

اثر چربی گیاهی جیره غذایی بر ساختار سکوم‌های گوارشی بچه ماهیان آزاد خزر (*Salmo trutta caspius*)

سهیلا فلاح؛ صابر خدابنده*؛ حلیمه رجبی و جمشید امیری مقدم

Surp78@yahoo.com

دانشکده منابع طبیعی و علوم دریایی دانشگاه تربیت مدرس، نور صندوق پستی: ۳۵۶-۶۴۴۱۴

تاریخ پذیرش: بهمن ۱۳۸۹

تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۸۸

چکیده

استفاده از چربی‌ها بعنوان غذای مکمل در جهت افزایش رشد و مقاومت در برابر تنش‌ها در آزاد ماهیان مؤید اثرات مثبت آنهاست. در این بررسی تاثیر دو سطح مختلف روغن‌های گیاهی بر ساختار سکوم‌های گوارشی بچه ماهیان آزاد دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) در مقایسه با غذای تجاری مورد بررسی قرار گرفت. بدین منظور ۲۷۰ بچه ماهی پس از رقم‌بندی با میانگین وزنی ۱۰ گرم انتخاب و ۹۰ عدد برای هر تیمار و ۳۰ عدد برای هر تکرار به حوضچه‌هایی حاوی مخلوطی از آب چشمه و رودخانه منتقل شدند. پرورش به مدت ۸ هفته در مرکز کلاردشت انجام گرفت و نمونه‌ها روزانه دو وعده در حد اشباع توسط دو جیره آزمایشگاهی با دو سطح چربی گیاهی ۱۰ و ۲۰ درصد (مخلوط روغن‌های کلزا و سویا بترتیب ۸۵ و ۱۵ درصد) و غذای تجاری غذایی شدند. پس از پایان این دوره سکوم‌های گوارشی ۶ ماهی در هر تکرار جدا شده و بلافاصله در محلول بوئن به مدت ۲۴ ساعت تثبیت گردیدند. در ادامه مراحل قالب‌گیری در پارافین و برش برای مطالعات بافت‌شناسی انجام شد. بررسی برش‌های عرضی سکوم‌های گوارشی با میکروسکوپ نیکون و نرم‌افزار Image tool نشان داد که سطح بالای روغن گیاهی جیره (۲۰ درصد) نسبت به سطح پایین (۱۰ درصد) بطور معنی‌داری باعث افزایش سطح و تعداد انتروسیت‌ها در واحد سطح گردیده است، ولی این افزایش سطح و تعداد انتروسیت‌ها نسبت به جیره تجاری معنی‌دار نبود. فضای باز لومن سکوم‌ها نیز بین تیمارها اختلاف معنی‌داری نداشت، زیرا قطر آنها در نمونه‌های تغذیه شده با غلظت ۲۰ درصد چربی نسبت به نمونه‌های تغذیه شده با غلظت ۱۰ درصد چربی افزایش نشان داد. نتیجه اینکه استفاده از جیره‌های حاوی سطوح بالای چربی گیاهی می‌تواند از طریق افزایش سطح و تعداد انتروسیت‌های سکوم‌های گوارشی، جذب مواد مغذی را افزایش داده و در افزایش راندمان پرورش و توان تنظیم اسمزی موثر باشد.

کلمات کلیدی: روغن گیاهی، بافت‌شناسی، تغذیه، ماهی آزاد دریای خزر

مقدمه

ساکهای پیلوریک در برخی از ماهیان در قسمت ابتدایی روده بلافاصله بعد از اسفنکتر پیلوریک واقع شده‌اند که تنوع زیادی از نظر اندازه، شکل و تعداد (۱ تا ۱۰۰۰ عدد) دارا بوده و در تعداد اندکی از ماهیان استخوانی دیده می‌شوند (Karasov & Hume, 1997). ساکهای پیلوریک ماهیان نوعی استرانیی تکاملی برای افزایش سطح جذب روده بدون افزایش طول یا ضخامت خود روده محسوب می‌گردند (Veillette & Young, 2005). در آزاد ماهیان، ساکهای پیلوریک متعددی وجود دارند که سبب افزایش سطح اپی‌تلیوم دستگاه گوارش و جذب مواد مغذی می‌گردند.

لیپیدها و اسیدهای چرب سازنده آنها، همچنین مشتقات متابولیک برخی از اسیدهای چرب تحت عنوان ایکوزانوئیدها و دیگر ترکیبات وابسته، نقش مهم و فعالی در تولید مثل، سلامت و کیفیت بافت ماهی‌ها دارند (Higgs & Dong, 2000).

هنگام انتقال آزاد ماهیان از آب شیرین به آب دریا، همراه با تغییرات مورفولوژیک، فیزیولوژیک و رفتاری، تغییرات در متابولیسم لیپید بعنوان یک بخش جدایی ناپذیر می‌باشد (Tocher et al., 2000) و ممکن است که جیره‌های پر انرژی در این مرحله مفید واقع شوند. روغن ماهی بعنوان یک جزء ترکیبی مهم، قابل استفاده در جیره‌های ماهیان تجاری می‌باشد که به آسانی انرژی و اسیدهای چرب ضروری را در دسترس قرار می‌دهد. روغن ماهی غنی از اسیدهای چرب بلند زنجیره غیراشباع از خانواده n-3 شامل اسید ایکوزاپنتانوئیک، EPA (20:5n-3) و اسید دوکوزاپنتانوئیک، DHA (22:6n-3) موثر در سلامتی ماهی و انسان می‌باشد. این در حالی است که چربی‌های دریایی محتوی ترکیبات متنوع سمی مانند ۱- polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDD)، ۲- polychlorinated dibenzofurans (PCDF) و ۳- dioxin-like biphenyls (DL-PCB) و بویژه non-ortho و ortho mono-ortho جانشین شده در PCBs هستند (et al., 2004). این ترکیبات در چربی محلول بوده و از اینرو چربی‌های ماهی اولین منبع آنها می‌باشند.

