

Investigation of the effects of interaction dietary energy levels in fresh water and brackish water of (Caspian Sea) on growth, survival and body composition of *Astacus leptodactylus*

Z. Ghiasvand^{1*}, M. Shamloofar²

1. dept.of fisheries, azadshahr branch, islamic azad university, azadshahr, Iran
2. dept.of fisheries, azadshahr branch, islamic azad university, azadshahr, Iran

(Received: Oct. 31, 2015 - Accepted: Jan. 19, 2016)

Abstract

Experiment was conducted for 8 weeks to determine the reaction (*Astacus leptodactylus*) to interaction energy and salinity. Diets containing 3 levels of energy (300, 370 and 450 kcal/100g) with a constant protein content of 30% and 2 levels of salinity (fresh water and brackish water (12 ppt) were formulated. Tank content 110 liter, each filled with 80 liter water. 5 *A. leptodactylus* (average weight of 17±2) were storage per each tank and feed twice a day. Results showed different levels of energy did not have significant effect on growth factor and survival of crayfish ($P < 0.05$), but fresh water and brackish water had a significant effect on growth factor. The best growth was seen in fresh water. Survey on interaction between energy - salinity was indicated the highest growth were seen in (fresh water) and energy 370 (kcal/100g). Caracas analyzes (protein and lipid) in treatment salinity decreased and has a significant ($P < 0.05$) effect. The highest protein carcass was seen in interaction between energy (370 kcal/100gr) and (0 ppt) which had significantly different with other treatments ($P < 0.05$). The greatest amount protein of body composition were in practical diet containing 370 kcal/100gr energy and fresh water which had significantly differences with other treatment ($P < 0.05$). Overall this study indicates the dietary which containing 370 kcal/100gr energy in fresh water has the greatest performance on growth, nutrition and body composition.

Keywords: Salinity, Energy, Growth, Body Composition, *Astacus leptodactylus*.

اثر متقابل سطوح مختلف انرژی در آب شیرین و لب شور خزر بر روی رشد، بازماندگی و ترکیب شیمیایی بدن شاه میگوی چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*)

زهرا غیاثوند^{۱*}، مهشید شاملووفار^۲

۱. استادیار گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد

اسلامی، آزادشهر، ایران

۲. استادیار گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد

اسلامی، آزادشهر، ایران

(تاریخ دریافت: ۱۳۹۴/۸/۹ - تاریخ تصویب: ۱۳۹۴/۱۰/۲۹)

چکیده

اثر سطوح متقابل انرژی و شوری بر روی رشد شاه میگوی چنگال باریک، به مدت ۸ هفته انجام گرفت. در این آزمایش سه جیره با پروتئین ثابت ۳۰ درصد و سه سطح انرژی ۳۰۰، ۳۷۰، ۴۵۰ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم ماده غذایی، در دو سطح آب شیرین و آب لب شور خزر فرموله شد. مخازن فایبر گلاس ۱۱۰ لیتری، با ۸۰ لیتر آب، آبیگری شد. تعداد ۵ عدد شاه میگو با میانگین وزنی و انحراف معیار 17 ± 2 گرم ذخیره‌سازی شد و روزانه ۲ بار غذادهی صورت گرفت. نتایج نشان داد که سطوح مختلف انرژی اثر معنی‌داری را بر روی شاخص‌های رشد و بازماندگی نشان ندادند، اما عامل شوری، اثر معنی‌داری بر روی شاخص‌های رشد نشان داد و بهترین عملکرد در آب شیرین مشاهده گردید. در بررسی اثر متقابل انرژی و شوری بهترین و بالاترین شاخص‌های رشد و بقا در اثر متقابل آب شیرین و انرژی ۳۷۰-۰ مشاهده شد. پروتئین و چربی لاشه در تیمار شوری کاهش یافتند ($P < 0.05$). بیشترین میزان پروتئین لاشه در انرژی ۳۷۰ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم و آب شیرین مشاهده شد که دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بود ($P < 0.05$). به طور کلی می‌توان این گونه بیان کرد که جیره غذایی با سطح انرژی ۳۷۰ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم و آب شیرین، بهترین عملکرد را بر روی رشد، تغذیه و بقا در شاه میگو داشته است.

واژه‌های کلیدی: شوری، انرژی، رشد، ترکیب لاشه، شاه میگوی چنگال باریک آب شیرین.

مقدمه

انواع شاه‌میگوهای آب شیرین از مهمترین سخت‌پوستان پرورشی دنیا می‌باشند (Lucas et al., 2003). در بین شاه‌میگوهای آب شیرین از نظر ارزش تجاری گونه چنگال باریک از گران‌ترین آنها محسوب می‌شود (Skurdal et al., 1993). شاه‌میگوی چنگال باریک در کشور ما در سواحل جنوبی دریای خزر، تالاب انزلی و دریاچه سد ارس پراکنده شده و طی سالیان اخیر جزء اقلام صادراتی قرار گرفته‌اند. باتوجه به فراهم بودن شرایط مناسب در مزارع پرورش ماهیان گرمابی، منابع آبی و همچنین توان و خصوصیات بالقوه شاه‌میگو، پرورش و تولید این موجود می‌تواند از اولویت‌های صنعت آبی پروری در کشور محسوب شود (Valipour, 2011). این موجودات به‌طور طبیعی در آب‌های شور تا شیرین رودخانه‌ها، دریاها، آبگیرها و آبندان‌ها زیست می‌نمایند (Holdich et al., 1997; Koksa, 1998).

