اثر جایگزینی پودر ماهی با سطوح مختلف آرد کنجاله کانولا بر عوامل رشد و ترکیب بدن میگوی رودخانه‌ای شرق *Macrobrachium nipponense* (De Haan, 1849) در مرحله جوانی

- **آبتین بیابانی** *: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، صندوق‌پستی: ۱۱۴۴
- **حمید علاف‌نویریان**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، صندوق‌پستی: ۱۱۴۴
- **بهرام فلاحتکار**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، صومعه‌سرا، صندوق‌پستی: ۱۱۴۴

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۳ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۳

چکیده

این تحقیق به‌منظور تعیین اثر جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا به‌جای پودرماهی بر عملکرد رشد، ترکیب بدن و قیمت تمام شده جیره غذایی میگوی رودخانه‌ای شرق در مرحله جوانی و بر اساس طرح کامل تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار با سطح‌های جایگزینی (جیره پایه)۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵، ۱۰۰ درصد انجام گردید. تعداد ٤٥٠ قطعه میگو با میانگین وزن ۱/۰۰ ±۰/۱۲ گرم پس از دو هفته سازگاری با شرایط آزمایش و به‌مدت ۸ هفته با جیره‌های آزمایشی تغذیه گردیدند. شاخص‌های رشد شامل میانگین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا، میزان بازدهی پروتئین، درصد بازماندگی و ترکیب بدن شامل رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر مورد ارزیابی قرار گرفتند. نتایج این مطالعه نشان داد که جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا به‌جای پودرماهی تا سطح ۵۰ درصد تأثیر منفی معنی‌داری در عملکرد رشد میگوها نداشت (P>۰/۰۵). ولی با افزایش آرد کنجاله کانولا در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد، عوامل رشد عدم بهبود را نشان دادند و دارای اختلاف معنی‌داری با سایر تیمارها بودند (P<۰/۰۵). اختلاف معنی‌داری به لحاظ آماری در میزان ترکیب بدن میگوها (پروتئین، چربی و خاکستر) مشاهده نشد (P>۰/۰۵) و فقط تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد افزایش معنی‌داری را در میزان رطوبت نشان دادند (P<۰/۰۵). از نتایج این آزمایش چنین استنباط می‌گردد که افزایش آرد کنجاله کانولا تا ۵۰ درصد با پودرماهی، عملکرد مطمئن‌تری بر روی رشد و هم‌چنین کاهش قیمت جیره غذایی میگوی جوان رودخانه‌ای داشت.

کلمات کلیدی: میگوی رودخانه‌ای شرق، کنجاله کانولا، تغذیه، رشد، ترکیب بیوشیمیایی بدن

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: abtinbiabani@yahoo.com

مقدمه

میگوی رودخانه‌ای شرق یکی از گونه‌های مهم و تجاری جنس *Macrobrachium* می‌باشد که ابتدا در آب‌های کشورهای چین و ژاپن پراکنش داشته است (Cai و Ng، ۲۰۰۲). از آن‌جایی که این گونه از ویژگی‌هایی نظیر مقاومت بالا در مقابل تغییرات درجه حرارت، رشد مناسب در شرایط طبیعی، سهولت تولید مثل، امکان پرورش در مزارع برنج، استخر، قفس و سیستم‌های متراکم و نیمه‌متراکم و هم‌چنین ارزش اقتصادی مناسبی برخوردار است (Miao و Ge، ۲۰۰۲؛ Wang و Qianhong، ۱۹۹۹)، سبب شد که پرورش این گونه، نخستین‌بار در سال ۱۹۹۰ میلادی در چین و پس از آن در بعضی از کشورهای آسیایی نظیر کره و ژاپن مورد توجه قرار گیرد و همین عامل زمینه‌ساز انتقال و معرفی این گونه به‌صورت مصنوعی در سایر کشورهای جهان مانند روسیه، بلاروس و ایتالیا نیز شود (Pillay و Kutty، ۲۰۰۵). این آبزی مهم‌ترین گونه تجاری میگوی آب شیرین در کشورهای چین، کره و ژاپن محسوب می‌گردد (Wong و McAndrew، ۱۹۹۴)، به‌طوری‌که در سال ۲۰۱۱، کشور چین با تولید ۲۳۰۲۴۸ تن به ارزش ۱۰۹۵۹۸۰۶۰۰ دلار ایالات متحده بالاترین آمار روند تولید حاصل از پرورش این گونه را در میان کشورهای تولیدکننده به‌خود اختصاص داد (FAO، ۲۰۱۳).

در سال ۱۳۸۳، نخستین گزارش از وجود میگوی رودخانه‌ای شرق در آب‌های استان گلستان منتشر گردید (گرگین و علی محمدی، ۱۳۸۳) و پس از آن رشد و تکثیر مناسب این گونه به تدریج زمینه انتقال آن به سایر رودخانه‌های استان‌های هم‌جوار و به‌خصوص تالاب انزلی را فراهم نمود (De Grave و Ghane، ۲۰۰۶). با وجود این که پراکنده شدن زیاد این گونه اثرات زیستی نامطلوب نیز به‌همراه داشته است، اما با توجه به سازگاری این میگو با آب و هوای ایران و هم‌چنین گستردگی منابع آبی شیرین و لب‌شور کشور، به‌نظر می‌رسد که این گونه پتانسیل آن را دارد که در آبزی‌پروری به‌ویژه در مناطق شمالی کشور مورد استفاده قرار گیرد (نویریان و همکاران، ۱۳۹۲).

