

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور

عنوان:

بهینه سازی و تولید غذای ماهی آزاد دریای خزر
(*Salmo trutta caspius*)

مجری:

محمود محسنی

شماره ثبت

۵۹۷۲۰

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور - مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور - تنکابن

عنوان طرح / پروژه: بهینه‌سازی و تولید غذای ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*)

کد مصوب: ۹۷۰۶۰۰-۱۱-۰۱۲-۳۲-۲

نام و نام خانوادگی نگارنده / نگارندگان: محمود محسنی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد): -

نام و نام خانوادگی مجری: محمود محسنی

نام و نام خانوادگی همکار(ان): محمد پورکاظمی، سیدرضا سیدمرتضائی، محمود حافظیه، محمد اسماعیل راست روان، سلطنت نجار لشگری، منصور شریفیان، مصطفی کریمی نسب، حمزه پورغلام، میثم عرفانی، محمد تقی آژیر، جلیل جلیل پور رودکلی، زهره مخیر، رحمت یوسفی، یونس گل علیپور، ولی‌الله محمدزاد، ابوالفضل سپهداری، مریم اسلامی، سپیده یوسفی، علی مهدی زاده، کادوسا موذن زاده، مریم آفتابگرد، محمدجواد جامی، مرتضی ساحلی و رضوانه جنابی

نام و نام خانوادگی مشاور(ان): شهرام دادگر

نام و نام خانوادگی ناظر(ان): -

محل اجرا: استان مازندران

تاریخ شروع: ۱۳۹۷/۰۶/۰۱

مدت اجرا: ۱ سال و ۹ ماه

ناشر: مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار: سال ۱۴۰۰

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است. نقل مطالب، تصاویر، جداول، منحنی‌ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است.

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

طرح / پروژه: بهینه‌سازی و تولید غذای ماهی آزاد دریای خزر

(*Salmo trutta caspius*)

کد مصوب: ۰-۳۲-۱۲-۰۱۱-۹۷۰۶۰۰

شماره ثبت (فروست): ۵۹۷۲۰ تاریخ: ۱۴۰۰/۳/۲۵

با مسئولیت اجرایی جناب آقای محمود محسنی دارای مدرک

تحصیلی دکتری در رشته شیلات- تغذیه ماهی می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش

آبزیان در تاریخ ۱۴۰۰/۳/۲ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید

گردید.

در زمان اجرای طرح یا پروژه، مجری در:

ستاد پژوهشکده مرکز ایستگاه

با سمت رئیس مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور مشغول بوده

است.

چکیده	۱
۱- بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین جیره غذایی بر میزان رشد، ترکیب شیمیایی بدن، برخی فراسنجه‌های	
بیوشیمیایی سرم خون و قابلیت هضم مواد مغذی در بچه ماهی آزاد دریای خزر	۶
چکیده	۶
۱-۱- مقدمه	۷
۲-۱- مواد و روش ها	۹
۱-۲-۱- جیره‌های آزمایشی و نحوه تهیه آن	۹
۲-۲-۱- تهیه ماهیان و نحوه پرورش	۱۱
۳-۲-۱- تجزیه اجزای جیره غذایی	۱۱
۴-۲-۱- تعیین شاخص‌های رشد	۱۱
۵-۲-۱- روش اندازه‌گیری فاکتورهای ایمنی خون	۱۲
۶-۲-۱- تعیین قابلیت هضم	۱۲
۷-۲-۱- آنالیز آماری	۱۳
۳-۱- نتایج	۱۳
۱-۳-۱- تاثیر جیره‌های آزمایشی بر برخی از فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب و شاخص‌های رشد	۱۳
۲-۳-۱- تاثیر جیره‌های آزمایشی بر ترکیبات شیمیایی بدن ماهیان	۱۴
۳-۳-۱- تاثیر سطوح مختلف پروتئین بر متوسط پلاسمایوزیم و ایمونوگلوبولین	۱۵
۴-۳-۱- تاثیر جیره‌های آزمایشی بر قابلیت هضم ظاهری مواد مغذی	۱۶
۴-۱- بحث	۱۶
۲- اثر سطوح مختلف جایگزینی روغن کانولا با روغن ماهی در جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، ترکیب بدن و برخی	
از شاخص‌های خونی بچه ماهی آزاد دریای خزر	۲۱
چکیده	۲۱
۱-۲- مقدمه	۲۲
۲-۲- مواد و روش کارها	۲۵
۱-۲-۲- جیره‌های غذایی و نحوه تهیه آن	۲۶
۲-۲-۲- بررسی شاخص‌های رشد	۲۷
۳-۲-۲- آزمایشات خون شناسی و آنزیم‌های کبدی	۲۸
۴-۲-۲- شمارش سلول‌های قرمز و سفید خون	۲۸
۵-۲-۲- اندازه‌گیری هموگلوبین خون	۳۰

