دانشگاه گنبد کاووس
نشریه "پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی"
دوره پنجم، شماره اول، بهار ۹۶
http://jair.gonbad.ac.ir

تاثیر سطوح مختلف آهن بر برخی شاخص‌های رشد و ترکیبات لاشه بچه تاس‌ماهی شیپ *Acipenser nudiventris* Lovetsky, 1828

سیدحمید حسینی[۱]، ابولقاسم کمالی*[۲]، محمدعلی یزدانی ساداتی[۳]، حسین خارا[۴]

[۱]دانش‌آموخته دکتری تکثیر و پروش آبزیان، گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۲] استاد گروه شیلات، واحد علوم و تحقیقات تهران، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
[۳]دانشیار موسسه تحقیقات بین‌المللی تاسماهیان دریای خزر، سازمان تحقیقات آموزش و ترویج جهاد کشاورزی، رشت، ایران
[۴]دانشیار گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران

تاریخ ارسال: ۹۴/۱۱/۲۴ ؛ تاریخ پذیرش: ۹۵/۳/۳

چکیده

تحقیق حاضر، به‌منظور بررسی اثر مکمل آهن خوراکی بر برخی شاخص‌های رشد بچه تاس‌ماهیان شیپ (*A. nudiventris*) انجام پذیرفت. در این تحقیق یک گروه شاهد (فاقد آهن) و چهار گروه تیمار آهن (7. $FeSO_4$ H_2O) با غلظت‌های مختلف (۱۰۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ mg/kg) نظر گرفته شد که به جیره نیمه خالص برای مدت ۶۰ روز اضافه گردید. تغذیه دستی در سه نوبت انجام پذیرفت. زیست‌سنجی ماهیان در پایان هفته چهارم و در انتهای آزمایش صورت پذیرفت. نتایج نشان داد ماهیانی که از جیره غذایی ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره بوده تغذیه شدند بیشترین افزایش وزن بدن را بدست آوردند. درحالی‌که وزن ماهیان تغذیه شده با ۳۰۰ mg/Kg افزایش چندانی نیافت. همچنین، بیشترین اندازه طول بچه‌ماهیان، SGR ، PER، FE ، % BWI، ADG، درصد بازماندگی، در ماهیان تغذیه شده با تیمار اول (۱۰۰ mg/Kg) مشاهده شد. نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که وزن بچه‌ماهیان (۴/۶۴±۴۸/۸۵گرم)، SGR (۱/۵۱±۰/۰۴۳)، PER (۰/۲۱۴±۰/۰۰۸)، FE (۵۳/۵۴±۲/۰۲۳)، BWI% (۱۴۷/۲۵±۶/۳۹)، میانگین رشد روزانه (۰/۴۸۵±۰/۰۱۵)، آهن کبدی (۱۸/۰۶±۰/۱۰۳)، آهن موجود در عضلات (۰/۰۹± ۱۰/۰۱) و HSI (۰/۳۵ ± ۴/۲۲) و درصد بازماندگی (۹۱/۱۱±۷/۶۹) بین ماهیان تحت تیمارهای مختلف آهن اختلاف معنی‌داری وجود دارد. کم‌ترین مقدار FCR (۱/۸۷±۰/۰۷۱) در تیمار اول مشاهده گردید ولی از نظر CF اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نگردید. حداکثر

*نویسنده مسئول: Kamali.abolghasem@gmail.com

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

مقدار درصد پروتئین و حداقل درصد مقدار چربی لاشه به‌ترتیب در تیمار اول (۰/۶۲ ±۶۳/۴۴) و تیمار چهارم (۰±۱۰) مشاهده گردید. نتایج حاصل از این تحقیق مشخص نمود برخی از فاکتورهای رشد بچه‌تاس‌ماهی شیپ، تحت تاثیر آهن خوراکی از نوع سولفات فرو قرار دارند. در نتیجه، به‌نظر می‌رسد که در شـرایط پرورشـی و در محدوده وزنی مورد نظر جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلو گرم جیره می‌تواند مطلوب تلقی گردد .

***واژه‌های کلیدی*: *A. nudiventris*، آهن خوراکی (سولفات فرو)، شاخص‌های رشد**

مقدمه

تاس‌ماهیان قدیمی‌ترین مهره داران روی زمین و از دسته ماهیان غضروفی دوران اولیه هستند که حدود ۲۵۰ میلیون سال قدمت دارند و جز گران‌ترین و با ارزش‌ترین ماهیان محسوب می‌شوند و به لحاظ قدمت به آن‌ها فسیل زنده اطلاق می‌شود (Birstein, 1993). علی‌رغم پرورش تاسماهیان طی چند سال گذشته هنوز اطلاعات کافی در مورد نیازهای تغذیه‌ای و تکنولوژی ساخت ترکیبات غذایی آن‌ها وجود ندارد (Hung and Deng, 2002). اطلاعات تغذیه‌ای برای اغلب گونه‌های تاس‌ماهیان نادر می‌باشد و اکثر اطلاعات از مطالعات تغذیه‌ای اجرا شده بر تاس‌ماهی سفید و سیبری می‌باشد که این اطلاعات هنوز کامل نشده است (Webster and Lim, 2002). احتیاجات انرژی، پروتئین، اسیدهای آمینه، اسیدهای چرب ضروری، ویتامین‌ها و مواد معدنی در چندین گونه از گونه‌های پرورشی از جمله ماهیان سردآبی تعیین شده است (Lovell, 1998). ولی احتیاجات مواد معدنی در مورد تاس‌ماهیان هنوز به صورت جدی انجام نپذیرفته است.

آهن یک عنصر کمیاب با اهمیت پایه‌ای برای حیوانات راسته‌های بالاتر (Robbins and Pederson, 1970) بوده و نقش مهمی را در انتقال اکسیژن و تنفس سلولی بازی می‌کند. غلظت آهن در آب‌های طبیعی پایین می‌باشد. اگر چه آهن می‌تواند از آب به واسطه آبشش‌ها و روده جذب گردد (Roeder and Roeder, 1966) لیکن جیره ماهیان به‌عنوان منبع عمده آهن به‌ویژه در آبزی پروری متراکم مورد توجه قرار گرفته است (NRC, 1993).

