بسم الله الرحمن الرحیم

دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر

دانشکده منابع طبیعی دریا

گروه شیلات

پایان نامه ی کارشناسی ارشد رشته منابع طبیعی گرایش تکثیر و پرورش آبزیان

ارزیابی کارایی رشد و استرس در واکنش به شوری در ماهی کپور نقره ای انگشت قد *(Hypophthalmichthys molitrix)*

استاد راهنما:

دکتر پریتا کوچنین

استاد مشاور:

مهندس حسین پاشا زانوسی

پژوهشگر:

زهرا محمدی مکوندی

آبان ماه ۱۳۸۹

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق
موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه علوم
و فنون دریایی خرمشهر است.

خداوندا تو را سپاس که جامعه بشری را به زینت علم و دانش آراستی و انسان و انسانیت را فرهنگ و تعالی بخشیدی. اکنون که در پرتو عنایات الهی، بار همنودهای استاید فرزانه و مساعدت خانواده تحقیق حاضر را به انجام رسانیده ام وظیفه خود می دانم از تمام عزیزانی که در این راستا یاریم دادند سپاسگزاری نمایم.

از استاد راهنمای محترم سرکار خانم دکتر پریتا کوچنین که در کلیه مراحل اجرا و نگارش پایان نامه از هیچ کوششی دریغ نکرده اند صمیمانه تشکر و قدردانی می نمایم.

از استاد مشاور ارجمند جناب آقای مهندس حسین پاشا زانوسی که در جهت هدایت و پیشبرد اهداف پایان نامه از هیچ کوششی دریغ نکردند کمال تشکر و قدردانی را دارم.

از اساتید گرامی گروه شیلات دانشگاه علوم و فنون دریایی خرمشهر و کارمندان محترم اداره تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی شهید ملکی اهواز به جهت همکاری در جهت اجرای پایان نامه تشکر می نمایم.

زحمات و همراهی فرد فرد اعضای خانواده خود و همسرم که هرکدام به نحوی زینه ساز تحصیل من بوده اند را ارج نهاده و کمال سپاس و قدردانی را از این عزیزان دارم.

از زحمات دوستان خوبم خانم مهندس پریناز یوسفی، مهندس الهام مجدی نسب و مهندس مهناز کبیریتی کمال تشکر را دارم.

این مجموعه را به رسم قدرشناسی و سپاس قلبی به:

استوارترین پشتوانه زندگی،

پدرم

دل انگیزترین رایحه مهر،

مادرم

شکوه بخش لحظه های زندگی،

همسرم

و شکوفه زیبای باغ زندگی

پسرم آرشام

تقدیم می کنم.

نام: زهرا نام خانوادگی: محمدی مکوندی
مقطع تحصیلی: کارشناسی ارشد رشته و گرایش: مهندسی منابع طبیعی- تکثیر و پرورش آبزیان
استاد راهنما: دکتر پریتا کوچنین
استاد مشاور: مهندس حسین پاشا زانوسی

کلید واژه ها: کپور نقره ای، شوری آب، کورتیزول پلاسما، استرس، شاخص رشد، *Hypophthalmichthys molitrix*.

ارزیابی کارایی رشد و استرس در واکنش به شوری در ماهی کپور نقره ای انگشت قد *(Hypophthalmichthys molitrix)*

هدف مطالعه حاضر ارزیابی کارایی رشد و استرس در واکنش به شوری در ماهی کپور نقره ای انگشت قد *(Hypophthalmichthys molitrix)* بود. ماهیان کپور نقره ای از اداره تکثیر و پرورش ماهیان گرمابی اهواز تهیه و در مخازن ۲ متر مکعبی به مدت ۳۰ روز نگهداری شده و روزانه به میزان ۳٪ وزن بدن تغذیه شدند. سپس ماهیان (۷۲۶ /۰ ± ۱۳/۵۵ گرم، ۰۹۳ /۰±۱۱/۰۴ سانتی متر) در مخازن ۲۵۰ لیتری به تعداد ۱۰ ماهی در هر مخزن در دمای (۱/۳۵±۲۴/۱۶ درجه سانتی گراد) قرار گرفتند. هوادهی مداوم به منظور نگهداری اکسیژن محلول نزدیک به سطح اشباع برقرار شده بود. پس از سازگاری، روزانه شوری آب به میزان ۳ppt افزایش یافت تا به گروههای شوری ۳،۶،۹ و ۱۲ppt برسد. ماهیان کپور نقره ای در معرض این شوری ها برای مدت ۲۱ روز قرار گرفتند. همچنین ماهیان در آب شیرین به عنوان شاهد با شرایط مشابه پرورش یافتند. هر تیمار دارای سه تکرار بود. ماهی ها هفته ای یکبار برای ارزیابی رشد زیست سنجی می شدند. در انتهای دوره نیز خون گیری از قلب ماهی ها برای اندازه گیری کورتیزول، کلسترول، گلوکز، هماتوکریت و هموگلوبین صورت گرفت. کبد و احشا برای اندازه گیری شاخص کبدی و شاخص احشا به دقت جدا سازی شدند. ترکیب لاشه ماهی با روشهای استاندارد اندازه گیری شد. شوری تا ۳ppt وزن بدن، نرخ رشد ویژه، بازماندگی، طول بدن و ضریب تبدیل غذایی را تحت تاثیر قرار نداد. اما شوری های بالاتر ۶ و ۹ppt استرس معنی داری با تاثیر بر آب زدایی بدن، افزایش کورتیزول، کلسترول و گلوکز و تاثیر منفی بر رشد، ضریب تبدیل غذایی، نرخ رشد ویژه، بازماندگی، هماتوکریت و هموگلوبین داشتند. در ۱۲ppt همه ماهیان قبل از ۷ روز تلف شدند. شاخص کبدی و شاخص احشا در شوری های بیش از ۳ppt کاهش یافت. ماهی کپور نقره ای سازگاری خوبی در مورد منابع متابولیکی (چربی و پروتئین) بعد از ۲۱ روز قرار گرفتن در معرض شوری نشان داد. ماهی کپور نقره ای یک ماهی استنوهالین است که رشدی خوب و بدون استرس را تا شوری ۳ppt نشان داد. این نتایج حاکی از آن است که ماهی کپور نقره ای می تواند در آبهایی تا شوری ۳ppt پرورش یابد و شوری بیشتر می تواند استرس و تاثیر منفی بر رشد و بازماندگی ایجاد نماید.