روغن‌های گیاهی غنی از C18 اسیدهای چرب و اسیدهای چرب تک زنجیره غیراشباع (MUFA) مانند اسید اولئیک (18:1n-9)، اسید لینولئیک (18:2n-6) و اسید لینولنیک

(18:3n-3) هستند. علاوه بر این، دارای اسیدهای چرب اشباع اندکی نیز می‌باشند (Bell et al., 2002). روغن‌های گیاهی در مقایسه با روغن‌های ماهی از طریق حفظ عملکرد سدی روده در برابر باکتری‌های بیماری‌زا مقاومت در برابر آنها را افزایش می‌دهند، همچنین سبب افزایش سرعت جذب اسیدهای آمینه و اسیدهای چرب آزاد می‌شوند (Jutfelt et al., 2007). مطالعات نشان داده است که اکثر روغن‌های گیاهی ارزانتر و فراوانتر از روغن ماهی هستند. در حال حاضر سه روغن گیاهی مهم تولید شده در جهان روغن خرما، روغن سویا و روغن کانولا می‌باشند (Rossita et al., 2008).

مخلوط روغن‌های کلزا و سویا می‌تواند با مقادیر برابر در مجموع اسیدهای چرب PUFA با روغن ماهی، سطوح اسیدهای چرب 18:1n-9، 18:2n-6 و 18:3n-3 را در جیره ماهی افزایش دهند. مطالعات روی بچه ماهی آزاد پار نشان‌دار نشان می‌دهد که استفاده از جیره‌های حاوی مخلوطی از روغن‌های گیاهی که ورودی 18:2n-6 و 18:3n-3 جیره‌ای را افزایش می‌دهند یافته‌هایی از قبیل: سلول‌های کبدی بچه ماهیان پاردار تغذیه شده با روغن‌های گیاهی نسبت به ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی توانایی بیشتری برای تولید طویل سازی و غیراشباع سازی اسیدهای چرب 18:2n-6 و 18:3n-3 به اسیدهای چرب وابسته به خود دارند. همچنین ماهیانی که شش هفته قبل از انتقال به آب دریا با روغن گیاهی تغذیه شده‌اند، هنگام قرار گرفتن در آب دریا بهتر قادر به تنظیم اسمزی مایعات بدن می‌باشند (Sargent et al., 1999). اگرچه فواید استفاده از چربی‌های گیاهی در آزاد ماهیان بررسی شده است ولی در تحقیقات صورت گرفته روی بچه ماهیان آزاد خزر، به استفاده از چربی‌ها و اثرات بافتی آنها توجهی نشده است. در تحقیق حاضر اثرات چربی گیاهی جیره بر ساختار ساکهای پیلوریک بعنوان اندامهای مهم در جذب مواد غذایی و یونی را بررسی کرده است.

مواد و روش کار

این تحقیق به مدت ۸ هفته در کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان سردآبی شهید باهر کلاردشت روی بچه ماهیان آزاد (parr) دریای خزر (*Salmo trutta caspius*) انجام شد.

اندازه ۲ تا ۳ میلیمتر در آمده و در طول دوره پرورش، ماهیان روزانه دو وعده در حد اشباع غذادهی شدند.

در پایان مرحله پرورش، ماهی‌ها پس از بیهوشی توسط پودر گل میخک با غلظت ۳۵۰ ppm زیست‌سنجی شدند و از ۶ ماهی در هر تکرار ساکهای پیلوریک جهت انجام بافت‌شناسی جدا گردیدند.

دستگاه گوارش ماهیان بدقت خارج شده و به مدت ۲۴ ساعت در محلول بوئن تثبیت شدند. قبل از ادامه آزمایش، بخشهای مختلف دستگاه گوارش (معد، روده قدامی، روده میانی و روده خلفی) از یکدیگر جدا شده و روده قدامی دارای ساکهای پیلوریک برای ادامه کار انتخاب شد. نمونه‌ها سپس آبگیری، شفاف‌سازی شده و با پارافین (Merck) قالب‌گیری شدند. از قالب‌ها توسط میکروتوم شرکت دید سیز برشهایی به ضخامت ۴ میکرومتر تهیه شد. لامهای آماده شده پس از پارافین‌زدایی توسط گزین به روش همتاکسیلین-انوزین رنگ‌آمیزی شده و توسط میکروسکوپ نوری Nikon مورد مطالعه و عکسبرداری قرار گرفتند. از عکس‌های تهیه شده با بزرگنمایی ۱۰× و ۴۰× در مقطع عرضی با استفاده از نرم‌افزار Image Tool بترتیب برای اندازه‌گیری مساحت سلولهای انتروسیت در واحد سطح در تیمارهای شمارش تعداد سلولهای انتروسیت در واحد سطح در تیمارهای مختلف استفاده شد (Khodabandeh et al., 2009).

