(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

تاثیر عصاره زنجبیل (*Zingiber officinale*) بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

- **مهرداد سلطانیان:** گروه تکثیر و پرورش آبزیان، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- **حمید فغانی‌لنگرودی*:** گروه تکثیر و پرورش آبزیان، واحد تنکابن، دانشگاه آزاد اسلامی، تنکابن، ایران
- **مجید محمدنژاد:** گروه شیلات، واحد بندرگز، دانشگاه آزاد اسلامی، بندرگز، ایران

تاریخ دریافت: مهر ١٣٩٨ تاریخ پذیرش: دی ١٣٩٨

چکیده

در سال‌های اخیر استفاده از محرک‌های ایمنی با منشاء گیاهی در پرورش آبزیان گسترش یافته است. زنجبیل دارای خواص فراونی است و اغلب به‌عنوان گیاه دارویی و ادویه‌ای مورد استفاده غذایی قرار می‌گیرد. در مطالعه حاضر، اثرات سطوح مختلف عصاره زنجبیل در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ٣/٦٠±٤٥/٨٠ گرم در مدت ٥٦ روز مورد بررسی قرار گرفت. ٧٥٠ قطعه ماهی به‌صورت کاملاً تصادفی در ١٥ مخزن استوانه‌ای فایبرگلاس ٣٠٠٠ لیتری توزیع شدند. عصاره زنجبیل در پنج سطح ٠، ١، ٣، ٦ و ١٠ گرم بر کیلوگرم به جیره غذایی افزوده شد و ماهیان در شرایط یکسان پرورشی به‌مدت ٨ هفته تغذیه شدند. نتایج نشان داد که نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و میانگین رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی در تیمار ١٠ گرم بر کیلوگرم اختلاف معنی‌داری با تیمار شاهد داشتند (P<٠/٠٥)، درحالی‌که از نظر بازماندگی، شاخص گنادوسوماتیک، شاخص وضعیت و ضریب کارائی پروتئین اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند (P>٠/٠٥). هم‌چنین، استفاده از عصاره زنجبیل در جیره غذایی تاثیری بر میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت نداشت (P<٠/٠٥). نتایج این بررسی نشان داد که افزودن ١ درصد زنجبیل به جیره غذایی باعث بهبود شاخص‌های رشد در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان می‌گردد.

کلمات کلیدی: زنجبیل، رشد، لاشه، قزل‌آلای رنگین‌کمان

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: hamid_faghani1@yahoo.com

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان از ماهیان پرورشی مهم ایران است که به‌دلیل غنی بودن گوشت آن از پروتئین، چربی و انرژی، جزء غذاهای ضروری محسوب می‌شود. این ماهی در ایران دارای تولید و تقاضای زیادی به‌صورت تازه می‌باشد، به‌طوری‌که ایران با تولید بیش از ۱۳۱ هزار تن قزل‌آلای پرورشی در سال ۲۰۱۲ در زمره بیش‌ترین تولید کنندگان این گونه‌قرار گرفته است (کمانی و همکاران، ۱۳۹۵). افزایش رشد و بازماندگی از اهداف مهم در صنعت آبزی‌پروری می‌باشند (Paykan Heyrati و همکاران، ۲۰۰۷)، اما وقوع بیماری‌ها یک عامل محدودکننده در توسعه آبزی‌پروری پایدار محسوب می‌شود (Muniruz zama و Chowdhury ، ۲۰۰۴). افزودنی‌های غذایی علاوه بر تقویت سیستم ایمنی با بهبود افزایش وزن بدن و ضریب تبدیل غذایی، باعث افزایش میزان تولید و نهایتا سوددهی بیش‌تر فعالیت آبزی‌پروری می‌شوند (El-Banna و Atallah، ۲۰۰۹). افزودنی‌های زیادی در جیره غذایی آبزیان استفاده می‌شوند که شامل ویتامین‌ها، هم‌بندها، آنتی‌اکسیدانت‌ها، آنتی‌بیوتیک‌ها، هورمون‌ها(De Silva و Anderson، ۱۹۹۵؛ Faramarzi و همکاران، ۲۰۱۱)، پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها و گیاهان دارویی می‌باشند. توسعه استفاده از عوامل غیرآنتی‌بیوتیکی و سازگار با محیط زیست یکی از عوامل کلیدی جهت ارتقای مدیریت بهداشتی در آبزی‌پروری می‌باشد (نژادمقدم و همکاران، ۱۳۹۶). با توجه به این‌که پخش و گسترش باکتری‌های مقاوم نسبت به آنتی بیوتیک‌ها به اثبات رسیده است، این خطر وجود دارد که باکتری‌های مقاوم نسبت به آنتی‌بیوتیک‌ها از محیط آبزی‌پروری به محیط انسانی وارد شوند. هم‌چنین آنتی‌بیوتیک‌ها منجر به متوقف کردن رشد یا کشتن باکتری‌های مفید روده‌ای شده و از سوی دیگر در بدن آبزی تجمع می‌کنند، بر همین اساس استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها به‌عنوان محرک رشد در سیستم‌های تولید آبزیان با محدودیت و ممنوعیت همراه می‌باشد. لذا در ارتباط با ممنوعیت استفاده از محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی برنامه‌های جدیدی برای مدیریت تغذیه و سلامتی آبزی درنظر گرفته شده است. با توجه به افزایش تقاضا برای مصرف غذای سالم، محرک‌های رشد طبیعی به‌عنوان جایگزینی برای محرک‌های رشد آنتی‌بیوتیکی در جیره غذایی آبزیان مورد توصیه قرار گرفتند (Denev و همکاران، ۲۰۰۹). مزیت‌های استفاده از محرک‌های رشد طبیعی شامل افزایش رشد، تحریک و تسریع بلوغ سیستم ایمنی، بهبود کارایی غذا، کاهش میزان مرگ و میر، بهبود فرآیند هضم، رشد سریع میکروفلورای مناسب روده، تاثیر بر افزایش میزان اشتها و افزایش میزان تغذیه است (Steiner، ۲۰۰۶). گیاهان و محصولات گیاهی در حال حاضر نقش مهمی در آبزی‌پروری دارند (Reverter و همکاران، ۲۰۱۴). گیاهان اثرات مثبتی بر ارتقاء رشد، افزایش وزن، تحریک اشتها و تقویت عملکرد تولید مثلی دارند، هم‌چنین به‌عنوان عوامل ضداسترس و ضدعفونی کننده نیز محسوب می‌شوند (Harikrishnan و همکاران، ۲۰۱۱). خوشبختانه در مورد محصولات گیاهی در صورت مصرف دقیق، عوارض جانبی در آن‌ها کم‌تر مشهود است و اثرات مفید جانبی نیز به‌دنبال دارند و تقریباً بلافاصله پس از مصرف این محصولات می‌توان از فرآورده‌های آبزیان استفاده نمود (Citarasu، ۲۰۱۰). افزودن گیاهان دارویی به جیره از طریق فعالیت ضدمیکروبی انتخابی و یا ایجاد شرایط مطلوب برای برخی گونه‌ها، طیف میکروبی روده را تحت تاثیر قرار می‌دهند که بهره‌گیری بیش‌تر و جذب بهتر مواد مغذی، تحریک سیستم ایمنی و رشد را به‌دنبال دارد (Ardo و همکاران، ۲۰۰۸). در چند سال گذشته استفاده از محرک‌های ایمنی با منشاء گیاهی در آبزیان گسترش یافته است. یکی از این گیاهان دارویی که کاربرد آن در آبزی‌پروری در تعدادی از مطالعات مورد بررسی قرار گرفته است، زنجبیل می‌باشد. زنجبیل با نام علمی *Zingiber officinale* به خانواده Zingiberaceae تعلق دارد. جنس گیاه *Zingiber* گونه‌های مختلفی دارد که برخی از آن‌ها خوراکی هستند و اغلب به‌عنوان گیاهان دارویی و ادویه‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند (Kapoor، ۲۰۰۰). زنجبیل شامل ترکیبات: کلسیم، فسفر، سدیم، پتاسیم، آهن، کروم، منیزیوم، تیامین، ریبوفلاوین، نیاسین، پیرودوکسین و ویتامین‌ها (C، A، E)، روغن چرب ثابت، ترکیبات تند، رزین‌ها، پروتئین‌ها، سلولز، پنتوزن و نشاسته می‌باشد (Vasala، ۲۰۱۲). زنجبیل بر علیه طیف وسیع و گسترده‌ای از بیماری‌ها مورد استفاده قرار گرفته است (Ernst و Pittler، ۲۰۰۰) و این به‌دلیل داشتن خواص آنتی‌اکسیدانی (Grzanna و همکاران، ۲۰۰۵)، فعالیت ضد سرطانی، خاصیت ضدتهوع، کاهنده فشار خون در انسان (Sang و همکاران، ۲۰۰۹)، درمان‌کننده بیماری‌های قلبی و عروقی (Nicoll و Henein، ۲۰۰۷)، کنترل‌کننده باکتری‌های بیماریزا (Jagetia و همکاران، ۲۰۰۳)، فعالیت‌های ضدقارچی (Agarwa و همکاران ،۲۰۰۱)، ضد ویروسی (Denyer و همکاران،۱۹۹۱) و تقویت‌کننده سیستم ایمنی بدن (Ai و همکاران، ۲۰۰۷) می‌باشد. تاکنون مطالعات زیادی درخصوص اثرات زنجبیل بر آبزیان صورت پذیرفته‌است (حسن‌پور، ۱۳۹۴؛ رحیمی یادکوری و همکاران، ۱۳۹۴؛ صفری و اکرمی، ۱۳۹۴؛ اسدی و همکاران، ۱۳۹۵؛ اکبری و نگه‌داری جعفربیگی، ۱۳۹۵؛ علی و همکاران، ۱۳۹۵؛ ظهیری و همکاران، ۱۳۹۶؛ Ogueji و همکاران، ۲۰۱۷؛ Abbasi Ghadikolaei و همکاران، ۲۰۱۷؛ Vahedi و همکاران، ۲۰۱۷؛ Jahanjo و همکاران، ۲۰۱۸). در این مطالعه اثرات عصاره زنجبیل بر شاخص‌های رشد، تغذیه و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت.