دستیابی به یک جیره غذایی مناسب از نظر فیزیولوژیکی و اقتصادی به عنوان پیش‌نیاز برای توسعه موفق این صنعت به‌شمار می‌آید (Abedian, 2003). انرژی از نیازهای اساسی موجودات آبی است و به عنوان ماده اصلی مورد نیاز و پایه، در استمرار حیات آبزیان، نگهداری و زنده ماندن آنها مطرح می‌باشد، بنابراین انرژی ابتدا برای نگهداری و حرکت و سپس برای رشد مصرف می‌شود. اگر نسبت انرژی به پروتئین کم باشد پروتئین به منظور تامین انرژی موجود، مصرف می‌شود (New, 1995).

شوری نقش مهمی در مقدار انرژی مصرفی جهت تنظیم اسمزی مایعات بدن ماهی و میگو دارد. هر گونه تغییر از حد مطلوب شوری برای آبزیان سبب افزایش نیاز انرژی برای تنظیم اسمزی می‌گردد (Silva & Anderson, 1995). لذا تعیین حد مطلوب شوری و انرژی در جیره غذایی جهت رشد بهینه، حفظ کیفیت آبی و نیز کاهش هزینه بسیار مهم است.

تحقیقات اختصاصی زیادی در زمینه نیازهای غذایی شاه‌میگوی چنگال قرمز آب شیرین (*Cherax quadricarinatus*) انجام گرفته است (Muzinic et al., 2004; Jacinto et al., 2003). در تحقیقی دیگر (Ghiasvand et al., 2012) اثر سطوح مختلف پروتئین و انرژی جیره را بر شاه‌میگوی چنگال باریک (*Astacus leptodactylus*) بررسی کردند و نتایج نشان داد که بهترین رشد و بقا در پروتئین ۳۰ درصد و سطح انرژی ۳۷۰ کیلو کالری انرژی در ۱۰۰ گرم ماده غذایی وجود داشت. در زمینه اثرات شوری بر روی رشد و بقای میگوهای آب شیرین نیز مطالعات متعددی انجام گرفته است (Melton, 2013). تأثیر افزایش میزان شوری در تنظیم اسمزی و بقای crayfish گونه (*Orconectes sp.*) انجام داد و نتایج حاکی از بالا بودن بقا در شوریهایی پایین بود. در پژوهشی دیگر (Kendall et al., 1964) اثر سطوح مختلف شوری (۱۴، ۱۶، ۲۰ و ۳۰ گرم در لیتر) را بر روی درصد بقای دو گونه از *Orconectes* (*Orconectes virilis* و *Orconectes ambarus b. bartonii*) بررسی کردند و نتایج حاکی از این بود که این گونه‌ها بیشترین زمان که در آب شور ۳۰ گرم در لیتر تحمل می‌کنند کمتر از ۵ روز می‌باشد و بیشترین درصد بقا در آب شیرین و ۶ گرم در لیتر مشاهده شد (Chand et al., 2015). اثر سطوح مختلف شوری (۰، ۵، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵ و ۳۰ گرم در لیتر) را بر روی رشد و بقای (*Macrobrachium rosenbergii*) بررسی کرد و بالاترین ضریب رشد ویژه و وزن به دست آمده و بقا در شوری ۱۰ گرم در لیتر به دست آمد. این تحقیق با هدف تعیین سطح مناسب انرژی در جیره غذایی شاه‌میگوی چنگال باریک در دو سطح شوری (آب لب شور خزر و آب شیرین چاه) و بررسی اثرات آنها بر روی رشد، ترکیبات بیوشیمیایی و بازماندگی صورت پذیرفت.

مواد و روش‌ها

جیره‌های غذایی

در این آزمایش از ۳ جیره غذایی با پروتئین ثابت ۳۰ درصد و سه سطح مختلف انرژی ۳۰۰، ۳۷۰ و ۴۵۰ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم استفاده شد. این جیره‌ها با مواد اولیه وارداتی و داخلی فرموله شدند. آزمایش به صورت فاکتوریل دو عامله (۲×۳) شامل شش تیمار با سه تکرار انجام شد. جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار لیندو (۶/۱) فرموله شدند. مواد اولیه مورد استفاده در جیره‌ها شامل: کازئین، ژلاتین، دکستروز، آرد ماهی، آرد گندم، آرد سویا و دیگر افزودنی‌ها بودند که در (جدول ۱) آورده شده است (Ghiasvand *et al.*, 2012). برای آماده کردن جیره‌ها، مواد اولیه خشک، کاملاً مخلوط شده و سپس روغن به آنها اضافه شد. سپس آب تا حالتی که مخلوط حالت خمیری سفت به خود گیرد اضافه شد. در مرحله بعدی خمیر حاصل، از یک چرخ گوشت با قطر صفحه ۲ میلی‌متری عبور داده شد و شبیه رشته‌های ماکارانی گردید. سپس در یک خشک‌کن برقی با دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت کاملاً خشک شد. پس از آن جیره‌ها شکسته شده تا اندازه مناسب به دست آید (Sadhana *et al.*, 1996).

