magiran.com

بررسی تأثیر نسبتهای متفاوت HUFA غذاهای خشک در مقایسه با HUFA غذاهای طبیعی بر هم‌آوری و قطر تخمک مولدین میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*)

عباس متین‌فر[۱]؛ حسین عمادی[۲]؛ رضا قربانی واقعی[۳]؛ سید مهدی میرحیدری[٤]* و هومن عبداله بیگی[٥]

Mehdi1240@yahoo.com

۱- مؤسسه تحقیقات شیلات ایران،تهران صندوق پستی: ٦١١٦-١٤١٥٥

۲، ٤ و ٥- دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شمال، خیابان شهید فلاحی،پلاک ١٤، کد پستی: ١٩٨٧٩٧٤٦٣٥

۳- پژوهشکده میگوی کشور، بوشهر صندوق پستی: ١٣٧٤

تاریخ دریافت: دی ۱۳۸۷ تاریخ پذیرش: خرداد ۱۳۸۸

چکیده

این تحقیق در یک دوره دو ماهه (از ۱۵ فروردین تا ۱۵ خرداد ۱۳۸۷) به منظور تعیین مقدار مناسب اسیدهای چرب غیر اشباع بلند زنجیره Highly Unsaturated Fatty Acid (HUFA) برای هم‌آوری و قطر تخمک مولدین ماده میگوی پاسفید (*Litopenaeus vannamei*) انجام گردید. در مطالعه حاضر غذاهای خشک حاوی مواد تشکیل دهنده یکسان و ایزوپروتئین (۳۱/۵ درصد پروتئین) و ایزوکالریک (۶/۹ درصد چربی) بودند ولی مقادیر متفاوت ۱، ۲ و ۳ درصد HUFA داشتند. همچنین HUFA جیره غذاهای طبیعی (کرم پری نرئیس، صدف ملالیس و ماهی مرکب) نیز آنالیز شده و میانگین آنها محاسبه گردید. در نهایت تأثیر ۴ مقدار HUFA (شامل مقادیر ۱، ۲ و ۳ درصد HUFA جیره‌های کنسانتره و میانگین HUFA غذاهای طبیعی) بر هم‌آوری و قطر تخمک مولدین ماده تیمارهای مربوطه مورد مقایسه قرار گرفت. هم‌آوری و قطر تخمک در جیره‌های طبیعی و ۳ درصد HUFA تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ($P>0.05$) ولی بصورت معنی‌داری از دو جیره ۱ و ۲ درصد HUFA بالاتر بودند ($P<0.05$). هم‌آوری در دو جیره ۱ و ۲ درصد HUFA هم تفاوت معنی‌داری با هم نداشتند ($P>0.05$) ولی قطر تخمک در جیره ۲ درصد HUFA به طرز معنی‌داری از جیره ۱ درصد HUFA بالاتر بود ($P<0.05$). نتایج این تحقیق نشان داد که دو جیره طبیعی و ۳ درصد HUFA با توجه به نتایج هم‌آوری و قطر تخمک می‌توانند جیره‌های مناسبی در زمان تکثیر میگوی سفید غربی باشند.

لغات کلیدی: *Litopenaeus vannamei*، HUFA، هم‌آوری، تخمک

* نویسندهٔ مسئول

magiran.com

مقدمه

در سالهای اخیر میگوی پاسفید (*Liopenaeus vannamei*) سهم قابل توجهی از تولید جهانی میگو را بخود اختصاص داده است. در ایران نیز پرورش این گونه رو به گسترش است. شیوع بیماری لکه سفید درسال ۱۳۸۱موجب تعطیلی موقت مزرعه پرورشی تحقیقاتی میگوی مونودون (*Penaeus monodon*) در استان خوزستان گردید و پس از آن بروز این بیماری در استان بوشهر در سال ۱۳۸۴ زمینه توجه به گونه‌های جدید میگوی پرورشی را فراهم کرد. نتایج مطلوب تکثیر و پرورش آزمایشی میگوی پاسفید در مؤسسه تحقیقات شیلات بوشهر مورد استقبال پرورش‌دهندگان قرار گرفت و طبق آمار منتشره شیلات در سال ۱۳۸۵ فقط در استان بوشهر ۳۵۱/۵ تن میگوی پاسفید تولید گردید (فائو، ۱۳۸۶).

اسیدهای چرب ضروری یکی از مهمترین مواد مغذی ضروری برای رشد و رسیدگی جنسی میگوها و سایر سخت پوستان می‌باشند (Teshima & Kanazawa, 1988). با این حال براساس گزارشات Kanazawa و همکاران در سال ۱۹۷۷ و Kayama و همکاران در سال ۱۹۸۰ بدن سخت‌پوستان توانایی محدودی در ساخت پیش ماده‌های HUFA یعنی اسیدهای چرب ضروری Linolenic Acid (LNA) و Linoleic Acid (LOA) داشته و در نتیجه به یک منبع غذایی حاوی HUFA نیاز دارند.

تحقیقات پیشین تأثیر HUFA جیره‌های غذای طبیعی در رسیدگی جنسی و تولید مثل سخت‌پوستان گزارش شده است. به طور نمونه جیره‌های غذای طبیعی (اسکوئید، کرم خونی و دوکفه‌ایها) با توجه به مقدار بالای HUFA که نسبت به غذاهای خشک آزمایشی داشتند بالاترین میزان موفقیت را از لحاظ ایجاد رسیدگی جنسی در گونه‌های مختلف میگو بدست آوردند (Middleditch *et al.*, 1979; Harrison, 1990; Lytle *et al.*, 1990). همچنین جیره‌های غذای طبیعی غنی شده با HUFA (n-3) روی شاخصهای تولید مثلی میگوی *Litopenaeus vannamei* و میگوهای *Penaeus chinensis*، *Penaeus monodon* تأثیر مثبت داشتند (Xu *et al.*, 1994; Cahu *et al.*, 1994,1995; Wouters *et al.*, 1999).

Alava و همکاران در سال ۱۹۹۳ گزارش نمودند که میگوهای ژاپنی *Marsupenaeus japonicus* تغذیه شده با آرتمیای غنی‌شده با روغن بدون HUFA نارگیل، روند رسیدگی جنسی بطئی داشتند. همچنین Cahu و همکاران در سالهای ۱۹۹۴ و ۱۹۹۵ و Wouters و همکاران در سال ۱۹۹۹ بترتیب در باره میگوهای چینی *Penaeus chinensis* و میگوی پاسفید *Litopenaeus vannamei* توانستند این فرضیه را که غذاهای طبیعی غنی از HUFA روند رسیدگی جنسی را تقویت می‌کند به اثبات برسانند.

