فصلنامه علوم تکثیر و آبزی‌پروری/ سال اول/ پیش‌شماره اول / بهار ۹۲/ صفحات ۷۰-۶۱

اثر محرومیت غذایی و رشد جبرانی روی شاخص‌های رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه بچه ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio*

مهرداد علی‌اصغری[۱]، حدیثه طاهری[۲]، شایان قبادی[۳]

چکیده:

دوره‌های گرسنگی طی مراحل اولیه تغذیه و رشد و نمو ماهی می‌تواند روی شاخص‌های رشد و بازماندگی ماهی تأثیر بگذارد. به منظور تحقیق روی اثرات گرسنگی و رشد جبرانی در بچه ماهی کپور معمولی *Cyprinus carpio* مطالعه‌ای به مدت ۲ ماه روی بچه ماهیان با وزن اولیه ۰/۵۵۱±۰/۰۲۷ گرم و طول اولیه ۳/۴۳±۰/۰۲ سانتی‌متر انجام گرفت. بچه ماهیان در پنج گروه مورد آزمایش قرار گرفتند که هر گروه دارای سه تکرار بود. ماهیها در فواصل ۰ (کنترل)، ۲۴ ساعت (تیمار۱)، ۴۸ ساعت (تیمار۲)، ۷۲ ساعت (تیمار۳) و ۹۶ ساعت (تیمار۴) به طور متناوب متحمل دوره‌های گرسنگی و سیری شدند. نتایج نشان داد که تیمارها اختلاف معنی‌داری از لحاظ طول و وزن نهایی بدن داشتند ($p<0/05$). حداکثر طول و وزن نهایی در گروه کنترل به ترتیب به میزان ۵/۷۸±۰/۰۹ سانتیمتر و ۲/۱۲۴±۰/۰۳۸ گرم مشاهده شد و با افزایش دوره گرسنگی، وزن نهایی بدن کاهش یافت. درصد افزایش وزن بدن، ضریب چاقی، نرخ رشد روزانه و نرخ رشد ویژه نیز اختلاف معنی‌داری نشان دادند ($p<0/05$). گروه کنترل دارای بیشترین درصد افزایش وزن، نرخ رشد روزانه و نرخ رشد ویژه و کمترین ضریب چاقی بود. نرخ بازماندگی گروه کنترل به طور معنی داری بیشتر از تیمارهای ۱ تا ۴ بود ($p<0/05$). در این تحقیق اختلاف معنی‌داری در ترکیب لاشه مشاهده نشد($p>0/05$). نتایج تحقیق نشان می‌دهد که با افزایش دوره گرسنگی، توان مکانیزم رشد جبرانی در بچه ماهی کپور معمولی کاهش می‌یابد.

کلید واژه: گرسنگی، رشد جبرانی، بازماندگی، ترکیب لاشه، کپور معمولی

۱- دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، عضو باشگاه پژوهشگران جوان alıasghari_mehrdad@yahoo.com
۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد بندر گز، باشگاه پژوهشگران جوان، بندر گز، ایران
۳ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد بابل، گروه شیلات، بابل، ایران

Archive of SID

www.SID.ir

۱- مقدمه

کپور معمولی با نام علمی *Cyprinus carpio* یک گونه گرم آبی است که در آبهای شیرین و لب شور از جمله حوضه آبخیز دریای خزر یافت می‌شود و یکی از گونه‌های مهم اقتصادی در آبهای ایرانی دریای خزر می‌باشد (Kazanchev, 1981; Fatemi *et al*., 2009). رشد ماهی کپور بر حسب درجه حرارت آب و میزان مواد غذایی موجود در آن، متفاوت است (وثوقی و مستجیر، ۱۳۸۱). بنابراین نوسانات فراوانی مواد غذایی و دوره‌های محرومیت غذایی نقش مؤثری در رشد این ماهی دارد.