تجزیه تقریبی و بیوشیمیایی ترکیبات جیره‌های ساخته شده در (جدول ۲)، نشان داده شده است. در این جدول انرژی غذا، تقریباً همان میزانی که در فرمول محاسبه شده بود را بیان می‌کند. (جیره ۱) شامل 10.78 ± 0.23 و (جیره ۲) شامل 10.01 ± 0.63 و (جیره ۳) حاوی 8.09 ± 0.44 (کیلو ژول در ۱۰۰ گرم) انرژی خالص می‌باشد. در (جدول ۳) نیز تجزیه تقریبی مواد اولیه مورد استفاده در جیره‌ها نشان داده شده است.

جدول ۱. درصد ترکیبات مواد اولیه خوراکی جیره‌ها

درصد مواد اولیه	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳
کازئین	۴	۳	۳
ژلاتین	۶	۱۲/۸	۱۸/۸
دکستروز	۱۸	۱۵	۱۳/۸
آرد گندم	۱/۵	۱/۵	۱/۵
آرد ماهی	۲۶	۲۶	۲۶
آرد ذرت	۹	۶/۳	۱/۹
آرد سویا	۹	۹	۹
روغن ماهی	۶/۷	۶/۶	۶/۷
سلولز	۱۲/۷	۱۲/۸	۱۲/۴
مخلوط مواد ویتامینی	۲	۲	۲
مخلوط مواد معدنی	۲	۲	۲
ویتامین ث	۱	۱	۱
کولین کلراید	۱	۱	۱
آرد شاه میگو	۱	۱	۱

جدول ۲. تجزیه بیوشیمیایی ترکیبات جیره‌های ساخته شده (میانگین \pm انحراف معیار)

مواد اولیه	جیره ۱	جیره ۲	جیره ۳
پروتئین (درصد)	30.85 ± 1.89	30.33 ± 2.57	31.3 ± 3.40
چربی (درصد)	9.88 ± 0.92	9.29 ± 0.21	9.08 ± 0.12
خاکستر (درصد)	1.25 ± 0.12	1.55 ± 0.15	1.39 ± 0.58
رطوبت (درصد)	7.85 ± 0.16	8.42 ± 0.22	6.82 ± 0.24
NFE عصاره بدون ازت (درصد)	50.17 ± 2.35	49.41 ± 2.02	50.41 ± 1.55
انرژی خالص (کیلو ژول در ۱۰۰ گرم)	10.78 ± 0.23	10.01 ± 0.63	8.09 ± 0.44

جدول ۳. تجزیه تقریبی مواد اولیه مورد استفاده در جیره‌ها

مواد اولیه	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	کربوهیدرات (درصد)	رطوبت (درصد)	الیاف (درصد)	خاکستر (درصد)	انرژی قابل هضم (کیلوکالری در ۱۰۰ گرم)
کازئین	۷۳/۵	۰/۵	۱۶/۸	۲/۲	۰/۰۵	۶/۹۹	۴۴۵
ژلاتین	۹۰	۲	۳	۴	۰/۰۳	۰/۳	۳۹۶
دکسترین	۴/۴	۰/۸	۹۰/۳	۴/۵	۰/۱۶	۰/۶	۵۲۵
آرد ماهی	۶۲/۵	۸	۷/۷۹	۶/۲	۱/۵۷	۱۴	۳۸۸
آرد گندم	۹/۵	۱	۷۵/۶	۱۱/۶	۱/۳۵	۰/۹	۳۸۲
آرد سویا	۴۱/۵	۱/۵	۳۲/۵	۱۱/۹	۵/۵۶	۷	۳۴۶
آرد ذرت	۸	۴/۹۸	۷۳	۱۰/۳	۲/۱۹	۱/۴۸	۴۱۵
روغن ماهی	-	۱۰۰	-	-	-	-	۹۶۳

سیستم پرورش و طرح آزمایشی

این آزمایش به مدت ۶۰ روز در مرکز ایستگاه تحقیقات شیلاتی سفید رود وابسته به پژوهشکده آبی پروری آب‌های داخلی بندر انزلی، انجام شد. شاه میگوهای چنگال باریک از پشت سد مخزنی ارس در استان آذربایجان غربی تهیه شدند و در جعبه‌های یونولیت همراه با مقدار پودر یخ به مرکز منتقل شدند. پس از طی مراحل سازگاری به مدت دو هفته، ۹۰ عدد از شاه میگوها با میانگین وزنی $17 \pm 2/3$ گرم، به مخزن‌های پرورشی انتقال یافتند. در این تحقیق از ۱۸ مخزن فایبر گلاس مدور ۱۱۰ لیتری که با ۸۰ لیتر آب، آبیگری شد استفاده گردید و در هر مخزن ۵ عدد شاه میگو ذخیره‌سازی شد. جهت تامین آب شیرین از آب چاه مرکز استفاده شد و برای تامین آب لب شور از آب دریای خزر استفاده گردید که بوسیله پمپ کردن برداشت شد و سپس جهت تامین اکسیژن لازم و هم دمایی، به مدت یکروز نگهداری شده و بعد از آن به مخازن انتقال داده شد. به منظور گرم کردن سالن پرورش، از یک بخاری که دارای دمنده هوا بود استفاده گردید. غذادهی ۲ بار در صبح و بعداز ظهر بر اساس ۲ تا ۳ درصد وزن بدن انجام شد. تعویض روزانه ۵۰ درصد آب، جهت برداشت مدفوع و دیگر مواد باقی‌مانده، به منظور حفظ کیفیت آب صورت گرفت. جهت هوادهی و تامین اکسیژن مورد نیاز شاه میگوها، به هر یک از

مخازن یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید. دوره نوری ۱۰ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت روشنایی بود. برای ارزیابی اثرات تیمارها بر روی شاه میگوی چنگال باریک، هر دو هفته یکبار زیست‌سنجی از شاه میگوها انجام گرفت. بعد از پایان دوره پرورش، مقدار افزایش وزن بدن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، نسبت بازده پروتئین، میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص، مصرف غذای روزانه و بازماندگی از طریق معادله‌های زیر محاسبه شد (Tacon, 1990) تا نتایج آزمایشات بر مبنای آنها مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد.

