# بررسی اثرات استفاده از روغن ریزپوشانی شده در جیره غذایی میگوی‌بزرگ‌آب‌شیرین *Macrobrachium rosenbergii* بر فاکتورهای رشد، آنالیز تقریبی فیله و برخی از خصوصیات فیزیکی پلت


- **رضا اسعدی***: دانشکده شیلات و علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: ٥٧٨
- **عبدالصمد کرامت**: دانشکده شیلات و علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: ٥٧٨
- **حسین اورجی**: دانشکده شیلات و علوم دامی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، صندوق پستی: ٥٧٨
- **سیدولی حسینی**: گروه شیلات، دانشگاه تهران، پردیس کشاورزی و منابع طبیعی کرج، صندوق پستی: ٤١١١


تاریخ دریافت: آبان ١٣٩٦ تاریخ پذیرش: بهمن ١٣٩٦

## چکیده

**در این تحقیق تاثیر استفاده از روغن‌های ریزپوشانی شده در جیره غذایی میگوی آب شیرین بر پارامترهای رشد و آنالیز تقریبی فیله مورد ارزیابی قرار گرفت. ٦ جیره غذایی با میزان پروتئین یکسان (٣٣ درصد) و سه سطح چربی ٦، ٩ و ١٢ درصد تهیه شد که در هر سطح چربی دو جیره ساخته شد که در یکی از جیره‌ها (تیمارهای ١، ٣ و ٥) از روغن بدون ریزپوشانی استفاده شد و در جیره دیگر (تیمارهای ٢، ٤ و ٦) از روغن ریزپوشانی شده استفاده شد. اضافه وزن و ضریب تبدیل غذایی در سطح چربی ١٢ درصد بین تیماری که روغن آن ریزپوشانی نشده بود (تیمار ٥) با تیمار ٦ که روغن آن ریزپوشانی شده بود تفاوت معنی‌دار (P< ٠/٠٥) نشان دادند. هم‌چنین تیمار ٦ بیش‌ترین نرخ رشد ویژه و شاخص کارایی پروتئین را دارا بود و به‌طور معنی‌داری (P<٠/٠٥) با تیمارهای ١ و ٢ تفاوت داشت. اثر سطوح چربی تاثیر معنی‌داری در فاکتورهای رشد نشان داد اما اثر ریزپوشانی و اثر متقابل (اثر سطوح چربی و اثر ریزپوشانی) معنی‌داری نبودند (P>٠/٠٥). ریزپوشانی کردن در سطح چربی ١٢ درصد سبب افزایش معنی‌دار (P<٠/٠٥) در چربی فیله شد و اثر سطوح چربی و اثر ریزپوشانی نیز معنی‌دار بود (P<٠/٠٥). فاکتورهای فیزیکی پلت تحت تاثیر معنی‌دار ریزپوشانی روغن قرار گرفتند (P<٠/٠٥). که این تاثیر خصوصاً در سطح چربی ٩ و ١٢ درصد بارزتر بود. درکل ریزپوشانی کردن روغن‌ها در سطح چربی جیره ٦ درصد هیچ تاثیر معنی‌داری بر فاکتورهای رشد، چربی فیله و شاخص‌های فیزیکی پلت نداشت.**

