌دوز، ۱۳۹۴؛ زارع و یونس‌زاده، ۱۳۸۸). زمانی که مواد آلاینده در منابع آب‌های داخلی، تالاب و آب‌های آزاد زیاد است، طبیعتاً صدف‌ها توسط پاهای ابریشمی خود به مناطقی با آلودگی کمتر مهاجرت می‌کنند. نمونه‌برداری‌های انجام شده برای سنجش آلاینده‌هایی مانند فلزات سنگین، مهاجرت صدف‌ها را به مناطق کمتر آلوده تایید می‌کنند (Lima, et al., 2004; Nogueira et al., 2018).

اولین کنوانسیون حفاظت از تالاب‌های مهم بین‌المللی در شهر رامسر در سال ۱۹۷۱ میلادی برگزار شد تا دولت‌ها را موظف به حفظ و استفاده بهینه از تالاب‌ها کند و به دنبال آن در سال‌های آتی و دهه‌های اخیر کنفرانس‌هایی در ارتباط با مدیریت الگوی توسعه، احیاء و حفاظت آبزیان و پرندگان آبی برگزار شده است

صدف (Mussel) آب شیرین بومی تالاب انزلی، (*Anodonta cygnea* (Swan Mussel)، متعلق به خانواده Unionidae است که یکی از گونه‌های مهم در چرخه حیات اکوسیستم تالاب به شمار می‌آید. این صدف‌ها با فیلتر کردن انواع فیتوپلانکتون‌ها، دیتریته‌ها و مواد آلی محلول در محیط اطراف خود نقش موثری در احیای تالاب دارند (صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۸). با افزایش تراکم صدف‌های آب شیرین، محتوای کلسیم آب کاهش می‌یابد (Lima et al., 2004).

بدن صدف‌های آب شیرین از دو کفه برابر و بیضی شکل، بدنی نرم و یک پای عضلانی قوی تشکیل شده است که با آن در بسترهای نرم فرو می‌رود و باعث حرکت آهسته و کند نیز می‌شود. در فضای جبهه (بدن) کلیه اندام‌های حیاتی مانند دستگاه گوارش، غدد تناسلی و سایر اعضای اصلی وجود دارد. از ویژگی‌های این صدف که آن را از صدف‌های دریایی متمایز می‌سازد فاقد پاهای ابریشمی هستند (صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۸).

صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی A. *cygnea* نه تنها در بخش جنوب غربی دریاچه خزر وجود دارد، بلکه در آب‌های داخلی منتهی به بخش جنوب شرقی دریاچه در استان‌های

یکی از عوامل تاثیرگذار محیطی در رشد و بقای صدف آب شیرین است، به طوری که آستانه تحمل نوسانات شوری در گونه‌های خانواده صدف‌های سیاه رودخانه‌ای Unionidae متفاوت است (Fong et al., 1995). با وجود اهمیت صدف آب شیرین بومی آب‌های داخلی حوضه جنوبی دریاچه خزر، مطالعات انجام شده نسبتاً محدود است و هیچ گونه اطلاعاتی در مورد اثرات شوری بر رشد و بقای این گونه وجود ندارد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر، بررسی تاثیر رشد و بقای صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی در شرایط کاملاً کنترل شده و احیای آن از طریق آبی‌پروری است.

#### مواد و روش‌ها

##### نگهداری و شرایط آزمایش

صد و بیست قطعه صدف آب شیرین *Anodonta cygnea* طی گشت‌های متعدد و با کمک صیادان در بخش آبریز دریاچه خزر (تلاقی دریا و تالاب) در بخش آبکنار جمع‌آوری و به سالن تکثیر و پرورش آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال یافتند. در آنجا پس از سازش‌پذیری با شرایط محیطی (هم دمایی) صدف‌ها در مخزن یک تنی به مدت ۷۲ ساعت بدون غذادهی نگهداری شدند. در ابتدا

(طلایی و دریادل، ۱۳۹۴؛ Filizade, 2002). با توجه به تعهدات در راستای کنوانسیون‌ها، کنفرانس‌ها و حتی هزینه‌های انجام شده برای الگوسازی و رفع موانع و معضلات در راستای احیای تالاب و حفاظت از آبزیان، نه تنها موانع مرتفع نشدند، بلکه حیات بسیاری از آبزیان طی دو دهه اخیر در معرض خطر انقراض قرار گرفت (توکلی و ثابت رفتار، ۱۳۸۱). در این میان می‌توان از صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی نام برد (صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۸). در دهه ۱۹۹۰ میلادی بسیاری از تالاب‌های بین‌المللی در معرض خطر نابودی قرار گرفتند و وسعت آنها بشدت کاهش یافت (Middleton, 1999; Palmer et al., 2005). کشورهایمانند ژاپن، استرالیا، تایلند، آمریکا و اروپای شرقی در دو دهه اخیر با بازسازی و الگوهای مناسب توانستند تا حدودی تالاب‌های خود را احیاء کنند که در این راستا صدف‌های آب شیرین که در چرخه اهمیت اکوسیستم شان قرار گرفته بودند، دوباره افزایش یافتند (Kondolf, 1995; Nienhuis and Leuven, 2001).

