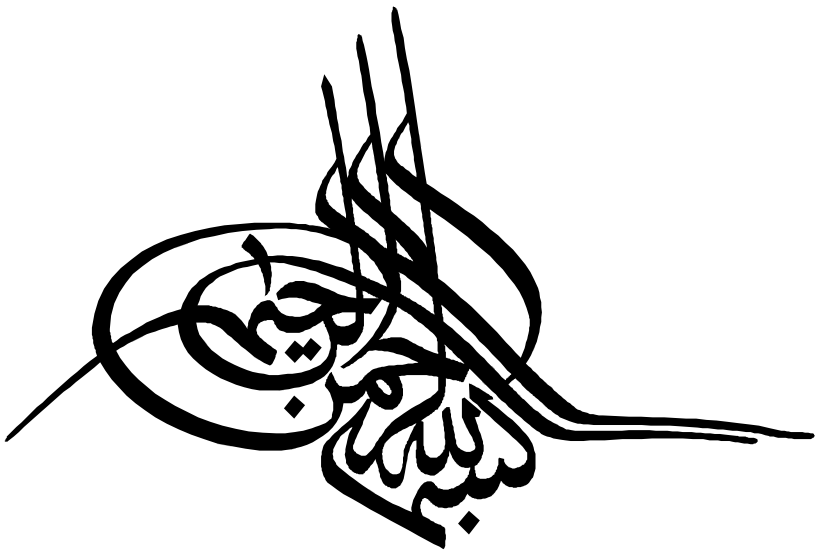

بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

دانشکده علوم دامی و شیلات

گروه شیلات

پایان نامه جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته ی شیلات -گرایش تکثیر و پرورش آبزیان

عنوان

بررسی اثرات سطوح مختلف پودر آزولا به همراه لیزین و متیونین در جیره غذایی بر عملکرد رشد، هضم پذیری و ترکیب بدن بچه ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)

پژوهش

مرتضی گنجی

استاد راهنما

دکتر ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی

استاد مشاور

دکتر حسین اورجی

بهمن 1393

دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری

معاونت آموزشی و تحصیلات تکمیلی

دانشکده علوم دامی و شیلات

ارزشیابی پایان نامه در جلسه دفاعیه

نام ونام خانوادگی:**مرتضی گنجی** شماره دانشجویی: **۹۱۲۲۱۳۱۱۰**

رشته تحصیلی: **شیلات- تکثیر و پرورش آبزیان** مقطع: **کارشناسی ارشد** سال تحصیلی: **۹۴-۹۳**

عنوان پایان نامه : **بررسی اثرات سطوح مختلف پودر آزولا بهمراه لیزین و متیونین در جیره غذایی بر عملکرد رشد،هضم پذیری مواد غذایی و ترکیب بدن بچه ماهی انگشت قد کپور علفخوار**

تاریخ دفاع: **۱۳۹۳/۱۱/۲۹**

نمره پایان نامه(به عدد):

نمره پایان نامه (به حروف):

اعضای هیات داوران:

استاد راهنما: **دکتر ابوالقاسم اسماعیلی فریدونی**

استاد مشاور: **دکتر حسین اورجی**

استاد ممتحن:**دکتر عبدالصمد کرامت**

استاد ممتحن:**دکتر فرید فیروزبخش**

نماینده تحصیلات تکمیلی: **دکتر محمد کاظمی فرد**

امضاء

کلیه حقوق مادی مرتبط بر نتایج مطالعات، ابتکارات و نوآوری های ناشی از تحقیق موضوع این پایان نامه متعلق به دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری است.

تقدیر و سپاس

از خداوند که امید و یاورم در لحظه لحظه زندگیست،

پدر و مادر مهربانم که در تمامی لحظات زندگیم همواره حامی من بوده اند،

استاد راهنمای ارجمندم جناب آقای دکتر اسماعیلی که دلسوزانه و مدبرانه در مسیر راهنمایی پایان نامه از هیچ کوششی دریغ نورزیدند،

استاد مشاور گرانقدرم جناب آقای دکتر اورجی که در طول این پژوهش از همکاری و همفکریشان بهره برده ام،

اساتید محترم داور جناب آقای دکتر کرامت و جناب آقای دکتر فیروزبخش که زحمت مطالعه و داوری پایان نامه ام را پذیرفته اند،

نماینده محترم تحصیلات تکمیلی جناب آقای دکتر کاظمی فرد که مدیریت جلسه دفاع ام را پذیرفته اند، سپاسگزارم.

