# بررسی تغییرات چربی‌های سرم و شاخص‌های سلامتی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن‌های گیاهی جایگزین روغن ماهی


- **حبیب‌اله گندمکار***: مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج
- **ابوالحسن راستیان‌نسب**: مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج
- **مهران جواهری‌بابلی**: گروه شیلات، دانشکده کشاورزی ومنابع طبیعی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد اهواز، صندوق پستی: ۱۹۱۵
- **سیدحسین مرادیان**: مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی، موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، یاسوج


تاریخ دریافت: فروردین ۱۳۹٤ تاریخ پذیرش: دی ۱۳۹٤

## چکیده

**در این تحقیق اثرات جایگزینی روغن‌های گیاهی مختلف به‌جای روغن ماهی جیره غذایی بر ترکیب اسیدهای چرب فیله، چربی‌های سرم و شاخص‌های سلامتی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان مورد بررسی قرار گرفت. برای این منظور پنج جیره غذایی ایزونیتروژنیک و ایزولیپیدیک با منابع مختلف روغن شامل: روغن ماهی (جیره ۱)، روغن سبوس برنج (جیره ۲)، روغن بزرک (جیره ۳)، روغن سویا (جیره ٤) و جیره ٥ حاوی مخلوط روغن‌های ماهی، سبوس برنج، بزرک و سویا با نسبت ۱:۱:۱:۱ تهیه شدند. بدین منظور، تعداد ٤٥٠ عدد ماهی ۱±۹۰ گرمی ( توزیع شده در ۱٥ مخزن) به‌مدت ۱٥ هفته تغذیه شدند. ترکیب اسیدهای چرب بافت انعکاس دهنده ترکیب اسید چرب جیره بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان امگا ۳ به‌ترتیب در بافت فیله ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی روغن بزرک و روغن سبوس برنج بود. بیش‌ترین و کم‌ترین میزان اسیدهای چرب n-٦ به‌ترتیب در بافت ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های غذایی حاوی روغن سویا و روغن ماهی بود. بیش‌ترین نسبت n-٦/n-۳ (شاخص مطلوبیت سلامتی غذا) مقادیر۰/۹۱و ۰/۸۹ به‌ترتیب در ماهیان دریافت کننده جیره۳ و جیره۱ بود. با وجود عدم اختلاف میزان کلسترول تام و تری‌گلیسرید لاشه در تیمارها، مقادیر آتروژنز و ترومبوژنز در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند (P<۰/۰٥). با این وجود در محدوده قابل قبول از نظر اثرات سلامت بخشی و امنیت غذایی بودند. تهیه منابع ارزان چربی در تولید خوراک ماهی ضمن تامین شاخص‌های سلامتی غذا از طریق ترکیب مناسب روغن‌های گیاهی و روغن ماهی امکان‌پذیر است.**

**کلمات کلیدی:** روغن‌های گیاهی، ترکیب اسیدهای چرب، ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان، چربی‌های سرم، شاخص‌های سلامتی



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: gandomkar.habib@gmail.com

## مقدمه

بیماری‌های قلبی عروقی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین دغدغه‌های سلامتی در جهان مطرح هستند که طی سال‌های اخیر به‌شدت در حال افزایش است (Yamada و همکاران، ۱۹۹۷). عوارض قلبی از انواع بیماری‌های مرتبط با سبک زندگی هستند و یکی از دلایل اصلی ایجاد این بیماری‌ها استفاده از رژیم‌های غذایی حاوی کلسترول بالا است. وجود اسیدهای چرب اشباع در رژیم غذایی به افزایش میزان کلسترول می‌انجامد و اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFAs) به کاهش کلسترول خون منجر می شود. روغن ماهی و روغن‌های گیاهی حاوی اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه (PUFAs) هستند که باعث کاهش ترکیب چربی‌های خون می‌شوند. با این‌حال روغن ماهی با توجه به دارا بودن اسیدهای چرب غیراشباع گروه امگا ۳ نسبت به روغن‌های گیاهی نقش موثرتری در کاهش ترکیب چربی های خون انسان دارد (Simopoulos، ۱۹۹۷؛ Endres و همکاران، ۱۹۹۵؛ Iwata و همکاران، ۱۹۹۲؛ Von Shacky، ۱۹۹۲؛ Harris، ۱۹۸۹). روعن ماهی دارای خواص ضد ترومبوتیک (anti-thrombotic properties) (ضد خون لختگی) (Din و همکاران، ۲۰۰۴)، ضد التهابی (anti-inflammatory properties) (Rennie و همکاران، ۲۰۰۳) و هم‌چنین سایر ریز ترکیبات دارای خواص ضد ترومبوتیک بوده (Nasopoulou و همکاران، ۲۰۰۷؛ Nomikos و همکاران، ۲۰۰۶؛ Kristensen و همکاران، ۲۰۰۱؛ Panayiotou و همکاران، ۲۰۰۰؛ Mori و همکاران، ۱۹۹۷؛ Rementzis و همکاران، ۱۹۹۷) و در پیشگیری از بسیاری از بیماری‌ها از جمله بیماری‌های قلبی عروقی ( cardiovascular diseases)(Kris-Etherton و همکاران، ۲۰۰۲)، آرتریت روماتوئیدیی (rheumatoid arthritis)(Rennie و همکاران، ۲۰۰۳)، افسردگی (depression)(Nemets و همکاران، ۲۰۰۶)، کاهش شناخت (cognitive decline)(Morris و همکاران، ۲۰۰۵) و ناهنجاری‌های عصبی مانند بیماری آلزایمر (Lukiw و Bazan، ۲۰۰۸) نقش دارد. دلایل ذکر شده اهمیت غذاهای دریایی و تولید آبزیان پرورشی را بیش از پیش آشکار می‌سازد.

روغن ماهی با توجه به خاطر قابلیت هضم‌پذیری بسیار بالا و هم‌چنین دارا بودن مقادیر کافی اسیدهای چرب ضروری به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه گروه n-۳ یکی از اساسی‌ترین ترکیبات مورد استفاده در خوراک ماهیان پرورشی می‌باشد. در حال حاضر تقریباً ۴۰ درصد و ۶۰ درصد تولید جهانی پودر ماهی و روغن ماهی در بخش آبزی‌پروری مصرف می‌شود. بنابراین ممکن است طی سال‌های آینده تولید روغن ماهی نتواند پاسخگوی نیاز صنعت آبزی‌پروری باشد (Tacon، ۲۰۰۵؛ Kaushik، ۲۰۰۴).

در مطالعه جایگزینی روغن‌ماهی به‌جای روغن ذرت در تغذیه جوجه‌های گوشتی، سبب کاهش معنی‌دار نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع گردید (صادقی و همکاران، ۱۳۹۲). طبق بررسی‌های Sener و همکاران (۲۰۰۵)، در تاس‌ماهیان روس جوان (*Acipenser gueldenstaedtii*) تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن‌های گیاهی (روغن‌های آفتابگردان و سویا) میزان کل اسیدهای چرب n-۶ بیش‌تر از روغن ماهی بود، در صورتی‌که از نظر میزان کل اسیدهای چرب n-۳، عکس الگوی فوق مشاهده گردید.

لذا با روند رو به رشد تولید روغن‌های گیاهی، با جایگزینی این روغن‌ها به‌جای روغن ماهی، می‌توان هزینه‌های تولید ماهی را کاهش داد. هدف از مطالعه حاضر بررسی تاثیر جایگزینی روغن‌های گیاهی به‌جای روغن ماهی در جیره ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و تاثیر این روغن‌ها بر ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی در راستای بهبود شاخص‌های سلامتی از جمله میزان تری گلیسریدها، کلسترول و شاخص‌های آتروژنز (IA= Index of atherogenicity) و ترومبوژنز (IT= Index of thrombogenicity) خواهد بود.

## مواد و روش‌ها

این تحقیق در اواخر زمستان ۱۳۹۰ در مرکز تحقیقات ژنتیک و اصلاح نژاد ماهیان سردآبی شهید مطهری یاسوج به مدت ۱۵ هفته با تغذیه تعداد ۴۵۰ قطعه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان با میانگین وزن ۱±۹۰ گرم در ۱۵ عدد مخزن فایبرگلاس ۲۲۰ لیتری در قالب ۵ تیمار و هر تیمار۳ تکرار، با تعداد ۳۰ قطعه ماهی در هر تکرار، انجام شد. اقلام جیره‌های غذایی مورد استفاده در این تحقیق براساس جدول کمیته تحقیقات بین‌المللی آمریکا (۱۹۹۳) تهیه گردید. منابع روغنی در جیره‌ها به این صورت بود، تیمار اول (شاهد) ۱۰۰٪ روغن ماهی و بدون روغن‌های گیاهی بود و در جیره‌های منابع روغن گیاهی جایگزین بعدی به ترتیب تیمار دوم ۱۰۰٪ روغن سبوس برنج، تیمار سوم ۱۰۰٪ روغن بزرک، تیمار چهارم۱۰۰٪ روغن سویا و تیمار پنجم ۲۵٪ از هر چهار روغن ماهی، سبوس برنج، بزرک و سویا اضافه شد. همه جیره‌ها به‌صورت ایزوانرژیک و سایر عناصر غذایی در تمام جیره‌ها ثابت در نظر گرفته شدند. پارامترهای فیزیکوشیمیایی

آب در همه تیمارها یکسان بود. پس از سه هفته غذادهی با جیره تجاری و سازگاری ماهی‌ها با شرایط جدید مخازن، تغذیه با جیره‌های آزمایشی شروع شد (Webster و Lim، ۲۰۰۲).

