# ارتباط ترکیبات شیمیایی بافت عضله با مراحل رسیدگی جنسی گناد در ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* Hamilton, ۱۸۲۲) تغذیه شده با پربیوتیک اینولین


- **مهدیه فدایی‌راینی***: مجتمع آموزش عالی سراوان
- **احسان احمدی‌فر**: گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه زابل، ایران
- **طیبه عنایت‌غلامپور**: گروه شیلات، دانشگاه پیام نور، صندوق پستی ۳۶۹۷-۱۹۳۹۵، تهران، ایران


تاریخ دریافت: شهریور ۱۳۹۵ تاریخ پذیرش: آذر ۱۳۹۵

## چکیده

**با توجه به اهمیت پربیوتیک اینولین بر رسیدگی جنسی در ماهیان، تحقیق حاضر به بررسی تغییر ترکیبات شیمیایی (چربی، پروتئین، رطوبت و خاکستر) بافت عضله در مراحل مختلف رسیدگی جنسی در جنس ماده ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) پرداخته است. به این منظور لاروهای ماهی زبرا دانیو با جیره‌های غذایی حاوی دوزهای ۰ (گروه شاهد)، ۱ گرم ، ۲ گرم و ۳ گرم اینولین در هر کیلوگرم جیره غذایی تغذیه شدند و دو مرحله نمونه‌برداری (٤٥ روز و ۹۰ روز پس از شروع تغذیه فعال) صورت گرفت و در هر مرحله ترکیبات شیمیایی (لیپید، پروتئین، رطوبت و خاکستر) بافت عضله (براساس درصد وزن خشک) اندازه‌گیری شد. در مرحله اول نمونه‌برداری، مقادیر چربی و پروتئین عضله به‌طور معنی‌داری بالاتر از مرحله دوم نمونه‌برداری بود (P<۰/۰۵). با توجه به این‌که در مرحله دوم نمونه‌برداری، ماهیان در مرحله رسیدگی جنسی کامل قرار داشتند، مقدار چربی موجود در عضله کاهش یافت (P<۰/۰۵). مقادیر رطوبت و خاکستر به‌طور معنی‌داری در مرحله دوم نمونه‌برداری بالاتر از مرحله اول به‌دست آمد (P<۰/۰۵). در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مراحل مختلف زندگی ماهی زبرا دانیو بر محتوای ترکیبات شیمیایی عضله تاثیرگذار است.**

**کلمات کلیدی:** ترکیبات شیمیایی، رسیدگی جنسی، پربیوتیک اینولین، ماهی زبرا دانیو



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: fadaimahdiye@yahoo.com

## مقدمه

ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio* Hamilton, ۱۸۲۲) از ماهیان زینتی بسیار زیبا در آب شیرین و مناطق گرمسیری است که زیستگاه آن شرق هند، بنگلادش، پاکستان، میانمار و نپال و از خانواده کپور ماهیان است (Saddhe و همکاران، ۲۰۱۳). طول عمر آن حدود ۵ سال است و در دمای ۱۸ تا ۲۵ درجه سانتی‌گراد به‌راحتی زندگی می‌کند و pH مورد نیاز برای آن ۶/۶ تا ۷/۲ می‌باشد (Hill و همکاران، ۲۰۰۵). نوزادان پس از ۴ تا ۶ ماه به بلوغ می‌رسند (Quigley و Parich، ۲۰۰۲). با توجه به سهولت تکثیر و تولیدمثل و رژیم غذایی همه چیزخواری، این گونه توانسته است نظر علاقمندان زیادی را به خودجلب کندودر بسیاری‌ازآزمایشات از آن‌به‌عنوان مدل آزمایشگاهی استفاده می‌کنند(Spenceو همکاران، ۲۰۰۸؛ Hill وهمکاران، ۲۰۰۵). پربیوتیک ترکیب غذایی غیرقابل هضمی است که از طریق تحریک انتخابی، رشد و فعال کردن یک یا تعداد محددی از باکتری‌های مفید در بدن را سبب می‌گردد. ازجمله این پربیوتیک‌ها که اخیراً به‌طور بسیار زیادی در جیره‌غذایی ماهیان استفاده می‌گردد، اینولین می‌باشد. اینولین یک کربوهیدرات گیاهی غیرقندی پلی‌ساکاریدی است که دارای فیبر محلول بوده و از گیاهان مختلفی با درجه پلیمریزاسیون متفاوت به‌دست می‌آید (Roberfroid و همکاران، ۱۹۹۸). اگرچه اینولین یک فیبر طبیعی در جیره غذایی ماهیان نیست ولی به‌واسطه خواص پربیوتیکی آن در تحریک سنتز اسید چرب مهم و موثر در فرایند تولیدمثل، استفاده از آن در آبزی‌پروری ایده جالب توجهی می‌باشد (Ringo و همکاران، ۱۹۹۸).

