وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور – مرکز تحقیقات ماهیان سردآبی کشور

عنوان:

بررسی امکان استفاده از واریته های مختلف کنجاله تخم پنبه به جای سویا در جیره غذایی مرحله رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

مجری:
غلامرضا لشتو آقایی

شماره ثبت
٤١٦٠٤

وزارت جهاد کشاورزی

سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی

مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور ـ مرکز تحقیقات ماهیان سردابی کشور

عنوان پروژه : بررسی امکان استفاده از واریته های مختلف کنجاله تخم پنبه به جای سویا در جیره غذایی مرحله رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان **(*Oncorhynchus mykiss*)**

شماره مصوب : ۸۶۰۲۶-۰۰۰۰-۰۱-۲۰۰۰۰۰-۰۱۹-۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : غلامرضا لشتو آقایی

نام و نام خانوادگی مجری مسئول (اختصاص به پروژه ها و طرحهای ملی و مشترک دارد) : -

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : غلامرضا لشتو آقایی

نام و نام خانوادگی همکاران : سیامک یوسفی –ابوالفضل سپهداری –محمدرضا حسینی –علی فرزانفر- حسن صالحی – مسعود حقیقی

نام و نام خانوادگی مشاور: محمود نفیسی

نام و نام خانوادگی ناظر : -

محل اجرا : استان مازندران

تاریخ شروع : ۸۶/۱/۱

مدت اجرا : ۲ سال و ۶ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

شمارگان (تیتراژ) : ۲۰ نسخه

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۲

حق چاپ برای مؤلف محفوظ است . نقل مطالب ، تصاویر ، جداول ، منحنی ها و نمودارها با ذکر مأخذ بلامانع است .

«سوابق طرح یا پروژه و مجری»

پروژه : بررسی امکان استفاده از واریته های مختلف کنجاله تخم پنبه به جای سویا در جیره غذایی مرحله رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

کد مصوب :۸۶۰۲۶-۰۰۰۰-۰۱-۲۰۰۰۰۰-۰۱۹-۲

شماره ثبت (فروست) : ۴۱۶۰۴ تاریخ : ۹۱/۷/۱۸

با مسئولیت اجرایی جناب آقای غلامرضا لشتو آقایی دارای مدرک تحصیلی کارشناسی در رشته شیلات می‌باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش اصلاح نژاد و تکثیر و پرورش آبزیان در تاریخ ۹۱/۲/۱۷ مورد ارزیابی و با نمره ۱۶ و رتبه خوب تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد □ پژوهشکده □ مرکز ■ ایستگاه □

با سمت کارشناس مرکز تحقیقات ماهیان سردابی کشورمشغول بوده است.

به نام خدا

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه

چکیده ۱
۱- مقدمه..... ۲
۲- مواد و روشها ۲۰
۳- ارزش غذایی ارقام کنجاله تخم پنبه، سویا و دیگر ترکیبات..... ۳۰
۴- تاثیر جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) بر رشد و تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان ۳۸
منابع ۵۶
چکیده انگلیسی..... ۶۱

چکیده

کشت پنبه در بسیاری از نقاط کشور به ویژه در استان های گلستان و خراسان شمالی متداول می باشد. این بررسی به منظور استفاده از یک واریته کنجاله تخم پنبه به اسم پاک که دارای مقدار ناچیزی گوسیپول بود جهت جایگزینی با سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*) انجام گردید. وزن ماهی ها در شروع آزمایش حدود ۵۰ گرم بود. تعداد ۵۴۰ عدد ماهی های قزل آلای رنگین کمان (هر تیمار ۳۰ عدد ماهی قزل آلا) در۱۸ عدد تانک فایبر گلاس ۱۰۰ لیتری پرورشی نگهداری شدند. آب مورد نیاز جهت پرورش از طریق چشمه یکی از مزارع پرورش ماهیان سردآبی در حوالی شهرستان تنکابن (مزرعه سرشار) با میانگین دمای ۱۳-۱۱ درجه سانتیگراد تأمین شد. شش جیره غذایی شامل درصد های مختلف کنجاله تخم پنبه پاک (۲۰، ۴۰، ۶۰، ۸۰ و ۱۰۰) و یک جیره فاقد کنجاله تخم پنبه به عنوان جیره شاهد(کنترل) در یک دوره پرورشی هشت هفته ای به صورت خوراک خشک استفاده گردید. از نظر آماری بین جیره های حاوی درصد های ۸۰ و ۱۰۰ درصد کنجاله تخم پنبه در مورد شاخص های افزایش وزن و ضریب تبدیل تفاوت های معنی داری وجود داشت($p<۰/۰۵$). در مقایسه بین تیمارهای مختلف، جیره های حاوی درصد های بالای کنجاله تخم پنبه، اختلاف معنی داری در وزن، ضریب تبدیل غذایی و ضریب تبدیل غذایی نسبت با سایر جیره های غذایی نشان دادند ($p<۰/۰۵$) و دارای وضعیت مناسب تری بودند.

کلمات کلیدی : کنجاله پنبه – گوسیپول – تغذیه- قزل آلای رنگین کمان

۱- مقدمه

۱.۱ . ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

طبقه بندی رده‌ای ماهی قزل آلای رنگین کمان از زمانی که طبیعت گرایان به ماهی علاقه نشان دادند مورد توجه بوده است (Gold, 1977) (شکل۱) به طوری که در زمانهای مختلف بیش از ۳۰ اسم برای این گونه وجود داشته است. میلر(۱۹۵۰) مجموعه‌ای از یافته‌های سیستماتیک را برروی ماهی قزل آلای منطقه آمریکای شمال غربی (که در آن زمان در طبقه Salmo و زیر گروه Parasalmo قرار داشت) ترکیب کرد. وی نتیجه گرفت که تمام اشکال موجود می‌توانند به هر کدام از دو گروه تکامل یافته اطلاق شوند: گونهٔ (*clarki*) و گونه های مربوط به سری رنگین کمان (*gairdneri*).

مک کریمون (۱۹۷۱) اسامی ۲۰ گونه را برای شناسایی شکلهای متفاوت کشف شده در ناحیهٔ وسیعی از جغرافیای مکزیک شمالی تا آلاسکای شمالی مورد استفاده قرار داده، به صورت فهرست درآورد. این فهرست بندی تنوع و سازگاری بالای بین گونه ها را نشان می‌دهد که بیشترین نامهای مورد استفاده *Salmo kamloops, S. iridea, S. gilberti, S. gairdneri* بودند.

در سال ۱۹۸۸، کمیتهٔ حمایت از ماهیان اتحادیه شیلات آمریکا، یک نام کلی و عمومی *Oncorhynchus* را برای تمامی آزاد ماهیان و قزل‌آلای اقیانوس آرام در نظر گرفت تا بتوان آنها را از ماهی آزاد و قزل‌آلای اقیانوس اطلس تشخیص داد(Smith and Stearly, 1989). در ادامه این موضوع که ماهی قزل آلای رنگین کمان دارای خصوصیات زیستی یکسان با گونهٔ ماهی قزل آلای Kamchatka است، مورد بحث قرار گرفت و بنابرآن نام *mykiss* انتخاب شد تا جایگزین گونهٔ *gairdneri* شود. تغییر نام این گونه‌ها از لحاظ بین‌المللی مورد پذیرش قرار گرفته است، بنابراین اکنون ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در همهٔ انواع گوناگون آن، به گونهٔ *Oncorhynchus mykiss* منتسب گردیده است. *Oncorhynchus* به زبان یونانی به معنای پوزهٔ قلاب می‌باشد و *mykiss* یک اسم کامچاتکایی برای ماهی قزل آلای رنگین کمان است. طبقه بندی رده‌ای ماهی قزل آلای رنگین کمان در جدول ۱ نشان داده شده است.

شکل ۱ : ماهی قزل آلای رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

ماهی قزل آلای رنگین کمان از لحاظ شکلی شبیه ماهی آزاد می باشد. لکه های سیاه کاملا واضح روی باله دم ماهی، که کمی شکافته است وجود دارد؛ باله مخرجی ۱۰-۱۲ پرتو دارد. پشت ماهی به رنگ زیتونی تیره می باشد که سایه آن در قسمت زیرین به رنگ سفید نقره ای است و دارای نوار صورتی رنگی در قسمت پهلو می باشد. این ماهی از جمله گونه هایی است که از دریا به آبهای شیرین مهاجرت می کنند و در آب های سرد زیست نموده و گوشتخوار نیز هستند. آنها از طیف وسیعی از انواع شکارها شامل حشرات، سخت پوستان، نرم تنان و تخم ماهی تغذیه می‌کنند. ماهی قزل آلای جوان در ابتدا، از ککهای موجود در آب تغذیه نموده و سپس از حشرات آبزی (آبی) مانند مگس پشمی، حشره‌های یک روزه و پشه‌ها به عنوان جیره غذایی استفاده می‌کنند. لارو با بزرگتر شدن به ماهی کوچکی تبدیل گشته که از حشرات بالغ و لارو آنها تغذیه می نماید آنها همچنین جیره غذایی خود را با انواع دیگر غذاها مانند حلزون، زالو، تخمهای ماهی، شناگران جانبی و جلبک‌ها تکمیل می‌کنند. در پرورشگاههای ماهی، ماهی قزل آلای رنگین کمان از غذاهای فرموله کنستانتره تغذیه می‌کند.

جدول ۱ : طبقه بندی ماهی قزل آلای رنگین کمان برگرفته از Smith, G. R., (1989)

فوق سلسله	Eukaryote
سلسله	Animalia
زیر سلسله	Metazoa
نژاد	Chordata
دسته فرعی	Vertebrata
رده عالی	Neopterygii
رده	Teleostei
زیر رده	Euteleostei
فوق راسته	Acanthopterygii
راسته	Salmoniformes
زیر راسته	Salmonoidei
خانواده	Salmonidae
طبقه	*Oncorhynchus*
گونه	*Mykiss*

ماهی قزل آلای رنگین کمان در اصل به آمریکای شمالی تعلق دارد، اما در حال حاضر گونه های آن در سراسر جهان به جز نواحی گرمسیری پراکنده اند. این ماهی به سطح وسیعیاز مناطق جغرافیایی، بیرون از محدودهٔ طبیعی خود، یعنی آمریکای جنوبی، اروپا ، افریقا، استرالیا و نیوزیلند معرفی شده است(Scott and Crossman, 1973). ماهی قزل آلای رنگین کمان تا حد بسیار زیادی به محیط زندگیش سازگار است و این یکی از دلایلی است که قابلیت توزیع گترده این ماهی را توجیه می نماید(Wolf and Rumsey, 1985; Laird and Needham, 1988). برای مثال، در سطح جهانی، تخمها عملاً در طول سال در دسترس هستند و این در حالی است که بیشتر زیست شناسان ماهی، ماهی قزل آلای رنگین کمان را در طبقه ماهیانی قرار می دهند که در فصل بهار تخمریزی می کنند.

زیستگاه طبیعی اکثر ماهیان قزل آلای رنگین کمان در آب های شیرین و در دمای ۱۲ درجه سانتی گراد در فصل تابستان می باشد. این گونه ماهیان محدوده دمایی صفر تا ۲۵ درجه سانتیگراد را تحمل می کنند، اما دمای مساعد برای سلامتی مطلوب آن ها در محدوده دمایی ۱۰ تا ۱۳ درجه سانتی گراد است حال آنکه رشد عالی این ماهی، تحت شرایط کیفی آب مناسب و دمایی بین ۱۱ تا ۱۷ درجه اتفاق می افتد. این گونه ماهی خود را به

راحتی با شرایط محیطی وفق می دهد و نسبت به بیماری های خاص مقاومت بیشتری نشان می دهد همچنین در صورت بروز بیماری سریعتر از دیگر ماهیان بهبود یافته و رشد می کند، مدت زمان تخم کشی از آن به نسبت بقیه ماهیان کوتاهتر و ورشد آن در مقایسه با بخی گونه های آبزی پروری شده همچون خاویاری، سفید و .... سریعتر است هر چند در مقایسه با تیلاپیا کندتر است.

به استثنای کپور معمولی، ماهی قزل آلای رنگین کمان احتمالاً یکی از قدیمی ترین ماهی هانی است که وارد عرصه تکثیر و پرورش شده است(Gall, 1992). در سال ۲۰۰۴، ماهی قزل آلای رنگین کمان در بین ده گروه برتر گونه ها از نظر تولید آبزی پروری فائو قرار گرفت(فائو، ۲۰۰۶) و از جمله گونه هایی بود که با تولید کلی ۱/۷ میلیون تن در سال ۲۰۰۲ و ۱/۹۸ میلیون تن در سال ۲۰۰۴ (FAO, 2006) بعد از کپور معمولی در رده دومین گروه بزرگ ماهیان باله دار پرورشی قرار گرفت (El-sayed, 1999; FAO, 2006). این ماهی به منظور تکمیل چرخه تولید پرورشی خود به ۷ تا ۹ ماه زمان نیاز دارد اگرچه این میزان رشد و به دنبال آن طول مدت چرخه تولید به عوامل زیادی مانند تغذیه، دما، اندازه اولیه ماهی، غلظت اکسیژن و نحوه تهیه آن برای این ماهی بستگی زیادی دارد.

۱.۲. پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در ایران

در ایران، ماهی قزل آلای رنگین کمان در ناحیه دریای خزر، دجله، کارون، زاینده رود وتجن زندگی می کند. از آنجاییکه ایران کشوری بزرگ با آب وهوای متنوع است، چهار فصل وجود داشته بدین معنی است که پرورش دهندگان ماهی می‌توانند ماهی قزل آلای رنگین کمان را در بیشتر قسمت های ایران پرورش دهند. مهمترین استانها در ایران که ماهی قزل آلای رنگین کمان در آن ها پرورش می یابند عبارتند از: لرستان، فارس، مازندران، کهکیلویه وبویر احمد، تهران و چهارمحال وبختیاری است که بیشتر از ۷۸۰۰۰ تن از این گونه ماهی در این استان ها در سال ۲۰۰۹ پرورش یافته اند(گزارش سالیانه شیلات ایران،۲۰۱۰)(شکل۲).

فائو(۲۰۰۶) گزارش داد که ایران در لیست ده کشور برتر تولید کننده آبزی پروری قزل آلا و تهیه غذاهای مربوط به ماهی می باشد . رشد فعالیت صید و آبزی پروری در ایران از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۴ به ترتیب ۲۹۶۷۸۳ و۴۰۵۷۴۸ تن ماهی بوده است.

۱.۳. نیازهای محیطی

بسیاری از شاخصه های مختلف محیطی می توانند بعنوان یک عامل تاثیر گذار بر روی میزان رشد ماهی قزل آلا در نظر گرفته شوند. در حال حاضر در مورد اینکه چطور این عوامل محیطی، فیزیولوژی ماهی قزل آلا را تغییر داده و باعث تغییراتی در میزان رشد می گردند، اطلاعات اندکی وجود دارد(Mehrabi, 2005).

شکل ۲ : نقشه ایران و نواحی عمده پرورش ماهی قزل آلا

۱.۳.۱. دما

دما بعنوان مهمترین عامل در رشد و توسعه ماهی محسوب می شود(Sumpter, 1992). از آنجایی که ماهیان، جانورانی خونسرد هستند، فعالیت آن ها با کاهش دما کم می شود. درحقیقت تغییر در دما بر روی سرعت فرآیند های زیست شناسی از جمله فعالیت و سرعت سوخت وساز تاثیر می گذارد. هنگامی که به سمت محدوده گرمایی بالاتر وپایین تر پیش می رویم جایی که دما خارج از حد مطلوب می شود، سرعت سوخت و ساز به

ماکزیمم خود افزایش می یابد. اصولا جانوران به محیط زندگی شان سازگار می شوند و هر گونه تغییرات خارج از دامنه نیچ اکولوژیکی یا زیستگاه می تواند اثرات نامطلوبی بر زیست آنها داشته باشد به همین دلیل است که تغییرات فصلی در چرخه زندگی و شرایط بهینه رشد، فعالیت و شاخصه های تولید مثل آنها بازتاب خواهد داشت.

برای گونه های خاص، دمای مطلوب با شروع مرحله رشد، حتی به صورت انفرادی در تک تک ماهیان تغییر می کند. فرآیند های مرتبط مانند اشتها، هضم و رشد در گونه های مختلف ممکن است شرایط مطلوب مختلفی را نشان دهند (Moksness et al., 2004; Gall, 1992). دمای آب به طور قابل توجهی بر روی رشد وسوخت و ساز ماهی تاثیر می گذارد. محرابی(۲۰۰۵) گزارش داد که وزن ماهی قزل آلای رنگین کمان بعد از هشت هفته(وزن اولیه ۰/۵ کیلوگرم) تحت شرایط دمایی مطلوبی در محدودهٔ ۱۱ تا ۱۵ درجه سانتی گراد، ۲ برابر می شود.

۲.۳.۱. اکسیژن

اگرچه دما بعنوان یک عامل کنترل کننده محسوب می شود، غلظت اکسیژن محیط نیز بعنوان یک فاکتور محدود کننده بر روی سوخت و ساز در نظر گرفته می شود(Fry, 1971). به طور کلی آزاد ماهیان نسبت به گروه های ماهیان دیگر، به اکسیژن بیشتری نیاز دارند؛ بنابراین، نیاز آن ها به اکسیژن برای حفظ بقا زیاد می باشد. تحمل ونیاز به اکسیژن دو امر لازم برای بیشتر گونه های آزاد ماهیان، مشابه می باشد(Pennall and Barton, 1996). اکسیژن به عنوان یک عامل حیاتی برای فعالیت های فیزیکی وسوخت وساز، تغییر شیمیایی مواد غذایی وتولید انرژی محسوب می شود. آزاد ماهیان به حداقل ۶۰ درصد اکسیژن اشباع احتیاج دارند تا رشد خود را ثابت نگه دارند. فراتر از این روند، سرعت رشد با زیاد شدن مقدار اکسیژن تا یک حد مشخصی، افزایش می یابد. این افزایش در میزان رشد، به طور عمده به علت افزایش کارآیی سیستم گوارش می باشد. ماهی در سطح اکسیژن پایین تر از ۳ mg/L خواهد مرد، بنابراین آب تخلیه شده باید دارای مقدار اکسیژن بیشتر از ۷ mg/L داشته باشد(Mehrabi, 2005).

۱.۳.۳. شوری

بیشتر آزاد ماهیان مانند ماهی قزل آلای رنگین کمان در آب های شیرین زندگی کرده و یا برای اولین بار به آب های شیرین مهاجرت می کنند و دارای شکل آنادرموس می باشند. بسیاری از این گونه ها تحمل شوری را نداشته و بنابراین در آب های شیرین محصور در خشکی زیست می کنند. بدون توجه به تاریخچه الگوی زندگی آن ها، مراحل جنینی و لاروی بیشتر آزاد ماهیان در آب های شیرین صورت می گیرد، اگرچه گونه های خاصی از ماهیان در اوایل زندگیشان به اقیانوس ها مهاجرت می کنند. تخم های آزاد ماهیان در برابر شوری محیط نسبتا مقاوم هستند.

pH .۱.۳.٤

pH اصطلاحی است که برای تشریح تعداد یون های هیدروژن (H^+) موجود در محلول به کار میرود که یک اصطلاح لگاریتمی معکوس نیز محسوب می شود؛ هرچه تعداد یون های H^+ موجود بیشتر باشد، محلول دارای خاصیت اسیدی بیشتر و pH پایین تری خواهد داشت. آزاد ماهیان درتمامی مراحل زندگیشان به تغییرات در pH محیط در ماورای محدوده قابل تحملشان، حساس هستند. تغییرات pH که می تواند ناشی از تغییرات سختی آب، قدرت یونی، دما، CO_2 و حضور فلزات سنگین در محیط باشد می تواند باعث ایجاد مضرات برای ماهی شود(Spry *et al.*, 1981).

۱.۳.۵. کیفیت آب مورد نیاز

کیفیت آب به مجموعه عوامل موثر از جمله، دما، اکسیژن، دی اکسید کربن و سایر عوامل آب گفته می شود که در صورتی که با شرایط مطلوب ماهی همخوانی داشته باشد به کیفیت خوب آب و در غیر این صورت به کیفیت بد نامگذاری خواهد شد.همانطور که قبلا گفته شد، دمای آب به طور قابل توجهی بر روی رشد وسوخت وساز ماهی تاثیر گذاشته (Smith, 1989) و حرکت، اشتها، سوخت وساز ورشد را کاهش می دهد. زمانی که دما کم می شود (کاهش می یابد) خون آزاد ماهیان در دمای زیر ۰/۵°C یخ می زند و ماهی خیلی زود می میرد. زمانی که دما بیشتر از ۲۰ درجه سانتی گراد می باشد، ماهی فعالیتش بیش از اندازه شده و نیاز به

اکسیژن بیشتر خواهد داشت. علاوه بر این در دماهای بالا، مقدار اکسیژن موجود در آب کاهش می یابد و لذا ماهی که تحت دوره طولانی مدت دمای بالا و سطح اکسیژن پایین قرار می گیرد، با افزایش مرگ ومیر مواجه می شود(جدول ۲).

