

نقش ویتامین B1 در سازگان پرورش توام ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) و گیاه زعفران (*Crocus sativus*) و بررسی شاخص های رشد ماهی و گیاه

سینا جوانمردی، غلامرضا رفیعی*، کامران رضایی توابع

گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه تهران، کرج، ایران.

*نویسنده مسئول: ghrafiee@ut.ac.ir

تاریخ پذیرش: ۹۷/۵/۱۱

تاریخ دریافت: ۹۷/۲/۱۲

چکیده

به منظور بررسی اثر افزودن ویتامین B1 به آب در یک سازگان توام ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) و گیاه زعفران (*Crocus sativus*)، تعداد ۲۴۰ قطعه ماهی تیلاپیای نیل $12/5 \pm 1/5$ گرمی و ۱۲۰ عدد پیاز گیاه زعفران به شکل کاملاً تصادفی به ۱۲ واحد آزمایشی وارد شدند و تحت تاثیر تیمارهای هفتگی ۰، ۵، ۱۰، ۲۰ میلی گرم ویتامین B1 در هر لیتر آب به مدت ۶۰ روز قرار گرفتند. افزایش وزن و سایر شاخص های رشد ماهی در هیچ یک از تیمارها اختلاف معنی داری را در انتهای دوره آزمایش، نشان ندادند. اما برخی شاخص های رشد گیاهان زعفران از قبیل وزن پیاز و وزن ریشه در تیمار ۲۰ میلی گرم ویتامین B1 در هر لیتر آب، به طور معنی داری از سایر تیمارها بیشتر بود. اندازه گیری شاخص های بیوشیمیایی سرم خون ماهی نیز نشان داد با افزایش سطح ویتامین B1 در آب، تیمار ۲۰ میلی گرم ویتامین در هر لیتر آب، بیشترین مقدار گلوکز و کمترین مقدار کورتیزول در خون ماهی را نشان داد که این مقادیر به ترتیب $139/76 \pm 8/8$ میلی گرم بر دسی لیتر و $201/13 \pm 29/77$ میکرو گرم بر دسی لیتر بود. نتایج این آزمایش نشان داد با افزودن ۵ تا ۱۰ میلی گرم بر لیتر ویتامین B1 به آب، مقدار گلوکز و کورتیزول در خون ماهی تغییر می کند و رشد گیاه زعفران نیز بیشتر می شود.

واژگان کلیدی: ویتامین B1، رشد گیاه زعفران، ماهی آب شیرین، آکواپونیک.

مقدمه

در صنعت آبی پروری، به منظور حفظ کیفیت آب برای رشد ماهی نیاز به تعویض آب روزانه امری ضروری است. مطالعات نشان داده است که پساب آبی پروری شامل مواد دفعی ماهی، متابولیت ها، خوراک باقی مانده، آنتی بیوتیک ها و غیره است (Klinger and Naylor, 2012). در صورت عدم مدیریت هوشمندانه، بار زیادی از مواد آلی باعث آلودگی محیط های پرورشی شده و در نهایت به محیط های آبی دریافت کننده پساب پرورش ماهی و آبزیان آسیب می زند. به منظور جلوگیری از تشدید مشکلات زیست محیطی، روش ها و سازگان های زیادی برای کاهش بار آلودگی ارایه شده است. در حال حاضر سیستم های آکواپونیک (Aquaponics) به عنوان یکی از مهم ترین سیستم های پرورشی سازگار با محیط زیست و متکی بر فرایندهای زیستی مطرح شده است (Rakocy et al., 2003). سازگان پرورش توام گیاه و آبزیان یا "آکواپونیک" به عنوان عاملی

تعریف شده است که به طور موثر بر کاهش اثرات نامطلوب آبی پروری بر محیط زیست تاثیر دارد (Rafiee and Saad, 2005).

در آکواپونیک، آب حاوی مواد مغذی و فضولات آبزیان، به عنوان مواد مغذی به مصرف گیاهان می رسد و در نهایت پساب تولیدی ماهی با تصفیه شدن، دوباره برای ماهی های پرورشی استفاده می شود (Rafiee and Saad, 2005; Zou et al., 2016). یکی از اصلی ترین مزیت های سیستم پرورش آکواپونیک صرفه اقتصادی این سیستم برای پرورش آبزیان و گیاهان به شکل توام می باشد. برآورد شده است که در این سیستم حدود ۲۳ درصد هزینه های برق و ۱۱ درصد هزینه های غذای ماهی کاهش می یابد (Blidariu and Grozea, 2011).

