

## اثرات جایگزینی روغن ماهی جیره با روغن‌های گیاهی بر شاخصه‌های رشد و بازماندگی بچه ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*)

میترا جمشید پوده، ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی\*، حسین اورجی و خسرو جانی خلیلی

ساری، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی، دانشکده علوم دامی و شیلات، گروه شیلات

تاریخ پذیرش: ۹۳/۹/۱

تاریخ دریافت: ۹۲/۴/۱۷

### چکیده

اثرات جایگزینی روغن ماهی جیره با روغن‌های گیاهی سویا و کانولا بر شاخصه‌های رشدی و بازماندگی بچه ماهیان سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) با تغذیه تعداد ۱۲۶۰ قطعه بچه ماهی (میانگین وزنی ۰/۶۲ گرم و طولی ۴/۲ میلی‌متر) از شش جیره شامل ۱۰۰ درصد روغن ماهی (شاهد)، ۱۰۰ درصد روغن کانولا، ۱۰۰ درصد روغن سویا، مخلوط ۵۰:۵۰ درصدی روغن ماهی-کانولا، مخلوط ۵۰:۵۰ درصدی روغن سویا-کانولا به مدت ۸ هفته بررسی شد. نتایج نشان داد که میانگین وزن نهایی در بچه ماهیان تغذیه شده با روغن‌های انفرادی کانولا (۱/۷۴ گرم) و سویا (۱/۶۳ - گرم) بیشتر از سایر تیمارها (بین ۱/۵۳-۱/۳۸ گرم) بود ( $P < 0/05$ )، در حالیکه میانگین طول نهایی بدن اختلاف معنی‌داری در بین تیمارها نداشت ( $P > 0/05$ ). میانگین درصد افزایش وزن بدن بچه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا (۱۸۰ درصد) و سویا (۱۵۸ درصد) اختلافات معنی‌داری را با جیره‌های حاوی مخلوط منابع روغن (بین ۱۴۱-۱۲۲ درصد) نشان داد ( $P < 0/05$ ). کمترین فاکتور وضعیت در بچه ماهیان تغذیه شده با جیره مخلوط سویا-کانولا (۰/۷۸) بوده ولی این مقدار (بین ۱/۰۸-۰/۸۹) در سایر تیمارها معنی‌دار نبود ( $P > 0/05$ ). بچه ماهیان تغذیه شده با روغن‌های کانولا و سویا بهترین ضریب تبدیل غذایی (بترتیب ۲/۱۹ و ۲/۵) را داشتند ( $P < 0/05$ ). بالاترین سرعت رشد ویژه در جیره‌های حاوی روغن‌های کانولا و سویا (بترتیب ۱/۸۵ و ۱/۷۴) و همراه با اختلاف معنی‌دار در مقایسه با سایر جیره‌ها بود ( $P < 0/05$ ). میزان بازماندگی بچه ماهیان تحت تاثیر نوع منبع روغن قرار گرفت ( $P < 0/05$ )، بطوریکه بازماندگی بالاتری در جیره‌های حاوی روغن انفرادی (بین ۹۴-۸۷ درصد) در مقایسه با جیره‌های مخلوط منابع روغن (بین ۸۵-۶۹ درصد) دیده شد ( $P < 0/05$ ). با بررسی نتایج پیشنهاد می‌شود که بچه ماهیان سفید قابلیت استفاده و سازگاری در تغذیه جیره‌های دارای روغن‌های کانولا و سویا را داشته و جایگزینی کامل روغن ماهی توسط روغن‌های گیاهی مذکور اثرات منفی بر رشد و بازماندگی بچه ماهیان ندارد.

واژه‌های کلیدی: ماهی سفید، منابع روغن جیره، روغن‌های گیاهی، رشد، بازماندگی.

\* نویسنده مسئول، تلفن: ۰۹۱۱۲۵۸۵۰۸۱، پست الکترونیکی: a.esmaeili@sanru.ac.ir

### مقدمه

می‌رسد که بازسازی ذخایر آن از طریق تکثیر مصنوعی و پرورش لاروها تا اوزان مناسب برای رهاسازی به رودخانه‌ها می‌تواند یکی از راهکارهای موثر در احیای جمعیت آنها به شمار رود. نخستین بار تکثیر مصنوعی و پرورش انبوه بچه ماهیان سفید در استخرهای خاکی از سال ۱۳۶۱ در کشور آغاز گردید (۲). در این استخرها علاوه بر

ماهی سفید دریای خزر (*Rutilus kutum*) یکی از ماهیان با ارزش و منحصر به فرد دریای خزر بوده که بیش از ۵۴ درصد از کل صید ماهیان استخوانی را به خود اختصاص داده است (۱ و ۱۸). بسیاری از زیستگاه‌های مناسب جهت تولیدمثل طبیعی این ماهی به دلیل ساخت سدها، ورود آلودگی‌ها و دیگر دخالت‌های انسانی از بین رفته و بنظر

و پالمیتیک (۱۲-۷ درصد) بوده و روغن کانولا نیز سرشار از اسید چرب اولئیک (۶۸-۵۰ درصد) و تا حدی لینولئیک (۲۱-۱۲ درصد) می‌باشد (۱۹). با اینحال، مقادیر اسید لینولئیک در هر دو منبع گیاهی فوق‌الذکر در سطح نسبتاً قابل قبولی (۱۰-۴ درصد) قرار دارد (۲۲). بنابراین می‌توان دلایل منطقی در کاربرد این گونه منابع گیاهی در صنعت آبرزی‌پروری را داشت.