از همه ی دوستان و عزیزانی که در انجام این آزمایش مرا یاری داده اند، تشکر می کنم و برایشان آرزوی بهترین ها را دارم.

هرچند بی بها، اما تقدیم به

. . . پدر و مادرم

که شکوه بی بدیل و ابدی زندگیم هستند.

چکیده

مطالعه حاضر به منظور بررسی اثرات سطوح مختلف پودر آزولا (*Azolla filiculoides*) به همراه مکمل‌های اسید آمینه لیزین و متیونین در جیره غذایی بر عملکرد رشد، هضم پذیری و ترکیب بدن بچه ماهی انگشت قد کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) انجام شد. جیره ها با میزان پروتئین یکسان (31 درصد) و چربی یکسان (5 درصد) تنظیم و یک جیره بدون پودر آزولا و مکمل اسید آمینه بعنوان جیره شاهد در نظر گرفته شد و پودر آزولا در سطوح 15، 30 و 45 درصد و در سه سطح مشابه نیز مکمل‌های لیزین و متیونین به آن اضافه شد تا همسان با جیره شاهد شود. این آزمایش در قالب طرح کاملا تصادفی در 7 تیمار (هر کدام در سه تکرار) به مدت 10 هفته انجام شد. سیصد و پانزده قطعه بچه ماهی کپور علفخوار با وزن اولیه 0/54±18/07 گرم در بیست و یک تانک به طور کاملا تصادفی توزیع شدند. نتایج نشان داد که میزان بازماندگی در بین تیمارها تفاوت معنی داری نداشت ($P\geq0/05$). عملکرد رشد در بچه ماهیان تغذیه شده تا سطح 30 درصد پودر آزولا شبیه با جیره شاهد بود ($P\geq0/05$). همچنین، ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارایی پروتئین ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی 15 درصد پودر آزولا اختلاف معنی داری با جیره شاهد نداشت ($P\geq0/05$). مکمل های اسیدآمینه تاثیر معنی داری بر عملکرد رشد، ضریب تبدیل غذایی و ضریب کارایی پروتئین نداشتند ($P\geq0/05$). قابلیت هضم پذیری ظاهری ماده خشک و پروتئین در ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی 45 درصد پودر آزولا کاهش یافت. افزودن مکمل های اسیدآمینه به طور معنی داری ($P<0/05$) قابلیت هضم پذیری چربی را بهبود بخشیده ولی تاثیری روی قابلیت هضم پذیری ظاهری ماده خشک و پروتئین نداشت. تفاوت معنی داری در رطوبت و خاکستر لاشه بین تیمارها وجود نداشت، اما ماهیان تغذیه شده با جیره حاوی 45 درصد پودر آزولا میزان پروتئین و چربی کمتری در لاشه نسبت به سایر جیره ها داشتند ($P<0/05$). علاوه بر این، پروتئین و چربی لاشه به طور معنی داری با افزودن مکمل اسیدآمینه بهبود یافت ($P<0/05$). همچنین با افزایش سطح پودر آزولا در جیره شاخص کبدی کاهش یافت ($P<0/05$). بر اساس نتایج مطالعه حاضر پیشنهاد می شود که امکان و قابلیت گنجاندن تا سطح 30 درصد از پودر آزولا در جیره کپور انگشت قد علفخوار وجود دارد.

کلمات کلیدی: آزولا، کپور علفخوار، رشد، اسیدآمینه، هضم پذیری، ترکیب بدن.

