

استفاده از روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) و تاثیر آن روی فاکتورهای رشد، ترکیبات لاشه و فساد چربی لاشه ماهی طی نگه داری در فریزر

مسعود اصغری^{۱*}، محمد رضا ایمانپور^۱، بهاره شعبانپور^۱

۱- گروه شیلات، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۳۰

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۲۳

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی ماهی قزل آلالی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) روی برخی شاخص های رشد و ترکیبات لاشه این ماهی و همچنین تاثیر آن در مدت ماندگاری آن در فریزر انجام شده است. بدین منظور ماهیان با میانگین وزن $20 \pm 1/5$ گرم به مدت دو ماه با جیره های آزمایشی تغذیه شدند. ماهیان روزانه در دو نوبت و بر اساس ۲/۵ درصد وزن بدن تغذیه می شدند. عمل زیست سنجی هر دو هفته انجام میشد. پس از پایان آزمایش شاخص های رشد و ترکیب لاشه ماهیان مورد مطالعه قرار گرفت. سپس ماهیان به مدت ۳ ماه در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگه داری شدند و شاخص های TBA و FFA طی این مدت بررسی شدند. نتایج بدست آمده از این تحقیق نشان داد که جیره هایی که در آنها از روغن ریزپوشانی شده استفاده شده است عملکرد بهتری داشته و از شاخص های رشد مناسب تری برخوردار بودند و شاخص های رشد در آنها به طور معنی داری بالاتر از جیره های بدون روغن ریزپوشانی شده بود ($P < 0/05$). تاثیر روغن ریزپوشانی شده روی ترکیبات لاشه ماهیان و همچنین نگه داری آن در فریزر معنی دار نبود ($P > 0/05$). بر اساس نتایج این تحقیق ریزپوشانی روغن می تواند باعث افزایش شاخص های رشد ماهی قزل آلالی رنگین کمان شود.

کلمات کلیدی: ریزپوشانی، جیره غذایی، ترکیبات لاشه و قزل آلالی رنگین کمان.

مقدمه

قزل‌آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) از خانواده آزادماهیان محسوب می‌شود که در دسته ماهیان سردآبی قرار دارد. در صورت شرایط مساعد و مناسب برای رشد، این ماهی را در ۷ ماهگی می‌توان به بازار عرضه کرد. کیفیت گوشت ماهی قزل‌آلا بستگی زیادی به آب محیط زیست آن، موادی که در تغذیه این ماهی استفاده شده است و مدت زمان رشد این ماهی دارد.

افزایش روز افزون آبرزی پروری در دنیا، افزایش نیاز به غذای آبرزیان را به دنبال داشته است. تقاضا برای انواع خوراک آبرزیان ۴۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ تخمین زده شده است و پیش‌بینی می‌شود این میزان با رشد و توسعه آبرزی پروری افزایش یابد. (بر اساس گزارشات فائو در سال ۲۰۱۵، از سال ۱۹۹۵ تولید خوراک انواع آبرزیان بطور میانگین ۱۰/۹ درصد رشد داشته است (FAO, 2015). مطالعات زیادی روی جنبه‌های مختلف تغذیه آبرزیان انجام می‌گیرد از جمله آزمایش سطوح مختلف پروتئین، چربی و کربوهیدرات جیره، جایگزینی منابع پروتئین گیاهی با پودر ماهی و غیره را می‌توان نام برد (Goda, 2008; DU and Niu, 2003). اما مطالعات کمی روی جلوگیری از فساد روغن جیره غذایی و تاثیر آن روی رشد ماهی انجام شده است. یکی از روش‌هایی که می‌تواند از فساد روغن جیره غذایی جلوگیری کند ریزپوشانی است.

ریزپوشانی فن آوری است که استفاده از آن به‌طور گسترده در حال گسترش است و پتانسیل بالایی برای استفاده در زمینه‌های مختلف از جمله صنایع داروسازی

و غذایی دارد. ریزپوشانی را می‌توان به عنوان فرآیندی که در آن یک ماده توسط ماده‌ی دیگر محصور می‌شود تعریف کرد (Christiaan et al., 2010). در فرآیند ریزپوشانی هسته به معنای هر ترکیب یا ماده فعال می‌باشد که در این فرآیند توسط دیواره احاطه می‌شود مانند چربی‌ها، مواد معطر و ترکیبات مغذی. دیواره به معنای ساختار تشکیل شده بوسیله عامل ریزپوشان در اطراف ذرات یک ترکیب فعال هسته‌ای می‌باشد. دیواره، هسته را در برابر فساد اکسایشی، رطوبت، نور و اثر سایر ترکیبات یا فاکتورها حفظ کرده و آنها تحت شرایط مطلوب آزاد می‌سازد (Young et al., 1993).

