بررسی جایگزینی پودر آزولا (*Azolla* spp) به‌جای آرد کنجاله سویا بر شاخص‌های رشد و بازماندگی بچه ماهی انگشت‌قد ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*)

حسین اورجی[1]، خسرو جانی‌خلیلی[1]، حسین رحمانی[1]، ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی [1]، قربانعلی نعمت‌زاده[2]، مریم داداشی[3] و آرزو محسنی[3]

۱- گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۲ - پژوهشکده ژنتیک و زیست‌فناوری کشاورزی طبرستان، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

۳ - دانشجوی شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

چکیده

به منظور ارزیابی جایگزینی پودر آزولای خشک (*Azolla spp*) به جای آرد سویا بر عملکرد رشد و بازماندگی بچه ماهی انگشت‌قد کپور معمولی(*Cyprinus carpio*)، پنج جیره آزمایشی با میزان پروتئین خام و انرژی قابل هضم یکسان بر پایه آرد سویا تنظیم و پودر آزولا در ۵ سطح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزین آن شد. این تحقیق در ۱۵ آکواریوم شیشه‌ای به ابعاد ۴۰× ۲۵× ۱۵ سانتی‌متر با ۵ تیمار و ۳ تکرار و در هر تکرار با ۲۰ قطعه بچه‌ماهی با میانگین وزن اولیه ۲ گرم در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت پذیرفت. در طول دوره آزمایش بچه ماهیان روزانه در سه وعده به میزان ۱۲- ۱۰ درصد وزن توده (بیوماس) زنده تغذیه می‌شدند. وزن توده زنده آکواریوم‌ها هر دو هفته و پایان دوره آزمایش طی عملیات زیست‌سنجی وزن اندازه‌گیری شد. نتایج آزمایش نشان داد که افزایش وزن در بین تیمار کنترل و سطوح ۲۵ درصد تفاوت معنی‌داری وجود نداشت. می‌توان نتیجه‌گیری نمود که به منظور کاهش هزینه‌های ناشی از مصرف آرد سویا در جیره ماهی، پودر آزولای خشک را بدون عمل‌آوری و بدون اینکه تأثیر زیان‌آوری بر رشد ماهی کپور معمولی داشته باشد تا سطح ۲۵ درصد جایگزین پودر سویا استفاده نمود.

کلمات کلیدی: جایگزینی، آرد سویا، پودر آزولا، کپور معمولی

مقدمه

به دلیل کاهش تولیدات جهانی پودر ماهی و افزایش قیمت پودر ماهی متخصصان تغذیه، منابع پروتئین گیاهی برای مثال آرد سویا (Dong and ;Akiyama, 1991; Garcia-Ulloa *et al.*, 2003 Niu, 2000)، کانولا (Thiessen and Maenz, 2005)، پودر کتان (El-Saidy and Gaber, 2001)،

حبوبات (De Silva *et al.*, 1988; Hossain *et al.*, 2001) را به عنوان جایگزین پودر ماهی مطرح کردند. پودر منابع گیاهی تا حدودی می تواند جایگزین مناسب پودر ماهی در جیره ماهی شود. از بین منابع پروتئین گیاهی، آرد سویا به خاطر کیفیت تغذیه‌ای، قیمت مناسب، فراوانی و قابلیت دسترسی معمول‌ترین منبع پروتئین گیاهی است (Akiyama, 1991). موفقیت آرد سویا به‌عنوان یک منبع پروتئینی مهم در جیره ماهی و میگوی آب شیرین توسط Koshio و همکاران (۱۹۹۲)، Tidwell و همکاران (۱۹۹۳)، Zhu and Yang (۱۹۹۵)، Dong and Niu (۲۰۰۰)، Biswas و همکاران (۲۰۰۷) و Chou و همکاران (۲۰۰۴) گزارش شده است. به هر حال، بنظر می‌رسد سطوح جایگزینی بالای پروتئین‌های آرد سویا در جیره‌های ماهی و میگوی دریایی بر مطبوعیت، مصرف غذا و رشد تأثیر خواهد گذاشت (Lim & Dominy, 1990; Tacon & Akiyama, 1997; Floreto et al., 2000).