پودر ماهی اگرچه یکی از مهم‌ترین منابع تأمین پروتئین مورد نیاز در جیره غذایی آبزیان به‌شمار می‌آید اما، از آن‌جایی که از یک‌سو دارای منابع محدود است و از سوی دیگر بیش‌ترین هزینه تهیه خوراک آبزیان را شامل می‌شود، بنابراین تحقیقات و کوشش‌های جهانی زیادی در راستای استفاده از منابع پروتئین گیاهی با کیفیت و ارزان قیمت که قابلیت جایگزین شدن با پودرماهی را در جیره غذایی آبزیان داشته باشد انجام شده است. به‌طوری‌که تحقیقات Kaushik (۱۹۹۰) نشان می‌دهد که کنجاله کانولا می‌تواند تا بیش از ۲۰ درصد جایگزین پودرماهی جیره ماهیان گوشت‌خوار مانند آزاد ماهیان شود و منجر به تأثیرات منفی در عوامل رشد نگردد. Koshio و همکاران (۱۹۹۲) بیان می‌کنند که استفاده از ۵۳ درصد کنجاله سویا در رژیم غذایی میگوی روزنبرگی (*Macrobrachium rosenbergii*) تأثیر نامطلوبی بر روی رشد این میگو نخواهد گذاشت. Allan و همکاران (۲۰۰۰) اظهار می‌کنند که در صورت استفاده از درصدهای پایین کنجاله کانولا در غذای ماهی سوف نقره‌ای (*Bidyanus bidyanus*) روند مطلوبی در عملکرد رشد و هضم مواد غذایی مشاهده خواهد شد. Cruz-Suarez و همکاران (۲۰۰۱) به این نتیجه رسیدند که اگر مخلوطی از کنجاله کانولا و آرد نخود جایگزین ۳ درصد پودرماهی در جیره میگوی آبی (*Litopenaeus stylirostris*) شود، مفید خواهد بود. تحقیقات Cheng و همکاران (۲۰۱۰) حاکی از این است که می‌توان حدود ۲۰ درصد از کنجاله کانولا را جایگزین پودرماهی در جیره غذایی باس دریایی ژاپنی(*Lateolabrax japonicus*) نمود بدون این‌که اثر منفی بر روی عوامل رشد و بقای این ماهی داشته باشد. مطالعات Collins و همکاران (۲۰۱۳) بیان‌گر این است که مخلوطی از پروتئین‌های گیاهی شامل کنجاله کانولا، نخود و سویا با سطوح پایین در رژیم غذایی آزاد ماهیان، می‌تواند در میزان رشد این ماهیان اثر مثبت داشته باشد. Bulbul و همکاران (۲۰۱۳) نشان دادند ترکیبی از پروتئین‌های گیاهی شامل کنجاله کانولا و پوسته کنجاله سویا می‌تواند تا ۲۰ درصد جایگزین پودر ماهی در جیره میگوی (*Marsupenaeus japonicus*) شود بدون این که واکنش منفی در عملکرد رشد این میگو مشاهده گردد.

واژه کانولا به واریته‌های اصلاح شده دانه کلزا که میزان گلوکوزینولات آن کم‌تر از ۳۰ میکرومول بر گرم ماده خشک و میزان اسیداروسیک آن کم‌تر از ۲ درصد باشد اطلاق می‌شود (Bell، ۱۹۹۳). در نتیجه فرآیند روغن‌گیری کانولا، کنجاله کانولا به‌دست می‌آید که با توجه به نوع واریته، زیستگاه و نحوه‌ی فرآوری آن، دارای ۳۲ تا ۳۸ درصد پروتئین می‌باشد. افزون بر این، توازن مناسب آمینو اسیدهای ضروری در این کنجاله به آن ارزش زیستی مناسبی بخشیده به‌طوری‌که کیفیت پروتئین آن مشابه پودر ماهی هرینگ و بالاتر از کنجاله سویا و پنبه دانه می‌باشد و این قابلیت را دارد که در آبزی‌پروری مورد استفاده قرار بگیرد (Mwachireya و همکاران، ۱۹۹۹)، اما وجود برخی از مواد ضدتغذیه‌ای در این کنجاله مانند تانن‌ها،

گلوکوزینولات‌ها، اسیدفایتیک، اسیداروسیک، سیناپین و فیبر باعث ایجاد محدودیت‌هایی در استفاده از این منبع پروتئینی در جیره غذایی آبزیان شده است (Forster و همکاران، ۱۹۹۹؛ Higgs و همکاران، ۱۹۹۵).

پژوهش‌هایی که در زمینه نیازمندی‌های تغذیه‌ای و به خصوص مواد مغذی انرژی‌زا مثل پروتئین، چربی و نشاسته توسط محققها در داخل و خارج کشور بر روی میگوی رودخانه‌ای شرق انجام شده، نشان می‌دهد که این آبزی قابلیت استفاده از غذای فرموله شده را به نحو مطلوبی دارد (نویریان و همکاران، ۱۳۹۲؛ Wang و همکاران، ۲۰۱۰؛ نویریان و محمدی، ۱۳۸۷). اما تاکنون مطالعه‌ای در خصوص جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا به‌جای پودرماهی در جیره غذایی این گونه صورت نگرفته است. بنابراین تحقیق حاضر در جهت ارزیابی تاثیرات استفاده از سطح‌های مختلف آرد کنجاله کانولا به‌جای پودرماهی بر روی عوامل رشد و ترکیب بدن میگوی رودخانه‌ای شرق و با در نظر گرفتن اهمیت پرورش این گونه، مدل قرار گرفتن نتایج جهت پرورش سایر گونه‌های میگوی آب شیرین و قیمت تمام شده غذا انجام گردیده است.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در تابستان ۱۳۹۲ و به‌مدت ۸ هفته در کارگاه تکثیر و پرورش آبزیان واقع در دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان انجام پذیرفت.

میگوهای مورد نیاز در اوایل خرداد ماه ۱۳۹۲ از رودخانه سیاه درویشان واقع در استان گیلان تهیه و به کارگاه تکثیر و پرورش آبزیان دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان منتقل شدند و پس از سپری کردن دوره دو هفته‌ای سازگاری با شرایط محیط آزمایش، تعداد ۴۵۰ عدد میگو با میانگین وزن ۰/۱۲±۱/۰۰ گرم در ۱۵ آکواریوم شیشه‌ای با ابعاد طول ۸۰ سانتی‌متر و عرض ۳۵ سانتی‌متر و حجم ۶۰ لیتر آبگیری، با تراکم ۳۰ عدد میگو در هر آکواریوم توزیع گردیدند و تغذیه با جیره‌های آزمایشی آغاز گردید. از آب ورودی کارگاه به‌عنوان منبع تأمین آب استفاده شد و هر هفت روز یک‌بار، ۵۰ درصد آب آکواریوم‌ها تعویض گردید.

