مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان
جلد اول، شماره اول، بهار ۱۳۹۱
http://japu.gau.ac.ir

اثر سطوح مکمل ساپونین (*Quillaja saponaria*) بر پارامترهای رشد و ترکیب شیمیایی لاشه لاروهای قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

حمیدرضا چگینی[۱]، *عبدالصمد کرامت امیرکلایی[۲]، سیدعلی جعفرپور[۲] و فرید فیروزبخش[۲]

[۱]دانش‌آموخته کارشناسی‌ارشد گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع‌طبیعی ساری،
[۲]استادیار گروه شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

تاریخ دریافت: ۹۰/۱۱/۳۰ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۱/۱/۲۱

چکیده

مکمل ساپونین از یک سو به‌عنوان یک ماده ضدمغذی موجود در مواد گیاهی شناخته می‌شود و از سوی دیگر می‌تواند با کاستن کشش سطحی، افزایش نفوذپذیری مواد غذایی و افزایش میزان آنابولیسم، یک ماده افزودنی مفید باشد. هدف اصلی این پژوهش بررسی تأثیر سطوح مختلف مکمل تام ساپونین (*Quillaja saponaria*) بر شاخص‌های رشد و ترکیب شیمیایی لاشه لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) می‌باشد. این آزمایش با استفاده از لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ٦±۱۷۱ میلی‌گرم به‌مدت ۱۸ هفته صورت گرفت. جهت انجام این تحقیق، مکمل تام ساپونین در پنج سطح مختلف ۵۰، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ٤۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم به جیره غذایی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان اضافه گردید. میزان غذای روزانه لاروها براساس جدول غذادهی تعیین شد. نتایج آزمایش نشان داد که سطوح مختلف ساپونین تام کویلاجا تاثیری بر پارامترهای رشد و تغذیه‌ای ماهی قزل‌آلا نداشت ($P>0/05$)، ولی افزودن ساپونین موجب افزایش چربی لاشه لاروها گردید ($P<0/05$). به‌نظر می‌رسد کارآیی ساپونین در ماهیان گوشتخوار مانند قزل‌آلا به دیگر اجزای تشکیل‌دهنده غذا به خصوص کربوهیدرات بستگی داشته باشد.

واژه‌های کلیدی: ساپونین تام کویلاجا، قزل‌آلای رنگین‌کمان، تغذیه، لارو، رشد، چربی

* مسئول مکاتبه: amirkola@yahoo.com

مقدمه

صنعت آبزی‌پروری و از آن جمله تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در سال‌های اخیر از رشد چشمگیری در کشور برخوردار بوده است. به‌طوری‌که میزان تولید ماهیان سردابی از ۹ هزار تن در سال ۱۳۷۹ به بیش از ٦۲ هزار تن تولید در سال ۱۳۸۷ رسیده است (آیفو، ۲۰۰۹). با وجود این، رشد سریع صنعت پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با موانعی مواجه است که می‌تواند این رشد را کند یا متوقف نماید. از جمله این مشکلات تهیه غذای متناسب با نیاز ماهی با قیمت مناسب می‌باشد. بر اساس برآورد هیگس و همکاران (۱۹۸۳) در پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان، هزینه تولید غذا تقریباً نصف کل هزینه‌های تولیدی را شامل می‌شود و حتی برآوردهای جدیدتر بیانگر هزینه بالاتر غذا (بیشتر از ٦۰٪) در صنعت پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد (رضایی و درویشی، ۲۰۰۷).

یکی از روش‌های کاهش قیمت تمام شده غذا برای تولید هر کیلوگرم ماهی پرورشی کاهش سطح مصرف پروتئین با بالا بردن قابلیت هضم آن در جیره غذایی می‌باشد (هاردی، ۱۹۹٦). پروتئین‌ها معمولاً از جمله اجزای گران قیمت غذا می‌باشند که در ماهیان گوشتخوار تا حد زیادی از پودر ماهی تامین می‌گردند. بنا به اظهار نظر تاکن و همکاران (۲۰۰۷) کمبود این ماده با ارزش به همراه افزایش قیمت آن می‌تواند با افزایش قیمت غذا، آینده نامطمئنی را برای صنعت پرورش ماهی رقم زند. در حال حاضر بخش عمده پروتئین مصرفی ماهیان گوشت خوار از طریق پودر ماهی تأمین می‌شود. بر اساس آمارها صنعت آبزی‌پروری حدود ٦۸ درصد تولید پودر ماهی دنیا را مورد مصرف قرار می‌دهد که در این میان گونه‌های گوشتخوار مانند قزل‌آلای رنگین‌کمان و ماهی آزاد (*Salmo salar*) بخش زیادی از مصرف را به خود اختصاص می‌دهند (تاکن و متینا، ۲۰۰۸).

