فصلنامه علمی ـ پژوهشی

دورهٔ ۵، شمارهٔ ۳، پاییز ۱۳۹۵، صفحه ۳۱- ۵۰

تاثیر متقابل زئولیت و سطوح شوری بر رشد و پارامترهای تولیدمثلی آرتمیا فرانسیسکانا (*Artemia franciscana*)

ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی[۱*]، سعید وحدت[۲]، محسن اروجلو[۳]

۱- * استادیار گروه شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

۲- دانشجوی دکتری شیلات، گرایش تکثیر و پرورش آبزیان، دانشگاه ارومیه.

۳- فارغ‌التحصیل کارشناسی‌ارشد شیلات، دانشکده علوم دامی و شیلات، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری.

دریافت: ۹٤/۰۹/۱٦ پذیرش: ۹۵/۰۷/۲۷

* نویسنده مسئول مقاله: a.esmaeili@sanru.ac.ir

چکیده

اثر متقابل زئولیت جیره (سطوح صفر و ۲ درصد) و سطوح مختلف شوری (۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ در هزار) در قالب طرح کاملا تصادفی با آزمایش فاکتوریل ۳×۲ (٦ تیمار) بر رشد و بازماندگی، عملکرد تولیدمثل و طول عمر مولدین *Artemia franciscana* در دو مرحله ناپلیوسی تا بلوغ و سپس از بلوغ تا مرگ بررسی شد. نتایج نشان داد که به غیر از تیمار فاقد زئولیت - شوری ۱۸۰ در هزار، طول کل بدن آرتمیاهای زئولیت خورده در هفته سوم پرورش اختلاف معناداری با یکدیگر نشان نداد (P>۰/۰۵). با این حال آرتمیاهای زئولیت خورده در شوری ۸۰ در هزار دارای طول بدن و طول فورکا بالاتری در مقایسه با سایر تیمارها بودند. ناپلیوس‌ها در کلیه تیمارها در مدت ۱۷ تا ۲۳ روز به رسیدگی جنسی رسیدند (P>۰/۰۵). بازماندگی از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ در گروه‌های تغذیه شده با زئولیت در مقایسه با گروه‌های فاقد زئولیت بالاتر بوده و بیشترین مقدار به طور معناداری در تیمار حاوی زئولیت - شوری ۱۳۰ در هزار ثبت شد (P<۰/۰۵). طول دوره تولیدمثل و طول عمر ماده‌ها با افزایش شوری آب کاهش یافت و این روند متاثر از نوع جیره نبود. میانگین تولید اولاد در گروه‌های زئولیت خورده در محدوده ۱۱٦۰-۸٦۱ اولاد بوده و قابل مقایسه با گروه‌های فاقد زئولیت (۷٤۱-٦۰٤ اولاد) بود (P<۰/۰۵). میزان سیست‌زایی ماده‌ها بین ۳۵-۲۰ درصد متفاوت بود. بر اساس نتایج، گنجاندن ۲ درصد زئولیت در جیره در شوری‌های بین ۱۳۰-۸۰ در هزار برای رشد ناپلیوس‌ها تا مرحله بلوغ مناسب‌تر می‌باشد. همچنین، افزودن زئولیت به غذا با روند افزایشی در شوری آب از ۸۰ به ۱۸۰ در هزار برای بهبود عملکرد تولیدمثلی مولدین پیشنهاد می‌گردد.

کلید واژگان: زئولیت، *Artemia franciscana*، شوری، رشد و بازماندگی، عملکرد تولیدمثلی.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

مقدمه

زئولیت ماده معدنی کریستاله، آلومینیوم هیدراته و از کاتیون‌های قلیایی موجود در زمین با منشأ آتشفشانی و ساختار نامحدود سه‌وجهی است (Mumpton, 1999). این ماده از نظر ساختاری به‌صورت SiO_4 چهاروجهی بوده که در آن یون Al^{3+} جانشین یون Si^{4+} شده است (Silapajarn et al., 2006). امروزه زئولیت در بخش‌های مختلف صنعت، حفاظت از محیط‌زیست، کشاورزی، بهبود کیفی آب‌های آشامیدنی، آبزی‌پروری و حتی پزشکی استفاده می‌شود. زئولیت به‌دلیل ویژگی جذبی برخی از مواد معدنی مانند آمونیاک، باعث بهبود کیفیت آب در صنعت آبزی‌پروری ماهیان آب شیرین شده (Danabas and Tulay, 2011) و در بخش‌های متعددی شامل آکواریوم‌ها، تانک‌های نگهداری ماهی، سیستم‌های مداربسته پرورشی و کانتینرهای حمل‌ونقل آبزیان کاربرد دارد (Boyd and Tucker, 1998). فیلترهای حاوی زئولیت برای کاهش سختی آب‌ها می‌توانند یون‌های کلسیم و منیزیم را از آب خارج و سدیم را جایگزین آنها کنند. با این حال، مطالعات نشان داد که زئولیت کارایی چندانی در آب‌های لب‌شور و شور دریایی ندارد (به‌دلیل رقابت بر سر مکان‌های تبادل یون با دیگر کاتیون‌های فراوان در آب‌های شور مانند سدیم، پتاسیم، منیزیم و کلسیم) و عملکرد آن بیشتر به آب‌های شیرین محدود شده است (Chiayvareesajja and Boyd, 1993; Hargreaves and Tucker, 2004).

از نگاه دیگر، استفاده از زئولیت به‌عنوان یک ماده افزودنی، پرکننده و محرک رشد (promotor) در جیره غذایی دام، طیور و آبزیان نقش مهمی در سم‌زدایی، بهبود و افزایش میزان جذب مواد مفید مغذی، افزایش رشد بدن، بهبود اثرهای مضر مایکوتوکسین‌ها (mycotoxins)، دفع راحت‌تر آمونیاک و عناصر سنگین از بدن، جذب مواد رادیواکتیو، کاهش نقایص اسکلتی و جلوگیری از عفونت‌های انگلی داشته است (Papaioannou et al., 2005; Kanyilmaz et al., 2015). تاکنون افزودن زئولیت در جیره غذایی گونه‌های متعددی از آبزیان شامل قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) (Eya et al., 2008; Yigit and Demir, 2011)، سالمون کوهو (*O. kisutch*)، کپور معمولی (Khodanazary et al., 2013)، تیلاپیاهای *Oreochromis niloticus* و *Tilapia zilli* (Hu et al., 2008; Yildirim et al., 2009)، سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*)، سیم دریایی (*Sparus aurata*) (Kanyilmaz et al., 2015) و میگوی پرورشی *Litopenaeus schmitti* (Galindo et al., 2006) سبب تسریع رشد، افزایش کارایی استفاده از غذا، بهبود ساختار دستگاه گوارش، بهبود روند پوست‌اندازی و افزایش سلامت آبزیان شده است. در بیشتر مطالعات مذکور میزان گنجاندن زئولیت در جیره غذایی ماهی و به‌ویژه میگوها در سطوح ٤-۰/۵ درصد از جیره (با سطح بهینه ۲ درصد) عنوان شد (Galindo et al., 2006; El- Gendy et al., 2015).

آرتمیا به‌عنوان یک غذای زنده در صنعت آبزی‌پروری و همچنین یک موجود جانوری اندیکاتور در مطالعات زیستی، دارای تغذیه فیلترکننده دائمی و غیرانتخابی است که می‌تواند از انواع ریزجلبک‌ها (*Dunaliella*، *Isochrysis* ، *Tetraselmis* و *Chaetoceros*)، جلبک‌های خشک شده (*Spirulina* و *Scenedesmus*) و غذاهای جایگزین مانند انواع مخمر، باکتری، سبوس عمل‌آوری شده برنج، گندم، ذرت و همچنین پروتئین سویا، سروفیل، لاکتوسرم و نستوم استفاده کند (Lavens and Sorgeloos, 1996; Zmora et al., 2002; Zmora and Shpigel, 2006). با

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

توجه به نیاز مبرم صنعت آبزی‌پروری به آرتمیا، امکان پرورش و تولید انبوه آن در انواع سیستم‌های پرورش شامل استخرهای خاکی، سیستم‌های محصور در تانک و سیستم‌های مداربسته به‌ویژه برای گونه باارزش آرتمیا (*Artemia franciscana*) وجود دارد (Lavens and Sorgeloos, 1996). امروزه استفاده و کاربرد مواد، ترکیبات و منابعی که بتوانند سبب بهبود احتمالی رشد، میزان بازماندگی و عملکرد تولیدمثل غذاهای زنده (از جمله آرتمیا) در شرایط پرورشی شوند، از اهمیت ویژه‌ای در تولید انبوه برخوردار است.

تاکنون مطالعات متعددی هم در زمینه تأثیر جداگانه و یا توأم برخی از عوامل مهم محیطی شامل درجه حرارت، شوری، میزان اکسیژن محلول و وجود برخی از مواد شیمیایی در محیط پرورش (مانند EDTA) بر شاخصه‌های رشد و تولیدمثلی گونه‌های مختلف از آرتمیا انجام شده است (Triantaphyllidis et al., 1995; Browne and Wanigasekera, 2000; Lotfi et al., 1382; Abatzopoulos et al., 2003; Hafezieh and Hosseinpour, 1388; Agh et al., 2008). شوری و درجه حرارت آب (از میان عوامل محیطی) در کنار نوع و میزان غذا (از میان عوامل تغذیه‌ای) جزء مهم‌ترین شاخصه‌های تأثیرگذار در عملکرد رشد و تولیدمثل آرتمیا در شرایط پرورشی و یا اکوسیستم‌های طبیعی به‌شمار می‌روند (Wear and Huslett, 1987; Triantaphyllidis et al., 1995; Zmora and Shpigel, 2006).

از آن جایی که بیشتر تحقیقات پیشین انجام شده در زمینه گنجاندن زئولیت در جیره آبزیان به بهبود شاخصه‌های رشد و تغذیه‌ای پرداخته و تاکنون هیچ‌گونه مطالعه‌ای برای بهبود شاخص‌های تولیدمثلی آبزیان انجام نشده است، از این‌رو در این مطالعه اثرهای متقابل زئولیت (جیره) – شوری آب بر رشد، میزان بازماندگی، عملکرد تولیدمثل و طول عمر *A. franciscana* در کشت‌های آزمایشگاهی بررسی شد.