امروزه تلاش گسترده‌ای برای ساخت غذای خشک با فرمول مناسب که بتواند ضامن رسیدگی جنسی خوب، تخمریزی سریع و تخمه‌گشایی موفق در میگو باشد، انجام می‌شود تا از این طریق کیفیت غذاهای فرموله تا حد غذاهای طبیعی افزایش یابد (Wouters *et al.*, 2000).

تحقیقات منتشره در مورد مقدار نیاز گونه‌های مختلف پنائیده به اسیدهای چرب به منظور افزایش هم‌آوری مولدین بسیار محدود می‌باشد (Alava *et al.*, 1993) و بیشتر مطالعات پیشین تا حد تعیین شاخص رشد تخمدانی GSI پیش رفته‌اند (Wouters *et al.*, 2001). همچنین در بیشتر این پژوهش‌ها از غذای زنده استفاده شد که بصورت تحقیقات تجربی و براساس روشهای آزمون و خطا بود (Wouters *et al.*, 2000). در ایران نیز با وجود چندین مورد بررسی تأثیرات مواد مغذی بر روی شاخص‌های رشد میگو از جمله تحقیق ارشدی و همکاران، در سال ۱۳۸۶، تاکنون هیچ مطالعه‌ای درباره تأثیر اسیدهای چرب غیراشباع HUFA روی هم‌آوری و قطر تخمک بویژه در مورد میگوی پاسفید *L. vannamei* صورت نپذیرفته است. هدف این تحقیق بررسی اثرات نسبتهای مختلف HUFA غذای خشک در مقایسه با غذاهای طبیعی روی میزان هم‌آوری و قطر تخمک میگوی سفید غربی می‌باشد. دستیابی به چنین نتایجی می‌تواند کمک مؤثری در جهت بهبود تولید این گونه و رشد و استمرار صنعت تکثیر میگو در ایران باشد.

مواد و روش کار

عملیات این تحقیق طی یک دوره دو ماهه (از ۱۵ فروردین ماه تا ۱۵ خرداد ماه ۱۳۸۷) در ایستگاه تحقیقاتی مرکز میگوی کشور در مزرعه بندرگاه بوشهر بصورت ۴ تیمار و ۳ تکرار (شامل ۳ تیمار آزمایشی غذای خشک حاوی مقادیر ۱، ۲ و ۳ درصد HUFA و یک تیمار غذاهای طبیعی) به اجرا گذاشته شد. میگوهای ماده پیش مولد پرورشی نسل دوم (F2) میگوی پاسفید، از استخر گلخانه‌ای بدست آمدند. در آغاز دوره در هر تانک ۳۰۰ لیتری، ۴ عدد میگوی ماده پیش مولد با میانگین وزنی ۳۰ تا ۳۲ گرم پس از انجام عمل آداپتاسیون (سازش‌دهی

magiran.com

به شرایط دما و شوری) و ضدعفونی نمودن (توسط فرمالین ppm ۰/۵ به مدت ۱۰ دقیقه) ذخیره‌سازی گردیدند (Broke & Main, 1994). میگوها پیش از شروع دوره آزمایشی به مدت ۱۵روز دوره سازگاری را طی نموده و در پایان این مرحله مطابق روش Wouters و همکاران (۲۰۰۱) با قیچی داغ شده و از محل یک سوم پائینی یکی از چشمها قطع پایه چشمی انجام شد.

در غذاهای کنسانتره مورد استفاده که از شرکت هوواراش تهیه گردیدند، میزان ازت و کالری تمام غذاهای خشک یکسان بود (۳۱/۵ درصد پروتئین و ۶/۹ درصد چربی) ولی در زمان تهیه جیره‌های آزمایشی مقادیر متفاوت HUFA متفاوت بود (۱، ۲ و ۳ درصد) به هر جیره افزوده شد. برای کنترل بهتر سطح HUFA در جیره‌های کنسانتره آزمایشی، ابتدا میزان اسیدهای چرب غذای تجاری هوواراش اندازه‌گیری شد و با توجه به نتایج آنالیز شیمیایی مشخص گردید که میزان HUFA در این غذا در حد صفر است. بنابراین روغن سرشار از HUFA اسپیراسلکو به نسبتهای ۱، ۲ و ۳ درصد وزن خشک غذا به غذاهای خشک آزمایشی افزوده شد. این روغن که عمدتاً ترکیبی از Eicosa Pentaenoic Acid (EPA) و Docosa Hexaenoic Acid (DHA) و Arachidonic Acid (ARA) محصول INVE Aquaculture بلژیک می‌باشد (Wouters *et al.*, 2001).

جیره‌های آزمایشی با استفاده از مواد اولیه مرسوم در ساخت خوراک میگو و به کمک دستگاههای آزمایشگاهی مثل آسیاب، مخلوط‌کن و چرخ گوشت با قطر سوراخهای ۱ میلیمتر در شرایط آزمایشگاهی تهیه گردیدند و پس از خشک کردن در آون در دمای ۴۵ درجه سانتیگراد به صورت غذای دانه (pellet) درآمده و برای استفاده در طول دوره آزمایش در برودت ۲۰- درجه سانتیگراد نگهداری شدند (Alava *et al.*, 1993).

پایداری هریک از جیره‌های غذایی در آب براساس روش Wouters و همکاران (۲۰۰۱) از طریق ریختن ۲ گرم از هر غذا در یک بطری ۱۰۰ میلی‌لیتری آب و تکان دادن آن با سرعت حدود ۵۰ تا ۶۰ بار در دقیقه بررسی شد که زمان پایداری جیره‌ها حدود ۳ ساعت بدست آمد. تعیین مقدار مصرف اولیه غذای خشک پس از قطع پایه چشمی در تمام جیره‌ها و در یک دوره ۳ روزه انجام گردید (Broke & Main, 1994). قبل از هر وعده غذادهی غذاهای باقیمانده قبلی را از طریق سیفون کردن جمع کرده و پس از خشک کردن و توزین، معادل وزنی آن را از وعده غذای بعدی کم کرده یا در صورت مصرف کامل غذا مقدار مشخصی به غذا افزوده گردید.