جدول ۲ : پارامترهای کیفیت آب برای ماهی قزل آلای رنگین کمان برگرفته از محرابی (۲۰۰۵)

پارامترها	محدوده
مجموع مواد جامد معلق	< ۲۵ ppm
مجموع مواد محلول	< ۴۰۰ ppm
pH	۶/۵-۸/۵
اکسیژن حل شده	> ۵ ppm
خصلت قلیایی (Calcium carbonate)	۱۰-۴۰۰ ppm
اشباع بیش از حد نیتروژن	< ۱۰۲%
بخار آمونیاک(fingerlings)	۰/۰۰۳ ppm
بخار آمونیاک (adults)	۰/۰۰۶ ppm
نیترات	۳ ppm

دمای مطلوب برای ماهی آزاد رنگین کمان در مراحل مختلف ۸ تا ۱۰ درجه سانتیگراد، برای مرحله تخم گذاری ۱۰ تا ۱۲ درجه سانتیگراد، برای بیرون آمدن از تخم ۱۲ تا ۱۴ درجه سانتیگراد و برای شروع تغذیه۱۴ تا ۱۶ درجه سانتیگراد خواهد بود و در بالاتر از این دما رشد لارو کند می شود. کربن دی اکسید از فراوانترین گازهای محلول در آب می باشد. آب مناسب برای پرورش ماهی باید کمتر از ۵ ppm دی اکسید کربن داشته باشد، به این خاطر که غلظت های بالاتر از۲۰mg/L ممکن است برای ماهی مضر و حتی کشنده باشد در جدول ۳ برخی استاندارد ها برای آب محیط پرورش ماهی قزل آلا آورده شده است..

جدول ۳ : استاندارد برای فلزهای سنگین و حشره کش ها برای ماهی قزل آلای رنگین کمان برگرفته از محرابی (۲۰۰۵)

پارامترها	محدوده بالاتر
آهن	۰/۱۵ ppm
سرب	۰/۰۲ ppm
منگنز	۰/۰۱ ppm
جیوه	۰/۰۰۰۰۵-۰/۰۰۲ ppm
روی	۰/۰۰۰۴ ppm
کلرین	۲-۳ ppm
هیدروژن سولفات	۳-۰ppm

۱.۳.٦ میزان تغذیه

به طور کلی مقدار غذا و تناوب تغذیه در روز، تاثیر عمده ای بر رشد ماهی قزل آلای رنگین کمان دارد، حجم و تعدد غذادهی باید بر اساس جداول استاندارد باشد هر چه وزن ماهی افزایش می یابد میزان غذا افزایش و تعدد غذادهی کاهش می یابد البته این تناوب غذادهی از یک مقدار مشخص نباید کمتر شود مگر در شرایط بروز بحران. همچنین میزان تغذیه بر قابلیت هضم پروتئین و انرژی به طور قابل توجهی تاثیر نمی گذارد (Storebakken *et al*., 1991).

۱.٤ تغذیه آزاد ماهیان

آزاد ماهیان، مانند سایرحیوانات، غذا می خورند تا انرژی مورد نیاز خود را تامین کنند. جیره های غذایی ماهیان باید شامل منابع کافی انرژی بعلاوه اسیدهای آمینه ضروری و کافی، ویتامین های خاص و مواد معدنی باشد تا به بهبود زندگی و ارتقای سطح رشد کافی منجر شود. آزاد ماهیان خونسرد هستند و میزان سوخت وساز آن ها به وسیله دمای آب تعیین می شود. بنابراین ماهیان به منظور سوخت وساز جهت حفظ دمای پایین بدن، در مقایسه با جانوران خونگرم به انرژی مصرفی کمتری نیاز خواهند داشت. مزیت دیگر آزاد ماهیان این است که در محیط های آبی زندگی می کنند و شکل بدن آنها به گونه ای است که به کاهش مصرف انرژی کمک زیادی نموده، بقایای نیتروژن به آسانی می توانند بصورت بخار آمونیاک داخل آب دفع شوند. بنابراین آن ها در مصرف انرژی و پروتئین نسبت به جانورانی که در خشکی زندگی می کنند، کارآیی بهتری دارند(Smith, 1989). همانطور که گفته شد، ماهی قزل آلا یک نوع ماهی آزاد به شمار می آید، که دارای گونه های متعددی می باشد و به طور

مصنوعی با موفقیت پرورش داده شده اند. ماهیان قزل آلای رنگین کمان جوان برای اولین بار ککهای موجود در آب را می خورند و سپس حشرات آبزی (آبی) مانند لارو مگس، حشره های یک روزه و پشه ها را به جیره غذایی خود اضافه می کنند. وقتی که بزرگتر می شوند، به ماهی کوچکی تبدیل می شوند، اما به مصرف لارو و حشرات بالغ ادامه می دهند. آن ها همچنین جیره غذایی خود را با انواع دیگر غذاها مانند حلزون، زالو، تخم های ماهی، شناگران کوچک و جلبک ها تکمیل می کنند. در مزارع پرورش ماهی، ماهی قزل آلای رنگین کمان از غذاهای تجاری تغذیه می کند.

۱.٤.۱ پروتئین و آمینو اسید های مورد نیاز برای ماهی قزل آلای رنگین کمان

پروتئین ها قسمت های اصلی بافت های اکثر حیوانات را تشکیل می دهند. آن ۷۵-۴۵ درصد وزن خشک بافت های ماهی را تشکیل می دهد(Hepher, 1990). پروتئین های جیره همواره به عنوان مهمترین منابع غذایی برای تغذیه منظم ماهیان به شمار می آیند و به همین دلیل به عنوان اولین عامل در بحث مواد غذایی مورد نیاز ماهی در نظرگرفته می شود(Jauncey, 2000). بر اساس دستورالعمل های شورای ملی تحقیقات (NRC)، ماهیان نیاز به پروتئین نامحدود در جیره غذایی خود ندارند اما به ترکیبی متعادل از آمینواسیدهای ضروری وغیر ضروری احتیاج دارند(NRC, 1989). توانایی ماهیان برای تشکیل پروتئین از ساختار کربن محدود بوده و بنابراین جیره غذایی باید، پروتئین های ضروری برای رشد وتولید مثل هر نوع گونه ماهی را شامل شود. ماهی به طور کلی به سطوح بالاتری از پروتئین های جیره به نسبت مرغ خانگی وگاو برای رشد مطلوب نیاز دارد(Wee, 1991). برای تهیه این مقدار پروتیین جیره، پودر ماهی هنوز به عنوان یک منبع غذایی عمده پروتئین به حساب می آید که ۲۵ تا ۶۵ درصد تغذیه آزاد ماهیان تجاری را شامل می شود و این امر دلیل ارزش غذایی بسیار بالا و خوشمزگی آن می باشد(Tacon and Jackson, 1985).

تعدادی از عوامل بر روی واکنش های مربوط به رشد ماهی که به وسیله سطوح مختلفی از پروتئین تغذیه شده اند، تاثیر می گذارد(NRC, 1983). از بین این عوامل می توان به گونه ها، اندازه ماهی، دمای محیطی، نوع و یا منشا منبع پروتئین (مقدار آمینو اسید)، غلظتهای املاح غیر از نمک، در دسترس بودن غذاهای طبیعی(در تالابها)،

هزینه روزانه تغذیه و مقدار انرژی غیر پروتئینی اشاره کرد. در زمینه تاثیرگذاری، مهمترین فاکتورها برای انواع گونه ها احتمالاً، سن، اندازه، مقدار انرژی مربوط به جیره غذایی، کیفیت پروتئین ومصرف غذا می باشند (NRC, 1983; Jauncey, 2000).

پروتئین ها تقریبا از ۲۰ آمینو اسید آلفا که به طور خطی توسط پیوند پپتیدی به هم متصل شده اند، تشکیل می شوند. مقدار پروتئین مورد نیاز برآورد شده، برای چندین گونه ماهی آزاد در جدول ۴ به صورت خلاصه آورده شده است. پروتئین وآمینو اسید مورد نیاز توسط ویلسون و هالور (۱۹۸۶) مورد بررسی قرار گرفتند. اندازه گیری نسبت کارآیی پروتئین (PER) و مصرف پروتئین خالص (NPU) می تواند به عنوان برآوردی برای مقدار پروتئین در ترکیب جیره های گوناگون مورد استفاده قرار گیرد. PER برابر است با وزن به دست آمده تقسیم بر پروتئین تغذیه شده و می تواند به راحتی محاسبه شود با استفاده از وزن بدست آمده در گروهی از ماهیان که از پروتئین موجود در جیره غذایی تغذیه کرده اند و همچنین می تواند از فرمول های زیر محاسبه شود(Hardy, 1989):

نسبت کارایی پروتئین (PER) = P × R/(W2-W1)

NPU ظاهری برابر است با وزن پروتئین ثابت شده در لاشه تقسیم بر وزن پروتئین تغذیه شده(Pennall and Barton, 1996).

درصد پروتئین در تغذیه=۶/۲۵ × درصد نیتروژن؛

درصد پروتئین در لاشه ماهی= ۶/۲۵ × درصد نیتروژن

جدول ٤ : پروتئین جیره برآورد شدۀ مورد نیاز برای آزاد ماهیان(درصد جیره غذایی)

گونه ها	اندازه	مورد نیاز
ماهی آزاد Chinook	نوجوان	۴۰
ماهی آزاد Coho	نوجوان	۴۰
ماهی آزاد Sockeye	نوجوان	۴۵
ماهی آزاد Atlantic	نوجوان	۴۵
ماهی آزاد Atlantic	جوان	۵۰-۴۵
ماهی آزاد Atlantic	نوجوان	۴۰
ماهی آزاد Atlantic	نیمه بالغ	۴۰
ماهی آزاد Atlantic	بالغ	۴۵
ماهی قزل آلای رنگین کمان	نوجوان	۴۰
ماهی قزل آلای رنگین کمان	جوان	۵۰-۴۵
ماهی قزل آلای رنگین کمان	نیمه بالغ	۳۵
ماهی قزل آلای رنگین کمان	بالغ	۴۰

هر ماهی که تا امروز مورد بررسی قرار گرفته است، به همان ۱۰ آمینو اسید ضروری برای رشد احتیاج دارد. آرژینین، هیستیدین، ایزولوسین، لوسین، لیزین، فنیل آلانین، ترونین، تریپتوفان و والین باید در جیره غذایی و به نزدیک به حد تعادل موجود باشند. این آمینواسید های ضروری بعداً نقش کلیدی را در موفقیت و شکست هر برنامه ی مربوط به پرورش ماهی، ایفا می کند. رشد کم زمانی حاصل می شود که هر کدام از ۱۰ آمینو اسیدهای ضروری در جیره غذایی موجود نباشند(Halver, 1957) درمقابل، رشد عادی (نرمال) زمانی صورت می گیرد که ۱۰ آمینو اسید ضروری، آمینواسیدهای دیگر در جیره غذایی وجود داشته باشند. البته گفته می شود که در بسیاری از موارد آمینو اسید های غیر ضروری نیز باری رشد نرمال لازم است.

۱.۵ کنجالهٔ تخم پنبه (CSM)

کنجاله سویا (SBM) علیرغم گران بودن در بازار جهانی، در حال حاضر رایج ترین منبع پروتئین گیاهی در خوراک ماهیان به شمار می آید و بیش از ۵۰ درصد جیره غذایی گربه ماهی دریایی را شامل می شود (NRC/NAS, 1993). بنابراین، جایگزین کردن کنجاله سویا با منابع پروتئینی گیاهی ارزانتر در کاهش هزینه های تغذیه به صرفه تر خواهد بود. تحقیقات قابل توجهی در زمینه عوض کردن کنجاله سویا در جیره غذایی حیوانات و بیشتر در ماهیان، خصوصا ماهی قزل آلای رنگین کمان صورت گرفته است و نشان داده اند که جایگزینی کامل و یا قسمتی از کنجاله ی سویا با دیگر منابع پروتئینی گیاهی امکان پذیر می باشد

(Smith *et al.,* 1988; Morales *et al.,* 1999; Nafisi, 2002; Lee and Dabrowski, 2002; Rinchard *et al.,* 2002a; Velasquez-Pereira *et al.,* 2002; Nagalakshmi *et al.*, 2001; Nagalakshmi et al., 2001; Nagalakshmi *et al.,* 2001; Barros *et al.*, 2002)

کنجاله تخم پنبه (CSM)(جدول ۵)، که در مرتبه دوم بعد از کنجاله سویا در آمریکا قرار دارد و رتبه سوم در جهان از نظر تناژ تولید را دارد، ارزانتر از کنجاله سویا در هر واحد پروتئینی می باشد (Robinson and Li, 1995).

جدول ۵ : طبقه بندی علمی پنبه منبع : (Lim *et al*., 2006)

سلسله	Plantia
شاخه	Magnoliophyta
رده	Magnoliopsida
راسته	Malvales
خانواده	Malvaceae
نوع	Gossypium

کنجاله تخم پنبه محصول فرعی است که بعد از تولید پنبه توسط ماشین پنبه پاک کنی به دست می آید و بعد از آن دانه ها له می شوند و روغن از آن گرفته می شود. کنجاله (وعده غذایی) حاصل معمولا برای خوراک حیوانات مورد استفاده قرار می گیرد و دارای مشخصه آمینو اسید عالی می باشد و بعنوان مولفه ای در جیره غذایی ماهیان مورد استفاده قرار گرفته است(Pennall and Barton, 1996). اگرچه استفاده از آن در جیره غذایی، با توجه به در دسترس بودن مقدار کمی از لیزین، و حضور گوسیپول سمی کنجاله تخم پنبه، محدود می باشد (Barros *et al.,* 2002; Cheng and Hardy, 2002) بنابراین، استفاده از مواد گیاهی اصلاح نشده، بعنوان ترکیبات غذایی، ممکن است بعلت مشخصه آمینو اسیدی نامتوازن و حضور محدوده ای از فاکتورهای غیر تغذیه ای، محدود باشد(ANFs).

استفاده از کنجاله تخم پنبه در امر تغذیه ماهیان فقط به گونه های خاصی محدود می شود. ماهی آزاد Chinook (*Oncorhynchus tschawytscha*) و ماهی آزاد Coho (*Oncorhynchus kisutch*) می توانند به ترتیب تا بیشتر از ۳۴ و ۲۲ درصد جیره غذایی خود استفاده از کنجاله تخم پنبه را تحمل کنند(Fowler, 1980) . رابینسون گزارش نمود که بیشتر از ۱۵ درصد کنجاله تخم پنبه می تواند جایگزین کنجاله سویا شود و چنانچه کنجاله تخم پنبه با لیزین تکمیل شود این میزان می تواند به بیش از ۳۰ درصد در جیره غذایی گربه ماهی دریایی ارتقا یابد (Robinson, 1989; Robinson, 1991; Robinson and Li, 1994)

ترکیب تقریبی و درصد پوشش فیله گربه ماهی(بر اساس بافت های مرطوب) بعد از استفاده از کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی آن به طور قابل توجهی تغییر نکرد(Robinson, 1989). کنجاله تخم پنبه به همراه غده بزاقی، عملکرد گربه ماهی دریایی را به نسبت ماهی تغذیه شده با کنجاله بدون غده، کاهش داده است (Robinson et al.,

(1984b) و با مقدار بیشتر از ۱۷.۴ درصد کنجاله تخم پنبه غده ای، یا ppm ۹۰۰ گوسیپول(سم کنجاله تخم پنبه) آزاد، میزان رشد ضعیف بوده است (Dorsa *et al.,* 1982).

تحقیقات نشان داده که کنجاله تخم پنبه، شامل ANSFs مهار کننده های آمیلاز، فیتات و فیتواستروژن ها می باشد(Stickney, 2000; Francis *et al.,* 2001). تحقیقات زیادی انجام شده تا سطح کنجاله تخم پنبه بدون تاثیر گذاری منفی بر عملکرد رشد گربه ماهی را تعیین کنند (Dorsa *et al.,* 1982; Robinson and Rawles, 1983; Robinson *et al.,* 1984a; Robinson and Daniels, 1987; Robinson and Li, 1994; Robinson and Tiersch, 1995).

نتایج نشان داده اند که مقدار کنجاله تخم پنبه قابل استفاده به طور عمده به سطوح گوسیپول آزاد سمی کنجاله تخم پنبه و لیزین موجود در آن بستگی دارد. رابینسون (۱۹۹۱) گزارش کرد که کنجاله ی تخم پنبه ای که مایع و عصاره آن خارج شده، می تواند تا بیشتر از ۵۰ درصد جایگزین کنجاله سویا در جیره های غذایی گربه ماهی نوجوان دریایی شود بدون آنکه نیاز به مکمل لیزین باشد و همچنین می تواند به طور صد در صدی جایگزین کنجاله سویا شود در صورتیکه لیزین به شکل مکمل استفاده شود.

گوسیپول های آزاد (سم کنجاله تخم پنبه) فقط در حیوانات تک معده مثل ماهی زمانی که به مقدار زیادی در جیره غذاییشان وجود داشته باشد سمی خواهند بود. کاهش رشد زمانی اتفاق می افتد که گربه ماهیان دریایی ازجیره های غذایی دارای بیشتر از mg/kg ۹۰۰ گوسیپول استفاده کنند(Dorsa *et al.,* 1982)، در حالی که اگر در یک جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان حتی گوسیپول کمتر از mg/kg۲۹۰ باشد، رشد کاهش می یابد(Herman, 1970). هالور (۱۹۸۹) گزارش داد که سطوح بالای کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی، به مردگی بافت کبد، رسوب گیری ceroid در کبد، طحال وکلیه منجر می شود. از فلز آهن به شکل سولفات می توان با موفقیت برای خنثی کردن سم گوسیپول کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی حیوانات تک معده زمینی(خاکی)، استفاده نمود.(Jones, 1987).

سطوح بالای آهن مکمل استفاده شده بمنظور خنثی کردن سم گوسیپول کنجاله تخم پنبه، اگرچه ممکن است برای ماهی مضر باشد ولی توصیه شده است. بنظر می رسد که که یک تعادل ظریفی بین نیاز به آهن برای مکانیزم های دفاعی میزبان و نیاز به آهن برای نگهداشت رشد میکروبی وجود دارد(Sealey et al., 1997). وی

گزارش داده است که سطوح بالای آهن جیره ممکن است به افزایش آمادگی ماهی برای پذیرش بیماری (عفونت) *Edwardsiella ictaluri* منجر شود. Hertrampf و Pascual (۲۰۰۰) و Stickney (۲۰۰۰) گزارش داده اند که کنجاله دانه های روغنی در بهبود بعضی از آمینو اسید های ضروری به ویژه متیونین و لیزین، کارآمد می باشد. از طرف دیگر، بسیاری از آلکالوئیدها در گیاهان آنژیواسپرم وجود دارند که ماهی قزل آلای رنگین کمان اگر در معرض سطوح بالایی از این آلکالوئیدها قرار گیرد در آن مردگی بافت کبدی، سمی شدن کبد و رسوب گیری ceroid در کبد، طحال و کلیه رخ می دهد.

علاوه بر این، سطوح پایین گوسیپول کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی، aflatoxin را که بیشتر در دانه های غلات کپک زده و فاسد و تولیدات غذایی دانه های روغنی یافت می شود، افزایش می دهد (Roberts and Bullock, 1989; Hendricks and Bailey, 1989). تحقیقات بسیار دیگری در زمینه امکان وجود کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی، وجود دارد. اسمیت وهمکاران (۱۹۸۸) گزارش کردند که ماهیان قزل آلای رنگین کمانی که با گیاهان وپروتئین های حیوانی تغذیه می شوند، تغییرات قابل توجهی در رشد، ترکیب استخوان بندی و قوه چشایی آن ها صورت نمی گیرد. مورالس و همکاران (۱۹۹۴) گزارش دادند که جایگزینی قسمتی از وعده غذایی ماهی (۴۰٪) به وسیله کنجاله تخم پنبه، تاثیر خوبی بر روی رشد، ضریب تبدیل غذایی و مصرف انرژی ماهی قزل آلای رنگین کمان داشته است. دابرووسکی وهمکاران(۲۰۰۰) گزارش دادند که جایگزین کردن وعده غذایی ماهی به وسیله وعده غذایی مایع حلال خارج شده از کنجاله تخم پنبه، تاثیرات خوبی بر روی دستگاه تناسلی و رشد ماهیان قزل آلای رنگین کمان بالغ خواهد داشت. دابرووسکی (۲۰۰۱) همچنین گزارش داد که ماهیان قزل آلای رنگین کمان از پروتئین کنجاله تخم پنبه به شکل بسیار کارآمدی استفاده می کنند، و به ترتیب بیشتر از ۷۵٪ و۲۵٪ پروتئین وعده غذایی ماهی می تواند به طور کامل توسط کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی ماهیان قزل آلای رنگین کمان نوجوان و بالغ، جایگزین شود. لی وهمکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که ماهی قزل آلای رنگین کمان می تواند به طور تقریبی ۳۵-۵۰ ٪ گوسیپول کنجاله تخم پنبه جیره را جذب کند، و بیشتر گوسیپول های جذب شده به نظر می رسد که دفع می شوند.

