مقدمه

پرورش آبزیان در دنیا در سه دهه اخیر با رشد شدیدی مواجه بوده و امروزه آبزیان پرورشی حدود یک سوم کل تولیدات شیلاتی دنیا را تشکیل میدهند. علاوه بر افزایش تولید تعدد گونه های پرورشی در مقایسه با جانوران خاکزی کاملا چشمگیر است. امروزه حدود ۴۰۰گونه آبزی در حال پرورش بوده و روز به روز به تعداد آنها افزوده میشود .

در کنار رشد شدید تولید آبزیان، آبزی پروری در دنیا همچنین با چالشهای هم مواجه میباشد که از جمله آنها کمبود منابع آب شیرین و بالا بودن قیمت زمین میباشد. برای کاستن از اثرات منفی کمبود منابع متخصصین آبزی پروری راه حل را استفاده از سیستمهای پرورش متراکم دانسته اند. افزایش تراکم ماهی در واحد سطح موجب کاهش مصرف آب به ازای هر کیلو تولید ماهی میشود. در این سیستمها ماهی دسترسی محدودی به غذای طبیعی داشته واستفاده از غذای پلت آماده که بتواند کلیه نیاز ماهی را تامین کند حیاتی میباشد. با توجه به شرایط فوق آبزی پروری به روش تجربی گذشته نمیتواند به روند رو به رشد خود ادامه دهد و پرورش ماهی باید کاملا بر اساس روشهای نوین علمی تعریف و بازسازی شود .

درآبزی پروری به مانند دیگر بخشهای پرورش دام، غذا و غذادادن نقش اساسی در پرورش ماهی دارد. تهیه غذای متناسب برای آبزیان به علت تعدد گونه ای و تفاوت های فیزیولوژیکی دستگاه گوارش در هرگونه نسیت به گونه دیگر، بسیار پیچیده تر از تهیه غذا برای حیوانات خشکزی میباشد. علاوه بر ترکیب شیمیایی غذا، پلت های غذایی باید مقاومت کافی دربرابر خرد شدن و شسته شدن در محیطهای آبی را داشته باشند در غیر این صورت قابلیت مصرف غذا تا حد زیادی کاهش میابد.

هزینه غذا امروزه بین ۳۰-۶۰درصد هزینه تولید یک سیستم پرورشی را تشکیل میدهد. با توجه به افزایش جهانی قیمت مواد اولیه غذایی، بنظر میرسداین هزینه در سالهای آتی افزایش خواهد یافت. بنابراین استفاده از مواد اولیه ارزان قیمت که قابلیت مصرف در تغذیه آبزیان را داند میتواند از هزینه غذا بکاهد.

اطلاعات ارائه شده در این مجموعه که برای دانشجویان کارشناسی رشته شیلات در نظر گرفته شده می تواند اطلاعات لازم را در زمینه جنبه های مورد اهمیت غذا و تغذیه در اختیار قرار دهد.

اهمیت تغذیه آبزیان

تهیه غذای متناسب از نظر ترکیب و کیفیت و همچنین قیمت مناسب یکی از دغدغه های متخصصین بخش تغذیه آبزیان در سالیان اخیر می باشد. غذای مناسب به همراه تکنیکهای تغذیهای اختصاصی هر گونه می تواند مشکلات دیگر بخشهای تکثیر پرورش از جمله بروز بیماری و تولید مواد آلاینده را محدود سازد. از خصوصیات بااهمیت تغذبه آبزیان میتوان به موارد زیر اشاره نمود.

۱) بالاترین بخش هزینه های آبزی پروری (۷۰ – ۳۰ درصد) مربوط به تغذیه است.
۲) تغذیه مهمترین عامل رشد است (سنتز پروتئین)، در صورتیکه اهمیت فاکتور وراثت پذیری در رشد حدود ۳۰٪ است.
۳) تغذیه با عث بهبود فاکتورهای ایمنی ماهی می شود و از بیماری های عفونی جلوگیری می کند.
۴) تغذیه متناسب مولدین موجب بهبود کیفیت تخمک و بازماندگی لارو می شود
۵) با کمک پارامترهای تغذیه ای میتوان کیفیت آب سیستمهای پرورشی را کنترل نمود و از این طریق آلاینده های کمتری وارد محیط زیست شوند
۶) امنیت غذایی آبزیان باید به دقت مد نظر قرار گیرد (غذا نباید فلزات سنگین و یا پاتوژن داشته باشد چون باعث تجمع زیستی در بدن ماهی و در نهایت مصرف کننده می گردد)

تفاوت های اساسی بین تغذیه آبزیان و حیوانات خون گرم خشکزی

بدلیل زندگی آبزیان در درمحیطی متفاوت در مقایسه با خشکزیان و ویژگی های خاص آنها، اندازه گیر ی پارامترهای تغذیهای در این حیوانات با تفاوتهای همراه بوده و بعضی مواقع اندازه گیری دقیق را مشکل می سازد. غذا در اب ریخته شده و ممکن است قسمتی از خورده نشده و به همراه جریان آب خارج شود و یا حتی در کف استخر رسوب نموده و به تدر یج تجزیه شود. این مشکلات میتواند بصورت زیر خلاصه شود.

۱) مشکل در اندازه گیری میزان مصرف غذا (feed intake)
۲) مشکل در اندازه گیری قابلیت هضم(digestibility)
۳) حل شدن (leaching) مواد غذایی در ستون آب
۴) جذب مواد غذایی به وسیله ارگان های متفاوت بدن آبزیان مثل پوست و ... به خصوص در مورد مواد معدنی که راه های جذب متفاوت تری نسبت به سایر مواد دارند.
۵) گستردگی فیزیولوژی تغذیه و نیازهای غذایی به دلیل تنوع گونه ای (حدود ۴۰۰گونه پرورشی)
۶) اثرات متقابل بسیار زیاد بین پارامترهای محیطی در آب مثل PH و شوری بر تغدیه و کارآیی غذایی
۷) کارآیی کمتر در استفاده از گلوکز بوسیله آبزیان در مقایسه با خشکزیان
۸) از دست دادن انرژی کمتر در کاتابولیسم پروتئین و دفع مواد زائد از طریق ادرار و آبشش (excretion) در مقایسه با خشکزیان
۹) آبزیان عمدتا به اسیدهای چرب گروه ω_3نیاز دارند که موجودات خون گرم به آن احتیاج زیادی ندارند.

۱۰) اغلب آبزیان ویتامین C را سنتز نمی کنند پس این ویتامین باید در جیره وجود داشته باشد.

۱۱) آبزیان به پروتئین بیشتری در غذا در مقایسه با موجودات خشکزی نیاز دارند

مقایسه پروتئین جیره آبزیان با سایر حیوانات پرورشی

جوجه گوشتی	۱۸
گاوگوشتی	۱۱
مارماهی	۵۰
گربه ماهی	۳۸ - ۳۱
قزل آلا	۴۵ - ۴۰

۱۲) در آبزیان با افزایش وزن نیاز به پروتئین به تدریج کاهش می یابد

۱۳) به دلیل تلفات کمتر ضریب تبدیل غذایی در آبزیان خیلی پایین تر از سایر موجودات است

در مقابل زندگی در محیط آب به دلیل دارا بودن خصوصیات منحصر به فرد خود می تواند برای گونه آبزی مفید بوده و باعث افزایش کار آیی غذا و نیاز کمتر به انرژی در موجودات آبزی شود از جمله:

۱) آب منبع بزرگی از مواد مغذی به خصوص املاح می باشد

۲) موجود آبزی برای نگه داری خود در آب انرژی کمتری مصرف می کنند

۳) ظرفیت گرمایی ویژه بالای آب که باعث جلوگیری از نوسانات حرارتی شدید می شود.

رشد و متابولیسم

مقدمه

در پرورش ماهی رشد ماهی و رسیدن به اندازه بازاری از اهمیت زیادی برخوردار می باشد. تمام تلاشها در بخش پرورش به منظور رسیدن به حداکثر رشد در کمترین زمان میباشد. رشد را می توان بطور کلی به صورت افزایش وزن در واحد زمان تعریف نمود.

غذا وتغذیه یکی از عوامل عمده تعین کننده رشد در ماهی میباشد. کمیت و کیفیت غذا میتواندشدت رشد را افزایش داده یا باعث کاهش رشد شود. پارمترهای غذایی موثر بر رشد شامل کیفیت غذا مثل ترکیبات موادمغذی (درصد پروتئین، اسید آمینه های ضروری، چربی، اسیدهای چرب، کربوهیدرات و فیبر ...)، اجزای تشکیل دهنده غذا (پودر ماهی، پودر گوشت، پودر سویا، روغن ماهی ...) و خصوصیات فیزیکی غذا (اندازه پلت و وزن حجمی پلت، بافت، طعم و ...) میباشند.

خلاصه ای از عوامل موثر که در رشد ماهی اثر گذارند

اثر ماهی	گونه نر و ماده (Sex) سلامتی (health) سن	
اثر محیط	تراکم ((Stocking denting ، دستکاری ،روش تغذیه ، درجه حرارت ، اکسیژن	(handling)
اثر غذا (	شامل ترکیبات مواد غذایی ، میزان غذا دهی نوع پلت (خشک یا تر)	Feeding level

عوامل متعددی میتوانند بر میزان رشد تاثیر گذاشته و این پارامتر را دستخوش تغییر کنند. به عنوان مثال: در فصل تولید مثل رشد ماهیان کندتر شده و این کاهش رشد در ماهیان ماده مشهود تر است. ماهیان بیمار تغذیه و رشد چندانی نخواهند داشت. با افزایش سن ماهیان شدت رشد کمتر خواهد شد .

بطور کلی هر گونه تغییر در این سه پارامتر فوق (ماهی، غذا و محیط) مستقیماً بر روی پتانسیل رشد اثر می گذارد . ما می توانیم این پارامتر هارا به دو دسته پارامتر های درونی و بیرونی تقسیم کنیم. اثر محیط و غذا از جمله پارامترهای بیرونی می باشد و اثر ماهی از پارامترهای درونی می باشد .

با به سازی پارامترهای بیرونی مثل ایجاد محیط بهتر با کیفیت آب بالاتر، تراکم کمتر و همچنین پرورش ماهی

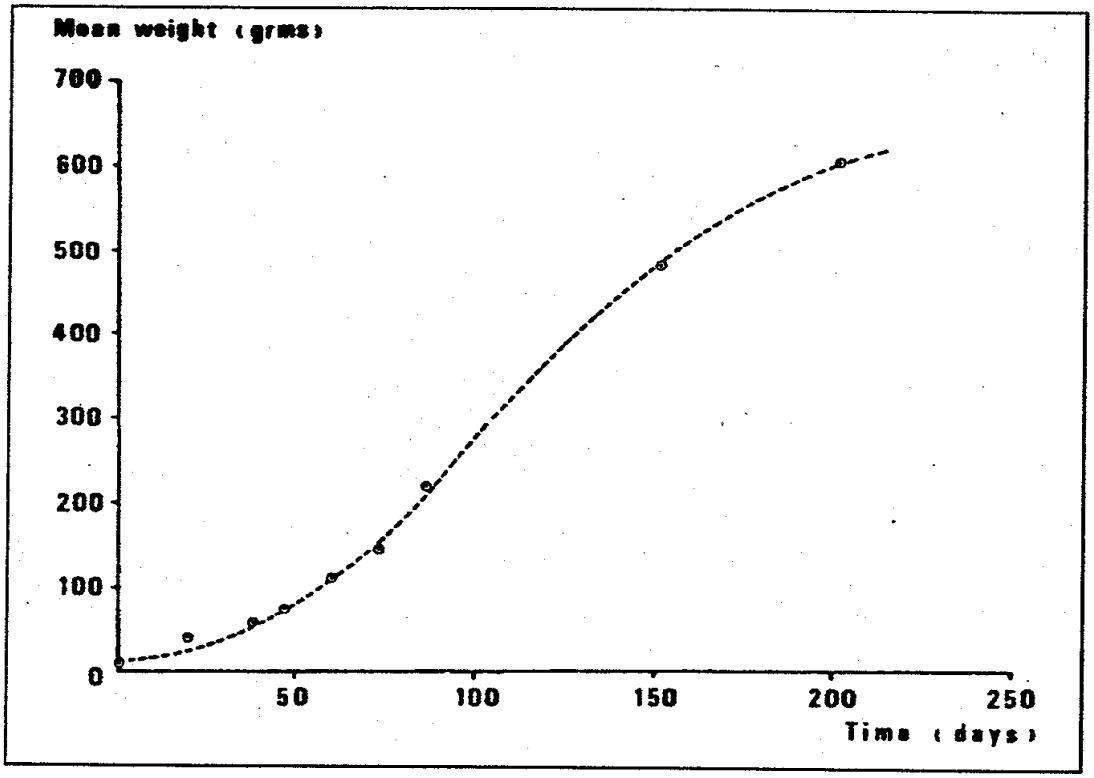
در محدوده دمایی مورد نیازهر گونه و نهایتا با افزایش کیفیت غذا می توان رشد ماهی را تا حد زیادی افزایش داد .

امروزه به دلیل افزایش تراکم ماهی در واحد سطح، نیاز به تهیه غذای پلت به منظور پاسخ به تمامی نیازهای غذایی ماهی و تامین حد اکثر رشد، هزینه غذا در پرورش ماهی افزایش داده است. این افزایش در ماهیان گوشتخوار که کاملا وابسته به غذای پلت میباشند شدیدتر میباشد در پرورش ماهی آزاد((Salmonids)

مدل رشد در ماهیان

همان طوریکه قبلا اشاره شد رشد را می توان افزایش وزن در واحد زمان تعریف نمود . ولی این افزایش وزن (سرعت رشد) روند یکسانی در طول دوره زندگی ماهی ندارد. در ر مراحل ابتدای ماهیان افزایش رشد چندانی ندارند به تدریج سرعت زشد افزایش یافته و به حداکثر میرسد. در ادامه با افزایش سن ماهی روند رشد کاهش یافته و با پیر شدن ماهی رشد به شدت کند میشود ولی رشد متوقف نمی شود .

شکل ۱ – افزایش وزن ماهی در واحد زمان



ولی روند سرعت نسبی رشد یا فزایش وزن به ازای هر گرم از وزن ماهی با مدل رشد در ماهی کمی متفات

است. رشد نسبی در مراحل ابتدایی (لارو و بچه ماهی نورس) بسیار بالا بوده و با افزایش سن ماهی به تدریج این روند کاهش می یابد.

اندازه گیری پارامترهای رشد

برای درک صحیحتر واندازه گیری آسان پارامترهای رشد این پارمترها به همراه یک مسئله ارایه میگردد.

یک گروه از ماهیان قزل آلا به وزن متوسط اولیه ۳.۳۳گرم به مدت ۲۱ با غذای دستی تغذیه شدند. وزن متوسط ماهیان در پایان دوره ۹.۳۳ گرم و میزان غذای مصرف شده برای هر ماهی در طول دوره ۹.۵گرم بوده است . فاکتورهای رشد در این ماهی را در طول دوره مورد نظر محاسبه کنید .

رشد ماهی = ,وزن نهایی – وزن اولیه

گرم 9.33- 3.33 = 6

رشد متوسط روزانه = رشد ماهی / تعداد روز

6/21= 0.28 g/day

میانگین رشد عددی = (وزن اولیه + وزن نهایی) /۲

(3.33+ 9.33)/2 = 6.33 g

میانگین رشد هندسی (Ln وزن اولیه) = Ln + وزن نهایی /۲

(Ln 3.33 + Ln 9.33)/2 = 5.57 g

نرخ رشد متوسط روزانه (عددی) = رشد ماهی / میانگین رشد عددی / تعداد روز

رشد ماهی/ (میانگین رشد عددی x تعداد روز(

6/6.33/21 = 0.0451 g/g/day

پارامترهای مانند نسبت نرخ رشد و رشد متوسط روزانه به زبان وابسته می باشد و پارامترهای دیگری از رشد مانند میانگین عددی رشد و میانگین هندسی رشد ارتباطی به زمان ندارند.

نرخ رشد متوسط روزانه (هندسی Ln)] = (وزن نهایی Ln – وزن اولیه / (تعداد روز100 x [(

ضریب رشد مخصوص(SGR)=(Ln 9.33 – Ln 3.33)/ 21)] x 100 = 4.91 % /day

میزان درصد وزن اضافه شده روزانه ماهی را نشان می دهد و یک تناسب نزدیکی با نرخ رشد متوسط دارد .

ضریب تبدیل غذایی =رشد ماهی / غذای مصرف شده

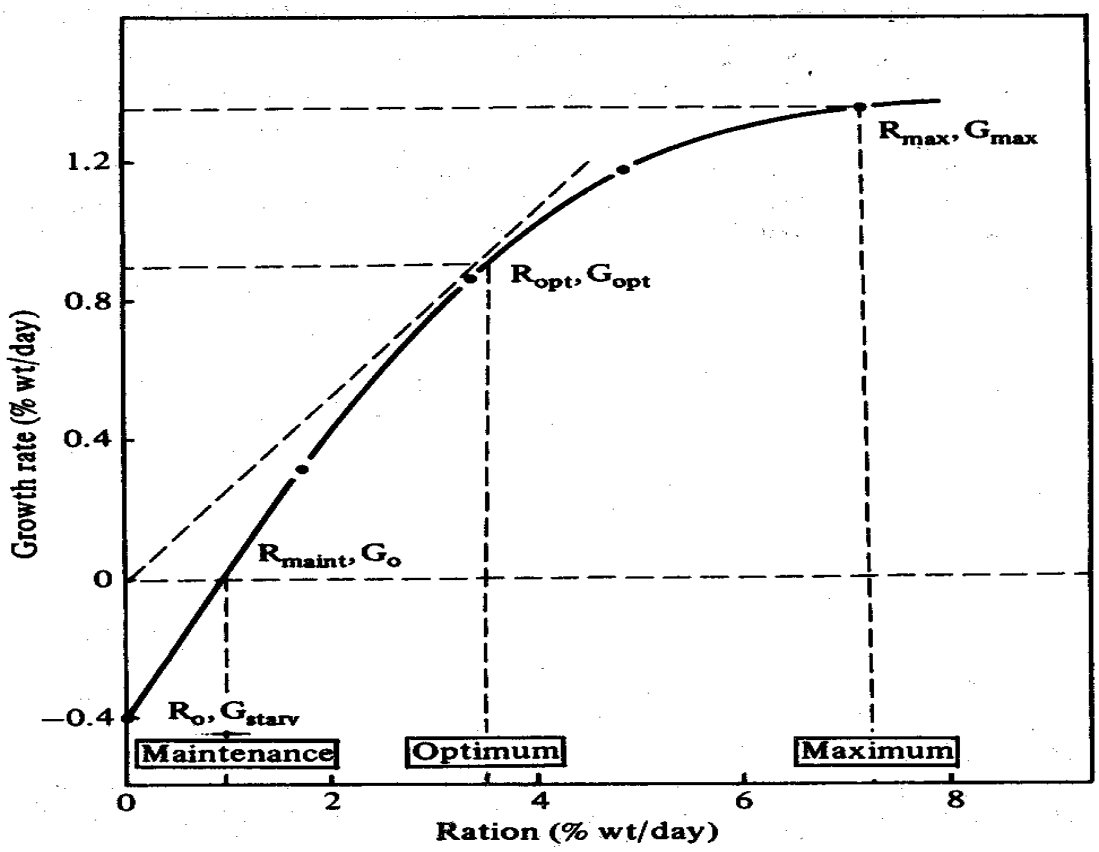
9.5 / 6 = 1.55

به دلیل اینکه روند رشد ماهی یک روند خطی نبوده و بصورت منحنی میباشد (شکل ۱)مدل لگاریتم طبیعی میتواند اعداد واقعی تری را در رابطه میزان رشد در سنین مختلف ماهی ارائه کند.
پارامترهای مانند نسبت نرخ رشد و رشد متوسط روزانه به زمان وابسته می باشد و پارامترهای دیگری از رشد مانند میانگین عددی رشد و میانگین هندسی رشد ارتباطی به زمان ندارند.

رشد در ارتباط با مصرف غذا

ارتباط بین رشد و میزان تغذیه از یک نمودار کلاسیک پیروی می کند. در میزان خیلی کم غذا رشد منفی است (کاهش وزن)و بتدریج با افزایش غذا رشد به شدت افزایش یافته و به اپتیم خود می رسد. بعد از این مرحله با افزایش غذا رشد به میزان کمی افزایش یافته و به حد اکثر خود میرسد که به ماکزیمم رشد معروف است. افزایش بیشتر غذا بعد از مرحله ماکزیمم رشد باعث کاهش رشد به علت تهدید کیفیت آب و سلامتی ماهی خواهد شد .

شکل۲. ارتباط بین مصرف غذاو رشد در ماهی

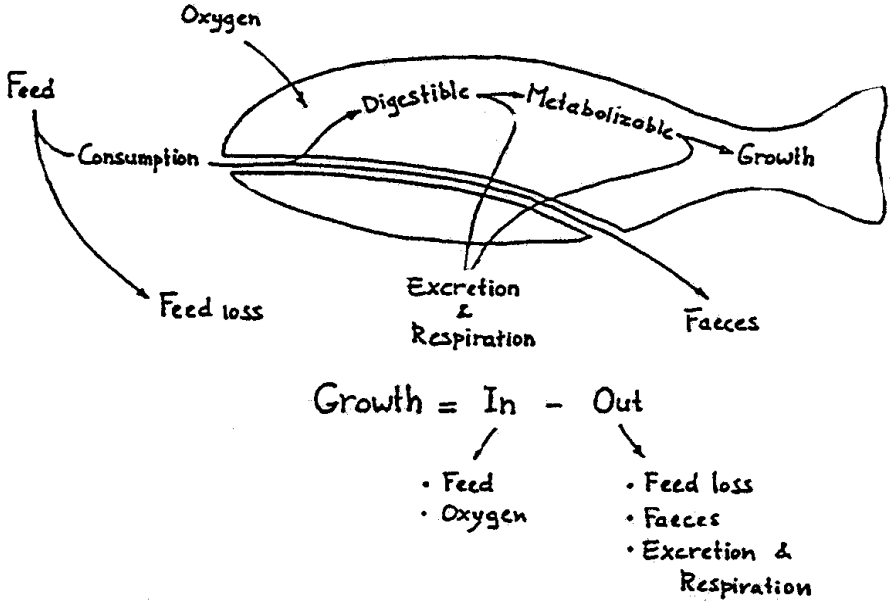


به دلیل اینکه ما در سطح بهینه رشد بهترین ضریب تبدیل (بالاترین رشد نسبت به غذای داده شده)را شاهد میباشیم بهترین کارایی غذایی در مرحله اپتیمم رشد میباشد. در پرورش متراکم میزان غذا دهی بر اساس رشد بهینه یا اپتیمم تعیین میشود و اپتیمم غذا برای رسیدن به حداکثر کارآیی رشد به ماهی داده میشود.

بخش دوم :چرخه انرژی در بدن ماهی (Bio – Energetics)

چگونگی مصرف انرژی و نحوه هدررفت آن را چرخه انرژی گویند. چرخه انرژی در دو سطح جمعیت و فرد بحث می شود. مطالعه انرژی مورد نیاز، جریان انرژی در داخل سیستم و یک سیستم بیولوژیکی را انرژتیک گویند.
انرژی برای تعادل فیزیولوژیکی بدن (اسموریگولیشن)، ساخت بافت های جدید، تنفس، تولیدمثل، تامین انرژی مورد نیاز ماهیچه های بدن، تغییر حالت و حرکت، هضم مواد غذایی در دستگاه گوارش و ... مورد نیاز است.
انرژی فقط در صورت تبدیل از صورتی به صورت دیگر قابل اندازه گیری است. با استفاده از مدل بیوانرژیتیکی می توانیم چگونگی استفاده و مقدار استفاده از انرژی غذا توسط ماهی را توضیح دهیم. این مدل در واقع توضیح میدهد که مقدار کل انرژی در یافت شده از طریق غذا به چه صورتی در بدن ماهی تقسیم میشود و به چه مصارفی میرسد. در شکل ۳ چگونگی استفاده انرژی توسط ماهی نشان داده شده است .

