اثر سطوح مختلف کلسیم بر معیارهای رشد و ماندگاری خرچنگ دراز آب شیرین (*Astacus leptodactylus*)

عسگر زحمتکش[۱]، جواد پور رضا[۲]، عبدالمحمد عابدیان[۱]، فرید شریعتمداری[۳] علیرضا ولی پور[۱] و کتایون کریم زاده[۴]

چکیده

این تحقیق با هدف مقایسه کارآئی جیره‌های حاوی مقادیر مختلف کلسیم (صفر، ۱، ۲، ۳ و ۴ درصد) در تغذیه خرچنگ دراز آب شیرین، *Astacus leptodactylus* ، انجام شد. بدین منظور ۱۵۰ عدد خرچنگ دراز با میانگین وزن ۸-۹ گرم در ۱۵ تانک (هر تانک محتوای ۱۰۰ لیتر آب) و با تراکم ۱۰ عدد به ازای هر تانک رها سازی گردیدند. در این ازمایش میانگین شاخص‌هایی نظیر افزایش وزن (WG)، نرخ افزایش وزن (WIR)، نرخ افزایش طول (LIR)، نرخ رشد ویژه (SGR)، افزایش بیوماس (BI)، کارآئی جیره (FER) و ماندگاری (SR) شاه میگوها در تیمارهای مختلف مورد ارزیابی قرار گرفت. دامنه تغییرات میانگین افزایش وزن، میانگین نرخ افزایش وزن، میانگین نرخ افزایش طول، میانگین نرخ رشد ویژه به ترتیب ۰/۷۵-۱/۴۶ گرم، ۹/۸۱-۲۴/۵۴ درصد، ۶/۵۷-۱۵/۳۳ درصد و ۰/۱۲-۰/۲۹ درصد در روز بر آورد گردید. گرچه خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های حاوی غلظت بالای کلسیم (۳-۴ درصد) رشد وزنی و طولی بهتری را نشان دادند، اما بین میانگین این شاخص‌ها در تیمارهای مختلف اختلاف آماری معنی‌داری وجود نداشت. بیوماس خرچنگ‌های دراز به موازات افزایش غلظت کلسیم در جیره افزایش پیدا کرد به طوری که بیشترین مقدار افزایش بیوماس (۶۵/ ۱۱گرم) در شاه میگوهای تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۴ درصد کلسیم مشاهده گردید. بر اساس آنالیز رگرسیون broken-line ، میزان مطلوب کلسیم در جیره تقریباً ۳/۴ درصد محاسبه گردید. کمترین میزان ماندگاری (۳۰ درصد) در جیره حاوی ۲ درصد کلسیم و بیشترین مقدار آن (۵۶/۶۷ درصد) در جیره حاوی ۴ درصد کلسیم به دست آمد. میانگین میزان ماندگاری خرچنگ‌های دراز در تیمارهای مختلف به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار بوده‌اند (P< ۰/۰۵). با توجه به نتایج این تحقیق به نظر می‌رسد اضافه کردن کلسیم به جیره خرچنگ‌های دراز آب شیرین ضرورت دارد. به علاوه جیره‌های حاوی مقادیر بالای کلسیم کارآئی نسبتاً بهتری را در تغذیه این حیوان داشته و لذا پیشنهاد می‌گردد میزان مناسب کلسیم در جیره‌های فرموله شده شاه میگو ۳-۳/۵ درصد در نظر گرفته شود.

واژه‌های کلیدی: جیره، کلسیم، خرچنگ‌های دراز آب شیرین، *Astacus leptodactylus*

---

۱. به ترتیب دانشجوی سابق دکتری، استادیار و دانشجوی سابق دکتری شیلات، دانشکده علوم دریا و منابع طبیعی، دانشگاه تربیت مدرس، نور

۲. استاد علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه صنعتی اصفهان

۳. دانشیار علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران

۴. دانشجوی سابق دکتری بیولوژی دریا (و در حال حاضر استادیار) دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شرق گیلان، لاهیجان

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

مقدمه

علی‌رغم توجه فراوان به پرورش خرچنگ‌های دراز آب شیرین اطلاعات منتشر شده نسبتاً کمی راجع به نیازها غذایی گونه‌های پرورشی این جاندار در دسترس می‌باشد (۱۳ و ۱۶، ۲۱ و ۲۲). فقدان دانش کافی در مورد نیازهای غذایی خرچنگ‌های دراز ظاهراً توسعه پرورش آن را محدود کرده است (۵). البته در خصوص پرورش و تغذیه بعضی از گونه‌های خرچنگ‌دراز مانند *Cherax destructor* تحقیقات قابل ملاحظه ای در حال انجام است. چنین تحقیقاتی در مورد جنبه‌های مختلف تغذیه و نیازهای جیره‌ای این گونه متمرکز گردیده‌اند (۸). در این مطالعات دست یابی به اهداف گوناگونی دنبال می‌شود که برخی از آنها عبارت‌اند از: برآورد ارزش غذایی جیره‌های حاوی مواد خوراکی طبیعی و جیره‌های فرموله شده که تحت شرایط کنترل شده به حیوانات پرورشی داده می‌شوند؛ شناسایی غذاهای خوش خوراک که نرخ بالای رشد و ماندگاری را سبب گردیده و رنگ‌گیری مناسب کاراپاس را تأمین می‌نماید، هم‌چنین انتخاب یک جیره مرجع برای مطالعات مقایسه‌ای (۸).

کلسیم یک عنصر ضروری برای سخت پوستان و سایر جانوران دارای اسکلت کلسیمی می‌باشد. این عنصر نقش قابل توجهی در اعمال حیاتی سخت پوستان به ویژه در پوست اندازی، تنظیم اسمزی و یونی، سیستم ایمنی و لخته شدن خون و رشد ایفاء می‌نماید. از آنجایی که رشد در این جانوران فقط از طریق پوست اندازی اتفاق می‌افتد و هر پوست اندازی نیاز به منابع خارجی کلسیم دارد، لذا فقدان کلسیم ممکن است نرخ رشد سخت پوستان را محدود کند. غلظت‌های بالای کلسیم ذخیره شده در بافت‌های بدن می‌تواند نرخ رشد را شدیداً بهبود بخشد (۶). در طبیعت و در شرایط پرورش، خرچنگ‌دراز آب شیرین به طور مکرر در معرض غلظت‌های پایین کلسیم محلول قرار دارد، پس باید تردید نمود که کلسیم ممکن است به عنوان یک عنصر محدود کننده رشد و تولید خرچنگ‌دراز عمل کند. مشاهده جمعیت‌های فاقد رشد مناسب در مکان‌های فقیر از کلسیم (۳-۴ میلی‌گرم در لیتر) می‌تواند این ایده را تقویت و تصدیق کند (۱۸).

بخش عمده کلسیم بدن در سخت پوستان به صورت $CaCo_3$ معدنی در پوسته وجود دارد. دراین موجودات قبل از پوست اندازی مواد معدنی پوسته دوباره جذب می‌گردد. در این هنگام مقداری از مواد معدنی (حدود ۲۰٪) به صورت گاسترولیت (Gastroliths) در بخش قدامی معده ذخیره می‌شود (۳۳)، تقریباً ۳۰٪ از آن نیز به صورت محلول از طریق آبشش‌ها به محیط خارج ترشح گردیده و۵۰٪ باقی‌مانده نیز به عنوان پوسته قدیم از دسترس خرچنگ‌دراز دارای بدن نرم خارج می‌گردد. پس از پوست اندازی فشار شدیدی برای تأمین کلسیم به منظور سفت و محکم شدن پوسته جدید وجود دارد. بخشی از کلسیم مورد نیاز برای انجام این فرایند با استفاده از کلسیم ذخیره شده در گاسترولیت‌ها تأمین می‌شود. ولی تأمین کلسیم از منابع خارجی در این راستا از اهمیت بیشتری برخوردار است (۳۱ و ۳۲).

