Archive of SID

شیلات، مجله منابع طبیعی ایران
دوره ۶۷، شماره ۲، پاییز ۱۳۹۲
ص ۴۴۵-۴۵۳

تاریخ دریافت: ۱۳۹۲/۷/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱/۲۳

جایگزینی پودر اسپیرولینا در جیرهٔ غذایی و تأثیر آن در رشد و ترکیب شیمیایی بدن بچه ماهی نورس سفید (*Rutilus frisii kutum*)

❖ **اکبر نصرالله‌زاده*:** کارشناسی ارشد، گروه شیلات، دانشگاه گیلان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، صومعه‌سرا، ایران
❖ **حمید علاف نویریان:** استادیارگروه شیلات، دانشگاه گیلان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، صومعه‌سرا، ایران
❖ **مجیدرضا خوش‌خلق:** استادیارگروه شیلات، دانشگاه گیلان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، صومعه‌سرا، ایران
❖ **مجید موسی‌پور شاجانی:** کارشناس ارشد، گروه شیلات، دانشگاه گیلان، دانشکدهٔ منابع طبیعی، صومعه‌سرا، ایران
❖ **محمود شکوریان:** کارشناس ارشد انستیتو بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان، سنگر، رشت، ایران

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تغذیهٔ بچه ماهی نورس سفید با اسپیرولینای تولید داخل و مقایسهٔ آن با جیرهٔ پایه (تجاری) در غذای بچه ماهی‌های سفید انجام شد. آزمایش به مدت ۹۰ روز در شرایط کنترل‌شده صورت گرفت. در این آزمایش از جیره‌های حاوی صفر (جیرهٔ پایه یا تجاری)، ۰/۵، ۱، ۲ و ۵ درصد پودر اسپیرولینا به صورت مکمل برای سه گروه از ماهی‌ها در ۵ تیمار استفاده شد. ۴۵۰ قطعه بچه ماهی نورس با میانگین وزن اولیهٔ ۰/۴۷۵±۰/۰۸۱ گرم به طور تصادفی بین ۱۵ آکواریوم شیشه‌ای ۵۰ لیتری که با ۴۰ لیتر آب چاه فیلتر شده بود، توزیع شدند. بچه ماهی‌ها در حد سیری در سه نوبت ۸ صبح، ۱۲ ظهر و ۶ غروب تغذیه شدند. شاخص رشد ماهی‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر اسپیرولینا در مقایسه با تیمار شاهد وضعیت مطلوبی نداشت ($P<0/05$). استفاده از پودر اسپیرولینا تا ۲ درصد اثر مثبت در بقای این ماهی‌ها داشته ($P<0/05$)، اما در تیمار ۵ درصد، بقا کاهش یافته است. در ترکیبات شیمیایی بدن اختلاف معنادار قابل توجه‌ای مشاهده نشد ($P>0/05$). به طورکلی تیمار ۱ (جیرهٔ پایه و فاقد اسپیرولینا) با در نظر گرفتن عوامل رشد، عملکرد مطمئن‌تری را نسبت به سایر تیمارها در جیرهٔ بچه ماهی سفید بومی جنوب دریاچه خزر نشان داد.

واژگان کلیدی: ترکیبات شیمیایی بدن، جلبک اسپیرولینا، شاخص رشد، ماهی سفید، *Rutilus frisii kutum*.

* نویسندهٔ مسئول تلفن: ۰۱۸۲-۳۲۲۳۰۲۴
Email: nasrolahzadeh@guilan.ac.ir

www.SID.ir

Archive of SID

۱.مقدمه

اسپیرولینا نوعی سیانوباکتری رشته‌ای سبز آبی است (Hayashi et al., 1998). رنگدانه‌های فتوسنتزی اصلی آن‌ها فیکوسیانین آبی رنگ است. همچنین، دارای رنگدانهٔ کلروفیل و کاروتنوئید است (Habib et al., 2008). اسپیرولینا به دلیل محتوای پروتئین بالا، اسیدهای آمینه و چرب ضروری و ویتامین آن شناخته شده است. آرد ماهی، بادام زمینی و کنجالهٔ سویا را می‌توان تا حدی از طریق اسپیرولینا به صورت مکمل و جایگزین غذایی برای انسان، دام، طیور و ماهی عرضه کرد (Venkataraman et al., 1994; Britz, 1996).