فهرست مطالب

عنوان **شماره صفحه**

فصل اول- مقدمه و کلیات 1

مقدمه 2

1-1) مطالعه گونه مورد نظر 4

1-1-1) تاریخچه و آمار 4

2-1-1) رده بندی کپور علفخوار 4

3-1-1) زیست شناسی کپور علفخوار 4

2-1) نیازهای غذایی 6

3-1) پروتئین و اسیدهای آمینه 6

1-3-1) مکمل لیزین و متیونین 7

2-3-1) لیزین 8

3-3-1) متیونین 8

4-1) آزولا 9

1-4-1) زیست شناسی آزولا 9

2-4-1) ارزش غذایی آزولا 9

فصل دوم- مروری بر منابع 11

1-2) تحقیقات انجام شده در ایران و سایر کشورها 12

فصل سوم- مواد و روش ها 14

1-3) ماهی و شرایط آزمایش 15

1-1-3) مکان اجرای آزمایش 15

2-1-3) شرایط سالن، تانک های پرورش و بچه ماهیان 15

2-3) جمع آوری آزولا 16

3-3) جیره های غذایی آزمایشی 17

3-4-1)پرورش، تغذیه و زیست سنجی بچه ماهیان 21
3-4-3) شاخص‌های رشد، کارآیی تغذیه و زیست‌سنجی 21
3-4-4) آنالیز شیمیایی و اندازه گیری شاخص های زیست سنجی 23
3-4-5) آنالیز شیمیایی لاشه 23
3-4-6) هضم پذیری 23
3-4-6-1) جمع آوری مدفوع 23
3-4-6-2) اندازه گیری اکسید کروم در مدفوع و مواد خوراکی 24
3-4-6-3) آماده سازی نمونه ها جهت اندازه گیری عناصر برای هضم شیمیایی نمونه ها 24
3-4-6-4) محاسبات 24
3-4-7) آنالیز اسیدهای آمینه 25
3-4-7-1) هیدرولیز نمونه ها 25
3-4-7-2) کروماتوگرافی اسیدهای آمینه 25
3-4-7-3) مشخصات دستگاه HPLC 27
3-4-8) روش های آماری 27
فصل چهارم - نتایج 28
4-1) نتایج حاصل از بررسی پارامترهای رشد 29
4-1-1) میانگین وزن ابتدایی و نهایی (گرم) 31
4-1-2) شاخص وزن بدن 32
4-1-3) شاخص متوسط رشد روزانه 33
4-1-4) میزان رشد ویژه 34
4-1-5) ضریب تبدیل غذایی 35
4-1-6) شاخص کارایی پروتئین 36
4-1-7) نرخ بازماندگی 37
4-1-8) تعیین سطح بهینه پودر آزولا در جیره غذایی کپور علفخوار 38

2-4) نتایج حاصل از قابلیت هضم پذیری مواد مغذی 39
1-2-4) قابلیت هضم ماده خشک 39
2-2-4) قابلیت هضم چربی 39
3-2-4) قابلیت هضم پروتئین 39
3-4) ترکیب شیمیایی کل بدن 41
4-4) شاخص های زیست سنجی 43
فصل پنجم - بحث و نتیجه گیری 45
1-5) بحث 46
2-5) نتیجه گیری 49
5- 3) پیشنهادات تحقیقاتی در آینده 50

فهرست جداول

جدول 1-1: رده بندی کپور علفخوار *C. idella* (Nelson، 2006) 12

جدول3-1: ترکیب اسیدهای آمینه پودر آزولا (*Azolla filiculoides*) (گرم بر کیلوگرم) 24

جدول3-2: ترکیب شیمیایی تقریبی اجزای جیره های آزمایشی 25

جدول 3-3: فرمول و ترکیب شیمیایی تقریبی جیره های آزمایشی 27

جدول 3-4: ترکیب آمینواسیدی جیره های آزمایشی(بر حسب گرم بر کیلوگرم جیره) 28

جدول 3-5: برنامه شویش شیبی مورد استفاده جهت جداسازی اسیدهای آمینه 34

جدول 4-1: عملکرد رشد و کارآیی تغذیه بچه ماهی کپور علفخوار تغذیه شده با سطوح مختلف پودر آزولا بعد از 10 هفته پرورش 38

جدول4-2: قابلیت هضم مواد مغذی در کپور علفخوار تغذیه شده با جیره های آزمایشی در طی 10 هفته پرورش 48

جدول 4-3: ترکیب شیمیایی کل بدن (بر مبنای درصد وزن تر) بچه ماهی کپور علفخوار تغذیه شده با سطوح مختلف پودر آزولا در طی 10 هفته پرورش 50

جدول 4-4: شاخص های زیست سنجی بچه ماهی کپور علفخوار تغذیه شده با سطوح مختلف پودر آزولا در طی 10 هفته پرورش 52

فهرست نمودارها

نمودار 4-1:تغییرات وزن کپور علفخوار تغذیه شده با جیره های حاوی سطوح مختلف پودر آزولا در طی دوره پرورش 37

نمودار4-2: میانگین وزن ابتدایی و نهایی کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 39

نمودار 4-3: میانگین شاخص وزن بدن کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 40