میزان ترکیبات موجود در عضله ماهیان (آب، پروتئین، ترکیبات نیتروژنه غیرپروتئینی، چربی، مواد معدنی، ویتامین‌ها) و تغییرات آن‌ها در بدن ماهی می‌تواند به‌عنوان یک شاخص برای شرایط فیزیولوژیکی مورد استفاده قرار گیرد (Ali و همکاران، ۲۰۰۵). شاخص‌هایی مانند اندازه یا سن ماهی، غذادهی، وضعیت تولیدمثلی، موقعیت جغرافیایی و فصل (درجه‌حرارت آب، شوری، فتوپریود) بر محتوای چربی و ترکیب عضله ماهی مؤثر می‌باشند (Periago و همکاران، ۲۰۰۵ ؛ Alasalvar و همکاران، ۲۰۰۲؛ یگانه و همکاران، ۱۳۹۱). پروتئین محتوای گوشت ماهی کمتر از سایر ترکیبات تحت تأثیر غذادهی بوده و بیش‌تر بستگی به خصوصیات ذاتی نظیر گونه و اندازه ماهی دارد (Periago، ۲۰۰۵). مجموع آب و چربی حدود ۸۰ درصد وزن عضله ماهی را تشکیل می‌دهد (رضوی‌شیرازی، ۱۳۷۳). مطالعات دربعضی از آبزیان نشان داده است در مرحله مشخصی از توسعه گنادی نرخ انتقال چربی به سلول‌های گامتی بیش‌تر از نرخ دریافت چربی می‌باشد و این سوال که عضله یا اندام‌های دیگری در تامین اندوخته غذایی سلول‌های گامتی نقش دارند باعث توجه محققین به تاثیرعوامل محیطی و روند بیولوژیکی بر ترکیب شیمیایی اندام‌های مختلف آبریان شده است. در فصل تولیدمثل یا دوره تخم‌ریزی، ضمن کاهش ذخایر غذایی در بدن ماهی، به تدریج تغییراتی در ترکیب شیمیایی عضلات رخ می‌دهد (Tzikas و همکاران، ۲۰۰۷). بررسی‌های انجام شده در خصوص تغییر ترکیبات مختلف بدن ماهی *Trachurus mediterraneus*، در فصول مختلف سال نشان داده است که بیش‌ترین میزان تغییرات در محتوای چربی‌رخ داده به‌طوری‌که در فصل تخم‌ریزی میزان چربی به پایین‌ترین حد خود رسید. Komova (۲۰۰۰) در بررسی دینامیک ترکیب شیمیایی عضله ماهی سیم در مراحل رسیدگی گناد اختلاف معنی‌داری را در میزان پروتئین عضله ماهیان نر و ماده و هم‌چنین لیپید عضله ماهی نر مشاهده نکردند و اختلاف معنی‌دار مشاهده شده در لیپید عضله ماهی ماده را به وضعیت فیزیولوژیکی طی مراحل رسیدگی جنسی نسبت دادند. لیپیدها جزئی از ترکیب شیمیایی عضله هستند که بیش‌ترین اختلاف را از نظر مقداری در بدن ماهی نشان می‌دهند (Arts و همکاران، ۲۰۰۱). حتی در یک گونه خاص نیز ممکن است این اختلاف در فصول مختلف سال مشاهده شود که حداقل مقدار آن معمولاً هنگام تخم‌ریزی است. با پیشرفت بلوغ جنسی در بهار مقدار اسیدهای چرب در عضله کاهش می‌یابد که ممکن است به‌دلیل نیاز فیزیولوژیک ماهی جهت ویتلوژنز باشد. این ترکیبات در پروسه تولیدمثلی دخالت دارند و وجود آن‌ها در رژیم غذایی مولدین موجب افزایش هم آوری، لقاح و کیفیت تخم می‌شود (Arts و همکاران، ۲۰۰۱). تحقیقات انجام شده تأییدکننده این نتیجه می‌باشند که ترکیب شیمیایی عضله ماهیان در گونه‌های مختلف و حتی در یک گونه بسته به جنس، سن، شرایط محیطی و فصل یزان پروتئین و چربی در ماهیان افزایش یافته و برعکس با افزایش مقدار آب موجود در عضله، در مقدار پروتئین و چربی عضله کاهش رخ می‌دهد (زکی‌پور رحیم‌آبادی و همکاران، ۱۳۸۸). بطوریکه به میزان زیادی متفاوت می‌باشد (رضوی‌شیرازی، ۱۳۷۳). بررسی‌های محققین نشان‌داده است که با کاهش محتوای آب عضله در عضله ماهی شوریده نیز ترکیبات شیمیایی عضله در طی فصول محتلف سال و از جمله فصل تولیدمثل، دچار تغییراتی می‌گردد (پاپهن و رونق، ۱۳۸۱). محققین گزارش نمودند در آغاز فصل بهار میزان پروتئین و چربی در ماهیانی که در فصل تولیدمثل خود قرار دارند، در پائین‌ترین سطح خود بوده و به تدریج تا پایان فصل مقدار آن رو به افزایش می‌رود. در فصل تابستان مقدار آن‌ها ثابت بوده و در فصل پاییز مقدار پروتئین رو به افزایش نهاده ولی مقدار چربی تقریباً ثابت بوده است (پاپهن و رونق، ۱۳۸۱). Zaboukas(۲۰۰۶)،بیان‌نمود در دوره رسیدگی جنسی، ذخایر چربی و پروتئین ماهی کاهش می‌یابد و میزان آب

بدن افزایش پیدا می‌کند. Guler و همکاران (۲۰۰۸) تغییرات چربی و پروتئین عضلانی در طی رشد غدد تناسلی در جنس ماده سیم دریایی (*Abramis brama*) بررسی نمودند. اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) تاثیر سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین را بر ترکیبات لاشه فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*) بررسی نمودند. خسروی و همکاران (۱۳۹۰) تأثیر پربیوتیک اینولین را بر ترکیب لاشه ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*)بررسی‌نمودند. هم‌چنین محققین تاثیر اینولین را بر ترکیب لاشه ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) بررسی نمودند (میرا، ۱۳۹۰؛ رهنما و همکاران، ۱۳۹۲). مطالعات در بعضی از آبزیان نشان داده است که در مرحله مشخصی از توسعه گنادی، نرخ انتقال چربی به سلول‌های گامتی بیش‌تر از نرخ دریافت چربی می‌باشد و این سوال که عضله یا اندام‌های دیگر در تامین اندوخته غذایی سلول‌های گامتی نقش دارند، باعث توجه محققین به تاثیر بلوغ جنسی و روند زیست شناختی بر ترکیب شیمیایی اندام‌های مختلف آبزیان شده است.

با توجه به اهمیت پربیوتیک اینولین و تاثیر قابل ملاحظه آن بر رسیدگی جنسی و ترکیبات شیمیایی عضله ماهیان، و هم‌چنین با توجه به محدود بودن مطالعات انجام شده در زمینه بررسی تغییرات ترکیبات شیمیایی عضله در ماهی زبرا دانیو به‌عنوان یک گونه مدل در آبزی‌پروری و نماینده‌ای از خانواده پر اهمیت کپورماهیان، مطالعه حاضر با هدف بررسی تغییرات این ترکیبات در ماهی زبرا دانیو صورت گرفت.

