

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان:

**مطالعه وضعیت رشد در کفال ماهیان
آلوده به ویروس VNN در
حوضه جنوبی دریای خزر**

مجری:

فرخ پرافکنده حقیقی

شماره ثبت

۴۹۶۹۹

وزارت جهاد کشاورزی
سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی
موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

عنوان پروژه : مطالعه وضعیت رشد در کفال ماهیان آلوده به ویروس VNN در حوضه جنوبی دریای خزر

شماره مصوب پروژه : ۹۰۰۳۸-۱۲-۱۲-۲

نام و نام خانوادگی نگارنده/ نگارندگان : فرخ پرافکنده حقیقی

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

نام و نام خانوادگی مجری / مجریان : فرخ پرافکنده حقیقی

نام و نام خانوادگی همکار(ان) : سید جلیل ذریه زهرا، غلامرضا دریانبرد، سیدعباس طالب زاده، فرهاد

کیمرام، عیسی شریف پور، سوسن شاهرخی، شهرام قاسمی، حسن فضلی، رضا نهرور، غلامعلی بندانی،

محمدعلی افراپی، مانده شاهرخی، مالک محمدی ها، شهرام عبدالملکی، فرامرز باقرزاده، حسین طالشیان،

سیدابراهیم صفوی، فاطمه حبیبی، فرزین شیخ حسنی

نام و نام خانوادگی مشاور(ان) :-

نام و نام خانوادگی ناظر(ان) : مصطفی شریف روحانی

محل اجرا: استان تهران

تاریخ شروع : ۹۰/۱۰/۱

مدت اجرا: ۳ سال و ۶ ماه

ناشر : موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

تاریخ انتشار : سال ۱۳۹۵

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

«سوابق طرح یا پروژه و مجری مسئول / مجری»

پروژه : مطالعه وضعیت رشد در کفال ماهیان آلوده به ویروس VNN

در حوضه جنوبی دریای خزر

کد مصوب : ۲-۱۲-۱۲-۹۰۰۳۸

شماره ثبت (فروست) : ۴۹۶۹۹ تاریخ : ۹۵/۴/۲

با مسئولیت اجرایی جناب آقای فرخ پرافکنده حقیقی دارای مدرک

تحصیلی دکتری در رشته بیولوژی دریا می باشد.

پروژه توسط داوران منتخب بخش بیولوژی و ارزیابی ذخایر آبزیان

در تاریخ ۹۵/۲/۲۵ مورد ارزیابی و با رتبه عالی تأیید گردید.

در زمان اجرای پروژه، مجری در :

ستاد ■ پژوهشکده □ مرکز □ ایستگاه □

با سمت عضو هیئت علمی در موسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور

مشغول بوده است.

عنوان	« فهرست مندرجات »	صفحه
چکیده	۱
۱- مقدمه	۲
۱-۱- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق	۳
۱-۲- اهداف اصلی	۳
۱-۳- فرضیه‌های تحقیق	۴
۱-۴- تحقیقات داخل کشور	۱۹
۱-۵- تحقیقات خارج از کشور	۱۹
۲- مواد و روشها	۲۴
۲-۱- عملیات دریایی	۲۴
۲-۲- عملیات آزمایشگاهی	۲۵
۳- نتایج	۳۳
۳-۱- زیست سنجی	۳۳
۴- بحث	۴۶
۴-۱- پراکنش	۴۶
۴-۲- ارزیابی کیفی طول و وزن کفال پوزه باریک	۴۶
۴-۳- گروه سنی	۴۸
۴-۴- ضریب چاقی	۴۹
۴-۵- رابطه طول و وزن و طول بینهایت	۵۰
۴-۶- پیشینه پردازی	۵۲
پیشنهادها	۵۴
منابع	۵۵
چکیده انگلیسی	۶۰

چکیده

کفال ماهیان از ذخایر با ارزش دریای خزر محسوب می‌شوند که نقش مهمی را در زنجیره غذایی آن ایفا می‌کنند. نظارت منظم بر ساختار سنی در ذخایر ماهی زمینه‌ای برای ارزیابی ذخایر و تعیین میزان برداشت پایدار است که تنظیم الگوی مناسب برداشت نیز مستلزم تعیین برخی خصوصیات زیستی و متغیرهای بویایی جمعیت آن می‌باشد.

در این تحقیق نمونه‌های کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) توسط تورهای پره صیادی در سواحل استان مازندران بین امیرآباد تا نور از مهرماه ۱۳۹۱ تا فروردین ۱۳۹۲ جمع آوری شدند و در آزمایشگاه شاخص‌های طول و وزن ماهی (به ترتیب با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر و ۰/۰۱ گرم) به ثبت رسید. نتایج نشان داد که میانگین طول کفال پوزه باریک $24/3 \pm 3/3$ سانتی‌متر است و دامنه طولی در طیف ۱۶/۴ تا ۳۴/۲ سانتی‌متری قرار دارد. میانگین وزنی برای این ماهی $120/3 \pm 39/5$ گرم ثبت شد که ماده‌ها نسبت به نرها میانگین وزنی بالاتری را داشتند. میانگین سن کفال پوزه باریک در این پژوهش ۳/۵ سال بدست آمد که بیش از ۷۲ درصد آن‌ها را ماهیان سه و چهار ساله تشکیل داده بودند. همچنین معادله رگرسیونی طول و وزن ($y=0/029x^{2/597}$) برای ماهی کفال پوزه باریک گویای این مطلب بود که به دلیل اینکه مقدار *b* کمتر از ۳ محاسبه شد، رشد این گونه از نوع آلومتریکی منفی است. بررسی‌های جنسی نشان داد که در کفال پوزه باریک برتری با جنس ماده است و از نظر زمان تخم‌ریزی، بیشترین ماهیان آماده برای تخم‌ریزی یا در حال تخم‌ریزی طی بهمن ماه دیده شدند. محاسبه میانگین ضریب چاقی برای گونه کفال پوزه باریک در استان مازندران برابر ۰/۶۱ بود که بیشترین مقدار آن در اسفند ماه و در ایستگاه فریدونکنار مشاهده گردید. نتایج ضریب رشد لحظه‌ای کفال پوزه باریک گویای این مطلب بود که گروه سنی ۲⁺ به ۳⁺ ساله بیشترین میزان رشد لحظه‌ای را در گروه‌های سنی به خود اختصاص داده اند. مطابق رابطه فریزر _ لی، بیشترین افزایش رشد طولی در کفال پوزه باریک برای هر دو جنس نر و ماده در سال دوم به سال سوم حیات دیده شد. طول‌های برآورد شده از روش Back calculation برای L_2, L_3, L_4, L_5 و L_6 به ترتیب برابر مقادیر ۱۸/۹۱، ۲۲/۲۱، ۲۴/۶۲، ۲۶/۵۹ و ۲۸/۸ محاسبه شد. مقدار ضریب رشد برای گونه‌ی *Liza saliens* با استفاده از طرح فورد- والفورد برابر ۰/۲۸۴ بدست آمد و از طرفی مقدار ۳۳/۹۲ برای طول بینهایت این گونه ثبت شد. بر اساس آزمون فی پریم مونرو نیز مقدار ۲/۵۰۸ محاسبه شد. همچنین معادله $Y=17/64X+14/29$ نمایانگر ارتباط طول و شعاع فلس در ماهی کفال پوزه باریک است.

کلمات کلیدی: کفال پوزه باریک، ماهیان دریای خزر، محاسبه برگشتی، فلس ماهی

۱- مقدمه

این پرسش که هر ساله چه میزان آبرزی می‌توان از یک ذخیره معین برداشت نمود، بدون اینکه به قدرت باروری آن صدمه‌ای وارد آید، ویا تغییرات نامطلوبی در ذخیره ایجاد نماید، اذهان افراد بسیاری را در قرن اخیر به خود مشغول نموده است. میزان نوسان (در صورت نوسان) یک ذخیره‌ی آبرزی بایستی از طریق روش‌های مختلف ارزیابی ذخایر تعیین گردد. در همه‌ی منابع شیلاتی و زیستی بحث‌های مدیریت ذخایر^۱، بهره برداری پایدار^۲، حفاظت از ذخایر^۳ و توسعه‌ی پایدار^۴ به چشم می‌خورد. در بحث تعیین سن آبرزیان نیز نظر به جایگاه و اهمیت آن، کاربرد آن را در مدیریت منابع آبرزی نمی‌توان بی‌تاثیر دانست. اطلاعات سن و رشد، داده‌های مدیریتی با ارزشی هستند که به وسیله‌ی زیست‌شناسان علوم شیلات مورد استفاده قرار می‌گیرد تا بر جمعیت ماهیان نظارت داشته باشند. نظارت منظم بر ساختار سنی در ذخایر ماهی، برآورد توانایی رده‌های سالیانه و مرگ و میر آن‌ها، زمینه‌ای برای ارزیابی ذخایر و بنابراین برای تعیین میزان برداشت پایدار است.

کارشناسان شیلاتی در حال حاضر به تکنولوژی‌هایی نیاز دارند تا پتانسیل افزایش ذخایر را مورد ارزیابی قرار دهند. بهره برداری از سواحل با رشد شدیدی در سراسر جهان مواجه است (FAO، 1994). همچنین با توجه به اقتصادی بودن این ماهی و شرایط کنونی دریای خزر، در این تحقیق سعی بر آن شده است که با بررسی روند رشد و سن این ماهی گامی مهم در جهت حفظ این گونه‌ی با ارزش تجاری و اقتصادی انجام گیرد و راهی برای نجات این ماهی از انقراض شود. همچنین با احتمال آلوده بودن گونه‌ی کفال پوزه باریک که مرگ و میرهایی از این گروه از ماهیان را به دنبال داشته است، احتمالاً رشد این گونه تحت تاثیر قرار گرفته است، که در نتیجه مطالعه این دسته از ماهیان را بار دیگر قابل توجه کرده است. از دو گونه کفال موجود در دریای خزر (کفال طلائی و کفال پوزه باریک) فقط ساختار زیستی و پویایی جمعیت کفال طلائی به‌طور کامل بررسی شده است. زمانی تصور می‌شد که اقیانوس‌های جهان منابع نامحدودی برای تامین غذا هستند. اما رشد جمعیت بشری و محدودیت منابع دریایی جهت تامین غذای انسان‌ها، آنان را به سوی پرورش آبرزیان سوق داد. در این راستا ماهیان متفاوتی جهت پرورش در منابع آبی داخلی و دریایی پیشنهاد شدند. در این میان پرورش ماهیان دریایی از اهمیت بسزایی برخوردار است.

کفال ماهیان یکی از مهم‌ترین ماهیان دریایی پرورشی که امروزه شدیداً مورد توجه کشورهای مختلف پرورش دهنده‌ی آبرزیان دریایی قرار گرفته است. هر ساله بیش از ۱۵ هزار تن از انواع ماهیان استخوانی توسط نزدیک به ۱۲ هزار نفر صیاد شرکت‌های تعاونی پره، در سواحل ایرانی دریای خزر صید می‌گردد. گونه‌ی غالب صید را

¹Stock Management

²Sustainable Yield

³Conservation

⁴Stock Assessment

ماهی سفید تشکیل می‌دهد و صید کفال ماهیان در رتبه دوم قرار دارد. مراحل مختلف تولید مثل و تکثیر کفال ماهیان در شرایط دریا انجام می‌شود و مهم‌ترین که با تغذیه از دتریت‌ها، مواد آلی حاصل از تجزیه‌ی دتریت‌ها در بستر دریا را پالایش می‌کنند و در حفظ تعادل اکوسیستم آبی، نقش مهمی را ایفا می‌نمایند. سه گونه کفال شامل کفال طلائی *Liza auratus* کفال پوزه باریک *Liza saliens* و کفال مخطط *Mugil cephalus* برای اولین بار بین سال‌های ۱۹۳۰ و ۱۹۳۴ از دریای سیاه به دریای خزر پیوند زده شدند (Dmitriev, 1964; Berg, 1965) و اکنون دو گونه اول در دریای خزر سازگاری یافته‌اند و در سراسر دریا به‌خصوص سواحل ایران گسترش دارند (Beliaeva et al., 1989). امروزه ترکیب گونه‌ای کفال ماهیان دچار تغییر شده است و عمدتاً شامل گونه‌ی کفال طلائی می‌باشد که میزان صید آن در سال‌های اخیر افزایش یافته است. بطوری که در سال ۱۳۸۱ حدود ۶ هزار تن از این ماهی صید گردید (دریانبرد، ۱۳۸۷). همچنین متأسفانه در طول سال‌های اخیر علائم غیر متعارفی در کفال ماهیان حوضه یجنوبی دریای خزر مشاهده گردیده است. تجمع گاز زیاد، اتساع کیسه‌ی شنای این ماهیان را به دنبال داشته است و باعث تورم معوطه بطنی، بی‌حالی و کم‌حرکی کفال ماهیان شده است و باعث می‌شود که ماهی به پهلو و یا به روی سطح شکمی در آب شنا کند و به آسانی صید شود (دریانبرد و همکاران، ۱۳۸۸).

۱-۱- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

موسسه تحقیقات شیلات ایران هر ساله بررسی صید را با مطالعه ساختار سنی و تعیین پارامترهای زیستی کفال ماهیان در دستور کار خود دارد. در بین دو گونه کفال ماهیان معمولاً "نمونه برداری از کفال طلائی الویت دارد و کفال پوزه باریک به علت کم بودن در حاشیه قرار می‌گیرد. از سوی دیگر طی سال‌های اخیر بدلیل وجود ناهنجاری‌هایی که در رشد گونه و جمعیت این گونه در دریای خزر رخ داده است، تلفات سنگینی به جای مانده است که ضرورت مطالعه در خصوص رشد این گونه و مقایسه آن با مطالعات گذشته اهمیت زیادی پیدا کرده است. از دو گونه کفال موجود در دریای خزر (کفال طلائی و کفال پوزه باریک) فقط ساختار زیستی و پویایی جمعیت کفال طلائی بطور کامل بررسی می‌شود. بعلاوه اهمیت کم اقتصادی کفال پوزه باریک در صید تجاری ایران در سال‌های اخیر، مطالعات جامع در خصوص این گونه صورت نگرفته است.

۱-۲- اهداف اصلی

- ❖ بررسی حلقه‌های رشد بر روی فلس در ماهی کفال پوزه باریک
- ❖ بررسی میزان رشد در سنین مختلف ماهی کفال پوزه باریک
- ❖ برآورد اندازه ماهیان کفال پوزه باریک از طریق روش پیشینه پردازی (Back Calculation)

۳-۱- فرضیه‌های تحقیق

وسعت نواحی بین حلقه‌های یکسال روی فلس‌های کفال پوزه باریک و تعداد حلقه‌های رشد (Ring) شکل گرفته بر روی فلس‌ها در طی سال‌های مختلف یکسان است.

ویژگی کلی دریای خزر

دریای خزر بزرگترین بدنه‌ی آبی بسته روی زمین است که مساحت آن ۳۷۸۰۰۰ کیلومتر مربع و با حجم ۷۸۱۰۰ کیلومتر مکعب، به طول ۱۰۳۰ کیلومتر، به عرض ۴۳۵ کیلومتر، حداکثر عمق ۱۰۲۵ متر و عمق متوسط آن حدود ۱۸۰ متر است (قاسم اف، ۱۹۸۷). این حجم آب تقریباً ۴۰٪ از آب دریاچه‌های جهان را به خود تخصیص داده است (Kapline et al., 1995). این دریای بسته که در شمال کوه آلپ-همالیا قرار گرفته، باقیمانده‌ای از دریای پاراتتیس^۱ است که بر پایه‌ی پژوهش‌های استراخوف و همکاران (۱۹۵۴)، حدود ۱۱۰۰۰ سال پیش، پس از جدایش از دریاچه‌های سیاه و مدیترانه، مستقل شده است. دریاچه‌ی خزر به علت وسعت و پهنای زیاد آن "دریا" خوانده می‌شود. ۵ کشور آذربایجان، ایران، ترکمنستان، قزاقستان و روسیه سواحل دریای خزر را به خود اختصاص داده هستند (Aladin et al., 2004). ایران ساحلی در حدود ۱۰۰۰ کیلومتر دارد. دریای خزر در امتداد محور شمالی-جنوبی به سه حوضه تقسیم می‌شود (Kaplinet al., 1995). بخش شمالی با میانگین عمق آب ۱۰ متر؛ یک بخش مرکزی که عمق آب به ۷۸۸ متر افزایش می‌یابد؛ و یک بخش جنوبی که عمق آب در این بخش به بالای ۱۰۲۵ متر می‌رسد (Froehlich et al., 1999). خزر میانی به وسیله دماغه آبشرون از خزر جنوبی جدا می‌شود (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷).

خصوصیات فیزیکی و شیمیایی دریای خزر

سطح دریای خزر به‌طور قابل توجهی در طول زمان‌های زمین‌شناسی و تاریخی در اثر ترکیب ضعیف آب و هوایی، تکتونیک^۲ و عوامل انسانی در نوسان است (Mamaev et al., 2002). در حال حاضر سطح آب دریای خزر ۲۶ متر پایین‌تر از اقیانوس است (Arpe et al., 2007). دریای خزر در محور شمالی-جنوبی قرار گرفته است، بنابراین درجه حرارت بخش شمالی با جنوبی تفاوت نسبتاً چشمگیری دارد (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷). درجه حرارت هوا، تنوع فصلی قابل توجهی را در منطقه خزر نشان می‌دهد. طبق تحقیقات Kosarev و Yablonskaya در سال (Kosarev et al., 1994) میانگین دمای هوا برای دریای خزر به‌طور معمول ۲۵ درجه سانتی‌گراد در تابستان و به صفر درجه سانتی‌گراد در فصل زمستان افت می‌کند. نواحی شمالی در زمستان درجه حرارت آب به صفر

^۱Paratethys

^۲Tectonic

درجه سانتی‌گراد می‌رسد ولی در نواحی جنوبی معمولاً درجه حرارت حدود ۹ درجه سانتی‌گراد است (قاسم اف، ۱۹۸۷). شیب بستر دریا در بخش شمالی بسیار اندک و در زمستان بخش شمالی از یخ پوشیده می‌شود، در حالی که بخش جنوبی دمایی بین ۱۰ تا ۱۱ درجه سانتی‌گراد دارد (Stolberg et al., 2008). به هر حال، در طول تابستان، اختلاف دمای آب بین دو بخش شمالی و جنوبی تنها ۱ الی ۲ درجه سانتی‌گراد خواهد بود. از آنجا که حوضه‌های شمالی، تحت تأثیر جریان رودخانه‌های شیرین ولگا و اورال قرار دارند، شوری آب در این مکان بسیار کم است، در حالی که در حوضه‌های میانی و شمالی آب به‌طور مداوم لب‌شور بوده و شوری آن بین ۱۰ تا ۱۳ قسمت در هزار متغیر است (Kosarev et al., 1994). در فصل بهار با گرم شدن هوا و افزایش درجه حرارت سطح آب، معمولاً یک لایه ترموکلاین در عمق ۲۰ الی ۳۰ سانتی‌متری ناحیه میانی و در عمق ۳۰ الی ۴۰ متری ناحیه جنوبی خزر تشکیل می‌شود. با شروع پاییز و سرد شدن آب به تدریج لایه ترموکلاین ضعیف‌تر شده و در آذر ماه از بین می‌رود (قاسم اف، ۱۹۸۷). مقدار ثبت شده در ایستگاه هواشناسی Neftchala طی مدت بیش از ۱۰ سال از ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۷ نشان داد که متوسط بارش سالیانه در امتداد سواحل جنوبی غربی دریای خزر ۲۲۹ میلی‌متر است. متوسط شوری دریای خزر ۱۲/۸۵ گرم بر لیتر است (Aladin., 2004). شوری آب در بخش‌های مختلف این دریاچه کاملاً متفاوت است (Tuzhilkin., 2005). در نواحی شمالی، شوری بسیار اندک و در حدود ۰/۵ در هزار است ولی در نواحی میانی به ۹ در هزار و در نواحی جنوبی به ۱۳ در هزار می‌رسد (Kasimov, 2001). طبقه بندی عمودی دریای خزر از نظر شوری ضعیف می‌باشد و در نتیجه اختلاط آب در این دریاچه را به‌دنبال خواهد داشت که باعث می‌شود آب‌های نواحی عمیق غنی از اکسیژن شوند. با این حال، در گذشته، زمانی که سطح آب از حالت کنونی بسیار بالاتر بوده است، طبقه‌بندی شوری بسیار قوی‌تر عمل می‌کرد و اکسیژن در اعماق وجود نداشت (Tuzhilkin, 1998; Dumont, 2005). به همین دلیل است که اکنون در اعماق بیش از صد متر زندگی بسیار فقیری حکم فرما است. دمای لایه‌های عمیق ستون آب، در عمق کمتر از ۱۰۰ متر بین ۵/۷ سانتی‌گراد تا ۶/۳ سانتی‌گراد با اندکی تغییرات فصلی می‌باشد (Kosarev, 1974).