یک منبع خارجی و ضروری برای کلسیم، شکل یونی و آزاد آن در آب می‌باشد که می‌تواند از طریق آبش‌ها جذب گردد. در این رابطه pH آب در جذب کلسیم موثر است. در pH اسیدی به دلیل حلالیت بیشتر کلسیم در آب قابلیت جذب آن از طریق آبششها افزایش می‌یابد (۱۸). به علاوه کلسیم می‌تواند به وسیله غذا و جذب از طریق مجرای گوارشی نیز تأمین گردد (۲۷). اسکلت معدنی شاه میگوی آب شیرین به صورت یک حایل و محافظ ساختمانی در برابر بسیاری از انگل‌ها عمل می‌کند وآن را در مقابل صدمات مکانیکی، هم جنس خواری و شکارچیان محافظت می‌کند. ماهی‌ها زمانی که در آب فقیر از کلسیم پرورش می‌یابند، قادرند مقادیر قابل توجهی از کلسیم مورد نیاز را از طریق غذا جذب نمایند در حالی که جنبه‌های کمّی و کیفی این فرایند در خصوص خرچنگ‌دراز خوب مشخص نشده است (۱۸).

در شرایط پرورش غلظت کلسیم در محیط ممکن است با اضافه کردن دوغاب آهک بالا برده شود، البته باید توجه داشت که چنین دست کاری‌هایی می‌تواند هزینه ساز بوده و مشکلات دیگری را به بار آورد (۱۴). بنابراین از لحاظ اکولوژیک، فیزیولوژیک و پرورشی معلوم نمودن این که چه مقدار از کمبود کلسیم در آب می‌تواند به وسیله جذب کلسیم از طریق غذا

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

جبران گردد، بسیار مهم و حیاتی می‌باشد.

امروزه توجه زیادی به پرورش خرچنگ‌دراز آب شیرین در شرایط مصنوعی معطوف شده است، اما اطلاعات چندانی در مورد میزان مناسب کلسیم در جیره مصنوعی این جانوران به ویژه گونه خرچنگ‌دراز چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) در دسترس نمی‌باشد. لذا این تحقیق با هدف مقایسه کارآئی جیره‌های دارای سطوح مختلف کلسیم و تخمین مقدار مطلوب کلسیم در جیره غذایی این گونه در راستای افزایش تولید و کاهش هزینه غذا به انجام رسیده است.

مواد و روش‌ها

حیوانات آزمایشی

برای انجام این آزمایش از بچه خرچنگ‌های دراز آب شیرین با دامنه وزنی ۹-۸ گرم استفاده شد. حیوانات آزمایشی از ایستگاه تحقیقات شیلاتی سفید رود وابسته به پژوهشکده آبزی پروری آب‌های داخلی کشور واقع در شهرستان آستانه اشرفیه تهیه گردید. نوزادان خرچنگ‌دراز پس از جداشدن از مولدین، ابتدا در حوضچه‌های بتونی وسپس در استخرهای خاکی با استفاده از غذای طبیعی پرورش یافتند. بعد از رسیدن به وزن مورد نظر تعدادی از آنها از استخر صید وپس از زیست سنجی جهت مطالعه در سیستم پرورش مورد استفاده قرار گرفتند.

سیستم و شرایط پرورش

این آزمایش در یک سیستم پرورش مرکب از یک حوضچه بتونی ذخیره آب (با ظرفیت ۱۶ متر مکعب) و ۱۵ تانک پرورش از جنس فایبر گلاس با حجم ۱۰۰ لیتر مستقر در یک سالن به ابعاد ۶×۷ متر به انجام رسید. هر تانک واجد ورودی وخروجی مجزا بوده و جریان آب طوری تنظیم گردید که آب هر تانک ۴-۳ بار در روز تعویض شود. به منظور تأمین اکسیژن مورد نیاز جهت خرچنگ‌های دراز پرورشی، هوادهی به طور مداوم در تانک‌ها صورت گرفت. دوره نوری به صورت ۱۲ ساعت روشنایی و۱۲ ساعت تاریکی با استفاده از لامپ‌های مهتابی در سالن پرورش تأمین گردید. جهت فراهم نمودن شرایط مناسب پرورش و کنترل آن برخی از فاکتورهای کیفی آب شامل اکسیژن محلول ،pH و درجه حرارت به طور روزانه و بعضی دیگر مانند سختی کل، کلسیم، فسفات، نیترات و نیتریت هر ۴ روز یکبار به تفکیک در حوضچه بتونی و تانک‌های پرورش مورد سنجش قرار گرفتند. میانگین در جه حرارت آب درحوضچه ذخیره آب وتانک‌های پرورش به ترتیب ۲/۲۶±۲۱، ۱/۹۴ ±۲۰/۷درجه سانتی‌گراد بود. متوسط اکسیژن محلول آب در حوضچه ذخیره ۱/۶± ۷/۳ میلی‌گرم در لیتر و در تانک‌های پرورش در حالت قطع هوادهی ۱/۳۹±۷/۱ میلی‌گرم در لیتر برآورد گردید. میانگین pH ، نیتریت، فسفات، کلسیم و سختی کل آب در حوضچه ذخیره و در تانک‌های پرورش به ترتیب ۰/۲۳ ±۸/۰۴ mg/l ،۰/۰۳۳ ±۰/۰۲۲ mg/l ،۰/۰۳۹ ±۰/۱۱ mg/l ،۴/۹۸ ±۷۶/۴۳ mg/l ،۱۱/۶۷±۲۸۸/۸ mg/l و ۰/۴۲ ±۸/۱۶ mg/l ،۰/۰۵۲ ±۰/۰۸۶ mg/l ،۰/۰۶۵ ±۰/۱۸ mg/l ،۴/۰۲ ±۷۸/۳۱ mg/l ،۷/۱۱ ±۲۹۲/۲ mg/l به دست آمد. مقادیر شاخص‌های کیفی آب در حوضچه ذخیره و تانک‌های پرورش چندان متفاوت نبوده است.

شاه میگوها پس از زیست سنجی به تعداد ۱۰ عدد با وزن متوسط ۹-۸ گرم در هر تانک پرورش رها سازی شدند. این موجودات با ۵ جیره آزمایشی حاوی مقادیر مختلف کلسیم (شامل صفر، ۱ ، ۲ ، ۳ و ۴ درصد) در سه تکرار و مجموعاً در ۱۵ تانک مورد تغذیه قرار گرفتند. غذادهی روزانه سه بار و به مقدار ۵٪ بیوماس خرچنگ‌های دراز (۱۹ و ۳۰) در هر تانک صورت گرفته و هر ۵-۷ روز یک بار مقدار غذادهی با توجه به مصرف غذا اصلاح گردید. در صبح هر روز قبل از غذا دهی ابتدا تعداد تلفات و مقدار غذای باقی‌مانده ثبت و سپس تانک‌ها کاملاً تخلیه و شستشو شدند. جهت بررسی روند رشد خرچنگ‌های دراز آزمایشی در طول دوره پرورش هر ۲۰ روز یکبار زیست سنجی صورت گرفت. این آزمایش در مجموع به مدت ۷۵ روز به طول انحامید (۳، ۵ و ۱۳). ترکیب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ ارائه شده است.

ساخت و آماده سازی جیره‌های آزمایشی

به منظور حفظ سطح مواد معدنی به خصوص کلسیم در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

جدول ۱. مواد خوراکی و ترکیب شیمیایی پنج جیره غذایی مورد استفاده در آزمایش

جیره / اجزای جیره	صفر درصد کلسیم	۱ درصد کلسیم	۲درصد کلسیم	۳ درصد کلسیم	۴ درصد کلسیم
کازئین ٪	۳۲/۸۰۲	۳۲/۸۰۲	۳۲/۸۰۲	۳۲/۸۰۲	۳۲/۸۰۲
ژلاتین ٪	۶/۰۰	۶/۰۰	۶/۰۰	۶/۰۰	۶/۰۰
دکسترین ٪	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰	۱۰/۰۰
نشاسته ٪	۱۰/۵۹۸	۱۰/۵۹۸	۱۰/۵۹۸	۱۰/۵۹۸	۱۰/۵۹۸
ساکارز ٪	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰	۲/۰۰
روغن سویا ٪	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰
روغن ماهی (کیلکا) ٪	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰	۳/۰۰
لستین ٪	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰	۱/۰۰
کلسترول ٪	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰	۰/۵۰
مخلوط ویتامینی* ٪	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰	۴/۰۰
مخلوط مواد معدنی بدون کلسیم **٪	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰	۱/۵۰
ویتامین E ٪	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
ویتامین C ٪	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
کولین کلراید ٪	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰	۰/۲۰
سلولز ٪	۲۵/۰۰	۲۱/۴۹۹	۱۷/۸۲۴	۱۴/۱۴۹	۱۰/۴۷۴
کلسیم کلراید ٪	۰۰۰	۳/۶۷۵	۷/۳۵۰	۱۱/۰۲۵	۱۴/۷۰۱
ترکیب شیمیایی					
پروتئین ٪	۳۵/۰۰	۳۵/۰۰	۳۵/۰۰	۳۵/۰۰	۳۵/۰۰
چربی ٪	۷/۷۱	۷/۷۱	۷/۷۱	۷/۷۱	۷/۷۱
خاکستر ٪	۴/۸۷	۸/۵۴۵	۱۲/۲۲	۱۵/۸۹۵	۱۹/۵۷۱
انرژی(kcal/kg)	۳۵۰۰/۰۰	۳۵۰/۰۰	۳۵۰/۰۰	۳۵۰/۰۰	۳۵۰/۰۰