در میگوهایی که با غذای کنسانتره تغذیه می‌شدند، میزان غذادهی در ابتدای دوره ۴ درصد وزن بدن آنها بود که درهفته‌های پایانی برحسب افزایش وزن میگوها تا ۶ درصد افزایش یافت و در ساعات ۸، ۱۲، ۱۶ و ۲۰ به نسبت مساوی به میگوها داده شد (Broke & Main, 1994). همینطور یک جیره غذای طبیعی (شامل ماهی مرکب، صدف ملالیس و کرم پری نرئیس) هم در نظر گرفته شد که بترتیب به نسبت ۹، ۱۵ و ۲۱ درصد میانگین وزنی میگوها مصرف گردیدند (Wouters *et al.*, 2001). تأثیر ۳ جیره غذای خشک با هم و در نهایت با غذاهای طبیعی مقایسه گردید.

استخراج و آنالیز اسیدهای چرب جیره‌های ساخته شده و غذاهای طبیعی توسط دستگاه گاز کروماتوگراف و با روش متیل استر انجام شد (Leiboritz *et al.*, 1987).

طی دوره آزمایش شرایط محیطی شامل دوره نوری (۱۴ ساعت روشنایی و ۱۰ ساعت تاریکی)، اکسیژن محلول در آب (DO>) ppm ۵، درجه حرارت ۲۸ تا ۲۹/۵ درجه سانتیگراد در سالن نگهداری به کمک بخاری تنظیم گردید. همچنین ۸/۵- pH = ۸، شوری ۳۲ppt و تعویض آب روزانه ۵۰ تا ۷۰ درصد، تحت کنترل بود (Broke & Main, 1994).

پس از طی دوره ۴۰ روزه آزمایشی میگوهای تحت تیمار از تانکها خارج و وزن و طول همه آنها اندازه‌گیری و ثبت گردید. سپس با توجه به اینکه هپاتوپانکراس و تخمدان بازتاب ترکیبات چربی جیره غذایی است (Wouters *et al.*, 2000) اقدام به خارج کردن تخمدانها و هپاتو پانکراس ها به روش Wouters و همکاران (۲۰۰۱) گردید. تخمدانها و هپاتوپانکراس‌ها پس از جداسازی وزن گردیدند و سپس در برودت ۴۰- درجه سانتیگراد به آزمایشگاه دانشگاه ارومیه انتقال یافت و آنالیز اسیدهای چرب آنها به روش Leiboritz و همکاران (۱۹۸۷) صورت پذیرفت.

پیش از منجمد نمودن تخمدانها، نمونه‌هایی از سه ناحیه ابتدا، وسط و انتهای هر یک از آنها (در مجموع ۰/۱ گرم) جداسازی گردید (Nascimento, 1991) و سپس هر نمونه در محلول گیلسون جداگانه نگهداری شد تا تفکیک بافت تخمدانی در آن تکمیل گردید و تخمکها بتدریج در مایع گیلسون رها شوند. ترکیب محلول گیلسون شامل: اسید نیتریک: ۱۰ سی‌سی، اتیل الکل ۶۰ درصد: ۲۵ سی‌سی، آب مقطر: ۲۵۰ سی‌سی و اسید استیک گلاسیال: ۱۰ سی‌سی بود. نمونه‌ها در این محلول به مدت ۵۰ روز در مکان تاریک نگهداری شده و روزی یکبار قوطی‌های حاوی نمونه‌ها تکان داده شدند تا جدا شدن تخمکها از بافت تخمدانی تسریع شود (Friedland *et al.*, 2005). در

magiran.com

پایان دوره، تخمکها برای شمارش و تعیین قطر به آزمایشگاه منتقل گردیدند.

برای شمارش تخمها از ۳ الک توری به ابعاد (۳۰×۲۰ سانتیمتر) استفاده شد که الک توری با چشمه ۱۰ میکرون بین دو الک توری ۵ و ۵۰ میکرون قرار داده شد. سپس هر یک از نمونه‌ها بصورت مجزا درون الک بالایی تخلیه گردیدند و بعد با آب درون یک ارلن ۱۰۰ میلی‌لیتری شستشو شدند. شمارش تخمها با روش حجمی انجام گردید. در هر نمونه با استفاده از یک میکروسکوپ مجهز به میکرومتر مدرج از قطر ۴ تا ۵ تخمک میانگین گرفته و ثبت گردید. در این تحقیق چهار تیمار و هر تیمار با سه تکرار آزمایش گردید و هر یک از این ۱۲ تانک بعنوان یک واحد تکرار کار تحقیقاتی در نظر گرفته شد. در آغاز دوره ۴ میگوی ماده پیش مولد در هر تانک ذخیره گردید و در پایان از هم آوری و قطر تخمک میگوهای هر تانک میانگین و انحراف معیار گرفته شد (Nascimento, 1991).

برای تجزیه وتحلیل داده‌های هم‌آوری و قطر تخمک از آنالیز واریانس (ANOVA) یک طرفه استفاده شد و برای تعیین اختلاف معنی‌دار بین آنها از آزمون دانکن در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد. تجزیه و تحلیل‌ها با استفاده از نرم افزار STATISTICA انجام گردید (Mead *et al.*, 1993). همچنین برای آنالیز تفاوت مقدار هر اسید چرب بین تیمارهای مختلف از آزمون t در سطح احتمال ۵ درصد استفاده شد (ارشدی و همکاران، ۱۳۸۶).

نتایج

نتایج بررسی‌های انجام شده درخصوص آنالیز اسیدهای چرب جیره‌های غذای خشک و غذای طبیعی در جداول ۱ و ۲ ارائه شده است. به منظور بررسی بهتر نتایج در جداول ۴ تا ۷ ضمن مقایسه آماری هر اسید چرب بین تیمارهای مختلف، بیشترین و کمترین اسید چرب در هر جیره نیز با کمک روشهای آماری مشخص گردیده است ($P<0.05$).