موجودات زنده دریای خزر

دریای خزر بزرگترین دریاچه در دنیا است. و بر همین مبنا می‌توان فرض کرد که بیشترین تنوع زیستی را دارد. از ویژگی‌های مهم دریای خزر به تنوع شدید بیوتوپ^۱ها، شرایط بیوتیک^۲ و ابیوتیک^۳ می‌توان اشاره داشت (Zenkevich, 1963). ماهیان و سخت پوستان^۴ بیشترین تنوع را در دریای خزر به خود اختصاص داده‌اند. این دو

^۱Biotope

^۲Biotic

^۳Abiotic

^۴Crustacean

گروه از موجودات ۶۳٪ از کل تعداد گونه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند. ماهیان و سخت پوستان به دلیل توانایی تنظیم اسمزی بالا، قادر هستند در محدوده‌ی گسترده‌ای از شوری، از آب شیرین تا لب شور، و حتی در شوری بسیار بالای آب اقیانوسی زندگی کنند (Zenkevich, 1963). دریای خزر توسط تنوع کوچکی از گونه‌های ماهی با نمونه‌های اقیانوسی قابل مقایسه هستند. در دریای خزر حدود صد گونه و زیر گونه‌ی مختلف از ماهیان شناسایی شده است (قاسم اف، ۱۹۸۷). اولین گزارش درباره‌ی فون و فلور دریای خزر در سال ۱۹۶۳ توسط Zenkevich منتشر شد. که بیان داشت ۷۱۸ گونه در دریای خزر وجود دارد که عبارتند از: ۶۲ گونه پروتوزوآ، ۳۹۷ بی‌مهره، ۷۹ مهره‌دار و ۱۷۰ گونه‌ی انگلی. بخش قابل توجه فون خزر از ماهیان نوع آب شیرین تشکیل می‌شود که شامل انواع تاس ماهیان، کپور ماهیان و سوف ماهیان هستند (کازانچف، ۱۹۸۱).

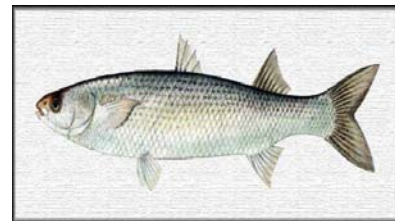
از فیتوپلانکتون‌های دریای خزر حدود ۴۴۹ گونه شناسایی شده است که از نظر تعداد گونه، دیاتومه‌ها با ۱۶۳ گونه بر سایرین غلبه دارند و جایگاه بعدی را جلبک‌های سبز با ۱۳۹ گونه تشکیل می‌دهند (قاسم اف، ۱۹۹۴). از زئوپلانکتون‌های دریای خزر ۳۱۵ گونه شناسایی شده است که بخش اعظم آن را روتاتورها و کلادوسرها تشکیل می‌دهند (قاسم اف، ۱۹۹۴). جنس‌های *Limnocalanus* و *Eurytemora* از انواع غالب زئوپلانکتون‌های دریای خزر گزارش شده‌اند (Kouzmicova, 1985).

بیولوژی کفال ماهیان

رده‌بندی کفال ماهیان

کفال ماهیان از شاخه‌ی طناب‌داران^۳ Vertebrates (Cuvier, ۱۸۱۲)، رده ماهیان استخوانی^۴ (Huxley, ۱۸۸۰) است.

Phylum: Chordata
 Class: Osteichthyes
 Order: Perciformes
 Family: Mugilidae
 Genus: *Mugil* (C. Linnaeus, 1758)
 Specific name: *saliens*
 Scientific name: *Lisa saliens*



ماهی کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) به خانواده‌ی کفال ماهیان Mugilidae تعلق دارد. بدن و سر از فلس‌های سیکلوئیدی پوشیده شده است و فاقد خط جانبی است (فضلی، ۱۳۷۸). کفال ماهیان گسترش جهانی دارند و

^۱Rotatoria

^۲Cladocera

^۳Chordata

^۴Osteichthyes

ساکن دریاهای گرمسیری و معتدل هستند؛ تعداد اندکی از آن‌ها در آب شیرین زندگی می‌کنند (Nelson, 2006). خانواده‌ی Mugilidae گروه تاکسونومیک پیچیده‌ای متشکل از ۲۸۱ گونه‌ی ماهی است که در میان آن‌ها تنها ۶۴ تا ۸۰ گونه به عنوان گونه‌ی معتبر پذیرفته شده اند (Thomson, 1997). این خانواده دارای ۱۷ جنس و ۷۲ گونه در جهان است (Harrison and Senou, 1999; Nelson, 2006). ۸ گونه از خانواده Mugilidae ساکن دریای مدیترانه هستند که در اصل به عنوان بخشی از یک جنس واحد به نام *Mugil*، تحت نام‌های مختلف می‌باشند (Turan et al., 2011). جدیداً، روابط سیستماتیکی این گونه‌ها اصلاح شده و به ۴ جنس تقسیم بندی شده- اند: *Mugil*، *Liza*، *Chelon* و *Oedalechilus* (Turan et al., 2011). پس از تجدید نظر، نام گونه‌ها به *Mugil cephalus*، *Liza ramada*، *Liza saliens*، *Liza abu*، *Liza aurata*، *Oedale chiluslabeo*، *Chelon labrosus* در دریای مدیترانه تغییر یافت (Nelson, 2006) و یک گونه نیز به نام *Mugil capurii* در سواحل اقیانوس اطلس مراکش و جنوب سنگال یافت شد (Nelson, 2006). گونه‌ی *Mugil soiu* نیز اخیراً در دریای سیاه دیده شده است (Unsal, 1992). جنس‌های *Mugil* و *Liza* دارای بیشترین گونه در خانواده‌ی Mugilidae می‌باشند (Nirchio et al., 2003). گونه‌ی *L. saliens* در شرق اقیانوس اطلس، دریای سیاه، دریای آزوف و سواحل اقیانوس اطلس از مراکش تا فرانسه و دریای خزر دیده می‌شود (Baltz, 1991).

حدود سه میلیون کفال نابالغ (*Mugil cephalus*، *Lisa aurata* و *L. saliens*) با موفقیت از دریای سیاه به دریای خزر در سال ۱۹۳۰ و ۱۹۳۴ معرفی شدند (Zablotski, 1966). اما تنها دو گونه اخیر با موفقیت سازگار شدند، تطبیق یافتند و در دریای خزر انتشار پیدا کردند. در سال نخست سازگاری تعداد کفال‌ها با نرخ رشد خوبی به سرعت افزایش یافت. به نظر می‌رسد در اواسط دهه‌ی ۱۹۵۰ سهم صید جماهیر شوروی و ایران از این خانواده به ۳۰۰۰ تن رسید. در این زمان تعداد این ماهی در زیستگاه خود به حداکثر مقدار رسیده بود، و پس از آن نرخ رشد شروع به کاهش کرد و چرخه‌ی زندگی کوتاه‌تر شد. در نیمه دوم سال ۱۹۶۰ جمعیت کفال ماهیان به تعادل پویایی از پتانسیل پایه‌ی تغذیه‌ای رسید، و این گونه به‌طور کامل در دریای خزر اهلی شد. طبق نظریه پروپانف (۱۹۵۹) در امر بومی شدن ماهی کفال در دریای خزر دو عامل زیر خیلی موثر بوده است:

۱- آب‌های دریای خزر گرم‌تر از آب‌های دریای سیاه بوده و میانگین درجه ماهیانه آب سه درجه گرم‌تر از مناطق مشابه دریای سیاه بوده و در ضمن در دریای سیاه حداکثر درجه حرارت در ماه مرداد و دریای مازندران در ماه تیر مشاهده می‌گردد.

۲- منطقه کم عمق که ماهی کفال در آن زندگی می‌کند در دریای خزر به مراتب وسیع‌تر از دریای سیاه می‌باشد. این شرایط مناسب موجب گردید که ماهیان کفال تقریباً در تمام دریای خزر یافت شود.

تا به امروز تعداد محدودی از مطالعات ریخت‌شناسی بین جنس‌ها و گونه‌های خانواده Mugilidae در دریای مدیترانه انجام گرفته است (Turan et al., 2000).

کفال خاکستری^۱ نقش مهمی را در شیلات و آبرزی پروری نواحی گرمسیری و نیمه گرمسیری جهان بازی می‌کند (Nash and Shehadeh, 1980).

تغذیه خانواده کفال ماهیان

خانوادهی Mugilidae از پرفیتون^۲، دتریتوس^۳ و بی‌مهرگان کوچک تغذیه می‌کند. مقدار زیادی خاک نیز در روده‌ی آنها ممکن است دیده شود (Fazli et al., 2008). کفال ماهیان با مکیدن گل ولای و خراشیدن سطوح گیاهان تغذیه می‌کنند (Mclachlan and Rome, 1986) برای مثال رژیم غذایی *Mugil curema* اساساً شامل دیاتومه‌ها است، اما رژیم غذایی در *Mugil cephalus* با افزایش رشد بدن به صورت تدریجی از زئوپلانکتونی به دیاتومه‌های بنتیکی تغییر می‌یابد (Albertini-Berhaut, 1974). آن‌ها در مدیترانه و خاورمیانه به صورت سنتی به دلیل سازگاری بالا با سطوح تغذیه‌ای مختلف به طور گسترده‌ای در آبرزی پروری به کار می‌روند (Oren, 1981). رژیم غذایی کفال ماهیان بزرگتر شامل جلبک، دیاتومه‌ها، دتریتها و ذرات رسوب‌های معدنی می‌باشد (Marais, 1980; Odum, 1970). در زمان بلوغ جنسی و مهاجرت به‌وفور تغذیه کرده ولی در موقع تولید مثل گرسنه می‌باشند. کفال ماهیان در حد فاصل ماهیانی است که تولید مثل اثری در آبشش‌های آن‌ها ندارد. بطور کلی در تغذیه کفال ماهیان سه مرحله مشخص دیده می‌شود:

الف) مدت کوتاه تغذیه بچه ماهیان از پلانکتون که همزمان با گسترش ماهیان در آب‌های باز و قبل از رسیدن به مناطق ساحلی می‌باشد.

ب) تغذیه مختلف پلانکتونی توأم با مصرف جانوران کفزی که مختص ماهیان نزدیک به یک سال و یک ساله است.

ج) تغذیه با مواد بستر دریا یعنی هنگامی که بچه ماهیان رشد کرده‌اند.

کفال ماهیان دارای یک سنگدان بسیار عضلانی و یک روده‌ی طویل می‌باشند و جانوران و گیاهان را درست مانند پرندگان در این اندام خرد می‌کنند (هوشمند دیارجان، ۱۳۶۶). در خانواده کفال ماهیان تغذیه به‌صورت گیاه خواری، همه چیز خواری، پلانکتون خواری بوده و نیز سخت پوستان کوچک را شکار می‌کنند (Brusle, 1981). اصطلاحات وسیعی که از سوی مولفین مختلف برای نام‌گذاری رفتارهای تغذیه‌ای کفال ماهیان استفاده می‌شود، به‌دلیل انعطاف تغذیه‌ای در این گونه‌ها می‌باشد که برای مثال به تغذیه جلبکی (Hiatt, 1947)، تغذیه میکرو و میوبنتوزی^۴ (Hickling, 1970)، رسوب خواری (Facade, 1973)، همه چیز خواری^۵ (Blaber, 1977) و

^۱Grey mullet

^۲Periphyton

^۳Detritus

^۴Meiobenthos

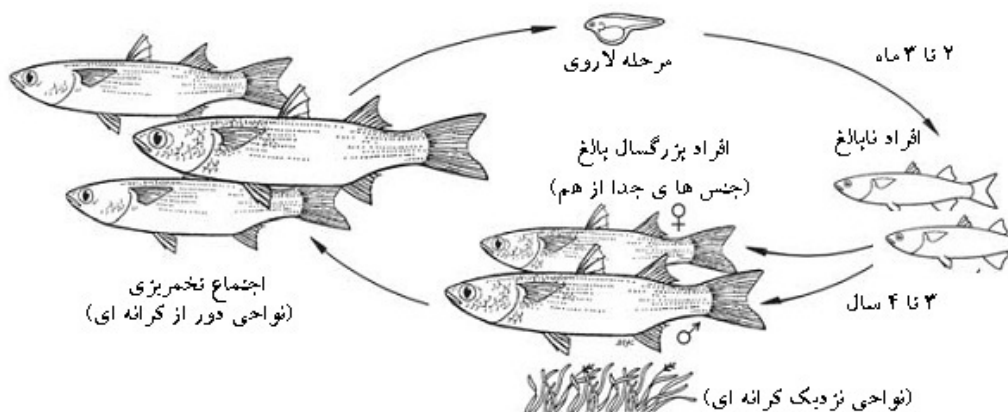
^۵Omnivorous

لیمونوبنتوفاگوس (Laffaille et al., 2002) میتوان اشاره کرد. در مقایسه با دیگر ماهیان استخوانی، کفال ماهیان در مصب‌های نواحی معتدل به‌طور مستقیم منابع غذایی را به‌وسیله تولید کننده اولیه به‌دست می‌آورند و بنابراین انرژی و مواد آلی مورد نیاز را به‌طور کامل از مصب‌ها تامین می‌کنند. دانشمندان زیادی رژیم غذایی این خانواده را مورد مطالعه قرار داده‌اند، اما بعضی دیگر نیز جنبه‌های اکولوژی تغذیه‌ای این گونه را توصیف کرده‌اند (Laffaille et al., 1998). در واقع مطالعه اکولوژی تغذیه یکی از فاکتورهایی است که موفقیت گونه‌ها را در محیط نشان می‌دهد.

تنوع غذایی و در دسترس بودن آن بیشترین اهمیت را برای ریکرویتمنت^۱ گونه‌های ماهی دارد. به‌طور کلی گونه‌ی *L. saliens* با طول کل کمتر از ۳۵ میلی‌متر اساساً از شکار حیوانات تغذیه می‌کند (Gisbert, 1995). و بالغین نیز از دتریت‌ها تغذیه می‌کنند (Darke et al., 1984).

تولید مثل خانواده کفال ماهیان

کفال ماهیان جدا جنس هستند و در ۳ تا ۴ سالگی در طول ۳۰ سانتی‌متر به بلوغ جنسی می‌رسند. آن‌ها معمولاً تا طول ۶۰ سانتی‌متر و وزن ۴ کیلوگرم می‌رسند، اما ممکن است به ۱۰۰ سانتی‌متر طول و تا ۱۶ سالگی نیز برسند (دریانبرد و همکاران، ۱۳۸۸). هر ساله، کفال ماهیان فواصل طولانی را به سواحل دور از کرانه‌ای می‌پیمایند تا در آنجا تعداد زیادی تخم بگذارند. در طول تخم‌ریزی هر فرد ماده تعداد زیادی تخم آزاد می‌کند، که توسط اسپرم‌های جنس نر بارور می‌شوند. تخم‌های بارور پس از هتچ شدن به سمت دریا رانده می‌شوند (شکل ۱-۲).



شکل ۱-۲: چرخه زندگی کفال ماهیان

¹ Recruitment

کمتر از یک در هزار عدد از لاروها زنده می‌مانند و ۲ تا ۳ ماه بعد وارد مناطق نزدیک کرانه‌ای کم عمق می‌شوند و کمتر از یک فرد در هر هزار نفر از افراد نوجوان بعد از ۳ تا ۴ سال زنده می‌مانند و به افراد بالغ مبدل می‌شوند.

کفال ماهیان معمولاً از سه سالگی به بعد بالغ می‌شوند که در این زمان طول ماهی به ۳۰ تا ۴۰ سانتی‌متر می‌رسد. تخم‌گذاری به دفعات متعدد، در فصل بهار و در دریا صورت می‌گیرد. تخم‌ها پلاژیک بوده و تعداد آن‌ها صد تا هفتصد هزار می‌باشد. از حدود ۱۵ شهریور ماه تخم‌گذاری آن‌ها شروع شده و تقریباً تا ۱۰ اردیبهشت ماه ادامه می‌یابد. تخم‌گذاری معمولاً دور از ساحل و در سطح آب انجام می‌شود و بیشتر تخم‌گذاری در ماه‌های مهر و آبان صورت می‌گیرد. مقدار تخم در حدود ۷ تا ۲ میلیون نیز می‌رسد و دوره‌ی انکوباسیون آن‌ها ۵ تا ۲ روز می‌باشد (هوشمند دیارجان، ۱۳۶۶).

ریخت شناسی خانواده کفال ماهیان

بدن این گونه از موجودات طویل است و معمولاً سر آن‌ها وسیع و پهن می‌باشد (اما در گونه‌های جنس آکونوستوموس^۱ سرگرد است). پوزه کند و بدن استوانه‌ای کمی از دو پهلو فشرده شده است. چشم‌ها غالباً تا حدی توسط بافت چربی (پلک چربی) پوشیده شده است (ستاری ۱۳۸۵) و مقداری به سمت جلو مسطح شده است، معمولاً توسط مقدار زیادی فلس‌های سیکلوئیدی^۲ پوشیده شده‌اند (بعضی از گونه‌های مناطق گرمسیری دارای فلس‌های کتنوئیدی^۳ هستند) که به طرف سر امتداد یافته است (هوشمند دیارجان، ۱۳۶۶). خط جانبی وجود ندارد. اندازه‌ی فلس‌ها بزرگ یا متوسط است. فلس‌های تغییر شکل یافته نیز ممکن است در زیر اولین باله‌ی پشتی و در بالای باله‌های سینه‌ای و لگنی وجود داشته باشند (ستاری ۱۳۸۵).