پودر اسپیرولینا به دلیل پروتئین بسیار بالا (Phang et al., 2000) در حال حاضر در مقیاس تجاری قابل استفاده است (Soletto et al., 2005). تولید تجاری اسپیرولینا به‌منزلهٔ مادهٔ مغذی در استخرهای بزرگ تحت شرایط کنترل‌شده به دو دههٔ اخیر برمی‌گردد (Belay, 2002) به طوری که در حال حاضر تولید آن به بیش از ۵۷۰۰۰ تن در سال می‌رسد. اسپیرولینا در جنوب‌شرق آسیا به ویژه چین، به‌منزلهٔ مکمل ارزان‌قیمت پروتئینی در غذای دام، طیور و آبزیان به طور گسترده استفاده می‌شود (Jun Lu, et al., 2008). استفاده از پودر اسپیرولینا در جیره‌های ماهی جوان تیلاپیا آثار مثبت در رشد و بقای آن داشته است (Jun Lu et al., 2008). همچنین، در صنعت پرورش میگو از جمله میگوی آب شیرین *Macrobrachium rosenbergii*، استفاده از پودر جلبک اسپرولینا به میزان زیادی بهبود رشد و بقا را نشان داده است (Nakagawa and Gomez-Diaz, 1975).

بی‌تردید نقش ماهیان استخوانی دریای خزر از نظر تأمین بخشی از پروتئین مورد نیاز و درآمد برای ساحل‌نشینان آن بر کسی پوشیده نیست. ماهی سفید از مهم‌ترین و باارزش‌ترین ماهیان تجاری- استخوانی جنوب دریای خزر است که به زندگی در آب لب‌شور دریای خزر و تالاب‌های اطراف آن سازگاری یافته است (Razavi, 1992). حداکثر سن این ماهی ۸- ۹ سال (Kazanchof, 1981) و در سواحل ایران ۹- ۱۰ سال (Razavi et al, 1997) تعیین شده است. ماهی سفید را می‌توان جزو ماهی‌های پرتخم محسوب کرد (Vosoghi et al., 1997). این ماهی به صورت گله‌های کوچک تا عمق ۵۰ متری مشاهده شده است (Wheeler, 1992)، اما بیشتر تمایل دارد در اعماق ۲۰ تا ۳۰ متری دریاچه حضور داشته باشد (Kuliev, 1997). آلودگی‌های زیست‌محیطی، صید بیش از حد و تخریب مناطق تخم‌ریزی طبیعی از مهم‌ترین دلایلی است که ذخایر این گونهٔ ارزشمند را تحت تأثیر قرار داده است (Shahifar, 1992). تکثیر و پرورش بچه ماهی سفید با هدف رهاسازی به دریای خزر از سال ۱۳۴۰ آغاز شد. با افزایش تعداد مراکز بازسازی ذخایر، میزان تولید و رهاسازی بچه ماهی سفید افزایش یافت و در پایان برنامهٔ چهارم توسعه به بیش از ۲۵۰ میلیون عدد رسید. بهبود تکنولوژی تولید و ساخت خوراک کنسانتره و دستیابی به فرمولاسیون کیفی ارزان‌قیمت از جمله عوامل مؤثر در بهبود کیفیت بچه ماهیان تولیدی و در نتیجه افزایش راندمان تولید و ضریب برگشت شیلاتی بچه ماهی سفید است. مطالعات و تحقیقات در خصوص رژیم و نیازهای غذایی ماهی سفید در سال‌های اخیر مورد توجه قرار گرفته است

www.SID.ir

Archive of SID

(Noverian et al., 2007). رژیم غذایی طبیعی بچه ماهی سفید معمولاً از سخت‌پوستانی مانند گاماروس، نوزادان خرچنگ و میگوهای جوان تشکیل شده است که علاوه بر غنی‌بودن مواد پروتئینی و چربی‌ها مواد معدنی و ویتامین نیز دارند (Noverian et al., 2008). سرعت رشد و افزایش نرخ بقا در تولید بچه ماهی سفید در مراکز بازسازی ذخایر یکی از چالش‌های مهم در امر تولید این گونه قبل از رهاسازی است. لذا تولید بچه ماهی‌های درشت‌تر و مقاوم‌تر در یک زمان نسبتاً کوتاه، بسیار حائز اهمیت است. به همین دلیل مکمل‌های ارزان‌قیمت در جایگزینی منابع پروتئینی و مواد معدنی تا حدی می‌توانند مفید باشند. از آنجا که تاکنون مطالعه‌ای در خصوص استفاده از پودر اسپیرولینای تولیدشده در ایران روی بچه ماهی نورس سفید صورت نگرفته است، این تحقیق با هدف بررسی تأثیر سطوح مختلف پودر اسپیرولینا روی رشد و بقای این گونه انجام شد.

