بررسی اثرات سطوح مختلف سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم سختی آب بر عملکرد تولیدمثلی سیست و کیفیت لارو پریان میگو *Phallocryptus spinosa*

- **پوریا غلام‌زاده**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **کامران رضایی‌توابع***: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **غلامرضا رفیعی**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران
- **مسعود صیدگر**: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران

تاریخ دریافت: اسفند ۱۳۹۶ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۹۷

چکیده

سخت‌پوستان راستهٔ آنوستراکا، با توجه به اندازهٔ مناسب و ارزش غذایی نسبتاً مطلوب، پتانسیل بسیار مناسبی به‌عنوان غذای زنده برای گونه‌های مختلف آبزیان ارزشمند دارند. عملکرد زیستی تمامی آبزیان به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم تحت تأثیر خواص فیزیکوشیمیایی آب قرار دارند. برای موجودات زنده اکوسیستم‌های آبی، عوامل غیرزنده نظیر دما، سختی آب و pH ازجمله مهم‌ترین عوامل در موفقیت رشد و تولیدمثل می‌باشند. این تحقیق با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم سختی آب بر عملکرد تولیدمثلی سیست و کیفیت لارو پریان میگو گونهٔ *Phallocryptus spinosa* انجام گردید. در این تحقیق تیمار شاهد (آب آزمایشگاه با سختی ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر) و ۳ سطح سختی ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر برحسب کربنات کلسیم درنظر گرفته شد. سپس در سختی‌های مورد آزمایش با افزودن کلرید کلسیم و کلرید منیزیم به آب پایهٔ آزمایشگاه نسبت‌های مختلف کلسیم به منیزیم شامل ۰:۱۰۰، ۲۰:۸۰، ۵۰:۵۰، ۸۰:۲۰ و ۱۰۰:۰ تهیه شد و سیست‌های پریان میگوها به تیمارهای مورد نظر وارد شد. شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولیدمثلی و کیفیت لارو شامل درصد تفریخ سیست، اندازهٔ لارو و درصد تلفات لاروها بودند. نتایج اثرات سطوح مختلف سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم بر روی عملکرد سیست پریان میگو نشان داد که بهترین ($P\leq 0/05$) میزان سختی برای تفریخ این گونه با میانگین ۲۵/۷٪، سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر کربنات کلسیم و بهترین نسبت کلسیم و منیزیم با میانگین ۶۲٪ نیز نسبت ۵۰:۵۰ می‌باشد. هم‌چنین افزایش میزان سختی، افزایش معنی‌دار اندازه ناپلی‌ها و هم‌چنین میزان مرگ و میر آن‌ها را به‌همراه داشت.

