اثرات تغذیه با سطوح مختلف عصاره چای سبز بر رشد، ترکیب لاشه و دفاع آنتی‌اکسیدانی در تاسماهی هیبرید (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) جوان

سلیمان حسن‌پور[۱]
امیرپرویز سلاطی[۲*]
بهرام فلاحتکار[۳]
حمید محمدی‌آذرم[٤]

۱، ۲، ۴. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی دریا، دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر، خرمشهر، ایران
۳. گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه گیلان، رشت، ایران

* **مسئول مکاتبات:**
apsalati@kmsu.ac.ir

کد مقاله: ۱۳۹۶۰۳۰۴۹۸
تاریخ دریافت: ۱۳۹۵/۱۱/۱۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۰۶/۱۹
این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد است.

چکیده

عصاره‌های گیاهی در حال حاضر به عنوان یک مکمل غذایی برای ارتقا رشد در مدیریت سیستم‌های متراکم استفاده می‌شوند. چای سبز نیز یکی از گیاهان دارویی است که خواص آنتی‌اکسیدانی و محرک ایمنی آن در آبزی‌پروری مورد توجه می‌باشد. در مطالعه‌ی حاضر، اثرات تغذیه‌ی تاسماهی هیبرید (*Huso huso* ♂ × *Acipenser ruthenus* ♀) جوان با جیره حاوی سطوح مختلف عصاره چای سبز، بر شاخص‌های رشد، ترکیب لاشه و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی مورد بررسی قرار گرفت. جهت انجام این آزمایش ۳ ترکیب رژیم غذایی مختلف شامل گروه شاهد، گروه GTE_1 (۵۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) و گروه GTE_2 (۱۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم) طراحی گردید. ۹۰ قطعه تاسماهی هیبرید با میانگین وزن اولیه ۰/۷ ± ۲۱۲/۶ گرم، پس از ۲ هفته سازگاری با جیره غذایی طراحی شده و شرایط آزمایشی، به صورت تصادفی در ۲۷ مخزن فایبرگلاس با ابعاد ۲ مترمکعب (حجم آبگیری ۷۰۰ لیتر)، ذخیره‌سازی شدند. غذادهی سه بار در روز (ساعات ۸، ۱۴ و ۲۰) تا حد سیری در طول دوره انجام گردید. پس از ۶ هفته، تغذیه با جیره‌های فوق‌الذکر، نمونه‌برداری انجام شد. نتایج نشان داد که عصاره چای سبز توانست شاخص‌های رشد را در تاسماهی هیبرید بهبود بخشیده و سبب تأثیر مثبت بر ترکیب لاشه شود. همچنین کاهش معنی‌دار فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش مالون-دی‌آلدهید سرم، نشان دهنده تأثیر این داروی گیاهی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی در جیره غذایی این ماهی بوده است. از این رو استفاده از عصاره چای سبز در جیره غذایی تاسماهی هیبرید به عنوان بهبود دهنده‌ی رشد و همچنین تقویت‌کننده دفاع آنتی‌اکسیدانی توصیه می‌گردد.

واژگان کلیدی: تاسماهی هیبرید، عصاره چای سبز، رشد، دفاع آنتی‌اکسیدانی و ترکیب لاشه.

مقدمه

با توجه به نیاز روز افزون بشر به منابع غذایی باکیفیت و سالم، محققین تلاش زیادی در جهت ارائه راه‌کارهای مناسب جهت افزایش میزان تولید و در عین حال منابع پروتئینی سالم و به دور از عوارض جانبی برای انسان نموده‌اند. در این راستا استفاده از افزودنی‌های مختلف غذایی به عنوان عوامل تحریک‌کننده‌ی رشد و تقویت‌کننده سیستم‌های آنتی‌اکسیدانی و ایمنی بدن ماهی در صنعت آبزی‌پروری در سال‌های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است. در سال‌های اخیر استفاده از عصاره و پودر گیاهان که دارای توان بالقوه جهت جایگزینی با داروهای شیمیایی هستند در آبزی‌پروری بسیار معمول شده است (Byun *et al.*, 2010)، این در حالی است که عوارض جانبی این ترکیبات در مقایسه با مواد شیمیایی و سنتتیک کمتر بوده و در صورت مصرف دقیق این ترکیبات اثرات مفید جانبی نیز به دنبال دارند. تقریباً بلافاصله پس از مصرف این داروها می‌توان از فراورده‌های آبزیان استفاده کرد علت این موضوع نیز چنین بیان شده است که مواد مؤثره موجود در داروهای گیاهی به علت همراه بودن آن‌ها

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

با مواد دیگر پیوسته از یک حالت تعادل زیستی برخوردار هستند. ترکیبات گیاهی در بدن انباشته نشده و اثرات جانبی به بار نمی‌آورند. البته در این خصوص موارد استثناء نیز وجود دارد و آن گیاهان سمی هستند که هرگز نباید بدون مطالعه و تجویز دقیق استفاده شوند (ترابی‌گودرزی، ۱۳۷۸). در حال حاضر استفاده از گیاهان به عنوان دارو موضوعی نیست که به کشورهای محدودی اختصاص داشته باشد بلکه بسیاری از کشورها از جمله کشورهای پیشرفته صنعتی از این گیاهان، داروهایی فرموله شده به بازار عرضه می‌کنند و یا مواد مؤثره خالص این گیاهان را در اختیار شرکت‌های دارویی جهت تولید دارو قرار می‌دهند و بدین وسیله سهم عمده‌ای از صادرات خود را به این امر اختصاص می‌دهند. تاکنون گونه‌های مختلفی از گیاهان‌دارویی در آبزی‌پروری مورد استفاده قرارگرفته‌اند. از جمله این گیاهان می‌توان به داروا‌ش، گزنه، آزاله هندی، شاه‌پسند، آکاسیا، گل همیشه بهار، آتریپلکس و آلوئه‌ورا اشاره کرد که اثراتی چون تحریک رشد (Khattab *et al*., 2004; Ji *et al*., 2007) بهبود کیفیت لاشه (Rasmussen, 2001)، تقویت سیستم ایمنی (Chakraborty and Hancz, 2011)، اثر ضد میکروبی (Boran *et al*., 2015; Chakraborty and Hancz, 2011) و بهبود متابولیسم چربی (Zheng *et al*., 2016) برای این گیاهان در آبزی‌پروری به اثبات رسیده است.