## مواد و روش‌ها

تحقیق حاضر در تابستان سال ۱۳۹۴ در کارگاه ماهیان تزئینی صدرا در استان گلستان انجام گردید. ماهیان مولد زبرا دانیو (جنس نر و ماده) به‌صورت جداگانه در آکواریوم‌هایی با ابعاد (۷۰×۴۰×۳۰ سانتی‌متر) با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد، پی- اچ معادل ۷±۰/۲ قرار گرفتند و پس از دو هفته سازگاری با شرایط فیزیکی و شیمیایی محیط آزمایشی، در آکواریوم‌های ویژه تخم‌ریزی قرار گرفتند. پس از گذشت ۴۸ساعت، مولدین از آکواریوم‌های تخم‌ریزی خارج‌شدند. جهت انجام آزمایش، ماهیان در قالب ۴ تیمار (با دوزهای ۰ (گروه شاهد)، ۱ گرم ، ۲ گرم و ۳ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی) (Akrami و همکاران، ۲۰۱۵) و هر تیمار با ۳ تکرار در نظر گرفته شدند و در هر آکواریوم ۳۰ عدد لارو به‌طور تصادفی، قرار داده شد. تغذیه لاروها پس از جذب ۷۵ درصد کیسه زرده با زرده تخم‌مرغ و سپس با ناپلی آرتمیا و پس از آن تغذیه با غذای بیومار که با اینولین غنی شده‌بود، صورت گرفت و بچه ماهیان به‌مدت ۳ ماه با جیره‌های آزمایشی تغذیه شدند. جهت ساخت جیره غذایی، در حجم ۱۰۰ میلی‌لیتر آب، ۴ گرم ژلاتین حل گردید و سپس برطبق دوزهای آزمایشی، پربیوتیک اینولین اضافه گردید و بر روی جیره‌غذایی اسپری شد و سپس تا زمان خشک شدن، جیره غذایی در معرض هوای آزاد قرار گرفت و در نهایت تا زمان استفاده در داخل کیسه‌های پلاستیک در یخچال نگه‌داری شد (جافر نوده، ۱۳۹۵). تمام مراحل ساخت غذا در مورد جیره گروه شاهد نیز انجام شد و فقط اینولین به غذای گروه شاهد اضافه نگردید. در طول دوره آزمایش خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب (pH با استفاده از pHمتر مدل ۷۱۳ Metrohm, Switzerland، اکسیژن، نیتریت و سختی آب با دستگاه مدل Horiba – U Japan) به‌صورت روزانه اندازه‌گیری شد و میانگین این شاخص‌ها در جدول ۱ به‌طور خلاصه آمده است. تغذیه ماهیان به‌صورت دستی و روزانه ۳ بار و به‌میزان ۱۰-۷ درصد وزن بدن در کل دوره پرورش متغیر بود. جهت حفظ کیفیت آب، ۴۰ درصد حجم آب آکواریوم هر ۲ روز یک‌بار تعویض گردید.

جهت آنالیز ترکیب شیمیایی(چربی،پروتئین،رطوبت و خاکستر) از عضله ماهیان جنس ماده دو مرحله نمونه‌برداری صورت گرفت (مرحله اول: ۴۵ روز پس از شروع تغذیه فعال، مرحله دوم: ۹۰ روز پس از شروع تغذیه فعال). سپس جهت تعیین میزان رطوبت لاشه، نمونه‌های چرخ‌شده در دستگاه آون (Gerhardt, Type: Vap, Germany) با دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت قرار گرفتند و سپس میزان رطوبت آن محاسبه‌گردید. خاکستر لاشه بچه‌ماهیان با دستگاه کوره (Nabertherm, Germany) در دمای ۵۰۰c° اندازه‌گیری شد. پروتئین کل لاشه با استفاده از روش کلدال (N×۶/۲۵) با استفاده از دستگاه (Gerhardt, Germany) و چربی لاشه با استفاده از دستگاه سوکسله (Behr, Serin-nr, Germany) در آزمایشگاه تحقیقات اندازه‌گیری شدند (AOAC, ۱۹۹۹).

**جدول ۱: تجزیه جیره پایه ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) براساس درصد وزن تر**

| ترکیبات | مقدار |
|---|---|
| **درصد پروتئین** | ۵۲/۴۵ |
| **درصد فیبر** | ۲/۱ |
| **درصد چربی** | ۱۸/۴۴ |
| **درصد خاکستر** | ۱۱/۳۵ |
| **انرژی(کالری/گرم)** | ۴۵۹۸/۵۶ |
| **رطوبت** | ۸/۱۲ |

**روش تجزیه و تحلیل:** داده‌های به‌دست آمده در نرم‌افزار اکسل وارد گردید و میانگین داده‌ها محاسبه شد. سپس در نرم‌افزار SPSS ابتدا پراکنش نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون Kolmogorov-Smirnov

**جدول۲: دامنه تغییرات خصوصیات فیزیکی و شیمیایی آب آکواریوم‌ها در طول دوره پرورش در تحقیق حاضر**

| pH | اکسیژن محلول (ppm) | نیتریت | سختی کل | دما (°C) |
|---|---|---|---|---|
| ۷±۰/۲ | ۴/۴±۰/۱ | ۱/۵۳±۰/۲ | ۲۰۲±۸/۱ | ۲۴/۵±۱ |

بررسی و سپس جهت تعیین وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار از نقطه نظر شاخص‌های محاسبه شده با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One Way-ANOVA) و آزمون دانکن (Duncan) در سطح معنی‌داری ۰/۰۵ استفاده گردید.

## نتایج

در مرحله اول نمونه‌برداری، مقدار چربی، پروتئین و رطوبت عضله در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت (P>۰/۰۵) ولیکن با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و مقدار خاکستر عضله بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). در مرحله دوم نمونه‌برداری، مقدار چربی عضله ماهیان در تیمار T۳ به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر تیمارهای آزمایشی بود (P<۰/۰۵) که علت این امر را می‌توان این‌گونه بیان نمود که ماهیان تیمار T۳ به‌علت وجود دوز بالاتری از پربیوتیک اینولین در جیره غذایی، به‌لحاظ رسیدگی جنسی در مرحله پیشرفته‌تری نسبت به سایر تیمارها بودند و با پیشرفت مرحله رسیدگی جنسی بخش اعظم چربی صرف ساخت گنادها می‌گردد و به این دلیل از مقدار چربی عضله کاسته می‌شود. مقدار پروتئین و رطوبت عضله در تیمار T۳ به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود (P<۰/۰۵) و مقدار خاکستر عضله در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). بیش‌ترین محتوای آب و کم‌ترین محتوای چربی و پروتئین در مرحله دوم نمونه‌برداری مشاهده گردید. خاکستر عضله در مراحل مختلف نمونه‌برداری و در جنس‌های نر و ماده تفاوت معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵).