سویا در کشورهای گرمسیری رشد خوبی ندارد و در سال‌های اخیر تقاضای جهانی سویا به منظور استفاده از آن در صنعت تغذیه جانوران و همچنین استفاده مستقیم در غذای انسان زیاد شده است (Ng & Chen, 2002). با توجه به موارد فوق انتخاب منابع گیاهی جایگزینی آرد سویا که از لحاظ اقتصادی به صرفه باشد ضروری به‌نظر می‌رسد.

آزولا (*Azolla spp.*) یکی از گیاهان آبزی که سراسر سال در دریاچه‌ها، مزارع برنج، مناطق استخری آب شیرین، رودخانه‌ها و کانال‌های آبیاری وجود دارد (Lumpkin & Plucknett, 1982) و بوسیله ماهیان مختلف مورد مصرف قرار می‌گیرد (Abdel-Tawwab, 2008). تولید آزولا خیلی زیاد و در حدود ۲۰۰۰-۱۰۰۰ کیلوگرم در هکتار در روز بوده و این برابر با تولید ۳۰ -۱۰ کیلوگرم پروتئین است (Lumpkin & Plucknett, 1982).

با توجه به اینکه آزولا از لحاظ ترکیب غذایی قابل‌توجه است و همچنین به میزان فراوان در مزارع برنج و منابع آبی کشور ما یافت می‌شود (Delnavaz and Ataei Azimi, 2009). بنابراین هدف از این مطالعه بررسی جایگزینی پودر آزولا به جای آرد سویا در جیره ماهی بر عملکرد رشد و بازماندگی ماهی کپور معمولی می‌باشد.

مواد و روش‌ها

زمان و مکان تحقیق و طراحی آزمایش

تحقیق حاضر از مهرماه الی آبان ماه ۱۳۸۹ در سالن آکواریوم گرو شیلات دانشکده علوم دامی و شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در انجام شد. این تحقیق در ۱۵ آکواریوم به ابعاد ۴۰× ۲۵× ۱۵ سانتی‌متر با ۵ تیمار و ۳ تکرار و در هر تکرار با ۲۰ قطعه بچه ماهی در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی صورت پذیرفت. تیمار ۲، ۳، ۴ و ۵ به ترتیب برای جیره‌های

آزمایشی با سطوح جایگزینی ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد آرد سویا با آزولا و تیمار ۱ برای جیره های آزمایشی کنترل (جیره بدون آزولا) در نظر گرفته شدند. جهت هوادهی و تأمین نیاز اکسیژنی ماهیان، به هر یک از آکواریوم یک سنگ هوا که به منبع هواده متصل بود نصب گردید.

جمع‌آوری آزولا

نمونه آزولا مورد نیاز از زمین‌های شالیزار ساری و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری در فصل تابستان (شهریور) و فصل پائیز (آبان) جمع‌آوری شد. نمونه آزولا در معرض نور خورشید خشک شده و پس از عمل جداسازی آن از سایر گیاهان آبزی، حلزون‌های آبزی و غیره با استفاده از آسیاب الکتریکی پودر شده و در بسته های نایلونی در یخچال تا زمان ساخت غذا نگهداری شد. ترکیب شمیایی آزولای خشک در جدول ۱ ارائه شده است.