نوع فرآیند مورد استفاده برای ریزپوشانی بستگی به ویژگی‌های فیزیکی و شیمیایی هسته و پوشش و نوع کاربرد آن در مواد غذایی دارد. در بین تکنیک‌های مختلف، خشک کردن پاششی^۱، سرد کردن پاششی^۲، اکستروژن^۳، پوشش از طریق تعلیق در هوا^۴، اکستروژن گریز از مرکز^۵ و خشک کردن انجمادی^۶ کاربرد بیشتری دارند (Zarkarian, 1979).

ریزپوشانی در صنایع غذایی فواید بسیاری دارد مانند عدم تحرک عامل فعال در سیستم‌های فرآوری غذایی، افزایش پایداری در طول فرآوری و ساخت غذا و همچنین در محصول نهایی (برای مثال: تبخیر کمتر مواد فعال فرار یا فاسد نشدن و واکنش ندادن با سایر ترکیبات غذا مانند اکسیژن و آب) و بهبود امنیت غذا (برای مثال کاهش واکنش مواد فرار مانند بو و رایحه) و همچنین عدم تغییر در مزه به خاطر پوشش ایجاد شده (Christiaan et al., 2010). همچنین از دیگر مزایای ریزپوشانی کردن، آزاد شدن چربی ریزپوشانی شده

4- Air suspension coating

5- Centrifugal extrusion

6- Freeze - drying

1- Spray drying

2- Spray cooling / Chilling

3- Extrusion

کاهش دمای نگهداری محصول و کاهش نور اشاره کرد.

روغن ماهی ریزپوشانی شده می‌تواند از طریق جلوگیری از تماس روغن با اکسیژن، جلوگیری از تماس بین یونهای فلزی و روغن ماهی، جلوگیری از تماس مستقیم نور و همچنین تبدیل حالت روغن از مایع به جامد و پودر از بوی نامطبوع جلوگیری کند (Christiaan et al., 2010). که همه این عوامل همچنین می‌تواند روی رشد ماهی اثر بگذارد. از این رو این آزمایش به منظور بررسی تاثیر روغن ریزپوشانی شده روی رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل آلائی رنگین کمان انجام گرفته است.

مواد و روش ها

برای انجام این آزمایش ۶ جیره غذایی تهیه شد. آنالیز شیمیایی جیره‌های آزمایشی در جدول ۱ آورده شده است. میزان پروتئین و انرژی جیره‌های غذایی یکسان بود. ۳ جیره غذایی با سطح مختلف روغن تهیه گردید که روغن در این جیره‌ها توسط ترکیبی از سلولز و آرد بلغور سویا پوشانده شد. در ۳ جیره دیگر از همان سطوح روغن اما بدون پوشش استفاده گردید.

از پودر ماهی، آرد بلغور سویا و ژلاتین در این جیره‌ها به عنوان منابع پروتئینی استفاده شد. برای تامین چربی در جیره غذایی از نسبت مساوی روغن ماهی و روغن کلزا استفاده گردید. به منظور تهیه روغن ریزپوشانی شده از دستگاه خشک کن انجمادی استفاده شد.

این آزمایش در کانال‌های سیمانی مستطیل شکل به ابعاد ۲/۵×۰/۷ متر با عمق ۳۰ سانتی متر واقع در روستای ماهیان دهانه فاضل آباد استان گلستان انجام

بصورت تدریجی است و از طرفی از چربی‌ها در برابر فاسد شدن محافظت می‌کند (Young et al., 1993) در نتیجه می‌توان احتمال داد که ریزپوشانی کردن چربی جیره، می‌تواند نقش موثری بر حفظ چربی و جذب راحت‌تر آن داشته باشد.

اضافه کردن روغن به جیره غذایی چه بصورت افزودن به مواد اولیه و یا بصورت اسپری کردن روی پلت سبب کاهش استحکام پلت خواهد شد و ممکن است مقداری از روغن پلت قبل از مصرف در آب حل شود و از دسترس خارج شود. در نتیجه ریزپوشانی کردن روغن جیره می‌تواند به استحکام پلت کمک کند و از شسته شدن روغن به داخل آب جلوگیری بعمل آورد. هرچه که میزان چربی اجزاء جیره کمتر باشد استحکام پلت بالاتر خواهد بود. در صنعت ساخت خوراک آبزیان روغن جیره در آخرین مرحله از ساخت خوراک روی پلت اسپری می‌شود (یوسفی، ۱۳۷۹). قسمت روغن‌زنی خوراک پلت یکی از حساس‌ترین و زمان‌برترین مرحله تولید خوراک است زیرا در این مرحله لازم است که روغن بطور یکنواخت به تمامی سطح پلت‌ها اسپری شود تا میزان چربی تمامی خوراک تولید شده برابر باشد همچنین اسپری کردن روغن در سطح پلت ممکن است در آب سبب شسته شدن روغن از سطح پلت شود، خصوصاً در پلت‌هایی که دارای قوام کمی هستند (Bæverfjord et al., 2006).