مواد و روش‌ها

این آزمایش در یک‌دوره ۸ هفته‌ای در تابستان سال ۱۳۹۷ در یک مزرعه پرورش ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در شهرستان

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

کرج انجام پذیرفت. تعداد ۷۵۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزنی ۳/۶±۴۵/۸ گرم به‌طور تصادفی در پنج تیمار و سه تکرار تقسیم شدند. ماهی‌ها (۵۰ قطعه در هر تکرار) به‌طور تصادفی در ۱۵ مخزن دایره‌ای با حجم ۳۰۰۰ لیتر آب با شرایط یکسان از نظر حجم آب و فاکتورهای کمی‌وکیفی مشابه توزیع شدند. میانگین شاخص‌های فیزیکوشیمیایی آب در طی دوره پرورش شامل: درجه حرارت ثابت ۱۵/۵±۰ درجه سانتی‌گراد، pH=۷/۶ ، اکسیژن محلول ۸ میلی‌گرم در لیتر، آمونیاک کم‌تر از ۰/۰۱ میلی‌گرم‌در لیتر، نیترات کم‌تر از ۰/۱ میلی‌گرم در لیتر، سختی کل ۲۷۸ میلی‌گرم در لیتر بوده و ماهیان در شرایط نوری طبیعی ۱۰ ساعت روشنایی و ۱۴ ساعت تاریکی قرار داشتند. به‌منظور تهیه عصاره زنجبیل، ریزوم‌های این گیاه پس از شستشو، پوست‌گیری و قطعه قطعه شدن، در سایه و در دمای اتاق خشک شدند، سپس به منظور خشک شدن نهایی‌در آون با درجه حرارت ۶۰ درجه‌سانتی‌گراد قرار گرفتند و در انتها به‌صورت مکانیکی با استفاده از دستگاه آسیاب پودر شدند. نمونه‌ها به‌مدت ۷۲ ساعت در اتانول ۷۵ درجه خیسانده شدند. عصاره با استفاده از کاغذ فیلتر واتمن (شماره ۱) صاف شده و در دمای ۴۰ درجه سانتی‌گراد با استفاده از بخار خلاء روتاری تحت کاهش فشار تغلیظ شد. عصاره خشک‌شده در کیسه‌های در بسته قرار گرفت و برای ۳ روز قبل از تولید جیره‌های غذایی در درجه حرارت ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شد. به‌منظور تهیه جیره‌های آزمایشی مورد استفاده در این تحقیق، عصاره زنجبیل با سطوح ۰، ۱، ۳، ۶ و ۱۰ گرم در کیلوگرم به خوراک تجاری (فرادانه، شهرکرد، ایران) به‌عنوان جیره غذایی پایه اسپری شد. پلت‌ها به‌مدت ۲۴ ساعت در دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. پلت‌ها با حل کردن ۴ درصد ژلاتین در آب مقطر به‌عنوان یک چسباننده به نسبت ۵:۴۰ (V/W) برای ثابت‌کردن عصاره‌های گیاهی پوشانیده شدند(Wu و همکاران، ۲۰۱۳). به نسبت مساوی ژلاتین به جیره غذایی تیمار شاهد افزوده شد. پلت‌ها به‌مدت ۶ ساعت در دمای اتاق(۲۵ درجه‌سانتی‌گراد)خشک‌شدندو تا زمان استفاده درکیسه‌های در بسته در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگه‌داری شدند. ترکیب و آنالیز بیوشمیایی جیره غذایی پایه و جیره غذای حاوی عصاره زنجبیل در جداول ۱ و ۲ نشان داده شده‌اند. تیمار کنترل با جیره‌غذایی پایه بدون عصاره زنجبیل تغذیه شدند و تیمارهای باقی‌مانده با سطوح مختلف عصاره زنجبیل (۱، ۳، ۶ و ۱۰ گرم در کیلوگرم) تغذیه شدند. تمام تیمارها به‌صورت دستی به‌میزان ۲ درصد وزن بدن و ۳ مرتبه در روز تغذیه شدند (Merrifield و همکاران، ۲۰۱۰). آنالیز تقریبی جیره‌های آزمایشی (پروتئین خام، چربی خام، فیبر، خاکستر و ماده خشک) در سه تکرار و با استفاده از روش استاندارد(AOAC، ۲۰۰۵) صورت گرفت. میزان عصاره‌عاری از نیتروژن (NFE) در جیره غذایی با استفاده از معادله زیر به‌دست آمد (Brett و Groves، ۱۹۷۹):

(پروتئین خام + چربی خام + خاکستر + فیبر) -ماده خشک=NFE

محتویات‌انرژی‌خام(GE)در جیره‌های غذایی به‌ترتیب ۲۳/۶۴، ۳۹/۵۴ و ۱۷ کیلو ژول بر گرم برای پروتئین، چربی و NFE محاسبه شد.