مواد و روش‌ها

تخم‌گشایی سیست و پرورش ناپلیوس‌ها تا مرحله بلوغ

سیست *A. franciscana* تحت شرایط بهینه تخم‌گشایی (درجه حرارت: ۲۸ درجه سانتی‌گراد، شوری: ۳۳ گرم در لیتر، pH: ۸/۱–۸ و هوادهی شدید) در مدت ۲٤ ساعت شکفته شدند (Sorgeloos et al., 1986). پس از تخم‌گشایی، تعداد ۵۰۰ ناپلیوس مرحله اینستار یک (Instar I) به‌طور مستقیم به درون هر یک از ظروف یک لیتری (٦ تیمار و هر کدام با ۳ تکرار؛ در مجموع ۱۸ ظرف) با شوری ۳۵ گرم در لیتر منتقل شدند. میزان شوری آب (با استفاده از نمک نانوایی) به‌صورت روزانه (در دو نوبت صبح و عصر) و به مقدار ۳۰ قسمت در هزار افزایش یافت تا ناپلیوس‌ها به سطوح مورد نظر شوری (۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ گرم در لیتر) برسند. در این مرحله برای جلوگیری و یا کاهش میزان تلفات احتمالی ناپلیوس‌ها روزانه از مخلوطی از ویتامین‌های B_{12} و C (به‌میزان ۰/۰۱ میلی‌گرم در لیتر) به تمامی ظروف اضافه شد (Sorgeloos et al., 1986). تراکم ناپلیوسی در روزهای ابتدایی ۰/۵ ناپلی به‌ازای هر میلی‌لیتر بود که پس از روز پنجم به تراکم یک متاناپلی به‌ازای هر ٤ میلی‌لیتر آب کاهش یافت؛ به‌طوری که اندازه ظروف پرورش نیز افزوده و در نهایت از ظروف سه لیتری استفاده شد. هوادهی ملایمی در طول دوره پرورش ناپلیوسی در انتهای ظروف انجام و تعویض آب ۵۰ درصدی از حجم ظروف در هر دو روز یکبار و جایگزینی آن با آب تازه با شوری مربوطه به هر یک از ظروف صورت گرفت. مقادیر برخی از شاخص‌های مهم

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

کیفی آب در طول دوره پرورش شامل درجه حرارت ۱±۲۶ درجه سانتی‌گراد، اکسیژن محلول ۷/۱-۷ میلی‌گرم در لیتر و pH ۸/۲-۸ تنظیم گردید. برای تمامی تیمارها از طول دوره نوری ۱۴ ساعت روشنایی، ۱۰ ساعت تاریکی استفاده شد.

تیمارهای آزمایشی

با توجه به این‌که در بیشتر مطالعات پیشین، میزان استفاده از ۲ درصد از زئولیت در جیره آبزیان به‌عنوان سطح مطلوب گزارش شد، از این‌رو در این مطالعه سطح استفاده ۲ درصدی زئولیت جیره با گروه کنترل (فاقد زئولیت در جیره) مقایسه گردید. همچنین برای بررسی شوری از سطوح ۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ در هزار استفاده شد. مبنای انتخاب سطوح شوری براساس نمونه تولیدمثلی مولدین (سیست‌زایی بالاتر در شوری ۱۸۰ در هزار، Abatzopoulos et al., 2006) و همچنین سطوح مناسب برای پرورش آرتمیا در شرایط آزمایشگاهی (شوری بین ۱۵۰-۶۰ در هزار) (Baxevanis et al., 2004) می‌باشد. بر این اساس تیمارهای این مطالعه شامل ۶ تیمار (هر کدام در سه تکرار) برای تغذیه ناپلیوس‌ها تا مرحله بلوغ به‌کار گرفته شد.

تیمار۱: ۷۳ درصد جلبک، ۲۵ درصد شیرابه ورمی‌کمپوست، ۲ درصد زئولیت، شوری ۸۰ در هزار،

تیمار ۲: ۷۳ درصد جلبک، ۲۵ درصد شیرابه ورمی‌کمپوست، ۲ درصد زئولیت، شوری ۱۳۰ در هزار،

تیمار۳: ۷۳ درصد جلبک، ۲۵ درصد شیرابه ورمی‌کمپوست، ۲ درصد زئولیت، شوری ۱۸۰ در هزار،

تیمار ٤: ۷۵ درصد جلبک، ۲۵ درصد شیرابه ورمی کمپوست، شوری ۸۰ در هزار،

تیمار۵: ۷۵ درصد جلبک، ۲۵ درصد شیرابه ورمی‌کمپوست، شوری ۱۳۰ در هزار،

تیمار ٦: ۷۵ درصد جلبک، ۲۵ درصد شیرابه ورمی کمپوست، شوری ۱۸۰ در هزار.

آنزیمیت (نوعی زئولیت به نام کلینوپتیلولایت، نوع سدیک و با فرمول کلی $(AlO_2)_6 (SiO_2)_{30}]. 24\ H2O$ Na_6]) به‌صورت کاملاً پودر شده از شرکت افرند توسکا خریداری شد. به‌منظور آماده‌سازی زئولیت برای تغذیه آرتمیا، ابتدا مقدار ۲۰ گرم آنزیمیت در یک لیتر آب حل و سپس این محلول برای هموژنیزه شدن آن در آب به‌مدت ۳۰ دقیقه با مخلوط‌کن (blender) به‌هم خورده و در نهایت محلول حاصل شده از توری ۳۵ میکرون عبور داده شد و مقدار ۲۰ میلی‌لیتر از محلول به‌ازای هر لیتر (۲ درصد) به محیط پرورش آرتمیا اضافه گردید (Naegel, 1999). ترکیب شیمیایی (مواد معدنی) زئولیت استفاده شده در این مطالعه براساس دستورالعمل شرکت سازنده آن شامل اکسید سیلیسیوم ٦٦/۵ درصد، اکسید آلومینیوم ۱۱/۸۱ درصد، اکسید کلسیم ۳/۱۱ درصد، اکسید پتاسیم ۲/۱۲ درصد، اکسید سدیم ۲/۰۱ درصد، اکسید آهن سه ظرفیتی ۱/۳ درصد، اکسید منیزیم ۰/۷۲ درصد، اکسید تیتانیوم ۰/۲۱ درصد، اکسید فسفر پنج ظرفیتی ۰/۰۱ درصد و میزان افت ناشی از احتراق ۱۲/۰۵ درصد بود.

برای تغذیه ناپلیوس‌ها در همه ظروف و در سه روز اول پرورش منحصراً از جلبک سبز *Dunaliella salina* با تراکم سلولی 1×10^{5} سلول در میلی‌لیتر استفاده شد (در مجموع ۱۰۰ میلیون سلول برای ظروف یک لیتری). سپس آرتمیاها تا مرحله بلوغ براساس مقادیر ارائه شده در دستورالعمل Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) تغذیه شدند. در تمام ظروف کشت آرتمیا در تیمارهای آزمایشی به مقدار ۲۵ درصد شیرابه ورمی‌کمپوست مطابق با دستورالعمل غذادهی آرتمیا با دیگر منابع به‌کار رفت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

(Coutteau et al., 1992). شیرابه ورمی‌کمپوست به‌عنوان یک غذای کمکی از اختلاط مقدار ۵۵ گرم کود ورمی‌کمپوست در یک لیتر آب تهیه و برای تغذیه آرتمیاهای واقع در تیمارهای مختلف تا مرحله بلوغ استفاده شد. کود ورمی‌کمپوست به‌کار رفته در این مطالعه از نظر بیوشیمیایی دارای پروتئین ۱۰/٦۸ درصد، چربی ۱۳/۷۳ درصد، خاکستر ۷٤ درصد و رطوبت ۲۳ درصد بود (AOAC, 2012). همچنین بار باکتریایی محاسبه شده در شیرابه حاصل از ورمی‌کمپوست کشت یافته در محیط TSA به مقدار $۷۳/۵\times۱۰^{٦}$ بود. برای رشد باکتری‌ها از انکوباسیون با دمای ۳۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۲٤ ساعت استفاده و شیرابه به مقدار ٦ بار رقت در محلول ۸/۵ درصد کلرید سدیم (NaCl) رقیق گردید (APHA, 1995). مقدار شیرابه ورمی‌کمپوست استفاده شده در ظروف پرورش آرتمیا مطابق با جدول ۱ بود.

جدول۱ مقادیر شیرابه ورمی‌کمپوست استفاده شده برای تغذیه آرتمیا برای تیمارهای آزمایشی براساس دستورالعمل **Coutteau** و همکاران (۱۹۹۲)

روزهای پرورش	مقدار شیرابه ورمی‌کمپوست (بر حسب میلی‌لیتر)
٤	۱۲/٤۲
٥	۱۸/۷۲
٦	۱۸/۷۲
۷	۲٤/۷۷
۸	۳۱/۷۷
۹	٥۱/۰۸
روز ۱۰ و پس از آن	٦۰/۰۸

مرحله اول: تأثیر زئولیت- شوری بر رشد، میزان بازماندگی و مدت زمان رسیدگی جنسی *A. franciscana* از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ

برای بررسی نوع جیره غذایی در سطوح مختلف شوری (زئولیت- شوری) برخی از شاخص‌های مرفولوژیک آرتمیا شامل طول کل بدن و طول فورکا در تیمارهای مختلف با نمونه‌برداری از ۲۰ عدد آرتمیا از مراحل مختلف زندگی در روزهای ٤، ۸، ۱۲، ۱٦ و ۲۰ام انجام شد. میزان بازماندگی ناپلیوسی تا مرحله بلوغ با محاسبه میانگین تعداد ناپلیوس‌های ابتدایی و تعداد افراد بالغ حاصل شده در مرحله بلوغ در درون هر یک از ظروف پرورشی محاسبه گردید. همچنین، میانگین مدت زمان لازم برای رسیدگی جنسی آرتمیاها در تیمارهای مختلف با محاسبه مدت زمان لازم برای رسیدگی ۵۰ درصد از آرتمیاهای درون هر یک از ظروف تا مرحله پیش بلوغ (همراه با تغییرات آنتن‌های نر و ماده) ادامه یافت و در نهایت میانگین درصد ماده‌ها به نرها تعیین گردید.

مرحله دوم: تأثیر زئولیت- شوری بر عملکرد تولیدمثل و طول عمر ماده‌های *A. franciscana* در طول دوره بلوغ تا مرگ

با توجه به تولیدمثل جنسی *A. franciscana* و برای بررسی عملکرد تولیدمثل و طول عمر مولدین ماده در تیمارهای مختلف، تعداد ۲۵ زوج (نر و ماده) که هر کدام از آنها به‌صورت انفرادی (Individual) به درون ظروف استوانه‌ای – مخروطی فالکون تیوپ با حجم ۵۰ میلی‌لیتر (فاقد هوادهی) منتقل شدند. هر یک از ۲۵ جفت مولد در هر تیمار به‌عنوان یک تکرار محسوب شده و با احتساب ٦ تیمار (در این مطالعه) در مجموع ۱۵۰ جفت مولد (۲۵ × ٦) به‌طور هم‌زمان در طول دوره

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

بلوغ تا زمان مرگ مولد ماده بررسی شدند. تغذیه مولدین از روز بیست‌ام به بعد و تا انتهای دوره مطالعه براساس دستورالعمل Coutteau و همکاران (۱۹۹۲) انجام گردید. در این مرحله، روند روزانه تولید اولاد (مجموع سیست و ناپلیوس) در هر یک از ظروف مربوطه بررسی و تعداد اولاد به تفکیک برای هر یک از ماده‌ها تا انتهای دوره تولیدمثل و در نهایت تا مرگ آن ماده در هر ظرف ادامه یافت (Abatzopoulos et al., 2003; Agh et al., 2008). در طول این دوره، در صورت مرگ مولد نر در هر یک از ظروف، یک نر جدید به آن ظرف اضافه شده تا روند جفت‌گیری با مولدین ماده با مشکل مواجه نشود. همچنین داده‌های مربوط به آن دسته از مولدین ماده که کمتر از ۳ بار در طول زندگی خود تولیدمثل داشتند، در مرحله تجزیه و تحلیل آماری حذف شد (Browne et al., 1988; Abatzopoulos et al., 2003).