نمودار 4-4: میانگین شاخص متوسط رشد روزانه کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 41

نمودار 4-5: میانگین میزان رشد ویژه کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 42

نمودار 4-6: میانگین ضریب تبدیل غذایی کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 43

نمودار 4-7: میانگین ضریب کارایی پروتئین کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 44

نمودار 4-8: نرخ بازماندگی ماهی کپور علفخوار در تیمارهای مختلف 45

نمودار4-9: مدل رگرسیون درجه دوم برای شاخص وزن بدن (y-axis) مطابق با سطح گنجاندن پودر آزولا (x-axis) در نظر گرفته شد 46

فهرست اشکال

شکل2-1: پراکنش جهانی کپور علفخوار 13

شکل 1-1: کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) 13

شکل3-1: آزولا (*Azolla filiculoides*) 17

شکل3-1: نمایی از سالن پرورش و واحدهای آزمایشی 23

شکل3-2: کیسه های محتوی جیره های آزمایشی 26

فصل اول:

مقدمه و کلیات

مقدمه

ماهی کپور علفخوار به عنوان یکی از مهم ترین ماهیان پرورشی گرم آبی به شمار رفته و به دلیل مرغوبیت گوشت، قیمت بالا، امکان تکثیر مصنوعی و تغذیه با علوفه دستی از جمله ماهیان پرورشی با ارزش اقتصادی بالا محسوب می شود. بر اساس آمار سازمان خوار و بار و کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو) در سال 2012 میلادی، کپور علفخوار (پس از کپور نقره ای) با تولید بیش از 5 میلیون تن حدود 7/5 درصد از کل تولید آبزی پروری دنیا را به خود اختصاص داده است (فائو، 2014).

بخش عمده ای از هزینه های تولید (70-30 درصد) در آبزی پروری مربوط به خوراک ماهی می باشد (فائو، 2010). بنابراین، خوراک نه تنها باید مغذی بلکه از نظر هزینه تولید نیز باید مقرون به صرفه باشد. در حال حاضر پودر سویا رایج ترین منبع پروتئین گیاهی مورد استفاده در خوراک ماهی بوده که تا حد 50 درصد در جیره آبزیان گنجانده می شود (ان آر سی، 1999). از طرفی سویا در کشورهای گرمسیری رشد خوبی نداشته و در سالهای اخیر تقاضای جهانی آن به منظور استفاده در تغذیه دام و طیور، آبزیان و حتی انسان روند افزایشی داشته است (ان جی و چن، 2002). در چند سال اخیر، به علت قیمت بالای پودر سویا و محدودیت دسترسی به آن، تقاضا برای منابع پروتئین جایگزین افزایش یافته است (آزازا و همکاران، 2009). به همین دلیل شناسایی و بکارگیری منابع پروتئینی جایگزین پودر سویا در جیره ماهی، توجه بسیاری از محققان آبزی پروری را به خود جلب کرده است (چنگ و همکاران، 2012؛ آزازا و همکاران 2009؛ یو و ژو، 2008؛ باروس و همکاران، 2002؛ ان جی و چن، 2002)

آزولا (*Azolla filiculoides*) نوعی سرخس شناور آزاد و ساکن آبهای شیرین بوده که از لحاظ سهولت کشت، قابلیت تولید و ارزش غذایی روند امیدوارکننده ای در سالهای اخیر داشته است (لومپکین و پلوکنت، 1982). آزولا سرتاسر سال در دریاچه ها، مزارع برنج، استخرهای آب شیرین، رودخانه ها و کانالهای آبیاری وجود دارد. میزان رشد آزولا خیلی سریع بوده و زیتوده آن در طی هر 10-3 روز دو برابر می شود (حسن و چاکرابارتی، 2009)؛ به طوری که میزان تولید آن بیش از 2-1 تن در هکتار بوده که معادل با تولید 30-10 کیلوگرم پروتئین است (لومپکین و پلوکنت، 1982). این گیاه آبزی به دلیل داشتن پروتئین مناسب قابلیت جایگزینی بجای پودر ماهی و سویا در گونه های مختلفی از آبزیان مانند تیلاپیا (*Oreochromis niloticus* و *Tilapia zillii*) (فیوگبا و همکاران، 2004؛ ال ساید، 1992؛ ابو و همکاران، 2011؛ عبدل تواب ، 2008)، کپور روهو (*Labeo rohita*) (شینو و ساهو، 2006؛ مایتی و پاترا، 2008؛ داتا، 2011) و حتی میگوی ببری سیاه (*Penaeus monodon*) (سوداریونو، 2006) را دارد.