بسیاری از ماهیان در طول زندگی خود دوره‌های گرسنگی طولانی یا کوتاه مدت را سپری می‌کنند. واکنش در مقابل دوره‌های گرسنگی، در گونه‌های مختلف ماهیان، متفاوت است. ماهی طی دوره محدودیت تغذیه، ذخایر مواد مغذی لاشه خود را مصرف می‌کند. در زمان تغذیه مجدد، پدیده رشد جبرانی وارد عمل می‌شود و نرخ رشد افزایش می‌یابد (Heide *et al*., 2006). در واقع رشد جبرانی که در بسیاری از گونه‌های ماهیان مشاهده شده است مرحله‌ای از رشد سریع می‌باشد که در پی یک دوره محدودیت یا محرومیت غذایی بروز می‌کند و با افزایش اشتها همراه است (Ali *et al*., 2003; Xie *et al*., 2001). بسیاری از گونه‌های ماهیان دریایی دارای قابلیت رشد جبرانی هستند (Jobling *et al*., 1994). رشد جبرانی در برخی موارد قادر به جبران کامل تأخیر در رشد است اما در موارد دیگر قادر نیست کاستی در رشد را بطور کامل جبران کند (Schwarz *et al*., 1985; Heide *et al*., 2006). علاوه به گونه ماهی، سن ماهی، مدت گرسنگی و تغذیه مجدد بستگی دارد بر بررسی پارامترهای رشد، مطالعات متعددی در مورد اثرات گرسنگی و رشد جبرانی روی بازماندگی (Bilton&Robins, 1973; Dabrowski *et al*., 1986) و ترکیب لاشه (Teskeredzic *et al*., 1995; Heide *et al*., 2006; Imani *et al*., 2009) در گونه‌های مختلف ماهیان انجام گرفته است. تا کنون تحقیقات جامعی در رابطه با اثرات گرسنگی و رشد جبرانی روی بچه ماهی کپور معمولی در ایران منتشر نشده است. با توجه به این که ایران در زمینه تکثیر کپور و بازسازی ذخایر این گونه فعالیت دارد و تغذیه بچه ماهیان با غذای کنسانتره به منظور تأمین نیازهای غذایی از اهمیت خاصی برخوردار است، برنامه‌ریزی دقیق و علمی به منظور غذادهی با کمترین هزینه و بیشترین بازده باید مورد توجه قرار گیرد. به همین دلیل تحقیق حاضر به بررسی اثرات گرسنگی و رشد جبرانی روی شاخصهای رشد، بازماندگی و ترکیب لاشه در بچه ماهی کپور معمولی می پردازد.

۲- مواد و روش‌ها

این آزمایش به مدت ۲ ماه طی تابستان سال ۱۳۸۹ در مرکز تحقیقات ذخایر آبزیان گرگان انجام

Archive of SID

www.SID.ir

گرفت. بچه ماهیان کپور در پنج گروه (۴ تیمار و یک گروه کنترل) مورد آزمایش قرار گرفتند که هر گروه دارای سه تکرار بود. ماهیها در فواصل ۰ (کنترل)، ۲۴ ساعت (تیمار S_1)، ۴۸ ساعت (تیمار S_2)، ۷۲ ساعت (تیمار S_3) و ۹۶ ساعت (تیمارS_4) به طور متناوب متحمل دوره‌های گرسنگی و سیری شدند. وزن اولیه بچه ماهیان ۰/۵۵۱±۰.۰۲۷گرم و طول اولیه آنها ۳/۴۳±۰/۰۲ میلیمتر بود. حجم مخازن پرورش ۳۰۰ لیتر و تعداد بچه ماهی در هر مخزن ۶۰ قطعه بود.

تغذیه ماهیان روزانه دو وعده و با استفاده از غذای تجاری بیومار انجام شد. این غذا حاوی ۴۹٪ آرد ماهی، ۱۳٪ روغن ماهی، ۱۲٪ کیک سویا، ۸٪ کنسانتره سویا، ۸٪ جو و ۵٪ شن به عنوان فیلر بود. در هر وعده، غذا با توجه به وزن توده زنده به میزان اشباع به صورت خمیر داخل ظروف در کف مخازن در اختیار ماهیان قرار گرفت تا کاملاً سیر شده و محدودیتی در تغذیه نداشته باشند. پس از هر وعده غذایی، مواد اضافه و پسماندهای غذایی از مخازن برداشته می‌شد. به منظور حفظ کیفیت مناسب آب برای رشد ماهیان، روزانه ۴۰ درصد آب هر مخزن تعویض می‌شد. هوادهی توسط پمپ هواده به روش تزریقی انجام گرفت. دمای آب مخازن با کمک هیتر در حد ۲۴/۵±۰/۵ درجه سانتی‌گراد کنترل شد.