**کلمات کلیدی:** چربی فیله، سطوح چربی جیره، فاکتورهای رشد، استحکام پلت، شسته شدن پلت



* پست الکترونیکی نویسنده مسئول: ri.asadi@gmail.com

## مقدمه

میگو بزرگ آب شیرین *Macrobrachium rosenbergii* یکی از گونه‌های مهم پرورشی است که امروزه در کشورهای جهان سوم‌به یکی از بخش‌های اصلی سیستم‌های پرورش توام برنج - ماهی و یا پرورش چند گونه کپور- تیلاپیا تبدیل شده است (Hossain و Islam، ۲۰۰۶). میگوی بزرگ آب شیرین به‌خاطر قیمت و تقاضای بالا در بازارهای جهانی جزء مهم‌ترین آبزیانی است که قابلیت پرورش دارد (Mukhopadhyay، ۲۰۰۹؛ Radheyshyam و همکاران، ۲۰۰۸؛ New، ۱۹۹۵). توسعه روز افزون آبزی‌پروری در دنیا، افزایش نیاز به غذای آبزیان را به‌دنبال 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. براساس گزارشات FAO (۲۰۱۵) از سال ۱۹۹۵ تولید خوراک انواع آبزیان به‌طور میانگین ۱۰/۹ درصد رشد داشته است. مطالعات زیادی روی جنبه‌های مختلف تغذیه آبزیان انجام گرفته‌است. ازجمله آزمایش سطوح مختلف پروتئین، چربی و کربوهیدرات جیره، جایگزینی منابع پروتئین گیاهی به‌جای پودر ماهی و غیره را می‌توان نام برد (Gooda، ۲۰۰۸؛ Niu و Du، ۲۰۰۳). اما در تعداد بسیار اندکی از این تحقیقات وضعیت فیزیکی پلت ازجمله شسته‌شدن مواد مغذی پلت، مقاومت پلت، سرعت سقوط پلت در آب، چگالی پلت و غیره مورد توجه قرار گرفته است. درصورتی که اجزاء جیره غذایی تاثیر بسیار زیادی بر کیفیت فیزیکی پلت و شسته شدن مواد مغذی آن دارند (Sorensen، ۲۰۱۲). به‌عنوان مثال Samuelsen و همکاران (۲۰۰۱۴) تاثیرات منابع مختلف پودرماهی بر شرایط فیزیکی و ماهیت شیمیایی پلت را مورد مطالعه قرار داد و در مطالعه دیگری Draganovic و همکاران (۲۰۱۱) تاثیر گلوتن گندم، پودر سویا و ماهی را بر خصوصیات فیزیکی پلت موردبررسی قرار دادند ودراین تحقیقات تیمارهای آزمایشی به‌طور معنی‌داری روی شاخص‌های فیزیکی پلت تاثیر داشتند. استحکام پلت یکی از مهم‌ترین پارامترهای خوراک آبزیان خصوصاً میگو است. بالا بودن روغن یا چربی (برپایه حیوانی یا گیاهی) در خوراک سبب پایین آمدن قوام پلت می‌شود (Cavalcanti، ۲۰۰۴). در خوراک‌هایی که دارای قوام کمی هستند روغن از پلت شسته شده و از دسترس خارج می‌شود (Bæverfjord و همکاران، ۲۰۰۶). برای به‌دست آمدن حداکثر قوام و کیفیت پلت قبل از فرایند ساخت پلت نباید بیش‌تر از ۱/۵ درصد چربی به آن اضافه شود (Vest، ۱۹۹۳). در نتیجه درصورتی‌که نیاز به اضافه کردن روغن بیش از یک و نیم درصد باشد ریزپوشانی‌کردن روغن جیره می‌تواند به استحکام پلت کمک کند و از شسته‌شدن روغن به داخل آب جلوگیری به‌عمل آورد. گزارش شده که آزادشدن سریع روغن‌جیره در معده باعث سندرم انبساط معده در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شده است که در این سندرم باعث طویل‌تر شدن طول معده و نازک شدن دیواره آن می‌شود و گنجایش معده ممکن است تا ۶ برابر حالت معمول افزایش یابد و جذب چربی غذا را دچار مشکل کند که احتمال داده شده که آزاد شدن سریع روغن پس از بلع پلت سبب ورود آب به‌داخل معده‌شده و علاوه بر طویل‌تر شدن معده فرایند تنظیم اسمزی در ماهی را نیز دچار مشکل می‌کند (Staurnes و همکاران، ۱۹۹۰). ریزپوشانی(Microcapsulation) فن‌آوری است که استفاده از آن به‌طور گسترده در حال گسترش بوده و پتانسیل بالایی برای استفاده در زمینه‌های مختلف ازجمله صنایع داروسازی و غذایی دارد. ریزپوشانی را می‌توان به‌عنوان فرآیندی که در آن یک ماده توسط ماده دیگر محصور می‌شود تعریف کرد(Christiaan و همکاران، ۲۰۱۰).در فرآیند ریزپوشانی هسته به معنای هر ترکیب یا ماده فعال است که در این فرآیند توسط دیواره احاطه می‌شود مانند چربی‌ها، مواد معطر و ترکیبات مغذی و دیواره به معنای ساختار تشکیل شده به‌وسیله عامل ریزپوشان‌دراطراف ذرات ماده ریزپوشانی شده (ترکیب فعال هسته‌ای) است. دیواره، هسته را در برابر فساد اکسایشی، رطوبت، نور و اثر سایر ترکیبات یا فاکتورها حفظ کرده و آن‌ها را تحت شرایط مطلوب آزاد می‌سازد (Young و همکاران، ۱۹۹۳). تحقیقاتی که در رابطه با سطوح چربی جیره میگوی بزرگ آب شیرین انجام گرفته محدود است (New و همکاران، ۲۰۱۰). در تحقیقی که روی سه سطح پروتئین ۳۰، ۳۵ و ۴۰ و دو سطح چربی ۱۰ و ۱۴ درصد در میگوی بزرگ آب شیرین صورت گرفته گزارش شده است که سطح پروتئین۳۰ درصد و چربی ۱۰درصدبرای جیره‌غذایی میگو بزرگ آب‌شیرین‌مناسب است(Goda، ۲۰۰۸). هدف از این تحقیق تاثیر ریزپوشانی کردن روغن جیره غذایی میگوی آب شیرین و سنجش تاثیرات آن بر رشد، بقا، آنالیز تقریبی لاشه و شاخص‌های فیزیکی پلت بود.

## مواد و روش‌ها

**مشخصات جیره غذایی:** برای انجام این آزمایش ۶ جیره غذایی در قالب طرح فاکتوریل ۲×۳ تهیه شد. شش جیره‌های غذایی با میزان پروتئین یکسان (۳۳ درصد) با ۳ سطح ۶، ۹ و ۱۲

درصد چربی تهیه شد. روغن ۳ جیره غذایی (تیمارهای ۲، ۴، ۶) توسط دیواره‌ای از جنس ژلاتین و مالتودکسترین پوشانده شدندر و در ۳ جیره دیگر از روغن بدون پوشش استفاده شده است (جدول ۱). برای ریزپوشانی‌کردن روغن جیره‌های غذایی از روش خشک کردن پاششی‌استفاده شد (Jafari، ۲۰۰۸) از دستگاه BUCHI Mini Spray DryerB-270 برای خشک کردن نمونه‌ها با دمای ورودی ۱۳۰ درجه سانتی‌گراد و دمای خروجی ۶۰ درجه سانتی‌گراد استفاده شد. جهت از بین بردن اثر چربی پودرماهی در تیمارهای آزمایشی، با استفاده از متانول و کلروفورم با نسبت ۱ به ۲ چربی پودرماهی حذف شد. مراحل ساخت خوراک درکارخانه تولید تخصصی خوراک آبزیان نقشین انجام شد. مواد اولیه (به‌جز روغن و مکمل های ویتامینه و معدنی) پس از مخلوط شدن در هم‌زن اول به‌وسیله آسیاب پولیورایزر به ذرات زیر ۲۰۰ میکرون تبدیل شدند سپس وارد هم‌زن دوم شده مواد معدنی و ویتامینه و بسته به تیمارهای غذایی روغن‌ها به جیره اضافه شد و پس از همگن کردن به سمت دستگاه پرس پلت هدایت شد و جیره‌ها با قطر۱/۵میلی‌متر به‌شکل پلت فرورونده درآمده‌اند و ابتدا به خشک کن و سپس به خنک کننده انتقال پیدا کردند.