۲. مواد و روش کار

بچه ماهی نورس سفید مورد آزمایش در این طرح از مرکز بازسازی ذخایر شهید دکتر بهشتی تهیه و به مخازن کارگاه تکثیر و پرورش دانشکدهٔ منابع طبیعی دانشگاه گیلان انتقال یافت. بچه ماهی‌ها با میانگین وزنی مشابه ۰/۰۸۱±۰/۴۷۵ گرم بین ۱۵ عدد آکواریوم شیشه‌ای در ابعاد ۷۰ (طول) × ۴۰ (عرض) × ۴۵ (ارتفاع) سانتی‌متر و ۷۰ لیتر آبگیری و با تراکم ۴۰ عدد در هر آکواریوم به طور کاملاً تصادفی معرفی شدند. تعویض آب به صورت روزانه بود و ۲۰ درصد حجم آب تخلیه و آب تازه جایگزین شد.

اسپیرولینای خشک خریداری‌شده که به صورت ورقه‌ای بود ریز و در سطوح مختلف ۰ (جیرهٔ پایه)، ۰/۵، ۱، ۲ و ۵ درصد در پنج تیمار و سه تکرار به صورت مکمل به جیرهٔ تجاری تهیه‌شده از مرکز بازسازی ذخایر شهید بهشتی که به صورت گرانول و ریز بود اضافه شد. اکسیژن محلول (۸/۱۰– ۸/۲۴ میلی‌گرم بر لیتر) و pH آب (۶/۴– ۷/۸) به صورت روزانه و یکبار در روز اندازه‌گیری می‌شد. دمای آب آکواریوم‌ها از طریق بخاری آن حدود ۲۴ درجهٔ سانتی‌گراد (Salek Yousefi, 2000) ثابت نگه داشته شد. منبع نور برای هر آکواریوم مهتابی و غذادهی در حد سیری بود. ماهی‌ها در سه وعده در روز (۸، ۱۲ و ۱۸) به مدت ۹۰ روز غذادهی شدند. تلفات ماهی‌ها هر روز صبح جمع‌آوری و زیست‌سنجی آن‌ها هر دو هفته انجام می‌شد.

سنجش ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی و خاکستر) جیرهٔ ساخته‌شده، پودر اسپیرولینا و ماهی‌ها انتهای دورهٔ پرورش به روش AOAC (2000) انجام شد. اندازه‌گیری پروتئین به روش کجلدال (N×۶/۲۵)، چربی به روش سوکسله و با حلال دی اتیل اتر و خاکستر با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد کورهٔ الکتریکی انجام شد.

جدول ۱. ترکیب شیمیایی پودر اسپیرولینای تولید داخل کشور[۱] (میانگین ۵ تکرار)

رطوبت	پروتئین خام	چربی خام	خاکستر خام
۷/۹۴±۰/۰۲	۴۷/۶۶±۱/۲۰	۷/۰۷±۰/۱۵	۱۵/۰۲±۰/۱۹

۱. پارک زیست‌فناوری خلیج‌فارس

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص‌های رشد تحت بررسی شامل میانگین افزایش وزن بدن (WG)، درصد بقا (SR)، ضریب تبدیل غذا (FCR)، ضریب وضعیت (CF)، ضریب رشد ویژه (SGR)، درصد افزایش وزن بدن (BWI) است:

میانگین وزن ابتدای دوره – میانگین وزن انتهای دوره = میانگین افزایش وزن (WG)؛

۱۰۰ × (تعداد میگوها در ابتدای دوره / تعداد میگوها در انتهای دوره) = درصد بقا (SR)؛

افزایش وزن / مقدار غذای مصرف‌شده = ضریب تبدیل غذایی (FCR)؛

۳ (طول کل بر حسب میلی‌متر) / وزن (گرم) = ضریب وضعیت (CF)؛

۱۰۰ × طول دورهٔ پرورش / وزن ابتدای دورهٔ Ln – وزن انتهای دورهٔ Ln = ضریب رشد ویژه (SGR)؛

۱۰۰ × میانگین وزن ابتدای دوره / میانگین افزایش وزن = درصد افزایش وزن بدن (BWI).

۲. ۱. تجزیه و تحلیل داده‌های خام

به منظور تعیین همگنی داده‌ها از آزمون Kolmogorov-Smirnov و نرم‌افزار SPSS استفاده شد. مقایسهٔ میانگین تیمارها به کمک آزمون One way-ANOVA انجام و در صورت اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها از آزمون Tukey در سطح ۵ درصد (P<۰/۰۵) استفاده شد.