WG (%) = (درصد افزایش وزن)

$$WG (\%) = \frac{\text{وزن اولیه بدن} - \text{وزن نهایی بدن}}{\text{وزن اولیه بدن}} \times 100$$

SGR (%) = (ضریب رشد ویژه)

$$SGR (\%) = \frac{\ln \text{وزن اولیه بدن} - \ln \text{وزن نهایی بدن}}{\text{طول دوره پرورش}} \times 100$$

FCR = (ضریب تبدیل غذایی)

$$FCR = \frac{\text{افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{مقدار غذای خورده شده (گرم)}}$$

PER = (نسبت بازده پروتئین)

$$PER = \frac{\text{افزایش وزن بدن (گرم)}}{\text{مقدار پروتئین مصرفی (گرم)}}$$

چنددامنه‌ای (دانکن) مقایسه گردید و وجود یا عدم وجود اختلاف در سطح ۵ درصد تعیین گردید ($P < 0.05$).

نتایج

با مقایسه شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب مخازن پرورشی، اختلاف معنی داری بین مخازن مشاهده نشد. در طول مدت آزمایش دمای آب مخازن پرورش 17 ± 23 درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول $0.6 \pm 8/2$ میلی‌گرم در لیتر، قلیائیت 25 ± 8 بود (جدول ۴).

جدول ۴. شاخص‌های فیزیکی و شیمیایی آب مخازن

پرورشی در طول بررسی (میانگین \pm انحراف معیار)		
اکسیژن (میلی‌گرم بر لیتر)	دما (درجه سانتی‌گراد)	قلیائیت
$0.6 \pm 8/2$	17 ± 23	0.25 ± 8

داده‌های مربوط به افزایش رشد بدن، ضریب رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، بازماندگی، نسبت بازده پروتئین، بهره‌برداری از پروتئین خالص در (جدول ۵) که مقایسه میانگین شاخص‌های رشد را در سطوح مختلف انرژی نشان می‌دهد دارای اختلاف معنی‌داری نبودند و فقط میزان مصرف غذای روزانه دارای اختلاف معنی‌دار بود ($P < 0.05$).

جدول ۶ بیان می‌کند که در آب شیرین چاه و آب لب‌شور خزر تمامی فاکتورهای رشد و بقا دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($P < 0.05$) و بهترین شاخص‌های رشد و بقا در آب شیرین چاه مشاهده گردید.

در بررسی اثر متقابل انرژی و شوری در (جدول ۷) بالاترین میزان ضریب رشد ویژه، افزایش وزن، بازماندگی، نسبت بازده پروتئین و میزان بهره‌برداری از پروتئین خالص، و کمترین ضریب تبدیل غذایی در سطوح متقابل انرژی ۳۷۰ و آب شیرین مشاهده گردید و کمترین درصد بقا در سطوح متقابل انرژی و شوری ۴۵۰-۱۲ مشاهده شد که بین بیشترین میزان درصد بقا ($95/15 \pm 1/11$) و کمترین میزان درصد بقا ($91/12 \pm 1/14$) اختلاف معنی‌دار مشاهده نگردید.

$$\text{NPU (\%)} = \frac{\text{افزایش پروتئین بدن (گرم)}}{\text{پروتئین خورده شده (گرم)}} \times 100$$

$$\text{DFC (\%)} = \frac{\text{وزن بدن}}{2} \times \frac{\text{غذای خورده شده}}{\text{روزهای غذادهی}} \times 100$$

$$\text{SVR (\%)} = \frac{\text{تعداد نهایی}}{\text{تعداد اولیه}} \times 100 \quad (\text{بازماندگی})$$

تجزیه بیوشیمیایی

مقدار پروتئین، چربی، رطوبت، خاکستر، الیاف، عصاره عاری از ازت جیره‌های غذایی و لاشه شاه میگوها، از طریق روش استاندارد (AOAC, 1990) اندازه‌گیری شدند. رطوبت از طریق خشک کردن در آون (WT-BINDER) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت، خاکستر خام با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ ساعت، مقدار پروتئین خام از روش کلدال (NX6.25) و با استفاده از سیستم کلدال اتوماتیک تعیین شد. چربی با استفاده از روش سوکسله به روش وزنی پس از استخراج با استفاده از کلروفرم تعیین گردید. فیبر با استفاده از دستگاه سنجش فیبر و با استفاده از هضم اسیدی (اسیدسولفوریک) و سپس هضم قلیایی (هیدروکسید سدیم) ترکیبات غیر سلولزی و سوزاندن نمونه‌های خشک‌شده در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲ ساعت محاسبه گردید. جهت انرژی هم از بمب کالریمتر اتوماتیک استفاده شد. عصاره عاری از ازت از طریق روش محاسباتی تفریق میزان پروتئین، چربی، فیبر، رطوبت و خاکستر از ۱۰۰ محاسبه شد.