**جدول۳: آنالیز واریانس مقادیر ترکیبات شیمیایی بدن ماهی زبرا دانیو در نمونه‌برداری اول (۴۵ روز پس از تغذیه شروع تغذیه فعال)**

| نوع ترکیب | منابع تغییر (SV) | درجه‌آزادی (df) | مجموع‌مربعات (ss) | میانگین‌مربعات (MS) | محاسبه شده (f) | سطح‌معنی‌داری (P<۰/۰۵) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | تیمار | ۴ | ۶/۵۷ | ۱/۵۸ | ۱/۶۳ | ۰/۰۴۲ |
| چربی | تکرار | ۸ | ۹/۱۸ | ۰/۸۸ | -- | -- |
| | کل | ۱۲ | ۱۵/۷۳ | -- | -- | -- |
| | تیمار | ۴ | ۷۰/۶ | ۱۷/۶۴ | ۲/۲ | ۰/۰۱۲ |
| پروتئین | تکرار | ۸ | ۶۵/۷ | ۷/۳۰ | -- | -- |
| | کل | ۱۲ | ۱۳۶/۳۴۹ | -- | -- | -- |
| | تیمار | ۴ | ۴/۹۳ | ۱/۲۳ | ۰/۹۴ | ۰/۰۴۶ |
| رطوبت | تکرار | ۸ | ۱/۶۶ | ۰/۸۳ | ۰/۶۳ | -- |
| | کل | ۱۲ | ۶/۵۹ | -- | -- | -- |
| | تیمار | ۴ | ۰/۵۱ | ۰/۱۳ | ۰/۱۶ | ۰/۰۷۸ |
| خاکستر | تکرار | ۸ | ۰/۹۴ | ۰/۴۶ | ۰/۶۰ | -- |
| | کل | ۱۲ | ۱/۴۵ | -- | -- | -- |

**جدول۴: مقادیر (میانگین±انحراف معیار) ترکیبات شیمیایی بدن ماهی زبرا دانیو در نمونه‌برداری اول (۴۵ روز پس از تغذیه شروع تغذیه فعال)**

| منابع تغییر | چربی خام (درصد) | پروتئین خام (درصد) | رطوبت (درصد) | خاکستر (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| شاهد (T۰) | ۱۱/۸۵ ±۱/۳۹ [a] | ۸۴/۲ ±۲/۴ [a] | ۶۰/۲۴ ±۳/۵ [a] | ۳/۱ ±۰/۵ [a] |
| جیره حاوی ۱ گرم اینولین (T۱) | ۱۲/۳۱ ±۰/۷۵ [b] | ۸۴/۵ ±۲/۴ [b] | ۶۰/۳۱ ±۳/۸۵ [b] | ۲/۹۴ ±۰/۶ [a] |
| جیره حاوی ۲ گرم اینولین (T۲) | ۱۲/۵۹ ±۱/۴ [b] | ۸۷/۲۱ ±۲/۳ [b] | ۵۸/۵۱ ±۳/۷۶ [b] | ۳/۰ ±۰/۵ [a] |
| جیره حاوی ۳ گرم اینولین (T۳) | ۱۲/۲۰ ±۱/۳ [b] | ۸۸/۱۱ ±۲/۵ [b] | ۵۸/۶۲±۳/۴۶ [b] | ۳/۱۲ ±۰/۴ [a] |

حروف انگلیسی متفاوت در سطرهای عمودی بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

**جدول۵: آنالیز واریانس مقادیر ترکیبات شیمیایی بدن ماهی زبرا دانیو (*Danio rerio*) در نمونه‌برداری دوم (۹۰ روز پس از تغذیه شروع فعال)**

| نوع ترکیب | منابع تغییر (SV) | درجه‌آزادی (df) | مجموع‌مربعات (ss) | میانگین‌مربعات (MS) | محاسبه شده (f) | سطح‌معنی‌داری (P<۰/۰۵) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | تیمار | ۴ | ۶/۸ | ۱/۶۲ | ۱/۲۶ | ۰/۰۴۵ |
| چربی | تکرار | ۸ | ۱۲/۲۲ | ۱/۲۱ | -- | -- |
| | کل | ۱۲ | ۱۵/۳۱ | -- | -- | -- |
| | تیمار | ۴ | ۱۵/۲ | ۳/۸ | ۱/۲۱ | ۰/۰۳۶ |
| پروتئین | تکرار | ۸ | ۳۳/۲۳ | ۳/۱ | -- | -- |
| | کل | ۱۲ | ۴۶/۴۳ | -- | -- | -- |
| | تیمار | ۴ | ۵/۵۶ | ۲/۴۷ | ۰/۹۹ | ۰/۰۵۳ |
| رطوبت | تکرار | ۸ | ۲/۳۷ | ۰/۹۸ | ۰/۷۶ | -- |
| | کل | ۱۲ | ۷/۹۳ | -- | -- | -- |
| | تیمار | ۴ | ۰/۵۸ | ۰/۱۵ | ۰/۲۵ | ۰/۰۸۲ |
| خاکستر | تکرار | ۸ | ۰/۹۴ | ۰/۶۸ | ۰/۷۲ | -- |
| | کل | ۱۲ | ۱/۵۲ | -- | -- | -- |

**جدول۶: مقادیر (میانگین±انحراف معیار) ترکیبات شیمیایی بدن ماهی زبرا دانیو در نمونه‌برداری دوم (۹۰ روز پس از تغذیه شروع فعال)**

| منابع تغییر | چربی خام (درصد) | پروتئین خام (درصد) | رطوبت (درصد) | خاکستر (درصد) |
|---|---|---|---|---|
| شاهد (T۰) | ۱۰/۸۵ ±۱/۴ a | ۸۳/۲ ±۲/۸ a | ۶۳/۳۳ ±۳/۵ a | ۳/۳۳ ±۰/۵ a |
| جیره حاوی ۱ گرم اینولین (T۱) | ۱۰/۶۲ ±۰/۸۶ b | ۸۲/۵ ±۱/۵ b | ۶۲/۲ ±۳/۸۵ b | ۳/۷۵ ±۰/۶ a |
| جیره حاوی ۲ گرم اینولین (T۲) | ۹/۸ ±۱/۶ b | ۸۵/۳ ±۲/۶ b | ۶۸/۲ ±۳/۷۶ b | ۳/۵۱ ±۰/۵ a |
| جیره حاوی ۳ گرم اینولین (T۳) | ۸/۸۶ ±۱/۱ c | ۸۵/۳۳ ±۳/۵ c | ۶۹/۲ ±۳/۴۶ c | ۳/۸۲ ±۰/۴ a |

حروف انگلیسی متفاوت در سطرهای عمودی بیان‌گر وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ می‌باشد.