۳. نتایج

ترکیبات مواد مغذی پودر جلبک اسپیرولینا، جیره، شاخص‌های رشد و ترکیبات بدن ماهی‌های تغذیه‌شده با سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا به ترتیب در جداول ۱، ۲، ۳ و ۴ به‌منزلهٔ مکمل جیره ارائه شده است. در ابتدای آزمایش بین تیمارهای تحت بررسی به لحاظ تغییرات وزنی اختلاف معنادار قابل توجه‌ای وجود نداشت و پنج گروه از لحاظ میانگین وزنی همگن بودند (P>۰/۰۵). پس از گذشت ۹۰ روز تغذیه بین تیمارها اختلاف معنادار آماری مشاهده شد. ماهیان مربوط به تیمار تغذیه‌شده با جیرهٔ پایه از بالاترین افزایش وزن برخوردار بودند و با افزوده‌شدن پودر اسپیرولینا از رشد ماهیان کاسته شد، به طوری که در تیمار ۵ درصد به کمترین میزان کاهش یافت. به جز تیمار ۵ درصد، افزودن اسپیرولینای خشک در درصد بازماندگی بچه ماهیان نورس سفید تأثیر مثبت گذاشت، به طوری که با تیمار جیرهٔ پایه اختلاف معنادار و با افزوده‌شدن سطح جلبک تا ۲ درصد جیره روند صعودی داشت. شاخص ضریب وضعیت نیز با افزایش جلبک اسپیرولینا روند نزولی داشت. همچنین، بین تیمار جیرهٔ پایه و ۰/۵ درصد اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). ضریب رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن با افزایش مقدار اسپیرولینا کاسته شد. با افزایش میزان جلبک اسپیرولینا مقدار مصرف خوراک نیز افزایش یافت. در واقع با افزایش جلبک اسپیرولینا بر مقدار ضریب تبدیل غذا نیز افزوده شد، اگرچه جیرهٔ پایه از روند بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بود. جدول ۴ آثار سطوح مختلف اسپیرولینا را در ترکیب بدن بچه ماهی‌های سفید پس از ۹۰ روز تغذیه نشان می‌دهد. ترکیبات شیمیایی بدن مانند رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر در تیمارهای مختلف پس از ۹۰ روز اختلاف معنادار قابل ملاحظهٔ آماری را نشان ندادند (P>۰/۰۵).

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۲. ترکیبات شیمیایی جیرهٔ استفاده‌شده

درصد ترکیب شیمیایی جیره	سطوح مختلف مکمل پودر اسپیرولینا				
	جیرهٔ پایه[1]	۰/۵ درصد	۱ درصد	۲ درصد	۵ درصد
رطوبت	۵/۶۴±۰/۱۳	۵/۴۷±۰/۰۴	۵/۵۵±۰/۰۲	۴/۷۸±۰/۱۴	۵/۳۰±۰/۱۰
پروتئین	۲۵/۱۴±۱/۲۰	۲۵/۳۱±۰/۶۴	۲۵/۴۰±۰/۹۶	۲۵/۶۷±۱/۲۵	۲۶/۴۹±۰/۸۳
چربی	۱۰/۱۲±۲/۵۶	۹/۹۶±۰/۰۱	۹/۷۶±۰/۰۹	۹/۳۱±۰/۴۵	۹/۰۹±۰/۴۴
خاکستر	۳۱/۳۰±۰/۸۶	۳۰/۷۸±۲/۸۰	۲۹/۷۴±۱/۹۹	۲۹/۶۴±۱/۵۴	۲۹/۱۶±۱/۲۳