به‌طورکلی در دوره ۵۶ روزه آزمایش، ۴ نوبت زیست‌سنجی به فاصله هر دو هفته از همه ماهی‌های مورد آزمایش صورت پذیرفته و فاکتورهای رشدشامل:درصد افزایش‌وزن بدن،شاخص‌وضعیت (ضریب چاقی)، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، ضریب کارایی پروتئین، شاخص گنادوسوماتیک، نرخ رشد روزانه و میزان بازماندگی ماهیان طبق فرمول‌های زیر محاسبه شد (Helland و همکاران، ۱۹۹۶):

(تعداد اولیه‌ماهیان)/(تعداد نهایی ماهیان)×۱۰۰ :میزان بازماندگی (٪)

وزن اولیه/ (وزن اولیه – وزن نهایی) × ۱۰۰ : درصد افزایش وزن بدن

: شاخص وضعیت (ضریب چاقی) (٪)

{(طول نهایی بدن به سانتی‌متر)^3 / (وزن نهایی بدن به گرم)} × ۱۰۰

افزایش وزن (گرم)/ غذایی خشک مصرفی (گرم):ضریب تبدیل غذایی

(وزن اولیه In –وزن نهایی In) × ۱۰۰ : نرخ رشد ویژه

پروتئین مصرفی (گرم)/ افزایش وزن تر (گرم): ضریب کارائی پروتئین

{وزن بدن (گرم) /وزن گناد (گرم)} × ۱۰۰ : شاخص گنادوسوماتیک

: میانگین رشد روزانه(٪) (گرم/ماهی/ روز)

{(وزن اولیه × طول دوره پرورش)/ (وزن اولیه – وزن نهایی)} × ۱۰۰

برای بررسی ترکیبات لاشه پس از پایان دوره آزمایش (روز ۵۶) از هر تانک ۳ قطعه ماهی (از هر تیمار ۹ قطعه) پس از جدا کردن سر و دم و امعا و احشا، خرد و یکنواخت شده و برای آنالیز ترکیب شیمیایی نهایی لاشه جهت تعیین مقادیر رطوبت، پروتئین خام، چربی و خاکستر استفاده شد (AOAC,۲۰۰۵). پروتئین خام به روش کجلدال و از طریق تعیین نیتروژن کل و ضرب آن در ضریب ۶/۲۵ محاسبه گردید (۶/۲۵ × درصدنیتروژن : درصدپروتئین). چربی خام از طریق حل کردن چربی در اتر و تعیین مقدار آن به روش سوکسله و با دستگاه سوکسله اتوماتیک انجام شد. برای اندازه گیری رطوبت، از فور با دمای ۹ ± ۱۰۰ درجه سانتیگراد استفاده شد. برای گرفتن خاکستر، نمونه لاشه در داخل کوره الکتریکی با قابلیت تنظیم دما تا ۱۱۰۰ درجه سانتیگراد قرار داده شد. آزمایش در یک قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گردید و برای هر تیمار سه تکرار در نظر گرفته شد. در پیان دوره آزمایش بعد از مرتب کردن تمامی داده‌ها، از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه استفاده شد. داده‌ها توسط آزمون توکی در تجزیه و تحلیل آماری با استفاده نرم‌افزار SPSS۱۶ در سطح ۵ درصد با یکدیگر مقایسه شدند.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

جدول ۱: فرمولاسیون و ترکیب تقریبی اجزای جیره غذایی پایه (گرم در کیلوگرم)

اجزای غذایی	گرم در کیلو گرم	پروتئین خام	چربی خام	فیبر	خاکستر	رطوبت
پودر ماهی ساردین	۳۵۰	۶۵۰	۸۰	۱۰	۱۹۰	۷۰
پودر ماهی آنچوی	۲۵۰	۷۰۰	۹۰	۱۰	۱۴۰	۶۰
پودر سویا	۷۵	۴۰۰	۲۰	۶۰	۷۰	۱۲۰
آرد گندم	۱۸۴	۱۰۰	۱۰	۲۵	۱۰	۱۸۰
روغن سویا	۶۰	۰	۹۹۰	۰	۰	۱۰
روغن ماهی	۳۰	۰	۹۹۰	۰	۰	۱۰
گلوتن گندم	۲۵	۷۵۰	۲۰	۲۰	۱۵	۷۵
ژلاتین	۱۰	۷۵۰	۰	۰	۱۳۰	۱۱۰
مخلوط ویتامین[۱] و مواد معدنی[۲]	۱۶	۰	۰	۰	۰	۰

۱- retinyl acetate (A), 1,200,000 IU; Cholecalciferol (D3), 400,000 IU; Dl-α-tocopheryl acetate (E), 30 IU; menadione sodium bisulfate (K3); 1200 mg, L-ascorbic acid (C), ٥٤٠٠ mg; D-biotin (H٢), ٢٠٠ mg; thiamine mononitrate (B١), ٢٠٠ mg; riboflavin (B٢), ٣٦٠٠ mg; calcium D- pantothenate (B٣), ٢٧٠٠ mg; niacinamide (B٥), ٩٠٠٠ mg; pyridoxine hydrochloride (B6), 2400 mg; folic acid (B9), 600 mg; cyanocobalamin (B12), 4 mg; antioxidant 500 mg.
۲- Fe, 4500 mg; Cu, 500 mg; Co, 50 mg; Se, 50 mg; Zn, 6000 mg; Mn, 5000; I, 1,150 mg; choline chloride, 150,000 mg.

جدول ۲: آنالیز تقریبی جیره‌های غذایی مورد استفاده در تحقیق حاضر (گرم در کیلوگرم غذا)

آنالیز تقریبی (گرم در کیلوگرم ماده خشک)	شاهد (بدون زنجبیل)	۱ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۳ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۶ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۱۰ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا
ماده خشک	۹۱۸/۸±۲۴/۴۸	۸±۶۲/۹۱۸/۳۸	۶±۲۶/۹۲۰/۱۴	۹±۶۳/۹۳۴/۴۵	۱۰±۶۴/۹۴۴/۲۶
پروتئین خام	۴۹۲/۸±۳۶/۲۶	۵۰۳/۷±۳۴/۱۶	۴۹۶/۱۰±۳۴/۱۲	۵۰۲/۹±۲۳/۱۴	۴۹۴/۱۰±۲۶/۱۴
چربی خام	۱۶۴/۸±۴۲/۶۶	۱۶۵/۶±۳۶/۸۲	۱۷۲/۷±۲۶/۴۵	۱۷۰/۸±۵۶/۴۵	۱۶۷/۷±۲۶/۸۶
فیبر	۱۹/۴±۲۴/۲۸	۲۰/۳±۱۲/۶۸	۲۱/۴±۱۴/۲۲	۲۲/۳±۱۲/۸۶	۲۴/۴±۸/۴۸
خاکستر	۱۰۸/۶±۳۶/۴۲	۱۱۰/۵±۴/۵۷	۱۱۷/۶±۳۴/۲۳	۱۲۰/۸±۱۴/۲۴	۱۲۲/۶±۳/۸۹
NFE	۱۲۲/۲۲±۲۸/۱۴	۱۱۶/۲۰±۳۴/۴۶	۱۱۸/۱۵±۵۴/۴۲	۱۲۱/۱۷±۲۶/۳۲	۱۱۸/۱۴±۶۹/۸۳
انرژی خام (مگاژول/کیلوگرم)	۲۲/۱۲±۲۶/۰	۲۲/۱۶±۵۸/۰	۲۳/۱۷±۱۴/۰	۲۰/۰±۱۸/۰۸	۱۹/۰±۷۶/۱۳