یکی از گونه های آبی که خصوصیات مناسبی جهت پرورش در سازگان آکواپونیک دارد، ماهی تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) می باشد. تیلاپیا یک نام رایج است که حدود ۱۰۰ گونه از

سیچلاید ماهیان را در بر می گیرد. تیلایا یک ماهی گرمابی و آب شیرین است که عمدتاً ساکن نهرهای کم عمق، آبگیرها، رودخانه ها و دریاچه ها می باشد و به صورت محدود در آب های لب شور نیز دیده می شود (Suresh and Lin, 1992). در بین گونه های مختلف تیلایا، تیلایای نیل (*Oreochromis niloticus*) به دلیل عملکرد رشد بهتر و مقاومت بیشتر در برابر بیماری ها، گونه ی مهمتری تلقی می شود و میزان پرورش آن بیشتر است (Abd El-Rhman et al., 2009). جهت پاسخ به نیاز روز افزون جهانی به آبزیان پرورشی خوراکی، می بایست صنعت آبی پروری به سمت افزایش تراکم پرورش متمایل گردد و تیلایا از جمله ماهیانی است که تراکم بالا را در پرورش به خوبی می پذیرد

با توجه به شرایط محیطی مناسب برای کشت گیاه زعفران، به خصوص شرایط دمایی مناسب، این گیاه می تواند قابل ارایه برای حضور در سازگان آبکشت در گلخانه باشد (Souretand Weathers, 2000). تا کنون در ارتباط با کشت زعفران در سیستم آبکشت کار علمی صورت نگرفته است. داده ها نشان می دهد که این گیاه را می توان به عنوان گونه گیاهی مناسب جهت کشت توام گیاه و آبی بکار برد، بنابراین، به عنوان یکی از گزینه های مناسب جهت پرورش در سازگان کشت توام آکواپونیک قابل طرح است (Souretand Weathers, 2000).

زعفران گیاهی علفی چند ساله، از تیره زنبقیان (Iridaceae) است که نام علمی آن *Crocus stivus* می باشد و از طریق پیاز تکثیر می شود. پیاز زعفران جز ریشه آن محسوب نمی شود و دارای ساقه های زیرزمینی است که در اصطلاح گیاه شناسی به بنه معروف است. اما زعفران با وجود قدمت کشت زیاد، در مقایسه با بسیاری از گیاهان زراعی رایج در کشاورزی در سطح دنیا، از فناوری های نوین سهم کمتری دارد و تولید آن بیشتر متکی بر دانش بومی است (Zuo and Zhang, 2011).

در راستای افزایش کارایی رشد گیاه و افزایش

ظرفیت آنتی اکسیدانی آب، استفاده از ویتامین های مختلف در سازگان آکواپونیک نیز می تواند امری بسیار مفید و ضروری تلقی گردد، زیرا هم گونه آبی و هم گونه گیاهی نیاز به این ویتامین ها دارند. یکی از ویتامین های مهم جهت پرورش گیاه و آبی تیامین است (تیامین یک نام رایج برای تیامین هیدروکلراید می باشد). ویتامین B₁ یا تیامین از ویتامین های محلول در آب است که به صورت کوآنزیم در مراحل متابولیسم طبیعی کربوهیدرات ها، چربی و زنجیره های آمینو اسید شرکت می کند. همچنین حضور این ویتامین در تبدیل پیروات به استیل کوآ و در نهایت تولید آدنوزین تری فسفات (ATP)، برای تأمین انرژی مورد نیاز بافت های بدن ضروری است (Brown Morris and Devis, 1995; et al., 1998). در محیط های طبیعی تیامین تحت تاثیر آنتی تیامین های مانندی تیامیناز که در عضله ماهیان خام وجود دارد، از بین می رود و باعث بروز کمبود تیامین شدید در مولدین وحشی که در محیط های طبیعی از این ماهیان تغذیه می کنند، می شود (Honeyfield et al., 2005). با توجه به عدم سنتز تیامین در بدن اغلب جانداران، کاهش تیامین می تواند اثرات نامطلوبی بر محتوای تیامین بدن گذاشته و در نهایت موجب تلفات عمده در دوران لاروی گردد (قیاسی و فلاحتکار، ۱۳۹۳).

بنابراین تعیین مقدار بهینه ویتامین B₁ مورد نیاز و اثرات آن بر میزان رشد ماهی و گیاه و کنترل فاکتورهای خون ماهی پرورشی با توجه به حفظ کیفیت آب مخازن پرورش در سیستم آکواپونیک، نیازمند شناخت عملکرد اجزا در یک سیستم پرورشی می باشد. در پژوهش حاضر، تاثیر سطوح مختلف ویتامین B₁ در آب بر شاخص های رشد ماهی تیلایا و زعفران در یک سیستم توام ماهی و گیاه مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش ها