تجزیه و تحلیل آماری

تجزیه و تحلیل داده‌ها به روش تجزیه واریانس دو طرفه و با استفاده از نرم‌افزار SPSS (18) و Excel (2007) انجام شد. میانگین تیمارها به کمک آزمون

جدول ۵. مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و بازماندگی شاه میگوی چنگال باریک در سطوح مختلف انرژی

شاخص‌های رشد							
سطوح انرژی (کیلوکالری در ۱۰۰ گرم)	ضریب رشد ویژه	ضریب تبدیل غذایی	نسبت بازدهی پروتئین	بهره برداری از پروتئین خالص	مصرف غذای روزانه	وزن بدن	درصد بقا
۳۰۰	۰/۲۱±۰/۰۱ ^a	۹/۴۱±۰/۸۱ ^a	۰/۳۱±۰/۰۲ ^a	۱۴/۹۳±۱/۵۶ ^a	۳/۳۹±۰/۰۳ ^a	۱۳/۸۷±۱/۱۸ ^a	۹۴/۰۳±۱/۰۱ ^a
۳۷۰	۰/۲۲±۰/۰۱ ^a	۹/۸۱±۰/۰۳ ^a	۰/۳۰±۰/۰۲ ^a	۱۷/۳۲±۱/۹۴ ^a	۳/۶۰±۰/۰۳ ^b	۱۴/۰۳±۱/۲۸ ^a	۹۵/۰۶±۱/۰۱ ^a
۴۵۰	۰/۲۰±۱/۰۱ ^a	۱۰/۹۶±۱/۰۱ ^a	۰/۲۷±۰/۰۱ ^a	۱۵/۷۰±۱/۰۹ ^a	۳/۹۷±۰/۰۱ ^c	۱۳/۴۳±۱/۰۱ ^a	۹۳/۲۳±۱/۰۱ ^a

میانگین ± S.E. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0.05$).

جدول ۶. مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و بازماندگی شاه میگوی چنگال باریک در آب شیرین و لب شور

شاخص‌های رشد							
شوری (گرم در لیتر)	ضریب رشد ویژه	ضریب تبدیل غذایی	نسبت بازدهی پروتئین	بهره برداری از پروتئین خالص	مصرف غذای روزانه	وزن بدن	درصد بقا
آب شیرین	۰/۲۲±۰/۰۱ ^a	۹/۳۰±۰/۵۹ ^a	۰/۳۳±۰/۰۲ ^a	۲۰/۱۷±۱/۱۸ ^a	۳/۶۷±۰/۰۵ ^a	۱۴/۸۲±۰/۸۶ ^a	۹۶/۰۵±۱/۰۱ ^a
آب لب شور خزر (۱۲ گرم در لیتر)	۰/۱۹±۰/۰۱ ^b	۱۰/۸۲±۰/۶۳ ^b	۰/۲۷±۰/۰۱ ^b	۱۱/۸۰±۰/۷۵ ^b	۳/۶۳±۰/۰۳ ^a	۱۲/۷۳±۰/۹۷ ^b	۸۹/۰۳±۱/۰۱ ^b

میانگین ± S.E. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0.05$).

جدول ۷. مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و بازماندگی شاه میگوی چنگال باریک نسبت به اثر متقابل انرژی و شوری

شاخص‌های رشد							
اثر متقابل انرژی-شوری	ضریب رشد ویژه	ضریب تبدیل غذایی	نسبت بازدهی پروتئین	بهره برداری از پروتئین خالص	مصرف غذای روزانه	وزن بدن	درصد بقا
۰:۳۰۰	۰/۲۷±۰/۰۳ ^c	۸/۱۰±۰/۵۳ ^a	۰/۳۶±۰/۰۳ ^{bc}	۲۰/۱۱±۱/۴۹ ^{cd}	۳/۴۲±۰/۰۶ ^a	۱۵/۰۴±۰/۹۸ ^{ab}	۹۵/۱۵±۱/۱۱ ^c
۱۲:۳۰۰	۰/۲۱±۰/۰۱ ^{ab}	۱۰/۷۱±۱/۴۶ ^{ab}	۰/۲۷±۰/۰۴ ^{ab}	۹/۷۵±۱/۲۱ ^a	۳/۳۵±۰/۰۴ ^a	۱۲/۷۱±۲/۱۵ ^a	۹۱/۵۰±۱/۲۲ ^b
۰:۳۷۰	۰/۲۸±۰/۰۱ ^c	۷/۸۳±۰/۰۶ ^a	۰/۳۸±۰/۰۴ ^c	۲۲/۶۴±۲/۴ ^d	۳/۶۴±۰/۰۴ ^b	۱۷/۴۴±۱/۷۴ ^b	۹۵/۵۰±۱/۲۳ ^c
۱۲:۳۷۰	۰/۲۱±۰/۰۲ ^a	۱۱/۸۰±۰/۸۴ ^b	۰/۲۳±۰/۰۲ ^a	۱۱/۷۹±۱/۵۱ ^a	۳/۵۷±۰/۰۵ ^b	۱۰/۶۲±۱/۰۳ ^a	۹۲/۰۳±۱/۱۴ ^b
۰:۴۵۰	۰/۱۲±۰/۰۳ ^a	۱۱/۹۸±۱/۲۰ ^b	۰/۲۵±۰/۰۲ ^a	۱۷/۵۵±۱/۸۶ ^{bc}	۳/۹۶±۰/۰۳ ^c	۱۱/۹۹±۱/۱۶ ^a	۹۴/۵۲±۱/۱۶ ^c
۱۲:۴۵۰	۰/۲۵±۰/۰۱ ^{bc}	۹/۹۳±۰/۸۷ ^{ab}	۰/۳۰±۰/۰۲ ^{abc}	۱۳/۸۶±۰/۸۶ ^{ab}	۳/۹۷±۰/۰۱ ^c	۱۴/۸۶±۱/۵۷ ^{ab}	۹۱/۱۲±۱/۱۴ ^a

میانگین ± S.E. اعداد در یک ستون با حروف متفاوت دارای اختلاف معنی دار هستند ($P < 0.05$).

