"مقاله پژوهشی"

تاثیر ترکیب اسید چرب جیره بر عملکرد رشد و برخی آنزیم‌های هپاتوپانکراسی در شرایط استرس دمایی و کاهش اکسیژن در میگوی سفید غربی (*Litopenaeus vannamei*)

سمیرا مبارکی[۱]، نرگس جوادزاده[۱]*، حدیده معبودی[۱]، محمود حافظیه[۲]، مژگان خدادادی[۱]

۱- گروه شیلات، واحد اهواز، دانشگاه آزاد اسلامی، اهواز، ایران

۲- مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران

تاریخ دریافت:۱۴۰۳/۲/۲۲ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۵/۳

چکیده

هدف از این مطالعه بررسی اثر ترکیب اسید چرب جیره بر عملکرد رشد و برخی آنزیم‌های هپاتوپانکراسی در شرایط استرس دمایی و کاهش اکسیژن در میگوی سفید غربی بود. بدین منظور ۲۷ تانک با حجم ۳۰۰ لیتر با تراکم ۱۵ عدد میگو با ۳ نوع جیره غذایی و تحت ۳ تیمار استرس (۱: بدون چالش استرس‌های محیطی؛ ۲: با استرس کاهش اکسیژن (۱±۲ میلی‌گرم در لیتر)؛ ۳: با استرس افزایش دما (۲± ۳۶ درجه سانتی‌گراد) مورد آزمایش قرارگرفتند. پس از پایان دوره آزمایش، بیشترین میزان بقا در تیمارهای ۱ و ۳ به ترتیب به میزان ۹۱/۱۱ و ۸۶/۶۷ درصد بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که مصرف جیره غذای ۱ در مقایسه با جیره غذای ۲ به میزان ۹۰ درصد بازماندگی از خود نشان داد. نرخ رشد ویژه در بین تیمارها اختلاف معنی‌داری داشت، به طوری‌که بیشترین نرخ آن در تیمار ۱ و کمترین آن در تیمار ۲ به دست آمد ($p<۰/۰۵$). بررسی نتایج سنجش پارامترهای فیزیکی و شیمیایی آب در روزهای مختلف نشان داد که اختلاف معنی‌داری بین تیمارهای مختلف وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). نتایج حاصل از بررسی میزان آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) در تیمارهای مختلف نشان داد که بین میزان آنزیم AST در جیره‌های غذایی مختلف قبل از اعمال استرس و پس از اعمال استرس‌های محیطی اختلاف معنی‌داری وجود داشت ($p<۰/۰۵$). در میگوهای تغذیه شده با جیره غذای۲، میزان آنزیم در زمان بروز استرس افزایش دما (IUL ۲۸۵/۱۷±۸۳/۷) بیشترین افزایش را در میزان تیتر آنزیمAST نشان داد که میزان آن بیش از ۳ برابر میزان آنزیم در شرایط قبل از استرس بود. براساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان آنزیم آلانین آمینوترانسفراز (ALT) در میگوهای تغذیه شده با جیره های غذایی ۲ و۳ افزایش یافت. همچنین نتایج اندازه‌گیری این آنزیم در تیمارهای مختلف با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p<۰/۰۵$). در مجموع می‌توان نتیجه‌گیری نمود که میگوهای تغذیه شده با جیره غذای حاوی ۷/۰۲ درصد چربی کل، مجموع اسیدهای چرب اشباع به میزان ۵ گرم در ۱۰۰ گرم غذا و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع به میزان ۱۳ گرم در ۱۰۰ گرم غذا در شرایط نامطلوب محیطی دارای میزان بازماندگی و رشد ویژه بالاتری بودند.

کلمات کلیدی: اسید چرب، رشد، بقا، استرس محیطی، میگوی سفید غربی

.

* عهده‌دار مکاتبات: nargesjavadzadeh@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

مقدمه

در دهه‌های اخیر، آبزی‌پروری بخش مهمی از صید جهانی را جهت تولید پودر و روغن ماهی به خود اختصاص داده است تا غذای مورد نیاز آبزیان پرورشی را تأمین نماید (Naylor *et al*., 2000). پرورش میگو به‌عنوان یکی از فعالیت‌های مهم آبزی‌پروری در جهان درحال‌توسعه و گسترش است. استفاده از گونه‌های غیربومی به‌منظور افزایش تولیدات غذایی در سطح جهان رو به افزایش است، که از جمله این گونه‌ها می‌توان به پرورش میگوی لیتوپنئوس وانامی اشاره نمود. این میگو با نام علمی *Litopenaeus vannamei* و نام عمومی میگو سفید غربی به طور طبیعی در سواحل خلیج مکزیک، مرکز و جنوب آمریکا و جنوب پرو یافت می‌شود. این‌گونه یکی از گونه‌های مهم اقتصادی میگو در جهان محسوب می‌گردد. لیتوپنئوس یکی از جنس‌های خانواده پنائیده است که شامل گونه‌های زیادی بوده و در آبزی‌پروری دارای ارزش اقتصادی بالایی است (Saoud *et al*., 2003).

غذا یکی از مهم‌ترین نهاده‌های زنجیره تولید میگو است که علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر روی کمیت و کیفیت تولید، بیش از نیمی از هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد (Lucien-Brun and Vodal, 2006). امروزه مشخص‌شده است که یکی از دلایل بروز مشکلات در تولید آبزیان، کیفیت نامناسب غذا و ضعف در مدیریت تغذیه است. استفاده از ترکیبات بی‌کیفیت در جیره غذایی ازجمله استفاده از پودر ماهی بی‌کیفیت و روغن ماهی نامطلوب و یا جایگزین‌کردن آن‌ها با سایر پروتئین‌های گیاهی تأثیر مستقیمی بر بافت هپاتوپانکراس دارد. زیرا در اغلب موارد این پودرها و یا روغن‌ها به صورت محلی و غیر بهداشتی تهیه می‌شوند و برای تولید آن‌ها از مواد خامی استفاده می‌شود که در شرایط خوبی نگهداری نشده و لذا pH آن‌ها پایین است و حاوی ترکیباتی هستند که در نتیجه اکسیداسیون چربی‌ها حاصل می‌شود (Lucien-Brun and Vodal, 2006). به‌طورکلی در تهیه جیره‌های خشک آبزیان پرورشی، چربی‌ها از منابع مختلفی تأمین می‌شوند که این امر باعث به وجود آمدن میزان اسیدهای چرب مختلف با پروفایل‌های متفاوت در ترکیب جیره غذایی شده و بر سلامت و رشد آن‌ها اثرات متعدد و گوناگونی خواهد داشت (*Chen et al., 20014; An et al*., 2020).

اسیدهای چرب یکی از اجزای مهم سازنده چربی‌های جیره هستند که مسئول رشد و مکانیزم های فیزیولوژیکی ضروری مرتبط با فرآیند بقا در آبزیان می‌باشند. اسیدهای چرب ضروری به خصوص اسیدهای چرب پلی انوئیک بلند زنجیره (تعداد کربن<۲۰) و اسیدهای چرب ضروری امگا ۳ نقش مهمی را در تغذیه میگوها ایفا می‌کنند (Chen *et al*., 2014). نتایج تحقیقات نشان داده است که نیاز گونه‌های مختلف میگوهای خانواده پنائیده به اسیدهای چرب موجود در جیره غذایی متفاوت است (Ebadi *et al*., 2021). میزان اسیدهای چرب غیراشباع مورد نیاز در جیره غذایی میگوی وانامی پرورش یافته در شوری ppt ۲۵ حدود۱۰-۵۰ گرم در هر کیلوگرم غذا است (Zilli *et al*., 2007). آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) وآلانین آمینوترانسفراز (ALT) آنزیم‌هایی هستند که در انتقال گروه‌های آمینه از یک اسیدآمینه خاص به اسیدآمینه دیگر نقش دارند. معمولاً، عملکرد آنزیم‌های ALT و AST به‌عنوان شاخص سلامت اندام هپاتوپانکراس مورد ارزیابی قرار می‌گیرد و تیتر بالای