شکل ۳ . چگونگی استفاده انرژی موجود در غذا بوسیله ماهی



جریان انرژی

انرژی غذا بعد از خورده شدن توسط ماهی به بخش های متعددی تقسیم می شود و تنها قسمت کمی از آن صرف رشد و نمو میگردد. در ابتدا، تمامی غذای داده شده نمی تواند توسط ماهی مصرف گردد و یک درصدی از غذا همواره از دسترس خارج شده و تبدیل به غذای تلف شده میشود.آن مقدار از غذا که توسط ماهی خورده میشود انرژی خالص دریافت شده نام دارد. غذای مصرف شده در مرحله بعد هضم می شود. ماهی به مانند تمامی موجودات نمیتواند تمامی غذای خورده شده را هضم کند. علاوه بر این در پروسه هضم بعضی مواد خارجی مثل آنزیم، موکوس و سلول های تخریب شده دیواره روده به محتویات روده اضافه می شود.این مواد به همراه غذای هضم نشده به عنوان مدفوع دفع می شود. انرژی که از طریق مدفوع دفع می شود انرژی دفع شده از طریق مدفوع نامیده می شود .

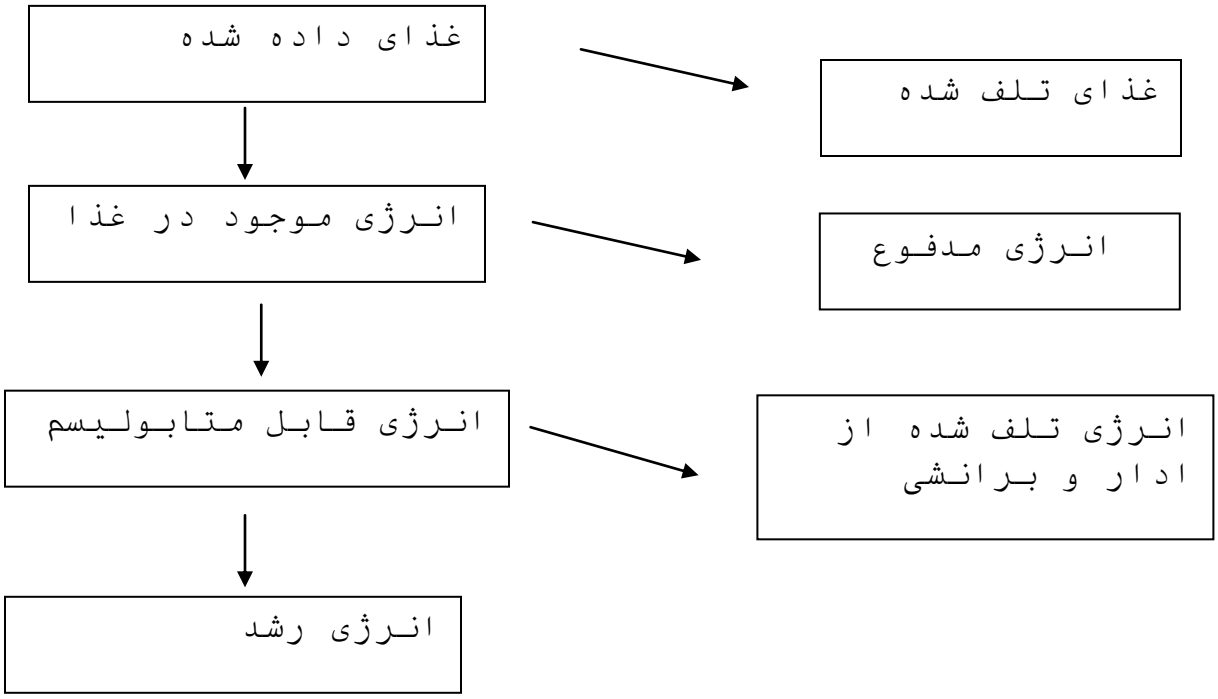
نسبت انرژی هضم و جذب شده به مقدار کل انرژی دریافت شده بوسیله غذا هضم پذیری غذا نامیده می شود (digestibilty). یک قسمت از انرژی هضم شده توسط برانشی و کلیه دفع می شود . انرژی تلف شده از طریق کلیه و برانشی بصورت آمونیوم و اوره و مولکولهای بزرگ مواد غذایی میباشد.

باقیمانده انرژی به عنوان انرژی سوخت ساز (Metabolismable Energy) در بدن به مصرف رشد و تامین نیازهای پایه میرسد.

تلفات دیگر انرژی

انرژی قابل سوخت وساز (Metabolismable energy)قسمتی برای تامین نیاز پایه (Maintenance)ماهی مصرف می شود و بقیه صرف رشد و ساختن سلول جدید می شود. انرژی پایه برای فعالیت های ضروری روزانه مثل شنا، تنفس، گردش خون و واکنشهای حیاتی در بدن .... مصرف می شود .

و نهایتا انرژی باقیمانده صرف ساختن بافت های پروتئین و چربی می شود و رشد را بوجود می آورد .



شکل ۲- جریان انرژی در یک جانور آبزی

چگونگی مصرف نیتروژن

چگونگی مصرف نیتروژن می تواند شبیه به مصرف انرژی باشد، نیتروژن مصرف شده از طریق غذا(پروتئین) کل نیتروژن ورودی می بدن ماهی را تشکیل میدهد. قسمتی از نیتروژن یا پروتئین قابلیت هضم ندارد. قسمتی پروتئین هضم شده توسط کلیه یا آبشش بصورت آمونیوم یا اوره دفع میشود و قسمتی دیگر برای فعالیتهای پایه در حیوان مصرف میشود. نهایتا پروتئین باقیمانده موجب رشد در اندامها و بافتهای ماهی میشود .

تقسیمات انرژی تأمین شده بوسیله غذا را میتوان به صورت زیر خلاصه نمود

$C = P + R + U + F$

C انرژی موجود در غذا

P انرژی مصرف شده برای رشد

R انرژی تلف شده به عنوان حرارت

U انرژی تلف شده بصورت آمونیوم و اوره

F انرژی تلف شده بصورت مدفوع

مقایسه تقسیم بندی انرژی در ماهیان گوشتخوار (Carnivorous) و علفخوار(Herbivores) نشان دهنده

تفاوت عمده F و U در ماهیان گوشتخوار و گیاهخوار میباشد

Carnivores : 100 C = 29P + 44 R + 7U + 20 F
Herbivores: 100 C = 20P + 37 R + 2 U + 41 F

همانطوری که معادله زیر نشان می دهد علفخواران به علت تغذیه از غذاهای با درصد فیبر بالا (مواد گیاهی)درصد هضم پذیری (digestibility) پایین تری نسبت به ماهیان گوشتخوار که غذاهای گوشتی با کیفیت بالا مصرف می کنند دارند. در مقابل گوشتخواران نیتروژن بیشتری را به صورت آمونیوم (NH3) وارد آب می کنند که حاصل سوختن (Catabolism)پروتئین می باشد .

مفهوم انرژی و روش های اندازه گیری انرژی

انرژِ ی برخلاف پروتئین و چربی و کربوهیدرات ماده ی غذایی محسوب نمی شودو در اثر شکسته شدن باندهای پر انرژی آزاد می شود. انرژی قابل اندازه گیری است زمانی که از صورتی به صورت دیگر تبدیل می شود. هر فعالیتی در بدن مثل حرکت وساخت پروتئین و هورمون ها نیاز به مصرف انرژی دارد. انرژی ای که در اثر چرخه کربس به صورت ATP تولید می شود که منبع انرژی در سلول ها است. چرخه کربس اولین چرخه تولید انرژی به صورت ATP است.

اکسیداسیون کامل ۱ مول گلوکوز ۶۸۶Kcal انرژی آزاد می کند که منجر به تولید ۸ مولکول ATP می شود. به صورت تئوری شکسته شدن گلوکوز می تواند ۸۵ مولکول ATP آزاد کند اما به دلیل نقل و انتقال انرژی و هدررفت آن تنها ۳۹ مولکول ATP آزاد می شود.

فاکتورهای موثر بر انرژی مورد نیاز ماهی

دما: بزرگترین اثر را بر انرژی مورد نیاز دارد، درجه حرارت مطلوب منجر به افزایش اشتها می شود و منجر به افزایش متابولیسم، رشد و فعالیت و نهایتا نیاز به انرژی می شود.

فعالیت فیزیولوژیکی: تحت شرایط استرس و شکار ماهی فعالیت شنای خود را افزایش می دهد مصرف انرژی با افزایش تلفات انرژی افزایش می یابد .

اندازه ماهی: ماهیان کوچکتر در واحد وزن برابر نیاز به انرژی بیشتری دارند که به علت سطح تماس بیشتر بدن با محیط، سنتز پروتئین بیشتر و فعالیت بیشتر می باشد. یک ماهی ۱۰۰۰ گرمی انرژی کمتری نسبت به ۱۰۰۰ ماهی ۱ گرمی نیاز دارد.

میزان رشد: ماهیان سریع الرشد نیاز به انرژی بیشتری دارند مثلا قزل آلای خال قرمز نسبت به قزل آلای رنگین کمان کم رشدتر است.

رژیم غذایی گونه: کربوهیدرات ها منابع مهم تامین انرژی آبزیان گیاه خوار و همه چیز خوارند در صورتی که چربی منبع تامین انرژی ماهی گوشت خوار است. پس در صورت استفاده بیش از حد از چربی در رژیم آبزیان گیاه خوار پول خود را به هدر داده ایم.

راههای اندازه گیری انرژی در مواد غذایی

۱. بوسیله بمب کالیمتری (bombcalorimeter)

در این روش نمونه کوچک از غذا و یا ماهی ویامد فوع سوزانده شده و مقدار انرژی موجود درآن آزاد شده و اندازه گیری می شود. میزان انرژی نمونه مقدار گرمایی است که توسط سوختن نمونه آزاد میشود.انرژی آزاد شده صرف گرم کردن آب در ظرفی دیگر شده میزان انرژی آزاد شده با توجه به افزایش درجه حرارت آب سنجیده میشود .

۲. روش تقریبی باستفاده از ترکیب مواد غذایی

بر طبق اطلاعات موجود اگر ترکیب غذای ما مشخص باشد ما می توانیم انرژی موجود در آن را براحتی اندازه گیری کنیم. در این روش ابتدا آنالیز شیمیایی نمونه در آزمایشگاه انجام میشودواز آنجائیکه غذا به طور عمده از پروتئین و چربی و کربوهیدرات تشکیل شده و انرژی هرکدام از این مواد مغذی مشخص است.انرژی موجود در غذا را می توان با داشتن این سه ماده مغذی اندازه گیری نمود .

$$E\ (\ KJ\ /g\ ) = D.2364 \times \text{protein}\ (\%) + D.3954 \times \text{fat}\ (\%) + D.1715 \times (\text{carbohydty})$$

اندازه گیری هضم پذیری(digestibility)

میزان هضم مواد غذایی و اندازه گیری آن یک فاکتور حیاتی در علم تغذیه می باشد. برای ارزش گذاری مواد خوراکی در تغذیه ماهی ما نیاز به دانستن میزان هضم آن مواد در ماهیان داریم تا بر اساس آن این مواد رادر جیره خوراکی مصرف کنیم. مواد افزودنی و مکمل های غذایی باید از طریق هضم و جذب مورد استفاده قرار گیرد. دانستن مقدار هضم پذیری نشان خواهد داد چه درصدی از افزودنیها میتواند میتواند جذب بدن شده و کارآیی داشته باشد. نهایتا مواد هضم نشده تبدیل به مدفوع شده و در آب رها میشود که میتواند باعث آلودگی آب شده و سلامت ماهی را به خطر اندازد. با افزایش میزان هضم مواد غذایی مدفوع کمتری به آب ازاد شده و آلودگی آب کمتر خواهد بود .

روشهای اندازه گیری هضم پذیری

-اندازه گیری مستقیم :

با جمع آوری مستقیم مدفوع ماهی و مقایسه آن با غذای داده شده میزان هضم پذیری بوسیله ماهی مشخص می شود .

مدفوع جمع آوری شده - غذای داده شده = هضم پذیری

روش اندازه گیری مستقیم عمدتابرای جانوران خشکزی کاربرد دارد که مدفوع آنها کاملا قابل جمع آوری میباشد. در محیط آب ماهی مدفوع را در آب رها کرد که بتدریج قسمتی از آن توسط جریان آب حل و از دسترس خارج میشود در این صورت ما نمی توانیم مدفوع تولید شده توسط ماهی را کاملا جمع آوری کنیم. بنابراین این روش برای اندازه کیری هضم پذیری مواد غذایی در آب دقیق نخواهد بود

-روش غیر مستقیم

در این روش یک ماده نشان دار خنثی به نسبت معینی به غذا اضافه می شود. این ماده نشان دار یا Marker میتواند اکسید کروم Cr_2O_3 یا Acid insouble Ash ویا عنصر ایتریم باشد. در این روش درصد هضم پذیری از روی نسبت بین ماده نشان در غذا و ماده نشان دار در مدفوع محاسبه می شود. مارکر باید برای ماهی سمی نبوده و همچنین قابلیت هضم نداشته باشد. وجود مارکر در غذا به ماکمک میکند تا میزان مدفوع از دست رفته را محاسبه نموده و از طریق آن هضم مواد غذایی را حساب کنیم.

مسئله: برای محاسبه هضم پذیری با دوروش مستقیم و غیر مستقیم ۱۲۵ گرم غذا حاوی ۳گرم مارکر به ماهی داده شده. میزان مدفوع جمع آوری شده در اثر مصرف غذا ۱۵ گرم بوده که این مقدار مدفوع حاوی ۱.۵گرم مارکر میباشد . میزان هضم پذیری را از روش مستقیم و غیر مستقیم محاسبه کنید.

روش مستقیم= (غذای مصرفی - مدفوع تولیدی)/غذای مصرفی x۱۰۰

روش غیر مستقیم=۱۰۰-(۱۰۰ مارکر غذا/ ٪مارکر مدفوع)٪

روش های جمع آوری مدفوع ماهی از آب

روشهای متفاوتی برای جمع آوری مدفوع ماهی از آب برای اندازه گیری هضم پذیری مواد غذایی وجود دارد . مانند استفاده از تورهای کوچک، فیلتراسیون و تانکهای رسوب کننده .

مسئله : در یک مزعه پرورش ماهی بچه ماهی به وزن متوسط ۱۵ گرم وارد استخر شده و بعد از ۸۰ روز وزن متوسط ۱۸۵ گرم رسید ، پارامترهای رشد را برای این گونه حساب کنید .

رشد ماهی و نرخ رشد

رشد متوسط روزانه

وزن متوسط

بخش سوم

عوامل موثر در مصرف غذا و رشد (استرس و فاکتورهای محیطی)

مقدمه:

ماهی برای اینکه بتواند زنده بماند سیستم فیزیولوژیکی بدن باید قادر باشد خود را در مقابل تغییرات و چالش ها در محیط آب تطبیق دهد. چالش ها و تغییرات در محیط آبی شامل تغییرات شیمیایی مانند بالا رفتن غلطت یون امونیوم یا افزایش بار مواد آلی و تغییرات فیزیکی شامل افزایش یا کاهش بیش از حد درجه حرارت آب یا کمبود اکسیژن میباشد .

در محیطهای آبی بزرگ مانند دریاها و اقیانوسها خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب نسبتا ثابت می باشد. ولی ماهیهایی که در مصب ها، رودخانه، دریاچه آب شیرین و استخر ها زندگی میکند با ید دامنه تحمل بیشتری را در رابطه با تغییرات خصوصیات فیزیکی شیمیایی آب در این منطقه داشته باشند.

در پرورش متراکم ماهی در استخر فشار های محیط پرورشی هم به این فشار هااضافه می شود. که به فشار های انسان ساخت معروف است که شامل خصوصیات فیزیکی محیط زندگی (موج استخر، جریان آب، رژیم نوری و...)، خصوصیات بیولوژیکی (تراکم ماهی، اندازه ماهی و...) و اثر انسان بر روی حیوان شامل (دستکاری، غذا دهی) میباشد.

عوامل استرس زا بسته به شدت آن باعث ایجاد دو سطح استرس در ماهیان میشوند که به استرس حاد (acute stress)و استرس مزمن (cronic stress) معروف می باشند. عواملی مانند دستکاری، وزن کشی، واکسیناسیون و حمل نقل باعث ایجاد استرس حاد شده و در مقابل تراکم، روش غذا دهی و شدت نور

استرس مزمن را در ماهی ایجاد میکنند .
درک صحیح از تغییرات محیطی و اثر آن روی فیزیولوژی و پاسخ ماهی برای ایجاد ثبات در محیط داخلی بدن خود در شناسایی فاکتورهای که در محیط پرورشی استرس زا می باشند میتواند با اهمیت باشد. طراحی روشی برای کاهش اثر ات منفی فاکتور های استرس زا بر روی سلامتی و وضعیت فیزیولوژیکی نقش مهمی در توسعه صنعت آبزی پروری خواهد داشت.

تغییرات در مصرف غذا و رشد

اولین واکنش ماهی به هر نوع عوامل استرس زا کاهش یا متوقف نمودن تغذیه می باشد و این زمان توقف ارتباط به گونه مورد پرورش و شدت عوامل استرسی دارد. کاهش تغذیه به همراه افزایش کاتابولیسم(تخریب)در ماهی دو عامل عمده کاهش رشد بر اثر استرس می باشند.
در شرایط آزمایشگاهی و یا پرورشی با کنترل فاکتور های محیطی و همچنین استرس ممیتوان باعث افزایش مصرف غذا و کارآئی رشد در ماهی شد.
به عنوان مثال نرخ رشد Sockeye Salmon زمانی که در شرایط ایده آل درجه حرارت برای رشد (۱۵c°) ، تنظیم دوره نوری ، تنظیم جریان آب و بخصوص کنترل غلظت اسمزی آب (شوری) از ٪۱.۴ در روز به ٪۲/۴ در روز) افزایش یافت . زمانی ماهی در محیطی با شرایط اسمزی شبیه بدن خود تحت شرایط نوری روزهای بلند نگه داشته شود نه تنها تغذیه افزایش بلکه رشد و ضریب کارآئی غذا هم افزایش می یابد.

استرس و رشد

سیستم فیزیولوژی بدن ماهی می تواند بوسیله تعداد زیادی از فاکتور های فیزیکی و شیمیایی و یا بیولوژیکی مورد تهدید قرار گیرد. شذت استرس به شدت عوامل استرس زا و زمان در معرض بودن در برابر عوامل استرسی دارد. کمبود اکسیژن آب زیر حد نیاز ماهی می تواند یک عامل استرس زا باشد. مصرف غذا و متابولیسم و رشد در شرایط کمبود اکسیژن کاهش می یابد.
اثر دقیق تک تک فاکتور های استرس بر روی فیزیولوژی ماهی هنوز کاملا شناخته نشده ولی این فاکتور ها در شرایط استرسی شدیدبر روی تمام عملکرد حیوان بطور مستقیم یا غیر مستقیم اثر می گذارند .
یکی از دلایل کاهش رشد در شرایط استرس در کارگرد طبیعی و فیزیولوژی ارگانهااختلال ایجاد خواهد شد. تلاش ماهی برای بازگشت خصوصیات فیزیولوژیکی به حالت اولیه اغلب میزان انرژی بالای را مصرف می کند. به عنوان مثال میزان مصرف انرژی در ماهی استرس دیده ۲۰ درصد یا بیشتر افزایش می یابد و این افزایش تلفات انرژی باعث قسمتی از انرژی تولید به سمت تلفات میشود.

شکل ۱. اثر شرایط استرسی بر مصرف انرژی غذا برای تولید و تلفات

شرایط ایده آل	متابولیسم پایه	تولید
شریط استرسی	متابولیسم پایه	تلفات	تولید

فاکتور های محیطی موثر در استرس

فاکتور های استرس زای فیزیکی مانند رقم بندی، جمع آوری، حمل و نقل بر روی سیستم تنفس سوخت و ساز اثر منفی میگذارند. این شرایط باعث افزایش فعالیت ماهی شده و تقاضای اکسیژنی را به شدت افزایش می دهد. در آزمایشی میزان مصرف اکسیژن در شرایط پرورش متراکم قزل آلادر زمان رقم بندی به بیش از۵۰ درصد افزایش یافت. در شرایط درجه حرارت بالا وقتی نیاز اکسیژنی ماهی افزایش و قدرت نگهداری اکسیژن آب کاهش می یابد اثرات استرس زای این فاکتور حاد تر می گردد. به عنوان مثال در حمل و نقل ماهی در تراکم و درجه حرارت بالا استرس ناشی از کمبود اکسیزن عمده ترین عامل مرگ و میر ماهی می باشد.

حتی زمانی که اکسیژن ماهی بوسیله اکسیژن خالص تامین گردد افزایش سوختن مواد غذایی و تولید آمونیوم و دی اکسید کربن می تواند مشکل ساز باشد.

اکسیژن محلول

میزان متابولیسم در ماهی که به خوبی تغذیه شده بسیار بالاتر از ماهی نگه داشته در شرایط بی غذایی می باشد و به همین میزان مصرف اکسیژن هم با افزایش تغذیه افزایش می یابد. همان طوریکه قبلا گفته شده کمبود اکسیژن آب کاهش مصرف غذا را بدنبال خواهد داشت و این می تواند به این دلیل باشد کمبود اکسیژن آب نمی تواند اکسیژن کافی را برای سوختن مواد آلی در بدن ماهی ن که به خوبی تغذیه شده را فراهم کند. بنابراین ماهی نمیتواند از مواد غذایی استفاده کند و تغذیه کاهش مییابد.

میزان مصرف غذا، متابولیسم و رشد در اثر کاهش اکسیژن کاهش می یابد. ولی بهرحال اثر مستقیمی از کاهش اکسیژن بر روی هضم پذیری مشاهده نشده بنابراین اثر کمبود اکسیژن بر کاهش رشد عمدتا در اثر کاهش تغذیه و استفاده کمتر از انرژی بدست آمده جهت رشد می باشد.

غلظت یون آمونیوم

دو نوع آمونیوم در محیط های آبی وجود دارد که حاصل سوختن پروتئین به منظور تامین انرژی ماهی میباشد که شامل آمونیوم یونیزه شده $NH4+$ و آمونیوم غیر یونیزه $NH3$ می باشد. ارتباط بین این دو عمدتا بستگی

به PH محیط و همچنین درجه حرارات دارد.آمونیوم غیر یونیزه بسیار سمی تر برای ماهی می باشد. بنابراین در اندازه گیری اثر سمیت آمونیوم باید میزان آمونیوم غیر یونیزه را محاسبه کنیم.
آمونیوم غیر یونیزه به این دلیل سمی تر است که این آمونیوم می تواند از غشاء برانشی وارد جریان خون شود و سمیت ایجاد کند ولی امونیوم یونیزه نمی تواند وارد بدن ماهی شود.سمیت بوسیله آمونیوم باعث اختلات عصبی می شود که با اعمالی مانند تنفس بیش از حد، شنای غیر عادی، و نهایتا بیهوشی و مرگ توسط ماهی همراه است .

غلظت CO2

در محیطهای پرورش معمولی ودر تراکم متوسط غلظت CO2 زیر حد مجاز میباشد. غلظت زیاد CO2 زمانی که آب چشمه یا چاه در پرورش ماهی استفاده می شود هم می تواند استرس زا باشد چنین آبهایی می تواند حاوی مقادیر بالایی از CO2 باشد.
افزایش دی اکسید کربن موجب کاهش ظرفیت نگهداری و حمل اکسیژن را به دنبال دارد. تحقیقات نشان داده غلظت CO2 12 mg/l ممکن است برای رشد مضر باشد وغلظتCO2 20 mg/l حتی می تواند برای ماهی کشنده باشد.ولی تحقیقات دیگر نشان داد افزایش CO2 تا 55 mg/l تنها باعث کاهش رشد و افزایش ضریب غذا در ماهی قزل آلا شده است .