صدف‌های آب شیرین نسبت به شرایط فیزیوشیمیایی آب حساس هستند و تغییرات فصلی و کاهش نزولات آسمانی بر آنها اثر می‌گذارد (Kaushal et al., 2005). شوری

مخصوص دریا صورت گرفت. در انتهای آزمایش ۶ نمونه صدف از هر مخزن برداشته شد و به تستک‌های جداگانه در سه تکرار انتقال یافتند.

#### زیست‌سنجی

زیست‌سنجی هر دو هفته یکبار انجام شد و شاخص‌های رشد شامل افزایش وزن (WG)، درصد افزایش وزن نسبی (RGR)، درصد رشد ویژه (SGR) و ضریب وضعیت (K) با استفاده از رابطه‌های ۱ تا ۴ محاسبه شد (Pauly, 1984; Liu et al., 2014).

#### رابطه ۱:

$$WG(g) = W_f - W_i$$

$W_i$ : وزن اولیه (گرم)؛  $W_f$ : وزن نهایی (گرم).

#### رابطه ۲:

$$RGR(\%) = [(W_f - W_i) / W_i] \times 100$$

$W_i$ : وزن اولیه (گرم)؛  $W_f$ : وزن نهایی (گرم).

#### رابطه ۳:

$$SGR(\%/day) = [(\ln W_f - \ln W_i) / t] \times 100$$

$W_i$ : وزن اولیه (گرم)؛  $W_f$ : وزن نهایی (گرم)؛ t: تعداد روزهای پرورش.

#### رابطه ۴:

$$K = (W / L^b) \times 100$$

$W$ : وزن (گرم)؛  $L$ : طول کل (سانتی‌متر).

برای دستیابی به نتایج بهتر، یک آزمایش اولیه انجام شد و تعدادی از صدف‌ها در مخازن جداگانه با درجات شوری ۴، ۶ و ۸ گرم در لیتر (ppt) آب به مدت یک هفته نگهداری شدند تا از عدم تلفات اطمینان حاصل شود. سپس آزمایش با نمونه‌های جدید دوباره تکرار شد. به این ترتیب که چهار تیمار با شوری‌های یاد شده هر یک با سه تکرار در نظر گرفته شد. برای انجام آزمایش، ۱۲۰ قطعه صدف با میانگین وزنی  $5.0/1.8 \pm 4/82$  گرم بین ۱۲ مخزن آکواریومی ۱۰۰ لیتری به صورت کاملاً تصادفی توزیع شدند. آکواریوم‌ها با آب تازه (آب چاه) و فیلتر شده پر شدند و روزانه ۱۵ درصد آنها برای تخلیه فضولات سیفون‌کشی می‌شد. شاخص‌های کیفی آب شامل دما ( $28 \pm 1/5$ ) درجه سانتی‌گراد) pH ( $7/8 \pm 0/44$ ) و اکسیژن محلول ( $4/8 \pm 0/42$ ) میلی‌گرم در لیتر) روزانه توسط دستگاه مولتی‌متر دیجیتال (340I/Set, W.T.W، آلمان) کنترل و نگهداری می‌شدند. سنجش شوری نیز روزانه با دستگاه شوری‌سنج (Marmonix, MNC-700، کانادا) انجام می‌گرفت. صدف‌ها به مدت ۸ هفته در شوری‌های مختلف تیمار شدند.

طراحی آزمایش بر اساس روش اسدی شریف و همکاران (۱۳۹۷) با استفاده از نمک

## ترکیب شیمیایی لاشه

در انتهای آزمایش ۶ قطعه صدف از هر مخزن به طور تصادفی نمونه برداری شد. عضله صدفها پس از چرخ و هموژن شدن توسط دستگاه همزن به صورت همگن و یکنواخت درآمد. در صد رطوبت در دمای ۱۰۰ درجه سانتی گراد توسط اون الکتریکی به مدت ۲۰ ساعت به دست آمد. درصد پروتئین توسط دستگاه نیمه خودکار ماکروکجلدال اندازه گیری شد. سنجش چربی با استفاده از دستگاه سوکسله و حلال هگزان صورت گرفت و در صد خاکستر از طریق سوزاندن در کوره الکتریکی در دمای ۵۶۰ درجه سانتی گراد تعیین شد. ترکیب شیمیایی بر اساس استاندارد AOAC (۲۰۱۶) در آزمایشگاه تغذیه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انجام شد.

