تاثیر منابع چربی جیره‌های غذایی (روغن‌های کانولا و ذرت) بر فاکتورهای رشد، بازماندگی و ترکیب اسیدهای چرب کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*)

- **ذبیح‌اله پژند***: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **کورش حدادی‌مقدم**: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **فروزان چوبیان**: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **اسماعیل فرزانه**: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **اسماعیل حسین‌نیا**: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **علیرضا عاشوری**: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران
- **جواد صیادفر**: موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، رشت، ایران

تاریخ دریافت: مرداد ۱۳۹۷ تاریخ پذیرش: آبان ۱۳۹۷

چکیده

بررسی تاثیر ٤ جیره غذایی فرموله شده شامل جیره‌های حاوی روغن گیاهی کانولا، جیره حاوی روغن گیاهی ذرت، جیره حاوی مخلوط روغن گیاهی کانولا و ذرت و جیره بدون روغن و هر یک در سه تکرار جهت تغذیه کرم *N. diversicolor* به‌مدت ۲ ماه انجام شد. پس از اتمام دوره پرورش، شاخص‌های رشد در هر تیمار شامل افزایش زی‌توده کل، طول L3، ضریب رشد ویژه، افزایش وزن بدن و درصد بازماندگی اندازه‌گیری شد. نتایج نشان داد که اختلاف معنی‌داری در روند رشد کرم نرئیس تغذیه شده از جیره‌های حاوی روغن‌های مختلف با تیمار شاهد (کرم نرئیس تغذیه‌شده از جیره غذایی بدون روغن) مشاهده نگردید. این درحالی بود که میزان زی‌توده نهایی، افزایش میزان زی‌توده ودرصد افزایش وزن در کرم‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های کانولا و مخلوط کانولا و ذرت نسبت به سایر تیمارها بیش‌تر بود. تمامی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در جیره‌های غذایی به‌استثناء تیمار شاهد در بدن کرم نرئیس بیش‌تر از میزان آن‌ها در جیره غذایی بود. بیش‌ترین میزان EPA و نسبت ω-6/ω-3 در کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا بیش‌تر از جیره غذایی حاوی روغن کانولا بود. در مجموع تیمار ۱ شامل جیره غذایی حاوی روغن کانولا در افزایش میزان‌شاخص‌های رشد و اسیدهای چرب غیراشباع کرم نرئیس نسبت به تیمارهای دیگرمناسب تر بود.

کلمات کلیدی: *Nereis diversicolor*، رشد، بازماندگی، روغن کانولا و ذرت، اسیدهای چرب غیراشباع

* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: zpajand@gmail.com

مقدمه

پرتاران در تأمین غذا و حفظ بقای بسیاری از پرندگان آبزی که از جانوران کفزی موجود در رسوبات آب‌های کم عمق و منطقه بین جزر و مدی تغذیه می‌نمایند، نیز نقش دارند (Schottler، ۱۹۷۸). کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*) از شاخه کرم‌های حلقوی و ازجمله پرتارانی است که معمولاً در بسترهای نرم آب‌شور و کم عمق در نواحی معتدل شمالی یافت می‌شوند این گونه در حفرات U شکل در میان رسوبات سنگریزه‌ای، شنی و گلی زندگی نموده و دارای مقادیر زیادی از اسیدهای چرب غیراشباع می‌باشد (Nielsen و همکاران، ۱۹۹۵). این کرم یک گونه فعال می‌باشدو برای چندروز می‌تواند بدون اکسیژن زنده بماند (Schottler، ۱۹۷۸) و غذای مهمی برای انواع گونه‌های پرورشی مانند میگوهای دریایی باشند (Adarin و همکاران، ۲۰۰۹). این گونه مقاومت بالایی نسبت به تغییر در شرایط محیطی مانند دما، شوری و اکسیژن دارد. هم‌چنین نداشتن مرحله تروکوفور به‌صورت پلانکتونی (پلاژیک) فرایند پرورش را ارزان‌تر می‌کند (Peter و Olive، ۱۹۹۹). کرم نرئیس همه‌چیزخوار است و به‌راحتی از تغذیه موادغذایی رسوبی به تغذیه از مواد معلق در آب تغییر رفتار می‌دهد. هم‌چنین می‌تواند با استفاده از مواد دفعی سایر جانوران تغذیه نماید (Fidalgo و همکاران، ۲۰۰۳).افزایش محصولات آبزی‌پروری مانند گوشت و روغن ماهی افزایش منابع غذایی پروتئین، چربی، آمینواسید و ویتامین‌ها را به‌دنبال خواهد داشت (Koven و همکاران، ۲۰۰۱؛ Sargent و همکاران، ۱۹۹۹). تعدادی از تحقیقات و مطالعات نشان دادند که فقدان یک یا تعداد بیش‌تری اسیدچرب ضروری xd طی دوره پرورش ماهی و سخت‌پوستان، نتایج مهم در کاهش رشد این موجودات را درپی دارد. کرم‌های پرتار موجود در سیستم‌های آبزی پروری دارای مقادیر زیادی PUFAS می‌باشند. این کرم‌های پرتار مقادیر فراوانی از غذاهای طبیعی ماهیان دریایی و سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهند. بنابراین کرم‌های پرتار می‌توانند عامل مهمی برای انتقال اسیدهای چرب به ماهی و سخت‌پوستان در آبزی‌پروری باشند. اسیدهای چرب گروه ایکوزونائیدها که از اسید آراشیدونیک (ARA) استخراج می‌شوند به‌طور فیزیکی در ماهی فعال می‌باشد بنابراین ۲ مجموعه پروستاگلاندین کاربرد زیادی در تخم‌ریزی ماهیان دارند. آمارهای مبنی بر میانگین مواد خشک و مقدار اسید چرب کرم‌های نرئیس که تحت شرایط پرورشی هستند، نشان می‌دهد که در حدود ۴۹ کیلوگرم اسیدچرب به‌ازای هر هکتار از فضای پرورش می‌تواند از توده صید شده نرئیس به‌دست آید. اسیدهای چرب نرئیس پرورش یافته در سیستم‌های آبزی‌پروری مثل سیستم پرورشی مدار بسته نشان می‌دهد که کرم‌ها از مواد دفعی و غذاهای غیرمصرفی ماهی تغذیه می‌کنند (Palmer و همکاران، ۲۰۱۴؛ Adarian و همکاران، ۲۰۰۹). لارو ماهیان به‌دلیل سیستم گوارشی ابتدایی فاقد برخی آنزیم‌ها بوده و قادر به دریافت هر اندازه غذا و هر کیفیت غذایی نمی‌باشند. به‌همین دلیل لازم و ضروری است که نه تنها تولید غذاهای زنده بلکه راهکار تغذیه‌ای به بهترین شکل تکوین یابد (Merchie و همکاران، ۱۹۹۵). کرم نرئیس به‌عنوان غذای زنده در تغذیه ماهیان با ارزش شیلاتی نظیر تاسماهیان و آبزیانی نظیر میگو از اهمیت ویژه‌ای برخوردار می‌باشد (Adarian و همکاران، ۲۰۰۹). در طبیعت کرم‌های دریایی پرتار منبع مواد مغذی جهت لاروهای ماهیان بوده و اسیدهای چرب و دیگر مواد مغذی را که جهت رشد و بقاء لاروها نیاز می‌باشند را تامین خواهند نمود (Batista و همکاران، ۲۰۰۳). علاوه بر این به‌عنوان غذای زنده در تغذیه لاروهای ماهیان پرورشی (Olive، ۱۹۹۹؛ Gambi و همکاران، ۱۹۹۴؛ Dinis، ۱۹۸۶) نیز از اهمیت به‌سزایی برخوردار می‌باشند. این گونه نقش مهمی به‌عنوان ماده غذائی ماهیان و تحریک‌کننده بلوغ میگوها و تخم‌ریزی در مراکز تکثیر را بازی می‌کند (Olive، ۱۹۹۹؛ Gambi و همکاران، ۱۹۹۴؛ Dinis، ۱۹۸۶). هم‌چنین برای کاهش دادن اثرات زیست محیطی آب خروجی استخرهای پرورش می‌تواند گزینه خوبی باشد (Nielsen و همکاران، ۱۹۹۵؛ Riisgard، ۱۹۹۱؛ Bradshaw و همکاران، ۱۹۹۰). چربی‌ها بهترین منبع انرژی (تقریباً ۹/۴ کیلوکالری به‌ازای هر گرم) در مقایسه با کربوهیدرات‌ها (۴/۱ کیلوکالری به‌ازای هر گرم) و پروتئین‌ها (۵/۶ کیلوکالری به‌ازای هر گرم) محسوب می‌شوند (Webster و Lim، ۲۰۰۲). به جهت سهولت دسترسی به روغن‌های گیاهی، قیمت پایین‌تر و نیز پایداری بیش‌تر این روغن‌ها در مقایسه با روغن ماهی باعث شده که روغن‌های گیاهی جایگزین مناسبی به‌جای روغن ماهی در صنعت تولید خوراک آبزیان باشند. هم‌چنین بسیاری از روغن‌های گیاهی دارای پتانسیل بالقوه‌ای برای جبران و برآورده نمودن نیازهای تغذیه‌ای و متابولیک ماهیان هستند (Arsalan و همکاران، ۲۰۱۲). تعدادی از تحقیقات و مطالعات نشان دادند که فقدان یک یا تعداد بیش‌تری اسیدچرب ضروری طی دوره پرورش ماهی و سخت‌پوستان، نتایج مهم رشد این موجودات را درپی دارد کرم‌های پرتار موجود در سیستم‌های آبزی‌پروری دارای مقادیر زیادی PUFAs می‌باشند. این کرم‌های پرتار مقادیر فراوانی از غذاهای طبیعی ماهیان دریایی و سخت‌پوستان را تشکیل می‌دهند. بنابراین کرم‌های پرتار می‌توانند عامل مهمی برای انتقال اسیدهای چرب به ماهی و سخت‌پوستان در آبزی‌پروری باشند ترکیب نتایج موجود در مورد نیازهای اسیدچرب موجودات آبزی با نتایج آنالیز ترکیبات اسید چرب *N. diversicolor* نشان می‌دهد که رشد کرم‌ها در سیستم آبزی پروری منبع با ارزشی از اسیدهای چرب غذایی در آبزی‌پروری می‌باشد (Adarian و همکاران، ۲۰۰۹).باتوجه به اهمیت فارماکولوژیک اسیدهای چرب چندغیراشباعی Omega-3 به‌ویژه EPA و DHA،