درجه حرارت

سلامتی ماهی در سیستم های متراکم پرورش ماهی به درجه حرارت آب و تغییرات آن هم وابسته است. هر گونه پرورشی یک محدوده درجه حرارت دارد که در آن محدوده در بهترین حالت فیزیولوژیکی خودقرار دارد و میتواند بهترین کارآیی رشد و سلامتی را داشته باشد. خروج ماهی از آن محدوده حرارتی یا تغییرات سریع حرارت استرس زا می باشد. اثر منفی درجات حرارت بالا بیشتر از درجات پایین بر روی ماهی میباشد.
گرم شدن آب اثر سمیت مواد محلول آلوده کننده را افزایش می دهد. به علاوه باعث رشد و نمو انگلهای فرصت طلب بر روی بدن ماهی میشود. این شرایط موجب کاهش اکسیژن محلول در آب شده و مصرف اکسیژن را افزایش می دهد و نهایتاباعث گرم شدن بدن و افزایش سوخت و ساز ماهی می شود. آزمایشات نشان داده گرم نمودن آب از ۹c° به ۱۵c° باعث کاهش ۱۳٪ اکسیژن محلول شده در حالیکه سوخت و ساز ماهی تا ۶۸٪ افزایش یافته و همچنین دفع آلونیوم تا ۹۹٪ افزایش یافته است.

سرد شدن غیر عادی آب هم میتواند مشکل ساز باشد. سرد شدن آب میتواند باعث کاهش درجه حرارت بدن، کند نمودن سیستم ایمنی در مقابل بیماری، کاهش تغذیه و رشد شود.
رشد ماهی عموما با افزایش درجه حرارت افزایش و در جه حرارت ایده آل برای گونه مزبوربه حد بهینه می رسد و سپس با فزایش درجه حرارت میزان رشدکاهش می یابد. درجه حرارتی که حداکثر رشد رخ میدهد درجه

حرارت بهینه برای رشد نامیده می شود در خانواده آزاد ماهیان درجه حرارت بهینه بین ۱۲-۱۷C° می باشد در حالیکه در خانواده کپور ماهیان این درجه ۲۰C° یا بالاتر می باشد.

شوری

فشار اسمزی و غلظت یونهای داخلی بدن ماهی با محیط اطراف آن متفاوت می باشد. بنابراین ماهی نیاز به مصرف انرژی دارد تا همواره این اختلاف یونی بین دو محیط را حفظ کنند. اگر بتوان اختلاف بین محیط داخلی و بیرونی به حداقل رساند ماهی استرس کمتری را تحمل نموده،تلفات انرژی کاهش یافته، تغذیه بیشتر شده و رشد بیشتری خواهد داشت. بعضی نتایج منتشره در ماهی آزاد موید این امر می باشند.

نتایج مطالعات روی بچه آزاد ماهیان(قبل از ورود به دریا) نشان می دهد افزایش شوری از صفر تا ۱۵ اثر ناچیزی روش رشد داشته ولی در شورهای بالاتر این اثر بر کاهش رشد مشهود تر بوده است

مدت زمان نور و شدت نور

مدت زمان نوری روزانه بر میزان تغذیه و رشد ماهی اثر می گذارد. ولی بدلیل اینکه در طبیعت همواره سیکل نوری روزانه با افزایش یا کاهش درجه حرارت همراه می باشد، بنابراین تشخیص اینکه تغییر در نرخ رشد بدلیل سیکل نوری یا درجه حرارت است مشکل است. بهرحال نشانه های از تغییر نرخ تغذیه و رشد در اثر تغییرات طول دوره نوری روزانه وجود دارد به عنوان مثال در اوایل بهار زمانی که هنوز درجه حرارت پایین ولی طول روز زیاد بعضی گونه های ماهی آزاد شروع به تغذیه بیشتر و رشد بیشتر می کند.

برای گونه های که غذا را با دیدن می خورند ممکن است طول روز خیلی مهمتر از گونه های باشد که از طریق بویایی غذا را میگیرند. ولی در گونه های مانند گربه ماهی که قوه بینایی قویی ندارند رابطه مستقیم بین افزایش طول دوره نوری و رشد دیده شده که محققین را به این فکر وا داشته که افزایش دوره نوری ساخته شدن هورمون رشد را تسریع کرده و بدنبال آن افزایش و تغذیه و رشد را بدنبال دارد.

کاهش اثر تخریبی استرس بر روی رشد

در جریان پرورش ماهی همواره عوامل استرس زا وجود داردکه نمی توانیم آنها راکاملا از محیط حذف کنیم. مواردی مانند تورکشی، رقم بندی حمل و نقل یک جزئی از پرورش ماهی می باشند که در بهترین حالت ما می توانیم اثر فاکتور های استرس زا را کم کنیم. بعضی موارد استرس زا قابل کنترل می باشند مانند تراکم بیش از حدو فاکتور های کیفی آب بهر حال بعضی از تاکتیکها وجود دارد که بوسیله آن سطح استرس را می توان کاهش داد.

بطور کل شدت اثر استرس بر ماهی به مدت زمانی که در معرض موارد استرس زا قرار میگیرد بستگی دارد بنابراین با کاهش زمان در معرض قرار گرفتن میتوان اثرمشکلات ناشی از استرش را کاهش داد مانند تور کشی

سریع تر و جمع آوری سریع تر ماهی.

در هر دو گروه ماهیان گرم آبی و سرد آبی مرگ و میر ناشی از استرس در درجات حرارت بالا افزایش می یابد بنابراین موارد استرس زای اجباری باید در درجه حرارت پائین انجام گیرد.مانند رقم بندی و حمل و نقل در ابتدای صبح به جای ظهر یا بعد از ظهر

اثر همزمان چندین مورد استرس زا با همدیگر باعث افزایش اثر استرس می شود. اگر جلوگیری از چندین مورد استرس زا ممکن نمی باشد باید به ماهی یک زمانی داد تا از مورد استرس زای اول بهبود حاصل کند و بعد در معرض استرس بعدی قرار داد.

مانند افزایش ناگهانی درجه حرارت در هنگام دستکاری ماهی

در ماهیان آب شیرین استفاده از محلولهای نمکی در جریان دستکاری ماهی نشان داده شده که می تواند دفع یونها را محدود کند و در نتیجه استرس ناشی از بالانس یونها را در داخل بدن محدود کند. تغذیه ماهی ۳-۲ روز قبل از هر عمل استرس زا ابتدا باعث تمیز ماندن آب شده (در نوعی به آب دارد نخواهد شد) و در ثانی اکسیژن آب در سطح بالایی که در زمان استرس نیاز است می باشد.

افزودن ماده بیهوش کننده در کاهش اثر استرس می تواند مفید باشد. بدلیل اینکه ماهی تحرک کمی دارد میزان دفع موادی مانند آمونیوم و دی اکسید کربن را کاهش داده و مصرف اکسیژن را همچنین کاهش میدهد.

بخش چهارم
کربوهیدرات

مشخصات کلی
فراوان ترین مولکو ل های زیستی می باشند که به نحو گستر ده ای در طبیعت پراکنده اند. گیاهان میتوانند با استفاده از انرژی خورشیدو دی اکسید کربن کر بو هیدرات تولید کنند. کر بو هیدرات ساخته شده توسط گیاهان به عنوان یک منبع انرژی و یا یک منبع کربن برای سنتز سایر مولکول های زیستی به کار میرود. این مواد هممچنین به عنوان ارزانترین منبع تامین انرژی در حیوانات میباشند.در فرمول قند ازت وجود ندارد و فرمول کلی آنها به صورت(CH_2O) میباشد.

تقسیم بندی کربوهیدرات
کربوهیدراتها را بر اساس تعداد واحدهای تشکیل دهنده قند آنها به گروههای مختلف تقسیم میکنند.

-منو و دی ساکارید ها: مولکولهای که حاوی یک یا دو واحد قندمیباشند مانند گلوکز که از یک واحد قندی تشکیل شده و اهمیت خاصی از نظر تغذیه ای و تامین انرژی در دامها دارد. لاکتوز که از دو واحد قندی گالاکتور و گلوکزتشکیل شده و مالتوزکه ازدو واحد گلوکزتشکیل شده است.

-الیگو ساکاریدها: حاوی۳-۱۰ واحد قندی یا منو ساکارید میباشند معمو لا در دستگاه گوارش قابل تجزیه نبوده ولی در روده بزرگ توسط میکرو ارگانیزم تجزیه شده و ترکیبات مفیدی را به بدن اضافه می کند.

-پلی ساکارید: از واحدهای بیشمار قند یا ساکارید تشکیل شده است. این مواد معمولا پلی مر های پیچیده میباشند که از به هم پیوستن زنجیره های رشته ای ساکارید به وجود می آیندمانند سلولز- کیتین- آمیلوز و گلیکوژن.
این مواد میتوانند به دو گروه تقسیم شوند:
۱. پلی ساکارید های ذخیره کننده مانند نشاسته و گلیکوژن
۲. پلی ساکاریدهای ساختمانی مانند سلولز

نشاسته: ازپلی ساکارید های قابل هضم در ماهی میباشد. دانه نشاسته حاوی دو پلی ساکارید مشتق از گلوکز میباشدکه آمیلوز و آمیلوپکتین نام دارد. نشاسته برخلاف گلیگوژن غیرقابل حل در آب میباشد البته حرارت تا اندازهای به حل آن کمک میکند ولی پس از سرد شدن به شکل ژله ای در می آید.

گلیگوژن: کربوهیدرات ذخیره جانوران میباشد که از ۳۰۰۰تا ۶۰۰۰واحد گلوکز ساخته شده و قابل هضم بوسیله

ماهی میباشد. گلیگوژن برخلاف نشاسته در آب محلول است و به سادگی تحت تاثیر آنزیمهای مربوطه به مولکول گلوکز شکسته میشود. گلکوژن در کبد ذخیره و در مواقع لازم توسط حیوان مصرف میشود.

-پلی ساکارید ساختمانی:

این ترکیبات دردیواره سلولی بافت ها و سلولهای گیاهی قرار داشته و سبب استحکام می شود. با افزایش سن گیاه و بالغ شدن گیاه میزان آن افزایش می یابد.

سلولز: جزءاصلی سا ختمان دیواره سلول های گیاهی است. حدود ½ کربن موجود در دنیا در سلولز ذخیره شده است. سلولز یک پلی مر خطی از مولکول های گلوکز می باشد. میکرو ارگانیسم های موجود در روده حیوانات گیاهخوار چند معده ای میتوانند با ترشح سلولاز موجب تجزیه سلولز شوند. تجزیه سلولز یک پروسه آهسته می باشد بدلیل اینکه باند های بین مولکول های نشاسته که به محکمی در کنار یکدیگر قرار گرفتند به راحتی قابل دسترس نمی باشد.
ولی در ماهیان آنزیم سلولاز در معده شناسایی نشده است و بنابراین به نظر می رسد سلولز ارزش غذایی برای ماهیان ندارد و ماهی قادر به هضم سلولز نمی باشد.

کتین:از مواد اصلی تشکیل دهنده اسکلت خارجی بی مهرگان مانند سخت پوستان می باشد. این ماده در دیواره سلولی بیشتر قارچ ها و بعضی از جلبک ها مشاهده شده است.این ماده هم یک پلیمر خطی می باشد که در ساختمان خود یک استیل گلوکوز آمین دارد. به عنوان یک ماده غذایی در غذای ماهیان گوشتخوار و همچنین در پرورش لارو و ماهی انگشت قد با اهمیت می باشد. به دلیل اینکه این موجودات از آرتمیا و دافنی تغذیه می کنند که حاوی مقدار متنابهی کیتین می باشند. آنزیمی که کیتین را تجزیه میکند کتیناز نام دارد ودر تعداد زیادی ماهی مشاهده شده است .

فیبر ها:نماینده یک گروه وسیعی از کربو هیدراتها با تعداد زیاد قند می باشد. شامل سلولز، همی سلولز، لیگنین و کتین میباشد. فیبرها کربوهیدراتهای غیرقابل هضم میباشند و هیچ نقشی در تغذیه ماهی ندارند. نقش آنها در کنتر ل سرعت عبور مواد غذایی از دستگاه گوارش میباشد. این مواد ممکن است با ایجاد سرعت زیاد مواد غذایی در روده بر روند هضم و جذب اثر منفی بگذارند.

تعریف کلی فیبر: مواد گیاهی که نمی تواند بوسیله آنزیم های ترشح شده توسط دستگاه گوارش پستانداران تجزیه می شود مانند سلولز، همی سلولز پکتین و لگنین. این مواد جزء کربو هیدرات های پیچیده می باشند که نمی تواند توسط آنزیم های دستگاه گوارش هضم گردد. در دستگاه گوارش نشخوار کنندگان آنها می تونند با کمک باکتریها تجزیه شوند.

نیاز ماهی به کربو هیدرات

کربوهیدراتها به عنوان یک منبع ارزان و قابل دسترس انرژی در تغذیه حیوانات میباشند و اصولا تغذیه حیوانات خشکزی بر پایه منابع کربوهیدراتی میباشد.در تغذیه ماهیان ماهیان گیاهخوار توانایی بالاتری برای استفاده از کربوهیدراتها به عنوان یک منبع انرژی دارند ولی میزان مصرف این ماده در ماهیان گوشتخوار محدود میباشد.
به هر حال این بدین معنی نمی باشد که کربوهیدرات نقش کمی در تغذیه ماهی دارد. افزودن منابع کربوهیدراتی باعث افزایش کارایی پروتئین(PER) و NPU)و ضریب رشد مخصوص در همه گونه ماهیان شده یعنی ماهی ماهی برای تامین انرژی پایه منابع کربوهیدراتی را میسوزاند و از منبع پروتئینی برای رشد استفاده میکند.

بطور کلی استفاده از منابع کربوهیدراتی در غذای ماهی میتواند واجد فواید زیر باشد :

۱. منبع ارزان قیمت تامین انرژی
۲. به عنوان همبند طبیعی در جیره غذایی
۳. به عنوان عامل کمک کننده به مصرف کمتر چربی و پروتئین در جیره غذایی
۴. خوش خوراکی غذا
۵. به عنوان ماده پر کننده برای تنظیم جیره

هضم کربو هیدرات

در دستگاه گوارش ماهی آنزیمهای تجزیه کننده کربوهیدراتها که به طور کلی(Carbohydratase)) نامیده میشوند در قسمت های متفاوتی مانند لوزالمعده، ابتدای روده و در کیسه صفراوجود دارند و آنزیمهای تولید شده را در ابتدای روده وارد دستگاه کوارش می کنند. ولی این بدین معنی نیست که در همه ماهیها در همه قسمت های ذکر شده فوق این آنزیمها تولید میشود. ولی به هر حال در اغلب ماهیان لوزالمعده مهمترین عضو ترشح کننده آنزیم تجزیه کننده کربو هیدرات می باشد .
آنزیم های موجود می تواند نشاسته یا گلیکوژن را به اولیگو ساکارید یا مالتوز تجزیه کنند. تجزیه دی ساکارید یا اولیگو ساکارید به منو ساکارید به وسیله آنزیم گلوکزسیداز یا گالاکتوز سیداز انجام میپذیرد.

هضم پذیری کربو هیدرات

کار آیی آنزیم های تجزیه کننده کربوهیدرات تا حد زیادی به میزان کربو هیدرات در غذا بستگی دارد.هرچه میزان کمتری کربوهیدرات در غذا موجود باشد این آنزیم ها کارآیی بالاتری خواهند داشت که نشان دهنده توانایی کم ماهی برای ترشح آنزیمهای تجزیه کننده کربوهیدرات (آمیلاز) میباشد.این بدین معنی است که ماهی قادر به ترشح مقدار محدودی از آنزیمهای تجزیه کننده کربوهیدرات میباشد. فاکتورهای دیگر مانند درجه حرارت و شوری و نوع غذا هم در فعالیت آمیلاز موثرند.

ماهیان گیاهخوار وهمه چیز خوار مانندکپور و تیلاپیا بر خلاف ماهی قزل آلا میتوانند میزان بالاتری از هیدرات کربن را در جیره تحمل میکنند که نشان دهنده وجود بیشتر آنزیمهای تجزیه کننده کربوهیدرات در این گروهها میباشد. به طور کلی کار ایی آنزیم های تجزیه کننده کربوهیدرات و پروتئین به عادت غذایی ماهی بستگی دارد. ما هی های گوشتخوار دارای میزان بالاتری از آنزیم های تجزیه کننده پروتئین نسبت به ماهیان گیاهخوار می باشند ولی میزان آنزیم آمیلاز در گونه گوشتخوار کمتر نسبت به گونه های گیاهخوار می باشد.

جدول فعالیت آنزیمهای تجزیه کننده کربوهیدرات در گونه های مختلف

Table 4.4 Relative activities (max = 100) of amylase, α-glucosidase and β-galactosidase in the digestive tract of different fish species

Species	Amylase			α-Glucosidase		β-Galactosidase	
	I	*S*	*P*	*I*	*S*	*I*	*S*
Carassius carrassius	100					34	
Ctenopharyngodon idella	84			100		61	
Oreochromis niloticus	44	31				59	
Cyprinus carpio	35					8	
Hypophthalmichthys molitrix	31					100	
Salmo gairdneri	8	<1	16			2	<1
Anguilla japonica	1	<1		15	<1	20	11
Seriola quinqueradiata	1	<1				22	6

I, intestine; S, stomach; P, pyloric caecae.
Source: Nagayama and Saito (1968).

هضم میکروبی

هضم میکروبی نقش مهمی را در تجزیه سلولز و استفاده از مواد اولیه مانند کربن برای سنتز پروتئین در حیوانات نشخوار کننده مانند گاو و گوسفندایفا می کند. محیط شکمبه با درجه حرات ایده آل، محیط تاریک ومرطوب یک بستر ایده آل برای رشد و نمو میکرو ارگانیزمها ایجاد میکند که کمک شایانی به تجزیه مواد غذایی در حیوان میکنند .

در ما هی در زمینه اثر میکرو ارگانیزمها بر تجزیه مواد غذایی هنوزاطلاعات کاملی وجود ندارد. مطالعات انجام شده بر روی ۶۲ گونه ماهی نشان داد که تنها ۱۷ گونه نشانه هایی از وجود سلولاز (آنزیم تجزیه کننده سلولز) را در دستگاه گوارش نشان دادند و لی تمامی این آنزیم سلولاز از میکرو ب های دستگاه گوارش این ماهیان منشا گرفته اند.بنابراین ماهیان فاقد آنزیم سلولاز میباشند و به تنهایی قادر به تجزیه سلولوز نمی باشند.
وجود دستگاه گوارش تک معده ای و سرعت عبور بالای مواد غذایی امکان استقرار و رشد نمو میکرو ارگانیزمها به مانند آنچه که در حیوانات نشخوار کننده وجود دارد را محدود میکند. بنابر این به نظر میرسد نقش تجزیه میکرو ارگانیزمی در هضم مواد غذایی در ماهیان محدود میباشد.

جذب

مکانیزم جذب مواد مغذی در ماهی شبیه سایر جانوران میباشد. کربو هیدرات های هضم شده بوسیله انتشار یا انتقال فعال جذب وبا استفاده از دستگاه گردش خون به سر تا سر بدن ماهی منتقل می شوند. مواد قندی در بدن به صورت گلوکز یا گلیکوژن وجود دارند. گلوکز در خون و گلیکوژن در کبد و ماهیچه ذخیره میشود تا در موقع نیاز زمانی که قند خون کاهش مییابد به تدریج به گلوکز تبدیل شده و مصرف میشود.

متابولیسم کربو هیدرات در ماهی

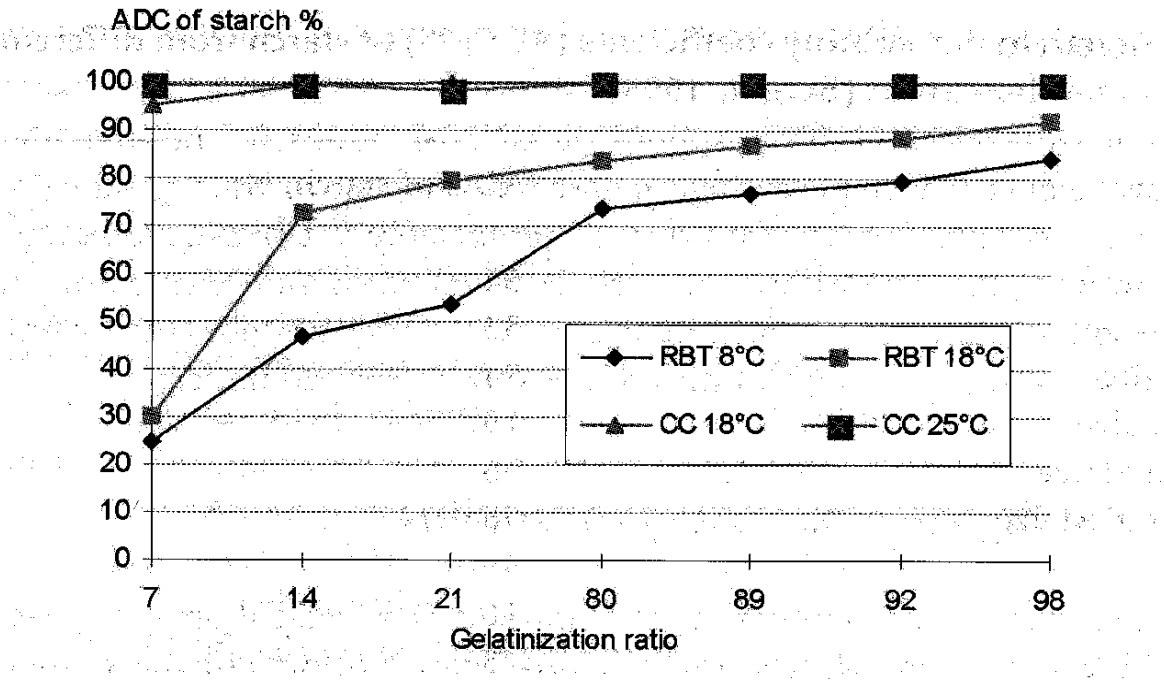
همانطوریکه که گفته شد ماهی ها توانایی کمتری برای هضم و جذب منابع کربو هیدراتی دارند. حتی در صورت جذب هم توانایی استفاده از منابع کربو هیدراتی برای تامین انرژی در ماهیان محدود است. این توانایی با استفاده از آزمونی به نام "تست تحمل گلوکز" اندازه گیری شده است.در این آزمایش میزان بالایی از گلوکز از طریق دهان یا جریان خون وارد بدن ماهی می شودو غلظت گلو کز خون در زمان های متفاوت اندازه گیری می شود.
در پستان داران غلظت گلوکز خون بعد از ۲-۱ ساعت سریعا به غلظت نرمال بر می گردد.ولی ماهی ها خیلی آهسته تر به روند افزایش گلوکز پاسخ می دهند و زمان زیادی را می گیرد تادوباره به غلظت نرمال برسد. یه عنوان مثال این زمان برای ماهی قزل آلا حداقل ۷ ساعت می باشد.
قدرت ما هی ها در استفاده از منابع کربو هیدرات به رژیم غذای طبیعی آن ها بستگی دارد. ماهی گیاهخواری مانند سیم دریایی پاسخ سریعتری به افزایش گلوکز بدن نسبت به ماهی گوشتخواری مانند دم زرد ژاپنی Yellow tailنشان دادند و زمان کمتری نیاز دارد که میزان گلوکز خون به سطح نر مال برگردد.در میان ماهیان، ماهی همه چیز خوار کپور پاسخ سریعی به بالا رفتن غلظت گلوکز نشان می دهد ولی این پاسخ نسبت به پستانداران بسیار آهسته به نظر می رسد.
به طور کلی به نظر می رسد ماهیان توانایی استفاده سریع از گلوکز را ندارند و گلوکز به صورت گلیکوژن و یا چربی در بدن ذخیره می شود. وحتی ماهیان در زمینه تبدیل ذخایر گلیکوژن به گلوکز و استفاده از آن ها محدودیت دارند. بنابر این میزان کربو هیدرات در غذای ماهی باید به شدت کنترل شود. برای کپور سطح اپتیمم

کربو هیدرات بین ۴۰٪-۳۰٪ برای سیم در یایی ۲۰٪ و برای دم زرد ژاپنی ۱۰٪ می باشد.
استفاده از کر بو هیدرات هایی چند قندی مانند نشاسته که به هضم شدن در دستگاه گوارش نیاز دارند نسبت به تک قندیهای مانند گلوکزاین امکان را فراهم می کند تا کربوهیدرات به تدریج جذب گردد و در اختیار ماهی قرار گیرد.این شرایط با جذب تدریجی گلوکز در دستگاه گردش خون امکان استفاده بیشتری از آن برای ماهی فراهم شود. بنابراین استفاده از نشاسته میتواند کارآیی بالاتری داشته باشد.

