تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۱۰/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۱/۱۰/۳۰

نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۸، شماره ۱، بهار ۱۳۹٤

ص ۱۰۵-۱۱۵

تأثیرات سطوح مختلف کربوهیدرات جیره در شاخص‌های رشد و ترکیبات شیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense* de Haan, 1849)

❖ **حمید علاف نویریان*:** استادیار، گروه شیلات دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران
❖ **مجیدرضا خوش‌خلق:** استادیار، گروه شیلات دانشکدهٔ منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، ایران

چکیده

به منظور بهبود شرایط رشد گونه‌های پرورشی، تعیین سطوح مناسب مواد مغذی انرژی‌زا، به‌ویژه میزان کربوهیدرات، ضروری است. با توجه به اینکه تاکنون مطالعات جامعی دربارهٔ نیازهای غذایی با تأکید بر اثر کربوهیدرات در این گونه انجام نشده است، از این رو آزمایشی تغذیه‌ای به منظور بررسی اثر مقادیر مختلف کربوهیدرات در عوامل رشد و ترکیب شیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق انجام شد. پنج سطح ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درصد کربوهیدرات در سه تکرار برای هر یک از تیمارهای تغذیه‌ای با پروتئین ثابت (۶۱٪± ۳۵ درصد) و چربی ثابت (٤۳ /۰ ± ۸ درصد) فرموله و تنظیم شد. تعداد ۲۲۵ قطعه میگوی جوان با میانگین وزن ۳۳ /۰ ± ۱/۵ گرم به طور کاملاً تصادفی بین ۱۵ عدد مخزن آکواریومی ۲۰۰ لیتری، توزیع شد. میگوهای جوان تغذیه‌شده با جیرهٔ حاوی ۳۰ درصد کربوهیدرات مطلوب‌ترین شرایط را از نظر شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای نشان دادند و با سایر تیمارها اختلاف معناداری داشتند (P <۰/۰۵). نتایج شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای مانند درصد افزایش وزن نسبی (RGR)، ضریب رشد ویژه (SGR)، کارایی پروتئین (PER)، ضریب تبدیل غذا (FCR) و درصد بازماندگی (SR) در تیمارهای ۱ و ۵ با سطح ۱۵ و ۳۵ درصد کربوهیدرات تفاوت معناداری نشان ندادند (P> ۰/۰۵). مقایسهٔ میانگین ترکیب شیمیایی لاشهٔ میگوهای جوان مورد آزمایش تفاوت معناداری در میزان پروتئین خام، چربی خام، خاکستر کل و رطوبت در بین تیمارهای ۲، ۳ و ٤ نشان نداد (P > ۰/۰۵)، در حالی که تیمارهای ۱ و ۵ از میزان رطوبت بیشتر و چربی و پروتئین کمتری در لاشه برخوردار بودند (P < ۰/۰۵).

واژگان کلیدی: ترکیبات شیمیایی بدن، شاخص رشد، کربوهیدرات، میگوی رودخانه‌ای شرق، *Macrobrachium nipponense*.

* نویسندهٔ مسئول: navi@guilan.ac.ir

۱. مقدمه

پرورش میگوی رودخانه‌ای شرق (Oriental river prawn) به منظور تولید گوشت و استحصال آن در کشورهای آسیای جنوب شرقی به‌ویژه چین، تایلند، سنگاپور و ژاپن در دههٔ ۱۹۹۰ میلادی مورد توجه قرار گرفت (Wang & Qinnong, 1999). آبزی‌پروری میگوی رودخانه‌ای شرق در کشور چین همواره مورد توجه بوده و در صدر تولیدات جهانی قرار دارد؛ تولید این گونه در حال حاضر به بیش از ۲۰۰۰۰۰ تن در سال می‌رسد (FAO, 2009). میگوی رودخانه‌ای شرق در رودخانه‌های استان گلستان مشاهده و گزارش شده است (Gorgin & Alimohammadi, 2004) و هم‌اکنون در بسیاری از آبگیرها و رودخانه‌های گیلان نیز مشاهده می‌شود (Nasrollahzadeh & Noverian, 2010). این گونه به‌راحتی در آب‌های شیرین تخم‌ریزی می‌کند و مرحلهٔ لاروی کوتاه‌مدتی را می‌گذراند و آب‌های سرد را نیز به‌خوبی تحمل می‌کند (Shang, 1982; Pillay & Kutty, 2005)؛ بنابراین عامل بالقوهٔ مناسبی در صنعت آبزی‌پروری سایر استان‌های کشور است که از منابع آب شیرین برخوردارند.