روغن ماهی دارای چندین نوع از اسیدهای چرب غیر اشباع است که به دلیل وجود این اسیدهای چرب غیر اشباع پتانسیل بالایی برای فساد دارد (Aubourg, 1999). برای پیشگیری یا کاهش سرعت اکسیداسیون چربی چند راهکار وجود دارد از آن جمله می‌توان به کاهش تماس اکسیژن با روغن، افزودن آنتی‌اکسیدانت،

شد. . جریان دائمی آب در این کانال ها برقرار بود و همزمان کانال ها توسط پمپ هوا، هوادهی میشدند. شکل ۱ این کانال ها را نشان می دهد.

شکل ۱: کانال های پرورشی بچه ماهیان قزل آلائی رنگین کمان مورد استفاده در این تحقیق



شکل ۱: کانال های پرورشی بچه ماهیان قزل آلائی رنگین کمان مورد استفاده در این تحقیق

هر تیمار با ۳ تکرار انجام شد. و در هر تکرار ۱۰ قطعه بچه ماهی قزل آلائی رنگین کمان با وزن متوسط $20 \pm 1/5$ گرم ذخیره گردید. بچه ماهی ها به مدت دو هفته برای سازگاری با شرایط غذادهی شدند. قبل از شروع آزمایش همگی ماهیان مورد زیست سنجی قرار گرفتند. غذادهی ۲ بار در روز برحسب $2/5$ درصد وزن بدن و به صورت دستی انجام گردید و گروه های آزمایشی هر دو هفته یک بار برای ارزیابی شاخص های رشد بیومتری شدند. ماهیان به مدت ۲ ماه با جیره های غذایی آزمایشی تغذیه شده و بعد از آن شاخص های رشد و فیله ماهیان مورد آزمایش قرار گرفت. در طول دوره آزمایش، میانگین دما، اکسیژن و pH به ترتیب $16/1 \pm 1/4$ درجه سانتی گراد، $8 \pm 0/5$ میلی گرم در لیتر و $7/73 \pm 0/5$ بود. ترکیبات لاشه برای هر تیمار براساس روش استاندارد AOAC (1990) به شرح زیر اندازه گیری شد: پروتئین خام به روش کلدال با استفاده از دستگاه هضم و تقطیر کلدال (Gerhardt, type

Germany) در دمای 55°C به مدت ۸ ساعت. - برای اندازه گیری افزایش وزن بدن^۱ از معادله ۱ استفاده می شود (Hu et al., 2007).

$$\text{BWI} = \text{Wt}_2 - \text{Wt}_1 \quad \text{معادله ۱}$$

که در آن Wt_1 وزن اولیه ماهی (گرم) و Wt_2 وزن نهایی ماهی (گرم) می باشد.

- برای اندازه گیری نرخ رشد ویژه^۲ از معادله ۲ استفاده می شود (Hu et al., 2007).

$$\text{SGR} (\% / \text{day}) = [(\text{LnWt}_2 - \text{LnWt}_1) / (t_2 - t_1)] \times 100 \quad \text{معادله ۲}$$

که در آن LnWt_1 لگاریتم طبیعی وزن اولیه ماهی، LnWt_2 لگاریتم طبیعی نهایی ماهی و $t_2 - t_1$ طول دوره آزمایش می باشد.

- برای اندازه گیری ضریب تبدیل غذایی^۳ از معادله ۳ استفاده می شود (Hu et al., 2007).

$$\text{FCR} = \frac{\text{وزن گرفته شده (گرم)} / \text{غذای خورده شده (گرم)}}{\text{ضریب تبدیل غذایی معادله ۳}}$$

- برای اندازه گیری نسبت کارایی پروتئین^۴ از معادله ۴ استفاده می شود (Helland et al., 2006).

$$\text{PER} = \frac{\text{وزن بدست آمده (گرم)} / \text{پروتئین خورده شده (گرم)}}{\text{نسبت کارایی پروتئین معادله ۴}}$$

جدول ۱: مشخصات اجزای جیره غذایی و ترکیبات تقریبی جیره آزمایشی

⁵ - Live weight gain

⁶ - PER, Protein efficiency ratio

⁷ - Live weight gain

⁸ - Protein intake in fish

¹ - BWI, Body weight increase

² - SGR, Specific growth rate

³ - FCR, Feed conversion ratio

⁴ - Dry feed eaten

جیره های آزمایشی						
۶	۵	۴	۳	۲	۱	اجزای جیره (درصد)
۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	پودر ماهی
۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	آرد سویا
۸	۸	۸	۸	۸	۸	ژلاتین
۲۷	۲۷	۱۵	۱۵	۰	۰	نشاسته
۴	۴	۱۰	۱۰	۱۹	۱۹	سلولز
۸	۸	۱۳	۱۳	۱۹	۱۹	روغن
۱	۱	۱	۱	۱	۱	مکمل معدنی
۱	۱	۱	۱	۱	۱	مکمل ویتامینه
۲	۲	۲	۲	۲	۲	لیزین و متیونین
						ترکیب شیمیایی (درصد)
۳۸/۲	۳۸/۲	۳۸/۲	۳۸/۲	۳۸/۲	۳۸/۲	پروتئین
۱۱	۱۱	۱۶	۱۶	۲۲	۲۲	چربی
۳۰	۳۰	۱۹	۱۹	۵/۸	۵/۸	کربوهیدرات
۳۷۲/۲	۳۷۲/۲	۳۷۴	۳۷۴	۳۷۴	۳۷۴	انرژی (Kcal)