نتایج

در جدول ۳ وزن و طول نهایی ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با سطوح مختلف زنجبیل در تیمارهای مختلف نشان داده شده است. نتایج بررسی نشان داد که بیش‌ترین افزایش وزن بدن در ماهیان تغذیه شده با ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل می‌باشد (P<۰/۰۵). ضمن این‌که از لحاظ افزایش طول بدن در تیمارهای مورد بررسی اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید(P>۰/۰۵).نتایج مربوط به‌نرخ‌رشدویژه، ضریب تبدیل‌غذایی، ضریب کارائی پروتئین، درصد افزایش وزن بدن، شاخص وضعیت،شاخص گنادوسوماتیک،میانگین‌رشدروزانه‌و میزان بازماندگی درجدول ۴ آمده است. همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد در تمام طول دوره آزمایش هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارها در پارامترهای ضریب کارائی پروتئین، شاخص وضعیت، شاخص گنادوسوماتیک و میزان بازماندگی وجود نداشت (P>۰/۰۵). در تمام دوره‌های زیست سنجی بالاترین میزان نرخ رشدویژه، درصد افزایش‌وزن بدن و میانگین رشد روزانه در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). به‌علاوه، پایین‌ترین نرخ ضریب‌تبدیل غذایی‌در تمام دوره‌های زیست‌سنجی در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد (P<۰/۰۵). نتایج اثرات سطوح مختلف عصاره زنجبیل بر ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در انتهای دوره آزمایش در جدول ۵ آمده است. براساس نتایج این بررسی در انتهای‌آزمایش‌هیچ اختلاف‌معنی‌داری(P>۰/۰۵) ازنظرمیزان رطوبت، پروتئین، چربی و خاکستر بین تیمار شاهد و تیمارها مشاهده نشد.

جدول۳: میانگین وزن و طول نهایی ماهیان قزل‌آلای تغذیه شده با زنجبیل در تیمارهای مختلف

تیمار	میانگین وزن اولیه (گرم)	میانگین طول اولیه (سانتی‌متر)	میانگین وزن نهایی (گرم)	میانگین طول نهایی (سانتی‌متر)
شاهد	۴۵/۸ ±۳/۶ a	۱۰/۸ ±۰/۳ a	۵۴/۶ ±۴/۳ a	۱۴/۹ ±۰/۲ a
۱ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۴۵/۸ ±۳/۶ a	۱۰/۸ ±۰/۳ a	۵۵/۱ ±۳/۲ a	۱۴/۵ ±۰/۱ a
۳ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۴۵/۸ ±۳/۶ a	۱۰/۸ ±۰/۳ a	۵۵/۸ ±۳/۶ a	۱۴/۵ ±۰/۲ a
۶ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۴۵/۸ ±۳/۶ a	۱۰/۸ ±۰/۳ a	۵۷/۱ ±۴/۵ a	۱۴/۵ ±۰/۱ a
۱۰ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۴۵/۸ ±۳/۶ a	۱۰/۸ ±۰/۳ a	۵۹/۳ ±۴/۱ b	۱۴/۵ ±۰/۲ a

حروف لاتین غیرمشترک نشان‌دهنده معنی‌دار بودن می‌باشد (p<۰/۰۵).

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

جدول۴: شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان در اثر تغذیه با جیره‌های متفاوت زنجبیل

شاخص‌های غذایی	شاهد (بدون زنجبیل)	۱ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۳ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۶ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۱۰ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا
ضریب تبدیل غذایی (FCR)	۱/۰±۷۱/۲۴ a	۱/۰±۶۶/۳۴ a	۱/۰±۵/۳۳ a	۱/۰±۱۲/۲۶ b	۱/۰±۰۸/۲۶ b
ضریب رشد ویژه (SGR) (گرم بر روز)	۱/۰±۴۰/۴۶ a	۱/۰±۵۳/۴۴ a	۱/۰±۷۲/۴۳ b	۲/۰±۳۲/۳۹c	۲/۰±۹۴/۵۶ a
درصد افزایش وزن بدن (%BWI)	۱۹/۱±۲/۶ a	۲۰/۱±۴/۳ a	۲۱/۸ ± ۱/۷ a	۲۴/۶ ± ۱/۸ b	۲۹/۵ ± ۱/۷ c
رشد روزانه (GR) (گرم بر روز)	۱/۰±۳۸/۱۲a	۱/۰±۶۲/۱۸a	۱/۰±۸۱/۱۳b	۲/۰±۰۶/۱۴c	۲/۰±۳۴/۱۶d
ضریب چاقی (CF) (گرم بر سانتی‌متر)	۱/۰±۶۵/۱۴ a	۱/۷۴ ± ۰/۱۶ a	۱/۸۳ ± ۰/۱۴ a	۱/۰±۸۹/۸۹ a	۱/۰±۹۶/۱۹ a
بازماندگی(٪)	۲±۹۳/۸ a	۲±۹۴/۲ a	۲±۹۵/۷ a	۲±۹۵/۲ a	۲±۹۵/۶ a
شاخص گنادوسوماتیک	۰/۰±۱/۱۸ a	۱/۰±۰۶/۱۴a	۱/۰±۱۲/۱۶ a	۱/۰±۲۵/۱۵ a	۱/۰±۳۱/۱۶ a
ضریب کارائی پروتئین	۱/۰±۰۸/۱۹ a	۱/۰±۲/۱۴ a	۱/۰±۲۷/۱۷ a	۱/۰±۳۸/۱۹ a	۱/۰±۴۲/۱۸ a

حروف لاتین غیرمشترک در ستون‌ها نشان‌دهنده معنی‌دار بودن می‌باشد (p<۰/۰۵).

جدول ۵: آنالیز لاشه ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان در اثر تغذیه با مقادیر مختلف زنجبیل (n=۹)

شاخص	شاهد	۱ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۳ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۶ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا	۱۰ گرم زنجبیل در کیلوگرم غذا
رطوبت (٪)	۷۴/۳۶±۰/۱۳	۷۵/۲۸±۰/۱۷	۷۴/۵۳±۰/۱۹	۷۵/۳۳±۰/۲۰	۷۵/۱۴±۰/۱۵
پروتئین (٪)	۱۰/۲۲±۱/۵۳	۱۰/۵۷±۱/۴۶	۱۱/۰۶±۱/۶۸	۱۱/۷۶±۱/۵۴	۱۲/۴۴±۱/۸۲
چربی (٪)	۷/۸۹±۰/۱۳	۷/۶۷±۰/۱۶	۷/۴۲±۰/۱۸	۷/۳۴±۰/۱۹	۷/۲۱±۰/۱۵
خاکستر (٪)	۴/۳۹±۰/۶۳	۳/۹۶±۰/۷۲	۴/۱۲±۰/۵۵	۳/۸۸±۰/۷۸	۳/۸۲±۰/۸۳