اطلاعات کافی در زمینهٔ شرایط بهینهٔ پرورشی، به‌ویژه نیازهای غذایی و فرموله‌کردن غذاهای کنسانتره، برای میگوی رودخانه‌ای شرق در قیاس با سایر گونه‌های پرورشی در دسترس نیست؛ گرچه در سال‌های اخیر مواد مغذی عمدهٔ انرژی‌زا مانند پروتئین و چربی مطالعه و تحقیق شده است (Noverian & Mohammadi, 2008)، اما هیچ‌گونه مطالعاتی در خصوص نیازهای کربوهیدرات این گونه انجام نشده است. کربوهیدرات‌ها به‌منزلهٔ منبعی انرژی‌زا و ارزان قیمت با پروتئین و چربی هم‌پوشانی دارد و به‌منزلهٔ هم‌بندی طبیعی و جاذب غذایی (خوش خوراکی) در جیره‌های غذایی میگوها نیز استفاده می‌شود. به‌علاوه کربوهیدرات‌ها نقش مهمی در سنتز کیتین، استروئیدها و نیز تشکیل گلیکوژن دارند؛ کیتین از اجزای لازم در ساختار اسکلت خارجی، آستر روده و غشای پریتروفیک میگوهاست و از نظر بیوشیمیایی پلیمری غیرشاخه‌ای ـ استیل ـ دی ـ گلوکز آمینی است و معمولاً با شکار از غذاهای طبیعی تأمین می‌شود (Akiyama, *et al.*, 1992). حضور کربوهیدرات‌ها که شامل آمیلاز، مالتاز، ساکاراز، کیتناز و سلولاز است در میگوها به اثبات رسیده است. کیتناز و سلولاز احتمالاً منشأ باکتریایی تجزیه‌کنندهٔ سلولز و کیتین‌اند و هنگامی که کربوهیدرات به جیرهٔ دارای پروتئین پایین به میزان ۳۰ درصد اضافه شود، سرعت رشد و بقای میگوها افزایش می‌یابد (Teshima & lcanazwa, 1989). میگوها به طور کلی نشاسته، ساکاروز، ماکتوز و دکسترین را نسبت به گلوکز و فروکتوز بهتر هضم و جذب می‌کنند (Fenncci *et al.*, 1982).

سطح مطلوب نشاسته در میگوی غول‌آسای آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) به دلیل همه‌چیزخواری با تمایل به گیاه‌خواری تا ۳۰ درصد گزارش شده است (Sick *et al.*, 1983).

Noverian & Gopal (2005) اهمیت کربوهیدرات را در تأثیرات سطوح مختلف پروتئین و انرژی در میگوی سفید هندی نشان دادند که با بالابردن منابع نشاسته‌ای تا سطح ۳۲ درصد، به طور قابل ملاحظه‌ای میزان پروتئین جیره را کاهش داد. بنابراین، انتخاب بالای ۳۰ درصد کربوهیدرات جیره بر اساس گزارش محققان دربارهٔ میگوی غول‌آسای آب شیرین صورت گرفته است. گزارش‌های برخی از

محققـان مؤیـد ایـن امـر اسـت کـه بـا بـالابردن کربوهیدرات تا ۳۵ درصد جیـرهٔ غـذایی شـاه‌میگـوی آب شیرین باتلاقی، علاوه بر رشـد و بقـای مطلـوب، هم‌پوشانی مناسبی با پروتئین و چربی پدیـد مـی‌آورد (Jover *et al.*, 1999). سطح بهینهٔ کربوهیدرات مورد نیاز در جیرهٔ گونه‌های مختلف میگوهای آب شـیرین بـین ۲۵ تـا ۳۳ درصـد پیشـنهاد شـده اسـت (New, 1980). سطح مناسب کربوهیـدرات در جیـرهٔ غـذایی میگوی رودخانه‌ای شـرق بـه دلیـل اسـتفادهٔ بهینـه و تقلیل هزینه‌ها اهمیت دارد، زیرا بـا اسـتفاده از منـابع کربوهیدرات، به‌منزلـهٔ انـرژی، از افـزایش غیرمعقـول پروتئین و چربی جلوگیری می‌شود. اگرچه میگوهـای آب شیرین به دلیل رژیم همه‌چیزخواری و تمایـل بـه گیـاه‌خـواری، نسـبت بـه آبزیـان گوشـت‌خـوار، از کربوهیـدرات بـه نحـو احسـن و بـا مقـادیر بـالاتری استفاده می‌کنند (New & Valenti, 2000)، اما هنـوز این امر برای میگوی رودخانه‌ای شرق جوان معلـوم و مشخص نیست؛ به علاوه متناسب با نیازهای تغذیه‌ای این گونه که با آب‌های شمال کشور سازگار شده‌انـد، می‌بایست تحقیـق انجـام شـود. بنـابراین، بـه منظـور تسریع در رشد میگوی جـوان، بررسـی تغذیـه‌ای بـا تأثیرات سطوح مختلف کربوهیدرات در جیرهٔ غـذایی با توجه به معیارهای رشد آن انجام شد.

۲. مواد و روش‌ها

این آزمایش به مـدت ٦۰ روز انجـام شـد. میگوهـای جـوان در ایـن طـرح از رودخانـه‌هـای ضـیابر و سیاه‌درویشان بخش‌های صومعه‌سرا تهیه و بـا شـرایط مطلوب بـه سـالن تکثیـر و پـرورش دانشـکدهٔ منـابع طبیعی منتقل شد. پـس از هـم‌دمـایی میگوهـا بـا آب سالن، به مخزن ۲ تنی انتقال یافت. در آنجا بـه مـدت ٤۸ ساعت بدون غـذادهی نگهـداری شـدند. سـپس، تعداد ۲۲۵ قطعه میگوی جوان بـا میـانگین وزن ۰/۳۳ ± ۱/۵ گرم به طـور کـاملاً تصـادفی بـین ۱۵ مخـزن آکواریومی ۲۰۰ لیتری با ۱۵۰ لیتـر آب تـازه و فیلتـره ذخیره شدند.