## بحث

در سال‌های اخیر، تحقیقات گسترده‌ای بر ارزش غذایی گوشت و سایر بافت‌های آبزیان انجام گرفته و نتایج قابل توجهی به‌دست آمده است. ولیکن تاثیر پربیوتیک اینولین بر ترکیب عضله ماهی زبرا دانیو تاکنون انجام نشده است. از این‌رو تحقیق حاضر به‌منظور بررسی ترکیب عضله بدن ماهی زبرا دانیو در طی دوره تکامل گنادی، در دو مرحله نمونه‌برداری صورت گرفت.

چربی‌ها جزئی از ترکیب شیمیایی عضله ماهی هستند که مقدار آن‌ها در بدن ماهی‌های مختلف، متفاوت می‌باشد (Rehbein و Oehlenschlager، ۲۰۰۹). اصل مشترک برای تمامی ماهیان در مسیر تکاملی، تولید تخم‌هایی با زرده بزرگ است. رشد اووسیت‌ها در مرحله سوم از تکامل تخم، پروسه‌ای زرده‌ساز می‌باشد که در آن کبد به ساختن فسفوگلیکولیپوپروتئین مبادرت می‌نماید. در نتیجه اثرات آن روی کمیت و کیفیت چربی در گناد امری اجتناب ناپذیر است (Arukwa و Goksory، ۲۰۰۳). هنگامی‌که گناد غیرفعال است چربی در بدن ماهی ذخیره می‌شود، زیرا چربی‌ها مواد انرژی‌زایی هستند که برای انجام تقسیمات سلول‌های اسپرماتوگونی و یا آغاز رشد تخمک‌ها لازم می‌باشند. میزان بروز و ذخیره چربی در غدد جنسی ماهیان مختلف متفاوت است در برخی از ماهیان بیش‌تر و در برخی به‌مقدار کم‌تری‌ذخیره می‌شود(Kazemi و Bahmani، ۱۹۹۷).هم‌چنین تغذیه بسیاری از گونه‌های ماهیان در طول بلوغ جنسی کاهش می‌یابد، لذا مراحل پایانی رشد گنادی وابسته‌به منابع انرژی داخلی می‌باشد. تحقیق در مورد یک گونه از خانواده گادیده با نام انگلیسی Alaska pollock (*Theragra chalcogramma*) نشان داد که پروتئین محتوای عضله در فصل تخم‌ریزی کاهش می‌یابد (Sorvachev و همکاران، ۱۹۵۷). Lapina (۱۹۷۸)، در بررسی تغییرات فصلی ترکیب بیوشیمیایی اندام‌های بدن ماهی کلمه دریافت که ماده‌ها در طول رسیدگی جنسی قسمتی از ذخیره غذایی (چربی و پروتئین) را برای تشکیل تولیدات جنسی مصرف می‌کنند. Echina و Granado (۲۰۰۱)، در بررسی تغییرات روند فیزیولوژیکی بافت‌های غیرجنسی و جنسی اردک ماهی مشاهده نمودند که شاخص‌های محیطی (دمای آب و دسترسی به غذا

و غیره) و فیزیولوژی تکثیر آن‌ها بر ذخیره انرژی ماهی تاثیر می‌گذارد. در بررسی ترکیب شیمیایی عضله ماهی سیم در مراحل رسیدگی‌گناد اختلاف معنی‌داری در میزان پروتئین عضله مشاهده نگردید اما محتوی لیپید عضله اختلاف معنی‌داری را نشان داد که علت این امر را می‌توان به نوع و گونه ماهی، وضعیت تغذیه، سن ماهیان و شرایط محیطی نسبت داد (Komova، ۲۰۰۱).

نتایج Guler و همکاران (۲۰۰۸) بر روی کپورمعمولی (با بیش از دو سال سن) بدون توجه به جنس نشان داد مقدار لیپید فیله در زمستان افزایش می‌یابد. محتوای لیپید عضله ماهی دنتکس (*Dentex dentex*) تفاوت معنی‌داری در طی مراحل مختلف بلوغ نشان نداد (Özyurt و همکاران، ۲۰۰۶). میزان لیپید عضلانی در ماهی ماکرل (*Trachurus mediterraneus*) در فصل تولیدمثل، در کم‌ترین حد خود بود (Tzikas و همکاران، ۲۰۰۷) و در تحقیق حاضر نیز این وضعیت مشاهده گردید. در بسیاری از گونه‌های ماهی، ترکیب شیمیایی بافت‌ها، گنادهای در حال توسعه و سایر ارگان‌ها در طی گامتوژنز تغییر می‌کند. در جنس ماده سیم دریایی (*Abramis brama*) بخشی از پروتئین و لیپیدهای عضلانی جهت انرژی مورد نیاز و بلوغ گامت‌های جنسی مصرف می‌شوند (Guler و همکاران، ۲۰۰۸)، لذا مقدار چربی و پروتئین عضلانی در طی رشد غدد تناسلی و افزایش ضریب گنادوسوماتیک از تابستان تا بهار سال بعد کاهش می‌یابد. اکرمی و همکاران (۱۳۸۷) تاثیر سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین را بر ترکیبات لاشه فیل‌ماهیان جوان (*Huso huso*) بررسی نمودند و مشاهده کردند که این پربیوتیک بر ترکیبات لاشه تاثیر معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵) که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی ندارد. در تحقیق انجام شده توسط زکی‌پور رحیم‌آبادی و همکاران (۱۳۸۸) روی عضله ماهی خواجو مشخص گردید که مقدار چربی عضله تحت تاثیر فصول مختلف سال قرار می‌گیرد و کم‌ترین مقدار آن در فصل پاییز اندازه‌گیری شد. خسروی و همکاران (۱۳۹۰) طی مطالعه‌ای روی بچه‌ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) اینولین را در سطوح مختلف ۰، ۰/۵ و ۱ درصد جیره بر ترکیب لاشه ماهی کلمه بررسی و بیش‌ترین میزان پروتئین، چربی و خاکستر لاشه را در تیمارهای حاوی پربیوتیک اینولین گزارش کردند که با نتایج تحقیق حاضر بر ماهی زبرا دانیو هم‌خوانی دارد. میرا (۱۳۹۰) اینولین را در چهار سطح ۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ درصد به جیره تجاری ماهی قرمز (*Carassius auratus*) افزود و بیش‌ترین درصد پروتئین، چربی و خاکستر لاشه را در تیمار شاهد گزارش نمود که برخلاف نتایج تحقیق حاضر روی ماهی زبرا دانیو می‌باشد زیرا در تحقیق حاضر در تیمارهای آزمایشی بیش‌ترین درصدپروتئین، چربی‌وخاکستر لاشه در جیره‌های حاوی اینولین مشاهده گردید. برطبق نتایج تحقیق حاضر در مرحله اول نمونه‌برداری، مقدار چربی، پروتئین و رطوبت عضله در بین تیمارهای آزمایشی تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشت (P>۰/۰۵) ولیکن با تیمار شاهد اختلاف معنی‌دار بود (P<۰/۰۵) و مقدار خاکستر عضله بین تیمارهای آزمایشی و تیمار شاهد تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵). در مرحله دوم نمونه برداری در تحقیق حاضر، مقدار چربی عضله ماهیان در تیمار T۳ به‌طور معنی‌داری کم‌تر از سایر تیمارهای آزمایشی بود (P<۰/۰۵) که علت این امر را می‌توان این‌گونه بیان نمود که ماهیان تیمار T۳ به‌علت وجود دوز بالاتری از پربیوتیک اینولین در جیره غذایی، به‌لحاظ رسیدگی جنسی در مرحله پیشرفته‌تری نسبت به سایر تیمارها بودند و با پیشرفت مرحله رسیدگی جنسی بخش اعظم چربی صرف ساخت گنادها می‌گردد و به این دلیل از مقدار چربی عضله کاسته می‌شود. مقدار پروتئین و رطوبت عضله در تیمار T۳ به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود(P<۰/۰۵) و مقدار خاکستر عضله در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت (P>۰/۰۵).

