

## استفاده از پودر آزولا (*Azolla filiculoides*) تالاب انزلی به عنوان 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 آرمیای کشور، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ارومیه، ایران
- علیرضا قانندی: 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 مهدی آبکنار: 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 به فرد 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. از طرف دیگر، تهاجم آزولا به تالاب انزلی، آن را به یک مرداب تبدیل نموده است. با بررسی امکان استفاده از آزولا 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 و ۶۰) جایگزین منابع پروتئین غذای پایه ماهی سیچلاید ایرانی (پودر ماهی، سویا، گلوتن ذرت و پودر اسکوئید و سرمیگو) گردید و به مدت ۸ هفته روزانه چهار بار تا حد سیری به ماهیان با متوسط وزن بدن  $3 \pm 0.4$  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 نیتروژن یکسان و سطوح انرژی یکسان (۴۲۳۰ کیلوکالری بر ۱۰۰ گرم غذای خشک) در تمام تیمارها باشد. نتایج نشان داد که از آزولا می‌توان به عنوان یک مکمل پروتئینی به جای 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



## مقدمه

که با داشتن زی توده بالا در آن تالاب و هم چنین درصد پروتئین خام بین ۱۳ الی ۳۰ درصد، داشتن اسیدهای آمینه ضروری غنی از لیزین به عنوان یک اسید آمینه 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 می توان از این پتانسیل به عنوان مکمل پروتئینی در تولید خوراک آبزیان استفاده نمود. این گیاه آبی با افزایش میزان مدفوع ماهیان، می تواند به افزایش جمعیت کفزیان کمک نموده و لذا نقش یک کود آلی نیتروژنوس را بازی نماید و نهایتاً باعث افزایش 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 می تواند 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 به عنوان جایگزین منابع پروتئین و بخشی از نیاز غذایی ماهی شکل گرفت که هدف اصلی این پروژه است. در مروری بر منابع، مقالات زیادی در خصوص استفاده از آزولا به عنوان 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 هم چنین ماهی کپور (*Cyprinus carpio*) (Patra و Maity، ۲۰۰۸) به دست آمد. نتایج این تحقیقات امکان استفاده از گیاه آزولا را در جیره غذایی آبزیان ثابت نمود که از این طریق نه تنها هزینه تولید کاهش یافت (Datta، ۲۰۱۱)، بلکه باعث افزایش عملکرد رشد و بازماندگی آبزیان شد. در گیاه آزولا علی رغم این که Deoxyanthocyanins-۳ به عنوان یک فلاونوئید کم تر جذاب برای آبزیان (Cohn و همکاران، ۲۰۰۲) وجود دارد، آنتی اکسیدانتهایی چون تانینها، ترکیباتی با محتوای فنولیک آزولا می تواند آن را به عنوان یک ترکیب غذایی در غذای آبزیان توجیه نماید (Costa و همکاران، ۲۰۰۹). در خصوص استفاده از سایر ترکیبات گیاهی به عنوان بخشی از پروتئین تامین کننده جیره غذایی آبزیان گزارشات زیادی وجود دارد. در بسیاری از موارد حضور برخی مواد ضد غذایی عامل محدود کننده 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 آبی پروری و افزایش تقاضا، در آینده قیمت پودر ماهی و متعاقب آن قیمت تمام شده محصولات آبی پروری افزایش و پروتئینهای گیاهی و به خصوص جلبکهای دریایی که منابع غنی برای تامین نیازهای غذایی آبزیان هستند، می توانند جایگزین