یکی از راه‌های کم کردن این مشکل جایگزینی پودر ماهی با پروتئین‌های گیاهی در صنعت غذای آبزیان می‌باشد (گاتلین، ۲۰۰۲؛ تیسن و همکاران، ۲۰۰٤). مواد گیاهی به نوبه خود حاوی گروهی از مواد شیمیایی می‌باشند که به مواد ضد تغذیه‌ای معروف هستند (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱). تجمع این مواد می‌تواند با اثر بر کارکرد آنزیم‌ها و خصوصیات فیزیکی و شیمیایی شیره گوارشی اثراتی منفی بر کارآیی هضم و تولید داشته باشد (راماچندرن و همکاران، ۲۰۰۵).

از سوی دیگر امروزه افزودنی‌های مختلفی از جمله پروبیوتیک‌ها، پربیوتیک‌ها، آنزیم‌ها و غیره برای بهبود کیفیت غذا، افزایش رشد و کمک به توانایی‌های ماهی برای تحمل شرایط محیط پرورشی

به غذا اضافه می‌شوند (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱؛ a,b۲۰۰۲). به‌دلیل محدودیت‌های قانونی در استفاده از مواد شیمیایی از جمله آنتی‌بیوتیک‌ها و هورمون‌ها در غذای آبزیان و جانوران خوراکی مورد مصرف انسان، استفاده از مواد افزودنی گیاهی به عنوان یک ماده طبیعی به منظور افزایش سرعت رشد و بهبود کارآیی غذا در صنعت غذای آبزیان گسترش زیادی پیدا کرده است (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۵).

ساپونین‌ها از گروه گلوکوسیدها می‌باشند که به‌طور عمده به وسیله گیاهان تولید می‌شوند (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۵). وجود ساپونین در غذای ماهی در غلظت‌های بالا مانند یک ماده ضدمغذی باعث بروز اثرات منفی بر روی رشد و بازماندگی می‌شوند (چیکه، ۱۹۹٦). از سوی دیگر ساپونین به خاطر دارا بودن ترکیبات فعال می‌تواند برای ماهی سودمند باشد. مواد اولیه غنی از ساپونین با آمونیوم تشکیل پیوند داده و از میزان آزادسازی آن می‌کاهد (چیکه، ۱۹۹٦؛ مکار و همکاران، ۱۹۹۹). وجود این مواد در غذای ماهی می‌تواند با کاهش کشش سطحی شیره معده (غذا و آنزیم گوارشی) موجب نفوذ هر چه بیشتر آنزیم‌ها در غذا شده و از این راه باعث افزایش هضم‌پذیری و مصرف بهینه غذا گردد (راماچندرن و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه بر این وجود مکمل ساپونین تام کویلاجا در جیره می‌تواند با افزایش نسبت آنابولیسم به کاتابولیسم باعث کاهش مصرف اکسیژن در ماهی‌ها شود (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۵). کاهش میزان مصرف اکسیژن در سامانه‌های آبزی‌پروری به عنوان یک فاکتور محدود کننده می‌تواند موجب گسترش صنعت آبزی‌پروری شود.

اثرات مثبت این ماده افزودنی بر پارامترهای رشد بعضی گونه‌ها از جمله کپور معمولی و تیلاپیا به اثبات رسیده است (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱؛ a,b۲۰۰۲) و اثر این ماده بر افزایش رشد کپور معمولی و تیلاپیا در هفته‌های ابتدای آزمایش بیشتر از هفته‌های پایانی بوده است (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱؛ a۲۰۰۲). از سوی دیگر اضافه نمودن ساپونین به غذای ماهی کفشک ژاپنی (*Paralichthys olivaceus*) موجب کاهش رشد و مصرف غذا شده است (چن و همکاران، ۲۰۱۱).

با وجود این، اطلاعات زیادی در رابطه با اثرات ماده افزودنی ساپونین بر رشد و کارآیی مصرف غذا در ماهی قزل‌آلا وجود ندارد. از این‌رو هدف اصلی این پژوهش بررسی تاثیرات مکمل غذایی ساپونین تام کیلایا بر رشد، بقاء و ترکیب شیمیایی لاروهای قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در زمستان ۱۳۸۸ در مرکز تکثیر و پرورش شرکت قزل‌رود واقع در شهرستان بروجرد، استان لرستان انجام شد. آب مورد نیاز از یک چشمه با دبی ٤۰۰ لیتر در ثانیه و دمای ۸ درجه سانتی‌گراد بود که توسط لوله پلی‌اتیلنی به سالن این مرکز هدایت می‌شد.

لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با استفاده از غذای لارو قزل‌آلای شرکت چینه (حاوی ٤۸ درصد پروتئین، ١٤ درصد چربی، ۱۳ درصد خاکستر و ۲ درصد فیبر) تغذیه شدند. جهت جلوگیری از آلودگی و بیماری لاروها، قبل از شروع آزمایش تراف‌های آزمایشی به‌وسیله ماده ضدعفونی‌کننده هیپوکلرید سدیم ضدعفونی گردیدند. در این آزمایش از مکمل غذایی ساپونین کویلاجا (Qs; sigma no. 4900; sigma, st.louis, USA) استفاده شد. جیره‌های غذایی حاوی پنج غلظت ساپونین (۵۰، ۱۵۰، ۲۵۰، ۳۵۰ و ٤۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم غذا) و یک غذای شاهد به صورت هفتگی تهیه و در دمای ٤ درجه سانتی‌گراد ذخیره شدند. برای آماده‌سازی غذا، ساپونین بر اساس وزن غذا (غذای چینه) با ترازوی دیجیتالی با دقت ۰/۰۰۰۱ گرم توزین و در آب مقطر حل گردید و سپس گرانول‌های غذا را بر روی صفحه پلی‌اتیلن پخش نموده به‌طوری‌که ضخامت سطح پخش شده به اندازه قطر گرانول بود در انتها ساپونین محلول در آب مقطر توسط افشانه بر روی سطح غذا اسپری گردید (محرابی و همکاران، ۲۰۱۱).

با توجه به اهداف طرح، تعداد ٥٤۰ قطعه لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان با وزن متوسط ١٧١±٦ میلی‌گرم بطور تصادفی انتخاب و در ٦ گروه آزمایشی و با ۳ تکرار در ۱۸ عدد تراف به ابعاد ۲۰×۳۰×۱۰۰ سانتی‌متر توزیع شدند. با رشد لاروها و رسیدن آنها به وزن حدود ۱ گرم، بچه ماهیان به ۱۸ استخر بتنی به ابعاد ٤×۰/٥×۰/٥ متر منتقل گردیدند. در طول آزمایش به‌صورت هفتگی پارامترهای فیزیکی و شمیایی آب نظیر سختی، آمونیاک و دما اندازه‌گیری شد (جدول ۱). همچنین اکسیژن محلول در ورودی و خروجی تانک‌های آزمایشی روزانه سه بار صبح، ظهر و غروب اندازه‌گیری شد.

جدول ۱- متوسط فاکتورهای کیفی آب اندازه‌گیری شده در طول دوره آزمایش

فاکتور کیفی	اکسیژن (میلی‌گرم در لیتر)	pH	آمونیاک (میلی‌گرم در لیتر)	حرارت (سانتی‌گراد)
میزان	۹/٤±۰/٥۰	۷/٦±۰/٦٥	۰/۱٥±۰/۰۲۳	۹/٥±۰/۸۰

تغذیه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان به‌صورت روزانه و هر ۲ ساعت یکبار (در ساعات ۸، ۱۰، ۱۲، ۱٤، ۱٦، ۱۸ و ۲۰) انجام شد. میزان غذای روزانه بر اساس جدول غذادهی ماهی قزل‌آلا ۵-٦٪ وزن توده زنده برای لارو تا وزن ۳ گرم و برای بچه‌ماهیان تا وزن ۹ گرم ۲-۳٪ تعیین گردید. ساعت تاریکی و روشنایی در سالن پرورش لارو و بچه‌ماهی ۱۲ ساعت تاریکی و ۱۲ ساعت رو شنایی بود. برای بررسی اختلاف پارامترهای رشد بین تیمارهای آزمایشی در طول دوره آزمایش، هر ۷ روز یکبار تعداد ۳۰ قطعه ماهی از هر تانک آزمایشی به‌طور تصادفی انتخاب و توسط ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ گرم اندازه‌گیری شد. لازم به ذکر است تعداد ۳۰ قطعه لارو تنها در دو دور اول آزمایش سنجش رشد بعد از وزن کشی به تراف‌ها برگردانده نشدند ولی در دور سوم به بعد، پس از سنجش وزن دوباره به تراف مربوطه بازگردانده شدند.

پارامترهای رشد در این آزمایش با استفاده از فرمول‌های زیر محاسبه گردید (لین هاورز و همکاران، ۲۰۰۷).

افزایش وزن: $BWG= wt_2-wt_1$؛ Wt_1= وزن اولیه و Wt_2= وزن نهایی ماهی (بر حسب میلی‌گرم).

نرخ رشد ویژه: $(SGR_w, \%day^{-1})= [LnWt_2- LnWt_1 / t_2-t_1] \times 100$؛ $\ln wt_2$= لگاریتم طبیعی وزن نهایی ماهی، $\ln wt_1$= لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی (گرم)، $t_2 - t_1$= طول دوره آزمایش (روز).

رشد روزانه: $[(Wt_2-Wt_1) /(t_2-t_1))]\times100$ = رشد روزانه %؛ Wt_1= وزن اولیه (گرم)، Wt_2= وزن نهایی ماهی (گرم)، t_2-t_1= طول دوره آزمایش (روز).