**جدول ۱: ترکیب جیره‌های غذایی (برحسب درصد) و ترکیب شیمیایی آن‌ها**

| اقلام غذایی | تیمارهای آزمایشی | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲* | ۳ | ۴* | ۵ | ۶* |
| پودر ماهی | ۲۳/۴۲ | ۲۳/۴۲ | ۲۳/۴۲ | ۲۳/۴۲ | ۲۳/۴۲ | ۲۳/۴۲ |
| کنجاله سویا | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ | ۲۰ |
| ژلاتین | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ | ۳ |
| گلتون گندم | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ |
| آرد گندم | ۱۶/۰۱ | ۱۶/۰۱ | ۱۶/۰۱ | ۱۶/۰۱ | ۱۶/۰۱ | ۱۶/۰۱ |
| سبوس گندم | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ | ۵ |
| ذرت | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ | ۱۱ |
| نشاسته | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ | ۴ |
| سلولز | ۶ | ۶ | ۳/۳۷ | ۳/۳۷ | ۰ | ۰ |
| ضدقارچ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ | ۰/۱ |
| دی کلسیم فسفات | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ | ۰/۵ |
| بنتونیت | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ | ۱ |
| مکمل (معدنی و ویتامینه) | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ | ۱/۵ |
| روغن سویا | ۲/۲۳ | ۲/۲۳ | ۳/۷۳ | ۳/۷۳ | ۵/۲۳ | ۵/۲۳ |
| روغن ماهی | ۲/۲۳ | ۲/۲۳ | ۳/۷۳ | ۳/۷۳ | ۵/۲۳ | ۵/۲۳ |
| ترکیب شیمیایی جیره (برحسب درصد) | | | | | | |
| پروتئین | ۳۲/۸ | ۳۲/۵ | ۳۳/۲ | ۳۲/۵ | ۳۲/۴ | ۳۳/۱ |
| چربی | ۶/۰ | ۶/۳ | ۹/۱ | ۸/۸ | ۱۲/۴ | ۱۲/۰ |
| کربوهیدرات | ۳۵/۳ | ۳۵/۳ | ۳۵/۳ | ۳۵/۳ | ۳۵/۳ | ۳۵/۳ |
| خاکستر | ۹/۷ | ۹/۶ | ۹/۱ | ۹ | ۸/۷ | ۸/۸ |
| انرژی قابل هضم (کالری بر گرم) | ۳/۲ | ۳/۲ | ۳/۴ | ۳/۴ | ۳/۸ | ۳/۸ |

* جیره‌هایی که روغن آن‌ها ریزپوشانی شده است.

این آزمایش در مرکز تحقیقات شیلات شهرستان قصرشیرین در یک استخر سیمانی با ابعاد ۱/۲۰×۶×۴۰ متر انجام شد که کف آن به ارتفاع ۱۰ سانتی‌متر با خاک پوشانده شده و بخشی از این استخر توسط توری به ۱۸ واحد مجزا به‌مساحت ۳ مترمربع (۳m×۱m×۱m)

تقسیم شده است. برای جلوگیری از هم‌جنس‌خواری میگوها در هر قسمت از پنج لوله پلیکا به‌طول ۳۰ سانتی‌متر و قطر ۵ سانتی‌متر استفاده شد. آب این استخر توسط کانال لاندا که از رودخانه الوند منشعب شده است تامین شده و پس از عبور از فیلتر شنی به‌داخل یک استخر ذخیره هدایت شد و پس از ته‌نشینی در یک استخر ذخیره به‌طور مداوم به‌میزان ۰/۵ لیتر در ثانیه استخر مذکور انتقال یافت. این استخر دارای ورودی و خروجی مجزا است و به‌وسیله یک دستگاه هواده ایرجت، هوادهی شد. تراکم رهاسازی به‌صورت‌نیمه متراکم و ۲۰ قطعه پست لارو ۴۰ روزه با میانگین وزن ۷۰ میلی‌گرم در متر مربع بود (New و همکاران، ۲۰۱۰). میگوها پس از دو هفته سازگاری با شرایط آزمایشی به‌مدت ۳ ماه با جیره‌های غذایی آزمایشی تغذیه شدند. برای بررسی بازماندگی هر روز حدود ۴۰ سانتی‌متر از آب استخر پایین آورده شد و میگوها مورد بررسی قرار گرفتند. فاکتورهای رشد به‌صورت دو هفته یک بار مورد ارزیابی قرار گرفتند و براساس وزن میگوها میزان غذادهی آن‌ها از وزن ۰/۲-۱ گرم ۱۰ درصد، ۵-۱ گرم ۷ درصد و بزرگ‌تر از ۵ گرم ۵ درصد تعیین شد (Poadas، ۲۰۰۴). غذادهی دوبار در روز در ساعات ۸ و ۱۲ به‌صورت ۶ روز در هفته انجام شد (Kabir Chowdhury و همکاران، ۲۰۰۷).

**کیفیت آب:** فاکتورهای فیزیکوشیمیایی مانند درجه حرارت، PH با استفاده از دستگاه (Eutech, CyberScan PC300. UK) و اکسیژن محلول با دستگاه (HANNAHI8043.USA) به‌صورت روزانه اندازه‌گیری و آمونیاک با دستگاه (Palintest, Photometr 7100, UK) اندازه‌گیری شدند. میانگین دما، اکسیژن و PH به‌ترتیب ۲/۴±۲۶/۳۲ درجه سانتی گراد، ۰/۶±۵/۴ میلی‌گرم در لیتر و ۰/۳±۸/۰۵ بود. میزان آمونیاک نیز به‌صورت هفتگی اندازه‌گیری شد و میزان آن ۰/۰۴±۰/۱۸ میلی‌گرم در لیتر به ثبت رسید.

**نمونه‌برداری و روش‌های آنالیزی:** در پایان دوره تمام میگوها با استفاده از ترازوی دیجیتال با دقت ۰/۰۱ وزن شدند و از هر تیمار ۱۵ قطعه میگو برای انجام آزمایشات مربوطه به‌صورت تصادفی نمونه برداری شد. برای تعیین آنالیز ترکیب تقریبی جیره غذایی و فیله شامل رطوبت، پروتئین خام، چربی خام و خاکسترخام از روش‌های استاندارد AOAC (۲۰۰۲) استفاده شده است. جیره‌ها و نمونه‌های فیله میگو در دمای آون ۵۵ درجه سانتی‌گراد تا رسیدن به وزن ثابت، خشک شدند. سپس، درصد رطوبت و مادهٔ خشک محاسبه شد. محتوای پروتئین خام نمونه‌ها (N× ۶/۲۵) به‌روش کجلدال محاسبه شد. استخراج چربی کل با استفاده حلال دی اتیل اتر صورت پذیرفت. مقدار خاکستر با سوزاندن در کورهٔ الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجهٔ سانتی‌گراد به‌مدت ۶ ساعت اندازه‌گیری شد. چگالی پلت براساس روش Gleeson و همکاران (۱۹۹۱) تعیین شد. استحکام پلت در آب براساس روش Bæverfjord و همکاران (۲۰۰۶) ارزیابی شد. قابلیت شسته شدن چربی براساس دو روش Sorensen و همکاران (۲۰۱۰) و Bæverfjord و همکاران (۲۰۰۶) محاسبه شد و سرعت سقوط پلت در آب نیز بر اساس روش Gleeson و همکاران (۱۹۹۱) مورد ارزیابی قرار گرفت.