جدول ۳. مقایسهٔ شاخص‌های رشد در تیمارهای مختلف

شاخص رشد	تیمارهای آزمایشی				
	جیرهٔ پایه	۰/۵ درصد	۱ درصد	۲ درصد	۵ درصد
وزن اولیه (گرم)	۰/۴۷۹±۰/۰۵۹	۰/۴۸۳±۰/۰۱۶	۰/۴۷۶±۰/۰۷۵	۰/۴۷۷±۰/۰۴۵	۰/۴۷۰±۰/۰۵۰
وزن نهایی (گرم)	۱/۴۲۵±۰/۱۵۸^{a}	۱/۲۵۹±۰/۰۶۴^{bc}	۱/۲۳۰±۰/۰۹۰^{bc}	۱/۲۰۰±۰/۰۸۷^{bc}	۱/۱۱۲±۰/۱۲۴^{c}
افزایش وزن (گرم)	۰/۹۴۶±۰/۱۰۸^{a}	۰/۷۷۶±۰/۴۰^{b}	۰/۷۵۴±۰/۰۸۲^{b}	۰/۷۰۳±۰/۰۶۶^{bc}	۰/۶۴۲±۰/۰۸۷^{c}
درصد بازماندگی (SR)	۸۶ ± ۳^{a}	۹۳ ± ۵^{b}	۹۵ ± ۳^{b}	۹۵ ± ۶^{b}	۹۰ ± ۵^{ab}
ضریب وضعیت (CF)	۰/۸۳۹±۰/۱۰۶^{a}	۰/۸۱۹±۰/۲۵۲^{ab}	۰/۷۵۷±۰/۰۹۸^{c}	۰/۷۷۸±۰/۰۶۶^{c}	۰/۷۶۵±۰/۱۳۴^{c}
ضریب رشد ویژه (SGR)	۱/۱۶۳±۰/۰۹^{a}	۱/۰۳۰±۰/۰۶^{a}	۱/۰۲۳±۰/۰۶^{ab}	۰/۹۹۶±۰/۰۷^{b}	۰/۹۳۶±۰/۰۵^{bc}
درصد افزایش وزن بدن (BWI)	۱۹۷/۴۹±۱/۰۶^{a}	۱۶۰/۶۶±۲/۰۶^{b}	۱۵۸/۴۰±۲/۱۱^{c}	۱۵۱/۵۷±۱/۵۴^{d}	۱۳۶/۵۹±۲/۱۱^{e}
ضریب تبدیل غذا (FCR)	۲/۲۱ ±۰/۰۵^{a}	۲/۲۸ ±۰/۰۹^{a}	۲/۳۷ ±۰/۰۷^{ab}	۲/۴۴±۰/۰۵^{b}	۲/۹۸±۰/۰۸^{b}

حروف مشابه در هر ردیف بیانگر نبود اختلاف معنی‌دار است.

جدول ۴. تجزیهٔ شیمیایی کل بدن بچه ماهی‌های نورس سفید که با سطوح مختلف پودر جلبک اسپیرولینا تغذیه شده‌اند (میانگین ± انحراف معیار)

ترکیب شیمیایی	تیمارهای مختلف تغذیه‌ای				
	صفر	۰/۵ درصد	۱ درصد	۲ درصد	۵ درصد
رطوبت	۷۱/۳۴۸±۱/۴۶۸	۷۲/۴۰۷±۰/۶۲۸	۷۱/۰۱۷±۰/۸۹۳	۷۱/۹۶۵±۱/۳۵۲	۷۲/۱۸۷±۰/۴۹۷
پروتئین	۱۵/۰۴۴±۰/۳۹۲	۱۵/۷۳۸±۰/۸۰۶	۱۵/۵۹۸±۰/۷۳۴	۱۵/۳۷۱±۰/۸۱۲	۱۵/۶۶۶±۰/۳۸۷
چربی	۱۰/۱۲۴±۰/۵۵۲	۹/۲۶۰±۰/۶۷۷	۹/۹۳۵±۰/۷۲۱	۹/۱۵۵±۰/۷۴۵	۸/۵۶۱±۰/۶۱۲
خاکستر	۲/۸۰۱±۰/۲۴۶	۲/۷۰۳±۰/۳۰۹	۲/۸۴۰±۰/۲۵۹	۲/۷۵۰±۰/۳۴۱	۲/۸۸۵±۰/۲۲۹

۱. کارخانهٔ خوراک دام، طیور و آبزیان وحدت- رشت

www.SID.ir

Archive of SID

۴. بحث و نتیجه‌گیری

در این پژوهش مشخص شد که افزودن سطوح مختلف اسپیرولینا به جیرهٔ تجاری، تأثیر معناداری در رشد و تغذیهٔ بچه ماهی نورس سفید دارد. افزودن پودر اسپیرولینا در مرحلهٔ لاروی میگوی وانامی (Hanel et al., 2007) و میگوی ببری سیاه (Ingthamjicr, 1989) با درصدهای مختلف و همراه سایر غذاهای استفاده‌شده، آثار مثبت در شاخص‌های رشد، تغذیه‌ای و بازماندگی آن‌ها داشته است که نتایج مذکور با نتایج تحقیق حاضر مغایرت دارد. هم‌چنین، Jaime-Ceballos و همکاران (۲۰۰۶) اثر افزودن پودر اسپیرولینا را در رشد و بقای میگوی سفید در مراحل پست لارو و جوانی آن بسیار اثربخش تشخیص دادند. Ghaeni و همکاران (۲۰۱۰) با بررسی تغذیهٔ لارو میگوی ببری سبز خلیج‌فارس به وسیلهٔ سه نوع جیرهٔ غذایی رایج در ایران به این نتیجه رسیدند که بین تیمار شاهد و سایر تیمارهای تغذیه‌شده با ترکیب پودر اسپیرولینای تولید داخل تفاوت معنی‌داری مشاهده شد. نتایج این گزارش با مطالعهٔ حاضر هم‌خوانی ندارد. Jun Lu و همکاران (۲۰۰۸) گزارش کردند که استفاده از پودر اسپیرولینا آثار قابل توجه‌ای در فرایند سوخت و ساز، رشد و بقای لارو و بچه ماهی تیلاپیا داشته است. همچنین، آثار افزودن اسپیرولینا در جیرهٔ کپور معمولی به جهت مطالعهٔ ایمنی و بقای آن بررسی شد و نتایج نشان داد که افزایش ایمنی و بقای ماهیان تحت تیمار افزایش می‌یابد (Hironobu et al., 2006). در آنالیز ترکیبات شیمیایی لاشهٔ (بدن) بچه ماهی نورس سفید جنوب دریاچهٔ خزر نسبت به گروه شاهد و سطوح مختلف پودر اسپیرولینا اختلاف معنادار بین تیمارها مشاهده نشد. گزارش‌های بسیاری از محققان نشان داده است که سطوح مختلف پودر اسپیرولینا گروه شاهد آثار معنادار قابل توجه‌ای در ترکیبات بدن گروه آبزیان مورد مطالعه نداشته است (Ghaeni et al., 2010; El-Sayed, 1994; Venkataraman et al., 1994).