**تعیین ترکیب و میزان اسیدهای چرب:** برای آنالیز نمونه‌ها برای تعیین میزان اسیدهای چرب از دستگاه گاز کروماتوگراف ساخت کشور ایتالیا استفاده گردید. (Desvilettes و همکاران، ۱۹۹۴). جهت شناسائی تک تک اسیدهای چرب از مخلوط استاندارد اسیدهای چرب ساخت شرکت سیگما با مقایسه زمان‌های بازداری استفاده گردید.

**اندازه‌گیری کلسترول تام، تری‌گلیسرید و گلوکز:** به‌منظور جداسازی سرم، خون در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد با دور ۲۵۰۰rpm به‌مدت ۱۰ دقیقه سانتریفوژ شد، سرم با استفاده از سمپلر یا پیپت پاستور به ویال‌های اپندروف منتقل شد و تا زمان آنالیزهای بیوشیمیایی در فریزر با دمای ۲۰- سانتی‌گراد نگه‌داری شد. میزان گلوکز، کلسترول تام و تری‌گلیسرید خون که از هر یک از نمونه‌های انتخابی واحدهای آزمایشی تهیه شده بود، براساس روش فتومتریک و به‌وسیله کیت‌های تهیه شده از شرکت پارس آزمون در آزمایشگاه پاتوبیولوژی دکتر فدایی در شهر رشت اندازه‌گیری شدند.

**شاخص‌های IA و IT :** شاخص‌های IA و IT (Ulbricht و Southgate، ۱۹۹۱) براساس ترکیب اسیدهای چرب لاشه محاسبه شد و هدف از محاسبه آن تعیین تاثیر بالقوه سلامتی در مصرف کنندگان انسانی می‌باشد. فرمول‌های زیر جهت محاسبه این شاخص‌ها به‌کار گرفته شد (Subhadra و همکاران، ۲۰۰۶):

فرمول $IA = [(۱۲:۰)+(۴\times۱۴:۰)+(۱۶:۰)] / [(PUFA\ n\text{-}۶)+(PUFA\ n\text{-}۳) + MUFA]$

فرمول $IT = [(۱۴:۰)+(۱۶:۰)+(۱۸:۰)] / [(۰/۵ \times MUFA)+(۰/۵ \times n\text{-}۶) + (۳ \times n\text{-}۳) + (n\ \text{-}۳\ /n\ \text{-}۶)]$

که PUFA شامل ۶- ۱۸:۲n، ۳- ۱۸:۳n، ۶-۲۰:۴n، ۳-۲۲:۶n و MUFA شامل ۱۴:۱، ۱۶:۱۲، ۱۸:۱ و ۲۰:۱ می‌باشند.

آزمایش‌ها در قالب یک طرح کاملاً تصادفی ( Completely Randomized Design= CRD) انجام شد. با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه و (ANOVA) معنی‌داری اختلاف موجود در بین میانگین‌های تیمارهای آزمایشی مشخص و سپس با استفاده از آزمون دانکن (Multiple rang test Duncan) معنی‌دار بودن تفاوت بین تیمارها به تفکیک در سطح اعتماد ۹۵ درصد ارزیابی گردید. برای انجام کارهای آماری از نرم‌افزار SPSS ۱۶ استفاده شد.

## نتایج

**ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی:** آنالیز ترکیب اسیدهای چرب تمام روغن‌های استفاده شده در این مطالعه قبلاً صورت گرفت. ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ نشان داده شده است.

**ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی:** ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی در جدول۲ ذکر شده است. میزان اسیدپالمتیک (c۱۶:۰) در تیمار اول بیش‌ترین (۱۶/۵۷) و در تیمار سوم کم‌ترین (۱۲/۹۸) بود. نکته قابل توجه این‌که اسیدپالمتیک بیش‌ترین تاثیر را در میزان SFA دارد، به طوری‌که وضعیت میزان SFA تقریباً مشابه ۱۶:۰ می‌باشد. از نظر میزان کل اسیدهای چرب تک غیراشباع (MUFA) بیش‌ترین و کم‌ترین آن به‌ترتیب مربوط به تیمارهای دوم و سوم می‌باشد (۴۱/۶۸ و ۳۲/۹۴٪). تیمارهای مختلف از نظر میزان اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-۳ (n-۳ PUFA) تفاوت معنی‌دار داشتند، به‌طوری‌که تیمار سوم (روغن بزرک) به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) بیش‌ترین میزان این اسیدهای چرب (۲۱/۸) را به خود اختصاص داده و تیمار دوم نیز کم‌ترین میزان این اسید چرب را داشت (۷/۸۴٪). از نظر نسبت n-۳/n-۶ بیش‌ترین این میزان به ترتیب در تیمارهای سوم (۰/۹۱٪) و اول (۰/۸۹٪) بود که این دو با سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند (P<۰/۰۵). کم‌ترین میزان این نسبت نیز در تیمارهای دوم (۰/۳) و چهارم (۰/۳۲) مشاهده گردید.

**میزان کلسترول تام، تری گلیسرید و گلوکز:** جدول ۳ مقادیر مقادیر کلسترول، تری‌گلیسرید و گلوکز سرم ماهیان را نشان می‌دهد. میزان کلسترول تام و تری‌گلیسرید در بین تیمارهای مختلف، اختلاف معنی‌داری را نشان نداد. با این‌حال، در گروه دریافت کننده رژیم شاهد (دارای روغن ماهی) بیش‌تر از سایر گروه‌ها بودند و در تیمار سوم (دارای روغن بزرک) کم‌ترین میزان بودند. میزان گلوکز خون نیز در تیمار دوم (دارای روغن سبوس برنج) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از ماهیان دارای رژیم روغن سویا و ترکیب روغنی بود و اختلاف معنی‌داری را با دو گروه دیگر یعنی روغن ماهی و روغن بزرک نشان نداد.