**معادلات مربوط به شاخص‌های رشد:**

اضافه وزن(گرم)= وزن نهایی(گرم)- وزن اولیه (گرم)

ضریب تبدیل غذا=

(وزن اولیه(گرم)-وزن نهایی(گرم))/میزان غذای مصرف شده (گرم)

نرخ رشد ویژه=

۱۰۰×[طول دوره پرورش (روز)/(لگاریتم طبیعی وزن ابتدایی (گرم)- لگاریتم طبیعی وزن نهایی(گرم))]

شاخص کارایی پروتئین= پروتئین خورده شده(گرم)/ اضافه وزن(گرم)

**تجزیه و تحلیل آماری:** تجزیه و تحلیل آماری تمامی داده‌ها توسط آنالیز واریانس یک‌طرفه و اثر سطوح چربی جیره‌های آزمایشی، اثر ریزپوشانی روغن جیره‌های آزمایشی و اثر متقابل این دو با استفاده از آنالیز واریانس دو طرفه براساس آزمون دانکن در قالب طرح کاملاً تصادفی با استفاده از نرم‌افزار آماری SPSS۱۶ در سطح ۵ درصد انجام شد. تمامی داده‌ها به‌صورت میانگین ± انحراف معیار بیان شدند.

## نتایج

براساس شاخص‌های رشد و بقاء محاسبه‌شده در جدول ۲، مشاهده گردید که افزایش سطح چربی جیره در تیمارهای غیرریزپوشانی شده نتوانسته است به‌طور معنی‌داری سبب افزایش وزن میگوها شود (P>۰/۰۵) اما تیمارهای حاوی چربی ریزپوشانی شده به‌طور معنی‌داری سبب بهبود شاخص‌های رشد گردید (P<۰/۰۵) بدین‌صورت که شاخص‌های رشد در تیمارهای ۳،۱ و ۵ تفاوت معنی‌دار نداشته‌اند. اما با بالا رفتن سطح چربی جیره‌ها، ریزپوشانی سبب افزایش معنی‌دار (P<۰/۰۵) فاکتورهای رشد میگوها شد است و تیمارهای ۴ و ۶ افزایش رشد معنی‌داری نسبت به تیمار ۲ داشتند. در تیمارهای متناظر حاوی چربی ۱۲ درصد، میگوهایی که از تیمارهای ریزپوشانی شده تغذیه کردند، به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) وزن بیش‌تری به‌دست آوردند. ضریب تبدیل غذایی نیز تغییرات مشابهی را نشان می‌دهد و با افزایش

چربی جیره و هم‌چنین ریزپوشانی‌کردن روغن، ضریب تبدیل به‌طور معنی‌داری (P<۰/۰۵) کاهش یافت. تیمار ۶ که حاوی بیش‌ترین مقدار چربی و هم‌چنین ریزپوشانی‌شده بود، نسبت به تیمارهای ۱ و ۲ به‌طور معنی‌داری دارای (P<۰/۰۵) بیش‌ترین نرخ‌رشد ویژه و شاخص کارایی پروتئین را دارا بود. اما با سایر تیمارهای آزمایشی تفاوت آماری معنی‌داری مشاهده نشد (P>۰/۰۵). شاخص بقاء در بین تیمارهای آزمایشی هیچ تفاوت آماری معنی‌داری نشان نداد (P>۰/۰۵). اثر سطوح‌چربی دربین تیمارهای‌آزمایشی به‌طورمعنی‌داری تفاوت داشت (P<۰/۰۵) اما اثر ریزپوشانی و اثر متقابل تفاوت معنی‌داری را میان تیمارهای آزمایشی نشان ندادند (P>۰/۰۵).

**جدول ۲: مقایسه میانگین شاخص‌های رشد و بقا و هم‌چنین اثرسطوح چربی، اثر ریزپوشانی و اثر متقابل میگوی آب شیرین در تیمارهای مختلف آزمایشی**

| فاکتورهای رشد | تیمارهای آزمایشی | | | | | | اثرسطوح چربی | اثر ریزپوشانی | اثرمتقابل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲* | ۳ | ۴* | ۵ | ۶* | | | |
| اضافه وزن (گرم) | ۵/۴۰±۰/۷۸$^{a}$ | ۵/۳۶±۰/۷۷$^{a}$ | ۶/۴۳±۰/۸۵$^{ab}$ | ۷/۰۰±۰/۶۲$^{bc}$ | ۶/۰±۸۳/۸۳$^{ab}$ | ۸/۲۶±۰/۷۲$^{c}$ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| ضریب تبدیل غذایی | ۲/۰۰±۰/۱۰$^{c}$ | ۲/۰۰±۰/۱۱$^{c}$ | ۱/۷±۰/۱۰$^{bc}$ | ۱/۶۶±۰/۲۰$^{ab}$ | ۱/۷±۰/۲۰$^{bc}$ | ۱/۵۳±۰/۲۳$^{a}$ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| نرخ رشد ویژه (درصد) | ۲/۳۵±۰/۰۷$^{a}$ | ۲/۳۵±۰/۲۱$^{a}$ | ۲/۵۱±۰/۲۱$^{ab}$ | ۲/۶۱±۰/۱۶$^{ab}$ | ۲/۵۹±۰/۱۷$^{ab}$ | ۲/۷۷±۰/۱۱$^{b}$ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| شاخص‌کارایی‌پروتئین | ۱/۵۲±۰/۰۷$^{a}$ | ۱/۵۰±۰/۰۸$^{a}$ | ۱/۷۷±۰/۱۰$^{ab}$ | ۱/۸۶±/۲۲$^{ab}$ | ۱/۸۳±۰/۲۱$^{ab}$ | ۱/۹۹±۰/۲۷$^{b}$ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| بقا (درصد) | ۸۰/۲۴ | ۸۱/۵۳ | ۸۱/۳۳ | ۷۹/۶۶ | ۸۲/۶۶ | ۸۰/۵۸ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف افقی نشان‌دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P≤۰/۰۵).