نیاز آهن خوراکی برای مار ماهی ۱۷۰mg/kg eel (Nose and Arai, 1979)، ۳۰ mg/kg برای گربه ماهی کانالی (Gatlin and Wilson, 1986)، ۶۰-۱۰۰ mg /kg برای Atlantic Salmon (Andersen *et al*., 1996)، ۱۵۰ -۱۶۰ mg/kg (ferric citrate) و mg/kg (ferrous sulphate) ۸۵ برای تیلاپیا (Shiau and Su, 2003) و ۱۵۰ mg /kg برای Red Sea Bream *Pagus major* (Sakamoto and Yone, 1978) تخمین زده شده است.

تاثیر غلظت‌های مختلف آهن خوراکی بر روی شاخص‌های رشد بچه‌تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) تا کنون گزارش نشده است. لذا هدف از این تحقیق بررسی تاثیر مکمل آهن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

تغذیه‌ای بر برخی از شاخص‌های رشد بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) بـا اسـتفاده از سـولفات فرو به عنوان منبع آهن می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تعداد ۲۲۵ قطعه بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) سالم با میانگین وزن اولیه ۰/۴±۱۹/۹ گرم از بخش تکثیر و پرورش انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان (رشت، ایران) تهیه گردیدند و به چهار تیمار آزمایشی و یک گروه شاهد با سه تکرار تقسیم گردیدند. ماهیان به ۱۵ وان (هر وان ۱۵ قطعه ماهی) فایبرگلاس ۵۰۰ لیتری با حجم مفید آبگیری ۳۵۰ لیتر معرفی گردیدند. آب موجود در تانک‌های پرورشی بعد از انتقال به آزمایشگاه، حاوی ۰/۰۱mg/L آهن در کل دوره بود. به‌منظور آداپته کردن ماهیان با شرایط، از غذای پلیت آماده با نام تجاری Nutra MP (ساخت شرکت Skretting ایتالیا) استفاده شد. بر اساس آنالیز شرکت، پروتئین خام ۵۰٪، چربی و روغن خام ۲۰٪، فیبر خام ۰/۷٪، خاکستر ۷/۵٪، سدیم ۰/۷٪، کلسیم ۱/۵٪ و فسفر ۱/۳٪ بود که به میزان ۲ گرم برای هر وان در دو وعده و فقط در حد سیری ماهیان برای مدت ۱۵ روز استفاده گردید. بعد از گذشت این مدت، جیره اصلی به ماهیان داده شد. تیمارهای آزمایشی با سطوح مختلف آهن از نوع فرو سولفات که به ترتیب دارای صفر (شاهد)، ۱۰۰، ۲۰۰، ۲۵۰ و ۳۰۰ میلی گرم آهن در هر کیلوگرم جیره بودند تغذیه گردیدند. در ترکیبات پنج جیره غذایی نیمه خالص تحقیق از کازئینات سدیم و گلوتن گندم به عنوان منبع پروتئین، نسبت مساوی روغن سویا و روغن ماهی به عنوان منبع چربی، دکسترین سفید به‌عنوان منبع کربوهیدرات و ویتامین پرمیکس[1] و ویتامین معدنی فاقد آهن[2] استفاده گردید. پودر آهن با آب مقطر ترکیب شده و به سایر ترکیبات اضافه گردید. آنالیز ترکیبات عمومی جیره‌های مورد استفاده در جدول شماره یک ارائه گردیده است.

۱- مخلوط مواد ویتامینی (ترکیبات مکمل ویتامین ۰/۵درصد آبزیان، هر کیلو گرم از مکمل حاوی:
Vit A, 1600000 IU; Vit D3 ,400000 IU; VitE, 40gr; Vit k3 (K-stab), 2gr; Vit B1 (Thiamin), 6gr; Vit B2 (Riboflavin), 8gr; Vit B3 (Ca-Pantothenate), 12gr; Vit B5 (Niacin) , 40gr; Vit B6 (Pyridoxine), 4gr; Vit B9 (Folic acid), 2gr; Vit B12 (Cyanocobalamin) , 8gr; Vit H2 , 0.24gr; Vit C , 60gr; Inositol , 60gr; B.H.T, 20gr; Carrier up to 1Kg.

۲- مخلوط مواد معدنی بدون آهن: کولین کلراید ۶۰٪ ،$\frac{mg}{kg}$ ۶۰۰۰؛ اکسید منگنز ۴۵٪، $\frac{mg}{kg}$۵۰۰۴؛ اکسید روی ۸۰٪ ، $\frac{mg}{kg}$۹۸۰۰؛ سولفات مس ۲۰٪ ، $\frac{mg}{kg}$ ۶۰۰؛ سولفات کبالت ۱۸٪ ، $\frac{mg}{kg}$۱۰۰؛ یدات کلسیم ۶۰٪ ، $\frac{mg}{kg}$۶۰۰؛ سلنیت سدیم ۱٪، $\frac{mg}{kg}$ ۲۰؛ پرلیت ، زئولیت و کربنات کلسیم تا یک کیلو گرم

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

جدول ۱- ترکیبات آنالیز شیمیایی جیره مورد استفاده در طول دوره پرورش بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*)

پروتئین (٪)	چربی (٪)	رطوبت (٪)	خاکستر (٪)	انرژی (Kcal / kg)
۴۰/۰۸±۰/۱۲	۱۳±۰/۸۲	۹/۴۸±۰/۴۵	۸/۶±۰/۹۴	۴۵۶۶/۸۵±۱/۶۹

در طول ۶۰ روز آزمایش، ماهیان بر اساس ۳ درصد وزن بدن و سه بار در شبانه روز به صورت دستی تغذیه شدند. در طول آزمایش ماهیان تلف شده از مخازن خارج و ماهی سالم به مخازن اضافه نگردید. سنجش پارامترهای کیفی آب به صورت روزانه انجام می‌شد. در طول مدت آزمایش، میانگین میزان دما و اکسیژن محلول به‌ترتیب ۱/۹±۲۰/۱ سانتی‌گراد و ۰/۳±۸/۵ میلی‌گرم در لیتر و میانگین میزان pH معادل ۰/۱± ۷/۸ بود.

