# استفاده از پودر آزولای (*Azolla filiculoides*) تالاب انزلی به‌عنوان منبع پروتئین گیاهی در تغذیه ماهی زینتی سیچلاید ایرانی (*Iranocichla hormuzensis*)


- **محمود حافظیه***: موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران
- **مسعود صید گر**: مرکز تحقیقات آرتمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- **علیرضا قائدی**: مرکز تحقیقات اصلاح نژاد ماهیان سردابی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج، ایران
- **محمد محمدی**: مرکز تحقیقات ماهیان آب شور بافق، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، سازمان تحقیقات،آموزش و ترویج کشاورزی، یزد، ایران
- **علی مهدی‌آبکنار**: گروه شیلات، واحد چابهار، دانشگاه آزاد اسلامی، چابهار، ایران


تاریخ دریافت: خرداد ۱۳۹۸ تاریخ پذیرش: شهریور ۱۳۹۸

## چکیده

**ماهی سیچلاید ایرانی یکی از گونه‌های منحصر به‌فرد ماهیان زینتی کشور است که هم‌چون سایر آبزیان پرورشی، هزینه غذای آن، بخش قابل توجهی از قیمت تمام شده محصول نهایی تولیدی را دربر می‌گیرد. ازطرف دیگر، تهاجم آزولا به تالاب انزلی، آن را به یک مرداب تبدیل نموده است. با بررسی امکان استفاده ازآزولا در فرمولاسیون غذای ماهی سیچلاید ایرانی می‌توان فرصت بهره‌برداری بهینه از این گیاه را فراهم آورد. در این آزمایش، گیاه آزولا از تالاب انزلی جمع‌آوری، شسته و خشک گردید و با درصدهای مختلف (۱۵، ۳۰، ۴۵ و۶۰) جایگزین منابع پروتئین غذای پایه ماهی سیچلاید ایرانی (پودرماهی، سویا، گلوتن ذرت و پودر اسکوئید و سرمیگو) گردید و به‌مدت ۸ هفته روزانه چهار بار تا حد سیری به ماهیان با متوسط وزن بدن ۰/۳±۴/۰ گرم داده شد. این غذا با ۴۰ درصد پروتئین از کارخانه سی‌پی تایلند خریداری شد. جیره‌ها به گونه‌ای برای این ماهی گوشت‌خوار زینتی تنظیم گردیدند که دارای ۴۱ درصد پروتئین با سطوح نیتروژنه یکسان و سطوح انرژی یکسان (۴۲۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم غذای خشک) در تمام تیمارها باشد. نتایج نشان داد که از آزولا می‌توان به‌عنوان یک مکمل پروتئینی به‌جای منابع پروتئینی غذای ماهی سیچلاید ایرانی بدون اثرات منفی بر عملکرد رشد، با تاثیر آماری بر بازماندگی استفاده نمود. سطح بهینه ۴۵ درصد بیش‌ترین تاثیر مثبت بر افزایش وزن و سطوح بالاتر جایگزینی باعث تاثیر منفی بر عملکرد رشد و بازماندگی گردید.**