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل اول- مقدمه و کلیات

مقدمه ۱

۱-۱اهداف تحقیق ۲

۱-۲ فرضیات تحقیق ۲

۱-۳ معرفی گونه مورد بررسی ۲

۱-۳- ۱رده بندی ماهی فیتوفاگ ۲

۱-۳-۲ شکل ظاهری ۳

۱-۳-۳ مشخصات آناتومیکی..... ۴

۱-۳-۴ مراحل مختلف رشد..... ۴

۱-۳-۵ زیست شناسی و زیستگاه ۴

۱-۳-۶ تغذیه ۴

۱-۴ رشد ۵

۱-۵ استرس ۶

۱-۵-۱ عکس العمل فیزیولوژیک در برابر استرسورها ۷

۱-۵-۲ مکانیزم پاسخ به استرس ۷

۱-۵-۳ عوامل موثر بر نوع پاسخ به هورمون های کورتیکواستروئیدی..... ۸

۱-۵-۴ هورمون کورتیزول ۹

۱-۵-۵ اعمال دینامیک کورتیزول ۱۰

۱-۵-۶ بیوسنتز و ترشح کورتیزول ۱۰

۱-۵-۷ تنظیم متابولیک کورتیزول ۱۱

۱-۶ سابقه تحقیق ۱۲

۱-۶-۱ سابقه تحقیق در کشور ۱۲

۱-۶-۲ سابقه تحقیق در سایر کشورها ۱۲

فصل دوم- مواد و روش ها

۲-۱ محل و زمان انجام تحقیق ۱۴

۲-۲ صید ماهیان فیتوفاگ ۱۴

۲-۳ سازگاری ماهی با محیط آزمایش ۱۴

۲-۴ آماده سازی جایگاه آزمایش و تامین آب شور ۱۵

۲-۵ انتقال ماهیان به تیمارهای شوری ۱۵

۲-۶ سنجش خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب ۱۵

۲-۷ نمونه برداری ۱۵

۲-۸ روش تعیین مقادیر گلوکز ۱۷

۲-۹ روش تعیین مقادیرکلسترول ۱۷
۲-۱۰ روش تعیین هماتوکریت و هموگلوبین ۱۸
۲-۱۱ روش تعیین میزان هورمون کورتیزول ۱۸
۲-۱۲ روش آنالیز لاشه ماهی ۱۸
۲-۱۳ روشهای آماری و نرم افزارهای مورد استفاده ۱۹
فصل سوم- نتایج
۳-۱ فاکتورهای فیزیکو شیمیایی آب ۲۱
۳-۲ میزان بازماندگی (٪) ۲۱
۳-۳ شاخص های رشد ۲۵
۳-۳-۱ مقایسه وزن ۲۵
۳-۳-۲ درصد افزایش وزن بدن (WG%) ۲۸
۳-۳-۳ نرخ رشد ویژه (SGR%) ۲۸
۳-۳-۴ افزایش طول بدن (cm) ۲۹
۳-۳-۵ ضریب چاقی (CF%) ۳۰
۳-۳-۶ شاخص احشایی (VSI %) ۳۰
۳-۳-۷ شاخص کبدی (HSI%)..... ۳۱
۳-۳-۸ ضریب تبدیل غذایی (FCR) ۳۲
۳-۴ شاخص های خونی ۳۲
۳-۴-۱ هورمون کورتیزول (ng/ml) ۳۳
۳-۴-۲ گلوکز (mg/dl) ۳۳
۳-۴-۳ کلسترول (mg/dl) ۳۴
۳-۴-۴ هموگلوبین (mg/dl) ۳۵
۳-۴-۵ هماتوکریت (٪)..... ۳۵
۳-۵ ترکیبات لاشه ماهی ۳۶
۳-۵-۱ پروتئین خام (٪)..... ۳۶
۳-۵-۲ چربی خام (٪)..... ۳۷
۳-۵-۳ رطوبت (٪)..... ۳۸
فصل چهارم- بحث و نتیجه گیری
۴-۱ تاثیر شوری بر درصد بازماندگی ماهی فیتوفاگ انگشت قد ۳۹
۴-۲ تاثیر شوری بر شاخص های رشد ماهی فیتوفاگ انگشت قد ۴۲
۴-۳ تاثیر شوری بر شاخص های خونی ماهی فیتوفاگ انگشت قد ۴۴
۴-۳-۱ کورتیزول و گلوکز ۴۴
۴-۳-۲ کلسترول ۴۷

۴-۳-۳ هماتوکریت و هموگلوبین ۴۷
۴-۴ تاثیر شوری بر میزان پروتئین و چربی لاشه ماهی فیتوفاگ انگشت قد ۴۹
نتیجه گیری کلی ۵۱
پیشنهادات ۵۲
منابع ۵۳