نتایج تحقیقات یگانه و همکاران (۱۳۹۱) نشان داد مقدار لیپید فیله‌کپور پرورشی از تابستان تا بهار سال بعد (فصل‌تخم‌ریزی) کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. هم‌چنین نتایج این محققین نشان داد که لیپید و پروتئین فیله ماهی کپور پرورشی از تابستان تا بهار کاهش می‌یابد و رطوبت فیله از تابستان تا بهار افزایش می‌یابد. رهنما و همکاران (۱۳۹۲) تأثیر پربیوتیک اینولین (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره‌غذایی) را بر ترکیب لاشه در ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*) بررسی نمودند. این محققین بیش‌ترین میزان پروتئین و کم‌ترین میزان چربی لاشه را در تیمار حاوی ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره‌غذایی گزارش نمودند که با نتایج تحقیق حاضر مطابقت دارد و علت افزایش سطح پروتئین لاشه در تیمارهای پربیوتیکی این تحقیق ممکن است به بهره‌برداری بیش‌تر اسیدآمینه‌و قابلیت هضم‌جیره‌مرتبط باشد(Gence‌وهمکاران، ۲۰۰۷). محققین بیان نمودند که افزودن پربیوتیک در جیره غذایی می‌تواند ترکیب لاشه ماهیان را دچار تغییراتی کند. به‌طوری‌که در قزل‌آلای رنگین‌کمان و تیلاپیا، با افزایش سطح پربیوتیک مانان الیگوساکارید در جیره غذایی مقدار پروتئین عضله نیز افزایش یافت (Genc و همکاران، ۲۰۰۷b؛ Yilmaz و همکاران، ۲۰۰۷). در مقابل، برخی از محققین گزارش نمودند که افزودن این پربیوتیک به جیره غذایی سبب کاهش پروتئین لاشه در ماهی سالمون (Genc و همکاران، ۲۰۰۷b) و میگوی ببری سبز (Genc و همکاران، ۲۰۰۷a) می‌گردد. Akrami و همکاران (۲۰۰۹) به بررسی تاثیر پربیوتیک اینولین بر ترکیبات لاشه در جونایل‌های فیل‌ماهی بلوگا (*Huso huso*) پرداختند. نتایج حاکی از تاثیر معنی‌دار اینولین بر ترکیبات لاشه بود به‌طوری‌که

در رابطه رگرسیونی مثبت بین مقدار اینولین جیره و مقدار پروتئین، چربی و خاکستر لاشه وجود داشت.

Akrami و همکاران (۲۰۱۲) تاثیر پربیوتیک مانان الیگوساکارید (با سطوح ۰، ۱، ۲ و ۳ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی) را بر ترکیب لاشه در ماهی کپور معمولی بررسی نمودند. نتایج این محققین نشان داد که در بین تیمارهای آزمایشی تفاوتی به‌لحاظ ترکیبات لاشه (پروتئین، چربی و خاکستر) وجود ندارد ($P>0/05$) ولیکن بالاترین مقدار پروتئین و خاکسترلاشه و کم‌ترین مقدار چربی را در تیمار حاوی ۱ گرم مانان الیگوساکارید، مشاهده گردید.

Akrami و همکاران (۲۰۱۵) با بررسی سطوح مختلف اینولین (۰، ۰/۵، ۱ و ۱/۵ گرم در هر کیلوگرم جیره غذایی) مشاهده نمودند که چربی موجود در عضله ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱ گرم اینولین، به‌طور معنی‌داری بالاتر از سایر تیمارها بود ($P<0/05$) که این نتایج با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد، هم‌چنین این محققین بیان نمودند که مقدار پروتئین در بین تیمارها تفاوت معنی‌داری نداشت ولیکن ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی ۱/۵ گرم اینولین بیش‌ترین مقدار پروتئین را نشان دادند به‌طوری‌که در تحقیق حاضر نیز ماهیان تغذیه شده با بالاترین دوز اینولین، بیشترین مقدار پروتئین لاشه را نشان دادند که در واقع این امر نشان‌دهنده این امر می‌باشد که حضور اینولین در جیره غذایی سبب جذب بهتر مواد غذایی پروتئینی در بدن ماهی شده که متعاقب آن مقدار پروتئین در عضله افزایش یافته است (Akrami و همکاران، ۲۰۱۵؛ Mehrabi و همکاران، ۲۰۱۲) هم‌چنین به‌نظر می‌رسد که غنی نمودن جیره با پربیوتیک اینولین سبب بهبود مصرف و جذب اسیدهای چرب می‌گردد ولیکن این نتایج با نتایج Miraو همکاران (۲۰۱۱) بر ماهی کلمه (*R. rutilus caspicus*) مغایرت دارد.