**کلمات کلیدی:** ماهی زینتی، آزولا، مرداب انزلی



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: jhafezieh@yahoo.com

## مقدمه

در پرورش حیوانات، پرورش آبزیان ضمن افزایش نرخ رشد تولید، حکایت از تقاضای روزافزون جهانی داشته اند (FAO، ۲۰۱۶: Kumari و همکاران، ۲۰۱۷). در ایران روند رشد بسیار سریع‌تر از نرخ جهانی بوده، به‌طوری‌که طی دو دهه گذشته، آبزی‌پروری علی‌رغم افزایش تنوع گونه‌ای شامل ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، ماهیان گرمابی، ماهیان خاویاری، ماهی تیلاپیا، ماهیان زینتی و میگو، نسبت به قبل از آن حدود بیست برابر افزایش نشان داده است (سالنامه آماری سازمان شیلات ایران، ۱۳۹۶). از مهم‌ترین ماهیان زینتی کشور، سیچلاید ایرانی (*Iranocichla hormuzensis*) بومی و منحصر به منابع آبی مناطق ساحلی تنگه‌هرمز است. این ماهی با نام‌های محلی شنگک، کرو، کری و چاوز نامیده می‌شود و بیوتکنیک تکثیر و پرورش آن تدوین شده است (Esmaeili و همکاران، ۲۰۰۳). براساس اطلاعات به‌دست آمده از تحلیل‌های اقتصاد تولید آبزیان پرورشی، بیش از ۶۰-۵۰ درصد هزینه‌های تولید به غذا بر می‌گردد و تامین منابع پروتئین نیز پر هزینه‌ترین بخش تولید غذا معرفی شده است. در گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO، ۲۰۱۶) آمده است که به‌دلیل برخی محدودیت‌ها در تولید پودرماهی و یا مصرف مستقیم انسانی از ماهیان پلاژیک قیمت این نهاده طی سال‌های گذشته روند صعودی داشته است. تحقیقات متعددی به‌منظور جایگزینی پروتئین‌های گیاهی به‌جای پودر ماهی در آبزی‌پروری انجام شده است (Mosha، ۲۰۱۸). درخصوص ماهیان زینتی نقش غذا تنها به عاملی جهت رشد محدود نشده و از آن برای بهبود سلامتی، افزایش بازماندگی، بهبود و حتی ایجاد رنگ‌های منحصر به‌فرد و بازارپسند استفاده می‌شود، با این وجود هرگونه تغییر در ترکیبات جیره غذایی که بتواند سهمی در کاهش هزینه‌های تولید غذا داشته باشد (بدون آن‌که بر کیفیت محصول ماهی تاثیر منفی بگذارد)، می‌تواند به کاهش هزینه‌های تولید کمک نماید و از این طریق بازار خرید محصول افزایش یابد (Datta، ۲۰۱۱). گیاه آزولا (*Azolla filiculoides*) بومی شمال امریکا است که به بسیاری از مناطق تالابی ایران هجوم آورده است (Delnavaz و Atai، ۲۰۰۹). این گیاه به‌عنوان یک معضل زیست‌محیطی در تالاب انزلی مطرح بوده، با تغییر فون و فلور (Vander Zanden و Olden، ۲۰۰۸) و کاهش کیفیت اکولوژیکی این تالاب بین‌المللی را به سمت مرداب پیش برده است. ازجمله کاهش‌های کیفیت اکولوژیکی، می‌توان به تغییر درویژگی‌های زیستی، شیمیایی و فیزیکی اکوسیستم‌های آبی (Boet و همکاران، ۲۰۰۹) هم‌چون حذف گونه‌های بومی، ایجاد شکوفایی جلبکی، تغییر در محتوای اکسیژن، مواد غذایی، پی‌اچ، و شفافیت آب و نهایتاً تجمع آلاینده‌ها اشاره نمود (Olenin و همکاران، ۲۰۰۷). این گیاه، از گیاهان آبزی است که با داشتن زی‌توده بالا درآن تالاب و هم‌چنین درصد پروتئین خام بین ۱۳ الی ۳۰ درصد، داشتن اسیدهای آمینه ضروری غنی از لیزین به‌عنوان یک اسیدامینه محدود کننده در سایر گیاهان (Panigrahi و همکاران، ۲۰۱۴)، موادمعدنی، کلروفیل، کاروتنوئیدها و ویتامین‌ها (Umalatha و همکاران، ۲۰۱۸) از ارجحیت بسیار بالایی در مقایسه با سایر گیاهان خشکی و حتی ماکروفیت‌ها برخوردار بوده و می‌توان از این پتانسیل به‌عنوان مکمل پروتئینی در تولید خوراک آبزیان استفاده نمود. این گیاه آبزی با افزایش میزان مدفوع ماهیان، می‌تواند به افزایش جمعیت کفزیان کمک نموده و لذا نقش یک کود آلی نیتروژنوس را بازی‌نماید و نهایتاً باعث‌افزایش بار آلی برای میکروب‌های مفید استخر گردد (Hasan و Chakrabarti، ۲۰۰۹: Das و همکاران، ۲۰۱۸). نتایج مطالعات نشان داد که این گیاه به تنهایی غذای مناسبی برای آبزیان پرورشی نیست ولی در اشکال مکمل غذایی می‌تواند مفید واقع شود (Ayyappan، ۲۰۰۰؛ Mithraja و همکاران، ۲۰۱۱). با تلفیق اهمیت گونه بومی ماهی زینتی و وجود مقادیر قابل توجه از گیاه آزولا به عنوان یک تهدید در تالاب انزلی، انگیزه استفاده از آن به‌عنوان جایگزین منابع پروتئین و بخشی از نیاز غذایی ماهی شکل گرفت که هدف اصلی این پروژه است. در مروری بر منابع، مقالات زیادی درخصوص استفاده از آزولا به‌عنوان یک مکمل پروتئینی در غذای آبزیان یافت نشد و فقط موارد معدود استفاده از آزولا در تغذیه میگوی مونودون (*Penaeus monodon*)(Sudaaryano، ۲۰۰۶)، ماهی تیلاپیا (*Tilapia zilli*)(Youssouf، ۲۰۱۲) و هم‌چنین ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) (Maity و Patra، ۲۰۰۸) به‌دست آمد. نتایج این تحقیقات امکان استفاده از گیاه آزولا را در جیره غذایی آبزیان ثابت نمود که ازاین طریق نه تنها هزینه تولید کاهش یافت (Datta، ۲۰۱۱)، بلکه باعث افزایش عملکرد رشد و بازماندگی آبزیان شد. در گیاه آزولا علی‌رغم این‌که Deoxyanthocyanins-۳ به‌عنوان یک فلاونوئید کم‌تر جذاب برای آبزیان (Cohn و همکاران، ۲۰۰۲) وجود دارد، آنتی‌اکسیدانت‌هایی چون تانین‌ها، ترکیباتی با محتوای فنولیک آزولا می‌تواند آن را به‌عنوان یک ترکیب غذایی در غذای آبزیان توجیه نماید (Costa و همکاران، ۲۰۰۹). درخصوص استفاده از سایر ترکیبات گیاهی به‌عنوان بخشی از پروتئین تامین‌کننده جیره غذایی آبزیان گزارشات زیادی وجود دارد. در بسیاری از موارد حضور برخی مواد ضدغذایی عامل محدودکننده مصرف آن‌ها گزارش شده است. با این وجود پروتئین‌های گیاهی امید آینده تامین پروتئین در غذای آبزیان هستند زیرا با کاهش میزان صید آبزیان پلاژیک و افزایش نرخ رشد آبزی‌پروری و افزایش تقاضا، در آینده قیمت پودرماهی و متعاقب آن قیمت تمام‌شده محصولات آبزی‌پروری افزایش و پروتئین‌های گیاهی و به‌خصوص جلبک‌های دریایی که منابع غنی برای تامین نیازهای غذایی آبزیان هستند، می‌توانند جایگزین

پودرماهی شوند (حافظیه و دادگر، ۱۳۹۰). هدف از این پروژه، بررسی امکان جایگزینی بخشی از منابع پروتئینی مورد نیاز ماهی زینتی سیچلاید ایرانی با جلبک دریایی قهوه‌ای است.