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

این آنزیم‌ها نشان‌دهنده آسیب عملکرد طبیعی هپاتوپانکراس است. هپاتوپانکراس در سخت‌پوستان عملکرد مشابهی با کبد در مهره‌داران دارد (Pan *et al.*, 2003). آنزیم‌های ALT و AST از آنزیم‌های بسیار مهم و کلیدی در فعالیت‌های متابولیتی سخت‌پوستان هستند و در بافت هپاتوپانکراس، عضله و آبشش آن‌ها وجود دارد (Goddard, 1996). آنزیم‌های ALT و AST شاخص‌هایی برای تشخیص عملکرد و میزان آسیب هپاتوپانکراس محسوب می‌شوند (Phillips *et al.*, 1977). در ماهیان از اندازه‌گیری این آنزیم‌ها در مطالعات مربوط به ارزیابی آلاینده‌های فلزات سنگین، سموم دفع آفات نباتی و استرس‌های مربوط به افزایش دما، کاهش اکسیژن، کمبود غذا، آمونیاک و نیتریت و حتی در پایش برخی از بیماری‌ها استفاده می‌شود. از این آنزیم‌ها برای بررسی اثرات سموم دفع آفات نباتی در میگوی سفید غربی نیز استفاده شده است (Lovet and Felder, 1990).

Qiu و همکاران (۲۰۱۱) در بررسی اثر استرس ناشی از کاهش شدید دما و بروز استرس‌های اکسیداتیو در میگوی سفید غربی دریافتند که قرارگرفتن میگوها در شرایط دمایی غیر بهینه به مدت ۳ ساعت باعث افزایش چشمگیر اثرات ناشی از استرس‌های اکسیداتیو و نیز اکسیداسیون لیپیدها می‌شود. در مطالعه انجام شده توسط Deniss و Diaz (۲۰۰۱) بر روی اثر غلظت های مختلف اکسیژن بر انرژی فیزیولوژیک میگوی آبی *Litopenaeus stylirostris* مشخص گردید که چنانچه میگو در شرایط کمبود اکسیژن قرار بگیرد، دامنه رشد آن بطور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌یابد. Chen و همکاران (۲۰۱۴) با بررسی اثر متابولیسم لیپیدها در میگوی سفید غربی در شوری‌های مختلف نشان دادند که در میگوهای لیتوپنئوس وانامی تغذیه شده با غذاهای تجاری و در شرایط پرورش استرس اسمزی، میزان بالایی از اسیدهای چرب اشباع نشده DHA (دگزا پنتوئیک اسید) و EPA (اگزا پنتوئیک اسید) به میزان ۱۷-۳۰ درصد در بافت هپاتوپانکراس تجمع می‌یابد. همچنین مشخص شد که میگوی وانامی از اسیدهای چرب غیراشباع برای تأمین انرژی متابولیکی خود استفاده می‌کند. در این مطالعه فرض بر این بود که ترکیباب مختلف اسید چرب به کار گرفته شده در جیره غذایی میگو بر رشد و میزان آنزیم های هپاتوپانکراسی در شرایط استرس محیطی موثر است. لذا هدف از این مطالعه بررسی اثر ترکیب اسید چرب جیره بر رشد، بقا، و آنزیم های هپاتوپانکراسی در شرایط استرس دمایی و کاهش اکسیژن در میگوی سفید غربی بود.

مواد و روش‌ها

پس از انجام بررسی‌های میدانی، ۶ نمونه غذای تجاری از مزارع پرورش میگوی استان بوشهر جمع‌آوری گردید. ۳ نمونه از این غذاهای تجاری غذاهایی بودند که در سال‌های گذشته در پرورش میگو مورد استفاده قرارگرفته بودند و میگوها با تغذیه از آنها دچار عوارض هپاتوپانکراسی شده بودند و ۳ نمونه دیگر از غذاهایی انتخاب شدند که در طول مرحله پرورش در میگوها باعث هیچ گونه عارضه در بافت هپاتوپانکراس نمی‌شدند (شکل ۱). مواد غذایی که در این پژوهش به عنوان مواد اولیه در تهیه جیره‌های غذایی مورداستفاده قرارگرفتند، در جدول ۱ ارائه شده است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]



شکل ۱: نمونه های غذای تجاری مورد استفاده جهت تغذیه میگوی سفید غربی

جدول ۱: منابع تهیه مواد غذایی برای ساخت جیره‌های آزمایشی جهت تغذیه میگوی سفید غربی

مواد غذایی	منبع
پودر کلیکا	پارس کیلکا
پودر متو	پارس کیلکا
پودر ساردین	پارس کیلکا
آرد میگو	شرکت هورراش
لیستئین سویا	کارخانه خوراک دام مازندران
روغن ماهی	پارس کیلکا
گلوتن	شرکت هورراش
ویتامین E	شرکت کیمیا رشد
کلسترول	شرکت Merck آلمان
سلولز	شرکت Merck آلمان
آنتی‌اکسیدان	شرکت VDS نروژ
ضد قارچ	شرکت VDS نروژ
پرمیکس ویتامینی	شرکت VDS نروژ
پرمیکس مواد معدنی	شرکت VDS نروژ

۱۰۰ گرم از غذای میگو همراه با مخلوطی از حلال‌های کلروفرم و متانول به نسبت ۲:۱ (۱۰۰ سی‌سی کلروفرم و ۲۰۰ سی‌سی متانول)، در مخلوط‌کن به‌صورت یکنواخت در آورده شد و عمل هموژنیزه کردن به مدت دو دقیقه انجام گرفت. سپس به مخلوط فوق مجدداً ۱۰۰ میلی‌لیتر کلروفرم اضافه شد و عمل یکنواخت سازی با مخلوط‌کن ۳۰ ثانیه دیگر ادامه یافت. بعد از افزودن ۱۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر به مخلوط، عمل

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

همـوژنیزه کـردن ۳۰ ثانیـه دیگـر انجـام گرفـت. ایـن مخلوط را بر روی کاغذ صافی واتمن شماره یـک فیلتـر کرده و محلول فیلتـر شـده حاصـل بـه قیـف جداکننـده منتقل گشت و فاز سنگین‌تر (لایه کروماتوگرافی واحـد چربی خـالص) جداسـازی گردیـد (Bligh and Dyer, 1959). حـلال ایـن فـاز توسـط دسـتگاه تبخیرکننـده چرخان (با حداکثر دمای ۴۰ درجه سـانتی‌گراد) حـذف گردید و نهایتاً چربی غذای میگـو در بـالن بـاقی مانـد و چربی حاصل در ظروف شیشـه‌ای کهربـایی ۴ سـی‌سـی نگه‌داری گردید (Razak *et al*., 2011).

متیله کردن اسیدهای چرب

بـــرای متیلـــه کـــردن اســـیدهای چـــرب از روش Hammond (۱۹۸۶) اسـتفاده‌گردیـد. بـرای آنـالیز اسیدهای چرب نمونه‌های غذای میگـو از اسـتاندارد 37 component FAME Mix 10mg/ml in CH2CL2 با مارک Supelco 47885-U ساخت شـرکت SIGMA-ALDRICH اسـتفاده گردیـد. کروماتوگرام اسـتاندارد (GC-Shimadzu GC-17A محصـول ژاپـن) مربوطـه دارای ۳۷ مؤلفه اسید چرب می‌باشد.