نتایج مربوط به ترکیبات فیله در جدول ۳ نشان می‌دهد که در بین فاکتورهای اندازه‌گیری شده تنها چربی فیله اختلاف معنی‌داری را نشان داد (P<۰/۰۵). بدین‌صورت که با افزایش چربی جیره غذایی، چربی فیله نیز افزایش پیدا کرده است اما در فیله میگوهایی که با جیره‌های با سطح چربی ۱۲ درصد تغذیه شده اند، تفاوت معنی‌داری بین آن‌هایی که‌روغن‌جیره‌آن‌هاریزپوشانی‌شده‌وآن‌هایی‌که ریزپوشانی نشده‌اند وجود دارد. اثرسطوح چربی و اثر ریزپوشانی در چربی فیله به‌طور معنی‌داری تفاوت داشت (P<۰/۰۵). اما اثر متقابل تفاوت معنی‌داری را در بین تیمارهای آزمایشی نشان ندادند (P>۰/۰۵). نتایج استحکام پلت در زمان‌های مختلف درون آب (جدول ۴) حاکی از تاثیرات معنی‌دار اضافه کردن چربی بر کاهش ماندگاری غذا درون آب است (P<۰/۰۵) میزان استحکام پلت با ریزپوشانی کردن روغن نیز به‌طور معنی‌داری افزایش نشان داد(P<۰/۰۵). بر این اساس، جیره حاوی چربی ۶ درصد به‌طور معنی‌داری بیش‌ترین زمان باقی‌ماندگی را نشان داد (P<۰/۰۵). اثر سطوح چربی در تمام زمان‌ها و اثر ریزپوشانی به‌جز در زمان ۳۰ دقیقه در تمام زمان‌ها تفاوت معنی‌داری (P<۰/۰۵) را نشان دادند و اثرمتقابل در زمان‌های ۱۲۰ و ۲۴۰ دقیقه در بین تیمارهای آزمایشی معنی‌دار بود.

**جدول ۳: ترکیبات فیله، اثرسطوح چربی، اثر ریزپوشانی و اثر متقابل میگوهای آب شیرین تغذیه شده با جیره‌های آزمایشی در تیمارهای مختلف آزمایشی**

| ترکیبات لاشه | تیمارهای غذایی | | | | | | اثر سطوح چربی | اثر ریزپوشانی | اثر متقابل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲* | ۳ | ۴* | ۵ | ۶* | | | |
| رطوبت (درصد) | ۱/۴۶±۷۶/۰۲ | ۰/۹۰±۷۵/۸۹ | ۱/۶۳±۷۴/۳۱ | ۰/۸۱±۷۳/۶۵ | ۰/۶۱±۷۳/۹۷ | ۱/۰۷±۷۲/۵۳ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| پروتئین (درصد) | ۰/۶۴±۱۵/۴۱ | ۰/۷۱±۱۵/۸۷ | ۰/۷۰±۱۵/۵۲ | ۰/۸۸±۱۶/۸۸ | ۰/۴۸±۱۶/۲۷ | ۰/۴۵±۱۶/۳۸ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| چربی (درصد) | ۲/۹۰±۰/۴۴$^{a}$ | ۲/۸۶±۰/۳۲$^{a}$ | ۳/۵۳±۰/۵۵$^{ab}$ | ۴/۳۰±۰/۳۰$^{bc}$ | ۳/۹۳±۰/۳۰$^{b}$ | ۴/۸۳±۰/۵۱$^{c}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| خاکستر (درصد) | ۰/۰۵±۵/۰۱ | ۰/۰۸±۴/۹۹ | ۰/۲۵±۵/۴۶ | ۰/۲۹±۵/۲۳ | ۰/۳۲±۵/۶۸ | ۰/۴۱±۵/۸۸ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |

حروف لاتین غیرمشترک در هر ردیف افقی اختلاف معنی‌دار بین تیمارها می‌باشد (P≤۰/۰۵).

**جدول ۴: باقی‌مانده ماده خشک، اثرسطوح چربی، اثر ریزپوشانی و اثر متقابل باقی‌مانده پلت پس از قرار گرفتن در آب در زمان‌های مختلف**

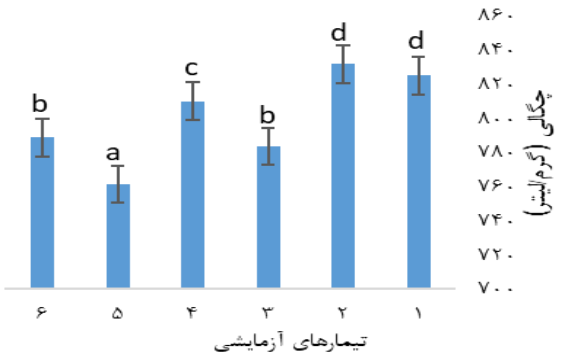
| زمان(دقیقه) | تیمارهای آزمایشی | | | | | | اثر سطوح چربی | اثر ریزپوشانی | اثر متقابل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | ۲* | ۳ | ۴* | ۵ | ۶* | | | |
| ۳۰ | ۹۰/۸۸±۲/۹۱$^{b}$ | ۹۰/۸۷±۴/۰۷$^{b}$ | ۸۷/۳±۳۱/۸۶$^{b}$ | ۸۵/۱۲±۴/۹۴$^{b}$ | ۶۶/۲۴±۷/۴۵$^{a}$ | ۷۸/۰۰±۴/۹۷$^{b}$ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| ۶۰ | ۸۵/۵۵±۱/۱۷$^{c}$ | ۸۶/۰۰±۳/۰۵$^{c}$ | ۷۳/۵±۱۱/۵۱$^{b}$ | ۸۱/۶۷±۸/۸۹$^{bc}$ | ۶۰/۲۰±۸/۸۳$^{a}$ | ۷۷/۲۴±۳/۴۵$^{bc}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| ۱۲۰ | ۷۰/۶۷±۴/۰۴$^{d}$ | ۷۲/۳۲±۵/۲۳$^{d}$ | ۵۳/۶۷±۳/۲۸$^{b}$ | ۶۵/۳۲±۲/۸۴$^{cd}$ | ۳۹/۵۵±۴/۳۵$^{a}$ | ۶۱/۴۷±۴/۰۷$^{c}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ |
| ۲۴۰ | ۵۴/۲۶±۳/۱۶$^{d}$ | ۵۳/۰۶±۴/۷۸$^{d}$ | ۳۷/۱۰±۲/۲۱$^{b}$ | ۴۶/۷۳±۴/۰۴$^{c}$ | ۲۲/۶۵±۳/۰۲$^{a}$ | ۴۴/۱۶±۱/۸۳$^{c}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ |

در اندازه‌گیری قابلیت شسته‌شدن چربی براساس روش Sorensen و همکاران (۲۰۱۰) (گزارش نشده) هیچ تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای آزمایشی دیده نشد ($P>0/05$). اما براساس روش Bæverfjord و همکاران (۲۰۰۶) (جدول ۵) در تمام زمان‌ها تیمار ۵ کم‌ترین درصد میزان چربی را دارا بود هم‌چنین به‌جز در زمان ۲۴۰ دقیقه علاوه بر تیمار ۵ تیمار ۳ دارای کم‌ترین باقی‌مانده چربی در بین تیمارهای آزمایشی بودند. سطح چربی ۶ درصد (تیمار ۱ و ۲) در زمان ۲۴۰ دقیقه تیمار ۲ بیش‌ترین میزان باقی‌مانده چربی را در بین سایر تیمارهای آزمایشی را دارا بود. اثر سطوح چربی و اثر ریزپوشانی در تمام زمان‌ها تفاوت معنی‌داری ($P<0/05$) را نشان دادند درصورتی‌که اثر متقابل تنها در زمان ۲۴۰ دقیقه معنی‌دار بود.