۲۷۰ عدد بچه ماهی پس از رقم‌بندی با میانگین وزنی ۱۰ گرم به تعداد مساوی ۹۰ عدد برای هر تیمار و ۳۰ عدد برای هر تکرار به حوضچه‌های بتونی ۱ مترمکعبی حاوی ۰/۳ مترمکعب آب منتقل شدند. قبل از ذخیره‌سازی، تانکها بوسیله هیپوکلریت سدیم کاملاً ضدعفونی گشته، سپس با آب شستشو داده شدند. ماهیان ابتدا با محلول نمک ۴ درصد ضدعفونی و سپس در داخل حوضچه‌ها قرار گرفتند. آب حوضچه‌ها بطور دائم با مخلوطی از آب چشمه و رودخانه با دمای ۱۰ درجه سانتیگراد و دبی ۸ لیتر در دقیقه تامین می‌گردید.

دو جیره آزمایشگاهی دارای پروتئین یکسان براساس مواد اولیه داخلی و با استفاده از نرم افزار لیندو (نسخه ۱/۶، ۱۹۹۸) فرمول‌بندی گردیدند (جدول ۱). تیمارها شامل دو سطح چربی ۱۰ و ۲۰ درصد و دو منبع روغن شامل مخلوطی از روغن‌های گیاهی کلزا و سویا با نسبت ۸۵ به ۱۵ درصد و روغن ماهی بودند، به گونه‌ای که در این مخلوط مجموع اسیدهای چرب Poly Unsaturated Fatty Acid (PUFA) با روغن ماهی برابر شود. جیره‌ها بصورت دو تیمار درصد پایین روغن گیاهی Low Fat Vegetable Oil (LFVO) و درصد بالای روغن گیاهی High Fat Vegetable Oil (HFVO) در نظر گرفته شدند. اجزا جیره پس از مخلوط شدن به شکل پلت‌هایی با

جدول ۱: محتوای جیره‌های غذایی

ترکیبات	درصد در LFVO	درصد در HFVO	درصد در به پرور FFF
چربی گیاهی	۱۰ درصد شامل (۸۵ درصد کانولا+۱۵ درصد سویا)	۲۰ درصد شامل (۸۵ درصد کانولا+۱۵ درصد سویا)	۱۵
پروتئین	۵۰	۵۰	۴۸
رطوبت	۱۰	۱۰	۱۰
کربوهیدرات	۲۰	۱۰	۱۷
خاکستر	۱۰	۱۰	۱۰

از نرم افزار SPSS نسخه ۱۷/۵ برای آنالیز داده‌ها و از نرم افزار Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید. از آزمون Kolmogorov-Smirnov برای بررسی نرمال بودن یا نبودن داده‌ها استفاده شد و با توجه به نرمال بودن داده‌ها از آزمون ANOVA One way برای مقایسه کلی و از آزمون دانکن برای مقایسه تک تک گروه‌ها استفاده گردید.