تهیه غذا

برای تهیه غذا، ابتدا مـواد خشـک بـر اسـاس فرمـول غـذایی تهیـه شـده توسـط تـرازوی دیجیتـال (JPL, Taiwan) وزن شـد و توسـط آسـیاب برقـی بـه‌خوبی آسـیاب گردیـد. سـپس از الـک بـا قطـر ۴۰۰ تـا ۵۰۰ میکرون برای یکدست شدن آن اسـتفاده شـد و پـس از آن ، مـواد بـا همـزن (B40, Japan) به‌صـورت همگـن مخلوط و با اضافه کردن آب جوش و روغـن بـه شـکل خمیـر درآمـد. در تهیـه ایـن نمونـه‌ها از مخلـوط‌کـن بـا ظرفیت ۲۰ کیلـوگرم اسـتفاده شـد. در تهیـه غـذا از آب جوش استفاده گردید تا حالت ژلاتینه شدن خمیر شـکل بگیرد. میزان چسـبندگی خمیـر در طـی فراینـد مخلـوط کردن به‌تدریج بیشتر شد. در پایان مواد یکدست شده و قوام لازم را بـه دسـت آورد، بـه طوریکـه بـه راحتـی از چرخ‌گوشت عبور می نمود. بعد از تبدیل شدن خمیر به رشته‌های با طول ۱۰ سـانتی‌متـر، آن‌هـا را در سـینی‌های فلزی بزرگ که به همین منظور آماده‌شده پهن کـرده و سـپس در آون (Memert UN400 C, Germany) بـا دمای ۶۵ درجه سانتی‌گراد بـه مـدت ۸ سـاعت خشـک شدند. جیره‌هـای غـذایی مـوردنظر پـس از آماده‌سـازی برای حصـول اطمینـان از کیفیـت و ترکیـب تقریبـی بـه آزمایشـگاه شـرکت هـووراش - بوشـهر منتقـل شـده و میـزان پـروتئین خـام بـا اسـتفاده از روش کلـدال (مـدل k1100، شرکت فرا آزما، ایران)، چربی خام بـا اسـتفاده از سوکسـله (Soxtec مـدل SE416) سـاخت شـرکت Gerhardt (آلمـان) و رطوبـت، خاکسـتر نیـز بـه روش ارائه‌شده توسط AOAC (۱۹۹۵) اندازه‌گیری شد.

مشخصات جیره‌های آزمایشی

سه نوع غذای پایه که فقط در میزان بالانس اسیدهای چرب با همدیگر متفاوت هستند، مطابق با جدول ۲ تهیه گردیـد. سـپس جیـره‌هـای آزمـایش مـورد آنـالیز قرارگرفتند. نتایج آنالیز ترکیبات جیره‌های آزمـایش بـر اساس درصد رطوبت و درصد ماده خشک در جدول ۳ آورده شده است. همچنین جیـره‌هـای غـذایی آزمـایش تهیه شده بر اساس درصد مواد غذایی اولیه مـورد آنـالیز قرارگرفتند (جدول ۴).

در طـی ایـن آزمـایش ۳ گـروه تیمـار بنـدی تعیـین گردید. هر سه گروه دارای ۳ تیمار و هر تیمـار دارای ۳ تکرار بود. گروه ۱ که در واقع میگوهـایی بودنـد کـه بـا

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

جیره غذای ۱ تغذیه شدند: جیره غذایی (۱) بدون چالش استرس‌های محیطی، جیره غذایی (۱) با استرس کاهش اکسیژن (۱±۲ میلی‌گرم در لیتر)، جیره غذایی (۱) با استرس افزایش دما (۲± ۳۶ درجه سانتی‌گراد). گروه ۲ شامل میگوهایی بودند که از جیره غذای ۲ تغذیه کردند: جیره غذایی (۲) بدون ایجاد چالش استرس‌های محیطی، جیره غذای (۲) با استرس کاهش اکسیژن (۱±۲ میلی‌گرم در لیتر)، و جیره غذای (۲) با استرس افزایش دما (۲± ۳۶ درجه سانتی‌گراد). گروه ۳ این تحقیق شامل میگوهایی بود که با جیره غذای ۳ تغذیه شدند: جیره غذایی (۳) بدون ایجاد چالش استرس‌های محیطی، جیره غذای (۳) با استرس کاهش اکسیژن (۱±۲ میلی‌گرم در لیتر)، و جیره غذای (۳) با استرس افزایش دما (۲± ۳۶ درجه سانتی‌گراد).

نحوه نگهداری و زیست‌سنجی

میگوهای سفید غربی با وزن متوسط ۱± ۸ گرم از یک مزرعه پرورش واقع در سایت پرورش میگوی شیف استان بوشهر جمع‌آوری و به وسیله یک تانک ۲۰۰۰ لیتری مجهز به سیستم هوادهی بخش کننده (اکسیژن خالص) به ایستگاه تولید میگوی عاری از بیماری خلیج فارس واقع در شهر بوشهر جهت انجام پروژه انتقال یافتند. ابتدا میگوها به منظور استرس زدایی و سازگاری بیشتر با محیط درون تانک‌های ۱۰۰۰ لیتری حاوی ویتامین C ذخیره‌سازی شدند. بعد از گذشت ۳ روز میگوها زیست سنجی شده و به تانک‌های فایبرگلاس ۳۰۰ لیتری حاوی ۲۵۰ لیترآب‌شور دریا با شوری ppt۱ ± ۴۳ در شرایط آزمایشگاهی انتقال یافتند. تراکم هریک از تانک‌ها ۱۵ قطعه میگو بود. پس از گذشت زمان آداپتاسیون (۲۴ ساعت) هر یک از تیمارها را برای مدت ۸ هفته در شرایط کنترل‌شده نگهداری و هر تیمار با جیره غذاهای تهیه شده ویژه خود تغذیه شدند. در طول این مدت برای اطمینان از کنترل شرایط محیطی، متغیرهای دما، اکسیژن، شوری و pH اندازه‌گیری و ثبت گردیدند. برای حذف اثر منفی این پارامترها بر نتایج پژوهش، متغیرهای محیطی در همه تیمارها ثابت و یکسان تنظیم شدند. در طول دوره آزمایش به منظور برآورد تقریبی رشد میگوها به طور تصادفی ۷ قطعه میگو از هر مخزن صید شده و به صورت هفتگی مورد سنجش قرارگرفتند. غذادهی روزانه در ۴ وعده در ساعات ۷ صبح، ۱۲ ظهر، ۵ عصر و ۹ شب انجام شد. میزان غذای دوره بر اساس زیست توده (معمولاً ۶ الی ۱۰ درصد) اندازه‌گیری شد و با توجه به میزان مصرف غذا در وعده‌های روزانه تنظیم شد و وضعیت مخازن و اشتهای میگو تعدیل و ثبت گردید، به نحوی‌که کمترین میزان غذای اضافی در مخازن باقی بماند.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

جدول ۲: ترکیبات اسیدهای چرب اشباع و غیر اشباع غذاهای آزمایشی جهت تغذیه میگوی سفید غربی در طی تحقیق

عنوان	میزان چربی کل	مجموع اسیدهای چرب اشباع بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم غذا	مجموع اسیدهای چرب غیراشباع بر حسب گرم در ۱۰۰ گرم غذا
غذای ۱	۷/۰۲	۵	**۱۳**
غذای ۲	۶/۴۱	۱	**۲**
غذای۳	۸/۰۵	۳	**۷/۵**

جدول ۳: تجزیه تقریبی جیره‌های مورد استفاده جهت تغذیه میگوی سفید غربی در طی تحقیق

ترکیبات	رطوبت٪	مواد خشک٪			
		پروتئین	چربی	فیبر	خاکستر
غذای ۱	۱۰/۰±۰۱/۱۱	۳۶/۰±۸۱/۲۸	۷/۰±۰۲/۲۸	۳/۰±۵/۰۶	۸/۰±۲۵/۱۲
غذای ۲	۹/۰±۸/۱۱	۳۵/۰±۹۶/۲۸	۶/۰±۴۱/۲۸	۱/۰±۰/۰۶	۸/۰±۵/۱۲
غذای ۳	۹/۰±۹/۱۱	۳۵/۰±۱۴/۲۸	۸/۰±۰۵/۲۸	۰/۰±۸/۰۶	۷/۰±۷۵/۱۲