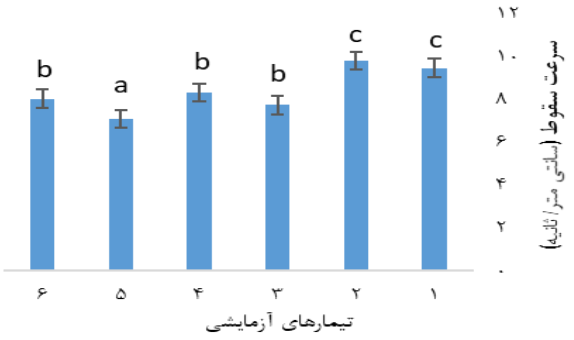
نتایج بررسی چگالی و سرعت سقوط پلت در تیمارهای مورد مطالعه نشان داد که با افزایش سطح چربی جیره (شکل ۱) چگالی پلت به‌طور معنی‌داری کاهش می‌یابد ($P<0/05$). هم‌چنین ریزپوشانی کردن روغن سبب افزایش معنی‌دار ($P<0/05$) چگالی پلت نسبت به نمونه‌های غیرریزپوشانی شده گردید. نمودار سرعت سقوط پلت (شکل ۲) نشان داد که افزایش چربی جیره سبب کاهش معنی‌دار سرعت سقوط آن‌ها می‌گردد ($P<0/05$) اما به‌غیر از تیمارهای حاوی بیش‌ترین مقدار چربی (۱۲درصد) ریزپوشانی کردن تاثیر آماری معنی‌داری بر سرعت سقوط نداشت ($P>0/05$) این درحالی است که تیمار ریزپوشانی نشده حاوی ۱۲درصد چربی دارای کم‌ترین سرعت سقوط و چگالی در بین تیمارهای آزمایشی بود ($P<0/05$).

**جدول ۵: باقی‌مانده چربی در ماده خشک پلت، اثرسطوح چربی، اثر ریزپوشانی و اثر متقابل پس از قرار گرفتن در آب در زمان‌های مختلف**

| زمان (دقیقه) | تیمار های غذایی | | | | | | اثر سطوح چربی | اثر ریزپوشانی | اثر متقابل |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۱ | *۲ | ۳ | *۴ | ۵ | *۶ | | | |
| ۳۰ | ۹۴/۴۴±۲/۵۴$^{b}$ | ۹۵/۵۳±۲/۶۰$^{b}$ | ۸۹/۲±۳۱/۵۶$^{a}$ | ۹۴/۰۷±۱/۶۹$^{b}$ | ۸۶/۱۰±۳/۱۵$^{a}$ | ۹۵/۲۷±۲/۴۵$^{b}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| ۶۰ | ۹۱/۶۸±۱/۷۹$^{b}$ | ۹۲/۷۶±۳/۴۵$^{b}$ | ۸۵/۳±۱۸/۲۱$^{a}$ | ۹۲/۲۲±۳/۳۴$^{b}$ | ۸۲/۵۰±۴/۶۳$^{a}$ | ۹۱/۹۴±۱/۰۵$^{b}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| ۱۲۰ | ۸۸/۳۶±۱/۷۱$^{c}$ | ۹۰/۰۰±۲/۸۸$^{c}$ | ۸۱/۴۸±۳/۵۷$^{ab}$ | ۸۹/۶۲±۳/۹۰$^{c}$ | ۷۸/۰۵±۵/۰۲$^{a}$ | ۸۶/۹۴±۱/۲۷$^{bc}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |
| ۲۴۰ | ۸۶/۶۴±۱/۵۶$^{de}$ | ۸۸/۷۹±۲/۴۹$^{e}$ | ۷۴/۴۶±۲/۹۳$^{b}$ | ۸۲/۲۲±۴/۰۴$^{cd}$ | ۶۶/۱۳±۳/۱۵$^{a}$ | ۸۰/۲۷±۲/۹۲$^{c}$ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ |




**شکل ۱: نمودار چگالی پلت در جیره‌های مختلف آزمایشی**




**شکل ۲: نمودار سرعت سقوط پلت در جیره‌های مختلف آزمایشی**

همان‌طورکه در جدول ۶ مشاهده می‌شود اثر سطوح چربی و اثر ریزپوشانی در پارامترهای چگالی و سرعت سقوط به‌طور معنی‌داری ($P<0/05$) متفاوت بوند. اثرمتقابل نیز در سرعت سقوط تفاوت معنی داری را ($P<0/05$) نشان داد.

**جدول ۶: اثر سطوح چربی، اثر ریزپوشانی و اثر متقابل در تیمارهای مختلف آزمایشی در چگالی و سرعت سقوط پلت**

| پارامترها | اثر سطوح چربی | اثر ریزپوشانی | اثر متقابل |
|---|---|---|---|
| چگالی (گرم/لیتر) | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ |
| سرعت سقوط (سانتی‌متر/ثانیه) | P<۰/۰۵ | P<۰/۰۵ | P>۰/۰۵ |

