

# بررسی تأثیر سطوح مختلف سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم آب بر تخم‌گشایی و کیفیت ناپلی (*Atremia franciscana*)

پوریا غلام‌زاده<sup>۱</sup>، کامران رضایی توابع<sup>۱</sup>، غلامرضا رفیعی<sup>۱</sup>، مسعود صیدگر<sup>۲</sup>

<sup>۱</sup>گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

<sup>۲</sup>مرکز تحقیقات آرمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران.

\*نویسنده مسئول: krtavabe@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۹

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱۷

## چکیده

آرتمیا به‌عنوان مهمترین غذای زنده در دوره‌های مختلف لاروی در بسیاری از آبزبان شناخته می‌شود. این مطالعه با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف سختی (۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر) و نسبت‌های مختلف کلسیم به منیزیم (۱۰۰:۲۰، ۵۰:۵۰، ۲۰:۸۰ و ۱۰:۱۰۰ درصد) بر درصد تخم‌گشایی، طول کل و میزان مرگ و میر *A. franciscana* انجام شد. نتایج اثرات سطوح مختلف سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم بر روی عملکرد سیستم *A. franciscana* به‌طور معنی‌داری ( $P \leq 0.05$ ) نشان داد که افزایش میزان سطح سختی، باعث کاهش میانگین درصد تخم‌گشایی سیستم‌ها شده است به گونه‌ای که در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر به‌طور معنی‌داری کمترین میانگین میزان تفریح  $31 \pm 7$  مشاهده شد. همچنین بهترین نسبت میزان کلسیم به منیزیم، نسبت برابر ۵۰:۵۰ تعیین شد. از سویی نتایج تأثیر سطوح سختی و نسبت‌های کلسیم و منیزیم بر روی درصد مرگ و میر *A. franciscana* نشان داد که با افزایش میزان سختی، تلفات افزایش یافته ولی نسبت‌های کلسیم و منیزیم تأثیری در میزان مرگ و میر نداشته است. براساس نتایج در نسبت برابر کلسیم به منیزیم در سختی ۵۰:۵۰ میلی‌گرم در لیتر بیشترین میزان تخم‌گشایی  $73/33 \pm 2/35$  درصد حاصل شد. همچنین افزایش میزان سختی سبب کاهش اندازه طول کل ناپلی حاصل از تخم‌گشایی و افزایش میزان مرگ و میر شد. نتایج نشان داد که بهترین نسبت کلسیم و منیزیم برای تفریح سیستم گونه آرتمیا *A. franciscana* نسبت مساوی کلسیم به منیزیم ۵۰:۵۰ می‌باشد و هرچه نسبت کلسیم و منیزیم تغییر کند، از میزان تفریح در تمام سطوح سختی کاسته و بر میزان تلفات افزوده می‌شود.

**واژگان کلیدی:** آرتمیا، سختی آب، کلسیم، منیزیم.

## مقدمه

می‌کند، بلکه به‌دلیل همخوانی این نوع غذاها با رژیم غذایی طبیعی ماهی، بیشتر قابل پذیرش و استفاده است (Sorgeloos et al., 1993). تمامی موجودات آبی به‌صورت مستقیم و غیر مستقیم تحت تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی آب قرار می‌گیرند (Gillis et al., 2008). جانوران آبی تمامی نیازهای غذایی خود به‌غیر از بخشی از نیاز به مواد معدنی را از طریق تغذیه از مواد غذایی به‌دست می‌آورند که این مواد اکثراً از مواد گیاهی و جانوری موجود در طبیعت به‌دست می‌آید و برخی به اقتضای شرایط دستگاه گوارش خود به پالیده‌خواری می‌پردازند. با پیشرفت علم آبی‌پروری اگرچه در کنار استفاده از غذای زنده به تولید مواد غذایی غیر زنده و استفاده از آن مبادرت ورزیده می‌شود، اما همچنان تولید لارو و بچه ماهیان بر پایه استفاده از غذای زنده استوار است (Pillay, 1995). سختی آب می‌تواند از نظر سختی

استفاده از غذای زنده در تغذیه آغازین بسیاری از گونه‌های پرورشی ماهی و میگو جهت بهبود وضعیت تغذیه‌ای، ضریب رشد و کاهش تلفات لاروها از پیشرفت‌های شایان توجه در امر آبی‌پروری به‌شمار می‌رود (سیف آبادی و همکاران، ۱۳۸۱). در مرحله لاروی برخی از گونه‌های آبی امکان استفاده از غذای مصنوعی به‌دلیل عدم تناسب اندازه دهان لارو و ذرات غذایی وجود ندارد. استفاده از غذای کنسانتره حداقل در این مرحله از زندگی نیازهای غذایی لاروها را تامین نکرده و باعث کاهش رشد، سوءتغذیه و بروز مشکلات ناشی از کاهش قدرت دفاعی بدن در مقابل عوامل محیطی و بیماری‌زا می‌گردد. در حالی که استفاده از غذاهای زنده در پرورش لارو آبیان مختلف نه تنها نیازهای غذایی جانور را تامین