اعمال چالش‌های استرس‌زا

به‌منظور اعمال استرس دمایی مطابق با شرایط محیطی زمان برداشت محصول، دمای محیط به میزان ۲±۳۶ درجه سانتی‌گراد توسط بخاری های برقی آکواریومی تنظیم شد و تیمارها به مدت ۴۸ ساعت تحت چالش افزایش دما قرارگرفتند (Qiu *et al.*, 2011). به منظور اعمال استرس کمبود اکسیژن، ابتدا هواده تانک‌های تیمار استرس اکسیژنی را تا زمان رسیدن اکسیژن محلول به میزان ppm ۲- ۱/۵ قطع نموده، سپس به کمک تنظیم هواده به میزانی که اکسیژن محلول در رنج چالش باقی بماند به مدت ۴۸ ساعت میگوها در این شرایط قرار گرفتند. در این مدت هیچ‌گونه تعویض آبی نیز صورت نگرفت. تغذیه در زمان چالش مطابق برنامه قبل از چالش انجام گرفت (Pakravan *et al.*, 2018). پس از پایان زمان اعمال استرس محیطی، میگوهای همه تیمارها به‌صورت جداگانه برداشت شده و مورد زیست‌سنجی در انتهای دوره قرارگرفتند. همچنین درصد شیوع و میزان پیشرفت عارضه سر قرمزی در میگوهای برداشت شده بعد از اعمال شرایط فرآوری میگو که در زمان برداشت انجام می‌شود محاسبه شد (Wang *et al.*, 2018). زیست‌سنجی با ترازوی دیجیتال با دقت صدم گرم از کل نمونه‌ها در ابتدای دوره و انتهای دوره انجام شد. پارامترهای دیگر رشد در میگوها در فاصله بین زیست‌سنجی اول و نهایی با استفاده از رابطه‌های زیر مورد سنجش قرارگرفت (Ricker, 1975).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

جدول ۴: ترکیب جیره‌های آزمایشی (گرم ماده غذایی در ۱۰۰گرم جیره) مورد استفاده جهت تغذیه میگوی سفید غربی

مواد اولیه (٪)	جیره‌های غذایی		
	غذای ۱	غذای ۲	غذای ۳
پودر ماهی	۴۰	۴۰/۶۱	۳۸/۰۷
پودر میگو	۱۵	۱۵	۱۵
بایندر (ژلاتین)	۱/۵	۱/۵	۱/۵
لیستین	۱	۱	۱
کلسترول	۰/۵	۰/۵	۰/۵
آرد گندم	۲۵/۷۱	۲۵/۷۱	۲۵/۷۱
چربی	۷/۰۲	۶/۴۱	۸/۰۵
مکمل معدنی	۲	۲	۲
مکمل ویتامینی	۲	۲	۲
آنتی اکسیدان	۰/۰۲	۰/۰۲	۰/۰۲
ضد قارچ	۰/۲۵	۰/۲۵	۰/۲۵
دی کلسیم فسفات	۱/۵	۱/۵	۱/۵
سلولز	۳	۳	۳
اکسید کروم	۰/۵	۰/۵	۰/۵
جمع کل	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰

اندازه‌گیری فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب

اندازه‌گیری عوامل کیفی آب همچون دما، شوری و اکسیژن محلول هر روز در ساعات ۱۰ الی ۱۱ صبح و pH به‌صورت هفتگی با استفاده از دستگاه مولتی پارامتر HQ40D ساخت HACH ساخت کشور آلمان اندازه‌گیری و ثبت گردید.

اندازه‌گیری میزان آنزیم‌های آسپارتات آمینو ترانسفر (AST) و آمینو ترنسفراز آلانین (ALT)

به منظور اندازه‌گیری میزان آنزیم‌های AST و ALT، همولنف میگوهایی که در شرایط استرس زای محیطی قرارداشتند. به کمک سرنگ از غشاء داخلی حفره میان سفالوتوراکس و بخش شکمی استخراج گردیده و با ۴۰۰ میکرو لیتر از محلول کلرید سدیم

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

ایزوتونیک شامل ۰/۹۴ میلی‌مول در یک لیتر EDTA همراه با ۱۰۰ میکرولیتر از همولنفی که بلافاصله استخراج شده بود، مخلوط شدند. سپس میزان فعالیت آنزیم‌های AST وALT با استفاده از کیت شناسایی Bionik و دستگاه اسپکتوفتومتر U-2000 (Hitachi, Tokyo, Japan) در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد با طول‌موج ۳۴۰ نانومتر اندازه‌گیری و ثبت گردید (Pan *et al.*, 2003).

میانگین افزایش وزن (WG)

میانگین افزایش وزن میگوها با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Zhao *et al.*, 2015).

میانگین وزن ابتدای دوره- میانگین وزن انتهای دوره = میانگین افزایش وزن (WG)

ضریب رشد ویژه (SGR)

ضریب رشد ویژه، یک شاخص برای بررسی وضعیت رشد میگوها به‌صورت روزانه است و با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ricker, 1975).

۱۰۰ × (طول دوره پرورش / وزن ابتدای دوره Ln – وزن انتهای دوره Ln) = ضریب رشد ویژه (SGR)

درصد بازماندگی(SR)

درصد بازماندگی میگوها با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردید (Ricker, 1975).

$$\text{Survival Rate} = (N_t/N_0) \times 100$$

N_0: تعداد میگوها در انتهای دوره آزمایش، Nt: تعداد میگوها در ابتدای دوره آزمایش

ضریب تبدیل غذایی (FCR)

ضریب تبدیل غذایی میگوها با استفاده از رابطه زیر محاسبه گردد (Zhao *et al.*, 2015).

افزایش وزن / مقدار غذای مصرف شده = ضریب تبدیل غذایی (FCR)

تجزیه و تحلیل آماری

نرمال بودن داده‌ها با آزمون آماری Shapiro-Wilk مورد بررسی قرارگرفت. سپس مقایسه میانگین داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک‌طرفه ANOVA انجام گرفت. بررسی اختلاف معنی‌دار بودن بین تیمارها با استفاده از آزمون توکی انجام شد. آنالیزها با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۳ و رسم نمودارها با استفاده از نرم‌افزار Excel 2007 انجام گرفت.

نتایج

بالانس جیره بر اساس اسیدهای چرب

نتایج به دست‌آمده از آنالیز پروفایل اسیدهای چرب غذاهای تجاری جمع‌آوری شده از سطح مزارع پرورش میگو در جدول ۵ و نتایج حاصل از آنالیز جیره‌های ساخته شده بر اساس پروفایل اسیدهای چرب در جدول ۶ ارائه شده‌اند.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

جدول ۵ : آنالیز غذاهای تجاری مورد استفاده جهت تغذیه میگوی سفید غربی در طی دوره مطالعه بر اساس پروفایل اسیدهای چرب

درصد اسیدهای چرب	۱	۲	۳	۴	۵	۶
C14:0	۱/۸۵	۱/۶۱	۵/۴۲	۲/۰۲	۲/۲۴	۲/۱۸
C16:0	۲۰/۴۹	۲۲/۵۶	۲۴/۹۲	۱۵/۷۱	۲۰/۲	۱۹/۰۳
C16:1	۲/۶۷	۵/۲۴	۵/۶۷	۱/۵۴	۳/۳۳	۲/۲۴
C18:0	۵/۴۹	۵/۹۳	۶/۶۸	۵/۰۲	۵/۴۷	۵/۲
C18:1 n-9	۲۷/۸۵	۳۳/۳	۲۵/۹۹	۲۲/۹۹	۲۶/۳۹	۲۶/۰۴
C18:2 n-6	۲۶/۶۱	۱۸/۹۹	۱۱/۱۲	۳۹	۲۵/۹۷	۳۴/۶۹
C18:3 n-3	۴/۱۱	۲/۳۴	۲/۲۷	۵/۳۱	۴/۴۸	۳/۲۷
EPA	۲/۵۶	۲/۱	۴/۰۵	۱/۸۴	۲/۴۴	۱/۷۵
DHA	۶/۵۳	۴/۳۴	۵/۶۳	۴/۰۲	۴/۳۹	۲/۴۳
مجموع امگا۳	۱۳/۲	۸/۷۸	۱۱/۹۵	۱۱/۱۷	۱۱/۳۱	۷/۴۵
مجموع امگا۶	۲۶/۶۱	۱۸/۹۹	۱۱/۱۲	۳۹	۲۵/۹۷	۳۴/۶۹
مجموع امگا۹	۲۷/۸۵	۳۳/۳	۲۵/۹۹	۲۲/۹۹	۲۶/۳۹	۲۶/۰۴
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۲۷/۸۳	۳۰/۱	۳۷/۰۲	۲۲/۷۵	۲۷/۹۱	۲۶/۴۱
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع	۷۰/۳۳	۶۶/۳۴	۵۴/۷۳	۷۴/۷	۶۷	۷۰/۴۲
مجموع اسیدهای چرب اشباع در ۱۰۰گرم	۵/۲	۱/۳۵	۲/۷۲	۱/۴۷	۲/۹۵	۳/۲۲
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع در ۱۰۰گرم	۱۳/۱۵	۲/۹۸	۴/۰۲	۴/۸۴	۷/۰۸	۸/۶