درصد بازماندگی: ۱۰۰× تعداد اولیه لاروها / (تعداد تلفات – تعداد اولیه لاروها) = بازماندگی

ضریب تبدیل غذایی: وزن ماهی بدست آمده (گرم)/ غذای خشک خورده شده (گرم) = FCR

نسبت بازده پروتئین: میزان پروتئین خورده شده (گرم)/ وزن بدست آمده (گرم) = PER

در پایان آزمایش پس از زیست‌سنجی، ۱۰ قطعه ماهی از هر استخر برای آنالیز لاشه انتخاب و پس از چرخ شدن در محفظه پلاستیکی قرار داده و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا زمان انجام آزمایش نگهداری شد. میزان رطوبت، چربی، پروتئین و خاکستر جیره غذایی و لاشه ماهی‌ها بر اساس روش استاندارد (بارو و همکاران، ۱۹۹۸) اندازه‌گیری گردید. پروتئین خام به روش کجلدال و از طریق تعیین نیتروژن کل تعیین شد. اندازه‌گیری چربی کل به کمک دستگاه سوکسله و با استفاده از اتر به عنوان حلال صورت پذیرفت (بارو و همکاران، ۱۹۹۸). رطوبت از طریق قرار دادن نمونه‌ها در آون در درجه حرارت ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت و خاکستر از طریق قرار دادن نمونه‌ها در کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد و به‌مدت ۱۲ ساعت انجام گرفت. فیبر با استفاده از دستگاه سنجش فیبر (Velp Scientifica, London, (England; Fiwe 6, F30520200 Model و با استفاده از هضم اسیدی (اسید سولفوریک) و سپس هضم قلیایی (هیدروکسید سدیم) ترکیبات غیرسلولزی و سوزاندن نمونه به‌مدت دو ساعت در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد محاسبه گردید.

تجزیه و تحلیل آماری

پس از این‌که از نرمال بودن داده‌ها اطمینان حاصل شد، تجزیه تحلیل داده‌های مربوط به پارامترهای رشد با کمک آنالیز واریانس یک‌طرفه و با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS انجام گردید. مقایسه میانگین تیمارها به کمک آزمون چند دامنه دانکن انجام شد و وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد تعیین گردید.

نتایج

افزودن غلظت‌های متعدد ساپونین تام کویلاجا به غذای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان اثری بر پارامترهای رشد مانند نرخ رشد ویژه، ضریب تبدیل غذایی، بقاء، نسبت بازدهی پروتئین، رشد روزانه و شاخص رشد روزانه نداشت (جدول ۲) و در تمامی تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری بین این پارامترها وجود ندارد ($P>0/05$).

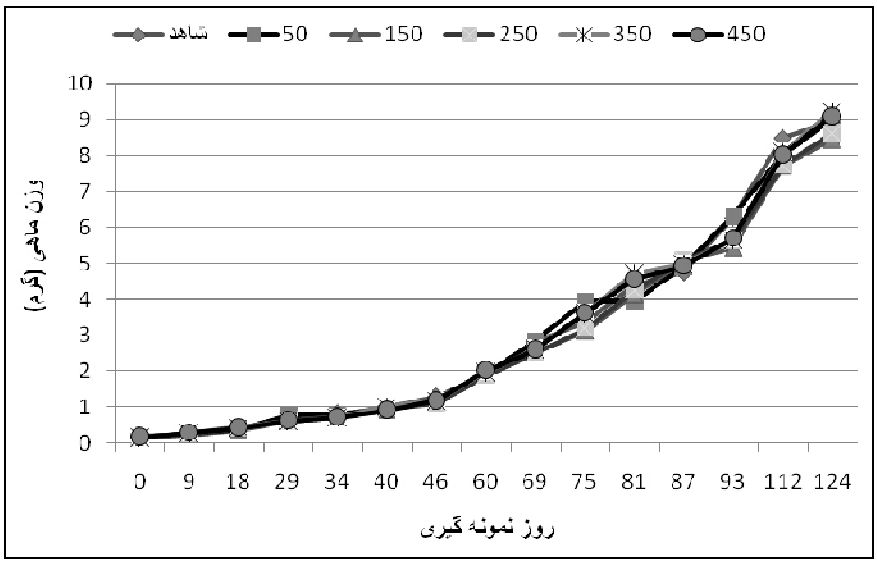
جدول ۲- اثر غلظت‌های مختلف مکمل ساپونین تام کویلاجا بر شاخص‌های رشد بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان

شاخص رشد	جیره‌های آزمایشی					
	شاهد	۵۰ پی‌پی‌ام	۱۵۰ پی‌پی‌ام	۲۵۰ پی‌پی‌ام	۳۵۰ پی‌پی‌ام	٤۵۰ پی‌پی‌ام
وزن اولیه (گرم)	۰/۱۷±۰/۰۰٦	۰/۱۸±۰/۰۰۳	۰/۱۷±۰/۰۰۷	۰/۱۷±۰/۰۰۱	۰/۱٦±۰/۰۰٤	۰/۱۷±۰/۰۰۲
وزن نهایی (گرم)	۸/۹۷±۰/٤۹۳[a]	۸/۹۹±۱/۷۳۱[a]	۸/٤٦±۱/۲٤۵[a]	۸/٦۳±۰/۵٦۵[a]	۹/۲٤±۰/٦۸۸[a]	۰/۰۹±۰/۹۹۹[a]
بقاء (درصد)	۹۷/۳۳±٤/۵۱[a]	۹۷/۲۲±۲/۱۳[a]	۹٦/۵۹±٤/۳۱[a]	۹۹/۰۱±۲/٦۸[a]	۹۸/۲۹±۲/۳٦[a]	۱۰۰[a]
افزایش وزن (گرم)	۸/۷۹±۰/٤۹[a]	۸/۸۰±۱/۷۲ [a]	۸/۲۹±۱/۲٤ [a]	۸/٤۵±۰/۵٦ [a]	۹/۰۷±۰/٦۸ [a]	۸/۹۲±۱ [a]
ضریب تبدیل غذای	۱/۳۰±۰/۱۷ [a]	۱/۱۲±۰/۰۹ [a]	۱/۳۱±۰/۱۱ [a]	۱/۳۰±۰/۱۸ [a]	۱/۲۹±۰/۱۲ [a]	۱/۲۷±۰/۰۳ [a]
نسبت بازده پروتئین	۱/۷٦±۰/۲۳ [a]	۲/۰۳±۰/۱۷ [a]	۱/۷٤±۰/۱٤ [a]	۱/۷٦±۰/۲٦ [a]	۱/۷۷±۰/۱۸ [a]	۱/۷۹±۰/۰۵ [a]
ضریب رشد ویژه (درصد در روز)	۳/۱۸±۰/۰۳٦[a]	۳/۱۳±۰/۱۳٦[a]	۳/۱۲±۰/۱۱٤[a]	۳/۱٦±۰/۰٤۷[a]	۳/۲٤±۰/۰٦۷[a]	۳/۲۰±۰/۱ [a]
رشد روزانه	۷/۰۹±۰/۳۹ [a]	۷/۱±۱/۳۹ [a]	٦/٦۸±۱ [a]	٦/۸۲±۰/٤۵ [a]	۷/۳۱±۰/۵۵ [a]	۷/۱۹±۰/۸۰ [a]

[*] حروف انگلیسی غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح $P \leq ۰/۰۵$ می‌باشد.

[*] داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است.

نتایج به‌دست آمده از تغییرات وزن بدن بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف ساپونین تام کیلایا در نمودار ۱ نشان داده شده است. روند افزایش وزن بچه‌ماهیان طی دوره آزمایش تا پایان ۱۲٤ روز خیلی نزدیک به هم بوده است و اختلاف آماری ناشی از دوزهای مختلف مکمل ساپونین بر وزن بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در پایان دوره آزمایش دیده نمی‌شود ($P>۰/۰۵$).



نمودار ۱- منحنی تغییرات وزنی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف مکمل ساپونین تام کویلاجا در طول دوره آزمایش (داده‌ها به‌صورت میانگین بیان شده است)

نتایج به‌دست آمده از آنالیز لاشه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با سطوح مختلف ساپونین تام کیلایا در پایان دوره ۱۲٤ روز آزمایش در جدول ۲ آمده است. با توجه به نتایج به‌دست آمده، افزودن ساپونین تام کویلاجا به جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث کاهش رطوبت لاشه آنها در تمام تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد شده است. اما این کاهش فقط در تیمارهای ۳، ٤ و ۵ معنی‌دار ($P<۰/۰۵$) است.

هم‌چنین نتایج به‌دست آمده در جدول ۳ نشان می‌دهد افزودن ساپونین تام کویلاجا به جیره بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان باعث افزایش خاکستر لاشه آنها در تمام تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد شد. ولی این افزایش در هیچ‌یک از تیمارها نسبت به تیمار شاهد از لحاظ آماری معنی‌دار نبود ($P>۰/۰۵$).

جدول ۳- ترکیب شیمیایی لاشه بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره‌های حاوی غلظت‌های مختلف مکمل ساپونین تام کویلاجا بر اساس درصد در ماده خشک

	شاهد	۵۰ پی‌پی‌ام	۱۵۰ پی‌پی‌ام	۲۵۰ پی‌پی‌ام	۳۵۰ پی‌پی‌ام	٤٥٠ پی‌پی‌ام
رطوبت (درصد)	۷۸/۱۸±۱/۹۸^{a}	۷٦/۹٤±۱/۸٦^{ab}	۷٦/٦٦±۰/۹۸^{ab}	۷٤/٦۱±۱۰/٤^{b}	۷۵/۳۱±۰/٦۹^{b}	۷۵/٤۱±۱/٤۲^{b}
خاکستر (درصد)	۷/۷۳±۰/۱۵	۸/۰±۰/۰۱	۷/۸۲±۰/٤۲	۷/۹٤±۰/٦٤	۸/۱±۰/۰۹	۷/۷۷±۰/۳۵
پروتئین (درصد)	٦۷±۰/٦۷	٦۷/۲۲±۰/٦۷	٦۷/۵±۰/٦۲	٦۸/۱۵±۰/۰۸	٦۷/۲٦±۰/٦٦	٦۸/۰۸±۰/۱۰
چربی (درصد)	۲۰/۹۱±۰/۵٤^{a}	۲۲/۹۸±۰/۵٤^{ab}	۲۲/۸۷±۱/۰۳^{ab}	۲٤/۱۱±۰/٦۵^{b}	۲٤/۸۳±۰/۸۱^{b}	۲٤/۳٤±۰/۲۵^{b}

* حروف انگلیسی غیرمشترک در هر ردیف نشان‌دهنده وجود اختلاف معنی‌دار بین میانگین داده‌ها در سطح ۰/۰۵ ≥ P می‌باشد.

* داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده است.

در پایان دوره آزمایش پروتئین لاشه بچه‌ماهیان تغذیه شده با ساپونین از نظر عددی نسبت به تیمار شاهد بالاتر بود، ولی از لحاظ آماری بین تیمارهای آزمایشی اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین لاشه وجود نداشت (P>۰/۰۵).

بحث

نتایج این بررسی نشان داد استفاده از ساپونین تام کویلاجا به‌عنوان مکمل غذایی در خوراک لاروهای ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تأثیری در رشد و بقاء آنها ندارد. برخلاف نتایج حاصل از این آزمایش، بررسی‌های انجام شده بر روی کپور معمولی و تیلاپیای نیل (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۱؛ a,b۲۰۰۲) نشان‌دهنده اثرات مثبت ساپونین در غلظت ۱۵۰ و ۳۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم بر رشد این ماهی‌ها می‌باشد. علاوه‌بر این وجود ساپونین تام کویلاجا در غذای کپور معمولی می‌تواند با کاهش کشش سطحی محتویات کانال گوارشی باعث نفوذپذیری بیشتر آنزیم‌ها بر غذا شود (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۵). علاوه‌بر این وجود مکمل ساپونین در غذا با افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی موجب بهبود کارآیی غذا شده است (سرانو و همکاران، ۱۹۹۸).

علت نبود افزایش رشد در تیمارهای تغذیه شده با ساپونین تام کویلاجا را می‌توان در ترکیب مواد تشکیل‌دهنده غذا بین ماهی کپور و قزل‌آلای رنگین‌کمان جستجو کرد. غذای ماهی قزل‌آلا به خصوص غذای لاروی از مواد جانوری (به‌طور عمده پودر ماهی) با کیفیت بالا تشکیل شده است که به‌طور

احتمال به‌دلیل حلالیت بالای این بخش پروتئینی توسط آنزیم‌های گوارشی، ویسکوزیته بالایی را در شیره گوارشی ایجاد نمی‌کنند (لین هاورز و همکاران، ۲۰۰۶ و ۲۰۰۷). بنابراین وجود مواد تعدیل‌کننده ویسکوزیته مانند ساپونین کمک چندانی به نفوذ آنزیم‌ها و افزایش هضم‌پذیری غذا نمی‌کند و حتی استفاده از ساپونین در غلظت بالا (۳۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) کاهش مصرف غذا و رشد را در ماهی آزاد چینوک و قزل‌آلای رنگین‌کمان به دنبال داشته است (بارو و همکاران، ۱۹۹۸). از سوی دیگر وجود ساپونین در غذای کپور ماهیان که به‌طور عمده از مواد گیاهی تشکیل شده است می‌تواند با تعدیل ویسکوزیته شیره گوارشی موجبات نفوذ بیشتر آنزیم‌ها را به داخل توده غذا فراهم کند و از این راه باعث بهبود کارآیی رشد شود (لین هاورز و همکاران، ۲۰۰۶).

در سالیان اخیر به علت مشکلات مربوط به تهیه پودر ماهی و قیمت بالای آن میزان مواد گیاهی در غذای ماهیان گوشتخوار از جمله قزل‌آلای رنگین‌کمان در حال افزایش می‌باشد (نایلر و همکاران، ۲۰۰۰؛ تاکن و فورستر، ۲۰۰۳؛ فاو، ۲۰۰۸). بنابراین افزایش درصد مواد گیاهی می‌تواند با ایجاد ویسکوزیته بالا موانعی در جهت هضم و جذب غذا ایجاد کند که در این حالت وجود مواد ضد ویسکوز مانند ساپونین در غذا می‌تواند مفید باشد.