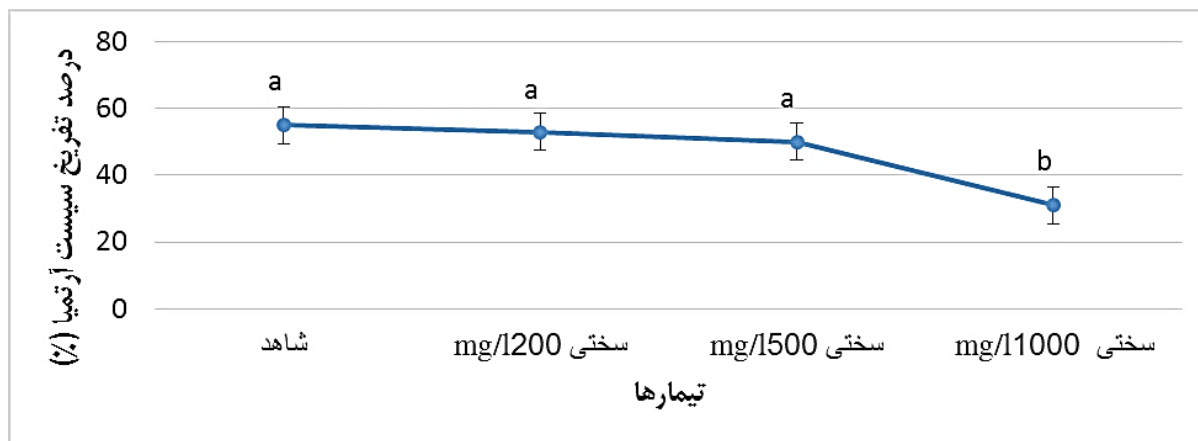
نسبت کلسیم و منیزیم بر میزان تخم‌گشایی و کیفیت ناپلی آرتمیا *A. franciscana* که یکی از مهمترین گونه‌های غذای زنده در بخش‌های مختلف آبی‌پروری در سراسر دنیا می‌باشد، مشخص شود. دمای مناسب برای شروع فعالیت‌های متابولیکی در سیستم گونه‌های مختلف آرتمیا ۳۳-۴ درجه سانتی‌گراد است که در دماهای بالاتر سرعت تخم‌گشایی افزایش پیدا می‌کند. pH مناسب برای تخم‌گشایی سیستم آرتمیا ۸/۵-۸ و میزان اکسیژن مناسب ۲-۰/۶ میلی‌گرم در لیتر است. مهمترین عامل تخم‌گشایی سیستم آرتمیا میزان شوری آب می‌باشد که در بین گونه‌های مختلف ۱۵-۹۰ گرم در لیتر تخمین زده شده است (Sorgeloos *et al.*, 1986).

#### مواد و روش‌ها

در تحقیق حاضر سیستم *A. franciscana* برای از مرکز فروش لوازم مورد نیاز ماهیان زینتی تهیه شد. جهت رفع دپایوز نمونه‌های سیستم به روش سرمادهی، ارائه شده توسط (Sorgeloos and Lavense, 1986) مبادرت گردید. بدین ترتیب که سیستم‌ها در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند، بعد از گذشت یک‌ماه نگهداری سیستم‌ها در شرایط دمایی فوق، سیستم‌ها از فریزر خارج و به مدت حداقل یک هفته در شرایط دمای اتاق هم دما شده سپس مبادرت به تخم‌گشایی تمامی آن‌ها طبق روش تخم‌گشایی ذکر شده زیر گردید. برای انجام این آزمایش در هر تیمار میزان ۲ گرم سیستم *A. franciscana* در ظروف ۱ لیتری استوانه‌ای در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد و زیر نور ۲۰۰۰ لوکس قرار داده شد. مدت زمان انکوباسیون تیمارها ۴۸ ساعت و تعداد تکرارها در این آزمایش، ۳ تکرار بوده است.

برای نمونه‌برداری از تیمارها، به‌منظور همگن شدن پراکندگی آرتمیایها و سیستم‌ها ظروف یک لیتری تکان داده شده و به میزان ۱۰ سی‌سی از آن نمونه‌برداری انجام شد. نمونه‌ها در فرمالین ۴ درصد تثبیت شده و میزان تخم‌گشایی از فرمول زیر به‌دست آمد (غلام زاده،

کلسیمی و سختی کل مورد بررسی قرار گیرد. میزان کلسیم و منیزیم آب سختی آب را مشخص می‌کنند به‌طوری‌که در آب‌های با سختی بالا لایه نازک سفید رنگی سطح بالایی آب را می‌پوشاند که گفته شده ناشی از ادغام آن‌ها با مولکول‌های آب می‌باشد. سختی کل آب ناشی از وجود دو نوع یون کلسیم و منیزیم است که سهم کلسیم ۲/۳ و سهم منیزیم ۱/۳ می‌باشد، اما یون‌های آهن و استرانسیوم نیز در سختی آب دخیل اند. سختی آب یکی از مهمترین فاکتورهای آب در آبی‌پروری است. منابع ایجاد سختی کلسیم و منیزیم می‌باشند که تاثیرات زیستی و فیزیولوژی بر آبزیان می‌گذارند از قبیل شکل‌گیری فلس و استخوان در ماهیان و شرکت در فرآیند پوست‌اندازی در میگوها و سایر سخت‌پوستان. کلسیم محیطی نقش بسیار با اهمیت و حیاتی را در تنظیم اسمزی در آبزیان بر عهده دارد. همچنین بر عملکرد و حفظ عضلات و عملکرد قلب تاثیرات به‌سزایی می‌گذارد. به‌طور معمول درجه قلیائیت آب در آبی‌پروری در آب‌های شیرین بین ۳۰-۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Chand, 2000). در تعداد زیادی از بررسی‌ها بیان شده که تاثیر اثرات سمی فلزات سنگین در موجودات متعلق به آب‌های شیرین به سختی آب مرتبط است (Kim *et al.*, 2001; Pyle *et al.*, 2002; Rathor and Khangarot, 2003; Markich *et al.*, 2006). همچنین افزایش میزان سختی باعث کاهش میزان سمیت فلزات سنگین در موجودات آبی خواهد شد (Kim *et al.*, 2001; Martins *et al.*, 2004; Vedamanikam and Shazilli, 2008). کربنات‌های کلسیم و منیزیم بخش اعظم اسکلت سخت‌پوستان را شامل می‌شود که در مرحله پیش پوست‌اندازی باز جذب می‌شود (Greenway, 1958). آرتمیا به‌خاطر ارزش غذائی زیاد چه به‌صورت ناپلی و چه به‌صورت بالغ و تولید انبوه سیستم‌های مقاوم و با دوام با میزان مناسب، می‌توانند نقش مهمی در تغذیه آبزیان، به‌خصوص در مراحل لاروی، نوزادی و پس از آن داشته باشند. در این تحقیق سعی بر این بوده بهترین میزان سختی و همچنین