مشخصه‌های تولیدمثلی ثبت شده برای هر یک از ماده‌ها در مطالعه انفرادی شامل تعداد کل اولاد تولیدی، تعداد ناپلیوس تولیدی، درصد سیست‌زایی، تعداد کیسه‌های تخم تولیدی، فاصله زمانی بین تولید دو کیسه تخم متوالی، تعداد اولاد به‌ازای هر کیسه تخم، تعداد اولاد به‌ازای هر ماده در روز، طول دوره پیش از تولیدمثل، طول دوره تولیدمثل، طول دوره پس از آخرین تولیدمثل، میزان بازماندگی ناپلیوسی تا مرحله بلوغ، میانگین تعداد روزهای بدون تولید اولاد در ماده‌های بالغ، بازماندگی ماده‌ها در ۴۵ روز اول از مطالعه انفرادی و کل طول عمر مولد ماده بود که برای همهٔ ماده‌ها و در کل ۶ تیمار این مطالعه تا آخرین روز ادامه یافت.

تجزیه و تحلیل آماری

ابتدا تمامی داده‌های حاصل شده با آزمون‌های کولموگروف -اسمیرنوف و بارتلت بررسی و نرمال شدند (Sokal and Rohlf, 1981; Triantaphyllidis et al., 1995). اثرهای متقابل تغذیه با زئولیت (سطوح صفر و ۲ درصد) در سه سطح شوری (۸۰، ۱۳۰ و ۱۸۰ در هزار) در قالب طرح کاملاً تصادفی و با آزمایش فاکتوریل ۳×۲ (۶ تیمار) با کمک آنالیز واریانس دوطرفه (Two-way ANOVA) در سطح ۵ درصد ($P<0/05$) انجام گردید. در صورت عدم معنادار بودن اثرهای متقابل زئولیت- شوری در برخی از شاخص‌ها، از آنالیز واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) در سطح ۵ درصد ($p<0/05$) استفاده شد. محاسبه داده‌ها و ترسیم نمودارها به‌وسیله بسته‌های نرم‌افزاری SPSS (نسخه ۲۲) و Excel انجام گردید.

نتایج

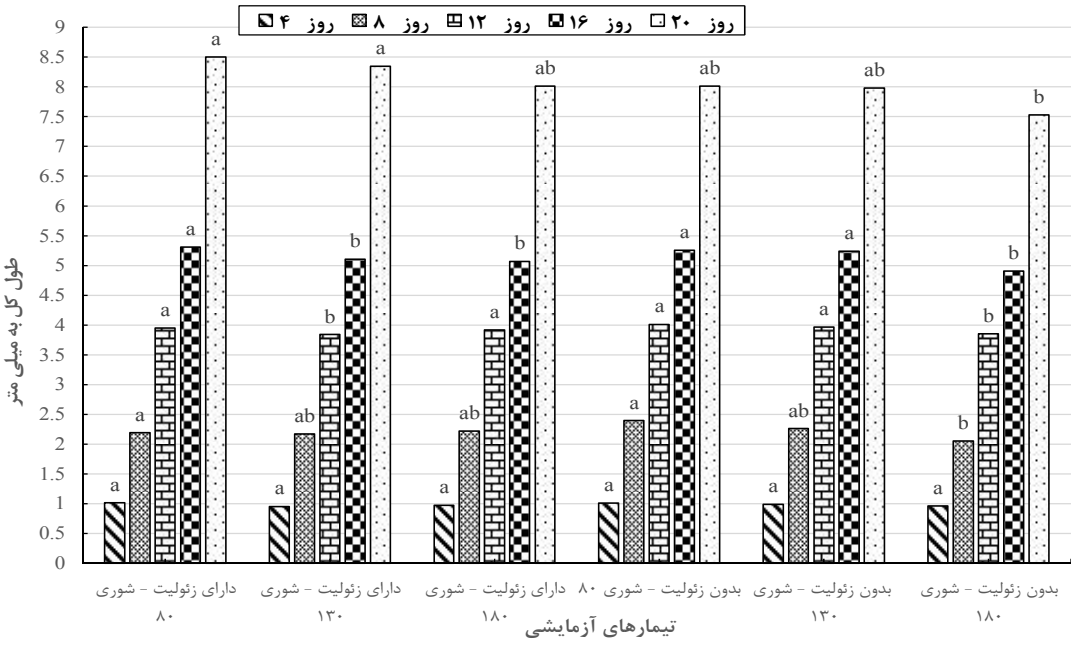
تأثیر متقابل زئولیت - شوری بر طول کل بدن و طول فورکا *A. franciscana* از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ

روند اختلافات در طول کل بدن آرتمیا از روز هشتم پرورش آغاز شد ($p<0/05$). این تغییرات تا مرحله بلوغ نشان داد که طول کل بدن در هفته سوم پرورش (به‌ویژه در شوری‌های ۸۰ و ۱۳۰ در هزار) در آرتمیاهای زئولیت خورده در محدوده ۸/۵-۸ میلی‌متر بود، در حالی که این مقدار در سایر تیمارها در محدوده ۸-۷/۵۳ میلی‌متر متفاوت بود ($p<0/05$). به غیر از تیمار فاقد زئولیت - شوری ۱۸۰ در هزار، طول کل بدن آرتمیاهای زئولیت خورده در سایر تیمارها در هفته سوم پرورش اختلاف معناداری با یکدیگر نشان نداد ($p>0/05$)، با این وجود گروه‌های زئولیت خورده از طول بدن بالاتری

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

نسبت به گروه‌های فاقد زئولیت در جیره برخوردار بودند. در هفته سوم، بیشترین و کمترین طول کل بدن آرتمیا به‌ترتیب در تیمارهای زئولیت خورده – شوری ۸۰ در هزار و آرتمیاهای فاقد زئولیت – شوری ۱۸۰ در هزار به ثبت رسید. بدون در نظر گرفتن زئولیت در جیره، طول بدن آرتمیاهای پرورش یافته در شوری ۸۰ در هزار در مقایسه با سطوح ۱۳۰ و ۱۸۰ در هزار در بیشتر روزهای پرورش بزرگ‌تر بود و این اندازه با افزایش شوری آب روند کاهشی نشان داد (شکل ۱).

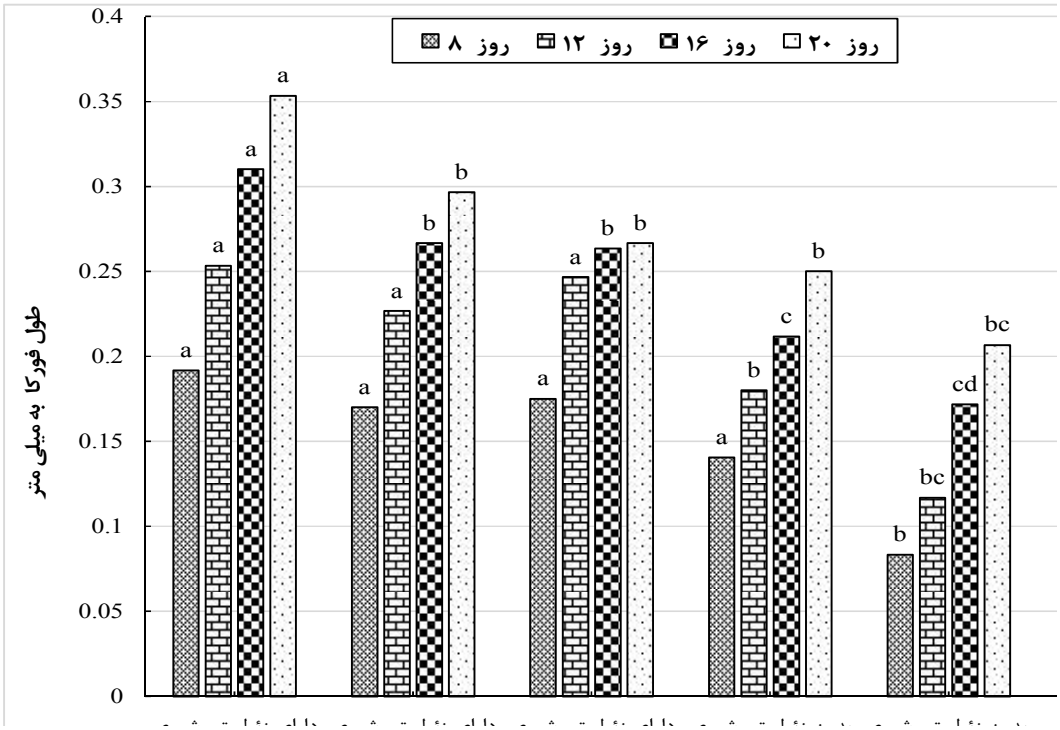


شکل ۱ روند تغییرات طول کل بدن در ***A. franciscana*** از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ در دوره پرورش در تیمارهای مختلف آزمایشی (حروف یکسان در روزهای مربوطه نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است)

تغییرات رشد فورکا در آرتمیا، روند به‌نسبت مشابه با طول کل بدن نشان داد به‌طوری که این اندازه در آرتمیاهای زئولیت خورده به‌طور معناداری بیشتر از گروه‌های فاقد زئولیت بود ($p<۰/۰۵$). همچنین، اختلافات در اندازه فورکا از روز هشتم مشاهده شد و آرتمیاهای پرورش یافته در شوری ۸۰ در هزار دارای فورکا بزرگ‌تری در مقایسه با شوری‌های ۱۳۰ و ۱۸۰ در هزار بودند. بیشترین طول فورکای آرتمیا همراه با اختلافات معنادار با سایر تیمارها در گروه زئولیت خورده – شوری ۸۰ در هزار به ثبت رسید ($p<۰/۰۵$) (شکل ۲).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]



شکل ۲ روند تغییرات طول فورکا در ***A. franciscana*** تا مرحله بلوغ در دوره پرورش در تیمارهای مختلف آزمایشی (حروف یکسان در روزهای مربوطه نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است)

تأثیر متقابل زئولیت – شوری بر عملکرد تولیدمثل و طول عمر ماده *A. franciscana* در طول دوره بلوغ تا مرگ

آنالیز واریانس دوطرفه حاصل از تأثیر متقابل زئولیت – شوری نشان داد که از میان عوامل بررسی شده، فقط در ٦ فاکتور شامل طول دوره پیش از تولیدمثل، طول دوره تولیدمثل، درصد بازماندگی از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ، درصد ماده به نر، طول عمر ماده و میزان بازماندگی ماده‌ها اثرهای معناداری مشاهده شد ($p<۰/۰۵$)؛ ولی اختلافات معناداری از اثرهای متقابل این دو عامل در سایر عوامل مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$) (جدول ۲).