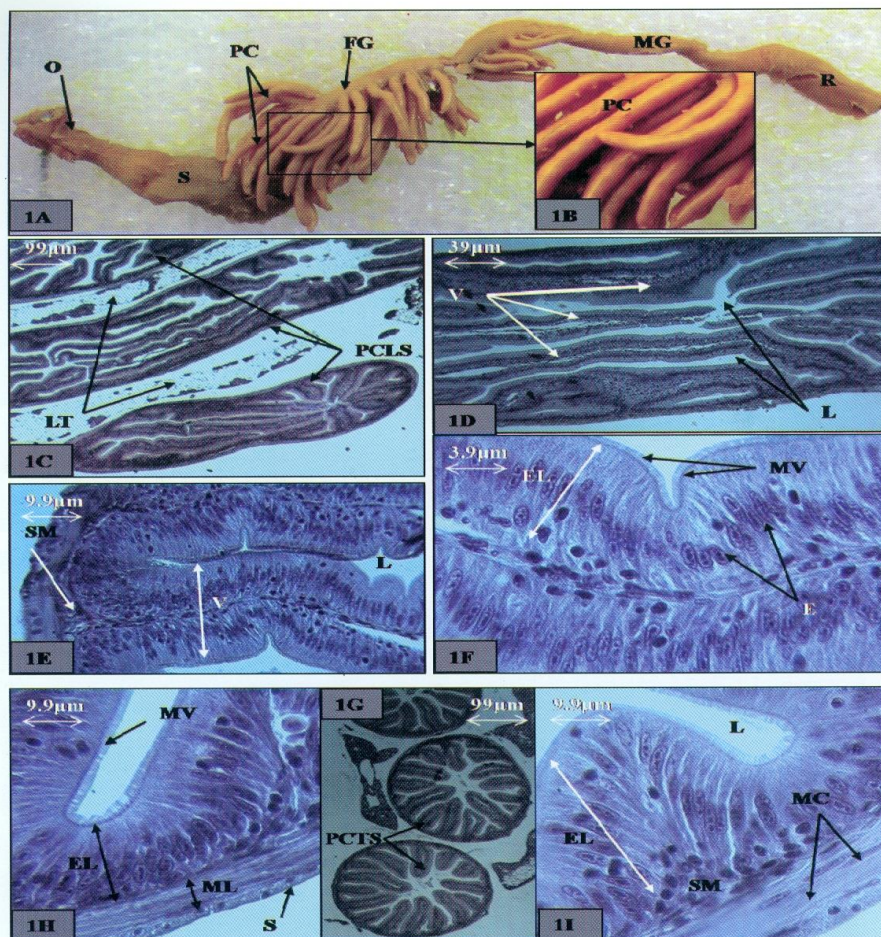
نتایج

در بچه ماهیان ساکهای پیلوریک متصل به بخش قدامی روده به تعداد حدود ۵۰ عدد بخوبی قابل مشاهده و جداسازی بودند (شکل 1A و 1B). برش ساکهای پیلوریک بصورت طولی (1C, 1D, 1E, 1F, 2A, 2B, 3A, 3B, 3C, 3D) و عرضی (1G, 1H, 1I, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, 3E, 3F, 3G, 3H) انجام و مورد بررسی قرار گرفتند. در بررسی بافت‌شناسی ساکهای پیلوریک بخشهای مختلف از جمله لایه مخاطی یا لایه پوششی (سلولهای انتروسیست)، لایه زیر مخاط، رشته‌های عضلانی، لایه سروزا، پرزها، ریز پرزها، و سلولهای موکوسی در لایه مخاطی قرار دارند (1H, 2B, 3H). در بررسی ساختار عمومی، کرکهای توسعه یافته در برشهای طولی قابل مشاهده بودند (1D, 1E, 2A, 3B). سلولهای پوششی (انتروسیست‌ها) در کنار هم بصورت فشرده، سطح داخلی ساکهای پیلوریک را پوشانده و قسمت انتهایی این سلولها دارای میکروویلی‌های منظم بود (1E, 1F, 3G, 3H). این سلول ها براحتی قابل تفکیک و شمارش در واحد سطح بودند (1F, 2E, 3G). قطرات چربی تجمع یافته در درون انتروسیست‌ها در تیمارهای چربی (خصوصاً

تیمار چربی بالا) بخوبی دیده شدند (2A, 2F, 3C, 3G). در برش عرضی، ساک های پیلوریک بصورت حلقه های گرد چند تایی در کنار هم دیده شدند (1G, 2C, 3E). فضای داخلی این حلقه‌ها و سطح بافت پوششی (انتروسیست‌ها) آنها براحتی قابل مطالعه و اندازه‌گیری بودند (1G, 1H, 1I, 2C, 2D, 2E, 2F, 2G, 3E, 3F, 3G, 3H).

بررسی برشهای عرضی ساکهای پیلوریک با میکروسکوپ نوری نیکون و نرم‌افزار Image tool نشان داد که تفاوت مساحت و تعداد انتروسیست‌ها بین تیمارهای چربی و غذای تجاری معنی‌دار نمی‌باشد ($P>0.05$)، در حالیکه سطح بالای روغن گیاهی جیره (۲۰ درصد) نسبت به سطح پایین (۱۰ درصد) بطور معنی‌داری ($P<0.05$) باعث افزایش مساحت و تعداد انتروسیست‌ها در واحد سطح در ساکهای پیلوریک شده بود (نمودار ۱ و ۲ و اشکال 1F, 1I, 2D, 2E, 3G, 3H). اندازه مساحت فضای لومنی ساکها نیز بین سه تیمار مختلف اختلاف معنی‌داری نداشت ($P>0.05$)، در حالیکه نتایج نشان دادند که قطر ساکهای پیلوریک در نمونه‌های تغذیه شده با غلظت (۲۰ درصد) چربی نسبت به نمونه‌های تغذیه شده با غلظت (۱۰ درصد) چربی افزایش می‌یابد (1G, 2C, 3E).

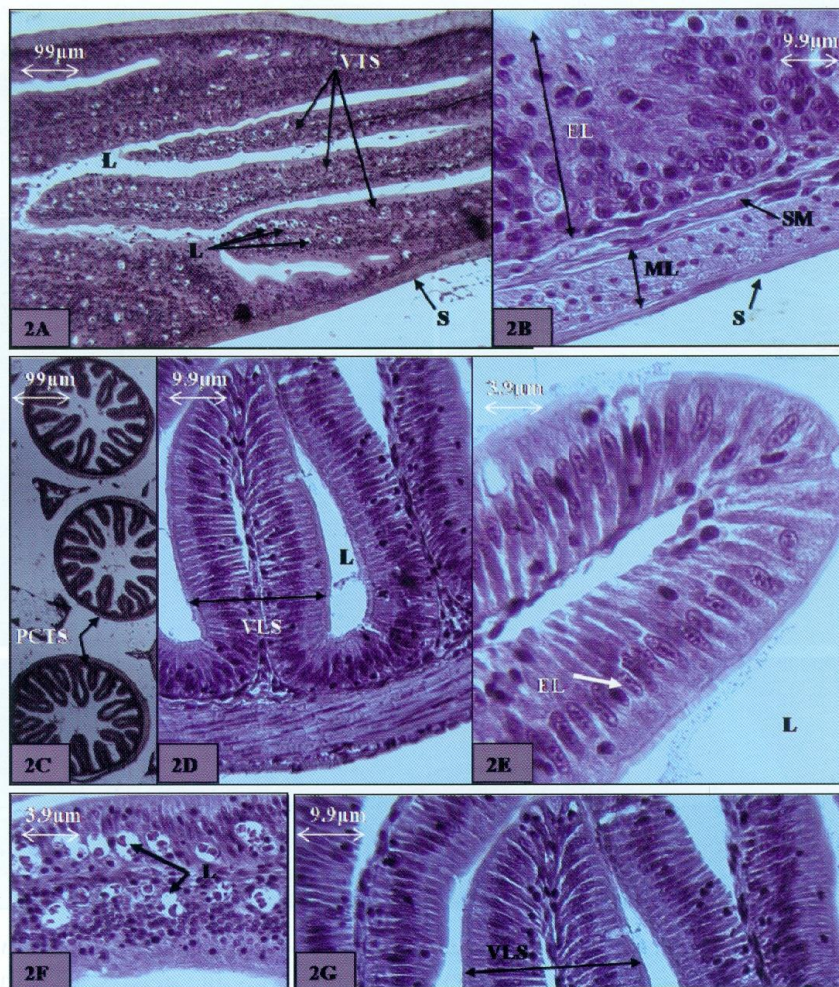
همچنین مقایسه تصاویر بافت‌شناسی ساکهای پیلوریک نشان داد که در تیمارهای تغذیه شده با غلظت ۲۰ درصد چربی ناحیه زیر مخاطی افزایش یافته و کرکها نیز متورم و گاهی پاره شده‌اند (2C, 2D, 2E, 2F, 2G).