برای کنترل تأثیر گرسنگی روی شاخصهای رشد، هر ده روز یک بار از هر تکرار تعداد ۱۰ قطعه بچه ماهی جهت زیست سنجی به صورت تصادفی انتخاب و با استفاده از ترازوی دیجیتال توزین و پس از زیست سنجی، از چرخه آزمایش حذف شدند. با استفاده از اطلاعات به دست آمده از بچه ماهیان در هر مخزن، مقدار افزایش وزن بدن به صورت درصد (%BWI)[1] محاسبه شد (Hung *et al.*, 1989):

$$\%BWI = (BWf-BWi)/BWi\times100$$

که در این فرمول، Bwi متوسط وزن اولیه در هر مخزن و Bwf متوسط وزن نهایی در هر مخزن است.

ضریب چاقی (CF)[2] توسط فرمول زیر محاسبه شد (Hung&Lutes, 1987):

$$CF = (BW/TL^3)\times100$$

که در این فرمول، BW میانگین وزن نهایی بدن بر حسب گرم و TL میانگین طول کل نهایی بر حسب سانتیمتر است.

نرخ رشد (G.R) روزانه (گرم/ روز) طبق رابطه زیر محاسبه شد (Hung *et al.*, 1989):

$$G.R = (Bwi-Bwf)/n$$

که در این فرمول، Bwi متوسط وزن اولیه، Bwf متوسط وزن نهایی و N تعداد روزهای

1- Body Weight Increase
2-Condition Factor

Archive of SID

www.SID.ir

پرورش است.

ضریب رشد ویژه (S.G.R)[1] طبق فرمول زیر محاسبه شد (Ronyai *et al*., 1990):

$$S.G.R = (LnWt-LnWo)/t\times100$$

که در این فرمول، Wo میانگین بیوماس اولیه (گرم)، Wt میانگین بیوماس نهایی (گرم) و T تعداد روزهای پرورش است.

درصد بازماندگی ماهیان طبق فرمول زیر محاسبه شد (Bilton&Robins, 1973):

۱۰۰ × (تعداد ماهیان در پایان آزمایش / تعداد ماهیان در آغاز آزمایش) = درصد بازماندگی

به منظور تعیین ترکیب لاشه ماهیان، در ابتدای آزمایش یک نمونه ۱۵ تایی و در انتهای آزمایش سه نمونه ۵ تایی از هر تیمار به طور تصادفی انتخاب و به آزمایشگاه منتقل شدند. پروتئین کل با استفاده از دستگاه کجلدال، چربی با استفاده از روش سوکسله و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتیگراد و به مدت ۴ ساعت اندازه گیری شد (AOAC,1990).

برای تجزیه و تحلیل داده‌های آزمایش از نرم‌افزارهای کامپیوتری SPSS 10.0 و Excel 2003 استفاده شد و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از آزمون DUNCAN انجام گرفت.

۳- نتایج و بحث

میانگین وزن نهایی تمام تیمارها در پایان آزمایش اختلاف معنی‌داری ($p<۰/۰۵$) با یکدیگر داشتند (شکل ۱). بیشترین وزن نهایی در گروه کنترل (بدون گذراندن دوره گرسنگی) به دست آمد (۲/۱۲۴±۰/۰۲۷ گرم). با افزایش مدت گرسنگی، از وزن ماهیان کاسته شد و کمترین وزن نهایی مربوط به تیمار ۴ بود (۱/۵۳۸±۰/۰۳۴ گرم) (جدول ۱).

طول نهایی بدن در گروه کنترل با تمام تیمارها اختلاف معنی داری داشت ($p<۰/۰۵$). در میان تیمارها فقط بین تیمار ۱ و ۲ اختلاف معنی داری در طول نهایی وجود نداشت ($p>۰/۰۵$). به طور کلی با افزایش مدت گرسنگی، از طول نهایی ماهیان کاسته شد (جدول ۱).