مطالعات قبلی نشان دادند که اسیدهای آمینه لیزین و متیونین اغلب به عنوان عوامل محدود کننده در جیره غذایی ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف (به خصوص سطوح بالا) پروتئین های گیاهی محسوب می شوند (گیلارد و باروس ، 2009). اگرچه آزولا دارای نسبت های متعادلی از اسیدهای آمینه ضروری (55 درصد) و غیرضروری (45 درصد) می باشد (سانگینگا و ون هوف، 1989)؛ ولی پودر آزولا از نظر برخی اسیدهای آمینه به خصوص اسیدهای آمینه گوگردی نسبت به نیاز کپور علفخوار دارای کمبود می باشد (وانگ و همکاران، 2005). به همین دلیل در

برخی از مطالعات قبلی مشخص شد که افزودن مکمل اسیدهای آمینه لیزین و متیونین می تواند در بهبود عملکرد کپور علفخوار موثر باشد (گان و همکاران، 2012؛ یانگ و همکاران، 2010).

ماهی کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) از جمله ماهیان گیاهخوار فاقد معده بوده که در محیط های طبیعی از گیاهان آبزی مانند نی، علف مرغ و از گیاهان علوفه ای مانند شبدر، یونجه (شرمن و اسمیت، 1983) و سایر گیاهان غوطه ور در آب استفاده می کند (دوو و همکاران، 2005). با توجه به رژیم گیاهخواری این گونه، گسترش تولید متراکم آن در قفس ها و استخرهای خاکی (گان و همکاران، 2012) و همچنین نیاز شدید به تولید غذای پلیتی به نظر می رسد که امکان جایگزینی برخی از منابع گیاهی مانند پودر سویا با پودر آزولا در جیره غذایی این گونه وجود داشته باشد.

از طرف دیگر، نظر به فراوانی آزولا در مزارع برنج و سایر منابع آبی کشور و ارزش غذایی نسبتا مناسب آن (دلنواز و عطائی عظیمی، 2009) و با توجه به این که تاکنون هیچ گونه مطالعه ای در زمینه کاربرد اثرات پودر آزولا در جیره غذایی کپور علفخوار صورت نگرفته است، لذا هدف اصلی تحقیق حاضر بررسی اثرات سطوح مختلف پودر آزولا به جای پودر سویا در جیره غذایی همراه با مکمل لایزین و متیونین و بدون مکمل های مذکور بر عملکرد رشد، هضم پذیری و ترکیب بدن بچه ماهی کپور علفخوار می باشد.

فرضیات پژوهش:

1. امکان جایگزینی پودر آزولا به جای پودر سویا در جیره کپور علفخوار وجود دارد.
2. استفاده از پودر آزولا به جای پودر سویا در جیره غذایی تاثیر منفی بر عملکرد رشد، میزان هضم پذیری و ترکیب بیوشیمیایی بدن کپور علفخوار ندارد.
3. استفاده از مکمل اسیدهای آمینه لیزین و متیونین سبب بهبود سطوح جایگزینی پودر آزولا به جای پودر سویا می شوند.

اهداف پژوهش:

1. تعیین سطح یا سطوح بهینه جایگزینی پودر آزولا با مکمل اسیدهای آمینه لیزین و متیونین و بدون مکمل اسیدهای آمینه لیزین و متیونین به جای پودر سویا در جیره غذایی کپور علفخوار.
2. بررسی اثرات سطوح مختلف جایگزینی پودر آزولا با مکمل اسیدهای آمینه لیزین و متیونین و بدون مکمل اسیدهای آمینه لیزین و متیونین به جای پودر سویا بر عملکرد رشد، میزان هضم پذیری و ترکیب بیوشیمیایی بدن کپور علفخوار.