پارامترهای فیزیکوشیمیایی آب شامل اکسیژن محلول، دما و pH با استفاده از اکسیژن‌متر دیجیتالی (YK- 2100 Do LUTRON, تایوان) هر روز اندازه‌گیری شد و به‌ترتیب مقدارهای ۶/۵±۰/۲ میلی‌گرم درلیتر، ۲±۲۴ درجه سانتی‌گراد و ۷/۱±۰/۹ ثبت گردید. هم‌چنین به‌منظور جلوگیری از تغییر دمای آب آکواریوم‌ها از بخاری آکواریوم (SONPAR, HA-300، چین) استفاده شد. تأمین نور مورد نیاز به‌وسیله مهتابی‌هایی که بر روی آکواریوم‌ها قرار داشت صورت گرفت و از این طریق دوره نوری به‌صورت ۱۲ ساعت روشن و ۱۲ ساعت بدون نور تنظیم شد.

میزان اقلام غذایی مورد استفاده توسط نرم‌افزار خطی جیره‌نویسی لیندو تعیین و جیره‌های آزمایشی با انرژی تقریبا یکسان و سطوح ثابت پروتئین (۳۵ درصد) و چربی (۶ درصد) به‌همراه مقدارهای متفاوت از آرد کنجاله کانولا به‌جای پودر ماهی و در قالب طرح کامل تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار به صورت (پایه) ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد تنظیم گردید. اجزاء و ترکیب شیمیایی جیره‌ها در جدول ۱، تجزیه شیمیایی آرد کنجاله کانولای مورد استفاده در جدول ۲ و ارزیابی قیمت تمام شده اقلام غذایی مورد استفاده براساس درصدهای استفاده شده در هر یک از تیمارها در جدول ۳ عنوان شده است.

نحوه آماده‌سازی جیره‌ها به این صورت بود که پس از خردکردن بعضی از ترکیبات غذایی مانند کنجاله کانولا، آرد سویا و آرد ذرت به‌وسیله خردکن (MOULINEX, DPA 141، فرانسه)، از الک با شماره چشمه ۵۰۰ میکرون عبور داده شدند تا مواد همگنی جهت تهیه جیره‌ها فراهم شود. سپس اقلام با هم مخلوط گردیده و به‌تدریج آب به جیره‌ها افزوده شد تا یک غذای خمیرمانند تشکیل گردد. پس از آن به‌وسیله چرخ گوشت (PANASONIC, MK-G1550P، ژاپن)، پلت‌های غذایی رشته‌ای با قطر ۲ میلی‌متر به‌دست آمد. در ادامه آن‌ها را بر روی سینی‌های فلزی منتقل و به‌منظور خشک‌کردن، پلت‌ها به‌مدت ۱۲ ساعت در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد در خشک‌کن برقی قرار داده شدند و در نهایت پس از خشک‌شدن اقدام به قطعه قطعه کردن دستی آن‌ها و تبدیل به گرانول گردید و تا پایان دوره آزمایش در یخچال نگه‌داری شدند.

غذای روزانه میگوها به‌صورت دستی و در ساعات ۹، ۱۴ و ۱۹، با توجه به اشتها داده شد. هر روز قبل از غذادهی، غذای خورده نشده و مدفوع سیفون و تعداد گرانول‌های خورده نشده به‌صورت تقریبی شمارش گردید و وزن خشک آن‌ها به‌عنوان غذای مصرف نشده محاسبه شد. میزان تلفات میگوها در کل دوره پرورش ثبت گردید و زیست‌سنجی میگوها هر دو هفته یک‌بار انجام پذیرفت. عملکرد رشد براساس بررسی میانگین افزایش وزن (WG)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، میزان بازدهی پروتئین (PER) و درصد بازماندگی (SR) تعیین شد.

میانگین وزن ابتدای دوره (گرم) - میانگین وزن انتهای دوره (گرم) = میانگین افزایش وزن (WG)
۱۰۰ × طول دوره پرورش / وزن ابتدای دوره Ln – وزن انتهای دوره Ln = نرخ رشد ویژه (SGR)
افزایش وزن (گرم) / مقدار غذای مصرف شده (گرم) = ضریب تبدیل غذایی (FCR)
مقدار پروتئین مصرف شده (گرم) / میانگین افزایش وزن (گرم) = میزان بازدهی پروتئین (PER)
۱۰۰ × (تعداد میگوها در ابتدای دوره / تعداد میگوها در انتهای دوره) = درصد بازماندگی (SR)

جهت بررسی ترکیب شیمیایی بدن میگوها تعداد ۲۵ میگو در ابتدای دوره و تعداد ۱۵ میگو از هر تکرار در پایان دوره آزمایش انتخاب گردید و هم‌چنین به‌منظور تعیین ارزش غذایی جیره‌های آزمایشی، نمونه‌ای از هر کدام از جیره‌ها به آزمایشگاه تغذیه دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان منتقل شد. از روش AOAC (۱۹۹۰) به‌منظور ارزیابی ترکیب شیمیایی بدن میگوها و جیره‌های غذایی استفاده گردید. به این ترتیب که پروتئین خام به شیوه کجلدال (۶/۲۵ × N)، چربی خام به روش سوکسله و توسط حلال دی اتیل اتر، رطوبت از طریق خشک کردن نمونه بادمای ۲±۱۰۲ درجه سانتی‌گراد توسط خشک‌کن برقی تا رسیدن به وزن ثابت و خاکستر به‌وسیله قرار دادن نمونه به‌مدت ۸ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره الکتریکی تعیین گردید. فیبر خام موجود در جیره‌ها و آرد کنجاله کانولا بعد از استخراج چربی از نمونه‌ها، طی مراحل هضم اسیدی به‌وسیله اسیدسولفوریک ۰/۲ نرمال و سپس هضم قلیایی به‌وسیله جوشاندن در سود ۰/۳ نرمال و سوزاندن نمونه به‌مدت ۲ ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کوره الکتریکی به‌دست آمد و میزان انرژی خام در جیره‌ها براساس استاندارد ADCP (۱۹۸۳) محاسبه گردید.