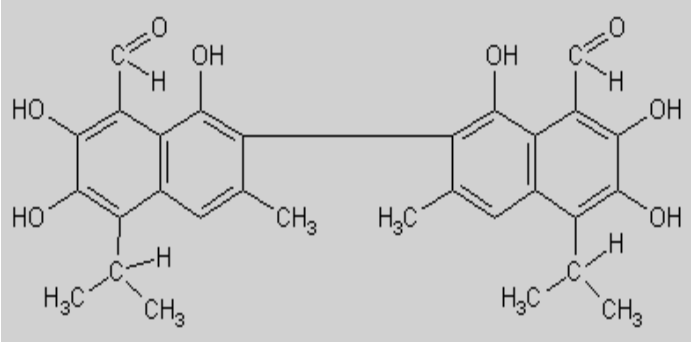
لی و همکاران (۲۰۰۲) گزارش دادند که وعده غذایی ماهی می تواند به طور کامل به وسیله مخلوطی از پروتئین های گیاهی (کنجاله تخم پنبه و سویا) و پروتئین های محصولات فرعی حیوانی، جایگزین شوند. نتایج آن ها به

این مطلب اشاره می کند که کنجاله تخم پنبه می تواند به عنوان یک منبع پروتئینی خوب، حداقل ۱۵٪ درجیره غذایی ماهیان قزل آلای رنگین کمان نوجوان مورد استفاده قرار گیرد. بعلاوه لی وهمکاران(۲۰۰۲) گزارش کردند که سطوح بالای کنجاله تخم پنبه تاثیرات بدی را بر روی بافت ماهیان قزل آلای رنگین کمان بالغ خواهد داشت. چنگ وهاردی (۲۰۰۲) گزارش دادند که کنجاله تخم پنبه می تواند تا میزان ۱۰٪ در تهیه غذای ماهی قزل آلای رنگین کمان، مورد استفاده قرار گیرد. لی وهمکاران (۲۰۰۶) به این مطلب اشاره کردند که در ماهیان قزل آلای رنگین کمان نوجوان، کنجاله تخم پنبه به عنوان یک منبع پروتئینی گیاهی، حداقل تا میزان ۱۰٪ جیره غذایی(۲۵٪ جایگزینی وعده غذایی ماهی) بدون هیچگونه تاثیرات مخرب بر روی رشد، می تواند مورد استفاده قرار بگیرد. ریچارد وهمکاران(۲۰۰۳) گزارش دادند که کنجاله تخم پنبه، که ۵۰٪ جایگزین پودر ماهی در جیره غذایی شده، باعث رشد خوب در بچه ماهیان قزل آلای رنگین کمانخواهد شد. ال سیدی و همکاران(۲۰۰۴) گزارش دادند که کنجاله تخم پنبه که توسط مکمل آهن برای دفع سم گوسیپول مورد استفاده قرار می گیرد، تاثیر خوبی را بر روی رشد تیلاپیای نیل (*Oreochromis niloticus*) داشته است. کنجاله تخم پنبه ممکن است یک منبع پروتئینی ارزشمند برای تغذیه ماهی باشد و همچنین در تغذیه احشام وماکیان نیز به صورت مطمئن وتاثیر گذار مورد استفاده قرار گیرد وهمچنین معلوم شده است که در احشام و ماکیان غذایی که دارای سطوح کنجاله تخم پنبه مناسب باشد، نتیجه بهتری را در مورد شیر وتخم حاصله به نسبت کنجاله سویا می دهد(Han *et al.*, 2002; Zhou *et al.*, 2003).

کاشتن ارقام گوناگون کنجاله تخم پنبه بدون گوسیپول یا با گوسیپول ناچیز می تواند به طور مستقیم مقدار سم کنجاله تخم پنبه را در کنجاله تخم پنبه کاهش دهد. تولید سالیانه کنجاله تخم پنبه در ایران بیشتر از دو میلیون تن می باشد(وزارت کشاورزی ایران، ۲۰۰۴)، اما بعضی از آن ها از گونه های دارای غده هستند. در این تحقیق، یک نوع کنجاله تخم پنبه ایرانی کاشته شده در استان گلستان، واقع در شمال ایران به نام کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) مورد آزمایش قرار گرفت.

۱.٦ گوسیپول سمی کنجاله تخم پنبه

گوسیپول کنجاله تخم پنبه(شکل ۳) و مقادیر ناچیزی از چند گوسیپول دیگر که با ساختار گوسیپول کنجاله تخم پنبه مشابهت دارند، ممکن است نتایج فیزیولوژیک مختلفی را در زمان استفاده در جیره غذای از خود نشان دهند(Berardi and Goldblatt, 1980). به عنوان مثال گوسیپول می تواند برای همه حیوانات سمی باشد، اما در مقادیر کنترل شده و کم برای پیشگیری از بارداری در مردان مورد استفاده قرار گرفته است (Kalla, 1982)، این موضوع تا سال ۱۹۷۹ ناشناخته بود(Wang *et al.*, 1979). گوسیپول همچنین می تواند منجر به ناباروری جنس نر در احشام شود. (+) – گوسیپول اولین بار در سال ۱۹۶۸ از گل ها وگیاهان مناطق گرمسیری Thespesia با استفاده از ابزارهای شیمیایی، جدا شده است(King *et al.*, 1968).



شکل۳ : نمودار نشان دهنده ساختار شیمیایی گوسیپول کنجاله تخم پنبه(منبع: دابرووسکی و همکاران، ۲۰۰۲)

گوسیپول کنجاله تخم پنبه یک پلی فنل ($C_{30}H_{30}O_8$) می باشد که از گیاه تخم پنبه گرفته شده است، و بعنوان یک عامل خوراکی پیشگیری از بارداری در مردان در کشور چین استفاده می شده است. روش های کروماتوگرافی مایعات با عملکرد بسیار بالا (HPLC) برای جدا کردن آناتیتومرهای گوسیپول، از سال ۱۹۶۸ توسعه یافت(Hron *et al.*, 1999). گوسیپول همچنین به عنوان یک داروی ضد سرطان که از گیاه پنبه گرفته شده است، در نظر گرفته می شد. استفاده از کنجاله تخم پنبه به علت حضور گوسیپول های خالص(آزاد)، سطح پایین لیزین و سولفور مربوط به آمینواسیدهای متیونین و سیستین در جیره غذایی ماهیان محدود می باشد. گوسیپول آزادی که در گیاه پنبه وجود دارد به صورت ترکیبی از دو ایزومر، (+)گوسیپول و (-)گوسیپول است . البته

گوسیپول خالص برای ماهیان سمی می باشد، اما غلظت کشنده سم با توجه به گونه ماهی تغییر می کند. تاثیر فیزیولوژیکی گوسیپول خاص ممکن است به طور قابل توجهی بسته به ترکیب جیره غذایی، مخصوصا کیفیت و کمیت پروتئین و مواد معدنی، تغییر کند. پس از تغذیه، گوسیپول در بافت های ماهی به هر دو شکل آزاد و وابسته جذب و انباشته می شود. ماهیان نوع (+)گوسیپول را در بافت هایشان در غلظت های بالا به نسبت نوع (-) گوسیپول جمع می کنند. برای بالا بردن مصرف اقتصادی کنجاله تخم پنبه، تعیین فعالیت های بیولوژیکی گوسیپول، ایزومرهای آن و ترکیبات مرتبط به آنها بسیار مهم می باشد. اگرچه اثرات سمی گوسیپول بر روی حیوانات به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته است(Cass *et al.,* 1991)، اطلاعات بسیار کمی در مورد سمیت نسبی ایزومرهای آن در دسترس می باشد واین امر به علت نبود یک روش مناسب برای تعیین کمیت ایزومرها، ودر دسترس نبودن ایزومرهای فردی در مقادیر کافی برای مطالعات در زمینه حیوانات می باشد. همچنین گوسیپول همچنین دارای خاصیت ضد باروری می باشد لذا تغذیه بلند مدت بچه ماهی ها با جیره های غذایی شامل سطوح بالای کنجاله تخم پنبه و گوسیپول آزاد، عملکرد تناسلی آن ها را کاهش می دهد. تاثیر گوسیپول آزاد بر روی واکنش ایمنی و مقاومت در برابر بیماری، در ماهیان پایدار نیست.

وعده غذایی کنجاله تخم پنبه بسیار خوش طعم است و به آسانی توسط گونه های آبزی هضم می شود. اگرچه به علت تغییرات در سطوح گوسیپول آزاد و مقدار لیزین موجود در بین منابع مختلف ، استفاده از کنجاله تخم پنبه را معمولا به کمتر از ۱۵٪ در جیره های غذایی محدود ساخته است (Lim *etal.,* 2006). علاوه براین همانطور که قبلا گفته شد حتی سطوح پایین گوسیپول (۳۵۰ mg/Kg) در جیره غذایی، عامل آفلاتوکسین را که بیشتر در دانه غلات کپک زده و فاسد و محصولات دانه های روغنی یافت می شود را افزایش می دهد(Halver, 1989). هرمان (۱۹۷۰) گزارش داد که یک رابطه ی معکوسی بین رشد و غلظت های گوسیپول آزاد تا بیش از۳۰۰ ppt وجود دارد.

۲- مواد و روشها

۲.۱ :محل مطالعه

مطالعه در یک کارگاه پرورش ماهی قزل آلای رنگین کمان در ۱۵ کیلومتری شهرستان تنکابن انجام شده است. علاوه براین، کارگاه مزبور تخم چشم زده وبچه ماهی قزل آلای رنگین کمان قابل توجهی را نیزتکثیر می کند(شکل ۴).

شکل ٤: نقشه محل مطالعه در شهر تنکابن؛ استان مازندران؛ شمال ایران
(محدوده عرض جغرافیایی : 36 – N 31" 48 '36° - 36.8086111 درجه، ٤٨ دقیقه، ٣١ ثانیه، شمال)

۲.۲ تهیه مخازن

۱۸ مخزن پشم شیشه ۱۰۰ لیتری(۶۵ سانتیمتر طول و ۱۶۵ سانتیمتر عمق) که دارای ورودی وخروجی آب با تور های شبکه ای بزرگ مورد استفاده قرار گرفتند. مخازن به طور تصادفی شماره بندی شدند. بعد از آماده کردن تانک ها، از آب و ppm ۲ مالاشیت سبز جهت ضدعفونی آنها استفاده و پس از شستشوی مجدد، آب با سرعت ۱۰ لیتر بر ثانیه تانکها را آبگیری نمود. آمونیاک ۰/۰۰۷–۰/۰۰۵ ، اکسیژن ۱۱/۳ میلی گرم در لیتر، pH آب بین ۹/۶–۷/۸ و دما در محدوده ۱۳–۱۱ درجه سانتیگراد حفظ گردید. اصولا چون از آب چشمه استفاده شد، دمای آب چشمه اساسا بدون هیچگونه تغییر کیفی و یا تغییر کمی پایدار است لذا در طول مدت آزمایش

این اختلاف دمای ۲ درجه تغییر نکرد . مدیریت، بهداشت و شرایط محیطی برای همه ماهیان مشابه می باشد. (شکل ۵).

شکل ۵ : مخزن پشم شیشه استفاده شده برای مطالعه تاثیرات تعویض سویا با ارقام گوناگون کنجاله تخم پنبه ایرانی

۲.۳ آنالیز ترکیبات

تجزیه و تحلیل تقریبی ترکیبات غذایی ارقام مختلف با استفاده از روش های متداول انجام شده است (AOAC, 1995)جزئیات در باره ی تعیین رطوبت، پروتئین خام (CP)، چربی خام یا ماده اتری EE(ماده آلی محلول دراتر)، فیبر خام، انرژی ناخالص (GE) و خاکستر به ترتیب زیر می باشد:

۲.۳.۱ تعیین ماده خشک (DM)

ظروف (بوته) چینی خیس و با مایع پاک کننده تمیز شده و سپس در آب مقطر شسته و در کوره در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد خشک شد. سپس ظروف خشک شده در خشکانه خنک و وزن می شوند(W1). درون آنها حدود یک گرم نمونه قرار داده می شود و وزن کل ظرف خالی و نمونه با هم ثبت می شود(W2). تمامی ظروف

با درپوش پوشیده شده اند، ودر کوره، در دمای تنظیم شده ۱۰۵ درجه سانتی گراد برای مدت ۲۴ ساعت، نگهداری می شوند. بعد از ۲۴ ساعت عمل خشک کردن، ظروف از کوره بیرون آورده و در خشکانه خنک و وزن شدند(W3) . هر نمونه تا ۳بار تکرار و مقدار متوسط برای وزن خشک محاسبه شد. مقدار ماده خشک و مرطوب (DM) از طریق فرمول زیر محاسبه می شوند:

$$\text{Moisture (\%)} = (W_3-W_1) \times 100 / (W_2-W_1)$$

$$\text{DM (\%)} = 100 - \% \text{ Moisture}$$

۲.۳.۲ تعیین پروتئین خام (CP)

روش استاندارد کلدال(AOAC, 1995) برای تعیین مقدار پروتئین خام نمونه های مختلف مورد استفاده قرار گرفت. در حدود ۰/۱۵ گرم خاک و نمونه خشک شده در یک لوله گوارشی قرار داده شد. در حدود ۰/۷۰ گرم سولفات مس و ۱۰ گرم پتاسیم سولفات وزن و ترکیب شدند و بعنوان کاتالیزور به نمونه اضافه شدند. ۲/۵ گرم سولفوریک اسید غلیظ سپس به آن اضافه شد. ترکیب مورد نظر برای مدت ۳۰ دقیقه در دمای ۴۰۰ درجه سانتی گراد گرم شد. در یک لوله ی مخروطی شکل جداگانه، ۱۰ میلی گرم از ۹۵٪ سولفوریک اسید به همراه دو قطره متیلن آبی به عنوان شاخص عیار سنجی، با هم مخلوط شده اند. سه قطره آب مقطر به هر نمونه قبل از انتقال آن ها به شیشه های بزرگتر، اضافه می شود. سپس سدیم هیدروکسید (۱۰ میلی گرم) به نمونه ها اضافه می شود. نمونه سپس تیتر می شود(عیار گیری) با استفاده از محلول تیتراسیون، تا زمانی که رنگ آن به آبی تیره تغییر کند. درصد نیتروژن (N) با استفاده از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$N\% = \text{Titration } H_2SO_4 \times \text{Normality of acid} \times 1.401 / \text{Sample weight}$$

$$CP\% = N\% \times 6.25$$

این امر در راستای این فرض می باشد که پروتئین ها شامل حدود ۱۶ ٪ نیتروژن می باشند.

۲.۳.۳ تعیین چربی خام

مقدار لیپید یا ماده اتری EE (ماده آلی محلول دراتر) با استفاده از سیستم Soxtec تعیین شد. (Soxtec system HT 1043 Tecator) در حدود دو گرم از نمونه خشک در داخل لوله کوتاه فلزی استخراج وزن شد. فنجان های (پیاله ها) استخراج تمیز، خشک شدند و در یک خشکانه خنک و وزن شدند(W1). سپس لوله‌های فلزی کوتاه در واحد استخراج در طول فنجان‌های استخراج از قبل وزن شده قرار می گیرند. در حدود ۵۰ میلی لیتر مایع حلال (بنزن نفت) برای هر استخراج استفاده شد. سپس نمونه ها برای ۳۰ دقیقه اول در موقعیت شستشو و در ۳۰ دقیقه دیگر برای تبخیر، استخراج می شوند. سپس فنجان ها در کوره در دمای ۱۰۵ درجه برای مدت ۲-۳ ساعت خشک می شوند و در خشکانه خنک می شوند. بعد از خنک شدن، وزن هر فنجان اندازه گیری می شود. (W2) سپس درصد لیپید از طریق معادله زیر محاسبه می شود:

$$EE\% = (W2 - W1) \times 100 / SDW$$

که در آن W1 برابر است با وزن فنجان خشک خالی؛ W2 برابر است با وزن فنجان خشک خالی + ماده اتری و SDW برابر است با وزن خشک نمونه مورد نظر

۲.۳.٤ تعیین فیبر خام

در حدود یک گرم از نمونه مورد نظر وزن شد(W1) و در بوته ای که از قبل خشک شده، قرار داده شد. سپس نمونه در یک واحد استخراجی سرد که با ۲۵ میلی لیتر استون پرشده است، قرار می گیرد و برای مدت ۱۰ دقیقه در آن جا می ماند، و فیلتر نیز می شود. این روند تا ۳ بار تکرار می شود، ومواد پس مانده با آب شسته می شوند. سپس بوته در یک واحد استخراجی گرم قرار می گیرد و ۱۵۰ میلی لیتر از اسیدسولفوریک ۱/۲۵٪ داغ به آن اضافه می گردد و برای مدت ۳۰ دقیقه در آب جوش می ماند، ونمونه تا ۳ بار به وسیله آب مقطر شسته می شود. سپس ۱۵۰ میلی لیتر از NaOH ۱/۲۵٪ به آن اضافه می شود و تا مدت ۳۰ دقیقه جوشانده می شود. پس از آن پس مانده ها تا ۳ بار شستشو داده می شوند. آن گاه بوته در واحد استخراجی سرد که با ۲۵ میلی لیتر استون پر شده و فیلتر نیز می باشد، قرار داده می شود. این عمل تا ۳ بار تکرار می شود. بوته در دمای ۱۳۰ درجه سانتی گراد

حشک می شود ودر دمای اتاق خنک می شود و سپس وزن می گردد (W2). نمونه باقی مانده در دمای ۵۲۵ درجه به خاکستر تبدیل می شود، آن گاه خنک و سپس وزن می شود (W3). سرانجام مقدار فیبر خام از فرمول زیر محاسبه می شود:

$$\text{Crude fiber}\% = (W_2 - W_3) \times 100/W_1$$

۲.۳.۵ تعیین خاکستر

بوته هایی که شامل نمونه های خشک شده بعد ار تعیین رطوبت می باشند، در یک کوره استردار قرار داده شده و سپس طی مدت ۳ ساعت در دمای ۶۰۰ درجه سانتی گراد خاکستر می شوند. خاکستر حاصله به همراه بوته در خشکانه ها خنک و وزن می شوند.

$$\text{ASH}\% = (\text{weight of ash})/ (\text{weight of dried sample}) \times 100$$

۲.۳.٦ تعیین انرژی ناخالص

انرژی ناخالص جیره های غذایی به صورت غیر مستقیم وبر اساس پروتئین، چربی و ترکیب خروجی نیتروژن آزاد (NFE) تعیین شد.

انرژی ناخالص طبق معادله زیر محاسبه می شود(Jauncey, 2000):

$$\text{Gross energy} = (\text{protein} \times 23.4\ \text{KJ/g}) + (\text{fat} \times 39.75\ \text{KJ/g}) + (\text{carbohydrates} \times 17.15\ \text{KJ/g})$$

۲.٤ استخراج روغن از کنجاله تخم پنبه

"استخراج فیزیکی" با استفاده از دستگاه استخراج کننده فشاری برای استخراج روغن از شرکت امدی (تبریز- ایران) انجام شد، و کنجاله (آرد) حاصله خرد و در محدوده دمایی ۱۳ تا ۱۵ درجه سانتیگراد تا قبل از زمان استفاده وذخیره شد.

۲.۵ نظارت بر کیفیت آب

کیفیت آب موجود در مخازن با توجه به پارامتر های فیزیکی و شیمیایی زیر مورد نظارت وارزیابی قرار می گیرد. پارمترهای اصلی کیفیت آب به طور روزانه در کل دوره آزمایش مورد نظارت قرار می گیرد. سطوح دما و اکسیژن توسط اندازه گیری اکسیژن محلول (DO) اندازه گیری شد. (YSI-model57) سطح اکسیژن محلول به خوبی در اندازه بالای۵/۵ میلی گرم بر لیتر نگهداری شد. دمای آب در محدوده مطلوب فیزیکی و شیمیایی مورد نیاز برای ماهی قزل آلای رنگین کمان نگهداشته شد (بین ۱۱ تا ۱۳ درجه). pH به وسیله ی pH سنج دیجیتالی (Jenway 3305) اندازه گیری شد. pH آب در محدوده بین ۷/۸ و۸/۲ نگهداری می شد.سطح آمونیوم- آمونیاک با استفاده از کیت آمونیاک HANNA مورد نظارت قرار گرفت.