1-1) مطالعه گونه مورد نظر

1-1-1) تاریخچه و آمار

کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*) بومی شرق چین و شوروی سابق بوده که عمدتا به منظور کنترل علف هرز آبزی به سراسر دنیا و بیش از 50 کشور معرفی شد. در سال 1966 میلادی هم به طور آزمایشی از شوروی سابق وارد ایران شد (شرمن و اسمیت، 1983). امروزه کپور علفخوار به عنوان یکی از اصلی ترین ماهیان پرورشی دنیا محسوب شده که به دلیل مرغوبیت گوشت، قیمت بالا، امکان تکثیر مصنوعی و تغذیه با علوفه دستی از جمله ماهیان پرورشی با ارزش اقتصادی بالا به شمار می رود . بر اساس آمار سازمان خواربار و کشاورزی سازمان ملل متحد (فائو)، سهم کپور علفخوار در تولیدات آبزی پروری دنیا هر سال رو به افزایش است به طوری که در سال 2012 میلادی با تولید بیش از 5 میلیون تن (پس از کپور نقره ای) بیشترین میزان تولید را در بین گونه های پرورشی دنیا داشته است (فائو، 2014).

1-1-2) رده بندی کپور علفخوار

ماهی کپور علفخوار (شکل1-1) متعلق به سلسله جانوران، شاخه طنابداران، رده ماهیان استخوانی، راسته کپور ماهیان شکلان، خانواده کپور ماهیان و تنها گونه از جنس *Ctenopharyngodon* می باشد (جدول1-1).

جدول 1-1: رده بندی کپور علفخوار *C. idella* (نلسون، 2006)

Domain:	Eukaryota Whittaker & Margulis,1978 - eukaryotes
Kingdom:	Animalia Linnaeus, 1758 - animals
Phylum:	Chordata Bateson , 1885 -chordates
Subphylum:	Vertebrata cuvier , 1812 - vertebrates
Superclass:	Osteichthyes Huxley , 1880 – bony fishes
Subclass:	Actinopterygii (ray –finned fishes)
Infraclass	Uteleostei
Superorder:	Otariophysi
Order:	Cypriniformes
Suborder:	Cyprinoidei
Family:	Cyprinidae
Genus:	*Ctenopharyngodon*
Specific name:	*Ctenopharyngodon idella* (Cuvier and Valenciennes, 1844)

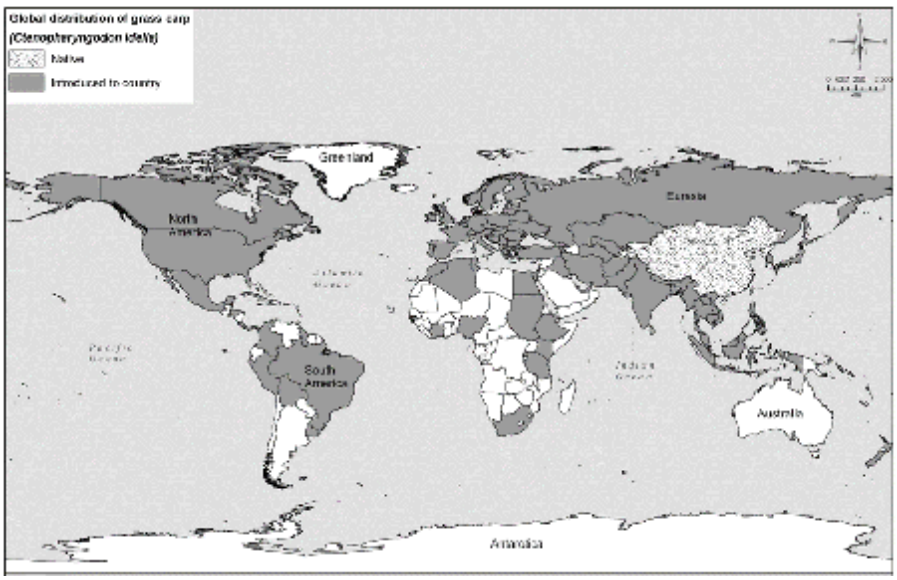
1-1-3) زیست شناسی کپور علفخوار

کپور علفخوار بومی رودخانه یانگ تسه در چین و رودخانه آمور در سیبری می باشد (جرج، 1982)(شکل 1-2).

شکل 1-1: کپور علفخوار (*Ctenopharyngodon idella*)

این ماهی دارای بدن دوکی شکل با پولک های درشت، شکم گرد و سر پهن است. چشم ها در بالای محور افقی بدن قرار دارد و دارای دهان انتهایی می باشد (اپوسزینسکی و شرمن، 1995). فرمول دندان حلقی آن به صورت 5.2 -2.4، 2.4-4.2، 2.5-4.2 و یا 1.4-5.2 است (شرمن و اسمیت، 1983). طول بدن آن در محیط های طبیعی به بیش از یک متر و وزن بدن به بیش از 45 کیلوگرم هم می رسد (اپوسزینسکی، 1972).