به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS (۱۹ version) استفاده گردید. ابتدا همگن بودن داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov-Smirnov تعیین و در صورت همگن بودن از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way ANOVA) استفاده شد. اختلاف بین میانگین تیمارها به‌وسیله آزمون چند دامنه Tukey در سطح ۵ درصد ($P<0/05$) بررسی گردید. داده‌های درون متن به‌صورت میانگین ± آورده شده است.

جدول۱: اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های مورد استفاده در آزمایش (گرم در کیلوگرم ماده خشک)، (n=۳)

اجزا تشکیل‌دهنده جیره‌ها	سطح‌های جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا (درصد)				
	پایه (۰)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پودرماهی کیلکا	۳۰	۲۲/۵	۱۵	۷/۵	------
آرد کنجاله کانولا	------	۷/۵	۱۵	۲۲/۵	۳۰
آرد سویا	۲۰	۲۵	۳۰	۳۵	۴۰
آرد ذرت	۱۴	۱۲	۱۱	۱۱	۱۰
آرد گندم	۱۴	۱۲	۱۱	۱۱	۱۰
روغن ماهی	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل ویتامینه[۱]	۱	۱	۱	۱	۱
مکمل معدنی[۲]	۲	۲	۲	۲	۲
ویتامین C	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
دی کلسیم فسفات	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵	۰/۵
پر کننده[۳]	۱۶	۱۵	۱۲	۷	۴

۱. هر کیلوگرم مکمل ویتامینه شامل ۱۸۰۰ واحد بین المللی ویتامین A، ۱۲۰۰ واحد بین المللی D_3، ۱۲۰ میلی‌گرم ویتامین E، ۲۴ میلی‌گرم ویتامین B_{12}، ۱۵ میلی‌گرم ریبوفلاوین، ۹۰ میلی‌گرم نیاسین، ۲۷ میلی‌گرم اسید پانتتونیک، ۳ میلی‌گرم منادیون، ۴/۸ میلی‌گرم اسید فولیک، ۹ میلی‌گرم پیرودوکسین، ۹ میلی‌گرم تیامین، ۰/۴۸ میلی‌گرم بیوتین، ۳۶۰ میلی‌گرم کولین کلراید، ۲۴ میلی‌گرم کوبالامین، ۱۵۶ میلی‌گرم اسکوربیک اسید، ۹۰ میلی‌گرم اسید نیکوتینیک، ۷۲ میلی‌گرم اینوزیتول و ۱۵ میلی‌گرم آنتی اکسیدان می‌باشد.

۲. هر کیلوگرم مکمل معدنی شامل ۱۸ میلی‌گرم روی، ۰/۶ میلی‌گرم ید، ۷/۸ میلی‌گرم منگنز، ۰/۵ میلی‌گرم کبالت، ۰/۱۵ میلی‌گرم سلنیوم، ۱/۸ میلی‌گرم مس و ۱۲ میلی‌گرم آهن می‌باشد.

۳. کربوکسی متیل سلولز.

ادامه جدول ۱: ترکیب شیمیایی جیره‌ها (درصد)

رطوبت	۸/۶۵ ± ۰/۱۰	۸/۴۸ ± ۰/۱۲	۸/۱۹ ± ۰/۱۰	۷/۹۶ ± ۰/۱۵	۷/۸۴ ± ۰/۰۸
پروتئین	۳۵/۵۵ ± ۰/۱۲	۳۵/۴۰ ± ۰/۱۰	۳۵/۳۳ ± ۰/۱۲	۳۵/۲۴ ± ۰/۱۷	۳۵/۱۷ ± ۰/۱۵
چربی	۶/۲۹ ± ۰/۱۱	۶/۱۲ ± ۰/۱۴	۶/۰۵ ± ۰/۱۰	۵/۹۵ ± ۰/۱۶	۵/۸۸ ± ۰/۱۳
خاکستر	۸/۶۵ ± ۰/۰۹	۹/۰۵ ± ۰/۱۰	۹/۵۷ ± ۰/۰۸	۱۰/۱۹ ± ۰/۰۵	۱۰/۸۹ ± ۰/۱۱
فیبر	۱/۵۴ ± ۰/۱۵	۱/۸۸ ± ۰/۱۵	۲/۵ ± ۰/۱۰	۳/۴۶ ± ۰/۱۲	۴/۷۵ ± ۰/۱۰
عصاره بدون ازت	۳۹/۳۲ ± ۰/۱۱	۳۹/۰۷ ± ۰/۱۲	۳۸/۳۶ ± ۰/۱	۳۷/۲ ± ۰/۱۳	۳۵/۴۷ ± ۰/۱۱
انرژی خام (کیلو کالری برکیلوگرم)	۴۱۳۰/۹۶ ± ۰/۱۱	۴۱۰۰/۵۷ ± ۰/۱۲	۴۰۶۰/۶۳ ± ۰/۱۰	۴۰۰۰/۴۸ ± ۰/۱۵	۳۹۲۰/۳۵ ± ۰/۱۳

(فیبر + خاکستر + چربی + پروتئین + رطوبت) - ۱۰۰ = عصاره بدون ازت

جدول ۲: تجزیه شیمیایی آرد کنجاله کانولای مورد استفاده در آزمایش (n=۳)

	درصد
رطوبت	۶/۹۳ ± ۰/۰۶
پروتئین	۳۸/۵۰ ± ۰/۰۵
چربی	۲/۸۵ ± ۰/۰۸
خاکستر	۶/۷۴ ± ۰/۰۵
فیبر	۱۰/۰۰ ± ۰/۰۰