شکل ۱ - میانگین درصد تخم‌گشایی *A. franciscana* در سطوح مختلف سختی (٪) (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد).

میانگین تیمارهای مختلف (با سطح معنی‌داری  $P \leq 0.05$ ) با آزمون دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد (Rezaei Tavabe et al., 2015).

$$\text{تخم‌گشایی درصد} = \frac{\text{تعداد ناپلی تخم‌گشایی شده}}{\text{تعداد ناپلی} + \text{تعداد سیست}} \times 100$$

برای محاسبه درصد تلفات نیز تعداد ناپلی‌های مرده در نمونه ۱۰ سی‌سی، بر میزان درصد تخم‌گشایی تقسیم شد.

$$\text{تلفات درصد} = \frac{\text{تعداد ناپلی مرده}}{\text{درصد تخم‌گشایی}} \times 100$$

روش ایجاد سختی آب و نسبت‌های کلسیم به منیزیم برای رسیدن به مقادیر و نسبت‌های مورد نظر سختی، نمک کلرید کلسیم، کلرید منیزیم ساخت شرکت مرک آلمان به آب پایه آزمایشگاه اضافه شد. برای رسیدن به سختی‌های مورد نظر ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از فرمول زیر برای اضافه کردن کلرید کلسیم و کلرید منیزیم به آب پایه آزمایشگاه با سختی ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر و  $\text{pH} = 8.1$  استفاده شد (Rezaei Tavabe et al., 2015).

$$\text{CaCO}_3 \text{ mg/l} = \frac{2}{497}(\text{Ca}^{2+} \text{ mg/l}) + (\text{Mg}^{2+} \text{ mg/l}) \frac{4}{118}$$

برای مشاهده روند تفریخ سیست آرتمیا و شمارش میزان مرگ میر آنها از لوپ‌های و برای اندازه‌گیری طول از لام نئوبار و میکروسکوپ نوری و برنامه ImageJ استفاده شد (غلامزاده، ۱۳۹۶).

قبل از انجام آنالیز واریانس، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی شد. برای آنالیز داده‌ها از آنالیز تجزیه واریانس یکطرفه (One Way-Anova) استفاده شد. همچنین مقایسه

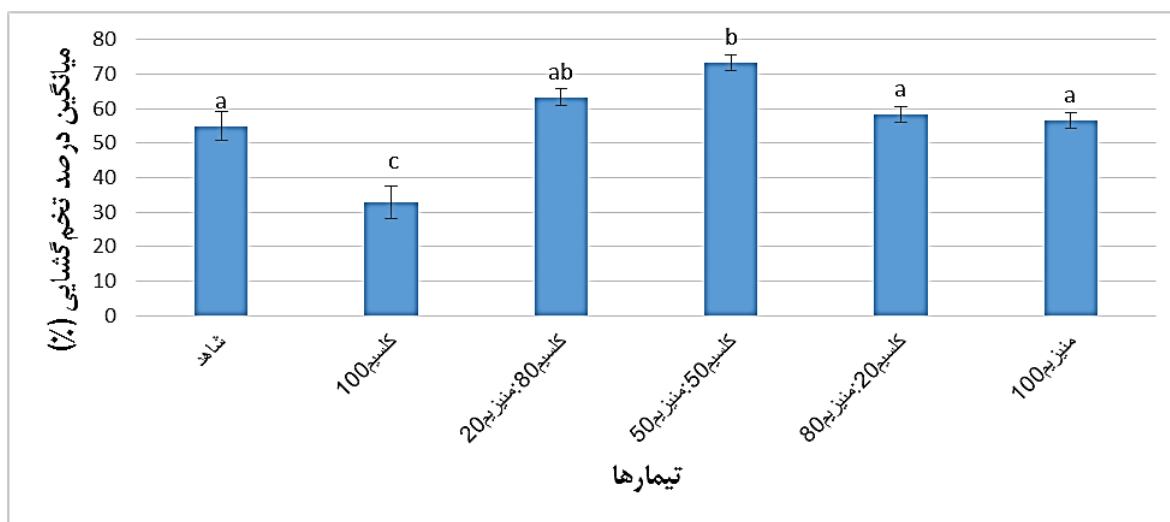
### نتایج

**درصد تخم‌گشایی سیست آرتمیا:** نتایج حاصل از نتایج نشان داد که افزایش میزان سختی باعث کاهش میزان تخم‌گشایی در *A. franciscana* شده است به-صورتی که در سختی‌های ۲۰۰ و ۵۰۰ تفاوت روند کاهش معنی‌داری را نشان داد در حالی که در سختی ۱۰۰۰ میلی‌گرم بر لیتر کاهش درصد تخم‌گشایی معنی‌دار بوده است (شکل ۱).