کپور علفخوار از جمله ماهیان گیاهخوار بدون معده می باشد که در محیط طبیعی از گیاهان عالی مانند نی، علف مرغ و از گیاهان علوفه ای مانند شبدر، یونجه (وثوقی و مستجیر، 2006؛ شرمن و اسمیت، 1983) و گیاهان آبزی استفاده می کند (دو و همکاران، 2005). همچنین می تواند با مصرف غذای پلتی رشد سریع تری داشته باشد (پیفیفر و لاول، 1990). طول روده دو برابر طول بدن است که خاص ماهیان گیاهخوار می باشد (هیکلینگ، 1966). بهترین درجه حرارت برای تغذیه این گونه 18 تا 29 درجه سانتی گراد است (کیلامبی و روبیسون، 1979).



شکل1-2: پراکنش جهانی کپور علفخوار

2-1) نیازهای غذایی

پروتئین ها، چربی ها، کربوهیدراتها، ویتامین ها، مواد معدنی و آب شش گروه اصلی تشکیل دهنده اجزاء غذایی ماهی هستند. این مواد غذایی ممکن است از موجودات آبی یا غذای آماده تامین شوند. بنابراین، آشنایی با منابع غذایی، نیازها و نقش آنها در متابولیسم برای آبزی پروری موفق کاملا ضروری می باشد (لاول، 1998). بعضی از این مواد مانند پروتئین ها، چربی ها، مواد معدنی و آب به عنوان مواد ساختمانی بکار می روند. چربی ها، کربوهیدرات ها و پروتئین ها برای تامین انرژی اکسید می شوند. مواد معدنی و ویتامین ها به عنوان کوآنزیم، فعالیت های بیوشیمیایی بدن را تنظیم می کنند. رشد ماهی و ضریب تبدیل غذا به همراه ترکیبات بیوشیمیایی لاشه به طور کلی تحت تاثیر نوع گونه، نژاد ژنتیکی و چرخه تولید مثلی قرار داشته و اختلاف در این موارد منجر به تفاوت در نیازهای غذایی موجود می شوند. رشد ماهی به مقدار زیادی تحت تاثیر کیفیت غذا بر حسب تعادل مواد غذایی، انرژی و دسترسی زیستی به مواد غذایی قرار دارد. نیاز به یک ماده غذایی مشخص در طی رشد باید شامل مقدار ماده مورد نیاز برای نگهداری و به علاوه مقدار ماده مورد نیاز برای تشکیل بافت جدید باشد (جانسی، 1998).

نیازهای جیره ای ماهی کپور علفخوار به پروتئین، اسیدآمینه، لیپیدها، اسیدهای چرب، کربوهیدراتها، ویتامین ها، موادمعدنی و نسبت پروتئین به انرژی توسط بسیاری از محققان مورد بررسی قرار گرفته است (دابروسکی، 1977؛ لین، 1991؛ سو و همکاران، 1992؛ دوو و همکاران، 2005؛ وانگ و همکاران، 2005؛ لیانگ و همکاران، 2012).

3-1) پروتئین و اسیدهای آمینه

پروتئین از اجزای مهم و گران در جیره غذایی آبزیان می باشد (ویلسون، 2002) و از واحدهایی به نام اسیدآمینه تشکیل شده است. از آنجا که آبزیان به میزان پروتئین و اسیدهای آمینه بیشتری نسبت به سایر حیوانات اهلی نیاز دارند، کیفیت پروتئین نقش مهمی در رشد این جانوران دارد. کیفیت یک پروتئین معمولا با توانایی آن در ایجاد رشد جانور مشخص می شود و به تعادل پروفیل اسیدآمینه، قابلیت هضم و حضور مواد ضدتغذیه ای و ترکیبات سمی در آن بستگی دارد.

سطوح متعادل پروتئین به کاهش نیتروژن دفعی ماهیان و کاهش قیمت تمام شده غذا منجر خواهد شد. همچنین پروتئین ها و به خصوص برخی آمینواسیدها نقش های دیگری مثل مواد جاذب، محرک های غذایی، اعمال تنظیم اسمزی و طعم دهنده را نیز بر عهده دارند (هالور و هاردی، 2002).