متأسفانه تا به امروز اطلاعات بسیار محدودی در زمینه نیازهای تغذیه‌ای لاروها و بچه ماهیان سفید دریای خزر وجود داشته و بهمین دلیل برای تغذیه آنها در مراکز تکثیر عمدتاً از غذاهای دستی و یا کارخانه‌ای که عمدتاً نیازهای دقیق لاروها در آن مشخص نشده استفاده می‌شود. این جیره‌های غذایی از یکطرف بدلیل عدم بالانس بودنشان سرعت رشد مناسب را در لاروها ایجاد نکرده و نتیجتاً بچه‌ماهیان در زمان مناسب به وزن رهاسازی نمی‌رسند. حتی این مسئله می‌تواند در رهاسازی بچه ماهیان به رودخانه‌ها باعث ایجاد مشکلات بعد از رهاسازی مانند عدم توانایی در سازگاریهای لازم برای تنظیم فشار اسمزی و کاهش مقاومت بچه ماهیان به انواع عفونتهای انگلی و باکتریایی بمنظور ورود به آب دریا گردد. لذا هدف اصلی مطالعه حاضر بررسی امکان جایگزینی کامل و یا جزئی روغن‌های گیاهی سویا و کانولا بجای روغن ماهی در جیره غذایی بچه ماهی سفید دریای خزر با تاکید بر عملکرد رشد و بازماندگی بچه ماهیان می‌باشد.

### مواد و روشها

این تحقیق در تابستان سال ۱۳۹۱ در دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری انجام گردید. تعداد ۱۲۶۰ قطعه بچه ماهی سفید با میانگین وزنی  $0.16 \pm 0.062$  گرم و طولی  $4.2 \pm 0.54$  میلی‌متر شمارش و به سه مخزن ۳۰۰ لیتری منتقل شدند. بچه ماهیان ابتدا به مدت دو هفته به شرایط آزمایشگاهی سازگار و سپس به مدت ۸ هفته با جیره‌های مختلف تهیه شده در این بررسی تغذیه شدند. در

غذاهای طبیعی قابل دسترس برای لاروها و بچه ماهیان، تغذیه با غذاهای کنسانتره برای تامین نیازهای تغذیه‌ای آنها در طول دوره پرورش نیز از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. از طرف دیگر، دسترسی به جیره غذایی فرموله باید به صورتی فراهم شود تا از یک طرف بچه ماهیان در یک مقطع زمانی بهینه رشد یافته و از طرف دیگر از سلامتی لازم جهت دستیابی به اوزان مناسب جهت رهاسازی در رودخانه‌ها برخوردار باشند (۱۱).

با افزایش جهانی تولیدات آبرزی‌پروری در سه دهه اخیر و بدنبال آن افزایش تقاضا برای پودر و روغن ماهی در جیره غذایی آبزیان، امروزه این منبع مهم پروتئینی با مشکلات زیادی در تهیه، قابلیت دسترسی، عمل‌آوری و نهایتاً افزایش شدید قیمت مواجه شده و لذا یافتن جایگزین و یا جایگزین‌های مناسب به یک موضوع کلیدی و مهم در این صنعت تبدیل شده است (۱۳ و ۱۴). در سال‌های اخیر میزان تولید جهانی روغن‌های حاصل از دانه‌های گیاهی مانند سویا و کانولا بطور پیوسته روند افزایشی داشته و این امر سبب شده که قیمت آنها نسبتاً ثابت و قابلیت دسترسی به آنها نیز آسان‌تر باشد (۲۲). همچنین، جایگزینی موفقیت‌آمیز روغن ماهی با منابع گیاهی علاوه بر کاهش وابستگی کامل به روغن ماهی می‌تواند سبب کاهش احتمالی هزینه‌های مرتبط با تامین جیره‌های غذایی در صنعت آبرزی-پروری گردد. روغن‌های گیاهی غنی از اسیدهای چرب چند غیراشباعی ۱۸ کربنه ( Polyunsaturated fatty acidC18 PUFA; و عاری از اسیدهای چرب به شدت غیراشباع n-3 HUFA; Highly unsaturated ) (fatty acids) بعنوان منابع شاخصی برای جایگزینی (کامل و یا مکمل) بجای روغن ماهی در تغذیه آزاد ماهیان، ماهیان آب شیرین و دریایی و حتی انواع میگوها و سخت‌پوستان بشمار می‌روند (۷، ۸). اکثر روغن‌های گیاهی دارای مقادیر قابل توجهی از اسیدهای چرب گروه n-6 و n-9 می‌باشند. بعنوان مثال، روغن سویا دارای مقادیر بالایی از اسیدهای چرب لینولئیک (۵۸-۴۸ درصد)، اولئیک (۳۰-۱۹ درصد)

تیمار حاوی مخلوط روغن‌های ماهی-کانولا: تغذیه بچه ماهیان با جیره مخلوط ۵۰:۵۰ درصدی از روغن‌های ماهی-کانولا

این مطالعه، شش جیره غذایی (هر کدام در سه تکرار و هر تکرار با ۲۱۰ قطعه بچه ماهی) به صورت زیر استفاده گردید (جدول ۱):

تیمار حاوی مخلوط روغن‌های ماهی- سویا: تغذیه بچه ماهیان با جیره مخلوط ۵۰:۵۰ درصدی از روغن‌های ماهی-سویا

تیمار حاوی روغن ماهی: تغذیه بچه ماهیان با جیره حاوی ۱۰۰ درصد روغن ماهی

تیمار حاوی مخلوط روغن‌های کانولا-سویا: تغذیه بچه ماهیان با جیره مخلوط ۵۰:۵۰ درصدی از روغن‌های کانولا-سویا