در جیره های ۱، ۳ و ۵ از روغن ریزپوشانی شده استفاده گردید و در جیره ۲، ۴ و ۶ از روغن بدون پوشش استفاده شده است.

تجزیه و تحلیل آماری تمامی داده ها به استثنای آنالیز تقریبی لاشه فیل ماهیان، با استفاده از نرم افزار آماری SAS در قالب طرح آزمایشی اسپلت پلات انجام شد. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی دار در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان های مختلف از آزمون LSD استفاده شد. آنالیز آماری ترکیب تقریبی لاشه فیل ماهیان توسط آنالیز واریانس یک طرفه با استفاده از نرم افزار آماری SPSS در سطح ۵ درصد انجام شد. تمامی داده ها به صورت میانگین \pm انحراف معیار بیان شدند.

نتایج

برای مطالعه اکسایش چربی فیل ماهی در طول دوره نگهداری، فیل ماهیان به مدت ۳ ماه در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگهداری شدند و در این مدت در بازه های زمانی ۱ ماه مورد آزمایش قرار گرفتند. TBA به روش رنگ سنجی اندازه گیری شد و جذب در مقابل شاهد در طول موج ۵۳۸ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه گیری شد (Kirk and Sawyer, 1991).

مقدار عدد جذب خوانده شده $TBA = 7/8 \times$ (میلی گرم مالونالدهید در کیلو گرم نمونه)

برای محاسبه اسیدهای چرب آزاد از روش Egan و همکاران (۱۹۹۷) استفاده گردید و مقدار اسیدهای چرب آزاد بر حسب درصد اولئیک اسید به دست آمد.

شده استفاده شده است نسبت به تیمار ریزپوشانی نشده در سطح چربی یکسان به طور معنی داری ($P < 0/05$) از شاخص های رشد بهتری برخوردار بودند.

مقایسه میانگین شاخص های رشد ماهی قزل آلا رنگین کمان در جدول ۲ آورده شده است. با توجه به این جدول تیمارهایی که در آنها از روغن ریزپوشانی

جدول ۲: مقایسه میانگین برخی شاخص های رشد ماهیان تغذیه شده با جیره های مختلف آزمایشی

شاخص/تیمار	*۱	۲	*۳	۴	*۵	۶
وزن بدست آمده	۴۹/۵۵±۱/۸۱ ^c	۴۵/۱±۱/۸۳ ^b	۴۷/۵۵±۲/۰۱ ^c	۴۱/۹۷±۱/۴۷ ^a	۴۶/۵۱±۰/۳۷ ^b	۳۹/۹۸±۱/۱۱ ^a
میزان رشد روزانه (گرم)	۰/۸۲±۰/۰۲ ^c	۰/۷۵±۰/۰۳ ^b	۰/۸۳±۰/۰۲ ^c	۰/۶۹±۰/۰۱ ^a	۰/۷۷±۰/۰۲ ^b	۰/۶۶±۰/۰۱ ^a
طول پایانی	۱۸/۱±۰/۱۷ ^{bc}	۱۷/۹۶±۰/۰۵ ^{bc}	۱۷/۸۰±۰/۳۶ ^{abc}	۱۷/۳۶±۰/۳۲ ^a	۱۸/۳±۰/۰۳ ^c	۱۷/۵±۰/۴۵ ^{ab}
نرخ رشد ویژه	۲/۲۳±۰/۰۵ ^d	۲/۰۷±۰/۰۸ ^{bc}	۲/۲۱±۰/۰۳ ^d	۱/۹۸±۰/۰۷ ^{ab}	۲/۱۲±۰/۰۲ ^{cd}	۱/۹۲±۰/۱۱ ^a
ضریب تبدیل غذایی	۱/۰۷±۰/۰۴ ^a	۱/۱۴±۰/۰۵ ^{ab}	۱/۰۹±۰/۰۱ ^{ab}	۱/۱۳±۰/۰۶ ^{ab}	۱/۱۷±۰/۰۳ ^b	۱/۱۶±۰/۰۳ ^b
کارایی پروتئین	۲/۳۶±۰/۰۴ ^d	۲/۲۳±۰/۰۷ ^{bc}	۲/۳۴±۰/۰۳ ^d	۲/۱۵±۰/۰۶ ^{ab}	۲/۲۷±۰/۱۱ ^{cd}	۲/۱±۰/۰۶ ^a
ضریب چاقی	۱/۱۸±۰/۰۳ ^{abc}	۱/۱۴±۰/۰۲ ^{ab}	۱/۲۴±۰/۰۳ ^c	۱/۲۰±۰/۰۴ ^{bc}	۱/۱۰±۰/۰۵ ^a	۱/۱۳±۰/۰۸ ^{ab}
درصد بازماندگی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

* تیمارهایی که در آنها از روغن ریزپوشانی شده استفاده شده است.