نشاسته Starch

نشاسته به عنوان کربو هیدرات ذخیره ای غالب محصولات کشاورزی (محصولات دانه ای مانند ذرت و گندم) میباشد و تا ۶۰٪ از وزن دانه را به خود اختصاص می دهد. نشاسته در ماهی هضم پذیری نسبتا کمتری نسبت به پروتیین و چربی دارد. هضم پذیری و قابلیت استفاده از کر بو هیدرات (نشاسته) به فاکتور هایی ما نند گونه ماهی و درصد کر بوهیدرت غذا وپروسس های بهبود دهنده بستگی دارد.

تاثیر گونه بر هضم پذیری نشاسته
ما هی های گیاهخوار نسبتا درجه هضم پذیری بالاتری را برای نشاسته نشان میدهند که این می تواند به علت بالاتر بودن میزان آنزیم آمیلاز و یا طویل تر بودن روده که امکان بیشتری برای اثر آنزیم بر مواد غذای بوجود می آورد. آزمایشات نشان داده است تمامی ماهیان با افزایش سن میتوانند میزان بالاتری از نشاسته را تجزیه کنند .
شکل مقایسه هضم پذیری نشاسته در دو گونه کپور و قزل آلا



اثر درصد نشاسته غذابر هضم پذیری

به طور کلی افزایش میزان نشاسته غذا از میزان هضم پذیری آن میکاهد و این در تمامی ماهیان دیده شده است.این وضعیت نشان دهنده این است که ماهیان دارای مقدار محدودی از آنزیم آمیلاز برای تجزیه نشاسته میباشند که با افزایش نشاسته غذا این مقدار آنزیم برای تجزیه تمامی مواد نشاسته ای کافی نخواهد بود.

اثر تقسم جیره روزانه

تقسم غذای روزانه به چندین وعده می تواند هضم پذیری نشاسته را بهبود بخشد. به عنوان مثال ماهی تیلاپیا که با غذای حاوی ۴۴٪ نشاسته ذرت از ۲ تا ۶ وعده در روز تغذیه شده است. با افزایش وعده غذایی روزانه میزان هضم پذیری نشاسته و به تبع آن میزان رشد افزایش یافت .

اثر فرایند های حرارتی بر روی نشاسته

به منظور بالا بردن قابلیت استفاده نشاسته(هضم پذیری) در غذای ماهی نشاسته خام باید تبدیل به نشاسته ژلاتینه شود. این تغییر شکل در اثر فرایندهای پختن در محیط مرطوب ایجاد میشود که باعث تغییر شکل ساختمانی نشاسته میشود. نشاسته ژلاتینه علاوه بر اینکه درصد هضم پذیری بسیار بلاتری نسبت به نشاسته خام دارد به مانند یک عامل همبند ذرات غذایی را در کنار همدیگر نگه داشته و به استحکام پلت کمک شایانی میکند

بخش پنجم
پروتئین و اسیدهای آمینه

پروتئین ها
پروتئین ها ترکیبات آلی پیچیده با وزن مولکولی زیاد میباشند. از نظر وزنی از ۵۳٪ کربن، ۷٪ هیدروژن، ۲۳٪ اکسیژن و ۱۶٪ نیتروژن و کمتر از یک درصد گوگرد و فسفر تشکیل شده اند.
پروتئین قسمت اعظم حجم بافتها واندامها را در حیوانات تشکیل می دهد ودر انسان حدود نیمی از وزن خشک بدن را شامل میشود. به علاوه قسمت اعظم دیگر ترکیبات با اهمییت در بدن جانوران مثل آنزیم، ویتامین و هورمون از پروتئین می باشند. در حیوانات در بافت هایی چون استخوان، پوست، ماهیچه و جمجمه، پروتئین بالایی وجود دارد. اغلب پروتئین ها قابلیت هضم بالایی دارند ؛ قابلیت هضم پروتئین های حیوانی در مقایسه با پروتئین های گیاهی بالاتر است که البته استثنائاتی هم وجود دارد، برای مثال گلوتن ذرت قابلیت هضم بالایی دارد و پودر پر قابلیت هضمی پایین دارد.
پروتئین های ساده صرفا حاوی آمینواسید ها می باشند مثل آلبومین، هورمون، گلوبین، کراتین، اکتین، موسین. پروتئین های پیجده حاوی اسیدهای آمینه و دیگر ترکیبات آلی مثل متالوپروتئین، نوکلئوپروتئین ها، فسفوپروتئین ها، لیپوپروتئین ها، لسیتوپروتئین ها، کروموپروتئین ها می باشند. در تغذیه آبزیان (بخصوص در مرحله لاروی) بهتر است از پروتئین های ساده که قابلیت هضم بهتری دارد استفاده شود.
زمانی که پروتئین تجزیه می شود حدود ۲۰نوع اسید امینه به وجود می اید. اسیدهای آمینه حاصل از هضم وجذب پروتئین ها مجددا جهت سنتز پروتئین بافت مورد استفاده قرار میگیرد.پروتئین ها به عنوان منبع اصلی اسیدهای آمینه مورد نیاز میباشند. اسیدهای آمینه حاصل از هضم و جذب پروتئین مجددا سنتز شده و پروتئین های مورد نیاز در بدن ماهی را بوجود می آورند.بنابراین ماهی لزوما به پروتئین نیاز ندارد و براینکه پروتئین های مورد نیاز در بدن ماهی ساخته شود به اسیدهای آمینه نیاز دارند.
نقش پروتئین در ماهی از جانوران خشکزی پررنگتر است به دلیل اینکه ماهی قسمتی از نیازهای انرژی روزانه خود را با سوزاندن منابع پروتئینی تامین میکند . بنابراین وجود پروتئین در غذای ماهی الزامی میباشد.
پروتئین برای رشد و ایجاد بافتهای جدید، حفظ و تجدید ساختار بافتهای فرسوده و همچنین به به عنوان ماده اصلی تشکیل دهنده بعضی مواد حیاتی مانند آنزیمها میباشند. پروتئینها بخش اصلی اعضای بدن و بافت نرم و مایعات بدن را تشکیل میدهند .

ارزش غذایی پروتئین
منابع پروتئینی از نظر ارزش غذایی برای ماهیان یکسان نمی باشند. ممکن است دو منبع غذایی پروتئینی(پودر سویا و پودر ماهی) از لحاظ در صد پروتئین خام مشابه باشند ولی پروتئین ماهی ارزش غذایی بالاتری نسبت به پروتئین سویا برای ماهی دارد. ارزش غذایی بالاتر بعضی منا بع پروتئینی به میزان هضم پذیری آنها و همچنین

تعادل اسید آمینه موجود در پروتئین بستگی دارد. معمولا ماهیان توانایی بالاتری در استفاده از منابع پروتئینی جانوری نسبت به گیاهی دارند.ارزش غذایی پروتئین را برای ماهیان با چند شاخص اندازه گیری میکنند.سه روش عمده وجود دارد برای ارزیابی کیفیت غذایی پروتئین:

۱-نسبت کارایی پروتئین protein efficiency ratio(PER)

PERیک نسبت بین گرم رشد ماهی وگرم پروتئین موجود در غذا می باشد.هر چه میزان رشد ماهی بالاتر باشد نشان دهنده کیفیت بهتر پروتئین مصرفی میباشد.

گرم پروتئین غذا/گرم رشد ماهی= PER

بالا بودن نسبت PER نشان دهنده بالا بودن کیفیت پروتئین مصرفی و بالانس بودن اسیدآمینه در رابطه با نیاز ماهی میباشد که موجب سوخت کمتر اسید های آمینه به منظور تولید انرژی وتبدیل بیشتر به بافت خواهد شد.

۲-میزان استفاده پروتئین Net protein utilization(NPU)

میزان پروتئین موجود در بافت بدن ماهی به پروتئین موجود در غذا می باشد

$$NPU=\frac{\text{final body protein-initial body protein}\times ۱۰۰}{\text{Total protein fed}}$$

این شاخص نشان میدهد که چه مقدار از پروتئین موجود در غذا صرف ساختن بافت پروتئینی شد و چه مقدار صرف سوختن وتهیه انرژی شده است.به مانند شاخص قبل کیفیت پروتئین میتواند در بالا بردن این شاخص بسیار موثر باشد.

۳. قابلیت استفاده ظاهری از پروتئین Apparent protein utilization (APU)
این شاخص نشان میدهد که به ازای هر کیلوگرم پروتئین مصرف شده چه مقدار رشد صورت گرفته است (از نظر پروتئینی چقدر رشد داشته و به بافت هایش پروتئین اضافه و جذب شده است). بالاتربودن این شاخص از یک سو نشان نشان دهنده کیفیت بالاتر پروتئین و بالانس اسیدهای آمینه و از سوی دیگر توانایی ماهی در تبدیل پروتئین خورده شده به پروتئین بافت می باشد.

۳-شاخص اسید امینه ضروریEssential amino acid index

این روش برای ارزیابی میزان اسید امینه های موجود در غذا و مقایسه ان با نیازمندی گونه مورد نظر می باشد. هرچه میزان اسیدهای آمینه موجود در غذا شباهت بیشتری با نیاز ماهی داشت این شاخص برای غذای مورد نظر بالاتر خواهد بود.

$$EAAI = \sqrt[n]{\frac{a}{a_n} \times \frac{b}{b_n} \times \frac{c}{c_n} \times \dots}$$

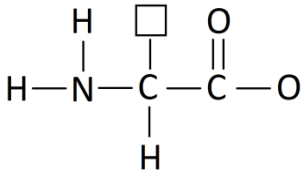
که حروف صورت ها نشان دهنده میزان اسید آمینه های پروتئین جیره غذایی و مخرج میزان اسیدهای آمینه مورد نیاز گونه می باشد.

اسید های آمینه

محصول نهایی تجزیه پروتئین با استفاده از آنزیمها در محیط اسید یا قلیایی اسید های آمینه میباشد. حدود ۲۰نوع اسید آمینه ساختمان اکثر پروتئین ها را تشکیل میدهند. اسیدهای آمینه در آب حل میشوند ولی در حلال های آلی مانند مانند اتر نامحلولند.

ساختمان کلی یک اسید آمینه شامل یک گروه کربوکسیل (COOH) یک عامل آمینی (NH2) و یک گروه کربنی میباشد. پروتئین از اتصال اسیدهای آمینه به وسیله پیوند پپتیدی تشکیل میشود. پیوند پپتیدی از اتصال گروه آمینی یک اسید آمینه با گروه کربوکسیل اسید آمینه دیگر بوجود میآید .

ساختمان اسیدآمینه که ساده ترین آن ها گلوتامین است



نیاز به اسید های آمینه وپروتئین ماهیان

ماهی بیشتر از پروتئین خام نیاز به مخلوطی از اسید امینه های ضروری وغیر ضروری دارد.بنابر این منبع پروتئینی انتخاب شده برای ماهی باید حاوی درصدهای متناسبی از اسیدهای امینه های ضروری وغیر ضروری باشد .

بعضی از اسید امینه ها ضروری تنها توسط میکروارگانیسمها وگیاهان سنتز می شوند و ماهیان توانای سنتز این اسید آمینه را به تنهایی یا بوسیله استفاده از سایر اسید آمینه ها را ندارند. این اسیدهای امینه باید در غذای

ماهی وجود داشته باشد که اسید امینه ضروری نامیده می شوند.اسیدآمینه های ضروری به آنهای اطلاق میگردد که ماهی نمیتواند آنها را با کمک اسیدهای آمینه غیر ضروری بسازد ولی اسید آمینه های غیر ضروی میتواند با استفاده از اسید های آمینه دیگر ساخته شود.

اسید امینه های موجود در ارگانیزم های زنده یا به صورت ازاد یا به صورت قسمتی از پروتئین وجود دارند .اسیدهای امینه موجود در غذا اغلب به صورت اسید امینه ازاد جذب بدن ماهی می شوند.ولی ذخیره اسید امینه ازاد در بدن ماهیها ومهره داران محدود است و معمولا۱تا۵درصد کل اسید امینه موجود در بدن بصورت آزاد وجود دارد.اسید امینه های آزاد موجود یا برای سنتز پروتئین یا برای تولید انرژی مورد مصرف قرار می گیرد .

جدول لیست اسیدهای آمینه ضروری و غیر ضروری در ماهی

Essential	Non-essential
Arginine	Alanine
Histidine	Asparagine
Isoleucine	Aspartate
Leucine	Cysteine
Lysine	Glutamate
Methionine	Glutamine
Phenylalanine	Glycine
Threonine	Proline
Tryptophan	Serine
Valine	Tyrosine

نیاز پروتئینی

فاکتورهای متعددی در نیاز پروتئینی ماهی موثرند مانند هضم پذیری پروتئین، وجود یا عدم وجود منابع انرژی غیر پروتئینی. نیاز پروتئین با توجه به جدول از ۳۳تا ۵۵در صد می باشد.به هر حال نیاز پروتئینی بدون توجه به عوامل زیر نمی تواند دقیق باشد.

فاکتورهای موثر بر نیازهای پروتئینی

- اندازه ماهی : ماهیان کوچکتر پروتئین بیشتری دارند.
- کیفیت پروتئین و اسیدهای آمینه : هر چه کیفیت پروتئین بیشتر باشد، نیاز پروتئینی کمتر است.
- دمای آب: در درجه حرارت مطلوب نیاز پروتئینی افزایش می یابد.

- غذاگیری و مصرف غذا: تقسیم وعده های غذایی به دفعات متعدد همچنین چندبار غذادهی باعث ۱) کاهش هزینه ۲) کیفیت آب به دلیل عدم دفع یکباره آمونیاک
- وجود غذای زنده : در استخرهای خاکی می توان درصد پروتئین جیره را کاهش داد.
- تراکم ذخیره ای: هرچه تراکم در استخربیشتر باشد، نیاز پروتئینی افزایش می یابد و در صورت تراکم بالا و نبود غذای مناسب کانیبالیسم رخ می دهد.
- سطح انرژی: میزان انرژی جیره میزان پروتئین جیره را تحت تاثیر قرار می دهد؛ هرچه سطح انرژی جیره بیشتر باشد از یک سو میتواندبا کم کردن مصرف غذا میزان پروتئین مورد نیاز را بیافزاید. و از سوی دیگر با افزایش انرژی جیره باعث سوختن کمتر منابع پروتئیتی برای تامین انرژی شود و بنابراین نیاز کمتر به پروتئین باشد.
- هضم پذیری پروتئین: منابع پروتئینی با هضم پذیری بالا میتواند از نیاز به پروتین بکاهد

همانطور که گفته شد میزان نیاز پروتئینی تا حد زیادی به میزان انرژی غذا بستگی دارد و عموما نیاز پروتئنی به در کنار انرژی غذا بیان می شود.استفاده از غذا های پرانرژی میتواند از نقش پروتئین در تامین انرژی کاسته و میزان رشد مشابهی را در درصدهای پایین تر پروتئین ایجاد کند .

مشکل استفاده بیش از حد از پروتئین:افزایش بیش ازحد مورد نیاز پروتئین در جیره آبزیان علاوه بر اینکه میتواند باعث افزایش قیمت غذا گردد بلکه با سوخته شدن پروتئین به عنوان یک عامل انرژی زا آمونیوم بیشتری به محیط آزاد شده و آلودگی محیط آب و نهایتا محیط زیست را به دنبال خواهد داشت.

جدول میزان نیاز پروتئینی درگونه های متعدد ماهی

Species	*Protein source (s)*	*Estimated requirements (%)*
Channel catfish (*Ictalurus punctatus*)	Whole egg protein	32-36
Estuary grouper (*Epinephelus salmoides*)	Tuna muscle meal	40-50
Japanese eel (*Anguilla japonica*)	Casein & amino acids	44.5
Plaice (*Peuronectes platessa*)	Cod muscle	50
Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*)	Casein, gelatin & amino acids	40
Yellowtail (*Seriola quinqueradiata*)	Sand eel & fish meal	55

روشهای تعیین نیاز پروتئین

روشهای متعددی جهت تعیین نیاز پروتئینی در ماهی وجود دارد.

۱. روش جیره های آزمایشی

در این روش غذاهای متعددی با سطح یکسان انرژی و میزان مختلف پروتئین ساخته میشود. غذاها در مدت معین به ماهیان خورانده میشود. سطحی از پروتئین که به بالاترین میزان رشد در ماهی منتهی شده به عنوان نیاز پروتئینی آن ماهی بر آورد میشود.

۲. روش حداکثر ذخیره بافتی پروتئین

در این روش غذاهای متعددی با سطوح متفاوت پروتئین به ماهی داده میشود. ارتباط بین پروتئین ذخیره در بافتها و پروتئین مصرف شده مبنای تعیین نیاز پروتئینی میباشد. با افزایش پروتئین غذا پروتئین لاشه افزایش یافته و به تریج با افزایش بیشتر پروتئین غذا دیگر پروتئین لاشه افزایش نمی یابد که این نقطه میزان نیاز پروتئین میباشد.

بطور کلی ماهیان گوشتخوار مانند قزل آلا به ۴۰-۵۵٪ و ماهیان همه چیز به ۳۵-۳۷٪ پروتئین در غذا نیاز دارند.

نیاز پروتئینی بر اساس عادات غذایی ماهین به صورت زیر طبقه بندی میشود

ماهیان علفخوار< ماهیان همه چیز خوار < ماهیان گوشتخوار

نیاز پروتئینی ماهیان میتواند با توجه به محیط زندگی و وجود یا عدم وجود غذای زنده متفاوت باشد به عنوان مثال کپور ماهیان پرورشی در استخر خاکی با غذای حاوی پروتئین زیر ۳۰٪ قابل پرورش میباشد ولی در استخر سیمانی باتراکم بالا این پروتئین باید افزایش یابد و به ۳۷-۳۸٪ برسد به دلیل اینکه میزان مصرف ماهی از غذای زنده کاهش می یابد.

میزان فعالیت ماهی هم نیز در میزان نیاز ماهیان به پروتئین تاثیر دارد. ماهیان فعال در مقایسه با ماهیان کم تحرک به پروتئین بالاتری در غذا نیاز دارند. ماهی قزل آلا در مقایسه با کپور ماهیان پروتئین بیشتری در غذای روزانه نیاز دارد.

سنتز پروتئین

سنتز پروتئین یک فرایند پیچیده ای می باشد که ارگانهای متفاوت در آن شرکت میکنند. میزان سنتز پروتئین با رشد یک نسبت مستقیم دارد وهمچنین میزان سنتز پروتئین با میزان غذا وپروتئین موجود در غذا رابطه مستقیم دارد. سنتز پروتئین در ارگانهای متفاوت مختلف می باشد که میزان این سنتز به ترتیب کبد، برانشی، دستگاه هضم وجذب، کلیه وطحال بیشتر از قلب وماهیچه ها می باشد. در داخل یک ارگان هم سنتز پروتئین

های متفاوت میتواندسرعت های متفاوت داشته باشد.
در کنار سنتز یا ساخته شدن پروتئین فعالیت دیگری در بدن همواره در جریان است که به تخریب پروتئین معروف است. روند تخریب و شکسته شدن پروتئین همواره به همراه ساخته شدن پروتئین در بدن ماهی در جریان است. رشد در ماهی زمانی اتفاق مافتد که میزان سنتز پروتئین از میزان تخریب پروتئین بیشتر باشد. سرعت رشد می تواند با افزایش سنتز پروتئین ،کاهش تخریب پروتئین و یا هر دو تحت تاثیر قرار گیرد.در ارگانی مانند کبد رشد از طریق کاهش تجزیه پروتئین اتفاق می افتد ولی در ماهیچه هر دو عامل سنتز پروتئین وتخریب پروتئین با هم در رشد همکاری دارند.

Protein turnover

یک مقیاسی است که میزان کل پروتئین سنتز شده و پروتئین تخریب شده را در بدن نشان می دهد ومیزان رشد به این مقیاس بستگی دارد. معمولا به مجموع میزان سنتز و تخریب پروتئین در بدن گفته میشود. همواره ساختن و تخریب پروتئین حتی در حالت بی غذایی در بدن جریان دارد که باعث ثبات محیط داخلی بدن میگردد.

فواید protein trun over

توانایی برای تولید مواد مورد نیاز بدن مانند آنزیمها یا مواد نیتروژنی غیر پروتئینی
استفاده از اسید امینه برای تولید انرژی یا پروتئین های دیگر در زمان بی غذایی
خارج نمودن پروتئین غیر فعال از بدن
Protein trun overارتباط نزدیکی با اندازه و سن موجود دارد در اندازه های کوچکتر وسنین کمتر این نسبت بالاتر می رودو با افزایش سن این نسبت کاهش مییابد.

تعادل اسیدهای آمینه

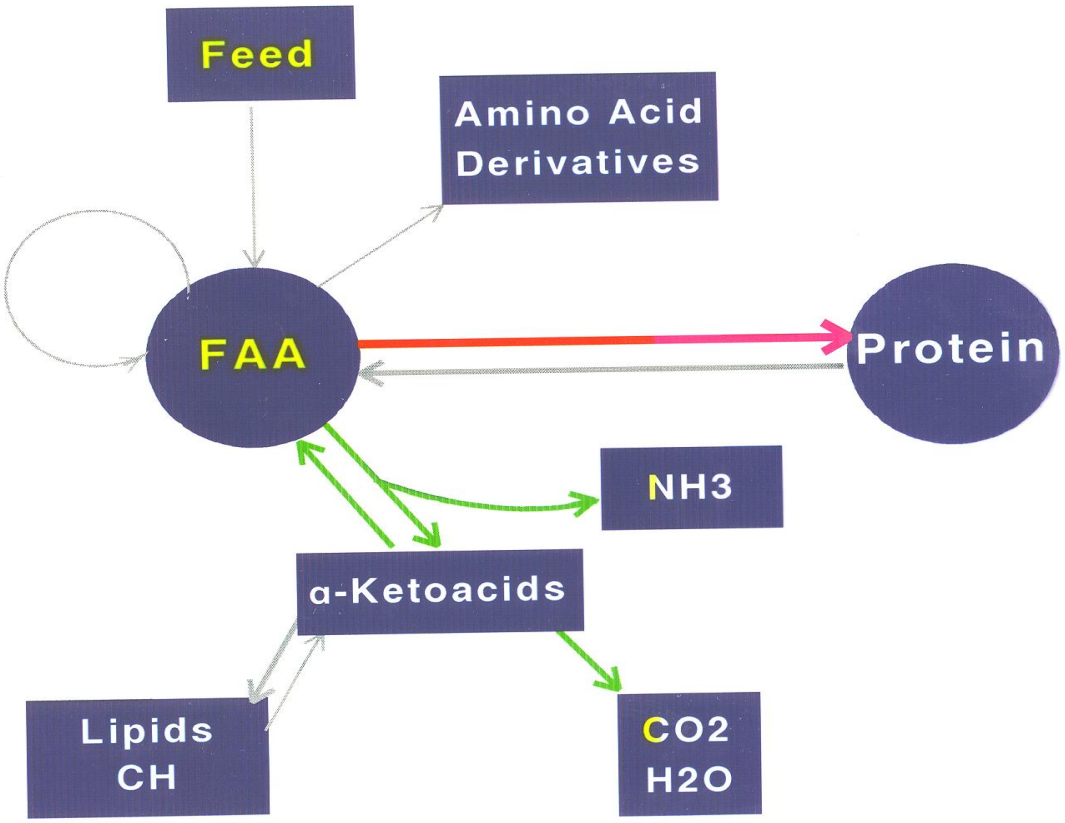
عدم تعادل در میزان جذب اسید امینه های مختلف ممکن است به عدم تعادل اسید امینه های بدن و در نتیجه سوختن بیش از حد اسید امینه منجر شود .بنابراین غذای مورد استفاده باید حاوی منابع پروتئینی دارای اسیدهای آمینه متعادل با نیاز ماهی باشد. بهر حال تعادل اسید امینه ممکن است در گونه های متفاوت ویا در محیط های متفاوت یا سن وشرایط فیزیولوژیکی متفاوت مختلف باشد.

سوختن اسید های امینه

ماهیان طبعتا قسمت بالایی از انرژی مورد نیاز خود را از سوختن اسیدهای آمینه تامین میکنند. در ماهی بالغ تقریبا ۴۰درصد از انرژی برای حرکات عادی زندگی از منبع پروتئینی تامین می شود.