شناسایی دیگر منابع قابل بهره‌برداری آن به‌جز ماهی و ارائه تکنیک‌های مدرن بهره‌برداری از ذخایر و نیز بررسی سایر روش‌های تولید این ترکیبات، قابل تامل و درخور توجه فراوان بوده و به‌ویژه شناخت فرمول ساختاری این ترکیبات و سنتز شیمیایی آن‌ها موضوع تحقیقاتی بسیار مهم و جدید است که توجه محققان ذیربط را می‌طلبد. با توجه به این‌که در شرایط ایران در حال حاضر کرم پرتار را از طبیعت جمع‌آوری نموده و در مزارع تکثیر آبزیان مورد استفاده قرار می‌دهند و این موضوع لطمه زیادی را به ذخایر طبیعی آن‌ها وارد خواهد ساخت به‌منظور جلوگیری از این امر باید زمینه تکثیر و پرورش این دسته از کرم‌ها صورت گیرد که اولین مرحله در این امر تشخیص بستر غذایی مناسب، ارزان به‌منظور کاهش هزینه پرورش‌دهندگان و کاهش قیمت تمام شده غذای کرم نرئیس می‌باشد. در این زمینه بررسی تاثیر جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های کانولا و ذرت از گروه امگا ۳ و امگا ۶ در پرورش کرم نرئیس و بررسی ترکیبات بیوشیمیایی بدن مورد بررسی قرار گرفت که در ایران کار چندانی بر روی آن انجام نشده است.

مواد و روش‌ها

آزمایش در ۴ تیمار و ۳ تکرار با جیره‌های حاوی مقادیر مختلف روغن‌های کانولا و ذرت ساخته شده در موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر با تراکم ۲۵۰۰ کرم در هر متر مربع انجام شد. بررسی‌ها در ۱۲ مخزن ۴۰ لیتری حاوی رسوب شنی گلی با مساحت ۲۰۰ سانتی‌متر مربع و عمق ۵ سانتی‌متر با استفاده از لاروهای به وزن ۰/۰۰۲±۰/۰۰۸ گرم و با طول ۱±۳ میلی‌متر و شوری آب ۷-۵ در هزار تحت شرایط محیطی یکسان در اردیبهشت ۱۳۹۶ صورت پذیرفت. حداقل و حداکثر دما، میزان اکسیژن محلول، pH و شوری آب به‌ترتیب ۲۲/۸-۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد، ۶/۸-۵/۵ میلی‌گرم در لیتر، ۷/۷-۱/۹۱ و ۶/۵-۷/۵ در هزار بود. در ابتدای آزمایش وزن و اندازه طولی L3 (سه بند شامل پریستومیوم، پروستومیوم و یک حلقه پاراپود بدن) اندازه‌گیری شد (Gillet و Torresani، ۲۰۰۳) و بعد از مدت ۲ ماه از زمان شروع آزمایش مجدداً وزن و طول کرم‌ها اندازه‌گیری شدند و رشد نسبی کرم‌ها از اختلاف وزن و طول ثانویه و اولیه مورد ارزیابی قرار گرفتند. درصد بازماندگی به‌وسیله شمارش دستی کرم‌های نرئیس باقی‌مانده از تعداد معرفی‌شده در مخازن به‌دست آمد. هم‌چنین مجموع وزن نهایی کرم‌های نرئیس پس از آبگیری روی کاغذ صافی اندازه‌گیری شد. در این تحقیق به‌منظور تاثیر روغن‌های گیاهی در جیره غذایی بر روند رشد و پروفیل اسیدهای چرب کرم نرئیس، ۴ جیره غذایی ایزوکالریک فرمول‌بندی شده حاوی ۱۱ درصد روغن با منابع چربی مختلف شامل ۲ روغن گیاهی کانولا و ذرت بودند. جهت ساخت جیره‌های غذایی بعد از توزین و مخلوط کردن مواد اولیه، روغن‌ها به‌تدریج بر روی سطح آن‌ها پخش شد. در مرحله بعد خمیر حاصل توسط یک چرخ گوشت صنعتی به‌صورت گرانول خارج و به‌مدت ۱۲ ساعت در داخل دستگاه خشک‌کن در دمای ۴۵ تا ۶۰ درجه سانتی‌گراد خشک شدند. بعد از خشک کردن جیره غذایی در فریزر ۲۰- درجه سانتی‌گراد و داخل کیسه‌های پلاستیکی دوجداره بسته‌بندی و کدگذاری و تا زمان مصرف در داخل ظرف پلاستیکی درب‌دار در دمای اتاق نگه‌داری شدند و درصد ترکیبات جیره آزمایشی اندازه‌گیری شد (جدول ۱).

جدول ۱: فرمولاسیون جیره‌های آزمایشی (٪)

جیره‌های غذایی	کانولا	ذرت	ذرت+کانولا	شاهد
	اجزای ترکیبی (٪)			
پودر ماهی	۵۰	۵۰	۵۰	۵۰
آرد گندم	۸	۸	۸	۱۸
کنجاله سویا	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
پودر گوشت	۱۰	۱۰	۱۰	۱۰
سبوس گندم	۵	۵	۵	۵
شیر خشک	۵	۵	۵	۵
نمک	۱	۱	۱	۲
	ترکیب روغن‌های اضافه شده (٪)			
روغن کانولا	۱۱	۰	۰	۰
روغن ذرت	۰	۱۱	۰	۰
مخلوط روغن کانولا و ذرت	۰	۰	۱۱	۰

جدول۲: آنالیز بیوشیمیایی جیره‌های غذایی در تیمارهای مختلف (درصد)

تیمارها	۱	۲	۳	۴
	کانولا	ذرت	کانولا+ ذرت	شاهد
پروتئین خام	۵۲/۶±۰/۲۸	۵۳/۱±۰/۶۱	۵۱/۹±۰/۶۷	۵۲/۲±۰/۱۹
چربی خام	۲۰/۳۵±۰/۴	۲۱/۵۴±۰/۸	۲۰/۶۹±۰/۰۰	۱۶/۴۷±۰/۰۰
خاکستر	۱۱/۸±۰/۶۴	۱۰/۹±۰/۵۷	۱۰/۸±۰/۶۲	۱۱/۶±۰/۲۴
رطوبت	۱/۶±۰/۳۶	۱/۹±۰/۴۲	۱/۶±۰/۲۸	۱/۶±۰/۳۱
انرژی (کیلوکالری بر کیلو گرم)	۵۳۰۰	۵۲۵۰	۵۳۰۰	۵۱۰۰

به‌منظور آنالیز ترکیب بیوشیمیایی و پروفیل اسیدهای چرب ۴ جیره غذایی و کرم نرئیس از هر تکرار میزان ۵۰ گرم برداشت شد و داخل یخچال تا زمان انتقال به آزمایشگاه نگه‌داری شد. پس از بسته‌بندی به آزمایشگاه آنالیز مواد غذایی ارسال گردید. برای تعیین درصد پروتئین، رطوبت، خاکستر و چربی از روش استاندارد استفاده شد (AOAC، ۱۹۹۰). ترکیب اسیدچرب طی دو مرحله شامل استخراج چربی (Folch و همکاران، ۱۹۵۷) و استری کردن چربی (Metcalfe و Schmitz، ۱۹۶۱) تعیین گردید. جهت بررسی و شناسایی اسیدهای