**جدول ۱: ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی (درصد از کل اسیدهای چرب)**

| اسیدچرب / تیمار | اول (روغن ماهی) | دوم (روغن سبوس برنج) | سوم (روغن بزرک) | چهارم (روغن سویا) | پنجم (ترکیب روغنی) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۴:۰C | ۲/۳۸±۰/۰۵$^{e}$ | ۰/۹۶±۰/۰۱$^{c}$ | ۰/۸۶±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۶۷±۰/۰۲$^{a}$ | ۱/۳۸±۰/۰۵$^{d}$ |
| –۵n۱۴:۱C | ۰/۰۳۳±۰/۰۰۴$^{c}$ | ۰/۰۱۸±۰/۰۰۸$^{b}$ | ۰/۰۱۵±۰/۰۰۲$^{ab}$ | ۰/۰۱۴±۰/۰۰۴$^{a}$ | ۱/۰۱۵±۰/۰۰۴$^{ab}$ |
| ۱۶:۰C | ۲۳/۱۸±۰/۵۵$^{e}$ | ۲۲/۱۰±۰/۳۰$^{d}$ | ۱۵/۳۵±۰/۳۰$^{a}$ | ۱۶/۴۲±۰/۴۲$^{b}$ | ۲۰/۷۹±۰/۴۵$^{c}$ |
| –۷n۱۶:۱C | ۵/۷۳±۰/۱۱$^{d}$ | ۳/۰۶±۰/۰۴$^{b}$ | ۲/۷۷±۰/۱۵$^{a}$ | ۲/۷۷±۰/۲۷$^{a}$ | ۳/۳۳±۰/۱۰$^{c}$ |
| ۱۸:۰C | ۵/۴۱±۰/۳۳$^{c}$ | ۳/۵۷±۰/۱۵$^{b}$ | ۵/۲۷±۰/۱۶$^{c}$ | ۵/۷۱±۰/۲۵$^{d}$ | ۱/۸۰±۰/۱۳$^{a}$ |
| – ۹n۱۸:۱C | ۳۲/۴۰±۰/۱۱$^{c}$ | ۳۷/۵۴±۰/۳۲$^{e}$ | ۲۸/۱۴±۰/۷۳$^{a}$ | ۲۹/۶۷±۰/۱۳$^{b}$ | ۳۴/۰۸±۰/۰۷$^{d}$ |
| cis – ۶n۱۸:۲C | ۱۱/۵۲±۰/۳۵$^{a}$ | ۲۵/۰۲±۰/۱۳$^{d}$ | ۱۷/۵۴±۰/۸۵$^{b}$ | ۳۴/۳۹±۰/۳۲$^{e}$ | ۲۳/۱۰±۰/۱۳$^{c}$ |
| – ۳n۱۸:۳C | ۲/۰۸±۰/۰۶$^{a}$ | ۲/۳۷±۰/۱۸$^{b}$ | ۲۳/۵۴±۰/۳۳$^{e}$ | ۴/۵۵±۰/۲۵$^{c}$ | ۷/۵۰±۰/۲۲$^{d}$ |
| ۲۰:۰C | ۰/۳۱±۰/۰۲$^{c}$ | ۰/۱۵±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۱۴±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۰۹±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۳۳±۰/۰۲$^{c}$ |
| – ۶n ۳ :۱۸C | ۰/۹۶±۰/۰۵$^{d}$ | ۰/۵۹±۰/۰۴$^{c}$ | ۰/۲۸±۰/۰۳$^{a}$ | ۰/۴۰±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۳۹±۰/۰۲$^{b}$ |
| – ۳n۱۸:۴C | ۰/۳۶±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۶۶±۰/۰۷$^{d}$ | ۰/۴۴±۰/۰۴$^{b}$ | ۰/۴۸±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۵۲±۰/۰۹$^{c}$ |
| ۲۲:۰C | ۰/۱۹±۰/۰۰۸$^{c}$ | ۰/۰۷±۰/۰۱۴$^{ab}$ | ۰/۰۶±۰/۰۰۵$^{a}$ | ۰/۰۸±۰/۰۰۷$^{b}$ | ۰/۳۷±۰/۰۵۶$^{d}$ |
| – ۶ n۲۰:۳C | ۰/۵۲±۰/۰۵$^{d}$ | ۰/۳۸±۰/۰۵$^{c}$ | ۰/۳۴±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۲۲±۰/۰۲$^{a}$ | ۱/۰۴±۰/۰۷$^{e}$ |
| – ۳ n ۲۰:۳C | ۰/۱۰±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۳۹±۰/۰۱$^{e}$ | ۰/۲۶±۰/۰۲$^{d}$ | ۰/۲۴±۰/۰۰$^{c}$ | ۰/۱۵±۰/۰۱$^{b}$ |
| – ۶ n ۲۰:۴C | ۰/۰۶±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۱۸±۰/۰۲$^{d}$ | ۰/۱۸±۰/۰۱$^{d}$ | ۰/۱۶±۰/۰۰$^{c}$ | ۰/۱۳±۰/۰۱$^{b}$ |
| – ۳ n۲۰:۵C | ۴/۴۷±۰/۳۰$^{d}$ | ۰/۵۲±۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۸۰±۰/۰۸$^{b}$ | ۰/۸۵±۰/۰۵$^{b}$ | ۰/۵۹±۰/۱۳$^{c}$ |
| – ۶ n۲۲:۵C | ۰/۰۷±۰/۰۲$^{cd}$ | ۰/۰۶±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۰۷±۰/۰۱$^{c}$ | ۰/۰۸±۰/۰۱$^{d}$ | ۰/۰۴±۰/۰۱$^{a}$ |
| – ۳ n ۲۲:۵C | ۰/۴۷±۰/۰۶$^{c}$ | ۰/۱۸±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۲۱±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۲۲±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۲۱±۰/۰۱$^{b}$ |
| – ۳ n ۲۲:۶C | ۸/۸۵±۰/۲۳$^{e}$ | ۱/۲۸±۰/۱۴$^{a}$ | ۱/۷۴±۰/۱۲$^{d}$ | ۱/۵۲±۰/۰۷$^{b}$ | ۲/۵۸±۰/۳۲$^{c}$ |
| Saturation ( Σ SFA) | ۳۰/۹۶±۲/۴۴$^{c}$ | ۲۵/۳۴±۱/۸۴$^{b}$ | ۲۲/۳۷±۱/۲۸$^{a}$ | ۲۲/۳۵±۰/۷۳$^{a}$ | ۲۶/۹۳±۲۰/۷۹$^{b}$ |
| MUFA∑ | ۳۹/۰۰±۱/۱۷$^{b}$ | ۳۷/۹۳±۳/۸۰$^{b}$ | ۳۳/۰۶±۳/۳۲$^{a}$ | ۳۱/۹۹±۰/۵۹$^{a}$ | ۳۷/۶۱±۰/۳۷$^{b}$ |
| PUFA∑ | ۳۰/۱۵±۱/۲۸$^{a}$ | ۳۵/۵۷±۵/۷۲$^{b}$ | ۴۲/۶۸±۳/۴۶$^{c}$ | ۴۳/۷۹±۱/۳۴$^{c}$ | ۳۴/۵۵±۳/۳۲$^{b}$ |
| n-3PUFA∑ | ۱۶/۳۵±۳/۷۲$^{c}$ | ۶/۲۶±۱/۲۸$^{a}$ | ۲۲/۲۵±۶/۳۸$^{d}$ | ۷/۸۶±۹/۱۶$^{a}$ | ۱۳/۵۵±۲/۰۵$^{b}$ |
| n-6PUFA∑ | ۱۷/۴۵±۶/۳۱$^{a}$ | ۲۹/۳۲±۴/۴۵$^{b}$ | ۲۰/۴۳±۳/۰۲$^{a}$ | ۲۹/۵۵±۷/۸۱$^{b}$ | ۲۱/۰۰±۵/۳۵$^{a}$ |
| n-3/n-6 | ۱/۰۴±۰/۳۸$^{c}$ | ۰/۲۱±۰/۰۱$^{a}$ | ۱/۱۵±۰/۴۴$^{c}$ | ۰/۲۹±۰/۵۹$^{a}$ | ۰/۷۳±۰/۳۵$^{b}$ |
| DHA/EPA | ۲/۱۷±۰/۳۱$^{b}$ | ۲/۲۳±۰/۴۸$^{b}$ | ۱/۷۰±۰/۲۲$^{a}$ | ۱/۹۰±۰/۲۳$^{a}$ | ۱/۶۸±۰/۲۲$^{a}$ |
| FAME | ۹۹/۲۱±۰/۵۷$^{b}$ | ۹۹/۱۹±۰/۵۲$^{b}$ | ۹۸/۰۶±۰/۱۹$^{a}$ | ۹۸/۴۶±۰/۶۳$^{a}$ | ۹۹/۰۹±۰/۳۱$^{b}$ |
| DHA+EPA/C16 | ۰/۳۳±۰/۱۸$^{b}$ | ۰/۰۹±۰/۰۳$^{a}$ | ۱/۱۶±۰/۰۳$^{a}$ | ۰/۱۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۲۶±۰/۱۵$^{b}$ |
| IA | ۰/۴۸±۰/۰۹$^{d}$ | ۰/۳۸±۰/۰۴$^{b}$ | ۰/۳۳±۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۳۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۴۴±۰/۰۸$^{c}$ |
| IT | ۰/۴۸±۰/۰۳$^{c}$ | ۰/۴۹±۰/۰۷$^{c}$ | ۰/۲۴±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۳۳±۰/۱۰$^{b}$ | ۰/۳۷±۰۲۰$^{b}$ |

در هر سطر میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند (p>۰/۰۵).

**شاخص‌های آتروژنز و ترومبوژنز:** شاخص آتروژنز (IA) در ماهیان تغذیه شده با ۱۰۰٪ روغن ماهی بیش‌ترین (۰/۳۶) و در ماهیان تیمار سوم کم‌ترین (۰/۲۶٪) بود و در سایر تیمارها در حد وسط قرار داشتند ( جدول ۴). شاخص ترومبوژنز (IT) در لاشه ماهیان تغذیه شده با غذای حاوی روغن سبوس برنج بیش‌ترین (۰/۳۷٪) و روغن بزرک کم‌ترین (۰/۱۹٪) بود. شاخص ترومبوژنز در تیمارهای اول و پنجم شبیه هم بود (۰/۲۸٪).