کلمات کلیدی: فالوکریپتوس اسپینوزا، سختی، کلسیم، منیزیم، کیفیت لارو

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: krtavabe@ut.ac.ir

مقدمه

با توسعه آبزی پروری در سال‌های اخیر استفاده از دسته دیگری از سخت‌پوستان آب‌شیرین‌متعلق به‌راسته آنوستراکاموردتوجه زیادی قرار گرفته است. این موجودات با مشخصات بیولوژیکی منحصربه‌فرد خود قادرند در طیف وسیعی از شرایط محیطی مختلف زیست کنند و با توانایی تولید بیومس بالا، رشد و تولید سریع سیست و بسیاری از شرایط خویشاوندان شوری‌پسند خود یعنی آرتمیا در صنعت آبزی پروری جایگزین بالقوه مناسبی برای آن باشد (Ali، ۱۹۹۵). آنوستراکاها از پراکندگی وسیعی در دنیا برخوردارند به‌طوری‌که از ابتدای سال ۱۹۱۰ تاکنون تعداد ۹ خانواده، ۲۷ جنس و ۲۶۶ گونه از این راسته شناسایی شده است (Brtek و Mura، ۲۰۰۰) . پریان میگوها موجودات متعلق به شاخه بندپایان، ردهٔ سخت‌پوستان، زیر رده آبشش‌پایان و راسته بی‌پوششان هستند که دارای چشم‌های مرکب پایه‌دار و اغلب ۱۱ جفت پای شنا بوده و بدن کشیده و میگو مانند متشکل از سه ناحیه سر، سینه و دم دارند. نرها دارای آنتن دوم طویل بوده که برای گرفتن ماده‌ها هنگام جفت‌گیری به‌کار می‌رود. ماده‌ها دارای کیسه تخم بر روی شکم خود می‌باشند (صیدگر و همکاران، ۱۳۸۶). کشور ایران به‌عنوان یکی از کشورهای وسیع منطقهٔ خاورمیانه از تنوع آب و هوایی بسیار بالا و بی‌نظیری برخوردار است و شرایط بالقوه‌ای را برای ایجاد انواع بی‌شماری از آبگیرهای فصلی و دائمی مناسب برای زیست و تولیدمثل سخت‌پوستان فراهم می‌آورد. بررسی‌های میدانی به‌منظور جمع‌آوری اطلاعات از محل‌های زیست جمعیت‌های گونه *Phallocryptus spinosa* در جنوب ایران (یزد و فارس) انجام گرفته است و نتایج نشان داده است که این گونه از پراکنش خوبی در آبگیرهای اطراف شهرهای بافق و لار برخوردار است (آتشبار و همکاران، ۱۳۹۲). پریان میگوها در گسترهٔ بزرگی از شرایط محیطی توان زیست و بازماندگی را دارا هستند (Clyde و Denton، ۱۹۹۱). سیست‌های این گونه‌ها در اوایل بهار تفریخ شده و لاروها به‌سرعت شروع به رشد می‌کنند و پس از ۱۵-۲۰ روز به بلوغ می‌رسند و مولدین پس از چند دورهٔ تولیدمثل هم‌زمان با افزایش دما در اواخر بهار از بین می‌روند. جمعیت‌های مختلف این گونه محدوده شوری ۶-۴۰ گرم در لیتر را تحمل می‌کنند. میزان هدایت الکتریکی و pH آب محیط زیست آن‌ها به‌ترتیب µS cm ۵۱۰۰۰-۲۲۵۰ و ۸/۵-۷/۲ ثبت گردید (آتشبار و همکاران، ۱۳۹۲). در سال‌های اخیر آنوستراکای آب‌شیرین به‌عنوان غذا برای ماهیان آب‌شیرین، جانوران حامل برای انتقال دارو به آبزیان از طریق فرایند بیوانکپسولیشن (Bioencapsulation) و هم‌چنین ارگانیسم‌های شاخص در بررسی اکوتاکسیکولوژی آب‌های آلوده مورد توجه زیادی قرار گرفته است. بررسی‌های انجام‌شده از توانایی خارق‌العاده این موجود در تصفیه باکتری‌ها حکایت می‌کند، به‌طوری‌که پریان میگوها می‌توانند در هر ساعت ۲/۵×۱۰۶ باکتری *Esherichia coli* را در هر میلی‌لیتر فیلتر نماید (Ali، ۱۹۹۵). تمامی موجودات آبزی به‌صورت مستقیم و غیرمستقیم تحت تأثیر خواص فیزیکی و شیمیایی آب قرار می‌گیرند (Gillis و همکاران، ۲۰۰۸). جانوران آبزی تمامی نیازهای غذایی خود به‌غیر از بخشی از نیاز به مواد معدنی را از طریق تغذیه از مواد غذایی به‌دست می‌آورند که این مواد بیش‌تر از مواد گیاهی و جانوری موجود در طبیعت به‌دست می‌آید و برخی به اقتضای شرایط دستگاه گوارش خود به پالیده‌خواری می‌پردازند. با پیشرفت علم آبزی پروری اگرچه در کنار استفاده از غذای زنده به تولید مواد غذایی غیر زنده و استفاده از آن مبادرت‌ورزیده می‌شود اما هم‌چنان تولید لارو و بچه‌ماهیان بر پایه استفاده از غذای زنده استوار است (Pillay، ۱۹۹۵). سختی آب یکی از مهم‌ترین فاکتورهای آب در آبزی‌پروری است. منابع ایجاد سختی کلسیم و منیزیم می‌باشند که اثرات زیستی و فیزیولوژی بر آبزیان می‌گذارند از قبیل شکل‌گیری فلس و استخوان در ماهیان و دخالت در فرایند پوست‌اندازی در میگوها و سایرسخت‌پوستان. کلسیم محیطی نقش بسیار با اهمیت و حیاتی را در تنظیم اسمزی در آبزیان برعهده‌داردهم‌چنین برعملکرد و حفظ عضلات و عملکرد قلب تأثیرات به‌سزایی می‌گذارد(Wurts و Durborow، ۱۹۹۲). کلسیم‌و منیزیم دو ماکرومولکول مهم در برای انجام فعالیت‌های اکوفیزیولوژی بسیاری از سخت‌پوستان محسوب می‌شوند (Tavabe و همکاران، ۲۰۱۳؛ Roy و همکاران، ۲۰۰۹؛ Davis و همکاران، ۱۹۹۳؛ Greenway، ۱۹۹۳). کلسیم و منیزیم به‌عنوان اولین و دومین عامل غیرآلی مهم در بخش کاراپاس و اسکلت خارجی سخت‌پوستان به‌حساب می‌آیند (Greenway، ۱۹۹۳؛ Feiber و Lutz، ۱۹۸۵).این عناصر نقش به‌سزایی در سخت‌پوستان آب‌شیرین برای نگه‌داری اسکلت خارجی دارا هستند به‌خصوص در زمان‌هایی که میزان سختی آب به‌شدت کاهش می‌یابد (Adhikari و همکاران، ۲۰۰۷). به‌طور معمول درجه قلیائیت آب در آبزی‌پروری در آب‌های شیرین بین ۳۰-۳۰۰ میلی‌گرم در لیتر می‌باشد (Chand، ۲۰۰۰).مطالعات نشان داده‌است که‌اثرات سمی فلزات سنگین در موجودات متعلق به آب‌های شیرین به سختی آب مرتبط است (Markich و همکاران، ۲۰۰۶؛ Rathor و Khangarot، ۲۰۰۳؛ Pyle و همکاران، ۲۰۰۲؛ Kim و همکاران، ۲۰۰۱).هم‌چنین مطالعات نشان دادند افزایش میزان سختی باعث کاهش میزان سمیت فلزات سنگین در موجودات آبزی خواهد شد (Vedamanikam و Shazilli، ۲۰۰۸؛ Martins و همکاران، ۲۰۰۴؛ Kim و همکاران، ۲۰۰۱). کربنات‌های کلسیم و منیزیم بخش اعظم اسکلت سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهند که‌در مرحله پیش پوست‌اندازی بازجذب می‌شود (Greenway، ۱۹۸۵). با توجه به وجود جمعیت گونه‌های متفاوت از آنوستراکاها در ایران لازمه‌وجود یک تحقیق در این‌زمینه‌ضروری‌بود و پریان میگوها به‌خاطر