در مجموع نتایج تحقیق حاضر نشان داد که مراحل مختلف زندگی ماهی زبرا دانیو بر محتوای ترکیبات شیمیایی عضله ماهیان تاثیر گذار است به‌طوری‌که در زمان تکامل گنادها و تولیدمثل به‌دلیل استفاده از چربی و پروتئین جهت تامین انرژی و تشکیل و تکامل گنادها، از مقدار این ترکیبات در عضله ماهی کاسته می‌شود. از طرفی پربیوتیک اینولین سبب بهبود عملکرد تولیدمثلی در ماهیان می‌گردد.

## منابع


۱. **اکرمی، ر.؛ حاجی‌مرادلو، ع. و متین‌فر، ع.، ۱۳۸۷.** اثر سطوح متفاوت پربیوتیک اینولین جیره غذایی بر شاخص‌های رشد، نرخ بازماندگی و ترکیب بدن فیل ماهیان *Huso huso* جوان پرورشی. مجله علوم کشاورزی و منابع طبیعی. دوره ۱۵، شمار ۵، صفحات ۱۹ تا ۳۲.

۲. **پاپهن، ف. و رونق، م.، ۱۳۸۱.** بررسی میزان چربی و پروتئین عضلات ماهی شوریده در منطقه هندیجان در فصول مختلف. مجله دامپزشکی ایران. دوره ۸، شماره ۵، صفحات ۷۵ تا ۸۲.

۳. **جافر نوده، ع.، ۱۳۹۵.** بررسی خواص سینرژیستی برخی اسیدهای آلی با پروبیوتیک لاکتوباسیلوس کازئی (*Lactobacillus casei*) در پرورش بچه‌ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*). رساله دکتری تخصصی شیلات، پژوهشکده مطالعات دریاچه ارومیه، دانشگاه ارومیه. ۱۳۷ صفحه.

۴. **خسروی، م.، ۱۳۹۰.** بررسی تاثیر سطوح مختلف اینولین بر عملکرد رشد و کارایی تغذیه در بچه ماهیان کلمه (*Rutilus rutilus*). کارشناسی ارشد. تکثیر و پرورش آبزیان. دانشگاه ازاد واحد علوم تحقیقات. ۵۷ صفحه.

۵. **رضوی‌شیرازی، ح.، ۱۳۸۰.** تکنولوژی فرآورده‌های دریایی. علم فرآوری (۲). انتشارات نقش مهر. ۲۹۲ صفحه.

۶. **رهنما، ب.؛ اکرمی، ر. و چیت‌ساز، ح.، ۱۳۹۲.** تاثیر پربیوتیک اینولین بر عملکرد رشد، بازماندگی، ترکیب لاشه و مقاومت در برابر استرس در ماهی قرمز (*Carassius auratus gibelio*). فصلنامه علوم و تکثیر آبزی پروری. دوره ۱، شماره ۲، صفحات ۵۵ تا ۷۰.

۷. **زکی‌پور رحیم‌آبادی، ا.؛ ارشدی، ع.؛ زارع، پ. و حیدری، م.ر. ۱۳۸۸.** بررسی مقایسه‌ای ترکیبات شیمیایی عضله ماهی خواجو (*Schizothorax zarudnyi*) و انجک (*Schizocypris altidorsalis*) در فصول و جنس‌های مختلف در استان سیستان و بلوچستان. مجله شیلات. دوره ۳، شماره ۳، صفحات ۲۴ تا ۳۶.

۸. **سالنامه آماری اداره کل شیلات استان مازندران. ۱۳۹۰.** ۵۴ صفحه.

۹. **عبدلی، ا .، ۱۳۷۸.** ماهیان آب‌های داخلی ایران. تهران، موزه طبیعت و حیات وحش ایران. ۱۶۰ صفحه.

۱۰. **میرا، م.، ۱۳۹۰.** بررسی تاثیر سطوح مختلف اینولین بر عملکرد رشد و کارایی تغذیه در بچه‌ماهیان سفید (*Rutilus frissi kutumn*). کارشناسی ارشد. تکثیر و پرورش آبزیان. دانشگاه ازاد واحد قائمشهر. ۷۹ صفحه.

۱۱. **یگانه، س.؛ شعبانپور، ب.؛ حسینی، ه.؛ ایمانپور، م.ر.؛ شعبانی، ع. و عباسی، م.، ۱۳۹۱.** ارزیابی تغییرات فصلی ترکیب شیمیایی و ترکیب اسیدهای‌چرب فیله ماهی کپور پرورشی(*Cyprinus carpio*)، مجله زیست شناسی ایران، دوره ۲، صفحات ۲۶۸ تا ۲۹۴.

۱۲. **Akrami R.; Rahnama, B.; Chitsaz, H. and Razeghi Mansour., 2015.** Effects of dietary inulin on growth performance, survival, body composition, stress resistance and some hematological parameters of Gibel carp juveniles (*Carassius auratus gibelio*). Iranian Journal of Fisheries Sciences. Vol. 14, No. 4, pp: 1072- 1082.

۱۳. **Akrami, R.; Hajimoradloo, A.; Matinfar, A. and Abedian Kinari, A., 2009.** Effect of Dietary Prebiotic Inulin on Growth Performance, Intestinal Microflora, Body Composition and Hematological Parameters of Juvenile Beluga, *Huso huso* (Linnaeus, 1758). Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 40, No. 6, pp: 771-779.

۱٤. **Akrami, R.; Razeghi Mansour, M.; Chitsaz, H. and Ziaee, R., 2012.** Effect of dietary manna oligosaccharide on growth performance, survival rate, body composition and some hematological parameters of carp juvenile (*Cyprinus carpio*). Journal of Aquaculture Feed Science and Nutrition. Vol. 49, No. 30, pp: 54-60.

۱۵. **Alasalvar, C.; Taylor, K.D.A.; Zubcov, E.; Shahidi, F. and Alexis, M., 2002.** Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. Food Chemistry. Vol. 79, pp: 145-150.

۱٦. **Ali, M.; Ighbal, F.; Salam, A.; Iram, S. and Athar, M., ۲۰۰۵.** Comparative study of body composition of different fish species from brackish water pond. International Journal of Environment Science and Technology. Vol. 2, No. 3, pp: 229-232.

۱۷. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). ۱۹۹۹.** Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists Inc., Arlington, Virginia, USA.