متوسط طول ماهیان به ماکزیمم ۱۲۰ سانتی‌متر طول استاندارد می‌رسد، اما معمولاً طول آن‌ها در حدود ۳۰ سانتی‌متر است. بدن سیلندری شکل و دراز شده است. سر اغلب گسترده و در ناحیه‌ی پشتی پهن است. چشم‌ها تا حدودی با بافت چربی (یک لایه چربی شفاف که در لبه‌ی جلویی و پشتی حفره‌ی چشم بسط یافته است) پوشیده شده است که ممکن است تمام چشم و یا تن‌ها بخش کوچکی از چشم را پوشش دهد. پوزه کوتاه، دهان در اندازه‌ی کوچک و یا متوسط و تحتانی است. دندان‌ها کوچک، پنهان و یا وجود ندارند. دو باله‌ی پشتی که به‌خوبی از یکدیگر جدا شده‌اند؛ اولی با چهار خار برآمده و بلند، و دومی با ۸ تا ۱۰ خار نرم؛ باله‌ی مخرجی کوتاه و با ۲ یا ۳ خار و ۷ تا ۱۱ خار نرم در افراد بزرگسال دیده می‌شود. باله دم‌ی شاخه‌دار یا چنگالی است. باله‌ی سینه‌ای بالای بدن قرار دارد و با اشعه‌های کوتاه و خار مانند نشان داده می‌شوند (Harrison, 1993).

¹Aqonostomus

²Cycloid

³Ctenoid

باله‌های سینه‌ای نسبتاً در قسمت بالای بدن قرار گرفته‌اند؛ قاعده‌ی باله‌ی لگنی حدوداً در وسط فاصله‌ی بین قاعده‌ی باله‌ی سینه‌ای و مبدا اولین باله‌ی پشتی قرار گرفته است (ستاری، ۱۳۸۵).

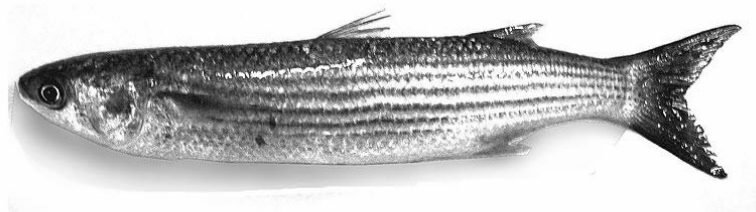
خصوصیات کفال پوزه باریک

کفال پوزه باریک از نظر مشخصات ظاهری ماهیانی هستند با پوزه کند و بدن استوانه‌ای که اندکی از دوپهلوی فشرده شده است. چشم‌ها غالباً تا حدی توسط بافت چربی پوشیده شده‌اند. دهان نسبتاً کوچک و انتهایی و کمی تحتانی است (شکل ۱-۳). دندان‌ها کوچک و ضعیف و پنهان هستند یا اینکه وجود ندارند. دو باله پشتی کوتاه دارند. خط جانبی وجود ندارد. اندازه فلس‌ها بزرگ یا متوسط است و از نوع دایره‌ای یا شانه‌ای ضعیف است. در هنگام زنده بودن پشت به رنگ آبی یا سبز زیتونی است. پهلوها و شکم به رنگ قره‌ای است. باله‌ها شفاف و تیره هستند. کفال ماهیان در آب‌های کرانه‌ای دریاها به سر می‌برند و در خلیج‌ها و آب‌های شیرین نیز به سر می‌برند. بیشتر گونه‌ها مشخصاً کرانه‌ای - خلیجی هستند و می‌توانند خود را با تغییرات شدید شوری سازگار کنند. معمولاً بطور دسته جمعی در آب‌های کم عمق یافت می‌شوند. از نظر تغذیه به میزان زیاد از مواد گیاهی تغذیه می‌کنند و آن‌را از بلعیدن دتریتوس‌های کف بستر به دست می‌آورند. کفال ماهیان از زمان‌های قدیم جزء ماهیان خوراکی مهم محسوب می‌شده‌اند و صید آن‌ها به صورت تجاری انجام می‌گرفته است. کفال ماهیان مهاجر هستند و برای زمستان گذرانی از قسمت‌های میانی و شمالی دریای خزر به قسمت جنوبی مهاجرت می‌کنند (اصلان پرویز، ۱۳۷۰). از نظر تخم‌ریزی کفال پوزه باریک ماه‌های تیر و مرداد را انتخاب می‌کند اما تخم‌ریزی کفال طلایی از اواخر مهر ماه شروع و تا اواخر آذر ماه ادامه دارد. تعیین سن نیز بر اساس فلس است. که بیشترین سن ثبت شده برای جنس ماده ۷ و برای نرها ۶ سال بود.

کفال پوزه باریک (*saliens Liza*) گونه‌ای پلاژیک است (Jardas, 1996) که در زیستگاه‌های مختلفی مثل آب‌های لب شور کم عمق و آب‌های دریایی تالاب‌ها، مصب‌ها و دلتاهای رودخانه دیده می‌شود. این گونه همچنین در مصب‌های دریای مدیترانه نیز گسترش دارد (Ben Tuvia, 1986). کفال پوزه باریک غالباً در امتداد شرقی دریای خزر از جمله تالاب گمیشان خلیج گرگان و سواحل دریایی دیده می‌شود (Kiabi et al., 1999). کفال پوزه باریک بیشترین فراوانی را در بین ماهیان تالاب‌های ساحلی، مصب‌ها و نواحی باز دریایی جنوب دریای خزر را به خود تخصیص داده است (Naderi and Abdoli, 2004). با وجود وفور بالای کفال پوزه باریک در ایران، بدلیل سائز بدنی کوچک در مقایسه با سایر گونه‌های با هدف تجاری بویژه کفال طلایی، دارای ارزش اقتصادی محدودی است. به همین دلیل با اختلاف فصلی معنی‌داری در تمام طول سال صید می‌شوند (Ghadirnejad et al., 1993).

مانند اکثر اعضای خانواده‌ی موجیلیده^۱، این گونه نیز در دریا تولید مثل می‌کند و پیش از تخم‌گذاری و مهاجرت غذایی مسیر خود را به سمت تالاب‌ها، رودخانه‌ها و حتی دریاچه‌ها ادامه می‌دهد (Koutrakiset et al., 1994). دوره‌ی تولید مثلی کفال پوزه باریک در ماه‌های گرم و پر تولید سال قرار دارد (اواخر بهار و اوایل تابستان) (Avanesov, 1972). ماهیان مصبی اساساً یوری هالین می‌باشند و قادر هستند در شرایط ناپایداری، مانند جریان شوری و منابع غذایی متغیر حضور یابند (Koutrakis et al., 2000). کفال پوزه باریک نیز مانند کفال طلایی، آب‌های با شوری بیشتر را ترجیح می‌دهد، از این رو به‌ندرت وارد سواحل دریاچه‌ها می‌شود. از سه گونه کفال مذکور، کفال پوزه باریک بیشترین مقاومت را در برابر کاهش درجه حرارت آب دریا دارد.

نوع غذا و در دسترس بودن آن برای بازگشت شیلاتی گونه‌های ماهی از اهمیت به‌سزایی برخوردار است. به‌طور کلی گونه‌های جوان گونه‌ی *L. saliens* با طول کل کوتاه‌تر از ۳۵ میلی‌متر با شکار حیوانی تغذیه می‌شوند (Gisbert et al., 1995). در حالی که لاروهای بزرگ‌تر و مسن‌تر و افراد بزرگسال اساساً از دتریت‌ها تغذیه می‌کنند (Darke et al., 1984). طبق بررسی کازانچف این ماهی در همان مناطقی از دریا تغذیه می‌کند که کفال طلایی وجود دارد، اما این دو نوع ماهی ترجیحاً در سواحل شرقی و جنوبی دریای خزر زندگی می‌کنند و از نظر خصوصیات زمان مهاجرت این دو گونه باهم تا حدودی شباهت دارند. اما این اختلاف که کفال پوزه باریک در زمان مهاجرت به ساحل نزدیک می‌شود وجود دارد.



شکل ۱-۳ کفال پوزه باریک (*liza saliens*)

فلس

ساختمان و ترکیب شیمیایی فلس

تفسیر ساختار فلس ماهی از زمانی که توسط Hoffbauer در سال ۱۸۸۹ مطرح شد، پیشرفت چشمگیری داشته است. در ابتدا Agassiz این دیدگاه را بیان کرد که فلس‌ها بوسیله‌ی صفحات افزاینده‌ی بزرگی برای یک مدت طولانی رشد می‌کنند، اما او بعد از مدتی با کمک مشاهدات مندل (۱۸۳۶) متوجه شد که توسعه‌ی فلس بر پایه‌ی تلفیقی از این دو ایده خواهد بود (Chreaser, 1839). بررسی ساختار فلس ماهی در شناسایی گروه‌های اصلی ماهی

¹Mugilidae

(Van Oosten, 1957; Norman, 1975) و سطوح گونه‌ها (Lanzing and Higginbotham, 1974) فیلوژنی (Kobayashi, 1952)، تفاوت جنسی (Johal and Thomas, 2000) تعیین سن (Johal and Tandon, 1992)، توضیح محیط زندگی گذشته‌ی ماهی و مهاجرت (Johal and Sawhney, 1997) و برای مطالعه‌ی رشد (Johal et al., 2001) مورد استفاده قرار می‌گیرد. الگوهای افزایشده‌ی فلس ماهیان به عنوان منابع اطلاعاتی به کار گرفته می‌شوند، که ممکن است برای رسیدگی به مسائل گسترده‌تر در حیطه‌ی علوم دریایی کمک کند (Lund and Hansen, 1991). فلس‌های ماهیان غضروفی و استخوانی به صورت مستقل از یکدیگر تکامل یافته‌اند (مویل و سچ، ۱۹۹۶). معمولاً بدن ماهیان استخوانی از فلس پوشیده شده است ولی برخی از خانواده‌ها مانند Gobiesocidae و گربه ماهیان آب شیرین فاقد آن هستند (پرافکننده حقیقی، ۱۳۸۷). اولین فلس‌ها در ناحیه‌ی ساقه‌ی دمی شکل می‌گیرند و الگوی قرار گرفتن فلس‌ها، از همین نقطه شروع به گسترش می‌کند (آرنولف، ۱۹۹۰). در واقع فلس‌ها ساختارهای پوستی هستند که معمولاً از طریق مشاهدات میکروسکوپی قابل مشاهده هستند. این ساختارها معمولاً از ساختارهای میکروسکوپی تا صفحات استخوانی بزرگ متغیر هستند (ستاری ۱۳۸۵). منشا فلس در ماهیان استخوانی زائده‌های پوستی هستند که با تکثیر سلول‌های فیروپلاستی ایجاد می‌شوند و از دو بخش تشکیل شده‌اند که عبارتند از: ۱- لایه سطحی به نام لایه استخوانی^۱ که لایه‌ای است سفت و سخت و مقدار زیادی نمک کلسیم غنی از فسفات کلسیم و کربنات کلسیم را به شکل کریستال دارد، ۲- لایه عمقی‌تر فیروزی^۲ که از رشته کلاژن تشکیل شده است (Brown, 1957). فلس‌ها از ورق‌های ظریفی تشکیل شده‌اند که روی هم قرار گرفته‌اند و هر یک از این ورق‌ها از فیبریل‌های کم و بیش موازی ساخته شده‌اند (Brown, 1957). در تشکیل فلس ابتدا قسمت مرکزی محل برجستگی و زائده‌های پوستی مذکور توسط ماده داخل سلولی اشغال می‌شود و با مهاجرت سلول‌های مهاجر، یک توده مرکزی تشکیل می‌شود. سلول‌هایی که در اطراف مانده‌اند، فولیکول بیرونی را تشکیل می‌دهند که بعدها دور جیب پوستی فلس قرار می‌گیرند و در نهایت حاشیه استخوانی فلس‌های تولید شده را تشکیل می‌دهند (Brown, 1957). همگام با رشد ماهی، فلس هم رشد کرده و بزرگ‌تر می‌شود. در رشد فلس، زیر صفحات قاعده‌ای اولیه فلس، صفحات کوچکی پهن شده است که در حقیقت از زیر لایه‌های فوقانی به وجود می‌آیند و به همین ترتیب صفحات بعدی هم شکل می‌گیرند (Chugunova, 1963). فلس‌ها یک جزء مهم از اسکلت پوستی به حساب می‌آیند و معمولاً به‌طور کامل با بافت اپی‌درم پوشیده می‌شوند. بررسی ترکیب شیمیایی فلس در برخی از ماهیان نشان می‌دهد که بخش عمده آن از پروتئین آلی تشکیل شده است و مواد معدنی سهم کمی را در ترکیب آن دارند (پرافکننده حقیقی، ۱۳۸۷). کلاژن و چربی از مواد اصلی تشکیل دهنده‌ی فلس محسوب می‌شوند (Brown, 1957). فلس‌ها ساختارهای استخوانی هستند که در فضاها پاکت

¹ Sclerite² Fibrillary

مانندی در پوست رشد می‌کنند. فلس‌ها با یک لایه بیرونی خیلی نازک پوستی که اپیدرم نامیده می‌شود پوشیده شده است (Schneider et al., 2000). در فلس ماهیان، گوانین به شکل کریستال وجود دارد که با شکست نور توسط آن‌ها، اغلب فلس‌ها بی‌رنگ دیده می‌شوند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱). فلس‌ها دارای برجستگی‌ها و تزئینات متفاوتی می‌باشند که معمولاً توسط موکوس پوشیده می‌شوند. اندازه فلس نمی‌تواند بیانگر ویژگی ماهیان باشد، زیرا اندازه‌ی آن‌ها نه تنها در بین افراد و گونه‌ها متفاوت است، بلکه در افراد منفرد هم می‌تواند مختلف باشد (Lagler, 1947). همزمان با رشد ماهی فلس‌ها نیز رشد می‌کنند، و سیرکولی‌ها (حلقه‌های رشد) در حاشیه‌ی فلس شکل می‌گیرند که می‌تواند به‌طور مسقیم توسط یک میکروسکوپ نوری یا میکروسکوپ اسکیننگ مورد بررسی و اندازه‌گیری قرار گیرند (Cheung et al. 2007). زمانی که فلس ته نشین می‌شود حلقه‌های رشد سرتاسر زندگی فلس بدون هیچ تغییری باقی می‌مانند (Sire and Akimenko, 2004). فلس در ماهیان فلس‌دار یک پوشش محافظ خارجی محسوب می‌شود و به موازات رشد ماهی، به اندازه فلس هم اضافه می‌شود. ولی رشد فلس اغلب تا قبل از بلوغ ماهی اتفاق می‌افتد. با بزرگ شدن فلس، حلقه‌های رشد هم شکل می‌گیرند که به سیرکولی^۱ معروف هستند. در فصول سرد سال که رشد کندتر است، این حلقه‌ها به همدیگر نزدیک‌تر و فشرده‌تر هستند. فلس‌ها دارای ساختمان دو بعدی هستند و بخش شکمی آن‌ها از یک سری صفحات شکل گرفته از مرکز فلس تشکیل یافته است (Holden and Vince, 1973).

انواع فلس

- فلس‌ها با توجه به خصوصیتی که دارند به چند گروه تقسیم می‌شوند که عبارتند از:
- فلس‌های صفحه‌ای (پلاکوئیدی)^۲ که در کوسه ماهیان وجود دارند (شکل ۱-۴).
 - فلس لوزی (گانوئیدی)^۳ که در تاس ماهیان دیده می‌شوند (شکل ۱-۵).
 - فلس دایره‌ای (سیکلوئیدی)^۴ که دارای لبه‌های صاف و گردی در بخش خلفی خود هستند و در ماهیان آب شیرین مثل ماهی کپور دیده می‌شوند که دارای شعاع نرم در باله‌ها هستند (شکل ۱-۶).
 - فلس‌های شانه‌ای (کتنوئیدی)^۵ دارای لبه‌های مژرس و دنداندار شیبه دندان‌های شانه هستند (شکل ۱-۷) و عموماً در ماهیانی دیده می‌شوند که دارای شعاع باله‌ای سخت هستند (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷).

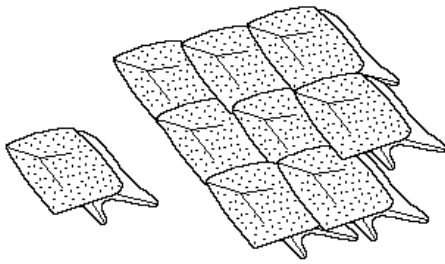
^۱Circuli

^۲Placoid

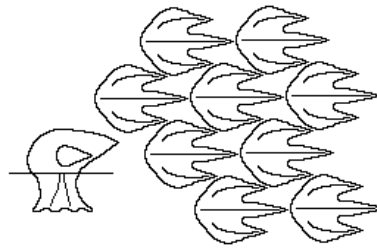
^۳Ganoid

^۴Cycloid

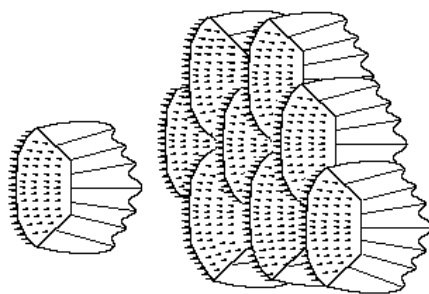
^۵Ctenoid



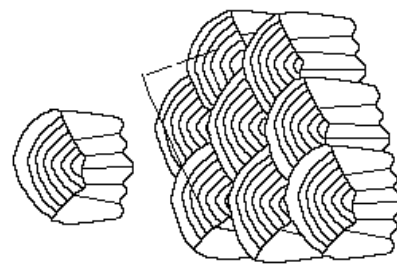
شکل ۱-۵: فلس گانوئیدی



شکل ۱-۴: فلس پلاکوئیدی



شکل ۱-۷: فلس کتنوئیدی



شکل ۱-۶: فلس سیکلوئیدی

فلس‌های دایره‌ای و شان‌های را معمولاً در قالب فلس‌های الاسموئیدی نام‌گذاری می‌کنند که تفکیک این دو نوع فلس، بر اساس وجود فرورفتگی یا برآمدگی بر روی سطح آن‌ها صورت می‌گیرد (ستاری، ۱۳۸۵). فلس‌های شان‌های دارای خارهای سخت کیتینی در بخش خلفی هستند در حالی که این حالت در فلس‌های دایره‌ای دیده نمی‌شود. گاهی این بخش کیتینی نرم است و به‌سختی قابل مشاهده است که در این حالت به عنوان "خارهای ریشه‌دار" نامیده می‌شوند (Brown, 1957).