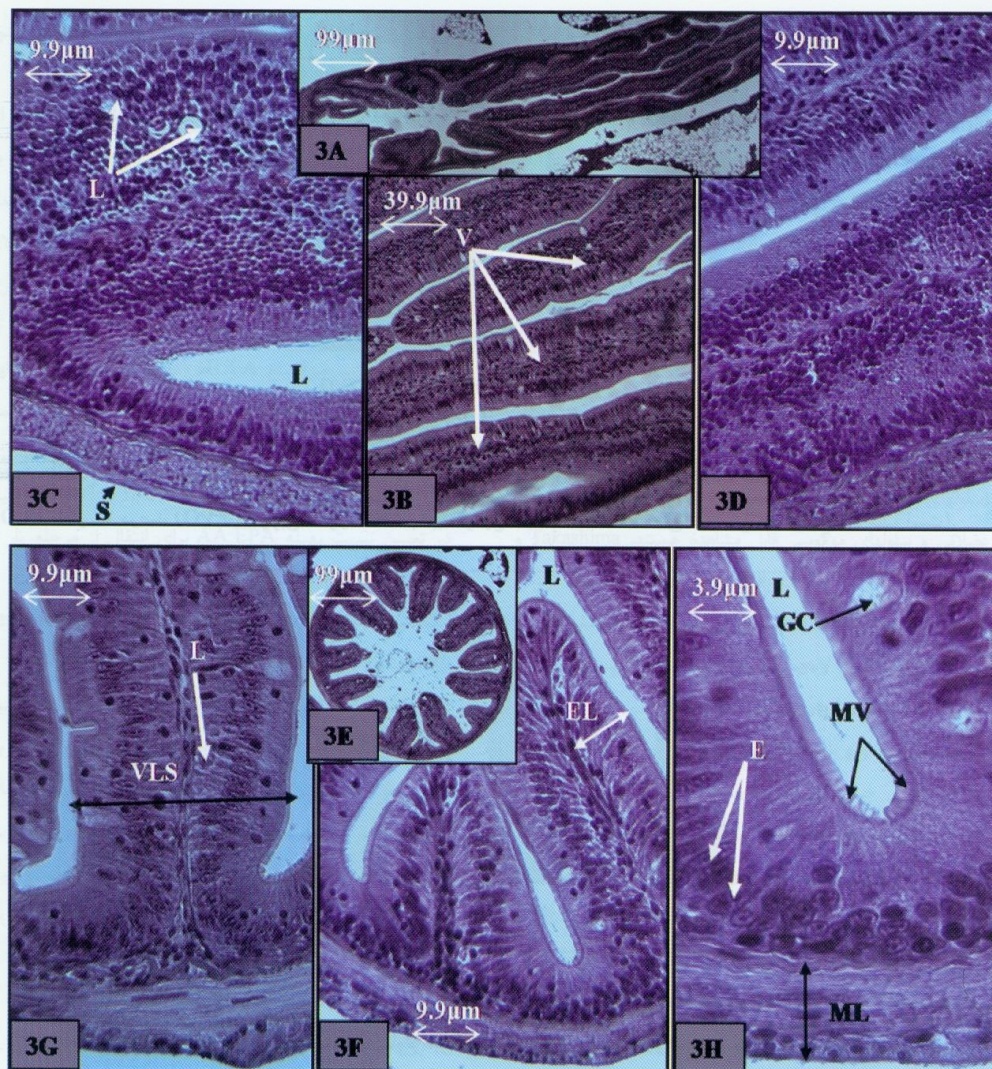
شکل ۱: ساختار عمومی دستگاه گوارش بچه ماهی آزاد خزر و بافت شناسی مقطع طولی (1C, 1D, 1E, 1F) و عرضی (1G, 1H, 1I) ساکهای پیلوریک بچه ماهی آزاد دریای خزر در تیمار شاهد (FFF) تغذیه شده با غذای تجاری به پرور: 1A: ساختار عمومی دستگاه گوارش. 1B: تعدادی از ساکها با درشت نمایی بیشتر، 1C و 1D: برش طولی بخشی از یک ساک. 1E: ویلی و بافت پوششی آن بخوبی قابل مشاهده است، 1F: سلولهای انتروسیت با هسته مشخص و میکرو ویلیها در انتها دیده می‌شوند، 1G: برش عرضی دو ساک پیلوریک بطور کامل و یک ساک پیلوریک بطور ناقص دیده می‌شود، 1H و 1I: لایه موکوسی، زیر موکوسی و ماهیچه‌ای قابل تشخیص از هم می‌باشند.