شوری ۱۲-۴۵۰ و کمترین میزان خاکستر لاشه (۱/۴۲±۰/۰۹) در تیمار متقابل انرژی-شوری ۳۰۰-۰ مشاهده شد که دارای اختلاف معنی دار بودند ($P < 0.05$). انرژی قابل هضم لاشه در سطوح مختلف انرژی-شوری ۱۲-۳۷۰ بیشترین میزان و در تیمار انرژی-شوری ۰-۴۵۰ کمترین میزان را داشت که بین این دو تیمار اختلاف معنی دار بود ($P < 0.05$).

داده‌های مربوط به تأثیر متقابل انرژی و شوری بر روی آنالیز لاشه در (جدول ۸) نشان داده شده است. بیشترین میزان پروتئین لاشه در تیمار متقابل انرژی شوری ۳۷۰-۰ به میزان ۸۱/۸۱ درصد و کمترین در ۱۲-۳۰۰ به میزان ۷۷/۰۵ درصد مشاهده شد که دارای اختلاف معنی دار بودند ($P < 0.05$). بیشترین میزان خاکستر لاشه (۴/۴۷±۰/۲۴) در تیمار متقابل انرژی-

جدول ۸. مقایسه میانگین ترکیب بیوشیمیایی بدن شاه میگوی چنگال باریک (درصد ماده خشک)

نسبت به اثر متقابل سطوح انرژی و شوری

ترکیب بیوشیمیایی لاشه				
اثر متقابل انرژی-شوری	پروتئین (درصد)	چربی (درصد)	خاکستر (درصد)	انرژی قابل هضم (کیلوکالری در ۱۰۰ گرم)
۰:۳۰۰	۸۰/۴۱±۰/۰۶ ^c	۱/۹۰±۰/۱۷ ^b	۱/۴۲±۰/۰۹ ^a	۴۳۵/۹۹±۴۱/۹۰ ^{ab}
۱۲:۳۰۰	۷۷/۰۵±۰/۳۹ ^a	۲/۴۹±۰/۰۸ ^c	۱/۴۵±۰/۰۸ ^a	۴۴۴/۲۶±۱۴/۷۳ ^c
۰:۳۷۰	۸۱/۸۱±۰/۵۳ ^d	۲/۰۱±۰/۰۳ ^b	۱/۵۲±۰/۰۸ ^a	۴۴۲/۱۴±۱۳/۲۱ ^{bc}
۱۲:۳۷۰	۷۷/۹۰±۰/۵۴ ^{ab}	۲/۸۳±۰/۱۳ ^d	۱/۲۳±۰/۰۰ ^a	۴۴۶/۶۰±۹/۲۵ ^c
۰:۴۵۰	۸۰/۳۹±۰/۳۹ ^c	۱/۴۰±۰/۰۸ ^a	۳/۴۰±۰/۳۸ ^b	۴۲۸/۹۵±۲۶/۲۶ ^a
۱۲:۴۵۰	۷۸/۸۱±۰/۱۲ ^b	۱/۴۴±۰/۱۰ ^a	۴/۴۷±۰/۳۴ ^c	۴۲۹/۷۱±۰/۲۲ ^a

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

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج این تحقیق نشان داد که در یک پروتئین ثابت، افزایش انرژی تا سطح ۳۷۰ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم نتایج بهتری از نظر شاخص‌های رشد و تغذیه برای این شاه میگوها داشت. در مقایسه با نتایج فوق (Jacinto et al., 2009) نشان دادند که در *Cherax quadricarinatus* افزایش میزان انرژی جیره موجب زیاد شدن میزان ضریب تبدیل غذایی ولی کم شدن مقدار نسبت بازده پروتئین گردید که نتایج مشابه با تحقیق حاضر می‌باشد (Gomez et al., 1997). تحقیقی بر روی میگوی آب شیرین *Macrobrachium rosenbergii* انجام دادند، نتایج نشان داد که بهترین میزان نسبت بازده پروتئین در سطح انرژی ۳۸۴ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم مشاهده شد که در مقایسه با تحقیق حاضر نتایج مشابهی نشان داد. یکی از مهمترین اعمال فیزیولوژیکی که به شدت تحت تأثیر انرژی جیره غذایی می‌باشد رشد آبی می‌باشد (Gholampour et al., 2011).

با توجه به تحقیقات انجام گرفته می‌توان این‌گونه بیان کرد که اگر مقدار انرژی جیره از حد بهینه زیادتر باشد باعث افزایش چربی شده و ثانیاً مصرف غذا را کاهش می‌دهد و موجب می‌گردد نیازهای غذایی دیگر تامین نگردد و کمبود مواد مغذی و کاهش رشد را به دنبال خواهد داشت (Lee et al., 1995).