تیمار حاوی روغن کانولا: تغذیه بچه ماهیان با جیره حاوی ۱۰۰ درصد روغن کانولا

تیمار حاوی روغن سویا: تغذیه بچه ماهیان با جیره حاوی ۱۰۰ درصد روغن سویا

جدول ۱- ترکیبات و مقادیر (بر حسب درصد) مواد اولیه تشکیل دهنده خوراک در جیره‌های آزمایشی بچه ماهیان سفید دریای خزر

| نوع جیره<br>محتویات جیره | تیمار حاوی<br>روغن ماهی | تیمار حاوی<br>روغن کانولا | تیمار حاوی<br>روغن سویا | تیمار حاوی<br>روغن ماهی-<br>کانولا | تیمار حاوی<br>روغن ماهی-<br>سویا | تیمار حاوی<br>روغن کانولا-<br>سویا |
|--------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| پودر ماهی                | ۳۰                      | ۳۰                        | ۳۰                      | ۳۰                                 | ۳۰                               | ۳۰                                 |
| آرد سویا                 | ۴۰                      | ۴۰                        | ۴۰                      | ۴۰                                 | ۴۰                               | ۴۰                                 |
| آرد گندم                 | ۱۶                      | ۱۶                        | ۱۶                      | ۱۶                                 | ۱۶                               | ۱۶                                 |
| روغن ماهی                | ۱۰                      | -                         | -                       | ۵                                  | ۵                                | -                                  |
| روغن سویا                | -                       | -                         | ۱۰                      | -                                  | ۵                                | ۵                                  |
| روغن کانولا              | -                       | ۱۰                        | -                       | ۵                                  | -                                | ۵                                  |
| مخلوط مواد معدنی         | ۲                       | ۲                         | ۲                       | ۲                                  | ۲                                | ۲                                  |
| مخلوط ویتامینی           | ۲                       | ۲                         | ۲                       | ۲                                  | ۲                                | ۲                                  |

با توجه به وزن ماهی (۱۰ درصد از وزن کل توده ماهیان) بصورت روزانه محاسبه و در ۳ نوبت (در ساعات ۸، ۱۳ و ۱۸) در اختیار آنها قرار گرفت.

در طول دوره آزمایش، برخی از پارامترهای فیزیوشیمیایی آب شامل درجه حرارت (توسط دماسنج) و میزان اکسیژن محلول (توسط اکسیژن متر) بصورت روزانه و همچنین میزان آمونیاک کل (توسط کیت سنجش آمونیاک) و pH (توسط pH متر مدل Sartorius, PB-11) بصورت هفتگی اندازه‌گیری شدند. روزانه انتهای تانکها در دو نوبت (صبح و عصر) بمنظور حذف مدفوع ماهیان و غذاهای خورده نشده سیفون گشته و بهمراه آن ماهیان مرده (در صورت

بعد از توزین و مخلوط کردن مواد خام اولیه در جیره، روغنهای مذکور با آن مخلوط و بتدریج روی سطح غذا پخش شدند. سپس مخلوط حاصل به کمک چرخ‌گوشت (ساخت شرکت پارس خزر) بصورت رشته‌هایی با قطر ۲ میلی‌متر درآمده و در داخل آون (در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد بمدت ۱۲ ساعت) کاملاً خشک شدند. در پایان، بسته‌های غذایی شماره‌گذاری و در پلاستیک بسته‌بندی شده و تا زمان مصرف در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد نگهداری و همزمان با تغذیه بچه ماهیان مقدار مورد نیاز بصورت روزانه از فریزر خارج و در دمای ۴ درجه سانتی-گراد قرار گرفتند. مقدار غذای لازم برای تغذیه بچه ماهیان

میانگین وزن نهایی بدن در بچه‌ماهیان سفید تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن کانولا ( $1/74 \pm 1/07$  گرم) و سویا ( $1/63 \pm 0/09$  گرم) به طور معنی‌داری بیشتر از سایر تیمارها بوده ( $P < 0/05$ )، و بچه ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط روغن های سویا-کانولا کمترین مقادیر وزنی ( $1/38 \pm 0/1$  گرم) را نشان دادند (جدول ۲). روند نسبتاً مشابهی نیز در افزایش وزن بدن و میانگین درصد افزایش وزن بدن بچه ماهیان دیده شد، به طوری که میانگین درصد افزایش وزن بچه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن کانولا (۱۸۰ درصد) و سویا (۱۵۸ درصد) روند بالاتری را در مقایسه با جیره‌های حاوی مخلوط منابع روغن (بین ۱۴۱-۲۲ درصد) داشت ( $P < 0/05$ ). میانگین طول نهایی بچه ماهیان سفید در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نشان نداد ( $P > 0/05$ )، با اینحال در مقایسه بین تیمارها، بیشترین میانگین طول نهایی بدن بترتیب در سه جیره حاوی روغن کانولا، سویا و مخلوط روغنهای سویا-کانولا مشاهده گردید (جدول ۲). فاکتور وضعیت در تیمارهای مختلف تغذیه‌ای دارای اختلاف معنی‌دار و در محدوده‌ای بین  $0/78-1/08$  متفاوت بود ( $P < 0/05$ ). بهترین مقادیر FCR به ترتیب در بچه ماهیان تغذیه شده با جیره های انفرادی حاوی روغن کانولا ( $2/19$ ) و سویا ( $2/50$ ) دیده شد ( $P < 0/05$ )، ولی این مقادیر در گروههای مختلف تغذیه‌ای همراه با اختلاف معنی‌دار و در محدوده‌ای بین  $2/94-2/19$  متفاوت بودند. در عین حال، بچه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی مخلوط منابع روغن هیچگونه اختلاف معنی‌داری در مقادیر FCR از خود نشان نداد و بالاترین مقادیر ( $2/94-2/8$ ) را بخود اختصاص دادند ( $P > 0/05$ ). بچه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن انفرادی کانولا و سویا دارای مقادیر SGR (بترتیب  $1/85$  و  $1/74$ ) بیشتری در مقایسه با سایر تیمارها بوده ( $P < 0/05$ )، با اینحال، مقادیر آن در جیره‌های حاوی مخلوط منابع روغن (بین  $1/57-1/43$ ) بمراتب کمتر از