چرب از دستگاه کروماتوگراف گازی (Young Lin 6500 GC, Korea) مجهز به یک دیواره Supercowax-10 از جنس سیلیکا دارای ستون کاپیلاری TR-CN۱۰۰, ۶۰m×۰,۲۲mm×۰,۲۲µm(Teknokrom, Spain) استفاده شد. در این روش از گازت هلیوم به منزله گاز حامل و هوای خشک استفاده شد. آماده‌سازی استرهای متیل اسیدچرب بر طبق روش Morrison و Smith (۱۹۶۴) انجام شد. ترکیب اسیدچرب نمونه‌ها با مقایسه با پیک استاندارد (Sigma-Aldrich, Shanghai, China) انجام شد و برای محاسبه زیر پیک از نرم‌افزار Chromatography Varian Star (version ۶,۴۱) استفاده شد و نتایج به‌صورت میلی‌گرم در گرم گزارش شد. پس از اتمام دوره پرورش در هر گروه براساس طول L3 شامل سه بند اولیه دارای قسمت‌های پروستومیوم(حلقه‌اول)، پریستومیوم(حلقه دوم)وحلقه سوم با استفاده از لوپ دوربین‌دار مجهز به سیستم اندازه‌گیری طولی اندازه‌گیری شد (Gillet و Torresani، ۲۰۰۳) و ضریب رشد ویژه (SGR) (درصد در روز)، افزایش وزن بدن (BWI)، افزایش زی‌توده و درصد بازماندگی از طریق فرمول‌های ذیل محاسبه شدند (Tacon، ۱۹۸۷).

ضریب رشد ویژه (SGR):

(لگاریتم وزن نهایی- لگاریتم وزن اولیه)/ روزها × ۱۰۰

افزایش وزن (g) (WG):

((میانگین وزن نهایی گرم) FW) - (میانگین وزن اولیه گرم) IW)

درصد بازماندگی (S):

(تعداد ماهی یا کرم باقی‌مانده در انتهای آزمایش) / (تعداد اولیه ماهی یا کرم) × ۱۰۰

افزایش زی‌توده (گرم):

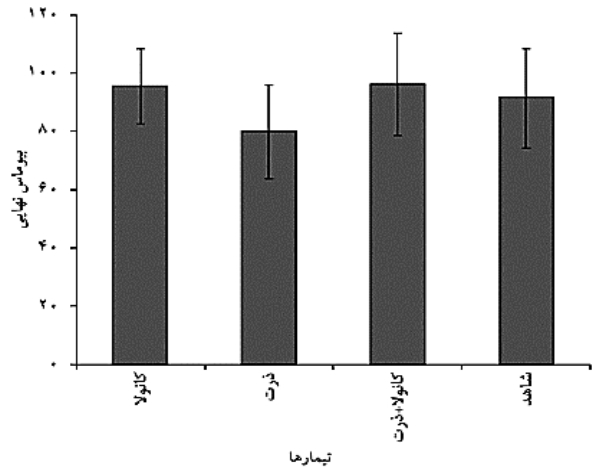
بیوماس نهایی (گرم)- بیوماس اولیه (گرم)

جهت ارزیابی درصد مولدین کرم‌های نرئیس با مشخصات ظاهری که به‌طور عمده تغییر رنگ آن‌ها از قرمز به سبز روشن (نرها) و سبز تیره (ماده) می باشد در هر تیمار و تکرار جداسازی شدند و جهت اطمینان از رسیدگی جنسی آن‌ها تخم‌های کرم‌ها در زیر میکروسکوپ اینورت داخل پاراپودیا و حفره داخلی حلقه‌ها مشاهده شدند. تعداد مولدین شناسایی شده شمارش گردید و درصد مولدین در هر تیمار تعیین شد (Prevedelli و Cassai، ۲۰۰۱). به‌منظور تعیین نرمال داده‌ها در نمونه‌های مورد بررسی از آزمون Shapiro-Wilk استفاده شد. تجزیه تحلیل داده‌ها، با توجه به نرمال بودن آن‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه One- Way ANOVA انجام شد. جهت مقایسه میانگین داده‌های حاصل از فاکتورهای رشد و بازماندگی کرم نرئیس از آزمون دانکن در سطح اطمینان ۹۵ درصد استفاده شد. همه داده‌ها به‌صورت میانگین همراه با انحراف معیار گزارش شدند. از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۰ جهت آنالیز آماری داده‌ها و از برنامه Excel برای رسم نمودارها استفاده گردید.

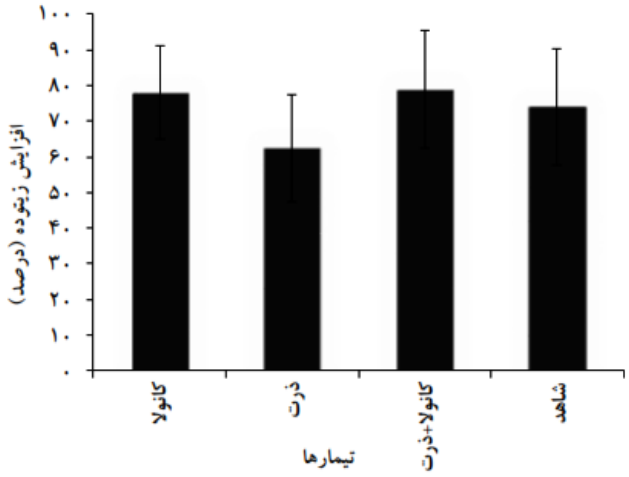
نتایج

با توجه به آزمون واریانس یک‌طرفه و دانکن، در شاخص میانگین زی‌توده نهایی، افزایش میزان زی‌توده و درصد افزایش وزن کرم های نرئیس اختلاف معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نگردید (P >۰/۰۵). میزان زی‌توده نهایی، افزایش میزان زی‌توده و درصد افزایش وزن در کرم‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های کانولا، مخلوط کانولا و ذرت نسبت به سایر تیمارها افزایش نشان دادند.

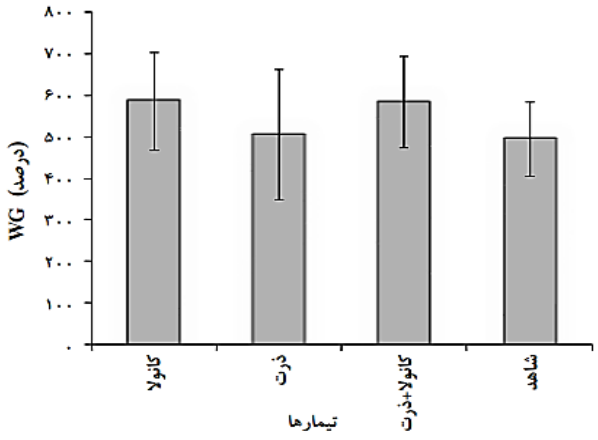
اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در نرخ رشد ویژه کرم‌های نرئیس مشاهده نگردید (P>۰/۰۵) کرم‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن ذرت نسبت به بقیه تیمارها از کم‌ترین میزان برخوردار بود (شکل ۴).



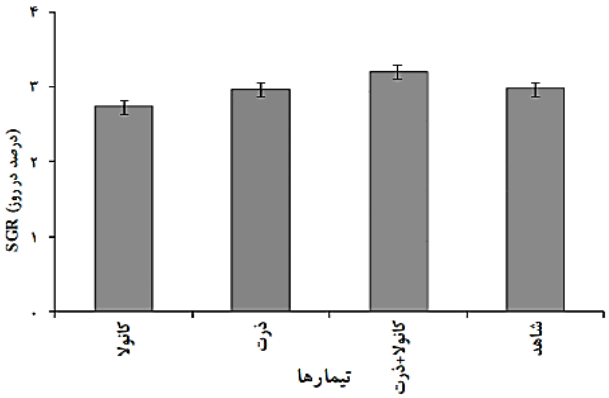
شکل ۱: نمودار میزان زی‌توده نهایی کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های کانولا و ذرت



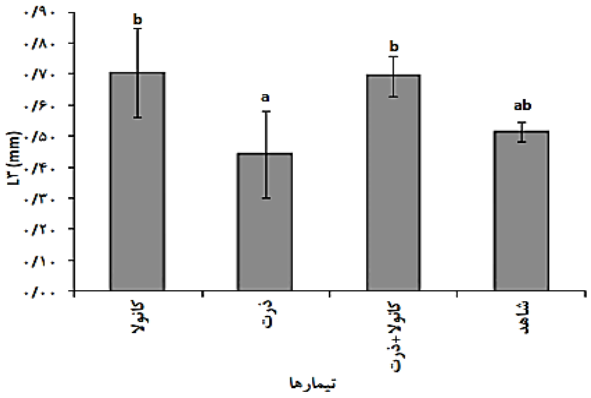
شکل ۲: نمودار میزان افزایش زی‌توده کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های کانولا و ذرت



شکل ۳: نمودار میزان افزیش وزن کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف

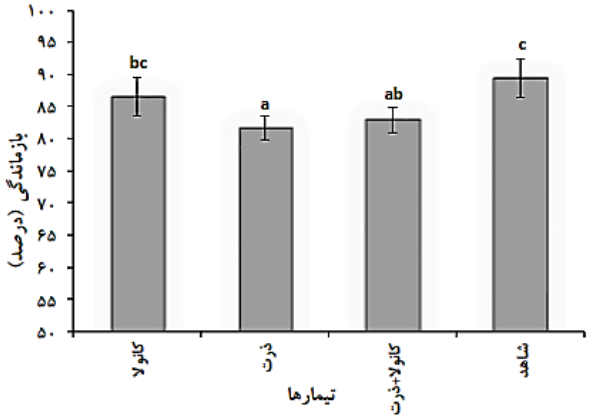


شکل ۴: نمودار میزان نرخ رشد ویژه کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف



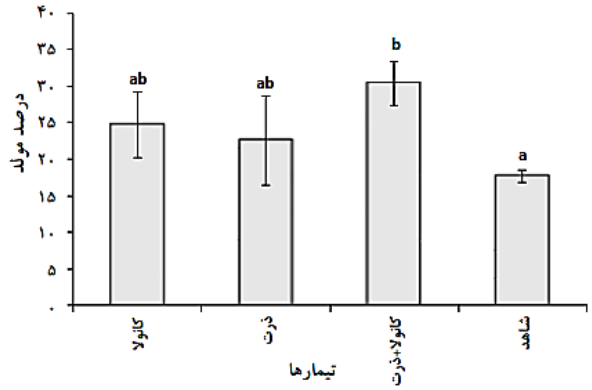
شکل ۵: نمودار میزان رشد طولی (L3) کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف

کرم‌ها از نظر طولی اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان دادند (P<۰/۰۵) به‌طوری‌که کرم‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن ذرت از کم‌ترین رشد طولی و کرم‌های تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا و یا مخلوط روغن‌های کانولا و ذرت از بیش‌ترین رشد طولی برخوردار بودند. اختلاف معنی‌داری بین تیمارها در بازماندگی کرم‌های نرئیس مشاهده نگردید (P<۰/۰۵) (شکل ۴) اما این اختلاف بین تیمار کرم‌های تغذیه شده با جیره شاهد (بدون روغن) و جیره حاوی ذرت مشهود بود.



شکل ۶: نمودار میزان بازماندگی کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف

درصد مولدین کرم نرئیس اختلاف معنی‌داری را در بین تیمارها نشان دادند(P<۰/۰۵)و کرم‌های تغذیه‌شده با جیره بدون‌روغن (شاهد) و کرم‌های تغذیه شده با جیره حاوی مخلوط کانولا و ذرت از کم‌ترین و بیش‌ترین درصد مولدین برخوردار بودند.



شکل ۷: نمودار میزان درصد مولدین کرم‌های نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌های مختلف

نتایج به‌دست آمده از آزمون‌واریانس یک‌طرفه و دانکن جیره‌های غذایی (جدول ۱) و کرم نرئیس (جدول ۲)، اختلاف معنی‌داری را از نظر ترکیب بیوشیمیایی شامل پروتئین، خاکستر و رطوبت در بین تیمارهای مختلف نشان نداد (P>۰/۰۵). بیش‌ترین مقدار پروتئین کل

کرم نرئیس در تیمار ۱ (کرم نرئیس تغذیه شده از جیره حاوی روغن کانولا) (۵۳/۸٪) مشاهده شد.

جدول۲: آنالیز بیوشیمیایی کرم نرئیس در تیمارهای مختلف (درصد برحسب ماده خشک)

تیمارها	۱	۲	۳	۴
	کانولا	ذرت	کانولا+ذرت	شاهد
پروتئین کل	۵۳/۸±۱/۲	۵۲/۲±۱/۳	۵۲/۸±۰/۷	۵۲/۴±۱/۰۹
چربی کل	۳۳/۳۱±۳/۸۹^{c}	۲۴/۳۴±۲/۲۲^{a}	۲۸/۸۳±۲/۱۷^{b}	۱۰/۰۴±۰/۸^{a}
رطوبت	۸۵/۴±۰/۲	۸۴/۵±۰/۵	۸۵/۱±۰/۸	۸۴/۱±۰/۳
خاکستر	۱۱/۹±۰/۸	۱۰/۸±۰/۳	۱۱/۵±۰/۶	۱۱/۱±۰/۷

اختلاف معنی‌داری از نظر چربی کل در جیره‌های غذایی در مقایسه با کرم نرئیس مشاهده نشد (P>۰/۰۵). بیش‌ترین مقدار چربی کل در جیره غذایی و کرم نرئیس به‌ترتیب در تیمارهای ۲ (جیره حاوی روغن ذرت) و ۱ (کرم‌نرئیس تغذیه شده از جیره حاوی روغن کانولا) (۲۱/۵۴٪، ۳۳/۳۱٪) مشاهده شد. آنالیز پروفیل اسیدهای چرب جیره‌های آزمایشی در جدول ۳ نشان داده شده است. عمده‌ترین اسیدچرب اشباع در تمام نمونه‌های آنالیز شده هم درجیره غذایی و هم در لاشه کرم نرئیس C16:0 (اسید پالمیتیک) بود. میزان اسیدپالمیتیک(۱۶:۰)در جیره‌های غذایی تیمار دوم و چهارم (شاهد) به‌ترتیب حداکثر و حداقل بود (۴۴ و ۲۹/۵ میلی‌گرم در گرم).

میزان اسید پالمیتیک در کرم نرئیس در تیمار دوم (۴۸/۷ میلی‌گرم در لیتر) به‌طور معنی‌دار بیش‌تر از تیمار شاهد (۱۲/۴ میلی‌گرم در لیتر) بود (P<۰/۰۵). بالاترین میزان اسیدهای چرب تک غیراشباع را گروه اسیداولئیک (C18:1n9c) تشکیل داد. بیش‌ترین مقدار C18:1n9c در کرم‌های نرئیس تغذیه شده از جیره حاوی کانولا به‌میزان ۱۳۲/۳ و در جیره غذایی بدون روغن (شاهد) به‌میزان ۷۴/۱ میلی‌گرم در گرم بود.

کم‌ترین میزان اسیداولئیک (C18:1n9c) در تیمار غذایی اول (۵۳/۸ میلی‌گرم در لیتر) و بیش‌ترین میزان آن در تیمار غذایی چهارم (شاهد) مشاهده شد (۷۴/۱ میلی‌گرم در لیتر). میزان اسیداولئیک در کرم نرئیس در تیمار دوم (۱۳۲/۳ میلی‌گرم در لیتر) به‌طور معنی‌داری بیش‌تر از سایر تیمارها بود. میزان اسیدلینولنیک (C18:3n3) به‌ترتیب در تیمارهای غذایی دوم و چهارم (شاهد) حداقل و حداکثر بود (۲/۴، ۷/۲ میلی‌گرم در لیتر).

در کرم نرئیس بیش‌ترین میزان اسیدلینولئیک (C18:2n6c) را تیمارهای‌غذایی اول تا سوم بدون اختلاف معنی‌داری به‌خود اختصاص دادند، درحالی‌که در تیمار شاهد (کرم‌های نرئیس تغذیه با جیره بدون روغن) از کم‌ترین میزان این اسیدچرب برخوردار بود. با توجه به نتایج به‌دست آمده، بیش‌ترین‌میزان اسیدهای چرب به‌شدت‌غیراشباع سری n-3 (HUFA) شامل ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) در کرم نرئیس را تیمار اول و میزان اسیدهای چرب به‌شدت غیراشباع سری n-3 (HUFA) شامل دکوزاهگزانوئیک اسید (DHA) در تیمار شاهد به‌خود اختصاص‌داد. تیمارهای غذایی دوم و اول به‌ترتیب بیش‌ترین وکم‌ترین نسبت DHA/EPA را در جیره‌های غذایی به‌خود اختصاص دادند (۰/۵۵ و ۰/۴۳ میلی‌گرم در لیتر). هم‌چنین روغن کانولا در جیره غذایی موجب افزایش میزان EPA و DHA گردید. تیمار غذایی اول و سوم به‌ترتیب بیش‌ترین و کم‌ترین نسبت DHA/EPA را به‌خود اختصاص دادند (۱/۸۵ و ۳/۱).