ارزش غذائی زیاد چه به‌صورت ناپلی و چه به‌صورت بالغ و تولید انبوه سیست‌های مقاوم و بادوام با میزان مناسب، می‌توانند نقش مهمی در تغذیه آبزیان آب‌های شیرین، به‌خصوص در مراحل لاروی، نوزادی و پس از آن داشته باشند. بنابراین، این تحقیق با هدف بررسی اثرات سطوح مختلف سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم سختی آب بر عملکرد تولیدمثلی سیست و کیفیت لارو پریان میگو گونهٔ *Phallocryptus spinosa* انجام گردید.

مواد و روش‌ها

سیست پریان‌میگو *Phallocryptus spinosa* تحقیق از آبگیرهای استان آذربایجان‌شرقی جمع‌آوری و به آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه تهران منتقل شد. برای انجام تحقیق در هر تیمار تعداد ۳۰ عدد سیست پریان میگو *Phallocryptus spinosa* در ظروف ۱۰۰ میلی‌لیتری با سه تکرار همراه با هوادهی در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و در نور با شدت ۲۰۰۰ لوکس در انکوباتور یخچال‌دار قرار داده شد. بعد از تفریخ لارو در طول دوره تحقیق از جلبک *Scenedesmus* sp. با تراکم ۳×۱۰۶ عدد در هر میلی‌لیتر تغذیه شدند.

تهیهٔ سختی آب مورد نظر: برای رسیدن به مقادیر و نسبت‌های مورد نظر سختی برحسب کربنات کلسیم، نمک محلول کلریدکلسیم، کلریدمنیزیم ساخت شرکت مرک آلمان به آب پایه آزمایشگاه اضافه شد.برای رسیدن به سختی‌های موردنظر ۲۰۰، ۵۰۰، ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر از فرمول زیر برای اضافه کردن کلریدکلسیم و کلریدمنیزیم به آب پایه آزمایشگاه با سختی ۱۱۰ میلی‌گرم در لیتر استفاده شد (Rezaei tavabe و همکاران، ۲۰۱۵):

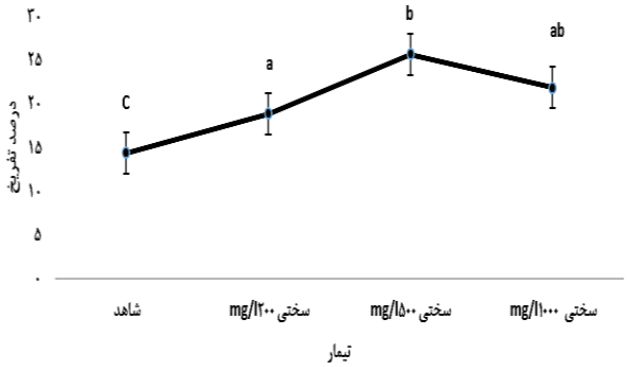
Totalhardness(CaCo3mg/l)=2/497(Ca2+mg/l)+(Mg2+mg/l)4/118

شاخص‌های اندازه‌گیری کیفیت لارو پریان میگوها: در این تحقیق، شاخص‌های ارزیابی عملکرد تولیدمثلی و کیفیت لارو شامل درصد تفریخ سیست، اندازهٔ لارو و درصد تلفات لاروها بودند و برای مشاهده روند تفریخ سیست پریان میگوها و شمارش میزان مرگ میر آن‌ها برای قراردادن در تیمارها از لوپ‌های‌موجوددر آزمایشگاه و برای اندازه‌گیری‌طول پریان‌میگوهااز لام‌نئوبار و میکروسکوپ‌های مانیتوردار در آزمایشگاه محل تحقیق و نرم‌افزار کامپیوتری j image استفاده شد.