فهرست شکل ها

عنوان **صفحه**

شکل ۱-۱ ماهی فیتوفاگ ۲
شکل۱-۲ دندان های حلقی ماهی فیتوفاگ ۳
شکل ۱-۳ کشورهای تولید کننده ماهی فیتوفاگ ۵
شکل ۱-۴ میزان تولید آبزی پروری جهانی ماهی فیتوفاگ ۵
شکل۱-۵ بیوسنتز کورتیزول در ماهیان استخوانی ۱۱
شکل ۲-۱ خون گیری از قلب ماهی فیتوفاگ ۱۷
شکل ۲-۲ پودر ماهی جهت انتقال به آزمایشگاه ۱۸
شکل ۲-۳ دستگاه AutoKjeldahl unit ۱۹
شکل ۲-۴ مراحل آداپتاسیون ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای مختلف شوری ۲۰
شکل ۳-۱ تغییرات درصد بازماندگی در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۲۲
شکل ۳-۲ خونزدگی چشم و سرپوش آبششی ماهیان در شوری ۱۲ppt ۲۳
شکل ۳-۳ خونزدگی چشم در شوری ۹ppt پس از ۲۱ روز دوره آزمایش ۲۳
شکل ۳-۴ کشیدگی لب پایین و خونزدگی آن در ماهیان شوری ۹ppt پس از۲۱ روز دوره آزمایش ۲۴
شکل ۳-۵ خونزدگی چشم ماهیان در شوری ۶ppt پس از ۲۱ روز دوره آزمایش ۲۴
شکل ۳-۶ کشیدگی لب پایین و خونزدگی آن در شوری ۶ppt پس از ۲۱ روز دوره آزمایش ۲۵
شکل ۳-۷ روند تغییرات درصد افزایش وزن ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۲۶
شکل ۳-۸ تغییرات وزن نهایی ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری مختلف ۲۶
شکل ۳-۹ تغییرات درصد افزایش وزن بدن در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۲۸
شکل ۳-۱۰ تغییرات نرخ رشد ویژه در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف..... ۲۹
شکل ۳-۱۱ تغییرات طول بدن در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۲۹
شکل ۳-۱۲ تغییرات ضریب چاقی در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای شوری مختلف ۳۰
شکل ۳-۱۳ تغییرات شاخص احشایی در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای شوری مختلف ۳۱
شکل ۳-۱۴ تغییرات شاخص کبدی در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای شوری مختلف ۳۱
شکل ۳-۱۵ تغییرات ضریب تبدیل غذایی در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای شوری مختلف ۳۲
شکل ۳-۱۶ تغییرات هورمون کورتیزول در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای شوری مختلف ۳۳
شکل ۳-۱۷ تغییرات گلوکز در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۳۴
شکل ۳-۱۸ تغییرات کلسترول در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در تیمارهای شوری مختلف ۳۴
شکل ۳-۱۹ شکل ۳-۱۹ تغییرات هموگلوبین در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۳۵
شکل ۳-۲۰ تغییرات هماتوکریت در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۳۶
شکل ۳-۲۱ تغییرات پروتئین خام در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۳۷
شکل ۳-۲۲ تغییرات چربی خام در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۳۷
شکل ۳-۲۳ تغییرات رطوبت در ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۳۸

فهرست جدول ها

عنوان **صفحه**

جدول ۲-۱ آنالیز غذای مورد استفاده بر اساس وزن خشک..... ۲۰
جدول ۳-۱ درصد بازماندگی ماهی فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۲۲
جدول۳- ۲ نتایج آنالیز اولیه وزن کل و طول کل ماهیان فیتوفاگ انگشت قد در شوری های مختلف ۲۵
جدول ۳-۳ شاخص های رشد ماهی فیتوفاگ انگشت قد پس از ۲۱ روز دوره آزمایش ۲۷
جدول ۳-۴ تغییرات شاخص های خونی ماهی فیتوفاگ انگشت قد پس از ۲۱ روز دوره آزمایش ۳۲
جدول ۳-۵ میانگین درصد ترکیبات لاشه ماهی فیتوفاگ انگشت قد در انتهای دوره پرورش در شوری های مختلف ۳۶

فصل اول- مقدمه و کلیات

مقدمه

تولید و پرورش آبزیان به ویژه ماهی در عرصه تولیدات کشاورزی و پروتئینی کشور از جایگاه خاصی برخوردار بوده و تامین کننده بخشی از پروتئین مورد نیاز جامعه بدون هر گونه وابستگی خارجی می باشد (کازرونی منفرد و نوریزاد، ۱۳۸۳). از سوی دیگر روند رشد جمعیت در دهه های اخیر در کشورمان سبب گردید تا توجه بیشتری به بخش های تولید کننده مواد غذایی معطوف گردد. از جمله این بخش ها، بخش شیلات و خصوصاً پرورش ماهیان گرمابی است. میزان پرورش ماهیان گرمابی در کشور ۹۷۲۶۲ تن در سال ۱۳۸۶ بوده است و از این میزان ۲۵۲۱۱ تن در استان خوزستان تولید شده است که سهم قابل توجهی از آن را ماهی فیتوفاگ تشکیل می دهد (سالنامه آماری شیلات ایران، ۱۳۸۷). در حال حاضر در مزارع پرورش ماهیان گرمابی، پرورش ماهی فیتوفاگ (کپور نقره ای)، آمور، کپور معمولی و سرگنده به طور توام صورت می گیرد، البته در استان خوزستان پرورش ماهیان بومی بنی، شیربت و گطان نیز در سالهای اخیر انجام می شود. ماهی فیتوفاگ (*Hypophthalmichthys molitrix*) از خانواده Cyprinidae است که در پرورش چند گونه ای کپور ماهیان، به دلیل استفاده از فیتوپلانکتون ها، درصد اصلی را تشکیل می دهد (قناعت پرست و همکاران، ۱۳۸۰).