روش‌های مطالعه فلس و کاربردهای آن

سه تکنیک برای به‌دست آوردن اطلاعات درباره‌ی سن و رشد ماهی وجود دارد: تجزیه و تحلیل اندازه‌های طول، مطالعات علامت‌گذاری و صید مجدد و تعیین سن مستقیم با استفاده از ساختمان‌های سخت بدن (Jones, 1986). تعیین سن یکی از مهم‌ترین تعاریف ساختار جمعیت و رفتار پویایی شناسی است (Gallardo et al., 2003; Campana and Thorrold, 2001). یکی از بهترین روش‌های مطالعه‌ی شناسایی رشد، بررسی تشکیل حلقه‌ها روی فلس است (Elaine et al., 2005). علامت‌های تشکیل شده روی این ساختارها مربوط به دوره‌ی رشد سریع و آهسته و تغییرات غذایی است (Pannella, 1974).

فلس سنجی اولین باری که به طور فنی مورد استفاده قرار گرفت در سال ۱۹۱۰ توسط Hoffbauer بود. تعیین سن ماهی اولین قدم اساسی را در فهم زیست شناسی و پویایی شناسی جمعیت ماهی دارد (Beamish and McFarlane, 1983)، بنابراین برای مدیریت شیلاتی ضروری است. تکنیک‌های مختلفی برای تعیین سن مورد استفاده قرار می‌گیرد (Treble et al., 2008; Horn et al., 2010)، اما منحصراً تعیین سن ماهی به صورت پی در پی و اغلب با روش شمارش حلقه‌های سالیانه انجام می‌گیرد (Matić-Skoko, 2011).

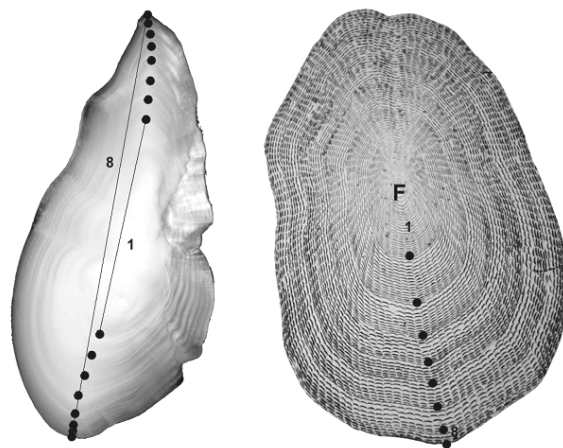
گرچه این روش با دقت بالایی برآورد سن را انجام می‌دهد اما هنوز اشکالاتی نیز دارد (Cardinal and Arrhenius, 2004). به طور خاص، مطالعه سن به روش‌های سنتی، دشوار، وقت گیر، گران و به مهارت زیادی نیاز دارد. بنابراین روش‌های جایگزین که به سادگی سن ماهی را با کمترین خطا تخمین می‌زنند لازم و مورد استقبال خواهد بود (Skoko, 2011).

برآورد سن و رشد معمولاً از طریق ساختارهای کلسیمی از قبیل فلس، شعاع باله یا اتولیت می‌باشد (Devries and Frie, 1996). فلس‌ها به طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرند، چون آن‌ها به آسانی جمع‌آوری و آماده سازی می‌شوند و از طرفی نیازی به کشتن ماهی نیز نمی‌باشد، اما حلقه‌های سالیانه^۱ ممکن است به سختی روی فلس ماهیان مسن و قدیمی تشخیص داده شود (Doeringsfeld and Guy 1999). ساختارهای استخوانی به صورت بالقوه اغلب با دقتی بیش از فلس‌ها مورد استفاده قرار گیرد، اما کشتن نمونه برای نمونه برداری از استخوان‌های داخلی بدن ممکن است به دلیل تحت حفاظت بودن نمونه یا ارزش بالای شیلاتی نمونه غیر ممکن باشد (Zymonas and McMahon, 2009). اشعه‌ی باله نیز به عنوان یک جایگزین غیر کشنده (یعنی نیازی به کشتن نمونه برای نمونه برداری نیست) در ساختار استخوانی داخلی کاربرد دارد (Mills and Chalanchuk 2004; Zymonas and McMahon 2006). فلس‌های ریخته شده ماهیان با فلس‌های تازه جایگزین می‌شوند ولی مرکز این فلس‌ها به رنگ روشن است و خطوط منظمی نداشته و برای تعیین سن مناسب نیستند (Nielsen and Johnson, 1986). معمولاً حلقه‌های منظم روی این فلس‌ها از سالی که ساخته می‌شوند، تشکیل می‌شوند (Chugunova, 1963). انتخاب روش مناسب برای تعیین رشد و سن در ماهی، اغلب به یک دقت متعادل و صحت روش نیازمند است (DeVries and Frie 1996). روشی که اغلب برای تعیین سن کفال ماهیان استفاده می‌شود بررسی فلس، تفسیر و شمارش باندهای رشد یا توقف رشد حلقه‌های سالیانه است که روی سطوح فلس قرار دارد (Hotos, 2003). برای ارزیابی ذخایر ماهی، محاسبه‌ی میزان رشد جزء مطالعات بسیار مهم می‌باشد، چرا که حتی کوچکترین اختلاف نیز می‌تواند اثر قابل توجهی را روی ارزیابی جمعیت داشته باشد. به هر حال برای کفال ماهیان برآورد سن در اغلب موارد بدون بررسی کافی و کامل روی ساختارهای سخت بدن خواهد بود؛ بنابراین صحت انتشار نتایج هنوز نامعلوم مانده است (Hotos, 2003).

¹Annuli

پیشینه پردازی^۱

اندازه در ماهیان با سن جوان تر را می توان به وسیله محاسبه برگشتی، با استفاده از اندازه گیری روی فلس ماهی انجام داد (Martinson et al, 1987). محاسبه برگشتی با دنبال کردن تأثیر سطح اکسیژن زمستان، فشار صیادی و رژیم غذایی بر روی نرخ رشد کاربرد دارد (Martinson et al, 1987). محاسبه برگشتی طول فلس بطور گسترده ای برای برآورد تاریخچه رشد ماهی و ویژگی های رشد جمعیت ماهی استفاده می شود (Pierce et al, 1996). محاسبه برگشتی طول فلس دلالت بر تشخیص علائم رشد سالانه (آنولی ها) روی فلس ها دارد. برای محاسبه برآورد وابستگی طول بدن در هر شعاع سنی، طول بدن با این روش محاسبه می شود (شکل ۱-۸) و با استفاده از تاریخچه رشد می توان نرخ رشد را تخمین زد (Pierce et al., 1996).



شکل ۱-۸ بخش عرضی از اتولیت ساجیتا (سمت چپ) و فلس (سمت راست). نقاط سیاه رنگ رشد سالانه (حلقه های سالانه) را نشان می دهد. در محاسبه برگشتی فواصل بین دو نقطه سیاه رنگ اندازه گیری میشود.

در واقع در این روش اندازه ماهی در سنین پائین برآورد می شود. در این روش وجود یک ارتباط متناسب بین مقدار افزایش طول ماهی و مقدار افزایش اندازه ساختمان های سخت بدن پذیرفته می شود. برای اندازه گیری پهنا و وسعت حلقه ها، از میکرومتر یا میکروپروژکتور استفاده می کنند. امروزه استفاده از عدسی های چشمی مدرج میکروسکوپ ها و لوپ ها، اینکار را آسان کرده است. برای اندازه گیری قطر یا شعاع هر حلقه، از مرکز تا لبه بیرونی هر حلقه، بلندترین محور انتخاب می شود (پرافکنده حقیقی، ۱۳۸۷).

¹Back Calculation

این روش برای گونه‌هایی که خط جانبی دارند با گونه‌هایی که خط جانبی ندارند متفاوت است. محاسبه برگشتی ساختارهای سخت بدن ممکن است در زمان شکوفایی تخم^۱ نیاز به روش‌های مختلفی، با زمان پس از آن داشته باشد (Peterson, 2000).

مدل محاسبه برگشتی طول برای اهداف مختلفی مورد استفاده قرار می‌گیرد از جمله برای افزایش اطلاعات طول در سن (length-at-age)، در بعضی منحنی‌های رشد کاربرد دارد (Francis, 1990). در بعضی گونه‌ها به‌ندرت مشاهده می‌شود، که از تکنیک محاسبه برگشتی، برای برآورد طول در سن استفاده شده است. منحنی رشد به‌دست آمده از تکنیک محاسبه برگشتی طول برای مقایسه نرخ رشد بین جنسیت (Kraiem, 1982)، کوهورت (Beacham, 1981; Francis, 1990) و جمعیت برخی گونه‌ها (Graynoth, 1987) و ارتباط بین نرخ رشد و فاکتورهای مستقل مختلف (Beacham, 1981) کاربرد دارد. محاسبه برگشتی همچنین برای سنجش سن ماهی با حلقه‌های سالیانه (Cayrt and Diouf, 1981) یا حلقه‌های روزانه (Geffen, 1986) مورد استفاده قرار می‌گیرد. هنگامی که فرضیه تناسب مقیاس (SPH)^۲ یا فرضیه تناسب بدنی (BPH)^۳ عنوان شد (Whitney et al., 1956) همزمان با آن، رهگیری بیولوژیکی (BI)^۴ را در مدل محاسبه برگشتی خطی فریزر-لی^۵ بیان کرد.

محاسبه برگشتی بر اساس مدل رگرسیون خطی توسط Fraser (1916) و Lee (1920) توسعه پیدا کرد با این فرض که طول ماهی با رادیوس^۶ فلس متناسب است. انتخاب روش فلس (موقعیت خط مرجع روی فلس)، محاسبه برگشتی طول ماهی را تحت تاثیر می‌گذارد. فلس‌ها نخستین ساختارهایی هستند که برای محاسبه برگشتی طول مورد استفاده قرار گرفتند (Fraser 1916; Lee 1920) و در طول زمان این مطالعه بسط داده شد (Klumb et al, 2001). استفاده از فلس و تعیین سن آن‌ها و کاربردشان در مدل محاسبه برگشتی، مدت زیادی است که به عنوان ابزاری برای مدیریت شیلاتی استفاده می‌شود. اساساً دو روش محاسبه برگشتی وجود دارد: ۱. روش‌های تناسبی، که در آن طول افراد و اندازه ساختارهای استخوانی در زمان صید در این مدل به حساب گرفته می‌شود ۲. روش رگرسیونی که در آن تا حد زیادی طول ماهی و اندازه ساختار استخوانی نادیده گرفته می‌شود (Francis, 1990). معادله فریزر-لی به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار گرفته شده است (Pierce et al., 1996). مطالعات نشان داده است که مدل محاسبه برگشتی شیلاتی در اتولیت نیز می‌تواند کاربرد داشته باشد (Francis, 1990). Griffin در مورد تکنیک محاسبه برگشتی برای اتولیت بیان کرد که میزان رسوب افزایش یافته در اتولیت تغییری نمی‌کند که این کار معمولاً به‌طور تجربی تایید می‌شود (Wilson et al, 2009).

¹Haching

²Scale Proportional Hypothesis

³Body Proportional Hypothesis

⁴Biological intercept

⁵Fraser-Lee method

⁶radius

تعیین سن در آبریان سابقه خیلی طولانی ندارد ولی به دلیل اهمیت کاربردی آن، توسعه سریعی داشته است. از مطالعات ارزشمندی که در حوزه تعیین سن انجام شده است می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۴-۱- تحقیقات داخل کشور

فضلی و غنی نژاد (۱۳۸۳) گزارش نمودند زمانی که فراوانی نسبی کفال پوزه باریک افزایش می یابد میزان کل صید کفال ماهیان به شدت کاهش یافته است. Patimar در سال ۲۰۰۸ با بررسی فلس ها و اپرکول (سرپوش آبششی) بیشترین سن را برای ماده ها ۷ سال و برای نرها ۶ سال ثبت کرد. ماده ها دارای طول بیشتری نسبت به نرها بودند و بین طول در سنین مختلف در دو جنس نر و ماده اختلاف معنی داری وجود داشت. توزیع فراوانی طول ماهی از خلیج گرگان در برگیرنده این است که فراوان ترین اندازه در نمونه ها ۱۹ و ۲۰ سانتی متر است که هر دو متعلق به نمونه های جمع آوری شده طی ۳ سال بودند. وی با محاسبه طول کل بر حسب سن سرعت رشد در سال اول زندگی ۴۳/۰۹٪ برای نرها و ۴۱/۱۵٪ برای ماده ها را نشان داد. اگرچه تعداد ماده ها کمی بالاتر از نرها بود اما روی هم رفته نسبت جنسیت ۱:۱ بود. شاخص گناد رشد^۱ (GSI) از الگوی یکسان پیروی می کند اما طی دوره تولید مثل میانگین مقدار نرها به طور معنی داری پایین تر از ماده ها بود. Patimar، (۲۰۰۸) بیشینه طول کل را در خلیج گرگان برای ماده های ۷ سال ۳۱/۵۰ سانتی متر گزارش کرد (Patimar, 2008). فضلی (۱۳۷۸) میانگین طول چنگالی را برای گونه کفال پوزه باریک در جنوب شرقی ساحل دریای خزر ۳۲/۹۰ سانتی متر با سن ۸ سال گزارش کرد. در سال ۱۳۸۰، ایرانی فراوان ترین نمونه های ماهی کفال پوزه باریک را ماهیان ۳ ساله در مرداب گمیشان و Patimar (۲۰۰۸) در همین سن در خلیج گرگان مشاهده کردند. فضلی (۱۳۷۸) بیشینه سن این ماهی را نمونه های ۸ ساله در مناطق جنوب شرقی دریای خزر و ایرانی (۱۳۸۰) بیشینه سن کفال پوزه باریک را برای نرها ۶ سال و برای ماده ها ۸ سال در تالاب گمیشان ثبت کردند. فضلی (۱۳۷۸) بررسی کرد که تخم ریزی کفال پوزه باریک در ماه های تیر و مرداد انجام می شود و تخم ریزی کفال طلایی از اواخر مهر ماه شروع و تا اواخر آذر ماه ادامه دارد.

۵-۱- تحقیقات خارج از کشور

اولین بار در سال ۱۷۵۹، محقق سوئدی، اردک ماهی^۲ را از طریق ستون مهره ها تعیین سن کرد و همچنین در سال ۱۸۸۸ برای اولین بار، از فلس ها جهت تعیین سن ماهی استفاده شد (Carlander, 1982). در سال ۱۸۹۲، Peterson با استفاده از نمودار فراوانی طولی، بیک های مشخصی را جدا کرد که هر یک از آن ها معرف یک گروه سنی خاص بود.

^۱Gonado-somatic index

^۲*Esox lucius*

در سال ۱۸۹۸، Hoffbauer، ماهی کپور معمولی^۱ را از روی فلس‌ها تعیین سن کرد. همچنین برای اولین بار در سال ۱۸۹۹، Reibisch از اتولیت‌های ماهی *Pleuronectes platessa* جهت تعیین سن استفاده کرد. در سال ۱۹۶۳، کتابی در مورد روش‌های تعیین سن در ماهیان توسط Chugunov شامل آماده‌سازی و مطالعه سن ماهیان از طریق فلس، خارهای باله‌ها و سایر بخش‌های سخت بدن را منتشر کرد. پیشرفت در روش‌های تعیین رشد روزانه در اوائل دهه ۱۹۷۰ حاصل شد و طی سال‌های اخیر به سرعت پیشرفت کرده است.

Francis (۱۹۹۰) بررسی جامعی را در مورد تکنیک محاسبه برگشتی انجام داد و به دنبال آن Schramm و همکارانش (۱۹۹۲) نیز در صدد آمدند تا از مدل محاسبه‌ی برگشتی برای اتولیت‌ها استفاده کنند.

تحقیقات Barkman در مورد اتولیت‌های مختلف نشان داد که اتولیت‌های ساجیتا^۲ و لاپیلوس^۳ می‌توانند در تعیین سن استفاده شوند ولی آستریکوس^۴ برای تعیین سن مناسب نمی‌باشد.

رشد و سن کفال پوزه باریک به وسیله چندین دانشمند مورد مطالعه قرار گرفته است (Heldt, 1948; Farrugio,) (1975; Quignard and Farrugio, 1981)، اما هنوز اطلاعات خیلی کمی درباره‌ی جزئیات ذخیره زندگی گونه‌ها در تمامی محدوده‌های سنی وجود دارد (Cardona, 1999). حلقه‌های رشد روزانه (DGI)^۵ در اتولیت برخی از ماهیان مناطق حاره و معتدله مورد مطالعه قرار گرفت و تقریباً ۳۶۰ حلقه در منطقه رشد سالانه ماهیان آب‌های نواحی معتدله مشاهده شد که در واقع نشان دهنده‌ی شکل‌گیری ۳۶۰ حلقه برای یک سال بود (Pannella, 1971).

Struhsaker و Uchiyama در سال ۱۹۷۶ صحت شکل‌گیری مناطق رشد روزانه در ماهیان جوان Hawaiian nehu را نشان دادند. آن‌ها در این مطالعه اختلاف میزان رشد روزانه لاروها و ماهیان جوان را در دو محیط طبیعی و شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار دادند. Coble و Taubert روشی را برای تعیین سن ماهیان آب شیرین ارائه دادند. آن‌ها در سال ۱۹۷۷ متوجه شدند که کم شدن طول روز و کاهش درجه حرارت آب، سبب توقف حلقه‌های روزانه در Sunfish^۶ می‌شود. در سال ۱۹۷۸، گزارشی منتشر شد که نشان از تشکیل حلقه‌های رشد روزانه در دو ماهی مهم مصبی، Atlantic silversides و Mummichogs بود (Barkman, 1978; Radtke, 1989).

در سال ۱۹۷۸، Bagenal و Tesch مطالعات جامع و کامل‌تری را در استفاده از روش تشریحی یا آناتومیکی برای تعیین سن ماهیان گزارش کردند. Samuel Shephard و همکارانش در سال ۲۰۰۹ نشان دادند که ساختار یک نمونه از نظر تعداد و ویژگی محدوده‌های سنی متناسب با برآورد میزان رشد بر مبنای میانگین طول _ سن در معادله محاسبه برگشتی است. در سال ۲۰۰۱ نیز تکنیک محاسبه برگشتی در فلس و خار باله پشتی با هم مورد

^۱ *Cyprinus carpio*

^۲ *Sagitta*

^۳ *Lapillus*

^۴ *Asteriscus*

^۵ Daily Growth Increment

^۶ *Mola mola*

مقایسه قرار گرفت و Borkholder به این صورت مطلب را تفسیر نمود که این مدل برای اردک ماهی در خار باله پشتی آسان تر از فلس می باشد. وی همچنین به این نتیجه رسید که استفاده از فلس برای برآورد سن با استفاده از مدل محاسبه برگشتی رایج تر است (Borkholder, 2001).