۱۸. **Arts, M.T.; Ackman, R.G. and Holub, B.J., 2001.** Essential fatty acids"in aquatic ecosystems: a crucial link between diet and human health and evolution. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science. Vol. 58, pp: 122-137.

۱۹. **Arukwa, A. and Goksory, A., 2003.** Egg shell and egg yolk proteins in fish, hepatic proteins for the next generation: Oogenetic, population and evolutionary, implications of endocrine disruption, Comparative Journal of Hepatology. Vol. 2, pp: 1-46.

۲۰. **Echina, L. and Granado, L., 2001.** Seasonal Variation in the physiological status and energy content of somatic and reproductive tissues of chub, Marine Biology., Vol. 120, No. 6, pp: 503-511.

۲۱. **Genc, MA.; Aktas, M.; Genc, E. and Yilmaz, E., 2007a.** Effects of dietary mannan oligosaccharide on growth, body composition and hepatopancreas histology of *Penaeus semisulcatus* (de Haan 1844). Journal of Aquatic Nutrient. Vol. 13, No. 7, pp: 156-161.

۲۲. **Genc, M.A.; Yilmaz, E.; Genc, E. and Aktas, M., 2007b.** Effects of dietary mannan oligosaccharides (MOS) on growth, body composition, and intestine and liver histology of the hybrid Tilapia (*Oreochromis niloticus*×*O. aureus*). Israel Journal of Aquaculture. Vol. 59, No. 8, pp: 10-16.

۲۳. **Guler, G.O.; Kiztanir, B.; Aktumsek, A.; Citil, O.B. and Ozparlak, H., 2008.** Determination of the seasonal changeson total fatty acid compositionand w3/w6 ratios of carp (*Cyprinus carpio* L.) muscle lipids in Beysehir Lake. Food Chemistry. Vol. 108, No. 9, pp: 689-694.

۲٤. **Hill, A.J.; Teraoka, H.; Heideman, W. and Peterson, R.E., 2005.** Zebrafish as a Model Vertebrate for Investigating Chemical Toxicity. Toxicological Sciences. Vol. 86, No. 1, pp: 6-19.

۲۵. **Kazemi, R. and Bahmani, M., 1997.** Different methods for gonad study in *Acipenser*. *Departmant* of physiology and Biochemi. Sturgeon Fish International Research Press. 22 p.

۲٦. **Komova, N.I., 2001.** Dynamics of the biochemical composition of tissue in *Abramis brama* (cyprinidae)at Ggonad Maturation. Journal of Ichthyology. Vol. 41, No. 4. pp: 334-342.

۲۷. **Ehrabi, Z.; Firouzbakhsh, F. and Jafarpour, A., 2012.** Effects of dietary supplementation of synbiotic on growth performance, serum biochemical parameters and carcass composition in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. Vol. 96, No. 3, pp: 474-481.

۲۸. **Mira, S.M.; Akrami, R. and Hedayatifard, M., 2011.** Effect of different level of dietary prebiotics inulin on the growth performance, survival and body composition of juvenile Kutum (*Rutilus frisii kutum*). Journal of Marine Biology. Vol. 9, No. 3, pp: 53-60.

۲۹. **Özyurt, G.; Duysak, Ö.; Akamca, E. and Tureli, C., 2006.** Seasonal changes of fatty acids of cuttlefish *Sepia officinalis* L. (Mollusca: Cephalopoda) in the north eastern Mediterranean sea. Food Chemistry. Vol. 95, No. 6, pp: 382-385.

۳۰. **Periago, M.J.; Ayala, MD.; López-Albors, O.; Abdel, I.; Martínez, C.; Garcia-Alcázar, A.; Ros, G. and Gil, F., 2005.** Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. Aquaculture. Vol. 249, No. 9, pp: 175-188.

۳۱. **Quigley, I.K. and Parich, D.M., 2002.** Pigment pattern formation in Zebrafish: A model for developmental genetics and the evolution of form. The Journal of Micros Research and Technology. Vol. 58, No.5, pp: 442-455.

۳۲. **Rehbein, H. and Oehlenschlager, J., 2009.** Fishery products quality, safety and authenticity. John Wiley and Sons Publishing. pp: 4-10.

۳۳. **Ringo, E.; Bendiksen, H.R.; Gausen, S.J.; Sundsfjord, A. and Olsen, R.E., 1998.** The effect of dietary fatty acids on lactic acid bacteria associated with the epithelial mucosa and from faecalia of Arctic charr, *Salvelinus alpines* L. Journal of Applied Microbiology. Vol. 85, No. 8, pp: 855- 864.

۳٤. **Roberfroid, M.B.; Van Loo, J.A. and Gibson, E.R., 1998.** The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. Journal of Nutrition. Vol. 28, No. 6, pp: 11-22.

۳۵. **Saddhe, A.A.; Banerjee, G.; Jamdadeh, R.A. and Thete, K.D., 2013.** Zebrafish the reliable vertebrate model organism. DCSI. Vol. 91, No. 6, pp: 172-182.

۳٦. **Sorvachev, K.F., 1957.** Changes in proteins of blood serum of carp during wintering, Biokhimia. Vol. 22, No. 2, pp: 872-877.

۳۷. **Spence R.; Gerlach G.; Lawrence, C. and Smith, C., 2008.** The behavior and ecology of the zebrafish, *Danio rerio*. Biological Reviews. Vol. 83, No. 1, pp: 13-34.

۳۸. **Tzikas, Z.; Amvrosiadis, I.; Soultos, N. and Georgakis, Sp., 2007.** Seasonal variation in chemical composition of Mediterranean horse mackerel (*Trachurus mediterraneus*) muscle from North Aegean Sea (Greece). Food Control. Vol. 18, No. 5, pp: 251-257.

۳۹. **Yilmaz, E.; Genc, M.A. and Genc, E., 2007.** Effects of dietary mannan oligosaccharides on growth, body composition, and intestine and liver histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. Israeli Journal of Aquaculture. Vol. 59, No.1, pp: 182-188.

۴۰. **Zaboukas, N.; Miliou, H.; Megalofonou, P. and Moraitou Apostolopoulou, M., 2006.** Biochemical composition of the Atlantic bonito *Sarda sarda* from the Aegean Sea (eastern Mediterranean Sea) in different stages of sexual maturity. Journal of Fish Biology. Vol. 69, No. 4, pp: ۳۴۷-۳۶۲.