جدول ۳: آنالیز اسیدچرب جیره‌های غذایی در تیمارهای مختلف (میلی‌گرم/گرم)

	۱	۲	۳	۴
	کانولا	ذرت	کانولا+ذرت	شاهد
Saturates				
C12:0	۰/۱±۰/۰۰	۰	۰/۱±۱/۰۰	۰
C14:0	۰/۴±۰/۰۳ ^{ab}	۰/۹±۰/۰۱ ^{ab}	۱/۱±۰/۰۴^{ab}	۰/۷±۰/۱۰ ^{a}
C15:0	۰/۲±۰/۰۰ ^{b}	۰ ^{a}	۰ ^{a}	۰ ^{a}
C16:0	۴۲/۴±۱/۶۹	۴۴±۱/۶۹	۴۲/۷±۱/۳۲	۲۹/۵±۱/۳۱
C17:0	۰/۵±۰/۰۱ ^{d}	۰/۴±۰/۰۰ ^{d}	۰/۴۱±۰/۰۱ ^{d}	۰ ^{a}
C18:0	۹±۰/۱۲	۸/۷±۰/۲۸	۸/۶±۰/۱۶	۶/۶±۰/۲۳
C20:0	۰/۵±۰/۰۰ ^{d}	۰/۳±۰/۰۱ ^{c}	۰/۴±۰/۰۰ ^{c}	۰ ^{a}
C21:0	۰/۰۸±۰/۰۰	۰	۰	۰
C22:0	۰/۲±۰/۰۰	۰	۰/۱±۰/۰۰	۰
Monounsaturates				
C14:1	۰/۲±۰/۰۰ ^{c}	۰ ^{a}	۰/۱±۰/۰۰ ^{b}	۰ ^{a}
C16:1	۷/۹±۰/۳۲	۵/۸±۰/۲۴	۶/۱±۰/۱۷	۴/۵±۰/۰۸
C18:1n9c	۵۳/۸±۱/۶۴	۶۸/۱±۲/۳۷	۵۹/۱±۱/۹۹	۷۴/۱±۲/۶۷
C18:1n9t	۰/۲±۰/۰۱ ^{ab}	۰/۱۸±۰/۰ ^{ab}	۰/۱۹±۰/۰۱ ^{ab}	۰ ^{a}
C20:1	۰/۴±۰/۰۱ ^{a}	۰/۵۷±۰/۰۰ ^{a}	۰/۴±۰/۰۱ ^{a}	۰/۸۵±۰/۰۲ ^{b}
C22:1n9	۰/۴±۰/۰۰ ^{c}	۰/۴۳±۰/۰۱ ^{c}	۰/۴۲±۰/۰۱ ^{c}	۰ ^{a}
Polyunsaturates (PUFA)				
C18:2n6c	۳۱/۷±۰/۹۸ ^{a}	۷۱/۱±۳/۶۵ ^{b}	۴۹/۷±۱/۸۳ ^{ab}	۴۰/۴±۱/۶۸ ^{ab}
C18:2n6t	۰/۰۸±۰/۰۰ ^{b}	۰ ^{a}	۰ ^{a}	۰ ^{a}
C18:3n6	۰/۱±۰/۰۰ ^{b}	۰/۲±۰/۰۰ ^{bc}	۰/۱±۰/۰۰ ^{b}	۰ ^{a}
C18:3n3	۲/۴±۰/۰۹ ^{a}	۳/۴±۰/۱۲ ^{a}	۲/۹±۰/۰۸ ^{a}	۷/۲±۰/۲۶ ^{b}
C20:2	۰/۱±۰/۰۰	۰	۰	۰
Highunsaturates (HUFA)				
C20:5n3 (EPA)	۰/۳±۰/۰۱ ^{b}	۰/۱±۰/۰۰ ^{a}	۰/۲±۰/۰۱ ^{a}	۰/۱±۰/۰۱ ^{a}
C22:6n3 (DHA)	۰/۶±۰/۰۲	۰/۶±۰/۰۳	۰/۶±۰/۰۲	۰/۴±۰/۰۱
Profile variables				
% ω-3 in Unsat	۳/۲±۰/۱۶ ^{a}	۴/۱±۰/۰۸ ^{a}	۳/۷±۰/۰۳ ^{a}	۷/۷±۰/۱۵ ^{b}
% ω-6 in Unsat	۳۱/۸±۰/۳۸ ^{a}	۳/۷۱±۰/۵۴ ^{c}	۴۹/۸۵±۰/۹۸ ^{b}	۴۰/۴±۰/۳۷ ^{ab}
ω-3: ω-6	۰/۱۰±۰/۰۴ ^{a}	۰/۰۵±۰/۰۲ ^{a}	۰/۰۷±۰/۰۲ ^{a}	۰/۱۹±۰/۰۲ ^{b}
DHA/EPA	۱/۸۵±۰/۲۹ ^{a}	۶/۷±۰/۳۳ ^{d}	۳/۱±۰/۹۲ ^{abc}	۳/۴±۰/۳۵ ^{c}

جدول ۴: آنالیز اسید چرب کرم‌های نرئیس در تیمارهای مختلف (میلی‌گرم/گرم)

	۱	۲	۳	۴
	کانولا	ذرت	کانولا+ذرت	شاهدکرم
Saturates				
C8:0	۰ a	۲/۸±۰/۰۲ d	۱/۵±۰/۰۱ b	۲±۰/۰۰ c
C12:0	۱/۵±۰/۰۲ ab	۸/۵±۰/۱۲ d	۵/۴±۰/۱۲ c	۰ a
C14:0	۳/۱±۰/۰۶ b	۵/۶±۰/۱۸ d	۴/۱±۰/۰۶ bc	۰/۸±۰/۰۰ a
C15:0	۰ a	۰/۳±۰/۰۰ b	۰/۲±۰/۰۰ b	۰ a
C16:0	۴۸/۷±۱/۳ b	۳۰/۵±۱/۲ ab	۳۵/۶±۱/۰۱ ab	۱۲/۴±۰/۰۶ a
C18:0	۹/۴±۰/۰۷ c	۶/۵±۰/۱ abc	۷/۸±۰/۱۵ bc	۲/۶±۰/۰۳ a
C20:0	۰ a	۰ a	۰ a	۰/۶±۰/۰۱ b
C22:0	۹/۶±۰/۰۵ ab	۳/۸±۰/۱۷ ab	۸/۶±۰/۰۱ b	۴/۹±۰/۱۲ ab
Monounsaturates				
C16:1	۹/۶±۰/۲ c	۶±۰/۱۶ ab	۸/۲±۰/۱۷ bc	۴±۰/۰۹ a
C18:1n9c	۱۳۲/۳±۲/۳ c	۷۲/۵±۲/۶ ab	۹۸/۷±۲/۳۴ bc	۳۴/۱±۱/۰۳ a
C20:1	۷/۵±۰/۱ c	۳±۰/۰۸ ab	۴/۲±۰/۱۵ b	۲/۴±۰/۰۵ ab
C22:1n9	۳/۳±۰/۰۶ c	۲/۶±۰/۰۶ bc	۳±۰/۰۵ c	۱/۵±۰/۰۴ a
Polyunsaturates (PUFA)				
C18:2n6c	۸۴/۵±۱/۸ b	۸۳/۶±۲/۶۴ b	۸۳/۲±۲/۶۱ b	۲۹/۳±۰/۸۵ a
C18:3n3	۱۰/۶±۰/۲ c	۳/۴±۰/۰۵ a	۶/۷±۰/۲۴ b	۱/۷±۰/۰۳ a
C20:2	۹/۴±۰/۰۴ b	۷/۶±۰/۱۶ b	۸/۲±۰/۱۳ b	۳/۹±۱/۱۲ a
Highunsaturates (HUFA)				
C20:5n3(EPA)	۵/۲±۰/۰۵ c	۴/۸±۰/۱۷ c	۶/۶±۰/۰۸ bc	۳±۰/۰۶ ab
C22:6n3 (DHA)	۲/۲±۰/۰۲ ab	۲/۶±۰/۰۶ b	۲/۳±۰/۰۲ ab	۱/۶±۰/۰۷ a
Profile variables				
% ω-3 in Unsat	۱۸±۰/۰۶ c	۱۰/۸±۰/۴ ab	۱۳/۶±۰/۲ bc	۶/۳±۰/۰۴ a
% ω-6 in Unsat	۴۵/۵±۱/۷۷ b	۵۳/۶±۲/۲۶ b	۲/۶۱±۳/۶ b	۲۹/۳±۱/۸ a
ω-3: ω-6	۰/۳۹±۰/۰۳ a	۰/۲۰±۰/۰۴ a	۰/۲۲±۰/۰۳ a	۰/۲۱±۰/۰۶ a
DHA/EPA	۰/۴۳±۰/۰۸ a	۰/۵۵±۰/۱ ab	۰/۵±۰/۰۸ ab	۰/۵۲±۰/۰۵ ab