## تحلیل آماری

تحلیل داده های خام توسط نرم افزار SPSS نسخه ۲۱ صورت گرفت. در مرحله اول برای بررسی نرمال بودن داده ها از آزمون Kolmogorov-Sminov و برای بررسی همگنی داده ها از آزمون Levene استفاده شد. سپس تجزیه و تحلیل داده ها با آزمون تحلیل واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) و

پس آزمون چند دامنه ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد ( $P < 0.05$ ) انجام شد. نمودارها نیز توسط نرم افزار Microsoft Excel 2012 رسم شدند.

## نتایج

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص های رشد صدف آب شیرین *Anodonta cygnea* در جدول ۱ ارائه و روند رشد آن در طول دوره در شکل ۱ آورده شده است. شاخص های رشد مانند افزایش وزن (WG)، درصد رشد نسبی (RGR) و درصد رشد ویژه (SGR) در گروه شاهد، تیمار ۱ (شوری ۴ گرم در لیتر) و تیمار ۲ (شوری ۶ گرم در لیتر) اختلاف معنادار و قابل ملاحظه ای را به لحاظ آماری نشان ندادند ( $P > 0.05$ ). با افزایش شوری به ۸ گرم در لیتر (تیمار ۳) شاخص های رشد و تغذیه ای کاهش یافتند و اختلاف معنی داری را با تیمارهای دیگر نشان دادند ( $P < 0.05$ ؛ جدول ۱). روند رشد صدفها تا هفته دوم کند بود ولی این روند از هفته چهارم به بعد شیب صعودی در بین گروه های شاهد و تیمارهای مختلف نشان داد (شکل ۱).

بالاترین میانگین وزن و طول نهایی در گروه شاهد مشاهده شد که مقدار آنها به ترتیب ۵۶/۴۸ گرم و ۱۰/۵۷ سانتی متر بود، اگرچه

اختلاف آماری بین گروه‌های آزمایشی مشاهده نشد (جدول ۱). با توجه به اندازه‌های تقریباً یکسان همه گروه‌ها، ضریب وضعیت (K) آنها به لحاظ آماری از روند یکسانی برخوردار بود. با این وجود بالاترین ضریب وضعیت در تیمار ۲ با شوری ۶ گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۱). ترکیبات شیمیایی لاشه مانند رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر کل در گروه شاهد و تیمارهای مختلف مورد آزمایش اختلاف معنادار و قابل ملاحظه‌ای را نشان ندادند ( $P > 0.05$ )؛ نشد (جدول ۱). با توجه به اندازه‌های تقریباً یکسان همه گروه‌ها، ضریب وضعیت (K) آنها به لحاظ آماری از روند یکسانی برخوردار بود. با این وجود بالاترین ضریب وضعیت در تیمار ۲ با شوری ۶ گرم در لیتر مشاهده شد (جدول ۱). ترکیبات شیمیایی لاشه مانند رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر کل در گروه شاهد و تیمارهای مختلف مورد آزمایش اختلاف معنادار و قابل ملاحظه‌ای را نشان ندادند ( $P > 0.05$ )؛ نشد (جدول ۲). مرگ و میر ناشی از شوک در اثر عوامل محیطی مانند دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و شوری ۱۰ گرم در لیتر در تیمارهای ۱ و ۲ (به ترتیب حاوی ۴ و ۶ گرم در لیتر پس از ۷۲ ساعت کمترین مقدار را نشان داد (شکل ۲). در حالی که گروه شاهد و تیمار ۳ (شوری ۸ گرم در لیتر) بالاترین مرگ و میر را داشتند ( $P < 0.05$ ).

جدول ۱: شاخص‌های رشد در صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی (*Anodonta cygnea*) در شوری‌های مختلف پس از ۸ هفته تیمار (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=3$ )