نمونه ماهی کپور معمولی

بچه ماهی کپور معمولی با وزن متوسط ۲ گرم، از گارگاه تکثیر و پرورش ماهی نصر ساری خریداری شدند و برای مدت یک هفته در تانک فایبرگلاس به ابعاد ۲۵۰×۱۰۰× ۵۰ سانتی‌متر برای آداپتاسیون (سازگاری) به شرایط آزمایشگاهی نگه‌داشته شدند و در طول این مدت با جیره آداپتاسیون کپور معمولی کارخانه آبزیان شمال تغذیه شدند. بعد از دوره سازگاری تعداد ۲۰ قطعه بچه ماهی به‌طور تصادفی با میانگین وزن اولیه ۲ گرم به آکواریوم‌های شیشه‌ای توزیع شدند و با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند.

زمان، دفعات و میزان غذادهی

در طول دوره آزمایش بچه ماهیان روزانه در سه وعده و در ساعات ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۵ عصر با غذایی که به صورت پلت تهیه شده و متناسب با اندازه دهان بود، تغذیه شدند. میزان غذا بر اساس ۱۲-۱۰ درصد وزن توده زنده تیمارها محاسبه می شد.

زیست‌سنجی ماهیان

طی دوره پرورش برای بررسی وضعیت رشد ماهیان و تعیین میزان غذای مصرفی روزانه در فواصل دوهفته زیست‌سنجی انجام شد. برای این منظور تمامی ماهیان از آکواریوم خارج شده و توزین می‌شدند. اندازه‌گیری وزن بدن با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۱ صورت گرفت. میزان بازماندگی با حذف ماهیان مرده از هر آکواریوم تعیین شد. در انتهای دوره آزمایش، تمام ماهیان شمرده و توزین شدند.

پارامترهای کیفی آب

آب مورد استفاده در این تحقیق از چاه تأمین شده بود که پس از ذخیره‌سازی در یک تانک۲ هزار لیتری و هوادهی مورد مصرف قرار می‌گرفت. روزانه قبل از غذادهی نوبت اول و سوم غذای خورده نشده و مدفوع از آکواریوم سیفون شده و آب نیز روزانه به میزان ۲۵ درصد تصویض می‌گردید. در طول آزمایش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب کنترل شدند. در ضمن آزمایش تغذیه‌ای در فتوپریود طبیعی (۱۲ ساعت روشنایی و ۱۲ ساعت تاریکی) با استفاده از لامپ‌های فلوروسنت انجام پذیرفت.

فرمولاسیون جیره و روش‌های آنالیز بیوشیمیایی

پنج جیره آزمایشی با میزان پروتئین یکسان (۳۳ درصد پروتئین) و انرژی یکسان (کیلوژول بر کیلوگرم) شامل صفر، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ درصد جایگزینی آرد سویا با آزولا با استفاده از نرم افزار لیندو فرموله و تهیه شدند. جیره‌ها از ترکیبات مختلف شامل پودر آزولای خشک، پودر ماهی کیلکا، سبوس گندم، آرد گندم، ملاس، روغن آفتاب‌گردان و مکمل‌ها بودند (جدول ۲). گونه آزولای مورد استفاده *Azolla filiculoides* بوده که گونه مناسب برای ماهی است و تحت شرایط محلی آسان‌تر و بیشتر رشد می‌کند.

تهیه و آماده‌سازی جیره‌های آزمایشی

تمام اجزای غذایی استفاده شده در این مطالعه غیر از آزولا از منابع تجاری محلی تهیه شدند. در تهیه جیره‌ها، تمام اجزای غذایی ابتدا با استفاده از آسیاب الکتریکی پودر و سپس با غربال ۲۵۰ میکرونی الک شدند. اجزای غذایی برای مدت ۱۰ دقیقه کاملاً مخلوط شدند. به مخلوط بتدریج آب به میزان کافی اضافه شد تا خمیر سفت ساخته شود. خمیر حاصل از یک چرخ گوشت با قطر صفحه ۲ میلی‌متری عبور داده شد که نهایتاً غذا به شکل / شبیه رشته‌های ماکارونی به قطر ۲-۱ میلی‌متر تولید شد/ شد. سپس غذاهای پلت شده در آون به مدت ۱۲ ساعت در دمای ۵۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. بعد از خشک شدن، جیره‌ها شکسته شده و در اندازه‌های مناسب الک و در کیسه‌های پلاستیکی بسته‌بندی و تا زمان استفاده در آزمایش تغذیه ای در جای خشک و یا یخچال نگهداری شدند.