زیست‌سنجی ماهیان در طول۶۰ روز پرورش، در پایان ماه اول و انتهای آزمایش از کلیه ماهیان تیمارها انجام پذیرفت. ۲۴ ساعت قبل از بیومتری تغذیه آن‌ها قطع شد. وزن ماهیان با دقت ۰/۰۱ گرم و طول کل و طول فورک با دقت میلی‌متر اندازه‌گیری و ثبت گردید. در انتها، فاکتورهای رشد توسط رابطه‌های ارائه شده محاسبه شد. پس از بیومتری نهایی، از هر تیمار سه عدد ماهی به صورت تصادفی انتخاب شد. ماهیان توسط پودر گل میخک بیهوش و سپس کشته شدند. وزن شکم پر ماهیان محاسبه و سپس کبد بیرون آورده شده و توزین گردید. سپس محتویات شکم خارج و سر و باله‌های آن‌ها قطع، ماهیان چرخ شده و پس از تهیه مخلوط همگن برای هر تیمار بسته بندی گردیدند. تجزیه شیمیایی لاشه در آزمایشگاه صورت گرفته و میزان رطوبت (درصد ماده‌تر با استفاده از دسیکاتور با خلا)، پروتئین (درصد ماده خشک با روش کجلدال)، چربی (درصد ماده خشک با روش سوکسله) و خاکستر (درصد ماده خشک با روش خاکستر کردن خشک) اندازه‌گیری گردید.

مقدار ۰/۵ گرم از بافت خشک شده کبد را به ۴ سی‌سی اسیدنیتریک غلیظ اضافه و سپس کاملاً بهم زده و پس از آن ۱ سی‌سی اسیدپرکلریک غلیظ اضافه نموده، درون هیتر دایجست هضم شیمیایی نمونه‌ها تا نزدیک به خشک شدن صورت گرفت. سپس محلول باقیمانده حاصل از هضم هر یک از نمونه‌ها به بالن‌های حجم سنجی ۲۵ میلی لیتری منتقل و با اسید نیتریک ۱۰ درصد به حجم رسانده شدند و سپس نمونه‌های آماده شده را به دستگاه جذب اتمی (Atomic absorbtion shimadzu, Model: AA-670, Japan) که قبلاً کالیبره شده تزریق و مقدار آهن قرائت گردید. در انتهای آزمایش با استفاده از اطلاعات بدست آمده از ماهیان، شاخص‌های رشد بر اساس رابطه‌های زیر محاسبه گردید:

شاخص وضعیت (CF): $CF=\frac{W}{FL3}\times 100$، اقتباس از (Shepherd and Bromage, 1992)

شاخص کبدی (HSI): $(HSI)\ \% =\frac{\text{وزن کبد}}{\text{وزن بدن}}\times 100$ ، اقتباس از (Hillestad *et al*., 2001)

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

درصد افزایش وزن بدن (Weight Gain Precent):

$WGP=\frac{BWF-BWI}{BWI}\times 100$ ، اقتباس از (Hung *et al*., 1989)

ضریب رشد ویژه (Specific Growth Rate):

$SGR=\frac{In\,WF-InWI}{t}\times 100$ ، اقتباس از (Ronyai, *et al*., 1990)

بازده پروتیئن (Protein Efficiency Ratio):

$PER=\frac{WF-WI}{AP}\times 100$ ، اقتباس از (Moore *et al*., 1988)

راندمان غذا: $FE = (BW_F\text{-}BW_i) \times 100 / TF$ ، اقتباس از (Kofi *et al*., 1992)

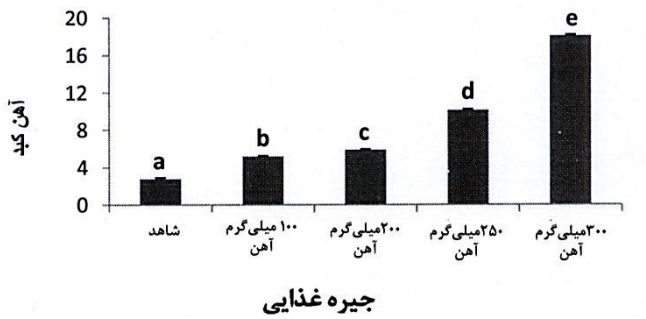
درصد بقا و تلفات (Mortality and Survival Precent): درصد بقا $= \frac{\text{تعداد ماهیان پایانی}}{\text{تعداد ماهیان اولیه}} \times ۱۰۰$

برای تجزیه و تحلیل کلیه داده‌ها از نرم‌افزار SPSS-18 و برای رسم نمودارها از برنامه Excel-2010 استفاده شد. داده‌ها ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن با آزمون شاپیرو- ولیک (Shapiro-wilk) بررسی شدند. به دلیل نرمال بودن توزیع داده‌ها، با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یک طرفه (Oneway ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵ درصد ابتدا اختلاف کلی بین میانگین‌ها مشخص و سپس با آزمون چند دامنه‌ای دانکن (Duncan) گروه‌ها از یکدیگر تفکیک گردیدند.