**جدول ۲: ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی بعد از ۹۰ روز (درصد از کل اسیدهای چرب)**

| تیمار / اسیدچرب | ۱ (روغن ماهی) | ۲ (روغن سبوس‌برنج) | ۳ (روغن بزرک) | ۴ (روغن سویا) | ۵ (ترکیب روغن‌ها) |
|---|---|---|---|---|---|
| ۱۴:۰C | ۱/۴۱±۰/۰۶$^{d}$ | ۰/۷۹±۰/۰۴$^{bc}$ | ۰/۶۶±۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۷۷±۰/۱$^{b}$ | ۰/۸۳±۰/۰۲$^{c}$ |
| -۵n۱۴:۱C | ۰/۱۸±۰/۰۹$^{c}$ | ۰/۱±/۰۵$^{b}$ | ۰/۰۷±۰/۰۳$^{ab}$ | ۰/۱±۰/۰۴$^{b}$ | ۰/۰۵±۰/۰۱$^{a}$ |
| ۱۶:۰C | ۱۶/۵۷±۰/۳۸$^{d}$ | ۱۶/۱۸±۰/۸۹$^{c}$ | ۱۲/۹۸±۰/۲۸$^{a}$ | ۱۴/۳۲±۰/۵۳$^{b}$ | ۱۴/۵۱±۰/۱۳$^{b}$ |
| -۷n۱۶:۱C | ۳/۸۲±۰/۰۸$^{c}$ | ۲/۹۶±۰/۰۵$^{b}$ | ۲/۵۵±۰/۲۱$^{a}$ | ۲/۵۵±۰/۲۷$^{a}$ | ۲/۹۲±۰/۲۲$^{b}$ |
| ۱۸:۰C | ۴/۷۲±۰/۰۸$^{b}$ | ۴/۳±۰/۱۷$^{a}$ | ۴/۶۹±۰/۱۴$^{b}$ | ۴/۶۱±۰/۱۸$^{b}$ | ۴/۳۸±۰/۲۳$^{a}$ |
| - ۹n۱۸:۱C | ۳۴/۳۲±۰/۵$^{c}$ | ۳۸/۶۱±۱/۵$^{d}$ | ۳۰/۳±۰/۴۷$^{a}$ | ۳۲/۰۶±۲/۰۶$^{b}$ | ۳۳/۶۴±۰/۰۶$^{c}$ |
| cis - ۶n۱۸:۲C | ۱۷/۰۱±۰/۲۹$^{a}$ | ۲۳/۱۲±۱/۹۹$^{c}$ | ۲۰/۷۵±۰/۳۹$^{b}$ | ۲۹/۰۰±۰/۴۹$^{e}$ | ۲۴/۰۱±۰/۴۷$^{d}$ |
| - ۳n۱۸:۳C | ۲/۲۷±۰/۰۹$^{b}$ | ۱/۶۶±۰/۲۱$^{a}$ | ۱۵/۴۳±۰/۲۹$^{e}$ | ۳/۵۴±۱/۰۵$^{c}$ | ۵/۴۷±۰/۱$^{d}$ |
| ۲۰:۰C | ۰/۷۶±۰/۰۵$^{c}$ | ۰/۴۸±۰/۰۶$^{b}$ | ۰/۳۱±۰/۲۲$^{a}$ | ۰/۷۵±۰/۲۳$^{c}$ | ۰/۹۷±۰/۱۵$^{d}$ |
| - ۶n ۳ :۱۸C | ۰/۹۶±۰/۰۶$^{a}$ | ۰/۸۷±۰/۴۴$^{a}$ | ۱/۸۱±۰/۷۱$^{b}$ | ۰/۶۴±۰/۳۲$^{a}$ | ۰/۹۴±۰/۱۱$^{a}$ |
| - ۳n۱۸:۴C | ۰/۹۴±۰/۰۲$^{b}$ | ۱/۲±۰/۰۳$^{c}$ | ۰/۷۲±۰/۰۵$^{a}$ | ۰/۸۸±۰/۲۶$^{b}$ | ۱/۱۷±۰/۰۹$^{c}$ |
| ۲۲:۰C | ۰/۴۸±۰/۱۸$^{a}$ | ۰/۵۷±۰/۴۹$^{a}$ | ۰/۷۱±۰/۰۳$^{ab}$ | ۰/۸۸±۰/۵۶$^{b}$ | ۰/۹۱±۰/۰۴$^{b}$ |
| - ۶ n۲۰:۳C | ۰/۷۸±۰/۱$^{b}$ | ۱/۲۴±۰/۰۵$^{c}$ | ۰/۵۵±۰/۱$^{a}$ | ۱/۰۷±۰/۱$^{c}$ | ۰/۷۷±۰/۰۶$^{b}$ |
| - ۳ n ۲۰:۳C | ۰/۴۱±۰/۳۱$^{ab}$ | ۰/۸۶±۰/۵۵$^{c}$ | ۰/۶۵±۰/۱۶$^{bc}$ | ۰/۸۳±۰/۴۶$^{c}$ | ۰/۲۷±۰/۱$^{a}$ |
| - ۶ n ۲۰:۴C | ۰/۲۹±۰/۱۳$^{ab}$ | ۰/۴۸±۰/۴۴$^{bc}$ | ۰/۵۴±۰/۲۸$^{c}$ | ۰/۸۷±۰/۴۱$^{d}$ | ۰/۲۴±۰/۱۱$^{a}$ |
| - ۳ n۲۰:۵C | ۱/۵۱±۰/۰۹$^{bc}$ | ۰/۶۷±۰/۱۳$^{a}$ | ۱/۳۴±۰/۳۸$^{b}$ | ۱/۸۴±۰/۷۵$^{c}$ | ۱/۳۹±۱/۰۱$^{bc}$ |
| - ۶ n۲۲:۵C | ۰/۱±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۱۵±۰/۰۶$^{c}$ | ۰/۰۷±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۱۲±۰/۰۲$^{b}$ | ۰/۱±۰/۰۱$^{b}$ |
| - ۳ n ۲۲:۵C | ۰/۴۷±۰/۰۸$^{c}$ | ۰/۶۱±۰/۱۲$^{d}$ | ۰/۲۴±۰/۰۳$^{a}$ | ۰/۴۲±۰/۰۴$^{b}$ | ۰/۲۸±۰/۰۶$^{a}$ |
| - ۳ n ۲۲:۶C | ۱۰/۱۰±۰/۲۳$^{d}$ | ۲/۸۱±۰/۲۶$^{a}$ | ۳/۳۹±۰/۴۰$^{b}$ | ۲/۹۴±۰/۲۸$^{a}$ | ۴/۲۷±۰/۳۶$^{c}$ |
| Saturation ( ∑SFA) | ۲۳/۹۶±۰/۳۲$^{d}$ | ۲۲/۳۴±۱/۱۱$^{c}$ | ۱۹/۳۶±۰/۲۴$^{a}$ | ۲۱/۳۴±۰/۷۱$^{b}$ | ۲۱/۶۲±۰/۰۹$^{b}$ |
| MUFA∑ | ۳۸/۳۴±۰/۴۹$^{d}$ | ۴۱/۶۸±۱/۵۰$^{e}$ | ۳۲/۹۴±۰/۶۵$^{a}$ | ۳۴/۷۳±۱/۸۸$^{b}$ | ۳۶/۶۲±۰/۱۸$^{c}$ |
| PUFA∑ | ۳۴/۸۸±۰/۷۵$^{b}$ | ۳۳/۷۲±۲/۴۳$^{a}$ | ۴۵/۵۴±۰/۹۰$^{e}$ | ۴۲/۱۹±۲/۱۹$^{d}$ | ۳۸/۹۵±۰/۳۵$^{c}$ |
| n-3PUFA∑ | ۱۷/۰۵±۲/۱۶$^{d}$ | ۷/۸۴±۰/۶۱$^{a}$ | ۲۱/۸±۰/۰۸$^{e}$ | ۱۰/۴۶±۱/۷۲$^{b}$ | ۱۲/۸۸±۰/۶۷$^{c}$ |
| n-6PUFA∑ | ۱۹/۱۵±۰/۴۸$^{a}$ | ۲۵/۸۸±۱/۹۴$^{c}$ | ۲۳/۷۴±۰/۸۲$^{b}$ | ۳۱/۷۲±۰/۷۶$^{d}$ | ۲۶/۰۷±۰/۳۴$^{c}$ |
| n-3/n-6 | ۰/۸۹±۰/۱۱$^{c}$ | ۰/۳±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۹۱±۰/۰۲$^{c}$ | ۰/۳۲±۰/۰۵$^{a}$ | ۰/۴۹±۰/۰۳$^{b}$ |
| DHA/EPA | ۶/۶۶±۰/۳$^{c}$ | ۴/۲۸±۰/۶۱$^{b}$ | ۲/۷۶±۰/۹۴$^{a}$ | ۱/۸۹±۰/۷۷$^{a}$ | ۴/۷۱±۲/۴۵$^{b}$ |
| FAME | ۹۷/۲±۰/۷۳$^{a}$ | ۹۷/۷۵±۰/۲۷$^{b}$ | ۹۷/۸۵±۰/۱۴$^{b}$ | ۹۸/۲۷±۰/۳$^{c}$ | ۹۷/۲۱±۰/۴$^{a}$ |
| DHA+EPA/C16 | ۰/۵۷±۰/۰۲$^{d}$ | ۰/۱۸±۰/۰۲$^{a}$ | ۰/۳±۰/۰۲$^{bc}$ | ۰/۲۸±۰/۰۳$^{b}$ | ۰/۳۲±۰/۰۴$^{c}$ |
| IA | ۰/۳۶±۰/۰۱$^{d}$ | ۰/۳۱±۰/۰۲$^{c}$ | ۰/۲۶±۰/۰۱$^{a}$ | ۰/۲۹±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۲۹±۰/۰۰$^{b}$ |
| IT | ۰/۲۸±۰/۰۱$^{b}$ | ۰/۳۷±۰/۰۳$^{d}$ | ۰/۱۹±۰/۰۰۵$^{a}$ | ۰/۳۰±۰/۰۲$^{c}$ | ۰/۲۸±۰/۰۰۶$^{b}$ |

در هر سطر میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند (p>۰/۰۵).