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده اند. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد.

بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($P > 0/05$). میزان رطوبت و چربی بین تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند ($P < 0/05$).

جدول ۳ مقایسه میانگین ترکیبات فیله ماهی قزل آلا رنگین کمان را نشان می دهد. داده های این جدول تغییرات معنی داری در مقدار پروتئین و خاکستر

جدول ۳: مقایسه میانگین ترکیبات لاشه قزل آلا رنگین کمان تغذیه شده با جیره های آزمایشی

شاخص/تیمار	*۱	۲	*۳	۴	*۵	۶
رطوبت	۷۱/۸۳±۰/۴۴ ^a	۷۲/۳±۱/۵۲ ^a	۷۲/۶۶±۲/۵۱ ^a	۷۴/۳۵±۱/۱۵ ^a	۷۷±۱ ^b	۷۹/۲±۱/۱ ^b
پروتئین	۷۵/۲۴±۰/۵۷	۷۶±۱/۲۵	۷۵/۳±۱/۵۲	۷۵/۶۵±۰/۳۷	۷۴/۶۱±۳/۲۱	۷۵/۳۸±۰/۵۵
چربی	۲۰/۰۶±۰/۸۱ ^b	۱۹/۲۳±۰/۶۸ ^b	۱۷/۸۱±۰/۷۵ ^a	۱۷/۶۰±۰/۲۶ ^a	۱۷/۳۵±۰/۳ ^a	۱۶/۸۶±۰/۳۲ ^a
خاکستر	۴/۸۸±۰/۱۲	۴/۹۱±۰/۸	۴/۷۳±۰/۷۵	۴/۸۶±۰/۴	۵/۰۳±۰/۹	۵/۱±۰/۴

* تیمارهایی که در آنها از روغن ریزپوشانی شده استفاده شده است.

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده اند. حروف مشابه نشان دهنده عدم اختلاف معنی دار می باشد.

ریزپوشانی مقدار TBA فیله ماهیان اختلاف معنی داری را نشان نداد.

اطلاعات مربوط به TBA در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر TBA نمونه ها در طول مدت زمان نگه داری به طور معنی داری ($P < 0/05$) افزایش یافت. در بین تیمارهای ریزپوشانی شده و بدون

جدول 4: تغییرات میانگین مقادیر TBA (بر اساس میلی گرم مالون آلدهید در یک کیلوگرم گوشت) عضله ماهیان تغذیه شده با جیره های مختلف غذایی طی نگهداری در فریزر (اعداد میانگین ۳ تکرار می باشند \pm انحراف معیار).

تیمار	زمان نگهداری (ماه)			
	۰	۱	۲	۳
* ۱	۰/۳۸ \pm ۰/۰۳ ^{Aa}	۰/۶۳ \pm ۰/۰۲ ^{Ab}	۱/۱۳ \pm ۰/۰۱ ^{Ac}	۱/۸۸ \pm ۰/۰۷ ^{Ad}
۲	۰/۴ \pm ۰/۰۳ ^{Aa}	۰/۶۳ \pm ۰/۰۷ ^{Ab}	۱/۱۵ \pm ۰/۰۵ ^{Ac}	۱/۹۶ \pm ۰/۰۶ ^{ABd}
* ۳	۰/۴۷ \pm ۰/۰۳ ^{Ba}	۰/۶۶ \pm ۰/۰۳ ^{ABa}	۱/۲۹ \pm ۰/۰۳ ^{Bc}	۲/۰۱ \pm ۰/۰۳ ^{BCd}
۴	۰/۴۶ \pm ۰/۰۲ ^{Ba}	۰/۶۶ \pm ۰/۰۸ ^{ABb}	۱/۳۰ \pm ۰/۰۱ ^{Bc}	۲/۰۴ \pm ۰/۰۸ ^{Cd}
* ۵	۰/۵۰ \pm ۰/۰۱ ^{Ba}	۰/۷۱ \pm ۰/۰۳ ^{Bb}	۱/۳۸ \pm ۰/۰۳ ^{Cc}	۱/۹۹ \pm ۰/۰۳ ^{Cd}
۶	۰/۵۵ \pm ۰/۰۲ ^{Ba}	۰/۷۲ \pm ۰/۰۶ ^{Bb}	۱/۳۶ \pm ۰/۰۱ ^{Cc}	۲/۲۲ \pm ۰/۰۹ ^{Dd}

* تیمارهایی که در آنها از روغن ریزپوشانی شده استفاده شده است.

