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

مسعوداصغری[1*]، محمد رضا ایمانپور[1]، بهاره شعبانپور[1]

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

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۲/۲۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۵/۳۰

چکیده

این مطالعه به منظور بررسی تاثیر روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی ماهی قزل آلای 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 ۱/۵±۲۰ 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 ($P<۰/۰۵$). تاثیر روغن ریزپوشانی شده روی ترکیبات لاشه ماهیان و همچنین نگه داری آن در فریزر معنی دار نبود ($P>۰/۰۵$). بر اساس نتایج این تحقیق ریزپوشانی روغن می تواند باعث افزایش شاخص های رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان شود.

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

* عهده‌دار مکاتبات (✉). masoudasghari_14@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

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 می توان به بازار عرضه کرد. کیفیت گوشت ماهی قزل آلا 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 آبزی پروری در دنیا، افزایش نیاز به غذای آبزیان را به دنبال داشته است. تقاضا برای انواع خوراک آبزیان ۴۱ میلیون تن در سال ۲۰۱۴ تخمین زده شده است و پیش‌بینی می‌شود این میزان با رشد و توسعه آبزی‌پروری افزایش یابد (. بر اساس گزارشات فائو در سال ۲۰۱۵، از سال ۱۹۹۵ تولید خوراک انواع آبزیان بطور میانگین ۱۰/۹ درصد رشد داشته است (FAO, 2015). مطالعات زیادی روی جنبه‌های مختلف تغذیه آبزیان 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 روش هایی که می تواند از فساد روغن جیره غذایی جلوگیری کند ریزپوشانی است.

ریزپوشانی فن‌آوری 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 می باشد که در این فرآیند توسط دیواره احاطه می شود مانند چربی ها، مواد معطر و ترکیبات مغذی. دیواره به معنای ساختار تشکیل شده بوسیله عامل ریزپوشان در اطراف ذرات یک ترکیب فعال هسته‌ای می باشد. 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، خشک‌کردن پاششی[1]، سرد کردن پاششی[2]، اکستروژن[3]، پوشش از طریق تعلیق در هوا[4]، اکستروژن گریز از مرکز[5] و خشک کردن انجمادی[6] 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

[1]- Spray drying
[2]- Spray cooling / Chilling
[3]- Extrusion
[4]- Air suspension coating
[5]- Centrifugal extrusion
[6]- Freeze - drying

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

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، خصوصا 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 می توان به کاهش تماس اکسیژن با روغن، افزودن آنتی اکسیدانت، کاهش دمای نگهداری محصول وکاهش 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 عومل همچنین می تواند روی رشد ماهی اثر بگذارد. از این رو این آزمایش به منظور بررسی تاثیر روغن ریزپوشانی شده روی رشد و ترکیبات لاشه ماهی قزل آلای 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. ۳جیره 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 پروتیینی 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 کانال های 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

شـــد. . جریـان دایمی آب در این کانال ها برقرار بود و همزمان کانال ها توســط پمپ هوا، هوادهی میشـــدند. شکل ۱ این کانال ها را نشان می دهد.



شکل۱: کانال های پرورشی بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمان مورد استفاده در این تحقیق