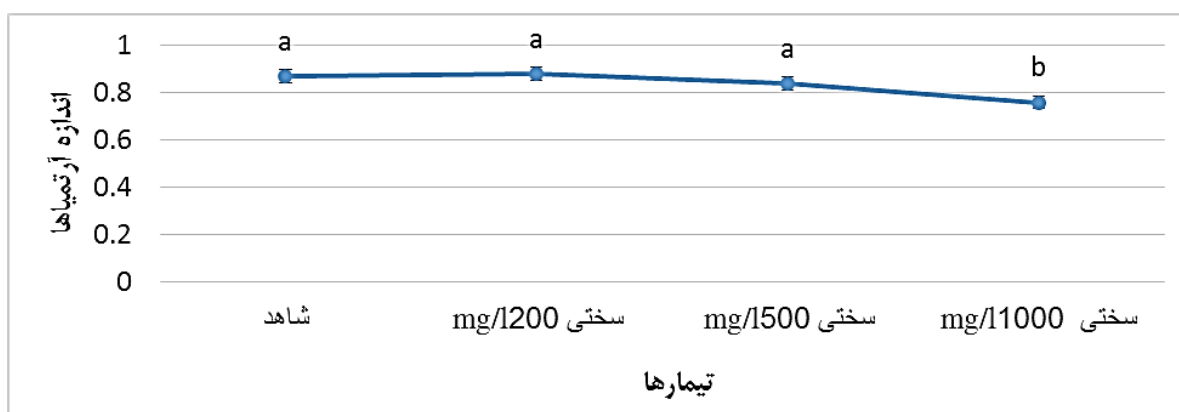
**اندازه طول کل ناپلی‌های حاصل از تخم‌گشایی:** با افزایش میزان سختی آب، میانگین طول کل ناپلی‌های حاصل از تخم‌گشایی سیست *A. franciscana* کاهش پیدا کرد به گونه‌ای که در دو تیمار ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به شاهد این کاهش معنی‌دار نبود ولی در تیمار سختی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر معنی‌دار بوده است ( $P \leq 0.05$ ) (شکل ۳).

اندازه طول کل ناپلی‌های تیمارهای مربوط به سطوح سختی ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر تفاوتی با تیمار شاهد نداشتند در صورتی که در تیمار ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اندازه ناپلی‌ها به‌طور معنی‌داری کوچک‌تر از تیمار شاهد بودند ( $P \leq 0.05$ ) (شکل ۴؛ جدول ۲).

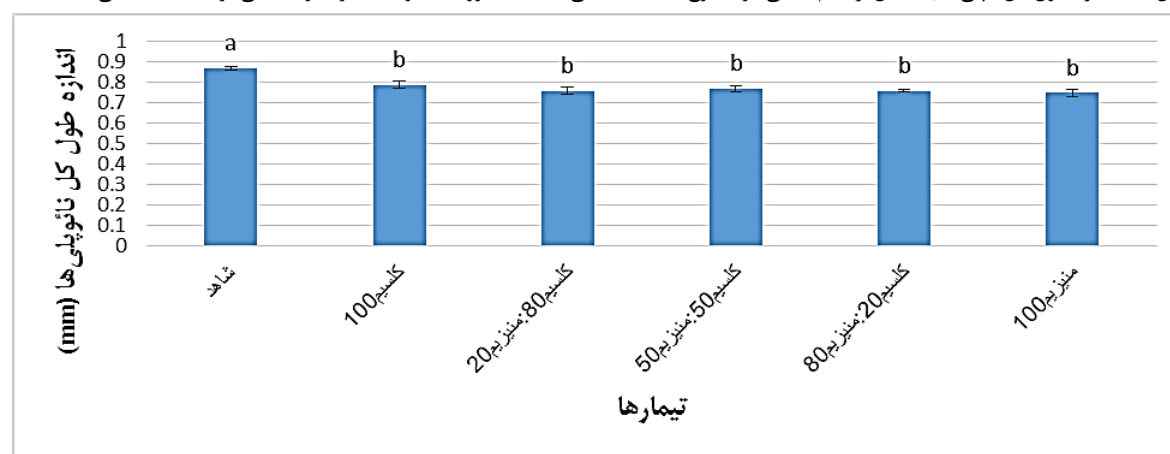
**تلفات ناپلی‌های حاصل از تخم‌گشایی:** نتایج نشان



شکل ۲ - میانگین درصد تخم‌گشایی در نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد).



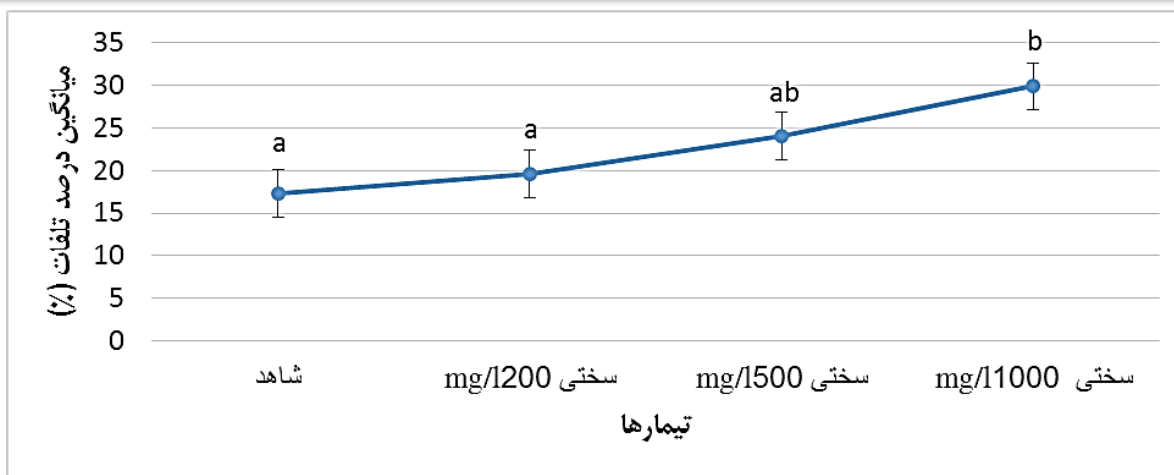
شکل ۳ - اندازه طول کل ناپلی‌های حاصل از تخم‌گشایی در سطوح مختلف سختی (mm) (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد).