۳۰	..... اندازه گیری هماتوکریت خون
۳۱	..... آزمایش آنزیم های کبدی
۳۱	..... روش آنالیز لاشه ماهیان
۳۳	..... روش تجزیه و تحلیل داده ها
۳۴	..... نتایج
۳۴	..... نتایج بررسی شاخص های رشد
۳۴	..... نتایج بررسی شاخص های شیمیایی بدن
۳۵	..... نتایج بررسی پروفیل اسیدهای چرب
۳۷	..... نتایج بررسی فاکتورهای خون شناسی
۳۸	..... نتایج بررسی آنزیم های کبدی
۳۹	..... بحث
	۳- اثر مکمل غذایی لسیتین سویا بر عملکرد رشد، کارایی تغذیه، برخی فراسنجه های فیزیولوژیک و فاکتورهای تولیدمثلی (استروئیدهای جنسی) ماهی آزاد دریای خزر
۴۶	..... چکیده
۴۶	..... مقدمه
۴۹	..... مواد و روش کارها
۵۰	..... طرز تهیه جیره غذایی
۵۰	..... تیمارهای غذایی
۵۱	..... شاخص های رشد و کارایی تغذیه
۵۱	..... بررسی های بیوشیمیایی خون
۵۲	..... تعیین فراسنجه های خون شناسی
۵۳	..... سنجش پارامترهای بیوشیمیایی
۵۳	..... مطالعات ایمنی شناختی
۵۴	..... سنجش آنزیم های آنتی اکسیدانی
۵۵	..... سنجش آنزیم های گوارشی
۵۵	..... بررسی بیوشیمیایی لاشه
۵۶	..... میزان انرژی کل
۵۷	..... بررسی هیستومورفولوژی روده
۵۷	..... روش سنجش هورمونهای استروئیدی
۵۷	..... روش های آماری
۵۸	..... نتایج

چکیده

مطالعه حاضر در راستای ارتقای شاخص‌های رشد، افزایش مطلوبیت غذا، بهبود کیفی جیره‌های غذایی، ترکیب لاشه بچه ماهیان، شاخص‌های خونی - بیوشیمیایی، آنزیم‌های کبدی و سیستم ایمنی به منظور بهینه‌سازی و تولید غذای ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*) در شش فاز مطالعاتی طراحی و اجرا گردید.

فاز اول: به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف پروتئین جیره (۳۵، ۴۰، ۴۵، ۵۰ و ۵۵ درصد) بر میزان رشد، ترکیب بدن و قابلیت هضم بچه ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*) آزمایشی در قالب طرح کاملاً تصادفی طراحی و اجرا گردید. تعداد ۲۲۵ عدد بچه ماهی با میانگین وزن $۰/۴۵ \pm ۴/۸۵$ گرم در ۱۵ مخزن فایبرگلاس ۲۵۰ لیتری (۱۵ عدد در هر مخزن) با ۳ تکرار در هر تیمار به مدت ۶۳ روز تغذیه شدند. وزن نهایی، شاخص نرخ رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین و ضریب چاقی ماهیان تغذیه شده با جیره پروتئین ۴۰ درصد، به طور معنی‌داری از ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۳۵ و ۵۵ درصد پروتئین بالاتر بود ($p < ۰/۰۵$). با افزایش پروتئین در جیره غذایی ماهیان به میزان بیش از ۴۵ درصد، ضریب تبدیل غذایی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < ۰/۰۵$). نتایج بیانگر تاثیر معنی‌دار سطوح مختلف پروتئین جیره بر مقادیر پروتئین، چربی و رطوبت لاشه بود. متوسط لایزوزیم ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۵۵ درصد پروتئین بطور معنی‌داری بالاتر از ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی ۳۵ درصد بود ($p < ۰/۰۵$). تفاوت معنی‌داری در مقادیر متوسط قابلیت هضم ظاهری پروتئین و انرژی خام لاشه در بین تیمارهای مختلف مشاهده نشد ($p > ۰/۰۵$)، به جز ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۳۵ درصد پروتئین که به طور معنی‌داری پایین‌تر از سایر تیمارها بود. نتایج حاصل نشان داد، کاهش درصد پروتئین جیره در نتیجه کاهش میزان پودر ماهی موجب کاهش قابلیت هضم پروتئین و انرژی شد. بنابراین، میزان بالاتر از ۴۰ درصد و پایین‌تر از ۴۵ درصد پروتئین در جیره بچه ماهی آزاد پرورشی به منظور دستیابی به حداکثر رشد و صرفه اقتصادی توصیه می‌شود.