## مواد و روش‌ها

گیاه آزولا (*Azolla filiculoides*) از تالاب انزلی جمع‌آوری، از دبریس‌ها شستشو،در دمای ۳۵-۳۲ درجه‌سانتی‌گرادزیرآفتاب خشک و با بهره‌گیری از دسیکاتور و توزین ترازو با دقت دهم گرم، نسبت وزن تر به خشک (با ۵ درصد رطوبت) محاسبه و تا حد ۲۰۰ میکرون پودر گردید. آنالیز تقریبی ترکیبات، سلولز، همی سلولز و لیگنین با روش‌های ارائه شده در (AOAC، ۱۹۹۰) به‌دست آمد. به‌منظور اندازه‌گیری‌میزان لیگنیناز ۱-۴ دیوکسان محصول مرک برای استخراج و حل کردن کامل لیگنین استفاده گردید. میزان همی سلولز با تفریق الیاف نامحلول در شوینده اسیدی از الیاف محلول در شوینده خنثی و میزان سلولز نیز با تفریق لیگنین نامحلول در اسید از الیاف نامحلول درشوینده اسیدی‌محاسبه شد. پروتئین کل با روش کجلدال (نیتروژن ضربدر ۶/۲۵)، چربی خام با روش (Folch و همکاران، ۱۹۵۷)، محتوای خاکسترخام (حرارت‌دهی در ۵۵۰ درجه‌سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت در کوره)، در آزمایشگاه شرکت مهندسین مشاور پارس آزمای شیراز اندازه‌گیری شدند و براساس آن طی چهار تیمار هر یک با سه تکرار (جمعاً ۱۵ واحد آزمایشی ) به‌جای منابع پروتئین غذای پایه ماهی (به‌عنوان گروه شاهد–غذای سی پی (CP) تایلند با ۴۰ درصد پروتئین شامل پودر ماهی، سویا، گلوتن ذرت و پودر اسکوئید و سرمیگو) با درصدهای‌مختلف (شامل ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) جایگزین و فرموله گردید به‌طوری‌که جیره‌های آزمایشی با سطوح نیتروژن یکسان ( Iso-nitrogenous) ۴۱٪ پروتئین و انرژی یکسان (Iso- caloric) ۴۲۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم غذای خشک به‌دست آمدند. با استفاده از فرایندهای توصیفی جیره‌های آزمایشی (Abuu و همکاران، ۲۰۰۷) به‌دست آمد. فرمولاسیون و ترکیبات تقریبی جیره‌های آزمایشی و نتایج آزمایشگاهی شامل اندازه‌گیری پروتئین، انرژی و دیستروفی ماهیچه‌ای کل (DMD کل) به‌همراه میزان هضم پروتئین، هضم چربی و هضم عصاره آزاد نیتروژنه (NFE= Nitrogen Free Extract) غذاهای ساخته شده در مقایسه با گروه شاهد ارایه شده است. از این غذاها روزانه ۴ بار تا حد سیری به ماهیان سیچلاید ایرانی ( *Iranocichla hormuzensis*) با متوسط وزن ۴/۰±۰/۳ گرم خورانده شد. در چهار تیمار و یک شاهد هر یک با سه تکرار، ۲۰ عدد ماهی در هریک از مخازن ۱۵ گانه یکصد لیتری ذخیره‌سازی شدند. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما (با کمک دماسنج دیجیتالی)، اکسیژن محلول در آب (با اکسیژن متر WTW آلمان) هر روز دو بارصبح زود و بعد از ظهر و نیتریت، فسفات، نیترات، آمونیاک، سختی و قلیائیت از دستگاه مولتی تستر SÖll Multi tester Aqua Check (AOAC، ۱۹۹۹)، هر هفته یک‌بار اندازه‌گیری و در صورت لزوم با روش‌های اصلاحی نسبت به تنظیم در سطح بهینه پرورش ماهی (دمای ۲۸ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول (Dissolved Oxygen =DO) ۸-۶، نیتریت ۰/۰۳، فسفات ۰/۰۵، نیترات ۰/۲، آمونیاک ۰/۰۱، سختی۲۷ و قلیائیت ۲۸ میلی‌گرم در لیتر، با بهره‌گیری از هیتر، فیلتراسیون و هوادهی و هم‌چنین کاهش یا افزایش میزان تعویض آب متوسط ۳ درصد روزانه) حفظ گردید. در پایان دوره ۸ هفته آزمایش، میانگین وزن نهایی بر حسب گرم، درصد افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب افزایش رشد روزانه کل ماهیان ۲۰ تایی هر تکرار به‌همراه میزان تلفات بر حسب درصد محاسبه و بعد از تایید نرمال بودن داده‌ها (با بهره‌گیری از آزمون PP. Plot) و همگن بودن واریانس‌ها با استفاده از تست لون (Hartley، ۱۹۵۹) با به‌کارگیری نسخه ۱۴ نرم‌افزار آماری SPSS, Chicago, Illinois, USA، مورد تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه قرار گرفت و از آزمون دانکن در سطح ۹۵ درصد اطمینان به منظور تعین اختلافات آماری استفاده شد:

$$FCR=TFS/ (FB-IB)$$

$$SGR(\%/day) =100 (\ln Bw2-\ln Bw1)/\Delta t$$

$$DGR(g/day) = (Bw2 – Bw1)/\Delta t$$

$$WG=FB-IB$$

ضریب تبدیل غذایی FCR، کل غذای مصرفیTFS، بیوماس نهاییFB، بیوماس اولیه IB، ضریب رشد ویژه SGR، وزن اولیه BW1، وزن نهایی BW2، فاصله روز ابتدا تا انتهای پرورش Δt، رشد روزانه DGR، افزایش وزن WG

**جدول ۱: ترکیبات سلولز، همی‌سلولز و لیگنین گیاه آبزی آزولا خشک شده تالاب انزلی**

| محتویات | درصد در آزولا بر پایه وزن خشک |
|---|---|
| پروتئین خام | ۱۷/۱±۹۱/۲۲ |
| چربی خام | ۴/۳±۷۹/۰۱ |
| سلولز | ۹/۰±۵۶/۷۵ |
| همی سلولز | ۱۵/۲±۱۱/۰۱ |
| لیگنین | ۲۸/۳±۲۲/۹۸ |
| خاکستر | ۱۸/۱±۰۹/۹۲ |

درصدهای به‌دست آمده از ۱۰ بار اندازه‌گیری نمونه گیاه آزولا مناطق مختلف تالاب انزلی به‌دست آمد.

## نتایج

نتایج آنالیز ترکیبات گیاه آزولا نمونه‌برداری شده از تالاب انزلی در تابستان ۱۳۹۶ در جدول ۲ و عملکرد رشد ماهی سیچلاید ایرانی