۱.۲. طرح جیره

پنج جیرهٔ نیمه‌خـالص در سـطوح ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ درصد کربوهیـدرات بـا پـروتئین (۳۰ درصـد) و چربی ثابت (۸ درصد) در نظر گرفتـه شـد. بنـابراین، آزمایش با پنج تیمار و سه تکرار برای هر یـک انجـام شد. جیره‌ها با استفاده از نرم‌افزار جیره‌نویسـی لینـدو ۲۰۰۰ فرمول‌بندی شد و مـواد اولیـه شـامل آلبـومین تخم‌مـرغ و دکسـترین (Sigma-Aldrich U.S.A) بـه همـراه ژلاتـین، روغـن مـاهی و روغـن آفتـابگردان (داخلی) به‌منزلهٔ مواد اولیهٔ خـالص بـه انضـمام مـواد طبیعی غیرخالص مانند آرد ماهی مرغوب، آرد گنـدم، آرد سویا و آرد میگو (داخلی) تهیه شـد (جـدول ۱). نخست، مواد اولیهٔ خشک و پودری مورد نیاز جیره‌ها با یکدیگر مخلوط شد. سپس، روغن به آن‌هـا اضـافه شد. ترکیبـات نشاسـته‌ای جداگانـه پختـه و ژلاتینـی شدند و بعداً به سایر اجزای ترکیـب اضـافه شـدند و مجدداً اختلاط صورت گرفت. اجزای کـم‌نیـاز ماننـد مخلوط ویتـامینی مـواد معـدنی و سـایر افزودنـی‌هـا جداگانه مخلوط، سپس به ترکیبات عمده اضافه شـد. آب به مقداری (۲۰ درصد اختلاط) که جیـرهٔ حالـت خمیری نسبتاً سفتی به خود گیرد (خمیر نـانوایی) بـه غذای ترکیبی اضافه شـد. سـپس، خمیـر حاصـل بـه منظور افزایش قابلیت هضم، تحت فشـار و بخـار در اتوکلاو، به مدت حداکثر ۱۵ دقیقـه بخـارپز شـد. در نهایت، مخلـوط پختـه‌شـده از طریـق چـرخ‌گوشـت (روزنهٔ ۲ میلی‌متر) به صـورت رشـته‌هـای ماکـارونی

(پلت) درآمد و برای تقلیل رطوبت به کمتر از ۱۰ درصد در اون با حرارت ٦٠ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت نگهداری شد. قطعات طویل پلت در خردکن به قطعات ریزتر تبدیل شد که متناسب با دهان میگوهای جوان از غربال ۸۰۰ و ۱۰۰۰ میکرون عبور داده شد.

جدول ۱. درصد ترکیبات جیره‌های آزمایشی (جیرهٔ نیمه‌خالص)

مواد اولیه	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥
آلبومین تخم‌مرغ	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
ژلاتین ماهی	۹	۹	۹	۹	۹
دکسترین (۹۱/۷درصد کربوهیدرات)	۱۸	۲۲	۲٦	۳۰	۳٤
آرد ماهی	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵	۱۵
آرد میگو	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
آرد سویا	۵	۵	۵	۵	۵
سبوس برنج	۸	۷	٦	۵	۱/۱۳
روغن ماهی	٤	٤	٤	٤	٤
روغن آفتابگردان	٤	٤	٤	٤	٤
هم‌بند[1]	۱	۱	۱	۱	۱
لیستین	۱	۱	۱	۱	۱
مواد ویتامینی [2]	۳	۳	۳	۳	۳
مواد معدنی [3]	۲	۲	۲	۲	۲
ویتامین ث آبزیان	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱	۰/۱
ضد قارچ	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
آنتی اکسیدان [4]	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲	٪۲
کربوکسی متیل سلولز [5]	۹/۵۳	٦/۵۳	۳/۵۳	۰/۵۳	۰
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

(نویریان و محمدی، ۱۳۸۷ به غیر از دکسترین)

۲.۲. زیست‌سنجی و محاسبات

غذادهی میگوهای جوان بر حسب مشاهدات و رفتار تغذیه‌ای ماهیان در حد سیری، در چهار وعدهٔ غذایی (ساعات ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰) به میزان ۳ تا ۱ درصد وزن بدن برآورد شد؛ روز بعد مدفوع و سایر مواد باقیمانده در کف هم‌زمان خارج، و قبل از غذادهی بعدی آب تعویض می‌شد. اندازه‌گیری عوامل کیفی آب همچون درجهٔ حرارت، اکسیژن محلول و pH روزانه در دو نوبت انجام می‌شد، در حالی که سختی کل و نیتریت هر دو هفته یک‌بار صورت می‌گرفت. در کل دورهٔ آزمایش میزان دما ۲۷/۸ـ۲٤/٦ درجهٔ سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ٦/٤ـ۵/۲ میلی‌گرم/ لیتر، pH ۷/۲ـ۷/٦، سختی کل ۱٤۰ـ۱۳۰ میلی‌گرم/ لیتر و نیتریت ۰/۰۰۵ـ۰/۰۰۳ میلی‌گرم/ لیتر در نوسان بود.

ماهیان هر دو هفته یک‌بار زیست‌سنجی می‌شدند تا نسبت تنظیم جیره بر اساس زیست‌توده محاسبه شود. عوامل رشد مانند درصد افزایش وزن، درصد رشد ویژهٔ روزانه، ضریب تبدیل غذا، کارایی

پروتئین و درصد بازماندگی از طریق معادلات ذیل محاسبه می‌شد.