۲.٦ تهیه و ساخت جیره های غذایی

مواد خام استفاده شده برای تهیه جیره های غذایی شامل ماهی کیلکا، سویا وکنجاله تخم پنبه، گلوتن گندم، روغن سویا، ذرت، و مکمل های ویتامینی ومعدنی از کارخانه تولید خوراک ماهی چینه خریداری شدند(شرکت چینه، تهران، ایران). کنجاله تخم پنبه مورد آزمایش توسط موسسه تحقیقات پنبه کشور تامین گردید.

۲.۷ پروتئین ظاهری و قابلیت هضم ماده خشک

ضریب هضم ظاهری (ADC) برای پروتئین وماده خشک توسط Cho و Slinger به صورت زیر محاسبه شده است:

ADC (%) = 100 × (1-((Cr_2O_3 g in diet/ Cr_2O_3 g in feces) × (fecal nutrient or energy level / dietary nutrient or energy level)))

ADCs of dry matter were calculated as:

ADCs (%) = 100- (1- (amount Cr_2O_3 in feed/ amount Cr_2O_3 in feces))

سپس ضریب هضم ظاهری ترکیبات آزمایشی به ترتیب زیر محاسبه شدند :

ADC= (ADC of test diet- 0.7 ADC of the reference diet) / 0.3

۲.۸ تعیین اکسید کرومیک (Cr_2O_3)

غلظت های اکسید کرومیک در جیره های غذایی و همچنین فضولات حیوانی با فرآیندهای توضیح داده شده به وسیله ی فوراکاوا و تاکاهارا (۱۹۶۶) تعیین می شود. نمونه ها (۵۰-۱۰۰ میلی گرم) وزن شدند و در یک کاغذ فیلتر شده بسته بندی شدند و به ظرف ۱۰۰ میلی لیتری خشک kjeldahl منتقل شدند. آن گاه ۵ میلی لیتر اسید نیتریک (HNO_3) غلیظ به آن اضافه می شود، و برای مدت کوتاهی به همان حالت می ماند. سپس ترکیب مورد نظر برای مدت ۲۰ دقیقه باقی می ماند تا زمانی که یک رسوب سفید رنگی بدست آید. ذرات سیاهرنگی به دهانه ظرف چسبیده اند، با تغییر دما به ۱۸۰ درجه سانتی گراد از بین می روند. سپس نمونه ها قبل از اینکه پرکلریک اسید به آن ها اضافه شود، خنک می شوند. ترکیب مجددا تحت گرما قرار می گیرد تا زمانی که رنگ سبز به زرد تغییر یابد. پس از سرد شدن ورسیدن به دمای اتاق، ۵۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می شود. آن گاه ترکیب به ظرف حجمی انتقال می یابد و۱۰۰ میلی لیتر آب مقطر به آن اضافه می شود. ترکیب مورد نظر تا ۵ دقیقه به همین حالت باقی می ماند تا مواد معدنی رسوب دهند. سپس، محلول به آرامی به درون لوله ی رنگ سنج انتقال می یابد و چگالی نوری ۳۵۰ mμ را نشان می دهد، بر خلاف آب مقطر که دارای طیف نورسنج حذب اتمی می باشد(Varian AA-400).

فرمول زیر برای محاسبه مقدار کرومیک اسید استفاده می شود(Furukawa and Tsukahara, 1966):

$$Y= 0.2089X+0.0032$$

که در آن :

X = اسید کرومیک نمونه

Y = چگالی نوری در ۳۵۰ mμ

۲.۹ تعیین گوسیپول

مقدار گوسیپول با روش ارائه شده وسط بوتسگلو (۱۹۹۱) محاسبه می شود. یک نمونه ۲ گرمی از کبد ماهی با برای مدت دو دقیقه با ۵۰ میلی لیتر آب استون تریل (40:10, v/v) مخلوط می شود، که دارای ۲ درصد آسکوربیک اسید می باشد. بعد ازاینکه پروتئین ته نشین شده ، مایع شناور با استفاده از کاغذ واتمن شماره ۴۵ از صافی عبور می کند، البته با نادیده گرفتن ۵ میلی لیتر اولیه عبوری از صافی، سپس ۲۵ میلی لیتر از قسمت

استخراجی آن به داخل یک ظرف حجمی ۵۰ میلی لیتری پی پت شد و ۰/۰۵ اسید کلریدریک نیز به آن اضافه شد. سپس ظرف مورد نظر در وان آب با دمای ۶۵ درجه سانتی گراد قرار داده شد، آن گاه دریچه ظرف بعد از موازنه برای ۵ دقیقه با چوب پنبه بسته شد و سپس برای مدت ۱۰۰ دقیقه به آن گرما داده شد.بعد از خنک شدن و رسیدن به دمای اتاق، مواد موجود در ظرف به درون یک قیف جداکننده ۲۵۰ میلی لیتری منتقل و سپس ۵۰ میلی لیتر آسکوربیک اسید آبدار ۰/۳ و به دنبال آن ۰/۵ میلی لیتر هیدروکلریک اسید به آن اضافه می شود. این توقف صورت گرفته با استخراج ۲۵ میلی لیتر از کلروفورم همراه بوده است و لایه زیرین مجزا با استفاده ازسدیم سولفات بی آب وبر روی کاغذ واتمن شماره ۴۰ از صافی عبور داده شد ومحتویات آن به داخل ۱۰۰ میلی لیتر ظرف ریخته شد تا بعدا تحت شرایط خلا در دمای۳۵ درجه سانتیگراد تبخیر شود.

مقدار ناچیزی از حلال ها به همراه نیتروژن خارج می شوند، و مواد پس مانده در بیشتر ویا مساوی ۱ میلی لیتر استون تریل حل می شوند، که حجم مورد نظر به مقدار گوسیپول مورد انتظار نمونه ی پردازش شده بستگی دارد. سپس، قسمت هایی از نمونه استخراجی، به داخل رنگ نکار تزریق می شوند، ودر یک فاز حرکتی با جریانی به سرعت ml/min ۱/۵ ، طول موج شناسایی شده nm ۲۵۴، یک نمودار سرعت cm/h ۱۵، و یک ضبط کننده میزان حساسیت a.u.f.s ۰/۰۵۰مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفتند. رنگ نگاری در دمای ۳۰ درجه سانتی گراد بمنظور عایق کردن ستون از نوسانات در دمای محیط، صورت می گیرد. فاز حرکتی از دو حلال آب ومتانول تشکیل شده است، که هردو شامل ۰.۱٪ فسفریک اسید می باشند. آبی که در فاز حرکتی مورد استفاده قرار می گیرد، آب مقطر شیشه ای می باشد که از قبل با عبور دادن از میان ستون C18 تصفیه می شود. شستشوی گوسیپول با استفاده از دستورالعمل ترکیب (v/v) فاز حرکتی آب متانول به ترتیب زیر انجام می شود: ۲ دقیقه ایزوکراتیک در ۸۲:۱۸ ؛ ۲ دقیقه شیب خطی تا ۹۲:۸ ؛ ۵ دقیقه ایزوکراتیک در ۹۲:۸ ؛ ۳ دقیقه پالایش در ۹۹:۱ ؛ و ۱۰ دقیقه موازنه در ۸۲:۱۸ . بعد از کار هرروز، ستون از آب لبریز می شود، تا زمانی که از اسیدیته تصفیه شود و ستون با متانول پر می شود.

نمودارهای درجه بندی شده (کالیبراسیون)، به طور روزانه آماده می شوند، به این صورت که µl- ۲۵قسمت های آن از محلول های در حال واکنش و طرح ریزی ارتفاع اوج ثبت شده می باشد ودر مقابل آن مقدار گوسیپول ی

تزریق شده قرار دارد. غلضت گوسیپول در نمونه ها با توجه به نمودار درجه بندی و ضرب فاکتور رقیق سازی مناسب به ترتیب زیر محاسبه می شود:

Gossypol in samples (ppm) = (Q V. 2)/ (0.025 w)

که Q برابر است با مقدار گوسیپول تشخیص داده شده

V = حجم رقیق سازی نمونه پایانی (ml)

W = وزن نمونه (g)

۲.۱۰ محاسبهٔ برخی پارامترهای رشد وتغذیه

پارامترهای متفاوت رشد وتغذیه با استفاده از فرمول های زیر محاسبه می شوند(Hardy, 1989):

افزایش وزن(G) = W2-W1

ضریب تبدیل غذایی (FCR) = R / افزایش وزن

میزان رشد ویژه (SGR) = (ln W 2 – ln W1 /t) × 1

افزایش وزن روزانه (DWG) = (W2 – W1)/t

نسبت کارایی پروتئین (PER) = (W2-W1)/R × P

درصد افزایش وزن (PWG) = (W2-W1/W1) ×100

عامل وضعیت (CF) = [W2/ (L2)3] ×100

میزان رشد (GR) = (W2-W1) /W1

W1 = وزن اولیه بدن (g)

W2 = وزن نهایی بدن (g)

t = دوره آزمایشی (روزها)

R = نسبت (کل تغذیه ها)

P = مقدار پروتئین (٪)

L2 = طول نهایی بدن (cm)

بقا ٪ = ۱۰۰*تعداد کل / تعداد مرگ ومیر

۲.۱۱ طراحی آزمایش

بررسی آماری با طرح کاملا تصادفی (CRD) برای این آزمایش انجام شد. ۶ جیره غذایی هر یک با ۳ تکرار مورد آزمایش قرار گرفت.

۲.۱۲ جمع آوری اطلاعات

ماهیانی که دارای میانگین وزنی یکسانی بودند هر دو هفته یکبار مورد آزمایش زیست سنجی قرار گرفتند. اطلاعات مربوط به مرگ ومیر، رشد و مصرف غذا نیز به طور مرتب جمع آوری گردید.

۲.۱۳ تحلیل های آماری

همه تحلیل های آماری با استفاده از نرم افزار SPSS نسخه ۶ صورت گرفت. برای مقایسه نتایج به دست آمده آزمایش آماری، به روش ANOVA و واریانس یک طرفه صورت گرفت. تست چند دامنه دانکن (Duncan) برای میانگین ها و تست LSD برای شناسایی اهمیت تفاوت بین هر جفت از ابزارهای طرح مورد استفاده قرار گرفتند. همه این تفاوت ها مهم در محدودهٔ $p<0.05$ در نظرگرفته شدند.

۳- ارزش غذایی ارقام کنجاله تخم پنبه، سویا و دیگر ترکیبات

۳.۱ مقدمه

مهمترین و گسترده ترین منابع پروتئینی استفاده شده با منشاء گیاهی، دانه های روغنی می باشند که از پس مانده های خشک شده آنها و بعد از استخراج روغن به عنوان منابع پروتئین مورد استفاده قرار می گیرند.دانه سویا، کنجاله تخم پنبه ودیگر مواد از این جمله اند.(Hertrampf and Piedad-Pascual, 2000; Stickney, 2000).

ویژگی برجسته ترکیبات غذایی سویا وکنجاله تخم پنبه، مقدار پروتئین بسیار بالای آن ها می باشد. ارزیابی منبع پروتئینی هر گیاه بعنوان مکمل یا ترکیبات غذای ماهی با بررسی ساختار و ویژگی های غذایی عمده آن شامل : الف)پروتئین خام (CP) ب) ویژگی (ساختار) آمینو اسید و ج) ضریب هضم ظاهری پروتئین برای گونه های ماهیان خاص انجام می گردد (De Silva, 1989; Hardy, 1989; Lim, 1989; Devendra, 1995).

این ارزیابی باید بتواند این موضوع را که آیا وعده غذایی استفاده شده دارای ارزش غذایی می باشد ومی تواند نقش مهمی را در جیره غذایی ماهی در سیستم های آبزی پروری متراکم ویا نیمه متراکم ایفا کند، مشخص کند.

هدف این تحقیق، تعیین مقدار ترکیب تقریبی و قابلیت هضم ظاهری پروتئین ارقام کنجاله تخم پنبه و سویا می باشد. ماهی قزل آلای رنگین کمان(*Oncorhynchus mykiss*) به عنوان ماهی آزمایشی برای تعیین قابلیت هضم پروتئین ظاهری (APD) به کار می رود.

۳.۲ مواد و روش ها

۳.۲.۱ تعیین ترکیب تقریبی

تجزیه و تحلیل ترکیب تقریبی با استفاده از روش AOAC استاندارد که در بخش ۳ با جزییات توضیح داده می شود، انجام گردید(AOAC, 1995). رطوبت با خشک کردن نمونه ها در اجاق (کوره) در دمای ۱۰۵ درجه سانتی گراد به دست آید تا به یک وزن پایدار برسد و مقدار پروتئین خام (CP) به طور غیرمستقیم و با تحلیل نیتروژن کل به دست آمد. (CP= N× ۶/۲۵)

لیپید خام با استخراج لیپید به همراه دی اتیل اتر برای مدت شش ساعت در یک دستگاه سوکسله، تعیین گردید. مقدار خاکستر با توجه به قرار دادن ماده مورد آزمایش در ظرف چینی و قرار دادن آن در کوره استردار در

دمای ۵۵۰ درجه سانتی گراد طی مدت ۴ ساعت، مشخص می گردد. مقدار فیبر با استفاده از روش هضم اسیدی تعیین می شود. همه این تجزیه تحلیل ها سه بار انجام شد.

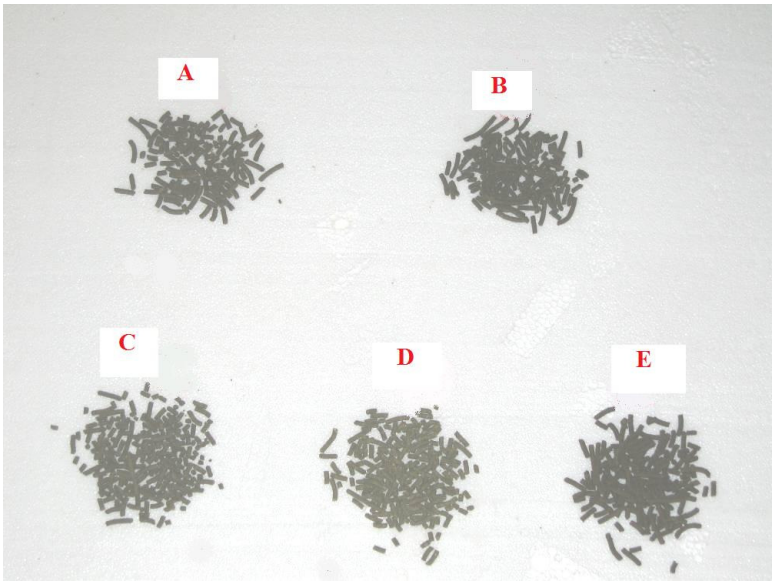
۳.۲.۲ بررسی قابلیت هضم

پنج جیره غذایی آزمایشیآماده شده با ۱ ٪ Cr2O3 ، ۲٪ از موادمعدنی قبل از مخلوط (روی، آهن، منگنز، مس، ید، کبالت وسلنیم)، ۲٪ از مواد ویتامینی قبل از مخلوط (ویتامین های A,D3,K,E، ریبوفلاوین، پیریدوکسین، پانتوتنیک اسید، نیکوتینیک اسید، فولیک اسید، بیوتین، ویتامین B12، ویتامین C و کولین)، ترکیب شدند. جیره غذایی شماره ۱ بعنوان جیره غذایی مرجع مورد استفاده قرار گرفت(جدول ۶) و بعنوان یک کنترل کننده درونی به همراه کرومیک اسید(۱٪) که نشانگر هضم محسوب می شد، به کار گرفته شد(Temesgen, 2004). جیره های غذایی۲ و۳ فرمول بندی شده به ترتیب از ۷۰ درصد جیره غذایی مرجع و ۳۰ درصد از کنجاله تخم پنبه پاک و سویا، همانطوری که توسط چو و سلینگر (۱۹۷۹) توضیح داده شد، استفاده گردید. جیره های غذایی به طور مکانیکی با آب مقطر مخلوط شد(30 g/ 100 g مخلوط جیره غذایی) و با استفاده از دستگاه رشته سازی به شکل گلوله درآمد. بعد از اینکه به شکل گلوله درآمدند، همه جیره های غذایی توسط هوا برای مدت ۴۸ ساعت خشک می شوند و سپس در دمای اتاق نگهداری می شوند تا زمانی که مورد استفاده قرار بگیرند. شکل ۶ گلوله های آزمایشی(تجربی) را نشان می دهد. هر جیره غذایی دارای سه تکرار بود.

جدول ٦ : ترکیب جیره غذایی مرجع

ترکیبات	%
ماهی کیلکا	۵/۱۸
گلوتن گندم	۱۳/۵
ذرت	۱۷/۵
سویا	۳۱/۰
ویتامین قبل از مخلوط	۲/۰
موادمعدنی قبل از مخلوط	۲/۰
روغن سویا	۱۴/۵
اسید کرومیک	۱/۰

رژیم غذایی آزمایشی برای تحلیل قابلیت هضم آن از ۷۰ درصد جیره غذایی مرجع و ۳۰ درصد ترکیبات بررسی شده یعنی سویا و کنجاله تخم پنبه واریته پاک تشکیل می شود.

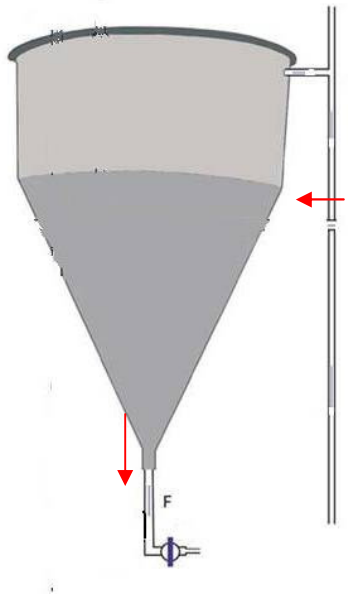


شکل ٦ : جیره های آزمایشی استفاده شده برای مطالعه بر روی

شکل ۶: جیره های غذایی A و B به ترتیب، شامل جیره غذایی مرجع و جیره های غذایی آزمایشی سویا و کنجاله تخم پنبه واریته پاک می باشند.

۱۵ مخزن ویژه آزمایشات گوارشی(هضمی) ۱۰۰لیتری (شکل ۷) که آب چشمه در آن ها با سرعت یک متر مکعب بر ثانیه جریان داشت در دمای ۱۳-۱۱ درجه سانتیگراد هر کدام حاوی تعداد۲۰ عدد ماهی دارای متوسط وزن ۵+۵۰ گرم وزن اولیه بدن در این آزمایش مورد مطالعه قرار گرفت. مخازن در فضای بسته نگهداری می شدند و نور محیط هم از میان یک سقف شیشه ای به آن ها می رسید. ماهیان به طور تصادفی به این ۵ مخزن توزیع شدند و از غذای خریداری شده تجاری (شرکت چینه،تهران،ایران) قبل از اینکه با جیره های غذایی آزمایشی تغذیه کنند، برای مدت ۱ هفته به عنوان غذای سازشی تغذیه کردند (هاژن وهمکاران، ۱۹۹۳). بعد از آن و طی آزمایش، ماهیان به میزان ۲ ٪ (بر اساس وزن بدن) از جیره های غذایی آزمایشی در طول روز و ۲ با در

روز ،۹ صبح و ۵ عصر استفاده کردند و تمامی غذاهای خورده نشده، یک ساعت بعد از هر تغذیه از سیفون رد و خارج می شدند.



شکل ۷ : یک ساختار معمولی برای جریان عبوری در مخزن های گوارشی. فلش ها جهت جریان آب را در آب شیرین و فضولات (پس مانده ها)F نشان می دهند.

فضولات (رشته ها سبزرنگ) دوبار در روز(۸:۳۰ و ۲۰:۳۰) درست قبل از هر تغذیه، جمع آوری و باهم مخلوط می شدند و برای مدت ۳-۴ ساعت خشک می گردیدند. فضولات خشک شده سپس در دمای منفی ۲۰ درجه سانتیگراد نگهداری می شدند تا در موقع لازم آنالیز شوند. آزمایش تا ۳ هفته به طول انجامید. مقدار پروتئین خام جیره های غذایی و فضولات با استفاده از روشی که در بخش ۳ توضیح داده می شود، تعیین شد. فضولات به طور مجزا مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفت تا مقادیر نسبی ماده خشک و پروتئین تعیین گردد.