هر تیمـار با ۳ تکرار انجام شـــد. و در هر تکرار ۱۰ قطعـه بچـه ماهی قزل‌الای رنگین کمان با وزن متوســـط ۱/۵±۲۰ گرم ذخیره گردیـد. بچـه مـاهی‌ها به مدت دو هفته برای سـازگاری با شـرایط غذادهی شـدند. قبل از شـروع آزمایش همگی ماهیان مورد زیسـت سنجی قرار گرفتند. غذادهی ۲ بار در روز برحسب ۲/۵ درصد وزن بـدن و بـه صـــورت دســـتی انجام گردید و گروه های آزمایشی هر دو هفته یک بار برای ارزیابی شاخص های رشـد بیومتری شـدند. ماهیان به مدت ۲ ماه با جیره‌های غذایی آزمایشـی تغذیه شـده و بعد از آن شـاخص های رشـــد و فیله ماهیان مورد آزمایش قرار گرفت. در طول دوره آزمـایش، میـانگین دمـا، اکســـیژن و pH به‌ترتیب ۱/۴± ۱۶/۱ درجه ســـانتی گراد، ۰/۵ ± ۸ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۵ ± ۷/۷۳ بود. ترکیبات لاشـــه برای هر تیمار براسـاس روش اسـتاندارد AOAC (1990) به شرح زیر اندازه‌گیری شـد: پروتئین خام به روش کلدال با استفاده از دســـتگـاه هضـــم و تقطیر کلـدال (Gerhardt,type VAP.40 Germany)، چربی خام با استفاده از پترولیوم اتر و دسـتگاه سـوکسـله (Gerhardt, type SE-416, Germany)، رطوبـت بـا اســـتفـاده از دســـتگـاه آون (Binder, USA) در دمای ۱۰۵°C به مدت ۲۴ سـاعت، خاکسـتر با اسـتفاده از کوره الکتریکی (Nabertherm, Germany) در دمای ۵۵۰ °C به مدت ۸ ساعت.

– برای انـدازه‌گیری افزایش وزن بـدن[1] از معـادلـه ۱ استفاده می‌شود (Hu *et al*., 2007).

معادله ۱ $BWI = Wt_2 - Wt_1$

کـه در آن Wt_1 وزن اولیـه مـاهی (گرم) و Wt_2 وزن نهایی ماهی (گرم) می‌باشد.

– برای اندازه‌گیری نرخ رشـد ویژه[2] از معادله ۲ اسـتفاده می‌شود (Hu *et al*., 2007).

معادله ۲ $(\%\ /day) = [(LnWt_2 - LnWt_1) / t_2 - t_1] \times 100$ نرخ رشـد ویژه

کـه در آن $LnWt_1$ لگـاریتم طبیعی وزن اولیـه ماهی، $LnWt_2$ لگـاریتم طبیعی نهـایی مـاهی و t_2-t_1 طول دوره آزمایش می‌باشد.

– برای انـدازه‌گیری ضـــریب تبدیل غذایی[3] از معادله ۳ استفاده می‌شود (Hu *et al*., 2007).

ضریب تبدیل غذایی معادله ۳ = وزن گرفته شـــده (گرم)[4] / غذای خورده شـــده (گرم)[5]

– برای اندازه‌گیری نســـبت کارایی پروتئین[6] از معادله ۴ استفاده می‌شود (Helland *et al*., 2006).

معـادله ۴ نسبت کارایی پروتئین = وزن بدســـت آمده (گرم)[7] / پروتئین خورده شده (گرم)[8]

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

[1]- BWI, Body weight increase
[2]- SGR, Specific growth rate
[3]- FCR, Feed conversion ratio
[4]- Dry feed eaten
[5] - Live weight gain
[6]- PER, Protein efficiency ratio
[7] - Live weight gain
[8] - Protein intake in fish

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

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

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.

برای مطالعه اکسایش چربی فیله ماهی در طول دوره نگهداری، فیله ماهیان به مدت ۳ماه در فریزر در دمای ۱۸- درجه سانتی گراد نگه‌داری شدند و در این مدت در بازه‌های زمانی ۱ماه مورد آزمایش قرار گرفتند.

TBA به روش رنگ‌سنجی اندازه گیری شد و جذب در مقابل شاهد در طول موج ۵۳۸ نانومتر با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر اندازه‌گیری شد (Kirk and Sawyer, 1991).

مقدار عدد جذب خوانده شده ×۷/۸ =TBA

(میلی گرم مالونالدهید در کیلوگرم 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.

تجزیه و تحلیل آماری تمامی داده‌ها به استثنای آنالیز تقریبی لاشه فیل‌ماهیان، با استفاده از نرم‌آفزار آماری SAS در قالب طرح آزمایشی اسپیلت پلات انجام شد. برای بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی‌دار در سطح ۵ درصد بین مقادیر حاصل از هر شاخص در زمان‌های مختلف از آزمون LSD استفاده شد. آنالیز آماری ترکیب تقریبی لاشه فیل‌ماهیان توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS در سطح ۵ درصد انجام شد. تمامی داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند.