جدول ۳: قیمت تمام شده اقلام غذایی مورد استفاده براساس درصدهای استفاده شده در هر یک از تیمارها

مواد غذایی مورد استفاده	قیمت براساس هر کیلوگرم (ریال)	تیمارهای آزمایش (درصد)				
		پایه (۰)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پودر ماهی	۴۰۰۰۰	۱۲۰۰۰	۹۰۰۰	۶۰۰۰	۳۰۰۰	-----
آرد کنجاله کانولا	۱۱۰۰۰	-----	۸۲۵	۱۶۵۰	۲۴۷۵	۳۳۰۰
آرد سویا	۱۸۰۰۰	۳۶۰۰	۴۵۰۰	۵۴۰۰	۶۳۰۰	۷۲۰۰
آرد ذرت	۱۲۰۰۰	۱۶۸۰	۱۴۴۰	۱۳۲۰	۱۳۲۰	۱۲۰۰
آرد گندم	۹۰۰۰	۱۲۶۰	۱۰۸۰	۹۹۰	۹۹۰	۹۰۰
روغن ماهی	۴۰۰۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۸۰۰	۸۰۰
مکمل ویتامینه	۲۵۰۰۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰	۲۵۰۰
مکمل معدنی	۲۵۰۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰	۵۰۰۰
ویتامین C	۳۰۰۰۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰	۱۵۰۰
دی کلسیم فسفات	۲۰۰۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
پرکننده	۵۰۰۰۰	۸۰۰۰	۷۵۰۰	۶۰۰۰	۳۵۰۰	۲۰۰۰
قیمت کل به‌ازای هر کیلوگرم جیره (ریال)		۳۶۴۴۰	۳۴۲۴۵	۳۱۲۶۰	۲۷۴۸۵	۲۴۵۰۰

نتایج

نتایج حاصل از بررسی شاخص‌های رشد در انتهای دوره آزمایش (جدول ۴) نشان داد که جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا در جیره غذایی میگوها در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد منجر به بروز اختلاف معنی‌دار آماری (P>۰/۰۵) در میانگین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا، میزان بازدهی پروتئین و درصد بازماندگی میگوهای این تیمارها در مقایسه با تیمار پایه نخواهد شد. اگرچه به‌غیر از ضریب تبدیل غذا در تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد که به‌ترتیب افزایش سطح جایگزینی آرد کنجاله کانولا با روند افزایشی فاقد اختلاف معنی‌دار آماری همراه بود، در سایر شاخص‌های رشد، روند نزولی بدون اختلاف

معنی‌دار آماری مشاهده گردید. اما با افزایش مقدار استفاده از آرد کنجاله کانولا در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد، اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) در تمامی شاخص‌های رشد این دو تیمار در مقایسه با تیمار پایه و حتی تیمارهای ۲۵ و۵۰ درصد مشاهده گردید. بالاترین میانگین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، میزان بازدهی پروتئین، درصد بازماندگی و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذا، در میگوهای تیمار پایه (فقط پودرماهی) مشاهده شد. درحالی‌که شاخص‌های رشد در تیمار ۱۰۰ درصد (فقط آرد کنجاله کانولا) ضعیف‌ترین عملکرد را نسبت به سایر تیمارها در مقایسه با تیمار پایه نشان داد. تأثیرات سطوح مختلف آرد کنجاله کانولا بر روی ترکیب شیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق (جدول ۵) منجر به ایجاد تفاوت معنی‌دار آماری (P>۰/۰۵) در میزان پروتئین، چربی و خاکستر لاشه میگوها نشد. هرچند که به‌ترتیب افزایش سطح جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا، اندکی از میزان پروتئین لاشه کاسته شد اما این کاهش سبب ایجاد اختلاف معنی‌دار آماری نگردید. ولی افزایش معنی‌دار رطوبت در تیمار ۷۵ و ۱۰۰ درصد در مقایسه با تیمار پایه و سایر تیمارها مشاهده گردید به‌طوری‌که میزان رطوبت در تیمار ۱۰۰ درصد به بالاترین مقدار عددی (۷۵/۷۲±۰/۰۷ درصد) رسید.

پایین‌ترین هزینه جهت تهیه یک کیلوگرم جیره غذایی میگوها مربوط به جیره ۱۰۰ درصد جایگزین کردن معادل ۲۴۵۰۰ ریال و بالاترین قیمت تمام شده غذا مربوط به جیره پایه و معادل ۳۶۴۴۰ ریال می‌باشد.

جدول ۴: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد میگوی رودخانه‌ای شرق پس از ۸ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی (n=۳)

شاخص‌های رشد	تیمارهای آزمایش (درصد)				
	پایه (۰)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
افزایش وزن (گرم)	۲/۲۸ ± ۰/۰۸ ^{a}	۲/۱۸ ± ۰/۰۵^{a}	۲/۱۱ ± ۰/۰۶^{a}	۱/۲۶±۰/۰۵^{b}	۱/۱۵ ± ۰/۰۸^{b}
نرخ رشد ویژه (درصد/ روز)	۱/۴۹ ± ۰/۰۴ ^{a}	۱/۴۵ ± ۰/۰۳ ^{a}	۱/۴۲ ± ۰/۰۴ ^{a}	۱/۱۸ ± ۰/۰۵ ^{b}	۱/۱۴ ± ۰/۰۵ ^{b}
ضریب تبدیل غذا	۱/۴۳ ± ۰/۰۶ ^{c}	۱/۵۰ ± ۰/۰۵ ^{c}	۱/۵۶ ± ۰/۰۶ ^{c}	۱/۹۰ ± ۰/۰۴ ^{b}	۲/۰۶ ± ۰/۰۴ ^{a}
میزان بازدهی پروتئین	۰/۶۶ ± ۰/ ۰۳^{a}	۰/۶۴ ± ۰/۰۵ ^{a}	۰/۶۲ ± ۰/۰۳ ^{a}	۰/۵۳ ± ۰/۰۴ ^{b}	۰/۴۴ ± ۰/۰۴ ^{c}
درصد بازماندگی	۹۶ ± ۲^{a}	۹۳ ± ۳^{a}	۹۲ ± ۲^{a}	۸۱ ± ۳ ^{b}	۷۹ ± ۲ ^{b}

حروف لاتین مشترک در هر ردیف گویای عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵) و حروف غیر مشترک به معنای وجود اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) در میانگین داده‌های آزمایش می‌باشد.