بحث

همان‌گونه که نتایج نشان می‌دهد در تمام طول دوره آزمایش هیچ اختلاف معنی‌داری بین تیمار شاهد و تیمارها در پارامترهای ضریب کارائی پروتئین، شاخص وضعیت، شاخص گنادوسوماتیک و میزان بازماندگی وجود نداشت. بالاترین میزان نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن و میانگین رشد روزانه در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل مشاهده شد و اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد. پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری را با تیمار شاهد نشان داد. شاخص‌های رشد افزایش وزن و نرخ رشد ویژه معرف وضعیت تغذیه در ماهی هستند (حسین‌زاده‌صحافی و همکاران، ۱۳۸۷)، بنابراین با توجه به بالا بودن این دو شاخص در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل می‌توان گفت که این تیمار از شرایط رشد و تغذیه‌ای بهتری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بوده است. هم‌چنین انحراف ضریب چاقی یا فاکتور وضعیت از عدد ۱ می‌تواند در تعیین وضعیت ماهی از نظر رشد نشانگر مناسبی باشد به‌طوری‌که مقادیر بالاتر از ۱ معرف رشد نسبی بهتر و کم‌تر از آن معرف ضعف در رشد وزنی ماهی‌ها در ازای افزایش طول‌های مشخص می‌باشد(King، ۱۹۹۷). نتایج حاصل از این تحقیق با نتایج برخی از مطالعات دیگر هم‌خوانی دارد. رحیمی‌یادکوری و همکاران (۱۳۹۴) با افزایش سطح عصاره‌زنجبیل به جیره غذایی ماهی بنی اختلاف معنی‌داری در شاخص‌های درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و ضریب تبدیل غذایی مشاهده کردند، اما شاخص‌های نسبت بازده پروتئین و ضریب چاقی اختلاف معنی‌داری بین تیمارها نداشتند. اکبری و نگه‌داری‌جعفربیگی (۱۳۹۵) با افزودن سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم عصاره زنجبیل به‌جیره غذایی ماهی کفال بالاترین وزن نهایی، میزان رشد روزانه، میزان غذای دریافتی، بازده مصرف و تولید پروتئین را در تیمار ۱۵ گرم بر کیلوگرم مشاهده کردند. ظهیری و همکاران (۱۳۹۶) با افزودن ۱، ۵ و ۱۰ گرم پودر زنجبیل به جیره غذایی بچه ماهی سفید دریایی خزر بالاترین نرخ رشد ویژه، نرخ رشد روزانه، وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن و پایین‌ترین ضریب تبدیل غذایی را در تیمار ۱۰ گرم به‌دست آوردند. Hassanin و همکاران (۲۰۱۴) اثر زنجبیل را بر کارایی رشد ماهی تیلاپیای نیل مورد بررسی قرار دادند و اعلان نمودند که ماهیان تغذیه شده با زنجبیل تفاوت معنی‌داری را در افزایش وزن نهایی بدن، ضریب‌رشد ویژه و ضریب‌تبدیل غذایی در مقایسه با تیمار شاهد داشتند. Shaluei و همکاران(۲۰۱۶)اثر عصاره اتانولی‌زنجبیل را بر کارایی‌رشدماهی‌قزل‌آلای‌رنگین‌کمان‌مورد بررسی قرار دادند و بیان کردند که جیره‌های ۲/۵ و ۵ گرم در کیلوگرم از عصاره‌های زنجبیل باعث بهبود وزن بدن، ضریب کارایی خوراک و ضریب تبدیل غذایی می‌شوند. Sukumaran و همکاران (۲۰۱۶) نقش زنجبیل را در بهبود کارایی رشد ماهی روهو بررسی کردند. نتایج نشان داد که پارامترهای رشد مانند افزایش وزن نهایی و ضریب رشد ویژه درتیمار ۰/۸ درصد به‌طور معنی‌داری بالاتر از تیمار شاهد بود. Ogueji و همکاران (۲۰۱۷) اثر چای ترش و زنجبیل را به‌عنوان افزودنی غذایی بر رشد ماهی *Clarias gariepinus* بررسی کردند و بهترین عملکرد

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

رشد را در ماهیان تغذیه شده با ۴ گرم زنجبیل و ۴ گرم چای ترش مشاهده کردند. Abbasi Ghadikolaei و همکاران (۲۰۱۷) اثر زنجبیل را بر پارامترهای رشد و میزان بازماندگی ماهی کپورمعمولی مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد که تفاوت معنی‌داری در همه پارامترهای رشد و ترکیب بیوشیمیایی بدن وجود دارد اما در میزان بازماندگی، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. Vahedi و همکاران (۲۰۱۷) سطوح مختلف ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصدعصاره زنجبیل را به‌مدت ۶۰ روز به‌جیره فیل‌ماهی پرورشی افزود و اظهار کرد اختلاف معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی، درصد افزایش‌وزن بدن، نرخ رشد ویژه، ضریب چاقی و نسبت کارایی پروتئین بین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی عصاره زنجبیل و تیمار شاهد به‌دست نیامد. ولی وزن نهایی، افزایش توده زنده و غذای خورده شده به‌ازاء هر ماهی (گرم) در ماهیان تغذیه شده با عصاره زنجبیل افزایش معنی‌داری نسبت به تیمار شاهد نشان دادند. Jahanjoo و همکاران (۲۰۱۸) اثر افزودن سیر، زنجبیل، آویشن و ترکیب آن‌ها را بر عملکرد رشد ماهی سی بریم (*Sparidentex hasta*) بررسی کردند و بیش‌ترین افزایش وزن و میزان رشد ویژه را در ماهیان تغذیه شده با مخلوط هر ۳ گیاه مشاهده کردند. علت احتمالی افزایش در شاخص‌های رشد و تغذیه‌ای در مطالعه حاضر را می‌توان به ترکیبات فعال در زنجبیل نسبت داد (Grzanna و همکاران، ۲۰۰۵). ترکیبات فعال زنجبیل شامل جینجرول، شاگول، پرادول و زینجرون (Ali و همکاران، ۲۰۰۸؛ Chang و همکاران، ۲۰۱۲) است که باعث تحریک اشتها، تحریک ترشح آنزیم‌های گوارشی‌در آبزی‌و درنتیجه بهبودفرایند هضم می‌شود (Grzanna و همکاران، ۲۰۰۵ ؛ Ali و همکاران، ۲۰۰۸). زنجبیل با تحریک ترشح صفرا از کبد و آنزیم‌های پانکراسی باعث هضم سریع‌تر موادغذایی می‌شود و به‌علاوه به متعادل کردن باکتری‌های روده کمک می‌کند (Platel و Srinivasan، ۲۰۰۴؛ Ali و همکاران، ۲۰۰۸). هم‌چنین ریشه زنجبیل حاوی سطح بالایی از آنزیم‌های پروتئولیتیک و لیپولیتیک گیاهی است که منجر به بهبود هضم پروتئین و چربی جیره غذایی می‌شود (Venkatramalingam و همکاران، ۲۰۰۷). هم‌چنین جینجرول زنجبیل دارای اثرات مثبت در آنزیم‌های کبدی و فلور باکتریایی روده می‌باشد (Ali و همکاران، ۲۰۰۸). عوامل مختلفی نظیر ترکیب مواد مغذی موجود در جیره غذایی، روش‌های مختلف غذادهی، فاکتورهای‌محیطی نظیر درجه‌حرارت آب و اکسیژن محلول، اندازه ماهی (Jabeen و همکاران، ۲۰۰۴) و ترکیب اجزای غذایی (Sahzadi و همکاران، ۲۰۰۶) مقدار ضریب تبدیل غذایی (FCR) را تحت تاثیر قرار می‌دهند. در مطالعه حاضر کاهش ضریب تبدیل غذایی در تیمارهای آزمایشی نسبت به تیمار شاهد احتمالاً به‌علت ترکیبات فعال زنجبیل می‌باشد که این ترکیبات منجر به پایداری فلور باکتریایی روده و بهبود فرایند هضم و در نتیجه باعث کاهش ضریب تبدیل غذایی می‌شوند (Fakhim و همکاران، ۲۰۱۳). ترکیبات بیوشیمیایی بدن ماهیان تحت تاثیر چندین عامل قرار می‌گیرند که می‌توان به عواملی ازجمله تفاوت در سن، جنس، شرایط محیطی، فصول مختلف سال، ترکیب جیره غذایی، درصد و مقدار غذادهی روزانه اشاره کرد (رضوی‌شیرازی، ۱۳۸۰؛ بهمنی و همکاران، ۱۳۸۹). در این مطالعه نتایج حاصل از آنالیز لاشه نشان داد که استفاده از عصاره زنجبیل در جیره‌غذایی بر روی پارامترهای اندازه‌گیری شده لاشه شامل: پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت بی‌تاثیر بود. هر چند میزان پروتئین در تیمار ۱۰ گرم بر کیلوگرم زنجبیل بیش‌تر از تیمارهای دیگر بود اما با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0/05$). این نتایج با برخی مطالعات صورت گرفته هم‌خوانی دارد. رحیمی‌یادکوری و همکاران (۱۳۹۴) اثر سطوح مختلف عصاره زنجبیل را بر ترکیبات بیوشیمیایی لاشه ماهی بنی بررسی کردند و نتایج آن‌ها نشان داد که هیچ اختلاف معنی‌داری بین میزان پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت لاشه وجود نداشت. Abbasi Ghadikolaei و همکاران (۲۰۱۵) با افزودن سطوح مختلف عصاره زنجبیل به جیره غذایی ماهی کپور معمولی اختلاف معنی‌داری در ترکیبات بیوشیمیایی لاشه مشاهده نکردند. اکبری نگه‌داری جعفربیگی (۱۳۹۵) و با افزودن سطوح ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ گرم عصاره زنجبیل به‌جیره‌غذایی‌ماهی‌کفال اختلاف‌معنی‌داری‌را در شاخص‌های بیوشیمیایی لاشه مشاهده کردند که با تحقیق حاضر مغایر است. به نظر می‌رسد عوامل مختلفی نظیر گونه پرورشی، نوع عصاره، میزان عصاره، مدت زمان آزمایش و هم‌چنین مرحله زیستی می‌توانند در تفاوت نتایج این مطالعه با پژوهش‌های یاد شده موثر باشند. نتایج این مطالعه نشان داد که عصاره زنجبیل به‌ویژه در سطح ۱۰ گرم در کیلوگرم غذاتاثیر مثبت و معنی‌داری برمیزان نرخ رشد ویژه، درصد افزایش وزن بدن، میانگین رشد روزانه و ضریب تبدیل غذایی دارد. به‌طورکلی در مطالعه حاضر بهبود شاخص‌های رشد و خون‌شناسی در ماهی می‌تواند به‌واسطه حضور ترکیباتی هم‌چون ترپنوئیدها، آلکالوئیدها، فلاونوئیدها، پلی‌فنل‌ها، کاروتنوئیدها، ویتامین‌ها، سافین، استروئید، تانن، فیبر، کربوهیدرات و مواد معدنی در زنجبیل باشد (Otunola و همکاران، ۲۰۱۰). بنابراین باتوجه به نتایج به‌دست آمده می‌توان تیمار تغذیه شده با سطح ۱ درصد عصاره زنجبیل را برای بهبود رشد و راندمان‌غذایی و ارتقاء سلامت‌ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان پیشنهاد کرد.