تغذیه شده با سطوح مختلف غذای حاوی پودر آزولا در جدول ۳ آمده است. سطوح پروتئینی و انرژی غذاهای آزمایشی به گونه‌ای تنظیم و فرموله گردید که۴۰/۶±۰/۹ درصد پروتئین کل و حدود۴۲۲۹±۶۴/۸ کیلو کالری بر کیلو گرم وزن خشک داشته باشند. با این وجود در DMD، درصد هضم پروتئین، چربی و NFE اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های آزمایشی نسبت به غذای شاهد مشاهده می‌گردد. همان‌گونه که درجدول ۲ مشخص است، بیش‌ترین درصد دیستروفی عضله در ماهیانی که از غذای ۱۵ درصد جایگزینی آزولا به‌جای منابع پروتئینی مصرف کرده بودند (۶۲/۴۸±۰/۱۸) به‌دست آمد که البته با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد، حال آن‌که با سایرگروه‌های تیماری اختلاف‌آماری‌داشت. کم‌ترین درصد دیستروفی ماهیچه‌ای در ماهیانی با تغذیه از ۶۰ درصد جایگزینی آزولا به‌جای منابع پروتئین به‌دست آمد (۳۶/۲۱±۳/۳۳). در مورد درصد هضم پروتئین، گرچه بیش‌ترین هضم در ماهیانی که از سطح ۱۵ درصد جایگزین تغذیه کرده بودند به‌دست آمد (۷۵/۴۵±۴/۰۳)، ولی این گروه از نظر آماری فقط با گروه‌های تیماری ۴۵ و ۶۰ درصد جایگزین آزولا اختلاف نشان داد (P<۰/۰۵). کم‌ترین درصد هضم پروتئین در گروه ۶۰ درصد جایگزین آزولا به‌دست آمد (۹۱/۹۲±۴۴/۱).هضم چربی در ماهیانی که از غذای حاوی ۶۰ درصد جایگزینی آزولا به‌جای منابع پروتئینی استفاده نموده بودند بیش‌ترین(۸۳/۰۷±۹۶/۰)و در گروه شاهد کم‌ترین درصد بود (۱/۴۷±۸۲/۷۹). هم‌چنین درصد هضم آزاد نیتروژنه در ماهیانی که از غذای حاوی ۱۵ درصد جایگزینی آزولا با منابع پروتئینی تغذیه کرده بودند بیش‌ترین (۶۶/۷۲±۸۶/۰) و در گروه شاهد کم‌ترین (۱/۹۰±۷۹/۳۱) بود.

**جدول ۲: میانگین و انحراف معیار فرمولاسیون و ترکیبات تقریبی غذاهای مورد استفاده در گروه شاهد و سایر تیمارهای آزمایشی**

| تیمارها | درصد جایگزینی آزولا به‌جای منابع پروتئین غذا | منابع پروتئین* غذا (گرم در ۱۰۰ گرم غذا) | درصد پروتئین کل | انرژی کل (کیلوکالری بر کیلو گرم وزن خشک) | درصد دیستروفی ماهیچه‌ای کل | درصد هضم پروتئین | درصد هضم چربی | درصد هضم عصاره آزاد نیتروژنه |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۰ | ۴۰ | ۴۰/۰±۰/۷ | ۴۲۰۰±۶۵ | ۶۰/۲۰±۲/۲۰ $^{cd}$ | ۶۸/۲۰±۱/۹۱ $^{c}$ | ۸۲/۷۹±۱/۴۷ $^{a}$ | ۷۹/۳۱±۱/۹۰ $^{a}$ |
| ٪۱۵ | ۱۵ | ۳۴ | ۴۱/۰±۱/۰ | ۴۲۱۰±۷۰ | ۶۲/۴۸±۰/۱۸ $^{d}$ | ۷۵/۴۵±۴/۰۳ $^{cd}$ | ۸۷/۰۸±۰/۲۹ $^{b}$ | ۸۶/۶۶±۰/۷۲ $^{c}$ |
| ٪۳۰ | ۳۰ | ۲۸ | ۴۱/۰±۱/۱ | ۴۲۶۰±۸۱ | ۵۵/۶۱±۰/۶۴ $^{c}$ | ۶۵/۴۴±۰/۶۵ $^{c}$ | ۸۹/۸۰±۰/۰۸ $^{c}$ | ۸۳/۷۴±۱/۲۵ $^{bc}$ |
| ٪۴۵ | ۴۵ | ۲۲ | ۴۱/۰±۱/۲ | ۴۲۵۵±۶۳ | ۴۹/۳۴±۲/۰۴ $^{b}$ | ۵۵/۶۴±۲/۵۸ $^{b}$ | ۹۵/۲۹±۰/۵۷ $^{d}$ | ۸۲/۱۴±۰/۴۸ $^{ab}$ |
| ٪۶۰ | ۶۰ | ۱۶ | ۴۰/۰±۰/۵ | ۴۲۲۰±۴۵ | ۳۶/۲۱±۳/۳۳ $^{a}$ | ۴۴/۹۱±۱/۹۲ $^{a}$ | ۹۶/۸۳±۰/۰۷ $^{d}$ | ۸۱/۱۴±۱/۱۶ $^{ab}$ |

* منابع پروتئین شامل پودرماهی، سر میگو، اسکوئید، گلوتن ذرت و سویا، حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) است.

علی‌رغم استفاده ازسطوح مختلف آزولا به‌عنوان‌مکمل پروتئینی جایگزین منابع پروتئین جیره پایه غذای ماهی سیچلاید ایرانی، وزن نهایی بین تیمارهای مختلف غذایی با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد با این وجود، افزایش وزن برتری گروه‌ماهیان تغذیه شده با سطح ۴۵ درصد را نشان داد دو گروه شاهد و گروه تیماری ۶۰ درصد کم‌ترین افزایش وزن را نشان دادند. درخصوص ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های شاهد، ۱۵ و ۴۵ درصد مشاهده نگردید (P>0۰/۰۵) ولی در دو گروه ۳۰ و ۶۰ درصد جایگزینی آزولا، ضرایب به‌طور معنی‌داری افزایش نشان دادند. در نرخ رشد ویژه نیز هم‌چون‌ضریب تبدیل‌غذایی دو گروه ۳۰ و ۶۰ درصدجایگزین‌آزولا با منابع طبیعی بدون اختلاف بین هم (P>۰/۰۵) با سایر گروه‌ها اختلاف آماری نشان‌دادند(P<۰/۰۵). با این‌وجود کم‌ترین‌نرخ‌رشد ویژه مربوط به گروه ۶۰ درصد (۰/۵۰) و بیش‌ترین آن مربوط به گروه ۴۵ درصد (۰/۸۶) به‌دست آمد. در نهایت تلفات در گروه ۶۰ درصد جایگزینی آزولا بالاترین درصد را نشان داد که با بقیه گروه‌ها اختلاف آماری دارد (P<۰/۰۵).