جدول ۲ آنالیز واریانس دوطرفه از تأثیر متقابل زئولیت – شوری بر شاخصه‌های تولیدمثلی و طول کل عمر مولدین ماده ***A. franciscana*** در طول دوره بلوغ تا مرگ در تیمارهای مختلف آزمایشی

عامل	شوری	زئولیت	اثر متقابل زئولیت × شوری
تعداد کل اولاد تولیدی	$P<۰/۰۳۹^{**}$	$P<۰/۰۰^{**}$	$P>۰/٦٥٢^{*}$
تعداد ناپلیوس تولیدی	$P<۰/۰۱٦^{**}$	$P<۰/۰۰^{**}$	$P>۰/٧٣٨^{*}$
درصد سیست‌زایی	$P>۰/٣٩٥^{*}$	$P<۰/۰٣٥^{**}$	$P>۰/٣٥٣^{*}$
تعداد کیسه تخم	$P>۰/٣٢١^{*}$	$P<۰/۰۰^{**}$	$P>۰/٥٨٢^{*}$
فاصله بین دو تخم‌ریزی متوالی (روز)	$P<۰/۰۰^{**}$	$P<۰/۰۰^{**}$	$P>۰/٢٢٦^{*}$
تعداد اولاد در هر بار تخم‌ریزی	$P>۰/٧٢٩^{*}$	$P>۰/٦٤٨^{*}$	$P>۰/٣٣٤^{*}$

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]
[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

عامل	شوری	زئولیت	اثر متقابل زئولیت × شوری
تعداد اولاد / ماده / روز	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰**	P>۰/٦۰٤*
طول دوره پیش از تولیدمثل (روز)	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰۱**	P<۰/۰۰**
طول دوره تولیدمثل (روز)	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰**
طول دوره پس از تولیدمثل (روز)	P>۰/۱٦۰*	P>۰/۰۸۰*	P>۰/٤۹۰*
میزان بازماندگی ناپلیوسی پیش از بلوغ (درصد)	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۳۸**
میانگین روزهای بدون تولید اولاد (درصد)	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰**
درصد ماده به نر	P<۰/۰۰**	P<۰/۰٤۰**	P>۰/۰۷۷*
میزان بازماندگی ماده (درصد)	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۱٦**	P<۰/۰۲۸**
طول عمر (روز)	P<۰/۰۰**	P<۰/۰۰۳**	P<۰/۰۰**
میزان بار باکتریایی محیط کشت	P>۰/۰۸۸*	P<۰/۰۰۷**	P>۰/۱۳۷*

** p<۰/۰۵ (معنادار) و * p>۰/۰۵ (عدم معنادار).

براساس عدم معناداری در برخی از شاخصه‌ها و آنالیز واریانس در نتایج تأثیر متقابل زئولیت – شوری مشاهده شد که استفاده از ۲ درصد زئولیت در جیره آرتمیای مولد اثرهای معناداری در بسیاری از شاخصه‌های تولیدمثلی در مقایسه با گروه‌های فاقد زئولیت داشت (p<۰/۰۵).

بیشترین و کمترین میزان بازماندگی از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ در طول سه هفته از پرورش به‌ترتیب در گروه‌های زئولیت خورده – شوری ۱۳۰ در هزار و بدون زئولیت – شوری ۱۸۰ در هزار ثبت شد. ناپلیوس‌های واقع در تمامی تیمارها در یک مقطع زمانی بین ۲۳–۱۷ روزه به بلوغ جنسی رسیدند. همچنین، طول دوره تولیدمثلی ماده‌ها در سطوح بالاتر شوری از سایر گروه‌ها کمتر بود به‌طوری که ماده‌های واقع در شوری ۱۸۰ در هزار در مقایسه با سایر گروه‌ها فقط در یک مقطع زمانی ٤۸–۳۹ روزه تولیدمثل کردند. همچنین در درون هر یک از تیمارها (دارای زئولیت و یا فاقد آن)، طول دوره تولیدمثل ماده‌ها با افزایش شوری آب کاهش یافت. طول عمر ماده‌ها در تمامی تیمارها در محدوده‌ای بین ۷٦–۵۸ روز متفاوت بود و این روند در درون هر یک از تیمارها (زئولیت خورده و یا فاقد آن) با افزایش شوری آب کاسته شد (جدول ۳).

میزان تولید اولاد در مولدین زئولیت خورده و در سطوح مختلف شوری در محدوده ۱۱٦۰–۸٦۱ اولاد قرار داشت که این مقادیر به‌مراتب بالاتر از مولدین فاقد زئولیت در جیره (محدوده ۷٤۱–٦۰٤ اولاد) بود (p<۰/۰۵). بیشترین میزان تولید اولاد (۱۱٦۰ اولاد) در تیمار زئولیت خورده – شوری ۱۸۰ در هزار، سپس زئولیت خورده – شوری ۸۰ در هزار (۱۰۸۷ اولاد) و کمترین مقادیر در تیمار فاقد زئولیت – شوری ۱۳۰ در هزار به ثبت رسید (p<۰/۰۵).

درصد سیست‌زایی در ماده‌ها بین ۳۵–۲۰ درصد متفاوت بود و اختلاف معناداری بین تیمارها (به غیر از زئولیت– شوری ۱۸۰ در هزار) مشاهده نشد (p>۰/۰۵). تعداد کیسه‌های تخم تولیدی به‌وسیلهٔ ماده‌ها بین ۸–٦/۸ عدد در مولدین زئولیت خورده در سطوح مختلف شوری بود (p>۰/۰۵)، که این تیمارها با گروه‌های فاقد زئولیت و در سطوح مشابه شوری (بین ٦/۱–۵/۸ عدد) اختلافات معناداری نشان دادند (p<۰/۰۵). چنین روندی به‌طور نسبی در شاخصهٔ فاصله بین دو تخم‌ریزی متوالی ماده‌ها نیز آشکار شد. میانگین تولید اولاد به‌ازای هر ماده در روز در تیمار زئولیت خورده – شوری ۱۸۰ در هزار، از بیشترین مقادیر همراه با اختلاف معنادار با سایر گروه‌ها برخوردار بود (p<۰/۰۵) و این مقادیر به‌ترتیب در گروه‌های زئولیت خورده – شوری ۸۰ در هزار و سپس فاقد زئولیت – شوری ۱۸۰ در هزار ثبت شد (جدول ۳).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

جدول ۳: میانگین (± انحراف از معیار*) اثر متقابل زئولیت- شوری بر عملکرد تولیدمثل و طول عمر ماده‌های ***A. franciscana*** در دوره بلوغ تا مرگ در تیمارهای مختلف آزمایشی

مشخصه‌های تولیدمثلی	تیمارهای آزمایشی					
	زئولیت خورده ۸۰ ppt	زئولیت خورده ۱۳۰ppt	زئولیت خورده ۱۸۰ppt	بدون زئولیت ۸۰ppt	بدون زئولیت ۱۳۰ppt	بدون زئولیت ۱۸۰ppt
میانگین تعداد کل اولاد تولیدی	۱۰۸۷/٤۱±۷۵۵/۷ b	۸٦۱/۷۱±۳٤۹/۵ bc	۱۱٦۰/٤۸±۳٤۱/۱ a	۷۲٤/٦۵± ٤۲۵/۹ c	٦۰٤/۹٦±۲۱٦/٦ c	۷٤۱/۹٦±۲۹۳/۳ c
تعداد ناپلیوس	۸۸۲/٦۸±۷۵۱/۸ ab	٦۵۱/٤٦±۲٦۲/۹ bc	۹۲۸/٤±۳٦۲/٤ a	۵۹۲/٤٤±٤۲۸/۵ cd	۳۷۹/۸۲±۱۵۳/۲۵ d	۵۳۳/۵٦±۲٦۷/٦ cd
درصد سیست‌زایی	۲٤/۲۲±۵/٤۵ ab	۲٤/۱۱±۲/۹ ab	۲۰/۱۳±۳/۵ b	۲٤/٤٦±٤/٤ ab	۳۵/۱۲±٤/۲ a	۳۰/۳٤±۳/۹ a
تعداد کیسه تخم	۷/٦±۳/٤ a	٦/۸±۲/۱ ab	۸±۱/۸ a	٦/۱۳±۲/۱ b	۵/۸۲±۰/۱ b	٦±۲/۱ b
فاصله بین دو تخم‌ریزی (روز)	۷/۱±۲/٤ bc	٦/۷٦±۲/۱ cd	۵/۲۹±۱/۳ d	۹/۷±۲/٦ a	۸/۳۱±٤/۳ ab	٦/۱۲±۱/۵ cd
تعداد اولاد در هر بار تخم‌ریزی	۱۷۵/٦±۳۹/۲	۱۲۹/۲۷±۸/۵	۱٤۷/۱٤±۷/۵	۱۲۷/٤۹±٦/۹	۱۰٦/۲۱±۵/۸	۱۱۰/٦٦±۷/٦۵
تعداد اولاد/ ماده / روز	۱۹/۸±۱۲/۱ b	۱٦/٦۹±٦/۲ bc	۲۳/۹±۷/۳ a	۱۲/٤۲±۷/٤ c	۱۲/۷۹±۷/۳ c	۱۸/٦۲±٦/۸ b
طول دوره پیش از تولیدمثل (روز)	۲۰/۱±۱/۱	۱۹/۹٦±۰/۹	۱۸/۱±۰/۹	۱۷/۷٤±۱/۲۵	۲۳±۰/۸	۱۸/۸۳±۰/۸
طول دوره تولیدمثل (روز)	۵٤/۹۱±٦/٤	۵۱/٦۳±٦/٤	٤۸/۵٦±٤/۳۵	۵۸/۳۵±۲/۸	٤۷/۲۷±۵/۸۹	۳۹/۸۳±۲/۷۹
طول دوره پس از تولیدمثل (روز)	۱۰/۱٤±۸/۵۳ ab	۱۱/۱۳±٦/٤ a	۱۰/٤±٦/۹۸ ab	٦/۵۲±٦/٤ b	۱۰/٦٤±٤/۷ a	۸/۸۳±۳/۵۹ ab
درصد بازماندگی ناپلیوسی تا بلوغ	٦۵±۵/۳	۷۱±٦/۱	۵۱/٦۷±۰/٦	٦۲±٤/٤	۵٤/٦۷±۱/۵	٤۰/٦۷±۲/۵
درصد روزهای بدون تولید اولاد	۲۰/۹۲±۰/۷	۱۵/٦٤±۰/۵۸	۱۹/۳۱±۰/۳	۱۷/۲٦±۰/٤	۳۲/۰۱±۱/۳	۱۵/٤۹±۰/٤
درصد ماده به نر	۱/۸۷±۰/۰۷ a	۱/۷۳±۰/۰۵ a	۰/۷۲±۰/۱۱ c	۱/۷۷±۰/۲ a	۲/۱±۰/۱٦ a	۱/۲۲±۰/۰۳ b
میزان بازماندگی ماده‌ها (درصد)	٤۲/۳±۳/۵	٤۵±۳/٦	۲۱/۳±۳/۲	۳۹/۳±۲/۱	۳٦/۳±۱/۲	۲۲/۳±۱/۵
طول عمر (روز)	۷٤/۹±٦/۵۱	۷۱/٦±۷	٦٦/٦±٤/۳۵	۷٦/۱±۲/۷۵	۷۰/۳±٦/۰۸	۵۸/٦۵±۳/۱۱
بار باکتریایی محیط کشت ($\times 10^{5}$)	۹٤/٦۷±۸/۵ b	۸۹/۳٤±٦/۷ b	۸۷/٦۷±٤/۵ b	۹۸/٦۷±۳/۱ a	۱۰٦/۳۳±۲/۵ a	۹۳±٦/٦ b