منابع

۱. **اسدی، ط.؛ زنگویی، ن.؛ موسوی، س.م. و یاوری، و.، ۱۳۹۵.** تاثیر عصاره زنجبیل بر خون‌شناسی و پارامترهای سرم شناسی و میزان رشد در ماهی بنی (*Barbus sharpeyi*). مجله علوم و فنون دریایی. دوره ۱۵، صفحات ۱۰۰ تا ۱۱۰.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

۲. **اکبری، پ. و نگه‌داری جعفربیگی، ی.، ۱۳۹۵.** اثر سطوح مختلف مکمل گیاهی بیوهربال (حاوی پودر زنجبیل و رازیانه) بررشد، تغذیه و ترکیب شیمیایی لاشه کفال ماهی. مجله تحقیقات دامپزشکی و فراورده‌های بیولوژیک. شماره ۲۹، صفحات ۱۰ تا ۱۸.

۳. **بهمنی، م.؛ ظریف‌فرد، ا.؛ خدادادی، م.؛ محمودی، ن. و اوجی فرد، ا.، ۱۳۸۹.** اثر سطوح مختلف نوکلئوتید جیره بر ترکیب لاشه ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*). مجله علمی شیلات ایران. شماره ۴، صفحات ۱۱ تا ۲۰.

۴. **حسین‌زاده صحافی، ه.؛ رجبی، ن.؛ طلوعی، م.ح. و سبحانی، م.، ۱۳۸۷.** شاخص‌های رشد بچه‌ماهی نورس کپور هندی روهو (*Labeo rohita*) تا مرحله یک‌ساله در شرایط اقلیمی استان گیلان. مجله پژوهش و سازندگی در امور دام و آبزیان. شماره ۷۸، صفحات ۱۶۷ تا ۱۷۵.

۵. **حسن‌پور، م.، ۱۳۹۴** . تاثیر تجویز خوراکی عصاره زنجبیل بر شاخص‌های بیوشیمی سرم و پارامترهای ایمنی فیل‌ماهی (*Huso huso*) پرورشی. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد شیلات، موسسه آموزش عالی غیرانتفاعی خزر محمودآباد. ۵۵ صفحه.

۶. **رحیمی‌یادکوری، ن.؛ زنگویی، ن.؛ موسوی، س.م. و ذاکری، م.، ۱۳۹۴.** تأثیر سطوح مختلف عصارهٔ زنجبیل بر کارایی رشد، تغذیه و ترکیبات بیوشیمیایی لاشهٔ ماهی بنی (*Mesopotamichthys sharpeyi*) انگشت‌قد. مجله علمی شیلات ایران. شماره ۶۸، صفحات ۳۹۷ تا ۴۰۷.

۷. **رضوی‌شیرازی، ح.، ۱۳۸۰.** تکنولوژی فرآورده‌های دریایی. انتشارات نقش‌مهر. ۲۹۲ صفحه.

۸. **صفری، س. و اکرمی، ر.، ۱۳۹۴.** بررسی ترکیب اسیدهای چرب بافت فیل‌ماهی (*Huso huso*) جوان پرورشی تغذیه شده با سطوح مختلف عصاره زنجبیل (*Zingibar officinalis*). دو فصلناهه علوم تکثیر و آبزی پروری. شماره ۳، صفحات ۴۹ تا ۵۶.

۹. **ظهیری، ف.؛ ایمانپور، م.ر.؛ حاجی‌مرادلو، ع. و حسینی‌فر، س.ح.، ۱۳۹۶.** اثرات پودر زنجبیل (*Zingiber officinale*) بر رشد، برخی پارامترهای ایمنی موکوسی و پارامترهای خونی در بچه‌ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum* (Kamensky, 1901. نشریه پژوهش‌های ماهی شناسی کاربردی. شماره ۵، صفحات ۶۹ تا ۸۷.