تجزیه و تحلیل آماری: قبل از انجام آنالیز واریانس، نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk بررسی می‌گردید. برای آنالیز داده‌ها از آنالیز تجزیه واریانس یک‌طرفه (One way-ANOVA) استفاده شد. هم‌چنین مقایسه میانگین تیمارهای مختلف (با سطح معنی‌داری $p\leq 0/05$) با آزمون دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۱ انجام شد.

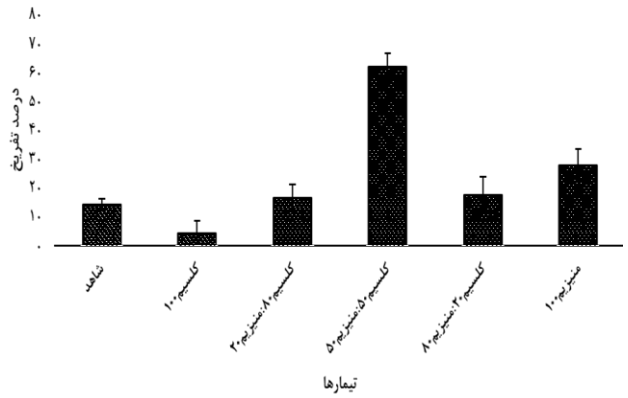
نتایج

درصد تفریخ پریان میگوها در تیمار ۲۰۰، ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد افزایش معنی‌داری نشان داد، به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان نفریخ در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر حدود ۲۶ ٪ بود (شکل ۱). در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر که بیش‌ترین میزان درصد تفریخ در آن مشاهده شد بهترین نسبت میزان کلسیم و منیزیم مورد بررسی قرار گرفت که بهترین نسبت، نسبت برابر کلسیم و منیزیم به دیگر تیمارها بود که میزان تفریخ در این تیمار ۶۲٪ بود (شکل ۲).



شکل۱: نمودار درصد تفریخ سیست پریان میگوها در سختی‌های مختلف (Mean±Sd)

اندازهٔ پریان میگوها: با افزایش میزان سختی نسبت به تیمار شاهد اندازه پریان میگوها نیز با روند افزایشی همراه بود به‌طوری‌که در تیمارهای ۲۰۰ و ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر افزایش طول بیش‌تری نسبت به دیگر تیمارهای سختی آزمایش مشاهده شد (شکل ۳). در تیمار سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر که بیش‌ترین میزان درصد تفریخ و هم‌چنین بیش‌ترین طول پریان میگوهای تفریخ شده در آن مشاهده شد تأثیر نسبت مختلف کلسیم و منیزیم بر طول پریان میگوهای تفریخ شده بررسی شد که اندازهٔ پریان میگوها در تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری را نشان ندادند (شکل ۴).



شکل۲: نمودار درصد تفریخ سیست پریان میگوها در نسبت های مختلف کلسیم و منیزیم سختی۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Mean±Sd)

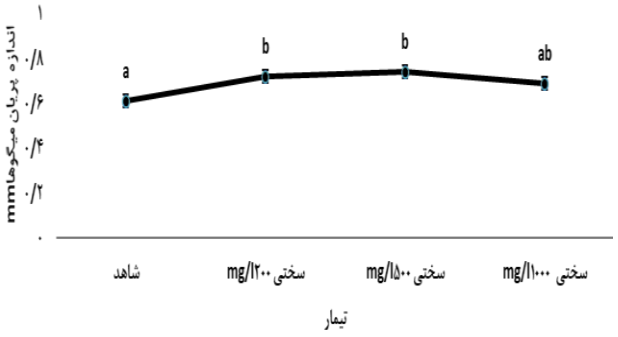
جدول ۱: درصد تفریخ پریان میگوها در سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم

	شاهد	کلسیم ۱۰۰	کلسیم۸۰، منیزیم۲۰	کلسیم ۵۰، منیزیم۵۰	کلسیم۲۰، منیزیم۸۰	منیزیم۱۰۰
سختی ۲۰۰	۲±۱۴^{a}	۲±۱۵^{a}	۲±۱۴^{a}	۲±۳۷^{b}	۸±۲۱^{a}	۴±۶^{c}
سختی ۵۰۰	۲±۱۴^{a}	۴±۴^{c}	۴±۱۶^{a}	۴±۶۲^{b}	۶±۱۷^{a}	۵±۲۷^{a}
سختی ۱۰۰۰	۲±۱۴^{a}	۷±۱۸^{a}	۸±۲۲^{a}	۴±۲۲^{a}	۲±۲۹^{a}	۴±۱۶^{a}

جدول ۲: اندازه پریان میگوها در سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم

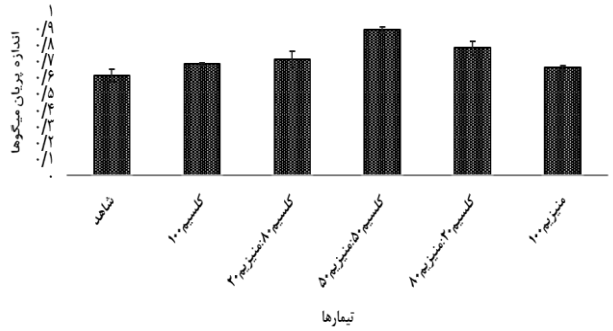
	شاهد	کلسیم ۱۰۰	کلسیم۸۰، منیزیم۲۰	کلسیم ۵۰، منیزیم۵۰	کلسیم۲۰، منیزیم۸۰	منیزیم۱۰۰
سختی ۲۰۰	۰/۰±۶۱/۰۴a	۰/۰±۸۳/۰۱b	۰/۰۶۷/۰۰۹a	۰/۰±۸۲/۰۱b	۰/۰±۶۹/۰۱a	۰/۰±۶۲/۰۲a
سختی ۵۰۰	۰/۰±۶۱/۰۴a	۰/۰±۶۸/۰۰۹a	۰/۰±۷۱/۰۵a	±۸۹/۰/۰۱۶b	۰/۰±۷۸/۰۴ab	۰/۰±۶۶/۰۱۴a
سختی ۱۰۰۰	۰/۰±۶۱/۰۴a	۰/۰±۷۳/۰۲ab	۰/۰±۵۸/۰۲a	۰/۰±۶۹/۰۱ab	۰/۰±۶۸/۰۳ab	۰/۰±۷۷/۰۲a

درصد تلفات پریان میگوها: نتایج به‌دست آمده در مورد تأثیر میزان‌سختی و هم‌چنین نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم در میزان درصد مرگ و میر پریان میگوها نشان داد که افزایش میزان سختی باعث افزایش میزان درصد تلفات در پریان میگوها شده است به‌طوری

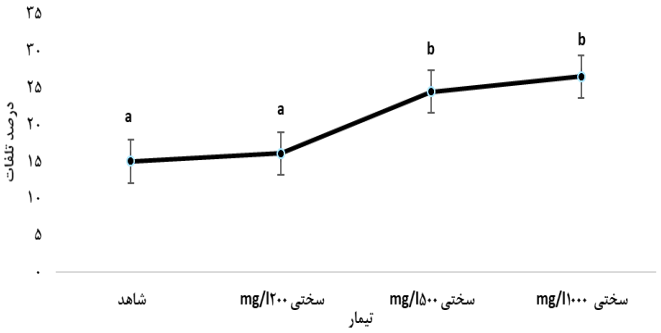


شکل۳: نمودار اندازه پریان میگوها در سختی‌های مختلف(Mean±Sd)

که این‌مقداربه‌صورت معنی‌داری در تیمارهای ۵۰۰ و ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر نسبت به تیمار شاهد و هم‌چنین تیمار ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیش‌تر بود (شکل ۵).

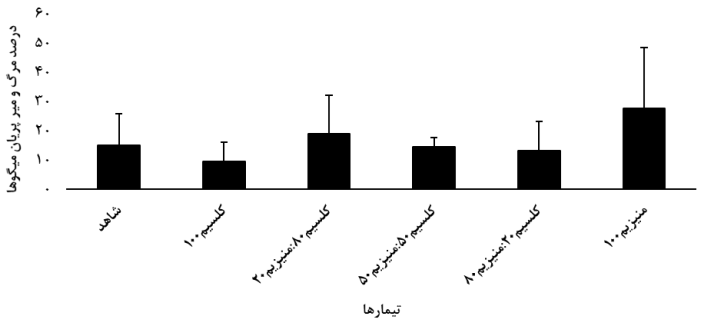


شکل۴: نمودار اندازه پریان میگوها در نسبت های مختلف کلسیم و منیزیم سختی۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر(Mean±Sd)



شکل۵: نمودار درصد مرگ و میر پریان میگوها در سختی‌های مختلف
(Mean±Sd)

نتایج به‌دست آمده در مورد تأثیر نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم در تیمارهای با نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم در میزان



شکل۶: نمودار درصد مرگ و میر پریان میگوها در نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم سختی۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر (Mean±Sd)

مرگ و میر و تلفات پریان میگوهای تفریخ شده تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (شکل ۶).