ADC های جیره غذایی آزمایشی بر اساس کرومیک اسید (Cr_2O_3) که بعنوان یک شاخص غیرقابل جذب عمل می کند، محاسبه شدند.

۳.۳ نتایج

ترکیب تقریبی جیره های غذایی آزمایشی و مرجع، (٪) در جدول ۸ نشان داده شده است. مقدار پروتئین خام وناخالص انرژی برای جیره غذایی مرجع،(جیره ۱) به ترتیب ۳۵.۴ ٪ و ۱۵۱۴/۵ کیلو ژول بر ۱۰۰ گرم جیره

غذایی، محاسبه شد. مقدار پروتئین خام جیره های غذایی آزمایشی(جیره های ۲و ۳) محاسبه شدند و مقادیر آن ها به ترتیب ۳۵/۱ و ۳۴/۲ می باشد. مقدار ناخالص انرژی برای جیره های غذایی آزمایشی ۲ و۳ به ترتیب ۱۵۱۷/۲ -۱۵۱۸/۳ کیلو ژول بر ۱۰۰ گرم جیره غذایی، مشخص گردید (جدول ۳.۲).

۳.۳.۱ مقدار گوسیپول کل وآزاد

مقدار گوسیپول آزاد کنجاله تخم پنبه واریته پاک در آزمایشگاه قائدی(اصفهان، ایران) تعیین گردید و مقدار آن ۰/۰۰۳ ٪ محاسبه شد، ومقدار گوسیپول کل سویا و کنجاله تخم پنبه واریته پاک ۰/۰۰۹٪ اندازه گیری شد.

۳.۳.۲ مقدار ترکیب تقریبی جیره های غذایی آزمایشی

تحلیل شیمیایی CSMP به صورت زیر می باشد: به ترتیب، ۹۳/۳۴٪ماده خشک، ۳۶/۹٪ پروتئین خام، ۱۰/۶٪ چربی خام، ۴/۷۲٪ فیبر، و ۹۴۵ کیلو ژول در ۱۰۰ گرم انرژی (که اساس کار است) را شامل می شود. ترکیب تقریبی سویا و کنجاله تخم پنبه واریته پاک و دیگر ترکیباتی که در این تحقیق مورد تجزیه وتحلیل قرار گرفتند، در جدول ۹ نشان داده شده است.

۳.۳.۳ قابلیت هضم ظاهری پروتئین

ضریب هضم ظاهری (ADC) برای ماده خشک، چربی و پروتئین خام در سویا و کنجاله تخم پنبه واریته پاک در جدول ۱۰ آورده شده است. تفاوت های مهمی بین مقدارADC ماده خشک، پروتئین خام وچربی خام وجود دارد($P<0.05$). مقدارADC سویا از ارقام کنجاله تخم پنبه واریته پاک بیشتر است.

جدول ۸ : ترکیب تقریبی جیره‌های غذایی آزمایشی و مرجع (به صورت درصد وبراساس میانگین سه نمونه می باشد).

	جیره غذایی		
	۱	۲	۳
پروتئین خام(%)	۳۵/۴	۳۵/۱	۳۴/۲
رطوبت(%)	۱۱/۵	۱۰/۸	۱۱/۲
چربی خام(%)	۹	۹/۴	۹/۹
فیبر خام(%)	۴/۹	۶/۲	۹/۷
خاکستر(%)	۱۲/۱	۱۴/۵	۱۴/۹
NFE (%)	۲۷/۱	۲۴	۲۰/۱
DM (%)	۸۸/۵	۸۹/۲	۸۸/۸
GE(KJ/100g)	۱۵۱۴/۵	۱۵۱۸/۳	۱۵۱۷/۲

جیره غذایی ۱ شامل جیره غذایی مرجع می باشد وجیره های غذایی ۲ و ۳ فرمول بندی شدند و از ۷۰ ٪ جیره مرجع و به ترتیب از ۳۰ ٪ سویا و کنجاله تخم پنبه واریته پاک استفاده می کنند.

جدول ۹ : ترکیب تقریبی CSMP, SBM و دیگر ترکیبات (٪ بر اساس تغذیه)

ترکیبات٪	کنجاله تخم پنبه پاک	گلوتن گندم	سویا	ذرت	ماهی کیلکا
پروتئین خام	۳۶/۹۰	۶۹/۳۴	۴۲/۱۰	۸/۵۰	۶۰/۷۰
چربی خام	۱۰/۶۰	۱/۵۸	۳/۱۵	۳/۰۶	۱۰/۳۵
فیبر	۴/۷۲	۲/۸۵	۵/۵۸	۲/۱۴	۰/۹۶
خاکستر	۹/۱۴	۳/۵۵	۵/۱۶	۱/۴۰	۱۵/۷۰
NFE	۳۱/۹۸	۱۳/۴۸	۳۴/۰۱	۷۲/۷۶	۴/۲۱
رطوبت	۶/۶۶	۹/۲	۱۰	۱۲/۱۴	۸/۰۸
انرژی ناخالص کیلو ژول بر ۱۰۰ گرم	۹۴۳	۱۵۱۲	۹۴۵	۱۴۲۸	۱۵۹۶
DM	۹۳/۳۴	۹۰/۸	۹۰	۸۷/۸۶	۹۱/۹۲

جدول ۱۰ : قابلیت هضم پروتئین ظاهری، ماده خشک و چربی (٪)
ارقام متنوع کنجاله تخم پنبه و سویا

قابلیت هضم(%)	کنجاله تخم پنبه	سویا
ماده خشک	۶۲/۷±۰/۳^{b}	۶۹/۲±۰/۴^{a}
پروتئین خام	۸۲/۴±۰/۳^{a}	۸۷/۳±۰/۴^{a}
چربی خام	۶۶/۶±۰/۴^{b}	۷۸/۵±۰/۶^{a}

مقادیر میانگین در ردیف های با حروف مشابه از لحاظ آماری متفاوت نیستند($p>0.05$).

۳.٤ بحث

محاسبهٔ ضریب قابلیت هضم ترکیبات غذایی، درکی را در زمینهٔ مصرف مواد غذایی به وجود می آورد و جایگزینی های دقیق تر ترکیبات غذایی را برای جیره های غذایی طراحی شده برای گونه‌های ماهیان هدف مقدور می سازد. قابلیت هضم مواد غذایی با توجه به ترکیبات استفاده شده تغییر می کند. اینطور گزارش شده است که ماهیان گوشت خوار تمایل به استفادهٔ بیشتر از ماده خشک حیوانی به نسبت محصولات گیاهی دارند(Cho et al., 1982; Sullivan and Reigh, 1995). تحقیق کنونی نشان می دهد که مقدار ADC مواد غذایی در کنجاله تخم پنبه واریته پاک با آنهایی که توسط چنگ وهاردی (۲۰۰۲) ودیگر وعده های غذایی دانه روغنی گزارش شده بود، قابل مقایسه خواهند بود(Morales et al., 1999). اگرچه، قابلیت هضم ماده خشک، پروتئین خام و چربی ارقام گوناگون کنجاله تخم پنبه کمتر از آن هایی می باشد که در وعده غذایی سویا وجود دارند، و این امر احتمالا به دلیل مقادیر فیبر بالا می باشد(Jones, 1979). میزان هضم پذیری بالای پروتئین خام در ارقام کنجاله تخم پنبه در این آزمایش، نتایج بدست آمده به وسیله ی چنگ و هاردی (۲۰۰۲) را در زمینه ی تاثیر غلظت گوسیپول کل بر کاهش قابلیت هضم پروتئین را، تأیید می کند. علاوه براین، نتایج نشان می دهند که ADC تغذیه ای مقایسه ای ارقام کنجاله تخم پنبه، با وعده غذایی دانه روغنی مانند کانولا مشابه می باشد.

تحقیق حاضر نشان می دهد که ADC بیشتر مواد غذایی در ارقام ایرانی کنجاله تخم پنبه متفاوت می‌باشد. به دلیل سطوح گوسیپول کمتر کنجاله تخم پنبه واریته پاک، ADC پروتئین خام، چربی خام و ماده خشک به طور قابل توجهی از سطوح گزارش شده بیشتر می‌باشند. نتایج به دست آمده با یافته های مباهینزیرکی و همکاران (۲۰۰۱)

مطابقت داشت، آن ها گزارش کردند که ADC پروتئین خام کاهش می یابد، زمانی که سطوح گوسیپول جیره در تغذیه گونه تیلاپیا (*Oreochromis sp.*) افزایش می یابد.

تحقیق کنونی نشان داده است که مقدارADC مواد غذایی در ارقام کنجاله تخم پنبه واریته پاک با آن هایی که در دیگر وعده های غذایی دانه روغنی نظیر کانولا وجود دارند، قابل مقایسه می باشد. چنگ وهاردی (۲۰۰۲) گزارش دادند که ACD پروتئین خام در وعده غذایی کانولا برای ماهی قزل آلای رنگین کمان ۹۴.۸ می باشد. مورالس وهمکاران (۱۹۹۹) گزارش دادند که ADC ماده خشک وپروتئین خام در وعدهی غذایی سویا برای ماهی قزل آلای رنگین کمان به ترتیب 52.8 to 81.4% و 78.7 to 88.9% می باشد. این امر در راستای یافته های تحقیق حاضر می باشد مبنی بر اینکه ADC ماده خشک، و پروتئین خام در وعده غذایی سویا به ترتیب 69.2% و 87.3% می باشد. از آنجاییکه هدف اصلی این بخش مجموعهٔ فضولات برای تعیین مقادیر ADC سویا و کنجاله تخم پنبه در تغذیه می باشد، بنابراین، ضرورتی برای محاسبه ی میزان رشد ومقدار گوسیپول ی کبد ماهی که با کنجاله تخم پنبه واریته پاک تغذیه می شود، وجود ندارد.

٤- تاثیر جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) بر روی رشد و تغذیه ماهی قزل آلای رنگین کمان

٤.١ مقدمه

تولید جهانی آبزیان پرورشی به تغذیه با کیفیت بالا و عوامل اقتصادی بستگی دارد. در طول دهه های گذشته، متخصصین تغذیه ماهی، هردو منبع پروتئینی نسبی با منشا گیاهی و حیوانی را در جیره غذایی ماهیان با جایگزینی تمام و یا قسمتی با پودر ماهی را ارزیابی کرده اند(Lim and Sessa, 1995).

در بین منابع پروتئینی با منشا گیاهی، کنجاله تخم پنبه محصول فرعی صنعت تولید روغن می‌باشد، که درگونه های ماهیان زیادی مانند تیلاپیا آزمایش شده است.

Sarotherodon mossambicus (Jackson *et al.,* 1982)
Oreochromis niloticus (Rinchard *et al.,* 2000b; Mbahinzireki *et al.,* 2001)
Ictalurus punctatus (Dorsa *et al.,* 1982; Robinson *et al.,* 1984a,b; Robinson and Brent, 1989; Robinson and Li, 1994; Robinson and Tiersch, 1995)

Oncorhynchus tshawytscha* و *O. kisutch (Fowler, 1980)

Oncorhynchus mykiss (Dabrowski *et al.,* 2000, 2001; Blom *et al.,* 2001)

از لحاظ اقتصادی، کنجاله تخم پنبه، یک جایگزین مناسب برای سویا و پودر ماهی می باشد. کنجاله تخم پنبه، به طور گسترده در دسترس می باشد. این ماده در مرتبه دوم بین پروتئین های گیاهی تولید شده در آمریکا قرار دارد(Robinson and Li, 1995). از لحاظ تغذیه ای، کنجاله تخم پنبه، شامل سطوح بالایی از پروتئین می باشد (Forster and Cahloun, 1995)که برای ماهیان نیز بسیار خوشمزه است(Robinson and Li, 1995). اگرچه، حضور گوسیپول؛(گوسیپول پلی فنولیک زرد رنگ یافت شده در کل گیاه پنبه) و سطح پایین لیزین، استفاده از آنرا در ساختار جیره غذایی برای حیوانات تک معده ای، محدود می کند.

ارقام کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) اخیرا در صنعت کشاورزی ایران معرفی شده است. مطالعات اولیه که در این تحقیق بدست آمد، نشان داده اند که درصد گوسیپول آزاد(FG) این ارقام ۰.۰۰۳می باشد. درصد گوسیپول کل(TG) نوع ساختگی با تخم پنبه ۰.۰۰۹ محاسبه شد. تولید این نوع کنجاله تخم پنبه در ایران بیشتر از ۵۰۰۰۰۰ تن در سال ۲۰۰۴ بوده است (وزارت کشاورزی ایران، ۲۰۰۴). اما هیچ گزارشی درگذشته درمورد استفاده بالقوه از محصول فرعی دانه های روغنی تطبیق پذیر و چند منظوره که بعنوان منبع پروتئینی گیاهی در جیره غذایی

ماهیان می باشد، وجود ندارد. هدف این تحقیق، تعیین امکان استفاده ازکنجاله تخم پنبه پاک و سطح جایگزینی مطلوب آن با سویا در جیره غذایی ماهی قزل آلای رنگین کمان می باشد.

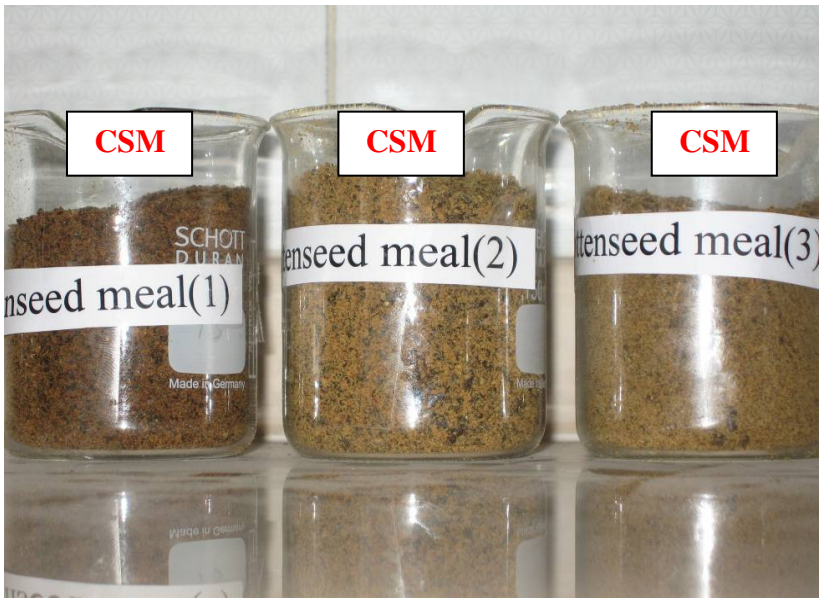
٤.٢.١ تهیه جیره غذایی

شش جیره غذایی آزمایشی ارقام کنجاله تخم پنبه پاک با سطوح جاگزینی ۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ به جای سویا در جیره های غذایی در نظر گرفته شدند(جدول ۱۱). جیره های غذایی آزمایشی، کالری های یکسانی داشتند و بر اساس نیاز های ماهی قزل آلای رنگین کمان تنظیم شده بودند. (۳۵٪ پروتئین خام (CP) و ۱۵۱۲ کیلو ژول در ۱۰۰ گرم انرژی ناخالص، (NRC,1989). جیره غذایی شماره ۱ بعنوان جیره کنترل استفاده شد. تمامی جیره های غذایی با استفاده از یک چرخ گوشت (mm ۵ جیره غذایی) به شکل گلوله های کوچکی درآمدند و با استفاده از یک اجاق خشک کن آزمایشگاهی (Memmert 854) در دمای ۵۰ درجه سانتی گراد برای مدت ۲۴ ساعت خشک شدند. تجزیه وتحلیل تقریبی برای هر دو نوع ترکیبات وجیره های غذایی انجام شد. شکل ۸ ارقام کنجاله تخم پنبه پاک استفاده شده در این تحقیق را نشان می دهد.

جدول ۱۱ : جیره های غذایی تنظیم شده برای جایگزینی سویا با وعده غذایی کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) (٪ عامل تغذیه)

ترکیبات	جیره های غذایی					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
ذرت	۱۷/۵	۱۶/۵	۱۶/۳	۱۵/۶	۱۵/۱	۱۴/۶
سویا	۳۱	۲۴/۸	۱۸/۶	۱۲/۴	۶/۲	۰/۰
کنجاله تخم پنبه پاک	۰/۰	۶/۲	۱۲/۴	۱۸/۶	۲۴/۸	۳۱
کیلکا	۱۸/۵	۲۰	۱۹/۵	۲۰	۲۰	۲۰
گلوتن گندم	۱۳/۵	۱۲/۷	۱۳/۶	۱۳/۸	۱۴/۳	۱۴/۸
روغن سویا	۱۴/۵	۱۴/۶	۱۴/۶	۱۴/۶	۱۴/۶	۱۴/۶
مکمل ها	۵	۵	۵	۵	۵	۵
پروتئین خام	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵	۳۵
انرژی خالص(کیلو ژول بر ۱۰۰ گرم	۱۵۱۲	۱۵۱۲	۱۵۱۲	۱۵۱۲	۱۵۱۲	۱۵۱۲

* جیره های غذایی ۱،۲،۳،۴،۵،۶ به ترتیب شامل ۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) می باشد. منظور از مکمل های Roche (۱/۱) در کیلوگرم جیره غذایی به این شکل فراهم شده است: مخلوطی از مواد معدنی کم مقدار (روی ۰.۱۳۳ mg ، آهن ۰.۶ mg ، منگنز ۰.۸۳۵ mg ، مس ۰.۰۴۶ mg ، ید ۰.۰۰۱ mg ، کبالت ۰.۵۵۸ mg ، سلنیم ۰.۰۵ mg) و مخلوطی از ویتامین ها (vitamin A, 2646 IU; D3, 221 IU; K, 0.08 mg; E, 66.1 IU; riboflavin, 13.2 mg; pyridoxine, 4.42 mg; panthothenic acid, 22.1mg; nicotinic acid, 61.7 mg; folic acid, 1.76 mg; biotin, 0.31 mg; vitamin B12, 13 µg; vitamin C, 558mg; choline chloride, 33 mg;)



شکل ۸: انواع کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP)

٤.٢.٢ حیوانات مورد آزمایش

آزمایش در یک مزرعه پرورشی ماهی قزل آلا(مزرعه سرشار) واقع در تنکابن، ایران انجام شد. برای هر آزمایش، ۵۴۰ ماهی قزل آلای رنگین کمان (با وزن متوسط اولیه ی ۵ ± ۵۰ گرم) که از همان دسته انتخاب شده اند، به ۱۸ مخزن فایبرگلاس مدور منتقل می شدند(۳۰ ماهی در هر کدام) و با خوراک های (جیره های غذایی) ماهی قزل آلای رنگین کمان تجاری خریداری شده از شرکت فرآورده های غذایی ماهی، تغذیه

گردیدند(شرکت چینه، تهران ایران)، تا بتوانند برای مدت ۲ هفته با شرایط جدید سازگار باشند. جیره های غذایی آزمایشی نشان داده شده، از روز ۱۵ به بعد مورد استفاده قرار می گیرند.

٤.٢.٣ سیستم پرورش ماهی

برای هر آزمایش، ۱۸ مخزن فایبرگلاس، (۱۰۰لیتری) (شکل ۹) که در آن ها آب چشمه با سرعت ۱ متر مکعب در ثانیه و دمای ۱۳-۱۱ درجه سانتیگراد جریان داشت مورد استفاده قرار گرفت. دمای آب چشمه، اساسا بدون هیچگونه تغییری و یا تغییر کمی(۲ درجه سانتیگراد) پایدار بود. مخازن در محیط بیرون نگهداری می شدند، و هر جیره غذایی به طور تصادفی در ۳ مخزن به عنوان سه تکرار کار گرفته شد.

شکل ۹ - هیجده مخزن فایبرگلاس استفاده شده برای هر آزمایش

٤.٢.٤ تغذیه

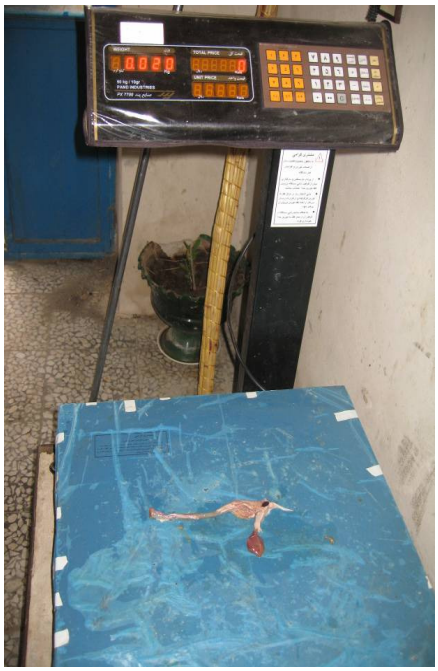
برای این آزمایش، شش جیره غذایی آزمایشی به شکل گلوله در آمده با کالری های یکسان، تنظیم شده اند تا به جایگزینی سویا (SBM) با کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) در مقادیر ۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪ دست مورد استفاده قرار گیرند. ماهیان با جیره های غذایی آزمایشی(بر اساس ۲٪ وزن بدن) ۳ بار در یک روز (ساعت های

۸، ۱۳ و ۱۹) برای مدت ۸ هفته تغذیه شدند. مقدار غذایی که به طور روزانه باید به هر مخزن اختصاص داده می شد، بر اساس میزان مرگ و میر و تغییر در وزن متوسط ماهی تنظیم شد. با استفاده از عمل بیهوشی MS222 ، 100) (ppm ، نمونه برداری از وزن بدن واندازه گیری طول کل ماهی هردو هفته انجام گردید. ماهیان ۲۴ ساعت قبل از نمونه برداری چیزی نمی خورند(گرسنه می مانند). هر مخزن هر روز برای بررسی میزان مرگ ومیر ماهی، چک می شد و مکررا تمیز می شد. اندازه گیری وزن وطول ماهی هر دو هفته انجام شد(شکل ۱۰).