* : مخلوط ویتامینی (g/kg): ویتامین A، ۱۶۰۰۰۰۰IU؛ ویتامین D_3، ۴۰۰۰۰۰IU؛ ویتامین E، ۴۰؛ ویتامین K_3، ۲؛ ویتامین B_1، ۶؛ ویتامین B_2، ۸؛ ویتامین B_3، ۱۲؛ ویتامین B_5، ۴۰؛ ویتامین B_6، ۴؛ ویتامین B_9، ۲؛ ویتامین B_{12}،۸ ؛ ویتامین H_2، ۰/۲۴؛ ویتامین C، ۶۰؛ اینوزیتول، ۲۰؛ B.H.T، ۲۰؛ حامل (پرکننده)، تا یک کیلوگرم [۱۷].

** : مخلوط مواد معدنی: NaCl، ۲/۸؛ $MnSO_4.H_2O$، ۶/۵۰؛ $FeSO_4.7H_2O$، ۲۰/۰؛ $CuSO_4.5H_2O$، ۵/۵۰؛ Na_2SeO4، ۰/۱۰؛ $MgSO_4.7H_2O$، ۲۸۳/۹۸؛ $ZnSo_4.7H_2O$، ۱۳۱/۹۳؛ $CoCl_2.6H_2O$، ۰/۰۴؛ KI، ۰/۶۷؛ Cellulose، ۵۵۰/۰ [۱۷].

کمترین حد ممکن و نیز تامین پروتئین از ژلاتین و کازئین استفاده شد (۱۰ و ۲۳). برای ساخت جیره‌های آزمایشی ابتدا یک جیره پایه حاوی ۳۵ درصد پروتئین و ۷ درصد چربی (۳ و ۲۸)، اما فاقد کلسیم آماده شد. سپس با افزودن کلرید کلسیم به جیره پایه و کاهش میزان سلولز، ۴ جیره حاوی مقادیر مختلف کلسیم تهیه گردید. در کل ۵ جیره حاوی غلظت‌های متفاوت کلسیم شامل صفر، ۱، ۲، ۳، ۲ درصد ساخته شده و در آزمایش مورد استفاده قرار گرفتند (جدول ۱). جیره پایه به عنوان تیمار شاهد (بدون افزودن مکمل کلسیم) لحاظ شده و مقدار کلسیم آن ۰/۴۲۵ درصد به دست آمد که بیشتر بر اثراستفاده از برخی مواد خوراکی مانند کازئین در جیره حاصل شده است. برای جیره نویسی از نرم افزار Lindo (copy right 1999, realeas 6.1) استفاده شد. مواد خوراکی اولیه به صورت خشک تهیه و خوب با هم مخلوط شدند. پس از اضافه نمودن روغن و آب، مخلوط به صورت خمیر از یک چرخ گوشت دارای منافذ خروجی با قطر ۲ میلی‌متر

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

عبور داده شده تا به صورت رشته‌ای در آید. این رشته‌ها بر روی سینی‌های استیل پخش گردید و جهت خشک شدن در داخل دستگاه خشک کن به مدت ۲۴ ساعت در درجه حرارت ۵۰- ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. رشته‌های خشک شده به قطعات کوچک‌تر با قطر ۲ و اندازه ۸- ۱۰ میلی‌متر شکسته شده و پس از بسته بندی در کیسه‌های نایلونی در فریزر (درجه حرارت ۲۰- درجه سانتی‌گراد) تا زمان مصرف نگه‌داری گردیدند.

تجزیه تقریبی جیره‌های آزمایشی

به منظور آگاهی از ترکیب شیمیایی جیره‌های بکاررفته در آزمایش، میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت جیره‌ها بر اساس روش‌های استاندارد ارائه شده در AOAC [۱۶] تعیین گردیدند. میزان کربو هیدرات (NFE) از طریق تفاوت مجموع نسبت‌های رطوبت، پروتیین، چربی و خاکستر از مقدار ۱۰۰٪ به دست آمد. به منظور تخمین مقدار کلسیم در جیره، از روش هضم شیمیایی با اسید کلریدریک و اسید نیتریک غلیظ و در نهایت تیتراسیون با پرمنگنات پتاسیم استفاده گردید [AOAC,code: 927.02]. میزان انرژی قابل دسترس از طریق سوخت فیزیولوژیک معادل ۴ ، ۴ و ۹ کیلو کالری به ترتیب برای هر گرم پروتیین، کربوهیدرات و چربی محاسبه شد (۱۴).

روش آماری

در این آزمایش جیره‌های مورد نظر با ۳ تکرار در مخازن پرورشی به صورت کاملاً تصادفی (Completely Randomized Design) توزیع گردیدند. به منظور محاسبه وزن نهایی (گرم)، نرخ رشد (درصد)، نرخ رشد ویژه (درصد)، نرخ کارآئی غدا (درصد)، ماندگاری (درصد) و افزایش بیوماس (گرم) داده‌ها با استفاده از نرم افزار Excell پردازش شدند. میانگین شاخص‌های فوق‌الذکر به عنوان مشاهدات در تجزیه و تحلیل آماری مورد استفاده قرار گرفتند. مقایسه کلی میانگین‌ها از طریق آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA) و مقایسه تفکیکی میانگین تیمارها به کمک آزمون چند گانه دانکن (DMRT) صورت پذیرفت. سطح مطلوب کلسیم در جیره غذایی خرچنگ‌دراز به وسیله روش آنالیز broken-line ارائه شده توسط Robbins (۲۴) مشخص گردید. تجزیه و تحلیل داده‌ها با کمک بسته نرم افزارهای SPSS و SAS (۲۶) انجام شده و کلیه محاسبات آماری در سطح اطمینان ۹۵ درصد ($P< ۰/۰۵$) مد نظر قرار داده شد.

نتایج و بحث

ترکیب شمیایی جیره‌های آزمایشی

به منظور تهیه جیره‌های با سطح مواد مغذی یکسان از مواد خالص استفاده گردید. کازئین و ژلاتین به عنوان منابع اصلی پروتئین و روغن‌های سویا و ماهی کیلکا به منظور تأمین چربی جیره در نظر گرفته شدند. علاوه بر مواد ذکر شده سایر موادبکار رفته در جیره نیز طوری انتخاب گردیدند که به لحاظ محتوای عناصر معدنی به ویژه کلسیم کمترین مقدار را در بر داشته ویا کاملا عاری از این عنصر باشند. با وجود خلوص بالای مواد مورد استفاده در جیره‌های آزمایشی برای حصول اطمینان از ترکیب شیمیایی آنها برخی از موادی که بخش قابل ملاحظه ای از جیره را تشکیل می‌دادند مورد تجزیه قرارگرفتند. تجزیه تقریبی جیره‌ها نشان داد که میزان پروتئین در آنها از ۳۶/۲۰ درصد (جیره فاقد مکمل کلسیم) تا ۳۵/۲۱ (جیره حاوی ۴ درصد کلسیم) متغییر می‌باشد (جدول ۲). لذا معلوم می‌گردد که تغییرات پروتئین در جیره‌ها قابل اغماض است. مقدار چربی در جیره‌ها نوسان بیشتری داشته به طوری که جیره حاوی ۴ درصد کلسیم از کمترین (۲/۸۵ درصد) و جیره فاقد مکمل کلسیم از بیشترین (۵/۶۹ درصد) مقدار چربی برخوردار بوده است. میزانن فیبر و خاکستر در جیره‌های آزمایشی رابطه معکوس داشت، به گونه‌ای که با افزایش خاکستر در جیره‌ها از میزان فیبر آنها کاسته شد. این وضعیت در اثر جایگزینی مکمل کلسیم ($CaCl_2$) با سلولز به منظور تأمین سطح مورد نیاز کلسیم در جیره‌ها به وجود آمد. همان طور که در جدول ۲ مشخص است میزان کلسیم در جیره پایه (فاقد مکمل کلسیم) ۰/۴۲۵ درصد بود. این مقدار کلسیم از کازئین، ژلاتین و سلولز به کار