Haghnejat و همکاران (۲۰۰۵) در تحقیق خود دریافتند رشد و بقای لاروهای میگوی ببری سبز تغذیه‌شده با چهار گونه فیتوپلانکتون (به صورت انفرادی و تلفیقی) در مقایسه با میگوهایی که با جلبک اسپیرولینا تغذیه شده بودند، اختلاف معناداری وجود نداشت. Teimouri و همکاران (۲۰۱۳) استفاده از پودر اسپیرولینا را به‌منزلهٔ جایگزینی با آرد ماهی (حداکثر ۱۰ درصد) در رژیم غذایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ۱۰۰ گرمی بررسی کردند. آن‌ها دریافتند که در رشد و بقای ماهی در تیمار شاهد (فاقد اسپیرولینا) و سایر تیمارهایی که با پودر اسپیرولینا تغذیه‌شده بودند، تغییرات معنادار قابل ملاحظه‌ای وجود ندارد. نتایج مذکور با پژوهش حاضر تا حدودی مغایرت دارد به طوری که افزایش پودر اسپیرولینا در جیرهٔ بچه ماهی نورس سفید جنوب دریاچهٔ خزر به کاهش رشد آن منجر شد. علت این امر را می‌توان در اختلاف اندازهٔ ماهی قزل‌آلا با بچه ماهی نورس سفید دانست، زیرا بچه ماهی نورس در این مرحله از زندگی از زی‌شناوران جانوری استفاده می‌کند. به نظر می‌رسد پودر جلبک اسپیرولینا به‌منزلهٔ منبع گیاهی با پروتئین بالا از قابلیت هضم کمتری برای بچه ماهی‌های نورس در این سن برخوردار است.

www.SID.ir

Archive of SID

مطالعات بسیاری از محققان مؤید این امر است که جلبک اسپیرولینا آثار مثبت در رشد و بقای میگوهای دریایی در مرحلهٔ لاروی دارد (Hanel et al., 2007, Ingthamjicr, 1989) که علت این امر فیتوپلانکتون‌خواری در این مرحله از زندگی است. پژوهش سایر محققان نیز نشان داده است که استفاده از پودر اسپیرولینا در جیرهٔ گربه‌ماهی دندان تیز آفریقایی و اثر آن در رشد، بقا و کیفیت گوشت بسیار مفید است (Promya, et al., 2011). همچنین، استفاده از این پودر به‌منزلهٔ جایگزین با آرد ماهی تا ۱۰۰ درصد در رشد و بقای کپور ماهی‌های بزرگ هندی اثربخش گزارش شده است (Nandeesha et al., 2011). علت آن رژیم همه‌چیز خواری و استفادهٔ بهینه و قابلیت بالای هضم ماهی‌های مذکور از جلبک اسپیرولیناست. Lu و همکاران (۲۰۰۲ و ۲۰۰۴) در مطالعات خود دریافتند که استفاده از جلبک اسپیرولینا علاوه بر کیفیت گوشت ماهی تیلاپیا، سبب هضم، جذب و رشد این گونه نیز شده است که علت آن می‌تواند اسیدهای چرب و آمینهٔ ضروری در جلبک اسپیرولینا باشد. اسپیرولینا می‌تواند به طور کامل یا درصدی از آن به‌منزلهٔ غذای مکمل در صنعت غذای آبزیان استفاده شود. استفاده از پودر اسپیرولینا در جایگزینی آرد ماهی تا ۵۰ درصد در جیرهٔ غذایی سیم دریایی نقره‌ای، نه تنها سبب افزایش رشد و بهبود ضریب تبدیل غذایی آن شد بلکه نسبت به گروه شاهد (۱۰۰ درصد آرد ماهی) نیز عوامل مذکور بالاتر بودند (El-Sayed, 1994).