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان های مختلف می باشد.

جدول ۵ میانگین مقادیر FFA را برای تیمارهای مختلف در طول مدت زمان نگهداری در فریزر نشان می دهد. میزان FFA در طول زمان نگهداری به طور معنی داری ($P < 0/05$) افزایش یافت. آنالیزهای آماری اختلاف معنی داری را بین تیمارهای مختلف نشان نداد.

جدول ۵: تغییرات میانگین مقادیر FFA عضله ماهیان تغذیه شده با جیره های مختلف غذایی طی ۶ ماه نگهداری در فریزر (اعداد میانگین ۳ تکرار می باشند \pm انحراف معیار).

تیمار	زمان نگهداری (ماه)			
	۰	۱	۲	۳
* ۱	۰/۲۱ \pm ۰/۰۱ ^{Aa}	۰/۲۲ \pm ۰/۰۳ ^{Aa}	۰/۹۵ \pm ۰/۰۵ ^{Ab}	۱/۸۱ \pm ۰/۰۷ ^{Ac}
۲	۰/۲۱ \pm ۰/۰۳ ^{Aa}	۰/۲۳ \pm ۰/۰۱ ^{Aa}	۰/۹۶ \pm ۰/۰۸ ^{Ab}	۱/۸۶ \pm ۰/۰۱۳ ^{Ac}
* ۳	۰/۲۲ \pm ۰/۰۳ ^{Aa}	۰/۲۳ \pm ۰/۰۲ ^{Aa}	۱/۰۲ \pm ۰/۰۲ ^{ABb}	۲/۱ \pm ۰/۰۱ ^{BCc}
۴	۰/۲۴ \pm ۰/۰۴ ^{Aa}	۰/۲۳ \pm ۰/۰۴ ^{Aa}	۰/۹۹ \pm ۰/۰۱ ^{ABb}	۲/۱۴ \pm ۰/۰۳ ^{Cc}
* ۵	۰/۲۳ \pm ۰/۰۵ ^{Aa}	۰/۲۸ \pm ۰/۰۱ ^{Aa}	۱/۰۷ \pm ۰/۰۴ ^{ABCb}	۲/۲۴ \pm ۰/۰۱۲ ^{Cc}
۶	۰/۲۶ \pm ۰/۰۱ ^{Aa}	۰/۲۶ \pm ۰/۰۳ ^{Aa}	۱/۱۵ \pm ۰/۰۸ ^{Cb}	۲/۳۱ \pm ۰/۰۱۹ ^{Dc}

* تیمارهایی که در آنها از روغن ریزپوشانی شده استفاده شده است.

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان دهنده اختلاف معنی دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هر ردیف نشان دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان های مختلف می باشد.

بحث

مطالعات زیادی روی میزان روغن استفاده شده در جیره های مختلف آبریان انجام شده است. اما مطالعه ایی که در آن از روغن ریزپوشانی شده در جیره های آبریان استفاده شده باشد بسیار محدود می باشد. با توجه به تکنیک های جدیدی که روزانه به دنیای علم معرفی می شود، لازم است تا این تکنیک ها در بخش های مختلف علم شیلات مورد مطالعه قرار بگیرد تا در صورت گرفتن نتیجه مطلوب از آن در بخش های مختلف استفاده شود. یکی از این تکنیک ها که هنوز

نتایج شاخص‌های رشد بخوبی تاثیر ریزپوشانی روغن را در تیمارهای مختلف آزمایشی نشان می‌دهد. بالاترین میزان وزن بدست آمده، نرخ رشد ویژه و کارایی پروتئین و همچنین کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمارهایی مشاهده شد که از روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی آن‌ها استفاده شده است. گزارش شده که آزاد شدن سریع روغن جیره باعث سندرم انبساط معده در ماهی قزل‌آلای رنگین کمان شده است که این سندرم باعث طول‌تر شدن طول معده و نازک شدن دیواره آن می‌شود گنجایش معده ممکن است تا ۶ برابر حالت معمول افزایش یابد و جذب چربی غذا را دچار مشکل کند (Staurnes *et al.*, 1990). همچنین Staurnes و همکاران، (1990) اعلام کردند که آزاد شدن سریع روغن پلت‌های دارای استحکام پایین در معده قزل‌آلا احتمالاً سبب بلعیدن بیشتر آب در ماهی و در نتیجه اختلال در تنظیم اسمزی این ماهی می‌شود. همچنین ریزپوشانی روغن می‌تواند باعث جلوگیری از اکسیداسیون آن شود (Dey *et al.*, 2015). تولیدات حاصل از اکسیداسیون روغن‌ها ممکن است با سایر مواد مغذی مانند اسیدهای آمینه و ویتامین‌ها واکنش داده و ارزش غذایی آنها را کاهش دهد که این عمل می‌تواند روی رشد جاندار تاثیر بگذارد (یوسفی، ۱۳۷۹). از این رو به نظر می‌رسد در جیره‌هایی که از روغن ریزپوشانی شده استفاده شده است استفاده از سایر ترکیبات مغذی نیز عملکرد بهتری داشته است. با توجه به نتایج بدست آمده از این تحقیق مشخص شد که ریزپوشانی روغن می‌تواند باعث افزایش رشد ماهی شود که این امر می‌تواند به دلیل استفاده بهتر از منابع موجود در جیره غذایی و همچنین