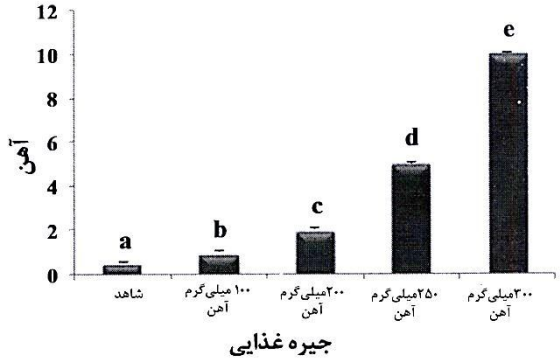
نتایج

نتایج حاصل از برخی شاخص‌های رشد در جدول ۲ و تجزیه ترکیبات بدن در جدول ۳ گزارش شده است. نتایج حاصل نشان داد که بین تیمارها از نظر SGR، BWI %، PER، FE، HSI، درصد بقا، میزان آهن کبد و آهن عضلات اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد ($p<0.05$). لیکن شاخص وضعیت در تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان نداد ($p>0.05$). ماهیانی که از جیره غذایی که حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره بوده تغذیه شدند بیشترین مقدار SGR (۱/۵۱±۰/۰۴۳)، BWI% (۱۴۷/۲۵±۶/۳۹)، PER (۰/۲۱۴±۰/۰۰۸)، FE (۵۳/۵۴±۲/۰۲۳)، HSI (۴/۲۲±۰/۳۵)، درصد بقاء (۹۱/۱۱±۷/۶۹) را نسبت به سایر تیمارها به خود اختصاص داد. بیشترین مقدار آهن کبد (۱۸/۰۶±۰/۱۰۳) و آهن عضلات (۱۰/۰۱±۰/۰۹) در تیماری که حاوی ۳۰۰ میلی‌گرم آهن بود مشاهده گردید که نسبت به سایر تیمارها اختلاف معنی‌داری را نشان دادند ($p<0.05$). حداکثر مقدار درصد پروتئین لاشه در تیمار۱۰۰ میلی‌گرم (۶۳/۴۴±۰/۶۲) و حداقل درصد مقدار چربی در تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم (۱۰±۰) بوده و بین تیمارها اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده گردید.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]



شکل ۱- میانگین تغییرات آهن کبد بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی مقادیر مختلف آهن



شکل ۲- میانگین تغییرات آهن عضلات بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) تغذیه‌شده با تیمارهای حاوی مقادیر مختلف آهن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

جدول۲- برخی از شاخص‌های رشد بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*)تغذیه شده با سطوح مختلف آهن

گروه‌های آزمایشی فاکتور رشد	شاهد	۱۰۰ mg/kg	۲۰۰ mg/kg	۲۵۰ mg/kg	۳۰۰ mg/kg
BWI	۶۵/۹۷± ۹/۶۰^{c}	۱۴۷/۲۵±۶/۳۹^{d}	۴۶/۱۴± ۵/۷۶^{b}	۲۳/۸۶± ۴/۲۹^{a}	۱۲/۹۵± ۴/۳۲^{a}
SGR	۰/۸۴± ۰/۰۹۷^{d}	۱/۵۱± ۰/۰۴۳^{a}	۰/۶۳±۰/۶۶^{c}	۰/۳۶±۰/۰۵۸^{b}	۰/۲۰۲±۰/۰۶۳^{a}
CF	۰/۳۷۹±۰/۰۱۶^{a}	۰/۳۸۴±۰/۰۱۸^{a}	۰/۳۸۴±۰/۰۴۷^{a}	۰/۳۷۸±۰/۰۱۵^{a}	۰/۳۲۶±۰/۰۵۸^{a}
PER	۰/۱۲۴±۰/۰۱۳^{d}	۰ /۲۱۴± ۰/۰۰۸^{e}	۰/۰۹۵±۰/۰۱۵^{c}	۰/۰۵۱±۰/۰۰۹^{b}	۰/۰۲۸±۰/۰۰۹^{a}
FE	۳۰/۹۸±۳/۳۲^{d}	۵۳ /۵۴± ۲/۰۲۳^{e}	۲۳/۷۳±۳/۷۳^{c}	۱۲/۷۹± ۲/۳۹^{b}	۷/۰۵± ۲/۳۹^{a}
HIS	۳/۳۹±۰/۴۷^{bc}	۴/۲۲± ۰/۳۵^{c}	۳/۶۳±۰/۶۴^{bc}	۲/۹±۰/۷۳^{ab}	۱/۹۷± ۰/۱۵^{a}
درصد بقاء	۶۴/۴۴±۶/۹۴^{b}	۹۱/۱۱± ۷/۶۹^{c}	۴۲/۲۲±۱۰/۱۸^{ab}	۳۱/۱۱±۱۰/۱۸^{a}	۱۷/۷۸± ۳/۸۵^{a}

حروف لاتین متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($p<0.05$)

جدول ۳-تجزیه ترکیبات لاشه بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*)(رطوبت، پروتئین خام، چربی و خاکستر)

گروه‌های آزمایشی ترکیبات	شاهد	۱۰۰ mg/kg	۲۰۰ mg/kg	۲۵۰ mg/kg	۳۰۰ mg/kg
رطوبت	۷۵/۵ ±۰/۷ ^{ab}	۷۴/۶۶ ±۰/۵۱^{a}	۷۶ /۴±۰/۵۷ ^{bc}	۷۷/۸۵±۰/۹۱^{cd}	۷۸/۲۳±۰/۳۲^{d}
پروتئین خام	۶۰/۷۵ ±۰/۵۲^{c}	۶۳/۴۴ ±۰/۶۲^{d}	۵۹/۲۴±۰/۲۵^{ab}	۵۸/۹۲±۰/۴۴^{ab}	۵۷/۷۵ ±۰^{a}
چربی	۱۷/۵±۰/۷۱^{c}	۲۱±۱/۴۱^{d}	۱۴ ± ۰^{b}	۱۳± ۰^{b}	۱۰ ± ۰^{a}
خاکستر	۹/۵ ±۰/۷۱^{ab}	۷/۵±۰/۷۱^{c}	۹ ± ۰^{ab}	۱۰ ± ۱/۴۱^{b}	۱۴ ±۰^{a}

حروف لاتین متفاوت، نشان دهنده اختلاف معنی‌دار بین تیمارها است ($p<0.05$).

بحث و نتیجه‌گیری

در اکثر موارد رشد ماهیان توسط کمبود آهن جیره تحت تاثیر قرار نگرفته است (Lall, 2002) از قبیل ماهی آزاد اقیانوس اطلس (Andresen *et al*., 1996, 1997, 1998)، (*Sparus aurata*) gilthead sea bream (Rigos *et al*., 2010). ولی نتایج حاصل از تحقیق حاضر نشان داد که وزن کسب شده پایین و FE ضعیف در جیره پایه به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از جیره ۱۰۰ میلی‌گرم بوده و جیره پایه آهن کافی را جهت رشد تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) در خود نداشته است. ولی زمانی‌که مقدار آهن به ۱۰۰ میلی‌گرم رسید هم وزن کسب شده و هم FE در بهترین میزان خود قرار گرفت. همچنین وزن نهایی تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بیشتر از سایر تیمارها بوده و با افزایش آهن جیره‌ها، نرخ افزایش وزن نیز کاهش یافته بود. پس می‌توان بیان نمود که هر چه مقدار آهن از ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره افزایش یابد هم باعث بالارفتن مقدار FCR و کاهش وزن نهایی و هم باعث کاهش نرخ رشد ویژه در تیمارها خواهد گردید. همچنین تجزیه اطلاعات مشخص نمود که SGR