رشد شامل تغییر فزاینده در اندازه، وزن و یا تغییر در محتوای انرژی بدن ماهی است و مهمترین هدف آبزی پروری محسوب می شود (Jobling, 1994) که در بسیاری از جنبه های اساسی نظیر زیست شناسی ماهیان، مدیریت و حفاظت ذخایر ماهیان دخیل است (Nislow, 2001). از سوی دیگر یکی از مسایل عمده در آبزی پروری استرس است و ماهیان در معرض عوامل استرس زا هم در محیط طبیعی و هم محیط پرورشی قرار دارند (Bayunova *et al*., 2002). بنابراین با توجه روند رو به رشد آبزی پروری و اهمیت این فعالیت اقتصادی در ایران، عنایت به مساله رشد و استرس اثر غیر قابل انکاری بر آینده و توسعه این صنعت پایدار دارد. از طرفی با توجه به اینکه در برخی از نقاط استان خوزستان شوری آب استخرهای پرورش ماهی در فصول گرم سال از حد معمول بالاتر می رود و در این سال ها شوری آب برخی مزارع پرورش ماهی به ۹ppt[۱] نیز رسیده است و در اثر تلفات ماهی فیتوفاگ، خسارات فراوانی به اقتصاد آبزی پروری استان وارد شده است و همچنین با توجه به شرایط خشکسالی و کمبود بارندگی در سالهای اخیر در استان، لزوم مطالعه تاثیرات سوء این افزایش شوری بر ماهیان پرورشی ضروری به نظر می رسد. لذا در این تحقیق از ماهی فیتوفاگ به عنوان یکی از ماهیان پرورشی

---

۱. part per thousand

مهم گرمابی و نیز به عنوان یک مدل برای تعیین تاثیرات سوء افزایش شوری استفاده شده است تا تاثیر شوری را بر کارایی رشد و استرس بر آن بررسی نماییم.

۱-۱ اهداف تحقیق

۱- بررسی رابطه احتمالی افزایش شوری آب و تلفات ماهی فیتوفاگ در سالهای اخیر در استان.

۲- بررسی تاثیر شوری بر رشد و بازماندگی ماهی فیتوفاگ انگشت قد.

۳- معرفی شوری مطلوب جهت ماهی فیتوفاگ در این دوره از زندگی.

۴- ارزیابی استرس وارده شده به ماهی با اندازه گیری تغییرات سطوح هورمون کورتیزول، کلسترول، گلوکز، هماتوکریت و هموگلوبین.

۵- بررسی تاثیر شوری بر تغییرات میزان پروتئین و چربی لاشه ماهی فیتوفاگ انگشت قد.

۱-۲ فرضیات تحقیق

۱- افزایش شوری باعث کاهش رشد ماهیان آب شیرین میشود.

۲- تغییرات شوری باعث مرگ و میر ماهی فیتوفاگ انگشت قد می شود.

۳ـ آیا میان افزایش شوری و رشد و بازماندگی ماهی فیتوفاگ رابطه معنی داری وجود دارد؟

۴ - افزایش شوری باعث ایجاد استرس و واکنش فیزیولوژیکی به استرس در ماهی فیتوفاگ می شود.

۱-۳ معرفی گونه مورد بررسی

۱-۳-۱ رده بندی ماهی فیتوفاگ (Nelson, 1975)

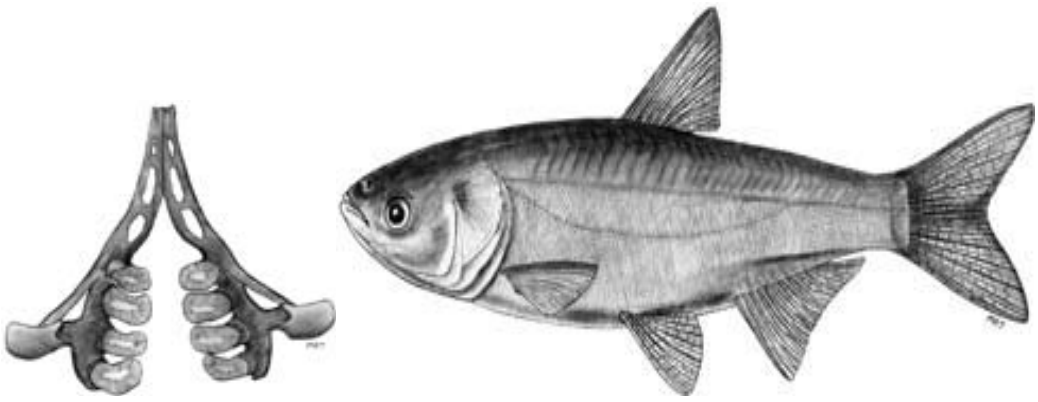
خانواده کپور ماهیان از بزرگترین خانواده ماهیان آب شیرین با بیش از ۲۰۱۰ گونه هستند که در حدود ۲۱۰ جنس را شامل می شوند. این خانواده به راسته Cypriniformes تعلق دارند (Fishbase, 2010).