= (R.G.R) درصد افزایش وزن
/ وزن اولیه (گرم) ـ وزن نهایی (گرم)
۱۰۰ × وزن اولیه (گرم)

= (SGR) ضریب رشد ویژه (درصد روزانه)
/ وزن اولیه L_n ـ وزن نهایی L_n
۱۰۰ × طول دورهٔ پرورش

= (FCR) ضریب تبدیل غذا
وزن تر تولیدشده(گرم)/غذای خشک داده‌شده (گرم)

= (PER) نسبت کارایی پروتئین
پروتئین مصرفی (گرم) / افزایش وزن (گرم)

= (SR) درصد بازماندگی
۱۰۰ × تعداد اولیه / تعداد نهایی

۳.۲. تجزیهٔ تقریبی ترکیبات جیره‌ها و ترکیبات مغذی لاشهٔ میگو

نمونه‌ای ۱۵تایی در ابتدای آزمایش و پنج نمونهٔ سه‌تایی از هر تیمار و تکرار در انتهای آزمایش به طور تصادفی انتخاب و میگوهای منتخب با دُوز بیش از حد MS_{222} (۱۰۰ ppm) کشته و برای تعیین ترکیب تقریبی لاشه در دمای ۲۰ـ درجهٔ سانتی‌گراد منجمد شد.

آنالیز تقریبی ترکیبات جیره و لاشهٔ میگوها در آزمایشگاه تغذیهٔ دانشکدهٔ منابع طبیعی بر اساس استاندارد (A.O.A.C, 1999) انجام شد. پروتئین خام با استفاده از دستگاه ماکرو کجلدال و از روش حاصل‌ضرب ازت در ضریب پروتئینی (N × ٦/٢٥) اندازه‌گیری شد؛ چربی خام از روش سوکسله با استفاده از دی‌اتیل اتر، به‌منزلهٔ حلال، به مدت هشت ساعت به دست آمد. خاکستر کل از معدنی‌شدن نمونه در کورهٔ الکتریکی تحت دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد سنجیده شد. رطوبت از طریق خشک‌کردن نمونه در دمای ۱۰۵ درجهٔ سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت حاصل شد. انرژی کل یا خام با استفاده از دستگاه بمب کالری‌متر به دست آمد. از دکسترین به‌منزلهٔ منبع کربوهیدرات خالص و جهت بالانس جیره استفاده شد. میزان کربوهیدرات بر اساس اختلاف و به شرح فرمول زیر به دست آمد.

: درصد کربوهیدرات
(رطوبت + فیبر+ خاکستر + پروتئین + چربی) − ۱۰۰

جدول ۲. تجزیهٔ تقریبی جیره‌های مورد استفاده آزمایشی (آزمایشگاه تغذیهٔ دانشکدهٔ منابع طبیعی) بر اساس مادهٔ خشک

مواد مغذی	تیمار ۱	تیمار ۲	تیمار ۳	تیمار ٤	تیمار ٥
پروتئین خام	٣٥/٣ ± ٠/٢٦	٣٥/١ ± ٠/٣٥	٣٦/٨ ± ٠/١٢	٣٥/٦ ± ٠/٢٧	٣٥/٨ ± ٠/٥٢
چربی خام	٨/٤ ± ٠/٤١	٨/٢ ± ٠/١٧	٨/١ ± ٠/٢٨	٨/٣ ± ٠/٣٩	٨/٥٢ ± ٠/٤٥
خاکستر کل	٦/٢ ± ٠/٥٢	٦/٤ ± ٠/٤٥	٦/٦ ± ٠/٣٧	٦/٧ ± ٠/٤٥	٦/٩ ± ٠/٥١
فیبر خام	٣/٤ ± ٠/٣٢	٣/٦ ± ٠/٤٢	٣/٧ ± ٠/٥١	٣/٨ ± ٠/٧١	٤/٢ ± ٠/٣٨
رطوبت	٩ ± ٠/٤٥	٩/٥ ± ٠/٧٧	٩/٨ ± ٠/٤٥	٨/٥ ± ٠/٦٥	٩/٢ ± ٠/٣١
کربوهیدرات کل	١٥/٣ ± ٠/٧٦	٢٠/٦ ± ٠/٨١	٢٥/٢ ± ٠/٧٦	٣٠/٤ ± ٠/٥٩	٣٥/٢ ± ٠/٧٧
انرژی خام (کیلوکالری/ کیلوگرم جیره)	٣٠٦٠ ± ١٥	٣٢٨٠ ± ١٧	٣٥٠٠ ± ١٤	٣٧٢٥ ± ١٨	٣٩٦٠ ± ١٩

۴.۲. آنالیز آماری

با استفاده از نرم‌افزار SPSS از آزمون Kolmogorov-Smirnov برای تعیین همگنی داده‌ها استفاده شد. مقایسهٔ میانگین تیمارها به کمک آزمون One way-ANOVA و در صورت اختلاف معنادار بین میانگین‌ها از آزمون دانکن در سطح ۵ درصد (P< ۰/۰۵) استفاده خواهد شد.

۱. هم‌بند از نوع سدیم بنتونیت محصول شرکت فرزاد خراسان شمالی
۲. مواد ویتامینی Kanazawa ۱۹۸٤
۳. مواد معدنی U.S.P.mixture
٤. آنتی‌اکسیدان از نوع بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT)
۵. کربوکسی متیل سلولز به‌منزلهٔ پرکننده (Filler).