یکی از مهمترین عوامل مؤثر بر پایداری و بقای آبزیان، شوری می‌باشد. چنانچه بتوان از آب‌های شیرین، شور و لب شور منابع داخلی جهت پرورش آبزیانی با صرفه اقتصادی و سازگار با شرایط جدید استفاده کرد، تا حدود زیادی می‌توان کمبود پروتئین‌های با منبع جانوری را جبران کرد (Gholampour et al., 2011).

نتایج مطالعه حاضر همچنین نشان داد که استفاده از آب شیرین (چاه) برای رشد شاه میگوی چنگال باریک ایرانی بهتر از شوری دریای خزر (۱۲ قسمت در هزار) می‌باشد. نتایج مشابهی توسط Geddes & Mills (1980) گزارش شده است، آنها بیان کردند که گونه *Cherax deusstructor*، در شوری کمتر رشد و بقاء بیشتر را نشان دادند که مشابه تحقیق حاضر می‌باشد (Meade et al., 2002). نیز تأثیرات درجه حرارت و شوری را بر روی وزن، میزان مصرف اکسیژن و بازده رشد در شاه میگوی مردابی قرمز *Cherax quadricarinatus* بررسی کرده و مشخص نمودند که به طور کلی بیشترین میزان وزن در شوری‌های بین صفر تا ۵ گرم در لیتر حاصل شده ولی درصد بازماندگی در شوری‌های بیشتر از ۵ گرم در لیتر کاهش یافت که با تحقیق حاضر مشابهت دارد (Holdich et al., 1997). قدرت سازگاری سه گونه مختلف شاه میگو (*Austropotamobius*

توسط Shiau et al. (1992) گزارش شده است. نتایج آزمایش آنها نشان داده است که با افزایش شوری نیاز به انرژی در جیره غذایی میگوی ببری سیاه نیز افزایش یافت. همچنین Abedian Kenari (2001) نتایج مشابهی را درباره تأثیرات افزایش شوری بر میگوی سفید هندی گزارش کرد. با افزایش میزان انرژی جیره تا حد ۳۷۰ کیلو کالری در ۱۰۰ گرم میزان انرژی و چربی لاشه افزایش یافت که با نتایج Abedian Kenari (2001) که بر روی میگوی سفید هندی انجام داد مشابهت دارد. همچنین در مقایسه با کار این محقق که بر روی میگوی سفید هندی انجام دادند با افزایش شوری میزان انرژی قابل هضم افزایش می‌یابد که در کار حاضر نیز نتایج مشابه بود.

به طور کلی می‌توان بیان داشت که جیره حاوی انرژی ۳۷۰ کیلوکالری در ۱۰۰ گرم و آب شیرین دارای بالاترین شاخص‌های رشد، درصد بازماندگی و میزان بالای پروتئین لاشه می‌باشد و به عنوان یک جیره غذایی مناسب معرفی می‌گردد. با این حال بررسی‌های بیشتر در رابطه با سطوح انرژی و شوری، مخصوصاً شوری‌های ما بین صفر و ۱۲ گرم در لیتر جهت بررسی دقیق‌تر شاخص‌های تغذیه‌ای و رشد شاه میگوی چنگال باریک ضروری به نظر می‌رسد.

Pacifastacus leniusculus palliepes و *Astacus leptodactylus* را در شوری‌های مختلف بررسی کردند. در این آزمایش هر ۳ گونه در معرض شوری‌های ۷، ۱۴، ۲۱، ۲۸ و ۳۵ گرم در لیتر در مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند. هر سه گونه قدرت تنظیم اسمزیشان در شوری‌های بین ۷ تا ۱۴ گرم در لیتر بسیار زیاد و متعاقباً رشد بهتر و در شوری‌های ۲۱ و ۲۸ گرم در لیتر پایین بود (Jones et al., 1998; Furst et al., 1996) نیز بهترین حد رشد در شاه میگوی *quadricarinatus Cherax* را در شوری صفر الی ۱۲ گرم در لیتر اعلام نمودند. در بررسی سطوح متقابل انرژی و شوری در تحقیق حاضر بهترین شاخص‌های رشد و بقا در سطوح متقابل انرژی ۳۷۰ کیلو کالری در ۱۰۰ گرم و شوری صفر مشاهده گردید ولی شاخص‌های رشد، زمانی که شوری به ۱۲ گرم در لیتر رسید، با همین سطح انرژی، کاهش نشان داد. علت این کاهش را شاید بتوان اینگونه تفسیر کرد که با افزایش شوری، شاه میگوها جهت تنظیمات اسمزی نیاز به انرژی بیشتری دارند در نتیجه این انرژی را صرف تنظیم اسمزی می‌کنند نه رشد، در نتیجه رشد آنها با افزایش شوری در سطح انرژی قبلی کاهش می‌یابد. دلیل پایین آمدن نرخ رشد و درصد بقا در نتایج مشابهی نیز

REFERENCES

- Abedian Kenari, AM.; (2001). Effect of different levels of protein and energy diet on growth factor, survival, body composition of *penaeus indicus* in different levels of salinity. Dissertation of Tarbiat Modarres University; 131p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists); (1990). Official Methods of Analysis, 15th ed. AOAC, Arlington; VA: 1141 pp.
- Chand, BK.; Trivedi, SK.; Rout, SK.; Beg, MM.; Das, UK.; (2015). Effect of salinity on survival and growth of giant freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man). Journal of Aquaculture Reports; 2: 26-33.
- Furst, M .; (1988). Future perspectives for Turkish crayfish fishery. Istanbul universities Su Urunleri Y.O.Su Urunleri; 2: 139-147.
- Ghiasvand, Z.; Matinfar, A.; Valipour, A.; Soltani, M.; Kamali, A.; (2012). Evaluation of different dietary protein and energy levels on growth performance and body composition of narrow clawed crayfish (*Astacus leptodactylus*). Iranian Journal of Fisheries Sciences; 11(1): 63-77.