وجود) جداسازی شده و داده‌های آنها ثبت گردید. در پایان دوره پرورش، زیست‌سنجی شاخصه‌هایی شامل رشد (میانگین طول و وزن)، میانگین درصد افزایش وزن بدن، فاکتور وضعیت، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه (SGR; specific growth rate) و میزان بازماندگی بچه ماهیان بر اساس روابط زیر محاسبه شدند:

$$(CF) = W_t \times L_t^{-3} \times 100$$

افزایش / مقدار غذای خورده شده = (FCR) ضریب تبدیل غذایی وزن بدن

$$(SGR \%) = [( \ln W_t - \ln W_i ) / T] \times 100$$

$$100 \times [(W_t - W_i) / W_i] = \text{میانگین درصد افزایش وزن بدن}$$

(تعداد ماهی سالم باقی مانده)  $\times 100$  = میزان بازماندگی (درصد)  
(تعداد ماهی سالم اولیه)

در این فرمول‌ها،  $W_i$  میانگین وزن اولیه بچه ماهیان،  $W_t$  میانگین وزن نهایی بچه ماهیان،  $L_t$  میانگین طول نهایی بچه ماهیان و  $T$  طول دوره پرورش می باشند.

**تجزیه و تحلیل آماری:** بعد از نرمال‌سازی داده‌ها، تجزیه و تحلیل آماری با استفاده از روش آنالیز واریانس یک‌طرفه در قالب طرح کاملاً تصادفی و با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۷ انجام شد. داده‌ها به صورت میانگین  $\pm$  اشتباه از معیار ارائه شدند. مقایسه میانگین‌ها به کمک آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد انجام گرفت.

## نتایج

بررسی پارامترهای فیزیکی‌شیمیایی آب در طول دوره پرورش بچه ماهیان سفید در تیمارهای مطالعه حاضر روند نسبتاً ثابتی را برای هر یک از پارامترها نشان داد. بطوریکه میزان درجه حرارت آب در محدوده  $26 \pm 0/25-25/78$  درجه سانتیگراد، pH در حدود  $7/65 \pm 0/21$  و مقادیر اکسیژن محلول و آمونیاک کل به ترتیب در محدوده‌های  $8/29 \pm 0/9$  و  $0/4 \pm 0/25$  میلی‌گرم در لیتر متفاوت بودند.

درصد) در مقایسه با جیره‌های مخلوط منابع روغن (جدول ۲). بیشترین و کمترین مقادیر بازماندگی بترتیب در جیره حاوی روغن سویا و جیره مخلوط روغن سویا-کانولا دیده شد (جدول ۲).

تیمارهای حاوی روغن انفرادی و تیمار شاهد (۱/۶۲) بود (جدول ۲).

میزان بازماندگی بچه ماهیان تحت تاثیر نوع منبع روغن قرار گرفت ( $P < 0.05$ )، بطوریکه بازماندگی بمراتب بالاتری در جیره‌های حاوی روغن انفرادی (۸۷/۸۵-۹۴/۲۸)

جدول ۲- شاخصه‌های رشدی (طول و وزن)، افزایش وزن بدن، میانگین درصد افزایش وزن بدن، فاکتور وضعیت، ضریب تبدیل غذایی، سرعت رشد ویژه و میزان بازماندگی در بچه ماهیان سفید تغذیه شده با جیره‌های مختلف آزمایشی