بحث

پژند و همکاران (۱۳۸۲) بهترین شرایط فیزیکی و شیمیایی از نظر دما، شوری را جهت پرورش کرم نرئیس به‌ترتیب ۱۸/۵-۱۷/۵ درجه سانتی‌گراد و ۵ ppt بیان نمود. دراین بررسی دمای ۲۲/۸-۱۸/۵ درجه سانتی‌گراد و شوری ۶/۱ ppt جهت رشد کرم نرئیس بود. کرم *N. diversicolor* در کمبود اکسیژن قادر به زیست می‌باشد و می‌تواند فقدان‌اکسیژن را برای مدت تقریباً طولانی تحمل نماید (Zenkevitch، ۱۹۶۳). تحقیقات نشان داد بهترین شرایط از نظر میزان اکسیژن محلول در پرورش کرم نرئیس باید بالاتر از ۳ میلی‌گرم در لیتر باشد و در مطالعات انجام یافته مشخص گردید این کرم بدون هوادهی قادر به ادامه حیات می‌باشد و این حاکی از سازگاری کرم نرئیس با شرایط کمبود اکسیژن در محیط پرورش می‌باشد (پژند، ۱۳۸۲). با توجه به این بررسی مشاهده شد اکسیژن محلول ۶/۸-۵/۵ میلی‌گرم در لیتر می‌تواند شرایط قابل قبولی از نظر اکسیژن محلول جهت پرورش این کرم در شرایط پرورشی داشته باشد. در این بررسی حداقل pH در تیمارهای آزمایشی ۷/۱ و حداکثر آن ۷/۹۱ بود که پژند و همکاران (۱۳۸۲) pH کمی قلیایی را بهترین شرایط pH جهت پرورش کرم نرئیس عنوان نمودند که با نتایج بررسی حاضر مطابقت داشت. اگرچه روغن ماهی منبع اصلی انرژی و اسیدهای چرب ضروری بوده و به‌طور گسترده‌ای به‌عنوان یک منبع با کیفیت شناخته‌شده‌است، اما تحقیقات اخیر نشان داده است که روغن‌های گیاهی نیز ممکن است اثرات فیزیولوژیکی مفیدی را برای آبزیان ایجادنمایند(Fuوهمکاران، ۲۰۱۶). Li و همکاران (۲۰۱۱) تأثیرات چهار منبع چربی را در جیره‌های غذایی (روغن ماهی، روغن بادام زمینی، روغن سویا، گوشت خوک) جهت رشد خرچنگ قرمز، *Cherfox quadricarinatus*، مورد بررسی قرار دادند و یافته‌ها حاکی از آن بود که خرچنگ قرمز تغذیه شده از جیره حاوی روغن سویا از افزایش وزن و SGR بیش‌تری درمقایسه با تغذیه از سایر جیره‌های غذایی برخوردار بود. Ding و همکاران (۲۰۱۴) ثابت نمودند که *Macrobrachium nipponense* تغذیه شده از جیره حاوی‌روغن سویا افزایش وزن و بازماندگی بالاتری را نسبت به آن‌هایی که از جیره حاوی چربی گوشت گاو یا روغن ماهی تغذیه نمودند، برخوردار بود. در مطالعه Fu و همکاران (۲۰۱۶) روند رشد کرم‌های پرتار صدفی *(P. aibuhitenis)* نیز توسط منابع چربی موجود در جیره غذایی تحت تاثیر قرار گرفت. به‌طوری‌که، کرم‌های صدفی تغذیه شده با جیره غذایی حاوی روغن پنبه دانه از بالاترین SGR و PER و پایین‌ترین مصرف غذایی (feed intake) و FCR در میان تمام تیمارها برخوردار بودند، این درحالی بود که کرم تغذیه شده با جیره حاوی روغن‌ماهی روند متفاوتی را نشان داد. علاوه بر این، اختلاف‌معنی‌داری در پروتئین و چربی خام بین کرم‌هایی که از جیره غذایی حاوی روغن ماهی و روغن پنبه‌دانه استفاده نمودند، وجود نداشت. در مطالعه حاضر روند رشد کرم پرتار *N. diversicolor* تحت تاثیر جیره غذایی حاوی منابع روغنی از گیاهان مختلف قرار گرفت. کرم تغذیه شده از جیره غذایی حاوی روغن‌های کانولا و مخلوط کانولا و ذرت نسبت به سایر تیمارها از میزان زی‌توده نهایی، درصد افزایش وزن و SGR بالاتری برخوردار بودند. نتایج پارامترهای رشد در تیمارهای مختلف نشان داد که اختلاف‌معنی‌داری در روند رشدکرم نرئیس تغذیه‌شده ازجیره‌های حاوی روغن‌های مختلف با تیمار شاهد (کرم نرئیس تغذیه شده از جیره غذایی بدون روغن) نشان نداد و نتایج حاکی از آن است که چربی موجود در جیره تاثیر چندانی در رشد کرم‌ها ندارد اما این

موضوع در ترکیب لاشه از نظر میزان ترکیبات بیوشیمیایی را باید در نظر گرفت. نتایج این بررسی نشان داد گامتوژنزیز که در مایع سلومیک در این گونه اتفاق می‌افتد (Dales، ۱۹۵۰)، توسط ترکیبات مختلف غذا کنترل می‌گردد. Nesto و همکاران (۲۰۱۲) از مشاهدات بافت‌شناسی کرم نرئیس نتیجه گرفتند که رشد و نمو گناد آن با تغذیه از غذاهای حاوی پروتئین با درصد بالا و رسیدن به وزن متوسط حدود ۱۴۰ میلی‌گرم آغاز می‌گردد و تأخیر در گامتوژنزیز در زمان تغذیه از جیره‌های حاوی با غذاهای با پروتئین پایین ظاهر می‌گردد. یافته‌ها نشان داد که جیره حاوی پروتئین بالا ممکن است هم گامتوژنزیز و هم رسیدگی جنسی را در تعداد بزرگ‌تری از کرم‌ها سرعت ببخشند. نتایج صورت گرفته از سوی Grémare و همکاران (۱۹۸۸) نشان داد میزان نیتروژن می‌تواند به‌عنوان یک فاکتور اصلی در روند تولیدمثلی در کرم پرتار *Capitella capitata* مؤثر باشد. این بررسی هم‌چنین نشان‌داد که جیره‌های غذایی حاوی روغن‌های گیاهی می‌تواند همانند پروتئین جیره در افزایش رسیدگی جنسی کرم‌ها موثر باشد به‌طوری‌که جیره‌های حاوی روغن گیاهی در مقایسه با جیره بدون روغن گیاهی از درصد مولدین بالاتری برخوردار بودند.

مطالعات نشان داده است که ترکیب اسیدچرب عضلات نشان‌دهنده پروفیل اسیدچرب موجود در لیپیدهای جیره غذایی در بسیاری از آبزیان می‌باشد (Bell و همکاران، ۲۰۰۱). Fu و همکاران (۲۰۱۶) گزارش دادند ترکیب اسیدچرب موجود در جیره‌های غذایی توانست در ترکیب اسیدچرب کل بدن کرم پرتار *P. aibuhitensis* تأثیرگذار باشد. این محققین هم‌چنین گزارش دادند کرم‌های پرتار که از جیره غذایی حاوی روغن گیاهی تغذیه می‌کردند، به‌طور قابل توجهی دارای میزان اسیدهای چرب n-6 بیش‌تر و اسیدهای چرب n-3 کم‌تری بودند. در بررسی حاضر سعی بر این شد که از روغن‌های گیاهی کانولا از گروه n-6 و روغن‌های گیاهی ذرت از گروه n-3 و مخلوط آن‌ها استفاده گردد. در این بررسی نیز مشابه گزارش Fu و همکاران (۲۰۱۶) میزان اسیدهای چرب n-6 از اسیدهای چرب n-3 به‌طور چشمگیری هم در جیره غذایی و هم در بدن کرم نرئیس بیش‌تر بودند و این موضوع بیانگر آن است که منابع چربی در جیره غذایی در بدن کرم نرئیس مشهود خواهد بود. نتایج این بررسی نشان داد که تمامی اسیدهای چرب اشباع و غیراشباع در جیره غذایی به استثناء تیمار شاهد در بدن کرم‌نرئیس بیش‌تر از میزان آن‌ها در جیره غذایی بود. نتایج حاکی از آن‌است *N. diversicolor* توانایی طویل‌سازی و خنثی‌سازی PUFAs ۱۸ کربنه را به شکل PUFA های دیگر (مانند EPA و DHA) دارا می‌باشد که در برخی از ماهی‌های تازه نیز یافت می‌شود (Bell و همکاران، ۱۹۸۷). آزمایشات بیش‌تری برای تجزیه و تحلیل دلایل تجمعی زنجیره بلند PUFA و نیازهای بهینه EPA و DHA روی گونه *N. diversicolor* باید انجام گیرد. در مطالعه حاضر، کرم‌های پرتار *N. diversicolor* که از جیره غذایی حاوی روغن کانولا تغذیه نمودند از بالاترین فاکتورهای اسیدهای چرب گروه n-3 برخوردار بودند (به عنوان مثال EPA و DHA). اما در میان چهار تیمار، مقدار n-6 / n-3 میزان ۰/۳۹ بود که کم‌تر از میزان به‌دست آمده توسط Fu و همکاران (۲۰۱۶) بود که این نویسنده نسبت n-3/n-6 را برای کرم پرتار *P. aibuhitensis* با تغذیه از جیره غذایی حاوی سویا ۰/۸۹ و با تغذیه از جیره غذایی حاوی پنبه دانه ۱/۰۱ گزارش نمود. نتایج حاصل از این مطالعه نشان داد که کرم نرئیس پرورشی بر خلاف ماهیان قادر به طویل و غیراشباع‌سازی اسیدلینولنیک (LNA) به ایکوزا پنتانوئیک اسید (EPA) و بعد به دکوزا هگزانوئیک اسید (DHA) هستند، زیرا میزان اسیدلینولنیک (LNA) و ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) در لاشه کرم نرئیس بیش‌تر از میزان این اسیدهای چرب در غذا بود. هم‌چنین نتایج این مطالعه نشان داد که در ترکیب جیره‌های غذایی، با افزایش درصد بالاتری از دکوزاهگزانوئیک اسید نسبت DHA/EPA در کرم نرئیس کم‌تر از جیره غذایی بود. ترکیبات چربی آبزیان، به تغییرات فصلی،وضعیت تولیدمثلی،زیستگاه‌های تغذیه‌ای، اختلافات منطقه‌ای، دسترسی به غذا و نظایر آن بستگی داشته و با تغییر هر یک از این عوامل تغییر می‌نماید (Nichols و همکاران، ۱۹۹۴). به‌طورکلی این عقیده وجود دارد که آبزیان آب شیرین دارای ارزش غذایی کم‌تری نسبت به آبزیان دریایی (آب‌شور) می‌باشند، از این‌رو اغلب آن‌ها حاوی مقادیر کم‌تری از اسیدهای چرب با زنجیره طویل چند غیراشباعی نظیر EPA و DHA می‌باشند (Ahlgren و همکاران، ۱۹۹۴). هم‌چنین Garcia (۲۰۰۸) بیان کرد که کرم‌های نرئیس در فصل بهار دارای ۱۰ درصد اسیدهای چرب اشباع SAFA و حدود ۴۰ درصد PUFA را از کل اسیدهای چرب شامل می‌شوند. در نمونه‌های کرم نرئیس مشخص شد که C16:0, C18:1 و C20:5(n-3) که به‌عنوان اسیدهای چرب مهم هستند دارای ۵۶٪ از کل اسیدهای چرب را شامل می‌گردند (Sorgeloos و همکاران، ۲۰۰۱).لاروهای کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا و ذرت دارای سطوح بالاتری از DHA در مقایسه با دیگر گروه‌ها بودند و این درحالی است که کرم‌های گروه شاهد (جیره حاوی بدون روغن) سطح پایین‌تری از DHA را داشتند. در طی آزمایش در سیستم پرورش کرم، یک کیفیت بالایی از پروفیل اسیدچرب به‌وسیله کرم‌ها به‌وجود آمد.به‌خصوص EPA و DHA به‌میزان بالایی در دسترس قرار گرفت. این اسیدهای چرب برای ماهی و سایر گونه‌ها در آبزی پروری ضروری هستند. تحقیقات زیادی نشان داد که فقدان یک یا چند اسیدچرب ضروری در طی پرورش ماهی اثرات قابل توجه‌ای برای این موجودات که توانایی رشد دارند ایجاد می‌کند (Koven و همکاران، ۲۰۰۱؛ Sargent و همکاران، ۱۹۹۹). کرم‌های

