





دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی
گروه شیلات

پایان نامه برای دریافت درجه کارشناسی ارشد (M.Sc)
در رشته شیلات - گرایش تکثیر و پرورش آبزیان

**الگوی رشد و آنتوژنی شکل بدن ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) در مراحل
اولیه تکوین در دوره پرورش لاری**

مریم ایگدری

اساتید راهنما

دکتر رحمان پاتیمار

دکتر سهیل ایگدری

اساتید مشاور

مهندس کیاوش گلزاریان پور

دکتر سعید یلقی

۱۳۹۳

تعهدنامه

نظربه اینکه چاپ و انتشار پایان نامه های تحصیلی دانشجویان دانشگاه گنبد کاووس مبین بخشی از فعالیت های علمی - پژوهشی بوده و همچنین با استفاده از اعتبارات و امکانات دانشگاه انجام می شود، بنابر این به منظور رعایت حقوق دانشگاه، کلیه دانش آموختگان نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می شوند:

- ۱) قبل از چاپ پایان نامه (رساله) خود، مراتب را قبلاً بطور کتبی به مدیریت تحصیلات تکمیلی دانشگاه اطلاع داده و کسب مجوز نمایند.
- ۲) در انتشار نتایج پایان نامه در قالب مقالات مجلات علمی پژوهشی، همایش ها و سایر موارد، ذکر نام دانشگاه گنبد کاووس الزامی است.
- ۳) انتشار نتایج پایان نامه به هر شکلی (مقاله، کتاب، ثبت اختراع و ابداع) باید با کسب اجازه استاد راهنما صورت گیرد.

اینجانب مریم ایگدری دانشجوی رشته شیلات - گرایش تکثیر و پرورش آبزیان مقطع کارشناسی ارشد دانشگاه گنبد کاووس تعهدات فوق را قبول کرده و ملزم به رعایت کلیه مفاد آن می باشم.

نام و نام خانوادگی دانشجو

امضا

تاریخ

تقدیم بہ

مادر عزیزم،

او کہ پاکترین و زیبا ترین تندیس شکیبایی بوده و هست
و در تمام محظا تم بایہ امید و دلکرمی من است...

شکر و قدردانی

به مصداق «من لم یسکر المخلوق لم یسکر الخالق» بسی شایسته است از استاد فرهیخته و فرزانه جناب آقای دکتر حان پاتیار و دکتر سهیل ایکدری که با کرامتی چون خورشید، سرزمین دل را روشنی بخشیدند و کلمه سرای علم و دانش را با راهنمایی‌های کارساز و سازنده بارور ساختند؛ تقدیر و شکر نمایم.

(ویز کیم وی علمم الکتاب و الحکم)

مقامت ز عرش برتر باد همیشه توست اندیشه ات مظهر باد
به نکته‌های دلاویز و گفته‌های بلند صحیفه‌های سخن از تو علم پرور باد