بررسی نتایج بدست آمده در جدول ۱ نشان داد که در جیره‌های غذای خشک آزمایشی مقدار تمام اسیدهای چرب تیمار ۳ درصد HUFA از تیمار ۲ درصد HUFA بیشتر است و همچنین در تیمار ۲ درصد HUFA از تیمار ۱ درصد HUFA بیشتر می‌باشد. از سوی دیگر در تمام غذاهای خشک اسید دوکوزاهگزائنوئیک بیشترین مقدار و اسید آراشیدونیک کمترین مقدار را دارد. لازم به ذکر است که اعداد صفر در غذای تجاری ۴۰۰۶ هوورواش نشانگر عدم وجود اسیدهای چرب HUFA در این غذا می‌باشد (جدول ۱).

آنالیز اسیدهای چرب موجود در غذاهای طبیعی در جدول ۲ نشان داد که مقدار هر سه اسید چرب کرم (*Perinereis cultrifera*) از سایر تیمارها بیشتر است و مقدار اسیدهای چرب ماهی مرکب (*Sepia officinalis*) از سایر تیمارها کمتر است.

همانطور که در جدول ۳ مشاهده می‌شود مقایسه بین اسیدهای چرب جیره HUFA ۳ درصد (که بالاترین مقدار HUFA را در غذاهای خشک داشت) و میانگین اسیدهای چرب غذاهای طبیعی نشان داد که اسیدهای چرب ایکوزاپنتائنوئیک و دوکوزاهگزائنوئیک تیمار HUFA ۳ درصد از جیره غذاهای طبیعی بیشتر بودند.

در بررسی اسیدهای چرب تخمدان مشخص شد که مقدار دو اسید چرب C22:6n3 و C20:5n3 در تخمدان تیمار ۱ درصد HUFA بطور معنی‌داری از سایر تیمارها کمتر است و در تیمارهای غذای طبیعی و ۳ درصد HUFA به طرز معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر می‌باشد ($P<0.05$). همچنین در تخمدان تمام تیمارها اسیدچرب C20:5n3 نسبت به دو اسید چرب دیگر بیشترین مقدار جذب را داشته است (جدول ۴).

بررسی اسیدهای چرب هپاتوپانکراس نشان داد که مقدار هر سه اسید چرب در هپاتوپانکراس تیمار HUFA ۱ درصد به طرز معنی‌داری از سایر تیمارها بیشتر است. همچنین در هپاتوپانکراس تمام تیمارها اسید چرب C22:6n3 نسبت به دو اسید چرب دیگر در بالاترین مقدار جذب گردیده است ($P<0.05$) (جدول ۵).

در بررسی نتایج جدول ۶ مشخص گردید که بین تیمارهای غذای طبیعی و ۳ درصد HUFA اختلاف معنی‌داری از لحاظ هم‌آوری وجود ندارد ($P>0.05$). همینطور بین تیمارهای ۲ و ۱ درصد HUFA اختلاف معنی‌داری از لحاظ هم‌آوری دیده نشد ($P>0.05$) ولی تیمارهای غذای طبیعی و ۳ درصد HUFA بطور مشترک اختلاف معنی‌داری با تیمارهای ۲ درصد HUFA و ۱ درصد HUFA نشان دادند ($P<0.05$). بطور کلی تیمارها براساس هم‌آوری از بیشترین به کمترین عبارتند از (تیمار غذای طبیعی، تیمار ۳ درصد HUFA) > (تیمار ۲ درصد HUFA، تیمار ۱ درصدHUFA).

magiran.com

جدول ۱: درصد اسیدهای چرب ضروری موجود در جیره‌های غذای خشک میگوی سفید غربی

اسیدهای چرب ضروری HUFA	فرمول علمی	جیره HUFA (۳ درصد)	جیره HUFA (۲ درصد)	جیره HUFA (۱ درصد)	غذای تجاری ٤٠٠٦ هوواراش
اسیدآراشیدونیک (ARA)	C۲۰:٤n٦	۰/۳۸	۰/۳۵	۰/۱۹	۰/۰۰
اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA)	C۲۰:٥n۳	۱/۰٦	۰/۷۱	۰/٤۰	۰/۰۰
اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA)	C۲۲:٦n۳	۱/٦۸	۱/۲٦	۰/٤۹	۰/۰۰
مجموع		۳/۱۲	۲/۳۲	۱/۰۸	۰/۰۰

* مقادیر اسیدهای چرب برحسب درصد از کل وزن جیره محاسبه شده‌اند.

جدول ۲: درصد اسیدهای چرب ضروری موجود در غذاهای طبیعی

اسیدهای چرب ضروری HUFA	ماهی مرکب *Sepia officinalis*	نرمتن ملالیس *Melalis sp.*	کرم پری نرئیس *Perinereis cultrifera*
اسید آراشیدونیک(ARA)	۰/۱۲	۰/٥٦	۱/۰۱
اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA)	۰/۰٦	۰/٦٤	۱/۰٦
اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA)	۰/٤۱	۰/۳٦	۱/۷۱
مجموع	۰/٥۹	۱/٥٦	۳/۷۸

* مقادیر اسیدهای چرب برحسب درصد از وزن کل بدن محاسبه شده‌اند.

جدول ۳: مقایسه میانگین اسیدهای چرب ضروری موجود در غذاهای طبیعی با جیره ۳ درصد HUFA

اسیدهای چرب ضروری HUFA	میانگین اسیدهای چرب ضروری تمام غذاهای طبیعی	اسیدهای چرب ضروری جیره ۳ درصد HUFA
اسید آراشیدونیک (ARA)	۰/٥٦	۰/۳۸
اسید ایکوزاپنتانوئیک (EPA)	۰/٥۸	۱/۰٦
اسید دوکوزاهگزانوئیک (DHA)	۰/۸۹	۱/٦۸
مجموع	۲/۰۳	۳/۱۲

magiran.com

جدول ٤ : نمونه‌های اسیدهای چرب تخمدان نمونه میگوهای تمام تیمارها

اسیدهای چرب ضروری تخمدان	میانگین نمونه‌های جیره غذای طبیعی ± SD	میانگین نمونه‌های جیره HUFA ۳ درصد ± SD	میانگین نمونه‌های جیره HUFA ۲ درصد ±SD	میانگین نمونه‌های جیره HUFA ۱ درصد ±SD
C۲۰:٤n٦	۳/٤۱±۰/٤٤٤٦^{c}	٤/۹۱±۰/۹۳۲٤^{c}	٦/۱٤±۱/۲۱۹۸^{a}	۱/۳۷۳±۰/۳٦۹٦^{b}
	B	B	A	C
C۲۰:٥n۳	۱۰/۱۷±۰/ ۲۸٦۰^{a}	۹/۱٥٦±۲/۳۲۹۱^{a}	٦/۸۸۳ ±۱/۹۳۹۹^{a}	۳/۸۰۳±۰/۹۰۹۳^{a}
	A	A	B	C
C۲۲:٦n۳	٥/٦۳±۱/ ۸۱٤۰^{b}	٦/۲۰۳±۱/۲۹٦۷^{b}	٥/٤۷±۰/٦٤۸۱^{b}	٤/۹٤±۰/۹٤۰۱^{a}
	A	A	A	B

* مقادیر اسیدهای چرب برحسب درصد از کل اسیدهای چرب محاسبه شده‌اند.