**جدول ۳: عملکرد رشد ماهی سیچلاید ایرانی تغذیه شده با سطوح مختلف غذای حاوی پودر آزولا**

| غذا | وزن اولیه (گرم) | وزن نهایی (گرم) | افزایش وزن WG (گرم) | ضریب تبدیل غذایی | نرخ رشد ویژه | تلفات (٪) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| شاهد | ۴/۱۸±۰/۰۲ | ۱۰/۱۱±۰/۰۳ | ۵/۹۳±۰/۰۱ $^{c}$ | ۱/۶۹±۰/۱۰ $^{a}$ | ۰/۷۹±۰/۰۳ $^{a}$ | ۹/۶۷±۱/۱ $^{b}$ |
| ٪۱۵ | ۴/۳۵±۰/۰۱ | ۱۱/۳۱±۰/۰۲ | ۶/۶۴±۰/۰۱ $^{b}$ | ۱/۷۸±۰/۲۰ $^{a}$ | ۰/۷۰±۰/۰۲ $^{a}$ | ۱۰/۰۲±۰/۹ $^{b}$ |
| ٪۳۰ | ۴/۲۰±۰/۰۴ | ۱۱/۰۵±۰/۰۷ | ۶/۸۵±۰/۰۱ $^{b}$ | ۱/۹۳±۰/۳۱ $^{b}$ | ۰/۶۳±۰/۰۱ $^{b}$ | ۸/۷۱±۱/۰ $^{b}$ |
| ٪۴۵ | ۴/۰۹±۰/۰۷ | ۱۲/۰۱±۰/۰۶ | ۷/۹۲±۰/۰۱ $^{a}$ | ۱/۸۶±۰/۲۷ $^{a}$ | ۰/۸۶±۰/۰۷ $^{a}$ | ۱۲/۱۱±۱/۲ $^{b}$ |
| ٪۶۰ | ۴/۵۷±۰/۰۳ | ۹/۸۱±۰/۰۴ | ۵/۰۷±۰/۰۱ $^{c}$ | ۲/۵۰±۰/۸۱ $^{b}$ | ۰/۵۰±۰/۰۱ $^{b}$ | ۲۰/۰۷±۲/۱ $^{a}$ |

حروف انگلیسی غیرمشابه در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار آماری (P<۰/۰۵) است.

## بحث

بالاترین درصد هضم پروتئین ۴/۰۳±۷۵/۴۵ در تیمار ۱۵درصد جایگزینی پودر آزولا به‌جای منابع پروتئین به‌دست آمد که گرچه با گروه شاهد و ۳۰ درصد، اختلاف آماری نشان نداد ولی با دو گروه دیگر تیماری، اختلاف معنی‌دار نشان داد. دلیل این موضوع افزایش میزان فیبر در سطوح بالاتر از ۳۰ درصد جایگزینی آزولا و متعاقب آن کاهش هضم‌پذیری پروتئین خواهدبود. همین موضوع در مورد درصد هضم عصاره آزاد نیتروژنه صدق می کند (Mazid و همکاران، ۱۹۷۹: De Silva و همکاران، ۱۹۸۹؛ Teshima و همکاران، ۱۹۷۸).

همان‌طورکه در نتایج مشخص است، سطح ۶۰ درصد جایگزینی گیاه آزولا نتایج منفی بر عملکرد رشد ماهی سیچلاید ایرانی به‌جای گذاشت‌حال آن‌که در مورد ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) امکان افزایش مصرف گیاه آزولا تا ۶۰ درصد بدون تاثیر منفی بر عملکرد رشد گزارش شده است (Almazan و همکاران، ۱۹۸۶). در مورد تیلاپیا زیلی مشخص شد که ماهیان جوان در مقایسه با بالغین با بهره‌وری بیش‌تری از آزولا می‌تواند استفاده تغذیه‌ای داشته باشد (Santiago و همکاران، ۱۹۸۸؛ Joseph و همکاران، ۱۹۹۴) که احتمالاً دلیل آن وجود آنزیم‌های گوارشی بیش‌تر در سیستم گوارشی ماهیان جوان تیلاپیا زیلی در مقایسه با بالغین است. وجود این آنزیم‌ها، توانایی هضم موثرتر آزولا را با توجه به میزان فیبر کم، نداشتن فاکتورهای ضدغذایی و یا کمبود اسیدهای آمینه و فسفر را در پی داشت (Haylor و همکاران، ۱۹۸۸). از طرف دیگر در مطالعات بیوشیمیایی گذشته روی ماهی تیلاپیاموزامبیک (Sithara و Kamalaveni، ۲۰۰۸) مشخص گردید که تغذیه از غذای حاوی آزولا، باعث افزایش معنی‌دار پروتئین، کربوهیدرات و چربی در کبد این ماهیان گشت. این افزایش معنی‌دار پارامترهای بیوشیمیایی دربافت‌های مختلف ماهیان آشکار ساخت که نرخ تبدیل پروتئین، بسیج و استفاده از اسیدهای آمینه گلیکوژنیک در ماهیانی که در جیره غذایشان آزولا وجوددارد، خیلی زیادرخ می‌دهد. حال آن‌که، افزایش محتوای چربی به معنی کاهش جذب چربی ترکیبات غذایی، به‌وسیله بافت‌هااست (Sithara و Kamalaveni، ۲۰۰۸). با این وجود و در موافقت با نتایج این پروژه، مطالعات متعددی روی انواع گونه‌های ماهی تیلاپیا وجود دارند که با افزایش سطح آزولاهای مختلف در جیره غذایی، کاهش عملکرد رشد و تبدیل غذا را نشان دادند (Antonie و همکاران، ۱۹۸۶). دلیل این اختلاف می‌تواند در میزان پایین هضم پذیری پروتئین آزولاها باشد (Leonard و همکاران، ۱۹۸۸).

Hickling (۱۹۷۱)، Spataru (۱۹۷۸)، Balarin و Hatton (۱۹۷۹) نیز نشان دادند که ماهی تیلاپیا زیلی علی‌رغم همه‌چیزخوار بودن، با مصرف پودر آزولا در جیره غذایی خود از عملکرد رشد ضعیفی برخوردار شدند. Micha و همکاران (۱۹۸۸) نیز رشد کاهشی دو گونه از ماهیان تیلاپیا (*Orechromis niloticus* و *Tilapia rendalli*) در تغذیه از آزولا راگزارش نمودند. دلیل آن کمبود میزان پروتئین جیره غذایی این ماهیان در مقایسه با نیاز واقعی پروتئینی آن‌ها است (Mazid و همکاران، ۱۹۷۹: De Silva و همکاران، ۱۹۸۹؛ Teshima و همکاران، ۱۹۷۸). از طرف دیگر کمبود برخی اسیدهای آمینه هم‌چون متیونین و هیستیدین در آزولا، وجود فیبر خشبی بالا در این گیاه و هم‌چنین احتمال محدودیت آدنین که برای حیواناتی با معده ساده بسیار مفید است، می‌تواند دلیل ضعف عملکرد رشد در این ماهیان باشد (Buckingham و همکاران، ۱۹۷۸) با این وجود سطح ۴۵ درصد جایگزینی سطح بهینه‌ای است که علی‌رغم برخی کمبودها توانست بهترین نتایج رشد را به‌جای گذارد.