پارامترهای رشد و بازماندگی

بیشترین میزان بقا در تیمارهای ۱ و۳ به ترتیب ۹۱/۱۱ و ۸۶/۶۷ درصد بود. نتایج به‌دست‌آمده نشان داد که مصرف غذای ۱ در مقایسه با غذای ۲ به میزان ۹۰ درصد بازماندگی از خود نشان داد. بیشترین نرخ رشد ویژه مربوط به تیمار ۱ و کمترین آن مربوط به تیمار ۲ بود و هردو تیمار با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($p<۰/۰۵$). براساس نتایج به دست آمده، استفاده از غذای کنسانتره حاوی۷/۰۲ درصد چربی (شامل ۵ درصد اسیدهای چرب اشباع و ۱۳ درصد اسیدهای چرب غیراشباع) باعث افزایش رشد و بازماندگی میگوها گردیده است (جدول ۷، شکل ۲).

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

جدول ۶: آنالیز غذاهای ساخته شده جهت تغذیه میگوی سفید غربی در طی تحقیق بر اساس پروفایل اسیدهای چرب

درصد اسیدهای چرب	۱	۲	۳
C14:0	۰/۰۴±۱/۴۸	۰/۰۵±۱/۲۶	۰/۰۳±۱/۴۵
C16:0	۰/۱۱±۲۱/۰۴	۰/۰۹±۲۵/۱۳	۰/۱۲±۲۱/۲۸
C16:1	۰/۰۶±۳/۲۸	۰/۰۸±۳/۳۳	۰/۰۴±۲/۸۵
C18:0	۰/۲۱±۶/۲۹	۰/۱۲±۷/۶۹	۰/۱۲±۶/۸۸
C18:1 n-9	۱/۳±۳۱/۸۷	۰/۰۴±۰/۷۵	۲/۰۱±۳۴/۲۵
C18:2 n-6	۲/۱۴±۳۱/۳۵	۳/۱۱±۳۶/۴۷	۲/۱۹±۲۹/۱۷
C18:3 n-3	۰/۱۷±۲/۸۴	۲/۸۸±۲۲/۲۷	۰/۱۳±۲/۵۴
مجموع امگا۳	۰/۳۱±۲/۸۴	۰/۲۲±۱/۵۹	۰/۱۴±۲/۵۴
مجموع امگا۶	۲/۵۶±۳۱/۳۵	۱/۱۱±۲۲/۲۷	۳/۴۱±۲۹/۱۷
مجموع امگا۹	۲/۳۳±۳۱/۸۷	۳/۰۴±۳۶/۴۷	۲/۲۱±۳۴/۲۵
مجموع اسیدهای چرب اشباع	۳/۱۸±۲۹/۴۵	۳/۶۶±۳۴/۹۹	۲/۷۱±۳۰/۳۹
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع	۴/۵۰±۷۰/۵	۴/۰۴±۶۴/۶	۳/۲۴±۶۹/۸۵
مجموع اسیدهای چرب اشباع در ۱۰۰گرم	۰/۳۶±۳/۱۱	۰/۱۴±۴/۳۵	۰/۱۱±۲/۲۲
مجموع اسیدهای چرب غیراشباع در ۱۰۰گرم	۰/۸۷±۷/۴۶	۰/۳۵±۸/۰۸	۰/۷۷±۵/۱

*(میانگین ±خطای استاندارد) با ۳ تکرار

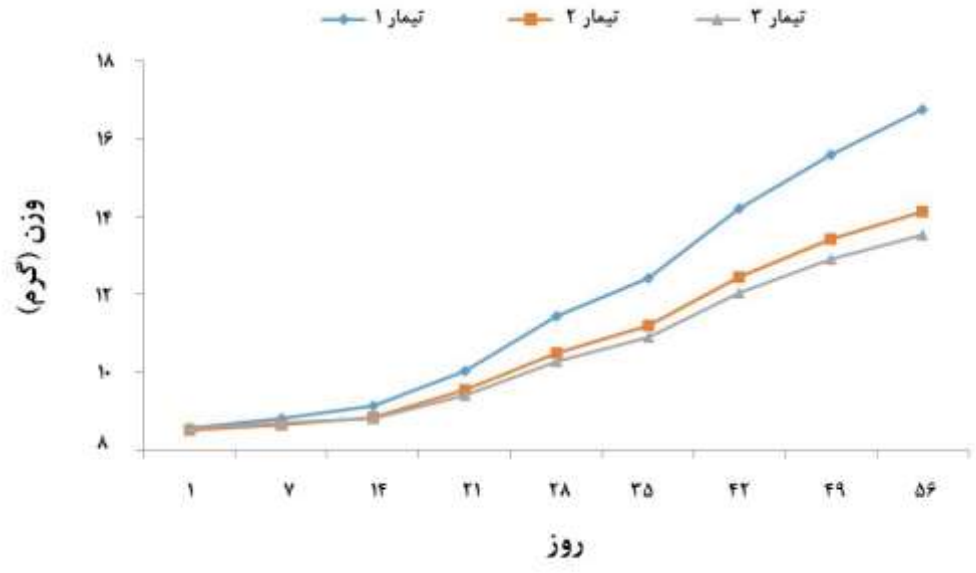
جدول ۷: نتایج حاصل از بررسی درصد رشد و بازماندگی میگوی سفید غربی تغذیه شده با سطوح مختلف اسیدهای چرب.

پارامترهای رشد/تیمار	۱	۲	۳
وزن اولیه	۸/۰±۵۵/۷۶ a	۸/۰±۵۷/۸۶ a	۸/۰±۵۱/۸۳ a
وزن نهایی	۱۶/۰±۷۵/۸۵ a	۱۳/۰±۵۳/۷ b	۱۴/۰±۱۲/۶۸ b
وزن به‌دست‌آمده (WG)	۸/۱±۲۱/۰۷ a	۴/۰±۹۶/۵۱ b	۵/۰±۶۱/۹۵ b
نرخ رشد ویژه (SGR)	۱/۰±۲۱/۱۷ a	۰/۰±۸۲/۱۳ b	۰/۰±۹۱/۱۷ b
ضریب تبدیل غذایی FCR	۱/۰±۸۴/۱۰ a	۲/۰±۳۷/۱۰ b	۲/۰±۲/۲۰ ab
بقا (٪)	۹۱/۳±۱۱/۱۴ a	۷۷/۳±۷۸/۱۴ b	۸۶/۵±۶۷/۴۴ ab

حروف یکسان به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین تیمارهای آزمایشی است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]



شکل ۲: وضعیت رشد و بازماندگی میگو در تیمارهای مختلف طی ۸ هفته طول دوره مطالعه

آنزیم‌های (AST) و (ALT)

نتایج حاصل از بررسی میزان آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) میگوهای پا سفید غربی در تیمارهای مختلف آزمایش در جدول ۸ نشان داده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز (AST) در جیره‌های غذایی مختلف قبل از اعمال استرس و پس از اعمال استرس‌های محیطی کاهش اکسیژن و افزایش دما دارای اختلاف معنی‌داری می باشد ($p<۰/۰۵$). در میگوهایی که با جیره غذای ۲ تغذیه شده‌اند، میزان آنزیم در زمان بروز استرس افزایش دما (IUL ۷±/۱۷ ۲۸۵/۸۳) بیشترین افزایش میزان تیتر آنزیم را نشان می‌دهد که میزان آن بیش از ۳ برابر میزان آنزیم در شرایط قبل از اعمال استرس در همان میگوها است. نتایج حاصل از بررسی میزان آنزیم آلانین آمینوترانسفراز (ALT) میگوهای پا سفید غربی در تیمارهای مختلف آزمایش، در جدول ۹ نشان داده شده است. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده، میزان این آنزیم در میگوهایی که با جیره های غذایی ۲ و۳ تغذیه شده بودند، به‌شدت افزایش یافت و نتایج حاصل از اندازه‌گیری این آنزیم در تیمارهای مختلف با یکدیگر دارای اختلاف معنی‌داری بودند ($p<۰/۰۵$) (جدول ۹).