## بحث

با افزایش چربی جیره‌ها شاخص‌های رشد میگوها بهبود یافتند و این بهبودی در تیمار با سطح چربی ۱۲ درصد که روغن آن ریزپوشانی شده بود کاملاً معنی‌دار بود. Goda (۲۰۰۸) گزارش کرد که در جیره غذایی میگوی آب شیرین با سطح پروتئین ۳۰ درصد و سطح چربی ۱۰ درصد نتایج بهتری نسبت به سطح چربی ۱۴ درصد در پی داشته است و در این مطالعه از سطوح روغن کم‌تر از ۱۰ درصد استفاده نشده است. گزارش شده که آزادشدن سریع روغن جیره باعث سندرم انبساط معده در ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان شده است که این سندرم باعث طویل‌تر شدن طول معده و نازک‌شدن دیواره آن می‌شود گنجایش معده ممکن است تا ۶ برابر حالت معمول افزایش یابد و جذب چربی غذا را دچار مشکل کند (Staurnes و همکاران، ۱۹۹۳). هم‌چنین ریزپوشانی روغن می‌تواند باعث جلوگیری از اکسیداسیون آن شود. معمولاً غذاهای تجاری وقتی خریداری می‌شوند برای مدت مشخصی قبل از تغذیه ماهیان نگه‌داری می‌شوند. در طی نگه‌داری طولانی مدت، وقتی اکسیداسیون چربی رخ می‌دهد تولیدات ناشی از این اکسیداسیون مانند رادیکال‌های آزاد، پراکسیدها، هیدروپراکسیدها، آلدهیدها و کتون‌ها تشکیل می‌شوند (Morton و Rosas-Romero، ۱۹۹۷؛ Mai و Kinsella، ۱۹۷۹؛ Bautista و همکاران، ۱۹۹۲). بنابراین، افزایش اثرات مثبت ریزپوشانی کردن چربی در تیمارهای آزمایشی بیانگر کارایی این تکنیک در ممانعت از تخریب چربی جیره بوده و بر این اساس چربی اضافه شده به غذا به‌صورت سالم و دست نخورده به دستگاه گوارش میگو رسیده و این امر سبب بهبود کارایی رشد آن‌ها شده است. با افزایش چربی جیره غذایی، چربی لاشه نیز افزایش پیدا کرده است خصوصاً در جیره‌هایی که چربی آن‌ها ریزپوشانی شده بود. افزایش چربی لاشه در نمونه‌های حاوی چربی بیش‌تر چندان دور از ذهن نیست اما نکته جالب این است که پلت‌های حاوی بیش‌ترین مقادیر چربی ریزپوشانی شده به‌واسطه اثرات ممانعت‌کنندگی ریزپوشانی، توانسته‌اند چربی جیره را از شسته شدن و تخریب شدن محافظت کرده و با کارایی بالا به سیستم گوارش میگو انتقال داده است. از طرفی با استفاده از داده‌های مربوط به استحکام پلت و شسته شدن چربی پلت که براساس روش Bæverfjord و همکاران (۲۰۰۶) اندازه‌گیری شد نتایج مربوط به شاخص‌های رشد و چربی فیله را می‌توان بهتر تفسیر کرد. از آن‌جاکه پلت‌های حاوی چربی بیش‌تر، استحکام و ماندگاری کم‌تری را از خود نشان دادن، نتایج این مطالعه نشان داد که ریزپوشانی کردن یک روش مناسب برای افزایش ماندگاری پلت درون آب است و این مسئله یکی از نکات کلیدی در تغذیه میگو می‌باشد. تمام پلت‌های از نوع فرو رونده بودند و چگالی و سرعت سقوط با افزایش روغن جیره‌ها کاهش پیدا کرد اما در جیره‌هایی که از روغن ریزپوشانی شده استفاده شد چگالی و سرعت سقوط افزایش یافت. Glencross و همکاران (۲۰۱۱) گزارش کردند که چگالی بالای ۵۲۵ گرم بر لیتر درشوری ۳۵ گرم بر لیتر لازم است تا پلت از نوع فرو رونده باشد. با توجه به این‌که میگو یک جانور تغذیه‌کننده از کف است (New و همکاران، ۲۰۱۰)، بنابراین افزایش چگالی و افزایش سرعت سقوط آن می‌تواند یک نکته مثبت قلمداد گردد. روغن سبب کاهش فشردگی پلت می‌شود و این به‌خاطر خاصیت روان‌کنندگی است که روغن در بین ذرات خوراک و بین دیواره دای با مواد اولیه پلت ایجاد می‌کند. به‌دلیل فشردگی کم در دای، فشار در دای کاهش می‌یابد که نتیجه آن تولید خوراکی با قوام کم‌تر خواهد بود (Nalladurai و Vance، ۲۰۰۹) به‌دلیل آبگریز بودن طبیعت چربی‌ها، چربی اضافه شده از باند شدن اجزاء حلال درآب در جیره مانند نشاسته، پروتئین و فیبر جلوگیری خواهد کرد (Thomas و همکاران، ۱۹۹۸). ریز پوشانی کردن روغن‌ها موجب شده تا در عمل هم‌بندی موادی مانند نشاسته و ژلاتین جیره اختلالی ایجاد نشود و اصطکاک دای و اجزاء جیره بالا برود و علی‌رغم وجود چربی بالا در جیره پلت با استحکام و فشردگی بالا تولید شود و از طرفی جیره‌هایی با روغن بالا که ریزپوشانی نشده بودند در هنگام تولید فاقد هم‌بندی و فشردگی لازم بوده و در نتیجه استحکام، قابلیت نگه‌داری از چربی، چگالی و سرعت سقوط کم‌تری داشتند. اما ریزپوشانی کردن روغن‌ها در سطح چربی جیره ۶ درصد هیچ تاثیر معنی‌داری بر فاکتورهای رشد، چربی فیله و شاخص‌های فیزیکی پلت نداشت اما در سطوح بالاتر چربی ریزپوشانی کردن موثر واقع شده است. به‌عنوان نتیجه‌گیری از مطالعه حاضر می‌توان چنین عنوان کرد که هرچند افزایش چربی توانسته است اثرات مطلوبی بر شاخص‌های رشد میگوها و شاخص‌های فیزیکی پلت داشته باشد اما پلت‌های حاوی چربی ۱۲ درصد ریزپوشانی شده، نسبت به سایر تیمارهای آزمایشی توانسته‌اند که به نحو مطلوب‌تری شاخص‌های مربوط به رشد میگو و شاخص‌های کیفی پلت را بهبود ببخشند. بنابراین روش ریزپوشانی کردن روغن پلت را به‌عنوان یک روش موثر در حفظ و بهبود شاخص‌های کیفی خوراک و وضعیت رشد میگو پیشنهاد می‌گردد.

## تشکر و قدر دانی

از همکاری صمیمانه مرکز تحقیقات تکثیر و پرورش میگو آب شیرین شهرستان قصرشیرین، شرکت تولید خوراک آبزیان نقشین و دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری نهایت تشکر و قدردانی به‌عمل می‌آید. هم‌چنین از تمامی دوستانی که در انجام این تحقیق همکاری نمودند سپاسگزاری می‌گردد.