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 سریع تر از نرخ جهانی بوده، به طوری که طی دو دهه گذشته، آبی پروری علی رغم افزایش تنوع گونه های شامل ماهی قزل آلی رنگین کمان، 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 مهم ترین ماهیان زینتی کشور، سیچلاید ایرانی (*Iranocichla hormuzensis*) بومی و منحصر به منابع آبی مناطق ساحلی تنگه هرمز است. این ماهی با نامهای محلی شنگک، کرو، کری و چاوز نامیده می شود و بیوتکنیک تکثیر و پرورش آن تدوین شده است (Esmaili و همکاران، ۲۰۰۳). بر اساس اطلاعات به دست آمده از تحلیل های اقتصاد تولید آبزیان پرورشی، بیش از ۶۰-۵۰ درصد هزینه های تولید به غذا بر می گردد و تامین منابع پروتئین نیز پر هزینه ترین بخش تولید غذا معرفی شده است. در گزارش سازمان خواروبار جهانی (FAO، ۲۰۱۶) آمده است که به دلیل برخی محدودیتها در تولید پودر ماهی و یا مصرف مستقیم انسانی از ماهیان پلاژیک قیمت این نهاده طی سالهای گذشته روند صعودی داشته است. تحقیقات متعددی به منظور جایگزینی پروتئینهای گیاهی به جای پودر ماهی در آبی پروری انجام شده است (Moshayesh و همکاران، ۲۰۱۸). در خصوص 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 به فرد و بازار پسند استفاده می شود، با این وجود هرگونه تغییر در ترکیبات جیره غذایی که بتواند سهمی در کاهش هزینه های تولید غذا داشته باشد (بدون آن که بر کیفیت محصول ماهی تاثیر منفی بگذارد)، می تواند به کاهش هزینه های تولید کمک نماید و از این طریق بازار خرید محصول افزایش یابد (Datta، ۲۰۱۱). گیاه آزولا (*Azolla filiculoides*) بومی شمال آمریکا است که به بسیاری از مناطق تالابی ایران هجوم آورده است (Atai و Delnavaz، ۲۰۰۹). این گیاه به عنوان یک معضل زیست محیطی در تالاب انزلی مطرح بوده، با تغییر فون و فلور (Olden و Vander Zanden، ۲۰۰۸) و کاهش کیفیت اکولوژیکی این تالاب بین المللی را به سمت مرداب پیش برده است. از جمله کاهش های کیفیت اکولوژیکی، می توان به تغییر در ویژگی های زیستی، شیمیایی و فیزیکی اکوسیستم های آبی (Boet و همکاران، ۲۰۰۹) هم چون حذف گونه های بومی، ایجاد شکوفایی جلبکی، تغییر در محتوای اکسیژن، مواد غذایی، پی اچ، و شفافیت آب و نهایتاً تجمع آلاینده ها اشاره نمود (Olenin و همکاران، ۲۰۰۷). این گیاه، از گیاهان آبی است



محلول در آب (با اکسیژن متر WTW آلمان) هر روز دو بار صبح زود و بعد از ظهر و نیتريت، فسفات، نیترات، آمونیاک، سختی و قلیائیت از دستگاه مولتی تستر AOAC Söil Multi tester Aqua Check (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، نیتريت ۰/۰۳، فسفات ۰/۰۵، نیترات ۰/۰۲، آمونیاک ۰/۰۱، سختی ۲۷ و قلیائیت ۲۸ میلی‌گرم در لیتر، با بهره‌گیری از هیتتر، 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 به همراه 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 آماري SPSS, Chicago, Illinois, USA، مورد تجزیه و تحلیل واریانس یک طرفه قرار گرفت و از آزمون دانکن در سطح ۹۵ درصد اطمینان به منظور تعیین اختلافات آماري 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 مصرفی TFS، بیوماس نهایی FB، 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، همی سلولز و لیگنین گیاه آبی آذولا خشک شده تالاب انزلی

محتویات	درصد در آذولا 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 آذولا مناطق مختلف تالاب انزلی به‌دست آمد.

## نتایج

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

بودر ماهی 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 آذولا (*Azolla filiculoides*) از تالاب انزلی جمع‌آوری، از دبیرس‌ها شستشو، در دمای ۳۵-۳۲ درجه سانتی‌گراد زیر آفتاب 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 اندازه‌گیری میزان لیگنین از 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 در شوینده اسیدی محاسبه شد. پروتئین کل با روش کج‌دال (نیتروژن ضربدر ۶/۲۵)، چربی خام با روش (Folch و همکاران، ۱۹۵۷)، محتوای خاکستر خام (حرارت‌دهی در ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲۴ ساعت در کوره)، در آزمایشگاه شرکت مهندسی مشاور پارس آرمای 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، گلو تن ذرت و پودر اسکوئید و سرمیگو) با درصدهای مختلف (شامل ۱۵، ۳۰، ۴۵ و ۶۰ درصد) جایگزین و فرموله گردید به‌طوری‌که جیره‌های آزمایشی با سطوح نیتروژن یکسان (Iso-caloric 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 دیستروپی ماهیچه‌ای کل (DMD کل) به‌همراه میزان هضم پروتئین، هضم چربی و هضم عصاره آزاد نیتروژن (NFE= Nitrogen Free Extract) غذاهای ساخته شده در مقایسه با گروه شاهد ارائه 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 خوراندند. در چهار تیمار و یک شاهد هر یک با سه تکرار، ۲۰ عدد ماهی در هر یک از مخازن ۱۵ گانه یکصد لیتری ذخیره‌سازی شدند. فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب شامل دما (با کمک دماسنج دیجیتالی)، اکسیژن