جدول ۸: میزان آنزیم آسپارتات آمینوترانسفراز(IUL) میگوهای سفید غربی.

تیمار	قبل از اعمال استرس	استرس کاهش اکسیژن	استرس افزایش دما
۱	^{a}۳۶/۳±۷۳/۲۸	^{a}۲±/۲۹ ۳۳/۵۰	^{a}۴/۰۵ ±۵۰/۶۸
۲	^{b}۸/۷۲ ± ۸۸/۶۳	^{b}۹/۲۰ ±۵۰/۲۷۲	^{b}۷±/۱۷ ۲۸۵/۸۳
۳	^{c}۳±/۳۴ ۷۰/۵۰	^{c}۱۹۳/۹ ۹±/۵۲	^{c}۸±/۳۹ ۲۱۳/۱۴

حروف یکسان به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین تیمارهای آزمایشی است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]
[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

جدول ۹: نتایج حاصل از بررسی میزان آنزیم آلانین آمینوترانسفراز (IUL) میگوهای سفید غربی.

تیمار	قبل از اعمال استرس	استرس کاهش اکسیژن	استرس افزایش دما
۱	[a]۴۸/۳±۴۰/۳۱	[a]۸۲/۳±۴۱/۷۵	[a]۱۱۲/۶±۱۵/۶۳
۲	[b]۱۴۵/۱۴±۱۲/۲۸	[b]۳۶۲/۱۲±۵۵/۲۴	[b]۳۸۰/۹±۲۹/۵۴
۳	[c]۱۱۵/۵±۴۳/۴۷	[c]۳۱۷/۱۵±۴۵/۵۸	[c]۳۴۸/۱۳±۹۵/۷۳

حروف یکسان به معنی عدم وجود اختلاف معنی‌دار و حروف متفاوت به معنی اختلاف معنی‌دار در سطح ۰/۰۵ بین تیمارهای آزمایشی است.

بحث

میگوهای خانواده پنائیده نسبت به استرس‌های مختلف محیطی و اکسیداتیو نظیر استرس‌های ناشی از تغییرات دمایی، آمونیاک و استرس ناشی از کمبود اکسیژن بسیار حساس هستند (Chein *et al*., 1999; Chein et al., 2003). چنانچه میگوها تحت استرس قرار گیرند، رادیکال‌های آزاد به طور گسترده فعال می‌شوند و برشدت اثر استرس‌ها می‌افزایند (اثر سینرژیک)، به‌طوری‌که موجب اکسیداسیون چربی‌های غیراشباع در ساختار هپاتوپانکراس شده و پارگی غشای سلولی اتفاق می افتد (Lucien-Brun and Vodal, 2006). همچنین تغییر در سطح رنگ‌دانه‌های موجود در بافت هپاتوپانکراس، نظیر افزایش سطح رنگدانه آستاگزانتین که دارای نقش آنتی‌اکسیدانی هستند و در ایجاد عارضه در بافت هپاتوپانکراس تأثیرگذار است (Han *et al*., 2013). افزایش این رنگدانه در بافت میگوها به دنبال افزایش میزان پروتئین خام در جیره غذایی میگو حاصل می‌شود که نشان‌دهنده ارزش بالای غذایی میگو است و حضور این رنگدانه ها در بافت میگو برای سلامت مصرف‌کننده مفید است (Ambati *et al*., 2014).

غذا یکی از مهم‌ترین نهاده‌های زنجیره‌ی تولید میگو است که علاوه بر اثرگذاری مستقیم بر روی کمیت و کیفیت تولید، بیش از نیمی از هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد. عمدتاً وضعیت تغذیه و مدیریت تولید به‌ویژه در مراحل انتهایی تولید، نقش بسیار مؤثری بر کیفیت محصول خواهدداشت (Lucien-Brun and Vodal, 2006). بر اساس نتایج حاصله، میگوهای تغذیه‌شده با جیره غذای ۱ (محتوی چربی کل به میزان۷/۰۲ درصد) در مقایسه با میگوهای تغذیه‌شده با جیره غذایی ۲ (محتوی ۶/۴۱ درصد چربی کل) به‌طور معنی‌داری از بقا و بازماندگی بیشتری (۹۱/۱۱±۳/۱۴) برخوردار بودند. همچنین بیشترین نرخ رشد ویژه (۱/۰±۲۱/۱۷) مربوط به میگوهایی بود که با جیره غذایی ۱ تغذیه شدند. جیره غذای ۱ دارای بیشترین مجموع اسیدهای چرب امگا ۳ و امگا ۶ به ترتیب ۲/۸۴±۰/۳۱ و ۲/۵۶ ±۳۱/۳۵ بود. بر این اساس، جیره غذای ۱ دارای میزان چربی کل به میزان ۷/۰۲ درصد با مجموع اسیدهای چرب اشباع ۵ گرم در ۱۰۰ گرم غذا و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع ۱۳ گرم در ۱۰۰ گرم غذا، دارای بیشترین میزان نرخ رشد ویژه در مقایسه با سایر تیمارهای آزمایش بود. لذا وجود اسیدهای چرب در ترکیب جیره غذایی بر میزان رشد و بازماندگی میگو تأثیرگذار بوده است. González-Félix و همکاران (۲۰۰۳) گزارش نمودند که وجود اسیدهای چرب در جیره‌های غذایی میگو

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

بسیار مفید بوده و به رشد و بازماندگی بیشتر آن‌ها کمک می‌کند. مطالعات Chen و همکاران (۲۰۱۴) نشان داد که میزان اسیدهای چرب اشباع نشده DHA و EPA در ترکیب جیره غذایی بسیار مهم و ضروری می باشند و در تأمین انرژی متابولیک میگو نقش مهمی دارد. این در حالی است که جیره غذای شماره ۱ دارای بیشترین میزان اسیدهای چرب DHA و EPA به ترتیب با ۲/۵۶ و ۶/۵۳ بود که جزء اسیدهای چرب امگا ۳ هستند و بر میزان رشد و بازماندگی میگوها تأثیر مثبت دارند.

غلظت‌های مختلف اکسیژن بر انرژی فیزیولوژیک میگوها مؤثر می‌باشد و عوامل مختلفی نیز بر میزان اکسیژن مصرفی توسط میگوها تأثیر می گذارد (Gao *et al*., 2017; Pakravan *et al*., 2018). کاهش اکسیژن در محیط تأثیر نامطلوبی بر رشد و بازماندگی میگوها دارد. در این تحقیق میگوهایی که در معرض استرس کاهش اکسیژن قرار داشتند به عارضه سر قرمزی مبتلا شدند. بنابر نتایج مطالعات Yang و همکاران (۲۰۱۷) استرس‌های اکسیداتیو بر بافت‌های مختلف بدن میگو به‌ویژه بافت هپاتوپانکراس تأثیرگذار بوده و آن را تخریب می‌کند. Vinatea و همکاران (۲۰۱۱) با شبیه‌سازی یک مدل برای تعیین اثر اکسیژن مصرفی میگوی وانامی، اعلام کردند که میزان کاهش اکسیژن مصرفی توسط میگو می‌تواند براثر عواملی چون افزایش تراکم، افزایش شوری و دما باشد و موجب بروز آسیب‌های اکسیداتیو در بافت هپاتوپانکراس میگو گردد. چنانچه میگو در شرایط کمبود اکسیژن قرار بگیرد ظرفیت اسمزی آن کاهش‌یافته و مقاومت میگو در برابر استرس‌های اکسیداتیو کاهش می‌یابد (Denisse and Diaz, 2011; Akhtar *et al*., 2014).