ماهیان گرمابی خانواده Cyprinidae نیز می‌توانند از سطوح مختلف آزولا در جیره غذایی خود بهره‌مند شوند. در بیش‌تر مطالعات مروری بهبود استفاده غذایی و افزایش رشد در ماهیانی چون روهو (*Labeo rohita*) زمانی‌که از ۵۰-۱۰ درصد آزولا در غذای خود استفاده نمود، کپور نقره‌ای و ماهی کپورهندی مریگال (*Cirrhlna mrigala*) (Tuladhar، ۲۰۰۳)، کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella*) (Majhi و همکاران، ۲۰۰۶) و گربه‌ماهی تایلندی سیبیل نقره‌ای (Silver barb cat fish) (Das و همکاران ۲۰۱۸) که در محدوده ۲۵-۱۰ درصد آزولا در جیره غذایی آن‌ها استفاده گردید، به‌دست آمد. نتایج مشابهی توسط چند محقق دیگر که از سایر گیاهان آبزی هم‌چون عدس آبی (Duck weed) به‌عنوان مکمل در غذای آبزیان استفاده کردند، به‌دست آمد (Hassan و Edwards، ۱۹۹۲: Saini و Mathur، ۲۰۰۳). دلایلی برای تفاوت بین نتایج این پروژه‌ها با نتایج به‌دست آمده از گیاه آزولا در غذای ماهی سیچلاید ایرانی قابل تصور است که می‌توان به تفاوت سطوح اسیدهای چرب در عدس آبی نسبت به آزولا (Mohanty و Dash، ۱۹۹۵)، تفاوت در سایر ارزش‌های غذایی گیاهان، هم‌چون محتوای انرژی خالص غذا و میزان پروتئین جیره (Shiremen و همکاران، ۱۹۸۳: Du و همکاران، ۲۰۰۵) و تفاوت در عادت تغذیه‌ای گونه‌های مختلف ماهیان و متعاقب آن وجود آنزیم‌های متفاوت در لوله گواش ماهیان که‌نقش مهمی در هضم و استفاده از غذا دارند، اشاره نمود (Dabrowski و Glogowski، ۱۹۷۷). در بین مجموعه انتشارات پژوهشی، تنها یک مقاله درخصوص پارامترهای رشد ماهی *Labeo fimbriartus* که از آزولا تا سطح ۴۰٪ در غذای خود استفاده کرده بود، گزارش شده است. دلیل این موضوع، تفاوت در محتوای انرژی غذاهای آزمایشی این تجربه است (Lupatsch و همکاران، ۲۰۰۱). احتمالاً مجموعه‌ای از این دلایل می‌تواند توجیهی بر کاهش عملکرد رشد و افزایش تلفات

در ماهیان سیچلاید ایرانی تغذیه شده با سطح ۶۰ درصد جایگزینی منابع پروتئین با گیاه ازولا باشد. مطالعات تکمیلی برای این ادعاها ضرورت اجرا خواهند داشت.

همان‌طورکه از جدول ۳ مشخص است، سطوح ۱۵ تا ۴۵ درصد جایگزینی آزولا به‌جای منابع پروتئینی، بدون تاثیر منفی بر عملکرد رشد، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی ماهی سیچلاید ایرانی عمل نمودند و سطح ۴۵ درصد جایگزینی به‌عنوان بهترین سطح معرفی گردید. گرچه وزن نهایی به‌دست آمده در گروه‌های مختلف تیماری زیر ۶۰ درصد جایگزینی، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد، با این وجود در افزایش وزن، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه و میزان تلفات اختلاف معنی‌دار بین گروه‌های آزمایشی مشاهده گردید لذا توصیه می‌شود بیش از ۴۵ درصد آزولا در جیره غذایی آبزیان به‌خصوص ماهی سیچلاید ایرانی استفاده نشود.

به‌نظر می‌رسد می‌توان از آزولا به‌عنوان یک ترکیب در کنار سایر ترکیبات غذایی ماهی سیچلاید ایرانی استفاده نمود. گیاه آزولای تالاب انزلی بر پایه وزن خشک دارای حدود ۱۸ درصد پروتئین، نزدیک به ۵ درصد چربی، حدود ۱۰ درصد سلولز، بیش از ۱۵ درصد همی سلولز، بیش از ۲۸ درصد لیگنین و در نهایت ۱۸ درصد خاکستر است. نسبت وزن تر به خشک آزولا برداشت شده از تالاب انزلی ۱۰ درصد به‌دست آمد. بدین‌معنی که از ۶۰ کیلو آزولا برداشت شده با آبگیری اولیه، ۶کیلو پودر آزولاخشک با ۵درصدرطوبت‌به‌دست‌آمد. درصدهای مختلف جایگزینی این گیاه به‌صورت خشک و پودر به‌جای منابع غذایی ماهی سیچلاید ایرانی توانست طی مدت ۸ هفته وزن اولیه بیش از ۴ گرمی ماهیان آزمایشی را به بالای ۱۰ گرم برساند بدون آن‌که عملکرد رشد اختلاف معنی‌داری با گروه شاهد نشان دهد، لذا از آزولا می‌توان به‌عنوان جایگزین بخشی از منابع پروتئینی ماهی سیچلاید ایرانی استفاده نمود و این مهم می‌تواند به بهره‌برداری از گیاه آزولا تالاب انزلی به عنوان یک محصول قابل برداشت تجاری منجر گردد و این احتمال که تا حذف این گونه مهاجم از طریق کارکردهای زیستی، بتوان از آن بهره‌برداری نمود تقویت می‌گردد. البته با افزایش سطح مصرف آزولا، به‌دلیل میزان فیبر بالا و کاهش هضم‌پذیری پروتئین، شاهد کاهش عملکرد رشد ماهی خواهیم بود. لذا توصیه می‌شود بیش از ۴۵ درصد آزولا در جیره غذایی آبزیان به‌خصوص ماهی سیچلاید ایرانی استفاده نشود.