**جدول ۳: مقادیر کلسترول تام، تری گلیسرید و گلوکز سرم ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان بعد از ۱۵ هفته پرورش**

| تیمار / پارامتر | ۱ (روغن ماهی) | ۲ (روغن سبوس‌برنج) | ۳ (روغن بزرک) | ۴ (روغن سویا) | ۵ (ترکیب روغن‌ها) |
|---|---|---|---|---|---|
| کلسترول (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | ۲۹۷/۳۳±۱۳۵/۰۷$^{a}$ | ۲۳۱/۶۶±۵۹/۲۵$^{a}$ | ۲۱۵/۰۰±۶۲/۵۵$^{a}$ | ۲۴۰/۶۶±۴۱/۲۶$^{a}$ | ۲۲۷/۰۰±۳۲/۵$^{a}$ |
| تری گلیسرید (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | ۲۵۳/۳۳±۶۴/۵۳$^{a}$ | ۲۲۸/۳۳±۵۴/۹۳$^{a}$ | ۱۸۱/۰۰±۱۱۲/۴۶$^{a}$ | ۱۹۶/۳۳±۵۵/۷۷$^{a}$ | ۱۹۰/۰۰±۴۱/۶۱$^{a}$ |
| گلوکز (میلی‌گرم در دسی‌لیتر) | ۹۲/۰۰±۱۶/۳۷$^{ab}$ | ۱۳۱/۰۰±۱۲/۲۹$^{b}$ | ۱۱۴/۰۰±۳۸/۱۱$^{ab}$ | ۷۳/۳۳±۲۱/۵۷$^{a}$ | ۷۸/۶۶±۱۲/۶۶$^{a}$ |

در هر سطر میانگین‌هایی که دارای یک حرف مشترک می‌باشند فاقد اختلاف معنی‌دار آماری می‌باشند (p>۰/۰۵).

## بحث

برخی از مهره‌داران (اما نه همه آن‌ها) توانایی تبدیل اسیدهای چرب غیراشباع با چند پیوند دوگانه ۱۸ کربنه به c۲۰ و c۲۲ را دارند (Cook، ۱۹۹۶). نتایج افزایش میزان EPA و DHA در لاشه ماهیان نسبت به جیره‌های غذایی در مطالعه حاضر نشان می‌دهند که ماهی‌های قزل‌آلای پرورشی قادر به طویل و غیراشباع‌سازی اسیدلینولئیک (۶-۱۸:۲n، LA) به اسید اراشیدونیک (۶-۲۰:۴n، ARA) و هم‌چنین اسیدلینولنیک (۳-۲۰:۳n، LNA) به ایکوزاپنتانوئیک اسید (۳-۲۰:۵n، EPA) و بعد به دکوزاهگزانوئیک اسید (۳-۲۲:۶n، DHA) هستند، زیرا میزان اسیدلینولئیک (۶-۱۸:۲n، LA)، اسیدلینولنیک (۳-۲۰:۳n، LNA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (۳-۲۰:۵n، EPA) در لاشه ماهی‌ها کم‌تر از میزان این اسیدهای چرب در غذا بوده، این درحالی است که عکس الگوی فوق در مورد میزان اسید اراشیدونیک (۶-۲۰:۴n، ARA) و دکوزاهگزانوئیک اسید (۳-۲۲:۶n، DHA) صادق است. تغذیه از جیره‌های غذایی غنی از ۶-۱۸:۲n (مانند جیره غذایی حاوی روغن سویا) به غلظت‌های نسبتاً بالای ۶-۲۰:۴n در بافت و تغذیه ماهی از جیره‌های غذایی غنی از ۳-۱۸:۳n (مانند جیره غذایی حاوی روغن بزرک) به سطوح بالای بافت از ۳-۲۰:۵n و ۳-۲۲:۶n منتج می‌شود، بنابراین توانایی ماهیان قزل‌آلای پرورشی برای غیراشباع‌سازی و کشیدگی ۶-۱۸:۲n و ۳-۱۸:۳n یکی از دلایلی است که می‌توانند چربی‌های متفاوت را تا یک حد مناسب مصرف کنند (Richard و همکاران، ۲۰۰۶). از سوی دیگر، تغذیه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان از جیره غذایی غنی از ۶-۱۸:۲n (روغن‌های سویا و سبوس برنج) به سطوح نسبتاً بالای اسیدهای چرب ۶-۲۰:۴n منتج می‌شود، که در این مورد Sener و همکاران (۲۰۰۵) به به‌گزینی و ضرورت ۶-۲۰:۴n دراین ماهی اشاره نموده‌اند.

Cabalero و همکاران (۲۰۰۲) طی مطالعات خود برروی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان به این نتیجه رسیدند که کبد ماهی‌های تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن‌های ماهی آنچووی و سویا نیز افزایش مقادیر اسیدهای چرب ۶-۲۰:۴n و ۳-۲۲:۶n را به‌عنوان نتایج حاصل از فعال‌سازی آنزیم‌های اشباع‌زدا نشان دادند. Bell و همکاران (۲۰۰۲)، طی مطالعه خود بر روی اثرات جایگزین روغن نخل خرما به‌جای روغن ماهی در جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) بعد از ۳۰ هفته گزاش کردند فعالیت غیراشباع و طویل‌سازی اسیدچرب ۳-۱۸:۳n در کبد به‌طور فزاینده با افزودن روغن خرما افزایش یافت، به‌طوری‌که تنها ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن خرما به‌طور معنی‌دار با سایر تیمارها متفاوت بودند، هرچند که این فعالیت در ماهی‌های تغذیه شده با جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن خرما چند ۱۰ برابر بیش‌تر از ماهی‌های تغذیه شده با جیره غذایی حاوی۱۰۰٪روغن ماهی بود. با توجه به این‌که اسیدچرب ۶-۲۰:۴n محصول اصلی متابولیزم ۳-۱۸:۳n به ۳-۲۲:۶n خصوصاً در ماهی‌های با جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن نخل تحریک شده بود. نتایج حاصل از این تحقیق، توانایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان برای تبدیل اسید چرب ۳-۱۸:۳nبه اسید چرب۳-۲۲:۶n را حتی زمانی‌که سطوح اسیدچرب ۶-۱۸:۲n جیره غذایی بالا باشد، نشان داد که مشخص می‌کند هیچ ممانعتی تحت شرایط آزمایشی اتفاق نمی‌افتد. با توجه به نتایج به‌دست آمده، سطوح ۳-۲۰:۵n در بافت کم‌تر و سطوح ۳-۲۲:۶n در بافت بیش‌تر از درصد جیره‌های مربوطه بود.

تاثیر جیره‌های غذایی بر ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان پرورشی نشان‌دهنده تاثیرگذاری منابع چربی جیره‌های غذایی بر محتوی چربی بافت ماهیان دارند و نتایج مشابهی از مطالعات مختلف پس از جایگزینی روغن‌های گیاهی به‌دست آمده است (Thanuthong و همکاران، ۲۰۱۱؛ Cabalero و همکاران، ۲۰۰۲؛ Sargent و همکاران، ۲۰۰۲؛ Greene و Selivonchick، ۱۹۹۰). این مطالعات نشان داده‌اند که جیره‌های غذایی سرشار از اسیدهای چرب ۶-۱۸:۲n و ۹-۱۸:۱n منجر به انباشتگی این اسیدهای چرب در کبد و بافت ماهیان خواهد شد. در این مطالعه نیز جیره‌های غذایی ترکیب اسیدهای چرب منابع چربی اضافه شده را منعکس کردند، به‌طوری‌که جیره غذایی حاوی روغن‌ماهی بیش‌ترین مقدار از DHA، EPA و SFA و کم‌ترین مقدار از n-۶PUFA به‌ویژه ۶-۱۸:۲n را به‌خود اختصاص داده، درحالی‌که عکس قضیه فوق در جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های گیاهی صادق است. نکته قابل توجه میزان زیاد ۳-۱۸:۳n در جیره حاوی روغن بزرک می‌باشد که اختلاف فاحشی را با سایر تیمارها نشان داده است. با توجه به مقادیر بالای اسیدلینولنیک (۵۰ تا ۶۰٪) موجود در روغن بزرک این روغن به‌عنوان یکی از مهم‌ترین روغن‌های گیاهی غیراشباع مطرح می‌باشد (Gunstone، ۲۰۱۰).