در تحقیق حاضر آنزیم AST در همه میگوها در شرایط قبل از اعمال استرس نسبت به شرایط بعد از اعمال استرس‌های محیطی شامل کاهش اکسیژن و افزایش دما افزایش‌یافته است. این افزایش در میگوهایی که با غذای ۲ و ۳ تغذیه شده‌اند بسیار بیشتر (حدود ۳ برابر) می‌باشد. این موضوع نشان می‌دهد که وجود اسیدهای چرب به میزان مناسب در غذای میگو مانع از عملکرد ضعیف رادیکال‌های آزاد در فرآیند ذخیره‌سازی شده و در صورت وجود آنتی‌اکسیدانی چون ویتامین E مقاومت میگوها در برابر شرایط استرس‌زا افزایش می‌یابد (Ebadi *et al*., 2021). بنابراین میزان AST افزایش‌یافته است. بر اساس مطالعه Chien و همکاران (۲۰۰۳)، چنانچه میگوهای تغذیه شده با مکمل آستاگزانتین در شرایط استرس‌زا قرار بگیرند، از مقاومت بیشتری برخوردار خواهند بود و میزان آنزیم AST موجود در آن‌ها به‌طور چشمگیری افزایش می‌یابد.

آنزیم دیگری که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفت، آنزیم ALT بود. هرگونه آسیب به سلول‌های هپاتوپانکراسی می‌تواند با افزایش تیتر آنزیم ALT همراه باشد. در صورت آسیب‌های هپاتوپانکراسی افزایش آنزیم ALT بیشتر از افزایش AST خود را نشان خواهد داد. در این مطالعه، میزان آنزیم ALT در همه میگوها در شرایط قبل از اعمال استرس نسبت به شرایط بعد از اعمال استرس‌های محیطی (افزایش دما و کاهش اکسیژن) به‌طور قابل ملاحظه‌ای افزایش‌یافته است. این افزایش در تیمارهای ۲ و ۳ بسیار بیشتر است. بالاترین میزان آنزیم ALT مربوط به غذای تیمار ۲ در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

شرایط استرس افزایش دما می‌باشد (IUL ۳۸۰/۹±۲۹/۵۴)، که این میزان در مقایسه با شرایط بدون استرس (IUL ۱۴۵/۱۴±۱۲/۲۸) بسیار بیشتر شده است. بر اساس نتایج، در شرایطی که کیفیت غذا مناسب نباشد و میگوها در شرایط استرس‌زا قرار گیرند، دچار آسیب‌های شدید بافتی خواهند شد. افزایش میزان آنزیم ALT نشان‌دهنده آسیب بافت هپاتوپانکراس است که در شرایط اعمال استرس بیش از ۵۰ درصد نسبت به شرایط قبل از اعمال استرس افزایش‌یافته است (Pourmohammad *et al*., 2016; Xu *et al*., 2018). براساس مطالعات Pan و همکارانش (۲۰۰۳)، اگر میگوها در شرایط استرس محیطی قرار گیرند میزان آنزیم‌های ALT و AST در آن‌ها افزایش می‌یابد و چنانچه این میگوها با غذای حاوی آنتی‌اکسیدان ضد استرس تغذیه شوند بهبود یافته و بازماندگی آن‌ها افزایش می‌یابد. به طورکلی می‌توان نتیجه گیری نمود که میگوهای تغذیه‌شده با جیره غذای دارای ۷/۰۲ درصد چربی کل، مجموع اسیدهای چرب اشباع ۵ گرم در ۱۰۰ گرم غذا و مجموع اسیدهای چرب غیراشباع ۱۳ گرم در ۱۰۰ گرم غذا در مواجهه با شرایط نامطلوب محیطی (وجود استرس‌های ناشی از کاهش اکسیژن و افزایش دما) دارای میزان بازماندگی و رشد ویژه بالاتری در مقایسه با سایر میگوهای مورد آزمایش بودند. کیفیت نامناسب غذا در بروز عوارض بافتی هپاتوپانکراس میگوهای پرورشی سفید غربی در شرایط استرس‌های محیطی کاهش اکسیژن و افزایش دما بسیار مؤثر است و می توان این عوارض را حتی در مرحله پرورش و قبل از زمان برداشت میگو مشاهده کرد.

سپاسگزاری

در اینجا بر خود لازم می‌دانیم که از زحمات تمام کسانی که ما را در انجام این تحقیق یاری نمودند تشکر نماییم.

منابع

1. AOAC., 1990. Official Methods of Analysis. 15th Edition. Published by Association of Official Analytical Chemist, Virginia, USA, 771 p.
2. Akhtar, M.S., Pal, A. K., Sahu, N. P., Ciji, A., & Mahanta, P.C., 2014. Higher acclimation temperature modulates the composition of muscle fatty acid of Tor putitora juveniles. Weather and Climate Extremes, 4, 19-21.
3. Ambati, R.R., Phang, S.M., Ravi, S., Aswathanarayana, R.G., 2014. Astaxanthin: sources, extraction, stability, biological activities and its commercial applications - a review. Marine drugs, 12(1), 128-152.
4. An, W., He, H., Dong, X., Tan, B., Yang, Q., Chi, S., Zhang, S., Liu, H., & Yang, Y., 2020. Regulation of growth, fatty acid profiles, hematological characteristics and hepatopancreatic histology by different dietary n-3 highly unsaturated fatty acids levels in the first stages of juvenile Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture Reports, 17, 100321.
5. Bligh, E. G., Dyer, W.J., 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. Canadian journal of biochemistry and physiology, 37(8), 911-917.
6. Chen, K., Li, E., Gan, L., Wang, X., Xu, C., Lin, H., Qin, J.G. & Chen, L., 2014. Growth and lipid metabolism of the pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at different salinities. Journal of Shellfish Research, 33(3), 825-832.
7. Chien, Y.H., Pan, C.H., Hunter, B., 2003. The resistance to physical stresses by *Penaeus monodon* juveniles fed diets supplemented with astaxanthin. *Aquaculture*, 216(1-4), 177-