جدول۵: ترکیب شیمیایی بدن میگوی رودخانه‌ای شرق تحت تاثیر ۸ هفته تغذیه با جیره‌های آزمایشی (وزن تر)، (n=۳)

ترکیب شیمیایی بدن (درصد)	قبل از شروع آزمایش	تیمارهای آزمایش (درصد)				
		پایه (۰)	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
رطوبت	۷۵/۲۵ ± ۰/۱۵	۷۳/۱۲ ± ۰/۱۰ ^{b}	۷۳/۱۸ ± ۰/۱۱ ^{b}	۷۳/۳۰ ± ۰/۱۰ ^{b}	۷۵/۶۳ ± ۰/۰۷ ^{a}	۷۵/۷۲ ± ۰/۰۷ ^{a}
پروتئین	۱۴/۷۷ ± ۰/۱۰	۱۶/۵۹ ± ۰/۰۷	۱۶/۵۲ ± ۰/۰۸	۱۶/۴۰ ± ۰/۰۵	۱۶/۰۵ ± ۰/۰۶	۱۵/۹۱ ± ۰/۰۵
چربی	۳/۱۰ ± ۰/۰۸	۴/۳۵ ± ۰/۱۲	۴/۴۴ ± ۰/۱۰	۴/۵۶ ± ۰/۱۴	۴/۶۷ ± ۰/۰۹	۴/۷۵ ± ۰/۰۸
خاکستر	۲/۲۱ ± ۰/۱۰	۲/۶۲ ± ۰/۰۸	۲/۷۰ ± ۰/۰۹	۲/۸۲ ± ۰/۰۹	۲/۹۳ ± ۰/۱۱	۳/۱۰ ± ۰/۱۰

حروف لاتین مشترک در هر ردیف گویای عدم وجود اختلاف معنی‌دار (P>۰/۰۵) و حروف غیر مشترک به معنای وجود اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) در میانگین داده‌های آزمایش می‌باشد.

بحث

همان‌گونه که در این تحقیق مشاهده گردید، میگوهای تغذیه شده تا سطح ۵۰ درصد جایگزینی (۱۵ درصد آرد کنجاله کانولا و ۱۵ درصد پودرماهی) هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری را در خصوص میانگین افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذا، میزان بازدهی پروتئین و درصد بازماندگی با میگوهای تغذیه شده در تیمار پایه نداشتند. دلایل این رخداد می‌تواند از یک‌سو به رژیم همه‌چیزخواری با تمایل به گیاه‌خواری این میگو و از سوی دیگر میزان‌های تقریباً یکسان پروتئین، چربی و انرژی جیره‌ها در ارتباط باشد. هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که پروتئین موجود در جیره تیمارهای ۲۵ و ۵۰ درصد،

به‌خوبی صرف تشکیل بافت و رشد میگوها شده است، اما با افزایش مقدار جایگزین کردن آرد کنجاله کانولا در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد، که اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های رشد این تیمارها در مقایسه با تیمار پایه مشاهده گردید، می‌توان این گونه عنوان کرد که بالا بودن میزان ترکیبات ضد تغذیه‌ای به ویژه فیبر و گلوکوزینولات درون آرد کنجاله کانولا موجود در جیره تیمارهای ذکر شده، تأثیر منفی بر روی عملکرد رشد میگوها داشته است و همین عامل باعث افزایش تلفات و کاهش رشد میگوها در این تیمارها گردیده است.