چای سبز نیز یکی از این گیاهان دارویی است که به دلیل خواص آن در صنعت آبزی‌پروری مورد توجه قرار گفته است. گیاه چای سبز به صورت بوته، درختچه یا درختی است با نام عملی *Thea sinensis* یا *Camelia Sinensis* که از خانواده‌ی چای (Theaceae) می‌باشد. قسمت اصلی مورد استفاده‌ی بوته‌ی چای، برگ آن است که به صورت‌های مختلف تبدیل به انواع چای می‌شود. ترکیب اصلی چای سبز، پلی فنل‌های چای، ویتامین‌ها، ترکیبات نیتروژنی، کافئین، ساپونین ها، عناصر معدنی، چربی و کربوهیدرات می‌باشند (Chu and Juneja, 1997). پلی فنول مهم‌ترین گروه از ترکیبات برگ چای سبز را تشکیل می‌دهد در نتیجه، چای سبز می‌تواند یک منبع غذایی مهمی از پلی‌فنول‌ها، به ویژه فلاونوئیدها، در نظر گرفته شود. فلاونوئیدها حاصل از متابولسیم ثانویه گیاهان می‌باشند که به طور گسترده‌ای در گیاهان یافت می‌شوند. فلاونوئید اصلی موجود در چای سبز کتچین‌ها می‌باشد که شامل ۴ گروه Epicatechin Epigallocatechin, Epicatechin gallate, Epigallocatechin gallate بوده که به ترتیب، ۶/۴٪، ۱۹٪، ۱۳/۶٪ و ۵۹٪ از کتچین را تشکیل می‌دهند. در واقع کاتچین گروهی از فلاونوئیدها هستند که در تغذیه انسان و حیوانات به دلیل فعالیت آنتی‌اکسیدانی نسبتاً بالای آن‌ها در سیستم‌های بیولوژیکی مورد توجه خاصی قرار گرفته‌اند (Rice-Evans *et al*., 1995).

تاسماهیان به‌عنوان اجداد اولیه ماهیان استخوانی و با قدمت ۲۵۰ میلیون ساله، فقط در نیمکره شمالی دیده می‌شوند. خانواده ماهیان خاویاری Acipenseridae به دو جنس فیل‌ماهی (Huso) و تاسماهی (Acipenser) تقسیم می‌شود (ستاری و همکاران، ۱۳۸۳). این خانواده مشتمل بر ۲۷ گونه بوده که ۱۶ گونه آن متعلق به جنس Acipenser می‌باشد که برخی از آن‌ها دریایی بوده، برخی به آب شیرین جهت تخم‌ریزی مهاجرت کرده و تعدادی نیز در آب شیرین محصورند (بهمنی، ۱۳۷۷).

گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری به علت رشد سریع، نیاز به اکسیژن کمتر و قابلیت پرورش، مورد استفاده پرورش‌دهندگان قرار گرفته‌اند. از طرف دیگر فاصله زمانی رسیدگی جنسی این ماهیان در طبیعت و فواصل بین تخم‌ریزی‌های سالیانه آن‌ها زیاد بوده اما در شرایط تکثیر و پرورش مصنوعی، می‌توان این زمان را در بسیاری از گونه‌ها کاهش داد (Birstein, 1993). از دیرباز تولید ماهیان دورگه نسل اول مورد توجه محققین بوده و تاکنون دورگه‌های متعددی در انواع کپور ماهیان، آزاد ماهیان و تیلاپیا انجام گرفته است (Nelson, 1983; Ayles and Randel, 1984; Mova *et al*., 1975). در سال ۱۹۵۲، دانشمندان روسی برای اولین بار موفق به تولید هیبرید از فیل‌ماهی ماده و استرلیاد نر شدند درنتیجه هیبرید نسل F_1، بستر نامیده شد. مطالعات بعدی مشخص نمود که این گونه مناسب برای پرورش می‌باشد(Burtsev, 1972). از آنجا که دورگه‌گیری از روش‌های مؤثر در معرفی گونه‌های جدید برای افزایش تولید، افزایش درصد بازماندگی، مقاومت به بیماری، سازگاری با

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

محیط‌های پرورشی و تغییر در ساختار تولیدمثل است از این رو هیبرید مورد بررسی در این تحقیق که از تلاقی بین فیل‌ماهی نر و استرلیاد ماده حاصل شده است برای مطالعه انتخاب شد.