شکل ۱۰: نحوه اندازه گیری طول ماهی

در پایان آزمایش، ۳ ماهی از هر تکرار کشته و برای آنالیز لاشه کالبد گشایی شدند(شکل ۱۱). افزایش وزن، FCR ، SGR ، DWG و بقا برآورد شدند(Hardy, 1989). گوسیپول بر اساس روش استاندارد اتحادیه شیمیدانان صنعت نفت آمریکا تعیین شد(AOCS, 1998). علاوه براین، برای هر جیره غذایی، ۳ ماهی برای تحلیل تاثیر گوسیپول بر روی کبد ماهیان، کشته شدند(شکل۱۲). تحلیل ترکیبی ماهی با استفاده از روش AOAC اندازه گیری شد(۱۹۹۵).

شکل ۱۱ : ماهی بعد از انجام آزمایش، کشته و برای آنالیز کبد و ترکیب بدن کالبد گشایی شدند



شکل ۱۲ : نمونه کبد ماهی برای آنالیز گوسیپول

٤.٣ نتایج

٤.٣.١ ترکیب جیره های غذایی

نتایج ترکیب تقریبی جیره غذایی (٪) استفاده شده در سه آزمایش جداگانه، در جدول ۱۲ نشان داده شده اند. همه جیره های غذایی با سطوح جایگزینی های مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه پاک، کالری های یکسانی

داشتند(۱۵۱۲ کیلو ژول بر ۱۰۰ گرم) و تقریبا از ۳۵٪ پروتئین خام تشکیل می شدند. مقدار ماده خشک همه جیره های غذایی در محدوده ی ۹۲٪ تا ۹۵٪ بود. مقدار چربی خام جیره های غذایی کنجاله تخم پنبه ای در محدوده ی ۸ تا ۱۰٪ بود. مقدار فیبر در بین آزمایشات وجیره های غذایی مختلف متغیر و در محدوده ی ۹ تا ۱۱٪ برای جیره های غذایی کنجاله تخم پنبه ای بود.

جدول ۱۲ : ترکیب تقریبی جیره شاهد(جیره غذایی۱) وجیره های غذایی کنجاله تخم پنبه ای(جیره های ۲تا٦)

	جیره های غذایی					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
پروتئین خام	۳۴/۸۷	۳۴/۷۷	۳۴/۶۵	۳۴/۷۸	۳۵/۹۳	۳۴/۷۵
چربی خام	۸/۵۵	۸/۷۹	۹/۲۵	۹/۴۹	۹/۹۸	۱۰/۲۳
فیبر	۹/۲۸	۹/۵۱	۹/۸۸	۱۰/۱۷	۱۰/۳۳	۱۰/۷۸
خاکستر	۱۵/۳۶	۱۵/۸۷	۱۵/۱۳	۱۶/۲۱	۱۶/۲۵	۱۶/۴۲
NFE	۲۵/۹۴	۲۴/۸۶	۲۵/۲۹	۲۳/۱۵	۲۱/۰۱	۲۰/۰۲
انرژی ناخالص(کیلو ژول بر ۱۰۰ گرم)	۱۵۱۷	۱۵۱۹	۱۵۲۳	۱۵۱۴	۱۵۲۲	۱۵۱۶
DM	۹۴	۹۳/۸	۹۴/۲	۹۳/۸	۹۳/۵	۹۲/۲

جیره های غذایی ۱و۲و۳و۴و۵و۶ به ترتیب دارای ۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪کنجاله تخم پنبه پاک می باشند

٤.۳.۲ میزان غذای مصرفی

اگرچه، ماهیان بعضی از اوقات به صورت کم اشتها مشاهده می شدند ولی تمامی جیره های غذایی به شدت مصرف شدند. فقط در زمان کم اشتهایی علاقه کمی را برای تغذیه نشان می دادند، واین امر زمانی اتفاق می افتاد که یک بارش مداوم اتفاق میافتد و به دنبال آن هوا ابری می شد.

٤.۳.۳ بقا

در هر مطالعه جداگانه، و برای تمام آزمایشات، میزان بقا بیشتر از ۹۸٪ بود.

٤.٣.٤ رشد ومصرف غذا

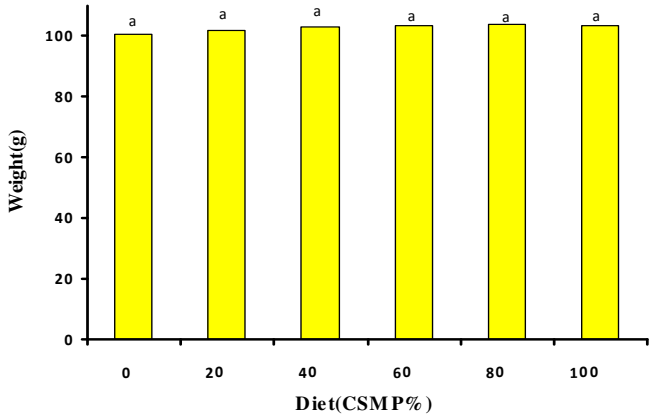
فاکتور های رشد، یعنی افزایش وزن، طول کل، FCR, SGR, PER, DWG, PWG, GR و CF ماهی، به همراه سطوح مختلف جیره های غذایی کنجاله تخم پنبه در جدول ۱۳ نشان داده شده است.

جدول ۱۳ : وزن اولیه متوسط، وزن نهایی، افزایش وزن، طول کل، FCR, SGR, PER, DWG,PWG, CF و درصد بقا برای ماهی قزل آلای رنگین کمان تغذیه شده با جیره های غذایی حاوی کنجاله تخم پنبه مختلف برای یک دوره هشت هفته ای (مخزن3=n)

	جیره های غذایی					
	۱	۲	۳	٤	٥	٦
وزن اولیه (g)	۴۷/۷^{a}	۴۹/۱^{a}	۴۹/۲^{a}	۴۸/۲^{a}	۴۹/۲ ^{a}	۴۷/۷ ^{a}
وزن نهایی (g)	۱۰۰/۶^{a}	۱۰۲	۱۰۲/۹^{a}	۱۰۳/۳^{a}	۱۰۳/۹^{a}	۱۰۳/۴^{a}
افزایش وزن (g)	۵۲/۹^{a}	۵۲/۹^{a}	۵۳/۷^{a}	۵۵/۱^{a}	۵۴/۷^{a}	۵۵/۷^{a}
طول کل (cm)	۲۰/۳^{a}	۲۰/۳^{a}	۲۰/۳^{a}	۲۰/۴^{a}	۲۰/۴^{a}	۲۰/۴^{a}
FCR	۱/۲۸^{bc}	۱/۳۱^{a}	۱/۳۱^{a}	۱/۲۷^{bc}	۱/۲۹^{b}	۱/۲۵^{c}
SGR(%)	۱/۲۶^{a}	۱/۲۱^{a}	۱/۲۳^{a}	۱/۲۶^{a}	۱/۲۵^{a}	۱/۲۸^{a}
PER	۱/۲۵^{a}	۱/۲۳^{a}	۱/۲۶^{a}	۱/۲۷^{a}	۱/۲۷^{a}	۱/۲۸^{a}
DWG(g/d)	۰/۹۰^{a}	۰/۸۸^{a}	۰/۸۹^{a}	۰/۹۱^{a}	۰/۹۱^{a}	۰/۹۱^{a}
PWG %	۱۱۳/۲^{a}	۱۰۷/۷^{a}	۱۰۹/۳^{a}	۱۱۴/۱^{a}	۱۱۱/۴^{a}	۱۱۶/۷^{a}
CF (%gcm3)	۱/۲۱۷^{a}	۱/۲۱۰^{a}	۱/۲۲۱^{a}	۱/۲۲۳^{a}	۱/۲۱۳^{a}	۱/۲۱۷^{a}
بقا ٪	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۹۹	۱۰۰	۱۰۰

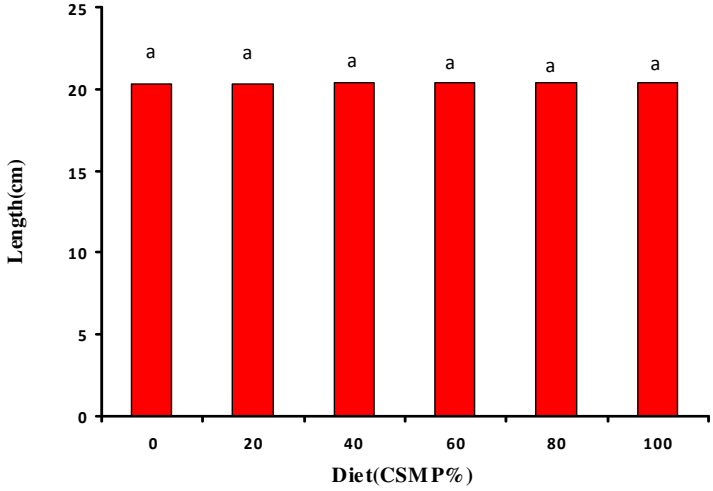
مقادیر متوسط در ردیف های با حروف های یکسان از لحاظ آماری متفاوت نمی باشند($p>0.05$).

رابطه بین فاکتورهای رشد و سطوح مختلف دربرگیرنده کنجاله تخم پنبه در شکل های ۱۳ تا ۲۰ آورده شده است. وزن نهایی متوسط از محدوده ۱۰۰/۶ گرم برای جیره غذایی ۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه) تا۱۰۳/۹ گرم برای جیره غذایی ۵ (۸۰٪ کنجاله تخم پنبه) می باشد. اگرچه تفاوت ها آماری نبودند($p>0.05$) (شکل۱۳).



شکل ۱۳ : رابطهٔ بین وزن نهایی ماهی و سطوح مختلف جایگزینی سویا (SBM) با کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP). هیچ تغییر آماری (p> 0.05) در بین سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک مشاهده نشده است.

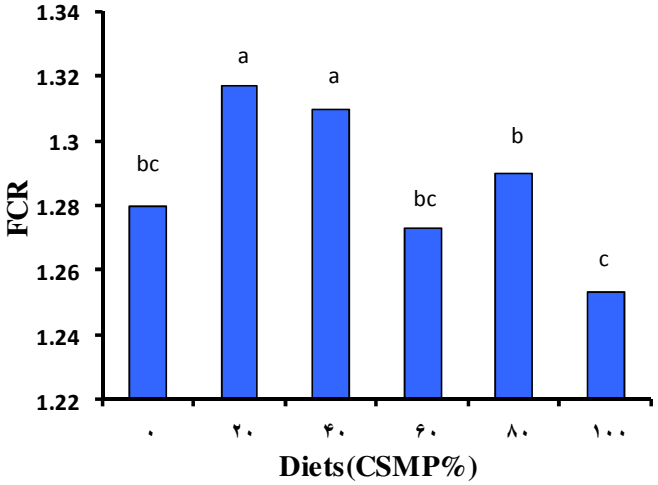
میانگین طول کل ماهی برای آزمایش های ۱،۲و۳، cm ۲۰/۳ بوده و برای آزمایش های دیگر cm ۲۰/۴ بوده است وتفاوت ها از نظر آماری مهم نمی باشند (p>0.05) و(جدول ۱۳ وشکل ۱۴).



شکل ١٤ : رابطه بین طول کل ماهی و سطوح مختلف جایگزینی سویا (SBM) با کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) هیچ تغییر آماری (p> 0.05) بین سطح جایگزینی مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه مشاهده نشده است.

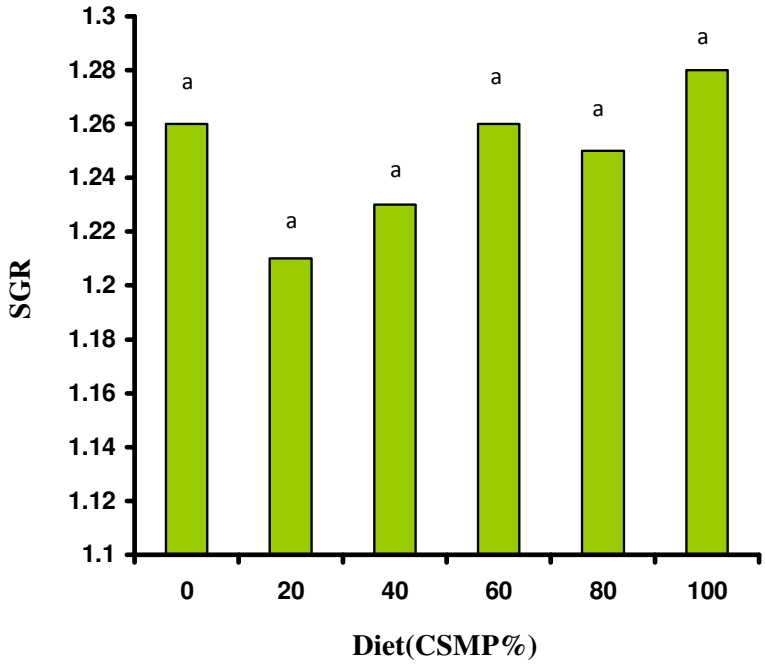
مطلوب ترین FCR زمانی مشاهده شد که سطوح در برگیرنده بالایی از کنجاله تخم پنبه پاک (CSMP) به کار گرفته شد (جیره غذایی ۶ ، ۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه پاک CSMP) (جدول ۱۳).

علاوه براین، FCR حاصله، به طور قابل توجهی در بین جیره های غذایی ۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه ، ۸۰٪ ۴۰ و ۲۰٪ متفاوت می باشد. ($p>0.05$) جیره غذایی شماره ۲، (۲۰٪ کنجاله تخم پنبه پاک) به بیشترین مقدار FCR محاسبه شده در بین همه جیره های غذایی آزمایش شده، منجر می شود (شکل ۱۵).



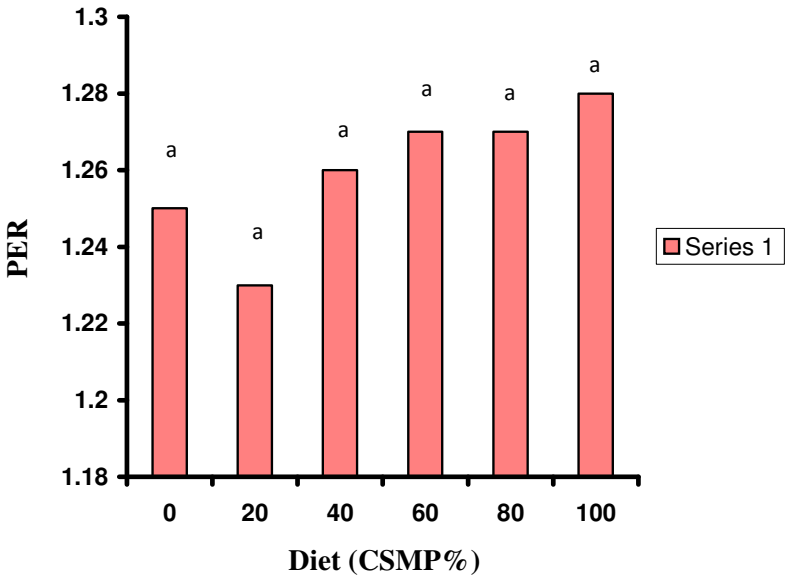
شکل ۱۵: رابطهٔ بین FCR و سطوح جایگزینی مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه پاک. تفاوت های آماری ($p<0.05$) در بین سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک مشاهده شده است. بهترین مقدار FCR زمانی بدست می آید که وعده غذایی سویا به طور کامل با وعده غذایی کنجاله تخم پنبه پاک جابجا شوند.

میزان رشد ویژه (SGR) در محدوده بین ۱.۲۱ تا ۱.۲۸٪ می باشد (جدول ۱۳). زمانی که سویا با کنجاله تخم پنبه پاک در مقادیر ۲۰ تا ۱۰۰٪ جابجا شدند، هیچ تغییر آماری در SGR به وجود نیامد($p>0.05$) (شکل۱۶) اگرچه، از لحاظ عددی جیره غذایی ۶ (۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه پاک) بالاترین SGR را نشان داد (۱.۲۸٪).



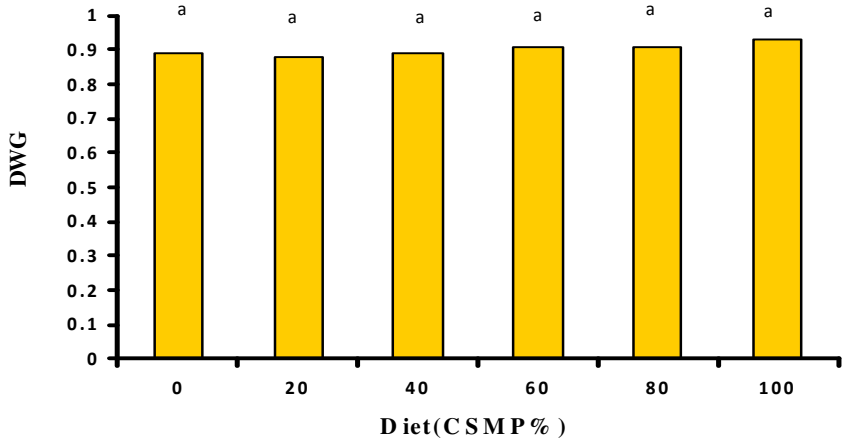
شکل ١٦ : رابطه بین SGR و سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک را نشان می دهد . هیچ نوع تغییرات آماری (p>0.05) در بین سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک وجود نداشته است. از لحاظ عددی، ١٠٠٪ کنجاله تخم پنبه واریته پاک بالاترین مقدار SGR را بدست داد.

PER در محدوده ی بین ۱.۲۳ (برای جیره غذایی ۲) و ۱.۲۸ (برای جیره غذایی ۶) قرار دارد. در بین ۶ جیره غذایی آزمایش شده، هیچ نوع تغییرات آماری (p>0.05) بین سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک مشاهده نشد (جدول ۱۳ و شکل ۱۷).

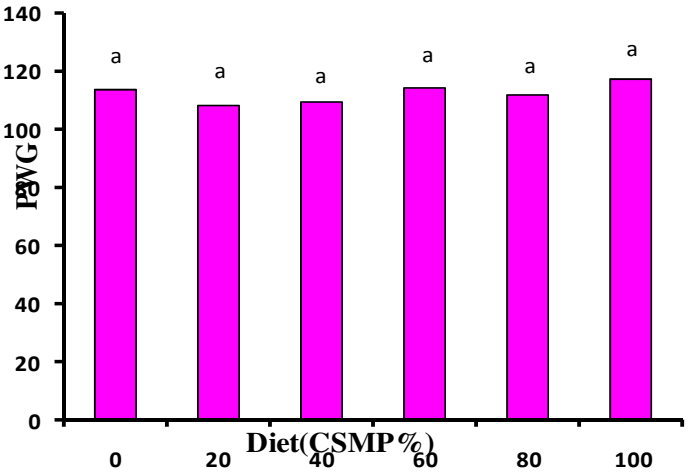


شکل ۱۷ : رابطه بین PER و سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک را نشان می دهد. هیچ تغییر آماری در بین سطوح جایگزینی مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه پاک بدست نیامد (p> 0.05). از لحاظ عددی، ۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه پاک به بالاترین مقدار PER منجر شد.

DWG و PWG به ترتیب بین محدوده ۰/۹۲-۰/۸۸ گرم و ۱۱۶/۷-۱۰۷/۷٪ اندازه گیری شدند. به طور مشابه، جیره غذایی ۲، کمترین PWG را حاصل نمود (شکل های ۱۸و۱۹).