محاسبه برگشتی تکنیکی است که با استفاده از مجموعه‌ای از اندازه گیری‌های انجام شده روی بدن ماهی، برای پی بردن به طول آن در یک زمان یا زمان‌های قبل انجام می‌پذیرد. به طور خاص در این مدل از یک یا چند علامت در برخی ساختارهای سخت ماهی، همراه با طول فعلی بدن، برای برآورد طول بدن در زمان تشکیل هر کدام از آن ساختارها به کار گرفته می‌شود. این تکنیک در اصل روی فلس انجام گرفت (Lea 1920)، اما بر روی اتولیت (Hickling, 1933; Graynoth, 1987)، اپرکولوم (Le Cren, 1947; Lauzanne, 1978)، مهره (Tweddle, 1975) و خار یا اشعه باله (MacCrimmon, 1979) نیز انجام پذیرفت. برای نشانه‌هایی که گفته شد به طور کلی حلقه‌های سالیانه با کنترل رشد مرتبط هستند، اما محاسبه برگشتی رشد با علائم ناشی از استرس‌های پرورش هجری ماهی (Davies and Sloane, 1986) و تزریق تتراسایکلین در علامت گذاری (tagging) ماهی (Rijnsdorp and Visser, 1987) نیز بی‌ارتباط نیست. در سال ۱۹۸۷ Gutreuter نشان داد که طول بدن تقریباً هشت درصد از تغییرات افزایش طول سالیانه سن در largemouth bass بیشتر است. Miranda و همکارانش در سال ۱۹۸۷ از این تکنیک برای نشان دادن گرایش ماهیگیران به صید ماهیان سریع رشد استفاده کردند. ارتباط بین طول بدن و رادیوس فلس موضوع مهمی در تکنیک محاسبه برگشتی است. به طور کلی برای توضیح این مدل دو تابع f و g معرفی شده است:

$$\begin{cases} f(L) = a + bL \\ g(s) = c + ds \end{cases}$$

$F(L)$ میانگین رادیوس فلس برای ماهی با طول L است، و $g(s)$ میانگین طول بدن ماهی با رادیوس فلس s است. این توابع ممکن است از هر نوعی باشند (خطی، درجه دوم، نمایی، و غیره)، که در رایج‌ترین شکل خود، یعنی خطی، به صورت زیر نوشته می‌شوند:

$$\frac{L_1}{s_1} = \frac{L_2}{s_2} = \dots = \frac{L_n}{s_n} = L_0 / S_0 \quad (1)$$

F ممکن است از رگرسیون s و L محاسبه شود، و g از رگرسیون L به s به دست آید.

با بررسی پیشینه مدل محاسبه برگشتی و با تاکید روی این فرضیه کار توسعه بیشتری یافت. به نظر می‌رسد اولین بار محاسبه برگشتی توسط lee در سال ۱۹۱۰ به کار گرفته شد که برای ماهی هرینگ این کار انجام پذیرفت، و بر مبنای این فرضیه استوار بود که، "فلس در چه نسبتی با طول کل ماهی رشد می‌کند" و آن را به صورت معادله زیر نوشته شد:

$$L_t = \left(\frac{s_t}{s_1}\right) L_0 \quad (2)$$

این مدل به طور مشترک توسط Knut Dahl و Einar Lee توسعه داده شد و به عنوان معادله Dahl-Lee شناخته می‌شود. این معادله گروه‌هایی را که همگی با خطوط مستقیمی از مبدا عبور می‌کنند را توصیف می‌کند. در محاسبه برگشتی یک ماهی خاص خطی که از نقطه می‌گذرد انتخاب شد (L_c, S_c) . فرضیه بعدی تکنیک محاسبه برگشتی از Lee در سال ۱۹۲۰ است که مورد بررسی قرار گرفت. که برای تعدادی گونه‌ها S را در مقابل L سنجید و به این نتیجه رسید که در میان اطلاعات، خط مستقیم دیده نمی‌شود. او فرضیه جدید خود را پیش برد که "افزایش رشد فلس ماهی، در میانگین، ویژگی ثابتی از افزایش رشد ماهی است" که برابر خواهد بود با:

$$\frac{(L_n - L_{n-1})}{S_n - S_{n-1}} = \frac{(L_2 - L_1)}{S_2 - S_1} = \dots = \frac{(L_n - L_{n-1})}{S_n - S_{n-1}} \quad \text{معادله (۳)}$$

در این معادله، تکنیک محاسبه برگشتی برای یک ماهی خاص خطی مسقیم است که از نقطه L_c, S_c می‌گذرد، اما به دلیل اینکه n ها ناشناخته هستند و تنها $n-1$ محاسبه می‌شود دلیل کافی برای نشان دادن خط وجود ندارد. Lee برای به دست آوردن BCF، فرض کرد که هر خط باید از نقطه $L = c, S = 0$ بگذرد و این رابطه به عنوان رابطه فریزر-لی شناخته شد که:

$$L_i = c + (L_c - c)(S_i/S_c) \quad \text{معادله (۴)}$$

Fraser در سال ۱۹۱۶ برای اولین بار این موضوع را بیان کرد، در حالی که Lee نیز در سال ۱۹۲۰ با ارائه معادله‌ای به صراحت هرچه تمام موضوع را عنوان کرد. مشتق شدن ثابت c در معادله بالا مهم است. هم Fraser در سال ۱۹۱۶ و هم Lee در سال ۱۹۲۰ از c به عنوان "طول ماهی در زمان تشکیل فلس" نام بردند (با فرض اینکه این طول برای همه فلس‌ها از همه ماهی‌ها در یک جمعیت یکسان است). اما هنوز تعدادی از مولفین بر این عقیده بودند که ثابت c را نمی‌توان به عنوان یک ویژگی مورفولوژیکی تفسیر نمود (Gjssseter, 1986).

تفسیر جالبی که درباره فرضیه‌ی Lee توسط Monastyrsky بیان شد، عبارت است از این که "افزایش لگاریتم طول ماهی با افزایش لگاریتم طول آن در فلس متناسب است" (Chugunova, 1963). Hile (1941) فرضیه خود را درباره محاسبه برگشتی چنین بیان کرد که نیازی به خطی بودن ارتباط فلس-بدن نیست و یا در واقع به هر شکل خاصی می‌تواند باشد. او فرض کرد که درصد یا انحراف نسبی رادیوس در هر فلس، در حالت نظری در زمان تشکیل همه‌ی حلقه‌های سالانه ثابت است

William E. Ritker در سال ۱۹۹۲ بیان کرد که به طور اساسی برای محاسبه برگشتی خطی طول ماهی با افزایش سالانه طول، بین آنولی‌های فلس در هر ماهی و افزایش خطوط سالیانه تناسبی وجود دارد که طی پژوهش خود محاسبه برگشتی طول ماهی را بر مبنای ویژگی‌های فلس و افزایش طول ماهی بیان داشت. موضوع بسیار جالب، مقاله‌ی Whitney و Carlander در سال ۱۹۵۶ بود که فرضیه محاسبه برگشتی را از دو منظر با هم مقایسه کرد. این

دو دانشمند اظهار داشتند که اگر در زمان صید ماهی، فلس ۱۰ درصد از میانگین اندازه فلس آن ماهی بزرگتر باشد، فلس نیز ۱۰ درصد بزرگتر از اندازه معمولی در طول زندگی است و اگر یک ماهی در زمان صید، فلس آن ۱۰ درصد از میانگین اندازه فلس آن ماهی کوچکتر باشد، ماهی نیز ۱۰ درصد کوچکتر از طولی است که برای اندازه فلس در طول زندگی انتظار می‌رود.

۲- مواد و روش ها

۲-۱- عملیات دریایی

- منطقه مورد مطالعه و زمان نمونه برداری

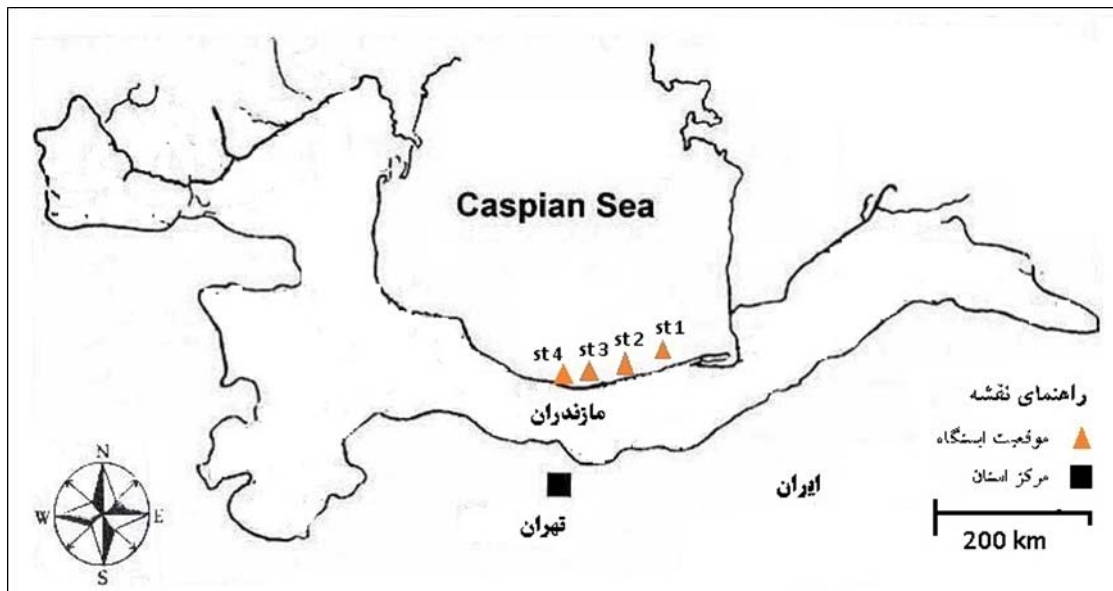
این تحقیق با هماهنگی لازم با صیدگاه‌های ماهیان استخوانی در نوار ساحلی استان مازندران به عمل آمد که از نمونه‌های صید شده توسط تورهای پره صیادی در سواحل استان مازندران بین امیرآباد تا نور استفاده شد. نمونه برداری هر ماه از مهرماه ۱۳۹۱ تا فروردین ۱۳۹۲ به طول انجامید نمونه برداری در تحقیق حاضر در ۴ ایستگاه انجام شد که نام هر ایستگاه در جدول ۳-۱ ذکر گردیده است.

جدول ۳-۱ موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه در ساحل استان مازندران - جنوب دریای خزر -
مهرماه ۹۱ تا فروردین ۹۲

شماره ایستگاه	نام ایستگاه	تعداد نمونه‌های ماهی در هر ایستگاه
۱	ساری	۳۲
۲	فریدونکنار	۲۷
۳	محمودآباد	۱۴
۴	قائم‌شهر	۲۹
جمع کل	-	۱۰۲

- جمع‌آوری نمونه

نمونه برداری با صید با تور پره که روش صید محاصره‌ای ساحلی نیز نامیده می‌شود انجام گرفت. تور به تدریج به ساحل کشیده می‌شود و ماهی صید می‌شود در واقع صید با پره به نحوی است که پره یا تور ماهی‌گیری از کف تا سطح آب را محصور و جاروب می‌کند و در زمان جمع‌آوری و کشیدن آن به ساحل تدریجاً کلیه ماهی‌های موجود در محدوده تور به ساحل آورده می‌شوند. ماهی‌های کفال در اندازه‌های مختلف جمع‌آوری شدند و در داخل جعبه‌های یونولیتی حاوی یخ با برچسب‌هایی که حاوی اطلاعات مورد نیاز، همانند تاریخ نمونه برداری، نام ایستگاه، شماره‌ی پره و... بود، بر روی آن نصب گردید و به آزمایشگاه منتقل شدند. نقشه‌ی مناطق نمونه برداری و ایستگاه‌ها در شکل ۳-۱ قابل مشاهده است.



شکل ۱-۳: موقعیت ایستگاه‌های مورد مطالعه

۲-۲- عملیات آزمایشگاهی

در آزمایشگاه ابتدا نمونه‌ها بر اساس شاخص‌هایی مثل طول کل^۱ و طول چنگالی^۲ با دقت ۰/۰۱ میلی‌متر اندازه‌گیری شدند. وزن ماهی به کمک ترازوی الکترونیکی با دقت ۰/۰۱ گرم ثبت شد که در نتیجه زیست

^۱ Total length

^۲ Fork length

سنجی تمامی نمونه‌ها به دست آمد. همچنین تعدادی فلس هم از ناحیه پشتی برای تعیین سن جدا شد که پس از آن برای مطالعات بیشتر در لام آماده‌سازی شد.

۱-۲-۲ - رسیدگی جنسی

پس از باز کردن شکم ماهی با یک قیچی ظریف، جنسیت آنها به وسیله‌ی بررسی ماکروسکوپی بر روی نمونه‌های بالغ و بررسی میکروسکوپی روی نمونه‌های نابالغ تعیین شد و مرحله رسیدگی جنسی بر اساس روش ۵ مرحله‌ای تعیین و ثبت گردید (Biswas, 1993). در این روش غدد جنسی ماهیان با ویژگی‌های زیر شناسایی شدند:

- مرحله‌ی ۱ یا ماهیان نابالغ: شامل ماهیان نابالغ است که در آن‌ها اندام‌های جنسی به صورت نوارهای نخی شکل دیده می‌شوند.
- مرحله‌ی ۲ (در حال رسیدگی یا ترمیم پس از تخم ریزی): تخمدان‌ها حجیم‌تر شده و معمولاً به رنگ صورتی مات دیده می‌شوند. تخمک‌ها در اندازه‌های بسیار کوچک به کمک میکروسکوپ و یا ذره بین دستی قابل مشاهده هستند. اندام جنسی نر به صورت نخی ولی پررنگ‌تر و کمی ضخیم‌تر از مرحله قبل است.
- مرحله‌ی ۳ یا در حال رسیدن: تخمدان‌ها حجیم‌تر شده و پوسته محافظ تخمک‌ها نازک و شفاف‌تر است. تخمک‌ها ریز ولی با چشم غیر مسلح دیده می‌شوند. بیضه‌ها در این مرحله رنگشیری به خود گرفته‌اند. در مرحله‌ی سه رسیدگی، حدود دو سوم محوطه شکمی توسط اندام‌های جنسی اشغال شده است.
- مرحله‌ی ۴ یا رسیده: غدد جنسی بخش اعظم محوطه شکمی را پر کرده است و تخمدان‌ها حجیم شده‌اند. تخمک‌ها بزرگ و شفاف و به صورت آزاد دیده می‌شوند. بیضه‌ها بزرگ و رنگ کاملاً شیری و سفید رنگ دارند.
- مرحله‌ی ۵ تخم ریزی کرده: در این مرحله تخمدان‌ها چروکیده و شل هستند. معمولاً در داخل تخمدان چند تخمک از بین رفته به همراه تعدادی رگ خونی دیده می‌شود. بیضه‌ها سست و شل هستند.

۲-۲-۲ - محاسبه رابطه طول و وزن

رابطه طول و وزن فاکتور مهمی در ارزیابی ذخائر ماهیان محسوب می‌شود. برای تعیین رابطه طول و وزن ماهی از رابطه زیر استفاده شد (King, 2013).

$$W = a \times L^b$$

معادله (۳-۱)

در این رابطه W وزن ماهی به گرم، L طول چنگالی ماهی بر حسب میلی‌متر، a ثابت رابطه یا عرض از مبدا و b شیب خط است. لازم به ذکر است که $b=3$ معرف رشد ایزومتریک، $b < 3$ نشان‌دهنده رشد آلومتریک از نوع منفی و $b > 3$ رشد آلومتریک مثبت است. برای تعیین الگوی رشد از طریق آزمون t ، مقدار b به دست آمده به شرح زیر مورد ارزیابی قرار گرفت (Morey et al., 2003).

$$t = (b - 3) / Sb$$

معادله (۲-۳)

Sb: انحراف معیار شیب خط یا b

b: شیب خط

ضریب چاقی (Condition Factor or K Factor)

فاکتور وضعیت برای جنس‌های نر و ماده به تفکیک محاسبه می‌شود تا وجود اختلاف احتمالی در آن‌ها مورد ارزیابی قرار گیرد. فاکتور وضعیت بر اساس فرمول (Biswas, 1993) زیر محاسبه می‌شود:

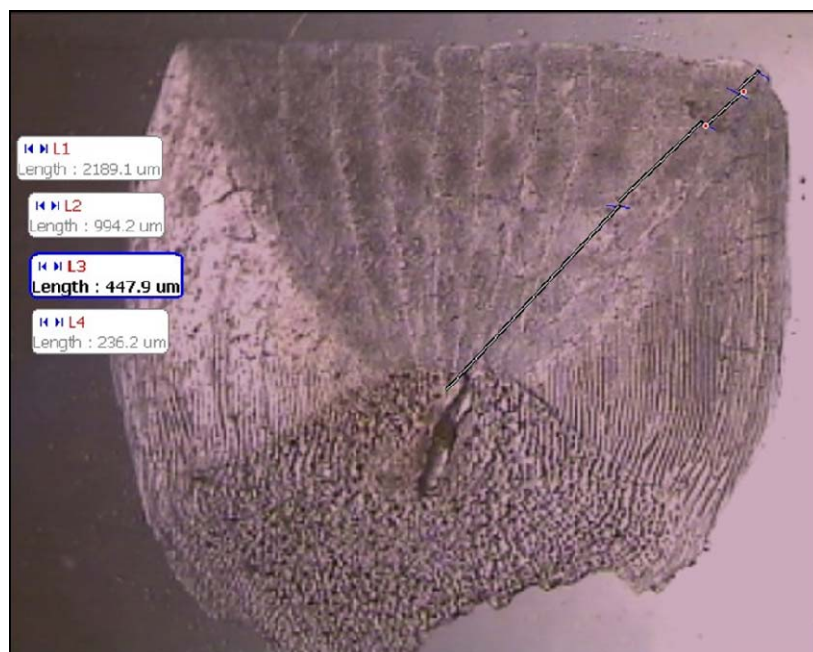
$$K = (W \times 10^5) / L^3$$

معادله (۳-۳)

که در آن K فاکتور وضعیت، W وزن ماهی به گرم و L طول ماهی به میلی‌متر است. ضریب 10^5 در حقیقت برای نزدیک کردن عدد محاسبه شده به یک است.

۳-۲-۲- پیشینه پردازی

با هدف برآورد طول ماهیان در سنین پائین از روش پیشینه پردازی استفاده می‌شود. برای اینکار شعاع فلس‌ها در بلندترین محور آن به کمک یک عدسی چشمی مدرج اندازه‌گیری شده است (شکل ۲-۳).