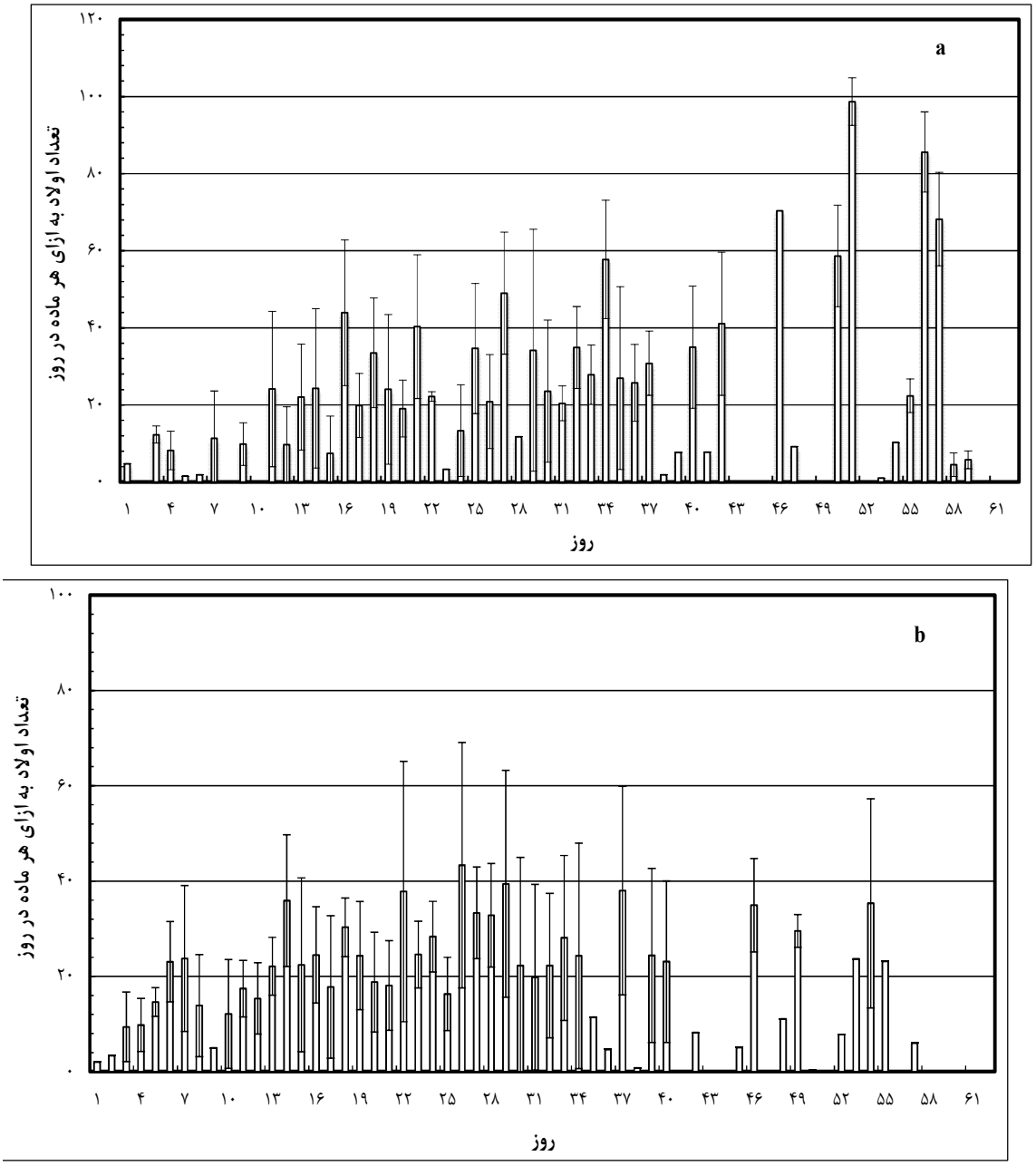
*: $SE = SD/\sqrt{n}$ ،n= تعداد ماده‌ها.

* حروف یکسان نشان‌دهندهٔ نبود اختلاف معنادار و حروف غیریکسان نشان‌دهندهٔ اختلاف معنادار بین میانگین‌ها است.

بررسی روند تولید اولاد در ماده‌های *A. franciscana* نوسانات فردی قابل ملاحظه‌ای در تمام تیمارهای پرورشی طی روزهای مختلف تولیدمثل نشان داد؛ به‌طوری که واریانس داده‌ها در تیمارهای حاوی زئولیت عمدتاً در ٤۵ روز اول پرورش از محدوده پایین‌تری در مقایسه با روزهای بعدی تا انتهای دوره برخوردار بود، در حالی که این واریانس در تیمارهای فاقد زئولیت تقریباً در ۳۰ روز اول در مقایسه با روزهای بعدی مشاهده شد. بیشترین تولید اولاد براساس روزهای پرورش عمدتاً در روزهای میانی زندگی ماده‌ها و در تمامی تیمارها (واجد و یا فاقد زئولیت در جیره و در سطوح مختلف شوری) مشاهده شد، در حالی که روند تولید اولاد با افزایش سن ماده‌ها به‌شدت کاهش یافت (شکل ۳).

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

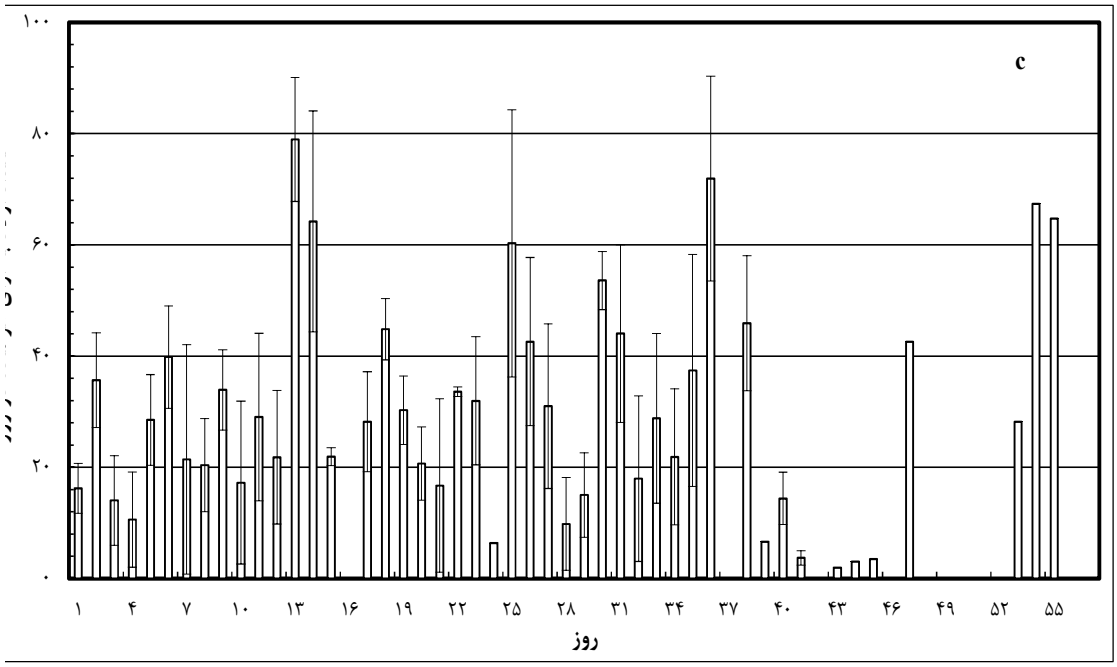


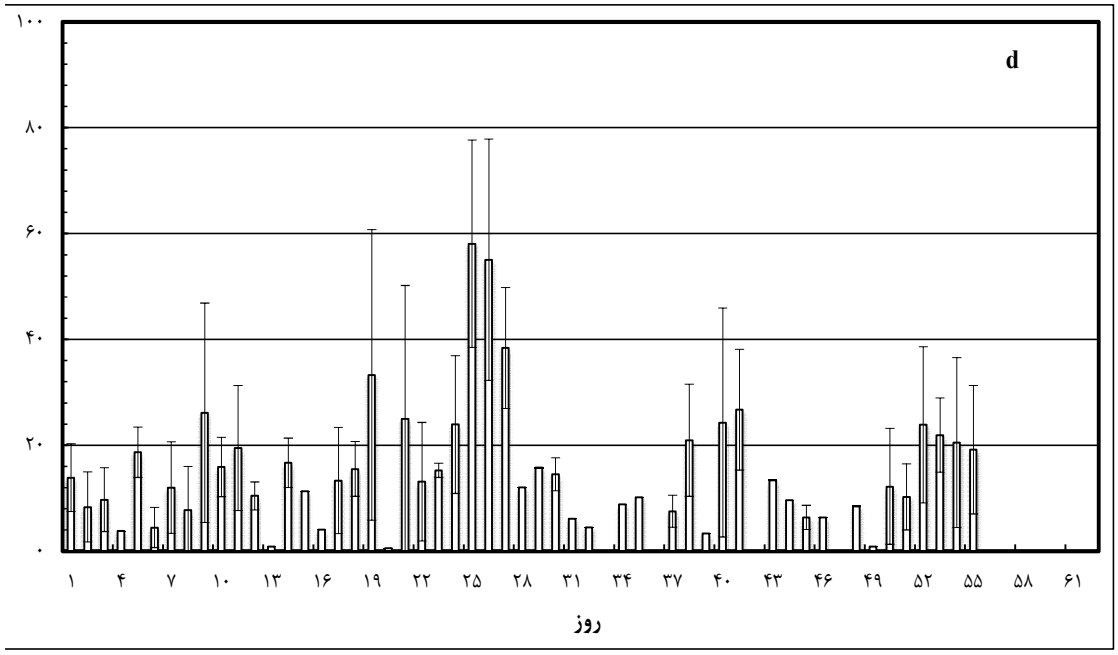
شکل ۳ اثرهای متقابل زئولیت- شوری بر میانگین تولید انفرادی اولاد (± اشتباه از معیار) در مولدین ماده ***A. franciscana*** طی روزهای پرورش در طول دوره بلوغ تا مرگ [($\mathbf{SE = SD/\sqrt{n}}$؛ **n** = تعداد ماده‌ها)]