واحد آزمایش و طرح آزمایش: واحد آزمایش

گردید. سطوح مختلف ویتامین (۰ و ۵ و ۱۰ و ۲۰ میلی گرم بر لیتر) به صورت هفتگی به آب افزوده شد. همچنین به منظور تغذیه ماهی‌ها، از غذای طراحی شده ویژه ماهیان گرمابی با ۳۹ درصد پروتئین استفاده گردید (شرکت ساخت غذای آبزیان فرادانه، شهرکرد). از آنجا که تمامی ویتامین‌های گروه B به شکل ترکیب (B complex) به غذای ماهی افزوده می‌شد، حذف ویتامین B1 به تنهایی از جیره امکان‌پذیر نبود، در نتیجه شرکت غذاسازی (به شکل سفارشی) ابتدا مقدار مورد نیاز از آنزیم تیامیناز را جهت تجزیه کردن تیامین موجود در مکمل ویتامینی به ترکیب ویتامینی گروه B افزود و سپس مکمل و (B complex) فاقد تیامین را به جیره افزود (Melnick et al., 1945). غذادهی دو بار در روز در ساعات ۷ و ۱۹ و به میزان روزانه ۴ درصد وزن بدن انجام پذیرفت و میزان غذای مصرفی برای هر واحد آزمایش در هر روز یادداشت گردید.

روشهای سنجش:

شاخص‌های رشد: در پایان دوره ۶۰ روزه آزمایش، غذادهی برای مدت ۲۴ ساعت متوقف گردید و پس از آن تمام ماهیان هر مخزن برداشت شدند و جهت آرام‌سازی به مدت ۵ دقیقه در محلول ۲۰۰ میلی گرم بر لیتر پودر گل میخک قرار گرفتند. در انتها وزن و طول تمام ماهی‌ها اندازه‌گیری شد و شاخص رشد و بقا توسط فرمول‌های زیر محاسبه گردید:

درصد افزایش وزن (گرم) = $\frac{[\text{میانگین وزن اولیه} - \text{میانگین وزن نهایی}]}{[\text{میانگین وزن اولیه}]} \times 100$
ضریب رشد ویژه (درصد در روز) = $\frac{\text{لگاریتم طبیعی وزن نهایی} - \text{لگاریتم طبیعی وزن اولیه}}{\text{تعداد روزها}}$

ضریب تبدیل غذایی = $\frac{\text{گرم غذای خورده شده}}{\text{افزایش وزن}}$

ضریب کارایی پروتئین = $\frac{\text{گرم افزایش وزن}}{\text{گرم پروتئین دریافتی}}$

درصد بقا = $\frac{(\text{تعداد نهایی ماهیان} / \text{تعداد اولیه ماهیان}) \times 100}{100}$

شامل یک مخزن نگهداری ماهی به حجم نگه داری ۲۲۰ لیتر آب و یک مخزن پرورش گیاه به حجم ۳۰ لیتر بود که در بالای مخزن پرورشی قرار داده شد و از طریق یک پمپ مکشی، آب از مخزن پرورش ماهی وارد مخزن نگهداری گیاه گردید. روی هر مخزن گیاه، یک درپوش یونولیتی قرار گرفت و در هر درپوش ۱۰ حفره جهت قرار گرفتن گلدان‌های کشت گیاه زعفران تعبیه شد. در هر حفره یک عدد گلدان پلاستیکی که جهت ورود آب به گلدان‌ها، منفذهایی در آن تعبیه شده بود قرار گرفت و سپس هر گلدان با خاکی شامل ۱۵ درصد ماسه بادی، ۳۰ درصد کوکوپیت و ۵۵ درصد پرلیت پر گردید و در عمق ۷ سانتی‌متری هر گلدان ۳ عدد پیاز گیاه زعفران با وزن 3.7 ± 0.12 گرم کشت گردید. به گونه‌ای که وقتی درپوش روی مخزن کوچک‌تر قرار گرفت ۳ سانتی‌متر از انتهای گلدان‌ها درون آب مخزن کوچک‌تر فرو می‌رفت. در طی یک دوره ۶۰ روزه آزمایش، هیچ‌گونه تعویض آبی در هیچ‌یک از مخازن صورت نگرفت.

تعداد ۲۴۰ قطعه ماهی تیلپای نیل با وزن متوسط 12.5 ± 1.5 گرم تهیه گردید و به آزمایشگاه تکثیر و پرورش آبزیان پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران انتقال یافت. بعد از سازگاری ۱۵ روزه ماهیان با شرایط محیطی جدید، ماهی‌ها به طور تصادفی به ۱۲ واحد پرورشی ماهی به حجم ۲۲۰ لیتر وارد شدند (۲۰ قطعه ماهی در هر واحد آزمایش). پس از آماده‌سازی شرایط اجرای آزمایش، آزمایش در ۴ تیمار و ۳ تکرار، به شرح زیر اجرا شد.

تیمار شاهد (۱): عدم افزودن تیامین به مخازن آزمایش تیمار ۲: افزودن ۵ میلی گرم تیامین در هر لیتر آب پرورشی (به صورت هفتگی)

تیمار ۳: افزودن ۱۰ میلی گرم تیامین در هر لیتر آب پرورشی (به صورت هفتگی)

تیمار ۴: افزودن ۲۰ میلی گرم تیامین در هر لیتر آب پرورشی (به صورت هفتگی)

ویتامین و غذادهی: تیامین مورد استفاده در این تحقیق از شرکت داروسازی Merck آلمان تهیه

جدول ۱- شاخص‌های رشد ماهی در بین تیمارهای آزمایش در پایان دوره.