## منابع

۱. **AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2002.** Official Methods of Analysis, 16th edition. AOAC, Arlington, Virginia. 1141 p.

۲. **Bæverfjord, G.; Refstie, S.; Krogedal, P. and Asgard, 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. Vol. 261, pp: 1335-1345.

۳. **Bautista, M.N.; Subosa, P.F. and Lavilla-Pitogo, C.R., 1992.** Effects of antioxidants on feed quality and growth of (*Penaeus monodon*) juveniles. Journal of Sci. Food Agri. Vol. 60, pp: 55-60.

۴. **Cavalcanti, W.B., 2004.** The effect of ingredient composition on the physical quality of pelleted feeds: a mixture experimental approach. Ph.D. dissertation. Manhattan, KS: Kansas State University. 124 p.

۵. **Christiaan, M.; Beindorff, S. and Jan Zuidam, N., 2010.** Encapsulation technologies for active food ingredients. Springer. 400 p.

۶. **Draganovic, V.; van der Goot, A.J.; Boom, R. and Jonkers, J., 2014.** Assessment of the effects of fish meal, wheat gluten, soy protein concentrates and feed moisture on extruder system parameters and the technical quality of fish feed. Ani. Feed Sci. and Tech. Vol.165, pp:238-250.

۷. **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*. Aquacul. Nut. Vol. 9, pp:139-143.

۸. **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. 79 p.

۹. **Gleeson, V.; Sullivan, M. and Evans, A., 1999.** Optimisation of the physical quality of aquaculture feeds processed by twin screw extrusion. An empirical modelling approach using response surface methodology. II. Partial replacement of fishmeal by grain legume protein concentrates in feeds for Atlantic salmon (*Salmo salar*). In: Fishmeal Replacement in Aquaculture Diets, Feed Processing (Evans, A), 80Final Report of Project 93/120-06 to the Fisheries research & development corporation, Canberra, Australia. 46 p.

۱۰. **Glencross, B.; Rutherford, N. and Hawkins, W., 2011.** A comparison of the growth performance of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) when fed soybean, narrow-leaf or yellow lupin meals in extruded diets. Aquacult. Nutr. Vol. 17, pp: 317-325.

۱۱. **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. Aquacul. Res. Vol. 39. pp: 891- 901.

۱۲. **Hossain, M.A. and Islam, M.S., 2006.** Optimization of stocking density of freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (de man) in carp polyculture in Bangladesh. Aquacul. Res. Vol. 37, pp: 994-1000.

۱۳. **Jafari, S.M.; Assadpoor, E.; He, Y. and Bhandari, B., 2008.** Encapsulation Efficiency of Food Flavours and Oils during Spray Drying. Drying Tech. Vol. 26. pp: 816-835.

۱۴. **Kabir Chowdhury, M.A.; El-Haroun, E.R.; Goda, A.M.S.; Wafa, M.A. and Salah El-Din, S.A., 2007.** Growth performance of post-larval freshwater prawn *Macrobrachium rosenbergii* (deMan1879) at different dietary protein levels and feeding times. Aquaculture Vol. 275, pp: 1120-1130.

۱۵. **Mukhopadhyay, P.K.; Rangacharyulu, P.V.; Mitra, G. and Jana, B.B., 2008.** Applied nutrition in freshwater Prawn, *Macrobrachium rosenbergii* culture. Journal Appl. Aquacul. Vol.13, pp: 317-340.

۱۶. **Mai, J. and Kinsella, J.E., 1979.** Changes in lipid composition of cooked minced carp (*Cyprinus carpio*) during storage time. Journal of Food Scie. Vol. 44, pp:1619-1624.

۱۷. **Nalladurai, K. and Vance, M., 2009.** Factors affecting strength and durability of densified biomass products (Review). Biom. and bioen. Vol. 33, pp: 337-359.

۱۸. **New, M.B., 1995.** Status of freshwater prawn farming: a review .Aquacu. Rese. Vol. 26, pp: 1-54.

۱۹. **New, M.B.; Valenti, W.C.; Tidwell, J.H. and Dabrama, L.R., 2010.** Freshwater Prawns Biology and Farming. Blackwell Publishing Ltd. 570 p.

۲۰. **Poadas, B.C., 2004.** Effects of two palletized feed formulations on experimental freshwater prawn, *Macrobrachium rosenbergii*, pond production, processing and costs. Journal Appl. Aquacul. Vol. 16, pp: 155-165.

۲۱. **Rosas-Romero, A.J. and Morton, I.D., 1977.** Competitive oxidation of fatty acids: Effects of the carbonyl group and saturated fatty acids. Journal of Food Sci. and Agricul. Vol. 28, pp: 921-926.

۲۲. **Samuelsen, T.A.; Mjos, S.A. and Oterhals, A., 2014.** Influence of type of raw material on fish meal physicochemical properties, the extrusion process, starch gelatinization and physical quality of fish feed. Aquacul. Nutr. Vol. 20, pp: 410-420.

۲۳. **Sorensen, M.; Luyen, G.Q.N.; Storebakken, T. and Overland, M., 2010.** Starch source, screw configuration and injection of steam into the barrel affect physical quality of extruded fish feed. Aquacul. Res. Vol. 41, pp: 419-432.

۲۴. **Sorensen, M., 2012.** A review of the effects of ingredient composition and processing conditions on the physical qualities of extruded high-energy fish feed as measured by prevailing methods. Aquaculture Nutr. Vol. 18, pp:233-248.

۲۵. **Staurnes, M.; Andorsdottir, G. and Sundby, A., 1990.** Distended, water filled stomach in sea farmed rainbow trout. Aquaculture. Vol. 90, pp:333-343.

۲۶. **Thomas, M.; Van Vliet, T. and Van der Poel, A.F.B., 1998.** Physical quality of pelleted animal feed 3. Contribution of feedstuff components. Anim. Feed Sci. Technol. Vol. 70, pp: 59-78.

۲۷. **Vest, L., 1993.** Southeastern survey: factors which influence pellet production & quality. Feed Manag. Vol. 44. pp:60-80.

۲۸. **Young, S.L.; Sarda, X. and Rosenberg, M., 1993.** Microencapsulating properties of whey proteins. Journal of Dairy Sci. Vol. 76, pp: 2868-2877.