فاز دوم: به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف جایگزینی روغن کانولا با روغن ماهی جیره بر کارایی رشد، آنالیز لاشه و برخی پارامترهای خون و سرم شناسی بچه ماهی آزاد دریای خزر با متوسط وزن $۰/۶۸ \pm ۴/۲۵$ گرم، آزمایشی در قالب طرح آماری کاملاً تصادفی طراحی و اجرا گردید. ماهیان بمدت ۶۰ روز در شرایط یکسان پرورشی با چهار جیره غذایی با سطح پروتئین یکسان (۴۳ درصد) و سطح چربی ۱۴ درصد با منابع مختلف (جیره اول با ۱۰۰ درصد روغن ماهی، جیره دوم با ۱۰۰ درصد روغن کانولا، جیره سوم با ۵۰ درصد روغن ماهی و ۵۰ درصد روغن کانولا، جیره چهارم با ۷۰ درصد روغن ماهی و ۳۰ درصد روغن کانولا) تغذیه شدند. نتایج نشان داد ترکیب ۵۰ درصد روغن ماهی و ۵۰ درصد روغن کانولا در جیره، موجب بهبود شاخص‌های رشد شامل: وزن نهایی، درصد افزایش وزن، ضریب رشد ویژه گردید و تفاوت معنی‌داری را با سایر تیمارها نشان داد ($p < ۰/۰۵$). از نظر ضریب تبدیل غذایی نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد ($p > ۰/۰۵$). هیچ اختلاف معنی‌داری در مقادیر کارایی پروتئین، درصد بازماندگی و ترکیبات شیمیایی بدن ماهیان تغذیه شده

در جیره‌های مختلف مشاهده نشد. بیشترین مقادیر پروفایل اسیدچرب اشباع (SFA; Saturated fatty acids) در روغن ماهی، اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA; monounsaturated fatty acids) در روغن کانولا و اسیدهای چرب چند غیر اشباع (PUFA; Polyunsaturated fatty acids) در ترکیب روغن ۵۰:۵۰ ماهی و کانولا بود. بیشترین مقادیر پروفایل اسید چرب EPA، DHA و $\omega 3$ در بین روغن‌ها مربوط به روغن ماهی بود. مقادیر آنزیم‌های کبدی (LDH، ALT، ALP، AST) در تیمار حاوی ۱۰۰ درصد روغن ماهی به طور معنی داری بیش تر از سایر تیمارها بود. با توجه به این که مقادیر آنزیم‌های کبدی در تیمارهای حاوی روغن کانولا کم تر از تیمار حاوی روغن ماهی بود، می‌توان اذعان نمود، جایگزینی روغن کانولا با روغن ماهی در جیره غذای بر روی فاکتورهای ایمنی و آنزیمی بچه ماهی آزاد دریای خزر تأثیر منفی نداشته، بلکه باعث بهبود شرایط ایمنی و آنزیمی نیز خواهد شد. بر اساس نتایج حاصل از این مطالعه، جایگزینی بخشی از روغن کانولا با روغن ماهی (۵۰ : ۵۰) در جیره ماهی بچه ماهی آزاد دریای تأثیر مثبتی بر شاخص‌های رشد داشته و می‌تواند با کاهش طول دوره پرورش موجب کاهش هزینه‌ها گردد.