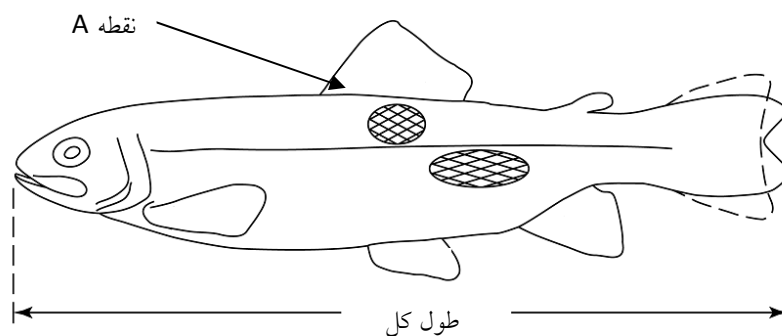
شکل ۲-۳ تعیین سن با استفاده از روش پیشینه پردازی. اندازه‌گیری شعاع فلس در بلندترین محور (فلس مربوط به کفال پوزه باریک)

در استفاده از روش پیشینه پردازی از مدل Fraser - Lee استفاده می‌شود (Francis, 1990):

$$L_i = a + (L_c - a) \times (R_i / R_c) \quad \text{معادله (۳-۴)}$$

در این معادلات L_i طول چنگالی ماهی در سن i ، L_c طول ماهی در زمان صید، R_i شعاع اتولیت در زمان i ، R_c شعاع اتولیت در زمان صید است. a و b به ترتیب ثابت و شیب خط رگرسیونی است که برای طول ماهی و اندازه شعاع اتولیت برقرار شده است (Francis, 1990).

محل تهیهی فلس با توجه به گونه‌های مختلف، متفاوت است ولی اغلب از فلس‌های بخش میانی بدن و زیر باله پشتی و بالای خط جانبی استفاده شد. اگر ماهی دارای چند باله پشتی باشد، سعی می‌شود که از زیر نزدیک‌ترین باله به سر ماهی نمونه انتخاب شوند. جمع‌آوری فلس‌ها، به کمک پنس یا انبرک‌های از زیر باله پشتی صورت گرفت (نقطه A در شکل ۳-۳). قبل از کندن فلس ماهی با آب سرد شسته شد و این کار به جهت دست کشیدن و شست و شو از سر به دم ماهی است تا فلس‌های شل و سست ریخته شوند. در کندن فلس بایستی دقت شود فشار دهانه انبرک روی فلس به اندازه‌ای باشد که خطوط زائیدی روی آن ایجاد نشود.

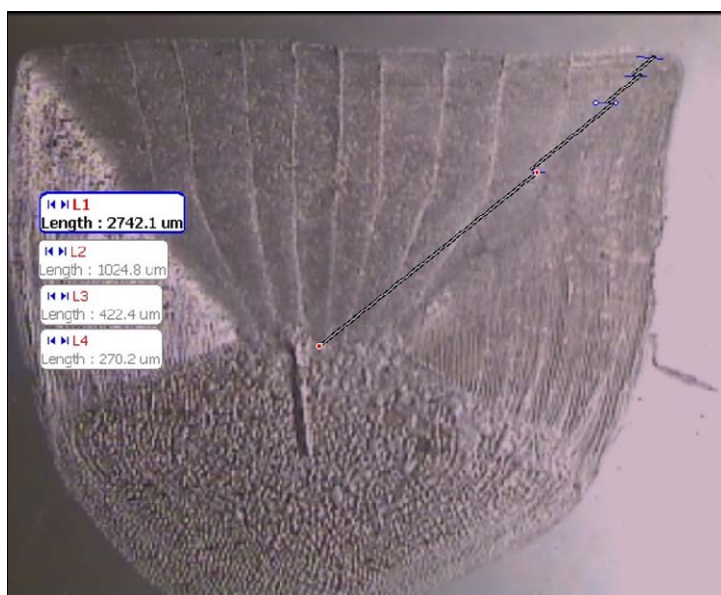


شکل ۳-۳ محل انتخاب فلس از گونه کفال پوزه باریک (James et al., 2000)

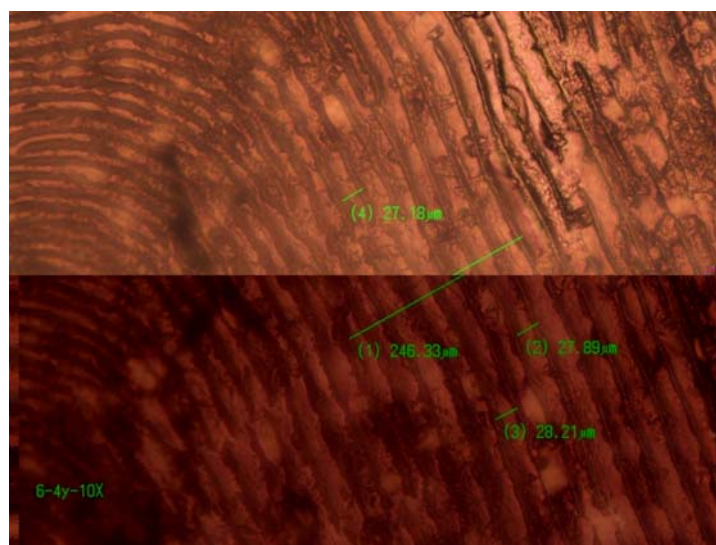
در مطالعه هر ماهی حدود ۳ الی ۵ فلس تهیه شد تا در صورت خرابی بعضی از آن‌ها، فلس دیگری را بتوان مورد استفاده قرار داد. فلس‌ها معمولاً آغشته به مواد لزوج موکوسی هستند و برای تمیز کردن آن‌ها از آب گرم و محلول ضعیف پتاس ۵ درصد استفاده شد. مدت زمان ماندگاری فلس در محلول حدود ۳۰ دقیقه بود. تمیز کردن فلس به کمک تنظیف نرم صورت گرفت تا از ایجاد هر گونه خط و خطوط اضافی روی آن جلوگیری شود. فلس‌ها بعد از شستشو خشک شدند که معمولاً از یک تنظیف یا از هوای آزاد استفاده شد. فلس‌هایی که به‌خوبی تمیز نشوند دارای دید نیمه شفاف هستند و حلقه‌ها به‌دلیل وجود لایه‌ای از موکوس روی فلس، به‌خوبی دیده نمی‌شوند.

فلس‌ها بعد از تمیز شدن بین دو لام قرار گرفتند و به کمک یک لوپ با بزرگ‌نمایی مختلف مطالعه شدند. برای حل این مشکل، فلس مدت کوتاهی در حدود ۱۵ دقیقه در آب قرار داده شد تا کمی انعطاف پذیر شود. لام‌ها را توسط میکروسکوپ استریوی مشاهده شد و چهار پارامتر زیر توسط بررسی لام‌ها به دست آورده شد:

- تعیین سن توسط شمارش خطوط سالانه
- تعیین فاصله خطوط سالانه سنی (شکل ۳-۴)
- شمارش تعداد خطوط رشد در هر منطقه سالانه
- تعیین فاصله‌ی خطوط رشد در هر منطقه سالانه (شکل ۳-۵)



شکل ۳-۴ تعیین فاصله خطوط سالانه سنی



شکل ۳-۵ تعیین فاصله‌ی خطوط رشد روزانه در هر منطقه سالانه

پارامترهای فوق با عکس برداری توسط دوربین ۲ مگا پیکسل دستگاه لوپ Motic Mccamera 1.1 به دست آمد (شکل ۳-۶). پس از جمع آوری داده‌ها با کمک نرم افزار Motic Image Advanced عکس‌ها آنالیز شد و با نرم افزار SPSS ورژن ۱۹ ارتباط بین داده‌ها در نمونه‌ها، ایستگاه‌ها و ماه‌های نمونه برداری به دست آمد. نمودار ترسیمی داده‌های مربوط به نمونه‌ها، ایستگاه‌ها و ماه‌های مورد مطالعه توسط نرم افزار Excel رسم شد.



شکل ۳-۶ دستگاه لوپ Motic Mccamera

۴-۲-۲- ضریب رشد لحظه‌ای

ضریب رشد لحظه‌ای به وسیله فرمول زیر محاسبه می‌شود (Biswas, 1993).

$$G = \frac{\ln W_{(t+1)} - \ln W_t}{\Delta t} \quad \text{معادله (۳-۵)}$$

در این رابطه G: ضریب رشد لحظه‌ای، $\ln w_{(t+1)}$: لگاریتم طبیعی وزن t+1 ساله، $\ln w_t$: اختلاف بین t+1 ساله و t ساله و Δt : اختلاف بین t+1 ساله و t ساله می‌باشد.

۵-۲-۲- ضریب رشد و طول بینهایت

رشد ماهیان حتی در شرایط کنترل شده و آزمایشگاهی هم شرایط ثابتی ندارد. علاوه بر عوامل خارجی مثل درجه حرارت آب و فراوانی غذا، یکسری عوامل داخلی همانند شرایط تولید مثلی و بلوغ هم تاثیر زیادی روی رشد دارد. مدل رشد برتلانفی^۱ این ظرفیت را دارد که طیف وسیعی از آبریان را پوشش دهد (King, 2007).

$$L_t = L_{\infty} [1 - e^{-k(t-t_0)}] \quad \text{معادله (۳-۶)}$$

در این مدل L_t طول ماهی در سن t ، L_{∞} طول بینهایت یا حداکثر طولی است که ماهی در طول عمر خود ممکن است به آن برسد. K ضریب رشد است که در حقیقت نشان می دهد که ماهی با چه سرعتی به طول بینهایت خود می رسد و t_0 سن ماهی در طول صفر است. برای محاسبه رشد روش های مختلفی وجود دارد که بطور کلی می توان به توزیع فراوانی های طولی، استفاده از قسمت های سخت بدن و روش های علامت گذاری و صید مجدد اشاره کرد (King, 2007). در این مطالعه ضریب رشد از منحنی فورد - والفورد^۲ برآورد و ارزیابی شده است (Sparre & Venema, 1992). در این روش از رسم منحنی L_x (محور X) در مقابل L_{x+1} (محور Y) استفاده و L_{∞} و K از خط برازش شده به اطلاعات بدست می آید. در این حالت مقادیر L_{∞} و K از روابط زیر بدست می آیند:

$$L_{\infty} = a / (1 - b)$$

$$K = -\ln(b)$$

در این رابطه a ثابت معادله و b شیب خواهد بود.

۶-۲-۲- محاسبه سن در طول صفر (t_0)

برای محاسبه سن در طول صفر (t_0) از رابطه زیر استفاده شده است (Sparre and Venema, 1992).

$$t_0 = t + \left(\frac{1}{k}\right) \times C \quad \text{معادله (۳-۷)}$$

t_0 : سن ماهی در صفر، L_t : طول ماهی در سن t ، L_{∞} : طول نهایی ماهی یا طول بینهایت، t : سن ماهی به سال، k : ضریب رشد.

^۱Von Bertalanffy plot

^۲Ford and Walford Plot

آزمون فی پریم مونرو $\hat{\theta}$

با توجه به رابطه معکوس بین طول بینهایت و ضریب رشد، میزان $\hat{\theta}$ برای گونه های یکسان ثابت خواهد بود (sparre and venema, 1992). لذا، برای مقایسه شاخص های رشد برآورد شده از آزمون فی پریم مونرو استفاده شد

$$\hat{\theta} = \log K + 2 \times \log L_{\infty}$$

L_{∞} : طول نهایی ماهی یا طول بینهایت و k : ضریب رشد می باشد.

برای ^۱ معادله (۳-۸) ایب زیستی برآورد شده و یا با اصطلاح به حداقل رساندن مربع باقیمانده ها^۱ از منوی Solver برنامه اکسل استفاده شد (King, 2007).

¹ Residuals

۳- نتایج

۳-۱- زیست سنجی

در طول مهرماه ۱۳۹۱ تا فروردین ۱۳۹۲ نمونه برداری و بیومتری ۱۰۲ عدد از ماهیان کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) انجام پذیرفت که در جدول ۴-۱ بر اساس نام ایستگاه و تاریخ‌های نمونه برداری ارائه شده است.

جدول ۴-۱ تعداد ماهیان بیومتری شده طی دوره مطالعه به تفکیک ماه و ایستگاه

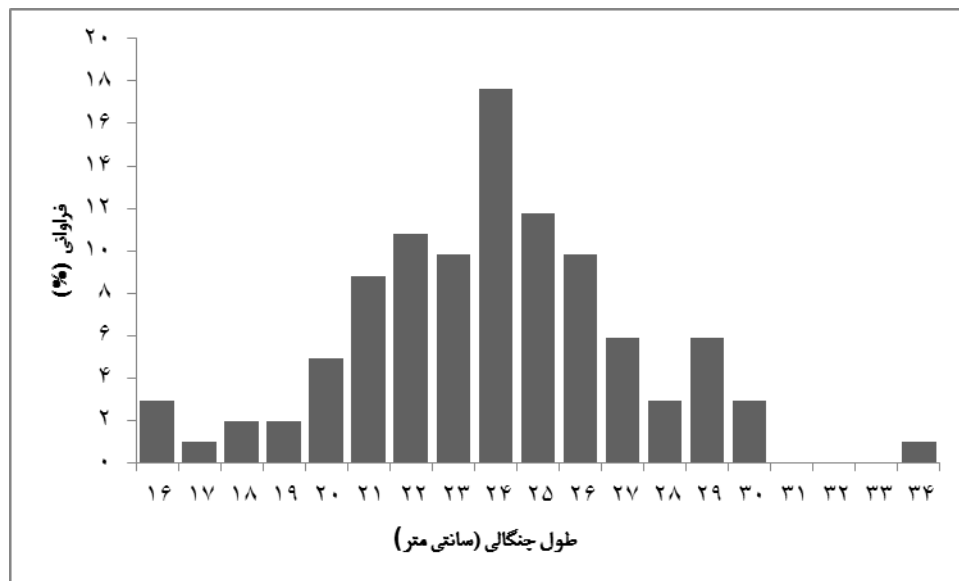
جمع	فروردین ۱۳۹۲	اسفند ۱۳۹۱	بهمن ۱۳۹۱	دی ۱۳۹۱	آذر ۱۳۹۱	آبان ۱۳۹۱	
۲۷	۲	۶	-	۳	۳	۱۳	فریدونکنار
۲۹	-	-	-	۷	۲۲	-	قائم شهر
۱۴	-	-	۱۴	-	-	-	محمودآباد
۳۲	۳	-	۲۷	-	۲	-	ساری (خزرآباد)
۱۰۲	۵	۶	۴۱	۱۰	۲۷	۱۳	جمع کل

بیشترین تعداد نمونه‌ها جمع آوری شده مربوط به ماه بهمن و حدود ۴۰ درصد بود و کمترین تعداد را فروردین ماه ۱۳۹۲ به مقدار ۴ درصد به خود اختصاص داده است. همچنین در تحقیق حاضر حداکثر نمونه‌ها از ایستگاه ساری و حدود ۳۱ درصد جمع آوری شد که کمترین تعداد نمونه برداری نیز مربوط به ایستگاه محمود آباد با حدود ۱۳ درصد بود.

۳-۱-۱- ساختار طولی و ساختار سنی

فراوانی طولی کفال پوزه باریک نشان داد که طول این ماهیان در محدوده ۱۶ تا ۳۴ سانتی متری قرار دارد ولی عمده نمونه‌ها در دامنه طولی ۲۴ سانتی متری قرار دارند.

میانگین طول چنگالی کفال پوزه باریک ۲۴/۳ سانتی متر بود و بزرگترین ماهی اندازه گیری شده ۳۴/۲ سانتی متر و کوچکترین ماهی ۱۶/۴ سانتی متر طول داشت. میانگین‌های طول چنگالی و طول کل بر حسب سانتی متر برای این گونه در جدول شماره ۴-۲ ارائه شده است.



شکل ۴-۱ فراوانی طولی ماهی کفال پوزه باریک (*Lizasaliens*) در استان مازندران، ۱۳۹۱،
تعداد کل نمونه ها=۱۰۲، تعداد ماده ها =۷۱، تعداد نرها =۳۱

در مقایسه بین ایستگاهی ماهیان کفال پوزه باریک صید شده در ۴ ایستگاه در استان مازندران مشاهده شد که میانگین طول چنگالی کفال پوزه باریک صید شده در ایستگاه ساری بیشتر از بقیه بوده است.

جدول ۴-۲ میانگین طول چنگالی و طول کل ماهی کفال پوزه باریک در استان مازندران، سال ۱۳۹۱

تعداد	میانگین (سانتی متر)	انحراف معیار طول (سانتی متر)	حداقل (سانتی متر)	حداکثر (سانتی متر)
۱۰۲	۲۴/۳	۳/۳	۱۶/۴	۳۴/۲
۱۰۲	۲۶/۳	۳/۷	۱۷/۳	۳۷/۰

جدول ۳-۴ میانگین طول چنگالی و طول کل ماهیان کفال پوزه باریک به تفکیک ایستگاه های نمونه برداری در استان مازندران، ۱۳۹۱

نام ایستگاه	تعداد	میانگین (سانتی متر)	انحراف معیار طول (سانتی متر)	حداقل (سانتی متر)	حداکثر (سانتی متر)
فریدونکنار	۲۷	۲۳/۴	۴/۵	۱۶/۴	۳۴/۲
طول چنگالی (سانتی متر)	۲۹	۲۴/۴	۳/۰۲	۱۸/۸	۳۰/۰۶
محمودآباد	۱۴	۲۴/۱	۲/۸	۲۰/۷	۲۹/۲
ساری	۳۲	۲۴/۹	۲/۳	۲۱/۳	۲۹/۹
فریدونکنار	۲۷	۲۵/۲	۵/۰۳	۱۷/۳	۳۷
طول کل (سانتی متر)	۲۹	۲۶/۴	۳/۴	۲۰/۵	۳۳/۹
محمودآباد	۱۴	۲۶/۴	۳/۲	۲۲/۲	۳۱
ساری	۳۲	۲۷/۰۹	۲/۷۲	۲۳	۳۲/۵

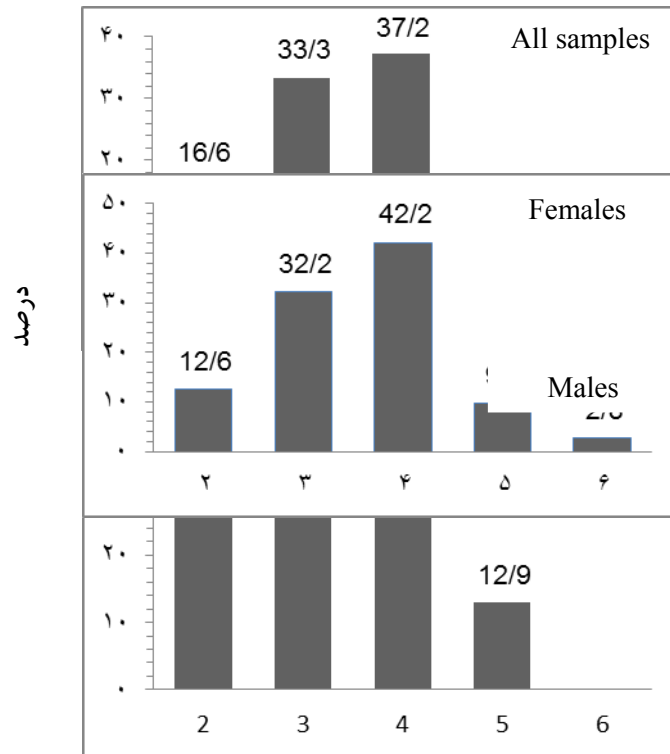
مقایسه میانگین طول ماهیان کفال پوزه باریک صید شده به تفکیک جنس نشان می دهد که ماهیان ماده نسبت به ماهیان نر ۰/۹ سانتی متر بزرگتر هستند. میانگین طول چنگالی ماهیان ماده ۲۴/۵ سانتی متر بود ولی این مقدار برای افراد نر ۲۳/۶ سانتی متر اندازه گیری شد (جدول ۴-۴).