تیمارهای شوری				شاخص‌های رشد
تیمار ۳ (۸ گرم در لیتر)	تیمار ۲ (۶ گرم بر لیتر)	تیمار ۱ (۴ گرم در لیتر)	شاهد (۰ گرم در لیتر)	
۵۰/۸۴ $\pm$ ۳/۷۱ <sup>b</sup>	۵۰/۵۳ $\pm$ ۲/۵۱ <sup>a</sup>	۵۰/۵۶ $\pm$ ۳/۲۱ <sup>a</sup>	۵۰/۸۸ $\pm$ ۲/۴۵ <sup>a</sup>	وزن اولیه (گرم)
۵۲/۷۶ $\pm$ ۲/۶۵ <sup>b</sup>	۵۵/۸۸ $\pm$ ۲/۴۴ <sup>a</sup>	۵۵/۷۵ $\pm$ ۳/۸۱ <sup>a</sup>	۵۶/۴۸ $\pm$ ۱/۹۹ <sup>a</sup>	وزن نهایی (گرم)
۱/۹۲ $\pm$ ۰/۶۳ <sup>b</sup>	۵/۵۰ $\pm$ ۰/۶۴ <sup>a</sup>	۵/۱۹ $\pm$ ۰/۲۶ <sup>a</sup>	۵/۶۰ $\pm$ ۰/۶۳ <sup>a</sup>	افزایش وزن (گرم)
۶/۹۹ $\pm$ ۰/۷۶ <sup>b</sup>	۷/۵۳ $\pm$ ۰/۵۲ <sup>a</sup>	۷/۶۲ $\pm$ ۰/۵۹ <sup>a</sup>	۷/۶۵ $\pm$ ۰/۴۷ <sup>a</sup>	طول اولیه (سانتی‌متر)
۱۰/۳۸ $\pm$ ۰/۵۳ <sup>b</sup>	۱۰/۷۵ $\pm$ ۰/۷۳ <sup>a</sup>	۱۰/۶۰ $\pm$ ۰/۶۷ <sup>a</sup>	۱۰/۵۷ $\pm$ ۰/۴۳ <sup>a</sup>	طول نهایی (سانتی‌متر)
۳/۶۳ $\pm$ ۰/۲۹ <sup>b</sup>	۱۰/۸۸ $\pm$ ۰/۳۹ <sup>a</sup>	۱۰/۵۷ $\pm$ ۰/۷۶ <sup>a</sup>	۱۱/۲۷ $\pm$ ۲/۸۰ <sup>a</sup>	درصد رشد نسبی
۰/۱۱۵ $\pm$ ۰/۰۰۳۹ <sup>b</sup>	۰/۱۷۸ $\pm$ ۰/۰۰۴۳ <sup>a</sup>	۰/۱۷۸ $\pm$ ۰/۰۰۲۷ <sup>a</sup>	۰/۱۷۸ $\pm$ ۰/۰۰۲۲ <sup>a</sup>	رشد ویژه (درصد در روز)
۴/۱۵ $\pm$ ۰/۱۲ <sup>b</sup>	۴/۸۶ $\pm$ ۰/۹۴ <sup>a</sup>	۴/۲۶ $\pm$ ۰/۴۱ <sup>a</sup>	۴/۳۶ $\pm$ ۰/۲۸ <sup>a</sup>	ضریب وضعیت
۶۵ $\pm$ ۵ <sup>b</sup>	۹۵ $\pm$ ۳ <sup>a</sup>	۹۳ $\pm$ ۴ <sup>a</sup>	۹۴ $\pm$ ۳ <sup>a</sup>	درصد بقا

حروف غیرمشابه در هر ردیف نشانگر وجود اختلاف معنادار است ( $P < 0.05$ ).

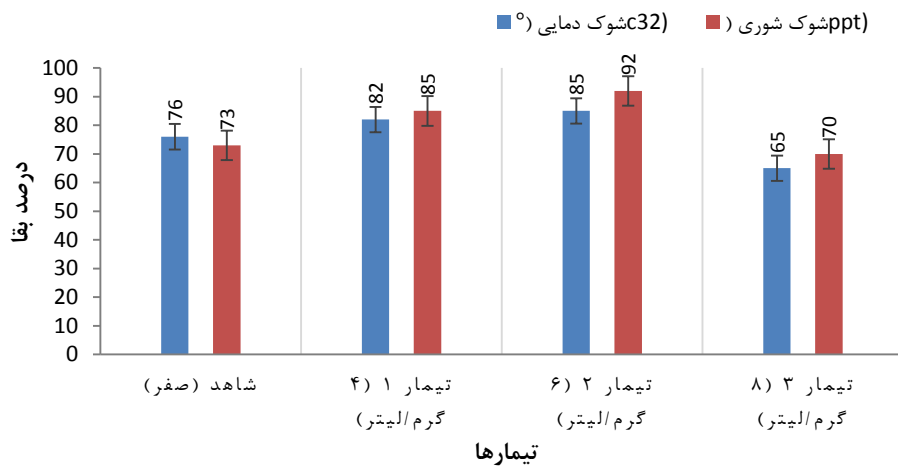


شکل ۱: روند رشد (تغییرات وزن) صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی (*Anodonta cygnea*) در طی دوره آزمایش در شوری‌های مختلف (میانگین  $\pm$  انحراف معیار)