تقویت و تحریک سیستم ایمنی آبزیان در صنعت آبزی‌پروری، امروزه امری مهم به شمار می‌رود چرا که سهم زیادی از بهره‌وری تولیدات صنعت آبزی‌پروری در گرو سلامت آبزی می‌باشد که این مهم امروزه با تقویت سیستم ایمنی آبزی و لزوماً، بدون استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها و ترکیبات شیمیایی تحقق یافته است. در سال‌های اخیر استفاده موفقیت‌آمیز گیاهان و ترکیبات دارویی در امر تقویت سیستم ایمنی آبزیان نسبت به ترکیبات شیمیایی بیش از پیش، مورد توجه قرار گرفته‌اند. در مطالعات پیشین اثرات مثبت چای سبز بر تقویت سیستم ایمنی در ماهی قزل آلای رنگین‌کمان گزارش شده است (Nootash *et al.*, 2013). با توجه به تفاوت‌های فیزیولوژیک بین ماهیان استخوانی و خاویاری مطالعه حاضر نیز باهدف بررسی اثرات عصاره چای سبز بر رشد، ترکیب لاشه و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی این گونه هیبرید صورت گرفت.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در سالن و نیروی مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری دکتر شهید بهشتی واقع در سد سنگر به مدت ۶ هفته انجام گرفت. ماهیان مورد استفاده در این آزمایش، از همین کارگاه تهیه و تعداد ۹۰ عدد تاسماهی هیبرید جوان به صورت تصادفی در ۹ مخزن فایبرگلاس با حجم ۲ مترمکعب با حجم آبگیری ۷۰۰ لیتر، به صورت تصادفی قرار گفتند که میانگین وزنی این ماهیان در شروع دوره آزمایش ۰/۷ ± ۲۱۲/۶ گرم بود. جیره غذایی در مجتمع بازسازی ذخایر شهید بهشتی، ساخته شد. این مطالعه در ۳ تیمار(۰، ۵۰، و ۱۰۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم جیره) و هر تیمار با ۳ تکرار انجام شد. بدین صورت که، اقلام غذایی تهیه شده و پس از تنظیم فرمول غذایی (جدول ۱)، در ابتدا مواد اولیه پودر شده و سپس توسط الک ۱۰۰ میکرونی الک گردید تا ناخالصی‌ها خارج شود. سپس اجزای جیره‌های غذایی به کمک ترازوی آزمایشگاهی با دقت ۰/۰۱ گرم وزن و در نسبت‌های محاسبه شده با یکدیگر مخلوط شدند. برای مخلوط کردن اقلام غذایی، ابتدا مواد غذایی خشک با حجم بیشتر، با هم مخلوط و سپس اقلام غذایی خشکی دیگر که حجم کمتری داشتند (مکمل ویتامینه و معدنی) به آن اضافه شدند. پس از تهیه مخلوط، برای پخش هرچه بهتر و یکنواخت عصاره چای سبز در تمام قسمت‌های جیره، عصاره چای سبز را در حجم مشخصی از آب حل کرده و سپس جیره اضافه گردیده و هم زده شد. سپس روغن ماهی و ملاس چغندر به مخلوط تهیه شده، اضافه شد و به طور کامل به مدت ۱۵ دقیقه هم زده شد. سپس با اضافه کردن آب به مخلوط و تشکیل ماده خمیری، به‌وسیله چرخ‌گوشت صنعتی چرخ شده و درنهایت رشته‌های غذایی به قطر ۵-۴ میلی‌متر تهیه و بر روی سینی قرار داده شده سپس در دمای ۴۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۲ ساعت خشک گردید. غذادهی به صورت روزانه، ۳ نوبت برحسب اشتها (ساعات۸:۰۰، ۱۴:۰۰ و ۲۰:۰۰) انجام گرفت. پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در طول دوره به صورت روزانه مورد سنجش قرار گرفتند. دمای، ۱۶/۷۲±۰/۲۹ درجه سانتی‌گراد و pH آب ۷/۱۳±۰/۱۱ و میزان اکسیژن محلول ۰/۰۷ ± ۹/۵۳ میلی‌گرم در لیتر تعیین گردید. عصاره آبی چای سبز (GTE) استفاده شده در این مطالعه، از شرکت تجاری سها جیسا (تنکابن، ایران) تهیه شد که به صورت پودر مورد استفاده گردید.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

جدول ۱: آنالیز تقریبی جیره غذایی مورد استفاده در مطالعه حاضر.

ترکیبات جیره (گرم در کیلوگرم)	جیره‌های آزمایشی		
	شاهد	GTE_1	GTE_2
پودر ماهی	۶۰۰	۶۰۰	۶۰۰
کنجاله سویا	۸۰	۸۰	۸۰
آرد گندم	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
پودر گوشت	۵۰	۵۰	۵۰
روغن ماهی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰
عصاره چای سبز	۰	۰/۰۵	۰/۱
ملاس چغندرقند	۱۵	۱۵	۱۵
مکمل ویتامینه[1]	۲۵	۲۵	۲۵
مکمل معدنی[2]	۱۵	۱۵	۱۵
ماسه بادی	۱۵	۱۴/۹۵	۱۴/۹

[1] شرکت لابراتورهای سیانس (قزوین، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس ویتامینه حاوی ۱۶۰۰۰۰ IU ویتامین A، ۴۰۰۰۰۰ IU ویتامین D3، ۴۰ گرم ویتامین E، ۲ گرم ویتامین K3، ۶ گرم تیامین، ۸ گرم ریبوفلاوین، ۱۲ گرم کلسیم پنتتونات، نیاسین ۴۰ گرم، پیریدوکسین ۴ گرم، اسیدفولیک، ۲ گرم، سیانوکوبالامین ۸ گرم، ۰/۲۴ گرم H2، ۶۰ گرم ویتامین C، ۲۰ گرم اینوزیتول و ۲۰ گرم BHT می باشد. [2] شرکت لابراتورهای سیانس (قزوین، ایران). هر ۱۰۰۰ گرم پرمیکس معدنی حاوی ۲۶ گرم آهن، ۱۲/۵ گرم روی، ۲ گرم سلنیوم، ۴۸۰ میلی‌گرم کبالت، ۴/۲ گرم مس، ۱۵/۸ گرم منگنز، ۱ گرم ید و ۱۲ گرم کولین کلراید می‌باشد.

سنجش ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی و خاکستر) جیره‌های غذایی در انتهای دوره آزمایشی به روش AOAC (2000) انجام گرفت جدول (۱). پروتئین به روش کجلدال (N×6/25) اندازه‌گیری شد. چربی به روش سوکسله و با حلال دی‌اتیل‌اتر وخاکستر با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کورهٔ الکتریکی انجام شد.

جدول ۲: ترکیب شیمیایی جیره‌های غذایی مورد استفاده در مطالعه حاضر.