۳. نتایج

۱.۳. شاخص‌های رشد

نتایج مربوط به شاخص‌های رشد مؤید این امر است که میگوهای جوان در برابر سطوح مختلف کربوهیدرات در جیره عکس‌العمل‌های متفاوتی نشان می‌دهند. مقایسهٔ میانگین شاخص‌های رشد میگوی جوان در جدول ۳ نشان‌دهندهٔ این است که با افزایش سطح کربوهیدرات در جیرهٔ ٤ به میزان ۳۰ درصد، درصد رشد نسبی (R.G.R) و رشد ویژهٔ روزانه (S.G.R) بهبود می‌یابد و با سایر تیمارها اختلاف معناداری را نشان می‌دهد (P< ۰/۰۵). نتایج میگوهای جوان تغذیه‌شده با جیره‌های مورد آزمایش، افزایش وزنی برابر ۰/٤٦ تا ۱/٤۵ گرم را نشان دادند (جدول ۳)، که بیشترین افزایش وزن مربوط به جیرهٔ ٤ و کمترین متعلق به جیره‌های ۱ و ۵ بود (P <۰/۰۵). ضریب رشد ویژه طی آزمایش با جیره‌های مختلف آزمایشی برابر ۰/۱۸ تا ۰/٤۹ درصد در روز را نشان داد. در حالی که، درصد رشد نسبی بین ۳۰ تا ۹۳ درصد متغیر بوده است که بیشترین این شاخص‌ها مربوط به تیمار ٤ و کمترین آن‌ها مربوط به جیره‌های ۱ و ۵ است.

جدول ۳. شاخص‌های رشد و تغذیه (میانگین- انحراف معیار) میگوی رودخانه‌ای شرق در تیمارهای مختلف پس از ٦۰ روز تغذیه

شاخص‌های رشد	۱	۲	۳	٤	۵
وزن اولیه	۱/۵۳ ± ۰/۲۲	۱/۵۲ ± ۰/۱۸	۱/۵٤ ± ۰/۲۱	۱/۵۵ ± ۰/۲۳	۱/۵۲ ± ۰/۲۸
وزن نهایی	۱/۹۹ ± ۰/۲۱ [a]	۲/۳۳ ± ۰/۹۳ [b]	۲/٦٦ ± ۰/۲۷ [b]	۳/۰۰ ± ۰/۱٦ [c]	۲/۰۰ ± ۰/۲ [a]
افزایش وزن	۰/٤٦ ± ۰/۲۸ [a]	۰/۸۱ ± ۰/۳۹ [b]	۱/۱۲ ± ۰/۸۳ [c]	۱/٤۵ ± ۰/۵۱ [d]	۰/٤۸ ± ۰/٤۲ [a]
درصد رشد نسبی	۳۰/۰٦ ± ۰/۲۳ [a]	۵۳/۲۹ ± ۰/۳۹ [b]	۷۲/۷۲ ± ۰/۸۳ [c]	۹۳/۵٤ ± ۰/۵۱ [d]	۳۱/۵۸ ± ۰/٤۲ [a]
ضریب رشد ویژه	۰/٤٤ ± ۰/۰۲ [a]	۰/۷۱ ± ۰/۰۵ [b]	۰/۹۱ ± ۰/۰٤ [c]	۱/۱۰ ± ۰/۰۷ [d]	۰/٤٦ ± ۰/۰٤ [a]
نسبت کارایی پروتئین	۰/٤۷ ± ۰/۰۲ [a]	۰/۹۱ ± ۰/۰۱ [b]	۱/۸۷ ± ۰/۰٤ [c]	۲/٤۳ ± ۰/۰۳ [d]	۰/٤۲ ± ۰/۰۱ [a]
ضریب تبدیل غذا	۲/۳۵ ± ۰/۰۸ [a]	۱/۷۹ ± ۰/۰٦٦ [b]	۱/٦ ± ۰/۰٤٤ [c]	۱/٤٤ ± ۰/۰۵۷ [d]	۲/۳۱ ± ۰/٤۲ [a]
درصد بقا	٦۲ ± ٤ [a]	۷٦ ± ۳ [b]	۷۸ ± ٤ [b]	۸۹ ± ۳ [c]	٦٤ ± ۳ [a]

حروف متفاوت در یک ردیف اختلاف معناداری دارند (P<۰/۰۵).
حروف مشابه در یک ردیف اختلاف معنا داری ندارند (P>۰/۰۵).

در جیره‌های ۱ و ۵ با سطح کربوهیدرات ۱۵ و ۳۵ درصد تفاوت معنادار آماری مشاهده نشد (P > ۰/۰۵). میگوهای جوان تغذیه‌شده با جیره‌های آزمایشی، کارایی پروتئین بین ۰/۰۰۱۵ تا ٤٪ از خود نشان دادند که کمترین آن مربوط به جیره‌های ۱ و ۵ و بیشترین آن مربوط به جیرهٔ ٤ است (P < ۰/۰۵). همچنین، کمترین ضریب تبدیل غذا مربوط به جیرهٔ ٤ (برابر ۱/۵۱) و بیشترین آن‌ها متعلق به جیره‌های ۱ و ۵ است. با افزایش سطح کربوهیدرات در جیرهٔ ٤ به میزان ۳۰ درصد، درصد بازماندگی به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یافت (نمودار ۱) و با سایر تیمارها اختلاف معناداری را نشان داد (P < ۰/۰۵). کمترین درصد بقا در تیمارهای ۱ و ۵ (٦۵ درصد) و بیشترین آن‌ها مربوط به تیمار ٤ (۹۰ درصد) بود.