بیست نوع اسیدآمینه در تشکیل پروتئین ها شرکت دارند. هر اسید آمینه استاندارد حداقل دارای یک عامل کربوکسیل و یک عامل آمینی است که به کربن آلفا پیوند شده اند. عنصر گوگرد معمولا دراغلب پروتئین ها دیده می شود و گاهی عناصری چون مس، روی، آهن در ساختار آنها شرکت می کنند. بر پایه نیاز به غذا برای رشد،

آمینواسیدها به دو صورت مواد مغذی ضروری و یا غیرضروری برای ماهی ها دسته بندی می شوند. البته تقسیم بندی های دیگری نیز برای اسید آمینه وجود دارد مثل تقسیم بندی بر اساس ساختمان شیمیایی (خطی، حلقوی و آروماتیک) و یا تقسیم بندی بر اساس بیان R (غیرقطبی، قطبی بدون بار، مثبت یا منفی) و یا تقسیم بندی براساس pH فیزیولوژیک (اسیدی، بازی و خنثی) است.

دسته اول اسیدآمینه های ضروری هستند که بدن جانور قادر به ساخت آن نیست و یا برای حداکثر رشد به میزان کافی در بدن موجود نبوده و بنابراین باید از طریق جیره وارد بدن جانور شود. بیشتر جانوران تک معده ای مانند ماهی ها به 10 اسیدآمینه ضروری نیازمندند که عبارتند از آرژینین، متیونین، لوسین، ایزولوسین، هیستیدین، فنیل آلانین، لیزین، تریپتوفان، ترئونین و والین. دسته دوم اسید آمینه های غیرضروری اند که به واسطه انتقال گروه آمینی از اسیدامینه های دیگر به وجود آمده و به میزان کافی برای حداکثر رشد در بدن سنتز می شوند(لاول، 1989؛ دسیلوا و اندرسون، 1995).

1-3-1) مکمل لیزین و متیونین

به طور کلی افزایش استفاده از منابع پروتئین گیاهی، به علت کمبود برخی از آمینواسیدهای ضروری در آن سبب لزوم استفاده از مکمل های اسید آمینه در جیره غذایی آبزیان شده است. به طوری که افزودن اسیدهای آمینه آزاد منجر به بهبود رشد و افزایش سودآوری صنعت آبزی پروری می شود (لی و همکاران، 2009). لیزین و متیونین اغلب به عنوان عوامل محدود کننده در جیره غذایی ماهیان تغذیه شده با سطوح مختلف (بخصوص سطوح بالا) منابع پروتئین گیاهی محسوب می شوند (لاول ، 1989؛ کوشیک و همر، 2008؛ گیلارد و باروس، 2009) که معمولا در جیره غذایی ماهیان گرمابی مورد استفاده قرار می گیرند. سطح مناسب متیونین و لیزین جیره می تواند استفاده از آمینواسیدهای ضروری دیگر را هم کاهش دهد برای اینکه آنها قادرند میزان اکسیداسیون سایر آمینواسیدها را کاهش دهند (کر و ایستر، 1995).

استفاده از مکمل های اسیدآمینه در جیره های دارای کمبود، عملکرد رشد بسیاری از گونه ها مانند کپور علفخوار (گان و همکاران، 2012)، تیلاپیای نیل (ال ساید و گابر، 2002)، کپور روهو (سردار و همکاران، 2009)، گربه ماهی کانال (لی و روبینسون، 1994) و قزل آلای رنگین کمان (چنگ و همکاران، 2003) را بهبود بخشیده است. اگرچه، ممکن است در بعضی از گونه ها مثل باس آسیایی به علت عوامل مختلفی مانند جذب نامتناسب آمینواسیدهای آزاد در ارتباط با باند پروتئینی اسیدآمینه ها در جیره های غذایی، به طور موثر توسط ماهی مصرف نشود (ویلیام و همکاران، 2001).

تحقیقات نشان می دهد که اسیدهای آمینه خالص موجود در جیره ممکن است به خوبی اسیدهای آمینه موجود در پروتئین جذب و بکار گرفته نشوند، زیرا در حداکثر جذب اسیدهای آمینه از این دو منبع، تفاوت دمایی وجود دارد (کووی و سارجنت، 1979؛ زارات و لاول، 1997). علاوه بر این، نامتعادل بودن پروفیل اسیدآمینه می تواند از