پرتار در آبزی‌پروری می‌تواند یک حامل مهمی در انتقال اسیدهای چرب ضروری به ماهی باشد (Bell و همکاران، ۲۰۰۳). مقایسه نتایج تحقیقات صورت گرفته بر روی نیازهای اسیدچرب موجودات آبزی با نتایج این بررسی روی ترکیب اسید چرب *N. diversicolor* نشان داد که این موجودات می‌توانند یک منبع با ارزشی از اسیدهای چرب جیره در آبزی‌پروری باشند. نتایج نشان‌داد که گونه‌های زیادی از ماهیان به اسیدهای چرب چندغیراشباع n-3 (PUFA) برای رشد معمولی نیاز دارند، این درحالی است که اساساً افزایش رشد حاصل از تاثیر جیره دارای n-6 PUFA در میان گونه‌ها متفاوت می‌باشد. بیش‌ترین میزان EPA در کرم نرئیس تغذیه‌شده با جیره حاوی روغن کانولا ۵/۲±۰/۰۵ میلی‌گرم در گرم) بسیار بیشتر از خود همان جیره غذایی (۰/۳±۰/۰۱ میلی‌گرم در گرم) بود. هم‌چنین بیشترین میزان DHA در کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن ذرت (۲/۶±۰/۰۶ میلی‌گرم در گرم) بسیار بیش‌تر از خود جیره غذایی (۰/۳±۰/۰۱ میلی‌گرم در گرم) بود. نتایج حاصل نشان داد که میزان ایکوزاپنتانوئیک اسید (EPA) ۱۷ برابر و دوکوزاپنتانوئیک اسید (DHA) ۳/۵ برابر در کرم‌های نرئیس بیش‌تر از میزان آن‌ها در جیره غذایی می‌باشد و این موضوع بیانگر آن است که کرم‌ها توانایی ساخت اسیدهای چرب غیراشباع بلند زنجیره را دارند.

مقایسه نتایج حاصل از آنالیز اسیدهای چرب در لاشه کرم‌های نرئیس و جیره غذایی نشان‌داد که مجموع اسیدهای چرب‌غیراشباع در جیره غذایی ۲/۷ برابر کم‌تر از لاشه کرم نرئیس می‌باشد و نشان‌دهنده این است که کرم نرئیس می‌تواند اسیدهای چرب‌غیراشباع جیره غذایی را ۲/۷ برابر افزایش دهد و بسازد و بیانگر این موضوع است که کرم نرئیس می‌تواند اسیدهای چرب اشباع را در بدن خود نسبت به جیره غذایی کاهش دهد. مقایسه نتایج حاصل از میزان درصد ω-3 در جیره‌های غذایی و کرم نرئیس نشان داد که ω-3 در کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا تقریباً ۶ برابر بیش‌تر از جیره غذایی دارای روغن کانولا بود. به‌طوری‌که میزان ω-3 در کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی‌روغن کانولا ۱۸±۰/۰۶و در جیره‌غذایی‌دارای روغن کانولا ۳/۳±۰/۱۶ درصد بود. بیش‌ترین میزان درصد ω-6 در جیره غذایی ۳۱/۸±۰/۳۸ و در کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا ۸۴/۵±۱/۷۷ درصد اندازه‌گیری شد. با توجه به نتایج مشاهده گردید که میزان ω-6 در کرم نرئیس تغذیه شده با جیره حاوی روغن کانولا ۲/۵ برابر بیش‌تر از جیره غذایی بود. نتایج حاصل از میزان نسبت ω-3/ω-6 نشان داد که میزان آن در کرم نرئیس تغذیه شده از روغن کانولا ۲ برابر جیره غذایی دارای روغن کانولا بود به‌طوری‌که نسبت ω-3/ω-6 در کرم نرئیس تغذیه شده از جیره دارای روغن کانولا ۰/۳۹±۰/۰۳ و در جیره غذایی حاوی روغن کانولا ۰/۱±۰/۰۴ اندازه‌گیری گردید و حاکی از آن است که کرم نرئیس با تغذیه از جیره غذایی از نسبت ω-3/ω-6 بالاتری نسبت به جیره غذایی برخوردار بودند. هم‌چنین نسبت DHA/EPA در کرم نرئیس تغذیه شده از جیره دارای روغن کانولا ۰/۴۳±۰/۰۸ و در جیره غذایی دارای روغن کانولا ۱/۸۵±۰/۲۹ محاسبه شد. در مجموع نتایج حاصل از این بررسی نشان داد که تیمار ۱ شامل جیره غذایی حاوی روغن کانولا در افزایش میزان شاخص‌های رشد و ترکیبات بیوشیمیایی بدن کرم نرئیس به‌ویژه اسیدهای چرب غیراشباع بلندزنجیره نسبت به تیمارهای دیگر از اهمیت بیش‌تری برخوردار بود.

تشکر و قدردانی

این تحقیق با حمایت‌مالی و علمی صندوق‌حمایت از پژوهشگران ریاست جمهوری (Iran National Science Foundation: INSF) و همکاری کارشناسان مؤسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر انجام شده است که بدین‌وسیله قدردانی می‌گردد.

منابع

۱. **پژند، ذ.؛ عمادی، ح.؛ نگارستان، ح.؛ پرندآور، ح.؛ چوبیان، ف. و حدادی‌مقدم، ک.، ۱۳۸۲.** بررسی امکان دستیابی به بیوتکنیک پرورش کرم نرئیس (*Nereis diversicolor*). گزارش نهایی پروژه. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۷۸ صفحه.

۲. **Adarian, A.; Patrick, F. and Uwe, W., 2009.** The fatty acid composition of *Nereis diversicolor* cultured in an integrated recirculated system: possible implication for aquaculture. J. Aquaculture. pp: 271-276.

۳. **Ahlgren, G.; Blomqvist, P.; Boberg, M. and Gustafsson, I.B., 1994.** Fatty acid content of the dorsal muscle an indicator of fat quality in freshwater fish, J. Fish Biology. Vol. 45, pp: 131-157.