تیمارها	وزن اولیه (گرم)	وزن نهایی (گرم)	درصد افزایش وزن نهایی	نرخ رشد ویژه (درصد در روز)	ضریب تبدیل غذایی	نرخ کارایی پروتئین	درصد بقا
۱	۰/۷۴±۱۲/۴۷ ^a	۳/۱۹±۴۴/۹۵ ^a	۲۹/۰۴±۲۶۰/۴۶ ^a	۰/۱۵±۲/۱۳ ^a	۰/۰۸±۱/۲۷ ^a	۰/۰۹±۲/۴۹ ^a	۲/۸۸±۹۸/۳۳ ^a
۲	۰/۴±۱۲/۳۹ ^a	۶/۱۱±۴۴/۰۷ ^a	۳۹/۸۸±۲۷۹/۹ ^a	۰/۲۴±۲/۲۲ ^a	۰/۱۱±۱/۲۴ ^a	۰/۱۷±۲/۶ ^a	۰۰±۱۰۰ ^a
۳	۰/۵۳±۱۲/۶۱ ^a	۲/۹۵±۴۳/۵۸ ^a	۲۲/۶۱±۲۴۵/۵۹ ^a	۰/۱۲±۲/۰۶ ^a	۰/۰۶±۱/۲۹ ^a	۰/۰۷±۲/۳۳ ^a	۲/۸۸±۹۸/۳۳ ^a
۴	۱/۱±۱۲/۵۶ ^a	۳/۴۴±۴۶/۵۵ ^a	۳۱/۲۷±۲۷۰/۶۲ ^a	۰/۱۷±۲/۱۸ ^a	۰/۰۹±۱/۲۵ ^a	۰/۱±۲/۵۶ ^a	۲/۸۸±۹۶/۶۶ ^a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($P < 0.05$).**شاخص‌های رشد گیاه زعفران:** در پایان دوره

۶۰ روزه آزمایش تمامی لیوان‌ها از آب مخازن خارج گردید، محتویات و خاک درونشان تخلیه شد و به وسیله آب‌شویی به شکل بسیار آرام و با احتیاط کامل، خاک اطراف پیازهای گیاه زعفران حذف گردید. به شکلی که بدون ضربه و آسیب به ریشه‌ها و بنه‌ها تمامی خاک اطرافشان شستشو شد. سپس وزن پیاز (بنه)، وزن ریشه‌ها و طول برگ‌ها اندازه‌گیری گردید. همچنین در طول آزمایش، پس از شکوفایی کامل گل‌ها، کلاله گل‌ها (زعفران) جداسازی شد و طول دقیق آن‌ها توسط کولیس مورد سنجش قرار گرفت.

شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی:

پس از تعیین شاخص رشد ماهی، جهت اندازه‌گیری پروتئین کل، گلوکز، کورتیزول، آلکالین فسفاتاز و آسپارات آمینوترانسفراز موجود در سرم خون ماهی، ۵ قطعه ماهی از هر مخزن برداشت گردید و به مدت ۱۰ دقیقه ماهی‌ها در محلول ۲۰ گرم برتر مکعب پودر گل میخک قرار گرفتند و پس از بی‌هوشی کامل خون‌گیری از ساقه دمی توسط سرنگ‌های استریل ۲ میلی‌لیتری انجام شد. نمونه‌ها پس از ۶ ساعت نگهداری در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد و لخته شدن کامل، با سرعت ۳۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۷ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد. سپس سرم خون توسط سمپلر از روی نمونه‌ها برداشته شد. نمونه‌های سرم توسط دستگاه سنجشگر خودکار شاخص‌های بیوشیمیایی (شرکت هیتاچی، ساخت کشور ژاپن) و کیت‌های ضمیمه‌ای (شرکت پارس آزمون، ساخت ایران) مورد ارزیابی قرار گرفت.

کورتیزول نیز به روش الیزا توسط کیت‌های تجاری (شرکت آی‌بی‌ال، ساخت کشور آلمان) اندازه‌گیری شد.

تجزیه و تحلیل‌های آماری: ابتدا نرمال بودن تمام داده‌ها توسط آزمون کلموگروف-اسمیرنوف سنجش گردید و سپس با آزمون آنالیز واریانس یک-طرفه ANOVA مورد بررسی قرار گرفت. همچنین از آزمون چند دامنه‌ای دانکن با سطح معنی‌داری ($P \leq 0.05$) برای مقایسه‌ی میانگین بین تیمارها استفاده شد. تمام داده‌ها به صورت میانگین $\pm$ انحراف معیار ارائه گردید و جهت انجام تمام تجزیه و تحلیل‌های آماری، از نرم افزار تحت ویندوز SPSS نسخه ۲۴ استفاده گردید.

