

اثرات جایگزینی جلبک *Dunaliella salina* با سبوس گندم و برنج و پروبیوتیک بر شاخص های رشد، تجزیه تقریبی بدن و ترکیب *Artemia franciscana* چرب

شاه نور عشقی^۱، فرزانه نوری^{۲*}، احمد ایمانی^۱، ناصر آق^۲

* f.noori@urmia.ac.ir

۱- گروه شیلات، دانشکده منابع طبیعی، دانشگاه ارومیه، ارومیه

۲- پژوهشکده آرتمیا و آبزی پروری، دانشگاه ارومیه، ارومیه

تاریخ پذیرش: اسفند ۱۳۹۵

تاریخ دریافت: مهر ۱۳۹۵

کلمات کلیدی: سبوس گندم، سبوس برنج، تجزیه و تحلیل تقریبی، اسید های چرب، پروبیوتیک، *Artemia franciscana*

تیمارهای غذایی شامل ۸ تیمار که هر کدام درصدی از سطح جایگزینی جلبک *D. salina* با سبوس گندم، سبوس برنج و ترکیب آن ها و پروبیوتیک بود. اجزاء تشکیل دهنده ۸ جیره غذایی به همراه علائم اختصاری در جدول ۱ و میزان اسیدهای چرب در هر گرم نمونه سبوس گندم و سبوس برنج در جدول ۲ نشان داده شده است. مبنای انتخاب تیمارها بر اساس درصد جایگزینی جلبک بود.

مطالعه حاضر جایگزینی جلبک *Dunaliella salina* (غذای متداول مورد استفاده جهت کشت آرتمیا) با سبوس گندم، سبوس برنج و ترکیب آن ها (به عنوان منابع غذایی ارزانقیمت و در دسترس) به همراه پروبیوتیک *L. rhamnosus* GG را بر شاخص های رشد، ترکیب لشه و اسیدهای چرب زیتده آرتمیا مورد بررسی قرار می دهد که می تواند در بهینه سازی تولید انبوه زیتده آرتمیا و سرانجام توسعه پایدار صنعت رو به رشد آبزی پروری کشور راهگشا باشد.

جدول ۱: تیمارهای غذایی و اجزای تشکیل دهنده جیره های غذایی

تیمار غذایی	تیمارهای غذایی	اجزاء جیره غذایی	نام اختصاری تیمار
۱		جلبک (٪۱۰۰) <i>Dunaliella salina</i>	[DS]
۲		سبوس گندم (٪۱۵) + <i>Dunaliella salina</i> (٪۸۵) جلبک	[WB+DS]
۳		سبوس برنج (٪۱۵) + <i>Dunaliella salina</i> (٪۸۵)	[RB+DS]
۴		سبوس گندم (٪۴۲/۵) + سبوس برنج (٪۴۲/۵) + جلبک (٪۱۵) <i>Dunaliella salina</i>	[WB+RB+DS]
۵		لبک (٪۹۰) <i>Dunaliella salina</i> + پروبیوتیک (٪۱۰) <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	[DS+PRO]
۶		سبوس گندم (٪۷۵) + جلبک (٪۱۵) <i>Dunaliella salina</i> + پروبیوتیک (٪۱۵) <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	[WB+DS+PRO]
		(٪۱۰)	

ادامه جدول ۱:

[RB+DS+PRO]	<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	سبوس برنج (٪۷۵) + جلبک (٪۱۵) <i>Dunaliella salina</i> + پروبیوتیک	۷
[WB+RB+DS+PRO]	<i>Dunaliella salina</i> (٪۱۵) + جلبک سبوس گندم (٪۳۷/۵) + سبوس برنج (٪۳۷/۵)	سبوس گندم (٪۳۷/۵) + سبوس برنج (٪۳۷/۵) + جلبک	۸
	(٪۱۰) <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	(٪۱۰) <i>Lactobacillus rhamnosus</i>	
۱/۵ لیتری حاوی یک لیتر آب با شوری ۸۰ گرم در لیتر به تعداد ۵۰۰ ناپلی در لیتر انجام گرفت. شرایط فیزیکی محیط برای تفریخ سیست ها و پرورش آرتیما مهیا گردید. همچنین، غذاهی آرتیما روزانه در ۲ نوبت انجام گرفت (Coutteau <i>et al.</i> , 1992) و عمل تعویض آب در روزهای ۱۱، ۱۴ و ۱۷ پرورش صورت پذیرفت. نرخ رشد ویژه (SGR) و ضریب تبدیل غذایی (FCR) گروه های مختلف (DeSilva & Anderson, 1995) به همراه ترکیب لاشه هر کدام از تیمارهای آزمایشی (شامل درصد رطوبت و ماده خشک، درصد چربی و درصد خاکستر لاشه) طبق روشهای استاندارد تعیین شد (AOAC, 1990). برای استخراج چربی از دی اتیل اتر در دمای ۴۰ درجه سانتیگراد استفاده شد و جهت آنالیز اسیدهای چرب از روش استخراج مستقیم متیل استر و تزریق متیل استر به دستگاه کروماتوگرافی گازی استفاده بعمل آمد. درصد هر اسید چرب به کل اسیدهای چرب هر نمونه با مقایسه سطح زیر منحنی های هر اسید چرب با سطح زیر منحنی استاندارد داخلی محاسبه شد (Lepage & Roy, 1984).	پرورش جلبک تک سلولی در شوری ۱۱۰-۱۲۰ گرم در لیتر، دما ۲۴-۲۵ درجه سانتیگراد، نور ۲۰۰۰ لوکس، pH ۸/۳-۸/۷ هوادهی مستمر و گرفت. سبوس گندم و سبوس برنج ابتدا توسط یک آسیاب برقی در حد ۵۰۰-۳۰۰ میکرون آسیاب شده و به یک بشر ۵ لیتری منتقل گردیدند. پس از افزودن آب مقطّر و هوادهی شدید به مدت ۱ ساعت، مواد اضافی چسبیده به پوسته سبوس از آن زدوده شد. جهت تغذیه آرتیما طی ۸ روز نخست پرورش از سوسپانسیون سبوس فیلتر شده با صافی ۳۰ میکرونی استفاده گردید و پس از آن تا پایان دوره پرورش (روز ۱۷) برای فیلتر کردن سوسپانسیون از الک ۵۰ میکرونی استفاده شد. سوسپانسیون فیلتر شده نخست در انکوباتور در دمای ۳۸ درجه سانتی گراد به مدت ۲۴ ساعت خشک شد و سپس جهت حفظ حالت مطلوب تا زمان تغذیه در یخچال نگهداری گردید (Ownagh <i>et al.</i> , 2015).		
	باکتری <i>L. rhamnosus</i> GG به صورت لیوفیلیزه از سازمان پژوهش‌های علمی و صنعتی کشور خریداری و تحت شرایط استریل در محیط کشت MRS broth به مدت ۲۴ ساعت در شرایط هوایی و دمای ۳۰ درجه سانتی گراد کشت گردید. پس از رشد باکتریها (ایجاد کدورت)، محیط های کشت به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتیگراد تحت ۲۵۰۰ دور در دقیقه سانتریفیوژ شدند. پس از این مرحله، محلول رویی دور ریخته شده و رسوب حاصل ۲ مرتبه با سرم فیزیولوژی استریل شستشو شدند (Oshnukhah <i>et al.</i> , 2013). در نهایت باکتری ها بسته به نوع تیمار غذایی و تعداد باکتری براساس سهم درصدی آنها جهت تغذیه آرتیما به محیط پرورش اضافه شدند.		

A. (INVE Aquaculture, Belgium) سیست های (INVE Aquaculture, Belgium) با استفاده از روش *franciscana* (۱۹۸۶) Sorgeloos گشایی شدند. پرورش آرتمیا در ظروف پلاستیکی

جدول ۳: ضریب تبدیل غذایی و درصد خاکستر آرتیما فرانسیسکانا *A. franciscana* تغذیه(Mean \pm SE, n=6)

درصد خاکستر	ضریب تبدیل غذایی	جیره غذایی
۹/۹۵ \pm ۰/۰۷ ^a	۵/۴۲ \pm ۰/۱۷ ^b	<i>D. salina</i> جلبک
۱۲/۱۵ \pm ۰/۲۹ ^b	۱/۵۱ \pm ۰/۰۳ ^a	سبوس گندم
۱۱/۱۲ \pm ۰/۳ ^{ab}	۱/۶۸ \pm ۰/۰۴ ^a	سبوس برنج
۱۰/۰۵ \pm ۰/۳۱ ^a	۱/۶ \pm ۰/۰۸ ^a	سبوس گندم/سبوس برنج

* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار آماری می باشدند ($p<0/05$)جدول ۴: نرخ رشد ویژه و ترکیب لاشه آرتیما فرانسیسکانا *A. franciscana* تغذیه شده با جیره مختلف غذایی در پایان آزمایش(Mean \pm SE, n=3)

تیمار	%SGR	درصد رطوبت لاشه	درصد ماده خشک	چربی کل
۱	۲۸/۰۳ \pm ۰/۰۳ ^a	۸۸/۴۳ \pm ۰/۰۹ ^b	۱۱/۵۷ \pm ۰/۱۳ ^c	۷/۵۸ \pm ۰/۵۷ ^a
۲	۲۸/۱۳ \pm ۰/۰۲ ^a	۸۷/۳ \pm ۰/۱۲ ^b	۱۲/۷ \pm ۰/۱۲ ^d	۲۱/۱ \pm ۰/۹۶ ^d
۳	۲۸/۰۱ \pm ۰/۰۴ ^a	۸۷/۱۳ \pm ۰/۰۵ ^b	۱۲/۸۷ \pm ۰/۰۵ ^d	۱۴/۷۷ \pm ۰/۴۸ ^c
۴	۲۷/۹۷ \pm ۰/۰۵ ^a	۹۱/۱۵ \pm ۰/۵۵ ^c	۷/۹۷ \pm ۰/۰۸ ^a	۷/۲۸ \pm ۰/۰۵ ^a
۵	۲۷/۹۷ \pm ۰/۰۶ ^a	۸۸/۲۳ \pm ۰/۰۹ ^b	۱۱/۷۷ \pm ۰/۰۹ ^{cd}	۷/۹۶ \pm ۰/۰۲ ^{ab}
۶	۲۸/۱ \pm ۰/۰۴ ^a	۸۲/۳۳ \pm ۰/۰۵ ^a	۱۷/۶۷ \pm ۰/۰۵ ^e	۱۰/۳۲ \pm ۰/۰۳ ^b
۷	۲۸/۰۲ \pm ۰/۰۳ ^a	۸۲/۹۳ \pm ۰/۱۸ ^a	۱۷/۰۷ \pm ۰/۱۸ ^e	۱۶/۵۱ \pm ۰/۰۳ ^c
۸	۲۸/۱۵ \pm ۰/۰۴ ^a	۹۰/۱۵ \pm ۰/۱۹ ^c	۹/۸۵ \pm ۰/۱۹ ^b	۱۰/۳۶ \pm ۰/۰۴ ^b

* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار آماری می باشدند ($p>0/05$)

(*D. salina*) در مقایسه با سایر تیمارهای مورد مطالعه بیشترین میزان (۰/۳۲ \pm ۰/۱۴) میلی گرم در هر گرم بافت مرطوب آرتیما و در تیمار سبوس برنج به همراه پروبیوتیک کمترین مقدار (۰/۰۰۳ \pm ۰/۰۰۳) میلی گرم در هر گرم بافت مرطوب آرتیما بود ($p<0/05$). در خصوص *D. salina* DHA بیشترین میزان مربوط به تیمار جلبک ($2/۵۳ \pm ۰/۰۲$) ۲/۰۵ \pm ۰/۰۲ میلی گرم در هر گرم بافت مرطوب آرتیما بود ($p<0/05$).

بیشترین میزان MUFA و اسید چرب لینولئیک در تیمار دوم (سبوس گندم (٪/۸۵) + جلبک (٪/۱۵) و کمترین مقدار آن ها در گروه هفت (سبوس برنج (٪/۰/۷۵)+جلبک (٪/۱۵)+پروبیوتیک (*D. salina* (٪/۱۰)) و یک مشاهده گردید ($p<0/05$). جدول ۴. گروه یک بیشترین و گروه هشت کمترین میزان اسید آراشیدونیک را داشتند ($p>0/05$). محتوای اسید چرب EPA در تیمار یک (تغذیه شده جلبک

جدول ۵: پروفیل اسید چرب زیستوده آرتیمای پرورش یافته تحت تیمارهای مختلف در پایان آزمایش (Mean \pm SE, n=3)