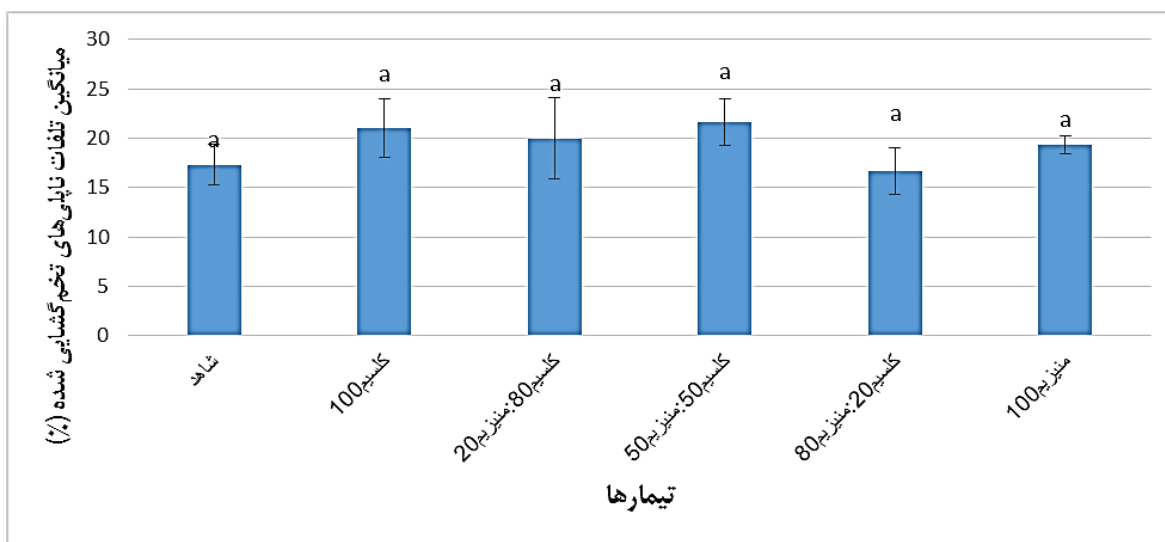
شکل ۴ - میانگین اندازه طول کل ناپلی‌های حاصل در نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم سختی ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد).

میلی‌گرم در لیتر به میزان معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد دارای درصد مرگ و میر بیشتری بودند ( $P \leq 0.05$ ) (شکل ۵). نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم در میزان مرگ و میر به‌صورت مجزا در هر تیمار

داد با افزایش میزان سختی آب، میانگین میزان مرگ و میر ناپلی‌ها افزایش پیدا کرد به‌صورتی که تیمار سختی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد فاقد تفاوت معنی‌داری بود اما دو تیمار ۵۰۰ و ۱۰۰۰



شکل ۵ - میانگین درصد مرگ و میر ناپلی‌های تخم‌گشایی شده *A. franciscana* (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد).



شکل ۶ - میانگین درصد مرگ و میر ناپلی‌های تازه تخم‌گشایی شده آرتمیا فرانسسیکانادر نسبت‌های کلسیم و منیزیم سختی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (حروف متفاوت بیانگر تفاوت معنی‌دار ( $P < 0.05$ ) می‌باشد).

جدول ۱- میانگین درصد تخم‌گشایی سیستم آرتمیا در نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم (%).

شاهد	Ca100	Ca 80	Ca =Mg	Mg 80	Ca 100
سختی mg/L۲۰۰	۵۵±۴/۰۸ <sup>a</sup>	۵۲/۳ ±۲/۳۵ <sup>a</sup>	۶۱/۶۶±۲/۳۵ <sup>a</sup>	۴۶/۶۶±۴/۷۱ <sup>a</sup>	۵۰ ±۴/۰۸ <sup>a</sup>
سختی mg/L۵۰۰	۵۵±۴/۰۸ <sup>a</sup>	۶۳/۳۳±۲/۳۵ <sup>ab</sup>	۷۳/۳۳±۲/۳۵ <sup>b</sup>	۵۸/۳۳±۲/۳۵ <sup>a</sup>	۵۶/۶۶±۲/۳۵ <sup>a</sup>
سختی mg/L۱۰۰۰	۵۵±۴/۰۸ <sup>a</sup>	۳۳/۳۳ ±۲/۳۵ <sup>b</sup>	۳۸/۳۳±۲/۳۵ <sup>b</sup>	۳۱/۶۶±۲/۳۵ <sup>b</sup>	۲۰ ±۴/۰۸ <sup>c</sup>

جدول ۲- میانگین اندازه طول کل ناپلی‌های حاصل از سیستم آرتمیا در نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم در بین تیمارهای ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر.