جدول ۳: درصد مرگ و میر پریان میگوها در سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم

	شاهد	کلسیم ۱۰۰	کلسیم۸۰، منیزیم۲۰	کلسیم ۵۰، منیزیم۵۰	کلسیم۲۰، منیزیم۸۰	منیزیم۱۰۰
سختی ۲۰۰	۱۰±۱۵/۸۰a	۹/۶±۴/۶۶a	۱۸/۱۳±۸/۳a	۱۴/۳±۳/۲a	۱۰±۱۳/۲a	۲۷/۲۰±۶/۷a
سختی ۵۰۰	۱۰±۱۵/۸۰a	۱۵±۱۱/۵a	۲۶/۱±۶/۴۱a	۲۴/۱±۶۶/۲۴a	۳۷/۱۰±۳۳/۲۰a	۱۸/۱۱±۳۳/۳۲a
سختی ۱۰۰۰	۱۰±۱۵/۸۰a	۲۷/۳±۶۶/۷۷a	۲۳/۵±۶۶/۷۹a	۱۲±۳۱/۶a	۳۲/۶±۶۶/۱۲a	۱۷/۱۲±۶۶/۵۵a

بحث

تمامی موجودات آبزی به‌صورت مستقیم و یا غیرمستقیم تحت تأثیر خواص فیزیکی و هم‌چنین ویژگی‌های شیمیایی آب قرار دارند (Gillis و همکاران، ۲۰۰۸). برای موجودات زنده اکوسیستم‌های آبی، عوامل غیرزنده ازجمله دما، جریان آب، سختی آب، پی‌اچ ازجمله مهم‌ترین عوامل در موفقیت رشد و تولیدمثل می‌باشند (Mazerolle، ۲۰۰۵؛ Menni و همکاران، ۱۹۹۶). پی‌اچ و سختی آب مهم‌ترین فاکتورهای آب در جمعیت پویای سخت‌پوستان در اکوسیستم‌های آبی محسوب می‌شوند (Youngenum و همکاران، ۲۰۱۵). ترکیبات یونی آب نقش به‌سزایی را بر روی تمامی موجودات اکوسیستم‌های آبی داراست از این‌رو که غلظت یون کلسیم و منیزیم اساسی‌ترین نقش را در تنظیم یونی موجودات به‌خصوص در موجودات متعلق به آب‌شیرین دارا می‌باشند زیرا این یون‌ها میزان نفوذپذیری را در این موجودات نسبت به محیط اطراف‌شان تحت تأثیر قرار می‌دهند. آزمایش تأثیر میزان سطح‌سختی و نسبت‌های مختلف کلسیم و منیزیم بر روی رشد و ماندگاری و تولیدمثل انواع مختلف گونه‌های آبزی اعم از ماهی‌ها و سخت‌پوستان انجام پذیرفته است اما متاسفانه تاکنون انجام بررسی‌ها تأثیر سختی بر روی پریان میگوها و به‌طور خاص پریان میگوی گونه *Phallocriptous Spinosa* و هم‌چنین تأثیر نسبت‌های مختلف یون‌های کلسیم و منیزیم در سختی‌های مختلف بر روی این گونه انجام نشده است. تغییرات نسبت کلسیم و منیزیم نیز در گونه *Gobiocypris rarus* برای گونه ایجاد سمیت کرده بود (Si luo و همکاران، ۲۰۱۶). این در حالی‌است که در مطالعه حال حاضر هیچ‌گونه تلفات و مرگ و میر غیرطبیعی که ناشی از فشار عامل سمی و هر عامل دیگری به چشم نخورده است. تفاوت‌های مشاهده شده بین این دو مطالعه می‌تواند ناشی از تفاوت در ماهیت گونه‌های مورد استفاده در این مطالعات داشته‌باشد چراکه *Gobiocypris rarus* یک گونه ماهی و *Phallocriptous Spinosa* گونه سخت‌پوست بوده و نسبت به ماهیان نیاز به‌میزان بیش‌تری ترکیبات یونی ازجمله 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 دارا می‌باشند. تأثیر سطوح سختی و نسبت‌های کلسیم و منیزیم بر روی میگوی بزرگ آب‌شیرین و تأثیرات آن بر روی کارایی تولیدمثلی و هم‌چنین کیفیت لاروهای حاصله نشان داد که سختی ۱۵۰ میلی‌گرم در لیتر با نسبت ۱:۱ کلسیم به منیزیم بهترین کارایی تولیدمثلی و هم‌چنین کیفیت لارو را در *M. rosenbergii* به‌دنبال خواهد داشت (Rezaee و همکاران، ۲۰۱۵). 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 آب‌شیرین و پریان میگوی *Phallocriptus Spinosa* می‌باشد. میزان اندازه پریان میگوی آمریکای شمالی در دماهای ثابت بسته به‌میزان سختی کل بوده و با افزایش میزان سختی اندازه پریان میگوهای تفریخ شده کاهش می‌یابد (Anderson و Sheau، ۱۹۹۰) درصورتی‌که در این آزمایش و در پریان میگوی *Phallocriptus Spinosa* با افزایش میزان سختی در اندازه پریان میگوها مشاهده نشد. اثر ترکیبی دما و شوری بر میزان تفریخ سیست سه گونه پریان میگوی *Phallocryptus spinosa*، *Branchinecta orientalis* و *Streptocephalus torvicornis* به‌انجام رسید نتیجه به‌دست آمده در رابطه با زمان اولین تفریخ در گونه *Phallocryptus spinosa* یک روز بعد از انکوباسیون در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد تا حدود هفت روز در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد متغیر بوده است. اولین گزارش تفریخ سیست‌ها در این آزمایش در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد با گذشت حدود ۶۰ ساعت پس از شروع انکوباسیون انجام پذیرفته است. از طرفی بهترین درصد تفریخ هم در مورد این گونه در دمای ۲۰-۲۵ درجه سانتی‌گراد اعلام گردید که درصد تفریخ در طی ۱۰ روز ۸۸٪ گزارش شد (Atashbar و همکاران، ۲۰۱۴). مقایسه اولین زمان تفریخ بین این دو آزمایش نتیجه گرفت که میزان سطوح سختی و هم‌چنین نسبت‌های کلسیم و منیزیم در افزایش یا کاهش طول دوره انکوباسیون برای اولین تفریخ بی اثر بوده است. از سوی دیگر از آن‌جاکه بیش‌ترین درصد تفریخ سیست در گزارش بالا در دمای ۲۰-۲۵ درجه ۸۸٪ گزارش شد با مقایسه آن نسبت به آزمایش حاضر که در دمای ۲۰ درجه عمل انکوباسیون انجام شد و میانگین میزان تفریخ بهترین تیمار را ۶۳٪ نشان‌داد می‌توان نتیجه گرفت که افزایش میزان سختی کمکی به افزایش میزان تفریخ نکرده است چه بسا افزایش میزان سختی می‌تواند باعث کاهش میزان تفریخ شود. در نهایت تحقیق حاضر نشان داد بهترین میزان سختی تفریخ این گونه در سطح معنی‌داری ($P\leq ۰/۰۵$)، سختی ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر و بهترین نسبت کلسیم و منیزیم نیز نسبت ۵۰:۵۰ می‌باشد. درصورتی‌که کم‌ترین میزان مرگ و میر در پریان میگوها در سختی ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد. اما از آن‌جاکه میزان تفریخ در این تیمار به نسبت تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر به میزان معنی‌داری کم‌تر بود و بیش‌ترین رشد نیز در تیمار ۵۰۰ میلی‌گرم در لیتر مشاهده شد، این تیمار را به‌عنوان تأثیرگذارترین سطح سختی و نسبت ۵۰:۵۰ کلسیم به منیزیم را بهترین نسبت برای تفریخ و ویژگی‌های کیفی پریان میگو *Phallocriptous Spinosa* معرفی می‌کنیم. میزان افزایش طول در تیمارهای این آزمایش نسبت به تیمار شاهد دارای رشد معنی‌داری بودند اما نسبت به تحقیقات پیشین کاهش چشمگیری مشاهده شد که می‌توان آن را ناشی از دیگر عوامل آزمایشی و شرایط آزمایشگاه بیان نمود که ازجمله فواید آن می‌توان