۴. **AOAC. 1995.** Official methods of analysis (16th edn). AOAC International Publishers, Arlington VA. USA

۵. **Arsalan, M.; Sirkecioglu, N.; Bayir, A.; Arslan, H. and Aras, M., 2012.** The Influence of substitution of dietary fish oil with different vegetable oils on performance and fatty acid composition of Brown Trout, Salmo trutta. Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 12, pp: 575-583.

۶. **Batista, F.M.; Fidalgo e Costa, P.; Matias, D.; Joaquim, S.; Massapina, C.; Passos, A.M.; Pousao Ferreira, P. and Cancela da Fonseca, L., 2003**. Preliminary results on the growth and survival of the polychaete *Nereis diversicolor* (Muller, O.F., 1776), when fed with faeces from the carpet shell clam *Ruditapes decussates* (L., 1758). Biol. Inst. Esp. Oceanogr. Vol. 19, pp: 443-446.

۷. **Bell, J.G.; McEvoy, L.A.; Este'vez, A.; Shields, R.J. and Sargent, J.R., 2003.** Optimising lipid nutrition in first-feeding flatfish larvae. Aquaculture. Vol. 227, pp: 211-220.

۸. **Bell, J.G.; McEvoy J.; Tocher, D.R.; McGhee, F.; Campbell P.J. and Sargent, J.R., 2001.** Replacement of fish oil with rapeseed oil in diets of Atlantic salmon (*Salmo salar*)

affects tissue lipid compositions and hepatocyte fatty acid metabolism. Journal of Nutrition, Vol. 131, pp: 1535- 1543.

۹. **Bell, M.V.; Henderson, R.J. and Sargent, J.R., 1986.** The role of polyunsaturated fatty acids in fish. Comp. Biochem. Biophys. Vol. 967, pp: 345-363.

۱۰. **Bradshaw, S.A.; O'Hara, S.C.M.; Corner, E.D.S. and Eglinton, G., 1990.** Dietary lipid changes during herbivory and coprophagy by the marine invertebrate *Nereis diversicolor*. Vol. 70, pp: 771-787.

۱۱. **Dales, R.P., 1950.** The reproduction and the larval development of *Nereis diversicolor* O.F. Müller. Journal of Marine Biology Association of the United Kingdom. Vol. 29, pp: 321-360.

۱۲. **Ding, Z.L.; Chen, L.Q.; Qin, J.G.; Sun, S.M.; Li, E.C.; Yu, N.; Li, M.; Chen, Y.L. and Kong, Y.Q., 2013.** Molecular cloning, characterization and expression analysis of the fatty acid-binding protein (MnFABP), involved in dietary lipid sources response in oriental river prawn, *Macrobrachium nipponense*. Aquaculture nutrition. Vol. 20, pp: 399-409.

۱۳. **Dinis, M.T., 1986.** Quatre soleidae de l'estuaire du Tage. Reproduction et croissance. Essai d'elevage de Solea senegalensis Kaup. Ph.D. thesis. University of Bretagne Occidentale. 348 p.

۱۴. **Fidalgoe Costa, P., 2003.** the oogenic cycle of *Nereis diversicolor* (Annelida: polychaeta) in shallow waters environments in southwestern Portugal. Boletin Instituto Espanol de Oceanografia. Vol. 19, pp: 17-29.

۱۵. **Folch, J.; Lees, M. and Bloane-Stanley, G.H., 1957.** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal Biological Chemistry. Vol. 266, pp: 497-509.

۱۶. **Fu, L.; Qing, N.; Tian, W.; Aimin, W.; Wenping, Y.; Fei, L.; Yebing, Y. and Linlan, L., 2017.** The effects of five dietary lipid sources on growth, body composition and antioxidant parameters of the clam worm, *Perinereis aibuhitensis*. Aquaculture research. Vol. 48, pp: 5472-5480.

۱۷. **Gambi, M.C.; Castelli, A.; Giangrande, A.; Lanera, P.; Prevedelli, D. and Vandini, R.Z., 1994.** Polychaetes of commercial and applied interest in Italy: an overview. In: Actes de la 4éme Conférence Internationale des polychètes. J. C. Dauvin, L. Laubier and D. J. Reish (eds.). Memoires du Muséum National d' Historie Naturelle. Paris. Vol. 162, pp: 593-603

۱۸. **Garcıa-Alonso, J.; Muller, C.T. and Hardege, J.D., 2008.** Influence of food regimes and seasonality on fatty acid composition in the ragworm. Aquatic Biology. Vol. 4, pp: 7-13.

۱۹. **Gillet, P. and Torresani, S., 2003.** Structure of the population and secondary production of *Hediste diversicolor* (O.F. Mu¨ ller, 1776), (Polychaeta, Nereidae) in the Loire estuary, Atlantic Coast, France. Estuarine Coastal Shelf Sci. Vol. 56, pp: 621-628.

۲۰. **Grémare, A.; Marsh, A.G. and Tenore, K.R., 1988.** Short-term reproductive responses of *Capitella sp.* I (Annelida: Polychaeta) fed on different diets. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 123, pp: 147-162.

۲۱. **Koven, W.; Barr, Y.; Lutzky, S.; BenAtia, I.; Weiss, R.; Harel, M.; Behrens, P. and Tandler, A., 2001.** The effect of dietary arachidonic acid (20:4n6) on growth, survival and resistance to handling stress in gilthead sea bream (*Sparus aurata*) larvae. Aquaculture. Vol. 193, pp: 107-122.

۲۲. **Li, Z.N.; Lin, T.T. and Yao, Z.L., 2012.** Effect of Salinity on antioxidant enzyme activity and growth of Clam *Cyclina sinensis*. Chinese Journal of Ecology. Vol. 31, pp: 2625-263.

۲۳. **Merchie, G.; Lavens, P.; Radull, J.; Nelis, H.; De Leenheer, A. and Sorgeloos, P., 1995.** Evaluation of vitamn C-enriched *Artemia* nauplii for larvae of the giant freshwater.

۲۴. **Morrison, W.R. and Smith, L.M., 1964.** Preparation of fatty acid methyl esters and dimethylacetals from lipids with boron fluoride–methanol. Journal of Lipid Research. Vol. 5, pp: 600-608.

۲۵. **Nesto, N.; Simonini, R.; Prevedelli, D. and Da Ros, L., 2012.** Effects of diet and density on growth, survival and gametogenesis of *Hediste diversicolor* (O.F. Müller, 1776) (Nereididae, Polychaeta)**.** Aquaculture**.** Vol. 9, pp: 362-363

۲۶. **Nielsen, A.M.; Eriksen, N.T.; Lonsmann Iversen, J.J. and Ulrik Riisgard, H., 1995.** Feeding, growth and respiration in polychaetes *Nereis diversicolor* (facultation filter feeder) and *N. virens* (omnivorous) a comparative study. Marine Ecology Progress Series. Vol. 125, pp: 149-158.

۲۷. **Olive, P.J.W., 1999.** Polychaete aquaculture and polychaete science: a mutual synergism. Hydrobiologia. Vol. 402, pp: 175-183.

۲۸. **Palmer, P.J.; Wang, S.; Houlihan, A. and Brock, I., 2014.** Nutrition status of a nereidid polycheat cultured in Sand filter of mariculture wastewater. Aquaculture Nutrition. Vol. 18, pp: 675-691.

۲۹. **Prevedelli, D. and Cassai, C., 2001.** Reproduction and larval development of *Perinereis rullieri Pilato* in the Mediterranean Sea (Polychaeta: Nereididae). Ophelia. Vol. 54, pp: 133-142.

۳۰. **Riisgard, H.U., 1994.** Filter-feeding in the polychaete *N. diversicolor*: A review. Aquatic Ecology. Vol. 28, pp: 453-458.

۳۱. **Sargent, J.R.; Parkes, R.J.; Mueller-Harvey, I. and Henderson, R.J., 1987.** Lipid biomarkers in marine ecology. In: M.A. Sleigh, (Ed.), Microbes in the Sea, Wiley and Sons, New York. pp: 119-138.

۳۲. **Schottler, U., 1978.** Investigations of the anaerobic metabolism of the polychaete worm *Nereis diversicolor* M. Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology. Vol. 125, pp: 185-189.

۳۳. **Sargent, J.R.; McEvoy, L.A. and Bell, J.G., 1999.** Requierments, presentation and source of polyunsaturated fatty acid in marine fish larvae feeds. Aquaculture. Vol. 177, pp: 191-199.

۳۴. **Sorgeloos, P.; Dhert, P. and Candreva, P., 2001.** Use of brine shrimp, Artemia spp. In marine fish larviculture. Aquaculture. Vol. 200, pp: 147-15.

۳۵. **Tacon A.J., 1987.** The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp. 1. The essential nutrients. Training Manual. Food and Agriculture Organization. Brasilia, Brazilpp. pp: 73-84.

۳۶. **Webster, C.D. and Lim, C.E., 2002.** Nutrient Requirement and Feeding of Finfish for Aquaculture. CAB International, CABI Publishing. 418 P.

۳۷. **Zenkevich, L., 1963.** Biology of the seas of the USSR. Allen & Unwin. 955 p.