بقای بچه ماهی سفید نورس دریاچهٔ خزر با افزودن پودر اسپیرولینا افزایش یافت که می‌توان علت آن را تا حدودی به تأثیر در کیفیت آب مخزن محیط پرورشی نسبت داد. تحقیقات Chuntapa و همکاران (۲۰۰۳) نشان داد جلبک اسپیرولینا کیفیت آب مخازن پرورش میگو به روش متراکم و میزان مواد ازتهٔ غیرآلی حاصل از ضایعات و مدفوع در مخزن را نسبت به گروه شاهد به شدت بهبود داده و سبب ارتقای کیفیت آب و افزایش بقای میگوها شده است. علاوه بر این، آنتی‌اکسیدان‌ها در اسپیرولینا مقاومت ماهی‌ها را افزایش می‌دهند و در نتیجه سبب افزایش بقای آنان نیز می‌شوند (Habib et al., 2008).

تشکر و قدردانی

از مسئولان محترم دانشگاه گیلان به دلیل حمایت مالی و در اختیار گذاشتن امکانات طرح و از مسئولان و کارکنان مرکز تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری شهید بهشتی سپاسگزاریم.

www.SID.ir

Archive of SID

References

[1]. A.O.A.C. (16th Eds.), 2000. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16th edition, AOAC, Arlington, VA. 1832 p.

[2]. Belay, A., 2002. The potential application of Spirulina as a nutritional and therapeutic supplement in health Management, The Journal of the American nutraceutical association 5 (2), 26-50.

[3]. Britz, P.J., 1996. The suitability of selected protein sources for inclusion in formulated diets for the South African abalone, *Haliotis midae*. Aquaculture 140, 63–73.

[4]. Chuntapa, B., Powtongsook S., Menasveta P., 2003. Water quality control using *Spirulina platensis* in shrimp culture tanks. Aquaculture 220, 355-366.

[5]. El-Sayed, A.F.M., 1994. Evaluation of soybean meal, spirulina meal and chicken offal meal as protein sources for silver seabream (*Rhabdosargus sarba*) fingerlings. Aquaculture 127, 169–176.

[6]. Ghaeni, M., Matinfar, A., Romiyani, L., Chobkar, N., 2010. The effect of spirulina powder on survival of the larval stage of green tiger shrimp (*Penaeus semisulcatus*) in comparison with three conventional diets. Journal of Marine Biology, Islamic Azad University, Ahwaz, year II, No. 1, 3-9.(in Persian)

[7]. Haghnejat, M., Dalirpour, G. H., Ghaedniya, B., Mirbakhsh, M., Alkhorshid, M., 2005. Comparative growth and survival of the green tiger shrimp in zoa stage fed with four types of algae individual and Integration, Journal of Fisheries Science of Iran, the fourth year (2), 25-32. (in Persian)

[8]. Habib, M.A.B., Parvin, M., Huntington, T.C., Hasan, M.R., 2008. A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. FAO Fisheries and Aquaculture Circular. No. 1034, 33pp.

[9]. Hanel, H., Broekman, D., De Graaf, S., Schnack, D., 2007. Partial replacement of fishmeal by lyophilized powder of the microalgae *Spirulina platensis* in pacific white shrimp diets, The Open Marine Biology Journal 1, 1-5.

[10]. Hayashi, O., Hirahashi, T., Katoh, T., Miyajima, H., Hirano, T., Okuwaki, Y., 1998. Class specific influence of dietary *Spirulina plantesis* on antibody production in mice. J. Nutr. Sci. Vitaminol. 44, 841–851.

[11]. Hironobu Watanuki, Kazuki Ota, Asmi Citra Malina A.R. Tassakka, Toshimitsu Kato, Masahiro Sakai., 2006. Immunostimulant effects of dietary Spirulina platensis on carp, *Cyprinus carpio*. Aquaculture 258, 157–163.

[12]. Ingthamjitr, S., 1989. Use of Spirulina in the culure of *Penaeus monodon* larvae. Asian Inst. of Technology, Thailand.

[13]. Jaime-Ceballos, B., Hernandes-Llamas, A., Garcia, T., Perez-Jar L. and Villareal, H., 2006. Substitution of *Chaetoceros mulleri by Spirulina platensis* meal in diets for *Litopenaeus schmitti* larvae. Aquaculture 266, 215–220.