به اندازه مناسب آن برای استفاده به‌عنوان غذای زنده در مراحل اولیه نوزاد آبزیان اشاره کرد. بررسی‌ها در مطالعه حاضر تأثیر میزان سطوح سختی و هم‌چنین نسبت‌های کلسیم منیزیم را در طی دوره تفریخ و نگه‌داری دوره‌ای پریان میگوی *Phallocriptous Spinosa* و مورد بررسی قرار داده است که نتایج به‌دست آمده از آن نشان می‌دهد که بهترین نسبت کلسیم و منیزیم برای تفریخ سیست این گونه پریان میگو نسبت مساوی کلسیم به منیزیم ۱:۱ می‌باشد وهرچه نسبت کلسیم و منیزیم نسبت به‌هم تغییر می‌کنند از میزان تفریخ در تمام سطوح سختی کاسته و بر میزان تلفات افزوده می‌شود.

منابع

۱. **آتشبار، ب؛ مناف‌فر، ر؛ آق، ن؛ فلاحتی، آ؛ مشتاقیان، م.، ۱۳۹۲.** اولین گزارش مشاهده *Phallocryptus spinosa* از استان‌های یزد و فارس در جنوب ایران. مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۲ ، شماره ۲.

۲. **صیدگر، م؛ آذری‌تاکامی، ق.؛ امینی، ف. و وثوقی، غ.، ۱۳۸۶.** بررسی انتشار جغرافیائی گونه‌های موجود پریان میگوها در استان آذربایجان‌شرقی. مجله دامپزشکی ایران. دوره ۳، شماره ۲.

۳. **Adhikari, S.V.S; Chaurasia, A.; Naqavi, A. and Pillai, B.R., 2007**. Survival and growth of Macrobrachium rosenbergii (de Man) juvenile in relation to calcium hardness and bicarbonate alkalinity. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 7, pp: 23-26.

۴. **Ali, A., 1995.** Aspects of the biology of the freshwater fairy shrimp, *Streptocephalus proboscideus* (Crustacea: Anostraca). Ph. D. thesis. Ghent University. 155 p.