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

جدول ۲. تجزیه تقریبی (اندازه‌گیری شده) جیره‌های آزمایشی

میزان کلسیم / ترکیب شیمیایی جیره	صفر (درصد)	۱ (درصد)	۲ (درصد)	۳ (درصد)	۴ (درصد)
پروتیین٪	۳۶/۲۰±۱/۲۲	۳۵/۵۷±۰/۱۸	۳۵/۷۰±۰/۲۸	۳۵/۶۸±۰/۲۵	۳۵/۲۱±۰/۳۰
چربی٪	۵/۶۹±۰/۱۸	۴/۷۵±۱/۰۶	۴/۳۰±۰/۸۵	۴/۳۵±۱/۴۸	۲/۸۵±۱/۶۳
فیبر٪	۱۵/۹۹±۲/۲۱	۱۳/۲۶±۰/۲۱	۱۱/۳۱±۰/۴۱	۷/۶۵±۰/۳۵	۷/۹۱±۰/۱۳
خاکستر٪	۳/۲۲±۰/۰۸۸	۶/۲۸±۰/۲۵	۱۰/۸۸±۰/۲۵	۱۱/۹۷±۰/۲۳	۱۴/۸۶±۰/۲۳
٪ NFE	۳۸/۸۸±۱/۰۷	۴۳/۳۸±۳/۶۴	۴۳/۳۴±۶/۸۵	۴۶/۴۳±۶/۲۷	۴۶/۶۹±۸/۶۱
کلسیم ٪	۰/۴۲۵±۰/۰۳۵	۱/۳۵±۰/۰۷۱	۱/۷۵±۰/۰۴۱	۲/۳۵±۰/۰۳۵	۴/۰۵±۰/۰۵۲
فسفر ٪	۰/۴۲۵±۰/۰۰۷	۰/۴۲۵±۰/۰۳۵	۰/۵۸±۰/۰۴۲	۰/۶۳۵±۰/۰۵۰	۰/۷۰۵±۰/۲۶۲
انرژی کل (کیلوکالری / کیلوگرم)	۳۵۱۵/۲۸±۷/۵۱	۳۵۸۵/۳±۲۳/۳۸	۳۵۴۸/۶±۳۶/۱۵	۳۶۷۵/۷±۳۹/۴۱	۳۵۳۲/۳±۵۰/۲۵

رفته در جیره‌ها نشأت گرفته است. به علاوه منبع فسفر موجود در جیره‌های آزمایشی نیز ناشی از ناخالصی برخی از مواد اولیه مصرف شده در جیره‌ها به ویژه کازئین و ژلاتین می‌باشد. به هر حال ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی بجز از لحاظ مقدار کلسیم تغییرات قابل ملاحظه‌ای را نشان نداده و به نظر می‌رسد تغذیه خرچنگ‌های دراز با این جیره‌ها بتواند واکنش آنها در مقابل مقادیر مختلف کلسیم موجود در غذا باشد.

شاخص‌های رشد در شاه میگوها

میانگین افزایش وزن خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های مختلف از ۰/۷۵ تا ۲/۱۸ گرم متغیر بود (جدول ۳). دامنه تغییرات میانگین نرخ رشد وزنی و طولی در تیمارهای مختلف به ترتیب ۹/۸۱-۲۴/۵۴ و ۴/۵۷-۱۵/۳۳ درصد به دست آمد (شکل ۱). در کل خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های حاوی غلظت‌های بالا ی کلسیم (۳-۴ درصد) رشد وزنی و طولی بهتری را نشان دادند، به طوری که بیشترین رشد وزنی و طولی در تیمارهای دارای ۳ و ۴ درصد کلسیم و بیشترین رشد طولی در جیره‌های واجد ۲ و ۴ درصد کلسیم مشاهده گردید. با وجود تفاوت‌های فوق الذکر بین میانگین افزایش وزن و طول خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های مختلف این تفاوت‌ها معنی‌دار نبودند.

به نظر می‌رسد افت رشد وزنی و طولی در تیمارهای اول و دوم با کمبود کلسیم در جیره ارتباط داشته باشد. احتمال دارد فقدان کلسیم در جیره موجبات استرس برای خرچنگ‌های دراز را فراهم آورده و به لحاظ فیزیولوژیک حیوان را تحریک به پوست‌اندازی نماید. در این شرایط با وجود رخداد پوست‌اندازی ممکن است رشد وزنی و طولی قابل توجهی در خرچنگ‌های دراز مشاهده نگردد.

به علاوه کمبود کلسیم در غذا باعث عدم تشکیل گاسترولیت‌ها (Gastroliths) در خرچنگ‌های دراز شده و می‌تواند پوست اندازی آن را به تأخیر انداز (۸). میزان کلسیم جیره می‌تواند شدت جذب کلسیم به وسیله آبشش‌ها و شدت جذب کلسیم از دیواره لوله گوارش را متأثر نماید. در شرایط کمبود کلسیم در جیره به منظور جبران بخشی از کلسیم مورد نیاز، مکانیسم‌های جذب آبششی و انتقال از دیواره روده تقویت می‌شود. در این حالت ممکن است بر اثر فعالیت زیاد سیستم‌های جذب کلسیم، مقدار این عنصر بیشتر از حد لازم جذب شده و در بدن انباشته شود. انجام این عملیات مستلزم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

جدول ۳. شاخص های رشد خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های واجد مقادیر مختلف کلسیم

شماره جیره	مقدار کلسیم در جیره (٪)	افزایش وزن(گرم)[۱]	میزان رشد ویژه (٪)[۲] (SGR)	افزایش بیوماس[۳] (گرم)	میزان کارآئی غذا[۴] (٪)
۱	۰ (۰/۵)*	۰/۷۵±۰/۱۵	۰/۱۲±۰/۰۳	۳/۰۹±۱/۶۶ [a]	۱۱/۲۳±۴/۷۵
۲	۱ (۱/۵)	۰/۹۰±۰/۸۶	۰/۱۴±۰/۱۱	۳/۰۴±۲/۴۰ [a]	۸/۱۱±۴/۶۷
۳	۲ (۲/۵)	۱/۱۴±۰/۵۸	۰/۱۵±۰/۰۸	۳/۴۱±۱/۷۴ [a]	۸/۷۴±۴/۱۲
۴	۳ (۳/۵)	۲/۱۸±۰/۶۰	۰/۲۹±۰/۰۵	۱۱/۲۳±۲/۵۳ [b]	۱۴/۰۱±۲/۱۸
۵	۴ (۴/۵)	۲/۱۱±۱/۰۸	۰/۲۸±۰/۱۳	۱۱/۶۵±[۵]/۲۵ [b]	۱۴/۶۹±۹/۸۷

* : اعداد داخل پرانتز مقدار کل کلسیم در جیره را نشان می‌دهند.

۱ : میزان رشد (GR) = ۱۰۰× { وزن اولیه / (وزن اولیه – وزن ثانویه)}(۲۵).

۲ : میزان رشد ویژه (درصد در روز) = ۱۰۰× { طول دوره آزمایش (روز) / ((وزن اولیه)Ln – (وزن نهایی)Ln)}(۱۴).

۳ : بیوماس = ماندگاری (تعداد) × { وزن اولیه – وزن نهایی}(۱۴).

۴ : میزان کارآئی غذا = ۱۰۰ × (کل غذای مصرف شده به گرم / افزایش وزن به گرم) (۱۴).

میانگین ± SD : اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵).

صرف انرژی بوده و لذا می‌تواند رشد وزنی و طولی را به سمت کندی، توقف و یا تنزل سوق دهد. به نظر می‌رسد در این آزمایش جیره‌های حاوی سطوح بالای کلسیم، این عنصر را به مقدار کافی برای خرچنگ‌های دراز تأمین نموده و سبب ترقی رشد آنها شده‌اند. بر اساس یافته‌های Westman در سال ۱۹۷۳ (۳۰) اضافه کردن ۱۰ درصد $CaCO_3$ به یک جیره مخلوط شامل سگ ماهی و جگر نیز در مقایسه با جیره فاقد کلسیم موجب افزایش رشد خرچنگ‌های دراز گردیده است.