شکل ۱-۱ نمای ظاهری ماهی فیتوفاگ *Hypophthalmichthys molitrix*

Kingdom: Animalia
Phylum: Chordata
Subphylum: Vertebrata
Superclass: Osteichthyes
Class: Actinopterygii
Subclass: Neopterygii
Infraclass: Teleostei
Superorder: Ostariophysi
Order: Cypriniformes
Suborder: Cyprinioidei
Family: Cyprinidae
Genus: Hypophthalmichthys
Species*: Hypophthalmichthys molitrix* (Valenciennes, 1844)
Common name: Silver carp

۱-۳-۲ شکل ظاهری

بدن از طرفین فشرده، دارای کیل[۱] شکمی از گلو تا مخرج، سر بزرگ، چشم ها کوچک بر سطح شکمی سر، خارهای آبششی اسفنجی شکل (FAO, 2010)، دهان انتهایی، دندان های حلقی با فرمول ۴-۴، باله پشتی دارای ۳-۱ شعاع سخت و ۷-۶ شعاع نرم و باله مخرجی دارای ۳-۱ شعاع سخت و ۱۴-۱۰ شعاع نرم می باشد. رنگ بدن سبز زیتونی تا نقره ای و فاقد سبیلک می باشد (Kottelat *et al*., 1993). حداکثر طول آن ۱۰۵ سانتی متر (IGFA, 2001) و حداکثر وزن آن ۵۰ کیلوگرم (Billard, 1997) گزارش شده است. سن ماهی ممکن است به ۲۰ سال هم برسد (Schofield *et al*., 2005).



شکل ۱-۲ دندان های حلقی ماهی فیتوفاگ (Schofield *et al.*, 2005)

۱. Keel

۱-۳-۳ مشخصات آناتومیکی

ماهی فیتوفاگ از نظر تشریح داخلی فاقد معده است و به جای آن لوله گوارشی بلند برای هضم و جذب غذا می باشد. نسبت طول روده ممکن است به ۷ الی ۱۵ برابر طول بدن برسد (Herodek *et al*., 1989). ماهی فیتوفاگ یک ماهی پلانکتون خوار است و خارهای آبششی آن بیانگر این موضوع می باشند (FAO, 2010).

۱-۳-٤ مراحل مختلف رشد (نظری، ۱۳۷۵)

۱- مرحله بچه ماهی نورس[۱]: از زمان خروج نوزاد ماهی از تخم شروع شده و تا رسیدن طول بدن به ۲۰ میلیمتر ادامه دارد. طول این مرحله ۱۵-۱۰ روز است.

۲- مرحله انگشت قدی: از انتهای مرحله بالا شروع شده و تا زمانی که طول ماهی به ۲۰۰ تا ۳۰۰ میلیمتر برسد ادامه دارد.

۳- مرحله بلوغ: این مرحله در فاصله مرحله انگشت قد و زمانی است که ماهی به بلوغ جنسی می رسد. از لحاظ افزایش طول بدن در این مرحله سریع ترین رشد را ماهی در سال دوم زندگی دارد.

۱-۳-۵ زیست شناسی و زیستگاه

ماهی فیتوفاگ یک گونه آب شیرین است و در عمق ۲۰-۰ متر (Shao and Lim, 1991)، در شرایط آب و هوایی معتدل در دمای ۲۸-۶ درجه سانتیگراد (Li *et al*., 1990) زندگی می کند و پراکنش طبیعی آن در کشور چین است. در محیط طبیعی، یک ماهی پوتامودروموس[۲] می باشد و جهت تخمریزی به سرچشمه رودخانه مهاجرت می کند. تخم ها و لارو ها از پایین دست تا منطقه دشتهای سیلابی شناور هستند (Costa-Pierce, 1992) اساساً گونه ای بنتوپلاژیک است، بطوریکه در زیر سطح آب شنا می کند و به خاطر همین ویژگی در هنگام استرس به بیرون از آب می پرد(FAO, 2010). ماهی فیتوفاگ از لحاظ آبزی پروری و صید تجاری دارای اهمیت است ولی احتمال آفت بودن این گونه وجود دارد (Fishbase, 2010).

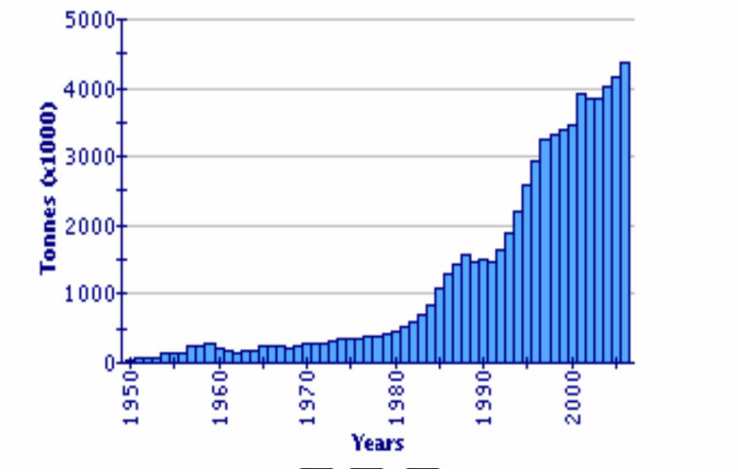
۱-۳-٦ تغذیه

این ماهی علاوه بر فیتوپلانکتون از پوده (مواد پوسیده) ، روتیفر و سخت پوستان کوچک نیز تغذیه می کند (FAO, 2010) و به تغذیه با غذاهای کنسانتره شامل آرد لوبیا، سبوس برنج و آرد غلات و ... نیز عادت کرده است و ممکن است گاه گیاهان عالی تر را نیز مصرف کند (Cittino, 1972).

---

۱. Fry
۲. Potamodromous

شکل ۱-۳ کشورهای تولید کننده ماهی فیتوفاگ (با رنگ زرد مشخص شده اند) (FAO, 2010).