چکیده

این تحقیق جهت بررسی الگوی رشد، روند تغییرات شکل بدن در طی مراحل اولیه و تحلیل الگوی همبستگی ساختارهای بدن در طی مراحل اولیه رشدی و بررسی نقش عملکردی و کارایی هر یک از مراحل شکلی ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*) انجام شد. نمونه برداری در مجتمع بازسازی ذخایر ماهیان خاویاری سد وشمگیر از استخر ۰/۵ هکتاری که یک مزوکوم طبیعی جهت پرورش لاروهای ماهی کلمه بود صورت گرفت. نمونه برداری از لحظه تفریخ شروع شد که در ۱۲ روز ابتدایی به صورت روزانه، از روز ۱۲ تا روز ۳۰ با فواصل یک روزه و از روز ۳۰ تا روز ۴۵ با فواصل دو روزه و از روز ۴۵ تا روز ۶۰ با فواصل ۵ روزه و از روز ۶۰ تا روز ۸۰ با فواصل ده روزه صورت گرفت. نمونه‌ها در محلول بافر فسفات فرمالدهید چهار تا ۱۰ درصد تثبیت گردیدند. تهیه تصاویر با لوپمجهزبه دوربین کوداک ۶ مگاپیکسل، از نیم‌رخ چپ انجام گرفت. اندازه‌ی طول پوزه، طول سر، طول تنه، طول دم، طول کل، قطر چشم، ارتفاع بدن با استفاده از نرم‌افزار ImageJ نسخه ۱.۴۴p از تصاویر استخراج شد. ریخت‌سنجی هندسی به روش لندمارک‌گذاری با استفاده از نرم‌افزار TpsDig نسخه ۲.۱۶ انجام شد. در ابتدا داده‌های مختصات لندمارک‌ها با استفاده از آنالیز GP^۱ رویهم‌گذاری شدند و تغییرات شکلی در طی رشد به صورت شبکه‌ی تغییرات شکلی^۲ توسط نرم‌افزار Tpsreg ترسیم شد، همبستگی بین متغیرهای شکلی و طول کل با استفاده از آزمون همبستگی در نرم‌افزار PAST مورد بررسی قرار گرفت. در آنالیز تجزیه به مولفه‌های اصلی، تغییرات وابسته به مولفه‌های جدید انتخاب و خط سیر رشد با رسم محور RWA (بعنوان توصیف‌کننده شکل بدن) در برابر طول کل ترسیم شد. شکل میانگین شبکه‌ی تغییرات شکلی مربوط به آنها برای هر گروه سنی با استفاده از نرم‌افزار TPS Spline محاسبه شد. به منظور خوشه بندی شکل بدن بین گروه‌های سنی آنالیز خوشه ای با استفاده از الگوریتم Ward انجام شد آزمون چند متغیره با استفاده از داده‌های تبدیل و استاندارد شده به منظور بررسی معنی دار بودن یا نبودن اختلافات موجود در صفات آنتروژنیک استفاده شد. نتایج نشان داد آلومتری رشد همه نواحی مورد بررسی بدن ماهی کلمه به جز ناحیه تنه و قطر چشم در طی مراحل اولیه رشدی مثبت است. تغییرات ضرایب رشد نیز سه نقطه عطف را در روزهای سوم و سی‌ام و چهل و یکم پس از تفریخ نشان دادند. بر طبق نتایج آلومتری چند متغیره، ارتفاع بدن و طول پوزه

1. Generalized Procrustes Analysis

2. Splines

بیشترین ضریب رشد را داشتند. بر طبق نتایج RW، تغییرات عمده‌ای در مناطق تعیین شده یعنی سر و تنه و دم رخ داده است. روند تغییرات RW1 به RW2 و PC1 به PC2 سه گروه شکلی را نشان می‌دهد. بر اساس آزمون پراکنندگی اقلیدسی واردز^۳ چهار مرحله اصلی بر پایه تغییرات شکلی در دوران زندگی ماهی کلمه از روز صفر تا روز هشتاد پس از تفریخ بدست آمد. بر اساس آزمون CVA سه گروه شکلی که بیانگر تغییر شکل ماهی کلمه در طول رشد است و صفات موثر در این روند تغییر مربوط به لندمارک‌های y6, y8, و y9 بر روی محور یک و x1, x6, x7, x8 بر روی محور دو است لندمارک ۷ مربوط به ناحیه دم و لندمارک ۶ و ۸ مربوط به ناحیه تنه و لندمارک ۹ مربوط به ناحیه سر است که بیان کننده افزایش ارتفاع بدن و تغییر شکل بدن دوکی به پهن می‌باشد و افزایش طول پوزه برای تحتانی شدن دهان و پیدا کردن شکل کارآمد برای کف‌زی‌خواری است. تغییرات شکلی استخراجی از TPS Spline حاکی از آن است که تغییرات لندمارک‌های پیکره نه لندمارکی تغییراتی را به وضوح در ناحیه سر، پوزه، دم و ارتفاع بدن شاهد هستیم که در نهایت ما تغییر شکل و روند تبدیل شدن از یک ماهی با شکل کشیده به یک ماهی با ارتفاع بدن بالا را به راحتی می‌بینیم.

فصل اول: مقدمه و کلیات

۳	۱-۱- کلیات.....
۵	۲-۱- ضرورت تحقیق.....
۷	۳-۱- اهداف مورد مطالعه در این تحقیق.....
۷	۴-۱- معرفی ماهی کلمه.....
۷	۵-۱- رده بندی ماهی کلمه.....
۸	۶-۱- مشخصات ظاهری ماهی کلمه.....
۹	۷-۱- صید ماهی کلمه.....
۹	۸-۱- تغذیه ماهی کلمه.....
۱۰	۹-۱- تولیدمثل ماهی کلمه.....
۱۰	۱۰-۱- ریخت‌سنجی.....
۱۳	۱۱-۱- شکل و اندازه.....
۱۳	۱۲-۱- شکل.....
۱۴	۱۳-۱- نقطه گذاری یا لندمارک گذاری.....
۱۶	۱۴-۱- ریخت‌سنجی هندسی.....
۱۹	۱۵-۱- روی هم گذاری.....
۱۹	۱۶-۱- آنالیز پروکراستی تعمیم یافته.....
۲۰	۱۷-۱- آلومتری.....
۲۳	۱۸-۱- کاربرد آنالیزهای آلومتری شکل و ریخت‌سنجی هندسی.....
۲۳	۱۹-۱- شبکه تغییرات شکلی.....