۲.۳. ترکیبات لاشه

ترکیبات شیمیایی لاشه (جدول ٤) مؤید این امر است که تیمار ۱ با دریافت حداقل کربوهیدرات (۱۵ درصد) و تیمار ۵ با دریافت حداکثر آن (۳۵ درصد) بهبودنیافتن را در ترکیبات مغذی لاشه نشان دادند، به عبارتی از میزان پروتئین و چربی کاسته شد و میزان رطوبت افزایش یافت، به نحوی که با سایر تیمارها اختلاف معناداری را نشان دادند (P < ۰/۰۵). سایر تیمارها (۲، ۳، ٤) اختلاف محسوس قابل ملاحظه‌ای را در ترکیبات مغذی لاشه با یکدیگر نشان ندادند و نسبت به مقدار اولیهٔ آن بهبود یافتند (P> ۰/۰۵).

جدول ٤. ترکیبات شیمیایی لاشه (بر اساس وزن تر) میگوی رودخانه‌ای شرق پس از تغذیه با سطوح مختلف کربوهیدرات

ترکیبات عضله ٪	مقدار اولیهٔ آزمایش	تیمارها ۱	۲	۳	٤	۵
رطوبت	٦۱/۱^{na} ± ۱/۷	٦٤/۲۹^{a} ± ۲/۵	۵۹/^{b}۳ ± ۱/۸	۵۹/٦^{b} ± ۱/۵	۵۸/۷^{b} ± ۰/۹۹	٦۰/^{a}۸ ± ۱/٤
پروتئین	۱٦/٤^{na} ± ۰/۳۷	۱٤/۱ ^{a} ± ۹/۲۷	۱۷/^{b}۷ ± ۰/۲۹	۱۷/۸^{b} ± ۰/۷۱	۱۸ ± ۰/٤۱	۱٤/^{a}۳ ± ۰/۳۲
چربی خام	۳/٦٦^{na} ± ۰/۳۳	۲/^{a}۹ ± ٤۲	٤/۳^{b} ± ۳٦	٤/^{b}۷ ± ۰/۵۲	٤/^{b}۸ ± ۰/۳۱	۲/^{a}۸ ± ۰/۱٤
خاکستر کل	۳/۱^{na} ± ۰/۱۱	۳/۵^{a} ± ۰/۲۸	٤/۵^{b} ± ۰/۳۹	٤/٤^{b} ± ۰/۲۱	٤/^{b}۸ ± ۰/۵۲	٤/۹^{a} ± ۰/۲۹

اعداد در یک ستون با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار آماری دارند (P<۰/۰۵). Ns نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنی‌دار آماری در هر ستون است (P>۰/۰۵)

٤. بحث و نتیجه‌گیری

جیره‌های مورد آزمایش در برابر عوامل رشد و تغذیه‌ای میگوی جوان رودخانه‌ای شرق تفاوت معناداری دارند. تیمار ٤ که به جیرهٔ غذایی آن ۳۰ درصد کربوهیدرات اضافه شده بود، شرایط مناسب‌تری را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. تحقیقات فراوانی در زمینهٔ میزان مطلوب کربوهیدرات در سخت‌پوستان انجام و نتایج ضد و نقضی گزارش شده است. Noverian & Mosapour (2011) بهترین درصد رشد نسبی، ضریب تبدیل غذا و کارایی پروتئین را در شاه‌میگوی آب شیرین بازو باریک بومی در زمان مینیاتوری ۲۵ درصد گزارش کردند (1992). *Koshio et al.* در ارزیابی استفاده از سویا در جیره تا ۳۰ درصد و جانشینی آن با قسمتی از آرد ماهی در میگوی غول‌آسای آب شیرین (روزنبرگی) به طور قابل ملاحظه‌ای میزان پروتئین حیوانی را کاهش دادند که در این آزمایش بهترین

کارایی پروتئین و کمترین ضریب تبدیل غذا در میزان کربوهیدرات ۳۲ درصد گزارش شد که با یافته‌های این آزمایش تا حدودی مطابقت دارد.

میگوهای جوان رودخانه‌ای شرق که با جیره‌های حاوی سطوح پایین کربوهیدرات تغذیه شد بهبودنیافتن را در عوامل رشد و تغذیه‌ای نشان داد که با یافته‌های New (1980; 1990) دربارهٔ اثر سطوح مختلف کربوهیدرات در میگوی درشت‌جثهٔ آب شیرین کاملاً همخوانی دارد. همچنین، او در مطالعهٔ خود دریافت که با افزایش سطح کربوهیدرات به میزان ٤٠ درصد و بالاتر، بهبودنیافتن در شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای نشان داده شد.