- Gholampour, T.; Imanpour, M.R.; Hosseini, A.; Shabanpour, B.; (2011). Effect of different levels of salinity on growth indices, survival rate, food consumption and blood parameters in *Rutilus frisii kutum* (kamensky, 1901) fingerling. *Journal of biology of iran*; 4: 539-548.
- Gomez, D.; Kasahara, S.; (1987). The morphological development of *Macrobrachium rosenbergii* (de Man) larvae. *J. Fac. Appl. Biol. Sci*; 26: 43-56.
- Holdich, D.; Harlio, M.; Firkins, I.; (1997). Salinity Adaptations of Crayfish in British Waters with Particular Reference to *Austropotamobius pallipes*, *Astacus leptodactylus* and *Pacifastacus leniusculus*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*; 44: 47-154.
- Jacinto, CE.; Colmenares, HV. Cerecedo, RC. Cordova, RM.; (2003). Effect of dietary protein level on growth and survival of juvenile freshwater crayfish *Cherax quadricarinatus* (Decapoda: Parastacidae). *Aquacult Nutrition*; 9: 207-213.
- Jacinto, C E.; Cordova, A I.; Asceincio, F.; Villarreal, H.; (2009). The effect of protein and energy levels in diet on the antioxidant activity of juvenile redclaw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Hydrobiological science*; 19: 77-83.
- Jones, P L.; Silva, S S.; Mitchell, BD.; (1996). The effect of dietary protein source on growth and carcass composition in juvenile Australian freshwater crayfish. *Aquaculture International*; 4: 361-376.
- Kendall, A.; Schwartz, FJ.; (1964). Salinity Tolerances of Two Maryland Crayfishes. *The Ohio J. of Sci*; 64: 403-409.
- Koksal, G.; (1998). *Astacus leptodactylus* in Europe. *Freshwater crayfish*; 5: 365-400.
- Lee, K H.; Qi, G H.; Sim, J S.; (1995). Metabolizable energy and amino acid availability of full-fat seeds, meals, and oils of flax and canola. *Poultry Sci*; 74: 1341-1348.
- Lucas, P.; Ukhanov, K.; Leinders, T.; Zufall, F.; (2003). A diacylglycerol-gated cation channel in vomeronasal neuron dendrites is impaired in TRPC2 mutant mice Mechanism of pheromone transduction. *Neuron*; 40:551-561.
- Meade, E.; Doeller, J.; Kraus, W.; Watis, S.; (2002). Effects of Temperature and Salinity on Weight Gain, Oxygen Consumption Rate, and Growth Efficiency in Juvenile Red-Claw Crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*; 33: 188-198.
- Melton, A.; (2013). On the heart rate and osmoregulatory ability of the invasive crayfish, *Orconectes sp.* *Biology University of Puget Sound*; 334.
- Mills, B.; Geddes, M.; (1980). Salinity tolerance and osmoregulation of the Australian freshwater crayfish (*Cherax destructor*). *Marine and Freshwater Research*; 31: 667-676.
- Muzinic, LA.; Thompson, KR.; Morris, A.; Webster, CD.; Rouse, DB.; (2004). Partial and total replacement of fish meal with soybean meal and brewer's grains with yeast in practical diets for Australian red claw crayfish *Cherax quadricarinatus*. *Aquaculture*; 230: 359-376.
- New, MB.; (1995). Status of freshwater prawn farming: a review. *Aquaculture Research*; 26: 1-54.
- Sadhana, M.; Neelakantan, B.; (1996). Effect of different protein levels in the purified diets on the growth of *penaeus merguensis* de man and feed conversion ratio. *Indian journal of fish*; 43(1):61-67.
- Shiau, S.; Lin, KP.; Chiou, CL.; (1992). Digestibility of different protein source by *Penaeus monodon* raised in brackish water and in sea water. *Journal of Apply Aquaculture*; 1: 47-54.
- Silva, S S D.; Anderson, T A.; (1995). Fish nutrition in aquaculture, Chapman & Hall.
- Skurdal, J.; Qveniled, T.; Taugbol, T.;

- Garnas, E.; (1993). Long term study of exploitation, yield and stock structure of noble crayfish *Astacus astacus* in Lake Steinsfjorden. S.E. Norway; 9: 118-133.
- Tacon, A G J.; (1990). Standard methods for the nutrition and feeding of farmed fish and shrimp, Argent Laboratories Press.
- Valipour, A.; Shariatmadari, F.; Abedian, A.; Seyfabadi, S. J.; Zahmatkesh, A.; (2011). Growth, Molting and Survival Response of Juvenile Narrow Clawed Crayfish, *Astacus leptodactylus*, Fed Two Sources of Dietary Oils. Iranian Journal of Fisheries Sciences; 10(3): 505-518.