	Control	GTE_1	GTE_1
پروتئین	۴۴/۸۵ ± ۰/۱۱	۴۵/۰۶ ± ۰/۰۷	۴۴/۶۷ ± ۰/۲۹
چربی	۱۸/۱۹ ± ۰/۳۹	۱۷/۹۰ ± ۰/۲۰	۱۷/۷۱ ± ۰/۶۴
رطوبت	۷/۸۵ ± ۰/۲۸	۸/۲۶ ± ۰/۱۴	۷/۲۵ ± ۰/۰۴
خاکستر	۱۲/۳۴ ± ۰/۱۲	۱۲/۵۱ ± ۰/۰۶	۱۲/۸۰ ± ۰/۰۲

در ابتدا و انتهای تحقیق همه ماهیان زیست‌سنجی شدند. وزن ماهیان با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۱ گرم و طول کل با استفاده از تخته بیومتری با دقت ۰/۱ سانتی‌متر اندازه‌گیری شد. شاخص‌های رشد تحت بررسی شامل میانگین وزن اولیه و نهایی، افزایش وزن بدن (WG)، شاخص چاقی (CF)، نرخ رشد ویژه (SGR)، ضریب تبدیل غذایی (FCR) شاخص احشایی (VSI) و شاخص کبدی (HSI) است.

همچنین در انتهای کار به‌طور تصادفی یک عدد ماهی از هر مخزن (۳ عدد در هر تیمار) صید گردید و احشا و کبد ماهیان جدا شده و شاخص احشایی و شاخص کبدی تاسماهیان هیبرید مورد ارزیابی قرار گرفت. برای بررسی رشد و تغذیه ماهیان و مقایسه بین تیمارها در انتهای دوره‌ی آزمایش، براساس رابطه‌های استاندارد محاسبه شدند (Nootash *et al.*, 2013):

درصد افزایش وزن بدن (%WG)= (میانگین وزن نهایی (g) – میانگین وزن اولیه (g)) / میانگین وزن اولیه (g) × ۱۰۰

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

ضریب رشد ویژه (SGR) = (لگاریتم نپری وزن نهایی (g))- لگاریتم نپری وزن اولیه (g)) / دوره پرورش × ۱۰۰

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = (g) وزن نهایی / وزن غذای خورده شده(g)

شاخص کبدی (%HSI) = (g) وزن کبد × ۱۰۰ / (g) وزن بدن

شاخص احشایی (%VSI) = (g) وزن احشا ×۱۰۰ / (g) وزن بدن

جهت سنجش ترکیبات شیمیایی (پروتئین، چربی و خاکستر) لاشه، مشابه روش سنجش ترکیبات جیره غذایی در مطالعه حاضر، در انتهای دوره آزمایشی به روش AOAC (2000) انجام گرفت. پروتئین به روش کجلدال(N×6/25) ، چربی به روش سوکسله و با حلال دی‌اتیل‌اتر و خاکستر با سوزاندن نمونه در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد کورهٔ الکتریکی انجام شد.

جهت خون‌گیری، با استفاده از پودر گل میخک (۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر) ماهی‌ها بیهوش شده و با استفاده از سرنگ ۲ سی‌سی فاقد ماده ضد انعقاد، از سیاهرگ ساقه‌ی دمی نمونه خون اخذ شد (۲ عدد ماهی از هر تکرار). سپس سرم با استفاده از سانتریفیوژ با دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه جدا و تا زمان انجام آزمایش‌های مورد نظر در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. برای اندازه‌گیری فعالیت آنزیم کاتالاز (CAT) از روش Goth (۱۹۹۱) که بر اساس بافر فسفات است اندازه‌گیری شد. سنجش فعالیت آنزیم سوپراکسید دیسموتاز (SOD) بر اساس درگیری رادیکال سوپراکسید در اکسیداسیون خودبه‌خودی پیروگالول و مطابق با روش Markland (۱۹۷۴) انجام گرفت. فعالیت آنزیم گلوتاتیون پراکسیداز (GPX) نیز با استفاده از روش ارائه شده توسط Paglia وValentine (۱۹۷۶) مورد ارزیابی قرار گرفت. اساس این روش سنجش سرعت اکسیداسیون گلوتاتیون توسط H2O2 است. غلظت مالون دی آلدئید (MDA) با استفاده از Thiobarbituric acid به‌صورت اسپکتروفتومتریک بر طبق روش استاندارد Beuge and Aust (1978) اندازه‌گیری می‌شود. اساس روش واکنش MDA با تیوباربیوتیک اسید و استفاده از اسیدتری کلرواستیک و اسید هیدروکلریک می‌باشد و برای حل شدن آن با تیوباربیوتیک اسید نیاز به مقداری حرارت است. نمونه مورد نظر با معرف مخلوط و به مدت ۱۵ دقیقه در بن ماری حرارت داده می‌شود. پس‌ازآن سانتریفیوژ نمونه سرد شده به مدت ۱۰ دقیقه با دور ۱۰۰۰ rpm انجام خواهد گرفت، لایه رویی برداشت شده و نهایتاً جذب نوری در ۵۳۵ نانومتر انجام می‌گیرد.

به منظور تشخیص نرمال بودن، بررسی داده‌ها با آزمون Shapiro – wilk صورت پذیرفت. تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها توسط نرم‌افزار SPSS ویرایش ۲۰ انجام گرفته و از نرم‌افزارMicrosoft excel ویرایش ۲۰۱۰ جهت محاسبات آماری استفاده شد. جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One- way ANOVA) و جهت اندازه‌گیری اختلاف بین میانگین‌ها از پس آزمون چند دامنه‌ی Duncan استفاده شد.

نتایج

شاخص‌های رشد تاسماهی هیبرید تغذیه شده با جیره غذایی حاوی عصاره چای سبز بعد از ۶ هفته پرورش در جدول ۲ ارائه شده است. میانگین وزن نهایی در بین گروه‌های تغذیه شده با چای سبز نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). درصد افزایش وزن بدن نیز در تیمارهای تجربی نسبت به گروه کنترل افزایش معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵)، که بیشترین مقدار آن در گروه GTE_2 (۱/۴۹ ±۷۷/۳۴) مشاهده شد. FCR در ماهیان تغذیه شده با GTE نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵)، به گونه‌ای که این تغییرات وابسته به دوز بوده و با افزایش غلظت عصاره چای سبز کاهش نشان داد. کمترین مقدار FCR در گروه GTE_2 (۰/۰۲ ± ۱/۰۲) ثبت گردید. SGR در گروه GTE_2 افزایش معنی‌دار نشان داد (P<۰/۰۵). اگرچه در گروه GTE_1 نیز افزایش مشاهده شد، اما معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). VSI و HSI در

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی عصاره چای سبز نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌دار نشان دادند (P<۰/۰۵)، که کمترین مقدار آن برای هر دو شاخص در گروه GTE_1 ثبت شد.