سوختن اسید امینه از امین زدائی شروع می شود بعد از ان ά-keto acidتولیدشده یا صرف تبدیل شدن به دیگر مواد مغذی مانند چربی وکربوهیدرات میشود و یا وارد چرخه کربس شده وانررژی مورد نیاز ماهی را به همراه آب و یا دی اکسید کربن تولید میکند.

لارو ماهی به نظر می رسد حتی درصد بالاتری از اسید امینه رانسبت به ماهیان جوان برای تولید انرژی می سوزاند که به علت ضعف آنها در هضم و جذب سایر منابع غذایی و یا عدم توانایی در سو زاندن دیکر مواد مغذی به منظور تامین انرژی می باشد.



نمودار سوختن پروتئین در بدن ماهیان

ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی

اسیدهای امینه همچنین برای سنتز تعدادی از ترکیبات نیتروژنی غیر پروتئینی استفاده می شود. به هر حال میزان اسید امینه که بدین منظور صرف می شود درصد اندکی از اسید امینه را تشکیل می دهد به خصوص اسید امینه های ضروری در این راه مصرف میشود. مواد نیتروژنی غیر پروتئینی مانند pyrimidines,purinesکه ماده اولیه برای ساخت اسیدهای نوکلوئیک میباشند.

در ماهی ها همچنین اسید امینه مهمترین ماده اولیه برای ساختن قند وچربی می باشد ولی تبدیل اسید امینه

به قندها و سوختن انها یکی از مسیرهای کم اهمیت شناخته شده است.در لارو ماهی زمانی مسیر تبدیل اسید امینه به گلیکوژن وذخیره در کبد اغاز می شود که تغذیه فعال شروع شده باشد.

عدم تعادل اسیدهای امینه

مطالعات اولیه نشان داد که از انجاییکه اسیدهای امینه در تعداد متعددی از واکنشها شرکت می کنند، اضافه مصرف اسید های امینه در حیوانات اهلی بدون ضرر باشد. ولی نتایج تحقیقات جدید نشان میدهد درصدبالای بعضی از اسیدهای اسیدهای امینه که معادل عدم تعادل آنها میباشد میتواند اثرات منفی بر ماهی بگذارد.
عدم تعادل اسید امینه باعث کاهش رشد وتغذیه شده و سوختن انهاموجب سمی شدن محیط آب ویا اثر متقابل براسیدهای امینه دیگر می شود.اثر متقابل مضر زمانی اتفاق می افتد که اسیدهای امینه با ساختمان مشابه از یک مسیر می خواهند عبور کنند.این رقابت در اپی تلیال روده ماهی ها نشان داده که بین لیزین وارژنین وهمچنین اسید امینه ها شاخه ای والین لوسین و ایزولوسین وجود دارد.

اثرات متقابل منفی اسید های آمینه:
باعث از دست رفتن ارژنین می شود
لیزین ازاد در پلاسما وبافتها نشانگر میزان پایین ارژنین می باشد
باعث افزایش آمونیوم شده واز سنتز اوره جلوگیری می کند

علائم کمبود پروتئینها

کمبود مواد پروتئینی ممکن است ناشی از هضم پذیری پایین پروتئین یا عدم تعادل اسیدهای آمینه باشد. کمبود پروتئین باعث کاهش رشد یا توقف آن، کاهش قدرت دفاعی بدن، کاهش اشتها، کاهش پروتئین سرم خون ، مختل شدن سلامت ماهی و تلفات ماهیها میباشد .کمبود اسیدهای آمینه ضروری را با افزودن مکمل تجاری آنها جبران نمود .

بخش ششم

چربیها واسیدهای چرب

چربیها یک ماده غیر قطبی بوده بنابراین در مواد قطبی مانند اب غیر محلول ولی در حلالهای غیر قطبی مانند اتر، بنزن یا کلروفرم محلول می باشند.در ترکیب چربی فقط کربن، اکسیژن و هیدروژن دیده می شود. چربیها از پیوستن دو جزء گلیسرول و اسید چرب به وجود می ایند.

چربی ها منابع بسیار مهم برای تغذیه آبزیان گوشت خوار در مناطق سردسیر به شمار می آیند که به سه دسته تقسیم می شوند:

چربی ها (Fats): لیپیدهایی که گلیسرول دارند و در دمای اتاق جامدند.

روغن ها (Oil): لیپیدهایی که گلیسرول دارند و در دمای اتاق مایعند.

واکس (Waxes): اسیدچرب + الکل هایی بجز گلیسرول

اگرچه چربی ها به مانند کربوهیدراتها حاوی اتم های کربن و هیدروژن و اکسیژن هستند (CHO) نسبت حضور C و H در چربی ها در مقایسه با کربوهیدرات ها بالاتر است در نتیجه در واحد وزن برابر چربی ها حاوی انرژی بیشتری می باشند.

اسید چرب جزء حیاتی مولکول چربی میباشد.اسید چرب به دو صورت اشباع و غیر اشباع وجود دارد. تعداد باندهای مضاعف و تعداد اتم کربن در اسید چرب شکل فیزیکی و اهمییت تغذیه ای آن را تعیین میکنند. اگر باند مضاعفی در ساختمان اسید چرب وجود نداشته باشد به آن اسید چرب غیر اشباع گویند در غیر این صورت اسید چرب اشباع میباشد. اسید چرب با بیش از دو باند مضاعف Poly unsaturated fatty acid(PUFA)نامیده شده و عموما در غذا های در یایی دیده میشوند.

هرچه تعداد باند مضاعف اسید چرب بیشتر باشد نقطه ذوب پایین تری خواهد داشت.

اغلب اسیدهای چرب دارای رشته های با تعداد کم مولکول کربن میباشند (بین ۱۶ تا ۲۲ملکول). بنابراین اسیدهای چرب در مقایسه با پروتئین و کربو هیدرات مولکولهایی با وزن مولکولی نسبتا پایین میباشند .

فرمول کلی اسیدهای چرب

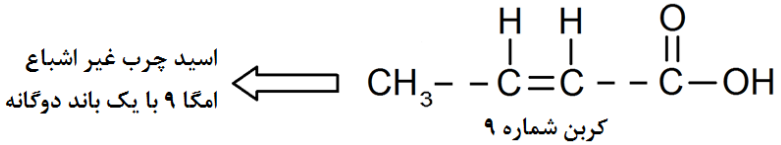
این فرمول بصورت کلی C X:y(n) میباشد که

X = تعداد اتمهای کربن

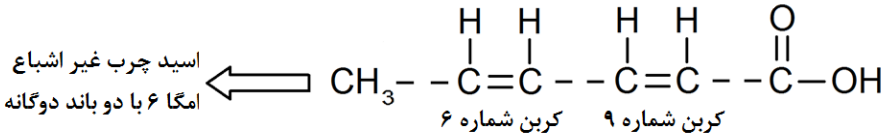
y = تعداد باندهای مضاعف

n =موقعیت باند مضاعف در رشته کربن

به عنوان مثال پالمیتیک اسید که دارای یک فرمول کوتاهی می باشد (۱۶:۰). این فرمول نشان میدهد که این اسید چرب چرب دارای ۱۶اتم کربن بدون باند مضاعف میباشد. اولئیک اسید:(۹-n)۱۸:۱



نشان میدهد که این اسید دارای ۱۸ اتم کربن با یک باند مضاعف که چسبیده به کربن شماره ۹ از طرف سر متیلی آن میباشد.



اسیدهای چرب در طبیعت را میتوان به ۴ گروه تقسیم نمود:

۱. اسیدهای چرب اشباع Saturated fatty acid

این اسیدهای چرب در زنجیره هیدروکربنی خود فاقد باند مضاعف میباشند مانند اسید پالمیتیک (C16)، اسید استئاریک (C18)و آراشیدیک (C 20). نقاط ذوب اسیدهای چرب اشباع بالاتر از اسیدهای چرب غیر اشباع است ودر دمای اتاق جامد می باشند.

۲. اسیدهای چرب با یک باند مضاعف Mono unsaturated fatty acid این اسیدهای چرب تنها دارای یک باند مضاعف در ساختمان خود می باشند مانند اسید اولئیک با ۱۸ اتم کربن و اسید پالمئوتیک با ۱۶اتم کربن. اسید اولئیک در بین اسیدهای چرب یک اشباعه فراوان ترین اسید چرب در طبیعت میباشد و حدود ۳۰٪ اسیدهای چرب موجود در اغلب چربی ها را تشکیل میدهد.

۳.اسیدهای چربی که بین دو تا چها باند مضاعف دارند بنام اسید چرب چند باند مضاعفه نامیده میشوند

(poly unsaturated fatty acid=PUFA)

اسید پالمتیک با ۱۶ اتم کربن و ۲ پیوند دوگانه، اسید لینو لنیک با ۱۸ کربن و ۳ پیوند دوگانه و اسید آراشیدونیک با ۲۰اتم کربن و ۴ پیوند دو گانه در این گروه قرار دارند. که فرمول شیمیایی آنها به شرح زیر

می باشد

لینولئیک اسید $(18:2\ \omega-6)$
لینولنیک اسید $(18:3\ \omega-3)$
آرشیدونیک اسید $(20:4\ \omega-6)$

۴. اسید های چربی دارای بیش از چهار باند مضاعف دارند اسیدهای چرب با تعداد زیاد باند مضاعف یا highly unsaturated faty aci = نامیده میشوند.

مانند Ecosapentaenoic Aci (EPA) $(20:5\ \omega-3)$ با ۲۰ اتم کربن و ۵ پیوند دو گانه

Decosahexanoic Acid (DPA) $(22:6\ \omega-3)$ با ۲۲ اتم کربن و ۶پیوند دو گانه

این دو اسید چرب در سلامت انسان اهمیت دارند و خود ماهی عمدتا قادر به ساخت آن ها نیست و باید در جیره وجود داشته باشد و یا پیش ساز های آنها موجود باشد. این دو اسید چرب در روغن ماهیان دریایی مناطق سردسیر به مقدار بیشتری وجود دارند. روغن های گیاهی فاقد این دو اسید آمینه می باشند.

اهمیت چربی در آبزیان

چربیها اهمییت بیشتری در موجودات آبزی داشته و به همین دلیل به طور گسترده ای مورد مطالعه قرار گرفته است.این اهمییت به خاطر درصد چربی بالای موجودات ابزی وهمچنین به دلیل اینکه چربی دریایی حاوی متنابعی از n-3(PUFA) و HUFA می باشد.در میان همه حیوانات پرورشی تنها ماهی حاوی مقدیر متنابهی از HUFA و n-3(PUFA) می باشد که نقش مهمی در تغذیه ماهی وهمچنین انسان دارد .وظیفه اصلی چربی در حیوانات به عنوان منبع ذخیره انرژی و همچنین به عنوان جزئی از غشائ سلول می باشد.

شکل .اسید چرب و گلیسرول

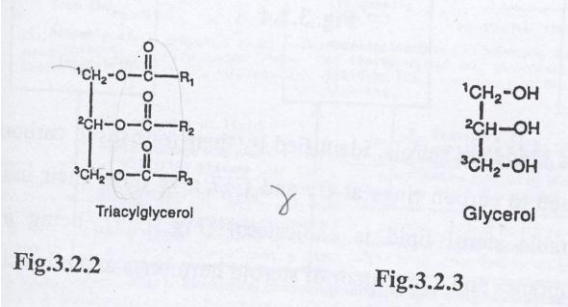


Fig.3.2.2 Fig.3.2.3

اسید چرب به صورت ازاد به ندرت در طبیعت دیده می شود اغلب به صورت شکل استری ان یعنی ترکیب با گلیسرول دیده می شود که به تری استیل گلیسرول یاTAG نامیده می شود. تری استیل گلیسرول (چربی)به علت ساختمان مولکولی خاص خود (تعداد بیشتر مولکول هیدروژن نسبت به کربن)کارکرد بالایی در ذخیره انرژی داردوو تقریبا دو برابر کربو هیدرات و پروتئین انرژی ذخیره میکند.
از انجاییکه چربیها در اب محلول نمی باشند آنها به صورت ترکیب بدون اب در بدن جانوران ذخیره می شوند. گلیکوژن دو برابر وزنش اب گیری می کند بنابر این یک گرم چربی ۶برابر یک گرم گلیکوژن اب دار انرژی تولید می کند.

هضم چربی
هضم چربی از هضم پروتئین و کربوهیدرات میتواند متفاوت باشد. چربی در آب غیر محلول میباشد بنابرین باید ابتدا توسط نمکهای صفروی بصورت امولوسیون در آمده و بعد توسط آنزیم تجزیه کننده چربیها (لیپاز) تجزیه گردد. کبد ماهی صفرا تولید می کند و این صفرا در کیسه صفرا جمع شده سپس به ابتدای روده یا سکومهای ماهی تخلیه می شود .محتویات کیسه صفرا بازی می باشد که می تواند چربی را به صورت امولوسیون در بیاورد .
وجود مقدار بیش از حد چربی های سخت در غذا ممکن است هضم مواد قندی یا پروتئینی رااز طریق پوشیده شدن این مولکولها با مواد چربی کند یا متوقف نماید. این پوشش چربی از اثر آنزیمهای هضم کننده بر روی مواد قندی و پروتئینی جلوگیری کم میکند. چربی جذب شده از راه سیستم لنفی وخون به کبد منتقل می شود واز انجا به بافتها انتقال می یابد و در انجا به مصرف تولید انرژی یا شرکت در ساختمان سلول می رسد.

منبع تامین چربیهای بدن ماهیان
چربی های موجود در بدن معمولا از سه منبع زیر تامین میگردند
مستقیما از راه غذا
ساخته شدن از مازاد موادپروتئینی
ساخته شدن از مازاد مواد قندی
در بدن آبزی دو نوع چربی ذخیره میگردد یکی از آنها چربی طبیعی است که آبزی از مواد پروتئینی و قندی به دست می آورد و دیگر چربی است که بطور مستقیم از مواد غذایی حاصل میشود.

نیاز ماهی به چربی
نیاز ماهی به چربی ارتباط مستقیمی به نیاز انرژی ماهی دارد. به طور متوسط چربی بین ۱۰-۲۰درصد برای گونه های گوشتخوار باعث رشد بهینه می شود بدون اینکه چربی لاشه را اضافه کند. بهرحال این عدد برای ماهیان گیاهخوار بسیار پایین تر و زیر ۱۰در صد میباشد.
توانایی ماهی در استفاده از درصد بالای چربی متفاوت می باشد ماهی گوشتخواری مانند قزل آلا توانایی بالاتری

برای استفاده از منابع چربی نسبت به ماهی کپور دارد. در زمان کمبود غذا ماهی ذخیره چربی را برای تامین انرژی به پروتئین یه کربوهیدرات ترجیح می دهد. حتی شواهدی وجود دارد که ماهی در زمان کمبود غذا از شاخه های کوتاه غیر اشباع اسیدهای چرب با تعداد کربن ۱۶ یا ۱۸ برای تولید انرژی استفاده می کنند.به هر حال در گونه های متفاوت ممکن است این رفتار متفاوت باشد.

اثر چربی روی ترکیبات لاشه

ترکیبات چربی بدن ماهی به طور مستقیم از چربی موجود در غذا تاثیر می پذیرد. افزودن چربی بالا تا ۲۵٪در غذا ممکن است اثر سویی روی سلامت ماهی نداشته باشد ولی باعث افزایش چربی لاشه خواهد شد.

اسید چرب ضروری Essential fatty acid

چربی موجود در غذا اسید چرب ضروری را که ماهی نمی تواند بسازد ولی برای کارکرد سلولها و ادامه رشد متعادل در ماهی ضروری است فراهم می کند. برای اینکه ماهی بتواند غلظت محیط داخلی را در برابر تغییرات درجه حرارت محیط بیرون حفظ کند و جود اسید های چرب غیر اشباعn-3 و n-6در ماهی ضروری می باشد. وجود این اسید های چرب در غشائ سلول این امکان را به وجود می اورد که ماهی در برابر تغیرات درجه حرارت محیط مقامت کند.

کمبوداسید چرب ضروری در غذا افزایش رطوبت بافت(ماهیچه) و همچنین این شرایط می تواند باعث افزایش نرخ تنفس در کبد و کاهش میزان هموگلوبین خون شودونهایتا باعث افزایش حجم کبد شود.
اسید چربn-3 در مواد غذایی دریایی مانند روغن کبد ماهی دریایی و صدف ها وجود دارد و در تغذیه ماهیان دریایی و میگو از اهمیت بالایی برخوردار است. عدم وجود در جیره غذایی میتوان مشکلا ت عدیدهای را بوجود آورد. اسید معرف این گروه لینولنیک

n-3۳: ۱۸ میباشد

اسید چرب n-6 در چربیهای گیاهی مانند سویا و ذرت فراوان میباشند. از اسیدهای چرب معرف این گروه اسید لینولئیک n-6۲: ۱۸ و اسید آراشیدونیک n-6۴: ۲۰ میباشد

ماهیان دریایی نیاز بیشتری به گروه n-3 دارند در مقابل ماهیان آب شیرین میتوانند با استفاده از گروهn-6 نیاز خود را تامین کنند. از سوی دیگر محدودیتی برای اپتیمم اسیدهای چرب ضروری در بدن ماهی وجود دارد. مقدار بیش از اندازه اسیدهای چرب n-6,n-3 میتواند در اداپتاسیون طبیعی ماهی به شرایط محیط تاثیرمنفی داشته و حتی روی رشد ماهی را محدود کند.

ارزش چربی برای تولید انرژی

همانطوریکه قبلا اشاره شد ارزش چربی برای تولید انرژی در ماهیان مهمتر از ارزش ساختمانی ان می باشد به خصوص برای ماهیان گوشتخوار که توانایی کمی در استفاده از هیدراتهای کربن دارند. انرژی بالای ترکیبات چربی به دلیل نسبت کربن و هیدروژن به اکسیژن که ۲ به ۱ بوده و از کربوهیدراتها بیشتر است .

معمولا ماهیان نیاز به درصد بالاتری از پروتئین در غذا نسبت به دیگر حیوانات اهلی دارندواین به دلیل عدم توانایی در استفاده از کربوهیدراتهای پیچیده وهمچنین تمایل به سوزاندن پروتئین به عنوان منبع انرژی می باشد.اضافه نمودن میزان چربی غذا باعث افزایش کار آیی مصرف پروتئین میشودو افزایش پارامترهایی مانند PERو NPU میشود.

اصولا ماهیان گوشتخوار مانند قزل آلا و ماهی آزاد در مقایسه با ماهیان گیاهخوار توانایی بیشتری در استفاده از منابع چربی دارند.امروزه در جیره تجاری این ماهیها حداقل ۱۵٪ یا بیشتر چربی استفاده میشود. میگوها به دلیل رژیم همه چیز خواری و عدم امولوسیون چربی ها نمی تواند چربی بیشاز ۵-۶٪ را تحمل کند.

با استفاده از افزایش انرژی غذا با استفاده ازمنابع چربی در غذا میتوان میزان پروتئین مورد نیاز را کاهش داد.به عنوان مثال در ماهی دم زرد ژاپنی با افزایش انرژی غذا میزان پروتئین مورد نیازاز ۷۰٪به ۵۰٪رسید بدون اینکه اثر سوئی روی رشد ماهی داشته باشد. در مورد ماهیان همه چیزخوار مانند کپور این منبع انرژی به راحتی می تواند از کربوهیدراتها هم تامین شود.

اثر اسید چرب ضروری در تخم ریزی

کمبود اسید چرب ضروری می تواند اثر منفی روی تخم ریزی ماهی قزل الا و سیم دریای قرمز red seaboeamداشته وباعث مواردی مانند کاهش هم آوری تخم و افزایش تلفات لارو شود. در دیگر ماهیها کمبود اسید چرب ضروری در بلوغ ماهی و تولید تخم تاثیر نداشت ولی تخمهای تولید شده درصد هچ پایینی را نشان دادند.ماهیان بالغ کمتر تحت تاثیر کمبود اسید چرب نسبت به ماهیان انگشت قد قرار گرفتند.

عملکردهای دیگر چربی در بدن آبزیان به شرح زیر است

به عنوان عایق حرارتی در زیر پوست واطراف احشاءذخیره میگردد و از تبادل حرارت بدن با محیط بیرون تا حدی جلوگیری میکند که در ماهی که در منطق قطبی زندگی می کنند بسیار مفید می باشد.

باعث سبک شدن وزن بدن ماهی میگردد

به عنوان یک حلال و حمل کننده ویتامینهای محلول در چربی A,D,E,K که برای رشد و نمو لازمند میباشد

به عنوان یک ماده نرم کننده باعث کاهش اصطکاک اعضاءزنده میشود

محلی برای تجمع فلزات سنگین میباشد

در مطبوعیت و جذابیت جیره های غذایی آبزیان نقش دارد.

به عنوان پیش ساز یک سری از مولکولهای آلی فعال بدن از جمله پروستاگلاندین ها می باشند

چربی های مهم دیگر :

۱. فسفولیپید: از چربی های مهم در موجودات زنده می باشند از خصوصیات آنها قطبی بودن شان می باشدو ترکیب اصلی دیواره سلولی را تشکیل میدهند.

۲. لیپوپروتئین: که ترکیب چربی و پروتئین میباشد وبرای انتقال چربی در خون مورد نیاز است که شامل

۱) کلسترول

۲) VLDL (Very low density lipoprotein)

۳) LDL (Low density lipoprotein)

۴) HDL (High density lipoprotein)

اثرات زیانبار زیادی اسید چرب ضروری

میزان بیش از نیازاسید چرب مانند هر ماده ضروری دیگر میتواند مضر باشد. اضافه نمودن بیش از حد نیاز اسید چرب به غذای قزل الا باعث کاهش رشد و کاهش ضریب تبدیل غذایی شدهاست.

بخش ششم

تغذیه مولدین

مقدمه:

در منابع اغلب با این مورد بر خورد میشود که کیفیت و کمییت غذای داده بر کیفیت تکثیر ماهی تاثیر دارد. غذامیتواند با اثر گذاشتن بر میزان و کیفیت مواد ذخیره در زرده بر کیفیت تولید لارو و بچه ماهی اثر بگذارد. مواردی از پارمترهای تولید مثلی ماهی که می تواند بوسیله کیفیت غذا تحت تاثیر قرار گیرد به شرخ زیر می باشد.

زمانی که ماهی برای اولین بار بالغ می شود یا زمان بلوغ ماهی

تعداد تخم های تولید شده
اندازه تخم
کیفیت تخم که شامل ترکیب شیمیایی، درصد هچ و بازماندگی لارو می باشد.

تقسیم انرژی برای تولید مثل
در زمان رشد و قبل از بلوغ انرژِی عمدتا بین رشد و متابولیسم پایه تقسیم می شود ولی در زمان آغاز بلوغ جنسی انرژِی دریافتی صرف متابولیزم پایه، رشد و تولید سلولهای جنسی می شود. بعد از تامین نیاز انرژِ پایه بقیه انرژی بین رشد و تولید مثل تقسیم می شود.
بنابراین ماهی برای تامین انرژِ ی تولید مثل مجبور است انرژی را از دیگر منابع به سمت تامین انرژی سلولهای جنسی سوق دهد.میزان انرژی که برای تولید مثل استفاده می شود بر روی سایز، کیفیت و تعداد تخم موثر می باشد.
افزایش غذای روزانه میتواند بر اندازه تخم تولید شده اثر بگذارد به عنوان مثال افزایش میزان غذای روزانه از ۰/۳۵٪ در روز به ۰/۷٪ باعث افزایش تعداد و اندازه تخم ماهی قزل آلا شد ولی تعداد نسبی تخم Relative fecundity)تعداد تخم به ازای هر کیلو وزن بدن)با افزایش غذا کاهش پیدا نموده است .
بعضی از محققین معتقدند که اندازه تخم اثر زیادی برروی کیفیت تخم (موفقیت در تکثیر) و بازماندگی لارو در هچری زمانی که غذای لارو به اندازه کافی در دسترس است ندارد. بنابراین برای ماهی قزل آلا اقتصادی تر خواهد بود که با کاهش میزان غذا به تعداد تخم بیافزاییم و با تغذیه متناسب لاروها در هچری میزان کل تولید بچه ماهی را به ازای هر مولدافزایش دهیم.بهرحال میزان غذا باید همواره بالای نیاز پایه بوده که علاوه بر تامین نیاز پابه باعث تامین انرژی تخم ها هم شود.