هم‌چنین این بررسی نشان داد در سطوح ۲۵۰، ۳۵۰ و ٤٥٠ میلی‌گرم ساپونین در جیره غذایی بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان مقدار چربی لاشه نسبت به دیگر تیمارهای آزمایشی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر با توجه به رابطه معکوس مقدار چربی و رطوبت، مقدار رطوبت در تیمارهای تغذیه شده با جیره شاهد و مکمل غذایی حاوی ۵۰ و ۱۵۰ میلی‌گرم ساپونین تام کویلاجا بیشتر از سایر تیمارها بود. نتایج مشابهی در بررسی اثر ساپونین بر میزان چربی لاشه در غلظت ۳۰۰ میلی‌گرم ساپونین در کیلوگرم غذا بر ماهی کپور معمولی مشاهده شده است (فرانسیس و همکاران، ۲۰۰۲). افزایش چربی لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان کاهش رطوبت آن را به دنبال داشته است. تبادل بین رطوبت و چربی یک فرآیند اثبات شده است که در بسیاری از ماهیان دیده شده است (هانگ و همکاران، ۱۹۹۷؛ اسمیت و همکاران، ۱۹۹۸؛ رس‌موسن و استنفلد، ۲۰۰۰). اثر تیمار ساپونین بر میزان چربی لاشه ممکن است به دلیل اثر مثبت ساپونین بر فرآیند متابولیسم و افزایش کارآیی ذخیره انرژی در ماهی باشد. بر اساس گزارش فرانسیس و همکاران در سال‌های ۲۰۰۱ و ۲۰۰۲ بین میزان چربی لاشه ماهیان تغذیه شده با ساپونین تام کویلاجا و جیره شاهد در کپور معمولی اختلاف معنی‌داری وجود داشت. وجود چنین شرایطی به‌طور احتمال به‌دلیل اثر ساپونین تام کویلاجا بر روی

آنزیم لاکتات دهیدروژناز[1] و تجزیه لاکتات بوده که در نتیجه انرژی آن در بافت ذخیره می‌گردد و در نهایت باعث افزایش چربی ذخیره می‌شود.

بر اساس نتایج حاصله از این آزمایش وجود مکمل ساپونین اثر مثبتی بر پارامترهای رشد و بقای لارو ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان ندارد. به‌نظر می‌رسد عدم کارآیی ساپونین بر پارامترهای رشد در قزل‌آلای رنگین‌کمان به دیگر اجزای تشکیل‌دهنده جیره به‌خصوص کربوهیدرات بستگی دارد. وجود میزان به نسبت کم کربوهیدرات در غذای این گونه ویسکوزیتی بالایی در دستگاه گوارش ایجاد نمی‌کند که با کمک ساپونین تعدیل گردد. بنابراین مطالعات آینده در زمینه کارآیی ساپونین بیشتر باید بر روی ماهیان گیاهخوار و یا همه‌چیزخوار متمرکز شود.

منابع

1.Bureau, D.P., Harris, A.M. and Cho, C.Y. 1998. The effects of purified alcohol extracts from soy products on feed intake and growth of chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) and rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss)*. Aquaculture. 161: 27-43.

2.Cheeke, P.R. 1996. Biological effects of feed and forage saponins and their impact on Animal production. In: Saponins Used in Food and Agriculture (ed. by G.R Waller &Y. Yamasaki), Pp: 377-386. Plenum Prees, New York.

3.Chen, W., Ai, O., Mai, K., Xu, W., Liufu, Z., Zhang, W. and Cai, Y. 2011. Effects of dietary soybean saponins on feed intake, growth performance, digestibility and intestinal structure in juvenile Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*). Aquaculture. 318: 95-100.

4.FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2008. The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome. 251p.

5.Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001 Effects of *Quillaja* saponins on growth, metabolism, egg production, and muscle cholesterol in individually reared Nile tiLapia (*Oreochromis niloticus*). Comparative Biochemistry and Physiology. 129:105-114.

6.Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2002a. Dietary supplementation with a *Quillaja* saponin mixture improves growth performance and metabolic efficiency in common carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture. 203: 311-320.

1- LDH

7.Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2002_b. Effects of cyclic and regular feeding of *Quillaja* saponin supplemented diet on growth and metabolism of common carp (*Cyprinus carpio*). Fish physiology and Biochemistry. 24:343-350.
8.Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2005. *Quillaja* saponins-a natural growth promoter for fish. Animal Feed Science and Technology. 121:147-157.
9.Gatlin, D.M. 2002. Nutrition and fish health. In: Halver, J.E. and Hardy, R.W. (eds) Fish Nutrition. Academic Press, San Diego, California, Pp: 671-702.
10.Hardy, R.W. 1996. Alternate protein sources for salmon and trout diets. Animal Feed Science and Technology. 59: 71-80.
11.Higgs, D.A., Fagerlund, U.H.M., Mcbride, J.R., Plotnikoff, M.D., Dosanjh, B.S., Markert, J.R. and Davidson, J. 1983. Protein quality of altex canola meal for juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) considering dietary protein and 3,5,3- triiodo – L – thyronine content. Aquaculture. 34: 213-238.
12.Hung, S.S.O., Storebakken, T., Cui, Y., Tian, L. and Einen, O. 1997. High energy diets for white sturgeon (*Acipencer transmontanus*). Aquaculture Nutrition. 3: 281-286.
13.IFO (Iranain Fishery Organization) 2009. Annual report on fishery production in Iran. Tehan, Iran. 78p.
14.Leenhouwers, J.I., Adjei, B.D., Verreth, J.A.J. and Schrama, J.W. 2006. Digesta viscosity, nutrient digestibility and organ weights in African catfish *(Clarias gariepinus*) fed diets supplemented with different levels of a soluble non-starch polysaccharide. Aquaculture Nutrition. 12: 111-116.
15.Leenhouwers, J.I., Ter, V.M., Verreth, J.A.J. and Schrama, J.W. 2007. Digesta characteristics and performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) fed cereal grains that differ in viscosity. Aquaculture. 264: 330-341.
16.Makkar, H.P.S., Aregheore, E.M. and Becker, K. 1999. Effects of saponins and plant extracts containning saponins on the recovery of ammonia during urea ammoniation of wheat straw and fermentation kinetics of the treated straw. Journal of Agriculture Science, Cambridge. 132: 313-321.
17.Mehrabi, Z., Firouzbakhash, F. and Jafarpour, A. 2011. Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Animal physiology and Animal Nutrition. In press.
18.Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J.H., Kautsky, N., Beveridge, M.C.M. and Clay, J. 2000. Effect of aquaculture on world fisheries supplies. Nature 405: 1017-1023.
19.Ramachandran, S., Bairagi, A. and Ray, A.K. 2005. Improvement of nutritive value of grass pea (*Lathyrus sativus*) seed meal in the formulated diets for rohu (*Labeo rohita*) fingerlings after fermentation with a fish gut bacterium. Bioresource Technology. 96: 1465-1472.