شاهد	Ca100	Ca 80	Ca =Mg	Mg 80	Ca 100
سختی mg/L۲۰۰	۰/۸۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۸±۰/۰۰۴ <sup>a</sup>	۰/۹۰ ±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۰/۸۸ ±۰/۰۰۹ <sup>a</sup>
سختی mg/L۵۰۰	۰/۸۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۸۶±۰/۰۱۲ <sup>a</sup>	۰/۸۷±۰/۰۱۲ <sup>a</sup>	۰/۸۱±۰/۰۲۸ <sup>a</sup>	۰/۷۹±۰/۰۲۱ <sup>a</sup>
سختی mg/L۱۰۰۰	۰/۸۷±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۰/۷۶±۰/۰۱۶ <sup>b</sup>	۰/۷۷±۰/۰۱۴ <sup>b</sup>	۰/۷۶±۰/۰۰۶ <sup>b</sup>	۰/۷۵±۰/۰۱۶ <sup>b</sup>

دارای تفاوت معناداری بوده‌اند ( $P \leq 0.05$ ) که می‌توان آن را ناشی از تاثیر افزایش میزان سختی بیان کرد

فاقد تاثیر معنی‌دار بر میزان مرگ و میر ناپلی‌ها بودند اما در نسبت‌های مشابه در سطوح سختی مختلف

جدول ۳- میانگین درصد مرگ و میر ناپلی‌های تازه تخم‌گشایی شده *A. franciscana* در نسبت‌های کلسیم و منیزیم در سطوح سختی مختلف.

Ca 100	Mg 80	Ca =Mg	Ca 80	Ca100	شاهد	
۱۹/۳۳±۰/۹۴ <sup>a</sup>	۱۶/۶۶±۲/۳۵ <sup>a</sup>	۲۱/۶۶±۲/۳۵ <sup>a</sup>	۲۰±۴/۰۸ <sup>a</sup>	۲۱±۲/۹۴ <sup>a</sup>	۱۷/۳۳±۲/۰۵ <sup>a</sup>	سختی ۲۰۰ mg/L
۲۶/۶۶±۲/۳۵ <sup>b</sup>	۲۷±۱/۴۱ <sup>b</sup>	۲۲/۶۶±۲/۴۹ <sup>ab</sup>	۲۱/۶۶±۲/۳۵ <sup>ab</sup>	۲۲/۳۳±۲/۰۵۴ <sup>ab</sup>	۱۷/۳۳±۲/۰۵ <sup>a</sup>	سختی ۵۰۰ mg/L
۳۱±۱/۴۱ <sup>b</sup>	۳۰/۳۳±۱/۲۴ <sup>b</sup>	۳۰/۳۳±۲/۰۵ <sup>b</sup>	۳۰/۳۳±۲/۰۵ <sup>b</sup>	۲۷/۳۳±۲/۰۵ <sup>b</sup>	۱۷/۳۳±۲/۰۵ <sup>a</sup>	سختی ۱۰۰۰ mg/L

(شکل ۶؛ جدول ۳).

کلسیم و منیزیم را دارا می‌باشد، زیرا در طی دوره‌های مختلف زندگی در این موجودات پوست‌اندازی صورت پذیرفته و سخت‌پوستان برای تشکیل پوسته جدید نیاز به موادی همچون کلسیم و منیزیم را دارند.

تاثیر سطوح سختی و نسبت‌های کلسیم و منیزیم بر روی میگوی بزرگ آب شیرین *M. rosenbergii* و تاثیرات آن بر روی کارایی تولید مثلی و همچنین کیفیت لاروهای حاصل نشان داد که سختی ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر با نسبت ۱:۱ کلسیم به منیزیم بهترین کارایی تولید مثلی و همچنین کیفیت لارو را در *M. rosenbergii* به دنبال داشته است (Rezaee et al., 2015). نتایج این آزمایش با توجه به اختلاف گونه‌ای بین این دو مطالعه دارای نتایج تقریباً یکسانی از نظر نسبت‌های مطلوب کلسیم و منیزیم برای میزان تفریخ و کیفیت لاروهای میگوی بزرگ آب شیرین *M. rosenbergii* می‌باشد. درصد تخم‌گشایی سیستم پریان میگوی *P. spinosa* با افزایش سختی آب تا ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش داشته و پس از آن روند کاهشی داشته است. همچنین بهترین نسبت کلسیم و منیزیم جهت تخم‌گشایی سیستم پریان میگوها نسبت برابر کلسیم و منیزیم در کل تیمارها بوده است (غلام-زاده، ۱۳۹۶). در آزمایش حاضر افزایش روند تفریخ کمکی به بهبود میزان تخم‌گشایی نکرده بود، اما تفاوت معنی‌داری نیز در دو تیمار ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر با تیمار شاهد مشاهده نشد با این وجود بیشترین درصد تخم‌گشایی در *A. franciscana* در تیمار نسبت برابر کلسیم و منیزیم سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر انجام شد. شباهت بین این دو آزمایش نسبت به یکدیگر می‌توان این گونه نتیجه گرفت که از آنجایی که این دو گونه هر دو متعلق به شاخه آنوستراکا می‌باشند شرایط زیستی و (مسعود صیدگر و همکاران،