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

ارتباط مثبتی با FE دارد. همچنین تحقیق حاضر نشان داد با افزایش میزان آهن از ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره میزان وزن کسب شده و مقدار FE تیمارها کاهش خواهد یافت. نتایج تحقیق حاضر با محققین دیگر همخوانی دارد. لیم و کلسیوس (Lim and Klesius, 1997) نشان دادند که اگر گربه‌ماهی کانال (*Ictalurus punctatus*) با دو سطح آهن (همراه یا بدون (غذا ۲۰ mg Fe/kg) تغذیه شود، وزن نهایی در گروه تغذیه شده همراه با آهن نسبت به گروه بدون آهن بیشتر می‌باشد. همچنین رودر و روبرت (Roeder and Roeder, 1966) نشان دادند که وزن نهایی در تیمار شامل ۱۰۰ میلی‌گرم فروسولفات نسبت به سایر تیمارها و گروه شاهد بیشتر بود. نشان داده شد که وزن کسب شده در ماهیان تغذیه شده با جیره مکمل شده با ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در کیلوگرم بالاترین مقدار بوده است (Ye *et al.,* 2007). پن و همکاران (Pan *et al.,* 2009) در مطالعات خود دریافتند که ماهیان در همه گروه‌ها یک افزایش تقریبی چهار برابری وزن در انتهای آزمایش را داشته‌اند. کاتلین و ویلسون (Gatlin and Wilson, 1986) نشان دادند که وزن کسب شده گربه‌ماهیان تغذیه شده با جیره پایه به‌طور معنی‌داری پایین‌تر از گربه‌ماهیان تغذیه‌شده با جیره‌های حاوی مکمل آهن بوده است. همچنین فیردوس و همکاران (Firdaus *et al.,* 1994) نشان دادند که حذف آهن از رژیم غذایی نوعی گربه ماهی (*Heteropneustes fossilis*)، میزان رشد را کاهش می‌دهد. در حالی‌که وجود آهن به صورت مکمل غذایی افزایش کمی در رشد را موجب می‌گردد. لیم و همکاران (Lim *et al*., 2000) بیان نمودند که مصرف جیره‌های حاوی آهن بالا ممکن است منجر به نرخ رشد ضعیف و کاهش کارایی غذا گردد. همچنین یه و همکاران (Ye *et al.,* 2007) بیان نمودند که کاهش غذای گرفته شده توسط ماهی، کاهش وزن کسب شده نسبی در تیمارهای حاضر را توجیه می‌نماید. کاهش رشد ماهیان در جیره‌های حاوی آهن بالا احتمالاً متاثر از پایین بودن مطبوعیت غذا بوده است.

کارایی غذا و نسبت بازده پروتئین منعکس کننده رشد ماهیان بوده و با استفاده از شاخص‌های مذکور می‌توان روند رشد ماهیان را مورد تجزیه و تحلیل قرار داد (Hung *et al.*, 1997). یکی از عوامل دخیل در میزان نرخ رشد ویژه، وزن نهایی ماهیان می‌باشد، با توجه به اینکه وزن نهایی تیمار ۱۰۰ میلی‌گرم بیشتر از سایر تیمارها بوده و ماهیان تغذیه شده با جیره فاقد آهن به‌طور معنی‌داری وزن کسب شده و کارایی غذایی پایین‌تری را دارا بودند و با افزایش آهن تا ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره، میزان رشد و کارایی غذا به حداکثر رسیده بود این موضوع مشخص می‌نماید که تیمار فاقد آهن، آهن کافی برای رشد تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) را نداشته است. با افزایش آهن جیره‌ها، نرخ افزایش وزن نیز کاهش یافته بود. پس می‌توان بیان نمود که هر چه مقدار آهن از ۱۰۰ میلی‌گرم در هر کیلوگرم جیره افزایش یابد، هم باعث کاهش وزن نهایی و هم کاهش نرخ رشد ویژه، میزان نرخ بازده پروتئینی و کارایی غذا در تیمارها خواهد گردید. همچنین تحقیق حاضر نشان داد

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

مقدار FE مشابه وزن کسب شده بوده است. تجزیه اطلاعات مشخص نمود که SGR به طور مثبتی با FE در ارتباط می‌باشد. این عامل پیشنهاد می‌کند که SGR افزایش یافته به‌وسیله سطوح مختلف آهن ممکن است با کارایی غذایی بهبود یافته و تقویت شده ارتباط داشته باشد. این تحقیق نشان می‌دهد که آهن برای رشد نرمال و همچنین ضریب تبدیل غذایی مناسب تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) ضروری می‌باشد. لیم و کلسیوس (Lim and Klesius, 1997) در گونه گربه‌ماهی کانال "*Ictalurus punctatus*" نشان دادند که ضریب رشد ویژه در گروه تغذیه شده همراه با آهن نسبت به گروه فاقد آهن بیشتر می‌باشد. همچنین لینگ و همکاران (Ling *et al.,* 2010) بیان داشتند که مقدار SGR به طور معنی‌داری با افزایش سطوح آهن تغذیه تا ۹۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره افزایش یافته بعد از آن اختلاف معنی‌دار نبوده است. یه و همکاران (Ye *et al.,* 2007) بیان داشتند که مقدار FE مشابه روش وزن کسب شده بوده بجز این‌که پایین‌ترین مقدار FE در ماهیان تغذیه شده با جیره پایه و جیره حاوی ۲۵۰ میلی‌گرم در کیلوگرم آهن بوده است. همچنین لینگ و همکاران (Ling *et al.,* 2010) بیان داشتند که PER، FE، SGR تا۹۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره افزایش یافته ولی اختلاف معنی‌داری بعد از آن وجود نداشت.

شاخص وضعیت در این تحقیق به‌عنوان یکی از شاخص‌های سلامتی ماهی مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به نسبت وزن به طول در ماهیان هر تیمار، اختلاف معنی‌داری مشاهده نگردید. نتایج حاصل با تحقیق حاضر همچنین با نتایج برخی از محققین که گزارش کردند اضافه کردن آهن، تفاوت معنی‌داری در شاخص وضعیت ماهیان ایجاد نکرده، همخوانی دارد (Maage and Sveier,1998; Carriquiriborde *et al.,* 2004).