نیاز پروتئینی مولد

حداقل نیاز پروتئینی مولد میزان پروتئین بهینه برای رشد می باشد.بعنوان مثال در ماهی تیلاپیا پروتئین ۳۰٪ برای ماهی مولد نر و ماده یک درصد پروتئین ایده آل محاسبه شود.
یک ارتباط مستقیم بین اندازه ماهی که برای اولین تخم دهی کردند و میزان پروتئین غذا وجود داشته است. ماهی های که پروتئین کمتری دریافت کردند در اندازه های کوچکتری شروع به تخم دهی نمودند. ماهی که غذای حاوی ۲۰٪ پروتئین مصرف کردند تکرار تخم ریزی بیشتر ی از ماهیانی که غذای حاوی ۳۰٪ پروتئین مصرف نمودند نشان دادنند. یعنی فاصله بین دو تخم ریزی آنها کمتر بوده است .
نتیجه این آزمایش ها را میتوان بصورت زیر خلاصه نمود
در تیلابیا میزان کمتر غذا باعث بلوغ سریعتر ماده، تعداد بیشتر تخم نسبت به وزن بدن و افزایش زمان تخم

ریزی می شود.
زمانی که پروتئین برای رشد ایده آل می باشد، تیلاپیا تمایل چندانی برای استفاده از این ماده برای تکامل تخم ندارد بلکه از آن برای رشد استفاده می کند ولی برعکس زمانی که پروتئین کمی در غذا وجود دارد میزان بیشتری صرف تولید تخم می شود.
گونه های مختلف نیاز متفاوتی به پروتئین برای تولید دارند. بعنوان مثال در گونه سیم دریای قرمز پروتئین ۴۵٪ غذا برای تعداد تخم و هچ پذیری آنها یک درصد ایده آل می باشد. ولی در ماهی تیلاپیا پروتئین ۳۰٪ مناسب میباشد.
منبع پروتئین مصرفی در غذامیتوانند در روند رشد سلولهای جنسی اثر گذار باشد. تغذیه ماهی از منابع پروتئینی برگرفته از پودر ماهی باعث رشد بیشتر تخمدانها نسبت منابع پروتئینی گیاهی می شود. این نشان دهنده این است پروتئین گیاهی نمی تواند کاملا نیاز غذای ماهی مولد را تامین کند.

اثر کیفیت غذا بر روی کیفیت لارو

اطلاعات زیادی در این زمینه اثر کیفیت غذا مصرفی توسط مولد بر روی رشد و بازماندگی لارودر دسترس نمی باشد. شواهدی وجود دارد که نشان میدهدکمبود پروتئین و اسید چرب ضروری در غذا باعث کاهش لقاح شده و همچنین بیشتر لاروهای تولیدی از این مولدین دارای نقص بدنی بوده اند.
در گونه های دریای اسید های چرب ۳ n-غیر اشباع به عنوان یک ماده غذای که در بازماندگی و درصد لقاح تاثیر بالای دارد شناخته شده است. در مقابل تغذیه از روغن ذرت بازماندگی تخم ها را کاهش داد .

اثر بعضی از مواد مغذی بر روی تولید مواد تناسلی در یک دوره طولانی قابل مشاهده است مانند پروتئین باید در یک دوره طولانی تغذیه شود تا اثرات خود را نشان دهد ولی بعضی از مواد مغذی دیگر در طول مدت کوتاهی از تغذیه اثر خود را بر روی تخم نشان می دهند مانند اسید چرب و ویتامین های محلول در چربی.
استفاده از مواد رنگدانه ای هم میتواند در بهبود کیفیت تخم موثر باشد. رنگدانه های شبیه β Cardene ,Canthaxanthine یا astaxanthin باعث بهبود شناورزی تخم ها شدند.

بخش هشتم

ویتامین و مواد معدنی نیاز

-نیازمندی غذایی و ترکیبات غذایی

مواد مغذی مانند پروتئین، چربی و هیدرتهای کربن به عنوان منبع انرژی و مواد برای تأمین نیازهای ماهی در مرحله متابولیسم پایه و رشد مصرف می شود. علاوه بر این مواد، ماهی نیازمند مواد دیگری میباشد که نقشی در تامین انرژی و مواد ندارند و لی حضور آنها برای رشد و سلامتی ماهی ضروری است .

کلیه موادی که در غذای ماهی وجود دارد را میتوان به صورت زیر طبقه بندبی نمود:

۱. مواد ساختمانی

پروتئین

چربی

آب

مواد معدنی(ماکرو

هیدراتهای کربن(

۲. مواد تامین کننده انرژی

پروتئین

چربی

هیدرات کربن

۳. مواد کمکی

ویتامین

مواد معدنی (میکروو ماکرو)

اسیدهای آمینه

مهمترین این ها عبارتند از:لایزین و متیونین که اینها علاوه بر نقش در جبران کمبود های اسید های آمینه ضروری (تنظیم پروفیل اسیدهای آمینه) می تواند به عنوان محرک تغذیه ای (جاذب شیمیایی) عمل کرده و باعث ایجاد اشتها یا میل به مصرف غذا بوسیله ی موجود شود که از این دو متیونین بیشترین نقش را دارد.

آنتی اکسیدان ها

معمولا برای جلوگیری و یا به تاخیر انداختن فساد و اصطلاحا ترشیدگی غذا به ترکیبات ویتامینی و یا چربی های مورد استفاده در خوراک ها اضافه می شوند،فرایند فساد،اغلب از طریق ایجاد ترکیبات سمی و شیمیایی غذاها باعث می شود غذا مطلوب و خوشایند نباشد و مورد استفاده آبزی قرار نگرفته و یا در صورت استفاده ایجاد ناراحتی های گوارشی در آبزی می کند. از آنتی اکسدانت های طبیعی مهم ویتامین E می باشد. ویتامین E یا سنتز شده اند که به طور معمول به صورت صنعتی تولید شده و در دسترس می باشند و یا در مواد خوراکی حاوی چربی وجود دارد.

موادنگهدارنده

علاوه بر ترکیبات گفته شده، برای جلوگیری از خراب شدن خوراک ها،به خصوص قارچ زدگی های آن ها ترکیبات دیگری هم اضافه می شوند که تحت عنوان نگه دارنده ها اضافه می شوند.برخی از آنها عبارتند از:نمک های سدیم یا پتاسیم،اسید پروپیونیک،اسید بنزوئیک و سوربیک اسید.

هورمون ها

هورمون ها سنتز شده استروئیدی مدت ها در غذای دام های پرورشی مورد استفاده قرار می گرفت.،لیکن در دهه های اخیر نگرانی استفاده از آنها در غذای انسانی و باقیماندگی هرمون ها در محصولات تولیدی باعث ایجاد و وضع قوانینی برای ممنوعیت استفاده از آنها شد.استفاده از هورمون ها در آبزیان بیشتر برای جمعیت های تک جنس و تمام نر در پرورش آبزیان استفاده می شود. برای رسیدن به این هدف معمولا هرمون های استروئیدی به غذای مرحله لاروی ماهی ها اضافه میشود.در حال حاضر استفاده از هرمون های محرک رشد مانند تیروئید در آبزیان در حال بررسی و تحقیق می باشد و هنوز در حد صنعتی قابل اجرا نبوده است.

آنتی بیوتیک و رنگدانه

معمولا به منظور درمان بیماری ها به غذا اضافه می شود.استفاده معمول از آنها با فرض اطمینان از پیشگیری برخی بیماری ها در برخی فعالیت های آبزی پروری به خصوص پرورش میگو در جنوب شرق آسیا سالها مورد استفاده قرار می گرفت،لیکن امروزه استفاده معمول از آنها به دلیل ایجاد مقاومت و پایداری در نژاد های مختلف باکتری های بیماری زا توصیه نمی شود.

مهمترین گروه از رنگدانه ها هستند که در جیره ها استفاده می شوند.از این گروه (Canthaxanthinو Asthaxanthin) باعث افزایش رنگ در بافت لاشه و تخم بیشتر ماهی ها می شود.البته بیشتر درآزاد ماهیان باعث صورتی شدن بافت گوشت می شود و همچنین باعث بالا رفتن مقاومت در برابر نور و افزایش کارایی هچ شدن تخمکها می شود.گونه های با ارزش مثل ازاد ماهیان و ماهی Red sea bream قادر نیستند گزانتینول ها را به کاراتنوئید ها تبدیل کنند پس باید در جیره هایشان مستقیما کاراتنوئید ها را وارد کرد. مکمل های کاروتنوئیدی معمولا با اضافه کردن مواد طبیعی دارای رنگدانه های خاص مثل فلفل قرمز،محصولات حاصل از کریل ها و همچنین محصولات فرعی میگو و خرچنگ مناسب بوده و میتواند تاثیر گستره ی این ماده در جیره باشد.

-4مواد ضد مغذی(Antinutritionl factor)

عوامل بیماری زا

سموم

مواد آلوده کننده (فلزات سنگین و سموم

بقیه

همبند(binder)

برای ایجاد استحکام و پایداری در دامنه های غذایی به منضور بهبود بخشیدن به قابلیت پلت شدن در جیره های غذایی اضافه می شوند. علاوه بر این نقش فرم دهی به دانه های غذایی و همچنین افزایش دما و مقاومت دانه های غذا را در زمان انبارداری و پایداری دانه های غذا و حفظ کیفیت آن ها را در محیط آب بر عهده دارند. انواع همبندهای غذاهای ترکیبی عبارتند از:کربوکسی متیل سلولز، همی سلولز، آگار،کلاژن که بسیاری از این ها مواد حاوی کربوهیدرات هستند. حرارتی که در هنگام تهیه و پلت کردن غذا ایجاد می شود باعث ژلاتینه شدن کربوهیدرات ها شده و نقش خوبی را به عنوان همبند در جیره های غذایی که دارای مقدار قابل توجهی کربوهیدرات هستند ایفا می کنند.

فیبر

مواد تحریک کننده Attractants

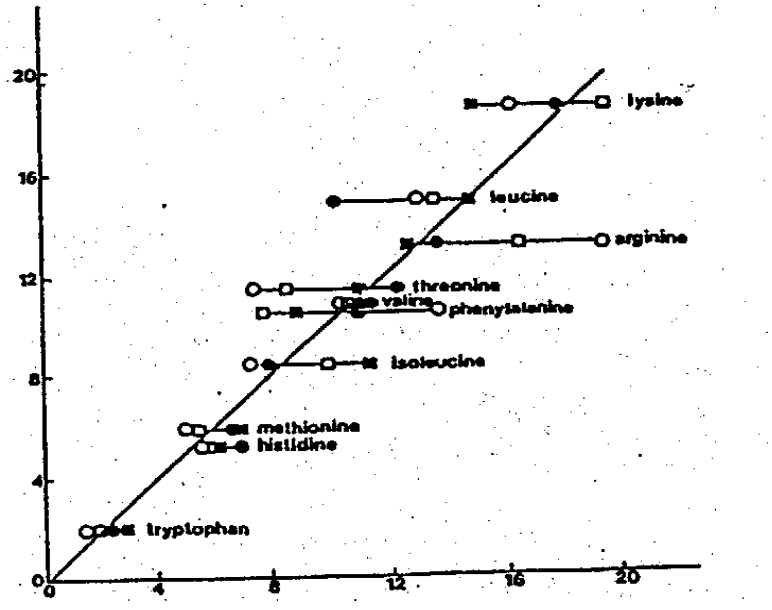
جلب کننده های شیمیایی،ترکیبات طبیعی یا سنتز شده ای اند که باعث تحریک واکنش های تغذیه ای در آبزیان شده و منجر به میل غذا خوردن میشوند مانند اسید های آمینه آزاد، چربی هایی با وزن مولکولی کم ونوکلئوتید ها و ...به نظر میرسد که بهترین جلب کننده ها،جلب کنندگان بو و مزه هستند که از عضلات نرم تنان و سخت پوستان قابل استخراج هستند.

روش تعیین مواد مغذی مورد نیاز:

در بین ابزیان پرورشی تا کنون احتیاجات غذایی گونه های عمده پرورشی مانند کپور معمولی،آزاد ماهیان(قزل آلای رنگین کمان)و گربه ماهی بهتر از سایر گونه ها شناخته شده است واطلاعات در دسترس در خصوص سایر گونه ها در سال های اخیر بیشتر مورد توجه قرار گرفته است و در حال تکمیل شدن می باشد. توجه به احتیاجات غذایی و تامین آنها به شکل مطلوب در تنظیم جیره های کاربردی و عملی نقش مهمی دارد.اغلب نیازهای غذایی عمده تحت عنوان(Macro-nutrients)که شامل پروتئین ها و چربی ها و کربوهیدرات هاست که در بین گونه های نزدیک به هم در یک محدوده نسبتا کوچک قرار میگیرد. اما احتیاج به اغلب ریز مغذی ها

یا میکرو نوتریت ها(micronutrients)مانند اسید های آمینه،اسید های چرب،ویتامین ها،مواد معدنی و غیره در بین گونه های مختلف قدری متفاوت است.
به عنوان مثال همه ی ۱۰ نوع آمینواسید ضروری تاکنون برای همه گونه های پرورشی ضروری تشخیص داده شده است.و اختلاف در مقدار این احتیاجات در بین گونه های مختلف بسیار ناچیز است.تامین کردن نیاز غذایی عمده (ماکرو نیوترینت ها) برای ماهی هاخیلی راحت تر امکان پذیر است نسبتا به اسیدهای آمینه که در جیره ها محدودیت دارند مانند لایزین،چون تامین کردن از راههای متفاوت انجام میشود و بستگی دارد چه ترکیبی را برای جیره انتخاب کنیم.
بنابراین راههای متعددی برای تعیین نیازمندی غذای و ساخت غذا بر اساس آن وجود دارد که به تعدادی از آنها اشاره می شود.

۱. آنالیز شیمیایی بدن و تعیین دقیق میزان ترکیبات تشکیل دهنده بدن ماهی و انرژی آنها میتواند برآوردی از میزان بعضی از مواد مغذی مورد نیاز (اسید آمینه یا اسید چرب) در غذای ماهی باشد.
یک ارتباط نزدیکی بین ترکیبات اسید آمینه بدن ماهی و میزان اسید آمینه مورد نیاز که از طریق تست مقادیر متفاوت اسید آمینه حاصل شده وجود دارد. این روش هم اکنون برا تعیین اسید های امینه کاربرد دارد. به عنوان مثال اگر درصداسید آمینه متیونین در پروتئین لاشه ۴٪ میباشد میزان اسید آمینه در پروتئین غذا هم باید ۴٪ باشد .



شکل ۱) ارتباط بین اسید آمینه مورد نیاز

۲. تقسیم بندی ماهی به سه گروه گوشتخوار، گیاهخوار و همه چیز خوار می تواند یک ایده خوبی درباره حد مواد مغذی مورد نیاز بدهد .این روش برای تعیین تقریبی میزان پروتئین و انرژی ماهیانی که به تازگی به صنعت پرورش وارد شده اند قابلیت استفاده دارد. به عنوان مثال ماهیان گوشتخوار به پروتئین بالای ۴۰٪ ماهیان همه چیز خوار و گیاهخوار به پروتئین زیر ۴۰٪ ذر غذا نیاز دارند.

۳. آزمایش با دوزهای متعدد ماده مورد نظر و پاسخ حیوان

Does respond experiment

در این روش غذاهایی با دوزهای (درصد) متعدد ماده مغذی مورد نظر تهیه و به ماهی در مدت معینی داده میشود. بالاترین میزان رشد و بازماندگی بهترین سطح ماده غذایی مزبور میباشد. این مواد شامل:

-پروتئین غذا

-اسید آمینه غذا

-انرژی غذا و ویتامین غذا می باشد.

این آزمایش می تواند با تغذیه گروه کوچکی از ماهیان با غذای حاوی سطوح مختلف از مواد مغذی که می خواهد آزمایش شود انجام شود. باید برای هر سطح آزمایشی تکرار در نظر گرفته شود. این نوع آزمایش معمولاً بین ۱۲-۱۰ هفته طول می کشد. به عنوان مثال برای تعیین سطح بهینه پروتئین در ماهی سفیددر روش "دوز" چندین غذا با درصدهای مختلف پروتئین (۴۵،۴۰،۳۵،۳۰٪) ساخته شده و به حیوان در مدت ۱۰-۱۲ هفته خورانده میشود. بهترین سطح ماده مغذی معمولاً پایین سطح آن ماده مورد نظر که منجر به بالاترین رشد می شود. پاسخ حیوان وابسته به نوع ماده مغذی خواهد بود.

دو نوع پاسخ در حیوان وجود دارد.

رسیدن به نقطه حداکثر و سقوط peak growth

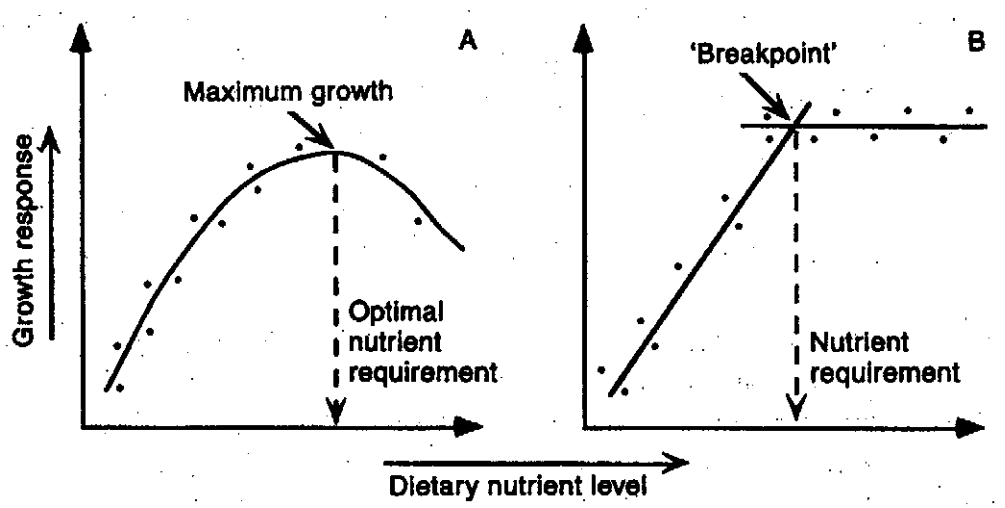
با افزایش ماده مغذی رشد افزایش یافته و به حداکثرمیرسد. پس از آن با افزایش بیشتر ماده مغذی مورد نظر ما با کاهش رشد مواجه هستیم این شرایط در مورد دوزهای متعدد پروتئین معملا رخ میدهد .

رسیدن به نقطه حداکثر و ثبات break point

در این شرایط با افزایش ماده مغذی مورد نظر رشد حیوان ادامه داشته و به نقطه حداکثر رسیده و پس از با افزایش بیشتر ماده مغذی رشد همچنان ثابت می ماند. این نوع پاسخ عمدتا در مورد اسید های آمینه رخ میدهد.

اندازه گیری دقیق این نقاط می تواند برای صنعت تولید غذای آبزیان خیلی بااهمییت باشد. با تعیین سطح بهینه ماده مغذی که منجر به بالاترین کارآیی رشد میشود از هزینه غذا به ازای تولید هر کیلو ماهی کاست.

شکل ۲:دو نوع از پاسخ رشد که در آزمایشات تعیین مواد غذای دیده می شود.



جیره از نظر عملکرد

غذاهای که برای آبزیان ساخته ازجنبه های کابری و عملکردی هم قابل تقسیم می باشد که بر اساس نیاز پرورش دهنده و شرایط پرورش تعیین می گردد.

۱-جیره هایی کامل که برای تامین تمامی احتیاجات آبزیان اعم از ماکرومولکول ها (پروتئین، چربی،و..) و میکرونوتریت ها(ویتامین و مواد معدنی) و انرژی تنظیم میشوند که اینها را جیره های کامل گویند.عموما این جیره ها در سیستم پرورش متراکم مورد استفاده قرار میگیرد.

۲- جیره های کمکی که به منظور کمک به افزایش تولید در کنار منابع غذایی طبیعی محیط های پرورش تهیه شده و مورد استفاده قرار میگیرد. در این جیره ها نیازی به تامین تمامی احتیاجات غذایی نیست و ترکیب آنها میتواند بستگی به منابع غذای زنده تولیدی در استخر متفاوت باشد. این جیره ها معمولا در سیستم های نیمه متراکم و گاهی گسترده مورد استفاده قرار میگیرد.از نظر تولید هم به صورت محلی و در کارگاه منطقه مورد نظرتهیه میگردد.

۳-جیره های خالص یا نیمه خالص که اینها تحت عنوان(purified diets)این جیره ها برای انجام آزمایشات تغذیه ای برای تعیین ومشخص کردن احتیاجات غذایی،موجودات و یا جانوران به کار برده میشوند. در این

جیره ها از مواد اولیه خالص برای ساخت غذا استفاده میشود وبا کمک این جیره ها میتوان کمیت نیاز مواد غذایی را تعیین کرد.
جیره های کامل و کمکی تحت عنوان تحت عنوان جیره های کاربردی(عملی)practicalنامیده میشوند.

-اشکال و فرم های مختلف جیره ها(forms of diet).

به ۳ شکل مختلف میتواند وجود داشته باشد:

۱)غذای زنده: معمولا برای پرورش مرحله لاروی یا مراحل اولیه چرخه ی زندگی آبزیان مورد استفاده قرار میگیرد. از سوی دیگر هدف از تولید این غذا ها به صورت انبوه در مزارع پرورش آبزیان،فراهم کردن شرایط محیطی برای شکوفایی ارگانیسم های غذایی در استخر ها میباشد که نهایتا مورد مصرف ماهی قرار میگیرد. در کارگاههای تکثیر لارو زئوپلانکتونها و فیتو پلانکتونها به مقیاس وسیع تولید و برای پرورش لارو مورد استفاده قرار میگرد و یا غذای زنده به استخر های پرورش لارو اضافه می شود.

۲-مواد علفی(علوفه)-(.Forage)

علوفه معمولا به صورت تازه به استخرهای پرورش آبزیان اضافه شده و مورد استفاده ی آبزیان قرار میگیرد (عمدتا کونه های علفخوار). در بعضی مواقع نیز گیاهان آبزی در استخر رشد کرده و مستقیما مورد استفاده قرار میگیرد.گیاهان علفی گاهی به صورت خشک هم مورد استفاده قرار میگیرد و بصورت تازه همان علف که آمور استفاده میکند و هم رستنی هایی که در آب است. گیاهان وارد شده به استخر به عنوان کود سبز عمل کند و باعث گسترش جامعه پلانکتونی آب شود.

۳-غذاهای آماده شده(Prepared diet)این غذا ها شامل محدوده وسیعی از خوراکی هایی اند که امروزه مورد استفاده قرار میگیرند. این مجموعه از خوراکی های ساده که از مخلوط چند ماده غذایی ساخته شده اند تا خوراک های کپسوله و پوشش دار و انواع غذاهای پلت را شامل میشود. در ترکیب این غذاها از اقلام غذایی اولیه مختلف استفاده میشود. بسته به نوع گونه پرورش و نوع سیستم پرورشی غذاهای مختلفی از پلتهای با کیفیت های متفاوت تا مخلوط سادهای از چند ماده اولیه غذایی مورد استفاده قرار میگیرد.

ویتامین های مورد نیاز

مولکولهای آلی با ترکیبات پیچیده هستند که تسهیل کننده واکنش های شیمیایی در بدن موجودات می باشند.آنها معمولاً به میزان بسیار کمی مورد نیاز می باشند ولی برای رشد، تولید مثل ، سلامتی و سوخت ساز به شدت مورد نیاز میباشند. عدم وجود آنها میتواند واکنشها و اعمال حیاتی بدن را تحت تاثیر قرار دهد. کمبود آنها می تواند باعث بیماری، کاهش رشد و افزایش آسیب پذیری در برابر عوامل بیماری زا شود.
ویتامینها وارد ساختمان بافت نشده و عمل انرژی زایی را انجام نمیدهند. اغلب ویتامینها در بدن ماهی ساخته نمی شوند و باید از طریق غذا به ماهیها رسانده شود. در استخر خاکی و محیطهای که ماهی دسترسی بیشتری

به غذای زنده دارد مقداری از نیاز ویتامینی از این راه تامین میگردد بنابراین نیاز این گروه از ماهیها به ویتامین نسبت ماهیان پرورشی در سیستم فوق متراکم کمتر است.
امروزه اغلب ویتامینها بصورت شیمیایی ساخته و به عنوان مکمل به غذا اضافه میگردد. ویتامینها در مرحله آخر غذا سازی که تحت تاثیر حرارت شدید و تغییرات فیزیکی ،شیمیایی زیاد نمی باشد به غذا باید اضافه شود. معمولا اندکی بیشتر از میزان توصیه شده ویتامین به علت تخریب احتمالی به غذا اضافه میکنند.