به‌طورکلی اسیدهای چرب اشباع شده (SFA) در ارتباط منفی و کل اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA) به خصوص اسیداولئیک (۹-۱۸:۱n) در ارتباط مثبت با غلظت روغن‌های گیاهی جیره‌های غذایی بودند. در این رابطه نتایج

مشابهی بر روی ماهی سیم دریایی قرمز (Huang و همکاران، ۲۰۰۷) و ماهی آزاد چینوک (Grant و همکاران، ۲۰۰۸؛ Huang و همکاران، ۲۰۰۸) گزارش شده است. میزان SFA در جیره‌های غذایی حاوی روغن ماهی شامل جیره اول (۳۰/۹۶) و جیره پنجم (۲۶/۹۳) در مقایسه با جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های گیاهی شامل روغن سبوس برنج (۲۵/۳۴)، روغن بزرک (۲۲/۳۷) و روغن سویا (۲۲/۳۵) بیش‌تر بوده است. در تشابه با مطالعه حاضر، Green و Selivonchick (۱۹۹۰) در مطالعه خود بر روی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز میزان بیش‌تر SFA در جیره غذایی حاوی روغن ماهی (۲۷/۳۳) در مقایسه با جیره‌های غذایی حاوی روغن سویا (۲۰/۹۲) و روغن بزرک (۱۸/۶۵) را گزارش داده اند. روغن سبوس برنج حاوی میزان زیادی اسید چرب اولئیک (۱۸:۱n-۹) می‌باشد، بنابراین لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی واجد این نوع روغن بیش‌ترین میزان این نوع اسید چرب را دارند. لازم به ذکر است که تغییر در میزان اسیداولئیک (۱۸:۱n-۹) بیش‌ترین تأثیر را بر روی میزان کل اسیدهای چرب تک غیراشباعی (MUFA) در لاشه بچه‌ماهیان پرورشی داشت.

در مورد اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری n-۳ (n-۳ PUFA) شامل ایکوزاپنتانوئیک اسید (۲۰:۵n-۳، EPA) و دکوزاهگزانوئیک اسید (۲۲:۶n-۳) نیز ترکیب لاشه انعکاسی از ترکیب این اسیدهای چرب در جیره بود. باتوجه به بررسی‌های Subhadra و همکاران (۲۰۰۶)، غلظت‌های پایین n-۳ در ماهیچه ماهیان باس دهان گشاد (*Micropterus salmoides*) انعکاسی از جیره‌های غذایی حاوی غلظت‌های پایین این اسیدهای چرب (جیره غذایی حاوی روغن کانولا و جیره‌های غذایی حاوی روغن طیور می‌باشد). در مطالعه Green و Selivonchick (۱۹۹۰) میزان n-۳ را حدود ۱۴٪ به‌دست آورده‌اند، با این‌حال میزان n-۳ را در جیره غذایی حاوی روغن بزرک و بافت ماهیان تغذیه شده با این جیره به‌ترتیب ۳۴/۱۳ و ۳۰/۲۹ به‌دست آورده‌اند. نتایج مطالعه حاضر بیان‌گر افزایش میزان اسیدهای چرب n-۳ در بافت ماهیان تغذیه شده با جیره‌های غذایی اول، دوم و چهارم می‌باشد و در ماهیان تیمارهای سوم و پنجم کاهش پیدا کرده است. Green و Selivonchick (۱۹۹۰) در مطالعه خود به این نتیجه رسیدند که میزان n-۳ در بافت ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی بالاترین میزان n-۳ کاهش یافته و علت آن‌را به صرف سوخت و ساز، ذخیره آن نسبت داده است.

در بین روغن‌های آزمایش شده، روغن‌های گیاهی بیش‌ترین میزان از اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-۶ (PUFA n-۶) به‌ویژه اسیدلینولئیک (۱۸:۲n-۶) را داشته و به همین ترتیب میزان این نوع از اسیدهای چرب در لاشه ماهیان تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن‌های گیاهی مخلوط به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از تیمار غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی می‌باشد ($p<0/05$). عکس قضیه فوق در مورد جیره غذایی حاوی ۱۰۰٪ روغن ماهی صادق است. با توجه به گزارشات Turchini و همکاران (۲۰۰۷) این بدیهی است که جیره‌های غذایی حاوی مقادیر بالاتر n-۶ سطوح PUFA n-۶ را در ماهیچه لای ماهی آب شیرین افزایش می‌دهند. Izquierdo و همکاران (۲۰۰۵) طی مطالعات خود دریافتند که اسید لینولئیک فیله‌های ماهی سیم سر طلایی (*Sparus aurata*) طی دوره اول پرورش با روغن سویا افزایش می‌یابد.

نسبت n-۳/n-۶ از ۰/۳۰ در بافت ماهیان تغذیه شده با روغن سبوس برنج تا ۰/۹۱ در بافت ماهیان تغذیه شده با روغن بزرک متغییر بود. با افزایش سطح روغن‌های گیاهی سویا و سبوس برنج در جیره غذایی، نسبت n-۳/n-۶ در لاشه ماهی‌ها به‌طور معنی‌دار کاهش پیدا کرد ($p<0/05$). برندسن و همکاران (۲۰۰۳) طی مطالعات خود دریافتند که با افزودن هر سطحی از روغن آفتابگردان به جای روغن ماهی به جیره غذایی ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar* L.)، نسبت n-۳/n-۶ به‌علت افزایش مقدار اسیدچرب ۱۸:۲n-۶ کاهش می‌یابد. مطالعه دیگر برروی ماهی سوربیم نشان داده که امکان اصلاح نسبت n-۳/n-۶ به‌وسیله منابع چربی مختلف شامل روغن حیوانات خشکی‌زی و روغن‌های گیاهی وجود دارد (Martino و همکاران، ۲۰۰۲).

شاخص‌های آتروژنز و ترومبوژنز برهم‌کنش‌های میان اسیدهای چرب مختلف را مدنظر قرار می‌دهند و امکان بررسی منسجم چربی را بر سلامت سیستم قلبی- عروقی انسان فراهم می‌سازد (Ulbricht و Southgate، ۱۹۹۱). مقادیر بالای آتروژنز و ترومبوژنز (بالای ۱/۰) برای سلامتی انسان زیان‌آور می‌باشد (Bobe و همکاران، ۲۰۰۴). در میان اسیدهای چرب اشباع، اسیدپالمیتیک بیش‌ترین تأثیر را در بروز آتروژنز دارد. اسیدهای چرب امگا-۳ بیش‌ترین نقش ممانعت‌کنندگی را در بروز ترومبوز دارند. مقادیر آتروژنز و ترومبوژنز در تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری را با هم نشان دادند، با این وجود از ۰/۳۷ تجاوز ننمودند. بنابراین، به‌نظر می‌رسد که اختلاف در اثرات سلامت بخشی لاشه‌های ماهیان تغذیه شده با روغن‌های گیاهی استفاده

شده در این مطالعه ناچیز باشد. با این‌حال مقادیر کم‌تر شاخص‌های آتروژنز و ترومبوژنز در گروه تغذیه شده با روغن بزرک را می‌توان به‌میزان امگا- ۳ بالا و هم‌چنین کم‌تر بودن میزان اسیدپالمیتیک در این جیره نسبت داد. Turchini و همکاران (۲۰۰۳) در ماهی قزل‌آلای قهوه‌ای تغذیه شده با روغن ماهی، روغن کانولا و روغن طیور نتایج مشابهی به‌دست آوردند. هم‌چنین Subhadra و همکاران (۲۰۰۶) نیز در باس دهان بزرگ پس از استفاده از جیره‌های غذایی حاوی منابع گیاهی و جانوری مختلف از جمله کانولا، طیور و ماهی نتایج مشابهی به‌دست آوردند و میزان شاخص‌های آتروژنز و ترومبوژنز از ۰/۶۸ تجاوز ننمود.