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
	فصل دوم: مروری بر منابع
۲۷	۱-۲- مطالعات انجام شده.....
	فصل سوم: مواد و روش‌ها
۳۵	۱-۳- نمونه برداری.....
۳۶	۲-۳- آماده سازی نمونه‌ها برای آنالیزهای ریخت‌سنجی.....
۳۶	۳-۳- ریخت‌سنجی هندسی.....
۳۷	۴-۳- رشد آلومتری.....
۳۸	۵-۳- آلومتری چند متغیره.....
۳۸	۶-۳- آنالیز CVA.....
	فصل چهارم: نتایج
۴۳	۱-۴- نتایج بررسی‌های ریخت‌ظاهری ماهی.....
۴۶	۲-۴- آلومتری رشد.....
۵۸	۳-۴- آزمون کلاستر یا پراکندگی.....
۶۰	۴-۴- ریخت‌سنجی هندسی.....
	فصل پنجم: بحث
۷۲	۱-۵- آلومتری رشد.....
۷۴	۲-۵- ضرایب رشد.....
۷۵	۳-۵- ریخت‌سنجی هندسی.....
۸۱	منابع.....

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۱۸	جدول ۱-۱- اصطلاحات کلیدی و مترادف آنها.....
۳۹	جدول ۱-۳- سن، بیومتری و تعداد نمونه‌های جمع‌آوری شده.....
	جدول ۱-۴- ضرایب رشد (طول پوزه، طول سر، طول تنه، طول دم، قطر، ارتفاع بدن ماهی
۵۶	کلمه قبل و بعد از نقطه عطف.....
	جدول ۲-۴- ضرایب رشد (طول پوزه، طول سر، طول تنه، طول دم، قطر چشم، ارتفاع بدن
۵۶	ماهی کلمه قبل و بعد از جذب کیسه زرده.....
۵۷	جدول ۳-۴- ضرایب رشد طول پوزه، طول سر، طول تنه، طول دم، قطر چشم، ارتفاع بدن.....
۵۸	جدول ۴-۴- ضرایب رشد الگوی آلومتری چند متغیره.....

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۱۴	شکل ۱-۱- مراحل مختلف حذف تفاوت‌ها در شکل
۳۷	شکل ۱-۳- ترتیب لندمارک گذاری در پیکره ۹ لندمارکی
۴۶	شکل ۱-۴- طول کل در مراحل تمایز پس از تفریح ماهی کلمه
۵۴	شکل ۲-۴- روند تغییرات ضرایب رشد قسمت‌های مختلف بدن
۵۵	شکل ۳-۴- زمان نقاط عطف ضرایب رشد ماهی کلمه
۵۵	شکل ۴-۴- طول کل مربوط به نقاط عطف ضرایب رشد ماهی کلمه
	شکل ۵-۴- طرح‌های استخراجی از TPS Spline با توجه به Consensus مختصات پیکره‌ی نه
۶۷	لندمارکی
	شکل ۶-۴- تصاویر ماهی کلمه به ترتیب از a تا e روز تفریح، سه روز، سی روز، چهل و یک، و هشتاد روز پس از تفریح
۶۸	