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

191.
8. Denisse Re, A., Díaz, F., 2011. Effect of different oxygen concentrations on physiological energetics of blue shrimp, *Litopenaeus stylirostris* (Stimpson). The Open Zoology Journal, 4(1), 1-8.
9. Ebadi, H., Zakeri, M., Mousavi, S.M., Yavari, V., Souri, M., 2021. The interaction effects of dietary lipid, vitamin E and vitamin C on growth performance, feed utilization, muscle proximate composition and antioxidant enzyme activity of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Aquaculture Research, 52(5), 2048-2060.
10. Gao, Y., He, Z., Zhao, B., Li, Z., He, J., Lee, J., & Chu, Z., 2017. Effect of stocking density on growth, oxidative stress and HSP 70 of pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. *Turkish Journal of* Fisheries and Aquatic Sciences, 17(5), 877-884.
11. Goddard, S., 1996. Feeding and diet. In *Feed management in intensive aquaculture* (pp. 23-33). Springer, Boston, MA.
12. González-Félix, M. L., Gatlin Iii, D.M., Lawrence, A.L., Perez-Velazquez, M., 2003. Nutritional evaluation of fatty acids for the open thelycum shrimp, *Litopenaeus vannamei*: II. Effect of dietary n-3 and n-6 polyunsaturated and highly unsaturated fatty acids on juvenile shrimp growth, survival, and fatty acid composition. Aquaculture Nutrition, 9(2), 115-122.
13. Hammond, E., 1986. Packed-column gas chromatography. Analysis of oils and fats London, UK: Elsevier Applied Science (Pub).113-35.
14. Han, D., Li, Y., Hu, Q., 2013. Astaxanthin in microalgae: pathways, functions and biotechnological implications. Algae, 28(2), 131-147.
15. Lovet, D.L., Felder, D.L., 1990. Ontogenetic Change in Digestive Enzyme Activity of Larval and Postlarval White Shrimp Penaeus setiferus (Crustacea, Decapoda, Penaeidae). Biological Bulletin, 178(2):144-159
16. Lucien-Brun, H., Vodal, F., 2006. Quality issues in marketing White shrimp. AQUA Culture Asia Pacific Magazine May/June, 2006, 32-33.
17. Miget, R.J., 2010. Shellfish Handling Practices: Shrimp and Molluscs. Southern Regional Aquaculture Center.
18. Mohammadi Doust. M., Afsharnasab, M., Kakoulaki, S., Motamedisede, F., Houshmand, H., Ahangarzadeh, M., Mohseninejad, L., 2019. Effects of inactivated Spot White Virus with radiation on Immune Parameters and Survival Rate of White Leg Shrimp (*Litopenaeus Vannamei*). Journal of Aquaculture Development, 13(3), 105-118.
19. Naylor, R.L., Goldburg, R.J., Primavera, J. H., Kautsky, N., Beveridge, M. C., Clay, J., ... & Troell, M., 2000. Effect of aquaculture on world fish supplies. Nature, 405(6790), 1017-1024.
20. Pakravan, S., Akbarzadeh, A., Sajjadi, M. M., Hajimoradloo, A., Noori, F., 2018. Chlorella vulgaris meal improved growth performance, digestive enzyme activities, fatty acid composition and tolerance of hypoxia and ammonia stress in juvenile Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei*. Aquaculture Nutrition, 24(1), 594-604.
21. Pan, C. H., Chien, Y. H., Hunter, B., 2003. The resistance to ammonia stress of *Penaeus monodon* Fabricius juvenile fed diets supplemented with astaxanthin. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 297(1), 107-118.
22. Phillips, J., McKinney, R., Hird, F., Macmillan, D., 1977. Lactic acid formation in crustaceans and the liver function of the midgut gland questioned. Comparative biochemistry and physiology B, Comparative Biochemistry, 56(4), 427-33.
23. Pourmohammad, N., Yavari, Y., Mousavi, S. M., & Zakeri, M., 2016. Effect of different levels of dietary protein and water salinity on antioxidant enzymes of white leg shrimp (*Penaeus vannamei*) juveniles. Journal of the Persian Gulf, 7(25), 1-12.
24. Qiu, J., Wang, W.N., Wang, L.J., Liu,

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

Y.F., Wang, A.L., 2011. Oxidative stress, DNA damage and osmolality in the Pacific white shrimp, *Litopenaeus vannamei* exposed to acute low temperature stress. Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology and Pharmacology, 154(1), 36-41.
25. Razak, Z.K.A., Basri, M., Dzulkefly, K., Razak, C.N.A., Salleh, A.B., 2001. Extraction and characterization of fish oil from *Monopterus albus*. Malaysian Journal of Analytical Sciences, 7(1), 217-220.
26. Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin - Fisheries Research Board of Canada, 191, 1-382.
27. Saoud, I.P., Davis, D.A., Rouse, D.B., 2003. Suitability studies of inland well waters for *Litopenaeus vannamei* culture. Aquaculture, 217(1-4), 373-383.
28. Vinatea, L., Muedas, W., & Arantes, R., 2011. The impact of oxygen consumption by the shrimp *Litopenaeus vannamei* according to body weight, temperature, salinity and stocking density on pond aeration: a simulation. Acta Scientiarum. Biological Sciences, 33(2), 125-132.
29. Wang, H., Wang, C., Tang, Y., Sun, B., Huang, J., Song, X., 2018. Pseudoalteromonas probiotics as potential biocontrol agents improve the survival of *Penaeus vannamei* challenged with acute hepatopancreatic necrosis disease (AHPND)-causing *Vibrio parahaemolyticus*. Aquaculture, 494, 30-36.
30. Xu, C., Li, E., Liu, Y., Wang, S., Wang, X., Chen, K., Qin, G., Chen, L., 2018. Effect of dietary lipid level on growth, lipid metabolism and health status of the Pacific white shrimp *Litopenaeus vannamei* at two salinities. Aquaculture Nutrition, 24(1), 204-214.
31. Yang, P., Lai, D.Y., Jin, B., Bastviken, D., Tan, L., Tong, C., 2017. Dynamics of dissolved nutrients in the aquaculture shrimp ponds of the Min River estuary, China: Concentrations, fluxes and environmental loads. Science of the Total Environment, 603, 256-267.
32. Zhao, J., Wen, X., Li, S., Zhu, D., Li, Y. 2015. Effects of dietary lipid levels on growth, feed utilization, body composition and antioxidants of juvenile mud crab *Scylla paramamosain* (Estampador). Aquaculture, 435, 200-206.
33. Zilli, L., Schiavone, R., Storelli, C., Vilella, S., 2007. Analysis of calcium concentration fluctuations in hepatopancreatic R cells of *Marsupenaeus japonicus* during the molting cycle. The Biological Bulletin, 212(2), 161-168.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]

The effect of dietary fatty acid composition on growth performance and some hepatopancreatic enzymes under temperature stress and hypoxia in white shrimp, *Litopenaeus vannamei*

Mobaraki, S.[1], Javadzadeh, N.[1*], Mabudi, H.[1], Hafezieh, M[2], Khodadadi, M.[1]

1-Department of Fisheries, Ahvaz Branch, Islamic Azad University, Ahvaz, Iran.
2- Iranian Fisheries Science Research Institute, Agricultural Research Education and Extension Organization (AREEO), Tehran, Iran.

Received: 11 May 2024 **Accepted: 24 July 2024**

Abstract

This study aimed to investigate the effect of dietary fatty acid composition on growth performance and some hepatopancreatic enzymes under temperature stress and hypoxia in western white shrimp (*Litopenaeus vannamei*). For this purpose, 27 tanks with a volume of 300 liters, the density of 15 shrimps with 3 types of diets under 3 stress treatments (1: no challenge to environmental stresses; 2: with hypoxic stress (2±1 ppm); 3: with increasing temperature stress (36±2 °C). After the end of the experimental period, the highest survival rates in treatments 1 and 3 were 91.11 and 86.67%, respectively. The obtained results showed that the consumption of diet 1 compared to diet 2 shows a 90% survival rate. There was a significant difference in specific growth rate between treatments so that the highest rate was obtained in treatment 1 and the lowest in treatment 2 (p<0.05). The results of the physical and chemical parameters of water on different days showed that there was no significant difference between different treatments (p<0.05).The results of aspartate amino transferase (AST) in different treatments showed that there is a significant difference between the amount of AST in different diets before and after environmental stress (p>0.05). In shrimp fed with diet 2, the amount of enzyme during temperature stress (285.83±17.7 IUL) showed the highest increase in the amount of enzyme titer, which was more than 3 times the amount of enzyme in pre-stress conditions. Based on the results, the amount of alanine amino transferase (ALT) in shrimp fed with diets 2 and 3 increased sharply. Also, the measurement results of this enzyme in different treatments were significantly different (p>0.05). Generally, it can be concluded that shrimp fed a diet with 7.02% of total fat, total saturated fatty acids (5 g per 100 g of food), and total unsaturated fatty acids (13 g per 100 g of food) had the highest survival rate and higher specific growth under adverse environmental conditions.

Keywords: Fatty Acid, Growth, Survival, Environmental Stress, *Litopenaeus vannamei*.

* *Corresponding Author: nargesjavadzadeh@yahoo.com*

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-11-03]

[DOI: 10.71901/jad-2024-1-766]