تیمار a: ۲ درصد زئولیت - شوری ppt ۸۰، تیمار b: ۲ درصد زئولیت - شوری ppt ۱۳۰، تیمار c: ۲ درصد زئولیت - شوری ppt ۱۸۰، تیمار d: بدون زئولیت - شوری ppt ۸۰، تیمار e: بدون زئولیت - شوری ppt ۱۳۰، تیمار f: بدون زئولیت - شوری ppt۱۸۰.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

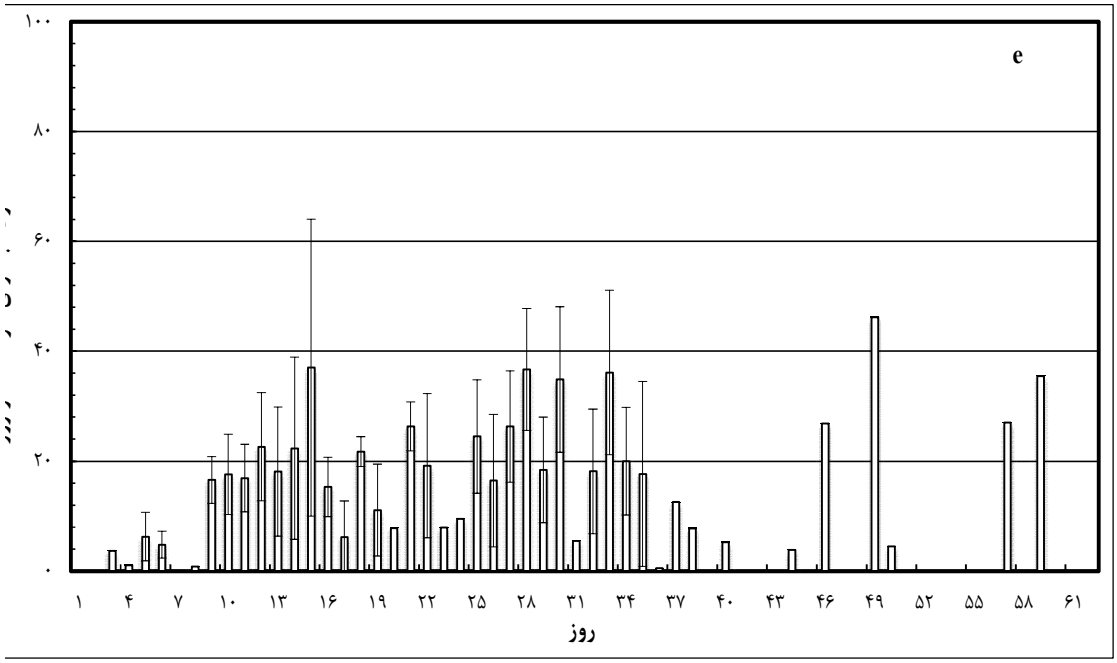


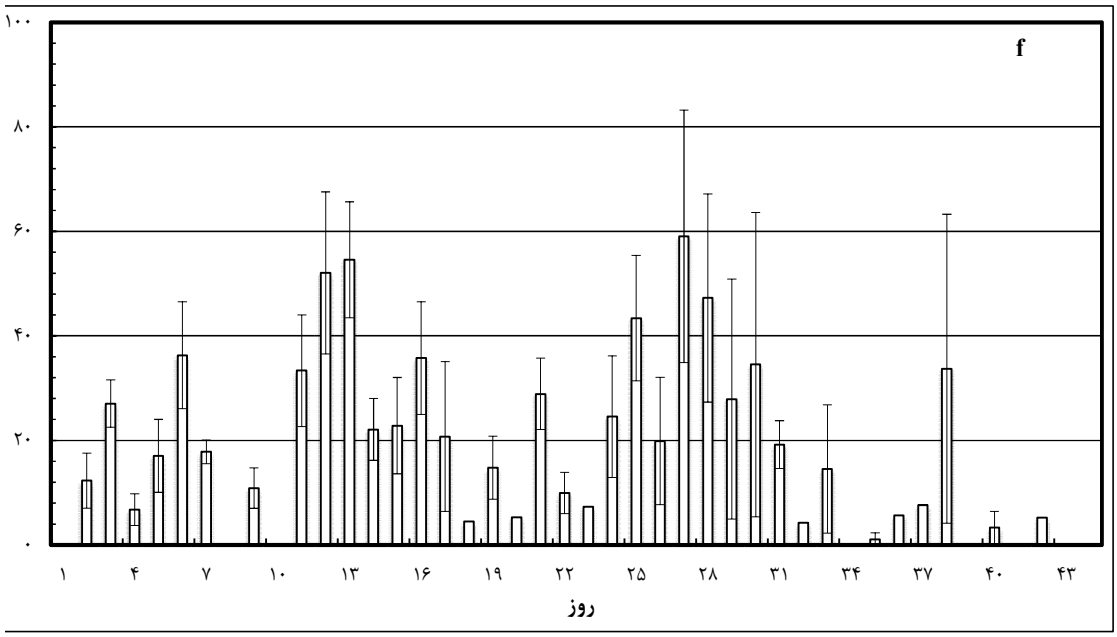


ادامه شکل ۳

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]





ادامه شکل ۳

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

بحث

به‌طور کلی اثرهای زئولیت در گونه‌های مختلف آبزیان از دو جنبه تأثیر آن بر شاخصه‌های کیفی آب و یا تأثیر آن در جیره غذایی بررسی می‌شود. با توجه به کاهش شدید توانایی زئولیت در جذب آمونیاک با افزایش میزان شوری آب (Boyd and Tucker, 1998)، به نظر می‌رسد که در مطالعه حاضر (سطوح شوری بین ۱۸۰–۸۰ در هزار) گنجاندن زئولیت (۲ درصد در جیره) از توانایی احتمالی بسیار کمی برای حذف نیتروژن آمونیاکی برخوردار باشد. با توجه به عبور محتویات زئولیت از توری با اندازه ۳۵ میکرون، در مطالعه حاضر، تمامی ذرات زئولیتی موجود در محیط پرورش آرتمیا در محدوده کمتر از این اندازه قرار داشت و آرتمیا به‌دلیل تغذیه غیرانتخابی و دائمی خود می‌توانست به‌راحتی این ذرات را وارد دستگاه گوارش خود کند.

میزان رشد و بازماندگی آرتمیا در طبیعت و شرایط پرورشی عمدتاً به درجه حرارت، شوری و کمیت – کیفیت غذا بستگی دارد (Sorgeloos, 1986; Soundarapandian and Saravanakumar, 2009). براساس نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که دو عامل زئولیت جیره و شوری آب می‌توانند بر میزان رشد و بازماندگی *A. franciscana* تأثیر داشته باشند. گنجاندن زئولیت در جیره آرتمیا اثرهای به‌نسبت مطلوبی بر طول کل بدن و طول فورکا به‌ویژه از روزهای هشتم تا بیستم پرورش داشت. از این نظر نتیجه حاصل از مطالعه حاضر با نتایج Galindo و همکاران (۲۰۰۶) و Eya و همکاران (۲۰۰۸) مبنی بر اثرهای مثبت گنجاندن زئولیت در جیره غذایی آبزیان بر میزان و سرعت رشد بدن مطابقت دارد. افزایش عملکرد رشد در آبزیان را از نظر فیزیولوژیکی می‌توان به بهبود جذب مواد مغذی در اثر وجود زئولیت در جیره نسبت داد. Dias و همکاران (۱۹۹۸) در ماهی سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) عنوان کردند که وجود زئولیت در جیره سبب کاهش سرعت عبور غذا در روده می‌گردد که این موضوع سبب افزایش احتمالی میزان جذب محتویات مواد مغذی جیره (به‌ویژه نیتروژن) و در نهایت سبب افزایش میزان رشد می‌شود.

مطالعات پیشین در زمینه تأثیر شوری بر طول کل بدن آرتمیا از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ نشان دادند که طول بدن آرتمیا با افزایش شوری آب کاهش می‌یابد (Reeve, 1963; Lotfi et al., 1382; EI- Agh et al., 2008; Bermawi et al., 2004). در مطالعه حاضر هم چنین روندی (در طول کل بدن و طول فورکا) در هر دو گروه از آرتمیاهای زئولیت خورده و یا فاقد آن با افزایش شوری مشاهده شد؛ با این وجود اندازه بدن در گروه‌هایی که در جیره خود زئولیت را در طول دوره رشدی مصرف کردند تا حدی بزرگ‌تر از گروه‌های فاقد زئولیت در جیره بوده که احتمالاً نشان‌دهندهٔ اثرهای مثبت زئولیت در جیره است. Abatzopoulos و همکاران (۲۰۰۶) عنوان کردند که طول بدن بالغان آرتمیای ارومیه (*A. urmiana*) در سطوح شوری ۱۰۰، ۱۴۰ و ۱۸۰ در هزار، در محدوده بین ۱۶–۱۲ میلی‌متر قرار داشت و با افزایش شوری این مقدار کاسته شد. همچنین، Agh و همکاران (۲۰۰۸) در سه جمعیت مختلف از آرتمیای دریاچه ارومیه و تالاب‌های اطراف آن عنوان کردند که اندازه بدن بالغان آرتمیای ارومیه در روز ۲۰ام پرورش با افزایش شوری آب کاسته شد؛ به‌طوری که طول کل بدن در مولدین واقع در شوری‌های ۷۵، ۱۰۰، ۱۲۵، ۱۵۰ و ۱۷۵ گرم در لیتر به‌ترتیب ۱۱/۴، ۱۱/۱، ۱۰/۱، ۸/۸ و ۷/۵ میلی‌متر گزارش شد. در مطالعه حاضر اندازه ماده‌های *A. franciscana* در روز ۲۰ام پرورش در تیمارهای مختلف در محدوده بین ۸/۵–۷ میلی‌متر قرار

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

داشت که این مقادیر در محدوده اندازه‌های گزارش شده قبلی در سایر مطالعات قرار دارد.