نتایج

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

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

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±۰/۰۳^{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±۰/۳^{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±۰/۲۳^{b}
کارایی پروتیین	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}
درصدبازماندگی	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

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

مقادیر به صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

جدول ۳ مقایسه میانگین ترکیبات فیله ماهی قزل آلای رنگین کمان را نشان می دهد. داده های این جدول تغییرات معنی داری در مقدار پروتیین و خاکستر بین تیمارهای مختلف نشان نداد ($P>0/05$). میزان رطوبت و چربی بین تیمارهای مختلف با یکدیگر اختلاف معنی داری داشتند ($P<0/05$).

جدول۳: مقایسه میانگین ترکیبات لاشه قزل آلای 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}
پروتیین	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±/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 شده‌اند. حروف مشابه نشان‌دهنده عدم اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

اطلاعات مربوط به TBA در جدول ۴ آورده شده است. نتایج نشان داد که مقادیر TBA نمونه‌ها در طول مدت زمان نگه‌داری به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) افزایش یافت. در بین تیمارهای ریزپوشانی شده و بدون ریزپوشانی مقدار TBA فیله ماهیان اختلاف معنی داری را نشان نداد.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

جدول ۴: 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 می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	زمان نگه‌داری (ماه)			
	۰	۱	۲	۳
*۱	۰/۳۸±۰/۰۳^{Aa}	۰/۶۳±۰/۰۲^{Ab}	۱/۱۳±۰/۱^{Ac}	۱/۸۸±۰/۰۷^{Ad}
۲	۰/۴±۰/۰۳^{Aa}	۰/۶۳±۰/۰۷^{Ab}	۱/۱۵±۰/۰۵^{Ac}	۱/۹۶±۰/۰۶^{ABd}
*۳	۰/۴۷±۰۰/۰۳^{Ba}	۰/۶۶±۰/۰۳ ^{ABa}	۱/۲۹±۰/۰۳^{Bc}	۲/۰۱±۰/۰۳^{BCd}
۴	۰/۴۶±۰/۰۲^{Ba}	۰/۶۶±۰/۰۸^{ABb}	۱/۳۰±۰/۰۱^{Bc}	۲/۰۴±۰/۰۸^{Cd}
*۵	۰/۵۰±۰/۰۱^{Ba}	۰/۷۱±۰/۰۳^{Bb}	۱/۳۸±۰/۰۳^{Cc}	۱/۹۹±۰/۰۳^{Cd}
۶	۰/۵۵±۰/۰۲^{Ba}	۰/۷۲±۰/۰۶^{Bb}	۱/۳۶±۰/۱۱^{Cc}	۲/۲۲±۰/۰۹^{Dd}

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

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد.

جدول ۵ میانگین مقادیر FFA را برای تیمارهای مختلف در طول مدت زمان نگه‌داری در فریزر نشان می‌دهد. میزان FFA در طول زمان نگه‌داری به طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) افزایش یافت. آنالیزهای آماری اختلاف معنی داری را بین تیمارهای مختلف نشان نداد.

جدول ۵: تغییرات میانگین مقادیر FFAعضله ماهیان تغذیه شده با جیره های مختلف غذایی طی ۶ ماه نگه‌داری در فریزر (اعداد میانگین ۳ تکرار می‌باشند ± انحراف معیار).

تیمار	زمان نگه‌داری (ماه)			
	۰	۱	۲	۳
*۱	۰/۲۱±۰/۰۱^{Aa}	۰/۲۲±۰/۰۳^{Aa}	۰/۹۵±۰/۰۵^{Ab}	۱/۸۱±۰/۰۷^{Ac}
۲	۰/۲۱±۰/۰۳^{Aa}	۰/۲۳±۰/۰۱^{Aa}	۰/۹۶±۰/۰۸^{Ab}	۱/۸۶±۰/۱۳^{Ac}
*۳	۰/۲۲±۰۰/۰۳^{Aa}	۰/۲۳±۰/۰۲ ^{Aa}	۱/۰۲±۰/۰۲^{ABb}	۲/۱±۰/۱^{BCc}
۴	۰/۲۴±۰/۰۴^{Aa}	۰/۲۳±۰/۰۴^{Aa}	۰/۹۹±۰/۰۱^{ABb}	۲/۱۴±۰/۳^{Cc}
*۵	۰/۲۳±۰/۰۵^{Aa}	۰/۲۸±۰/۰۱^{Aa}	۱/۰۷±۰/۰۴^{ABCb}	۲/۲۴±۰/۱۲^{Cc}
۶	۰/۲۶±۰/۰۱^{Aa}	۰/۲۶±۰/۰۳^{Aa}	۱/۱۵±۰/۰۸^{Cb}	۲/۳۱±۰/۱۹^{Dc}