فهرست نمودارها

صفحه

عنوان

۴۷	نمودار ۱-۴- ارتباط بین طول کل و وزن ماهی کلمه.....
۴۸	نمودار ۲-۴- روند تغییرات طول سر نسبت به طول کل ماهی کلمه.....
۴۹	نمودار ۳-۴- روند تغییرات طول تنه نسبت به طول کل ماهی کلمه.....
۵۰	نمودار ۴-۴- روند تغییرات طول پوزه نسبت به طول کل ماهی کلمه نمودار.....
۵۱	نمودار ۵-۴- روند تغییرات طول دم نسبت به طول کل ماهی کلمه.....
۵۲	نمودار ۶-۴- روند تغییرات ارتفاع بدن نسبت به طول کل ماهی کلمه.....
۵۳	نمودار ۷-۴- روند تغییرات قطر چشم نسبت به طول کل ماهی کلمه.....
۵۷	نمودار ۸-۴- میانگین ضریب آلومتری چندمتغیره ویژگی‌های مختلف ماهی کلمه از لحظه تفریخ تا روز هشتاد پس از آن.....
۶۰	نمودار ۹-۴- درختی پراکنندگی بدست آمده از تغییرات شکلی پیکره نه لندمارکی.....
۶۲	نمودار ۱۰-۴- خط سیر رشد بدست آمده از RW1 (پیکره‌ی ۹ لندمارکی) از روز صفر تا ۸۰ بعد از تفریخ.....
۶۲	نمودار ۱۱-۴- خط سیر رشد بدست آمده از RW2 (پیکره‌ی ۹ لندمارکی) از روز صفر تا ۸۰ بعد از تفریخ.....
۶۳	نمودار ۱۲-۴- روند تغییرات شکل ماهی کلمه (<i>Rutilus rutilus caspicus</i>) به طول کل در طی مراحل اولیه رشد از لحظه تفریخ تا ۸۰ روز پس از تفریخ.....
۶۴	نمودار ۱۳-۴- روند تغییرات RW1 و RW2.....
۶۴	نمودار ۱۴-۴- روند تغییرات PC1 و PC2 در اشکال میانگین.....
۶۴	نمودار ۱۵-۴- روند تغییرات PC1 و PC2 در کل نمونه‌ها.....
۶۵	نمودار ۱۶-۴- آنالیز CVA بر حسب مولفه کانونی اول و دوم شکل میانگین.....

فصل اول

مقدمه و کلیات

۱-۱- کلیات

افزایش تقاضا برای غلات، حبوبات، مواد پروتئینی و غیره و مسائل محیط زیست از قدیم وجود داشته و در حال حاضر شدت بیشتری یافته است. با این همه تا یک قرن قبل، اقداماتی که موجب برهم زدن نظام طبیعی محیط زیست شود چندان زیاد نبود. دگرگونی‌های اکولوژیک هنگامی فزونی گرفت که بر تعداد جمعیت آدمی و تمرکز وی در نقاط محدود افزوده شد و میزان تقاضای سرانه و در نتیجه نیاز بیشتر اجتماعات انسانی به منابع طبیعی افزایش یافت. با پیدایش و توسعه صنعت، سپس انقلاب صنعتی و تولید فرآورده‌های مختلف کیفیت زندگی آدمی به نحو بی‌سابقه‌ای بهبود یافت و آدمی در راه یک زندگی بهتر و مرفه‌تر قدم نهاد. ولی انقلاب در صنعت و هدف، سبب پیدایش تدریجی مسائل و مشکلات محیطی گردید. منشاء اصلی این مسائل، کاهش روز افزون منابع طبیعی و ایجاد انواع آلودگی‌ها در محیط است. در حال حاضر، تقاضای سرانه افراد کره‌ی زمین خیلی بیشتر از رشد تولید منابع طبیعی است، به طوری که منابع و مواد اولیه تجدیدپذیر رو به کاهش گذاشته است و یا روز به روز از دسترس دور می‌گردند. مصرف سوخت‌های فسیلی نسبت به دوران قبل از انقلاب صنعتی افزایش پیدا کرده و موجب دگرگونی‌ها و بحران‌هایی شده است. بهره‌گیری بیش از حد و بدون برنامه از اکوسیستم‌های طبیعی منجر به نابودی منابع طبیعی و سرانجام گسیختگی نظام اکولوژیک می‌شود. از سوی دیگر محیط زیست تحت فشار انبوه فضولات ناشی از مواد مصرفی و دور ریختنی قرار می‌گیرد که هر چند با عمل تصفیه خود به خود^۱ طبیعت هضم و جذب می‌شود. ولی تجمع و انباشتگی و تجزیه ناپذیری برخی از مواد سرانجام محیط را دچار آلودگی می‌کند زیرا که