نتایج مشابهی نیز توسط سایر محقق‌ها گزارش شده است. Higgs و همکاران (۱۹۸۲) بیان می‌کنند که فیبر موجود در کنجاله کانولا استفاده شده در جیره غذایی ماهی آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) باعث کاهش در دسترس قرار گرفتن مواد معدنی و افزایش سرعت حرکت غذا در داخل روده می‌شود که منجر به کاهش هضم‌پذیری انرژی، پروتئین و فسفر خواهد شد. هم‌چنین آن‌ها افزایش سطح گلوکوزینولات جیره را نیز دلیلی بر کاهش عملکرد رشد می‌دانند. Lim (۱۹۹۷) گزارش داد که اگر از کنجاله کانولا با فیبر بالا در سطوح پایین‌تر از ۳۰ درصد در جیره غذایی میگوی وانامی (*Penaeus vannamei*) استفاده شود، منجر به کاهش میزان غذای مصرفی و ضریب رشد ویژه نمی‌گردد. Buchman و همکاران (۱۹۹۷) که مطالعه‌ای را با هدف بالابردن ارزش غذایی کنجاله کانولا با افزودن آنزیم (Porzyme) در جیره غذایی میگوهای جوان ببری سیاه (*Penaeus monodon*) با وزن اولیه ۰/۹۶±۰/۰۹ گرم و به‌مدت ۴۲ روز انجام دادند اظهار کردند که اختلاف معنی‌داری در مورد افزایش وزن و ضریب تبدیل غذا میان جیره پایه (بدون کنجاله کانولا) و جیره‌ای که دارای ۲۰ درصد کنجاله کانولا به‌همراه ۰/۲۵ درصد مخلوط آنزیم بود مشاهده نمی‌شود. Webster و همکاران (۱۹۹۷) نشان دادند که استفاده از کنجاله کانولا تا سطح ۳۶ درصد در جیره غذایی گربه‌ماهی کانالی (*Ictalurus punctatus*) تأثیر منفی معنی‌داری را بر روی افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب بازده پروتئین نخواهد گذاشت، اما با افزایش سطح جایگزینی کنجاله کانولا به ۴۸ درصد، افزایش تلفات و بروز اثرات نامطلوب در عملکرد رشد این ماهی مشاهده خواهد شد. Burel و همکاران (۲۰۰۰) دلیل کاهش رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۳۰ و ۵۰ درصد کنجاله کانولا را اثر مستقیم گلوکوزینولات بر روی مصرف غذا و هم‌چنین اختلال در فعالیت تیروئید به علت افزایش سطح گلوکوزینولات جیره که باعث کاهش ترشح هورمون رشد می‌شود می‌دانند. مطالعات Shafaeipour و همکاران (۲۰۰۸) بیان‌گر این است که استفاده از کنجاله کانولا به‌میزان ۳۰ درصد در جیره غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیر نامناسبی را در عملکرد رشد و مصرف پروتئین به‌همراه نخواهد داشت. Cheng و همکاران (۲۰۱۰) دریافتند که جایگزین کردن کنجاله کانولا به‌میزان ۲۰ درصد از پودرماهی جیره ماهی باس دریایی ژاپنی (*Lateolabrax japonicus*)، اثر منفی بر روی ضریب رشد ویژه و ضریب تبدیل غذا نمی‌گذارد، ولی چنان‌چه از سطح ۳۰ درصد جایگزینی و بالاتر از آن در جیره غذایی استفاده شود، تاثیر نامطلوب بر روی رشد ماهی خواهد گذاشت. Bulbul و همکاران (۲۰۱۳) نتیجه گرفتند که اگر از مخلوطی از پروتئین‌های گیاهی شامل کنجاله کانولا و پوسته کنجاله سویا به‌میزان ۲۰ درصد جایگزین پودر ماهی جیره میگوی (*Marsupenaeus japonicus*) شود اثر منفی معنی‌داری بر روی غذای مصرفی، عملکرد رشد و ترکیبات بدن این آبزی ایجاد نمی‌گردد، درحالی‌که با افزایش سطح جایگزینی به ۲۴ درصد زمینه بروز اختلاف معنی‌دار در عملکرد رشد ایجاد خواهد شد.

در مطالعه حاضر و درخصوص ترکیب بدن میگوها (پروتئین، چربی و خاکستر) اختلاف معنی‌داری میان تیمارها در مقایسه با تیمار پایه مشاهده نگردید، اما مقدار رطوبت در تیمارهای ۷۵ و ۱۰۰ درصد اختلاف معنی‌داری را با تیمار پایه داشتند. به‌نظر می‌رسد علت آن کاهش میزان پروتئین بدن میگوها به‌دلیل کاهش مصرف غذا در تیمارهای ذکر شده باشد. در این مورد، نویریان و محمدی (۱۳۸۷) نتایج مشابهی را گزارش نمودند، آن‌ها که مطالعه‌ای را به‌منظور تعیین آثار سطوح مختلف پروتئین بر شاخص‌های رشد میگوی رودخانه‌ای شرق (*Macrobrachium nipponense*) انجام دادند، بیان می‌کنند که کاهش پروتئین در جیره غذایی این میگو، باعث افزایش میزان رطوبت بدن خواهد شد.

به‌طورکلی از موارد فوق چنین می‌توان نتیجه گرفت که پس از ۵۶ روز آزمایش، اختلاف معنی‌دار آماری در عملکرد رشد و ترکیب بدن میگوی رودخانه‌ای شرق جوان که تا سطح ۵۰ درصد تغذیه شده بودند در مقایسه با تیمار پایه مشاهده نگردید. هم‌چنین این جایگزین کردن منجر به کاهش قابل توجهی در قیمت تمام شده تهیه جیره غذایی این آبزی نیز شد. بنابراین آرد کنجاله کانولا این قابلیت را دارد که تا سطح ۵۰ درصد در جیره غذایی این گونه مورد استفاده قرار گیرد بدون

این که اثر نامطلوبی بر روی عملکرد رشد و ترکیب بدن این میگو ایجاد شود.

منابع

۱. **گرگین، س. و علی‌محمدی، ا.، ۱۳۸۳.** نخستین گزارش از وجود میگوی آب شیرین (*Macrobrachium nipponense*) در ایران و مقایسه مرفولوژیک آن با گونه *M. rosenbergii*. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۶۵، صفحات ۵۷ تا ۵۹.

۲. **نویریان، ح. و محمدی، م.، ۱۳۸۷.** بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین بر شاخص‌های رشد میگوی آب شیرین رودخانه‌ای شرق در مرحله جوانی (*Macrobrachium nipponense*). مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۷، شماره ۱ و ۲، صفحات ۱۱۲ تا ۱۲۰.

۳. **نویریان، ح.؛ خوش‌خلق، م. ر. و موسی‌پور، م.، ۱۳۹۲.** اثر سطوح مختلف چربی بر عوامل رشد و ترکیبات لاشه میگوی رودخانه‌ای شرق در مرحله جوانی. فصلنامه علمی پژوهشی محیط زیست جانوری. درحال چاپ.