جدول ۲: تغییرات رشد تاسماهی هیبرید (*Huso huso* ♂× *Acipenser ruthenus*♀) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی عصاره چای سبز به مدت ٦ هفته.

GTE2	GTE_1	Control	
۲۱۲/۳ ± ۰/۶۹	۲۱۱/۲۶ ± ۱/۱۶	۲۱۱/۷ ± ۰/۵۲	W_0
۳۷۸/۲۶ ± ۱/۴۹^{a}	۳۷۶/۷۶ ± ۰/۹۳^{a}	۳۷۰/۳۳ ± ۰/۵۵^{b}	W_1
۷۷/۳۴ ± ۰/۳۴^{a}	۷۶/۸۴ ± ۰/۳۳^{a}	۷۴/۰۰ ± ۰/۳۴^{b}	%WG
۱/۰۲ ± ۰/۰۲^{c}	۱/۱۵ ± ۰/۰۲^{b}	۱/۲۷ ± ۰/۰۳^{a}	FCR
۲/۶۴ ± ۰/۰۰^{a}	۲/۶۳ ± ۰/۰۰^{ab}	۲/۶۱ ± ۰/۰۰ ^{b}	SGR
۵/۹۶ ± ۰/۰۱^{b}	۵/۸ ± ۰/۰۳^{c}	۶/۵۱ ± ۰/۰۶^{a}	%VSI
۲/۰۱ ± ۰/۰۱^{b}	۱/۹۶ ± ۰/۰۰^{c}	۲/۲۱ ± ۰/۰۳^{a}	%HSI

ترکیب شیمیایی لاشه تاسماهی هیبرید تغذیه شده با جیره حاوی عصاره چای سبز در جدول ۳ ارائه شده است. پروتئین، چربی، خاکستر و رطوبت لاشه تغییرات معنی‌داری در ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف چای سبز نشان ندادند (P>۰/۰۵).

جدول ۳: ترکیب شیمیایی لاشه تاسماهی هیبرید (*Huso huso* ♂× *Acipenser ruthenus*♀) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی عصاره چای سبز به مدت ٦ هفته.

GTE_2	GTE_1	Control	
۱۴/۵۰ ± ۰/۳۴	۱۴/۱۱ ± ۰/۱	۱۳/۸ ± ۰/۰۹	پروتئین
۶/۵۸ ± ۰/۲۳	۶/۷۵ ± ۰/۱۴	۶/۷ ± ۰/۵۴	چربی
۷۴/۸۸ ± ۰/۸ ۵	۷۵/۶۶ ± ۰/۳ ۳	۷۴/۳۰ ± ۰/۳۵	رطوبت
۳/۲۳ ± ۰/۴۸	۳/۱۸ ± ۰/۳۷	۳/۲۱ ± ۰/۰۲	خاکستر

فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدهید سرم در مطالعه حاضر در جدول ۴ ارائه شده که مطابق آن فعالیت آنزیم کاتالاز و سوپراکسیددیسوتاز در گروه‌های تغذیه شده با GTE نسبت به گروه شاهد کاهش معنی‌دار نشان دادند (P<۰/۰۵). فعالیت آنزیم گلوتاتیون‌پراکسیداز تغییرات معنی‌داری در تیمارهای مورد مطالعه در مقایسه با گروه شاهد نشان نداد (P>۰/۰۵). مالون‌دی‌آلدهید که شاخص اکسیداسیون چربی در سرم می‌باشد، در گروه‌های تغذیه شده با GTE کاهش نشان داد که در تنها در گروه GTE_1 معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و کمترین مقدار آن (۰/۰ ±۴/۷۸ mmol /mL) در این گروه ثبت شد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

جدول ٤: فعالیت آنزیم‌های انتی‌اکسیدانی و سطح مالون‌دی‌آلدهید سرم تاسماهی هیبرید (♂× *Huso huso* ♀*Acipenser ruthenus*) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی عصاره چای سبز به مدت ٦ هفته.

	control	GTE_1	GTE_2
(U/mL) CAT	۱۰/۰۹ ± ۰/۱^{a}	۹/۱۸ ± ۰/۱^{b}	۹/۰۲± ۰/۸۱^{b}
(U/mL) SOD	۴/۹۰ ± ۰/۵۱^{a}	۴/۱۰ ± ۰/۷۱^{b}	۴/۳۳ ± ۰/۸۱^{ab}
(µmol/mL) GPX	۰/۱۵± ۰/۰	۰/۱۴ ± ۰/۰	۰/۱۵ ± ۰/۰
(mmol /mL) MDA	۵/۳۵ ± ۰/۰۱ ^{a}	۴/۷۸ ± ۰/۰ ^{b}	۵/۳۱ ± ۰/۰ ^{ab}