فاز سوم: مطالعه حاضر با هدف ارزیابی اثر لستین سویا بر برخی از پارامترهای رشد، ایمنی، هماتولوژیک، سرولوژی، فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و گوارشی و همچنین رسیدگی جنسی، استرادیول، پروژسترون و تستوسترون در پیش مولدین ماهی آزاد دریای خزر انجام پذیرفت. برای این منظور تعداد ۱۵۰ عدد پیش مولد (350 ± 10 گرم) بصورت تصادفی در ۵ تیمار (هر کدام با ۳ تکرار) تقسیم شدند. ماهیان گروه اول (شاهد) فقط با غذای پایه بعلاوه ۱۲٪ روغن سویا، گروه دوم غذای پایه بعلاوه ۹٪ روغن سویا و ۳٪ لستین، گروه سوم غذای پایه بعلاوه ۶٪ روغن سویا و ۶٪ لستین، گروه چهارم غذای پایه بعلاوه ۳٪ روغن سویا و ۹٪ لستین و گروه پنجم غذای پایه بعلاوه ۱۲٪ لستین به مدت ۱۰۳ روز تغذیه شدند. نتایج حاکی از تأثیر مثبت استفاده از لستین بر پارامترهای ایمنی می‌باشد، زیرا پارامترهای ایمنی به شدت تحت تأثیر سطوح مختلف فسفولیپید جیره غذایی قرار گرفتند، چنانچه در تیمارهای ۶، ۹ و ۱۲٪ لستین دارای بالاترین میزان بود و تیمار شاهد در فاکتور کمپلمان با گروه‌های ۹ و ۱۲٪ لستین دارای تفاوت معنی‌داری بود ($p < 0/05$). در پارامتر ایمنوگلوبین گروه‌های ۶ و ۹٪ لستین تفاوت معنی‌داری با گروه ۳٪ لستین دارد که با بقیه گروه‌ها (شاهد، ۳ و ۱۲٪) تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($p > 0/05$). آنزیم‌های SOD و GST در گروه ۱۲٪ لستین دارای اختلاف معنی داری با شاهد بود. فعالیت آنزیم‌های گوارشی شامل پروتئاز، آمیلاز و لیپاز با افزودن لستین جیره افزایش معنی‌دار داشت ($p < 0/05$). همچنین شاخص‌های بافت روده نظیر ارتفاع و قطر پرز روده، ضخامت عضله داخلی و خارجی و اپیتلیوم با افزودن لستین به جیره افزایش یافت. در بررسی هورمون‌های جنسی بیشترین مقدار تستوسترون، استرادیول و پروژسترون مربوط به تیمار ۱۲ درصد بود که فقط پروژسترون دارای اختلاف معنی‌دار آماری با سایر تیمارها بود ($p < 0/05$). بنابراین، با توجه به داده‌های مربوط به عملکرد رشد و ایمنی و هماتولوژی و همچنین هورمون‌های

جنسی، استفاده از لسیتین بعنوان مکمل غذایی در سطح ۹ تا ۱۲ درصد در جیره ماهی آزاد به دلیل اثرات مثبت آن و بهبود فراسنجه‌های فیزیولوژیک ماهی آزاد دریای خزر توصیه می‌گردد.