Soundarapandian و Saravanakumar (۲۰۰۹) در تأثیر شوری بر *Artemia* spp. با بررسی شاخصه‌هایی شامل میزان بازماندگی و مدت زمان لازم برای رسیدگی جنسی بیان کردند که میزان بازماندگی آرتمیا با افزایش شوری آب (از ۲ گرم در هزار) تا شوری آب دریا (۳۵ در هزار) از ۳۰ به ۸۰ درصد افزایش و زمان لازم برای رسیدگی جنسی از ۲۰ به ۱٤ روز کاهش یافت. همچنین، میزان بازماندگی ناپلیوسی بسیار کمی (کمتر از ۱۰ درصد) در شوری‌های ۳۵ و ۵۰ در هزار در مدت یک هفته از پرورش آرتمیای ارومیه (*A. urmiana*) در مطالعه Abatzopoulos و همکاران (۲۰۰٦) مشاهده شد؛ ولی مقادیر بازماندگی تا مرحله بلوغ با افزایش شوری به سطوح ۱۰۰، ۱٤۰ و ۱۸۰ در هزار، علی‌رغم نبود اختلاف معنادار بین این سطوح افزایش یافتند که با نتایج مطالعه حاضر در تیمارهای فاقد زئولیت (کاهش میزان بازماندگی از ٦۲ به ٤۰ درصد) هم‌خوانی ندارد. از طرف دیگر، EI-Bermawi و همکاران (۲۰۰٤) بیشترین میزان بازماندگی ناپلیوسی تا بلوغ را در جمعیت‌های مختلف آرتمیای مصری (Egyptian) در شوری ۸۰ گرم در هزار گزارش کردند که چنین روندی به‌طور نسبی در مطالعه حاضر هم مشاهده شد. این در حالی است که Mohammadi و همکاران (۲۰۰۹) در قابلیت تحمل شوری دو گونه *A. urmiana* و *A. parthenogenetica* عنوان کردند که میزان بازماندگی به‌طور ناگهانی در شوری بالاتر از ۱۰۰ در هزار کاهش یافت و این مقادیر در شوری ۱٦۰ در هزار به‌ترتیب به ۷۵ و ۹۳ درصد رسید. این محققان بازماندگی حدود ۷۱ درصدی را در شوری ۱۹۰ در هزار (در *A. urmiana*) گزارش کردند که از میزان بازماندگی ٤۰ درصدی *A. franciscana* در تیمار با شوری ۱۸۰ در هزار مطالعه حاضر بالاتر است. با این وجود، Triantaphyllidis و همکاران (۱۹۹۵) در نژاد چینی گونه *A. franciscana* میزان بازماندگی ۲۰ درصدی را در شوری ۱۸۰ در هزار گزارش کردند که از مقادیر مطالعه حاضر کمتر است. دلائل چنین اختلافاتی را می‌توان به نوع گونه، نوع نژاد جغرافیایی آرتمیا، شرایط محیط پرورش و عوامل غذایی (نوع و مقدار غذا) نسبت داد.

از نظر عملکرد تولیدمثل و طول عمر ماده‌های *A. franciscana*، نتایج مطالعه حاضر نشان داد که گنجاندن زئولیت در جیره غذایی آرتمیا اثرهای روشن و مثبتی بر هر دو شاخصه داشت. افزودن زئولیت در جیره آرتمیا (بدون توجه به مقادیر شوری آب در تیمارهای مختلف مطالعه حاضر) توانسته میزان تولید اولاد را در مقایسه با گروه کنترل به میزان ۱/۵ برابر افزایش دهد (میانگین تولید ۱۰۳٦ اولاد در تیمارهای زئولیت خورده در مقایسه با تولید ٦۹۰ اولاد در تیمارهای فاقد زئولیت). روند به‌نسبت مشابهی در تعداد اولاد به‌ازای هر ماده در روز مشاهده شد به‌طوری که گروه‌های زئولیت خورده به‌ویژه در شوری ۱۸۰ در هزار، روند تولید به‌مراتب بهتری در مقایسه با دیگر گروه‌ها داشتند. از این نظر نتایج مطالعه حاضر با دیگر مطالعات مبنی بر تأثیر نوع غذا بر عملکرد تولیدمثل و طول عمر سخت‌پوستان از جمله آرتمیا مطابقت دارد (Lavens and Sorgeloos, 1996; Stottrup and McEvoy, 2003). با توجه به این‌که تاکنون هیچ گونه مطالعه‌ای در زمینه کاربرد زئولیت جیره بر عملکرد تولیدمثل آبزیان گزارش نشده است، از این‌رو مقایسه داده‌های این مطالعه با سایر یافته‌ها چندان امکان‌پذیر نیست. با این حال، روند افزایشی در عملکرد تولیدمثلی آرتمیا را احتمالاً باید به عملکردهای فیزیولوژیکی کاربرد زئولیت در جیره سایر آبزیان نسبت

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

داد. مطالعات قبلی در ماهیانی مانند قزل‌آلا و کپور معمولی نشان داد که گنجاندن زئولیت در جیره غذایی سبب عملکرد بهتر در دفع آمونیوم از بدن و در نهایت افزایش سلامت و بازماندگی ماهی می‌شود (Ergün et al., 2008; Khodanazary et al., 2013). این در حالی است که Steica و Morea (۲۰۱۳) اثرهای باندینگ زئولیت و تأثیر آنزیم‌های هضمی به‌مدت طولانی‌تر در روده را به‌عنوان یک محرک رشد در آبزیان عنوان کردند.

Abatzopoulos و همکاران (۲۰۰۶) در بررسی عملکرد تولیدمثل مولدین آرتمیای ارومیه تحت تأثیر سطوح مختلف شوری عنوان کردند که با افزایش شوری از ۱۰۰ به ۱۸۰ در هزار، اثرهای قابل توجهی بر شاخصه‌های تولیدمثلی و طول عمر ماده‌ها ایجاد نشد؛ ولی Triantaphyllidis و همکاران (۱۹۹۵) و Baxevanis و همکاران (۲۰۰۴) گزارش کردند که افزایش شوری به مقادیر بالاتر از ۱۴۰–۱۲۰ در هزار سبب القای اثرهای منفی بر تولیدمثل گونه‌ها و نژادهای آرتمیا می‌شوند. Agh و همکاران (۲۰۰۸) در آرتمیای ارومیه عنوان کردند که افزایش شوری از ۷۵ به ۱۷۵ در هزار سبب طولانی‌تر شدن طول دوره پیش از تولیدمثل، کوتاه شدن دوره تولیدمثل، کمتر شدن تولید اولاد (از ۱۹۴ به ۶۱ اولاد) و کاهش طول عمر ماده (در محدوده بین ۵۷–۴۳ روز) شد. همچنین، Baxevanis و همکاران (۲۰۰۴) عنوان کردند که اندازه بدن مولد، رسیدگی جنسی و سرعت رشد مولدین آرتمیا به‌طور معکوسی با شوری آب رابطه دارد و این روند به‌ویژه در شوری‌های بالاتر از ۱۴۰ در هزار دیده می‌شود. در مطالعات Baxevanis و همکاران (۲۰۰۴)، میزان سیست‌زایی در آرتمیا رابطه کاملاً روشنی با شوری آب نشان داد، به‌طوری که درصد جنین‌های حاوی سیست با افزایش شوری آب رابطه مستقیم داشتند. اگرچه در مطالعه حاضر میزان سیست‌زایی در تیمار حاوی زئولیت– شوری ۱۸۰ در هزار به‌طور معناداری پایین‌تر از سایر گروه‌ها بود، ولی شواهدی مبنی بر تأثیر زئولیت بر میزان سیست‌زایی مشاهده نشده و این موضوع نیازمند تحقیقات بیشتر در آینده است.

روند روزانه تولید انفرادی اولاد در ماده‌ها در طی روزهای پرورش در دوره بلوغ تا مرگ نشان داد که بالاترین تولید اولاد در تمامی تیمارها عمدتاً در سنین میانی (جوانی) ماده‌ها صورت گرفته و روند آن با افزایش سن ماده به‌سرعت کاهش یافته است. تقریباً در تمامی تیمارها، بیشترین واریانس داده‌ها در روزهای انتهایی دوره بلوغ که بیشتر مولدین در سنین پیری خود قرار داشتند، مشاهده شد. همچنین، مرگ برخی از ماده‌ها در این ایام سبب افزایش واریانس داده‌ها و افزایش تولید روزانه اولاد در سنین پیری (به‌ویژه از هفته پنجم به بعد در تیمارهای حاوی زئولیت) و از هفته چهارم به بعد (در تیمارهای فاقد آن) گردید.

نتیجه‌گیری

براساس نتایج مطالعه حاضر مشخص شد که گنجاندن زئولیت در جیره اثرهای آشکار بر اندازه بدن *A. franciscana* از مرحله ناپلیوسی تا بلوغ نداشته است، ولی با این وجود سطوح شوری ۱۳۰–۸۰ در هزار روند بهتری نشان دادند. همچنین، اثرهای گنجاندن زئولیت به‌روشنی بر عملکرد تولیدمثلی آرتمیا نمایان شد، به‌طوری که شاخصه‌های تولید کل اولاد و تعداد اولاد به ازای هر ماده در روز در گروه‌های حاوی زئولیت تقریباً ۱/۵ برابر گروه‌های بدون زئولیت بودند. بنابراین، گنجاندن ۲ درصد زئولیت در جیره در شوری‌های بین ۱۳۰–۸۰ در هزار برای رشد ناپلیوس‌ها تا مرحله بلوغ مناسب‌تر بود؛ همچنین

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

برای بهبود عملکرد تولیدمثلی آرتمیا پیشنهاد افزودن زئولیت به غذا همراه با افزایش در شوری آب از ۸۰ به ۱۸۰ در هزار ارائه می‌شود.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از زحمات جناب آقای مهندس خسرو جانی خلیلی مسئول محترم آزمایشگاه گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری تشکر می‌شود.

منابع

Agh, N., Van Stappen, G., Bossier, P., Sepehri, H., Lotfi, V., Razavi Rouhani, S. M. and Sorgeloos, P. 2008. Effects of salinity on survival, growth, reproduction and life span characteristics of *Artemia* population from Urmia Lake and neighboring lagoons. *Pakistan Journal of Biological Sciences,* 11 (2): 164-172.

A. O. A. C. 2012. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15 the edn., Arlington, USA.

Abatzopoulos, T. J., El-Bermawi, N., Vasdekis, C., Baxevanis, A. D. and Sorgeloos, P. 2003. Effects of salinity and temperature on reproductive and life span characteristics of clonal *Artemia*. (International Study on *Artemia*. LXVI). *Hydrobiologia,* 492: 191-199.