همبستگی مثبتی بین میزان لیپید جیره و اندازه کبد نشان داده شده است (Kim and Lall, 2001). نتایج علمی حاصل از گزارش تحقیقات محسنی و همکاران (Mohseni *et al.,* 2003) نشان داد که چربی اضافه و مازاد نیاز ماهی بر شاخص هپاتوسوماتیک تاثیرگذار می‌باشد. همچنین مداله و همکاران (Medale *et al.,* 1991) گزارش کرد در تاس‌ماهی سیبری با افزایش چربی به میزان زیاد در جیره غذایی و جذب نشدن کامل چربی‌ها، منجر به رسوب چربی در کبد و اندام‌های گوارشی خواهد شد. لذا در این تحقیق به منظور جلوگیری از رسوب چربی‌ها در کبد و دیگر اندام‌ها از روغن ماهی و روغن سویا با نسبت یک به یک به منظور تامین انرژی و خوش‌خوراکی جیره‌ها استفاده گردید. تحقیق حاضر نشان داد که میزان شاخص کبدی تا ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره، افزایش یافته اما بعد از آن با افزایش آهن جیره‌ها میزان شاخص کبدی رو به کاهش بوده است. نتایج حاصل با برخی محققین در تناقض می‌باشد بطوریکه آنان در تحقیق خود بیان داشتند که اختلاف معنی‌داری در شاخص هپاتوسوماتیک (HSI) وجود ندارد (Ling *et al.,* 2010; Maage and Sveier, 1998) و

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

لیکن وانگن و همر (Vangen and Hemre, 2003) بیان نمودند که HSI به‌طور معنی‌داری پایین‌تر در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی مقدار کم آهن و روی در مقایسه با ماهیان تغذیه شده با جیره بالای مقدار آهن و روی بودند. این تناقض در نتیجه‌ها احتمالاً می‌تواند به علت تفاوت در گونه‌های مورد تحقیق و مقدار آهن موجود در جیره تیمارها باشد.

تحقیق حاضر نشان داد که آهن در جیره‌های غذایی تاثیر معنی‌داری را بر میزان بازماندگی تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) گذاشت. همچنین کاهش معنی‌داری در بازماندگی تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) زمانی‌که ماهیان با جیره حاوی بیش از ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره تغذیه شده بود دیده شد. نتایج این تحقیق با نتایج محققین دیگر در تناقض می‌باشد به‌طوری‌که در ماهی آزاد اقیانوس اطلس (*Salmo salar*) (Vangen and Hemre, 2003)، گونه (*Sparus aurata*) (Rigos et al., 2010)، در ماهی Tambaqui (*Colossoma macropomum*) (Aride *et al.*, 2010) در مطالعات خود هیچ تلفاتی در طول مدت آزمایش مشاهده نکردند. همچنین یه و همکاران (Ye *et al.*, 2007) در ماهیان جوان (*Epinephelus Coioides*) grouper، لینگ و همکاران (Ling *et al.*, 2010) در ماهیان نوجوان Jian Carp (*Cyprinus Carpio* Var. Jain) اعلام نمودند که میزان بقاء ماهیان تحت تأثیر تیمارهای تغذیه‌ای قرار نگرفته است. پان و همکاران (Pan *et al.*, 2009) نیز در ماهیان نوجوان gibel carp (*Carassius auratus gibelio*) بیان داشتند که افزایش آهن به جیره پایه تأثیر معنی‌داری بر نرخ بقاء ماهیان نداشته است. دلیل تلفات را می‌توان این‌طور توجیه نمود که آهن بیش از اندازه در جیره غذایی می‌تواند با فسفر ترکیب شود تا یک ترکیب نامحلول فسفات–آهن را تشکیل دهد که می‌تواند منجر به کمبود فسفر گردد و از جذب فسفر جلوگیری کند. زمانی‌که فسفر در بدن کاهش یابد علائمی مانند رشد ضعیف یا عدم رشد ماهی، پدیده کیفوزیس یا انحنای قدامی– خلفی در ستون مهره‌ها و اسکولیوزیس یا انحنای جانبی در ستون مهره‌ها (Sharifrouhani, 2000) مشاهده خواهد گردید، که علائم فوق در طی تحقیق حاضر مشاهده گردید.

غلظت آهن کبدی به‌طور وسیعی به عنوان شاخصی برای ارزیابی وضعیت آهن مورد مطالعه قرار گرفته است. ضرورت آهن برای نگهداری غلظت آهن کبدی نرمال تاس ماهی شیپ (*A. nudiventris*) در این تحقیق به صورت شفافی ثابت شده است، بطوریکه تاس ماهی شیپ (*A. nudiventris*) تغذیه شده با جیره پایه، پایین‌ترین غلظت آهن کبدی را دارا بودند. همزمان با افزایش آهن جیره، غلظت آهن کبدی افزایش یافته و یک روند صعودی نشان داد که این مقدار جهت ذخیره در کبد راضی‌کننده نبوده به‌طوری‌که با افزایش آهن جیره، مقدار آهن کبد نیز افزایش یافته بود. این مورد بیانگر این موضوع می‌باشد که هنوز کبد تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) توان ذخیره کردن آهن بالاتری را دارد. همچنین مقدار مکمل آهن موجود در جیره پایه، زیر مقدار مورد نیاز آهن

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

برای نگهداری وضعیت متعادل آهن بوده است. تحقیقات مشابه نشان داد که افت غلظت آهن کبدی نتیجه‌ای از دریافت ناکافی آهن تغذیه‌ای می‌باشد. نتایج حاصل با مطالعات دیگر همخوانی دارد. آندرسن و همکاران (Andersen *et al.*, 1997) در ماهی آزاد اقیانوس اطلس اعلام نمودند که بین سولفات آهن تغذیه‌ای و آهن کبدی یک رابطه معنی‌داری وجود داشته است.