| تیمارهای آزمایشی<br>شاخصه اندازه‌گیری شده | تیمار حاوی<br>روغن ماهی  | تیمار حاوی<br>روغن کانولا | تیمار حاوی<br>روغن سویا   | تیمار حاوی<br>روغن ماهی-<br>کانولا | تیمار حاوی<br>روغن سویا   | تیمار حاوی<br>روغن ماهی-<br>سویا |
|---|--------------------------|---------------------------|---------------------------|------------------------------------|---------------------------|----------------------------------|
| وزن اولیه (گرم)                           | ۰/۶۱±۰/۰۵ <sup>a</sup>   | ۰/۶۲±۰/۰۲ <sup>a</sup>    | ۰/۶۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>    | ۰/۶۳±۰/۰۴ <sup>a</sup>             | ۰/۶۳±۰/۰۳ <sup>a</sup>    | ۰/۶۲±۰/۰۴ <sup>a</sup>           |
| وزن نهایی (گرم)                           | ۱/۵۳±۰/۰۲ <sup>bc</sup>  | ۱/۷۴±۰/۰۷ <sup>a</sup>    | ۱/۶۳±۰/۰۹ <sup>ab</sup>   | ۱/۴۴±۰/۰۶ <sup>cd</sup>            | ۱/۴۵±۰/۰۹ <sup>cd</sup>   | ۱/۳۸±۰/۰۱ <sup>d</sup>           |
| افزایش وزن (گرم)                          | ۰/۹۱±۰/۰۳ <sup>abc</sup> | ۱/۰۶±۰/۰۱۵ <sup>a</sup>   | ۱/۰۲±۰/۰۹ <sup>ab</sup>   | ۰/۸۵±۰/۰۶ <sup>bc</sup>            | ۰/۸۱±۰/۰۱ <sup>c</sup>    | ۰/۷۶±۰/۰۱ <sup>c</sup>           |
| میانگین افزایش وزن بدن<br>(درصد)          | ۱۵۰/۸۲±۰/۲ <sup>bc</sup> | ۱۸۰/۶۴±۰/۱۲ <sup>a</sup>  | ۱۵۸/۷۳±۰/۳۱ <sup>ab</sup> | ۱۲۸/۵۷±۰/۰۸ <sup>cd</sup>          | ۱۴۱/۶۷±۰/۰۱ <sup>cd</sup> | ۱۲۲/۵۸±۰/۲۱ <sup>d</sup>         |
| طول اولیه (میلی متر)                      | ۴/۲۰±۰/۳۴ <sup>a</sup>   | ۴/۲۳±۰/۲۸ <sup>a</sup>    | ۴/۱۹±۰/۳۲ <sup>a</sup>    | ۴/۲۲±۰/۵۷ <sup>a</sup>             | ۴/۱۳±۰/۶۸ <sup>a</sup>    | ۴/۱۶±۰/۱۲ <sup>a</sup>           |
| طول نهایی (میلی متر)                      | ۵/۴۲±۰/۴۴ <sup>a</sup>   | ۵/۷۱±۰/۲۷ <sup>a</sup>    | ۵/۶۸±۰/۴۷ <sup>a</sup>    | ۵/۱۹±۰/۲۸ <sup>a</sup>             | ۵/۱۲±۰/۴۱ <sup>a</sup>    | ۵/۶۲±۰/۲۹ <sup>a</sup>           |
| CF  | ۰/۹۶±۰/۰۹ <sup>ab</sup>  | ۰/۹۳±۰/۳۴ <sup>ab</sup>   | ۰/۸۹±۰/۲۲ <sup>ab</sup>   | ۱/۰۳±۰/۱۸ <sup>a</sup>             | ۱/۰۸±۰/۰۹ <sup>a</sup>    | ۰/۷۸±۰/۴۳ <sup>b</sup>           |
| FCR                                       | ۲/۵۷±۰/۱۵ <sup>b</sup>   | ۲/۱۹±۰/۱۲ <sup>c</sup>    | ۲/۵۰±۰/۰۱ <sup>c</sup>    | ۲/۸۳±۰/۲۸ <sup>a</sup>             | ۲/۹۴±۰/۲۹ <sup>a</sup>    | ۲/۸۰±۰/۰۱ <sup>a</sup>           |
| SGR                                       | ۱/۶۲±۰/۰۵ <sup>bc</sup>  | ۱/۸۵±۰/۰۱ <sup>a</sup>    | ۱/۷۴±۰/۱۲ <sup>ab</sup>   | ۱/۵۷±۰/۰۸ <sup>bc</sup>            | ۱/۴۷±۰/۱۳ <sup>c</sup>    | ۱/۴۳±۰/۱۲ <sup>c</sup>           |
| میزان بازماندگی (درصد)                    | ۸۹/۹۹±۲/۴۷ <sup>ab</sup> | ۸۷/۸۵±۶/۴۳ <sup>ab</sup>  | ۹۴/۲۸±۶/۵۵ <sup>a</sup>   | ۷۳/۷۶±۱۷/۸۳ <sup>bc</sup>          | ۸۵/۶۹±۶/۲۷ <sup>abc</sup> | ۶۹/۵۲±۶/۴۴ <sup>c</sup>          |

\*حروف متفاوت در ردیف‌های افقی بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد ( $P < 0.05$ ).

## بحث

در شرایط محیطی نسبت داده شد (۴ و ۸). در مطالعه حاضر مشاهده شد که ماهی سفید دریای خزر می‌تواند رژیم‌های غذایی دارای روغن‌های گیاهی کانولا و سویا را پذیرفته و به آنها سازگار گردد. همچنین جایگزینی کامل روغن کانولا و سویا بجای روغن ماهی اثرات مطلوب‌تری را از نظر شاخصه‌های رشد و بازماندگی در مقایسه با جایگزینی ۵۰ درصدی بهمراه داشته است. با این حال در برخی از مطالعات عنوان شد که جایگزینی اکثر منابع روغن‌های گیاهی در غلظت‌های کمتر از ۱۰۰-۸۰ درصد اثرات منفی بر میزان و سرعت رشد و افزایش وزن گونه‌های مختلف آبزیان نداشته است (۲۲). چنین روندی در مطالعه حاضر در سطح جایگزینی ۵۰ درصدی از روغن ماهی با روغن-

در سال‌های اخیر، استفاده از منابع مختلف روغن‌های گیاهی شامل سویا، کانولا، بزرک، زیتون، خرما، آئوکادو و آفتابگردان در جیره غذایی گونه‌های زیادی از ماهیان و سخت‌پوستان بصورت جایگزینی کامل و یا مکمل بررسی گردید (۵ و ۱۵). اثرات این جایگزینی‌ها روی ۳۳ گونه مختلف از آبزیان نشان داد که فقط در ۹ گونه آبی اثرات منفی بر شاخصه‌های رشدی و بازماندگی ایجاد گردید (۲۲). مهم‌ترین دلایل چنین روندی به عواملی مانند نوع گونه، حساسیت‌های هر گونه به نوع منبع روغن، قابلیت تحمل در پذیرش نوع روغن بکار رفته، طول دوره آزمایش

این محققین بالاتر بودن نسبت  $n-6/n-3$  در تیمار تغذیه شده با روغن سویا را از عوامل موثر بر رشد ماهی عنوان کردند (۲۳).