شکل ۱-٤ میزان تولید آبزی پروری جهانی ماهی فیتوفاگ (FAO, 2010).

۱-٤ رشد

رشد یکی از جنبه های بیولوژیک ماهی می باشد. رشد را می توان بدین صورت تعریف کرد: رشد، تغییر اندازه (طول، وزن) در طی زمان است. یا اگر بخواهیم از بعد انرژی تعریف کنیم، رشد تغییر کالری مصرفی به صورت ذخیره ای است که این انرژی ذخیره ای، به شکل بافت بدنی و بافت تولید مثلی در می آید. تعریف رشد از نظر انرژی، خصوصاً برای درک عواملی که بر رشد ماهی تاثیر می گذارند، مفید است، زیرا انرژی بلعیده شده (I)[۱] که بر حسب کالری اندازه گیری می شود، باید به صورت انرژی مصرفی برای سوخت و ساز (M)[۲] ظاهر شود یا منجر به رشد (G)[۳] گردد، یا اینکه به صورت انرژی دفعی(E)[۴] در آید. این تعریف را می توان بدین صورت بیان کرد: I=M+G+E (Brett and Groves, 1979). سوخت و ساز، حاصل جمع آنابولیسم (سنتز بافت) و کاتابولیسم (شکستن اتصالات شیمیایی با صرف انرژی) است. بنابراین، در یک ماهی در حال رشد، میزان

۱. Ingestion energy
۲. Metabolism energy
۳. Growth
۴. Excretion energy

آنابولیسم بیش از کاتابولیسم است. با این وجود میزان رشد ماهی تا حد زیادی متغیر است و به میزان زیاد، به عوامل محیطی از جمله شوری آب بستگی دارد (Boeuf and Payan, 2001). اگر سایر اجزای نیازمند انرژی (مانند روش های انتقال فعال یونی و تنظیم اسمزی) به ویژگی های محیطی پاسخ دهند، میزان رشد تغییر می کند. این پاسخ ها نیاز به نگهداری انرژی (M) را افزایش می دهند که در صورت ثابت ماندن I و E میزان رشد (G) کاهش پیدا خواهد کرد (Brett and Groves, 1979). توانایی ماهی در صورت مواجهه شدن با تغییرات شوری محیط در بسیاری از گونه هایی که در طول زندگی بین آب شور و شیرین مهاجرت می کنند یا در مصب ها زندگی می کنند، مورد مطالعه واقع شده است (McCormik and Bradshaw, 2006). پرورش لارو در شوری کم، رشد و بقای بیشتری در برخی گونه های آب شیرین ایجاد کرده است (Britz and Hecht, 1989). مطالعات Lam و Sharma در سال۱۹۸۵ نشان دادکه لارو ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) در شوری ۳ppt-۱/۵ نسبت به آب شیرین بزرگتر است.

۱-۵ استرس

ماهیان مکرراً در معرض عوامل استرس زا هم در محیط طبیعی و هم در شرایط پرورشی قرار دارند (Bayunova *et al*., 2002). افزایش آلودگی های انسان ساز یکی از عوامل استرس زا در آب شیرین و آب های دریایی است. در محیط های پرورشی هم حمل و نقل، دستکاری، رقم بندی و ... از عوامل ایجاد استرس در ماهی هستند (Hightower, 1991). در سیستم های پرورشی با مدیریت مطلوب استرس حاد کشنده کمتر اتفاق می افتد. در حالی که استرس مزمن ممکن است که مسبب بسیاری از مشکلات سیستم های نگهداری ماهی نظیر افزایش سرعت متابولیک و مصرف انرژی، کاهش میزان رشد، اختلال در سیستم ایمنی و ممانعت از رسیدگی گناد یا تخم ریزی باشد (Plante *et al*., 2003).

استرس تاثیرات نامطلوبی بر رشد (Pickering, 1993)، تولید مثل (Pankhurst and Van Der Kraak, 2000) و کیفیت گوشت ماهی (Lowe *et al*., 1993) ایجاد می کند. ماهیان در شرایط پرورشی در معرض عوامل استرس زای زیادی قرار دارند و می توان اظهار داشت که ماهیانی که واکنش پذیری کمتری نسبت به عوامل استرس زا نشان می دهند، نسبت به ماهیانی که تحریک پذیری بیشتری به این عوامل دارند، دارای برتری و مزیت می باشند (Pottinger and Pickering, 1997). کلید پیشگیری از استرس در سیستم های پرورشی، مدیریت مطلوب است، که به معنی نگهداری مناسب کیفیت آب، تغذیه مناسب و رعایت اصول بهداشتی است (Francis-Floyd, 2009).

استرس به معنای یک جریان فیزیولوژیک از وقایعی است که در زمانی که جانور سعی در ایجاد دوباره وضعیت هموستازی خود بعد از مواجهه با تهدیدات دریافتی را دارد، رخ می دهد (Ramsay *et al*., 2006) و شرایطی است که در آن جانور قادر به نگهداری وضعیت فیزیولوژیکی طبیعی خود به علت عوامل متغیری که بر وضعیت طبیعی آن تاثیر می گذارند، نیست. یک تصور غلط در بین بیولوژیست های ماهی این است که استرس را ذاتاً برای ماهی مضر می دانند، در حالی که لزوماً این گونه نیست (Chrousos, 1998). استرس زمانی سلامتی