در تحقیق حاضر بیشترین میزان مقدار آهن موجود در عضلات ماهی در تیمار ۳۰۰ میلی گرم و کم‌ترین آن در گروه شاهد (فاقد آهن) مشاهده گردید و ماهیان تغذیه شده با جیره پایه یک کاهش معنی‌داری را نسبت به تیمار ۳۰۰ میلی‌گرم نشان دادند. تحقیق حاضر نشان داد که آهن عضلات با افزایش آهن جیره، افزایش خواهد یافت که این نشانگر بالا بودن ظرفیت پذیرش آهن خوراکی در عضلات تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) می‌باشد. آندرسن و همکاران (Andersen *et al.*, 1997) بیان نمودند که ارتباط معنی‌داری بین سولفات آهن با غلظت آهن کل بدن وجود نداشته است.

در بسیاری از مطالعات اعلام گردیده است که مقدار آهن عضلات به‌طور معنی‌داری تحت تأثیر تیمارهای غذایی قرار نگرفته بود (Rigos *et al.*, Ye *et al.*, 2007; Vangen and Hemre, 2003; Aride *et al.*, 2010; 2010). دلیل این تناقض را می‌توان این‌گونه توجیه نمود که برخی از این محققین (Rigos *et al.*, 2010; Ye *et al.*, 2007) در جیره غذایی خود از آرد ماهی جهت تامین منبع پروتئینی استفاده کرده و اعلام کردند که مقدار آهن موجود در آرد ماهی، آهن مورد نیاز را تامین نموده است و همچنین عامل بعدی تفاوت را در گونه مورد آزمایش و تفاوت در مقدار آهن موجود در جیره‌های آزمایشی دانست.

ترکیبات بدن همواره تحت تاثیر ترکیبات جیره و حتی درصد و مقدار غذادهی روزانه می‌باشد (Gawlicka *et al.*, 2002; Hung and Lutes, 1987; Jobling *et al.*, 1995). اصولا ترکیبات مختلف غذایی دارای اثرات متفاوتی بر ترکیب لاشه ماهیان است، بطوریکه تحقیق حاضر نشان داد که میزان رطوبت لاشه بعد از ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره با شیب ملایمی افزایش خواهد یافت. میزان چربی لاشه بعد از ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره افزایش خواهد یافت، میزان پروتئین خام تا ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره افزایش و پس از آن با شیب ملایمی کاهش خواهد یافت و همچنین میزان چربی لاشه بعد از ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره کاهش خواهد یافت. نتایج حاصل با نتایج (Ebrahimi *et al.*, 2004) هم‌خوانی دارد، آن‌ها گزارش کردند که بچه‌ماهیانی که از روند رشد مناسب‌تری نسبت به سایر تیمارها برخوردار بودند دارای چربی بیشتر، رطوبت و خاکستر کمتری در ترکیب لاشه خود بودند، همچنین لینگ و همکاران (Ling *et al.*, 2010) اعلام نمودند که پروتئین خام به‌طور معنی‌داری در پاسخ به سطوح آهن تا ۹۰/۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره افزایش یافته و سپس به صورت یکنواخت درآمد.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

نتایج حاصل از این تحقیق مشخص نمود که آهن خوراکی از نوع سولفات فرو اثرات معنی‌داری را بر برخی از فاکتورهای رشد بچه تاس‌ماهی شیپ (*A. nudiventris*) دارد. لذا با توجه به تاثیر آهن خوراکی از نوع سولفات فرو بر برخی فاکتورهای رشد به نظر می‌رسد که در شرایط پرورشی و در محدوده وزنی مورد نظر جیره حاوی ۱۰۰ میلی‌گرم آهن در هر کیلوگرم جیره می‌تواند مطلوب تلقی گردد.

تشکر و قدردانی

بدینوسیله از کلیه کارکنان انستیتو تحقیقات بین‌المللی ماهیان خاویاری دکتر دادمان که شرایط و وسایل لازم را برای این تحقیق را فراهم آورده‌اند تشکر می‌گردد. همچنین از رییس وقت انستیتو جناب آقای دکتر بهمنی تشکر ویژه می‌گردد.

منابع

Andersen F., Lorentzen M., Waagbo R., Maage A. 1997. Bioavailability and interaction with other micronutrients of three dietary iron source in Atlantic salmon, *Salmo salar,* molts. Aquaculture Nutrition, 3: 239-246.

Andersen F., Lygren B., Maage A., Waagbø R. 1998. Interaction between two dietary levels of iron and two forms of ascorbic acid and the effect on growth, antioxidant status and some nonspecific immune parameters in Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. Aquaculture, 161: 437–451.

Andersen F., Maage A., Julshamn K. 1996. An estimation of dietary iron requirement of Atlantic salmon *Salmon salar* L., parr. Aquaculture Nutrition, 2: 41–47.

Birstein V.J. 1993. Sturgeon paddlefishes: threatened fishes in need of conservation. Conservation Biology, 7(4): 773-787.

Carriquiriborde P., Handy R.D., Davies S.J. 2004. Physiological modulation of iron metabolism in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed low and high iron diets. The Journal of Experimental Biology, 207: 75-86.

Ebrahimi E., Pourreza J., Panamaryof S., Kamali A., Hosseini A. 2004. The mutual interaction on different amount of protein and fat on growth and the carcass composition of *Huso huso*. Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources, 11N (3): 141-151. (In Persian).

Firdaus S., Jafri A.K., Rahman N. 1994. Effect of iron deficientdiet on the growth and haematological characteristics of the catfish, *Heteropneustes fossilis* Bloch. Journal of Aquaculture in the Tropics, 17: 273–281.

Gawlicka A., Herold M.A., Barrows F.T., Delanoue J., Hung S.S.O. 2002. Effects of dietary lipids on growth, fatty acid composition, intestinal absorbtion and

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

hepatic storage in white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) larvae. Journal of Applied Ichthyology, 18: 673–681.

Gatlin D., Wilson R. 1986. Characterization iron deficiency and the dietary iron requirement of fingerling channel cat fish. Aquaculture, 52: 191-198.

Aride P.H.R., Ferreira M.S., Duarte R.M., De Oliveira A.M., De Freitas D.V., Dos Santos A.L.W., Nozawa S.R., Val A.L. 2010. Ascorbic acid (Vitamin C) and Iron concentration in Tambaqui, *Colossoma macropomum*, Iron Absorption. Journal of the World Aquaculture Society, 41(S2): 291-297.