تیمار	SFA	MUFA	LAN	ARA	EPA	DHA
۱	۱۱/۹۰ \pm ۲/۵۴ ^a	۱۸/۵۶ \pm ۳/۲۲ ^a	۶/۸۹ \pm ۱/۲۰ ^a	۱/۰۷ \pm ۰/۷۱ ^a	۰/۳۲ \pm ۰/۱۴ ^b	۲/۵۳ \pm ۰/۰۲ ^b
۲	۱۹/۳۶ \pm ۰/۴۲ ^b	۳۲/۸۷ \pm ۴/۶۷ ^b	۱۰/۷۹ \pm ۱/۴۳ ^c	۱/۱ \pm ۰/۶۲ ^a	۰/۱۶ \pm ۰/۰۲۴ ^{ab}	۰/۲۳۷ \pm ۰/۰۴۴ ^a
۳	۱۴/۶۰ \pm ۰/۳۳ ^{ab}	۲۸/۰۱ \pm ۰/۲۰ ^{ab}	۸/۲۹ \pm ۰/۲۱ ^{bc}	۰/۰۷ \pm ۰/۰۱۲ ^a	۰/۰۷ \pm ۰/۰۱۲ ^a	۰/۲۲۲ \pm ۰/۱۶۴ ^a
۴	۱۱/۵۴ \pm ۱/۱ ^{ab}	۲۳/۲۰ \pm ۱/۶۱ ^{ab}	۶/۴۱ \pm ۰/۰۵۴ ^a	۰/۲۸ \pm ۰/۱۱ ^a	۰/۰۳۴ \pm ۰/۰۲ ^a	۰/۰۰۹ \pm ۰/۰۰۴ ^a
۵	۱۲/۶۸ \pm ۱/۴ ^a	۱۹/۰۷ \pm ۱/۳ ^a	۷/۱۲ \pm ۰/۰۵۳ ^b	۰/۴۸ \pm ۰/۰۴۸ ^a	۰/۱۵ \pm ۰/۰۳۶ ^{ab}	۰/۲۴۵ \pm ۰/۰۳۴ ^a

ادامه جدول ۵						
۰/۰۲۳±۰/۰۰۳ ^a	۰/۰۳±۰/۰۲ ^a	۰/۸۲±۰/۰۱ ^a	۷/۰۷±۱/۴۹ ^b	۱۸/۹۷±۳/۰۳ ^a	۱۲/۱۹±۲/۲۴ ^a	۶
۰/۰۰۹±۰/۰۰۵ ^a	۰/۰۰۳±۰/۰۰۳ ^a	۰/۶۴±۰/۰۴۲ ^a	۵/۲۶±۰/۰۲۷ ^a	۲۰/۲۷±۱/۰۱ ^{ab}	۱۰/۵۳±۰/۰۶۷ ^{ab}	۷
۰/۰۰۲۳±۰/۰۰۲ ^a	۰/۰۲۳±۰/۰۱۶ ^{ab}	۰/۰۲۲±۰/۰۱۶ ^a	۶/۰۸۵±۰/۰۰۸۷ ^b	۲۴/۹۳±۳/۰۶۹ ^{ab}	۱۳/۵۰±۲/۰۶۳ ^{ab}	۸

* حروف مشابه در هر ستون نشان دهنده عدم وجود اختلاف معنی دار آماری می باشند ($p > 0/05$)

تک سلولی علیرغم هزینه بالای آن منجر به تولید بالا نمی شود.

ترکیب جیره غذایی مورد استفاده برای تغذیه *A. franciscana* موجب تغییر شاخص های تغذیه ای و ترکیب لاشه آرتمیاهای گروه های مختلف آزمایشی گردید. چنین حساسیتی به جیره غذایی در است (Vismara *et al.*, 2003; Noori *et al.*, 2012).