۱۰. **علی، م.؛ اکبری، پ.؛ اخلاقی، م.؛ فریدونی، م.س. و برزو، م.ا.، ۱۳۹۵.** اثر تجویز خوراکی مکمل‌های زنجبیل، سرخارگل و آستاگزانتین بر بازماندگی لارو قزل‌آلای رنگین‌کمان در برابر لاکتوکوکوس گارویه آ. سومین کنفرانس علوم زیستی ایران. صفحات ۱ تا ۷.

۱۱. **کمانی، م.ح.؛ مرتضوی، س.ع.؛ صفری، ا. و مهربان‌سنگ‌آتش، م.، ۱۳۹۵.** بررسی تغییرات اجزای ترکیبی تشکیل‌دهنده لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorynchus mykiss*) در طول نگه‌داری در دمای یخچال. نشریه نوآوری در علوم و فناوری غذایی. شماره ۸، صفحات ۸۴ تا ۸۹.

۱۲. **نژادمقدم، ش.؛ صفری، ر. و نهاوندی، ر.، ۱۳۹۶.** بررسی کاربرد محرک‌های ایمنی‌در آبزی‌پروری و اثرات آن‌ها بر بیان ژن‌های دخیل در ایمنی ماهی. آبزیان زینتی. شماره ۴، صفحات ۳۷ تا ۴۵.

۱۳. **Abbasi Ghadikolaei, H.; Kamali, A.; Soltani, M. and Sharifian, M., 2017.** Effects of Zingiber officinale powder on growth parameters, survival rate and biochemical composition of body in juvenile common carp (*Cyprinus carpio*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 16, No. 1, pp: 67-85.

۱۴. **Agarwa, M.; Walia, S.; Dhingra, S. and Khambay, B.P.S., 2001.** Insect growth inhibition, antifeedant and antifungal activity of compounds isolated/derived from Zingiber of Rcinale roscoe (ginger) rhizomes. Pest Management Science. Vol. 57, pp: 289-300.

۱۵. **Ai, Q.; Mai, K.; Zhang, L.; Tan, B.; Zhang, W.; Xu, W. and Li, H., 2007.** Effects of dietary b-1, 3 glucan on innate immune response of large yellow croaker (*Pseudosciaena crocea*). Fish and shellfish immunology. Vol. 22, pp: 394-402.

۱۶. **Ali, B.H.; Blunden, G.; Tanira, M.O. and Nemmar, A., 2008.** Some phytochemical and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale*): a review of recent research. Food and Chemical Toxicology. Vol. 46, pp: 409-420.

۱۷. **AOAC. 2005.** Official method of Analysis. 18th Edition, Association of Officiating Analytical Chemists, Washington DC, Method 935.14 and 992.24.

۱۸. **Ardo, L.; Yin, G.; Xu, P.; Varadi, L.; Szigeti, G. and Jeney, Z., 2008.** Chinese herbs (*Astragalus membranaceus* and *Lonicera japonica*) and boron enhance the non-specific immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and resistance against *Aeromonas hydrophila*. Aquaculture. Vol. 275, No. 1- 4, pp: 26-33.

۱۹. **Chang, Y.P.; Liu, C.H.; Wu, C.C.; Chiang, C.M.; Lian, J.L. and Hsieh, S.L., 2012.** Dietary administration of zingerone to enhance growth, non-specific immune response, and resistance to *Vibrio alginolyticus* in pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) juveniles. Fish and Shell fish Immunology. Vol. 32, pp: 284-290.

۲۰. **Citarasu, T., 2010.** Herbal biomedicines: a new opportunity for aquaculture industry. Aquaculture International, Vol. 18, pp: 403-414.

۲۱. **Denev, S.; Staykov, Y.; Moutafchieva, R. and Beev, G., 2009.** Review microbial ecology of the gastrointestinal tract of fish and the potential application of probiotics and prebiotics in finfish aquaculture. International Aquatic Research. Vol. 1, pp: 1-29.

۲۲. **Denyer, C.V.; Jackson, P.; Loakes, D.M.; Ellis, M.R. and Young, D.A.B., 1994.** Isolation of Antirhinoviral Sesquiterpenes from Ginger (*Zingiber officinale*). Jouml of Natural Product. Vol. 57, No. 5, pp: 658-662.

۲۳. **De Silva, S.S. and Anderson, A., 1995.** Fish nutrition in aquaculture. Chapman & Hall. 319 p.

۲۴. **El-Banna, S.A. and Atallah, S.T., 2009.** Study the role of feed additives in prevention of fish diseases incidence in *Oreochromis Niloticus* and common carp fish and its economic importance. Journal of the Arabian Aquaculture Society. Vol. 4, pp: 121-140.

۲۵. **Ernst, E. and Pittler, M.H., 2000.** Efficacy of ginger for nausea and vomiting: a systematic review of randomized clinical trials. British Journal of Anaesthesia. Vol. 84, pp: 367-371.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

۲۶. **Fakhim, R.; Ebrahimnezhad, Y.; Seyedabadi, H.R. and Vahdatpour, T., 2013.** Effect of different concentrations of aqueous extract of ginger (*Zingiber officinale*) on performance and carcass characteristics of male broiler chickens in wheat-soybean meal based diets. Journal of Bioscience Biotechnology. Vol. 2, No. 2, pp: 95-99.

۲۷. **Faramarzi, M.; Kiaalvandi, S.; Lashkarbolooki, M. and Iranshahi, F., 2011.** The investigation of *Lactobacillus acidophilus* as probiotics on growth performance and disease resistance of rainbow trout (*Oncorhychus mykiss*). American-Eurasian journal of Scientific Research. Vol. 6, pp: 32-38.

۲۸. **Grzanna, R.; Lindmark, L. and Frondoza, C.G., 2005.** Ginger, anherbal Medicinal Product with Broad Anti inflammatory actions. J medicinal of food. Vol. 8, pp: 125-130.

۲۹. **Harikrishnan, R.; Nisha, M.R. and Balasundaram, C., 2003.** Hematological and biochemical parameters in common carp, *Cyprinus carpio*, following herbal treatment for *Aeromonas hydrophila* infection. Aquaculture. Vol. 221, pp: 41-50.

۳۰. **Hassanin, M.; Hakim, Y. and Badawi, M., 2014.** Dietry effect of ginger (*Zingiber officinale* roscoe) on growth performance, immune response of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Aeromonas hydrophila*. Abbassa Int. J. Aqua. Vol. 7, pp: 35-52.

۳۱. **Helland, S.J.; GrisdaleHelland, B. and Nerland, S., 1996.** A simple method for the measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. Aquaculture. Vol. 139, pp: 157-163.

۳۲. **Jagetia, G.C., Baliga, M.S., Venkatesh, P. and Ulloor, J.N. 2003.** Influence of ginger rhizome (*Zingiber officinale* Rose) on survival, gluthathione and lipid peroxidation in mice after whole body exposure to gamma radiation. Radiation Research. Vol. 160, pp: 584-592.

۳۳. **Jahanjoo, V.; Yahyavi, M.; Akrami, R. and Bahri, A.H., 2018.** Influence of Adding Garlic (*Allium sativum*), Ginger *(Zingiber officinale*), Thyme (*Thymus vulgaris*) and Their Combination on the Growth Performance, Haemato Immunological Parameters and Disease Resistance to Photobacterium damselae in Sobaity Sea Bream (*Sparidentex hasta*) Fry. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 18, No. 4, pp: 633-645.

۳۴. **Jabeen, S.; Salim, M. and Akhtar, P., 2004.** Feed conversion ratio of major carp *Cirrhinus mrigala* fingerlings fed on cotton seed meal, fish meal and barley. Pakistan Veterinary Journal. Vol. 24, pp: 42-45.