## بحث

تمامی موجودات آبی به‌صورت مستقیم و یا غیر مستقیم تحت تاثیر خواص فیزیکی و همچنین ویژگی‌های شیمیایی آب قرار دارند (Gillis et al., 2008). برای موجودات زنده اکوسیستم‌های آبی، عوامل غیر زنده از جمله دما، جریان آب، سختی آب، پی‌اچ از جمله مهمترین عوامل در موفقیت رشد و تولید مثل می‌باشند (Menni et al., 1996; Lacoul and Freedman, 2006). پی‌اچ و سختی آب مهمترین فاکتورهای آب در جمعیت پویای سخت‌پوستان در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند (Kim et al., 2015). ترکیبات یونی آب نقش به‌سزایی را بر روی تمامی موجودات اکوسیستم‌های آبی داراست، از این رو که غلظت یون کلسیم و منیزیم اساسی‌ترین نقش را در تنظیم یونی موجودات به‌خصوص در موجودات متعلق به آب شیرین دارا می‌باشند زیرا این یونها میزان نفوذپذیری را در این موجودات نسبت به محیط اطرافشان تحت تاثیر قرار می‌دهند (Luo et al., 2016). تغییرات نسبت کلسیم و منیزیم نیز در گونه *Gobiocypris rarus* برای گونه ایجاد سمیت کرده بود (Luo et al., 2016). این در حالی است که در مطالعه حاضر هیچ گونه تلفات و مرگ و میر غیرطبیعی که ناشی از فشار عامل سمی و هر عامل دیگری به چشم نخورد. تفاوت‌های مشاهده شده بین این دو مطالعه می‌تواند ناشی از تفاوت در ماهیت گونه‌های مورد استفاده در این مطالعات داشته باشد چرا که *Gobiocypris rarus* یک گونه ماهی و *A. franciscana* گونه سخت پوست بوده و نسبت به ماهیان نیاز به میزان بیشتری ترکیبات یونی از جمله

(۱۳۸۶).

ویژگی‌های تغذیه‌ای ارگانسیم‌های مختلف در مرحله اول به میزان هضم‌پذیری آن‌ها وابسته است که اولین عامل در هضم‌پذیری غذاهای مختلف اندازه آن‌ها است (Sorgeloos *et al.*, 1986). میزان اندازه پریان میگوی آمریکای شمالی در دماهای ثابت بسته به میزان سختی کل بوده و با افزایش میزان سختی اندازه پریان میگوهای تغریخ شده کاهش می‌یابد (Anderson and Sheau, 1990). مطالعات پیشین در زمینه تأثیر شوری بر طول کل بدن آرتمیا از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ نشان دادند که طول بدن آرتمیا با افزایش شوری آب کاهش می‌یابد (Lotfi *et al.*, 1382; Agh *et al.*, 2008). افزایش میزان سختی بر روی پریان میگوی *P. spinosa* باعث افزایش اندازه طول کل ناپلی‌های حاصل از تخم‌گشایی شد (غلامزاده، ۱۳۹۶). اما نتایج نشان داد که در مطالعه حاضر افزایش میزان سختی باعث کاهش اندازه در *A. franciscana* شده است. با توجه به نتایج مطالعات پیشین و مقایسه با مطالعه حاضر می‌توان تفاوت مشاهده شده در این دو مطالعه را ناشی از وجود شوری در محیط تخم‌گشایی آرتمیا بوده در صورتی که میزان شوری در محیط تخم‌گشایی پریان میگو *P. spinosa* ۰-۱ میلی‌گرم در لیتر بوده است. میزان رشد و بازماندگی آرتمیا در طبیعت و شرایط پرورشی عمدتاً به‌درجه حرارت، شوری و کمیت و کیفیت غذا بستگی دارد (Sorgeloos, 1986; Saravanakumar and Soundarapandian, 2009). افزایش میزان سختی تأثیر مستقیمی بر افزایش میزان مرگ و میر پریان میگو *P. spinosa* داشته است و با افزایش میزان سختی میزان درصد مرگ و میر نیز افزایش پیدا کرد (غلامزاده، ۱۳۹۶). نتایج آزمایش حاضر نیز نشان داد با افزایش میزان سختی بر درصد مرگ و میر ناپلی‌های *A. franciscana* افزوده گردیده است که نتایج مشابهی با تحقیقات پیشین و گونه‌های نزدیک به هم بوده است. مقایسه نتایج تأثیر افزایش سختی بر میزان مرگ و میر ناپلی آرتمیا می‌توان این نتیجه را بر نتایج

مطالعات پیشین افزود که علاوه بر درجه حرارت، شوری و کمیت و کیفیت غذا میزان سختی آب نیز بر درصد مرگ و میر آرتمیا به‌صورت مستقیم تأثیرگذار است.

### منابع

- سیف‌آبادی س.ج.، اورجی ح.، نظری ر.م. ۱۳۸۱. تأثیر ال-کارنیتین روی مراحل اولیه رشد ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus frissi Kutum*). علوم دریایی ایران، شماره چهارم. ۷۷-۸
- صیدگر م.، آذری تاکامی ق.، امینی ف.، وثوقی غ. ۱۳۸۶. بررسی انتشار جغرافیائی گونه‌های موجود پریان میگوها در استان آذربایجان شرقی. مجله دامپزشکی ایران. دوره سوم، شماره دوم. صفحه ۳۶-۲۷.
- غلامزاده، پ. ۱۳۹۶. بررسی تأثیر سطوح مختلف گلیسیرول و سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم آب بر کیفیت لارو پریان میگو *Phallocryptus spinosa* و آرتمیا فرانسیسکانا *Artemia franciscana*. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه تهران
- Agh N., Van Stappen G., Bossier P., Sepehri H., Lotfi V., Razavi Rouhani S.M., Sorgeloos P. 2008. Effects of salinity on survival, growth, reproduction and life span characteristics of *Artemia* population from Urmia Lake and neighboring lagoons. *Pakistan Journal of Biological Sciences* 11(2), 164-172.
- Chand S., Levantis T. 2000. Dutch disease and the Crime epidemic: an investigation of the mineral boom in PNG. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 44(1), 129-146.
- Gillis P.L., Mitchell R.J., Schwalb A.N., McNichols K.A., Mackie G.L., Wood C.M. Ackerman J.D. 2008. Sensitivity of the glochidia (larvae) of freshwater mussels to copper: Assessing the effect of water hardness and dissolved organic carbon on the sensitivity of endangered species. *Aquatic Toxicology* 88, 137-145.
- Anderson G., Hsu S.Y. 1990. Growth and maturation of a North American fairy shrimp, *Streptocephalus seali* (Crustacea; Anostraca): a laboratory study. *Freshwater Biology* 24(3), 429-442.