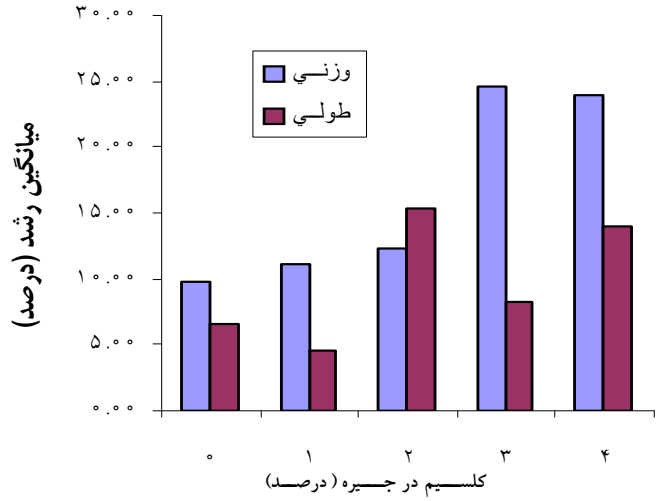
بررسی شکل ۲ مشخص می‌کند که روند رشد خرچنگ‌های دراز در تیمارهای گوناگون تفاوت چندانی ندارد. در کلیه تیمارها به غیر از تیمار چهارم (حاوی ۳ درصد کلسیم) و تیمار پنجم (واجد ۴ درصد کلسیم) رشد خرچنگ‌های دراز در اوایل دوره آزمایش افزایش و در اواسط دوره کاهش یافته و در نهایت تقریباً ثابت شده است. اما رشد در تیمارهای چهارم و پنجم از ابتدا تا آخر دوره پرورش به طور دائم روند افزایشی نشان داده است. چنان که در شکل ۲ نیز ملاحظه می‌گردد روند رشد در تیمارهای چهارم و پنجم ازثبات بیشتری برخوردار بوده ولی در تیمارهای اول و دوم یک‌نواخت نبوده است. به علاوه بیشترین میانگین وزن در تیمار اول و سوم در روز ۴۵ ام، در تیمار دوم در روز ۳۰ ام به دست آمد در حالی که در تیمارهای چهارم و پنجم حداکثر میانگین خرچنگ‌های دراز در آخر دوره آزمایش حاصل شد.

تأمین کلسیم مورد نیاز از طریق جذب کلسیم انباشته شده در بدن در اوایل دوره آزمایش و کاهش این ذخایر در اواسط دوره می‌تواند در بروز چنین تغییراتی در روند رشد تأثیر گذار باشد. البته نقش تعداد پوست اندازی و صرف انرژی و تلفات ناشی از آن را نباید در این راستا نادیده گرفت. گرچه فراوانی پوست اندازی خرچنگ‌های دراز در تیمارهای اول تا سوم (به ترتیب ۳۱، ۱۸ و ۲۵ مورد) مشابه تیمارهای چهارم و پنجم بوده و حتی در پاره‌ای از موارد (تیمار اول) بیشتر از دو تیمار اخیرالذکر بوده است ولی رخداد تلفات بیشتر و هم‌چنین انجام پوست اندازی بدون رشد وزنی و طولی قابل ملاحظه سبب گردیده تفاوت تسبتاً بیشتری در آخر دوره آزمایش بین شکل‌های تکامل زمانی رشد خرچنگ‌های دراز مشاهده شود.

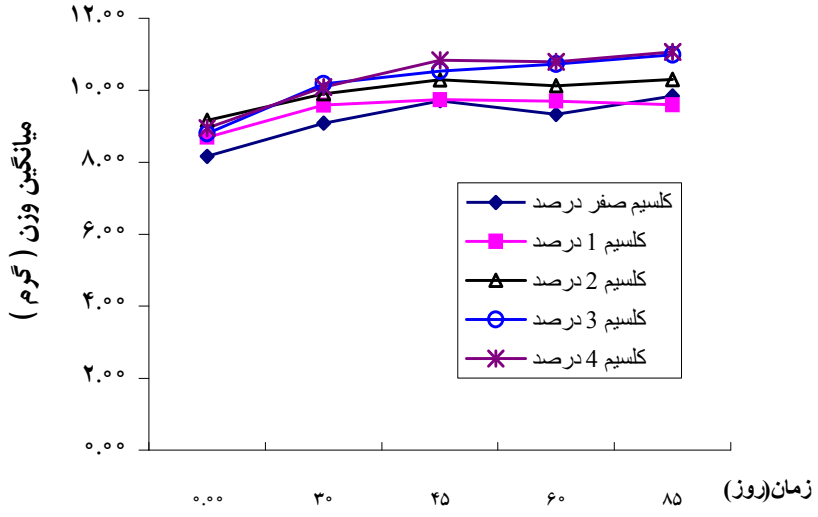
نرخ رشد ویژه (SGR) و بیو ماس خرچنگ‌های دراز آزمایشی به موازات افزایش غلظت کلسیم در جیره افزایش یافت (جدول ۳). بیشترین افزایش وزن روزانه (۰/۲۹ درصد) در خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره واجد ۳ درصد کلسیم

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]



شکل ۱. میامگین رشد وزنی و طولی خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های حاوی مقادیر مختلف کلسیم



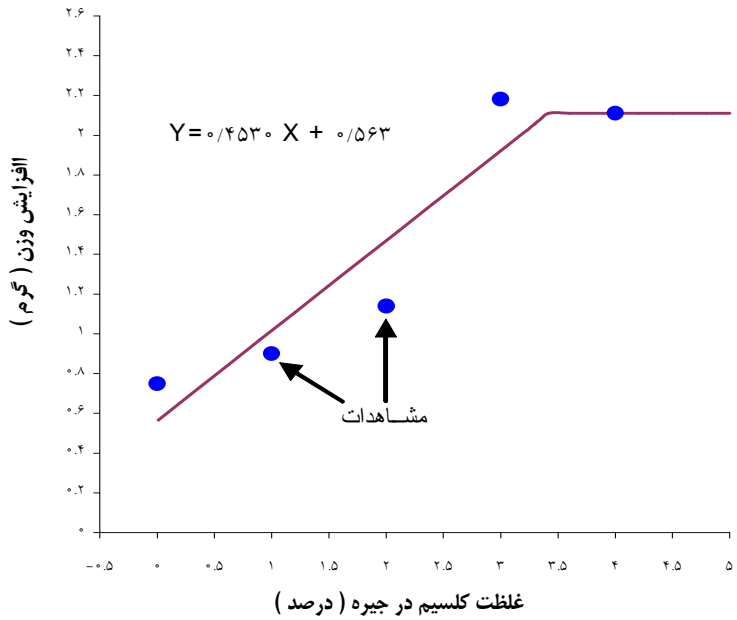
شکل ۲. روند رشد خرچنگ‌های دراز آزمایشی بر اساس سطوح مختلف کلسیم در جیره

و بیشترین بیوماس در خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره دارای ۴ درصد کلسیم مشاهده گردید. از لحاظ آماری تفاوت بین میانگین نرخ رشد ویژه در تیمارهای مختلف غیر معنی‌دار ولی اختلاف میانگین افزایش بیو ماس از این حیث در تیمارها معنی‌دار بود ($P< ۰/۰۵$).

بر اساس بررسی‌های انجام شده نرخ رشد روزانه جهت خرچنگ‌های دراز باالغ ۱/۲-۰/۸ درصد گزارش شده است (۳). Ackefors و همکاران (۴) در سال ۱۹۹۵، در آزمایش‌های خود برای مراحل اولیه جوانی خرچنگ دراز *Astacus astueus* میزان رشد روزانه ۴ درصد و برای مراحل بالاتر نرخ ۱/۴ درصد را به دست آوردند. به علاوه این محققین نرخ رشد روزانه معادل ۳ درصد را برای خرچنگ‌های دراز جوان تغذیه شده با جیره پلت شده محتوای ۴۰ درصد پروتئین گزارش نمودند. جاور و همکاران (۱۹) رشد خرچنگ‌دراز، گونه *Procambarus clarkii* را طی دو آزمایش، به صورت انفرادی و اجتماعی، مورد بررسی قرار دادند. نتایج به دست آمده نشان داد که در شرایط پرورش انفرادی خرچنگ‌های دراز رشد کمتری را نسبت به شرایط پرورش اجتماعی داشتند. میزان رشد ویژه در حالت اول ۰/۵-۰/۹ و در

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]



شکل ۳. رابطه کلسیم جیره و افزایش وزن خرچنگ‌دراز بر اساس رگرسیون broken-line

حالت دوم حدود ۲/۸ درصد در روز بود.