نتایج

عملکرد رشد و بقا ماهی: شاخص‌های رشد از قبیل درصد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه، میانگین وزن انفرادی ماهیان تغییر معنی‌داری را در بین تیمارهای آزمایش نشان نداد ($P \geq 0.05$). نرخ تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین نیز در هیچ‌یک از تیمارها تغییرات معنی‌داری را نشان نداد ($P \geq 0.05$). میزان تلفات در طول دوره آزمایش بسیار ناچیز و در تمامی تیمارها کمتر از ۵ درصد بود و تیمارها از نظر درصد بقا فاقد اختلاف معنی‌دار بودند (جدول ۱).

عملکرد رشد گیاه زعفران: با افزایش سطوح ویتامین B₁ در آب، در تیمارهای ۱۰ و ۲۰ به ترتیب وزن پیازها به شکل معنی‌داری افزایش یافت ($P \leq 0.05$). وزن ریشه در تیمارهای شاهد و ۵ اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($P \geq 0.05$). اما در

جدول ۲- شاخص‌های رشد گیاه زعفران در بین تیمارهای آزمایش در پایان دوره.

تیمارها	وزن اولیه پیاز	وزن نهایی پیاز (گرم)	وزن ریشه (گرم)	طول برگ (سانتی‌متر)	طول کلاله (میلی‌متر)
۱	۳/۷۸±۰/۲۱ ^a	۰/۴۱±۳/۲۷ ^a	۰/۱۵±۰/۹۷ ^a	۳/۸۷±۶/۸ ^a	۲/۶۱±۳۳/۵۲ ^a
۲	۳/۶۹±۰/۱۴ ^a	۰/۲۸±۳/۳۵ ^a	۰/۰۸±۱/۰۵ ^a	۷/۱۳±۶/۱۶ ^a	۴/۳۱±۳۴/۲۸ ^a
۳	۳/۷۴±۰/۲۶ ^a	۰/۱۱±۴/۳ ^b	۱/۱۲±۱/۴۸ ^b	۳/۸۵±۶/۲۹ ^a	۴/۴۷±۳۲/۵۴ ^a
۴	۳/۶۷±۰/۱۱ ^a	۰/۲۹±۵/۳ ^c	۰/۰۹±۱/۶ ^b	۵/۴۴±۷/۰۷ ^a	۶/۱۲±۳۳/۹۸ ^a

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($P < 0.05$).

جدول ۳- شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی در بین تیمارهای آزمایش در پایان دوره.

تیمارها	پروتئین کل (گرم بر دسی‌لیتر)	گلوکز (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)	کورتیزول (میکروگرم بر دسی‌لیتر)	آلکالین فسفاتاز (واحد بر لیتر)	آسپارات آمینوترانسفراز (واحد بر لیتر)
۱	۰/۰۹±۴/۹۶	۱۵/۶۰±۹۱/۱۵ ^a	۴۱/۴۴±۲۳۱/۵۵ ^b	۳/۴۶±۱۷/۹۲	۳۳/۳۱±۲۲۹/۲۷
۲	۰/۰۴±۵/۰۷	۲۱/۴۴±۱۱۵/۰۹ ^b	۶۲±۲۲۶/۶۸ ^b	۱/۵۹±۱۸/۰۷	۴۱/۵۱±۲۲۷/۹۲
۳	۰/۲۸±۴/۸۹	۹/۸۹±۱۲۱/۵ ^b	۳۹±۲۴۱/۸۱ ^b	۱/۹۶±۱۷/۸	۲۱/۲۲±۲۳۰/۷۴
۴	۰/۱۷±۵/۰۰	۸/۸۰±۱۳۹/۷۶ ^c	۲۹/۷۷±۲۰/۱۱۳ ^a	۰/۸۵±۱۸/۱۶	۳۲/۹۶±۲۳۱/۰۵

حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارهاست ($P < 0.05$).

تیمارهای ۱۰ و ۲۰ به شکل معنی‌داری از تیمارهای شاهد ۵ و بیشتر بود ($P \leq 0.05$). طول برگ و طول کلاله نیز در تمام تیمارها فاقد اختلاف معنی‌دار بود ($P \geq 0.05$) (جدول ۲).

شاخص‌های بیوشیمیایی سرم خون ماهی: پروتئین کل سرم خون در تمام تیمارها از نظر آماری برابر بود و تحت تاثیر سطوح مختلف ویتامین B1، تغییرات معنی‌داری را نشان نداد ($P \geq 0.05$). سطح گلوکز موجود در سرم خون ماهی در تیمارهای ۵ و ۱۰ به شکل معنی‌داری از تیمار شاهد بیشتر بود ($P \leq 0.05$), در حالی‌که این شاخص در تیمار ۲۰ بیشترین مقدار را نسبت به سایر تیمارها نشان داد. میزان کورتیزول سرم خون در تیمارهای شاهد، ۵ و ۱۰ از نظر آماری برابر بود اما در تیمار ۲۰ به شکل معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر بود ($P \leq 0.05$). محتوای آلکالین فسفاتاز و آسپارات آمینوترانسفراز سرم خون ماهی، در هیچ‌یک از تیمارها تغییرات معنی‌داری را نشان نداد و از نظر آماری همواره مقداری ثابت بود ($P \geq 0.05$) (جدول ۳).