Anh و همکاران (۲۰۰۹) محتوای چربی کل *A. franciscana* پرورش یافته در استخراج های خاکی را در هفته سوم تحت تیمارهای جلبک سبز، کود آلی (کود خوک)، سبوس برنج و پودر سویا به ترتیب برابر با ۱۰/۶۹، ۱۱/۰، ۱۱/۵۸ و ۱۱/۱ درصد گزارش نمودند ولی بین درصد چربی در تیمارهای مختلف اختلاف معنی داری مشاهده نکردند ولی با گذشت زمان (یعنی از هفته پنجم تا هفته دوازدهم زندگی) محتوای چربی کاهش یافت. در تحقیق حاضر نیز بیشترین میزان چربی کل مربوط به تیمار سبوس گندم به همراه جلبک *D. salina* (۲۰۰۴) (Tetraselmis suecica Letecia و Teresita) بود. درصد ۲۱/۱۰±۰/۹۶ درصد) بود. میزان چربی کل را در *A. franciscana* تغذیه شده با جلبک سبز اسپیروولینا و سبوس برنج به ترتیب ۱۰/۸ و ۶/۵۴ درصد گزارش کردند. کمترین درصد چربی کل در مطالعه حاضر مربوط به تیمار ترکیبی سبوس گندم و سبوس برنج با جلبک (۷/۰۸±۰/۰۵۶) (درصد) و تیمار جلبک *D. salina* (۷/۰۵۸±۰/۰۵۷) (درصد) بود که با نتایج کمترین میزان چربی کل تحقیق فوق همخوانی دارد. بر اساس یافته های Teresita و Letecia (۲۰۰۴) میزان خاکستر آرتمیاهای تغذیه شده با کنجاله سویا، اسپیروولینای خشک، اسپیروولینای مرطوب، سبوس برنج و گروهی که از محیط طبیعی صید شده بودند به ترتیب معادل ۱۰/۷۷، ۱۹/۱، ۸/۷، ۱۵/۴ و ۳۳/۹ درصد وزن

آرتمیای دریاچه ارومیه تغذیه شده با جلبک تک سلولی *D. tertiolecta* و مخمر نانوایی به ترتیب از نرخ رشد ویژه ۱۸/۴ و ۲۲/۳ درصد برخوردار بودند (بهروان، ۱۳۸۹). بر اساس نتایج محقق فوق، نرخ رشد ویژه ۲۲/۶ *D. tertiolecta* *A. franciscana* درصد بود. نرخ رشد ویژه مطالعه فوق نسبت به نتایج تحقیق حاضر بویژه در تیمار غذایی *D. salina* چه بدون *L. rhamnosus* پروبیوتیک و چه همراه پروبیوتیک (٪۲۸) بسیار پائین می باشد. همچنین در مطالعه Ownagh و همکاران (۲۰۱۱) روی دو سویه آرتمیای دریاچه ارومیه و بکراز، نرخ رشد ویژه تیمارهای مختلف غذایی در دامنه ۳۱/۳ و ۳۳/۶ درصد بود، که تا حدی مشابه نتایج مطالعه حاضر بود.

در سال ۲۰۰۴ و Teresita ضریب تبدیل غذایی ۰/۰۲۵ را با استفاده از سبوس برنج و جلبک سبز *Tetraselmis suecica* در شرایط آزمایشگاهی در بطری های ۱/۵ لیتری بدست آوردند. Ownagh و همکاران (۲۰۱۱) مقادیر ضریب تبدیل غذایی ۰/۰۲۱۹ و ۰/۰۲۲۲ را برای آرتمیای دریاچه ارومیه و مقادیر ۰/۰۲۳۵ و ۰/۰۲۳۸ را برای آرتمیای دریاچه ارومیه و مقادیر ۰/۰۱۷۸ و ۰/۰۲۱۶ را برای آرتمیای بکراز به ترتیب تغذیه شده با سبوس گندم، سویا و مخلوط سبوس گندم/سویا گزارش دادند. Shpigel و Zmora (۲۰۰۶) ضریب تبدیل غذایی ۰/۰۲۵-۰/۰۱۷ را در تغذیه ترکیبی آرتمیا با جلبک سبز، مخمر و پودر سویا در یک سیستم چرخشی گزارش کردند. البته، Vanhaecke و Sorgeloos (۱۹۸۹) ضریب تبدیل ۳-۷ را در پرورش آرتمیا در درجه حرارت های مختلف در یک سیستم پرورشی گستردۀ با استفاده از جلبک سبز *D. tertiolecta* گزارش کردند، که با نتیجه تحقیق حاضر بویژه گروه تغذیه شده با *D. salina* مطابقت داشت. نتایج حاکی از آنست که استفاده از جلبک

آبزیان نیازمند مطالعه سایر ترکیبات لاشه آرتمیا از جمله کربوهیدرات‌هاست.