در مقایسه با یافته‌های سایر محققین، میزان رشد ویژه به دست آمده برای گونه خرچنگ‌دراز تحت این آزمایش (*Astacus leptodactylus*) نسبتاً کمتر بود. این تفاوت می‌تواند بر اثر اختلاف در طول دوره آزمایش، نوع مواد خوراکی مصرف شده برای تهیه جیره‌های آزمایشی، شرایط پرورش و بالاخره ویژگی‌های گونه ای خرچنگ‌دراز نشأت گرفته باشد.

محاسبات آماری حاکی از آن است که بین غلظت کلسیم در جیره و افزایش وزن خرچنگ‌های دراز آزمایشی ارتباط وجود دارد. این رابطه خطی و مثبت بوده (Y=۰/۴۱۲x+۰/۵۸) و شدت آن نیز قابل توجه است (r = ۰/۶۵). به علاوه در این تحقیق اکثر شاخص‌های رشد در خرچنگ‌های دراز به همراه افزایش مقدار کلسیم در جیره‌های آزمایشی، افزایش نشان دادند. بر اساس آنالیز رگرسیون broken-line رابطه بین غلظت کلسیم جیره و افزایش وزن خرچنگ‌های دراز به شکل خطی و دارای یک نقطه شکست می‌باشد (شکل ۳). مدل ریاضی این رابطه به صورت y =۰/۴۵۳ x + ۰/۵۶۲ و با درجه اطمینان (r = ۰/۶۵) تعیین گردید. بر طبق این مدل میزان مطلوب کلسیم در جیره خرچنگ‌دراز در شرایط عدم مصرف مکمل فسفر در جیره تقریباً ۳/۴ درصد پیش بینی شد.

دست آوردهای تحقیقاتی نیاز به کلسیم برای سخت پوستانی مانند *Homarus americanus* (۲۶) و *Penaeus japonicus* (۲۰) را مشخص نموده‌اند. هم‌چنین کمبود کلسیم در ماهی‌های پرورش یافته در آب‌های کم کلسیم نیز گزارش شده است. اگرچه راجع به نیاز خرچنگ‌های دراز به کلسیم جیره گزارش چندانی در دست رس نیست ولی Hessen و همکاران (۱۸) اذعان کردند که این جانوران نیز به منابع کلسیم موجود در جیره وابستگی دارند. به اعتقاد این محققین تأثیر مکمل‌های کلسیم در جیره حداقل به دو عامل بستگی دارد. این دو عامل عبارت‌اند از: قدرت جذب کلسیم از طریق دیواره لوله گوارش و کمیّت مکمل کلسیم در جیره. بر اساس این تحقیقات جذب کلسیم در خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با غذای غنی از کلسیم ظاهراً می‌تواند بالاتر باشد ولی جذب کلسیم از طریق آبشش‌ها قابل صرف‌نظر کردن است. جذب عمده کلسیم مورد نیاز از طریق لوله گوارش صورت گرفته و لذا کلسیم موجود در جیره غذایی می‌تواند نقش مهمی در مرتفع ساختن نیاز خرچنگ‌دراز به این عنصر را داشته باشد.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

کارایی جیره‌های غذایی

کارآئی جیره (FER) می‌تواند بیانگر قابلیت جیره در افزایش رشد حیوانات آزمایشی باشد. در این مطالعه میانگین نرخ کارآئی جیره‌های مورد استفاده در دامنه ۸/۱۱-۱۴/۶۹ درصد نوسان داشت. حداکثر کارآئی (۱۴/۶۹) در جیره حاوی ۴ درصد کلسیم مشاهده گردید. با توجه به جدول ۳ معلوم می‌گردد که جیره‌های با سطح کلسیم پائین نسبت به جیره‌های دارای کلسیم بالا از کارآئی کمتر برخوردار هستند. علی‌رغم تفاوت‌های مشاهده شده در کارآئی جیره‌های آزمایشی بر آوردهای آماری هیچ گونه اختلاف معنی‌داری را بین میانگین میزان کارآئی جیره‌های مختلف نشان ندادند.

FER به دست آمده در این تحقیق (۸/۱۱-۱۴/۶۹ درصد) با نتایج حاصله از تحقیقات سایر محققین اندکی تفاوت دارد. تامپسون و همکاران (۲۸) برای گونه *Cherax quadricarinatus* کارآئی غذای مورد استفاده را از ۱۳/۶۲ تا ۱۴/۴۹ درصد گزارش نمودند. وبستر و همکاران (۲۹) دامنه نرخ کارآئی جیره مصرفی برای این گونه را ۱۰/۷۵-۱۶/۶۷ درصد بیان کردند. روز و کاهین (۲۵) نرخ کارایی غذا جهت خرچنگ‌دراز چنگال قرمز (*C. quadricarinatus*) تغذیه شده با جیره حاوی ۳۲ درصد پروتئین را ۱۲/۵ درصد برآورد نمودند. با توجه به تشابه تقریبی ترکیب شیمیایی (مواد مغذی) جیره‌های مورد استفاده در این آزمایش و جیره‌های به کاربرده شده توسط محققین فوق الذکر می‌توان اظهار داشت که اختلاف مشاهده شده در کارآئی جیره احتمالاً بر اثر تفاوت در نوع مواد خوراکی مصرفی برای تهیه جیره و خصوصیات فیزیولوژی گونه مورد مطالعه رخ داده باشد. چون که در این آزمایش از مواد خوراکی خالص (آزمایشگاهی) برای تهیه جیره‌های مورد نیاز بهره گرفته شده ولی سایر محققین در جیره‌های آزمایشی از منابع خوراکی طبیعی استفاده کرده‌اند.

ماندگاری خرچنگ‌های دراز

در این مطالعه به منظور بررسی میزان بقای خرچنگ‌دراز، درصد ماندگاری آنها در فواصل مختلف دوره آزمایش برآورد و نتایج حاصله در جدول ۴ آورده شده است. همان گونه که از این جدول بر می‌آید میانگین درصد ماندگاری خرچنگ‌دراز در اوایل دوره پرورش (ماه اول) متفاوت بود، به طوری که بیشترین ماندگاری (۹۶/۶۷ درصد) در خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره حاوی ۴ درصد کلسیم و کمترین آن (۶۶/۶۷ درصد) در جیره حاوی ۲ درصد کلسیم به دست آمد. در ماه دوم پرورش در کلیه تیمارها مرگ و میر بیشتری در خرچنگ دراز اتفاق افتاد. در این ماه در برخی از تیمارها (مانند تیمار اول) تا بیش از ۴۰ درصد حیوانات آزمایشی تلف شدند. در اواخر دوره پرورش (ماه سوم) از میزان تلفات در تیمارهای مختلف کاسته شده به نحوی که ماندگاری خرچنگ‌های دراز در هر یک از آنها بیش از ۷۰ درصد برآورد گردید. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که در این ماه بیشترین ماندگاری (۹۵/۲۴ درصد) مربوط به تیمار پنجم (۴ درصد کلسیم) بوده و کمترین آن (۷۴/۴۴ درصد) به تیمار دوم (۱ درصد کلسیم) اختصاص داشت. چنان که در جدول ۴ ملاحظه می‌گردد در کل میزان ماندگاری خرچنگ‌های دراز با افزایش سطح کلسیم در جیره افزایش یافت. میزان ماندگاری در تیمارهای اول تا سوم تقریباً نزدیک به هم و در تیمارهای چهارم و پنجم افزایش نسبتاً چشمگیری را نشان داد. کمترین میزان ماندگاری (۳۰ درصد) در تیمار سوم (۲ درصد کلسیم) و بیشترین مقدار آن (۵۶/۶۷ درصد) در تیمار پنجم (۴ درصد کلسیم) به دست آمد. میانگین میزان ماندگاری خرچنگ‌های دراز در تیمارهای مختلف به لحاظ آماری دارای اختلاف معنی‌دار بودند ($P< ۰/۰۵$).