1. Self-Purification

اکوسیستم جهانی بسته و محدود است و بی‌انتهای نمی‌باشد. دگرگونی‌های اکولوژیک در محیط زیست رابطه‌ی کاملاً مستقیمی با بهره‌گیری مفرط از منابع طبیعی دارد و باید ادامه عملیات استفاده و استخراج از این منابع تحت کنترل درآید. منابع طبیعی در ابتدا نامحدود تصور می‌شد و ترس از پایان یافتن یا کمبود آنها در میان نبود ولی با استفاده روز افزون از منابع طبیعی برای رفع نیازهای تکنولوژیکی، فکر نامحدود بودن این منابع باطل از آب درآمد. از آنجا که قطع جریان پیشرفت ممکن است نتایج وخیم و حتی فاجعه‌آمیز را داشته باشد، و از طرفی زیر بنای اقتصادی و جریان پیشرفت در گرو منابع طبیعی است، توجه خاص در امر بهره‌برداری از منابع موجود با اصلاح تکنیک‌ها و اجرای برنامه‌های وسیع صرفه‌جویی الزام‌آور شد و معلوم گردید که در زمینه استفاده از منابع طبیعی باید شیوه‌ای اختیار کنیم که از حداقل منابع به حداکثر استفاده شود. منابع طبیعی را عموماً به دو دسته تقسیم می‌کنند: قابل تجدید مانند جنگل، مرتع، ماهی، حیوانات شکاری غیرقابل تجدید مانند زغال سنگ، نفت، گاز طبیعی و کانی‌های دیگر. انسان فقط در صورتی می‌تواند از لحاظ تامین نیازمندی‌های دائمی خود از منابع طبیعی مطمئن گردد که تعداد جمعیت و میزان تقاضاهای دائمی خود را در سطح متعادلی نگه دارد تا گردش مواد در موجود زنده و خاک به همان سرعتی باشد که مورد استفاده قرار می‌گیرد. در زمان حاضر که بر اثر رشد اقتصادی و ازدیاد جمعیت روز به روز بر میزان مصرف و احتیاجات انسان افزوده می‌شود، حفاظت از منابع طبیعی اهمیت دارد مثلاً هم اکنون بر اثر چرای مفرط و به کار بردن روش‌های غلط کشاورزی بسیاری از مزارع سرسبز و حاصلخیز به صحراهای بایر و بی‌استفاده تبدیل شده است. رود بزرگ راین چنان آلوده شده که برگشت به حالت اول آن تقریباً امکان پذیر نیست. منبع ماهی موجود در رودخانه‌ها و دریاها نیز روز به روز کاهش می‌یابند و این منبع عظیم تولید پروتئین در جهان به نابودی کشیده می‌شود. خوشبختانه در حال حاضر برنامه‌هایی برای حفاظت از نسل ماهی‌ها و جلوگیری از آلودگی‌هایی که چنین شکلی را بوجود می‌آورند در بیشتر کشورهای جهان در دست تهیه و اجرا است. از بدو تاریخ، ماهیان به عنوان غذای برای جمعیت انسانی مورد توجه بوده‌اند. گفته می‌شود که ماهیگیری یکی از مشاغل قدیمی نوع بشر بوده است و مدارکی وجود دارد که چینی‌های باستانی روش پرورش ماهی را مدت‌ها قبل از میلاد مسیح می‌دانستند. با این وجود مطالعات علمی ماهیان تاریخ کهنی ندارد. در واقع تا قبل از قرن هجدهم میلادی هیچ‌گونه مطالعه‌ای وجود نداشته، تا اینکه در این زمان عوامل مختلفی موجب شروع ماهی‌شناسی و مطالعه علمی ماهیان گردید. از ابتدای قرن

بیستم تحقیقات ماهی‌شناسی در زمینه‌های اساسی ذیل توسعه پیدا نموده که عبارتند از: ۱- طبقه‌بندی و پراکنش ۲- کالبدشناسی ۳- فیزیولوژی و بیوشیمی ۴- آسیب‌شناسی ۵- ساختار و پویایی جمعیت ۶- تکامل و ژنتیک ۷- حفاظت. این حقیقت به نحوی شناخته شده است که دانش زیست‌شناسی ماهیان بخصوص در شکل‌شناختی، روابط طول و وزن، فاکتور رشد، تولیدمثل، غذا و عادات‌های غذایی و... بسیار مهم بوده و نه تنها در بالا بردن آگاهی‌های دانشگاهی ما حائز اهمیت است بلکه استفاده از آن در افزایش کارایی فناوری برای موسسات شیلاتی به جهت پیشرفت مدیریت خردمندانانه پرورش ماهیان نیز بسیار مهم می‌باشد. ماهیان اهمیت زیادی در زندگی انسان دارند و از منابع طبیعی مهم پروتئینی به شمار می‌آیند. آنها برخی از فرآورده‌های مفید دیگری را تأمین می‌کنند، همچنین در درآمد اقتصادی برخی ملل نقش دارند. کاهش تدریجی ذخایر ماهیان تجاری ناشی از بهره‌برداری بیش از حد آنهاست و تغییرات موجود در زیستگاه آنها یکی از دلایل مهم لزوم علم زیست‌شناسی ماهی است (عادلی، ۱۳۷۸).