* میانگین‌های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار و حروف نامشابه نشاندهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<0.05).

*حروف کوچک انگلیسی در ستون عمودی نشاندهندهٔ تغییرات اسیدهای چرب تخمدان در یک تیمار و حروف بزرگ انگلیسی در هر ردیف افقی نشاندهندهٔ تغییرات یک نوع اسید چرب بین تیمارها می‌باشد.

جدول ٥ : نمونه‌های اسیدهای چرب هپاتوپانکراس نمونه میگوهای تمام تیمارها

اسیدهای چرب ضروری هپاتوپانکراس	میانگین نمونه‌های جیره غذای طبیعی	میانگین نمونه‌های جیره HUFA ۳ درصد ± SD	میانگین نمونه‌های جیره HUFA ۲ درصد ±SD	میانگین نمونه‌های جیره HUFA ۱ درصد ±SD
C۲۰:٤n٦	۲/۰۲۳±۰/۲۲٦۹^{a}	۲/۰۹±۰/٤۸۰۷^{b}	۲/۱٥٦±۰/۰۷٦۸^{b}	۳/۷۷۳±۰/٦۳۰٦^{b}
	B	B	B	A
C۲۰:٥n۳	٤/۱٦٦±۰/۹۱۲٤^{a}	٤/٦۹۳±۰/۰۲۳٥^{a}	۲/٦٦٦±۰/۱۸٤٤^{b}	٥/۹۸±۱/٥٥٤۸^{a}
	B	B	C	A
C۲۲:٦n۳	٥/٤۷±۱/۱۹۷٦^{a}	٥/۱٤±۰/۱۳^{a}	۳/۷۸۳±۰/٦۲۸٥^{a}	٦/۰۱۳±۰/۰۱۲۸^{a}
	B	B	B	A

* مقادیر اسیدهای چرب برحسب درصد از کل اسیدهای چرب محاسبه شده‌اند.

*میانگین‌های با حروف مشابه فاقد اختلاف معنی‌دار و حروف نامشابه نشاندهندهٔ اختلاف معنی‌دار بین میانگین‌ها می‌باشد (P<0.05).

*حروف کوچک انگلیسی در ستون عمودی نشاندهندهٔ تغییرات اسیدهای چرب هپاتوپانکراس در یک تیمار و حروف بزرگ انگلیسی در هر ردیف افقی نشاندهندهٔ تغییرات یک نوع اسید چرب بین تیمارها می‌باشد.

مقایسه نتایج قطر تخمک بین تیمارهای غذای طبیعی و غذای خشک در جدول ۷ نشان داد که تیمارهای ۳ درصد HUFA و غذای طبیعی تفاوت معنی‌دار ندارند (P>0.05) ولی تیمارهای ۲ درصد HUFA و ۱ درصد HUFA هم با یکدیگر و هم با دو تیمار ۳ درصد HUFA و غذای طبیعی تفاوت معنی‌دار نشان دادند (P<0.05). بطور کلی تیمارها از لحاظ قطر تخمک بترتیب از بیشترین به کمترین عبارتند از (تیمار ۳ درصد HUFAو تیمار غذای طبیعی) > (تیمار ۲ درصد HUFA) > (تیمار ۱ درصد HUFA).

magiran.com

جدول ٦: میانگین هم‌آوری در میگوهای تغذیه شده با جیره‌های مختلف (اعداد داخل پرانتز SD± می‌باشند).

جیره‌ها	میانگین هم‌آوری SD±
جیره غذاهای طبیعی	۷۸۰۷۲(±۱۶۲۳۲/۸۱)[a]
جیره ۳ درصد HUFA	۷۳۹۵۲(±۱۸٦٦۵/۲٦)[a]
جیره ۲ درصد HUFA	۵۱۹۰۲(±۱۳۱٤۹/۸۳)[b]
جیره ۱ درصد HUFA	۵۰۰۵۳(±۱۰۷۱٦/۲)[b]

* در ستون عمودی اعداد با حروف متفاوت (a,b,c) دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند(P<0.05).

جدول ۷: میانگین قطرتخمک در میگوهای تغذیه شده با جیره‌های مختلف (اعداد داخل پرانتز SD± می‌باشند).

جیره ها	میانگین قطر تخمک SD±
جیره غذاهای طبیعی	۷۹/۵۸۲ (±۱/۱۱۹۵۸٦)[a]
جیره ۳ درصد HUFA	۸۵/۰۰۰ (±۱/۷٦۷۷٦۷)[a]
جیره ۲ درصد HUFA	٦۳/٦۲۵ (±۰/۹۷۲۲۷۲)[b]
جیره ۱ درصد HUFA	۵۰/۷۹۲ (±۰/۵۵۹۷۹۳)[c]

* در ستون عمودی اعداد با حروف متفاوت (a,b,c) دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشند(P<0.05)

بحث

نتایج مقایسه جیره‌های آزمایشی این پژوهش نسبت به جیره غذای طبیعی نشان داد که تأثیر جیره‌ها روی هم‌آوری و قطر تخمک از لحاظ آماری یکسان نبوده است.

در این مطالعه میانگین اسیدهای چرب EPA و DHA در غذاهای طبیعی جیره غذای طبیعی نسبت به جیره ۳ درصد HUFA کمتر است ولی با این حال هم‌آوری و قطر تخمک آنها با جیره ۳ درصد HUFA تفاوت معنی‌داری ندارد (P>۰/۰۵). در این رابطه Djunaidah و همکاران در سال ۲۰۰۲ گزارش دادند که احتمالاً یکی از علل بالا بودن اغلب خصوصیات مربوط به رسیدگی جنسی در تیمار غذای طبیعی مقدار بیشتر سایر مواد مغذی ضروری از جمله پروتئین است که ظاهراً نقش تعیین‌کننده‌ای در هم‌آوری و اندازه تخمک دارد.