بیشترین درصد افزایش وزن بدن (%BWI) در گروه کنترل (۱۵۷/۳۰درصد) و کمترین مقدار آن در تیمار ۴ بود. %BWI در تمام تیمارها اختلاف معنی داری داشت ($p<۰/۰۵$) که نشان‌دهنده تأثیر دوره‌های گرسنگی روی این پارامتر می‌باشد. ضریب چاقی بین تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری داشت ($p<۰/۰۵$). بیشترین ضریب چاقی در تیمار ۴ مشاهده شد که می‌تواند بیانگر تأثیر معنی‌دار دوره‌های محرومیت غذایی روی نسبت طول و وزن باشد. نرخ رشد روزانه و همچنین نرخ رشد ویژه تیمارها اختلاف معنی داری با هم داشتند ($p<۰/۰۵$) و بیشترین مقدار مربوط به گروه کنترل بود

1-Specific Growth Rate

Archive of SID

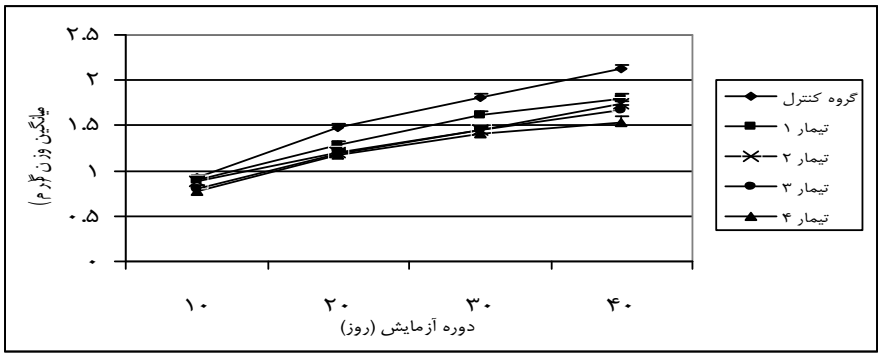
www.SID.ir

(جدول ۱).

در مطالعه‌ای که روی بچه ماهیان هالیبوت اقیانوس اطلس (Heide *et al*., 2006) *Hippoglossus hippoglossus*، تیلاپیا *Oreochromis mossambicus* (Wang *et al*., 2000)، ماهی چار قطبی *Salvelinus alpinus* (Jobling *et al*., 1993) و کپور معمولی *Cyprinus carpio* (Schwarz *et al*., 1985) انجام گرفت، رشد جبرانی تنها بخشی از اثرات دوره‌های گرسنگی را جبران کرد و بین وزن نهایی گروه کنترل و تیمارهای گرسنگی اختلاف معنی-داری وجود داشت که تحقیق حاضر نیز با این نتایج مطابقت دارد. در مقابل، در مطالعه‌ای که روی ماهی کاد اقیانوس اطلس *Gadus morhua* انجام شد، رشد جبرانی توانست کاهش وزن ناشی از دوره گرسنگی را بطور کامل جبران نماید و اختلاف معنی‌داری میان وزن نهایی تیمار گرسنگی و گروه کنترل مشاهده نشد (Jobling *et al*., 1994). نتایج مشابهی نیز در مورد ماهی پروگی قرمز *Pagrus pagrus* (Rueda *et al*., 1998)، ماهی توربوت *Scophthalmus maximus* (Saether&Jobling, 1999)، ماهی حوض *Carassius auratus gibelio* (Qian *et al*., 2000; Xie *et al*., 2001) و ماهی سه خاره *Gasterosteus aculeatus* (Zhu *et al*., 2001) به دست آمد. باید توجه داشت که سطح توانایی پدیده رشد جبرانی در گونه‌های مختلف ماهیان، متفاوت است. همچنین طول مدت دوره‌های گرسنگی و نیز سن و مرحله رشد و نمو ماهی می‌تواند در کارایی پدیده رشد جبرانی مؤثر باشد. در اغلب موارد که تغذیه مجدد قادر بود رشد از دست رفته را به طور کامل جبران کند، دوره‌های گرسنگی و رشد جبرانی طولانی بودند. بررسی‌های انجام شده روی کپورماهیان سردآبی نشان داده است که فرآیند رشد جبرانی ۱۲-۶ روز پس از آغاز تغذیه مجدد پدیدار می‌شود (Wieser *et al*., 1992) و در اغلب موارد، جبران کامل رشد از دست رفته ۲ تا ۴ هفته به طول می‌انجامد و عوامل محیطی همچون دما نیز در این امر مؤثر هستند (Ali *et al*., 2003). بنابراین با افزایش مدت غذادهی مجدد، احتمال تقویت پدیده رشد جبرانی بیشتر می-شود. از این رو می‌توان بیان داشت که دوره‌های کوتاه مدت گرسنگی و تغذیه مجدد، نمی‌توانند شرایط لازم را برای پدیده رشد جبرانی فراهم سازند.