جدول ۴-۴ میانگین طول چنگالی و طول کل ماهیان کفال پوزه باریک به تفکیک جنس در استان مازندران

جنسیت	تعداد	میانگین (سانتی متر)	انحراف معیار طول (سانتی متر)	حداقل (سانتی متر)	حداکثر (سانتی متر)
طول چنگالی (سانتی متر)	۳۱	۲۳/۶	۴/۳	۱۶/۴	۳۴/۲
ماده	۷۱	۲۴/۵	۲/۷	۱۸/۸	۳۳/۶
طول کل (سانتی متر)	۳۱	۲۵/۳	۴/۶	۱۷/۳	۳۷
ماده	۷۱	۲۶/۷	۳/۱	۲۰/۵	۳۳/۹

بر اساس جدول ۴-۴ مشاهده شد که بیشترین مقدار طول چنگالی برای افراد نر و ماده به ترتیب ۳۴/۲ و ۳۰/۶ سانتی متر می باشد و کمترین مقدار طول چنگالی برای افراد نر و ماده نیز به ترتیب برابر ۲۳/۶ و ۲۴/۵ سانتی متر می باشد. همچنین دیده شد که محدوده طول چنگالی برای افراد نر بین ۱۶/۴-۳۴/۲ سانتی متر است و برای افراد ماده نیز این مقدار برابر ۱۸/۸ تا ۳۰/۶ سانتی متر است.

میانگین سن ماهی کفال پوزه باریک ۳/۵ سال را نشان داد که مسن ترین ماهی ۶ ساله و جوان ترین ماهی ۲ ساله بود (جدول شماره ۴-۵). در مقایسه دو جنس نر و ماده، ماده‌ها دارای میانگین سنی بیشتری بودند. بزرگترین ماهی جنس ماده ۶ ساله بود.



رده‌های سنی

شکل ۴-۲ فراوانی گروه‌های سنی ماهی کفال پوزه باریک (*Lizasaliens*) در استان مازندران، ۱۳۹۱، تعداد کل نمونه‌ها=۱۰۲، تعداد ماده‌ها=۷۱، تعداد نرها=۳۱

جدول ۴-۵ میانگین سن ماهیان کفال پوزه باریک به تفکیک جنس در استان مازندران

گونه	جنس	تعداد	میانگین سن (سال)	انحراف معیار طول (سانتی‌متر)	حداقل (سال)	حداکثر (سال)
کفال پوزه باریک	نر	۳۱	۳/۲	۰/۹۹۸	۲	۵
	ماده	۷۱	۳/۵	۰/۹۳	۲	۶
	کل	۱۰۲	۳/۵	۱	۲	۶

شایان ذکر است که از نظر ترکیب سنی در کفال پوزه باریک، ماهیان ۴ ساله ۳۸ درصد از نمونه‌ها را به خود اختصاص داده‌اند و بعد از آن ماهیان ۳ ساله با فراوانی ۳۴ درصد در رتبه دوم قرار داشتند. ماهیان گروه‌های سنی ۶ ساله از لحاظ کمی مقدار قابل توجهی را نشان ندادند (شکل شماره ۴-۲).

میانگین طول کفال پوزه باریک به تفکیک کلاس‌های سنی نشان داد ماهیان نر ۲ ساله دارای میانگین طولی ۱۹/۶ سانتی‌متر هستند و با افزایش ۲/۷ سانتی‌متر در ۳ سالگی به میانگین طولی ۲۲/۳ سانتی‌متر می‌رسد (جدول ۴-۶). میانگین طول چنگالی ماهیان به تفکیک کلاس‌های سنی نشان می‌دهد که ماهیان ماده دو ساله دارای طول چنگالی ۲۰/۵ سانتی‌متر هستند که این مقدار با افزایش ۲/۹ سانتی‌متر به ۲۳/۴ سانتی‌متر در ماهیان سه ساله می‌رسد. میانگین طول ماهیان در کلاس‌های سنی مختلف در جدول شماره ۴-۶ نشان داده شده است.

جدول ۴-۶ میانگین طول چنگالی کفال ماهیان به تفکیک کلاس‌های سنی در استان مازندران، ۱۳۹۱

سن (سال)	ماهیان نر			ماهیان ماده			ماهیان نر و ماده		
	تعداد	میانگین (سانتی‌متر)	خطای معیار	تعداد	میانگین (سانتی‌متر)	خطای معیار	تعداد	میانگین (سانتی‌متر)	خطای معیار
۲	۸	۱۹/۶	۲/۹	۹	۲۰/۵	۱/۲	۱۷	۲۰/۱	۲/۲
۳	۱۱	۲۲/۳	۲/۸	۲۳	۲۳/۴	۱/۷	۳۴	۲۳	۲/۲
۴	۸	۲۶	۱/۶	۳۰	۲۵/۴	۱/۵	۳۸	۲۵/۵	۱/۶
۵	۴	۳۰/۲	۲/۹	۷	۲۸/۵	۲/۱	۱۱	۲۹/۲	۲/۴
۶	-	-	-	۲	۳۲/۵	۰	۲	۲۹/۵	۲۹/۵

۲-۱-۳- محاسبات پیشینه پردازی

برای دستیابی به اندازه طولی ماهیان یک ساله در کفال پوزه باریک، فلس ۱۰۲ عدد کفال پوزه باریک استخراج و شناسایی شد. میانگین طولی ماهیان بررسی شده ۲۴/۳ سانتی‌متر و میانگین سن آن‌ها ۳/۵ سال بود (جدول شماره ۴-۷).

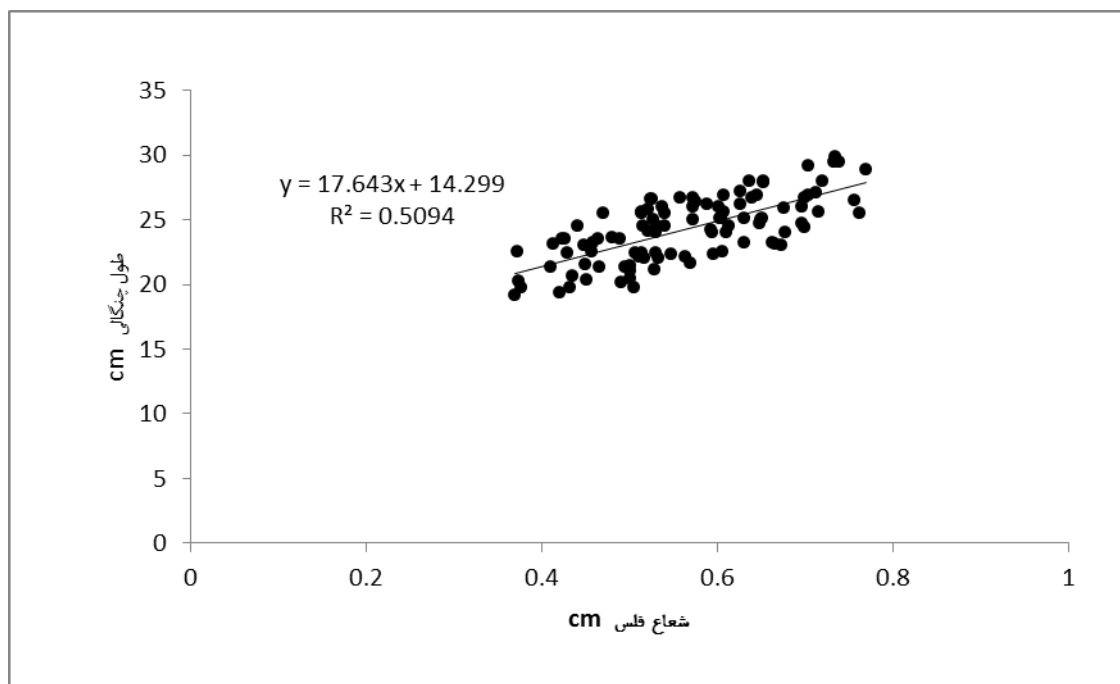
جدول ۴-۷ مشخصات طول چنگالی و سن ماهیان کفال پوزه باریک برای محاسبات پیشینه پردازی

تعداد	میانگین (سانتی‌متر)	انحراف معیار طول (سانتی‌متر)	حد اقل (سانتی‌متر)	حد اکثر (سانتی‌متر)
۱۰۲	۲۴/۳	۳/۳	۱۶/۴	۳۴/۲
۱۰۲	۳/۵	۱	۲	۶

بیشترین تعداد را ماهیان ۴ ساله داشتند که ۳۸ درصد را شامل شدند و بعد از آن ماهیان ۳ ساله بودند که ۳۴ درصد از کل تعداد ماهیان را به خود اختصاص داده بودند و ماهیان ۶ ساله بیشترین میانگین طولی را با مقدار ۲۹/۵ سانتی‌متر به خود اختصاص دادند. بیشترین مقدار طول چنگالی اندازه‌گیری شده مربوط به ماهیان ۵ ساله بود که ۳۴/۲ سانتی‌متر است. (جدول شماره ۴-۸).

جدول ۴-۸ میانگین طول چنگالی ماهیان کفال پوزه باریک به ازای کلاس های سنی
برای محاسبات پیشینه پردازی

سن	۲+	۳+	۴+	۵+	۶+
میانگین (سانتی متر) ± انحراف معیار طول (سانتی متر)	۲۰/۱±۲/۲	۲۳±۲/۲	۲۵/۵±۱/۶	۲۹/۲±۲/۴	۲۹/۵
حداکثر (سانتی متر)	۲۳/۱	۲۶/۴	۲۹/۹	۳۴/۲	۲۹/۵
حداقل (سانتی متر)	۱۶/۴	۱۶/۴	۲۲/۴	۲۴/۵	۲۹/۵



شکل ۴-۳ رابطه بین طول چنگالی و شعاع فلس در ماهیان کفال پوزه باریک در استان مازندران، ۱۳۹۱

جدول ۴-۹ - طول های حاصل از مطالعات پیشینه پردازی فلس ماهیان کفال پوزه باریک در استان مازندران، ۱۳۹۱، بر حسب سانتی متر

L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	L ₆
۱۸/۹۱	۲۲/۲۱	۲۴/۶۲	۲۶/۵۹	۲۸/۸

به موازات رشد طولی و وزنی ماهیان، ساختمان های سخت بدن آنها و از جمله فلس ها نیز رشد می کنند. در طول دوره رشد ماهی روی فلس ها ساختمانهای تیره و روشن به شکل حلقه های متحدالمرکز فلس تشکیل می شود که و درحقیقت منعکس کنندهی نحوه رشد آنها خواهد بود. در اندازه گیری هایی که صورت گرفت شعاع فلس در هر ناحیه (R) در داخل مناطق رشد سالیانه اندازه گیری شد که در جدول ۴-۱۰ نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۰ - تعیین فاصله خطوط سالانه سنی ماهیان کفال پوزه باریک در استان مازندران، ۱۳۹۱،

بر حسب میکرومتر

	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆
میانگین (میکرومتر)	۲۸۲۳	۱۲۲۳/۹	۹۵۸/۵	۷۳۶/۴	۴۵۴/۷	۲۰۱/۳
انحراف معیار (میکرومتر)	۳۶۶/۵	۲۳۶	۲۱۹/۵	۲۰۵/۹	۱۷۳/۳	۱۰۱/۵
حداکثر (میکرومتر)	۳۷۴۲/۷	۱۹۰۵/۵	۱۳۵۱/۷	۱۲۲۳	۷۳۴/۲	۲۷۳/۱
حداقل (میکرومتر)	۲۰۶۲/۹	۸۵۹/۸	۲۲۸/۹	۱۸۹/۴	۲۳۲/۲	۱۲۹/۵
تعداد	۱۰۲	۱۰۲	۸۵	۵۱	۱۳	۲

نتایج نشان می‌دهد که وسعت مناطق رشد به تدریج با افزایش سن کاهش می‌یابد و بیشترین رشد را در روی فلس در سنین اول و دوم شاهد هستیم، بطوریکه در سال اول حیات شعاع فلس افزایشی حدود $2823 \pm 366/5$ میکرومتر را نشان می‌دهد که در سن دوم به حدود نصف آن کاهش پیدا می‌کند و به $1223/9 \pm 859/8$ میکرومتر می‌رسد. این روند کاهشی در میزان رشد فلس در سن ۶ سالگی تنها به $101/5$ به $201/3$ میکرومتر می‌رسد.

در این مطالعه در سن یک سالگی بیشترین منطقه رشد با $3742/7$ میکرومتر اندازه‌گیری شد و کمترین میزان تنها $2062/9$ میکرومتر ثبت شد. در سن ۴ سالگی بیشترین میزان 1223 میکرومتر و کمترین مقدار $189/4$ میکرومتر بوده است. در این تحقیق برای اینکه احتمال وجود اختلاف در اندازه فلس‌ها هم لحاظ شود، نسبت میزان شعاع هر ناحیه (R) به کل شعاع فلس‌ها (R_t) محاسبه شده است که در جدول ۴-۱۱ بصورت خلاصه نشان داده شده است.

جدول ۴-۱۱ - نسبت میزان شعاع در هر ناحیه سنی (R_i) به کل شعاع فلس (R_t) ماهی کفال پوزه باریک

در استان مازندران، ۱۳۹۱، بر حسب درصد

	R ₁ /R _t	R ₂ /R _t	R ₃ /R _t	R ₄ /R _t	R ₅ /R _t	R ₆ /R _t
میانگین (میکرومتر)	۴۸/۰۴	۲۱/۰۸	۱۵/۲۸	۹/۰۵	۴/۱۸	۲/۶۹
حداکثر (میکرومتر)	۷۰/۵۷	۳۷/۰۲	۲۳/۸۵	۱۸/۷۹	۱۰/۳۱	۳/۵۵
حداقل (میکرومتر)	۳۴/۹۱	۱۳/۶۹	۶/۱۴	۴/۱۴	۴/۴۷	۱/۷۶
انحراف معیار (میکرومتر)	۷/۷۵	۴/۵۵	۲/۸۵	۳/۰۷	۲/۱۲	۱/۲۶
تعداد	۱۰۲	۱۰۲	۸۵	۵۱	۱۳	۲

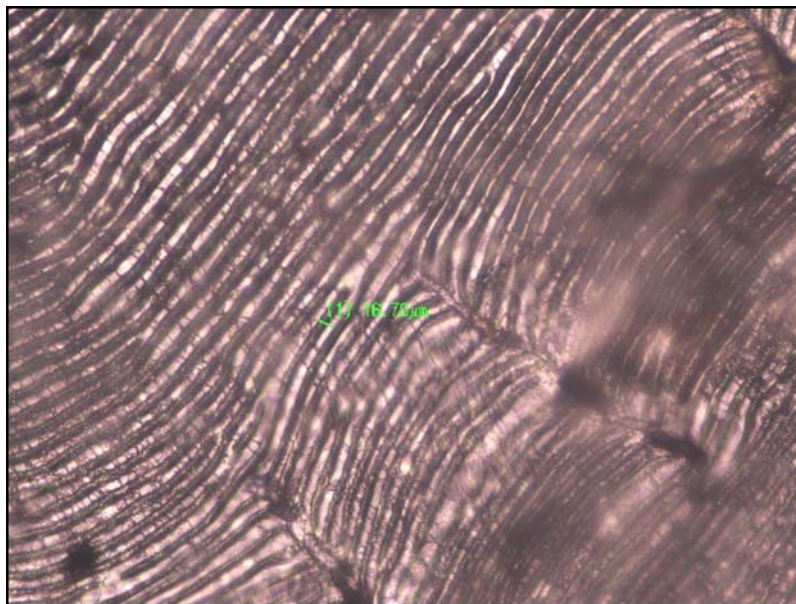
در حقیقت این محاسبات نشان می‌دهد که حدود ۴۸ درصد از رشد فلس در سن یک سالگی اتفاق می‌افتد و تنها $21/08$ درصد از سهم افزایش ناحیه رشد در روی فلس در سن ۲ سالگی اتفاق می‌افتد. بتدریج با افزایش سن، این روند کاهش یافته و در ۶ سالگی تنها حدود $2/69$ درصد از رشد فلس ثبت می‌شود. با توجه به اینکه بعد از سه سالگی، اختلاف در میزان رشد معنی‌دار نیست، می‌توان گفت که کفال پوزه باریک تا رسیدن به

مرحله بلوغ بخش اعظم رشد خود را انجام می‌دهد. مطالعه حاضر نشان می‌دهد که کفال پوزه باریک بعد از رسیدن به سن بلوغ، بسیار کند و آهسته رشد می‌کند و در واقع عمده رشد خود را تا سه سالگی انجام می‌دهد. آزمون LSD برای مقایسه اختلاف‌های موجود در این فواصل نشان می‌دهد که اختلاف ابعاد مناطق رشد در برخی از سنین معنی‌دار است (جدول ۴-۱۰). به عنوان مثال وسعت ناحیه رشد در ماهیان طی سال دوم یک اختلاف معنی‌داری با سال‌های دیگر دارد و رشد در حقیقت بیشتر از سنین دیگر بوده است. این موضوع در مورد سال سوم حیات آنها نیز مشهود است. ولی در سال چهارم، میزان رشد روی فلس‌ها تنها با سال‌های دوم و سوم اختلاف معنی‌داری دارد و با رشد صورت گرفته در سنین ۵ و ۶ این اختلاف‌ها معنی‌دار نیست (۰/۰۵ > P). در شمارش تعداد حلقه‌ها در نواحی رشد سالانه، حلقه‌های تیره شمرده شده است. میانگین تعداد حلقه‌ها در سنین مختلف در جدول فلان مشخص شده است. مطالعات حاضر نشان می‌دهد که میانگین تعداد حلقه‌ها در اولین سال حیات ماهی ۹۵/۵ ± ۱۷/۶ حلقه است. بیشترین تعداد حلقه‌ها در این سن ۱۵۱ حلقه و کمترین تعداد با ۴۰ حلقه ثبت شده است (جدول ۴-۱۲).