بحث

نتایج نشان داد که افزودن سطوح مختلف ویتامین B1 به آب، باعث تغییر معنی‌دار میزان افزایش وزن

ماهی‌ها نمی‌گردد و متعاقب آن سایر عملکردهای رشد ماهی از قبیل درصد افزایش وزن، نرخ رشد ویژه، نرخ تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین نیز تغییر معنی‌داری را تحت تاثیر سطوح مختلف ویتامین B1 در آب نشان نداد. طبق یافته‌های Lim و همکاران (۲۰۱۱)، ۱۴ هفته تغذیه ماهیان تیلپای نیل با جیره حاوی ۲ میلی‌گرم ویتامین B1 در هر کیلوگرم جیره، میزان افزایش وزن در ماهی را به شکل معنی‌داری نسبت به ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد ویتامین B1 بالا برده است، که این یافته‌ها با نتایج حاصل تحقیق حاضر مطابقت نداشت. این عدم تطابق بین یافته‌ها را می‌توان به شرایط پرورش یا سازگان پرورشی و نقش ترشحات گیاهی یا روش‌های ویتامین‌دهی نسبت داد (Douglas et al., 2014). با افزودن سطوح مختلف ویتامین B1 به جیره ماهی کپور علف‌خوار (*Ctenopharyngodon idella*) نشان داده شد که افزودن سطوح مختلف (۱/۱، ۲/۱، ۵/۵، ۹/۸، ۲۱/۳ و ۴۱/۷ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره) ویتامین B1، هیچ تاثیر معنی‌داری بر نرخ تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین در ماهی کپور علف‌خوار ندارد (Jiang et al., 2014). این نتایج با نتایج حاصل از سنجش نرخ تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین در تحقیق حاضر هم‌خوانی کامل

داشت. دلیل این تطابق را می توان به نرخ تبدیل غذایی و نرخ کارایی پروتئین تحت تاثیر میزان غذادهی و کارایی بیشتر کپور ماهیان در حذف ویتامین B₁ نسبت داد.

بررسی وزن پیازهای گیاه زعفران بعد از اتمام دوره آزمایش نشان داد که تیمار ۲۰ میلی گرم بر لیتر ویتامین B₁ در آب پرورشی به شکل معنی داری باعث افزایش وزن پیازهای مادری شد. قبل از این Douglas و همکاران (۲۰۱۴) دریافتند که ویتامین B₁ یکی از مکمل هایی است که در کشت خاکی، باعث افزایش وزن پیاز مادری گیاه زعفران می گردد اما سطح بهینه ای جهت استفاده از این ویتامین در کشت گیاه زعفران را اعلام نکردند. تطابق نتایج هر دو تحقیق بیانگر این است که رسیدن ویتامین B₁ به ریشه گیاه زعفران در هر نوع روش کشت، باعث افزایش وزن پیاز گیاه زعفران می گردد که تحقیق حاضر سطح بهینه آن را ۲۰ میلی گرم بر لیتر جهت روش آب کشت اعلام می دارد. میزان ریشه زایی پیازهای گیاه نیز با افزایش سطوح ویتامین B₁ در آب، به طور معنی داری افزایش یافت که منطبق بر یافته های Negb و همکاران (۱۹۸۹) بود که ویتامین B₁ را به عنوان یک ویتامین تحریک کننده ریشه زایی در گیاه زعفران اعلام کردند.

بررسی تاثیر سطوح مختلف ویتامین B₁ در آب، نشان داد که با افزایش سطوح ویتامین B₁، محتوای گلوکز موجود در سرم خون ماهی تیلاپای نیل به شکل معنی داری افزایش می یابد. از آنجا که یکی از اصلی ترین وظایف ویتامین B₁ در بدن، فعال کردن آنزیم های لازم برای سوخت و ساز قند در بدن است (Gubler et al., 1976). انتظار می رود که گلوکز موجود در سرم خون ماهی تحت تاثیر تغییرات سطوح ویتامین B₁، تغییرات معنی داری را در روند افزایشی سطوح گلوکز در آزمایش حاضر نشان دهد و عاملی مثبت تلقی گردد. اما از طرفی این افزایش سطوح گلوکز سرم در تیمارهای آزمایشی به نسبت تیمار شاهد، ممکن است یک پاسخ استرسی باشد که