آمد (۳۶/۲۱±۳/۳۳). در مورد درصد هضم پروتئین، گرچه بیشترین هضم در ماهیانی که از سطح ۱۵ درصد جایگزین تغذیه کرده بودند به دست آمد (۷۵/۴۵±۴/۰۳)، ولی این گروه از نظر آماری فقط با گروه‌های تیماری ۴۵ و ۶۰ درصد جایگزین آزلو اختلاف نشان داد (P<۰/۰۵). کمترین درصد هضم پروتئین در گروه ۶۰ درصد جایگزین آزلو به دست آمد (۴۴/۱±۹۱/۹۲). هضم چربی در ماهیانی که از غذای حاوی ۶۰ درصد جایگزینی آزلو به جای منابع پروتئینی استفاده نموده بودند بیشترین (۹۶/۰±۸۳/۰۷) و در گروه شاهد کمترین درصد بود (۸۲/۷۹±۱/۴۷). هم‌چنین درصد هضم آزاد نیتروژنه در ماهیانی که از غذای حاوی ۱۵ درصد جایگزینی آزلو با منابع پروتئینی تغذیه کرده بودند بیشترین (۸۶/۰±۶۶/۷۲) و در گروه شاهد کمترین (۷۹/۳۱±۱/۹۰) بود.

تغذیه شده با سطوح مختلف غذای حاوی پودر آزلو در جدول ۳ آمده است. سطوح پروتئینی و انرژی غذاهای آزمایشی به گونه‌ای تنظیم و فرموله گردید که ۴۰/۶±۰/۹ درصد پروتئین کل و حدود ۴۲۲۹±۶۴/۸ درصد انرژی کل و ۴۰/۶±۰/۹ درصد پروتئین کل و حدود ۴۲۲۹±۶۴/۸ درصد پروتئین کل و حدود ۴۲۲۹±۶۴/۸ درصد انرژی کل و ۴۰/۶±۰/۹ درصد پروتئین کل و حدود ۴۲۲۹±۶۴/۸ درصد انرژی کل را 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 در جدول ۲ مشخص است، بیشترین درصد دیستروپی عضله در ماهیانی که از غذای ۱۵ درصد جایگزینی آزلو به جای منابع پروتئینی مصرف کرده بودند (۶۲/۴۸±۰/۱۸) به دست آمد که البته با گروه شاهد اختلاف معنی‌داری نشان نداد، حال آن‌که با سایر گروه‌های تیماری اختلاف آماری داشت. کمترین درصد دیستروپی ماهیچه‌ای در ماهیانی که از غذای حاوی ۶۰ درصد جایگزینی آزلو به جای منابع پروتئین به دست