به طور کلی استفاده از منابع روغن‌های گیاهی کانولا و سویا باعث افزایش نسبت  $n-6/n-3$  در جیره غذایی آبزیان می‌گردند (۱۶). از طرف دیگر، روغن کانولا دارای مقادیر بالایی از اسید چرب اولئیک بوده که سبب افزایش مقادیر کلی اسیدهای چرب تک غیراشباعی ( Monounsaturated fatty acids, MUFA) در جیره غذایی می‌شوند. مقدار کل MUFA در جیره‌های حاوی روغن کانولا می‌تواند در محدوده‌ای بین ۷۲-۵۵ درصد متفاوت باشد (۱۵ و ۱۶)، لذا تامین انرژی مورد نیاز برای انجام فعالیت‌های متابولیکی در آبزیان بعنوان مهم‌ترین نقش عملکردی ورود منابع MUFA در جیره غذایی آبزیان می‌باشد. این موضوع می‌تواند دلیل قانع کننده‌ای در زمینه افزایش وزن بدن و سرعت رشد ویژه بچه ماهی سفید تغذیه شده با روغن کانولا در مقایسه با تیمار شاهد و سایر گروه‌های تغذیه‌ای در این مطالعه باشد. همچنین، سرعت رشد ویژه در تیمار شاهد با تیمارهای مخلوط روغن اختلاف معنی‌داری نداشته ولی کمتر از تیمارهای انفرادی روغن کانولا و سویا بود. چنین روندی را احتمالاً می‌توان به کمتر بودن نسبت  $n-6/n-3$  در این جیره نسبت به تیمارهای انفرادی روغن کانولا و سویا نسبت داد. این موضوع نشان می‌دهد که ماهی سفید برای رشد بهینه خود احتمالاً به مقادیر  $n-6$  بالاتری (در مقایسه با  $n-3$ ) نیاز دارد. لذا برای تعیین دقیق نیازهای ماهی سفید دریای خزر به اسیدهای چرب گروه  $n-6$  و  $n-3$  نسبت و عملکرد آنها بایستی در آینده مطالعات کامل‌تری انجام گیرد. همچنین بایست مطالعات بیشتری در زمینه احتمال افزایش مقاومت به استرس شوری (۳) و یا عفونت‌های باکتریایی در بچه ماهیان تغذیه کرده از منابع روغن‌های گیاهی انجام گیرد تا در نهایت بتوان به یک تحلیل دقیق و منطقی‌تری از عملکرد همه جانبه منابع روغن‌های گیاهی در این گونه ارزشمند رسید.

های سویا و کانولا در ماهی سفید دریای خزر مشاهده نشد.

جایگزینی روغن ماهی توسط روغن‌های گیاهی در سایر مطالعات نتایج متفاوتی را در گروه‌های مختلف آبزیان و بسته به رژیم تغذیه‌ای آنها (علفخواری و یا گوشتخواری) نشان داد. مشابه با نتایج مطالعه حاضر، جایگزینی روغن‌های گیاهی سویا و آفتابگردان به جای روغن ماهی در جیره غذایی بچه ماهی کلمه دریای خزر (*Rutilus rutilus caspicus*) هیچگونه اثرات منفی بر شاخصه‌های رشد و سلامتی ماهی نشان نداد (۱۷). همچنین، امکان جایگزینی روغن ماهی با روغن‌های گیاهی سویا، خرما و بزرک در رژیم غذایی بچه ماهیان نوجوان ماهی پنگوسی (*Pangasius hypophthalmus*) وجود داشته و هیچگونه اثرات منفی بر عملکرد رشدی آنها دیده نشد، در عین حال بیشترین رشد در ماهیان تغذیه شده با روغن سویا مشاهده گردید (۶). این محققین عنوان کردند که ماهی پنگوسی بعنوان یک گونه گرمابی آب شیرین قابلیت استفاده کامل و سازگاری با رژیم‌های غذایی مبتنی بر روغن‌های گیاهی را داشته و در عین حال نیاز بالاتری به اسیدهای چرب گروه  $n-6$  (در مقایسه با گروه  $n-3$ ) دارد. در مطالعه حاضر نیز مقادیر رشد بالایی در بچه ماهیان سفید تغذیه شده با روغن سویا دیده شد که از این نظر با مطالعه فوق مطابقت دارد. روغن سویا به عنوان یک منبع مهم چربی در جیره غذایی ماهی تیلاپیا (*Oreochromis niloticus*) پیشنهاد گردید. به نظر می‌رسد که این ماهی بمانند سایر ماهیان گرم‌آبی برای رشد بهتر خود به منابع بیشتری از اسیدهای چرب گروه  $n-6$  نیاز دارد (۹). لذا نتایج مطالعه حاضر مبنی بر استفاده از روغن سویا و عدم اثرات منفی بر رشد و عملکرد سوخت و ساز بدن با نتایج مطالعات قبلی انجام شده مطابقت دارد. برخلاف نتایج مطالعه حاضر، در مار ماهی (*Monopterus albus*) عنوان شد که جیره حاوی روغن سویا تفاوت قابل توجهی از نظر افزایش وزن در مقایسه با جیره حاوی روغن ماهی ایجاد نکرده است (۲۳).

روغن ماهی با روغن‌های گیاهی در مقایسه با جیره‌های حاوی روغن‌های انفرادی گیاهی ایجاد گردید که از این نظر یافته‌های تحقیق حاضر در مورد ماهی سفید با آنها مطابقت دارد. این محققین عنوان کردند که گونه‌های مختلف آبزیان تمایل بالایی در انعکاس نوع منبع چربی موجود در جیره بر ساختار بافت‌های بدن خود دارند. به عنوان مثال با کاربرد روغن سویا در جیره، کلیه آبزیان می‌توانند اسیدهای چرب پالمیتیک، اولئیک و لینولئیک حاصل از غذا را در ساختار چربی بافت‌های خود ابقاء کرده و حتی برخی از گونه‌ها می‌توانند تبدیلات لازم در تولید اسیدهای چرب بلند زنجیره را نیز اعمال نمایند (۷).