Hillestad M., Johnsen F., Asgard T. 2001. Protein to carbohydrate ratio in high energy diet for atlantic salmon. Aquaculture, 105: 157–190.

Hung S.S.O., Aikins K.F., Lutes P.B., Xu R. 1989. Ability of juvenile white *(A.transmontanus*) to utilize different carbohydrate source. Journal of Nutrition, 119: 272–733.

Hung S.S.O., Deng D.F. 2002. Sturgeon *Acipenser spp*. In: Lim C., Webster C.D (Eds.). Nutrient requirements and feeding of fin fish for aquaculture. CAB International Publication, Wallingford, UK, pp: 344-357.

Hung S.S.O., Lutes P.B. 1987. Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon *A. transmontanus*: at 20°C. Aquaculture, 65: 307 – 317.

Hung S.O.O., Storebakken T., Cui Y., Tian L., Einen O. 1997. High-energy diets for white sturgeon (*A. transmontanus*) Richardson. Aquaculture Nutrition, 3: 281-286.

Jobling M.G., Arnesen A.M., Baardvic B.M., Christiansen J.S., Jorgesen E.H. 1995. Monitoring feeding behavior and food intake: Method and application. Aquaculture Nutrition, 1: 131–143.

Kim, J.D., Lall S.P. 2001. Effect of dietary protein level on growth an utilization of protein and energy by juvenile haddock *(Melanogrammus aeglefinus*). Aquaculture. 195(3-4): 311-319.

Kofi F.A., Hung S.S.O., Liu W., Li H. 1992. Growth, lipogenesis and liver composition of juvenile white sturgeon fed different levels of D-Glocose. Aquaculture, (105): 61-72.

Lall S.P. 2002. The minerals. In: Halver J.E., Hardy R.W. (Eds.). Fish Nutrition, 3rd Edition, Academic Press, San Diego, CA, pp: 259–308.

Lim C., Klesius P.H. 1997. Responses of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed iron-deficient and replete diets to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture, 157(1-2): 83-93.

Lim C., Klesius P.H., Li M.H., Robinson E.H. 2000. Interaction between dietary levels of iron and vitamin C on growth, hematology, immune response and resistance of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture, 185: 313-327

Ling J., Feng L., Liu Y., Jiang J., Jiang W.D., Hu K., Li S.H., Zhou X.Q. 2010. Effect of dietary iron level on growth, body composition and intestinal enzyme

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

activities of juvenile Jian carp (*cyprinus carpio* Var. Jian). Aquaculture Nutrition, 16: 616-624.

Lovell T. 1998. Nutrition and feeding of fish. Van Nostrand Reinhold, New York. 260 P.

Maage A., Sveier H. 1998. Addition of dietary iron (III) oxide does not increase iron status of growing Atlantic salmon. Aquaculture International, 6: 249-252.

Medale F., Blank D., Kaushik S.J. 1991. Studies on the nutrition of Siberian sturgeon, (*A. baeri)* .II. Utilization in dietary non protein energy by sturgeon. Aquaculture, 93: 143-154.

Mohseni M., Pourkazemi M., Bahmani M., Pourali H., Kazemi R., Aghtoman V., Alizadeh M. 2003. The Bio technique of the Beluga grow out in fresh water. International Sturgeon Research Institute Publication, Rasht, Iran. 126 P. (In Persian).

Moore J., Hung S.S.O., Medrano J. 1988. Protein requirement of hatchery – production juvenile white sturgeon. *A. transmontanus*. Aquaculture, 71: 235-245.

Nose T., Arai S. 1979. Recent advances in studies on mineral nutrition of fish in Japan. In: Pillay T.V.R., Dill W.A. (Eds.). Advances in Aquaculture. Fishing News, Farnam,UK, pp: 584- 590.

NRC. 1993. Nutrient Requirements of Fish. National Committee on Animal Nutriton Board of Aquaculture. Academic Press, Washington, DC. 19 P.

Pan L., Xie S., Zhu X., Lei W., Han D., Yang Y. 2009. The effect of different dietary iron level on growth and hepatic iron concentration in juvenile gible carp (*Carassius auratus gibelio*). Journal of Applied Ichthyology, 25: 428-431.

Rigos G., Samaritzis A., Henry M. 2010. Effect of additive iron on growth tissue distribution, haematology and immunology of gilthead sea bream, *Sparus aurata*. Aquaculture International, 18: 1093-1104.

Robbins E., Pederson T. 1970: Iron: its intracellular localization and possible role in cell division. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 66(4): 1244-51.

Roeder M., Roeder R.H. 1966. Effect of Iron on the Growth Rate of Fishes. Journal of Nutrition, 90: 86-90.

Ronyai A., Peteri A., Radics F. 1990. Cross breeding of sterlet and Lena River's sturgeon. Aquaculture Hungrica (Szarwas), 6: 13-18.

Sharifrouhani M. 2000. Aquatic animal's veterinary, Hand book of rapid diagnosis of fish disease. Fisheries Co. of Iran. 151 P. (In Persian).

Shepherd J., Bromage N.R. 1992. Intensive fish farming. Wiley-Blackwell, UK. 420 P.

Shiau S.Y., Su L.W. 2003. Ferric citrate is half as effective as ferrous sulfate in meeting the iron requirement of juvenile tilapia, *Oreochromis niloticus* × *O. Aureus*. Journal of Nutrition, 133: 483-488.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

Sakamoto S., Yon Y. 1978. Iron deficiency symptoms of Carp. Bulletin of the Japanese Society for the Science of Fish, 44: 1157-1160.

Vangen B., Hemre G.I. 2003. Dietary carbohydrate, iron and zinc interaction in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Aquaculture, 219(1-4): 597-611.

Webster C.D., Lim C.E. 2002. Nutrient requirement and feeding of fin fish for aquaculture. CAB International, CABI publishing. 416 P.

Ye C.X., Liu Y.J., Mai K..S., Tian H.J., Yang H.J., Niu J., Huang J.W. 2007. Effect of dietary iron supplement on growth, haematology and micro element of juvenile grouper, *Epinephelus coioides*. Aquaculture Nutrition, 13: 471-477.

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]

[Downloaded from jair.gonbad.ac.ir on 2026-11-12]