## منابع


۱. **سالنامه آماری سازمان شیلات ایران. ۱۳۹۶.** معاونت برنامه‌ریزی و مدیریت منابع دفتر برنامه‌ریزی و بودجه. ۶۴ صفحه.

۲. **حافظیه، م. و دادگر، ش.، ۱۳۹۰.** گیاهان شگفت‌انگیز دریایی. مجله آبزیان زینتی. انتشارات موج سبز. صفحات ۱۲ تا ۱۷.

۳. **Almazan, G.J.; Pullin, R.S.V.; Angels, A.F.; Manolo, T.A. and Agbayani, R.A., 1986.** *Azolla* pinnata as dietary component for Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. In: Maclean JL, Dizonand LB, Hosillos LV (Eds.), The First Asian Fisheries Forum Proceedings. Asian Fisheries Society, Manila, Philippines. pp: 523-528.

۴. **Antoine, T.; Carraro, S.; Micha, J.C. and Van Hove, C., 1986.** Comparative appetency for *Azolla* of *Cichlasoma* and *Oreochromis* (tilapia). Aquacult. Vol. 53, pp: 95-99.

۵. **AOAC. 1990.** Official Methods of Analysis (15th edn). Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA, USA.

۶. **Ayyappan, S., 2000.** Microbial technology for aquaculture. In: UNESCOMIRCEN Training Manual on, Aquatic microbiology and microbial diseases. 25th April- 1st May, 2000. CIFA, Bhubaneswar, India. pp: 1-16.

۷. **Balarin, J.D. and Hatton, J.P., 1979.** Tilapia: A guide to their biology and culture in Africa. University of Sterling, Scotland, UK. 174 p.

۸. **Buckingham, K.W.; Ela, S.W.; Morris, J.G. and Goldman, C.R., 1978.** Nutritive value of nitrogen-fixing aquatic fern *Azolla filiculoides*. J Agric Food Chem. Vol 26, pp: 1230-1234.

۹. **Cohen, M.F.; Meziane, T.; Tsuchiya, M. and Yamasaki, H., 2002.** Feeding deterrence of Azolla in relation to deoxyanthocyanin and fatty acid composition. Aquatic Botany. Vol. 74, No. 2, pp: 181-187.

۱۰. **Costa, M.L.; Santos, M.C.R.; Carrapico, F. and Pereirac, A.L., 2009.** Azolla-Anabaena's behavior in urban wastewater and artificial Media-Influence of combined nitrogen. Water Res. Vol. 43, pp: 3743-3750.

۱۱. **Dabrowski, K. and Glogowski, J., 1977.** Studies on the role of exogenous proteolytic enzymes in digestion processes in fish. Hydrobiologia. Vol. 54, pp: 129-134.

۱۲. **Das, M.; Rahim, F.I. and Hossain, M.A., 2018.** Evaluation of fresh *Azolla pinnata* as a low-cost supplemental feed for Thai Silver Barb *Barbonymus gonionotus*. Fishes. Vol. 3, pp: 1-11.

۱۳. **Datta, S.N., 2011.** Culture of *Azolla* and its efficacy in diet of *Labeo rohita*. Aquaculture. Vol. 310, pp: 376-379.

۱۴. **Delnavaz, H.B. and Ataei, A.A., 2009.** Alien and exotic Azolla in northern Iran. African J Biotechnol. Vol. 8, pp: 187-190.

۱۵. **De Silva, S.S.; Gunasekera, R.M. and Atapattu, D., 1989.** The dietary protein requirements of young tilapia and an evaluation of the least cost dietary protein levels. Aquaculture. Vol. 80, pp: 271-284.

۱۶. **Du, Z.Y.; Liu, Y.J.; Tian, J.T.; Wang, Y. and Liang, G.Y., 2005.** Effect of dietary lipid level on growth, feed utilization and body composition by juvenile grass carp

(*Ctenopharyngodon idella*). Aquacult Nutr. Vol. 11, pp: 139-146.

۱۷. **Esmaeili, H.R.; Mehrabian, H.R. and Masoudi, M., 2013.** Distribution of Iranian cichlid, *Iranocichla hormuzensis* Coad, 1982 (Actinopterygii: Cichlidae) and its relation to altitude and co-exist species in Iran. The First Iranian Conference of Ichthyology, Isfahan University of Technology, 15-16 May 2013.

۱۸. **FAO. 2006.** The State of the World Fisheries and Aquaculture. FAO: Rome, Italy. 134 p.

۱۹. **FAO. 2016.** The State of World Fisheries and Aquaculture, (2016). Contributing to food security and nutrition for all. Rome. 200 p.

۲۰. **Folch, J.; Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H.S., 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Chemistry. Vol. 226, pp: 497-509.

۲۱. **Hartley, H., 1959.** Smallest composite designs for quadratic response surface. Biometrics. Vol. 15, pp: 611-624.

۲۲. **Hassan, M.S. and Edwards, P., 1992.** Evaluation of Duckweed (Lemna perpusilla and Spirodela polyrrhiza) as feed for Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*). Aquacult. Vol. 104, pp: 315-326.

۲۳. **Hasan, M.R. and Chakrabarti, R., 2009.** Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture: A review. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper, 531. FAO, Rome, Italy.

۲۴. **Haylor, J.S.; Beveridge, M.C.M. and Jauncey, K., 1988.** Phosphorus nutrition of juvenile *Oreochromis niloticus*. ICLARM Conference Proceedings. Vol. 15, pp: 341-345.

۲۵. **Hickling, C.F., 1971.** Fish Culture. (2nd edn). Faber and Faber Publ London, UK. pp: 155-186.

۲۶. **http://www.kaowarsom.be/documents/Bulletins_Mededelingen/2001-2.pdf**

۲۷. **Joseph, A.; Sherief, P.M. and James, T., 1994.** Effect of different dietary inclusion levels of *Azolla* pinnata on the growth, food conversion and muscle composition of *Etroplus suratensis* (Bloch). J Aquacul Tropics. Vol. 9, pp: 87-94.

۲۸. **Kumari, R.; Ojha, M.L.; Saini, V.P. and Sharma, S.K., 2017.** Effect of Azolla supplementation on growth of rohu (*Labeo rohita*) fingerlings. J Entomol Zool, Stud. Vol. 5, pp: 1116-1119.