فاز چهارم: تأثیر نوعی فیتاز میکروبی تجاری تحت عنوان فیزایم بر کارایی جایگزینی قسمتی از پودر ماهی با پودر سویا در قالب ۶ جیره آزمایشی شامل ۱۵٪ پودر سویا، ۲٪ فیزایم + ۱۵٪ پودر سویا، ۳۰٪ پودر سویا، ۲٪ فیزایم + ۳۰٪ پودر سویا، ۴۵٪ پودر سویا، ۲٪ فیزایم + ۴۵٪ پودر سویا در دمای ۱۴ °C بر عملکرد رشد، قابلیت هضم مواد مغذی، پارامترهای فیزیولوژیک و درصد بقاء در ماهی جوان آزاد دریای خزر با وزن متوسط $148/1 \pm 5/4$ گرم به مدت ۶۳ روز مورد مطالعه قرار گرفت. حداکثر وزن نهایی، درصد افزایش وزن بدن، نرخ رشد ویژه و نرخ کارایی پروتئین در گروه شاهد + ۲٪ فیزایم مشاهده شد، هرچند فقط با دو گروه ۴۵٪ پودر سویا و ۲٪ فیزایم + ۴۵٪ پودر سویا تفاوت معنی‌دار داشت ($p < 0/05$). افزایش پروتئین ماهیچه بدن و تعداد گلبولهای قرمز در گروه شاهد + ۲٪ فیزایم و نیز افزایش هماتوکریت در گروه ۲٪ فیزایم + ۳۰٪ پودر سویا فقط نسبت به گروه ۴۰٪ پودر سویا معنی‌دار بودند ($p < 0/05$). روند افزایشی قابلیت هضمی پروتئین و چربی جیره در گروه ۲٪ فیزایم + ۱۵٪ پودر سویا نسبت به گروه ۳۰٪ پودر سویا معنی‌دار بود ($p < 0/05$). گروه‌های ۲٪ فیزایم + ۳۰٪ پودر سویا و ۱۵٪ پودر سویا نیز به ترتیب دارای بیشترین و کمترین مقادیر معنی‌دار تعداد گلبولهای سفید خون نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی بودند. افزایش کلسترول سرم و فعالیت آنزیم‌های تریپسین و کیموتریپسین روده در گروه ۱۵٪ پودر سویا + ۲٪ فیزایم، به استثناء گروه ۱۵٪ پودر سویا، نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی معنی‌دار بود. عملکردهای مثبت افزایشی فعالیت کبدی سوپراکسیددیسموتاز و گلوکاتایون پراکسیداز و نیز کاهش مقادیر سرمی گلوکز، تری‌گلیسیرید، آسپاراتات آمینوترانسفراز، لاکتات دهیدروژناز، آلکالین فسفاتاز در گروه ۱۵٪ پودر سویا + ۲٪ فیزایم مشاهده شد، هرچند مقادیر این فاکتورها فقط نسبت به گروه‌های ۴۵٪ پودر سویا و ۲٪ فیزایم + ۴۵٪ پودر سویا معنی‌دار بودند. نتایج مطالعه حاضر نشان داد که افزودن ۲٪ مکمل آنزیمی فیزایم به جیره حاوی پودر ماهی منجر به عملکرد بهتر رشد، قابلیت هضم غذایی، فعالیت هضمی پروتئولیتیک روده و آنزیم‌های کبدی و نیز ارتقاء توان آنتی‌اکسیدانی کبد و پروتئین ماهیچه بدن در ماهی جوان آزاد دریای خزر گردید. اما با توجه به عدم تفاوت معنی‌دار تقریباً اغلب شاخص‌های مهم مورد بررسی بین تیمار ۲٪ فیزایم + ۳۰٪ پودر سویا با ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی ۱۵٪ پودر سویا و ۱۵٪ پودر سویا + ۲٪ فیزایم در مطالعه حاضر و منابع محدود پودر ماهی و نیز صرفه اقتصادی، افزودن ۲٪ فیزایم به جیره حاوی پودر سویا در سطح ۳۰٪ به جیره غذایی ماهی جوان آزاد دریای خزر توصیه می‌گردد.

فاز پنجم: این تحقیق به منظور بررسی تأثیر مکمل بتائین در جیره غذایی محتوی پروتئین گیاهی بر روند رشد، ترکیب لاشه، فعالیت آنزیم‌های گوارشی، برخی فراسنجه‌های بیوشیمیایی سرم خون، قابلیت هضم، و ماهی آزاد دریای خزر طراحی و اجرا گردید. تعداد ۱۸۰ عدد ماهی با وزن متوسط $9/7 \pm 0/59$ گرم در ۱۲ مخزن

فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری (۱۵ عدد ماهی در هر مخزن) با یکی از ۴ جیره آزمایشی (جیره شاهد مبتنی بر پودر ماهی، جیره پایه با پروتئین گیاهی، جیره‌های سوم و چهارم شامل جیره پایه هر یک به تفکیک محتوی ۱/۴ و ۲/۸ درصد بتائین)، به مدت ۱۱ هفته تغذیه شدند. وزن کسب شده، شاخص رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، همچنین جیره پایه مکمل شده با ۱/۴ و ۲/۸ درصد بتائین بطور معنی‌داری ($p < 0/05$) از ماهیان تغذیه شده با جیره پایه (بدون مکمل بتائین) بالاتر بود. کمترین میزان پروتئین و بیشترین مقدار چربی لاشه در ماهیان تغذیه شده ماهیان تغذیه شده با جیره پایه ثبت گردید. متوسط ایمونوگلوبولین کل و لایزوزیم در ماهیان تغذیه شده با جیره پایه به طور معنی‌داری از ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد و جیره پایه مکمل شده با ۲/۸ درصد بتائین پائین‌تر بود. متوسط قابلیت هضم ظاهری چربی ماهیان تغذیه شده با جیره پایه به طور معنی‌داری از سایر تیمارها پائین‌تر بود ($p < 0/05$). اضافه کردن سطوح بهینه بتائین در جیره غذایی محتوی پروتئین گیاهی، منجر به کاهش معنی‌دار در مقادیر متوسط فعالیت آنزیم‌های کبدی (آلانین آمینوترانسفراز، آسپاراتات آمینوترانسفراز، آلکالین فسفاتاز و لاکتات دهیدروژناز) نسبت ماهیان تغذیه شده با جیره پایه گردید. نتایج بیانگر همبستگی مثبت بین افزایش سطوح بتائین در جیره و مقادیر برخی از فعالیت آن‌تی‌اکسیدانی بافت کبد نظیر سوپراکسیداز دیسموتاز، کاتالاز و گلوکاتایون S ترانسفراز بود. براساس نتایج مطالعه حاضر فعالیت آنزیم‌های گوارشی شامل پروتئاز کل، آلکالین فسفاتاز و آلفا آمیلاز ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد، همچنین جیره پایه مکمل شده با ۱/۴ و ۲/۸ درصد بتائین بطور معنی‌داری از ماهیان تغذیه شده با جیره پایه بالاتر بود ($p < 0/05$). مشاهده روند کلی بهبود شاخص‌های مورد بررسی همزمان با افزایش سطوح بتائین در جیره‌های غذایی محتوی پروتئین گیاهی (با صرفه اقتصادی بالا)، نشان داد استفاده از جیره غذایی دارای ۲/۸ درصد بتائین، منجر به بهبود جذب (خوش خوراکی) و مصرف غذا و دستیابی به بیشینه رشد، ترکیب بهینه لاشه، بهبود فعالیت آنزیم‌های گوارشی، پاسخ‌های ایمنی و قابلیت هضم در بچه ماهی آزاد پرورشی خواهد شد.

فاز ششم: پژوهش حاضر به منظور بررسی تاثیر سطوح مختلف کولین کلراید جیره غذایی (۰، ۲۵۰، ۵۰۰، ۷۵۰، ۱۰۰۰ و ۲۰۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم غذا) بر عملکرد رشد، ترکیب لاشه و برخی پارامترهای خون و سرم شناسی ماهی آزاد دریای خزر بود. تعداد ۲۷۰ عدد ماهی با وزن متوسط $8/82 \pm 0/38$ گرم در ۱۸ مخزن فایبرگلاس ۲۵۰ لیتری (۱۵ عدد ماهی در هر مخزن) با ۳ تکرار در هر تیمار با یکی از شش جیره آزمایشی (جیره شاهد، Cho₂₅₀، Cho₅₀₀، Cho₇₅₀، Cho₁₀₀₀ و Cho₂₀₀₀) به مدت ۱۰ هفته تغذیه شدند. وزن نهایی، وزن کسب شده، شاخص نرخ رشد ویژه، نسبت بازده پروتئین، ضریب چاقی و ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با جیره محتوی سطوح مناسب کولین (۷۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم کولین در کیلوگرم)، به طور معنی‌داری از ماهیان تغذیه شده با جیره شاهد و جیره Cho₂₅₀ بالاتر بود ($p < 0/05$). کاهش معنی‌داری در ضریب تبدیل غذایی تیمارهای Cho₇₅₀ و Cho₁₀₀₀ نسبت به تیمار شاهد مشاهده شد ($p < 0/05$). می‌توان ادعان نمود ماهی آزاد دریای خزر نمی‌تواند نیازهای فیزیولوژیک کولین خود را با بیوسنتز کولین از کبد و یا متیونین اضافه تأمین کند.

با افزایش کولین در جیره غذایی، میزان پروتئین و چربی لاشه به طور معنی‌داری افزایش ولی رطوبت لاشه کاهش یافت. همچنین مقادیر متوسط چربی کبد ماهیان تغذیه شده با تیمار شاهد و تیمار Cho₂₅₀ بطور معنی‌داری نسبت به سایر تیمارها کمتر بود ($p < 0/05$). نتایج بیانگر رابطه منفی بین افزایش سطح کولین در جیره و میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی خون بود. به منظور دستیابی به افزایش روند رشد، تقویت سیستم ایمنی و ترکیب بهینه لاشه، مناسب‌ترین مقدار کولین کلراید به میزان ۷۵۰ تا ۱۰۰۰ میلی‌گرم در کیلوگرم در جیره غذایی ماهی آزاد دریای خزر می‌باشد.

کلمات کلیدی: ماهی آزاد دریای خزر (*Salmo caspius*)، پروتئین، روغن کانولا، قابلیت هضم، سیستم ایمنی