بر اساس نتایج حاصل از مطالعه حاضر در بچه ماهی سفید دریای خزر می‌توان گفت که اولاً امکان استفاده از روغن‌های گیاهی کانولا و سویا بجای روغن ماهی در جیره غذایی این گونه وجود دارد. ثانیاً این جایگزینی سبب بهبود پارامترهای مختلف رشدی و تا حدی میزان بازماندگی بچه ماهیان گردید. ثالثاً جایگزینی کامل نسبت به جایگزینی ۵۰ درصدی نتایج بمراتب بهتری را در بچه ماهی سفید به همراه داشت. از آنجا که در بین روغن‌های مطالعه حاضر، روغن‌های کانولا و سویا نسبت به روغن ماهی ارزان‌تر و قابل دسترس‌تر می‌باشند، لذا هزینه تولید غذا و طول دوره پرورش می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش یابد. از طرف دیگر، بچه ماهیان تغذیه شده با جیره‌های حاوی روغن‌های گیاهی رشد سریع‌تری داشته و زودتر به اوزان قابل رهاسازی در رودخانه‌ها رسیده که این موضوع می‌تواند نقش مهمی در صرفه‌جویی هزینه‌های مرتبط با تولید هر قطعه بچه ماهی در مسئله بازسازی ذخایر این گونه ایفاء نماید. در جمع‌بندی نهایی و با توجه به نتایج این مطالعه از نظر کاربردی می‌توان جایگزینی کامل ابتدائاً روغن کانولا و در درجه بعدی روغن سویا را بجای روغن ماهی در جیره غذایی بچه ماهی سفید دریای خزر پیشنهاد نمود.

استفاده از منابع روغن گیاهی به جای روغن ماهی در بسیاری از ماهیان دریایی (دارای رژیم غذایی گوشتخواری) نیز روند نسبتاً مشابهی را با نتایج مطالعه حاضر در ماهی سفید دریای خزر نشان داد. به عنوان مثال، عدم اثرات منفی در رشد و بازماندگی ماهی با جایگزینی ۶۹ درصدی از روغن کلزا و کنجاله سویا به جای روغن ماهی در تغذیه ماهی سی بریم (*Sparus aurata*) (۱۰)، جایگزینی روغن سویا تا حد ۸۰-۷۰ درصد در ماهی درام قرمز (*Sciaenops ocellatus*) (۲۱)، جایگزینی ۶۰ درصدی با روغن‌های سویا، کانولا و برزک در ماهی سی‌پریم و سی‌باس (۱۴)، جایگزینی با روغن کانولا در سالمون چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) (۱۲)، جایگزینی تا سطح ۸۰-۹۰ درصدی توسط روغن گیاهی در قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (۸) و جایگزینی توسط روغن‌های کانولا، سویا و خرما در جیره غذایی هامور (*Cromileptes altivelis*) (۲۰) گزارش گردید. با توجه به ماهیت دریایی این گونه‌ها و نیاز مبرم آنها به منابع اسیدهای چرب ضروری گروه n-3 می‌توان عنوان کرد که روغن ماهی باقی مانده در پودر ماهی در رژیم‌های غذایی مبتنی بر روغن گیاهی احتمالاً توانسته تا بخش کمی از اسیدهای چرب ضروری را در طول دوره پرورش تامین نماید. در مطالعه حاضر نیز مقدار ۳۰ درصد از جیره غذایی بچه ماهیان سفید از طریق پودر ماهی تامین گشته و روغن ماهی باقیمانده در پودر ماهی در رژیم‌های غذایی حاوی روغن‌های گیاهی احتمالاً می‌تواند تا برخی از نیازهای اسیدهای چرب ضروری را در طول دوره تغذیه تامین نماید.

در مطالعه صورت گرفته در مورد استفاده ترکیبی از دو منبع روغن گیاهی بر رشد و بازماندگی ماهی سالمون آتلانتیک (*Salmo salar*) مشاهده شد که رژیم غذایی حاوی روغن‌های گیاهی برزک و کانولا رشد بیشتری را در مقایسه با روغن ماهی ایجاد نمودند (۷). در حالی که، میزان رشد به مراتب کمتری در جیره‌های مخلوط منابع

## تشکر و قدردانی

همکاری‌های لازم را در تهیه بچه ماهی برای انجام این تحقیق داشته‌اند صمیمانه تشکر و قدردانی می‌نماید.

بدین وسیله از مسئولین محترم و پرسنل زحمتکش مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی شهید رجایی ساری که