نیاز ویتامینی ماهیان
بطور کلی میزان ویتامین مورد نیاز اغلب گونه ها تا حال شناسایی نشده و تنها اطلاعات موجود شامل ماهیان تجاری : خانواده آزاد ماهیان، کپور یا گربه ماهی می باشد که به سایر ماهی ها تعمیم داده می شود.
بهر حال نیاز گونه های مختلف به و یتامین هاکاملاً متفاوت می باشد که بستگی به عادت غذایی و میزان توانایی ساختن ویتامین در بدن بستگی دارد .بنابراین بسیار مشکل می باشد میزان ویتامینی توصیه شود که برای تمام ماهیان در کلیه شرایط قابل قبول باشد.
اضافه نمودن ویتامین به مواد مغذی هم باید با دقت باشد به این دلیل که ویتامین به راحتی در جریان پروسه های تولید غذا و یا نگهداری تخریب می شود .برای ویتامین های محلول در آب ما معمولاً مقدار بیشتری به مواد غذایی اضافه می کنیم که مقدار اضافه آن قابل دفع می باشد.
در مورد افزودن میزان بیشتر از حد ویتامین محلول در چربی باید با احتیاط عمل نمود. میزان بیش از حد این گروه از ویتامینها در بدن جمع شده و بسیاری vitaminosis را یا مسمومیت ویتامینی را به وجود می آورد . به هر حال میزان بیش از حد ویتامین ، حتی ویتامین محلول در آب ، می تواند مشکل ساز باشد.

-منابع غذایی ویتامینی

ویتامین های موجود در ماهی عموماً از غذا نشات می گیرند. پروسس های حرارتی و نگهداری در انبارمی تواند ویتامین را تخریب کند. عمل پختن ویتامین c را تخریب می کند ولی ویتامین B1 در اثر حرارت حفظ می شود. پروسس های حرارتی تیامیناز را که باعث تخریب ویتامین B1 را از بین ببرد.
فرایند استخراج روغن از مواد مغذی مانند استخراج روغن از دانه های روغنی سویا یا گلزا میتواند باعث خارج نمودن ویتامین محلول در چربی و کولین از ماده اولیه غذایی شود. بنابراین این مواد باید به مقدار لازم به غذا افزوده شود.
فعالیتهای گسترده ای انجام میشود تا ویتامین در اثر پروسس های حرارتی محافظت شود . مانند در کپسول قرار دادن ویتامین(encapsulation)c و یا افزودن ویتامین بااسپری در انتهای تولید غذا.

طبقه بندی ویتامین ها

ویتامین ها را به دو گروه عمده ویتامین های محلول در اب و محلول در چربی تقسیم میکنند.ویتامینهای محلول در آب شامل اسیداسکوربیک و ویتامین های گروه) B تیامین۱B، ریبوفلاوین B۲، نیاسینB۳،

پیروکسیدین۶B ، اسید پانتونئیک۹B ، بیوتین، اسید فولیک، سیانوکوبالامین۱۲ B و همچنین کولین و اینوزیتول میباشند .

ویتامینهای محلول در چربی شامل ویتامین A, D, E ,K است. نکته ای که در مصرف ویتامینهای محلول در آب باید مورد توجه قرار گیرد این است که ویتامینهای محلول در آب در مایعات بدن مانند ادار حل شده و از این راه دفع میشوند. بنابراین قدرت ذخیره سازی آنها محدود است ودر غذای روزانه باید هر روز به غذا اضافه شود.

علاوه بر این ویتامینهای محلول در آب بصورت پیش ویتامین یافت نمیشوند. و لی ویتامینهای محلول در چربی ممکن است بصورت پیش ویتامین باشند و پس از ورود به بدن یه ویتامین تبدیل شوند مانند کاروتن موجود در گیاهان که در بدن تبدیل به ویتامین A میشود.

بعضی ویتامین ها می توانند در زمان فرآوری و انبارداری غذا با عواملی چون حرارت، اکسیداسیون، نور و قارچ (عوامل شیمیایی، بیولوژیکی، فیزیکی) تخریب شوند، این عوامل را می توان با استفاده از یخچال، شیشه های تیره و ترکیبات آنتی باکتریال کنترل کرد. این عوامل را می توان به عنوان عوامل مثبت نیز استفاده کرد، یعنی ترکیبات ضد غذایی را با حرارت، باکتری (از بین بردن فیبر)، اشعه و ... از بین برد.

معمولا مقداری ویتامین اضافه در جیره غذایی قرار می دهند تا اگر در اثر عواملی مثل باز شدن جیره در آب کمی ویتامین به هدر رفت حداقل مقدار لازم نیز جذب شود.

انواع ویتامینها

ویتامین A ترکیب نسبتا رنگی است. در معده جذب چندانی ندارد چون نمک های صفراوی وجود ندارد.

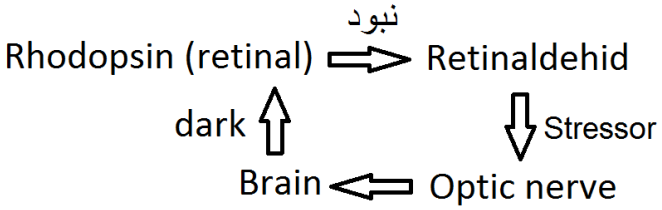
عملکرد ویتامین A

بینایی: عدم بینایی باعث بدشکل شدن، کاهش رشد و کاهش غذاگیری می شود

رشد: کم شدن رشد سلول های جنسی

تولیدمثل: کم شدن تفریخ و بازماندگی

نقش کوآنزیمی و هورمونی: چون نقش تنظیمی دارند و کمک کننده ی آنزیم ها هستند.



ویتامین D

شامل ۱۰ ترکیب فنوله است

(Vitamin D_3) Cholecalciferol،(Vitamin D_2) Ergocalciferol or calciferol

ویتامین D_3، معمولا به جیره غذایی آبزی اضافه می شود و در بافت های حاوی چربی، عضلات وابسته با اسکلت و استخوان ها ذخیره می شود. ویتامین D در فرآیند جذب کلسیم و فسفر نقش مهمی دارد (اثر متقابل در جذب مثبت) بین جذب کلسیم و فسفر رقابت وجود دارد در نتیجه باید نسبتی بین کلسیم و فسفر تعیین شود تا اثر متقابل اتفاق نیافتد. اگر میزان زیادی کلسیم جذب شود، باعث اختلالاتی چون خشکی پوست می شود و از طرف دیگر کاهش جذب کلسیم کاهش رشد را به دنبال خواهد داشت.

ویتامین E

Tocopherols، Tocotrienols، از مشتقات ویتامین E هستند. بیشترین فعالیت ویتامین E به α tocopherols نسبت داده می شود. این دو مشتقات هم در حلال های چربی و هم الکل حل می شوند.

جذب ویتامین E در حضور نمک های صفراوی اتفاق می افتد و ذخیره ی آن ها در سلول های چربی صورت می گیرد.

ویتامین E نسبت به حرارت مقاوم است ولی به اکسیداسیون حساس است؛ وجود آهن، مس واشعه UV برای ویتامین E مضر است. میزان نیاز ویتامین E در جیره های غذایی حاوی اسیدهای چرب HUFA بیشتر است زیرا خاصیت آنتی اکسیدانی دارد.

عملکرد ویتامین E

۱) کمک به محافظت از دیواره سلولی
۲) دارای نقش در تبادلات مایعات درون سلولی و برون سلولی
۳) از خود هضمی آنزیم ها جلوگیری می کند.
۴) آنتی اکسیدانی قوی برای جلوگیری از ترشیدگی و اکسیداسیون HUFA است.
۵) ویتامین E + سلنیوم (فلز سمی) از دیواره سلولی محافظت می کند.

حضور ویتامین E، از اکسیداسیون ویتامین Aنیز تاحدی جلوگیری می کند، علاوه بر این از کاروتن، ویتامین C و ATP نیز محافظت می کند در نتیجه به عنوان عامل جلوگیری کننده از اکسیداسیون سایر ویتامین ها شناخته می شود.

ویتامین K

دو نوع ویتامین K در طبیعت وجود دارد

۱) K_1 (Phylloqunione) در سبزیجات وجود دارد
۲) K_2 (Menaqunione) توسط میکروارگانیسم های انتهایی دستگاه گوارش تولید می شود. اما مکان ساخت مناسب نیست و زمان کافی برای جذب آن ها وجود ندارد.

ویتامین های K مصنوعی: وقتی K_3 vit (menadionie) از طریق غذا وارد بدن شد به K_2 تبدیل می شود و نسبت به K_1و K_2 ۳ – ۲ برابر قدرت بیشتری از لحاظ بیولوژیکی دارد.
ویتامین K در روده جذب می شود (چون محلول در چربی است) آبزیانی که معده دارند و روده ی کوچکی دارند ممکن است در جذب این ویتامین مشکل پیدا کنند. K_1و K_2به مقادیر کم در کبد ذخیره می شوند و برخلاف بسیاری از ویتامین های محلول در چربی از بدن دفع می شود.

ویتامین های محلول در آب

مقدار بسیار کمی از این ویتامین ها در کبد ذخیره می شود و مقدار اضافه از طریق کلیه دفع می شود. میزان مصرف این ویتامین ها باید به گونه ای باشد که دائماً از طریق جیره به بدن ماهی وارد شوند مگر اینکه این ویتامین ها توسط فلور میکروبی روده ساخته شوند.

ویتامین B_1 (تیامین)

اولین نوع ویتامین شناخته شده از نوع B است. B_1 از کربن، نیتروژن، اکسیژن، هیدروژن و گوگرد تشکیل شده است و شامل یک مولکول پیرمیدین و تیازول است. در برابر گرما مقاوم است، همچنین در محیط های اسیدی مقاومت می کند اما نسبت به UV و اکسیداسیون حساس است. آنزیم تیامیناز که در لاشه برخی از ماهی ها وجود دارد می تواند تیامین را نابود کند.
عملکردهای B_1: ۱) به عنوان یک کوآنزیم (تیامین دی فسفات) می تواند پروپیک اسید را به استیل کوآنزیم A تبدیل کند ۲) تیامین دی فسفات در تبدیل گلوکوز به لیپید نقش دارد ۳) Mg برای عملکرد سریع ویتامین B_1 مورد نیاز است.

ریبوفلاوین (B_2 vit)

ترکیب تقریبا پیچیده ای است که از ترکیبAlloxin متصل شده به یک الکل مشتق شده از ریبوز تشکیل شده است. ویتامین B_2 از طریق انتشار غیر فعال در روده جذب می شود. B_2 رنگ مایل به زرد دارد و در ساختمان فلاوین آدنین دی نوکلئوتید (FAD) وجود دارد.(FAD واسطه ای برای تولید ATPاست) حلالیت آن در آب کم است و در برابر حرارت مقاوم است (فقط در شرایط PH خنثی و اسیدی) ولی بشدت در برابر UV حساس است.
عملکردهای B_2:. در متابولیسم اسیدهای چرب، کربوهیدارت ها و اسیدهای آمینه دخالت دارد. ریبوفلاوین و پریدوکسین به همراهی یکدیگر باعث تبدیل نیاسین از اسیدآمینه تریپتوفان می گردد.

پانتونیک اسید ($Vit\ B_3$)

از اسید پانتونیک و آلانین تشکیل شده است. به آسانی از طریق روده جذب و به آسانی به بافت های مختلف از جمله کبد منتقل می شود. Ca-Pantothenate قابل حل شدن در آب و خیلی پایدار و مقاوم است.
عملکردهای B_3: در ساختمان دو آنزیم مهم از جمله کوآنزیم A و ACP (اسیدکلرید پروتئین) و در سنتز اسیدهای چرب نقش دارد. هر دوی این ها برای تولید FA (Fatty acid) و سلول مورد نیاز هستند. (کوآنزیم A نقش کلیدی در چرخه کربس برای ساخت استیل کولین دارد.)

پیروکسیدین (Vit B_6)

در سه فرم قابل تبدیل دیده می شوند. B_6 در روده جذب می شود و به راحتی در آب حل می شود. در برابر حرارت مقاومت می کند و در برابر اکسیداسیون و اشعه ماورابنفش حساس است. برای محافظت در برابر حساسیت ها با یک ماده پایدار آن را باید ترکیب کرد مانند پیرودوکسین = آنزیم

عملکرد B_6:

1) شرکت در متابولیسم چربی، پروتئین و کربوهیدرات
2) شرکت در متابولیسم پروتئین ها به سه طریق :

۲ – ۱) NH_2 را از یک گروه دهنده به یک گروه گیرنده منتقل می کند و اسیدهای آمینه جدید می سازد.

۲ – ۲) جابجایی COOH از یک اسیدآمینه و ایجاد ترکیب جدید (Decarbonitation) در ساخت سروتونین، آدرنالین و هیستامین (Decarbonitation رخ می دهد)

(۲ – ۳) برداشت کامل گروه آمینه و استفاده از آن برای تولید انرژی (Decarbonitation) این فرایند مطلوب نیست زیرا این عمل در صورت کمبود انرژی رخ می دهد و آمونیاک هم تولید می شود

-مواد معدنی مورد نیاز

مواد معدنی برای انجام پروسس های متابولیسمی لازم می باشد و همچنین بعضی از آنها نقش ساختمانی در اسکلت و فلسها بازی میکنند مانند کلسیم و فسفر. دسترسی کافی به مواد معدنی مورد نیاز باعث استحکام استخوانها و فلس در ماهی و کنترل غلظت اسمزی مایعات داخل بدن میشود. بعضی از این مواد معدنی جزیی از آنزیمهاو رنگدانه های خونی و سایر مواد آلی میباشند که در رشد و سلامت ماهی نقش مهمی بازی میکنند.

همه مواد معدنی که در سوخت و ساز مصرف می شود برای ماهی ضروری نمی باشد. ماهی ها بخصوص ماهیان دریایی می توانند مواد معدنی رااز محیط اطراف جذب کنند.

مواد معدنی مورد نیاز می تواند در دو گروه دسته بندی شود.

مواد معدنی که به میزان زیاد نیاز می باشد.

K, S, CL, Na, mg , P, Ca

میزان این عناصر در جیره بالا و به میزان بیش از 100 mg/kgمیباشد. در میان عناصر فوق نیاز به کلسیم و فسفر نسبت به بقیه املاح بیشتر میباشد .

کلسیم : قسمت عمده کلسیم در اسکلت و فلس وجود دارد و در هنگام بی غذایی قسمتی از این کلسیم میتواند در فرایندهای تولید حرارت استفاده شود .کلسیم برای وظایف دیگر فیزیولوژی مانند متابولیسم ، کارکرد اعصاب و ماهیچه ها و تنظیم اسمزی لازم است.

فسفر: مانند کلسیم به طور عمده در فلس و اسکلت وجود دارد. فسفر در یک سری از واکنش ها نقش بازی می کند و یک قسمتی از بعضی مولکول های مانند ATP می باشد . نسبت به میزان فسفر ذخیره شده در فلس و استخوان میزان فسفر برای دیگر واکنش نسبتاً پایین می باشد.

مواد معدنی که به میزان کمی نیاز می باشد.

,Cr, I, F, Si, Zn,Cu,Mn,I,Fe trace mineral

میزان نیاز ماهی به این عناصر کمتر100 mg/kg میباشد. به همین دلیل به میزان بسیار کمتری به شکل مکمل به جیره اضافه میشود. حضور این عناصر باعث بهبود رشد و سلامت آبزیان گردد و خصو صاافزودن این مواد به غذای ماهیان مولد تو صیه میشود. عدم وجود آنها کاهش کیفیت مواد تناسلی ، کاهش هچ پذیری تخم و کاهش کیفیت لارو میشود. علاوه براین این عناصر در ساختمان آنزیمهاهمم نقش دارند.

-عناصر سمیToxic elements

شامل سرب، جیوه، آلومینیوم، آرسنیک، آنتیموان ،کروم، مس و ..

میباشند. حلالیت غالب فلزات سمی به pH آب و سمیت آنها به سختی آب بستگی دارد. در معرض قرار گرفتن ماهی با این عناصر سمی میتواند باعث از بین رفتن توانایی تولید مثل ماهی، بد شکلی بدنی، کاهش رشد ومستعد برای ابتلا به بیماریهای مختلف می گردند.

منابع مواد معدنی

بهر حال بیشتر مواد معدنی مورد نیاز به وسیله ماهی در محیط زیست آنها قابل دریافت است و یا در غذای آنها وجود دارد. گوشت حیوانات یک منبع غنی از آهن ، منیزیم، روی، ید، سیلینم، کلسیم و فسفر می باشد و مواد گیاهی و حد قابل قبولی منگنز و مس دارد. سیلنیم، سدیم، پتاسیم، کلر و منیزیم در آب یافت می شود و موجود می تواند از راه آبشش جذب شود.

در حالت کلی اطلاعات کمی در مورد نیاز ماهی به مواد معدنی وجود دارد و آزمایشات کمی در مورد اندازه گیری میزان نیاز هرگونه به مواد معدنی مختلف انجام شده است. انجام آزمایش در این زمینه مشکل میباشد به علت اینکه خارج کردن کلیه مواد معدنی از مواد غذایی مشکل است و بعضی مواقع در بافت بدن ماهی ذخایر مواد معدنی وجود دارد که ممکن است بر نتایج اثر بگذارد . معمولاً در صنعت آبزیان استفاده از مواد معدنی با کمک مدل حیوانات تکامل یافته انجام می شود.

نیاز به مواد معدنی

مواد معدنی برای رشد متعادل و فعالیتهای زیستی ماهی ضروری میباشد. تعیین دقیق میزان نیاز به مواد معدنی

در ماهیان ساده نمی باشد. ماهیان میتوانند مواد معدنی را راههای دیگری غیر از تغذیه مانند نوشدین آب برای ماهیان دریایی، از راه پوست و آبشش بدست آورند.

جذب مواد معدنی در میگواز راه آبشش ولی در ماهیها از راه پوست و آبشش جذب میشود. منیزیم، کلسیم، آهن و ید بیشتر از سطح بدن و پتاسیم و کبالت از راه آبششها و یونهای فسفات، کلر و سولفات از طریق دهان و دستگاه گوارش جذب میشوند.

ماهیان آب شور نسبت به ماهیهای آب شیرین قابلیت بالاتری در تامین مواد معدنی مورد نیاز از محیط آب دارند و در نیجه نیاز به مکملهای مواد معدنی در ماهیان آب شیرین به مراتب بیشتر از آب شور می باشد. پودر ماهی به دلیل اینکه از مواد تشکیل دهنده بدن ماهی ساخته شده است حاوی اغلب مواد معدنی مورد نیاز ماهی میباشد. بنابراین در غذاهای که حاوی مقدار قابل توجه ای از پودر میباشد نیاز کمتری به افزودن مکمل مواد معدنی داریم.

بیماریهای متعددی در اثر کمبود مواد معدنی در ماهی گزارش شده است از جمله کاهش رشد، کاهش کارآیی تغذیه، مرگ و میر بالا میباشد. عمده کمبودهای مواد معدنی در ماهی در اثر فقدان فسفر ، منیزیم، آهن و ید بوجود می آید .

جدول ۳. خلاصه ای از مواد معدنی مورد نیاز بعضی گونه ها

	Sea bass	*Atlantic salmon*	*Ayu*	*Channel catfish*	*Common carp*	*Eel*	*Turbot*	*Pacific salmon*	*Rainbow trout*	*Red drum*	*Sturgeon*	*Tilapia*	*Yellow*
Thiamine	R		12	1	R	R	0.6–2.6	10–15	40				11.2
Riboflavin	R	R	40	9	7–14	R		20–25	9				11.6
Pyridoxine	5	5	12	3	5–6	R	1.0–2.5	15–20	9				11.7
Pantothenic acid	R	R	50	15	30–50	R		40–50	40				35.9
Nicotinic acid			100	14	28	R		150–200	300				12.0
Biotin			0.3	R	1	R		1–1.5	0.4				0.67
Inositol	R		400	NR	440	R		300–400	510				423
Choline			350	400	4000	R		600–800	11 100		1700–3200		2920
Folic acid			3	R		R		6–10	21				1.2
Ascorbic acid	700	50	300	60	R	R	R	100–150	400	60–75	NR	R	122
Vitamin A			10 000 IU	1000–2000 IU	10 000 IU			2000–2500 IU	7000 IU				5.68
Vitamin D			2000 IU	250–500 IU					3000 IU				NR
Vitamin E	R	35	100 IU	50 IU	100 IU	200		30 IU	200			50–100	119.0
Vitamin K		R	10 IU	R					50				NR
Vitamin B_{12}				R		R		0.015–0.02	0.21			NR	

کلسیم و فسفر

کلسیم و فسفر از عناصر ساختمانی بوده که قسمت اعظم اسکلت و فلسها را تشکیل میدهند. ۹۹درصد کلسیم و ۸۴درصد فسفر در استخوانها فلس و دانداندانهای ماهی وجود دارد. علاوه بر این کلسیم د ر فعالیت متابولیسمی، انقباظ عضلانی ، فعالیت بعضی آنزیمهالازم میباشد. کمبود کلسیم باعث رشد کم، آهکی شدن استخوانها و شکل غیر طبیعی سر میشود و کمبود فسفر موجب خم شدن ستون فقرات و کاهش رشد میگردد .

کلسیم بوسیله ماهی میتواند از آب دریا جذب شود ولی اب شیرین کلسیم کمی دارد. غذاهای با منشا حیوانی مانند پودر گوشت و پودر ماهی حاوی مقدازر قابل توجه ای از کلسیم هستند بنابراین کمبودی در جیره غذایی رخ نمی دهد.فسفر بر خلاف کلسیم به میزان کمتری از آب جذب میشود بنابراین وجود این عنصر در جیره غذایی حائز اهمیت میباشد. فسفر در منابع جانوری مانند پودر ماهی قابلیت استفاده بالاتری دارد ولی ماهیان دارای معده حقیقی مانند قزل آلا توانایی بیشتری در استفاده از منابع فسفر جانوری در مقابل ماهیان فاقد معده مانند کپور دارند. فسفر در ماهیان معده دار تا ۶۰٪ و در ماهیان فاقد معده حدود ۲۵٪ قابل دستیابی میباشد.

بالا رفتن میزان فسفر غذا میتواند یکی از عوامل آلوده کننده اکوسیستمهای آبی باشد. فسفر غیر قبال هضم و همچنین فسفر محلول دفع شده از راه ادار و برانشی وارد آب خروجی شده ودر آثر انتقال به اکوسیستمهای آبی باعث آلوده گی محیطهای آبی و یوتریفیکاسیون آنها میشوند. بنابراین باید در استفاده از غذای با میزان فسفر بالا کاملا دقت نمود.

شواهدی وجود دارد که نشان میدهد نسبت میزان کلسیم به فسفر اهمیت بیشتری از میزان دسترسی به عناصر فسفر و کلسیم به تنهایی دارد. نسبت غیر طبیعی بین آنها میتواند به اندازه کمبود هر یک از آنها خطرناک باشد. مناسبترین نسبت کلسیم به فسفر برای ماهیان پرورشی یک به یک و برای میگو ۱.۵ به ۱ میباشد.

منیزیمMG

قسمت زیادی از منیزیم حدود ۷۰درصد در بافتهای سخت وجود دارد. علاوه بر این منیزیم به عنوان یک فعال کننده آنزیم در متابولیسم کربوهیدرات و سنتز پروتئین حائز اهمیت میباشد. منیزیم در بافتهای بدن برای حفظ عضلات لازم است.

کمبود منیزیم باعث شلی عضلات، بی اشتهایی، کاهش رشد و مرگ ومیر ماهی میشود. بیشتر غذاها به خصوص غذاهای حاوی مواد گیاهی دارای میزان قابل قبولی از منیزیم میباشند.

آهنFe

نقش اصلی آهن به عنوان یکی از اجزای هموگلوبین میباشدو همجنین در ساختمان ATP در اکسیداسیون نقش دارد.هموگلوبین ماده رنگی انتقال دهنده ا کسیژن میباشد که کمبود آهن وموجب کم خونی و کاهش کارآیی حمل اکسیژن در بدن را به دنبال دارد .