در جیره‌های غذای خشک این پژوهش هر چه سطح HUFA جیره بیشتر گردید هم‌آوری و قطر تخمک هم افزایش یافت تا جائیکه در جیره ۳ درصد HUFA هم آوری و قطر تخمک به طرز معنی داری از سایر تیمارهای غذای خشک بالاتر بود که این مطلب نشاندهندهٔ همبستگی مستقیم شاخصهای رشد تخمدان با سطح HUFA جیره می‌باشد. نتایج پژوهش‌های Alava و همکاران در سال ۱۹۹۳ روی مولدین *Marsupenaeus japonicus* و Cahu و Quazuguel در سال ۱۹۸۹ درباره مولدین *Penaeus indicus* نیز با نتایج این بررسی مشابهت دارد. اگر چه در هر دو تحقیق مذکور به جای غذای خشک غنی‌سازی شده در مطالعه حاضر از غذاهای طبیعی غنی‌سازی شده استفاده گردیده است.

در مورد مقایسه تیمارهای غذای خشک و غذای طبیعی دو مسئله وجود دارد:

الف: در این بررسی میانگین غذادهی با غذاهای طبیعی ۱۵ درصد توده زنده میگوهای جیره مربوطه بود (پرینرئیس، ملالیس و ماهی مرکب بترتیب ۲۱، ۱۵ و ۹ درصد توده زنده میگوها) (Wouters *et al.*, 2001) و میانگین غذادهی با غذاهای خشک ۵ درصد توده زنده میگوها بود (۴ درصد اوایل دوره و ۶ درصد اواخر دوره آزمایشی) (Broke & Main, 1994). تفاوت مذکور ممکن است تداعی کنندهٔ نوعی ناهمسانی در شرایط غذادهی بین میگوهای تیمار غذادهی طبیعی و میگوهای تیمارهای غذای خشک باشد، درصورتیکه مقادیر مصرف غذاهای طبیعی مربوط به وزن تر آنها بود و در مورد وزن خشک به مراتب کمتر است و

magiran.com

حتی نزدیک به وزن غذاهای کنسانتره می‌باشد (Galgani *et al.*, 1989).

مجموع ۳ اسید چرب HUFA در غذاهای طبیعی حدود ۲ درصد وزن جیره است و در جیره ۳ درصد HUFA معادل ۳ درصد وزن جیره می‌باشد. یعنی مقدار اسیدهای چرب غذای طبیعی کمتر است.

براساس موارد فوق، مشاهده می‌شود که مقدار غذادهی بیشتر در جیره طبیعی تا حدودی با HUFA کمتر موجود در این جیره جبران گشته و سبب شد که نتایج هم‌آوری و قطر تخمک در این ۲ جیره نزدیک به هم باشد. همچنین طبق نتایج تحقیقات پیشین مقدار HUFA در تخم به تنهایی نمی‌تواند عامل اندازه و تعداد تخمها در جیره غذای طبیعی باشد بلکه ترکیبات دیگر نظیر پروتئین‌ها، ویتامین‌ها، مواد معدنی یا رنگدانه‌های غذا نیز در این زمینه نقش مهمی دارند (Djunaidah *et al.*, 2002 ;Cahu *et al.*, 1986).

با نگاهی به آنالیز غذاهای طبیعی مشخص می‌شود که در کرم پری نرئیس مقدار هر سه نوع اسید چرب ۶-n۳: C۲۰، ۳-n۵: C۲۰ و ۳-n۶: C۲۲ از سایر غذاهای طبیعی بالاتر است. در ضمن با توجه به اینکه در مطالعه حاضر مصرف کرم پری نرئیس توسط میگوها نسبت به مصرف ملالیس و ماهی مرکب بیشتر بود (بترتیب ۲۱ درصد به ۱۵ درصد و ۹ درصد توده زنده میگوها)، بنابراین اگر میگوهای جیره غذای طبیعی این مطالعه فقط با کرم پری نرئیس تغذیه می‌شدند، احتمالاً میزان هم‌آوری و قطر تخمک آنها از تیمار ۳ درصد HUFA هم بیشتر می‌گردید که این مطلب منطبق بر نتایج بررسی Wouters و همکاران (۲۰۰۱) می‌باشد. در این رابطه نتایج برخی از تحقیقات گذشته نیز بر نقش مؤثرتر کرمها نسبت به سایر غذاهای طبیعی در توسعه شاخصهای رسیدگی جنسی بدلیل داشتن اسیدهای چرب ضروری بالاتر آنها تأکید داشته است (Galgani *et al.*, 1989; Nascimento *et al.*, 1991).

در بررسی اسیدهای چرب تخمدان و هپاتوپانکراس مولدین تحقیق حاضر مشخص گردید که مقدار هر سه اسید چرب HUFA در تخمدان میگوهای تیمار HUFA ۱ درصد به طرز معنی‌داری از میگوهای سایر تیمارها کمتر بود ولی در هپاتوپانکراس میگوهای همین تیمار مقدار اسیدهای چرب HUFA به طرز معنی‌داری از سایر تیمارها بالاتر بود. بنابراین با توجه به اینکه کمترین هم‌آوری و قطر تخمک در تیمار HUFA ۱ درصد مشاهده شد احتمالاً دلیل آن عدم انتقال اسیدهای چرب از هپاتوپانکراس به تخمدان در فاصله مراحل ۳ و ۴ رسیدگی جنسی می‌باشد. این نتیجه که می‌تواند اهمیت لیپیدهای هپاتوپانکراس را در رسیدگی جنسی تخمدان میگوی پاسفید باشد با نتایج سایر تحقیقات که بترتیب روی گونه‌های *Penaeus kerathorus* و *Marsopenaeus japonicus* انجام گردیده است، مطابقت دارد (Mourente, 1990 ;Teshima *et al.*, 1988).