20.Rasmussen, R.S. and Ostenfeld, T.H. 2000. Effect of growth rate on quality traits and feed utilisation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). Aquaculture. 184: 327-337.
21.Rezaei, J. and Darveshei, B. 2007. Economic evaluation of trout fish farming in ilam province. Pajouhesh and Sazandegi. 76: 150-160.
22.Serrano, Jr. A., Focken, U., Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 1998. Effects of *Quillaja* saponins on theactivity of selected gut and liver enzymes of carp (*Cyprinus carpio*). In: Jarayabhand, P., Chaitanawisuti, N., Sophon, A., Kritsanapuntu, A., Panichpol, A. (Eds.), The Fifth Asian Fisheries Forum, Proceedings of the International Conference on Fisheries and Food Security Beyond the Year 2000, Chang Mai, Thailand, November. 204: 11-14.
23.Smith, R.R., Kincaid, H.L., Regenstein, J.M. and Rumsey, G.L. 1988. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture. 70: 309-321.
24.Tacon, A.G. and Forster, I.P. 2003. Aqua feeds and the environment: policy implications. Aquaculture. 226: 181-189.
25.Tacon, A.G.J. 2007. Meeting the feed supply challenges. Paper presented FAO Globefish Global Trade Conference on Aquaculture, Qingdao, China, 29-31.
26.Tacon, A.G.J. and Metian, M. 2008. Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aqua feeds: Trends and future prospects. Aquaculture. 285: 146-15.
27.Thiessen, D.L, Maenz, D.D., Newkrik, R.W., Classen, H.L. and Drew, M.D. 2004. Replacement of fishmeal by canola protein concentrate in diets fed to rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. 10: 379-388.

Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources

J. of Utilization and Cultivation of Aquatics, Vol. 1(1), 2012
http://japu.gau.ac.ir

The effect of saponin (*Quillaja saponaria*) on the growth performance and body composition of rainbow trout larvae (*Oncorhynchus mykiss*)

H.R. Chegini[1], *A. Keramat Amirkolaie[2], S.A. Jafarpour[3] and F. Firouzbakhsh[4]

[1]M.Sc. Graduated of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources, [2]Assistant Prof., Dept. of Fisheries, Sari University of Agricultural Sciences and Natural Resources

Received: 2012-2-19; Accepted: 2012- 4 -9

Abstract

Saponin has been recognized as an anti-nutritional factor in plant ingredients. However, this substance has been also introduced as a natural growth promoter by reducing viscosity, increasing nutrient digestibility and promoting anabolic synthesis. The main goal of this study was to assess the effect of different levels of saponin (*Quillaja saponaria*) as a feed supplement on the growth parameters and body compositions of rainbow trout larvae. This experiment has been performed for 18 weeks using rainbow trout larvae with initial weight of 171±6 mg. Five experimental diets were prepared by addition of 50, 150, 250, 350 and 450 mg/kg saponin to a control diet. In this study, 40-L tanks were used to grow the larvae up to 1g, afterward the fingerlings were transformed into concert ponds (4×2) by the end of the experiment. Feeding level was regulated according to the feeding table for rainbow trout and given to the each tank. At the end of the experiment, growth parameters, feed intake and body composition were measured. The results showed that the addition of different levels of saponin did not influence growth parameters and feed efficiency, but saponin increased fat content of the carcass ($P<0.05$). It appears that the saponin efficiency in carnivorous species like rainbow trout is dependent on other feed ingredients especially carbohydrate.

Keywords: Saponin; Rainbow trout; Feeding; Larvae; Growth; Fat

* Corresponding author; Email: amirkola@yahoo.com