اختصارات بکار برده شده در تصاویر:

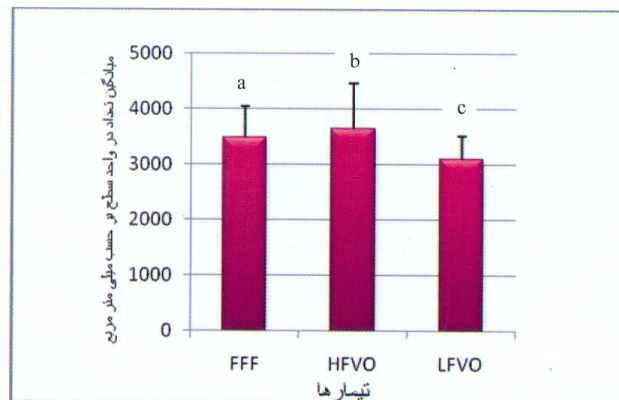
E: Enteroocyte;	L: Lipid;	MV: MicroVilli;	S: Serosa;	EL: Enteroocyte Layer;
LT: Lipid Tissue;	O: Oesophagus;	S: Stomach;	FG: Fore Gut;	MC: Muscle Cell;
PC: Pyloric Caeca;	SM: Sub Mucosa;	GC: Goblet Cell;	MG: Mid Gut;	V: Villi;
L: Lumen;	ML: Muscle Layer;	R: Rectom;	VTS: Villi Transection;	
PCLS: Pyloric Caeca Layer Serosa; VLS: Villi Longitudinal Section.				



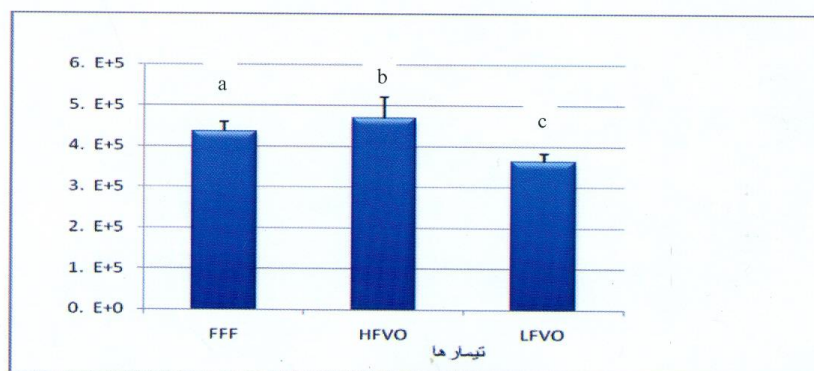
شکل ۲: بافت‌شناسی مقطع طولی (2A, 2B) و عرضی (2C, 2D, 2E, 2F, 2G) ساکهای پیلوریک بچه ماهی آزاد دریای خزر در تیمار (HFVO) تغذیه شده با غلظت ۲۰ درصد چربی: 2A: برش طولی بخشی از یک ساک، 2B: لایه موکوسی، زیر موکوسی و ماهیچه‌ای قابل تشخیص از هم می‌باشند، 2C: برش عرضی دو ساک پیلوریک بطور کامل و یک ساک پیلوریک بطور ناقص دیده می‌شود، 2D، 2E، 2F و 2G: سلولهای انتروسیت با هسته مشخص و میکرو ویلی‌ها در انتها دیده می‌شوند.



شکل ۳: بافت‌شناسی مقطع طولی (3A, 3B, 3C, 3D) و عرضی (3E, 3F, 3G, 3H) ساکهای پیلوریک بچه ماهی آزاد دریای خزر در تیمار (LFVO) تغذیه شده با غلظت ۱۰ درصد چربی: 3A و 3B: برش طولی بخشی از یک ساک، 3C و 3D: فضای داخلی و لایه سروزا دیده می‌شوند، 3E: برش عرضی یک ساک پیلوریک. 3F و 3G و 3H: سلولهای گابلت، لایه ماهیچه‌ای، فضای داخلی، سلولهای انتروسیست با هسته مشخص و میکرو ویلی‌ها در انتها دیده می‌شوند.



نمودار ۱: مقایسه تعداد سلول انتروسیست در واحد سطح بین نمونه شاهد (FFF) و تیمارهای تغذیه شده با غلظت ۲۰ درصد (HFVO) و ۱۰ درصد (LFVO) چربی (حروف نامشابه بیانگر این است که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه دیده شده است).



نمودار ۲: مقایسه مساحت بافت انتروسیست بین نمونه شاهد (FFF) و تیمارهای تغذیه شده با غلظت ۲۰ درصد (HFVO) و ۱۰ درصد (LFVO) چربی (حروف نامشابه بیانگر این است که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه دیده شده است).

بحث

عملکردهای مربوط به تنظیم اسمزی و خواص انتقال متفاوت هستند (Loretz, 1995).