Ershadi, *et al.* (2011) با افزایش قابل توجه در پروتئین گیاهی مانند سویا تا ۵۰ درصد در میگوی پاسفید (وانامی) نتایج بسیار خوبی را در افزایش وزن، ضریب تبدیل غذا و بقا کسب کردند. (2005) Noverian & Gopal تأثیرات سطوح مختلف پروتئین و انرژی در میگوی سفید هندی در اوزان ۵ تا ۱۰ گرمی را بررسی کردند. از گزارش‌های بسیاری از محققان چنین استنباط می‌شود که گونه‌های مختلف میگو از منابع گیاهی و نشاسته در دامنه‌های بالا به نحوی استفاده می‌کنند و از رشد و بقای مطلوبی نیز برخوردارند (Ali, 1996; Akiyama, 1992; Conklin, 2004). با افزایش میزان کربوهیدرات در جیرهٔ ۵ به میزان ۳۵ درصد در آزمایش حاضر دربارهٔ میگوی رودخانه‌ای شرق جوان، عوامل رشد و تغذیه‌ای سیر نزولی و نبود بهبود را نشان داد که ناشی از ناتوانی میگوی جوان در استفاده از مواد نشاسته‌ای در سطوح بالاست. برخی از محققان استفادهٔ بیش از حد مواد نشاسته در جیرهٔ میگوی غول‌آسای آب شیرین جوان و ببری سیاه و تأثیرات بازدارندگی آن را در رشد و بقای آن‌ها متذکر شدند. آن‌ها در آزمایش‌های خود دربارهٔ تأثیرات متقابل پروتئین و نشاسته دریافتند که افزایش میزان کربوهیدرات تا ۳۵ درصد باعث کاهش کارایی پروتئین، کارایی تولید پروتئین خالص، نبود بهبود ضریب تبدیل غذا و کاهش بقا می‌شود (Bau tista, 1986; Goda, 2008). استفاده از منابع نشاسته‌ای بالا در میگوی ببری ژاپنی به دلیل رژیم گوشت‌خواری محدود است. برخی از محققان میزان مطلوب پروتئین را در میگوی ببری ژاپنی در دامنه‌های ٤٥ تا ۵۵ درصد زمان جوانی گزارش کردند، در حالی که میزان مطلوب کربوهیدرات کل در دامنه‌های ۱۷ تا ۲۲ درصد گزارش شد (Deshimaru and yone, 1978; Tacon, 1996). به دلیل محدودیت سخت‌پوستان در استفاده از چربی در دامنه‌های بالاتر از ۹ درصد در زمان جوانی و حداکثر ۷ درصد در زمان بزرگسالی، یگانه منبع انرژی‌زا که در مقادیر بالاتر هم‌پوشانی مناسبی با پروتئین در فرایند سوخت‌وساز داشته باشد، منابع نشاسته‌ای است. برخی از محققان استفادهٔ بهینهٔ کربوهیدرات در دامنه‌های ۳۳ تا ۳۷ درصد در شاه‌میگوی آب شیرین را گزارش کردند (Jussila & Mannonen, 1997).

در مقایسهٔ میانگین ترکیبات مغذی لاشهٔ میگوی رودخانه‌ای شرق در تیمارهای ۲ و ۳ و ٤ با جیره‌های حاوی ۲۰، ۲۵، ۳۰ درصد کربوهیدرات اختلاف معناداری مشاهده نشد، در حالی که تیمارهای ۱ و ۵ (۱۵ و ۳۵ درصد) مواد مغذی نبود بهبود را در عضلهٔ لاشه نشان داد و با سایر تیمارها اختلاف معناداری داشت ($P < ۰/۰۵$). Boonyalatpalin (1998) در ارزیابی تغذیه‌ای خود دربارهٔ گونه‌های موزی و سفید هندی جوان گزارشی کرد که گونه‌های مذکور با

دریافت حداقل کربوهیدرات (۲۰ <) و حداکثر (۳۵ <)، ترکیبات مغذی لاشه نبود بهبود را نشان داد، به طوری که میزان رطوبت و پروتئین آن نسبت به مقدار اولیه پایین بود که این نتایج با یافته‌های آزمایش حاضر کاملاً همخوانی دارد. کوپال و همکاران (۲۰۰۹) در نتایج خود از تأثیرات پروتئینی و انرژی در میگو در سطوح ۲۷ تا ۳۲ درصد کربوهیدرات بهبود کیفیت را نسبت به مقدار اولیهٔ آن (افزایش پروتئین و کاهش رطوبت) نشان دادند. آن‌ها اختلاف معنادار محسوسی در سطوح مذکور نیافتند.Cliffired & Brick (1978) نتایج تقریباً مشابهی از تأثیرات کربوهیدرات در عضلهٔ لاشهٔ میگوی غول‌آسای آب شیرین جوان با نتایج مذکور را گزارش کردند. رطوبت لاشه رابطهٔ معکوس با افزایش پروتئین لاشه دارد. به عبارتی، متناسب با سطح پروتئینی و انرژی مناسب از طریق کربوهیدرات در میگوهای آب شور از خانوادهٔ پناییده و میگوی آب شیرین از خانوادهٔ پالامونیده، رطوبت و پروتئینی در بدن آن‌ها جایگزین یکدیگر می‌شود (Aran yakanad, *et al.*, 1993; Pitchimutu *et al.*, 2003; Balaze *et al.*, 1973). بر اساس نتایج تحقیق حاضر، افزودن کربوهیدرات در سطح ۳۰ درصد به ترکیب مقدار میگوی رودخانه‌ای شرق جوان موجب افزایش معناداری در شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای آن می‌شود که سلامت میگوی جوان را تضمین می‌کند.

با توجه به ارزش غذایی این گونه در تغذیه و سلامت اقشار کم‌درآمد جامعه، اهمیت‌دادن به این گونه در صنعت آبزی‌پروری میگو ضروری به نظر می‌رسد. آزمایش مذکور در زمینه‌های مطالعاتی تغذیه را برای میگوی رودخانه‌ای از شرق فراهم آورد، زیرا علاوه بر شناخت کمّی و کیفی موارد، تغذیهٔ عمدهٔ انرژی‌زا و تأثیرات متقابل آن‌ها در یک جیرهٔ متعادل برای شناخت غذای تجاری مستلزم تحقیق و نظر بیشتری است.

References

[1]. Noverian, H.A., Mohammadi, M., 2008. The effect of different level protein on growth indices of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense*) in juvenile stage. Journal of Marine science and technology. 7(1-2). 111-122.

[2]. Akiyama, D. M., 1992. The use of soy products and other plant products supplemen in aquaculture feeds. American soybean Association. 25p.

[3]. Ali, S. A., 1996. Carbohydrate nutrition under different dietary conditions in prawn *Penaeus indicus*. Journal of tropical Aquaculture., 22(11).2-13.