جاندار را به خطر می اندازد که مسبب اثرات ناهنجار بیولوژیک قابل توجهی باشد (Belanger *et al*., 2001). پاسخ به استرس یک مکانیسم سازشی است که به ماهی اجازه می دهد تا به مقابله با عوامل استرس زای دریافتی بپردازد، به عبارتی از این طریق وضعیت طبیعی یا هموستاتیک بدن خود را حفظ می کند (Barton and Iwama, 1991). بر اساس تعریف Selye در سال ۱۹۸۵ استرس به دو فاز تقسیم می شود: در فاز اول یا eustress یا استرس سازنده که در واکنش جاندار برای بهتر کردن وضعیت فیزیولوژیکی اش به وقوع می پیوندد و فاز دوم: زمانی است که شدت عمل استرس دهنده یا طول مدت قرارگرفتن در معرض استرس دهنده زیاد باشد، در این حالت، مکانیسم های فیزیولوژیک پاسخگو دیگر قابل به سازش نبوده و در این شرایط سلامتی ماهی به خطر می افتد که اصطلاحاً به آن distress می گویند. به همین خاطر مدیریت مطلوب مزارع پرورشی ضروری می باشد (Barton, 2002). فاکتورهای خونی به میزان زیادی به عنوان نشانگرهای فیزیولوژیکی واکنش به استرس در ماهی استفاده می شوند (Cataldi *et al*., 1998). تغییر در تعداد گلبول های قرمز (هماتوکریت مقدار تقریبی آن را نشان می دهد) یا مقدار هموگلوبین بعد از وارد شدن استرس می تواند نشانگر این باشد که رقیق شدن یا تغلیظ خون روی داده است (Wedemeyer, 1996). به علاوه سطح کورتیزول پلاسما و تغییر در متابولیسم کربوهیدرات ها از قبیل میزان گلوکز می تواند به عنوان شاخص عمومی استرس مورد استفاده قرار بگیرد (Santos and Pacheco, 1996).

۱-۵-۱ عکس العمل فیزیولوژیک در برابر استرس دهنده ها

بطورکلی عکس العمل های فیزیولوژیک ماهی در برابر استرس دهنده های محیطی به سه گروه اول و دوم و سوم تقسیم می شوند (Santamaria and Casallas, 2007). پاسخ های اول (پاسخ نئواندوکرینی) شامل رهاسازی کاتکول آمین ها از بافت کرومافین (Reid *et al*., 1998) و تحریک محور هیپوتالاموس – هیپوفیز- اینتررنال (HPI)[۱] به منظور رها سازی هورمون های کورتیکواستروئیدی به جریان خون می باشد. واکنش های دوم شامل تغییراتی در متابولیت ها و یون های بافت و پلاسمای خون، سلولهای خونی و پروتئین های استرس (HSP)[۲] است که همه این تغییرات با هدف تنظیم فیزیولوژیک متابولیسم، تنفس، وضعیت اسید- باز، بالانس یونی، عملکرد ایمنی و سلولی انجام می گیرد (Mommsen *et al*., 1999). در پاسخ های سوم تغییراتی در کل بدن موجود (همچنین رشد، مقاومت به بیماری، تغییر الگوهای رفتاری و سرانجام بازماندگی) رخ می دهد (Barton, 2002). بسته به شدت و مدت زمان استرس ممکن است تغییراتی در تمام سطوح جاندار از سطح ملکولی و بیوشیمیایی تا جمعیت و اجتماع مشاهده گردد (Adams, 1990).

۱-۵-۲ مکانیسم پاسخ به استرس

در زمان پاسخ به استرس دو مسیر نئواندوکرینی اصلی فعال می شود: یکی محور کرومافین – اتونوموس- هیپوتالاموس که سبب رها سازی سریع و انبوه کاتکول آمین ها و دیگری محور هیپوتالاموس- هیپوفیز- اینتررنال

---

۱. Hypthalamous Piturity Interrenal
۲. Heat Shock Proteins

(HPI) که سبب ترشح کورتیکواستروئیدها دقایقی بعد از استرسور می شود (Wuertz *et al*., 2006). بعد از مواجهه ماهی با استرس دهنده، سیستم اعصاب مرکزی (CNS) [۱] آن را شناسایی و با تحریک رشته های عصبی سمپاتیک واقع درسلولهای کرومافین، کاتکول آمین ها ازگیرنده های کولینرژیک آزاد می شوند. در ماهیان استخوانی به دلیل ذخیره کاتکول آمین ها (عمدتاً اپی نفرین) در سلولهای کرومافین، رهاسازی این هورمون ها سریع و سطوح آنها نیز بصورت آنی همراه با استرس افزایش می یابد. ترشح کورتیزول نسبت به کاتکول آمین همراه با تاخیر زمانی چند دقیقه ای است که بستگی به رها سازی کاتکول آمین دارد. مسیر رها سازی کورتیزول محور HPI و عامل تاثیر گذار آن، هورمون یا فاکتور رهاسازکورتیکوتروپین (یا CRF CRH) است. این عامل با تحریک سلولهای کورتیکوترفیک (واقع در بخش جلویی هیپوفیز) سبب ترشح آدرنوکورتیکوتروپین (ACTH) می شود. ACTH از طریق جریان خون وارد بخش کورتکس آدرنال (معادل سلولهای اینترنال) شده و در آنجا با تحریک سلولهای اینترنال (که مخزن سنتز و رهاسازی کورتیکواستروئیدهاست) سبب رهاسازی کورتیکواستروئیدها به خون و سرانجام به بافت هدف می شود. کنترل رهاسازی کورتیزول از طریق فیدبک منفی این هورمون در تمام سطوح محور HPI می باشد. در زمان استرس هورمون های جنبی دیگری نظیر پرولاکتین، تیروکسین و سوماتوستاتین نیز افزایش نشان می دهند ولی هنوز مفید بودن آنها بعنوان شاخص های استرس ثابت نشده است (Barton, 2002).