روند تغییرات میزان ماندگاری خرچنگ‌های دراز در طول دوره آزمایش نشان دهنده تفاوت‌های قابل تأملی در تیمارهای مختلف می‌باشد. همان طور که در شکل ۴ معلوم است کاهش ماندگاری در تیمار سوم (۲ درصد کلسیم) بسیار شدید بود. این تغییرات در تیمارهای اول (فاقد مکمل کلسیم) و تیمار پنجم (۴ درصد کلسیم) مشابهت زیادی دارند، به طوری که در اوایل دوره آزمایش میزان ماندگاری بالا بوده ولی در اواسط

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

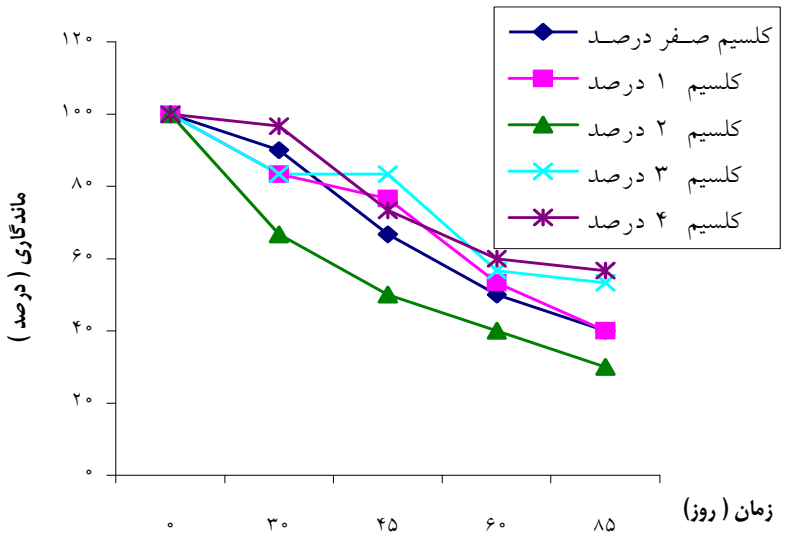
[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

جدول ۴. درصد ماندگاری خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های حاوی سطوح مختلف کلسیم در طول دوره آزمایش

شماره جیره	مقدار کلسیم درجیره(٪)	ماندگاری (درصد)			
		از روز ۰–۳۰	از روز ۳۰–۶۰	از روز ۶۰–۷۵	کل دوره(۷۵ روز)
۱	۰ (۰/۵)*	۹۰/۰۰	۵۶/۱۱	۸۳/۳۳	۴۰/۰۰ ab
۲	۱ (۱/۵)	۸۳/۳۳	۶۴/۶۴	۷۴/۴۴	۴۰/۰۰ ab
۳	۲ (۲/۵)	۶۶/۶۷	۵۹/۷۲	۷۸/۳۳	۳۰/۰۰ b
۴	۳ (۳/۵)	۸۳/۳۳	۶۹/۶۴	۹۳/۳۳	۵۳/۳۳ a
۵	۴ (۴/۵)	۹۶/۶۷	۶۲/۲۲	۹۵/۲۴	۵۶/۶۷ a

* : اعداد داخل پرانتز مقدار کل کلسیم در جیره را نشان می‌دهند.

میانگین ± SD . اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی‌دار هستند (P< ۰/۰۵).



شکل ۴: روند تغییرات ماندگاری خرچنگ‌های دراز آزمایشی در طول دوره پرورش

دوره (ماه دوم) سیر نزولی پیدا کرده و در نهایت به حالت ثبات و پایداری رسید. نوسان میزان ماندگاری در تیمار دوم (۱ درصد کلسیم) و چهارم (۳ درصد کلسیم) نیز نزدیک به هم بود. در این تیمارها در اوایل دوره پرورش کاهش چشمگیری در ماندگاری رخ داده و در اواسط دوره بعد از رسیدن به یک ثبات کوتاه مدت، به شدت تنزل یافت. تیمارهای اخیر در اواخر دوره آزمایش به لحاظ ماندگاری از ثبات نسبی برخوردار بودند.

همان طور که از نتایج این مطالعه مشخص است (جدول ۴ و شکل ۴) میزان تلفات در اکثر تیمارهای آزمایشی در ابتدا دوره پرورش نسبتاً زیاد بود. این وضعیت ممکن است بر اثر تراکم زیاد خرچنگ‌های دراز در مخازن پرورش اتفاق افتاده باشد (فضای موجود به ازای هر خرچنگ‌دراز ۲۵۰ سانتی‌متر مربع بود). بروز تلفات در اوایل دوره (بین ۲۰ تا ۳۰ درصد) باعث گردید فضای بیشتری در اختیار خرچنگ‌های دراز باقی‌مانده قرار گرفته و لذا از میزان مرگ و میر آنها کاسته شد. کاهش تلفات در اواخر دوره آزمایش در غالب تیمارها بسیار چشمگیر بود، به طوری که ماندگاری در آنها به مرحله ثبات و پایداری رسید. این پدیده زمانی اتفاق افتاد که فضای مناسب حدود ۴۰۰–۵۰۰ سانتی‌متر مربع به ازای هر خرچنگ‌دراز فراهم گردید. داویس و رابینسون (۱۲)، سلادا و همکاران (۹) در طول یک آزمایش ۷۰–۸۰ روزه، به ترتیب میزان ماندگاری ۷۰–۸۵ درصد و ۵۰–۸۵ درصد را به دست

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

آوردند. گاویرت و آوالت (۱۷) فضای مورد نیاز برای هر خرچنگ‌دراز را بین ۲۶۸–۶۶۰ سانتی‌متر مربع برآورد کردند. جاور و همکاران (۱۹) در طی تحقیقات فراوان دریافتند که فضای ۷۰ سانتی متر مربع به ازای هر خرچنگ‌دراز کافی نبوده و باعث تشدید پدیده هم جنس خواری در هنگام پرورش اجتماعی خرچنگ‌های دراز می‌گردد، اما افزایش فضا حدود ۲۵۰ سانتی‌متر مربع تا حدود زیادی می‌تواند از بروز پدیده ذکر شده ممانعت به عمل آورده و میزان تلفات را کاهش دهد.

در این آزمایش بروز اختلاف در میزان ماندگاری بین تیمارهای مختلف در اواخر دوره پرورش جای تأمل و تعمق دارد، چرا که این تفاوت‌ها می‌تواند منبعث از کارآئی و ارزش غذایی جیره‌های آزمایشی باشد. همان طور که در جدول ۴ و شکل ۴ آمده است میزان تلفات خرچنگ‌های دراز در تیمارهای چهارم و پنجم در اواخر دوره آزمایش نسبتاً کاهش یافت. در حالی که این شاخص در سایر تیمارها هم چنان سیر صعودی را طی نمود. نتایج نشان دادند که تعداد پوست اندازی در بیشتر تیمارها به جز تیمار دوم مشابه هم بودند. با توجه به گزارش ولکات (۳۴) که اظهار داشت کمبود مواد معدنی به لحاظ تغذیه ای عامل تنظیم کننده گوشتخواری و هم جنس خواری در خرچنگ‌های دراز محسوب می‌شود، می‌توان اذعان نمود که بروز تلفات پوست اندازی در اثر رخداد پدیده هم جنس خواری به منظور تأمین کلسیم مورد نیاز بدن و همچنین عدم دست رسی به منبع کلسیم کافی برای تسریع فرآیند سفت شدن پوسته جدید بعد از پوست اندازی در خرچنگ‌های دراز تغذیه شده با جیره‌های کم کلسیم در ایجاد اختلاف از نظر ماندگاری بین تیمارها مؤثر بوده است.

نتیجه‌گیری

بر اساس یافته‌های این تحقیق به نظر می‌رسد اضافه کردن کلسیم به جیره خرچنگ‌دراز آب شیرین به منظور بهبود رشد و افزایش ماندگاری ضرورت دارد. بعلاوه جیره‌های حاوی غلظت‌های بالای کلسیم (۲–۴ درصد) می‌توانند کارآئی نسبتاً بیشتری را در تغذیه خرچنگ‌دراز داشته باشند. با توجه به نتایج به دست آمده بهتر است حداقل میزان کلسیم در جیره این حیوان ۲ درصد و میزان مناسب آن ۳–۳/۵ درصد در نظر گرفته شود. از آن جایی که جیره‌های بکار رفته در این مطالعه فاقد مکمل فسفر بودند، بنابراین لازم است جهت مشخص شدن واکنش خرچنگ‌دراز به اثرات متقابل احتمالی بین کلسیم و فسفر جیره، کارآئی جیره‌های واجد سطوح مختلف کلسیم و فسفر نیز در تغذیه این گونه مورد بررسی قرارگیرند. چون در آن صورت فرمولاسیون وارائه جیره‌های کاربردی محتوای میزان مناسب کلسیم و فسفر به منظور حصول افزلیش بیوماس وتولید دلخواه و هم‌چنین کاهش هزینه غذا و در نهایت دست یابی به سودمندی بیشتر در عملیات پرورش خرچنگ‌دراز امکان پذیر خواهد شد.