۲-۱- ضرورت تحقیق

ماهی کلمه خزر یکی از گونه‌های ارزشمند دریای خزر بوده و به علت دارا بودن گوشتی خوش طعم به عنوان یک منبع غذایی مهم برای ساکنین نواحی جنوبی دریای خزر محسوب می‌گردد. این ماهی همچنین یک منبع غذایی مهم برای فیل ماهی دریای خزر می‌باشد. که در نواحی جنوبی دریای خزر از نظر اقتصادی حایز اهمیت است. بررسی‌ها نشان داده که تکثیر طبیعی این گونه در طی سال‌های اخیر کاهش یافته است در حال حاضر بازسازی ذخایر ماهی کلمه از طریق تکثیر مصنوعی صورت می‌گیرد. در طی سال‌های اخیر جمعیت‌های بسیاری از گونه‌ها به دلیل دخالت‌های مستقیم و غیرمستقیم بشر دچار تغییرات چشمگیری شده و در معرض خطر انقراض می‌باشند. بسیاری از گونه‌ها جهت ابقا در طبیعت و محفوظ ماندن از خطر انقراض نیاز به تکثیر مصنوعی دارند، به طوری که امروزه تکثیر حمایتی به طور گسترده به منظور بازسازی، حفاظت و افزایش جمعیت‌های وحشی انجام می‌پذیرد. روش تکثیر حمایتی در برنامه‌های بازسازی ذخایر شامل صید مولدین از طبیعت، تکثیر در شرایط اسارت و رهاسازی نتایج آنها در طبیعت می‌باشد. در حال حاضر حفاظت و بازسازی ذخایر این

ماهی با ارزش از طریق تکثیر مصنوعی و رهاسازی لارو ۱-۲ گرم به آب‌های طبیعی انجام می‌پذیرد (کشیری و همکاران، ۱۳۹۰). آنچه رمز موفقیت در تکثیر و پرورش ماهیان به شمار می‌آید بالا بردن بازده تکثیر و تولید بچه ماهیان سالم و قوی جهت پروار بندی می‌باشد. یکی از مشکلات در پرورش ماهیان، پرورش در مرحله نوزادی می‌باشد چرا که در این مرحله لاروها از رشد بطنی برخوردار بوده و با تلفات بالا نیز همراه است. ایجاد شرایط طبیعی بهینه در مرحله نوزادی و جوانی ماهیان به منظور حداکثر نمودن تولیدات پرورشی اهمیت ویژه‌ای دارد (گلشاهی و همکاران، ۱۳۸۸). با توجه به اینکه لارو ماهیان از نظر آناتومی، فیزیولوژیک، رفتاری و اکولوژی از بزرگسالان متفاوت هستند. بنابراین در مطالعات زیست‌شناختی یک گونه، مراحل اولیه را نیز باید مورد بررسی قرار داد تا به یک تصویر کامل از بیولوژی ماهیان منجر شود (بون و مور، ۲۰۰۸). لارو ماهی در طی دوره‌ی تکوینی دچار تغییرات مورفونتیکی و تمایزی پیچیده‌ای می‌شود. از آنجاییکه تکوین اعضای بدن و تغییرات آناتومی طی مراحل رشدی مختلف رخ می‌دهد. بنابراین، رشد نسبی بخش‌های مختلف بدن یک ویژگی مشترک تکوینی ماهی‌ها محسوب می‌گردد که در آن ساختارهای بدن به ترتیب اهمیت در طی مراحل اولیه‌ی زندگی توسعه می‌یابند (روسو و همکاران، ۲۰۰۷). در گونه‌های مختلف این تغییرات توسعه‌ای ممکن است به تغییرات در زیستگاه و منابع مورد استفاده نیز مرتبط باشد (ورد-کمپبل و بیامیش، ۲۰۰۵). از اینرو شناخت فرایند توسعه ریختی و الگوی رشد یک ماهی می‌تواند درک بهتر اولویت‌های زیستی در طی مراحل اولیه رشد و روند سازگاری آن در ارتباط با اندازه بخش‌های مختلف بدن را امکانپذیر نموده و دیدگاه‌هایی را در مورد ویژگی‌های زیست‌شناختی، رفتار و اکولوژی ماهی فراهم سازد (گیزبرت، ۱۹۹۹). از سوی دیگر در طی مراحل اولیه‌ی تکوینی، هر فرد در یک جمعیت با تغییرات عمده‌ای در فاکتورهای محیطی روبروست که فرد را مجاب می‌کند تا عکس‌العمل‌های مناسبی در برابر این تغییرات انجام دهد (پیندر و همکاران، ۲۰۰۵). از این‌رو شناخت ارتباط روند تغییرات در شکل بدن که در طی مراحل اولیه رشد به شدت تغییر می‌کند؛ با عوامل محیطی قابل تغییر، به درک این ارتباط جهت مدیریت دوره‌ی لاروی کمک می‌نماید.