## منابع

۱. امینیان فتیده، ب.، حسین زاده صحافی، ه.، شعبانی، ع.، و یغمایی، ف.، ۱۳۸۷. بررسی خصوصیات تولیدمثلی ماهی سفید در دریای خزر. مجله پژوهش و سازندگی، شماره ۷۹، ص ۱۵۲-۱۴۴.
۲. رضوی صیاد، ب.، ۱۳۷۴. ماهی سفید. موسسه تحقیقات و آموزش شیلات ایران، تهران، ص ۱۶۵.
۳. عنایت غلام‌پور، ط.، ایمانپور، م.، ر.، حسینی، ع.، و شعبانپور، ب.، ۱۳۹۰. تأثیر سطوح مختلف شوری بر شاخص‌های رشد، میزان بازماندگی، غذاگیری و پارامترهای خونی در بچه ماهیان سفید (*aurata*): effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile: Recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures. *Aquaculture*, 289. PP: 317-326.
۱۱. Giri, S. S., Sahoo, S. K., Sahu, B. B., Sahu, A. K., Mohanty, S. N., Mukhopadhyay, P. K., and Ayyappan, S., 2002. Larval survival and growth in *Wallago attu* (*Bloch and Schneider*): effects of light, photoperiod and feeding regimes. *Aquaculture*, 213. PP: 151-161.
۱۲. Huang, S., Fu, C., Higgs, D., Balfry, S., Schulte, P., and Brauner, C., 2008. Effects of dietary canola oil level on growth performance, fatty acid composition and ionoregulatory development of spring chinook salmon parr (*Oncorhynchus tshawytscha*). *Aquaculture*, 274. PP: 109-117.
۱۳. Izquierdo, M., Socorro, J., Arantzamendi, L., and Hernandez-Cruz, C., 2000. Recent advances in lipid nutrition in fish larvae. *Fish Physiology and Biochemistry*, 22. PP: 97-107.
۱۴. Izquierdo, M., Obach, A., Arantzamendi, L., Montero, D., Robaina, L., and Rosenlund, G., 2003. Dietary lipid sources for seabream and seabass: growth performance, tissue composition and flesh quality. *Aquaculture Nutrition*, 9. PP: 397-407.
۱۵. Martino, R. C., Cyrino, J. E. P., Portz, L., and Trugo, L., C., 2002. Effect of dietary lipid level on nutritional performance of the surubim (*Pseudoplatystoma coruscans*). *Aquaculture*, 209. PP: 209-218.
۵. Alava, V. R., 1998. Effect of salinity, dietary lipid source and level on growth of milkfish (*Chanos chanos*) fry. *Aquaculture*, 167. PP: 229-236.
۶. Asdari, R., Altyu-Paiko, M., Hashim, R., and Rmahanran, S., 2011. Effects of different dietary lipid sources in the diet for *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) juvenile on growth performance, nutrient utilization, body indices and muscle and liver fatty acid composition. *Aquaculture Nutrition*, 171. PP:44-53.
۷. Bell, J. G., Tocher, D. R., Henderson, R. J., Dick, J. R., and Crampton, V. O., 2003. Altered fatty acid compositions in Atlantic salmon (*Salmo salar*) fed diets containing linseed and rapeseed oils can be partially restored by a subsequent fish oil finishing diet. *The Journal of Nutrition*, 133. PP: 2793-2801.
۸. Caballero, M., Obach, A., Rosenlund, G., Montero, D., Gisvold, M., and Izquierdo, M., 2002. Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 214. PP: 253-271.
۹. El-Sayed, A. F. M., Mansour, C. R., and Ezzat, A. A., 2005. Effects of dietary lipid source on spawning performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) broodstock reared at different water salinities. *Aquaculture*, 248. PP: 187-196.
۱۰. Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Hurtado, R., Grigorakis, K., Karacostas, I., and Nengas, I., 2009. Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus*



16. National Research Council (NRC), 1993. Nutrient requirements of fish. Washington, DC, National Academy Press, PP: 114.
17. Pouralimotlagh, S., Ahmadiyar, E., Zaraj Abad, A., and Akrami, R., 2010. Effect of different dietary lipid sources on growth performance, salinity tolerances, haematological and biochemical parameters of Caspian Roach (*Rutilus rutilus caspicus*) juvenile. Journal of Applied Aquaculture, 22. PP: 74-85 (in Persian).
18. Razavi Sayad, B. A., 1374. *Rutilus frisii kutum*. Institute and Iranian Fisheries Organisation, (in Persian), PP:165.
19. Sargent, J., Bell, G., McEvoy, L., Tocher, D., and Estevez, A., 1999. Recent developments in the essential fatty acid nutrition of fish. Aquaculture, 177. PP: 191-199.
20. Shapawi, R., Mustafa, S., and Ng, W. K., 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. PP: 315-323.
21. Tucker Jr, J. W., Lellis, W. A., Vermeer, G. K., Roberts Jr, D. E., and Woodward, P. N., 1997. The effects of experimental starter diets with different levels of soybean or menhaden oil on Red drum (*Sciaenops ocellatus*). Aquaculture, 149. PP: 323-339.
22. Turchini, G. M., Ng, W. K., and Tocher, D. R., 2011. Fish oil replacement and alternative lipid sources in aquaculture feeds. CRC Press, Taylor & Francis Group, USA, PP: 541.
23. Zhou, Q. B., Wu, H. D., Zhu, C., S., and Yan, X. H., 2011. Effects of dietary lipids on tissue fatty acids profile, growth and reproductive performance of female rice field eel (*Monopterus albus*). Fish Physiology and Biochemistry, 37. PP: 433-445.

## **Replacement of fish oil with vegetable oils based diets on growth and survival of the Caspian Kutum (*Rutilus kutum*) fingerlings**

**Jamshid Poodeh M., Esmaili Fereidouni A., Ouraji H. and Jani Khalili Kh.**

**Fisheries Dept., Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, I.R. of Iran**

### **Abstract**

Effects of replacement of fish oil with vegetable oils (soybean and canola) based diets were investigated on growth performance and survival of the Caspian kutum (*Rutilus kutum*) fingerlings. Fish (n=1260) (initial weight and length, 0.62 g and 4.2 mm, respectively) were distributed in six practical diets containing 100% fish oil based diet, 100% canola oil based diet, 100% soybean oil based diet and mixtures (50:50%) of these oils in 8-weeks feeding trial. Results showed that mean final weight of fish fed with canola (1.74 g) and soybean (1.63 g) oil diets were significantly higher compared to other treatments (1.38-1.53 g) ( $P<0.05$ ), but mean total length of fish was not significant between treatments ( $P>0.05$ ). Mean body weight gain increment in fish fed with canola (180%) and soybean (158%) oil diets was compatible with mixture oil diets (122-141%) ( $P<0.05$ ). The lowest condition factor was obtained in fish fed with mixture of soybean-canola oils diet (0.78) and this content was not statistically different between other treatments (0.89-1.08) ( $P>0.05$ ). Feed conversion ratio contents were better in fish fed with canola (2.19) and soybean (2.5) oil diets ( $P<0.05$ ). The highest specific growth rate was obtained in fish fed with canola (1.85) and soybean (1.74) oil diets ( $P<0.05$ ). Survival rates of fish fed with individual oil based diets (87-94%) were higher compared to other mixture treatments (69-85%) ( $P<0.05$ ). According to results, it is recommended that there is the possibility of total replacement of fish oil with vegetable oils without compromising effects on growth and survival of *R. kutum* fingerlings.

**Key words:** *Rutilus kutum*, oil dietary sources, vegetable oils, growth, survival.