پارامترهای رشد

برای بررسی رشد ماهیان و مقایسه بین تیمارها از شاخص‌های رشد شامل درصد زنده‌مانی و افزایش وزن بدن استفاده شد. میزان رشد رشد و بازماندگی از طریق فرمول‌های زیر محاسبه شدند:

وزن اولیه - وزن نهایی = افزایش وزن (گرم)

$$\text{افزایش وزن روزانه} = \frac{\text{وزن اولیه} - \text{وزن نهایی}}{\text{زمان}}$$

$$\text{درصد بازماندگی} = \frac{\text{تعداد نهایی}}{\text{تعداد اولیه}} \times ۱۰۰$$

آنالیز آماری

تمام تجزیه و تحلیل داده‌های این تحقیق با استفاده از برنامه نرم افزاری SPSS نسخه ۱۷ انجام شد. برای مقایسه تفاوت تیمارها از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه و برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین تیمارها در سطح اطمینان ۵ درصد از آزمون چند دامنه‌ای دانکن استفاده شد.

نتایج

جدول ۱ اجزای جیره‌های آزمایشی را نشان می‌دهد. در طول دوره آزمایش اختلاف معنی‌داری بین پارامترهای کیفی آب مشاهده نشد و تغییرات دمای آب بین ۲۸-۲۲ درجه سانتی‌گراد، pH بین ۷/۵- ۶/۸، اکسیژن محلول در آب ۷/۸ – ۵/۸ میلی‌گرم در لیتر در نوسان بود. در جدول ۳ میزان وزن اولیه، وزن نهایی، افزایش وزن بدن و درصد بازماندگی بچه ماهی کپور معمولی تغذیه شده با جیره‌های دارای سطوح مختلف جایگزینی آرد سویا با پودر آزولای خشک برای مدت ۶۰ روز ارائه شده است. نتایج نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در ارتباط با میزان رشد ماهیان تغذیه شده با جیره‌های با سطوح جایگزینی صفر و ۲۵ درصد وجود ندارد ($P>0/05$) در حالی‌که تفاوت معنی داری بین ماهیان در سطوح جایگزینی بالاتر از ۲۵ درصد با سطوح جایگزینی صفر مشاهده شد ($P<0/05$). اختلاف معنی‌داری در ارتباط با میزان رشد و میزان مرگ و میر ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد (۰ درصد جایگزینی) و جیره ۲ (۲۵ درصد جایگزینی آرد سویا با آزولا) وجود نداشت ($P>0/05$). همچنین جایگزینی ۲۵ درصد آرد سویا جیره ماهی با پودر آزولای خشک اثر منفی (مخالف، زیان‌آور) بر رشد و مرگ و میر در مقایسه با جیره شاهد نشان نداد.

اختلاف معنی‌داری در میزان مرگ و میر ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و سایر جیره‌های آزمایشی مشاهده نشد. میزان مرگ و میر با افزایش سطح جایگزینی آزولا از ۲۵ درصد به بالا افزایش یافت. بالاترین میزان مرگ و میر در ماهیان تغذیه شده با جیره ۱۰۰ درصد جایگزینی مشاهده شد (جدول ۳).