[14]. Jun Lu, Hiroo Satoh, Toshio Takeuchi., 2008.Development of models of threshold and efficient algal densities for larval and juvenile tilapia *Oreochromis niloticus* on raw Spirulina Faculty of Marine Science. Aquaculture 285, 249–254.

[15]. Kazanchof, N., 1981. Fishes of the Caspian Sea and its catchment. Translation: A. Shariati, .Publication of the Ministry of Culture, Fisheries Company of Iran, Tehran, 171p.

www.SID.ir

Archive of SID

[16]. Kuliev,Z.M., 1997. Carps and Perches of the southern and middle Caspian. Structure of the population, ecology, distribution and measures for population restocking. Author abstract of the Dissertion for the Doctor s degree. Baku. 14-15.

[17]. Lu, J., Takeuchi, T., 2002. Taste of tilapia *Oreochromis niloticus* fed solely on raw Spirulina. Fisheries Science 68, 987-988.

[18]. Lu, J., Takeuchi, T., Satoh, H., 2004. Ingestion and assimilation of three species of freshwater algae by larval tilapia *Oreochromis niloticus*. Aquaculture. 238, 437-449.

[19]. Razavi, B., 1992. Biology of Kutum. Iranian Fisheries Research Organization. 18-25. (in Persian)

[20]. Razavi, B., Seyyad, A., 1999. An introduction to the ecology of the Caspian Sea. Iranian Fisheries Research Institute.90p. (in Persian)

[21]. Nandeesha, M., Gangadhara, B., Manissery, J., Venkataraman, L., 2001. Growth performance of flesh two Indian major carps, catla (*Catla catla*) and rohu (*Labeo rohita*) fed diets containing different levels of Spirulina platensis. Bioresource Technology 80, 117-120.

[22]. Nakagawa, H., Gomez-Diaz, G., 1975. Usefulness of Spirulina sp. meal as feed additive for giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. Suisanzoshuku, 43, 521–526.

[23]. Noverian, H.A., Shabanipour, N., Zamani, H.A., Toloe, M.H., Khadem, H. 2007. Effects of different levels of fat on the growth index of Kutum (*Rutilus frisii kutum* Kamenskii, 1901). J. of Pajhohesh va Sazandegi 76, 35-42. (in Persian)

[24]. Noverian, H.A., Zahmatkesh, A., Zamani, H.A., Ghenaatparast, H., 2008. Determining the optimum level of dietary vitamin premixes caspian Kutum (Rutilus frisii kutum Kamenskii, 1901). J. of Pajhohesh va Sazandegi 79, 163-179. (in Persian)

[25]. Phang, S.M., Miah, M.S., Chu, W.L. & Hashim, M., 2000. Spirulina culture in digested sago starch factory waste water. J. Appl. Phycol., 12, 395–400.

[26]. Promya, J., Chitmanat , C., 2011. The effects of Spirulina platensis and Gladophora alge on the growh performance , meat quality and immunity stimulating capacity of the African sharptooth catfish (*Clarias gariepinus*). International Journal of agriculture and Biology 13, 77-82.

[27]. Salek Yousefi, M., 2000. Principle of food nutrition in aquaculture (warm and coldwater fish). Aslani publication. 320p. (in Persian)

[28]. Shahifar, R., 1992. No definitive reports in Kutum fingerling Sefidrud River in Anzali lagoon. Guilan Fisheries Research Center, 61-62. (in Persian)

[29]. Solettoa, D. Binaghia, L. Lodia, A. J.C.M. Carvalhob, A., 2005. Convertia Batch and fed-batch cultivations of *Spirulina platensis* using ammonium sulphate and urea as nitrogen sources Faculty of Pharmaceutical Sciences, University of Sa˜o Paulo, Av. Aquaculture 243, 217– 224

[30]. Teimouri, M., Keramt, A.A., Yeganeh, S., 2013. The effects of Spirulina platensis meal as a feed supplement on growth performance and pigmentation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). World Journal of Fish and Marine Sciences 5(2), 194-202.

[31]. Venkataraman, L.V., Somasekaran, T. & Becker, E.W., 1994. Replacement value of blue-green alga (*Spirulina platensis*) for fish meal and a vitamin-mineral premix for broiler chicks. British Poultry Sci. 3, 373–381.

[32]. Vosoghi, G., Mostajir, B., 2002. Freshwater fishes. Tehran University Press. 317 p. (in Persian)

[33]. Wheeler, A., 1992, Freshwater fishes of Britain and Europe Rainbow Books. Elsley House, London ,124p.

www.SID.ir