۱-۵-۳ عوامل موثر بر نوع پاسخ به هورمون های کورتیکواستروئیدی

الف) ژنتیک

دامنه پاسخ ماهیان به استرس دهنده مخصوصاً پاسخ های آندوکرینی بسیار وسیع می باشد (Barton and Iwama, 1991). دامنه نوسانات کورتیزول بسته به نوع استرس دهنده دچار تغییرات زیاد و بر اساس گونه تغییرات آن زیادتر می شود (Barton, 2002). دامنه تغییرات کورتیزول در ماهیان در پاسخ به استرس دهنده های حاد بین ۳۰۰-۳۰ ng/ml است (Barton and Iwama, 1991).

ب) فاکتورهای رشد

مرحله رشد ماهی می تواند پاسخ به استرس را تحت تاثیر قرار دهد و ماهی خیلی زود توانایی پاسخ به استرس ها را پیدا می کند (Barton, 2002). لارو ماهی توربوت (*Scophthalmus maximus*)، ۲۳ روز بعد از تفریخ و قبل از متامورفوز، زمانی که در معرض استرس ناشی از نفت خام در شرایط آزمایشگاه قرار گرفته بود افزایش کورتیزول را نشان داد (Stephens *et al*., 1997). محور HPI در ماهی قزل آلای رنگین کمان و قزل آلای قهوه ای در مدت پنج هفته بعد از تفریخ به استرس دهنده استرسور حاد عکس العمل نشان داد (Pottinger and Mosuwe,1994). بعد از آن نشان داده شد که قزل آلای رنگین کمان دو هفته بعد از تفریخ و یک هفته قبل از شروع تغذیه فعال هنگامی که در معرض استرس دهنده حاد قرار می گیرد، افزایش معنی داری در غلظت کورتیزول نشان می دهد (Barry *et al*., 1995a). ماهیان بلافاصله بعد از تفریخ قادر به پاسخ

---

۱. Central Nerves System

در برابر استرس دهنده نیستند، ولی با این وجود در این مرحله قادر به ترشح کورتیزول از طریق تحریک به وسیله ACTH در شرایط آزمایشگاهی هستند و بر این اساس پیشنهاد کردند که ممکن است در یک دوره زمانی کوتاه پس از تفریخ، محورHPI هنوز از نظر عملکردی کارایی لازم را نداشته باشد. ماهیانی با سرعت رشد بیشتر در مدت زمان زودتری به استرس عکس العمل نشان می دهند (Barry *et al*., 1995b). Stouthart و همکاران در سال ۱۹۹۸ نشان دادند که محور HPI در ماهی کپور معمولی ۵۰ ساعت بعد از لقاح، زمانی که در معرض استرس (استرس ناشی از تورکشی و دستکاری) قرار می گیرد فعال می شود و هورمون کورتیزول ترشح می شود.

ج) فاکتورهای محیطی

تقریباً تمام فاکتورهای زیست محیطی می توانند بعنوان یک عامل استرس زا مطرح باشند، فاکتورهای محیطی خارجی از قبیل دمای آداپته سازی (Davis and Parker, 1990)، شوری (Barton and Zitzow, 1995)، طول موج نور (Volpato and Barreto, 2001)، رنگ زمینه تانک ها (Gilham and Baker, 1985) و فاکتورهای محیطی داخلی از قبیل وضعیت تغذیه و وجود بیماری نیز ممکن است بر شدت پاسخ به استرس تاثیر گذار باشند (Barton *et al*., 1987).

د) تاثیر مکرر استرس دهنده ها

واکنش ماهی در برابر تکرار استرس دهنده ها به صورت واکنش تجمعی است (Flos *et al*., 1988). زمانی که بچه ماهیان آزاد چینوک (*Oncorhynchus tshawytscha*) در معرض استرس های مکرر دستکاری قرار می گیرند، پیک کورتیزول بعد از قرارگیری در معرض استرس دهنده نهایی برابر مجموع آنها است. چنین پدیده ای در همین گونه در سطح پاسخ های فیزیولوژیک ثانویه با گلوکز پلاسما نیز به اثبات رسیده است (Barton *et al*., 1987). فاصله زمانی بین استرس دهنده ها، تاثیر استرس دهنده های مختلف و شدت استرس دهنده های متوالی احتمالاً فاکتورهای مهمی هستند که پاسخ ماهی به استرس را تحت تاثیر قرار می دهند (Schreck, 2000).

۱-۵-٤ هورمون کورتیزول

کورتیزول (هیدروکورتیزون)، عمده ترین کورتیکواستروئیدی است که از بافت بین کلیوی به داخل جریان خون ماهیان تلئوست آب شیرین و دریا ترشح می شود. وظایف عمده کورتیزول به سوخت و ساز انرژی، تنظیم یونی و پاسخ به استرس مربوط می شود.گزارش شده است که کورتیزول هیپرگلیسمیک (بالا برنده قند خون) است و گلیکولیز (تجزیه گلیکوژن) و گلوکوژنز از پروتئین ها و چربی ها را تحریک می کند (ستاری، ۱۳۸۱). در واقع یکی از شاخص های استرس، هورمون کورتیزول (هیدروکورتیزون) است که در مورد آن اطلاعات فراوانی در دسترس است و دلایل این امر متعدد است که عبارتند از:

۱-کورتیزول را می توان به با استفاده از روش RIA و یا با بهره گیری از روش ELISA اندازه گیری کرد (Mommsen *et al*., 1999). روش ELISA دارای حساسیت بالایی است (Tintos *et al*., 2006). همچنین این روش نیاز به دستگاه های گران قیمت ندارد (Jansen and Ankley, 2006). شاید مهمترین