جدول ۲: ترکیبات شیمیایی عضله صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی (*Anodonta cygnea*) بر اساس وزن تر در شوری‌های مختلف پس از ۸ هفته تیمار (میانگین  $\pm$  انحراف معیار؛  $n=3$ )

ترکیبات	پیش از آزمایش	در انتهای آزمایش			
		شاهد (۰ گرم در لیتر)	تیمار ۱ (۴ گرم در لیتر)	تیمار ۲ (۶ گرم بر لیتر)	تیمار ۳ (۸ گرم در لیتر)
رطوبت (%)	۷۴/۰۰ $\pm$ ۳/۵۰	۶۸/۷۷ $\pm$ ۲/۸۱	۶۸/۸۶ $\pm$ ۳/۲۰	۶۸/۸۸ $\pm$ ۳/۸۱	۶۸/۵۳ $\pm$ ۳/۲۱
پروتئین (%)	۱۳/۸۳ $\pm$ ۲/۲۰	۱۳/۹۹ $\pm$ ۱/۸۱	۱۳/۷۹ $\pm$ ۱/۲۸	۱۳/۷۶ $\pm$ ۱/۷۶	۱۳/۴۴ $\pm$ ۱/۲۴
چربی (%)	۶/۷۳ $\pm$ ۰/۶۹	۶/۹۸ $\pm$ ۰/۷۶	۶/۷۶ $\pm$ ۰/۴۹	۶/۵۶ $\pm$ ۰/۸۱	۶/۹۶ $\pm$ ۰/۵۹
خاکستر کل (%)	۸/۵۸ $\pm$ ۰/۷۶	۹/۲۲ $\pm$ ۰/۶۶	۹/۸۷ $\pm$ ۰/۶۳	۹/۱۶ $\pm$ ۰/۴۴	۹/۹۲ $\pm$ ۰/۴۴

اختلاف معنی‌داری در هیچ یک از ترکیبات بین تیمارها وجود نداشت ( $P > 0.05$ ).



شکل ۲: مقایسه میانگین درصد بقای ناشی از شوک محیطی در تیمارهای مختلف صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی (*Anodonta cygnea*) پس از ۷۲ ساعت مواجهه با دمای ۳۲ درجه سانتی‌گراد و شوری ۱۰ گرم در لیتر به طور جداگانه (میانگین  $\pm$  انحراف معیار). شاهد: آب چاه (شوری صفر گرم در لیتر); تیمار ۱: شوری ۴ گرم در لیتر; تیمار ۲: شوری ۶ گرم در لیتر; تیمار ۳: شوری ۸ گرم در لیتر.

#### بحث

انتقال نرم‌تنان آب شیرین از جمله صدف آب شیرین به مناطق کم‌شور و لب‌شور (محیط‌های سالم‌تر) برای حفظ و بقای آنها با توجه به در معرض خطر انقراض بودن این گونه در تالاب‌ها و رودخانه‌ها در بسیاری از کشورها مورد مطالعه قرار گرفته است (Dunn, 2000; Ferreira- Rodriguez et al., 2019). اما جایگاه و نقش شوری در صدف آب شیرین تالاب انزلی مشخص و معلوم نیست، از این رو، بررسی نقش شوری در رشد و بقای این گونه در مطالعه حاضر مورد توجه قرار گرفت.

جایگاه و نقش نرم‌تنان بویژه صدف آب شیرین تالاب انزلی *Anodonta cygnea* در چرخه و ابقای تالاب با توجه به مشکلات محیط زیستی آن در دو دهه اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفت (زارع و یونس‌زاده، ۱۳۸۸؛ صلواتیان و همکاران، ۱۳۹۸). همچنین مجموع اطلاعات موجود در مورد صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی بیشتر شامل مطالعاتی درباره رژیم غذایی، پراکنش، زیست‌سنجی و نقش آلاینده‌ها است، اما درباره نقش شوری در میزان رشد و بقای آن تاکنون مطالعه‌ای صورت نگرفته است. به علاوه



صلواتیان و همکاران در سال ۱۳۹۸ در مطالعه‌ای بر تعیین رژیم غذایی و فراوانی صدف آب شیرین تالاب انزلی (*A. cygnea*) و ارتباط آن با رشد آنها در طی یک سال، بالاترین میزان وزن کلی را ۹۳/۶۸ گرم و تراکم جمعیتی را در گروه‌های سنی ۴+ سال گزارش کردند که علت اختلاف وزنی در فصل تابستان را افزایش درجه حرارت محیط نسبت به فصل‌های دیگر بیان کردند. در مطالعه حاضر علت رشد صدف‌ها در شرایط کنترل شده، مطلوب نگه داشتن شرایط فیزیکوشیمیایی از جمله دمای آب بوده است.