نتایج بدست آمده در مطالعه حاضر پیشنهاد می‌کند که گنجاندن آزولای خشک بیشتر از ۲۵ درصد به‌جای آرد سویا در جیره ماهی می‌تواند به‌طور معنی‌داری منجر به کاهش رشد ماهی کپور معمولی شود. در این ارتباط نتایج مشابه با ماهی تیلاپیای نیل تغذیه شده با آزولا تازه و خشک توسط El-Sayed (۱۹۹۲) بدست آمده است. همچنین Fasakinand و Balogun (۱۹۹۸) اثرات جایگزینی پودر آزولای خشک شده در آفتاب را با پودر سویا در سطوح ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ برای بچه ماهی

گربه ماهی افریقایی مطالعه کردند و دریافتند که رشد گربه ماهی آفریقایی با افزایش سطح جایگزینی پودر آزولای خشک شده بیشتر از ۲۵ درصد جیره کاهش یافت. Ahmad (۲۰۰۳) پودر آزولای خشک شده را به‌عنوان جایگزین‌های ۰، ۲۵، ۵۰، ۷۵ و ۱۰۰ جیره کنترل برای ماهی کپور معمولی استفاده نمود و دریافت که وزن نهایی با افزایش پودر آزولای خشک شده به ۷۵ و ۱۰۰ درصد کاهش یافت در حالیکه اختلاف معنی‌دار بین کنترل و پودر آزولای خشک شده ۲۵ درصد وجود نداشت.

Fiogbe و همکاران (۲۰۰۴) جیره‌های فرموله شامل سطوح مختلف آزولای خشک شده *Azolla microphylla* (۰، ۱۵، ۲۰، ۳۰، ۴۰ و ۴۵ درصد وزن خشک جیره) را در بچه ماهی نورس تیلاپیای نیل *O. niloticus L.* آزمایش کردند. آنها دریافتند که رشد ماهی با افزایش سطوح آزولا کاهش یافت، و جیره فاقد آزولا و ۱۵ درصد رشد مشابه داشتند. Abou و همکاران (۲۰۰۷) آزولای *Azolla filiculoides* را در سطوح ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد به‌عنوان جایگزین پودر ماهی در جیره ماهی تیلاپیای نیل *O. niloticus L.* در استخرهای خاکی استفاده کرد. آنها رشد و تولید مشابه در ماهی تغذیه شده با ۰، ۱۰ و ۲۰ درصد جیره‌های حاوی آزولا بدست آوردند. کاهش قابل توجه در رشد ماهی با افزایش سطوح پودر آزولای جیره احتمالاً در نتیجه کاهش در ارزش تغذیه‌ای جیره‌های آزمایش شده می‌باشد. افزایش در پودر آزولا در جیره‌ها ممکن است قابلیت هضم‌پذیری جیره را کاهش دهد که منجر به رشد ضعیف مرگ و میر بالای ماهی کپور معمولی می‌شود که در نتیجه محتوی بالای فیبر در آزولا (۱۴/۹- ۲۰/۱۶)، محتوی کم چربی (۲/۶۱)، و کمبود در مواد مغذی دیگر به ویژه آمینو اسدهای ضروری می‌شود.

Anderson و همکاران (۱۹۸۴) گزارش کردند که سطح فیبر به میزان ۱۰۰ گرم بر کیلوگرم برای گونه ماهی همه‌چیز خوار ایده آل است و بالاتر از آن کارایی و قابلیت هضم مواد مغذی را کاهش می‌دهد. همچنین رشد ضعیف و کارایی مصرف غذای جیره های تغذیه شده ماهی با سطوح بیشتر از ۲۵ درصد پودر آزولا ممکن است در نتیجه کاهش انرژی جیره و کمبود اسیدهای چرب ضروری باشد که این در سطوح بالاتر جایگزینی آزولا بیشتر نمایان خواهد شد. به هر حال چربی‌های جیره، نقش قابل توجه در جیره‌های تجاری به عنوان یک منبع انرژی و اسیدهای چرب ضروری برای رشد و تکامل ماهیان ایفا می‌کند (NRC, 1993). ماهی‌های همه چیزخوار برای مثال تیلاپیا، کپور معمولی و گربه ماهی کانال قادرند به‌طور مؤثری کربوهیدرات و چربی‌ها را استفاده کنند و معمولاً به مقدار ۶۰- ۵۰ گرم بر گیلوگرم چربی در جیره نیاز دارند (Luquet, 1991; Satoh 1991; Wilson 1991).