بدن ماهی به دلیل تحمل استرس حاصل از فرایند ویتامین دهی هفتگی، سطح انرژی در دسترس بدن را بالا برده باشد. محتوای کورتیزول سرم خون اما در تیمارهای شاهد و ۵ و ۱۰ تغییرات معنی داری را نشان نداد و در تیمار ۲۰ میلی گرم ویتامین در هر لیتر آب کاهش معنی دار نیز داشت. از آنجا که طبق یافته های Wendelaar Bonga (۱۹۹۷)، مسیر پاسخ استرسی که در نهایت موجب افزایش گلوکز خون و انرژی در دسترس بدن می شود، در ابتدا با آزادسازی کورتیزول شروع می گردد. پس می توان نتیجه گرفت که افزایش سطوح گلوکز سرم خون در ماهیان این آزمایش پاسخ استرسی ناشی از شرایط آزمایشگاهی نبوده و صرفاً تحت تاثیر افزایش سطوح ویتامین B₁ موجود در آب بوده است. تغییرات در سطوح ویتامین B₁ موجود در آب پرورشی ماهی، در هیچ یک از تیمارها تغییرات معنی داری در سطوح آلکالین فسفاتاز و آسپاراتات آمینوترانسفراز به وجود نیاورد، همان طور که به گفته Hilton و همکاران (۱۹۸۹)، افزودن سطوح مختلف ویتامین B₁ به جیره نیز باعث تغییرات معنی دار در سطوح این آنزیم ها در ماهی ها نمی شود. از آنجا که بالا رفتن سطوح این دو آنزیم در سرم خون ماهی تیلاپیا می تواند به عنوان یکی از شاخص ارزیابی آسیب بافتی و به خصوص آسیب کبدی باشد (Molina et al., 2005)، می توان با توجه به شاخص های مناسب رشد ماهی و رفتارهای غذاگیری، شاخص های رشد گیاه زعفران، این گونه نتیجه گرفت که افزودن سطوح مختلف ویتامین B₁ به آب و جیره ماهی، باعث کارایی بیشتر سیستم پرورشی شد.

در پایان با استناد به تمام نتایج تحقیق حاضر، می توان عنوان کرد که افزودن ۵ تا ۱۰ میلی گرم بر لیتر، ویتامین B₁ به آب پرورشی در یک سازگان پرورش توام ماهی تیلاپای نیل و گیاه زعفران می تواند نیازهای زیستی گیاه و ماهی را به خوبی مرتفع سازد.

تشکر و قدردانی

نگارندگان وظیفه‌ی خود می‌دانند که از تمامی مسئولین و اساتید گروه شیلات پردیس کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه تهران، صمیمانه مراتب تقدیر و تشکر خود را به عمل آورند.

منابع

- in the diet of fish. *Aquaculture* 79(1-4), 223-244.
- Honeyfield D.C., Hinterkopf J.P., Fitzsimons J.D., Tillitt D.E., Zajicek J.L., Brown S.B. 2005. Development of thiamine deficiencies and early mortality syndrome in lake trout by feeding experimental and feral fish diets containing thiaminase. *Journal of Aquatic Animal Health* 17(1), 4-12.
- Jiang M., Huang F., Zhao Z., Wen H., Wu F., Liu W., Yang C., Wang W. 2014. Dietary thiamin requirement of juvenile grass carp, *Ctenopharyngodon idella*. *Journal of the World Aquaculture Society* 45(4), 461-468.
- Klinger D., Naylor R. 2012. Searching for solutions in aquaculture: charting a sustainable course. *Annual Review of Environment and Resources* 37, 247-276.
- Lim C., Yildirim-Aksoy M., Barros M. M., Klesius P. 2011. Thiamin requirement of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Journal of the World Aquaculture Society* 42(6), 824-833.
- Melnick D., Hochberg M., Oser B.L. 1945. Physiological availability of the vitamins: II. The effect of dietary thiaminase in fish products. *The Journal of Nutrition* 30(2), 81-88.
- Molina R., Moreno I., Pichardo S., Jos A., Moyano R., Monterde J.G., Cameán A. 2005. Acid and alkaline phosphatase activities and pathological changes induced in Tilapia fish (*Oreochromis* sp.) exposed subchronically to microcystins from toxic cyanobacterial blooms under laboratory conditions. *Toxicon* 46(7), 725-735.
- Morris P.C., Davis D.J. 1995. Thiamin supplementation of diets containing varied lipid, carbohydrate ratio given to Gilthead Sea Bream (*Sparus aurata*). *Journal of Aquatic Animal Health* 61(3), 597-603.
- Negb M., Dagan B., Dror A., Basker D. 1989. Growth, flowering, vegetative reproduction, and dormancy in the saffron crocus (*Crocus sativus* L.).
- سازمان جهاد کشاورزی جمهوری اسلامی ایران. ۱۳۹۶. آمار کشاورزی، جلد ۲.
- قیاسی س.، فلاحتکار ب. ۱۳۹۳. اثر تزریق تیامین (ویتامین B1) بر عملکرد تولیدمثلی ماهی استرلیاد (*Acipenser ruthenus*). نشریه علوم و فنون شیلات، ۳(۳)، ۵۵-۶۶.
- Blidariu F., Grozea A. 2011. Increasing the economical efficiency and sustainability of indoor fish farming by means of aquaponics-review. *Scientific Papers Animal Science and Biotechnologies* 44(2), 1-8.
- Brown S.B., Fitzsimons J.D., Palace V.P., Vandenbyllaardt L. 1998. Thiamine and early mortality syndrome in Lake Trout. *Journal of American Fisheries Society*, 21, 18-25.
- Douglas M.H., Smallfield B.M., Wallace A.R., McGimpsey J.A. 2014. Saffron (*Crocus sativus* L.): The effect of mother corm size on progeny multiplication, flower and stigma production. *Scientia Horticulturae* 166, 50-58.
- El-Rhman A.M.A., Khatib Y.A., Shalaby A.M. 2009. Micrococcus luteus and Pseudomonas species as probiotics for promoting the growth performance and health of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Fish and Shellfish Immunology* 27(2), 175-180.
- FAO, 2014. Food and agriculture organization of the United Nations.
- Gubler C.J., Fujiwara M., Dreyfus P.M. 1976. Thiamine. John Wiley & Sons. 2, 24-26.
- Hilton J.W. 1989. The interaction of vitamins, minerals and diet composition