در این بررسی اسید چرب ۶n۳: C۲۲ در هپاتوپانکراس تمام تیمارها بیشترین مقدار را داشت در صورتیکه در تخمدانها اسید چرب ۵n۳: C۲۰ در بالاترین مقدار بود. این مطلب احتمالاً می‌تواند بیانگر تبدیل ۶n۳: C۲۲ به ۵n۳: C۲۰ در زمان انتقال از هپاتوپانکراس به تخمدان به منظور توسعه شاخصهای رسیدگی تخمدان باشد که نقش مهم اسید چرب ۳-n۵: C۲۰ در رسیدگی جنسی تخمدان مولدین ماده میگوی پاسفید نشان می‌دهد. البته در بررسی Cahu و Quazuguel در سال ۱۹۸۹، در زمان بلوغ تخمدان میگوی سفید هندی *Penaeus indicus* این فرآیند به شکل معکوس یعنی انتقال اسید چرب ۳-n۶: C۲۲ از هپاتوپانکراس به تخمدان و طویل شدن زنجیرهٔ اسید چرب و در نتیجه تبدیل شدن به ۳-n۶: C۲۲ رخ داده است که این تفاوت را می‌توان به اختلاف در ساختار بیوشیمیایی بدن این دو گونه میگو نسبت داد (Kanazawa *et al.*, 1977).

در فرآیند رسیدگی جنسی میگوها در تیمارهای این تحقیق تأثیر چندان آشکاری از HUFA جیره‌های غذایی که در سطوح ۱ و ۲ درصد بکار رفته بود روی هم‌آوری و قطر تخمکهای تخمدان دیده نشد. لذا می‌توان گفت که نسبتهای ۱ و ۲ درصد HUFA در جیره‌های غذایی حداقل به سه دلیل برای افزایش هم‌آوری و قطر تخمک مولدین میگوهای پاسفید مناسب نمی‌باشند:

۱) در این تحقیق افزایش سطح HUFA جیره غذایی منجر به افزایش هم‌آوری و قطر تخمک شد.

۲) نتایج برخی از پژوهش‌های پیشین بر سودمند بودن افزایش مقادیر HUFA جیره‌های غذایی در فرآیند تولید مثل و نیز کیفیت نسل بعد تأکید کرده‌اند (Cahu *et al.*, 1994, 1995; Wouters *et al.*, 2001 ;Xu *et al.*, 1994).

۳) در تحقیقات انجام شده مشخص گردید که HUFA در بدن میگوهای پنائیده سنتز نمی‌شود (Kanazawa *et al.*, 1977; Chang & O'Connor, 1983) یا اینکه براساس نظر Mourente در سال ۱۹۶۶ به مقدار کم سنتز می‌شود و بنابراین HUFA باید به میزان کافی در جیره موجود باشد.

magiran.com

با توجه به نتایج هم‌آوری و قطر تخمک، جیره‌های طبیعی و ۳ درصد HUFA می‌توانند برای توسعه مطلوب تخمدان میگوی پاسفید (البته در شرایط مساعد محیطی) مناسب باشند که با نتایج سایرین مشابهت دارد (Alava *et al.*, 1993 ;Cahu *et al.*, 1989; Wouters *et al.*, 2001).

تفاوت‌های بیوشیمیایی ساختار بدن گونه‌های مختلف میگو سبب می‌شود که حتی یک نوع تغذیه ثابت هم تأثیرات متفاوتی بر شاخصهای تولید مثل میگوهای مختلف داشته باشد (Kanazawa *et al.*, 1977). لذا نتایج بدست آمده از این تحقیق فقط مربوط به مولدین ماده میگوهای گونه *Litopenaeus vannamei* می‌باشد و نمی‌توان آنها را به سایر گونه‌ها عمومیت داد.

بهترین نتایج شاخصهای رسیدگی جنسی تخمدان میگوی پاسفید (هم‌آوری و قطر تخمک) از جیره غذای خشک حاوی بیشترین میزان HUFA (۳ درصد) بدست آمد، لذا پیشنهاد می‌گردد در آینده چنین مطالعاتی در سطوح بالاتر HUFA نیز صورت پذیرد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از آقایان مهندس فروتن و دکتر شکوری از کارخانه هوواراش، آقای دکتر آئین جمشید رئیس پژوهشکده میگوی کشور، آقای دکتر ناصر آق رئیس آزمایشگاه آنالیز شیمیایی دانشگاه ارومیه و سرکار خانم مهندس وکیلی کارشناس آزمایشگاه دانشکده علوم و فنون دریایی دانشگاه آزاد تهران شمال سپاسگزاری می‌گردد.

منابع

ارشدی، ع. ؛ کمالی، ا. ؛ متین‌فر، ع. ؛ احسانی، ر. و میردار هریجانی، ج. ، ۱۳۸۶. مقایسه شاخصهای رشد، بازماندگی و ضریب تبدیل غذایی میگوی ببری سبز و میگوی سفید هندی در سایت پرورشی حله استان بوشهر. مجله علمی شیلات ایران، شماره ۴، سال شانزدهم، زمستان ۱۳۸۶، صفحات ۲۷ تا ۳۳.

فائو، ۱۳۸۶. مدیریت بهداشتی و حفظ امنیت زیستی کارگاههای تکثیر میگوی پاسفید غربی در آمریکای لاتین. مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۲ صفحه.

Alava V.R., Kanazawa A., Teshima S.I. and Koshio S., 1993. Effect of dietary phosphor-lipids and n-3 highly unsaturated fatty acids on ovarian development of Kuruma prawn. Nippon suisan Gakkaishi. 59:345-351.

Broke J.A. and Main K.L., 1994. A guide book to the common problems and diseases of cultured *Penaeus vannamei*. The Oceanic Institute Publication. 241P.

Cahu A. and Quazuguel P., 1989. Lipid metabolism of *Penaeus indicus* broodstock: Influence of dietary lipids. European Aquaculture Society. EAS Special Publication. 10:45-46.

Cahu C., Faurel C. and Aquacop, 1986. Effect of food fatty acid composition of *P. vannamei* broodstock on egg quality. Mariculture committee, C.M.F. pp.28-37.

Cahu C., Guilaume J.C., Stephen G. and Chim L., 1994. Influence of phospholipid and highly unsaturated fatty acids on spawning rate, egg and tissue composition in *Penaeus vannamei* fed semi purified diets. Aquaculture, 126:159-170.

Cahu C.L., Guzan G. and Quazuguel P., 1995. Effect of highly unsaturated fatty acids, Alpha-tocopherol and ascorbic acid in broodstock diet on egg composition and development of *Penaeus indicus*. Comparative Biochemistry and Physiology. 112:417-424.