در پژوهش حاضر روغن‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در میزان کلسترول تام نشان ندادند و به‌نظر می‌رسد اختلاف در میزان کلسترول تام خیلی ناچیز باشد تا بتواند نشان‌دهنده اثر افزاینده کلسترول (hypocholesterolaemic effect) توسط روغن‌های گیاهی باشد. با این‌حال با توجه به مقادیر کلسترول در تیمارهای مختلف و ارتباط آن با شاخص‌های مختلف ترکیب اسیدهای چرب، به‌نظر می‌رسد SFA و اسیدهای چرب امگا- ۳ بیش‌ترین تاثیر را بر کلسترول سرم دارند. از سوی دیگر، مطالعات مختلف نشان داده‌اند که کلسترول تام با مصرف SFA افزایش می‌یابد و با دریافت PUFA کاهش می‌یابد (Knezevic و همکاران، ۲۰۰۰ ؛ Friedewald و همکاران، ۱۹۷۲) و بر این اساس می‌توان دلیل بالابودن میزان کلسترول در ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی توجیه نمود. Richard و همکاران (۲۰۰۶) نیز مشاهده کردند که میزان کلسترول تام بعد از جایگزینی روغن ماهی با ترکیب روغن‌های گیاهی (شامل روغن کلزا، روغن پالم، روغن بزرک) تغییر معنی داری در ماهیان نداشت.

در این مطالعه میزان تری‌گلیسرید در ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی نسبت به سایر جیره‌ها بیش‌تر از سایر گروه‌ها بود، با این‌حال همانند کلسترول اختلاف معنی‌داری میان تیمارهای آزمایشی مشاهده نشد. همان‌طورکه جدول ۳ نشان می‌دهد در مورد تری‌گلیسرید نیز میزان بالای SFA در ماهیان تغذیه شده با روغن ماهی شاید بتواند بیان‌گر میزان بالاتر تری‌گلیسرید در این ماهیان باشد. در مطالعه محمدی‌شیرازی و همکاران (۱۳۸۹) نیز نتایج مشابهی یافت شده است. در مطالعه این محققین، رژیم استاندارد در مقایسه با دو رژیم غذایی دیگر از بالاترین نسبت اسیدهای چرب غیراشباع به اشباع برخوردار بود. کاهش ایجاد شده در تری‌گلیسرید حیوانات تغذیه شده با رژیم استاندارد به‌علت درصد بالای اسیدهای چرب غیراشباع و یا وجود اسیدهای چرب امگا- ۳ کوتاه زنجیر در روغن سویا بود. به‌طورکلی با جایگزین کردن روغن ماهی با روغن‌های گیاهی سبوس برنج و سویا در جیره غذایی، میزان کل اسیدهای چرب اشباع شده (SFA)، اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری n-۳ (n-۳ PUFA) شامل EPA و DHA و نسبت n-۳/n-۶ در لاشه ماهیان پرورشی کاهش و میزان اسیداولئیک (۱۸:۱n-۹)، کل اسیدهای چرب تک غیراشباعی(MUFA)، اسیدلینولئیک، اسید لینولنیک، اسیدآراشیدونیک، اسیدهای چرب چند غیراشباعی سری n-۶ (n-۶ PUFA) و میزان کل اسیدهای چرب چند غیراشباعی (PUFA) در لاشه ماهیان پرورشی افزایش یافت.

در همه جانوران از جمله ماهی، ترکیب اسیدهای چرب در چربی بافت متأثر از جیره غذایی آن‌ها می‌باشد (Robin و همکاران، ۲۰۰۳؛ Mc Kckenzie و همکاران، ۲۰۰۱). در این تحقیق نیز ترکیب اسیدهای چرب لاشه ماهیان تحت آزمایش، ترکیب اسیدهای چرب جیره‌های غذایی را به‌میزان نسبتاً زیادی منعکس نمود. با این وجود، می‌توان ساختار اسیدهای چرب لاشه ماهی‌ها را به‌وسیله انتخاب مناسب منابع چربی استفاده شده در جیره غذایی آن‌ها اصلاح نمود. Mc Kckenzie (۲۰۰۱) اذعان نمود که روغن‌های طبیعی از نظر ترکیب اسیدهای چرب‌شان باهم متفاوت هستند، بنابراین امکان تغییر ترکیب اسیدهای چرب موجود در چربی‌های بافت ماهی‌های پرورشی به‌وسیله تغذیه‌شان با جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های دریایی (روغن ماهی) یا روغن‌های گیاهی خاص امکان‌پذیر می‌باشد. علاوه بر این براساس شاخص‌های IA و IT، جیره‌های دارای میزان کم اسیدهای چرب غیراشباع سری n-۳ نیز هنوز دارای خواص مفید برای سلامتی انسان هستند. در پژوهش حاضر روغن‌های مختلف اختلاف معنی‌داری را در میزان کلسترول تام و تری‌گلیسرید نشان ندادند و به‌نظر می‌رسد اختلاف در میزان کلسترول تام خیلی ناچیز باشد تا بتواند نشان‌دهنده اثر افزاینده کلسترول توسط روغن‌های گیاهی باشد.

## منابع

۱. **محمدی‌شیرازی، م.؛ اعظم‌طالبان، ف.؛ ثابت‌کساییف، م.؛ ابدی، ع.ر. و وفا، م.ر.، ۱۳۸۹.** مقایسه اثر سه رژیم غذایی دارای روغن ماهی، دارای الگوی چربی مصرفی ایرانی و رژیم استاندارد بر چربی‌های سرم در موش صحرایی. مجله تخصصی اپیدمیولوژی ایران. دوره ۶، شماره ۲، صفحات ۳۹ تا ۴۷.

۲. **صادقی، ع.؛ ایروانی، ح. و چمنی، م.، ۱۳۹۱.** اثر دوره زمانی مصرف روغن ماهی درجیره غذایی بر پروفیل اسیدهای چرب لاشه جوجه‌های گوشتی. مجله پژوهش و سازندگی. شماره ۱۰۱، صفحات ۴۶ تا ۵۱.