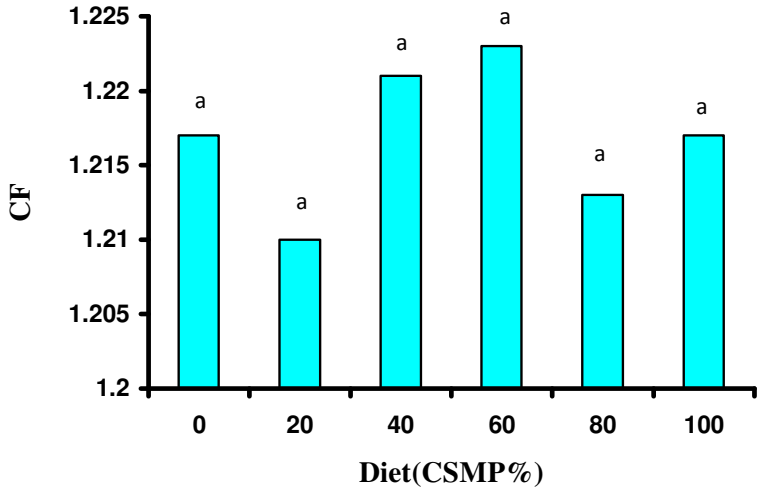


شکل ۱۸ : رابطه بین DWG و سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک. هیچگونه تغییرات آماری در بین سطوح جایگزینی مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه پاک بدست نیامد(p>0.05).



شکل ۱۹: رابطه بین PWG و سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک. هیچگونه تغییرات آماری در بین سطوح جایگزینی مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه پاک مشاهده نشد(p>0.05).

CF در محدوده ۱/۲۲۳-۱/۲۱۰ گرم بر سانتیمتر مکعب محاسبه شد. در بین شش جیره غذایی آزمایش شده، هیچگونه تغییرات آماری در بین سطوح جایگزینی مختلف سویا با کنجاله تخم پنبه پاک بدست نیامد(p>0.05) (جدول ۱۳ ، شکل ۲۰).



شکل ۲۰ : رابطه بین عامل وضعیت (CF) و سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک .هیچ نوع تغییرات آماری (p>0.05) بین سطوح مختلف جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک مشاهده نشد.

٤.٣.٥ ترکیب تقریبی کل بدن ماهی و آنالیز کبد

در پایان هر آزمایش، ترکیب تقریبی کل بدن ماهی و غلظت گوسیپول کل (TG) در کبد، در نمونه های موردنظر اندازه گیری شد(۳ نمونه برای هر آزمایش جیره غذایی). هیچ گوسیپولی در بین نمونه های کبد ماهیانی که توسط جیره غذایی عامل کنترل در این آزمایش، تغذیه شده اند، یافت نشد(جیره غذایی شماره ۱).

٤.٣.٥.١ جیره های غذایی بر مبنای کنجاله تخم پنبه واریته پاک

جدول ۱۴ ترکیب تقریبی کل بدن ماهی را زمانی که جیره های غذایی کنجاله تخم پنبه ای پاک تغذیه می شدند، نشان می دهد. آزمایشات تجربی دربرگیرنده سطوح مختلف جایگزینی وعده غذایی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک (۰٪، ۲۰٪، ۴۰٪، ۶۰٪، ۸۰٪ و ۱۰۰٪) ، به هیچ نوع تغییر قابل ملاحظه ای در اجزای اصلی کل بدن ماهی؛ یعنی رطوبت، پروتئین خام، چربی وخاکستر منجر نمی شود. نتایج حاصل از آنالیزکبد نشان می دهند که سطوح گوسیپول کل به ترتیب در مقادیر ۱۱۹/۳، ۱۱۲/۲، ۸۵/۴، ۷۸/۵، ۱۲۷/۲ میلی گرم بر کیلو گرم (براساس وزن مرطوب) برای ماهیان تغذیه شده با جیره های غذایی ۲-۶ می باشند. هیچ گوسیپول ای در بین نمونه های کبد ماهیانی که توسط جیره غذایی عامل کنترل تغذیه شده اند، یافت نشد.

جدول ١٤ : ترکیب تقریبی کل بدن ماهی (٪، بر اساس وزن خالص)

عنوان	جیره های غذایی					
	١	٢	٣	٤	٥	٦
رطوبت	۷۲/۶±۰/۱	۷۲/۲±۰/۱	۷۲/۱±۰/۳	۷۲/۵±۰/۲	۷۲/۹±۰/۱	۷۳/۱±۰/۱
پروتئین خام	۱۳/۸±۰/۵	۱۳/۷±۰/۶	۱۳/۷±۰/۶	۱۳/۶±۰/۱	۱۳/۷±۰/۵	۱۳/۹±۰/۷
چرب یخام	۱۰/۸±۰/۹	۱۱/۱±۰/۳	۱۲/۳±۰/۶	۱۱/۹±۰/۱	۱۲/۴±۰/۶	۱۲/۶±۰/۴
خاکستر	۲/۲±۰/۲	۲/۴±۰/۱	۱/۸±۰/۳	۱/۶±۰/۱	۱/۵±۰/۱	۱/۶±۰/۱

٤.٤ بحث

٤.٤.١ رشد و مصرف تغذیه

بطور کلی، از اهداف اولیهٔ این پروژه، استفاده از کنجاله تخم پنبه، علیرغم مقدار گوسیپول آن، سطوح پایین لیزین ومتیونین و همچنین سطوح فیبر خام بالای آن، بعنوان منبع پروتئینی در تغذیهٔ ماهیان آن بود. گوسیپول (gossypol)، گوسیپول ماده اصلی کنجاله تخم پنبه می باشد که برای بعضی از حیوانات (Colin-Negrete et al., 1985)، انسان ها (Qian *et al.,* 1984)، و ماهیان (Herman, 1970; Rinchard *et al.,* 2000; Dabrowski et al., 2000) سمی می باشد. تحقیقات زیادی وجود دارد که در آن ها، کنجاله تخم پنبه علیرغم کم بودن مقدار لیزین آن و حضور گوسیپول، بعنوان یک منبع پروتئینی در جیره های غذایی برای گونه های ماهیان گرم آبی (Robinson and Daniels, 1987; Robinson and Brent, 1989 and Robinson, 1991) و ماهیان سرد ابی (Herman, 1970; Fowler, 1980 and Blom *et al.,* 2001) استفاده شده است،. (Barros *et al.,* 2002; Cheng and Hardy, 2002) رابینسون وبرنت (۱۹۸۹) در یک بررسی ۱۳۲ روزه، از کنجاله تخم پنبه در سطوح دربرگیرنده ۰٪، ۱۰٪ و ۲۰٪ در تغذیه گربه ماهی دریایی، استفاده کردند. نتایج آنها نشان داد که ماهیانی که از جیره های غذایی دارای ۱۰٪ و۲۰٪ کنجاله تخم پنبه استفاده کردند، دارای مقادیر مشابهی از FCR،WG و میزان بقا، در مقایسه با ماهیانی که از جیره غذایی که ۰٪ کنجاله تخم پنبه(گروه شاهد=۴۴.۷٪ سویا) استفاده کردند، بود. سطوح گوسیپول آزاد در فیله ماهیان، پایین تر از حد قابل انتظار بود. بنابراین، گزارش شد که کنجاله تخم پنبه باید در سطوح دربرگیرنده ۱۵٪ درتغذیه گربه ماهیان، مورد استفاده قرار گیرد.

در مطالعهٔ قبلی، رابینسون و دنیلز (۱۹۸۷) استفاده از کنجاله تخم پنبه را بعنوان جایگزین کامل و یا قسمتی سویا در جیره های غذایی گربه ماهیان، بررسی کردند. آنها گزارش دادند ماهیانی که دارای جیره غذایی کنجاله تخم پنبه برای جایگزینی کامل با سویا هستند، در مقایسه با ماهیانی که از جیره غذایی سویا استفاده می کنند دارای میزان رشد، CF،FCR و بقای مشابه هستند. به طور مشابه، سطوح گوسیپول آزاد در فیله ماهیان برای ماهیانی که هردو نوع جیره غذایی کنجاله تخم پنبه ای تغذیه می کردند، پایین تر از حد قابل کشف بود،. رابینسون (۱۹۹۱) پیش از این تاثیر استفاده از مکمل لیزین را در کنجاله تخم پنبه، زمانی که به طور کامل یا قسمتی با سویا جایگزین می شود، در تغذیه گربه ماهیان دریایی، ارزیابی کرد. نتایج نشان می دهند که کنجاله تخم پنبه بدون

استفاده از مکمل لیزین می تواند جایگزین ۵۰٪ سویا شود ، و در صورت استفاده از مکمل لیزین تا ۱۰۰٪ جایگزین سویا توسط کنجاله تخم پنبه شدنی است بدون آنکه موانعی برای افزایش وزن،FCR و بقا بوجود آید.

هرمن (۱۹۷۰) گزارش داد که کاهش رشد در ماهیان قزل آلای رنگین کمان نوجوان(ماهیان سردابی) که از جیره غذایی حاوی mg ۳۰۰ گوسیپول آزاد بر کیلو گرم وزن بدن استفاده کردند صورت گرفت. بادر نظر گرفتن ماهیان آزادی که در اقیانوس آرام زیست می کنند، فولر(۱۹۸۰) استفاده کرد از هر دو وعده غذایی کنجاله تخم پنبه وسویا بعنوان منابع پروتئینی برای اینکه به صورت بخشی جایگزین پودر ماهی بشوند را در مطالعه خود انجام داد. او گزارش داد که ماهی آزاد Chinook که از ۳۴٪ کنجاله تخم پنبه تغذیه می کند، دارای رشد غده ای سریع می باشد، مانند ماهیانی که از جیره غذایی حاوی ۲۷٪ پودر ماهی تغذیه می کنند. علاوه براین، ماهی آزاد Coho که از جیره غذایی شامل ۲۲٪ کنجاله تخم پنبه تغذیه می کند، دارای رشد غده ای برابر با آن ماهیانی می باشد که از جیره غذایی شامل ۳۷٪ پودر ماهی تغذیه می کنند. این نتایج در راستای مطالعات بلوم وهمکاران (۲۰۰۱) می باشد مبنی بر اینکه ماهیان قزل آلای رنگین کمان بالغی که از جیره های غذایی تغذیه می کنند که در آن ها پنبه دانه به طور کامل با پودر ماهی جایگزین شده است، دارای میزان رشد و بقای عادی در طول مدت ۶ ماه می باشند، اما عملکرد باروری ماهی قزل آلای ماده کاهش یافت.

در تحقیق حاضر، کنجاله تخم پنبه پاک(CSMP) بعنوان یک منبع پروتئینی، با موفقیت مورد استفاده قرار گرفت تا به صورت کامل ویا قسمت با وعده غذایی سویا جایگزین شود. سطوح گوسیپول کل اندازه گیری شده تغذیه در ۱۰۰٪ جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه پاک، به ترتیب براساس وزن خالص ۹۰ میلی گرم بر کیلو گرم وزن بدن بود و مقدار گوسیپول آزاد براساس وزن خالص ۳۰ میلی گرم بر کیلو گرم بود. بهترین سطوح دربرگیرنده کنجاله تخم پنبه پاک در این آزمایش که منجر به بیشترین افزایش وزن وکمترین مقدار FCR شد، به میزان ۱۰۰٪ می باشد. واین مساله با استفاده از مقدار گوسیپول این نوع، به خوبی قابل توجیه می باشد. محدوده تحمل ماهی قزل آلای رنگین کمان نوجوان با توجه به گوسیپول کل به اندازه ۱۶۵ میلی گرم بر کیلو گرم گزارش شد (Cheng and Hardy., 2002) ، که این امر با توجه به مطالعات دیگری که به وسیله Lou et وabrowski *et al.*, (2002) al., (2006)انجام شد، تایید شد. برعکس، هرمن(۱۹۷۰) ادعا می کرد که گوسیپول آزاد به طور منفی بر روی

رشد ماهی قزل آلا در غلظت پایین تر از ۲۹۰ میلی گرم بر کیلو گرم تاثیر نمی گذارد. در تحقیق کنونی، مقدار گوسیپول کل کنجاله تخم پنبه پاک-۱۰۰٪ به اندازه۲۸ میلی گرم بر کیلو گرم محاسبه شد که این مقدار به طور قابل توجهی پایین تر از سطوح سمی گزارش شده توسط دیگر مطالعات می باشد (Herman, 1970 and Cheng and Hardly, 2002).

در مطالعهٔ انجام شده توسط (Yildirim *et al.*, 2003) در مورد گربه ماهیان دریایی (*Ictalurus puctatus*) که از جیره های غذایی شامل سطوح درجه بندی شده گوسیپول-استیک اسید تغذیه میکنند، غلظت سم در محدوده ۳۰۰ تا ۱۲۰۰ میلی گرم گوسیپول کل بر کیلو گرم گزارش شده است. بنابراین، جایگزینی کامل سویا با کنجاله تخم پنبه پاک در این مطالعه نه تنها مانع فاکتورهای رشد نشده است بلکه بطور آماری با صد در صد جیره غذایی سویا قابل مقایسه میباشد. بنابراین با در نظر گرفتن ویژگی های اقتصادی، جایگزینی کامل وعده غذایی سویا در ماهی قزل آلای رنگین کمان با کنجاله تخم پنبه پاک، میتواند توصیه شود. علاوه بر این کنجاله تخم پنبه پاک، در حال حاضر در مقادیر خیلی زیاد در ایران در حال تولید می باشد و اکثریت آن بعنوان ترکیبات غذایی پستانداران به قیمت ارزان(۰/۱۵ دلار آمریکا) به نسبت وعده غذایی سویا(۰/۳۵ دلارآمریکا در حال استفاده می باشند.

هفر ۱۹۹۰ گزارش نمود که کنجاله تخم پنبه دارای ارزش غذایی کمتری به نسبت سویا می باشد، که این مسئله توسط تحقیق کنونی تایید نمی شود. علاوه بر این پنبه دانهٔ پاک دارای فواید مهم دیگری مانند مقدار FCR کمتر میباشد. این عملکرد بهتر به کیفیت بالاتر فیبر آن مربوط میشود. تفاوت قابل توجه ای بین نتایج بدست آمده آزمایشات تغذیه تحقیق حاضر مخصوصا کنجاله تخم پنبه- ۸۰٪ و ۱۰۰٪ و آزمایشاتی که بوسیله چنگ و هاردی ۲۰۰۲ انجام شد، وجود دارد. چنانکه آنها گزارش کردند، سطوح قابل قبول دربرگیرندهٔ کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی بیشتر از ماکزیمم ۱۰٪ نمی‌باشد، و بیشتر از ۵۵٪ جایگزینی سویا با کنجاله تخم پنبه می‌تواند به کاهش WG منجر شود.

درسا و همکاران ۱۹۸۲ نشان دادند که بیشتر از ۱۷.۴٪ کنجاله تخم پنبه در جیره غذایی رشد را محدود می کند. اگرچه در این تحقیق میزان دربرگیری کنجاله تخم پنبه پاک تا بیشتر از ۳۱٪ در جیره غذایی میزان رشد را محدود نمی کند. در راستای نتایج بدست آمده از این تحقیق، ثابت شد که کنجاله تخم پنبه میتواند بعنوان جایگزین مناسبی بصورت کامل و یا بخشی از سویا در نظر گرفته شود و اگر بخواهد بطور ۱۰۰٪ جایگزین آن

شود باید از مکمل لیزین استفاده شود (Robinson and Daniels, 1987; Robinson, 1991; Blom *et al.,* 2001 and Rinchard *et al.,* 2003).

کنجاله تخم پنبه پاک (۳۱٪ در جیره غذایی) یک عملکرد قابل قبولی را نشان می دهد که با وعده غذایی سویا (۳۱٪ در جیره غذایی) حتی بدون استفاده از مکمل لیزین، قابل مقایسه می باشد. علاوه بر این مقدار گوسیپول کل و آزاد در کنجاله تخم پنبه پاک مانعی برای استفاده آنها در تغذیه ماهی زمانی که آنها جایگزین می کنند سویا را در سطوح جایگزینی ۱۰۰٪، نمی‌باشد.

بر اساس مطالعات امکان سنجی اقتصادی، جیره های غذایی حاوی ۱۰۰٪ کنجاله تخم پنبه پاک ارزان ترین نوع میباشد (۰/۶ دلار آمریکا) و تقریبا به میزان ۰/۰۲ دلار ارزانتر از جیره غذایی شاهد می‌باشد(جیره غذایی سویا ۱۰۰٪). پنبه دانهٔ پاک و سویا به ترتیب به قیمت ۰/۱۵ و ۰/۳۵ دلار در کیلوگرم در ایران می باشد. بنابراین پرورش ماهی قزل آلا میتواند با استفاده از جیره های غذایی شامل ارقام ایرانی کنجاله تخم پنبه، سودمند باشد. علاوه بر این، اینطور نتیجه گیری شده است که طبق یافته های بدست آمده هیچگونه تغییرات قابل توجهی در وزن نهایی، ماده خشک و ترکیب تقریبی ماهیان صید شده که با وعده غذایی سویا و کنجاله تخم پنبه پاک تغذیه شده اند، که با یافته‌های صوفیانی و همکاران ۱۹۹۸ قابل مقایسه می باشد، وجود ندارد.

منابع

- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Official Methods of Analysis.16th ed. AOAC, Arlington.
- AOCS (American Oil Chemists Society). 1998. Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 1997, 5th ed. American Oil Chemists' Society, Champaign, IL, USA.
- Barros, M.M., Lim, C.,and Klesius, P.H. 2002. Effect of soybean meal replacement by cottonseed meal and iron supplementation on growth, immune response and resistance of Channel Catfish (*Ictalurus puctatus*) to *Edwardsiella ictaluri* challenge. Aquaculture. 207: 263-279.
- Berardi, L.C., and Goldblatt. L.A. 1980. Gossypol in Toxic Constituents of Plant Foodstuffs, edited by L.E. Liener, 2nd ed., Academic Press, New York, , Pp. 183–237.
- Blom, J.H., Lee, K.J., Rinchard, J., Dabrowski, K., and Ottobre, J. 2001. Reproductive efficiency and maternal- offspring transfer of gossypol in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) fed diets containing cottonseed meal. Journal of Animal Science. 79:1533-1539.
- Botsoglou, N. A. 1991. High-performance liquid chromatographic method for the determination of free gossypol in chicken liver. J. Chromatogr. 587:333–337.
- Cass, Q.B., Tiritan, E., Matlin, S.A. and Freire, E.C. 1991. Gossypol Enantiomer Ratios in Cotton Seeds. Phytochemistry. 30:2655–2657.
- Cheng, Z.J., and Hardy, R.W. 2002. Apparent Digestibility Coefficient and Nutritional value of Cottonseed meal for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 212:361-372.
- Cho, C.Y., and Slinger, S.J. 1979. Apparent Digestibility Measurement in feedstuffs for rainbow trout.Pp.239-248 in Finfish Nutrition and Fish feed Technology, vol.2, J.E.Halver and K.Tiews, eds.Berlin: Heenemann gmbH.
- Cho, C.Y., Slinger, S.J., and Bayley, H.S. 1982. Bioenergetics of salmonid fishes: energy intake, expenditure and productivity. Comp. Biochem. Physiol. 73:Pp.25–41.
- Colin-Negrete, J., Kiesling, H.E., Ross, T.T., and Smith. J.F. 1996. Effect of whole cottonseed on serum constituents, fragility of erythrocyte cells, and reproduction of growing *Holstein heifers*. J. Dairy Sci. 79:2016–2023.
- Dabrowski, K., Rinchard, J., Lee, K.J., Blom, J.H., Ciereszko., A., and Ottobre, J. 2000. Effects of diets containing gossypol on reproductive capacity of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Biology Reproduction. 62:227-234.
- Dabrowski, K., Lee, K.J., Rinchard, J., Ciereszko, A., Blom, J.H., and Ottobre, J. 2001. Gossypol isomers bind specifically to blood plasma proteins and spermatozoa of rainbow trout fed diets containing cottonseed meal. Biochem. Biophys. Acta.1525:37-42.
- Dabrowski, K., and Lee, K.J. 2002. High performance liquid chromatographic determination of gossypol and gossypolone in fish tissues using simultaneous electrochemical and ultraviolet detectors. Journal of Chromatolography. 779:313-319.
- Devendra, C. 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. In: D'Mello, J.P.F. and Devendra, C., (Eds.), Tropical legumes in animal nutrition. CAB International, London. Pp.49-66.
- Dorsa, W.J., Robinette, H.R, Robinson, E.H., and Poe, W.E. 1982. Effects of dietary cottonseed meal and gossypol on growth of young channel catfish. Trans. Amer. Fish. Soc. 3:651-655.
- Duncan, D.B. 1955. Multiple-range and multiple F tests. Biometrics. 11:1-42.
- El-Saidy, D.M.S.E., and Gaber, M.M. 2004. Use of Cottonseed meal supplemented with iron for detoxification of gossypol as a total replacement of fishmeal in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) diets. Aquaculture Research. 35. Pp. 859-865.
- El-Sayed, A.M. 1999. Alternative diet protein sources for farmed Tilapia (*Oreochromis sp.*). Aquaculture.179:149-168.
- FAO. 1997. Aquaculture production statistics (1985-1995). FAO Fisheries Circular No.815, Revision 9. Rome, Italy.
- FAO. 1998. The state of world Fisheries and Aquaculture, 1997. Rome, Italy.
- FAO. 1999. The state of world Fisheries and Aquaculture, 1998. Rome, Italy.
- FAO. 2001. Promotion of sustainable commercial aquaculture in sub-Saharan Africa. Vol.1: Policy framework. FAO Fisheries Technical Paper 408/1.
- FAO. 2002. The state of world Fisheries and Aquaculture, 2002.World review of fisheries and aquaculture. http://www.fao.org/docrep/005/.Accessed on September 26, 2007.
- FAO. 2004. Food and agriculture development in Asia – Pacific region 1999-2004.
- FAO. 2006. The state of world Fisheries and Aquaculture, 2006. World review of fisheries and Aquaculture. http://www.fao.org. Accessed on September 26, 2007.