Abatzopoulos, T. J., Baxevanis, A. D., Triantaphyllidis, G. V., Criel, G., Pador, E. L., Van Stappen, G. and Sorgeloos, P. 2006. Quality evaluation of *Artemia urmiana* Gunther (Urmia Lake, Iran) with special emphasis on its particular cyst characteristics (International Study on *Artemia* LXIX). *Aquaculture,* 254: 442-454.

American Public Health Association, 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19th end., APHA., Washington DC, USA.

Baxevanis, A. D., El-Bermawi, N., Abatzopoulos, T. J. and Sorgeloos, P. 2004. Salinity effects on maturation, reproductive and life span characteristics of four Egyptian populations (International Study on *Artemia*, LXVIII). *Hydrobiologia,* 513: 87-100.

Boyd, C. E. and Tucker, C. S. 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers, Boston, 711 p.

Browne, R. A., Davis, L. E. and Sallee, S. E. 1988. Effects of temperature and relative fitness of sexual and asexual brine shrimp *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 124: l-20.

Browne, R. A. and Wanigasekera, G. 2000. Combined effects of salinity and temperature on survival and reproduction of five species of *Artemia*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology,* 244: 29-44.

Chiayvareesajja, S. and Boyd, C. E. 1993. Effects of zeolite, formalin, bacterial augmentation, and aeration on total ammonia nitrogen concentrations. *Aquaculture,* 116: 33-45.

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: 25-32.

Danabas, D. and Tulay, A. 2011. Effects of zeolite (clinoptilolite) on some water and growth parameters of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Digest Journal of Nanomaterials and Biostructures,* 6 (3): 1111-1116.

Dias, J., Huelvan, C., Dinis, M. T. and Métailler, R. 1998. Influence of dietary bulk agents (silica, cellulose and a natural zeolite) on protein digestibility, growth, feed intake and feed transit time in European seabass (*Dicentrarchus labrax*) juveniles. *Aquatic Living Resource,* 11: 219-226.

EI-Bermawi, N., Baxevanis, A. D., Abatzopoulos, T. J., Van Stappen, G. and Sorgeloos, P. 2004. Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian *Artemia* populations (International Study on *Artemia*, LXVII). *Hydrobiologia,* 523: 175-188.

El-Gendy, M. O., Gouda, A. H. and Shehab El-Din, M. T. 2015. Effect of zeolite on feeding rates and growth performance for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *International Journal of Scientific Research in Agricultural Sciences,* 2: 18-24.

Ergün, S., Tekesoglu, H. and Yigit, M. 2008. Effects of dietary natural zeolite levels on ammonia excretion rates in young rainbow trout

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

Workshop/Symposium on Distribution and Biology of Artemia. 13-14 Dec. 2009, Urmia, Iran. 38-41.

Mumpton, F. A. 1999. Uses of natural zeolites in agriculture and industry. *Proceedings of the Natural Academy of Sciences of the U.S.A.,* 96: 3463-3470.

Naegel, L. C. A. 1999. Controlled production of *Artemia* biomass using an inert commercial diet, compared with the microalgae *Chaetoceros*. *Aquacultural Engineering,* 21: 49-59.

Papaioannou, D., Katsoulos, P. D., Panousis, N. and Karatzias, H. 2005. The role of natural and synthetic zeolites as feed additives on the prevention and/or the treatment of certain farm animal diseases: A review. *Microporous and Mesoporous Materials,* 84: 161-170.

Reeve, M. R. 1963. Growth efficiency in *Artemia* under laboratory conditions. *Biological Bulletin,* 125 (1): 133-145.

Silapajarn, O., Silapajarn, K. and Boyd, C. 2006. Evaluation of zeolite products used for aquaculture in Thailand. *Journal of the World Aquaculture Society,* 37 (1): 136-138.

Sokal, R. R. and Rohlf, F. J. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, San Francisco, CA, 776 p.

Sorgeloos, P., Lavens, P., Leger, Ph., Tackaert, W. and Versichele, D. 1986. Manual for the Culture and Use of Brine Shrimp *Artemia* in Aquaculture. Laboratory of Mariculture, State University of Ghent, Belgium.

Soundarapandian, P. and Saravanakumar, G. 2009. Effect of different salinities on the survival and growth of *Artemia* spp. *Current Research Journal of Biological Sciences,* 1 (2): 20-22.

Steica, G. and Morea, A. 2013. Physiological effects of natural zeolites in fish feed. *Bulletin UASVM Animal Science and Biotechnologies,* 70 (2): 395-396.

Stottrup, J. and McEvoy, L. 2003. Live Feeds in Marine Aquaculture. Wiley- Blackwell, 340 p.

Triantaphyllidis, G., Poulopoulou, V., Abatzopoulos, T. I., Perez, A. A. P. and Sorgeloos, P. 1995. International study on *Artemia* XLIX. Salinity effects on survival, maturity, growth, biometrics, reproductive and lifespan characteristic of a bisexual and a parthenogenitc population of *Artemia*. *Hydrobiologia,* 302: 215-227.

(*Oncorhynchus mykiss*). *Fresenius Environmental Bulletin,* 17 (2): 245-248.

Eya, J. C., Parsons, A., Haile, I. and Jagidi, P. 2008. Effects of dietary zeolites (bentonite and mordenite) on the performance juvenile rainbow trout (*Onchorhynchus myskis*). *Australian Journal of Basic and Applied Sciences,* 2 (4): 961-967.

Galindo, J., Jaime, B., Fraga, I. and Alvarez, J. S. 2006. Use of zeolite in white shrimp *Litopenaeus schmitti* feeding (in Spanish, English abstract). IV Congreso Iberoamericano Virtual de Acuicultura, 106-112.

Hafezieh, M. and Hosseinpour, H. 1388. Effect of salinity on reproduction model of *Artemia* in Urmia Lake. *Journal of Biology - Shil Amayesh,* 1 (2): 21-28.

Hargreaves, J. A. and Tucker, C. S. 2004. Managing Ammonia in Fish Ponds. SRAC Publication No. 4603.

Hu, C. H., Xu, Y., Xia, M. S., Xiong, L. and Xu, Z. R. 2008. Effects of Cu^{2+}-exchanged montmorillonite on intestinal microflora, digestibility and digestive enzyme activities of Nile tilapia. *Aquaculture Nutrition,* 14: 281-288.

Kanyilmaz, M., Tekelioğlu, N., Sevgili, H., Uysal, R. and Aksoy, A. 2015. Effects of dietary zeolite (clinoptilolite) levels on growth performance, feed utilization and waste excretions by gilthead sea bream juveniles (*Sparus aurata*). *Animal Feed Science and Technology,* 200: 66-75.

Khodanazary, A., Boldaji, F., Tatar, A. and Dastar, B. 2013. Effects of dietary zeolite and perlite supplementations on growth and nutrient utilization performance, and some serum variables in common carp (*Cyprinus carpio*). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* 13: 495-501.

Lavens, P. and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the Production and Use of Live Food for Aquaculture. FAO Technical Paper, 305 p.

Lotfi, G. G. V., Agh, N. and Sepehri, H. 1382. Effects of different salinities on growth, survival, life history and reproductive charachteristics of three populations of *Artemia* from Iran. *Journal of Science,* 2: 305-316.

Mohammadi, H., Agh, N. and Sorgeloos, P. 2009. A survey on salinity tolerance of *Artemia urmiana* and parthenogenetic *Artemia*. International

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

Yildirim, Ö., Türker, A. and Senel, B. 2009. Effects of natural zeolite (clinoptilolite) levels in fish diet on water quality, growth performance and nutrient utilization of tilapia (*Tilapia zillii*) fry. *Fresenius Environmental Bulletin,* 8 (9): 1567-1571.

Zmora, O., Avital, E. and Gordin, H. 2002. Results of an attempt for mass production of *Artemia* in extensive ponds. *Aquaculture,* 213: 395-400.

Zmora, O. and Shpigel, M. 2006. Intensive mass production of *Artemia* in a recirculated system. *Aqauculture,* 255: 488-494.

Wear, R. G. and Huslett, S. J. 1987. Studies on the biology and ecology of *Artemia* from Lake Grassmere, NewZealand. P 101-126, In: Sorgeloos, P., Bengtson, D. A., Decleir, W. and Jaspers, E. (eds.), *Artemia Research and its Applications*. Ecology, Culturing, Use in Aquaculture, Universa Press, Wetteren, Belgium.

Yigit, N. O. and Demir, O. 2011. Klinoptilolite in *Salmo trutta* (*Oncorhynchus mykiss*) yavrularının büyümesi üzerine etkisi. *Journal of FisheriesSciences.com,* 5: 213-218.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]

Fisheries Science & Technology
TMU
Scientific - Research Journal Vol. 5, No. 3, Autumn 2016

Interaction effects of zeolite and salinity levels on growth and reproductive parameters of *Artemia franciscana*

Abolghasem Esmaeili Fereidouni[1*], Saeid Vahdat[2], Mohsen Oroujloo[3]

1- Assistant Prof., Fisheries Department, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran.

2- Ph.D. Student in Fisheries, Faculty of Fisheries, Urmia University, Urmia, Iran.

3- Graduated in Fisheries, Faculty of Animal Sciences and Fisheries, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University (SANRU), Sari, Iran.

Received: 07.12.2015 Accepted: 18.10.2016

* Corresponding author: a.esmaeili@sanru.ac.ir

Abstract

In a randomly and factorially designed experiment, the interaction effects of dietary zeolite (0 and 2%) and three salinity levels (80, 130 and 180 ppt) on growth, survival, reproductive performance and total longevity of *A. franciscana* were determined (6 treatments in total). The experiment was carried in two stages: nauplius to maturity and maturity to death of all females. The results indicated that the total body length of *Artemia* fed with zeolite were not significantly different among treatments in the third week of rearing ($P>0.05$), except for nauplii fed zeolite in salinity 180 ppt. However, *Artemia* fed with zeolite in 80 ppt had a higher body length and furcal length compared with other treatments. Nauplii in all treatments reached sexual maturity within 17-23 days ($P>0.05$). Survival rate was far higher in groups fed with zeolite compared to unfed groups; the highest values were recorded in group fed with zeolite at the salinity 130 ppt ($P<0.05$). The reproductive period and total longevity of females decreased with increasing salinity, but this trend was not affected by diet type. Average offspring production in the groups fed with zeolite was in the range of 861-1160 offspring compared to unfed groups (604-741 offspring) ($P<0.05$). The encysted embryos percentage was different in the range of 20-35%. According to the results, the inclusion of 2% zeolite in salinity within 80-130 ppt were better for growth of the *Artemia* to maturity. Also, it is recommended to add zeolite in the *Artemia* diet with the increasing trend in salinity from 80 to 180 ppt for improving broodstock reproductive performance.

Keywords: Zeolite, *Artemia franciscana*, Salinity, Growth and survival, Reproductive performance.

[Downloaded from jfst.modares.ac.ir on 2024-04-25]

[DOR: 20.1001.1.23225513.1395.5.3.6.5]