Liu و همکاران در سال ۲۰۱۴ تراکم جمعیتی صدف‌های آب شیرین (*Anodonta lauta*) را در بخش انتهایی رودخانه (دهانه) با آب‌های کم شور بیشتر از نقاط دیگر گزارش کردند. همچنین چکمه‌دوز (۱۳۹۴) فراوانی صدف‌های تالاب انزلی (*A. cygnea*) را در انتهایی تالاب منتهی به دریا مشاهده کردند که با مطالعه حاضر همخوانی دارد. علت این امر مهاجرت صدف‌ها به مناطقی با آلودگی کمتر است.

شاخص‌های کیفی آب در رشد و بقای صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی (*A. cygnea*) نقش کلیدی دارد و به همین دلیل در آب‌های با کیفیت بالا و عدم وجود آلاینده‌ها روند رشد و

نتایج به دست آمده از بررسی شاخص‌های رشد و بقای صدف در درجات شوری ۴ و ۶ گرم در لیتر با شاهد تفاوت معنادار قابل ملاحظه‌ای را نشان نداد. اما به افزایش شوری به ۸ گرم در لیتر رشد و بقای صدف‌ها به شدت کاهش یافت. در بررسی اثرات شوری بر رشد و بقای صدف آب شیرین پوست کلفت (*Unio crassus*) مناسب‌ترین شوری ۴ گرم در لیتر گزارش شد و در شوری بالاتر از آن کلیه صدف‌ها دارای تلفات سنگین بودند (Watanabe et al., 2010). در مطالعه حاضر تحمل درجات شوری تا ۶ گرم در لیتر گزارش شده است و با گزارش بالا مغایرت دارد که دلیل آن شاید تفاوت جنس و گونه صدف باشد.

Bascinar و همکاران (۲۰۰۹) که مطالعه‌ای را در زمینه رشد و بازدهی گوشت صدف آب شیرین (*A. cygnea*) در دریاچه Cildir انجام دادند، میانگین وزن کلی و طول کلی را به ترتیب ۶۴/۸ گرم و ۱۰۴/۲ سانتی‌متر گزارش کردند. در مطالعه حاضر دامنه وزن و طول در محدوده ۵۵/۷۶-۵۶/۴۸ گرم و ۱۰/۵۷-۱۰/۳۸ سانتی‌متر گزارش شد که با گزارش بالا تا حدودی همخوانی دارد. اگرچه در گزارش بالا میانگین سن صدف‌ها گزارش نشده است.

با توجه به نتایج به دست آمده از رشد و بقای صدف‌های *Anodonta cygnea* در درجات شوری ۴ و ۶ گرم در لیتر، انتقال صدف‌ها به آب‌های کم‌شور برای حفظ حیات و بقای آنها لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

### تشکر و قدردانی

بدین وسیله از تمامی کسانی که در این پروژه ما را یاری کردند سپاس‌گزاری می‌کنیم، بویژه جناب آقای دکتر محمد صلواتیان و خانم دکتر محدثه احمدی‌نژاد که بی‌دریغ تمام اطلاعات لازم را در اختیار تیم گذاشتند. جا دارد در اینجا از خانم دکتر شیما بخشعلی‌زاده و جناب مهندس محمدی دوست که در تهیه صدف‌ها ما را همیاری کردن تشکر کنیم. از مسئولین دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان به دلیل در اختیار گذاشتن کارگاه تکثیر پرورش دانشکده و همکاری و همیاریشان در پروژه تقدیر و تشکر به عمل می‌آوریم.

بقا به صورت طبیعی صورت می‌گیرد، در حالی که در محیط‌هایی که تحت تاثیر عوامل آلاینده قرار می‌گیرند از وضعیت رشدی مطلوبی برخوردار نیستند (اشجع اردلان و همکاران، ۱۳۸۵؛ ساریخانی و همکاران، ۱۳۸۹؛ Ravera and Sprocati, 1997).

اطلاعات درباره صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی (*A. cygnea*) محدود است، از این رو به مطالعات بیشتری در زمینه راهکارهای افزایش و احیای آن مورد نیاز است تا بتوان درباره تالاب بین‌المللی انزلی که ویژگی‌های خاصی نیز دارد، اقدام کرد. در حال حاضر در کشورهای دارنده صدف‌های آب شیرین یا محیط طبیعی آنها احیا شده است و یا این که به محیط‌های کم‌خطرتر انتقال یافته‌اند. چنانچه مسئولین و دست‌اندرکاران شیلاتی توجه لازم را به عمل نیاورند، در آینده نه‌چندان دور شاهد انقراض صدف آب شیرین بومی تالاب انزلی در رودخانه‌های گیلان خواهیم بود.