همچنین ساکهای پیلوریک به تعداد حدود ۵۰ عدد متصل به بخش قدامی روده، بخوبی قابل مشاهده و جداسازی بودند. تعداد ساکهای پیلوریک در آزاد ماهیان مختلف متفاوت می‌باشد و بطور

در مطالعه حاضر بررسی دستگاه گوارش بچه ماهیان آزاد خزر (*Salmo trutta caspius*)، نشان داد که دستگاه گوارش شامل: مری، معده، روده جلویی (پوشیده شده توسط ساکهای پیلوریک)، روده میانی، روده خلفی و رکتوم می‌باشد. دستگاه گوارش ماهیان استخوانی، به مری، معده، روده قدامی، میانی، خلفی و رکتوم تقسیم می‌شود که از نظر ساختاری، بافت‌شناسی،

لیپید جیره باعث افزایش ذخیره چربی در ماهی می‌شود (Bendiksen *et al.*, 2003).

در تحقیق حاضر نشان داد که غلظت ۲۰ درصد چربی اثر مثبت و معنی‌داری بر مساحت و تعداد سلولهای انتروسیست در واحد سطح دارد. از آنجائی که این سلولها از سلولهای مهمی هستند که در تنظیم اسمزی نقش دارند، لذا سطوح بالای روغن‌های گیاهی سبب افزایش مقاومت در برابر استرس شوری نیز می‌گردند. Jutfelt و همکاران (۲۰۰۷) گزارش کردند که اسیدهای چرب غیراشباع HUFA (n-3) سبب افزایش توانایی ماهی آزاد آتلانتیک به مقاومت در شرایط استرس را از جمله شوکهای اسمزی می‌شوند. بعلاوه مطالعات روی ماهی پار آزاد آتلانتیک نشان می‌دهد که افزایش 18:2n-6 و 18:3n-3 جیره در تعیین نسبت بهینه AA:EPA برای انتقال از مرحله پار به اسمولت حداقل بواسطه افزایش سطوح AA بافت و ایکوزانوییدهای وابسته به آن مفید می‌باشند (Sergeant *et al.*, 1999).

با توجه به نتایج مطالعه حاضر و نتایج مطالعات اشاره شده می‌توان گفت که استفاده از جیره‌های حاوی سطوح بالای چربی گیاهی می‌تواند از طریق افزایش سطح و تعداد انتروسیست‌های ساکهای پیلوریک جذب مواد مغذی و مقاومت در برابر استرس شوری را افزایش دهد. لذا انجام تحقیقات بیشتر جهت بهینه کردن استفاده از روغن های گیاهی در آبی‌پروری پیشنهاد می‌گردد.

منابع

- کازانچف، ا. ن.، ۱۳۷۱. ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن. مترجم: ابوالقاسم شریعتی، وزارت فرهنگ و ارشاد اسلامی. ۶۴ صفحه.
- Bell J.G., Henderson R.J., Tocher D.R., McGhee F., Dick J.R., Porter A., Smullen R.P., and Sargent J.R., 2002. Substituting fish oil with crude palm oil in the diet of Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects

گسترده‌ای با گونه و سن تغییر می‌کند (Stevens, 1988) و در چینوک سالمون (*Oncorhynchus kisutch*) ۴۵-۱۱۴ ساک پیلوریک، در *Oncorhynchus tshawytscha* ۱۶۵-۱۶۵ ساک پیلوریک، در Trout Lake (*Salvelinus namaycush*) ۱۲۰-۱۸۰ ساک پیلوریک، در Pink Salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) ۱۶۵-۱۹۵ ساک پیلوریک، در Steelhead (Rainbow) Trout ۲۷-۸۰ ساک پیلوریک و در قزل‌آلای رنگین کمان (*Salmo trutta*)، ۶۰-۳۰ ساک پیلوریک وجود دارد.

مطالعه بافت‌شناسی ساکهای پیلوریک بچه ماهیان آزاد دریای خزر، نشان داد که بخشهای مختلف از جمله لایه مخاطی یا پوششی (سلولهای انتروسیست)، لایه زیر مخاط، لایه سرز، پرزها، ریز پرزها، فیبر عضلاتی و سلولهای موکوسی قابل مشاهده هستند. Takashima و Hibiya (۱۹۹۵)، با مطالعات بافت‌شناسی خود بروی روده گزارش کردند که روده نیز از نظر بافت‌شناسی به چهار لایه اصلی تقسیم می‌شود که عبارتند از: لایه موکوسی (انتروسیست‌ها)، زیر موکوس، لایه عضلاتی (حلقوی و طولی) و سرز.

بررسی تصاویر بافت‌شناسی ساکهای پیلوریک نشان داد که در تیمارهای چربی بویژه تیمارهای تغذیه شده با غلظت ۲۰ درصد چربی در اثر باز جذب زیاد چربی‌ها، قطرات چربی در درون انتروسیست‌ها تجمع و ناحیه زیر مخاطی افزایش یافته و کرکها نیز متورم و گاهی پاره شده‌اند. Caballero و همکاران (۲۰۰۲) گزارش کردند که تغییر در اسید چرب جیره ممکن است عملکرد جذبی روده، اولین اندامی که مستقیماً در معرض اسید چرب خورده شده قرار می‌گیرد را بهبود بخشد، وجود قطره‌های چربی تجمع یافته در انتروسیست‌های ماهیان تغذیه شده با روغن‌های گیاهی تعیین‌کننده این است که سرعت جذب بالاتر از دفع می‌باشد. همچنین مطالعات روی ماهی آزاد اقیانوس اطلس نشان می‌دهد که افزایش سطح چربی از ۸ تا ۱۰ درصد به ۱۸ درصد باعث افزایش میزان رشد، بقا و ضریب تبدیل غذایی ماهیان تغذیه شده با خوراک پلت می‌شود، بنابراین سطوح بالای