3. **Bell, G.J.; Henderson, R.J.; Tocker, D.R.; Ghee, F.M.; 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*) Affect Muscle Fatty Acid Composition and Hepatic Fatty Acid Metabolism. J. Nutr. Vol. 132, pp: 222-230.
4. **Bobe, G.; Zimmerman, S.; Hammond, E.G.; Freeman, G.; Lindberg, G.L. and Beitz, D.C., 2004**. Texture of butters made from milks differing in indices of atherogenicity. Iowa State University Animal Industry Report. 1902 p.
5. **Caballero, M.J.; Obach, A.; Rosenlund, G.; Montero, D.; Gisvold, M. and Izquierdo, M.S., 2002.** Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Aquaculture. Vol. 214, No. 1-4, pp: 253-271.
6. **Cook, H.W., 1996.** In Biochemistry of Lipids, Lipoproteins and Membranes (D. E. Vance and J. E. Vance, eds). Elsevier, Amsterdam. 129 p.
7. **Desvilettes, C.; Bourdier, G. and Breton, J.C., 1994.** Lipid class and fatty-acid composition of planktivorous larval pike *Esox lucius* living in a natural pond. Aquatic Living Resources. Vol. 7, pp: 67-77.
8. **Din, J.N.; Newby, D.E. and Flapan, A.D., 2004.** Omega 3 fatty acids and cardiovascular disease fishing for a natural treatment. British Medical Journal, Vol. 328, No. 7430, pp: 30-35.
9. **Endres, S.; De Caterina, R.; Schmidt, E.B. and Kristensen, D., 1995.** N-3 polyunsaturated fatty acids: update. Eur J Clin Invest. Vol. 25, pp: 629-638.
10. **Friedewald, W.T.; Levy, R.I. and Fredrickson, D.S., 1972.** Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. Clin Chem. Vol. 18, pp: 499-502.
11. **Grant, A.A.M.; Baker, D.; Higgs, D.A.; Brauner, C.J.; Richards, J.G.; Balfry, S.K. and Schulte, P.M., 2008.** Effects of dietary canola oil level on growth, fatty acid composition and osmoregulatory ability of juvenile fall Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). Aquaculture. Vol. 277, No. 3-4, pp: 303-312.
12. **Greene, D.H.S. and Selivonchick, D.P., 1990**. Effects of dietary vegetable, animal and marine lipids on muscle lipid and hematology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. Vol. 89, pp: 165-182.
13. **Gunstone, F.D., 2010.** The World's Oils and Fats. In: Fish Oil Replacement and Alternative Lipid Sources in Aquaculture Feeds, (Turchini, Giovanni M., Ng, Wing-Keong and Tocher, Douglas Redford ed.) CRC Press. 307 p.
14. **Harris, W.S., 1989.** Fish oils and plasma lipid and lipoprotein metabolism in humans: a critical review. J Lipid Res. Vol. 30, pp: 785-807.
15. **Huang, S.S.Y.; Fu, C.H.L.; Higgs, D.A.; Balfry, S.K.; Schulte, P.M. and Brauner, C.J. 2008.** Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring Chinook salmon parr, *Oncorhynchus tshawytscha*. Aquaculture. Vol. 274, pp: 109-117.
16. **Huang, S.S.Y.; Oo, A.N.; Higgs, D.A.; Brauner, C.J. and Satoh, S., 2007.** Effects of dietary canola oil level on the growth performance and fatty acid composition of juvenile red sea bream, *Pagrus major*. Aquaculture. Vol. 271, pp: 420-431.
17. **Iwata, T.; Hoshi, S.; Takehisa, F.; tsutsumi, K.; Furukawa, Y. and Kimura, S., 1992.** The effect of dietary safflower phospholipids and soybean phospholipids on plasma and liver lipids in rats fed a hypercholesterolemic diet. J Nutr Sci Vitaminol. Vol. 38, pp: 471-479.
18. **Izquierdo, M.S.; Montero, D.; Robaina, L.; Caballero, M.J.; Rosenlund, G. and Ginés, R., 2005.** Alterations in fillet fatty acid profile and flesh quality in gilthead seabream (*Sparus aurata*) fed vegetable oils for a long term period. Recovery of fatty acid profiles by fish oil feeding. Aquaculture. Vol. 250, No. 1-2, pp: 431-444.
19. **Kaushik, S.J., 2004.** Fish oil replacement in aquafeeds. Aqua Feeds: Formulation and Beyond. Vol. 1, pp: 3-6.
20. **Knezevic, V.; Mujovic, V.M. and Milosevic, A., 2000.** Effect of vitamin E on erythrocyte enzymes and total antioxidant status in diabetic patients with ischemic heart disease. Srp Arh Celok Lek. Vol. 12, pp: 241-246.
21. **Kris-Etherton, P.M.; Hecker, K.D.; Bonanome, A.; Coval, S. M.; Binkoski, A.E,. Hilpert, K.F., 2002.** Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. American Journal of Medicine. Vol. 113, No. 9, pp: 71-88.
22. **Kristensen, S.D.; Bach Iversen, A.M. and Schmidt, E.B., 2001.** N-3 polyunsaturated fatty acids and coronary thrombosis. Lipids. 36 p.
23. **Lukiw, W.J. and Bazan, N.G., 2008.** Docosahexaenoic acid and the aging brain. Journal of Nutrition. Vol. 138, pp: 2510-2514.
24. **Martino, R.C.; Cyrino, J.E.P.; Portz, L. and Trugo, L.C., 2002.** Performance and fatty acid composition of surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*) fed diets with animal and plant lipids. Aquaculture. Vol. 209, pp: 233-246.
25. **McKenzie, D.J., 2001.** Effects of dietary fatty acids on the respiratory and cardiovascular physiology of fish. Comp. Biochem. Physiol. Vol. 128, pp: 607-621.
26. **Mori, T.A.; Beilin, L.J.; Burke, V.; Morris, J. and Ritchie, J., 1997.** Interactions between dietary fat, fish, and fish oils and their effects on platelet function in men at risk of cardiovascular disease. Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology. Vol. 17, No. 2, pp: 279-286.
27. **Morris, M.C.; Evans, D.A.; Tangney, C.C.; Bienias, J.L. and Wilson, R.S., 2005.** Fish Consumption and cognitive decline with Age in a Large Community study. Archieves of Neurology. Vol. 62, pp: 1-5.
28. **Nasopoulou, C.; Nomikos, T.; Demopoulos, C.A. and Zabetakis, I., 2007.** Comparison of antiatherogenic properties of lipids obtained from

29. **Nasopoulou, C.; Stamatakis, G.; Demopoulos, C.A. and Zabetakis, I., 2011.** Effects of olive pomace and olive pomace oil on growth performance, fatty acid composition and cardio protective properties of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) and sea bass (*Dicentrarchus labrax*). Food Chemistry. Vol. 129, No. 3, pp: 1108-1113.
30. **Nemets, H.; Nemets, B.; Apter, A.; Bracha, Z. and Belmaker, R.H., 2006.** Omega-3 treatment of childhood depression: a Controlled, Double-Blind Pilot study. American Journal of Psychiatry. Vol. 163, pp: 1098-1100.
31. **Nomikos, T.; Karantonis, H.C.; Skarvelis, C.; Demopoulos, C.A. and Zabetakis, I., 2006.** Antiatherogenic properties of lipid fractions of raw and fried fish. Food Chemistry. Vol. 96, No. 1, pp: 29-35.
32. **Panayiotou, A.; Samartzis, D.; Nomikos, T.; Fragopoulou, E.; Karantonis, H.C. and Demopoulos, C.A., 2000.** Lipid fractions with aggregatory and antiaggregatory activity toward platelets in fresh and fried cod (*Gadus morhua*); correlation with platelet-activating factor and atherogenesis. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 48, No. 12, pp: 6372-6379.
33. **Rementzis, J.; Antonopoulou, S. and Demopoulos, C.A., 1997.** Identification and study of gangliosides from *Scomber scombrus* muscle. Journal of Agricultural and Food Chemistry. Vol. 45, No. 3, 611-615.
34. **Rennie, K.L.; Hughes, J.; Lang, R. and Jebb, S. A. 2003.** Nutritional management of rheumatoid arthritis: a review of the evidence. Journal of Human Nutrition and Dietetics. Vol. 16, pp: 97-109.
35. **Richard, N.; Kaushik, S.; Larroquet, L. and Panserat, S., 2006.** Replacing dietary fish oil by vegetable oils has little effects on lipogenesis, lipid transport and tissue lipid uptake in rainbow. 293 p.
36. **Robin, J.H.; Regost, C.; Arzel, J. and Kaushik, S.J., 2003.** Fatty acid profile of fish following a change in dietary fatty acid source: model of fatty acid composition with a dilution hypothesis. Aquaculture. Vol. 225, pp: 283-293.
37. **Sargent, J.R.; Tocher, D.R. and Bell, J.G., 2002.** The Lipids. In: Halver, J.E., Hardy, R.W. Eds., Fish Nutrition, 3rd ed., Academic Press. pp: 182-246.
38. **Sener, E.; Yildiz, M. and Savas, E., 2005.** Effects of Dietary Lipids on Growth and Fatty Acid Composition in Russian Sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) Juveniles. Turk. J. Vet. Anim. Sci. Vol. 29, pp: 1101-1107.
39. **Simopoulos, A.P., 1997.** Omega-3 fatty acids in the prevention-management of cardiovascular disease. Can J Physiol Pharmacol. Vol. 75, pp: 234-239.
40. **Subhadra, B.R.; Lochmann, R.S. and Chen, R., 2006.** Effect of dietary lipid source on the growth, tissue composition, and hematological parameters of largemouth bass *Micropterus salmoides*. Aquaculture. Vol. 255, pp: 210-222.
41. **Tacon, A.G.J., 2005.** Salmon aquaculture dialogue: status of information on salmon aquaculture feed and the environment. International Aqua Feed. Vol. 8, pp: 22-37.
42. **Thanuthong, T.; Francis, D.S.; Senadheera, S.D.; Jones, P.L. and Turchini, G.M., 2011.** Fish oil replacement in rainbow trout diets and total dietary PUFA content: II) Effects on fatty acid metabolism and in vivo fatty acid bioconversion. Aquaculture. Vol. 322-323, pp: 99-108.
43. **Turchini, G.M.; Mentasti, T.; Frøyland, L.; Orban, E.; Caprino, F.; Moretti, V.M. and Valfré, F., 2003.** Effects of alternative dietary lipid sources on performance, tissue chemical composition, mitochondrial fatty acid oxidation capabilities and sensory characteristics in brown trout (*Salmo trutta* L.). Aquaculture. Vol. 225, pp: 251-267.
44. **Turchini, G.M.; Moretti, V.M.; Mentasti, T.; Orban, E. and Valfrè, F., 2007.** Effects of dietary lipid source on fillet chemical composition, flavour volatile compounds and sensory characteristics in the freshwater fish tench (*Tinca tinca* L.). Food Chemistry. Vol. 102, pp: 1144-1155.
45. **Ulbricht, T. L.V. and Southgate, D.A.T., 1991.** Coronary heart disease: Seven dietary factors. Lancet. Vol. 338, pp: 985-992.
46. **Von Shacky, C., 1992.** Cardiovascular effects of n–3 fatty acids. In: Frolich JC, Von Schacky C, eds. Fish, fish oil and human health. New York: Scholium International Inc. pp: 167-178.
47. **Webster, C.D. and Lim, C.E., 2002.** Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI publishing. 418 p.
48. **Yamada, M.; Wong, F.L.; Kodama, K.; Sasaki, H.; Shimaoka, K. and Yamakido, M., 1997.** Longitudinal trends in total serum cholesterol levels in a Japanese cohort. 1958-1986. J Clin Epidemiol. Vol. 50, pp: 425-534.