- water hardness and calcium: magnesium ratios on reproductive performance and offspring quality of *Macrobrachium rosenbergii*. *Journal of the World Aquaculture Society* 46, 5.
- Saravanakumar and Soundarapandian, 2009, Effect of Different Salinities on the Survival and Growth of *Artemia* Spp, January 2009.
- Sorgeloos P., Lavens P., Leger P., Tackaert w., Versichele d. 1986. Manual for the culture and use of brine shrimp artemia in aquaculture. Laboratory of Mariculture, State University of Ghent.
- Sorgeloos P., Lavens P., Leger P, Tackaert W. 1993. The use of Artemia in marine fish larve culture. TML Conference Proceeding 3, 73-86.
- Vedamanikam V.J., Shazilli N.A.M. 2008. Comparative toxicity of nine metals to two Malaysian aquatic Dipterian larvae with reference to temperature variation. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* 80, 516-520.
- Luo S., Wu B., Xiong X., Wang J. 2016. Effects of total hardness and calcium: magnesium ratio of water during early stages of rare minnows (*Gobiocypris rarus*). *Comparative Medicine* 66(3), PMC4907526.
- Greenway P. 1985. Calcium balance and moulting in crustacea. *Biological Reviews* 60, P425-454.
- Kim A.D., Gu M.B., Allen H.E., Cha D. 2001. Physiochemical factors affecting the sensitivity of *Ceriodaphnia dubia* to copper. *Environmental Monitoring and Assessment* 70, 105-116.
- Kim Y., Mo H., Son J. 2015. Interactive effects of water pH and hardness levels on the growth and reproduction of (Crustacea: Ostracoda). *Hydrobiologia* 753, 97.
- Lacoul P., Freedman B. 2006: Relationship between aquatic plants and environmental factors among steep Himalayan altitudinal gradient. *Aquatic Botany* 84, 3-16.
- Lotfi G.G.V., Agh N., Sepehri H. 1382. Effects of different salinities on growth, survival, life history and reproductive characteristics of three populations of *Artemia* from Iran. *Journal of Science* 2, 305-316.
- Markich S.J., King A.R., Wilson S.P. 2006. Non-effect water hardness on the accumulation and toxicity of copper in a freshwater macrophyte (*Ceratophyllum demersum*). How useful are hardness-modified copper guidelines for protecting freshwater biota. *Chemosphere* 65, 1791-1800.
- Martins R.J.E., Pardob R., Boaventura R.A.R. 2004. Cadmium(II) and zinc(II) adsorption by the aquatic moss *Fontinalis antipyretica*: effect of temperature, pH and water hardness. *Water Resources* 38(3), 693-9.
- Menni R.C., Gómez S.E., López Armengol F. 1996. Subtle relationships: freshwater fishes and water chemistry in southern South America. *Hydrobiologia* 328, 173-197.
- Pillay T.V.R. 1995. Aquaculture – Principles and practices. Fishing News Books, Cambridge, England. 575 p.
- Pyle G.G., Swanson S.M., Lehmkuht D.M. 2002. The influence of water hardness, pH and suspended solids on nickel toxicity to larva fathead minnows (*Pimephales promelas*). *Water, Air, & Soil Pollution* 133, 215- 22.
- Rathor R.S., Khangarot B.S. 2003. Effects of water hardness and metal concentration on a fresh water *Tubifex tubifex* muller. *Water, Air, & Soil Pollution* 142, 341-356.
- Rezaei Tavabe K., Rafiee G., Shoeiri M., Frinsko M., Daniels H. 2015. Effects of



## The study of different levels of hardness and different rations of Ca and Mg water hardness on cyst hatching and larval quality of *Artemia franciscana*

Pooria Gholamzadeh<sup>1</sup>, Kamran Rezaei Tavabe<sup>\*1</sup>, Gholamreza Raffiee<sup>1</sup>, Masoud Seidgar<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

<sup>2</sup>National Artemia Research Center, Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization, Urmia, Iran.

\*Corresponding author: krtavabe@ut.ac.ir

Received: 2018/5/7

Accepted: 2018/7/27

### Abstract

Artemia is known as one of the most important species of living food needed in many larval stages in many aquatic animals. In this study, the effect of different levels of hardness on three levels (200, 500 and 100) mg.L and various ratios of calcium to magnesium (100: 0, 80:20, 50:50, 20:80 and 0: 100) on The percentage of hatching, total length and mortality rate of *A. franciscana* were determined. The results of different levels of hardness and various ratios of calcium and magnesium on the performance of *A. franciscana* showed that increasing the level of hardness is caused a decrease in the average percentage of hatching ( $P \leq 0.05$ ), so that in the 1000 mg.L treatment, the lowest mean hatching rate was recorded as  $31 \pm 7$ . In addition, the best ratio of calcium to magnesium ratio was 50:50. On the other hand, the effects of hardness levels and calcium and magnesium ratios on *A. franciscana* mortality rate showed that with increasing hardness were increased and calcium and magnesium ratios had no effect on mortality rates. Based on the results, the ratio of calcium to magnesium in the hardness 500 mg.l, had highest amount of hatching  $73.33 \pm 2.35$ . Also, the hardness increasing caused a decrease in the size of the nauplii length and increased mortality.

**Keywords:** Artemia, water hardness, Calcium, Magnesium.