آزولا (*Azolla spp.*) و دیگر گیاهان آبزی عموماً در آمینواسیدهای حاوی سولفور و بعضی وقت‌ها در لیزین کمبود دارند. به هر حال به‌نظر می‌رسد که آزولا (*Azolla spp.*) نسبت به سایر گیاهان آبزی در

سیستین غنی‌تر باشد و بنابراین می تواند منبع بهتر آمینو اسیدهای حاوی سولفور باشد. رشد کم ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی بیشتر از ۲۵ درصد آزولا در مطالعه حاضر ممکن است در نتیجه کمبود در این آمینواسیدها و یا هر آمینواسیدهای ضروری دیگر باشد. کمبودهای یک یا بیشتر آمینواسیدها مشخص شدند که پروتئین، رشد یا هر دو را محدود می‌کند (Abdel-Tawwab, 2006).

سپاسگزاری

نویسندگان بر خود لازم می‌دانند از مساعدت‌های ریاست محترم و کارکنان پژوهشکده ژنتیک و زیست فناوری کشاورزی طبرستان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به خاطر در اختیار گذاشتن زمین شالیزاری برای تهیه آزولا، مدیریت محترم گروه شیلات و کلیه کسانی که به نحوی در انجام این تحقیق کمک و یاری رساندند، تقدیر و تشکر نمایند.

منابع

1. Abdel-Tawwab, M. 2008. The Preference of the Omnivorous–Macrophagous, *Tilapia zillii* (Gervais), to Consume a Natural Free-floating Fern, *Azolla pinnata*. *Journal of the World Aquaculture Society*. 39(1):104-122.
2. Abdel-Tawwab, M. 2006. Effect of free-floating macrophyte, *Azolla pinnata*, on water physico-chemistry, primary productivity and the production of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.), and common carp, *Cyprinus carpio* L., in fertilized earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture*. 18(1):21–41.
3. AbouY., Fiogbe. E. D. and Micha J. C. 2007. Effects of stocking density on growth, yield and profitability of farming Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L., fed Azolla diet, in earthen ponds. *Aquaculture Research*. 38: 595-604.
4. Abou, Y., E. D. Fiogbe, and J.-C. Micha. 2007. A preliminary assessment of growth and production of Nile tilapia, Oreochromis niloticus L., fed Azollabased-diets in earthen ponds. *Journal of Applied Aquaculture*. 19(4):55–69.
5. Ahmad, M. H. 2003. Response of common carp; *Cyprimus carpio* L. to diets containing different levels of dry Azolla meal. *Journal of Egyptian Academic Society of Environmental Development* (B- Aquaculture). 4(1): 1–12.
6. Anderson, J., A. Jackson, A. Matty, and B. Capper. 1984. Effects of dietary carbohydrate and fiber on the tilapia *Oreochromis niloticus* (Linn.). *Aquaculture* 37: 303–314.
7. Biswas, A. K., Kaku, H., Cheol Ji, S., Seoka, M., Takii, K., 2007.Use of soybean meal and phytase for partial replacement of fish meal in the diet of red sea bream, Pagrus major. *Aquaculture*. 267: 284-291.
8. Chou, R.L., Her, B. Y., Su, M. S., Hwang, G., Wu, Y. H., Chen, H.Y. 2004. Substituting fish meal with soybean meal in diets of juvenile cobia Rachycentron canadum. *Aquaculture*. 229: 325–333
9. Delnavaz Hashemloian, B. and Ataei Azimi, A. 2009. Alien and exotic *Azolla* in northern Iran. *African Journal of Biotechnology*. 8 (2): 187-190.