Archive of SID

www.SID.ir



شکل ۱. روند تغییرات میانگین وزن (SD+) تیمارها طی دوره آزمایش

جدول۱. میانگین (± انحراف معیار استاندارد) طول و وزن نهایی، BWI%، CF، GR، SGR و درصد بازماندگی در تیمارهای مختلف در پایان دوره پرورش

تیمار	وزن نهایی (g)	طول نهایی (cm)	افزایش وزن (٪)	ضریب چاقی	نرخ رشد روزانه (گرم/ روز)	نرخ رشد ویژه	بازماندگی (٪)
کنترل	۲/۱۲۴±۰/۰۳۸ a	۵/۷۸±۰/۰۹ a	۱۵۷/۳۰±۶/۰۲ a	۱/۰۹۹±۰/۰۵۲ e	۰/۰۳۹۳۲±۰/۰۰۰۲۷ A	۳/۳۷۳±۰/۱۵۸ a	٪۹۴
تیمار۱	۱/۸۰۱±۰/۰۵۳ b	۴/۷۵±۰/۱۱ b	۱۲۵/۰۰±۵/۷۴ b	۱/۶۸۰±۰/۰۳۹ d	۰/۰۳۱۲۵±۰/۰۰۰۳۹ B	۲/۹۶۰±۰/۱۴۵ b	٪۸۹
تیمار۲	۱/۷۳۷±۰/۰۳۴ c	۴/۵۱±۰.۰۸ c	۱۱۸/۶۰±۷/۱۶ c	۱/۸۹۳±۰/۰۷۳ b	۰/۰۲۹۶۵±۰/۰۰۰۱۱ C	۲/۸۷۰±۰/۱۳۳ c	٪۸۷
تیمار۳	d۱/۶۷۵±۰/۰۴۵	۴/۵۱±۰/۱۴ c	۱۱۲/۴۰±۵/۳۸ d	۱/۸۲۵±۰/۰۵۶ c	۰/۰۲۸۱۰±۰/۰۰۰۲۳ D	۲/۷۷۹±۰/۱۱۷ d	٪۸۹
تیمار۴	۱/۵۳۸±۰/۰۶۱ e	۴/۱۶±۰/۱۷ d	۹۸/۷۰±۶/۴۱ e	۲/۱۳۶±۰/۰۴۴ a	۰/۰۲۴۶۷±۰/۰۰۰۳۱ E	۲/۵۶۶±۰/۱۰۸ e	٪۸۸

بازماندگی یکی از پارامترهای مهم در آبزی‌پروری است و می‌تواند تحت تأثیر دوره های گرسنگی قرار گیرد. در اغلب موارد، ماهیانی که برای مدت کوتاه تحت تأثیر دوره‌های گرسنگی قرار می‌گیرند، بازماندگی بالایی دارند اما اگر دوره گرسنگی طولانی شود، مرگ و میر افزایش می‌یابد (Bilton&Robins, 1973; Dabrowski *et al*., 1986; Sheng *et al*., 2006). در این تحقیق بین تیمارهای ۱ تا ۴ هیچ اختلاف معنی‌داری در نرخ بازماندگی مشاهده نشد ($p>۰/۰۵$). اما درصد بازماندگی گروه کنترل اختلاف معنی‌داری با تیمارهای متحمل دوره‌های گرسنگی نشان داد ($p<۰/۰۵$).