[4]. Ali, S.A., 1989. Studies on the evaluation of different sources of protein carbohydrates and mineral requirements of juvenile penaeid prawn (*Penaeus indicus)* ph.D Thesis, cochin university of science and Technology, India. 200pp.

[5]. Bautista, M. N., 1986. The response of *Penaeus monodon* Juveniles to varyi protein/energy ratios in test diets. Aquaculture. 53. 22-24.

[6]. Boonyaratpalin, M., 1998. Nutrition of *Penaeus indicus* and *Penaeus merguiens.* Review in fisheries science. 6(land 2). 15-20.

[7]. Conklin, D. E. 2004. Use of soybean in the diet of marine shrimp. American soybe association. 14.

[8]. Deshimaru, O., Yone, Y., 1978. Optimum level of dietary protein for prawn, *Penaues japonicus*. Bull, Jap. Soc. Sci. Fish., 44, 44-52.

[9]. Ershadi, S., Noverian, H.A., Ghorbani Vaghei, R., 2011. Effect of replacing of fishmeal with canola meal on growth and body composition of white leg shrimp (Litopenaeus vannamei) stage of growth. M.Sc. Dissertation. Faculty of natural resources, Guilan university. 63pp.

[10].FAO. 2009. fishstat plus (v.2.32) 02.03.2009. FAO, Rom.

[11].Fenucci, J.L., Fenucci. A.C., Lawrence, A. L., Zein-Eldin, Z.P. 1982. T assimilation of protein and carbohydrate from prepared diets by shrimp, *Penae stylirostries*. proceeding of the world mariculture society, 13. 134-14.

[12].Goda, A. M., 2008. Effect of dietary protein and lipid levels and protein-energy ra on growth indices, feed utilization and body composition of freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) post larvae. Aquaculture Res. 39.89-91.

[13].Gomez, G. D. Nakagawa, H., Kasahara, S. 1988. Effect of dietary protein /starch ra and energy level on growth of the giant freshwater prawn (*Macrobrachiu rosenbergii*). 54(8).140-146.

[14].Gorgin, S., Alimohammadi, A., 2004. The first report of freshwater prawn (*Macrobrachium nipponense*) in Iran and comporing its morphological character of resenbergi. Journal of Pazhohesh va sazandegi, 65, 57-69.

[15].Hajra, A., Gosh, A., Mandal, S.K., 1988. biochemical studies on the determination optimum dietary protein to energy ratio for *Penaeus monodon* (Fabricus) juvenile. Aquaculture. 71. 7-16.

[16].Jover, M., Cannona, J.F., Soler, D. R. 1999. Effect of feeding cooked extruded diet containing different levels of protein, lipid and carbohydrate on growth of red swam crayfish. Aquaculture. 178..127-132.

[17].Jussila, J., Mannonen, A., 1997. Energy content of marron (*Cherax tenuimanus*) a noble crayfish (*Astacus astacus*). hepatopancreas and relationship to hepatopancre moisture content. Aquaculture. 149(3). 157-163.

[18].Koshio, S., Kanazawa, Teshima, S.I., 1992. Nutritional evaluation of dietary soybean protein for

juvenile freshwater prawn *Macribrachium rosenbergii.* 58(5). 65-97.

[19].Nasrollahzadeh, A., Noverian, H.A., 2010. Distribution of oriental river prawn (*Macrobrachium nipponense* de Haan, 1849) in Cia - Darvishan river, Shahchazar region. 3rd Iran shrimp conference. Bushehrm Iran. 65.

[20].New, M.B. 1980. The diet of prawn. FAO, programme for the expansion of freshwater prawn farming in thailland.

[21].New, M.B. 1990. Freshwater Prawn culture: review. Aquaculture. 88. pp. 99-143.

[22].Noverian, H. Mohammadi, M. 2008. The effect of different level of protein on growth indices of juvenile oriental river (*Macrobrachium nipponense*). Journal of marine sciences and technology. 7(1-2).111-122.

[23].Noverian, H. Mosapour, M. 2011. the effect of different level of carbohydrate growth indices and body composition of freshwater cray fish (*Astacus leptodactylus*)The second national conference on fisheries sciences & aquatic organism. 10-12 m Lahidjan. Iran. pp. 59-65.

[24].Noverian, H. A., Gopal, V. 2005. Effects of different levels of protein, Energy.

[25].Sedwick, R. W., 1979. Influence of dietary protein and energy on growth, food consumption and food conversation efficiency in *Penaeus merguiensis* dema Aquaculture. 16(1). 17-23.

[26].Sick, L. V., Millikin, M. R., 1983. Dietary and nutrient requirement for culture of the asian prawn, *Macrobrachium rosenbergii* in CRC handbook of mariculture. crustacean aquaculture. J.P. Mcvey (ed). CRC press, Boca Raton, Flo. 29-41.

[27].Tacon, A.G., 1996. Nutritional studies in crustaceans and the problems of applyi research findings to practical farming systems. Aquaculture Nutrition. 2.165-178.

[28].Teshima, S., Kanazawa, A., 1984. Effect of protein, lipid and carbohydrate levels purified diets on growth and survival of the prawn larvae. Bull. JPN. Soc. Sci. Fis 50. 1709-1715.

[29].Gopal, V., Babuphilip, M., Sathianandan, T. V., 2009. Nutritional evaluation varying protein: energy ratios in feeds for Indian white shrimp *Penaeus indicus*. AsiFisheries Science, 22 (1), 85-93.