10. Dong, Y. and C. J. Niu. 2000. Effects of dietary protein sources on growth and activities of digestive enzymes of giant freshwater prawn Macrobrachium rosenbergii. *Beijing Normal University*. 36: 260-263.
11. EL-SAYED, A.-F. M. 1992. Effects of substituting fish meal with *Azolla pinnata* in practical diets for fingerling and adult Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquacuture and Fisheries Management*. 23: 167-173.
12. El-Saidy, D. M. S. and M. M. A. Gaber. 2001. Linseed: its successful use as a partial and complete replacement for fishmeal in practical diets for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.). Pages 635- 642 *in* A.M. Abdel-Samee, M.M. Shetaewi and S.I. Ghoniem. *Second.*
13. *International Conference on Animal Production and Health in Semi-Arid Areas.* Faculty of Environmental Agricultural Sciences, Suez Canal University, El-Arish, North Sinai, Egypt.
14. Fiogbe, E. D., Micha, J.-C. and Van Hove, C. 2004. Use of a natural aquatic fern, Azolla microphylla, as a main component in food for the omnivorous–phytoplanktonophagous tilapia, *Oreochromis niloticus* L. *Journal of Applied Ichthyology*. 20, 517–520.
15. Floreto Eric, A. T., R. C. Bayer, and P. B. Brawn. 2000. The effects of soybeanbased diets, with and without amino acid supplementation, on growth and biochemical composition of juvenile American lobster, *Homarus americanus*. *Aquaculture*. 189: 211- 235.
16. Garcia-Ulloa, G. M., H. M. Lopez-Chavarin, H. Rodriguez-Gonzalez, and H. Villarreal-Colmenares. 2003. Growth of red claw crayfish Cherax quadricarinatus (Von Martens 1868) (Decapoda: Parastacidae) juveniles fed isoproteic diets with partial or total substitution of fish meal by soya bean meal: preliminary study. *Aquaculture Nutrition*. 9 (1) : 25–31.
17. Hossain, M. A., U. Focken, and K. Becker. 2001. Evaluation of an unconventional legume seed, *Sesbania aculata*, as a dietary protein source for common carp, *Cyprinus carpio* (L.). Aquaculture, 198: 129- 140.
18. Koshio, S., A. Kanazawa, and S. I. Teshima. 1992. Nutritional evaluation of dietary soybean protein for juvenile freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*. 58: 965-970.
19. Lumpkin, T. A. and D. L. Plucknett. 1982. Azolla as a green manure: use and management in crop production. Westview Tropical Agriculture Series No. 5. Westview Press, Boulder, Colorado, USA.
20. Luquet, P. 1991. Tilapia, *Oreochromis* spp. Pages 169– 179 in R. P. Wilson, editor. Handbook of nutrient requirements of finfish. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
21. NRC (National Research Council). 1993. Nutrient requirements of fish. Committee on Animal Nutrition, Board on Agriculture, National Research Council, National Academy Press. Washington, D. C., USA.
22. Khan, M.M. 1988. *Azolla Agronomy*. Institut of Biological Sciences of The University of The Philippines at Los Banos (IBS-UPLB), Philippine. pp. 89-94.