بحث و نتیجه‌گیری

مطابق نتایج به دست آمده در مطالعه حاضر، افزودن عصاره چای سبز در جیره تاسماهی هیبرید، موجب اختلاف معنی‌دار در درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه، شاخص کبدی و شاخص احشایی و همچنین سبب بهبود ضریب تبدیل غذایی شد. مطالعات انجام شده در گونه‌های مختلف ماهیان نیز تأثیر مثبت عصاره چای سبز را بر شاخص‌های رشد و تغذیه گزارش کرده‌اند. Cho و همکاران (2007) در کفشک ماهی زیتونی، *Paralichthys olivaceus* افزایش معنی‌دار وزن نهایی و نرخ رشد ویژه را در تیمارهای تغذیه شده با عصاره چای سبز مشاهده نمودند. Cho و Kim (2009) نیز نتایج مشابهی را در کفشک ماهی زیتونی تغذیه شده با عصاره چای سبز نسبت به گروه‌های تغذیه شده با عصاره انجیر و محصولات جانبی چای سبز مشاهده کردند. مطالعات دیگر نیز افزایش معنی‌دار وزن نهایی و نرخ رشد ویژه و کاهش شاخص کبدی را در قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با جیره حاوی کتچین چای سبز (Thawonsuwan *et al*., 2010)، افزایش معنی‌دار وزن نهایی، افزایش وزن و نرخ رشد ویژه در ماهی تیلاپیای نیل تغذیه شده با جیره حاوی برگ خشک چای سبز (Abdel-Tawwab *et al*., 2010)، افزایش نرخ رشد ویژه و درصد افزایش وزن بدن، کاهش معنی‌دار شاخص کبدی و شاخص احشایی در صخره ماهی، *Sebastes schlegeli* تغذیه شده با جیره حاوی عصاره الکلی چای سبز (Hwang *et al*., 2013) گزارش کرده‌اند. Zhou و همکاران (۲۰۱۶) در ماهی کپور نقره‌ای، *Ctenopharyngodon idellus* مشاهده کردند که افزودن چای سبز به جیره اثری بر رشد ماهی ندارد اما موجب بهبود ایمنی ماهی می‌گردد.

در مطالعه حاضر نیز تغذیه با جیره حاوی عصاره چای سبز سبب بهبود رشد و تغذیه تاسماهی هیبرید شد که ممکن است، عصاره چای سبز به عنوان یک جاذب غذایی باعث افزایش خوش خوراکی غذا شود که متعاقب آن افزایش تمایل به مصرف و دریافت غذا را به دنبال داشته است. همچنین عصاره چای سبز موجود در جیره، می‌تواند با بهبود مصرف و به‌کارگیری مواد مغذی (به‌خصوص پروتئین) جیره باعث افزایش هضم‌پذیری مواد غذایی شود که این می‌تواند برای توجیه بهبود رشد و مصرف غذا در گروه‌های تغذیه شده با جیره حاوی عصاره چای سبز، باشد. به علاوه، چای سبز می‌تواند به عنوان یک بازدارنده در برابر عوامل بیماری‌زای دستگاه گوارش، سبب افزایش جمعیت میکرواگرانسیم‌های مفید یا افزایش فعالیت آنزیم‌های میکروبی شود که در نتیجه‌ی آن، بهبود هضم‌پذیری غذا و جذب مواد مغذی را در پی داشته است (Abdei-tawwab *et al*., 2010; Hwang *et al*., 2013). از طرف دیگر چای سبز موجود در جیره، باعث بهبود متابولیسم چربی و جلوگیری از انباشت کلسترول در کبد شده و باعث تعدیل سنتز کلسترول بین کبد و روده کوچک شود (Chen *et al*., 2008) که می‌تواند دلیل روشنی برای کاهش شاخص کبدی و احشایی در گروه‌های تغذیه شده با چای سبز باشد.

با توجه به جدول ۳ اگرچه تغییرات معنی‌داری در ترکیب لاشه در این مطالعه مشاهده نشد، اما پروتئین و رطوبت لاشه در گروه‌های تغذیه شده با GTE افزایش نشان داد. نتیجه این مطالعه نیز با سایر مطالعات مشابه بوده و عصاره چای سبز تأثیر معنی‌داری بر ترکیب لاشه در سایر ماهیان

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

مورد مطالعه نداشته است (Cho *et al*., 2007; Cho and Kim, 2009). برخلاف نتایج مطالعه حاضر در تیلاپیا تغذیه با چای سبز پروتئین و رطوبت لاشه را افزایش و چربی و خاکستر را کاهش داده است (Abdei-tawwab *et al*., 2010).

در مطالعه حاضر فعالیت آنزیم سوپراکسیددیسموتاز و کاتالاز تحت تأثیر میزان چای سبز جیره قرار گرفت به صورتی که در گروه‌های تغذیه شده با GTE پایین‌ترین سطح فعالیت این آنزیم‌ها ثبت گردید. کاهش معنی‌دار مالون‌دی‌آلدهید نیز در این گروه‌ها ثبت گردید.

مطالعات انجام شده در سایر گونه‌ها هم نتایج مشابهی به دست آمده است. Thawonsuwan و همکاران (2010) گزارش کردند که EGCG آثار آنتی‌اکسیدانی ویتامین E را در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تقویت می‌کند که نتیجه آن کاهش فعالیت SOD پلاسما، در تیمارهای تغذیه شده با چای سبز بوده است. همچنین مصرف چای سبز در جیره مولدین قزل‌آلا بعد از ۲۰ روز سبب افزایش معنی‌دار فعالیت SOD شد، ولی پس از ۳۰ روز اختلافی در سطح فعالیت این آنزیم نسبت به گروه شاهد مشاهده نشد. با این حال فعالیت GPX در هر دو دوره نمونه‌برداری در مقایسه با تیمار شاهد کمتر بود (Asadpour *et al*., 2012). برای سایر گیاهان دارویی نیز نتایج مشابهی گزارش شده است.

یکی از شاخص‌های مورد استفاده برای نشان دادن سطح پراکسیداسیون لیپید، غلظت مالون‌دی‌آلدهید سرم می‌باشد که یکی از مهم‌ترین محصولات ناشی از پراکسیداسیون لیپید است (Gül *et al*., 2004). تغذیه ماهی با جیره حاوی چای سبز سطح MDA را کاهش داد. همچنین مطالعات آزمایشگاهی بر مدل‌های جانوری مختلف نشان داده‌اند چای سبز غلظت پراکسیداسیون لیپید را کاهش می‌دهد و پتانسیل آنتی‌اکسیدانی کل را در کبد و سرم و بافت عصبی مرکزی افزایش می‌دهد (Skrzydlewska *et al*., 2002; Crespy and Williamson, 2004). Nootash و همکاران (۲۰۱۳) کاهش معنی‌دار سطح مالون‌دی‌آلدهید سرم ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان تغذیه شده با ۱۰۰mg/kg چای سبز را گزارش کردند. همچنین مصرف چای سبز در جیره مولدین قزل‌آلا سبب کاهش معنی‌دار MDA در تخم قزل‌آلا شده است (Asadpour *et al*., 2012).