4. **ADCP. 1983.** Fish feeds and feeding in developing countries**.** FAO, Rome, Italy; ADCP, REP/s 3ns. 97 p.
5. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990.** Official Methods of Analysis, 15th Ed. Washington, DC. USA. 1094 P.
6. **Allan, G.L.; Parkinson, S.; Booth, M.A.; Stone, D.A.; Rowland, S.J.; Frances, J. and Warner-Smith, R., 2000.** Replacement of fish meal in diets for Australian silver perch, (*Bidyanus bidyanus*): I. Digestibility of alternative ingredients. Aqua. Vol. 186, pp: 293-310.
7. **Bell, J., 1993.** Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. Canadian Journal of Animal Science. Vol. 73, pp: 689-697.
8. **Buchanan, J.; Sarac, H.; Poppi, D. and Cowan, R., 1997.** Effects of enzyme addition to canola meal in prawn diets. Aquaculture. Vol. 151, pp: 29-35.
9. **Bulbul, M.; Koshio, S.; Ishikawa, M.; Yokoyama, S. and Kader, M.A., 2013.** Performance of kuruma shrimp (*Marsupenaeus japonicus*) fed diets replacing fishmeal with a combination of plant protein meals. Aquaculture. Vol. 372, pp: 45-51.
10. **Burel, C.; Boujard, T.; Escaffre, A.M.; Kaushik, S.J.; Boeuf, G.; Mol, K.; Van Der Geyten, S. and Kuhn, E.R., 2000.** Dietary low glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). British Journal of Nutrition. Vol. 83, pp: 653-664.
11. **Cai, Y. and Ng, P.K., 2002.** The freshwater palaemonid prawns (Crustacea: Decapoda: Caridea) of Myanmar. Hydrobiologia. Vol. 487, pp: 59-83.
12. **Cheng, Z.; Ai, Q.; Mai, K;, Xu, W.; Ma, H.; Li, Y. and Zhang, J., 2010.** Effects of dietary canola meal on growth performance, digestion and metabolism of Japanese seabass (*Lateolabrax japonicus*). Aquaculture. Vol. 305, pp: 102-108.
13. **Collins, S.A.; Overland, M.; Skrede, A. and Drew, M.D., 2013.** Effect of plant protein sources on growth rate in salmonids: Meta-analysis of dietary inclusion of soybean, pea and canola/rapeseed meals and protein concentrates. Aquaculture. Vol. 400, pp: 85-100.
14. **Cruz-Suarez, L.E.; Ricque-Marie, D.; Tapia-Salazar, M.; McCallum, I.M. and Hickling, D., 2001.** Assessment of differently processed feed pea (*Pisum sativum*) meals and canola meal (*Brassica. sp*.) in diets for blue shrimp (*Litopenaeus stylirostris*). Aquaculture. Vol. 196, pp: 87-104.
15. **De Grave, S. and Ghane, A., 2006.** The establishment of the oriental river prawn, (*Macrobrachium nipponense*) (De Haan, 1849) in Anzali Lagoon, Iran. Aquatic Invasions. Vol. 1, pp: 204-208.
16. **FAO. 2013.** www. fao.org. fishery, astatistics, global aquaculture prodaction. Cited: March 2013. 178 p.
17. **Forster, I.; Higgs, D.A.; Dosanjh, B.S.; Rowshandeli, M. and Parr, J., 1999.** Potential for dietary phytase to improve the nutritive value of canola protein concentrate and decrease phosphorus output in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) held in 11° C fresh water. Aquaculture. Vol. 179, pp: 109-125.
18. **Higgs, D.; Dosanjh, B.; Prendergast, A.; Beames, R.; Hardy, R.; Riley, W. and Deacon, G., 1995.** Use of rapeseed/canola protein products in fin fish diets. In Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture. Edited by (Lim, C.E. and Sessa, D.J). Champaign II. Chapman and Hall. New York, USA. pp: 130-156.
19. **Higgs, D.A.; McBride, J.R.; Markert, J.R.; Dosanjh, B.S.; Plotnikoff, M.D. and Clarke, W.C., 1982.** Evaluation of tower and candle rapeseed (canola) meal and Bronowski rapeseed protein concentrate as protein supplement in practical dry diets for juvenile Chinook salmon. Aquaculture. Vol. 29, pp: 1-31.
20. **Kaushik, S.; Flos, R.; Tort, L. and Torres, P., 1990.** Use of alternative protein sources for the intensive rearing of carnivorous fish. Mediterranean Aquaculture. pp:125-138.
21. **Koshio, S.; Kanazawa, A. and Teshima, S. I., 1992.** Nutritional evaluation of dietary soybean protein for juvenile freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*). Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries. Vol. 58, pp: 965-970.
22. **Lim, C., 1997.** Replacement of marine animal protein with peanut meal in diets for juvenile white shrimp. Journal of Applied Aquaculture. Vol. 7, pp: 67-78.
23. **Miao, W. and Ge, X., 2002.** Freshwater prawn culture in China: an overview. Aquaculture Asia. Vol. 7, No.1, pp: 9-12.
24. **Mwachireya, S.A.; Beames, R.M.; Higgs, D.A. and Dosanjh, B.S., 1999.** Digestibility of canola protein products derived from the physical, enzymatic and chemical processing of commercial canola meal in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss Walbaum*) held in fresh water. Aquaculture Nutrition. Vol. 5, pp: 73-82.
25. **Pillay, T.V.R. and Kutty M.N., 2005.** Aquaculture principles and practices. Second edition. Blackwell Science. Ltd. London, UK. pp: 500-506.
26. **Shafaeipour, A.; Yavari, V.; Falahatkar, B.; Maremmazi, J.G. and Gorjipour, E., 2008.** Effects of canola meal on physiological and biochemical parameters in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. Vol. 14, pp: 110-119.
27. **Wang, D.H.; Chen, Z.J.; Jiang, Y.Y.; Zhou, H. and Yang, W.X., 2010.** Fatty acid composition and analysis of freshwater caridean shrimp (*Macrobrachium nipponense*) (De Haan, 1849) during spermiogenesis. Aquaculture Research. Vol. 41, No. 8, pp: 1140-1149.
28. **Wang, G. and Qianhong, S., 1999.** Culture of freshwater prawns in China. Aquaculture Asia. Vol. 4, No. 2, pp: 14 -17.
29. **Webster, C.D.; Tiu, L.G.; Tidwell, J.H. and Grizzle, J.M., 1997.** Growth and body composition of channel catfish fed diets containing various percentages of canola meal. Aquaculture. Vol. 150, pp: 103-112.
30. **Wong, J.T.Y. and McAndrew, B.J., 1994**. Selection for larval freshwater tolerance in *Macrobrachium Nipponense* (De Haan, 1849). Aquaculture. Vol. 88, pp: 151-156.