منابع

- Anh, N.T.N., Van Hoa, N., Van Stappen, G. and Sorgeloos, P., 2009.** Effect of different supplemental feeds on proximate composition and Artemia biomass production in salt ponds. *Aquaculture*, 286(3): 217-225.
Doi: 10.1016/j.aquaculture.2008.09.030
- AOAC., 1990.** Official method of analysis. Association of official Analytical Chemists, Arlington, USA No. 934.06.
- Coutteau, P., Brendonck, L., Lavens, P. and Sorgeloos, P., 1992.** The use of manipulated baker's yeast as an algal substitute for the laboratory culture of Anostraca. *Hydrobiologia*, 234(1): 25-32.
DOI: 10.1007/BF00010776
- Lepage, G. and Roy, C.C., 1984.** Improved recovery of fatty acid through direct transesterification without prior extraction or purification. *Journal of Lipid Research*, 25(12): 1391-1396.
- Noori, F., Van Stappen, G. and Sorgeloos, P., 2012.** Preliminary study on the activity of protease enzymes in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*, Borodin, 1897) larvae in response to different diets: effects on growth and survival. *Aquaculture Research*. 10: 198-207.
Doi: 10.1111/j.1365-2109.2011.02816.x

خشک آنها بود. در تحقیق حاضر درصد خاکستر جیره‌غذایی سبوس برنج ($11/12 \pm 0/3$) در مقایسه با تیمار سبوس برنج مطالعه فوق ($15/4$ درصد) کمتر بود، که شاید به خاطر سهم جلبک در جیره غذایی یا تفاوت در کیفیت سبوس برنج مصرفی باشد.

در تحقیقی که Lim و همکاران (۲۰۰۱) انجام دادند مقدار اسیدهای چرب لینولئیک و لینولنیک زیستوده گندم/سویا را بترتیپ $15/4$ و $1/7$ میلی گرم در هر گرم وزن خشک گزارش نمودند. در تحقیق حاضر بیشترین مقدار اسید لینولنیک مربوط به تیمار سبوس گندم-جلبک ($10/79 \pm 1/43$) میلی گرم در هر گرم بافت مرطوب آرتمیا) و اسید لینولنیک در تیمار سبوس گندم-پروبیوتیک ($5/39 \pm 2/99$ میلی گرم در هر گرم بافت مرطوب آرتمیا) بدست آمد، که تفاوت آن‌ها با نتایج پژوهشگران فوق می‌تواند به دلیل جیره غذایی مورد استفاده باشد. همچنین Teresita Leticia (۲۰۰۴) در تحقیقی نشان دادند که مقدار کم اسیدهای چرب EPA و DHA آرتمیای تغذیه شده با سبوس برنج به خاطر ارزش غذایی کم سبوس برنج می‌باشد. در تحقیق حاضر نیز تمامی نمونه‌ها به غیر از تیمار تغذیه شده با *D. salina* دارای مقدادی پائینی از این دو اسید چرب مهم بودند.

با توجه نتایج حاصل می‌توان چنین بیان نمود که در کنار تیمار تغذیه شده با جلبک، جیره‌های غذایی مورد استفاده در تیمارهای ۲ (سبوس گندم $1/85$) + جلبک *D. salina* ($1/15$) و ۳ (سبوس برنج $1/85$) + جلبک *D. salina* ($1/15$) به دلیل وجود نسبت مناسب DHA/EPA در ترکیب اسیدهای چرب زیستوده آرتمیا، برای اهداف آبزی پروری مناسب باشد. علاوه بر این، تیمارهای یاد شده از نظر سایر شاخص‌های نظیر چربی کل، میزان خاکستر (شاخصی از مواد معدنی) و درصد ماده خشک لاشه و همچنین ضریب تبدیل غذایی وضعیت بهتری نسبت به سایر گروه‌های آزمایشی از خود نشان دادند. همچنین جایگزینی جلبک *D. salina* تا 85 درصد با محصولات جانبی کشاورزی نتایج قابل قبولی را سبب شد. نتیجه گیری نهایی و ارائه جیره غذایی مناسب برای تغذیه آرتمیا به منظور استفاده نهایی از آن به عنوان منبع غذایی