در مطالعه‌ی حاضر نیز، در گروه‌های تغذیه شده با عصاره چای سبز، کاهش معنی‌دار MDA و فعالیت برخی آنزیم‌های آنتی‌اکسیدان مشاهده شد. کاهش سطح فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی در مطالعه حاضر بیانگر تأثیر چای سبز بر سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و خواص آنتی‌اکسیدانی چای سبز می‌باشد. چای سبز منبع مواد مغذی آنتی‌اکسیدانی می‌باشد. در واقع کتچین‌های موجود در چای سبز پتانسیل بالایی به عنوان آنتی‌اکسیدان برای ماهی دارند (Thawonsuwan *et al*., 2010; Wu *et al*., 2013). کتچین‌های چای سبز به عنوان یک آنتی‌اکسیدان می‌توانند در هر دو فاز آب و چربی عمل کنند (Lotito and Fraga, 1998; Aldini *et al*., 2003) که توانایی به نمایش گذاشتن نتایجی مشابه با ویتامین E و C در بافت‌های زنده برای نقش‌های بیولوژیکی مانند پاسخ ایمنی، دارند (Thawonsuwan *et al*., 2010). کتچین‌ها به عنوان یک آنتی‌اکسیدان مؤثر باعث جلوگیری از اکسیداسیون لیپید و تخلیه آنتی‌اکسیدان‌های محلول در چربی بدن مانند ویتامین E و بتا کاروتن می‌شود (Lotito and Fraga, 1998). این نتایج نشان می‌دهد که چای سبز می‌تواند به صورت مستقیم یا غیرمستقیم (افزایش یا القای فعالیت) بر دفاع‌آنتی‌اکسیدانی تأثیر بگذارد (Crespy and Williamson, 2004).

نتایج تحقیق حاضر نشان داد که تغذیه با جیره حاوی عصاره چای سبز، سبب بهبود شاخص‌های رشد و تغذیه این ماهی شد. فعالیت سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی و میزان مالون‌دی‌آلدهید در گروه‌های تغذیه شده با عصاره چای سبز کاهش نشان داد. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که عصاره چای سبز توانست شاخص‌های رشد را در تاسماهی هیبرید بهبود بخشیده و سبب تأثیر مثبت بر ترکیب لاشه این ماهی شود. همچنین کاهش معنی‌دار آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و کاهش شاخص اکسیداسیون چربی در سرم، نشان دهنده تأثیر این داروی گیاهی به عنوان یک آنتی‌اکسیدان قوی در جیره غذایی این ماهی بوده است. از این رو استفاده از عصاره چای سبز در جیره غذایی تاسماهی هیبرید به عنوان بهبود دهنده‌ی رشد و همچنین تقویت‌کننده سیستم ایمنی بخصوص دفاع آنتی‌اکسیدانی توصیه می‌گردد.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

سپاسگزاری

بدین وسیله از تمامی پرسنل محترم مجتمع تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری دکتر شهید بهشتی سد سنگر و جناب آقای دکتر سبحان رعنای اخوان نهایت تشکر و قدردانی به عمل می‌آید.

منابع

ترابی گودرزی، م.، ۱۳۷۸. کاربرد گیاهان دارویی در بهداشت و پرورش آبزیان. مجله آبزی‌پروری، دوره هفتم، شماره ۲۷، صفحات ۳۴-۳۳.

Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M., Seden, M. E. A. and Sakr, S. F. M., 2010. Use of Green Tea, *Camellia sinensis* L., in Practical Diet for Growth and Protection of Nile Tilapia, (*Oreochromis niloticus*), against *Aeromonas hydrophila* Infection. Journal of World Aquaculture Society, 41: 203-213.

Aldini, G., Yeum, K. J., Carini, M., Krinsky, N. I. and Russell, R. M., 2003. Epigallocatechin-(3)-gallate prevents oxidative damage in both the aqueous and lipid compartments of human plasma. Biochemical and Biophysical Research Communications, 302: 409-414.

AOAC (2000) Official methods of analysis of AOAC International 17th ed., AOAC International, Arlington, VA,

Asadpour, R., Koochaki Panchah, F., Sheikhzadeh, N. and Tayefi-Nasrabadi, H., 2012. Effects of Decaffeinated green tea *Camellia sinesis* on reproductive characteristics and egg quality in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 15 (4): 246-253.

Ayles, B. and Randel, F., 1983. Genetics differences in growth and survival between strains and hybrids of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) stocked in aquaculture lakes in the Canadian prairies. Baker Fisheries and ocean Canada western region, freshwater institute, 50 university crescent, Winnipeg, Manitoba, R3I2N6. Canada

Buege J. A. and Aust S.D., 1978. Microsomal lipid peroxidation. Methodological Enzymology, 52: 302-310.

Birstein, V. J., 1993. Sturgeon and paddlefishes: threatened fishes in need to conservation. Conservation Biology, 7: 773-787.

Boran, H., Cengiz Çiftci, C., Er, A., Köse, Ö., Kurtoğlu, İ. Z. and Ka, Ş., 2015. Evaluation of antibacterial activity of green tea (*Camellia sinensis* L.) seeds against some fish pathogens in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Science, 15:49–57.

Burtsev, I. A., 1972. Progeny of an intergeneric hybrid of beluga and sterlet. In Genetics, Selection and Hybridization (Sobel, Y., ed.). Keter Press pp. 211-220.