۱-۳- اهداف مورد مطالعه در این تحقیق

- ۱- بررسی روند تغییرات شکل بدن در طی مراحل اولیه رشدی با استفاده از روش‌های ریخت‌سنجی سنتی و هندسی.
- ۲- بررسی الگوی رشد ماهی کلمه خزری در طی مراحل اولیه رشدی در دوره پرورشی.
- ۳- تحلیل الگوی همبستگی ساختارهای بدن در طی مراحل اولیه رشدی و بررسی نقش عملکردی و کارآیی هر یک از مراحل شکلی.

۱-۴- معرفی ماهی کلمه (*Rutilus rutilus caspicus*)

ماهی کلمه یا تلاجی از ماهیان باارزش دریای خزر می‌باشد و در گذشته‌های دور از مهم‌ترین ذخایر این دریا را تشکیل می‌داده است (نوروزی و همکاران، ۱۳۸۵). ماهی کلمه به علت دارا بودن گوشتی خوش طعم به عنوان یک منبع غذایی مهم برای ساکنین سواحل جنوبی دریای خزر محسوب می‌گردد. این ماهی همچنین یک منبع غذایی مهم برای فیل ماهی^۱ دریای خزر می‌باشد. بررسی‌ها نشان داده که تکثیر طبیعی این گونه طی سال‌های اخیر کاهش یافته است. کاهش در ذخایر ماهی کلمه در سال‌های اخیر، بنا به دلایل مختلف از جمله صید بی رویه، آلودگی آب‌ها و ایجاد سد در مسیر مهاجرت بوده به طوری که این گونه جزء گونه‌های در معرض تهدید دریای خزر معرفی گردیده است (کشیری و همکاران، ۱۳۹۰).

۱-۵- رده‌بندی ماهی کلمه

این ماهی از راسته کپورشکلان (Cypriniformes)، خانواده کپور ماهیان (Cyprinidae)، جنس (*Rutilus*)، گونه (*Rutilus rutilus caspicus*) بوده و نام انگلیسی آن Vobla و Roach، نام فارسی کلمه و نام محلی تلاجی است (عسکری، ۱۳۸۸). گونه *Rutilus rutilus caspicus* دارای چند نژاد است که دو نژاد آن *Rutilus rutilus caspicus knipowits* که به کلمه ترکمنی و *Rutilus rutilus caspicus kurensis* که به کلمه انزلی معروف هستند در منطقه خزر جنوبی به وفور یافت می‌شوند. زیستگاه کلمه ترکمنی از خلیج گرگان تا منطقه بکدشت واقع در شمال ادامه دارد و بیشترین گستردگی

1. *Huso huso*

را در محدوده خلیج استرآباد، خلیج ترکمن، خلیج کراسناودسک و در سطح وسیعی از آب‌های کم عمق از استرآباد تا ناحیه کیانکی من جمله ساحل جزیره اوگرچینسکی^۱ و جزیره کزل سومسک^۲ دیده می‌شود (خواجه ۱۳۷۷).