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

تیمارها	درصد جایگزینی آزلو به جای منابع پروتئین غذا	منابع پروتئین* غذا (گرم در ۱۰۰ گرم غذا)	درصد پروتئین کل	انرژی کل (کیلوکالری بر کیلو گرم وزن خشک)	درصد دیستروپی 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 <sup>cd</sup>	۶۸/۲۰±۱/۹۱ <sup>c</sup>	۸۲/۷۹±۱/۴۷ <sup>a</sup>	۷۹/۳۱±۱/۹۰ <sup>a</sup>
٪۱۵	۱۵	۳۴	۴۱/۰±۱/۰	۴۲۱۰±۷۰	۶۲/۴۸±۰/۱۸ <sup>d</sup>	۷۵/۴۵±۴/۰۳ <sup>cd</sup>	۸۷/۰۸±۰/۲۹ <sup>b</sup>	۸۶/۶۶±۰/۷۲ <sup>c</sup>
٪۳۰	۳۰	۲۸	۴۱/۰±۱/۱	۴۲۶۰±۸۱	۵۵/۶۱±۰/۶۴ <sup>c</sup>	۶۵/۴۴±۰/۶۵ <sup>c</sup>	۸۹/۸۰±۰/۰۸ <sup>c</sup>	۸۳/۷۴±۱/۲۵ <sup>bc</sup>
٪۴۵	۴۵	۲۲	۴۱/۰±۱/۲	۴۲۵۵±۶۳	۴۹/۳۴±۲/۰۴ <sup>b</sup>	۵۵/۶۴±۲/۵۸ <sup>b</sup>	۹۵/۲۹±۰/۵۷ <sup>d</sup>	۸۲/۱۴±۰/۴۸ <sup>ab</sup>
٪۶۰	۶۰	۱۶	۴۰/۰±۰/۵	۴۲۲۰±۴۵	۳۶/۲۱±۳/۳۳ <sup>a</sup>	۴۴/۹۱±۱/۹۲ <sup>a</sup>	۹۶/۸۳±۰/۰۷ <sup>d</sup>	۸۱/۱۴±۱/۱۶ <sup>ab</sup>

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

ضرایب به طور معنی‌داری افزایش نشان دادند. در نرخ رشد ویژه نیز هم‌چون ضریب تبدیل غذایی دو گروه ۳۰ و ۶۰ درصد جایگزین آزلو با منابع طبیعی بدون اختلاف بین هم (P>۰/۰۵) با سایر گروه‌ها اختلاف آماری نشان دادند (P<۰/۰۵). با این وجود کمترین نرخ رشد ویژه مربوط به گروه ۶۰ درصد (۰/۵۰) و بیشترین آن مربوط به گروه ۴۵ درصد (۰/۸۶) به دست آمد. در نهایت تلفات در گروه ۶۰ درصد جایگزینی آزلو بالاترین درصد را نشان داد که با بقیه گروه‌ها اختلاف آماری دارد (P<۰/۰۵).

علی‌رغم استفاده از سطوح مختلف آزلو به عنوان مکمل 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 گروه ماهیان تغذیه شده با سطح ۴۵ درصد را نشان داد و دو گروه شاهد و گروه تیماری ۶۰ درصد کمترین افزایش وزن را نشان دادند. در خصوص ضریب تبدیل غذایی اختلاف معنی‌داری بین گروه‌های شاهد، ۱۵ و ۴۵ درصد مشاهده نگردید (P>0/۰۵) ولی در دو گروه ۳۰ و ۶۰ درصد جایگزینی آزلو،

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

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 <sup>c</sup>	۱/۶۹±۰/۱۰ <sup>a</sup>	۰/۷۹±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۹/۶۷±۱/۱ <sup>b</sup>
٪۱۵	۴/۳۵±۰/۰۱	۱۱/۳۱±۰/۰۲	۶/۶۴±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۷۸±۰/۲۰ <sup>a</sup>	۰/۷۰±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۱۰/۰۲±۰/۰۹ <sup>b</sup>
٪۳۰	۴/۲۰±۰/۰۴	۱۱/۰۵±۰/۰۷	۶/۸۵±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۱/۹۳±۰/۳۱ <sup>b</sup>	۰/۶۳±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۸/۷۱±۱/۰ <sup>b</sup>
٪۴۵	۴/۰۹±۰/۰۷	۱۲/۰۱±۰/۰۶	۷/۹۲±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۸۶±۰/۲۷ <sup>a</sup>	۰/۸۶±۰/۰۷ <sup>a</sup>	۱۲/۱۱±۱/۲ <sup>b</sup>
٪۶۰	۴/۵۷±۰/۰۳	۹/۸۱±۰/۰۴	۵/۰۷±۰/۰۱ <sup>c</sup>	۲/۵۰±۰/۱۱ <sup>b</sup>	۰/۵۰±۰/۰۱ <sup>b</sup>	۲۰/۰۷±۲/۱ <sup>a</sup>

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



## بحث

بالاترین درصد هضم پروتئین  $75/45 \pm 4/03$  در تیمار ۱۵ درصد جایگزینی پودر آزولا به جای منابع پروتئین به دست آمد که گرچه با گروه شاهد و ۳۰ درصد، اختلاف آماری نشان نداد ولی با دو گروه دیگر تیماری، اختلاف معنی دار نشان داد. دلیل این موضوع افزایش میزان فیبر در سطوح بالاتر از ۳۰ درصد جایگزینی آزولا و متعاقب آن کاهش هضم پذیری پروتئین خواهد بود. همین موضوع در مورد درصد هضم عصاره آزاد نیترژنه صدق می کند (Mazid و همکاران، ۱۹۷۹؛ De Silva و همکاران، ۱۹۸۹؛ Teshima و همکاران، ۱۹۷۸).