استفاده از آن در علم شیلات نوپا است ریزپوشانی است. از این رو در این مطالعه از این تکنیک در بخش پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین کمان استفاده شده است. نتایجی که از این مطالعه روی ترکیبات لاشه ماهی قزل‌آلای رنگین کمان بدست آمد نشان داد که روغن ریزپوشانی شده تاثیر معنی‌داری در میزان ترکیبات لاشه نداشته است. میزان پروتئین و خاکستر در تیمارهای مختلف با هم اختلاف معنی‌داری را نشان ندادند. اما میزان رطوبت و چربی بین تیمارهای مختلف با هم اختلاف معنی‌داری را نشان دادند که این اختلاف معنی‌دار بین تیمارهای ریزپوشانی شده و ریزپوشانی نشده دیده نشد. البته میزان چربی بین تیماری که ریزپوشانی شده است در مقایسه با تیماری که ریزپوشانی نشده است در سطح چربی یکسان، از میزان بالاتری برخوردار بود که این نشان می‌دهد که ریزپوشانی تا حدودی باعث شده است تجمع چربی توسط ماهی افزایش یابد اما این افزایش معنی‌دار نبود. روند تغییرات رطوبت بین تیمارهای مختلف متاثر از میزان چربی لاشه است به این صورت که وقتی چربی لاشه افزایش یابد برخلاف آن میزان رطوبت لاشه کاهش می‌یابد. این نتایج با نتایج Hu و همکاران (2007) روی ماهی شانک زردباله^۱ و Gao و همکاران (2009) روی ماهی آمور^۲ و همچنین Li و همکاران (2015) روی ماهی آزاد اقیانوس اطلس مطابقت دارد. افزایش رطوبت لاشه به نظر می‌رسد انعکاسی از کاهش چربی لاشه باشد. این نتیجه با نتیجه آزمایش Gonzalez و همکاران (2016) بر روی ماهی شوریده هم خوانی دارد.

²- Grass carp

¹- Yellow fin Sea bream

مطالعات انجام شده به نتیجه خوبی در زمینه استفاده از روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی آبزیان دست یافت.

سپاسگزاری

در اینجا لازم است از آقای دکتر حاجی بگلو که این تحقیق در استخر پرورش ماهی ایشان انجام شد تشکر و قدر دانی به عمل آید. همچنین از همه دوستانی که مرا در انجام این تحقیق یاری رساندند سپاسگزاری می گردد.

منابع

1. یوسفی، م. س.، ۱۳۷۹. تغذیه آبزیان پرورشی. انتشارات اصلانی. تهران. ۳۲۰ ص.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis, 16th edition. AOAC, Arlington, Virginia, 1141 pp.
3. Aubourg, S.P., and Medina, I., 1999. Influence of storage time and temperature on lipid deterioration during cod (*Gadus morhua*) and haddock (*Melanogrammus aeglefinus*) frozen storage. Journal of the Science of Food and Agriculture. 94, 1973-1948.
4. Bæverfjord, G., Refstie, S., Krogedal, P. and Asgård, T., 2006. Low feed pellet water stability and fluctuating water salinity cause separation and accumulation of dietary oil in the stomach of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture, 261, 1335-1345.
5. Collins, S.A., Shand, P.J. and Drew, M.D., 2011. Stabilization of linseed oil with vitamin E, and lipid encapsulation affects