۱-۶- مشخصات ظاهری ماهی کلمه

فرم بدن دوکی شکل، رنگ بدن ماهی در ناحیه پشتی متمایل به رنگ آبی یا ترکیبی از رنگ‌های سبز و قهوه‌ای است. باله شکمی و مخرجی به رنگ نارنجی تا قرمز پررنگ، باله سینه‌ای و دم متمایل به قرمز اما قسمت تحتانی فوقانی باله دمی و پشتی تیره می‌باشد. پهلوها نقره‌ای و در ماهیان بزرگ متمایل به زرد تا برنزی می‌باشد. رنگ عنیه چشم از زرد تا قرمز متغیر است و معمولا واجد یک خال تیره در زیر مردمک چشم می‌باشد. دارای پنج سری باله شامل یک جفت باله سینه‌ای، یک جفت باله شکمی، یک باله پشتی و یک باله مخرجی و یک باله دمی هموسرک است. که باله پشتی واجد پایه‌ای کوتاه که از بالای باله سینه‌ای آغاز می‌گردد، دارای ۳ شعاع غیر منشعب و ۱۱-۹ (غالباً ۱۰) شعاع منشعب می‌باشد. باله مخرجی شامل پایه طویل‌تر و شامل ۳ شعاع غیر منشعب و ۱۱-۱۰ (معمولا ۱۰) شعاع منشعب می‌باشد. خارهای آبششی ۱۰ عدد و تعداد مهره‌های پشتی بین ۴۱-۳۹ عدد در بیشتر مواقع ۳۹ عدد می‌باشد که مهره‌های دوم و سوم به راحتی جدا می‌شوند. فلس‌ها نسبتا درشت و دهان نسبتا کوچک و مورب و تقریبا انتهایی است. نوک دهان بالای حاشیه‌ی تحتانی چشم‌ها قرار دارد. فاقد سبلیک است. فرمول خط جانبی $(48)(47) L. 41 \frac{7-8 \frac{1}{2}}{3-4 \frac{1}{2}}$ بوده و دندان حلقی ۵-۶ و ندرتا ۵-۵ یا ۶-۶ و سطح سایشی گاهی چین خوردگی اندکی دارد (بلالی و نوروزی، ۱۳۷۸). تغذیه از نرم‌تنان باعث بزرگ شدن دومین تاج دندان حلقی می‌شود که در مقایسه با کلمه‌هایی که از گیاهان آبی و فائون چوبی تغذیه کرده است بزرگتر می‌باشد (برادران طهوری ۱۳۶۹). کامل شدن دندان حلقی در ماهی کلمه دریای خزر نسبت به ماهی کلمه سایر آب‌ها، زودتر و در طول ۱۰۰-۹۰ میلی‌متری صورت می‌پذیرد و در این طول، ماهی کلمه قادر به مصرف نرم‌تنان می‌شود (ندافی و همکاران، ۱۳۸۱).

1. Ogurchinskii

2. Kyzyl-sumsk

۱-۷- صید ماهی کلمه

بنا به گزارشات برگ^۱ در سال ۱۹۴۵ ماهی کلمه ۲۵-۲۰ کیلومتر در داخل قره‌سو برای تولید مثل مهاجرت می‌کرده است. کلمه در فصل تولید مثل به صورت گله‌ای به داخل رودخانه‌ها مهاجرت می‌کند و آمار سالیانه صید مربوط به همین فصل مهاجرت بخصوص ماه‌های اسفند و فروردین است. میزان صادرات کلمه در اسفند ماه ۱۳۷۴ از منطقه گمیشان ۴۵۰ تن برآورد شده است. صید کلمه در دهه ۱۹۵۰ در کشور شوروی سابق سالانه ۵۵۰۰۰ تن و در کشور ما ۴۵۰۰ تن در سال ۱۳۰۶ گزارش شده است.

۱-۸- تغذیه ماهی کلمه

تغذیه ماهی کلمه در تمامی سیکل زندگی یکسان نیست. در اولین مرحله رشد و نمو خود از پلانکتون‌های کوچکی که به آرامی حرکت می‌کنند تغذیه می‌کند (مثل آگ‌ها و روتیفر)، در شروع مرحله بعدی سخت پوستان پلانکتونی و در مرحله بعدی لارو حشرات کفزی را مورد تغذیه قرار می‌دهد و سرانجام غذای اصلی و اساسی کلمه بالغ را نرم‌تنان تشکیل می‌دهد. در دریای خزر ۸۲٪ غذای کلمه را نرم‌تنانی مثل دریسینا پلی مورفا^۲، آچا مینیم^۳، ماندانا^۴ و غیره تشکیل می‌دهد. سخت پوستان (اکثراً کورفیده^۵) نیز ۷٪ غذای کلمه را شامل می‌شود. شمال شرقی دریای خزر محلی است که ماهی کلمه بیشترین تغذیه خود را انجام می‌دهد. غذای اصلی ماهی کلمه دریسینا پلی مورفا می‌باشد. تراکم زیاد ماهی کلمه را در شمال دریای خزر را به دلیل فراوان بودن و تراکم زیاد دریسینا در این ناحیه می‌دانند. رژیم غذایی ماهی کلمه مشابه ماهی سیم^۶ است با این تفاوت که در غذای ماهی سیم سخت‌پوستان بیشتر هستند و در غذای ماهی کلمه نرم‌تنان اکثریت مقدار غذا را تشکیل می‌دهد (برادران طهوری، ۱۳۶۹). ترکیب غذایی ماهیان کلمه جوان در جنوب شرقی دریای خزر در سال‌های مختلف فرق می‌کند، در سال ۱۹۸۱ رقم عمده مواد غذایی نریس^۷ بود که از ۱۷/۹٪ در ماه سپتامبر تا

1. Berg
2. Dreissena polymorpha
3. Adcha minima
4. Mandacna
5. Corophiidae
6. Abramis brama
7. Nereis