نقش آب در بدن ماهیان

آب در بدن آبزیان یک جزء اصلی را تشکیل میدهد و حدود ۸۰٪ بدن از آب تشکیل شده است. آب به عنوان یک ماده مغذی محسوب نمشود ولی بطور غیر مستقیم در بسیاری از فعالیتهای بدن آبزیان ازجمله انتقال مواد، کمک به تنظیم درجه حرات ، هضم و دفع مواد و... نقش فابل انکاری را بازی میکند. در بدن ماهیان بین آب و چربی یک رابطه عکس وجود دارد. با افزایش سن ماهی معمولا از میزان آب آن کم شده و به در صد چربی بافت افزوده میگردد. در زمان بی غذای یا فصل تخم ریزی که ماهی تخم ریزی نمیکند و از ذخایر چربی استفاده میکند میزان آب بافتها افزایش مییابد.

آب مورد نیاز بدن جانوران از طریق آب آشامیدنی ، آب موجود در مواد خوراکی و آب حاصل از متابولیزم مواد آلی در بدن تامین میشود. دفع آب بدن از طریق کلیه ها (ادرار) ، روده (مدفوع) و آبشش و پوست انجام میشود. دستگاه کنترل کننده آب بدن مانند کلیه و آبشش ها با تنظیم میزان جذب و دفع آب بدن باعث تعادل میزان آب و همچنین تنظیم فشار اسمزی بدن میشوند.

برای اندازه گیری آب بدن از روش خشک کردن کامل در درجه حرارت ۱۰۵استفاده میشود. اختلاف درجه بین نمونه تر و نمونه خشک میزان رطوبت را تعیین میکند.

بخش نهم

تغذیه میگو

اصول کلی تغذیه میگو

غذادهی مهمترین مراحل پرورش تمامی آبزیان ازجمله میگو وکلیه سخت پوستان میباشد. غذا دهی بهینه رشد و سلامت موجود را تضمین نموده و موجب کاهش هزینه های جاری یک کارگاه پرورش میگو خواهد شد.

دستگاه گوارش

ازشش قسمت تشکیل شده است : دهان - مری – معده – روده – مخرج – غدد گوارشی

-1دهان : در سطح شکمی و بالای آرواره پایینی قرار دارد و کار آن گرفتن مواد غذایی و خرد کردن آن است.

-2معده :دارای حجم بزرگ با دیواره نازک در ناحیه سینه ای حیوان قراردارد.

-3روده : از سه قسمت قدامی ، میانی و خلفی تشکیل شده است:

-روده قدامی: واجد دو صفحه آهکی می باشد و غذای که توسط زوائد دهانی به این قسمت هدایت می شود و به وسیله این صفحات خرد می شود.

-روده میانی: محل ورود ضمائم گوارشی و تولید شیره های گوارشی است.

-روده خلفی:از رده میانی تا خلفی می باشد .کارآن از نظر گوارشی به خوبی شناحته نشده است.

فیزیولوژی دستگاه گوارش

غذا به وسیله چنگالهای زوج دوم وسوم پاهای حرکتی گرفته و به سوی دهان هدایت می شود .تکه های سفت و سخت به وسیله دهان بیرون ریخته و قسمتهای نرم غذا توسط آرواره پایینی خرد و از راه مری به سوی معده هدایت می شود . حرکت دندانهای آهکی در معده یک آسیاب دودی ایجاد نموده و باعث خرد کردن و سائیده شدن غذا می شود.

هپاتو پانکراس آنزیمی شبیه پانکراس ترشح می کند که در گوارش غذا نقش مهمی دارد . این آنزیم در ابتدای روده وارد می شود. جذب غذا عمدتا در ابتدای روده انجام می گیرد و مواد هضم نشده به صورت مدفوع از مخرج خارج می شوند.

در دیواره قسمت جلویی معده دو سنگ آهکی وجود دارد که به نظر می رسد ذخیره املاح آهکی مانند کربنات کلسیم میباشد. این ذخیره برای سخت کردن پوسته خارجی زمانی که پوسته اندازی انجام می شود کاربرد دارد.

خصو صیات تغذیه ای میگو

بر خلاف ماهیان شکارچی، میگوها به تدریج و به آرامی به سمت غذا میروند. آنها در کف استخر پرورش منتظرمانده تا پلت غذایی به آنها برسد. بنابراین زمان بیشتری باید غذا در کف استخر باقی مانده تا مصرف شود. بر این اساس غذای تهیه شده برای میگو باید از استحکام لازم برخوردار بوده و بتواند مدت نسبتا طولانی را در آب بدون اینکه خرد یا حل شود باقی بماند. غذاهای تهیه شده برای میگوها دارای پروتئین نسبتا بالاتری بوده که این به نیاز غذای میگو ارتباط دارد .

پوست اندازی یک روند طبیعی برای رشد میگو میباشد.از چند ساعت قبل از پوست اندازی میگو دست از تغذیه بر میدارد. با تخمین مقدار یا درصد پوست اندازی باید از میزان غذای کاست. میگو در شبها پوست اندازی میکند در شبهای که قرص ماه کامل است و یا اصلا ماه در آسمان نیست (روزهای ۱و ۱۴ ماه قمری) میگوها به شدت تا حدود ۸۰٪ پوست اندازی میکنند. بهتر است در این مواقع تا ۵۰٪ جیره عادی در و عده غذایی شب و صبح به میگوها داده شود. در روز بعد از پوست اندازی تغذیه به شدت افزایش میابد که میتوان اندکی به میزان غذا افزود.

غذا نباید در یک مکان و به میزان زیاد ریخنه شود بلکه در نقاط مختلف استخر و به میزان کمتر ریخته شود. برای استفاده بهتر از غذا بهتر است غذای میگو در داخل سینی قرار داد و در کناره های استخر قرار داد . میگو به تدریج به جای غذا عادت میکنند و پس از آن همیشه در آن مکان تجمع پیدا میکنند .

بخش دهم

تغذیه لارو

گسترش صنعت آبزی پروری در دنیا موجب معرفی تعداد زیادی از گونه های جدید به دنیای پرورش شده است. تمایل مصرف کنندگان به طرف گونه های دریایی موجب پرورش بسیاری از گونه های دریایی رافراهم نموده است. تهیه لارو وبچه ماهی سالم و مناسب یکی از ابزارهای لازم برای پایداری و گسترش این صنعت می باشد. در گذشته و حتی برای بعضی گونه ها در حال حاضر جمع آوری لارو از محیط طبیعی یکی از راههای عمده تهیه لارو ماهی بوده است. ولی باید به این نکته توجه داشت که جمع آوری لارو و بچه ماهی از محیط طبیعی نمی تواند راه حل مطمئن مدت برای تامین لارو برای صنعت رو به گسترش آبزیان بوده و باید به دنبال دستیابی به تکنولوژی تکثیر وپرورش لارو تمامی گونه های پرورشی برای داشتن یک پرورش پایدار بود.

مراحل زندگی لارو و بچه ماهی

برای پرورش موفقیت آمیز لارو و بچه ماهی شناخت دستگاه گوارش لارو و چگونگی روند تکامل آن یکی از مسائل اساسی می باشد.تغییرات در ساختار دستگاه گوارش در طول زندگی میتواند به تغییر نوع مواد غذایی مصرفی، توانایی هضم پذیری مواد مصرفی و تغییر در رفتار های تغذیه ای نهایتا تغییر در نیازمندی این موجود منجر شود .

مراحل مختلف زندگی یک ماهی برا ساس تقسیم بندی (Balon, 1975))

مرحله جنینی: که از لقاح شروع شده و تا اولین تغذیه بیرونی ادامه می یابد

مرحله لاروی: زمانی است شنای فعال و تغذیه از غذای خارجی آغاز شده است

مرحله جوانی: در مرحله ابتدایی جوانی باله ها کامل شده، فلس ها ظاهر شده و بیشتر ارگانها شکل کامل خود را پیدا می کنند و در انتهای این مرحله شروع تکامل دستگاه تولید مثل می بشد

مرحله بلوغ: در این مرحله دستگاه تولید رشد ، نمو و تکامل می یابد

مرحله پس از بلوغ: که مرحله پس از آخرین تخم ریزی می باشد. این مرحله در ماهی آزاد که تنها یکبار تخم ریزی میکند واضح تر می باشد.

جنین ماهی بعد از لقاح از ذخیره غذایی موجود در تخمک برای رشد و نمو استفاده میکند. پس از اتمام ذخیره غذایی تخمک باید تغذیه بیرونی آغاز شود که مرحله بسیار حساسی در زندگی لارو می باشد. آگر لارو بتواند به راحتی مرحله گذر از ذخیره غذایی تخمک به سمت استفاده از غذاهای بیرونی براحتی و با سرعت بیشتری طی کند پرورش لارو موفقیت آمیز تر خواهد بود.

مرفولوژی دستگاه گوارش

ساختار دستگاه گوارش در زمان رشد و نمو لارو به سرعت عوض می شود. یکی از واضح ترین این تغییرات افزایش تدریجی اندازه دهان و کامل شدن ارگانهای گوارشی است .

افزایش سایز دهان یک از مهمترین تغییری است که در مرحله لاروی رخ میدهد و ماهیان را قادر می سازد از غذاهای زنده با سایز های درشت تری استفاده کند. اندازه غذای زنده در این مرحله باید متناسب با سایز دهان باشد. لارو قدر نخاهد بود از غذاهای زنده باللتر از شکاف دهان استفاده کند و درنتجه امکان تلفات گسترده لارو به علت بی غذایی وجو دارد . البته غذاهای زنده خیلی ریز هم باعث مصرف انرژی زیادی برای شکار میشود و میتوانند به کاهش رشد لارو منجر شود. بنابراین یکی از مهمترین نکات در پرورش لارو تعادل اندازه غذای زنده با سایز دهان لارو می باشد. با توجه به مطالب زیر می توان با افزایش سایز دهانی غذا های زنده با اندازه بزگتر برای ماهیان تهیه نمود.

ساختار دستگاه گوارش در لارو ماهیان با شروع شنای فعال بسیار ساده می باشد. در اغلب موارد دندان وجود ندارد و طول دستگاه گوارش حدود نصف طول بدن می باشد. سلولهای اپی تلیال واقع در سطح قسمتهای مختلف دستگاه گوارش تفاوت ساختاری با هم نشان نمی دهند. سلولهای ترشح کننده آنزیم تنها در نقاط محدودی از دستگاه گوارش دیده می شوند .

ولی بعد از شروع تغذیه بیرونی تغییرات زیادی رخ می دهد. لایه موکوسی گسترش یافته و تفائت ساختاری قسمتهای مختلف دستگاه گوارش شروع می شود. جذب مواد غذایی در ماهیها با استفاده از پینو سیتوز مولکولهای بزرگ مانند پروتئین و چربی که سطح پوششی سلولهای اپی تلیال این مولکولهای بزرگ را در بر میگیرد. با ادامه تکامل لارو دندانها بر روی فکها ظاهر میشوندو معده و زوائد پیلوریک در گونه های واجد این ارگانها می باشند تکامل می یابند. طول دستگاه گوارش افزایش یافته و به اندازه طول بدن می رسد و شروع به شکل مارپیچی گرفتن می کند)

. Stroband and Dabrowski, 1981)با گسترش لایه های موکوس سطحی، میزان بالتری از آنزیم تولید شده که باعث کار آیی بالاتر هضم وجذب می شود.

وضعییت تکامل دستگاه گوارش در همه ماهیان یکسان نیست، آزاد ماهیان در ابتدای شوع تغذیه معده فعالی دارند که قادر به استفاده از مواد غذایی بیرونی می باشد ولی کپور ماهیان معمولا معده ندارند و هضم و جذب غذا کلا در روده انجام می شود. ماهیان دیگر مانند گربه ماهی و کروگنوس در شروع مرحله لاروی معده فعالی ندارند ولی با آاز تغذیه فعال معده ضاهر شده و شروع به تکامل میکند.

موارد اختصاصی قابل توجه در پرورش لارو

در پرورش لارو به علت حجم غذای نسبتا کمی که مصرف میکند معمولا هزینه غذا یک عامل محدود کننده نمی باشد و پرورش دهندگان تمایل زیادی به استفاده از غذاهای با کیفیت بالا برای رسیدن به حد اکثر رشد رادارند. بر اساس برآوردهای انجام گرفته هزینه غذا در مرحله لاروی با توجه به قیمت بالای غذای مصرفی در

کل پایین بوده و حدود ۱۲ درصد هزینه غذای تولید در دوره را به خود اختصاص میدهد. علاوه براین به دلیل اینکه لاروها به تعداد به فروش میرسد درصد بازماندگی در لارو خیلی با اهمییت می باشد و حتی از کاهی از رشد اهمییت بیشتری دارد.

مشکلات موجود روبروی پرورش لارو

پرورش لارو به دلیل خصوصیات و نیازمندیهای اختصاصی دوران لاروی از اهمییت بالایی برخوردار می باشد. یکی از مشکلات پرورش بخصوص در گونه های جدید عدم شناخت دقیق از نیازمندیهای غذایی لارو می باشد. عدم وجود اطلاعات ساخت غذا مناسب با نیازمندیهای دوران لاروی را مشکل می سازد . علاوه بر این طراحی آزمایشات برا تعیین نیازمندهای غذایی لارو به علت حساسیت لاوها مشکل می باشد.

علاوه بر این برای اغلب گونه های جدید اطلاعات زیادی در رابطه با شرایط محیطی ایده آل مانند شرایط فیزیکی و شیمیایی آب پرورش وجود ندارد و همچنین رفتار های تغذیهای این گونه ها شناخته شده نیست. لاروها به دلیل سرعت رشد بالا دارای تغییرات شدید وزنی می باشد بطوریکه از مرحله هچ تا مرحله انگشت قد وزن حدودآنها هزار برابر می شود. این تغییرات شدید وزنی که با تغییرات ساختار دستگاه گوارش در جهت تکامل آن همراه می باشد موجب میشود توان استفاده لارو از مواد غذایی تغییر کند ودر نتیجه نیاز آن عوض شود به عنوان مثال لاروه در ابتدای هچ ممکن است به راحتی قادر به تجزیه کربوهیدراتها به علت عدم وجود آمیلاز نباشند ولی به تدریج با کامل شدن ساختار دستگاه گوارش این توانایی ایجاد می شود. مشکل دیگری که اغلب در صنعت پرورش لارو وجود دارد کوچک بودن سایز دهانی لارو می باشد که محدودیت زیادی در استفاده از غذای زنده یا ساخت غذای پلت متناسب سایز دهانی ایجاد میکند. لارو ماهیان دریایی به دلیل ذخیره تخمک پایین تر معملا واجد سایز دهانی کوچکی می باشند لذا یافتن غذای زنده متناسب یکی از مشکلات فراروی گسترش پرورش این گونها می باشد.

اندازه تخمک در ماهیها

اندازه تخمک در ماهیها بسیارمتفاوت است. قطر تخمک ماههیا از کسری از ا میلی متر در گونه های دریایی تا حدود ۱۰ میلی مت در فیل ماهی متفاوت است. بطور کلی ماهیهای آب شیرین دارای اندازه تخمک درشتتر ولی با تعداد کمتر ودر مقابل ماهیان دریایی دارای تخمک بسیار زیاد ولی با اندازه ریز می باشند. معمولا ماهییهای که تعداد بیشتری تخمک تولید میکنند جنبه های حفل=اظتی زیادی را برای مراقبت از تخم و لارو در نظر نمیگیرند.

—

جدول اندازه لارو و تخمک در ماهیان دریایی و آب شیرین

	Egg	Hatch	First-feeding	Juvenile
Mugil curema	**0.6-1.3**	**1.7**	**3.7**	**5.3**
Pagrus major	**0.9**	**2.1**	**3.5**	**8**
Scopthalmus maximus	**1.0-1.1**	**2.0**	**2.3**	**-**
Ctenopharyngodon idella	**1.2**	**4.1**	**8.0**	**11**
Tinca tinca	**1.2**	**4.8**	**7.2**	**16**
Gobio Gobio	**1.3**	**4.1**	**7.3**	**21**
Cyprinus carpio	**1.9**	**4.5**	**5.8**	**21**
Salvelinus alpinus	**5.2**	**15**	**25**	**45**
Salmo mykiss	**5.9**	**10.4**	**26**	**30**
Oncorhynchus keta	**7.3**	**20**	**40**	**40**

خصوصیات غذای مصرفی لارو

بنا براین با توجه اطلاعات موجود در رابطه با سایز دهانی لارو مورد پرورش باید نوع غذای زنده انتخاب گردد به عنوان مثال ناپلیوس آرتمیا به علت انداز نسبتا بزرگ آن قابلیت استفاده در صنعت پرورش لارو ماهیان دریایی را در مراحل ابتدایی ندارد و در این مرحله باید از غذا های با سایز کوچکتر مانند روتیفر استفاده نمود. اندازه غذا حتی در بین گروههای نزدیک ماهییها میوان تفوت چشمگیری داشته باشد. به عنوان مثال اندازه متناسب غذا برای پروش لارو کپور نقره ای ۵۰-۹۰میکرون، برای کپور علفخوار ۹۰-۱۵۰میکرون و برای گپور سرگنده ۱۵۰-۲۷۰میکرون می باشد . علاوه بر سایز جذابیت غذا هم در استفاده لارو از این غذا موثر است. رنگ ، طعم، شکل ،

نوع حرکت و ترکیبات غذا در جذابیت غذا و مصرف از آنها موثر است.
برای صید طعمه لارو ماهی باید بتواند طعمه راببیند و براحتی آن را شکار کند . محاسبات نشان میدهد طعمه باید در تراکم مناسب در فاصله ۰.۵-۲سانتی از لارو ماهی باشد در غیر این صورت لارو نمی تواند وجود طعمه را حس کند و انرژی زیادی را برای به دام انداختن طعمه مصرف کند.
تغذیه لارو ماهی در محیط طبیعی بر اساس اندازه غذا و انتخاب ماهی میباشد و لارو ماهی بر اساس علاقه خود گروههای از مواد غذایی را انتخاب و همچنین گروههای را مورد مصرف قرار نمیدهد. الگو گیری از طبیعت و تهیه غذای زنده بر اساس نوع غذای که ماهی در محیط طبیعی از آن استفاده میکند میتواند قسمتی از مشکلات پروش لارو را حل کند.

انواع غذای مصرفی در صنعت پرورش لارو

بسته به گونه مورد پرورش غذا های مختلفی در صنعت تکثیر و پرورش لارو مورد استفاده قرار میگیرد. حتی دسترسی به برخی از اقلام غذای میزان و اهمییت مصرف آنها را در صنعت پرورش لارو تعیین میکند. جلبکها بعه عنوان یکی از غذا های زنده پر اهمتند.آین موجودات مستقیما مورد مصرف لارو ماهیها قرار نمی گیرند ولی برای تولید انبوه غذای های زنده برای مصرف لارو مانند روتیفر، و همچنین پرورش لارو میگو و دوکفه ای ضروری می باشند. از جلبکهای مهم مورد استفاده در صنعت آبزی پروری دنالیلا و تتراسلمیس می باشد .

شکل. شمایی از جلبکهای مورد استفاده در صنعت پرورش لارو

کوچکترین زئوپلانکتو مورد استفاده در صنعت پرورش لارو روتیفرBrachinons spp)) می باشد که اندازه

آن حدود ۱۰۰میکرون و یا کوچکتر می باشد. انداز نسبتا کوچک آن را کاندیدای مناسبی برای صنعت پرورش لارو ماهیان دریایی می سازد. واریته های متعددی از روتیفردر سایز های مختلف در صنعت پرورش لارو مورد استفاده قرار میگیرد. بعد از روتیفر ناپلیوس آرتمیا مهمترین غذای زنده میباشد که به گستردهگی در صنعت پرورش لارو کارآیی دارد. ناپلیوس آرتمیا به علت سایز نسبتا درشت آن بالای ۴۰۰میکرون قابلیت استفاده برای ماهیان دریایی در در روزهای آغازین لاروی را ندارد ولی بعد از گذشت چند روز و بزگ شدن لارو توانایی استفاده از این زئو پلانکتون با ارزش را پیدا می کند. در کنر این دو زئوپلانکتون مهم، زئو پلانکتونهای دیگری مانند سیکلوپس و دافنی م در پرورش لارو بخصوص پرورش لارو ماهیان آب شیرین استفاده فراوانی دارد. اندازه غذا نباید بزرگتراز ۲-۳٪ بدن لارو باشد تا لارو به راحتی بتواند زئوپلانکتون را شکار کرده و مورد مصرف قرار دهد .

شکل زئوپلانکتونهای مهم در صنعت پرورش لارو

نکته قابل توجه این است که هیچ زوپلانکتونی به تنهایی نمی توان تمامی مواد مغذی مورد نیاز لارو بخصوص اسید های چرب ضروری و ویتامین ها را تا مین کند. برای جبران کمبود مواد مغذی مورد نیاز از تکنیکی بنام غنی سازی استفاده میشود که در آن ز ئوپلانکتون در مدت معینی در حمام ماده مغذی نگه داشته میشود تا ماده مغذی به داخل بدن زئوپلانکتون منتقل شده و پس از آن با تغذیه لارو از آن زئو پلانکتئن کمبود ماده مغذی جبران شود.

نیاز غذایی لارو

اطلاعات زیادی در مورد نیاز غذایی لاروها گونه های متعدد وجود ندارد. ولی به طور کلی غذای تهیه شده برای لارو ها حاوی میزان پروتئین و ویتامین بالاتر در مقایسه با ماهیان بالغ می باشد. ماده مغذی مهم دیگری که اخیرا در صنعت پرورش لارو مورد توجه قرار گرفته وجود اسیدهای چرب بلند زنجیره غیر اشباع می باشد. کمبود این نوع اسید چرب میتواند منجر به مشکلات متعدی از جمله کاهش رشد ، افزایش تلفافات بیانجامد.

میزان اسیدهای چرب مورد نیز در چند گونه در یایی

گونه ماهی _درصد اسید چرب در ماده خشک ___توربوت_۱.۲-۳.۲___فلاندر ژاپنی _۱.۸-۳.۵___سیم دریایی سر آبششی_۰.۸-۵.۵___سیم دریای قرمز_۳.۵___دم زرد ژاپنی _۳.۹___>>

در بین گروههای اسیدهای چرب مورد نیاز پرورش لارو دو گروه اهمییت بیشتر ی دارندDHA :و EPA که و جود نسبت متناسب این دو اسید چرب برای رشد و توسعه لاور ضروری است. میزان EPA در آرتمیا و روتیفر مناسب است ولی کمبود اسید چرب DHA در آنها مشهود است که با غنی سازی و یا کپسول گذاری این مشکلات تا حدی قابل حل شدن می باشد. با استفاده از تکنی غنی سازی میزان باز ماندگی لارو ماهیان دریایی از ۵٪ به حدود ۹۵٪ رسیده است. غنی سازی همچنین موجب رشد ونمو و تکامل سریع ارگانها در لارو شده که لارو را قادر ی سازد سریعتر از ارگانهای غذایی آب استفاده کند.

کارکرد اسید چرب DHA در لارو ماهیان

این اسد چرب به میزان بالایی در تخم و لارو ماهیان دریایی وجود دارد که وجود این گونه اسید چرب را به تکامل سیتم عصبی و دستگاه بینایی ماهی نسبت داده اند . وجود مقدار کافی این اسید چرب لارو را قادر می سازد دستگاه بیناییرا تکامل داده ، طعمه را شناسایی و صید کند. وجود این نوع اسید چرب در شکل گیری رنگداه ها هم موثر است که کمک به استتار ماهی میکند و این ماهی بوسیله دیگر ماهیان شکارچی دیده نمی شود. یافته های جدید نشان میدهد وجود این اسد چرب در مقاومت به استرس و تحمل شرایط استرسی هم موثر است.

غذای خشک در پرورش لارو

در حال حاضر پرورش بعضی لاروها مانند قزل آلا و کپور و گربه ماهی منحصرا با غذای خشک قابل انجام است . این بدین معنی است که ما اطلاعات لازم در رایطه با نیاز مندی غذای این گونه ها را در اختیار داریم و براین اساس غذای متناسب کنسانتره برای آنها تهیه نمودیم که میتواند رشد و نمو آنها را تضمین کند .