۳۵. **Kapoor, L.D., 2000.** Handbook of Ayurvedic Medicinal Plants: Herbal Reference Library. CRC Press. 424 P.

۳۶. **King, M., 1997.** Fisheries biology assessment and management. Fishing News Book. 497 p.

۳۷. **Merrifield, D.L.; Dimitroglou, A.; Foey, A.; Davies, S.J.; Baker, R.T.; Bøgwald, J.; Castex, M. and Ringø, E., 2010.** The current status and future focus of probiotic and prebiotic applications for salmonids. Aquaculture. Vol. 302, No. 1-2, pp: 1-18.

۳۸. **Muniruzzaman, M. and Chowdhury, M.B.R., 2004.** Sensitivity of Pathogenic Bacteria to various medicinal Herbs, Bangladesh J Vet Med a Physiol Pathol Clin Med. Vol. 2, No. 1, pp: 75-82.

۳۹. **Nicoll, R. and Henein M.Y., 2007.** Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A hot remedy for cardiovascular disease? International Journal of Cardiology. Vol. 131, pp: 408- 409.

۴۰. **Ogueji, E.O.; Iheanacho, S.C.; Dada, A.O.; Yaji, A.J.; Ifejimalu, A.; Ibrahim, B.U.; Mbah, E.C.; Okafor, E.A. and Nnatuanya, I.O., 2017.** Effect of Roselle (*Hibiscus sabdariffa*) and ginger (*Zingiber officinale*) as feed additives, on growth and haematology of *Clarias gariepinus* Juvenile. African J of biotechnology. Vol. 16, No. 48, pp: 2242-2247.

۴۱. **Otunola, G.A.; Oloyede, O.B.; Oladiji, A.T. and Afolayan A.J., 2010**. Comparative analysis of the chemical composition of three spices *Allium sativum* L. *Zingiber officinale* Rosc. and *Capsicum frutescens* L. commonly consumed in Nigeria. African Journal of Biotechnology. Vol. 9, No. 41, pp: 6927-6931.

۴۲. **Paykan Heyrati, F.; Mostafavi, H.; Toloee, H.; Dorafshan, S., 2007.** Induced spawning of kutum, Rutilus frisii kutum (Kamenskii, 1901), using (D-Ala^{6}- Pro^{9}- Net) GnRHa combined with domperidone. Aquaculture. Vol. 265, pp: 288-293.

۴۳. **Platel, K. and Srinivasan, K., 2004.** Digestive stimulant action of spices: A myth or reality? Indian Journal of Medical Reaserch. Vol. 119, pp:167-179.

۴۴. **Reverter, M.; Bontemps, N.; Lecchini, D.; Banaigs, B. and Sasal, P., 2014.** Use of plant extracts in fish aquaculture as an alternative to chemotherapy: Current status and future Perspectives. Aquaculture. Vol. 433, pp: 50-61.

۴۵. **Sahzadi, T.; Salim, M.; Kalsoom, U.M.E. and Shahzad, K., 2006.** Growth performance and feed conversion ratio (FCR) of hybrid fingerlings (*Catla catla* X *Labeo rohita*) fed on cottonseed meal, sunflower meal and bone meal. Pakistan Vet. J. Vol. 26, pp: 163-166.

۴۶. **Sang, S.; Hong, J.; Wu, H.; Liu, J.; Yang, C.S.; Pan, M.H.; Badmev, V. and Ho, C.H.T., 2009.** Increased Growth Inhibitory Effects on Human Cancer Cells and Antiinflammatory Potency of Shogaols from (*Zingiber officinale*) Relative to Gingerols. Journal of Aqricultural and Chemistry. Vol. 57, pp: 10645-10650.

۴۷. **Shaluei, F.; Nematollahi, A.; Naderi-Farsani, H.R.; Rahimi, R. and Kaboutari Katadj, J., 2016.** Effect of ethanolic extract of *Zingiber officinale* on growth performance and mucosal immune responses in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. Vol. 23, No. 4, pp: 814-821.

۴۸. **Steiner, T., 2006.** The potential benefits of natural growth promoters. Feed Tech. Vol. 10, pp: 26-28.

۴۹. **Sukumaran, V.; Park, S.C. and Giri, S.S., 2016.** Role of dietary ginger *Zingiber officinale* in improving growth performances and immune functions of *Labeo rohita* finger lings. Fish & shellfish immunology. Vol. 57, pp: 362-370.

۵۰. **Vahedi, A.H.; Hasanpour, M.; Akrami, R. and Chitsaz, H., 2017.** Effect of dietary supplementation with ginger (*Zingiber officinale*) extract on growth, biochemical and hemato-immunological parameters in juvenile beluga (*Huso huso*). Iranian journal of aquatic animal health. Vol. 3, No. 1, pp: 26-46.

۵۱. **Vasala, P.A., 2012.** Ginger. In: Peter K.V. (Eds.) Handbook of herbs and spices. Woodhead Publishing Limited, India. pp: 319-335.

۵۲. **Wu, Y.R.; Gong, Q.F.; Fang, H.; Liang, W.W.; Chen, M. and He, R.J., 2013.** Effect of Sophora flavescens on non-specific immune response of tilapia (GIFT *Oreochromis niloticus*) and disease resistance against *Streptococcus agalactiae*. Fish Shellfish Immunology. Vol. 34, pp: 220-227.

(DOI): 10.22034/AEJ.2020.129706

Scientific Research Journal of Animal Environment Vol. 12, No. 4, Winter 2020

The effect of *Zingiber officinale* extract on growth factors, survival and carcass composition in Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*)

- **Mehrdad Soltanian:** Department of Fishery, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran
- **Hamid Faghani Langrodi*:** Department of Fishery, Tonekabon Branch, Islamic Azad University, Tonekabon, Iran
- **Majid Mohammad Nejad:** Department of Fishery, Bandar Gaz Branch, Islamic Azad University, Bandar Gaz, Iran

Received: September 2019 Accepted: December 2019

Key words: Ginger extract, Growth, Carcass composition, Rainbow trout

Abstract

In recent years, the use of plant-based safety stimuli in aquaculture has become increasingly common. Ginger has many properties and is often used as a medicinal and spice plant for food use. In the present study, the effects of different levels of ginger extract on diet were evaluated on growth indices, survival and carcass biochemical composition of rainbow trout with a mean weight of 45.80±3.60 g for 56 days. The present study was conducted to evaluate different levels of ginger extract *Zingiber officinale* on growth indices, carcass biochemical composition, hematological and blood biochemical parameters of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* with an average weight of 45.80±3.60 g for 56 days. Seven hundred and fifty fish were randomly distributed in fifteen 3000L cylindrical fiberglass tanks. Fish were distributed completely randomly in 15 cylindrical 3,000-liter fiberglass tanks. Ginger extract in five levels of 0, 1, 3, 6 and 10 g/kg was added to the experimental diet and the fish were fed for 8 weeks in the same culture conditions. Results showed that specific growth rate, body weight gain and average daily growth rate and feed conversion ratio were significantly different in the 10 gr/kg group ($P<0.05$), whereas gonadosomatic index, condition index and protein efficiency coefficient showed no significant difference ($P>0.05$). Also, the ginger extract did not affect body protein, fat, ash and moisture content ($P>0.05$). The results showed that adding 1% of ginger to the diet improved growth indices in rainbow trout.

* Corresponding Author's email: hamid_faghani1@yahoo.com