- Forster, L.A and Cahloun, M.C. 1995. Nutrition values for cottonseed products deserve new look. Feedstuffs. 67.1.
- Fowler, L.G. 1980. Substitution of soybean and cottonseed products for fishmeal in diets fed to Chinook and *Coho salmon*. Prog. Fish- Cult. 42: 87-91.
- Francis, G., Makkar, H.P.S. and Becker, K. 2001. Anti nutritional factors present in plant–derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. Aquaculture.199:197-227.
- Fry, F. E. J. 1971. The effect of environmental factors on the physiology of fish. Pp.1-98. in: W. S. Hoar and D. J. Randall (Eds.). Fish physiology, Vol.4. Academic Press; New York, NY.
- Furukawa A., and Tsukahara H. 1966. On the acid digestion method for determination of chromic oxide as an index substance in the study of digestibility of fish feeds. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries.32 (6).
- Gall, G.A.E. 1992. The rainbow trout. Elsevier. P. 339.
- Gamboa, D.A., Calhoun, M.C., Kuhlmann, S.W., Haq, A.U., and Bailey, C.A. 2001. Use of expander cottonseed meal in broiler diets formulated on a digestible amino acid basis, Poultry Sci. 80. Pp. 789–794.
- Gold, J.R. 1977. Systematic of Western North American trout (*Salmo s*p.), with notes on the red hand trout of Sheep heaven Creek, California. Canadian. Journal of Zoology, 55:1858-1873.
- Hajen, W.E., Beames, R.M., Higgs, D.A., and Dosanjh, B.S. 1993. Digestibility of various feedstuffs by post-juvenile Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in seawater: 1. Validation of technique. Aquaculture. 112:321-332.
- Halver, J.E. 1957. An amino acid test diet for Chinook salmon. Journal of Nutrition. 62:245-254.
- Halver, J.E. 1989. Fish nutrition, 2nd Ed. Academic press; New York, NY. P. 798.
- Han, J.P., Li, D.S., Xing, J.X., Liang, Y.M. and Zhang, T. 2002. Experiment report of substituting solvent-extracted cottonseed for soybean meal. Chin. Dairy Cattle. 4: 28.
- Hardy, R.W. 1989. Diet preparation. In: J.E.Halver (Ed.), Fish nutrition, 2nd Edition. Academic Press Inc. New York. Pp.476-554.
- Hendricks, J.D., and Baily, G.S. 1989. Adventitious toxins. Pp.605-651. in: J.E. Halver (Ed.). Fish nutrition, 2nd Ed. Academic press. New York, NY.
- Henry, M.H., Pesti, G.M., Bakalli, R. Lee, J., Toledo, R.T., Eitenmiller, R.R., and Phillips, R.D. 2001. The performance of broiler chicks fed diets containing extruded cottonseed meal supplemented with lysine, Poultry Sci. 80 (2001), Pp. 762–768.
- Hepher, B. 1990. Nutrition of pond fishes. Cambridge: Cambridge University press.
- Herman, R.L. 1970. Effect of gossypol on rainbow trout (*Salmo gairdneri*) Richardson. Journal of Fish Biology. 2:293-303.
- Hertrampf, J.W., and Piedad-Pascual, F. 2000. Handbook on ingredients for aquaculture feeds. Kluwer Academic, Dordrecht.
- Hron, R.J. Sr, Kim, H.L., Calhoun, M.C. and Fisher, G.S. 1999. Determination of (+)-, (−)-, and total gossypol in cottonseed by high performance liquid chromatography. Journal of American Oil Chemists Society, 76, 1351–1355.
- Iranian Agriculture Ministry. 2004. Annual Report. P.150.
- Iranian Fisheries Company. 2004. Annual Report. P.96.
- Jackson, A.J., Capper, B.S., and Matty, A.J. 1982. Evaluation of some plant proteins in complete diets for the Tilapia *Sarotherodon mossambicus*. Aquaculture.27:97-109.
- Jauncey, K. 2000. Nutritional Requirements. In: Beveridge, M.C.M. and McAndrew, B.J., (Eds.), Tilapia: Biology and Exploitation Kluwer Academic Publishers, Dordrechrt, Pp.327-366.
- Jones, J.D. 1979. Rapeseed protein concentrates preparation and evaluation. Journal of Oil Chemistry Society. 56. Pp. 716–721.
- Jones, L.A. 1987. Recent advances in using cottonseed products. Proceedings of the Florida Nutrition Conference, 12-13 March 1987, Daytona Beach, FL, Pp.119–138.
- Kalla, N.R. 1982. Gossypol-The Male Fertility Regulating Agent, IRCS Med. Sci. 10:766–769.
- King, T.J., and de Silva, L.B. 1968. Optically Active Gossypol from Thespesia populnea, Tetrahedron Lett. 3:261–263.
- Laird, L.M., and Needham, T. 1988. The farmed salmonids. In: Laird, L.M., and Needham, T. (editors), Salmon and trout farming. Ellis Horwood, Chi Chester, Pp.15-31.
- Lee, K.J., Rinchard, J., Dabrowski, K., Blom, J.H., Bai, S.C., and Stromberg, C. 2002. A mixture of cottonseed meal, soybean meal and animal byproduct mixture as a fishmeal substitute: growth and tissue gossypol enantiomer in juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition.86:210-213.

- Lee, K.J., and Dabrowski, K. 2002. Tissue gossypol and gossypolone isomers in rainbow trout fed low and high levels of dietary cottonseed meal, J. Agric. Food Chem. 50. Pp. 3056–3061.
- Lee, K.J., Rinchard, J., Dabrowski, K., Babiak, I., Ottobre, J.S., and Christensen, J.E. 2006. Long-term effects of dietary Cottonseed meal on growth and reproductive performance of rainbow trout: three – year study. Animal Feed Science and Technology. 126. Pp. 93-106.
- Lim, C. 1989. Practical feeding Tilapia. In: Lovell, t., (Ed.), Nutrition and feeding of fish. Van Mustard Reinhold Press, New York, Pp.163-176.
- Lim, C., and Sessa, D.J. 1995. Nutrition and utilization technology in aquaculture. AOCS press, Champaign, IL.
- Lim, C; Li, M; .Robinson, E; and Aksov, M. 2006. Cottonseed meal in fish diets. Mississippi St. University.
- Lou, L., Xue, M., Wu, X., Cai, X., Cao, H., and Liang, Y. 2006. Partial or total replacement of fishmeal by solvent-extracted cottonseed meal in diets for juvenile rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture Nutrition. 12:418-424.
- Mbahinzireki, G.B., Dabrowski, K., Lee, K.J., El-Saidy, D., Wisner, E.R. 2001. Growth, feed utilization and body composition of tilapia (*Oreochromis sp*.) fed with cottonseed meal- based diets in recirculating system. Aquaculture Nutrition. 7:189-200.
- MacCrimmon, H.R. 1971.World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Fish. Research Board. Canada, 28:663-704.
- Mehrabi., Y. 2005. The effects of plant pigments on egg quality of fry to juvenile stages in rainbow trout (Oncorhynchus mykiss). PhD Thesis, UPM, Malaysia. P.323.
- Miller, R.R., 1950. Notes (see Gold, Canadian Journal of Zoology, 1977).
- Moksness, E., KjØrsvi, K. and Olsen, Y. 2004. Culture of Cold-Water Marine Fish. Blackwell Publishing. P.528.
- Morales, A.E., Cardenete, G., Higuera, M., and Sanz, A. 1994. Effects of dietary protein source on growth, feed conversion and energy utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 124:117-126.
- Morales, A.E., Cardenete, G., and Higuera, M. 1999. Re-evaluation of crude fiber and acid- isolable ash as inert markers, alternative to chromic oxide, in digestibility studies with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 179:71-79.
- Nafisi, M., Mahmoudzadeh, H., Ahmadi, M.R., and Soltani, M. 2002. Replacing fishmeal with poultry by-product meal in finisher diet for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) reared in brackish water. PhD Thesis, Tarbiat Modares University, Iran. P.130.
- Nagalakshmi, D., Sastry, V.R.B., Agrawal, D.K. and R.C. Katiyar. 2001. Hematological and immunological response in lambs fed on raw and variously processed cottonseed meal, J. Anim. Sci. 14. Pp. 21–29.
- NRC. 1983. Nutrient Requirements of warm- water fishes and shellfishes. Washington: National Academy of Science. P.94.
- NRC. 1989. Nutrient Requirements of cold-water Fishes. National Academic Press, Washington DC. P.110.
- NRC/NAS. 1993. National Research Council. Nutrient requirements of fish. National Academy Press; Washington, DC. P.114.
- Pennall, W., and Barton, B.A. 1996. Principles of salmonid culture. Elsevier. P.1039.
- Qian S.Z. and Wang Z.G. 1984. Gossypol: A potential antifertility agent for males. Annual Review of Pharmacology and Toxicology. 24: 329-360.
- Rinchard, J., Ciereszko, A., Dabrowski, K., and Ottobre, J. 2000. Effects of gossypol on sperm viability and plasma sex steroid hormones in male sea lamprey (*Petromyzon marinus*). Toxicol. Lett. 111.189.
- Rinchard, J., Mbahinzireki, G., Dabrowski, K., Lee, K.-J., Garcia-Abiado, M.A., and Ottobre, J. 2002a. Effects of dietary cottonseed meal protein level on growth, gonad development and plasma sex steroid hormones of tropical fish tilapia Oreochromis sp, Aquaculture. Int. 10. Pp. 11–28
- Rinchard, J., Mbahinzireki, G., Dabrowski, K., Lee, K.J., Garcia-Abiado, M.A., and Ottobre, j. 2002b. Effects of dietary substitution of animal protein with plant protein on reproductive parameters of tropical fish tilapia (*Oreochromis sp*.) Aquaculture. Int., 10:11-28.
- Rinchard, J., Lee, K.J., Czesny, S., Ciereszko, A., and Dabrowski, K. 2003. Effect of feeding Cottonseed meal- containing diets to brood stock rainbow trout and their impact on the growth of their progenies. Aquaculture. 227. pp: 77-87.
- Roberts, R.J. and Bullock, A.M. 1989. Nutritional pathology. Pp.423-473. in: J.E.Halver (ed.) Fish nutrition, 2nd Ed. Academic Press. New York, NY.

- Robinson, E.H., and Rawles, S.D. 1983. Use of defatted, glandless cottonseed flour and meal in channel catfish diets. In: Sweeney, J.M., Sweeney, J.R., Sweeney, K.C., Doerr, P., Wilson, I., (Eds.), Proceedings of Annual Conference of Southeastern Association of Fish and Wildlife Agencies. Asheville, North Carolina, Pp. 358- 363.
- Robinson, E.H., Rawles, S.D., and Stickney, R.R. 1984a. Evaluation of glanded and glandless cottonseed products in catfish diets. Prog. Fish Cult. 46:92-97.
- Robinson, E.H., Rawles, S.D., Oldenburg, P.W., and Stickney, R.R. 1984b. Effects of feeding glandless or glanded cottonseed meal products and gossypol to *Tilapia aurea*. Aquaculture. 28:145-154.
- Robinson, E.H., and Daniels, W.H. 1987. Substitution of soybean meal with cottonseed meal in pond feeds for channel catfish reared at low densities. Journal of World Aquaculture Soc. 18:101-106.
- Robinson, E.H. 1989. Use of cottonseed meal in channel catfish feeds. Journal of World Aquaculture Soc. 20:250-255.
- Robinson, E.H., and Brent, J.R. 1989. Use of plant proteins in catfish feeds: Replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fishmeal with soybean meal and cottonseed meal. Journal of World Aquaculture Soc. 20:250.
- Robinson, E.H. 1991. Improvement of cottonseed meal protein with supplement lysine in feeds for channel catfish. J. Appl. Aquaculture. 1:1-14.
- Robinson, E.H., and Li, M.H. 1994. Use of plant proteins in catfish feeds: replacement of soybean meal with cottonseed meal and replacement of fishmeal with soybean meal and cottonseed meal. Journal of World Aquaculture. Soc. 25:271-276.
- Robinson, E.H., and Li, M.H. 1995. Use of cottonseed meal in aquaculture feeds. In: Lim, C., Sessa, D.J. (Eds.), Nutrition and Utilization Technology in Aquaculture. AOCS Press, Champaign, IL, Pp.157-165.
- Robinson, E.H., and Tiersch, T.R. 1995. Effects of long-term feeding of cottonseed meal on growth, testis development, and sperm motility of male channel catfish (*Ictalurus punctatus*) brood fish. Journal World Aquaculture. Soc. 26:426-431.
- Roehm, J.N., Lee, D.J., Polityka, S.D. and Sinnhuber, R.O. 1970. The effect of dietary sterculic acid on the hepatic lipids of rainbow trout. Lipids. 5:80-84.
- Scott, W.B., and Crossman, E.J. 1973. Fresh water fishes of Canada. Fisheries Research Board. Canadian Bull.184: P.966.
- Sealey, W.M., Lim, C., Klesius, P.H. 1997. Influence of the dietary level of iron from iron methionine and iron sulfate on immune response and resistance of channel catfish to Edwardsiella ictaluri. Journal World Aquaculture Soc. 28:142-149.
- Smith, R.R., Kincaid, H.L., Regenstein, J.M., and Rumsey, G.L. 1988. Growth, carcass composition, and taste of rainbow trout of different strains fed diets containing primarily plant or animal protein. Aquaculture. 70:309-321.
- Smith, G.R., and Stearley, R.F. 1989. The classification and scientific names of rainbow trout and cutthroat trout. Fisheries.14:4-10.
- Smith, R.R. 1989. Nutritional energetic. Pp.2-28. in: J. E. Halver (Ed.). Fish nutrition, 2nd Ed. Academic Press; New York, NY.
- Spry, D.J., Wood, C.M., and Hodson, P.V. 1981. The effects of environmental acid on freshwater fish with particular reference to the soft water lakes in Ontario and the modifying effects of heavy metals. A literature review. Canadian Technology Reproduction of Fish. Aquaculture Society. 999: P.145.
- Soofiani, M.N., Shirmohammad. F., and Pourreza. J. 1998. Replacement of fishmeal by different sources of plant protein in diet of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Iranian Journal of Agriculture and National Resources. Pp.103-113.
- Stickney, R.R. (Ed). 2000. Encyclopedia of aquaculture. John Wiley, New York.
- Storebakken, T., Hung, S.S.O., C.C and Plisetskaya, E.M. 1991. Nutrient partitioning in rainbow trout at different feeding rates. Aquaculture. 96:191-203.
- Sugiura, S.H., Dong, F.M., Rathbone, C.K., and Hardy, R.W. 1998. Apparent protein digestibility and mineral availabilities in various feed ingredients for salmonid feeds. Aquaculture. 159:177- 202.
- Sullivan, J.A., and Reigh, R.C. 1995. Apparent digestibility of selected feedstuffs in diets for hybrid striped bass (*Morone saxatilis* ♀ × *Morone chrysops* ♂). Aquaculture. 138. Pp. 313–322.
- Sumpter, J.P. 1992. Control of growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). Aquaculture. 92:299-320.
- Tacon, A.G. and Jackson, A.J. 1985. Utilization of conventional and unconventional protein sources in practical fish feeds. In: C.B.Cowey, A.M.Mackie and J.G.Bell (Editors), Nutrition and feeding in Fish. Academic Press, London, Pp.119-146.

- Temesgen, G.GM. 2004. Utilization of Gliricidia sepium leaf meal as protein source in diets of Mozambique Tilapia (*Oreochromis mossambicus*). PhD Thesis, UPM, Malaysia. P.156.
- Velasquez-Pereira, J., Arechiga, C.F., McDowell, L.R., Hansen, P.J., Chenoweth, P.J., Calhoun, M.C., Risco, C.A., Batra, T.R., Williams, S.N. and Wilkinson, N.S. 2002. Effects of gossypol from cottonseed meal and dietary vitamin E on the reproductive characteristics of superovulated beef heifers, J. Anim. Sci. 80. Pp. 2485–2492.
- Wang, N.G., Li, G.X., Chen, Q.Q. and Lei, H.P. 1979. The in Vivo Metabolism of Gossypol. Chin. Med. J. 50:596–599.
- Wee, K.L. 1991. Alternate feed sources for finfish in Asia. In: De Silva, S.S., (Ed.). Finfish Nutrition Network Meeting, Heinemann Publishers, Singapore. Pp.13-32.
- Wilson, R.P., and Halver, J.E. 1986. Protein and amino acid requirements of fishes. Annual Review Nutrition. 6:225-244.
- Wolf, K., and Rumsey, G. 1985. The representative research animal: Rainbow trout (Salmo gairdneri). Z. Angew. Ichthyol. 3:131-138.
- Yildirim, M., Lim, C., Wan, P.J. and Klesius, P.H. 2003. Growth performance and immune response of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) fed diets containing graded levels of gossypol-acetic acid. Aquaculture. 219:751-768.
- Zhou, J.M., Liang, Y.M., and Gu, D. 2003. Experiment report of substituting protein feed of solvent-extracted cottonseed for soybean meal to feed milking cows. China Dairy Cattle. 2:26-27.

Abstract:
This study was set up to investigate the nutritional value and the optimum inclusion level of one Iranian cottonseed meal i.e. *var.* Pak, (CSMP) as a substitute for soybean meal (SBM) in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) feed. Apparent digestibility coefficients (ADC) for these varieties were calculated in experiment 1 by using an indigestible marker (chromic oxide). Six formulated feeds consisting different substitution levels (0, 20, 40, 60, 80, 100%) of SBM with CSMP, CSMS, and CSMA, respectively, were fed to a total of 540 rainbow trout with initial mean body weight of 50 ± 5 g. Fish were randomly stocked into eighteen 100 L. fiberglass tanks with 30 fish per tank and 3 tanks per diet and fed to satiation 3 times a day for 8 weeks. At the end of each separate experiment, 3 fish from each replicate for each dietary treatment were sacrificed to measure the whole fish body proximate compositions and liver gossypol content. After an 8 week feeding trail, the average weight gain, FCR, SGR, PER, DWG, PWG and CF of fish fed with different diets were measured separately. For all treatments, the survival percentage was more than 98%. Results showed that 100% and 80% CSMP showed in better growth in each experiment and 100% CSMP wasthe best in weight gain (104.3 g), FCR (1.5) and SGR (1.25%).
Key words: Cotton seed meal, Gossypol, Nutrition and rainbow trout

Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION- Cold Waters Fishes Research Center

---

Title : Possibility study on using an Iranian cottonseed meal variety instead of soybean meal in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet

Apprpved Number: : 2-019-200000-01-0000-86026
Author: Gholamhossein Lashto Aghai
Executor *:* Gholamhossein Lashto Aghai
Collaborator *:* S.Yosefi,A.Sepahdari,M.R.Hossieni,M,Haghighi,H,Salehi,A.Farzanfar
Advisor(s): M.Nafisi
Supervisor: -
Location of execution : Mazandaran province
Date of Beginning : 2007
Period of execution : 2 Years & 6 Months
Publisher : ***Iranian Fisheries Research Organization***
Circulation : ***20***
Date of publishing : 2013

All Right Reserved . No Part of this Publication May be Reproduced or Transmitted without indicating the Original Reference

MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENTION ORGANIZATION
IRANIAN FISHERIES RESEARCH ORGANIZATION - Cold Waters Fishes Research Center

Title:

Possibility study on using an Iranian cottonseed meal variety instead of soybean meal in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diet

Executor :
Gholamhossein Lashto Aghai

Registration Number
41268