23. Lim, C. and Dominy, W. G., 1990. Evaluation of soybean meal as a replacement for marine animal protein in diets for shrimp (*Penaeus vannamei*). *Aquaculture*, 87: 53-63.
24. Ng, W. K. and Chen, M. L. 2002. Replacement of soybean meal with palm kernel meal in practical diets of hybrid-Asian-African catfish, *Clarias macrocephalus* XC. *gariepinus*. *Journal of Applied Aquaculture*. 12: 67-76.
25. Satoh, S. 1991. Common carp, *Cyprinus carpio*. Pages 55–67 in R. P. Wilson, editor. Handbook of nutrient requirements of finfish. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
26. Tacon, A. G. J. and D. M. Akiyama. 1997. Feed ingredients. *In*: L. R. D'Abramo, D.E. Konklin and D. M. Akiyama, eds., *Crustacean Nutrition, Advances in World Aquaculture*. 6: 411-472. World Aquaculture Society, Baton Rouge, LA.
27. Thiessen, D. and D. Maenz. 2005. Dephytinized canola (rapeseed) protein concentrate as: A viable vegetable alternative to fishmeal in aquafeed formulations. *International Aquafeed*, March-April 8(2): 21-28.
28. Tidwell, J. H., C. D. Webster, D. H. Yancey, and L. R. D'Abramo. 1993. Partial and total replacement of fishmeal with soybean meal and distillers' byproducts in diets for pond culture of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture*. 118: 119-130.
29. Wilson, R. 1991.Channel catfish, *Ictalurus punctatus*. Pages 35–54 in R .P. Wilson, editor.Handbook of nutrient requirements of finfish. CRC Press, Boca Raton, Florida, USA.
30. Zhu, Y. Z and G. H. Yang. 1995. Preliminary studies on suitable dietary protein level and soybean meal as dietary protein source of the freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii*. *Fisher Scientific informed*. 22: 125-128.

جدول ۱- ترکیب شیمیایی پودر آزولا (*Azolla spp*) بر حسب درصد ماده خشک

پروتئین خام(درصد)	۱۵/۴۰
چربی خام (درصد)	۲/۳
خاکستر(درصد)	۱۶/۵۶
فیبر خام(درصد)	۲۰/۳۵
عصار عاری از ازت(درصد)	۴۳/۳۰

جدول۲- اجزا و ترکیب شیمیایی جیره‌های آزمایشی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)

اجزای جیره (درصد)	تیمارها (درصد سطوح جایگزینی پودر آزولا)				
	صفر	۲۵	۵۰	۷۵	۱۰۰
پودر آزولای خشک	۰	۱۵	۳۰	۴۵	۶۰
آرد سویا	۳۵	۲۵	۱۵	۵	۰
پودر ماهی کیلکا	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰
آرد گندم	۳۰	۲۸	۲۴	۱۹	۹
روغن آفتابگردان	۸	۷	۶	۶	۶
ملاس	۲	۲	۲	۲	۲
مکمل‌ها	۲	۲	۲	۲	۲
فیلر/ پرکن‌ها	۳	۱	۱	۱	۱
کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

جدول ۳- عملکردهای رشد بچه ماهی کپور معمولی تغذیه‌شده با جیره‌های شامل سطوح مختلف جایگزینی آرد سویا با پودر آزولا

شماره جیره	سطح جایگزینی آرد سویا با پودر آزولا (درصد)	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی	افزایش وزن	بازماندگی (درصد)
			(گرم/ ماهی)		
۱	۰	۲/۰۳ ± ۰/۰۵	۱۲/۷۳± ۰/۸۵	۱۰/۷ ± ۰/۷۲ ^{a}	۷۶/۶۶ ± ۳/۳ ^{a}
۲	۲۵	۲/۰۰ ± ۰/۰۷	۱۱/۶۷± ۰/۵۲	۹/۶۷± ۰/۴۶ ^{a}	۷۵/۰۰± ۵/۲ ^{a}
۳	۵۰	۲/۱۰ ± ۰/۰۸	۸/۵۳± ۱/۱	۶/۴۳± ۰/۸۹ ^{ab}	۶۵/۳۳± ۴/۶ ^{a}
۴	۷۵	۲/۰۶ ± ۰/۰۴	۷/۱۲± ۰/۹۴	۵/۰۶± ۰/۷۶ ^{bc}	۶۳/۳۳± ۳/۹ ^{a}
۵	۱۰۰	۲/۱۳ ± ۰/۰۹	۶/۸۰± ۱/۳	۴/۶۷± ۱/۱ ^{c}	۵۶/۶۶± ۶/۵ ^{a}

در هر ستون اعدادی که دارای حروف مشابه هستند، اختلاف معنی‌داری ندارند ($P>۰/۰۵$)