۵. **Anderson, G. and Sheau, Y.H., 1990**. Growth and maturation of a North American fairy shrimp, Streptocephalus seali (Crustacea; Anostraca): a laboratory study. Vol. 24, No. 3, pp: 429-442.

۶. **Atashbar, B.; Agh, N.; Stappen, G.; Mertens, J. and Beladjal, L., 2014**. Combined effect of temperature and salinity on hatching characteristics of three fairy shrimp species (Crustacea: Anostraca). Journal of limnology. Vol. 73, No. 3, pp: 28-39.

۷. **Brtek, J. and Mura, G., 2000**. Revised key to and genera of the anostraca with notes on their geographical distribution. Curstaceana. Vol. 73, No. 9, pp: 1037-1088.

۸. **Clyde, E. and Denton, B., 1999**. fairy shrimp of California puddle, poolsand playas.

۹. **Davis, D.A; Lawrence, A.L. and Gatlin, D.M., 1993**. Response of *Penaeus vannamei* to dietary calcium, phosphorus and calcium: phosphorus ratio. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 24, pp: 504-515.

۱۰. **Fieber, L.A. and Lutz, P.L., 1985**. Magnesium and calcium metabolism during molting in the freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. Canadian Journal of Zoology. Vol. 63, pp: 1120-1124.

۱۱. **Gillis, P.L.; Mitchell, R.J.; Schwalb, A.N.; McNichols, K.A.; Mackie, G.L.; Wood, C.M. and 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. Aquat. Toxicol. Vol. 88, pp: 137-145.

۱۲. **Greenaway, P., 1993**. Calcium and magnesium balance during molting in land crabs. Journal of Crustacean Biology. Vol. 13, pp: 191-197.

۱۳. **Greenway, P., 1985**. Calsium balance and moulting in crustacea. Biological reviows. Vol. 60, pp: 425-454.

۱۴. **Kim, A.D.; Gu, M.B.; Allen, H.E. and Cha, D., 2001**. Physiochemical sactors affecting the sensitivity of Ceriodaphnia bulba to copper. Environ. Monit. Assess. Vol. 70, pp: 105-116.

۱۵. **Kim, Y.; Mo, H. and Son, J., 2015**. Interactive effects of water pH and hardness levels on the growth and reproduction of (Crustacea: Ostracoda). Hydrobiologia. Vol. 753, No. 97.

۱۶. **Luo, S.; Wu, B. and Wang, J., 2016**. Effects of Total Hardness and Calcium: Magnesium Ratio of Water during Early Stages of Rare Minnows (Gobiocypris rarus). Comp Med. Vol. 66, No. 3, pp: 181-187.

۱۷. **Markich, S.J.; King, A.R and 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. Vol. 65, pp: 1791-1800.

۱۸. **Martins, R.J.E.; Pardob, R. and 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 Res. Vol. 38, pp: 693-699.

۱۹. **Pyle, G.G.; Swanson, S.M. and Lehmkuht, D.M., 2002**. The influence of water hardness, pH and suspended solids onnickel toxicity to larva fathead minnows (Pimephales promelas). Water, Air, Soil Pollut. Vol. 133, pp: 215-222.

۲۰. **Rathor, R.S. and Khangarot, B.S., 2003**. Effects of water hardness and metal concentration on a fresh water Tubifex tubifex muller. Water, Air, Soil Pollut. Vol. 142, pp: 341-356.

۲۱. **Rezaee tavabe, K.; Rafiee, G.; Frinsko, M. and Daniels, H., 2013**. Effects of different calcium and magnesium concentrations separately and in combination on *Macrobrachium rosenbergii* larviculture. Aquaculture. Vol. 412, pp: 160-166.

۲۲. **Rezaei tavabe, K.; Rafiee, G.; Shoeiry, M.M. and Houshmandi, S., 2015**. Effects of Water Hardness and Calcium: Magnesium Ratios on Reproductive Performance and Offspring Quality of Macrobrachium rosenbergii. Journal of the world aquaculture society. Vol. 46, No. 5.

۲۳. **Roy, L.A.; Davis, D.A.; Nguyen, T.N. and Saoud, I.P., 2009**. Supplementation of chelated magnesium to diets of the pacific white shrimp, Litopenaeus vannamei, reared in low-salinity waters of west Alabama. Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 40, pp: 248-254.

۲۴. **Vedamanikam, V.J. and Shazilli, N.A.M., 2008**. Comparative toxicity of nine metals to two Malaysian aquatic Dipterian larvae with reference to temperature variation. Bull. Environ.Contam. Toxicol. Vol. 80, pp: 516-520.

۲۵. **Wurts, W.A. and Durborow, R.M., 1992**. Interactions of pH, Carbon Dioxide, Alkalinity and Hardness in Fish Ponds. Southern Regional Aquaculture Center. SRAC Publication. 464 p.