## منابع

- اسدی شریف ا.، سمیع املشی ف. و علاف نویریان ح. ۱۳۹۷. تاثیر شوری‌های مختلف بر شاخص‌های رشد، ترکیبات بدن و همولنف میگوی رودخانه‌ای شرق ( *Macrobrachium nipponense* De Haan, 1849). نشریه فیزیولوژی و بیوتکنولوژی آبزیان، ۶: ۱۴۴-۱۲۹.
- اشجع اردلان آ.، خوشخو ژ.، ربانی م. و معینی س. ۱۳۸۵. مقایسه میزان فلزات سنگین (Hg و Zn, Cu, Pb, Cd) در آب، رسوبات و بافت نرم دوکفه‌ای آنودونت تالاب انزلی در دو فصل پاییز و بهار ۱۳۸۴-۱۳۸۳. پژوهش و سازندگی، ۱۹: ۱۱۳-۱۰۴.
- توکلی ب. و ثابت رفتار ک. ۱۳۸۱. مطالعه تاثیر فاکتورهای مساحت، جمعیت و تراکم جمعیت حوزه آبخیز بر روی آلودگی رودخانه‌های منتهی به تالاب انزلی. محیط شناسی، ۲۸: ۵۷-۵۱.
- چکمه‌دوز ف. ۱۳۹۴. بررسی پراکنش، فراوانی و ارزیابی زیستگاه‌های صدف آنودونت در تالاب انزلی. گزارش اولیه پروژه، پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی کشور. ۵۶ص.
- زارع پ. و یونس‌زاده ب. ۱۳۸۸. بررسی رشد و ساختار سنی صدف (*Anodonta cygnea* Linea, 1876) در سه نهر منتهی به رودخانه پسیخان. فن‌آوری‌های نوین در توسعه آبی‌پروری، ۳: ۷۲-۶۳.
- ساریخانی ل.، جندقی م.، جوانشیرخویی آ. و شاهپوری م. ۱۳۸۹. مقایسه توانایی دو گونه صدف دو کفه‌ای *Corbigula fluminea* و *Anodonta cygnea* در فیلتراسیون جلبک *Chlorella spp.* (راهکاری جهت کنترل بیولوژیکی اکوسیستم‌های آبی). علوم و تکنولوژی محیط زیست، ۱۲: ۱۷۲-۱۶۳.
- صلواتیان س.، ولی‌پور ع.، جمیلی ش.، قربانی ص.، بورانی م.، احتشامی ف.، فلاحی کیورچالی م.، پروانه مقدم د.، روفچایی ر.، امیری سندسی س.، رضانی مامودانی م.، جمالزاد فلاح ف. و ماهی‌صفت ف. ۱۳۹۸. تعیین رژیم غذایی و فراوانی صدف آنودونت (*Anodonta cygnea*) در تالاب انزلی. مجله علمی شیلات ایران، ۲۸: ۹۴-۷۹.
- طلایی ف. و دربادل ا. ۱۳۹۴. بررسی چالش‌های تالاب انزلی و راهکارهای رفع آن در چارچوب کنوانسیون رامسر. مجله حقوقی بین‌المللی، ۳۲: ۳۱۲-۲۷۷.
- غلامحسینی ل.، جندقی م.، جوانشیرخویی آ. و حسنی ا. ۱۳۸۶. بررسی و مقایسه تاثیرات دو صدف *Dreissena polymorpha* و *Anodonta cygnea* بر کاهش غلظت نیترات. مجله علوم و فنون دریایی ایران، ۶: ۷۴-۶۳.

AOAC. 2016. Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis of the

Association of Analytical Chemists International, USA. 3172P.