- Oshnukhah, M., Tukmehchi, A. and Farrokhi, 2013.** Comparision the effect of different species of *Lactobacillus casei* probiotic on growth and immune of Rainbow trout, Iranian Veterinary, 9(4): 25-35.
- Ownagh, E., Agh, N. and Noori, F., 2011.** Optimizing the technique for replacement of unicellular algae with agricultureal by-products in feeding *Artemia urmiana* and parthenogenetic Artemia, Iranian Scientific Fisheries Journal, 20(3): 11- 22.
- Ownagh, E., Agh, N. and Noori, F., 2015.** Comparison of the growth, survival and nutritional value of *Artemia* using various agricultural by- products and unicellular algae *Dunaliella salina*, Iranian Journal of Fisheries Sciences, 14(2): 358- 368.
- Sorgeloos, P., 1986.** Manual for the culture and use of brine shrimp *Artemia* in aquaculture.
- Teresita, D.N.J.M. and Leticia, G.R., 2004.** Biomass production and nutritional value of *Artemia* sp. (Anostraca: Artemiidae) in Campeche, Mexico. Revista of Biology Tropical, 53: 447- 454.
DOI: <http://dx.doi.org/10.15517/rbt.v53i3-4.14613>
- Vanhaecke, P. and Sorgeloos, P., 1989.** International Study on *Artemia*. XLVII. The effect of temperature on cyst hatching, larval survival and biomass production for different geographical strains of brine shrimp *Artemia* spp. Annual Society research zoology. Belgium, 119: 7-23.
DOI: 10.1023/A:1014510730467
- Vismara, R., Vestri, S., Barsanti, L. and Gualtieri, P., 2003.** Diet-induced variations in fatty acid content and composition of two on-grown stages of *Artemia salina*. Journal of applied phycology, 15(6): 477-483. DOI: 10.1023/B:JAPH.0000004323.11424.bb
- Zmora, O. and Shpigel, M., 2006.** Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. Aquaculture, 255(1): 488-494.
DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.01.018.

The effects of substituting *Dunaliella salina* algae with agricultural by-products and probiotic *Lactobacillus rhamnosus* on growth indices, proximate body composition and fatty acids profiles of *Artemia franciscana*

Eshghi S.¹; Noori F.^{*2}; Imani A.¹; Agh N.²

^{*} f.noori@urmia.ac.ir

1-Department of Fisheries, Faculty of Natural Resources, Urmia University

2- Department of Biology and Aquaculture, Urmia Lake Research Institute, Urmia University

Abstract

The aim of this study was to evaluate the effect of partial replacement of *Dunaliella salina* algae with wheat and rice bran and *Lactobacillus rhamnosus* probiotic on growth indices, approximate qualitative factors and the fatty acid profile of *Artemia franciscana* during 17 days culture period. The present research was designed as a 2×4 factorial experiment in a completely randomized design with 8 treatments and three replicates. The treatments were different in terms of the type of diet (wheat bran, rice bran, mixture of wheat bran, rice bran and *Dunaliella salina* algae) and also in the probiotic level (0 and 10 percent of daily diet). At the end of experiment the samples were collected to measure the growth parameters, carcass composition, and fatty acid analysis. The results indicated that the *Artemia* in treatment 2 (85% wheat bran, 15% *D. salina*) exhibited the highest level of total fat (21%), saturated fatty acids, SFA, ($11.90 \pm 2.54 \text{ mg g}^{-1}$ wet tissue), unsaturated fatty acid with one double bond, MUFA, ($18.56 \pm 3.22 \text{ mg g}^{-1}$ wet tissue), linoleic acid, LAN, ($10.79 \pm 1.43 \text{ mg g}^{-1}$ wet tissue), ash ($12.15 \pm 0.29\%$) and the lowest food conversion rate, FCR, (1.51 ± 0.03) compared to other treatments ($p<0.05$). Moreover the treatment 4 (42/5% wheat bran, 42/5% rice bran, 15% *D. salina*) demonstrated lowest level of specific growth rate (SGR), (27.97 ± 0.05) and dry weight percentage of carcass ($7.98 \pm 0.08\%$) among other treatments. The treatment 1 (100% *D. salina*) showed the lowest ash and the highest FCR and DHA and EPA fatty acids compared to other treatments ($p<0.05$). Finally we can conclude that wheat bran and combination of wheat bran with probiotic may be the most suitable alternative food to replace *D. salina* in *A. franciscana* diet.

Keywords: Wheat bran, Rice bran, Approximate analysis, Fatty acids, Probiotics, *Artemia franciscana*

*Corresponding author