در آنالیز لاشه در ابتدای آزمایش درصد پروتئین، چربی و خاکستر به ترتیب ۱۵/۴٪، ۱۱/۲٪ و ۲/۹٪ اندازه‌گیری شد. در انتهای آزمایش نیز آنالیز لاشه ماهیان هر گروه آزمایشی تعیین شد (جدول ۲). نتایج نشان داد که گروه کنترل و تیمارهای ۱ تا ۴ با یکدیگر اختلاف معنی داری از لحاظ ترکیب لاشه (پروتئین، چربی و خاکستر) نداشتند ($p>۰/۰۵$). در تحقیقی که به مدت هشت هفته روی ماهی قزل آلای رنگین کمان انجام گرفت، ترکیب لاشه در پایان دوره محرومیت غذایی، تفاوت معنی داری نشان

Archive of SID

www.SID.ir

نداد (p>۰/۰۵) (Imani *et al*., 2009). همچنین در تحقیقی که روی ماهی هالیبوت اقیانوس اطلس (Heide *et al*., 2006) و قزل آلای رنگین کمان (Teskeredzic *et al*., 1995) انجام شد نیز اختلاف معنی داری در آنالیز لاشه مشاهده نشد که نتایج تحقیق حاضر نیز با آنها مطابقت دارد. نتایج آنالیز لاشه در این تحقیق نشان می‌دهد که دوره‌های گرسنگی تأثیر معنی‌داری روی درصد پروتئین، چربی و خاکستر لاشه بچه ماهی کپور ندارد.

جدول ۲. ترکیب لاشه در تیمارهای مختلف در پایان دوره پرورش (درصد)

گروه آزمایش	پروتئین (٪)	چربی (٪)	خاکستر (٪)
کنترل	۱۶/۲	۲۰/۹	۳/۲
تیمار ۱	۱۶/۰	۲۱/۱	۳/۱
تیمار۲	۱۶/۱	۲۱/۰	۳/۱
تیمار۳	۱۶/۲	۲۰/۸	۳/۲
تیمار۴	۱۶/۳	۲۰/۹	۳/۰

در این تحقیق، تیمارها از لحاظ شاخص‌های رشد اختلاف معنی‌داری داشتند که بیانگر عدم توانایی مکانیزم رشد جبرانی در پوشش کامل اثرات ناشی از دوره‌های گرسنگی در بچه ماهی کپور در کوتاه مدت می‌باشد. درصد بازماندگی و ترکیب لاشه ماهی نیز تحت تأثیر دوره‌های گرسنگی قرار نمی‌گیرد. با توجه به نتایج تحقیق، در شرایط پرورش با غذای کنسانتره، غذادهی و سیری کامل بچه ماهی کپور به دلیل رشد بیشتر و نرخ بازماندگی بالاتر نتیجه بهتری خواهد داشت.

فهرست منابع

۱. وثوقی، غ. و ب. مستجیر. ۱۳۸۱. ماهیان آب شیرین. موسسه انتشارات و چاپ دانشگاه تهران. چاپ پنجم.

2- Ali, M., Nicieza, A., Wootton, R.J., 2003. Compensatory growth in fishes: a response to growth depression. Fish Fish. 4, 147–190.

3- AOAC (Association of Official Analytical Chemists), (1990). Official method of analysis AOAC, Washington DC, USA. 1263P.

4- Bilton, H.T.; Robins, G.L. 1973. The Effects of Starvation and Subsequent Feeding on Survival and Growth of Fulton Channel Sockeye Salmon Fry

Archive of SID

www.SID.ir

(Oncorhynchus nerka). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 1973, 30:1-5.

5- Dabrowski, K., Takashima, F., Strussmann, C., 1986. Does recovery growth occur in larval fish Bulletin of the of Japanese Society of Science, 52, 1869 p.

6- Fatemi, S.M., Kaymaram, F., Jamili, S., Taghavi Motlagh, S.A. and S. Ghasemi. 2009. Estimation of growth parameters and mortality rate of common carp (Cyprinus carpio, Linnaeus 1758) population in the southern Caspian Sea. Iranian Journal of Fisheries Sciences, 8 (2): 127-140.

7- Heide, A; Foss, A; Stefansson, S.O; Mayer, I; Norberg, B; Roth, B; Jenssen, M.D; Nortvdt, R. and A.K, Imsland. (2006). Compensatory growth and fillet crude composition in juvenile Atlantic halibut: Effects of short term starvation periods and subsequent feeding. Aquaculture 261 (2006) 109–117.