کاهش هدررفت روغن و جلوگیری از اکسیداسیون آن باشد. نتایج بدست آمده از اکسایش لاشه ماهی قزل آلابی رنگین کمان اختلاف معنی داری را بین تیمارهای مختلف نشان نداد. بنظر می رسد روغن ریزپوشانی شده در میزان فساد این ماهی طی دوره نگهداری در فریزر تاثیر معنی داری نداشته است. میزان TBA و FFA در بین تیمارهای ریزپوشانی شده با سایر تیمارها اختلاف معنی داری نداشت. در مطالعه‌ایی که روی ریزپوشانی روغن بذر کتان و مقایسه آن با روغن ماهی ریزپوشانی نشده انجام شده است، نتایج بیانگر آن است که ریزپوشانی روغن باعث افزایش پایداری در برابر اکسیداسیون در فیله ماهی قزل آلابی رنگین کمان شده است (Collins, et al 2011). در مطالعه‌ی دیگر تاثیر عصاره ریزپوشانی شده و استفاده آن در جیره آزمایشی ماهی تیلاپیا مورد بررسی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شاخص TBA در فیله ماهیان تغذیه شده با عصاره ریزپوشانی شده در طول نگهداری در یخچال مقدار کمتری را نشان داد (Kulthanaparamée, et al, 2011). نتایج این مطالعات با نتایج بدست آمده از مطالعه ما مطابقت ندارد. بنظر می رسد برای اینکه به یک نتیجه گیری دقیق تر و کامل تری در این زمینه برسیم لازم است مطالعات زیادی در این زمینه روی ماهیان مختلف انجام شود.

با توجه به نتایج این مطالعه استفاده از روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی ماهی قزل آلابی رنگین کمان تا حدودی باعث بهبود رشد این ماه شده است، اما در میزان فساد پذیری لاشه این ماهیان تاثیر چندانی نداشته است. با توجه به اینکه مطالعات کمی در این زمینه انجام شده است بنظر می رسد با انجام مطالعات بیشتر روی ماهیان مختلف می توان با مقایسه نتایج

13. Gonzalez, M. Maladona, C., Perez, M., 2016. Effect of dietary lipid level and replacement of fish oil by soybean oil in compound feeds for the shortfin corvina (*Cynoscion parvipinnis*). *Aquaculture*, 454, 217–228.
14. Helland, S. J., Grisdale, B. and Nerland, S. 1996. A simple method for the Measurement of daily feed intake of groups of fish in tanks. *Aquaculture*, 139: 157-163.
15. Hu, Y. H., Liu, Y. J., Tian, L. X., Yang, G. Y. and Liang W. Gao., 2007. Optimal dietary carbohydrate to lipid ratio for juvenile yellowfin seabream (*Sparus latus*). *Aquaculture Nutrition*, 13: 291-297.
16. Kirk, S., Sawyer, R., 1991. Pearson's composition and analysis of foods (9th ed.). London: Longman scientific and technical
17. Kulthanapamee, P., Jintasataporn, O. and Tabthipwon, P., 2011. Effect of encapsulated oregano extracts on growth performance of red tilapia (*Oreochromis niloticus*) and TBA values changing during chilling. *Aquaculture production and management*, 49: 335-340.
18. Li, j. ma, l. cheng, z., bai, D. Qiao, X. and Sun, j., 2015. The Effects of Growth Performance and Organosomatic Indices of Atlantic salmon Juvenile by Using Different Carbohydrate-to-Lipid Ratios in Feeds. *World Journal of Engineering and Technology*, 3, 24-29.
19. Staurnes, M., Andorsdottir, G., Sundby, A., 1990. Distended, waterfilled stomach in sea farmed rainbow trout. *Aquaculture*, 90, 333–343.
20. Young, S. L., Sarda X. and Rosenberg M., 1993. Microencapsulating properties of whey proteins. *Journal of Dairy Science*, 76: 2868-2877.
21. Zarkarian, J. A., 1979. Volatile loss in the nozzle zone during spray drying of fillet lipid composition and sensory characteristics when fed to rainbow trout. *Animal Feed Science and Technology*, 170: 53– 62.
6. Christiaan, M., Beindorff, S. and Jan Zuidam, N., 2010. Encapsulation technologies for active food ingredients 400 PP.
7. Dey, A., Ghosh, K., Hazra., 2015. An Overview on Bioencapsulation of Live Food Organisms with Probiotics for Better Growth and Survival of Freshwater Fish Juveniles, 5(2): 74-
8. DU, L and Niu, C.J., 2003. Effects of dietary substitution of soya bean meal for fish meal on consumption, growth, and metabolism of juvenile giant freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*. *Aquaculture Nutrition*, 9:139–43.
9. Egan, H. and Krik, R.S., and Sawyer, R., 1997. Pearsons chemical analysis of foods (9th ed.). pp, 609-634.
10. FAO., 2015. Aquaculture development. 5. Use of wild fish as feed in aquaculture. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries. No.5, Suppl. 5. FAO, Rome, p. 79.
11. Gao, W., Liu, Y. J., Tian, L.-X., Mai, K.-S., Liang, G.-Y., Yang, H.-J., Huai, M.-Y. and Luo, W.-J., 2009. Effect of dietary carbohydrate-to-lipid ratios on growth performance, body composition, nutrient utilization and hepatic enzymes activities of herbivorous grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 16: 327-333.
12. Goda, A.M. A-S. 2008. Effect of dietary protein and lipid levels and protein-energy ratio on growth indices, feed utilization and body composition of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de Man 1879) post larvae. *Aquaculture Research*, 39:891– 901.

emulsions. Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley. pp. 127.