همان طور که در نتایج مشخص است، سطح ۶۰ درصد جایگزینی گیاه آزولا نتایج منفی بر عملکرد رشد ماهی سیچلاید ایرانی به جای گذاشت حال آن که 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 معنی دار پروتئین، کربوهیدرات و چربی در کبد این ماهیان گشت. این افزایش معنی دار پارامترهای بیوشیمیایی در بافت‌های مختلف ماهیان آشکار ساخت که نرخ تبدیل پروتئین، بسیج و استفاده از اسیدهای آمینه گلیکوزئیک در ماهیانی که در جیره غذایشان آزولا وجود دارد، خیلی زیاده‌تر می‌دهد. حال آن که، افزایش محتوای چربی به معنی کاهش جذب چربی ترکیبات غذایی، به وسیله بافت‌ها است (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 آزولاهای باشد (Leonard و همکاران، ۱۹۸۸).

Hickling (۱۹۷۱)، Spataru (۱۹۷۸)، Balarin و Hatton (۱۹۷۹)

نیز نشان دادند که ماهی تیلاپیا زیلی علی‌رغم همه چیز خوار 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 (*Oreochromis niloticus* و *Tilapia rendalli*) در تغذیه از آزولا را گزارش 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 هم چون متیونین و هیستیدین در آزولا، وجود فیبر خنثی بالا در این گیاه و هم چنین احتمال محدودیت آذنین 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 به جای گذارد.

ماهیان گرمابی خانواده Cyprinidae نیز می‌توانند از سطوح مختلف آزولا در جیره غذایی خود بهره‌مند شوند. در بیش تر مطالعات مروری بهبود استفاده غذایی و افزایش رشد در ماهیانی چون روهو (*Labeo rohita*) زمانی که از ۵۰-۱۰ درصد آزولا در غذای خود استفاده نمود، کپور نقره‌ای و ماهی کپورهندی مریگال (*Cirrhina 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، به دست آمد. نتایج مشابهی توسط چند محقق دیگر که از سایر گیاهان آبی هم چون عدس آبی (Duck weed) به عنوان مکمل در غذای آبیان استفاده کردند، به دست آمد (Hassan و Edwards، ۱۹۹۲؛ Mathur و Saini، ۲۰۰۳). دلایلی برای تفاوت بین نتایج این پروژه‌ها با نتایج به دست 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 (Dash و Mohanty، ۱۹۹۵)، تفاوت در سایر ارزش‌های غذایی گیاهان، هم چون 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 گوارش ماهیان که نقش مهمی در هضم و استفاده از غذا دارند، اشاره نمود (Dabrowski و Glogowski، ۱۹۷۷). در بین مجموعه انتشارات پژوهشی، تنها یک مقاله در خصوص پارامترهای رشد ماهی *Labeo fimbriatus* 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



۲. حافظیه، م. و دادگر، ش.، ۱۳۹۰. گیاهان شگفت‌انگیز دریایی. مجله آبریان 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

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

همان‌طور که 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 آبریان 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. بدین معنی که از ۶۰ کیلو آزولا برداشت شده با آگیری اولیه، ۶ کیلو پودر آزولا خشک با ۵ درصد رطوبت به‌دست آمد. 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 آبریان 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.



- 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 survivability 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.
- (*Ctenopharyngodon idella*). Aquacult Nutr. Vol. 11, pp: 139-146.
۱۷. **Esmaceli, 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\\_Mededeelingen/2001-2.pdf](http://www.kaowarsom.be/documents/Bulletins_Mededeelingen/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 *Etioplos 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.; Breynne, 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 meal on growth, food utilization, pancreatic protease activity and



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.