8- Hung, S. S. O., lutes, P. B. and T. Storebakken, (1989).Growth and feed efficiency of white sturgeon (Acipenser transmontanus) sub yearling at different feeding rates.Aquaculture.vol.80, pp.147-153.

9- Hung, S. S. O and lutes, P. B., (1987). Optimum feeding rate of hatchery produced juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) at Aquaculture. vol. 65, pp. 307-317.

10-Imani, A., Farhangi, M., Yazdanparast, R., Bakhtiari, M., Saljoughi, Z., Mojazi Amiri, B., 2009. Growth and feeding indices in rainbow trout during various periods of feed deprivation and re-feeding. Iran Fisheries Journal. No. 67, pp: 1-12. (in Persian).

11- Jobling, M., Jorgensen, E.H., Siikavuopio, S.I., 1993. The influence of previous feeding regime on the compensatory growth-response of maturing and immature Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. J. Fish Biol. 43, 409–419.

12- Jobling, M; Meloy, O.H; Santos, J. and Christiansen, B. 1994. The compensatory growth response of the Atlantic cod: effects of nutritional history. Aquaculture International 2, 75-90.

13- Paul, A.J., Paul, J.M., Smith, R.L., 1995. Compensatory growth in Alaska yellowfin sole, *Pleuronectes asper*, following food-deprivation. J. Fish Biol. 46, 442–448.

14- Qian, X., Cui, Y., Xiong, B., Yang, Y., 2000. Compensatory growth, feed

Archive of SID

www.SID.ir

utilization and activity in gibel carp, following feed deprivation. Journal of Fish Biology, 56, pp. 228–232.

15- Ronyai, A., Peteri, A., Radics, F., 1990. Cross breeding of starlet and lena river sturgeon. Aquaculture.Hungrica (Szarwas). (6): 13-18.

16- Rueda, F.M., Martinez, F.J., Zamora, S., Kentouri, M., Divanach, P., 1998. Effect of fasting and re-feeding on growth and body composition of red porgy, *Pagrus pagrus*. Aquac. Res. 29, 447–452.

17- Sæther, B.S., Jobling,M., 1999. The effects of ration level on feed intake and growth, and compensatory growth after restricted feeding, in turbot *Scophthalmus maximus*. Aquac. Res. 30, 647–653.

18- Schwarz, F.J., Plank, J., Kirchgessner, M., 1985. Effects of protein or energy restrictionwith subsequent realimentation on performance of carp (*Cyprinus carpio*). Aquaculture, 48, pp. 23-33.

19- Sheng, J., Lin, Q., Chen, Q., Shen, L., Lu, J., 2006. Effect of starvation on the initiation of feeding, growth and survival rate of juvenile seahorses, Hippocampus trimaculatus Leach and *Hippocampus kuda* Bleeker. Aquaculture, 271, pp 469–478.

20- Teskeredzic, Z., Teskeredzic, E., Tomec, M., Hacmanjek, M., Mclean, E., 1995. The impact of restricted rationing upon growth food conversion e⁄ciency and body-composition of rainbow-trout.Water Science and Technology, 31, pp. 219-223.

21- Wang, Y., Cui, Y., Yang, Y., Cai, F., 2000. Compensatory growth in hybrid tilapia, *Oreochromis mossambicus*×*O. niloticus* reared in seawater. Aquaculture 189, pp. 101–108.

22- Wieser, W., Krumschnalbel, G., Ojwang-Okwor, J. P., 1992. The energetics of starvation and growth after refeeding in juveniles of three cyprinid species. Environmental Biology of Fishes, 33, pp. 63–71.

23- Xie, S., Zhu, X., Cui, Y., Wootton, R.J., Lei, W., Yang, Y., 2001. Compensatory growth in the gibel carp following feed deprivation: temporal patterns in growth, nutrient deposition, feed intake and body composition. Journal of Fish Biology, 58, pp. 999–1009.

24- Zhu, X., Cui,Y., Ali, M., Wootton, R.J., 2001. Comparison of compensatory

Archive of SID

www.SID.ir

growth responses of juvenile threespined stickleback and minnow following similar food deprivation protocols. Journal of Fish Biology, 58, pp. 1149-1165.

Archive of SID

www.SID.ir