Byun, D. S., Kwon, M. N., Hong, J. H. and Jeong, D. Y., 1994. Effects of flavonoids and α-tocopherol on the oxidation of n-3 polyunsaturated fatty acids. Antioxidizing effect of catechin and α-tocopherol in rat with chemically induced lipid peroxidation. Bulletin of Korean Fish Society, 27: 166-172.

Chakraborty, S. B. and Hancz, C., 2011. Application of phytochemicals as immunostimulant, antipathogenic and antistress agents in finfish culture. Reviews in Aquaculture, 3: 103-119.

Chen, Z. Y., Jiao, R. and Ma, K. Y., 2008. Cholesterol-lowering nutraceuticals and functional foods. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 8: 8761-8773.

Cho, S. H. and Kim, C.H., 2009. Effect of dietary inclusion of various sources of additives on growth and body composition of juvenile olive flounder *Paralichthys olivaceus*. Aquaculture Research, 40: 625-629.

Cho, S. H., Lee, S. M., Park, B. H., Ji, S. C., Lee, J., Bae, J. and Oh, S. Y., 2007. Effect of dietary inclusion of various sources of green tea on growth, body composition and blood chemistry of the juvenile olive flounder (*Paralichthys olivaceus*). Fish Physiology and Biochemistry, 33: 49-57.

Chu, D. C. and Juneja, L. R., 1997. General chemical composition of green tea and its infusion. In: Chemistry and Application of Green Tea. (eds) Yamamoto, T., Juneja, L. R., Chu, D. C., Kim, M. CRC Press LLC, pp. 13-22.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]

Crespy, V. and Williamson, G., 2004. A Review of the Health Effects of Green Tea Catechins in *In Vivo* Animal Models. International Research Council on Food, Nutrition, and Cancer, 134 (12): 3431-3440.

Goth, L., 1991. A Simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference rang. International Journal of Clinical Chemistry, 196:143-152.

Hwang, J. H., Lee, S. W., Rha, S. J., Yoon, H. S., Park, E. S., Han, K. H. and Kim, S. J., 2013. Dietary green tea extract improves growth performance, body composition, and stress recovery in the juvenile black rockfish (*Sebastes schlegeli*). Aquaculture International, 21: 525-538.

Ji, S. C., Jeong, G. S., Im, G. S., Lee, S. W., Yoo, J. H. and Takii, K., 2007. Dietary medicinal herbs improve growth performance, fatty acid utilization, and stress recovery of Japonese flounder. Fisheries Science, 73: 70-76.

Khattab, Y. A., Shalaby, A. M. E., Sharaf, S. M. and Rizkalla, E. H., 2004. The physiological changes and growth performance of Nile tilapia (*Oreochoromis niloticus*) after feeding with Biogen as growth promoter. Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries, 8: 145-185.

Lotito, S. B. and Fraga C. G., 1998. Catechin prevents human plasma oxidation. Free Radical Biology and Medicine, 24: 435-441.

Marklund, G., 1974. Involvement of the superoxide anion radical in the autoxidation of pyrogallol and a convenient assay for superoxide dismutase. Journal of Biological Sciences, 47: 469-547.

Mova, R., Hulata, G. and Wohlfarth, G., 1975. Genetic differences between the Chinese and European races of the common carp. Analysis of genotype- environment interactions for growth rate. Heredity, 34: 341-350.

Nelson, J. S., 1984. Fishes of the world. 3rd ed. Newyork: Wiley Interscience. 521 pp.

Nootash, Sh., Sheikhzadeh N., Baradaran B., Oushani, A. Kh., Maleki Moghadam, M. R., Nofouzi, K., Monfaredan, A., Aghebati, L., Zare F. and Shabanzadeh, S., 2013. Green tea *Camellia sinensis* administration induces expression of immune relevant genes and biochemical parameters in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. Fish and Shellfish Immunology, 35: 1916-1923.

Paglia, D.E. and Valentine, W.N., 1967. Studies on the quantitative and qualitative characterization of erythrocyte glutathione peroxidase. Journal of Laboratory and Clinical Medicine, 70: 158–169.

Rasmussen, R. S., 2001. Quality of farmed with emphasis on proximate composition yield and sensory characteristics. Aquaculture Research, 32: 767-786.

Rice-Evans, C. A., Miller, N. J., Bolwell, P. G., Bramley, P. M. and Pridham, J. B., 1995. The relative antioxidant activities of plantderived polyphenolic flavonoids. Free Radical Research, 22: 375-383.

Skrzydlewska, E., Ostrowska, J., Farbiszewski, R. and Michalak, K., 2002. Protective effect of green tea against lipid peroxidation in the rat liver, blood serum and the brain. Phytomedicine, 9: 232-238.

Thawonsuwan, J., Kiron, V., Satoh, S., Panigrahi, A. and Verlhac, V., 2010. Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) affects the antioxidant and immune defense of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Fish Physiology and Biochemistry, 36: 687–697.

Wei, Q. W., Zou, Y., Li, P. and Li, L., 2011. Sturgeon aquaculture in China: progress, strategies and prospects assessed on the basis of nation-wide surveys 2007-2009. Applied Ichthyology, 27: 162-168.

Wu, J., Chen, S., Ge, S., Miao, J., Li, J. and Zhang, Q., 2013. Preparation, properties and antioxidant activity of an active film from silver carp *Hypophthalmichthys molitrix* skin gelatin incorporated with green tea extract. Food Hydrocolloids, 32: 42-51.

Zheng, Q., Han, C., Zhong, Y., Wen, R. and Zhong, M., 2016. Effects of dietary supplementation with green tea waste on growth, digestive enzyme and lipid metabolism of juvenile hybrid tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. aureus.* Fish Physiology and Biochemistry, DOI: 10.1007/s10695-016-0292-5.

Zhou, J., Lin, Y., Ji, H. and Yu, H., 2016. The Effect of Green Tea Waste on Growth and Health of Grass Carp (*Ctenopharyngodon idellus*). Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 16: 679-689.

[Downloaded from jmb.ahvaz.iau.ir on 2025-07-11]