۲۹. **Leonard, V.; Breyne, C.; Micha, J.C. and Larondelle, Y., 1998.** Digestibility and transit time of *Azolla* filiculoides Lamarck in *Oreochromis aureus* (Steindachner). Aqua Res. Vol. 29, pp: 159-165.

۳۰. **Lupatsch, I.; Kissil, G.W.; Sklan, D. and Preffer, E., 2001.** Effects of varying dietary protein and energy supply on growth, body composition and protein utilization in gilthead seabream (*Sparus aurata* L.). Aquac Nutr. Vol.7, pp: 71-80.

۳۱. **Maity, J. and Patra, B.C., 2008.** Effect of replacement of fishmeal by *Azolla* leaf mael on growth, food utilization, pancreatic protease activity and RNA/DNA ratio in the fingerlings of *Labeo rohita* (Ham.). Can J Pure Appl Sci. Vol. 2, pp: 323-333.

۳۲. **Majhi, S.K.; Das, A. and Mandal, B.K., 2006.** Growth performance and production of organically cultured grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Val.) under mid-hill conditions of Meghalaya; North Eastern India. Turk J Fish Aquat Sci. Vol. 6, pp: 105-108.

۳۳. **Mazid, M.A.; Tanaka, Y.; Katayama, T.; Rahman, M.A. and Simpson, K.L., 1979.** Growth response of Tilapia zillii fingerlings fed isocaloric diets with variable protein levels. Aquaculture. Vol. 18, pp: 115-122.

۳۴. **Micha, J.C.; Antoine, T.; Wery, P. and Van Hove, C., 1988.** Growth, ingestion capacity, comparative appetency and biochemical composition of *Oreochromis niloticus* and Tilapia rendalli fed with *Azolla*. In R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai, & J. L. Maclean (Eds.), Second International Symposium on Tilapia in Aquaculture. ICLARM Conference Proceedings. Bangkok. pp: 347-355.

۳۵. **Mithraja, M.J.; Antonisamy, J.M.; Mahesh, M.; Paul, Z.M. and Jeeva, S., 2011.** Phytochemical studies on *Azolla pinnata* R. Br., *Marsilea minuta* L. and *Salvinia molesta* Mitch. Asian Pacific J Trop Biomed. pp: S26-S29.

۳۶. **Mohanty, S.N. and Dash, S.P., 1995.** Evaluation of *Azolla caroliniana* for inclusion in carp diet. J Aqua Trop. Vol. 10, pp: 343-353.

۳۷. **Mosha, S.S., 2018.** A Review on Significance of Azolla Meal as a Protein Plant Source in Finfish Culture. J Aquac Res Development. Vol. 9, 544 p.

۳۸. **Olenin, S.; Minchin, D. and Daunys, D., 2007.** Assessment of bio-pollution in aquatic ecosystems. Mar Pollut Bull. Vol. 55, pp: 379-394.

۳۹. **Panigrahi, S.; Choudhary, D.; Sahoo, J.K.; Das, S.S. and Rath, R.K., 2014.** Effect of dietary supplementation of *Azolla* on growth and survibility of *Labeo rohita* fingerlings. Asian J Animal Sci. Vol. 9, pp: 33-37.

۴۰. **Radhakrishnan, S.; Saravana, B.P.; Seenivasan, C.; Shanthi, R. and Muralisankar, T., 2014.** Replacement of fishmeal with Spirulina platensis, Chlorella vulgaris and *Azolla pinnata* on non-enzymatic and enzymatic antioxidant activities of *Macrobrachium rosenbergii*. The J Basic Appl Zool. Vol. 67, pp: 25-33.

۴۱. **Saini, V.P. and Mathur, S., 2003.** Supplementation of duckweed (*Lemna minor*) in the experimental diet of *Labeo rohita* (Ham.). Geobios. Vol. 30, pp: 213-216.

۴۲. **Santiago, C.B.; Aldaba, M.B.; Reyes, O.S. and Laron, M.A., 1988.** Response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) fry to diets containing *Azolla* meal. In: The Second International Symposium for Tilapia in Aquaculture, R.S.V. Pullin, T. Bhukaswan, K. Tonguthai and J.L. Maclean, (eds.) ICLARM Conference Proceedings, Manila, Philippines. pp: 377-382.

۴۳. **Shireman, J.V.; Rottman, R.W. and Aldridge, F.J., 1983.** Consumption and growth of hybrid grass carp fed four vegetation diets and trout chow in circular tanks. J Fish Biol. Vol. 22, pp: 685-693.

۴۴. **Sithara, K. and Kamalaveni, K., 2008.** Formulation of low cost feed using *Azolla* as a protein supplement and its influence on feed utilization in fishes. Current Biota. Vol. 2, pp: 212-219.

۴۵. **Spataru, P., 1978.** Food and feeding habits of *Tilapia zillii* (Gervais) (Cichlidae) in Lake Kenneret. Aquacult. Vol. 14, pp: 327-338.

۴۶. **Sudaaryano, A., 2006.** Use of *Azolla* (*c* meal as a substitute for defatted soybean meal in diets of juvenile black tiger shrimp (*Penaeus monodon*). J Coast Dev. Vol. 9, pp: 145-154.

۴۷. **Teshima, S.; Gabriel, M.; Gonzalez, O. and Kanazawa, A., 1978.** Nutritional requirements of Tilapia: Utilization of dietary protein by *Tilapia zillii*. Mem. Fac Fish Kagoshima Univ. Vol. 27, pp: 49-57.

۴۸. **Tuladhar, B., 2003.** Comparative study of fish yields with plant protein sources and fish meal. Our Nature. Vol. 1, pp: 26-29.

۴۹. **Umalatha, H.; Gangadhar, B.; Hegde, G. and Sridhar, N., 2018.** Digestibility of three feed ingredients by *Catla catla* (Hamilton, 1822). Oceanogr Fish Open Access J. Vol. 5, pp: 555-672.

۵۰. **Vander Zanden, M.J. and Olden, J.D., 2008.** A management framework for preventing the secondary spread of aquatic invasive species. Can J Fish Aquat Sci. Vol. 65, pp:1512-1522.

۵۱. **Youssouf, A., 2012.** Water quality and sediment features in ponds with Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed *Azolla*. J Fish Aquacult. Vol. 3, pp: 47-51.