Chang E. and O'Connor J., 1983. Metabolism and transport of carbohydrates and lipids. The biology of Crustacea (ed. D.E. Bliss). pp.263-287.

Djunaidah S., Wille M., Kontara E.K. and Sorgeloos P., 2002. Reproductive performance and off spring quality in mud crab (*Scylla paramamosain*) broodstock fed different diets. Aquaculture International. Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. 11:3-15.

magiran.com

Friedland K.D., Ama-Abassi D., Manning M., Clarke L., Kligys G. and Chambers R.C., 2005. Automated egg counting and sizing from scanned images: Rapid sample processing and large volumes for fecundity estimates. Journal of Sea Research, 54:307-316.

Galgani M.L., Cuzon G., Galgani F. and Gogenheim J., 1989. Influence of regime alimentaire of reproduction in captivated *Penaeus indicus*. Aquaculture, 81:337-350.

Harrison K.E., 1990. The role of nutrition in maturation, reproduction and embryonic development of decapod crustaceans: A review. Journal of Shellfish Research, 9:1-28.

Kanazawa A., Teshima S.I. and Tokiwa S., 1977. Nutritional requirements of prawn. Effect of dietary lipids on growth. Bulletin of Japanese Society of Scientific Fisheries, 43:849-856.

Kayama M.,Hirata M., Kanazawa A., Tokiwa S. and Satio M., 1980. Essential fatty acids in the diet prawn- III. Lipid metabolism and fatty acid composition. Bulletin of Japanese Society Scientific Fish, 46:483-488.

Leiboritz B.E., Hu M.L. and Tappel A.L., 1987. Lipid proxidation in rat tissue slices: Effect of dietary vitamin E, corn oil-lard and menhaden oil. Journal of Lipids, 10:125-129.

Lytle J.S., Lytle T.F. and Ogle J.T., 1990. Polyunsaturated fatty acid profiles as a Mead R.; comparative tool in assessing maturation diets of *Penaeus vannamei*. Aquaculture, 89:287-299.

Mead R., Curnow R.N. and Hasted A.M., 1993. Statistical methods in agriculture and experimental biology. Champen and Hall. London, UK. pp.227-235.

Middleditch B.S., Missler S.R., Ward D.G., McVey J.B. Brown A. and Lawrence A.L., 1979. Maturation of penaeid shrimp: Dietary fatty acids. Proceeding of the World Mariculture Society. 10:472-476.

Mourente G., 1966. Effects of salinity and dietary DHA (C22:6n3) content on lipid composition and performance of *P. kerathurus* post larvae. Marine Biology, 128:280-298.

Mourente G., 1990. In vitro metabolism of C-14-polyunsaturated fatty acid in midgut gland and ovary cells from *Penaeus kerathurus* Forskal at the beginning of sexual maturation. Comparative Biochemical and Physiology, 115:255-266.

Nascimento I.A., Bray W.A., Trujillo L.J.R. and Lawrence A., 1991. Reproduction of ablated and unablated *Penaeus schmitti* in captivity using diets consisting of fresh-frozen natural and dried formulated feeds. Aquaculture, 99:387-398.

Teshima S. and Kanazawa A., 1988. Nutritive value of sterols for the juvenile prawn. Bulletin of Society Scientific Fish, 52:1417-1422.

Wouters R., Gomez L., Lavens P. and Calderon J., 1999. Feeding enriched Artemia biomass to *Penaeus vannamei* broodstock: Its effect on reproductive performance and larval quality. Journal of Shellfish Research, 18:651-656.

Mouters R., Nieto J. and Sorgeloos P., 2000. Artificial diets for penaeid shrimp. Global Aquaculture Advocate. 3:61-62.

Wouters R., Pigauve X., Bastidas L., Calderon J. and Sorgeloos P., 2001. Ovarian maturation and haemolymphatic vitellogenin concentration of Pacific white shrimp *Litopenaeus*

magiran.com

vannamei (Boone) fed increasing levels of total dietary lipids and HUFA. Aquaculture Research, 32:573-582.

Xu X.L., Ji W.L., Castel J.D. and Odor R.K., 1994. The nutritional value of dietary n-3 and n-6 fatty acids for the Chinese prawn (*Penaeus chinensis*). Aquaculture, 118:277-285.

magiran.com

Comparative study of the effects of HUFA in dry diets and natural foods on fecundity and egg diameter of female broodstock of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*)

Matinfar A.[1] ; Emadi H.[2] ; Ghorbani Vaghei R.[3] ; Mirheydari S.M.[4]* and Abdollahbeygi H.[5]

S.mehdi_mirheydari@yahoo.com

1- Iranian Fisheries Research Organization, P.O.Box:14155-6116 Tehran, Iran

2, 4 & 5- Faculty of Marine Science and Technology, Islamic Azad University, North Tehran Branch, No. 14, Shahid Falahi Ave., Zip cod: 1987974635, Tehran, Iran

3- Iran Shrimp Research Center, P.O.Box:1374 Bushehr, Iran

Received: January 2008 Accepted: June 2009

Keywords: *Litopenaeus vannamei*, HUFA, Fecundity, Egg

Abstract

During 2 months (from April to June, 2008) we studied the suitable quantity of Highly Unsaturated Fatty Acids (HUFA) for desirable fecundity and egg diameter of female broodstock of white leg shrimp (*Litopenaeus vannamei*). Similar dry food containing Isonitrogeneous material (31.5% protein) and Isolipid (6.9% lipid) was used but with different levels of HUFA (1, 2 and 3%). Also, the HUFA of natural foods (Perinereis worm, melalis bivalvia and cuttlefish) was analyzed. We compared the effects of four levels of dietary HUFA (1, 2 & 3 % HUFA of dry diets and the average HUFA of natural diets) on fecundity and egg diameter of female broodstock of white leg shrimp. The fecundity and egg diameter of natural diet and HUFA 3% were not significantly different ($P>0.05$). The fecundity of natural diet and HUFA 3% was significantly higher than the other two treatments ($P<0.05$) and also the egg diameter of HUFA 3% and natural diet was significantly higher than the other two treatments ($P<0.05$). According to the results of fecundity and egg diameter measurements, both natural and HUFA 3% diets are suggested as suitable for white leg shrimp breeding.

* Corresponding author