منابع مورد استفاده

۱. خارا، ح. (ترجمه). ۱۳۷۷. *تغذیه عملی شاه میگوی آب شیرین*. نویسنده: ادمین ا ج. رابینسون. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.

۲. محمدی، م.، ع.عابد یان، و ف. شریعتمداری و م. محسنی. بررسی اثرات سطوح پروتئین جیره بر شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن بچه فیل ماهی (*Huso huso*). مجله علوم دریایی ایران ۱ (۴): ۹۹– ۱۰۹.

3. Ackefors, H. and K. Torok. 2002. Exprimental studies on nutrient release by noble crayfish *Astacus astacus* L. fed two different diets. Fresh water Crayfish 13: 41-57.
4. Ackefors, H., R. Gydemo and P. Keyser. 1995. Growth and moulting in confined juvenile noble crayfish *Astacus astacus*(L.)(Decapoda, Astacidae). Freshwater Crayfish 10: 396-409.
5. Ackefors, H., D.J. Castell, L.D. Boston, P. Raty and M. Svensson. 1992. Standard experimental diets for crustacean nutrition research.II. Growth and survival of juveile crayfish *Astacus astacus* (Linne) fed diets containing various amounts of protein, cabohydrate and lipid. Aquaculture 104: 341-356.
6. Adegboye, D. 1981. Table size and physiological condition of the crayfish in relation to calcium ion accumulation. Freshwater Crayfish 4: 115-125.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]

7. AOAC. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 1990 Fifth edition, Arlington, Virginia, U.S.A.
8. Austin, C. M., P. L. Jones, F. Stagniti and B. D. Mitchell. 1997. Response of the yabby, *Cherax destructor* Clark, to natural and artificial diets: phenotypic variation in juvenile growth. Aquaculture. 149: 39-46.
9. Celada, C., J. Carral, V. Gaudioso and J. Gonzalez. 1993. Survival and growth of juvenile of freshwater crayfish fed two raw diets and two commercial formulated feeds. J. The World Aquaculture Soc. 24: 108-111.
10. Chavez-Sanchez, M. C., C.A. MartinePalacios, G. Martinez-Perez and L.G. Ross. 2000. Phosphorus and calcium requirements in the diet of the American cichilid *Cichlasoma urophthalumus* (Gunther). Aquaculture Nutr. 6: 1-9.
11. Davis, D. A., A. L. Lawrence and D. M. Gatlin. 1993. Response of *Penaeus vannamei* to dietery calcium, phosphorus and calcium : phosphorus ratio. J. World Aquaculture Soc. 24 (4): 504-515.
12. Davis, D. and E. Robison. 1986. Estimated of the dietary lipid requirement level of the white crayfish . J. The World Aquaculture Soc. 17: 37-43.
13. D'Abramo, L. R. and E. H. Robinson. 1989. Nutrition of crayfish. CRC Crit. Rev. Aqua. Sci. 1: 711-728. requirement of prawn for dietary minerals. Bull. Jpn. Soc. Sci. Fish. 44: 907-910.
14. Fjeld, E., D. O. Hessen, N. Roos and T. Taugbol. 1988. Changes in gill ultrastructure and haemolymph chloride concentrations in the crayfish, *Astacus astacus*, exposed to deacidified aluminium-rich water. Aquaculture 72: 139-150.
15. Gallagher, M. L., W. D. Brown, D. E. Conklin and M. Sifri. 1978. Effects of varying calcium/phosphorus ratios in diets fed to jovenile lobsters(*Homarus americanus*). Comparative Biochem. and Physiol. 60A: 467-471.
16. Goddard, J. S., 1988. Food and feeding. PP. 145-166. *In*: D. M. Holdich and R. S. Lowery (Eds.), Freshwater Crayfish: Biology Management and Exploitation, Croom Helm, Sydney, N. S.W.,
17. Goyert, J. and J. Avault. 1978. Effects of container size on growth of crayfifsh (*Procambarus clarkii*) in a recirculating culture system. Freshwater Crayfish 4: 277-286.
18. Hessen, D., G. Kristiansen and I. Lid. 1991. Calcium uptake from food and water in the crayfish *Astacus astacus* (L.,1758), measured by radioactive 45CA (Decapoda, Astacidea). Crustacean 60: 76-83.
19. Jover, M., J. Fernandez-Carmona, M. C. Del Rio and M. Soler. 1999. Effect of feeding cooked-extruded diets, containing different levels of protein, lipid and carbohydrate on growth of red swamp crayfish (*Procambarus clarkii*). Aquaculture 178: 127-137.
20. Kanazawa, A., S. Teshima and M. Saaki. 1984. Requirements of the juvenile prawn for calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, manganese and iron. Mem. Fac. Fish. Kagoshima Univ. 33: 63-71.
21. Merrick, J. R. and N. C. Lambert. 1991. The Yabby, Marron and Red Claw: Production and marketing. Merrick, Artarmon, N. S. W.
22. Momot, W. T. 1995. Redefining the role of crayfish in aquatic ecosystems. Rev. Fish. Sci. 3: 33-63.
23. Penaflorida, V. Dy. 1998. Interaction between dietary levels of calcium and phosphorus on growth of juvenile shrimp, *Penaeus monodon*. Aquaculture 172: 281-289.
24. Robbins, K.R., A. M. Saxton and L. L. Southern. 2006. Estimation of requirements using broken-line regression analysis. J. Anim. Nutr. 85(7): 1712-1718.
25. Rouse, D. B. and B. M. Kahin. 1998. Production of Austrlian red claw *Cherax quadricarinatus* in polyculture with Nile tilapia Oreochromis niloticus. J. The World Aquaculture Soc. 29: 340-344.
26. SAS(Statistical Analysis System). Copyright 2002. Version 9 for Microsoft Windows. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
27. Taugbol, T., S.B. Warvagen, A.N. Linokken and J. Skurdal. 1996. Post-molt exoskeleton mineralization in adult noble crayfish,*Astacus astacus* in three lakes with different calcium levels. Freash Water Crayfish 11: 219-226.
28. Thompson, K.R., L. Muzinic, L. Engler, S.H. Morton and C. Webster. 2004. Effects of feeding practical diets containing various protein levels on growth ,survival,body composition , and processing traits of Australian red claw crayfish(*Cherax quadricarinatus*) and on pond water quality. Aquaculture Res. 35: 659-668.
29. Webster, C. D., L. S. Goodgame-tiu, J. H. Tidwell, D. B. Kouse. 1994. Evaluation of practical feed formulation with different protein levels for juvenile red claw cray fish (*Cherax quadricarinatus*). Trans. Kg. Acad. Sci. 55: 108-112.
30. Westman, K. 1973. Cultivation of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus*. Freshwater Crayfish I: 211-220.
31. Wheatly, M. G. and A. T.Gannon. 1995. Ion regulation in crayfish: Freshwater adaptations and the problem of molting. Ameri. Zoologist 35: 49-59.
32. Wheatly, M.G. and J. Ayers. 1995. Scaling of calcium ,inorganic contents, and organic contents to body mass during the molting cycle of the fresh-water crayfish *Procamarus clarkii* (Girard). J. Crustacean Biol. 15(3): 409-417.
33. Willing, A. and R. Keller. 1973. Molting hormone content, cuticule growth and gastrolith growth in the molt cycle of the crayfish *Orconectes limosus*. J. Camparative physiol. 86: 377-388.
34. Wolcott, T.G. 1988. Ecology. PP. 55-96. *In*: Burggren, W.W. and B.R. McMahon (Eds.), Biology of the Land Crabs. Cambrige Univ. Press., New York.

[Downloaded from jcpp.iut.ac.ir on 2026-11-09]

[DOR: 20.1001.1.22518517.1386.11.40.32.7]