- muscle fatty acid composition and hepatic fatty acid metabolism. *Journal of Nutrient*, 132:222–230.
- Bendiksen E.A., Arnesen A.M. and Jobling M., 2003.** Effects of dietary fatty acid profile and fat content on smolting and seawater performance in Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Aquaculture*, 225:149–163.
- Caballero M.J., Obach A., Rosenlund G., Montero D., Gisvold M. and Izquierdo M.S., 2002.** Act of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture*, 214:253–271.
- Higgs D.A. and Dong F.M., 2000.** Lipids and fatty acids. *In: (R.R. Stickney ed.)*, Encyclopedia of Aquaculture. Wiley, New York, USA. pp.482–496.
- Hites R.A., Foran J.A., Schwager S.J., Knuth B.A., Hamilton M.C. and Carpenter D.O., 2004.** Global assessment of polybrominated diphenyl ethers in farmed and wild salmon. *Environmental Science Technological*, 38:4945–4949.
- Jutfelt F., Olsen R.E., Bjornsson B.T. and Sundell K., 2007.** Parr–smolt transformation and dietary vegetable lipids affect intestinal nutrient uptake, barrier function and plasma cortisol levels in Atlantic salmon. *Aquaculture*, 14:627–629.
- Karasov W.H. and Hume I.D., 1997.** Vertebrate gastrointestinal system, *In: (W.H. Dantzler ed.)*, The handbook of comparative physiology. The American Physiology Society, Oxford University Press., Section 13, 1:409–480.
- Khodabandeh S., Shahriari M. and Abtahi B., 2009.** Effects of salinity on the immunocalization, gene expression and activity of the Na^+/K^+ -ATPase gills of golden grey mullet, *Liza aurata*. *Yakhteh (the cell)*. 11(1):49–54.
- Loretz C.A., 1995.** Electrophysiology of ion transport in teleost intestinal cells. *In: (C.M. Wood and T.J. Shuttleworth eds.)*, Cellular and molecular approaches to fish ionic regulation. *Fish Physiology*, 14:25–52.
- Rossita S., Saleem M. and Wing-Keong N., 2008.** Effects of dietary fish oil replacement with vegetable oils on growth and tissue fatty acid composition of humpback grouper, *Cromileptes altivelis* (Valenciennes). *Aquaculture Research*, 39:315–323.
- Sargent J., Bell G., McEvoy L., Tocher D. and Estevez E., 1999.** Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish, *Aquaculture*, 177:191–199.
- Stevens C.E., 1988.** Comparative physiology of the vertebrate digestive system. Cambridge University Press.
- Takashima F. and Hibiya T., 1995.** An Atlas of Fish Histology. Normal and Pathological Features. 2nd ed. Kodansha Ltd, Tokyo, Japan.
- Tocher D.R., Bell J.R., Dick J.R., Henderson R.J., McGhee F., Michell D. and Morris P.C., 2000.** Polyunsaturated fatty acid metabolism in

Atlantic salmon (*Salmo salar*) undergoing parr-smolt transformation and the effects of dietary linseed and rapeseed oils. Fish Physiology Biochemistry, 23:59-73.

Veillette P.A. and Young G., 2005. Tissue culture of sockeye salmon intestine: Functional response of Na^+ , K^+ -ATPase to cortisol. Comparative and Evolutionary Physiology, 288:R1598-R1605.

Effects of dietary vegetable oil on structure of pyloric caeca in Caspian salmon fry, *Salmo trutta caspius*

Falah S.; Khodabandeh S.*; Rajabi H. and Amiri Moghadam J.

Surp78@yahoo.com

Faculty of Natural Resources and Marine Sciences, P.O.Box: 64414-356 Noor, Iran

Received: September 2009

Accepted: February 2011

Keywords: Vegetable oil, Histology, Feeding, *Salmo trutta caspius*

Abstract

The effects of two levels of vegetable oils on structure of pyloric caeca were studied in Caspian Sea salmon juveniles (*Salmo trutta caspius*). The levels of dietary vegetable oils comprised of 10% and 20% of total diet and in each level 85% canola and 15% soybean was used. In these experiments, 270 juveniles each weighing 10g were selected, 90 were allocated to the two treatments and 30 for replications and also a control group was considered and fed with commercial food. The juvenile fish were cultured for 8 weeks, fed two times daily and then 6 samples from each treated group were fixed for histological studies. Histological examination under light microscope and using Hematoxylin-Eosin staining was conducted. Results showed that 20% dietary vegetable oil as compared with 10% significantly increased the area and number of pyloric caeca enteroocytes. The effect of 20% dietary vegetable oil on the area and number of pyloric caeca enteroocytes as compared to the commercial food was not significant. Gap in lumen caecum was not significant between the two treatments as the lumen diameter increased with increase in dietary oil. We conclude that dietary vegetable oil content at 20% level can increase the area and number of pyloric caeca enteroocytes which leads to increase in absorption of nutrients and of higher osmoregulation ability.

*Corresponding author