- Zuo Y., Zhang F. 2011. Soil and crop management strategies to prevent iron deficiency in crops. *Plant and Soil* 339, 83-93.
- Israel Journal of Botany 38(2-3), 95-113.
- Niimi A.J., Jackson C.J.C., Fitzsimons J.D. 1997. Thiamine dynamics in aquatic ecosystems and its biological implications. *International Review of Hydrobiology* 82(1), 47-56.
- Rafiee G., Saad C.R. 2005. Nutrient cycle and sludge production during different stages of red tilapia (*Oreochromis* sp.) growth in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture* 244(1-4), 109-118.
- Rakocy J., Shultz R.C., Bailey D.S., Thoman E.S. 2003. Aquaponic production of tilapia and basil: comparing a batch and staggered cropping system. In *South Pacific Soilless Culture Conference-SPSCC* 648, 63-69.
- Souret F.F., Weathers P.J. 2000. The growth of saffron (*Crocus sativus* L.) in aeroponics and hydroponics. *Journal of Herbs, Spices and Medicinal Plants*, 7(3), 25-35.
- Suresh A.V., Lin C.K. 1992. Tilapia culture in saline waters: a review. *Aquaculture* 106(3-4), 201-226.
- Telli G.S., Ranzani-Paiva M.J.T., de Carla Dias D., Sussel F.R., Ishikawa C.M., Tachibana L. 2014. Dietary administration of *Bacillus subtilis* on hematology and non-specific immunity of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* raised at different stocking densities. *Fish & Shellfish Immunology* 39(2), 305-311.
- Wang M., Lu M. 2016. Tilapia polyculture: a global review. *Aquaculture Research* 47(8), 2363-2374.
- Wendelaar Bonga S.E. 1997. The stress response in fish. *Physiological Reviews* 77(3), 591-625.
- Zou Y., Hu Z., Zhang J., Xie H., Liang S., Wang J., Yan R. 2016. Attempts to improve nitrogen utilization efficiency of aquaponics through nitrifies addition and filler gradation. *Environmental Science and Pollution Research* 23(7), 6671-6679.

Roles of vitamin B1 in an aquaponic system using Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Saffron plant (*Crocus stavius*), and its effects on fish and plant growth

Sina Javanmardi, Gholamreaz Rafiee*, Kamran Rezaei Tavabe

Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Karaj, Iran.

*Corresponding author: ghrafiee@ut.ac.ir

Received: 2018/5/2

Accepted: 2018/8/2

Abstract

In order to investigate the effects of different levels of vitamin B1 to water, on Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Saffron plant (*Crocus stavius*), growth in an aquaponic system, 240 Nile tilapia fries and 120 corms of saffron were randomly introduced into 12 experimental groups and influenced by treatments of adding 0 (control), 5, 10 and 20 mg L⁻¹ vitamin B1 to water, weekly, for a 60 day experimental period. At the end of the experiment, weight gain and other indices of fish growth performance did not show any significant differences ($P \geq 0.05$) among treatments, but some growth performance indices of saffron plants such as corm weight and root weight in treatment of 20 mg L⁻¹ vitamin B1 were significantly higher ($P \leq 0.05$) than other treatments. Biochemical parameters in serum showed highest in treatment with 20 mg vitamins B1 per liter of water. The highest amount of glucose and the lowest amount of cortisol in blood serum of fish recorded in treatment of 20 mg L⁻¹ vitamin B1 that they were 139.76 ± 8.8 and 201.13 ± 29.77 , respectively. It was indicated that, adding 5 to 10 mg L⁻¹ of vitamin B1 to water, have a positive effects on the biological conditions of the plant and fish in an aquaponic culture of Nile tilapia and saffron plant system.

Keywords: Vitamin B1, Growth of saffron plant, Freshwater fish, Aquaponics.