- Bascinar N.S., Duzgunes E., Misir D.S., Polat H. and Zengin B. 2009.** Growth and flesh yield of the swan mussel *Anodonta cygnea* (Linnaeus, 1758) (Bivalvia: Unionidae) in Lake Cildir (Kars, Turkey). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 9(1): 127–132.
- Dunn H.L. 2000.** Development of strategies for sampling freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae). Proceeding of Freshwater Mollusk Symposia Proceedings Part II Proceedings of the 1st Freshwater Mollusk Conservation Society Symposium. P: 161–167.
- Ferreira-Rodriguez N., Akiyama Y.B., Aksenova O.V., Araujo R., Barnhart M.C., Bernalaya Y.V., Bogan A.E., Bolotov I.N., Budha P.B. and Clavijo C. 2019.** Research priorities for freshwater mussel conservation assessment. Biological Conservation, 231: 77–87.
- Filizadeh Y. 2002.** Response of *Typha latifolia* to cutting competition and glyphosate under field conditions. Iran Agricultural Research, 21(1): 61–72.
- Fong P.P., Kyozyuka K., Duncan J., Rynkowski S., Mekasha D. and Ram J.L. 1995.** The effect of salinity and temperature on spawning and fertilization in the zebra mussel *Dreissena polymorpha* (Pallas) from North America. The Biological Bulletin, 189: 320–329.
- Kaushal S.S., Groffman P.M., Likens G.E., Belt K.T., Stack W.P., Kelly V.R., Band L.E. and Fisher G.T. 2005.** Increased salinization of fresh water in the northeastern United States. Proceedings of the National Academy of Sciences, 102: 13517–13520.
- Kondolf G.M. 1995.** Five elements for effective evaluation of stream restoration. Restoration Ecology, 3: 133–136.
- Lima P., Carvalho F., Vasconcelos V. and Machado J. 2004.** Studies on growth in the early adult of the freshwater mussel, *Anodonta cygnea*. Invertebrate Reproduction and Development, 45: 117–125.
- Liu J., Hayashi H., Inakuma Y., Ikematsu S., Shimatani Y. and Minagawa T. 2014.** Factors of water quality and feeding environment for a freshwater mussel's (*Anodonta lauta*) survival in a restored wetland. Wetlands, 34: 865–876.
- Middleton B.A. 1999.** Wetland Restoration, Flood Pulsing, and Disturbance Dynamics. John Wiley and Sons, USA. 388P.
- Nienhuis P. and Leuven R. 2001.** River restoration and flood protection: Controversy or synergism? Hydrobiologia, 444: 85–99.

- Nogueira L.S., Bianchini A., Smith S., Jorge M.B., Diamond R.L. and Wood C.M. 2018.** Physiological effects of marine natural organic matter and metals in early life stages of the North Pacific native marine mussel *Mytilus trossulus*; A comparison with the invasive *Mytilus galloprovincialis*. *Marine Environmental Research*, 135: 136–144.
- Palmer M.A., Bernhardt E., Allan J., Lake P.S., Alexander G., Brooks S., Carr J., Clayton S., Dahm C. and Follstad Shah J. 2005.** Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42: 208–217.
- Pauly D. 1984.** Fish Population Dynamics in Tropical Waters: A Manual for Use with Programmable Calculators. ICLARM, Malaysia 325P.
- Ravera O. and Sprocati A.R. 1997.** Population dynamics, production, assimilation and respiration of two fresh water mussels: *Unio mancus* Zhadin and *Anodonta cygnea* Lam. *Memorie-Istituto Italiano di Idrobiologia*, 56: 113–130.
- Watanabe M., Koyama T. and Sasaki H. 2010.** The proposal for nutrient concentration control employing nutrient uptake and release by *Trapa japonica* inhabiting Lake Izunuma. *Journal of Japan Society on Water Environment*, 33: 57–61.



Research Paper

**The effect of different salinity on growth performance, survival and environmental shock on Anzali wetland freshwater mussel (*Anodonta cygnea*)**

Hamid Allaf Noverian<sup>1\*</sup>, Masood Moosapour<sup>2</sup>,  
Seyed Mohammad Moloodi Siahmazgi<sup>3</sup>

Received: October 2020

Accepted: January 2021

**Abstract**

This study aimed to investigate the different levels of salinity effect on growth and survival of Anzali wetland freshwater mussels, *Anodonta cygnea*. Four levels of salinity including 0 (control), 4, 6 and 8 g/L were considered for each of the treatment. 120 samples of fresh mussel with an average initial weight of  $50.18 \pm 0.68$ g were distributed randomly between 12 tanks with a volume of 100 L. After 8 weeks of experiment, growth indices were evaluated. The results showed that the weight gain (WG), relative weight gain percentage (RGR), specific growth percentage (SGR) and condition factor (K) were not showed significant difference between control and treatments 4 and 6g/L ( $P > 0.05$ ). With increasing salinity to 8 g/L, growth and survival factors decreased ( $P < 0.05$ ). At the end of the experimental period, samples were separately exposed to high temperature (32°C) and salinity (10g/L) for 72 hours to evaluate the environmental shock. The experiment results showed that the growth and survival of fresh water mussel at salinity of 4 and 6g/L had reliable performance. In addition, the survival rate due to environmental shock had better performances in treatments 4 and 6g/L.

**Key words:** *Adaptation, Rearing, Mollusca, Physiology, Environment.*

1- Associate Professor in Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, SomehSara, Iran.

2- M.Sc. in Marine Biology, Faculty of Sciences, University of Guilan, Rasht, Iran.

3- B.Sc. in Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Guilan, SomehSara, Iran.

\*Corresponding Author: [navi@guilan.ac.ir](mailto:navi@guilan.ac.ir)