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

حروف بزرگ غیرمشترک در هر ستون نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای مختلف در هر زمان است و حروف کوچک غیرمشترک در هرردیف نشان‌دهنده اختلاف معنی دار در هر تیمار در زمان‌های مختلف می‌باشد

بحث

مطالعات زیادی روی میزان روغن استفاده شده در جیره های مختلف آبزیان انجام شده است. اما مطالعه ایی که در آن از روغن ریزپوشانی شده در جیره های آبزیان 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

استفاده از آن در علم شیلات نوپا است ریزپوشانی است. از این رو در این مطالعه از این تکنیک در بخش پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان استفاده شده است. نتایجی که از این مطالعه روی ترکیبات لاشه ماهی قزل آلای رنگین کمان بدست آمد نشان داد که روغن ریزپوشانی شده تاثیر معنی داری در میزان ترکیبات لاشه نداشته است. میزان پروتیین و خاکستر در تیمارهای مختلف با هم اختلاف معنی داری را نشان ندادند. اما میزان رطوبت و چربی بین تیمارهای مختلف با هم اختلاف معنی داری را نشان دادند که این اختلاف معنی دار 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 می دهد که ریزپوشانی تا حدودی باعث شده است تجمع چربی توسط ماهی افزایش یابد اما این افزایش معنی دار 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 می یابد. این نتایج با نتایج Hu و همکاران (2007) روی ماهی شانک زردباله[1] و Gao و همکاران (2009) روی ماهی آمور[2] 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 آزمایشGonzalez و همکاران (2016) بر روی ماهی شوریده هم خوانی دارد.

نتایج شاخص های رشد بخوبی تاثیر ریزپوشانی روغن را در تیمارهای مختلف آزمایشی نشان می دهد. بالاترین میزان وزن بدست آمده، نرخ رشد ویژه و کارایی پروتیین و همچنین کمترین میزان ضریب تبدیل غذایی در تیمارهایی مشاهده شد که از روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی آن ها استفاده شده است. گزارش شده که آزاد شدن سریع روغن جیره باعث سندرم انبساط معده در ماهی قزل آلای رنگین کمان شده است که این سندرم باعث طویل‌تر 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 احتمالا سبب بلعیدن بیشتر آب در ماهی و در نتیجه اختلال در تنظیم اسمزی این ماهی می‌شود. همچنین ریزپوشانی روغن می تواند باعث جلوگیری از اکسیداسیون آن شود (Dey *et al*, 2015). تولیدات حاصل از اکسیداسیون روغن ها ممکن است با سایر مواد مغذی مانند اسیدهای آمینه و ویتامین ها واکنش داده و ارزش غذایی آنها را کاهش دهد که این عمل می تواند روی رشد جاندار تاثیر بگذارد (یوسفی، ۱۳۷۹). از این رو به نظر می رسد در جیره هایی 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 می تواند باعث افزایش رشد ماهی شود که این امر می تواند به دلیل استفاده بهتر از منابع موجود در جیره غذایی و همچنین

[1]- Yellow fin Sea bream

[2]- Grass carp

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

کاهش هدررفت روغن و جلوگیری از اکسیداسیون آن باشد. نتایج بدست آمده از اکسایش لاشه ماهی قزل آلای 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 آلای 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 (Kulthanaparamee, *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 آلای رنگین کمان تا حدودی باعث یهبود 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 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

۱. 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. andAsg_ard, 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

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 (*Ctenopharyngdon 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.
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. Kulthanaparamee, 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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]

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

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-05]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1399.14.3.1.3]