جدول ۴-۱۲ - تعداد حلقه‌های تشکیل شده در مناطق رشد سالانه ماهی کفال پوزه باریک در استان مازندران، ۱۳۹۱

	N ₁	N ₂	N ₃	N ₄	N ₅	N ₆
میانگین (میکرومتر)	۹۵/۵	۴۸/۸	۳۲/۲	۲۲/۹	۱۶/۷	۱۱/۵
حداکثر (میکرومتر)	۱۵	۸۵	۵۰	۳۲	۲۵	۱۲
حداقل (میکرومتر)	۴۰	۱۱	۱۲	۱۱	۱۰	۱۱
انحراف معیار (میکرومتر)	۱۷/۶	۱۵/۲	۷/۸	۵	۴/۶	۰/۷

تعداد حلقه‌های رشد در نواحی سالانه هم با افزایش سن کاهش پیدا می‌کند. بطوریکه در ۳ و ۴ سالگی تنها به ترتیب ۳۲/۲ ± ۷/۸ و ۲۲/۹ ± ۵ حلقه می‌رسد و در ۶ سالگی تنها به ۱۱/۵ ± ۰/۷ عدد می‌رسد. در صورتی که این تعداد حلقه در طول سال را با تعداد روزهای سالانه در نظر بگیریم، متوجه می‌شویم که در سال اول زندگی حدوداً هر ۴ روز یک حلقه تشکیل می‌گردد و به تدریج در سال‌های دوم تا ششم این تعداد به ۷/۵، ۱۵/۹، ۲۱/۹ و ۳۱/۷ روز می‌رسد و تقریباً در سن‌های بالا هر ماهه یک حلقه تشکیل می‌شود (شکل ۴-۴).



شکل ۴-۴ - تعیین فاصله‌ی خطوط رشد در هر منطقه سالانه برای ماهی کفال پوزه باریک در استان مازندران

۳-۱-۳- ساختار وزنی

وزن متوسط کفال پوزه باریک ۱۲۰/۳ گرم بود که بیشترین و کمترین ماهی وزن شده به ترتیب ۲۰۹/۳ و ۳۹.۸ گرم وزن داشت (جدول ۴-۱۳). کمترین مقدار میانگین وزنی برای ایستگاه فریدونکنار با ۱۱۳/۷ گرم اندازه گیری شد.

جدول ۴-۱۳ - میانگین وزن ماهیان کفال پوزه باریک در استان مازندران به تفکیک ایستگاهها

نام گونه	ایستگاه	تعداد	میانگین (گرم)	خطای معیار	حداقل (گرم)	حداکثر (گرم)
کفال پوزه باریک	فریدونکنار	۲۷	۱۱۳/۷	۴۶/۴	۳۹/۸	۲۰۵/۳
	قائمشهر	۲۹	۱۲۱/۳	۳۹/۱	۵۷/۲	۲۰۹/۳۱
	محمودآباد	۱۴	۱۱۹/۷	۴۳/۰۸	۶۳/۰۵	۱۷۹/۴۴
	ساری	۳۲	۱۲۵/۲	۳۲/۳	۸۵	۲۰۱/۲
	کل	۱۰۲	۱۲۰/۳	۳۹/۵	۳۹/۸	۲۰۹/۳

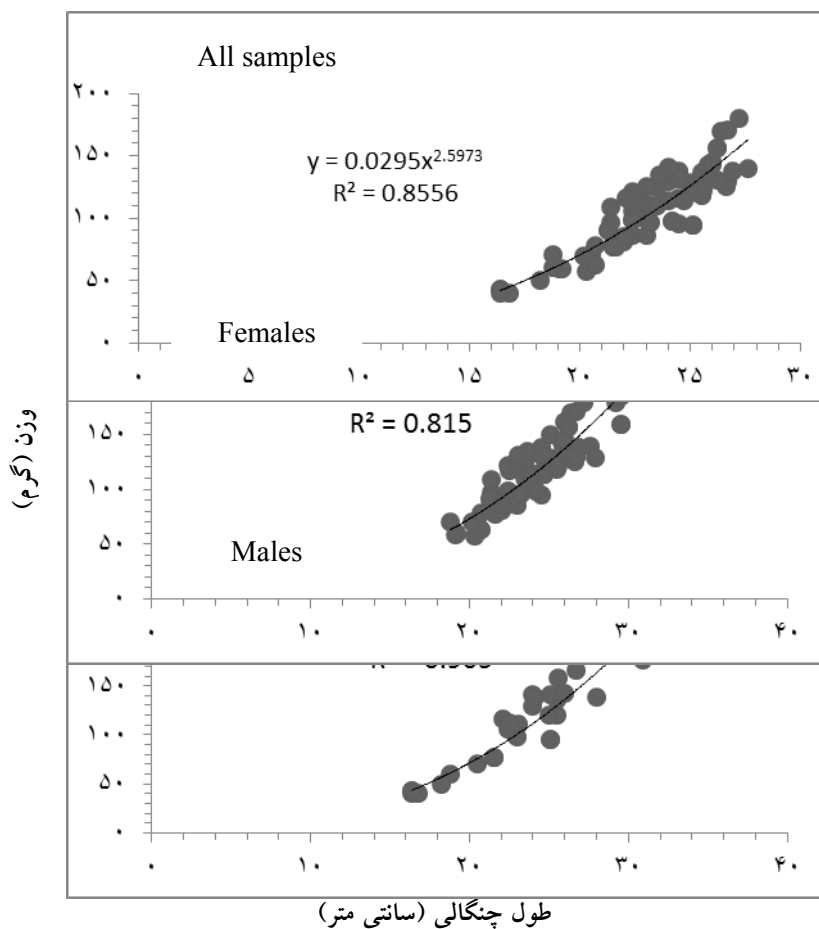
میانگین وزنی ماهیان به تفکیک جنس در کفال پوزه باریک نشان می‌دهد که ماهیان ماده با میانگین وزنی ۱۲۳/۰۶ گرم نسبت به نرها که دارای میانگین وزن ۱۱۴/۰۸ گرم بودند، دارای وزن بیشتری بودند (جدول ۴-۱۴). همچنین اختلاف سنگین‌ترین ماهی ماده با جنس نر در این گونه برابر ۴ گرم اندازه گیری شد

جدول ۴-۱۴- میانگین وزن ماهیان کفال پوزه باریک به تفکیک جنس در استان مازندران به تفکیک جنسیت

گونه	جنس	تعداد	میانگین (گرم)	خطای معیار	حداقل (گرم)	حداکثر (گرم)
کفال پوزه	نر	۳۱	۱۱۴/۰۸	۴۷/۵	۳۹/۸	۲۰۵/۳
باریک	ماده	۷۱	۱۲۳/۰۶	۳۵/۴	۵۷/۲	۲۰۹/۳

۴-۱-۳- رابطه رگرسیون طول و وزن

رابطه رگرسیون برقرار شده بین طول چنگالی و وزن ماهیان کفال پوزه باریک نشان می‌دهد که میزان شیب خط معادل $b=2/468$ است و با مقدار ۳ اختلاف دارد و چون مقدار b از ۳ کمتر است گویای رشد آلومتریک است (شکل ۴-۵).



شکل ۴-۵- رابطه طول و وزن ماهیان کفال کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در استان مازندران، ۱۳۹۱،

تعداد کل نمونه ها=۱۰۲، تعداد ماده‌ها=۷۱، تعداد نرها=۳۱

۵-۱-۳- رسیدگی جنسی

مطالعه نسبت جنسی در کفال پوزه باریک نشان داد که برتری با جنس ماده است و اینکه بیشترین تعداد ماهیان در بهمن ماه در مرحله رسیدگی ۲ (در حال رسیدگی) قرار داشتند. در فروردین ماه هیچکدام از نمونه ها در

مرحله رسیدگی ۵ (تخمیزی کرده) قرار نداشتند. در آبان ماه نیز حدود یک درصد از نمونه ها در مرحله رسیدگی جنسی ۳ قرار داشتند (جدول ۴-۱۵).

جدول ۴-۱۵ - فراوانی ماهیان کفال پوزه باریک در مراحل مختلف رسیدگی جنسی

مرحله ۵	مرحله ۳	مرحله ۲	
٪۴	٪۱	٪۵	آبان ۱۳۹۱
٪۷	-	٪۱۸	آذر ۱۳۹۱
٪۴	-	٪۹	دی ۱۳۹۱
٪۱۰	٪۱	٪۳۱	بهمن ۱۳۹۱
٪۴	٪۲	٪۲	اسفند ۱۳۹۱
-	٪۳	٪۱	فروردین ۱۳۹۲

بررسی گنادهای ۱۰۲ ماهی کفال پوزه باریک نشان داد که در آذرماه بیشترین تعداد نمونه‌ها در مرحله ۲ رسیدگی جنسی قرار داشتند و همچنین در دی ماه نیز ماهیچکدام از نمونه‌ها در مرحله ۳ رسیدگی جنسی دیده نشد (جدول ۴-۱۵).

۶-۱-۳- ضریب چاقی

محاسبه میانگین ضریب چاقی برای گونه کفال پوزه باریک در استان مازندران برابر ۰/۶۱ بود که بیشترین مقدار آن برای فصل اسفند ماه و در ایستگاه فریدونکنار مشاهده شد. کمترین مقدار ضریب چاقی (۰/۵۱) نیز در فروردین ماه ۱۳۹۲ و در ایستگاه فریدونکنار رویت شد (جدول ۴-۱۶).

جدول ۴-۱۶- ضریب چاقی (میانگین \pm انحراف معیار) کفال پوزه باریک طی ماه های مختلف در سال ۱۳۹۱ در استان مازندران

گونه	تعداد	میانگین (گرم)	خطای معیار	حداقل (گرم)	حداکثر (گرم)
کفال پوزه باریک	۱۰۲	۰/۶۱	۰/۱۲	۰/۵۱	۱/۱۱

۷-۱-۳- رشد لحظه‌ای

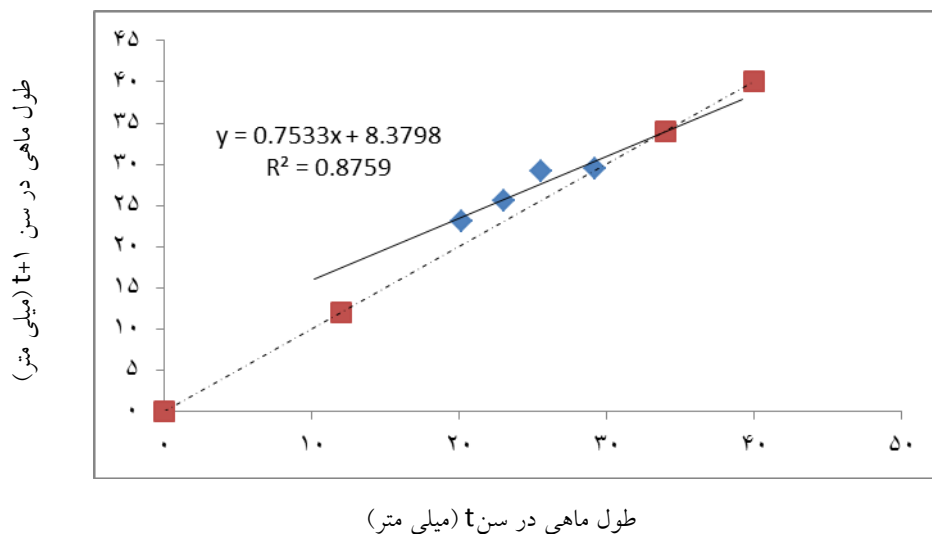
نتایج ضریب رشد لحظه‌ای کفال پوزه باریک در جدول ۴-۱۷ آمده است، همان‌طور که ملاحظه می‌شود گروه سنی دو ساله به سه ساله میزان رشد لحظه‌ای آن نسبت به گروه سنی سه به چهار ساله، چهار به پنج ساله و پنج ساله به شش ساله بیشترین میزان را نشان می‌دهد که بیان‌کننده‌ی بیشترین میزان رشد لحظه‌ای مربوط به این گروه سنی است.

جدول ۴-۱۷- ضریب رشد لحظه‌ای در کفال پوزه باریک طی ماه‌های مختلف در سال ۱۳۹۱ استان مازندران

سن	ضریب رشد لحظه‌ای در کل ماهیان
۲ به ۳	۰/۳۶
۳ به ۴	۰/۲۰
۴ به ۵	۰/۲۷
۵ به ۶	-۰/۰۹

۸-۱-۳- ضریب رشد (K)، طول بینهایت (L_{∞}) و محاسبه سن در شرایط نخستین (t_0)

میزان ضریب رشد برای ماهی کفال پوزه باریک با استفاده از طرح فورد - والفورد محاسبه شده است که طی آن بین طول ماهیان در سن t (محور X) و طول آنها در سن t+1 (محور Y) یک رابطه خطی برقرار گردید (شکل ۴-۶). با استفاده از مقادیر a و b رابطه، ضریب رشد برای ماهی کفال پوزه باریک $K=0/284$ در سال محاسبه گردید.



شکل ۴-۶- طرح فورد - والفورد برای محاسبه K و L_{∞} در ماهی کفال پوزه باریک استان مازندران، ۱۳۹۱

طول بینهایت برای گونه کفال پوزه باریک استان مازندران با استفاده از مقادیر a و b که از رابطه فورد - والفورد بدست آمده بود، محاسبه شد که برابر $33/92$ میلی متر بود.

جدول ۴-۱۸ - مقادیر مربوط به محاسبه k ، L_{∞} و \hat{O} در ماهی کفال پوزه باریک استان مازندران، ۱۳۹۱

a	b	k	L_{∞}	\hat{O}	t_0
۸/۳۷۹	۰/۷۵۳	۰/۲۸۴	۳۳/۹۲	۲/۵۰۸	-۱/۲

مقادیر k و L_{∞} محاسبه شده برای گونه کفال پوزه باریک توسط آزمون فی پریم مونرو مورد ارزیابی قرار گرفت که مقدار بدست آمده برابر ۲/۵۰۸ بود. مقدار t_0 برای این گونه برابر ۱/۲- مورد محاسبه قرار گرفت.

۴- بحث

۴-۱- پراکنش

میزان صید ماهیان استخوانی دریای خزر در آب‌های ایرانی دریای خزر طی دهه‌های گذشته به دلیل صید بی‌رویه و خارج از اندازه ماهیان استخوانی توسط شرکت‌های صیادی ایرانی و روسی، پایین رفتن سطح آب دریای خزر به همراه رواج کشت برنج و استفاده از آب رودخانه‌ها برای آبیاری مزارع و از بین رفتن بسیاری از محل‌های تکثیر طبیعی این ماهیان در رودخانه‌ها و تالاب‌های ساحلی و مختل شدن تکثیر طبیعی این گونه‌ها به شدت آسیب دید و سبب شد بعضی از گونه‌ها تا آستانه انقراض پیش‌روی کنند. شدت صید ماهیان استخوانی به حدی بود که تنها در عرض چند سال کل ذخیره برداشت شود (عبدالملکی، ۱۳۸۷).

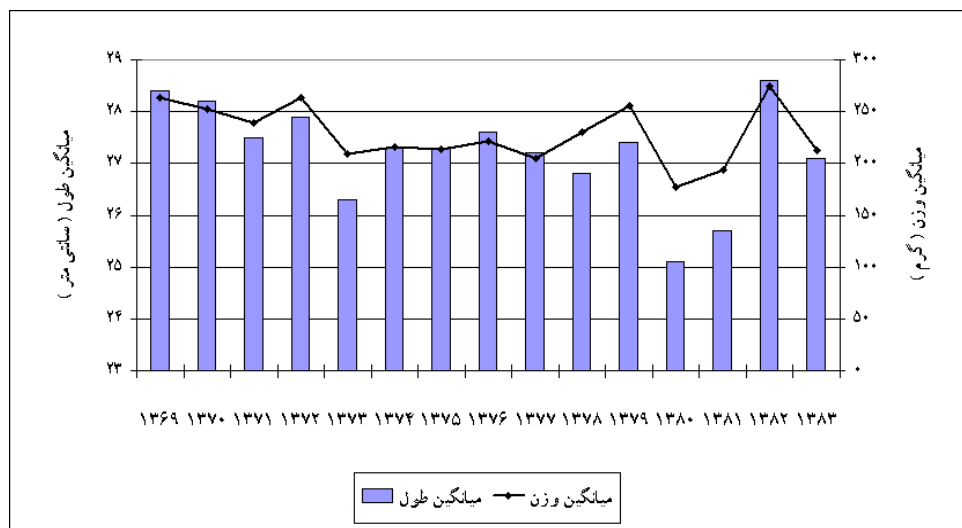
براساس آمار صید موجود از ماهیان استخوانی، میانگین صید کفال ماهیان در توالی پنج ساله از سال ۱۳۲۱ تا ۱۳۸۵ روندی افزایشی داشته و طی سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۵ با میانگین ۵۲۴۰ تن به حداکثر مقدار خود رسید. (دریانبرد، ۱۳۸۷).

از دو گونه کفال طلایی و کفال پوزه باریک که در ترکیب صید ماهیان استخوانی در ایران دیده می‌شوند، در دهه اخیر از صید کفال پوزه باریک بشدت کاسته شده است. در سال‌های ۱۳۸۹-۹۰ و ۱۳۹۰-۹۱ کفال پوزه باریک به ترتیب ۲ و ۱۰ درصد از ترکیب صید کفال ماهیان را دارا بود. در دهه اخیر همواره سهم صید کفال پوزه باریک کمتر از ۵ درصد بود ولی در سال ۱۳۹۰-۹۱ بدلیل افزایش صید ماهیان بیمار از دهه اول اسفند ۱۳۹۰ در منطقه نوشهر در استان مازندران و منطقه کياشهر در استان گیلان، بر فراوانی این گونه افزوده شد. یکی از دلایل کاهش قابل ملاحظه صید کفال پوزه باریک در دو دهه اخیر را می‌توان ورود شانهدار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر دانست. این شانهدار در سال‌های اخیر وارد دریای خزر شده و بدلیل مناسب بودن شرایط محیطی، بخوبی در دریای خزر گسترش یافته است (Ivanovet et.al, 2000).

۴-۲- ارزیابی کیفی طول و وزن کفال پوزه باریک

در تحقیق حاضر با توجه به شکل ۴-۱ از فصل قبل بیشترین فراوانی طول چنگالی نمونه‌ها برای طول ۲۶ سانتی‌متر بود که از نسبت اندازه‌گیری شده در سال ۹۰-۹۱ مقدار ۲ سانتی‌متر کمتر است. تغییرات ۱۵ سال اخیر میانگین طول و وزن کفال پوزه باریک در سواحل ایرانی دریای خزر در شکل ۵-۱ نشان داده شده است. بطوریکه مشاهده می‌شود در مجموع طی سال‌های ۱۳۶۹ لغایت ۱۳۸۳ میانگین طول و وزن این ماهی روند کاهشی را طی نموده که علت آن فشار صید و صیادی و محدود شدن ذخایر این گونه و یا بیماری آنها می‌باشد. لازم به ذکر است که میزان صید کفال پوزه باریک از ۹۲۰ تن در سال ۱۳۷۳ به حدود ۳۳ تن در سال ۱۳۸۵ رسیده است که ۳۰ برابر کاهش نشان می‌دهد. افزایش غیر عادی میانگین طول و وزن کفال پوزه باریک طی سال‌های ۱۳۸۲ و ۱۳۸۳ می‌تواند ناشی از تعداد اندک نمونه‌های بررسی شده باشد (بترتیب ۵۸ و ۲۶

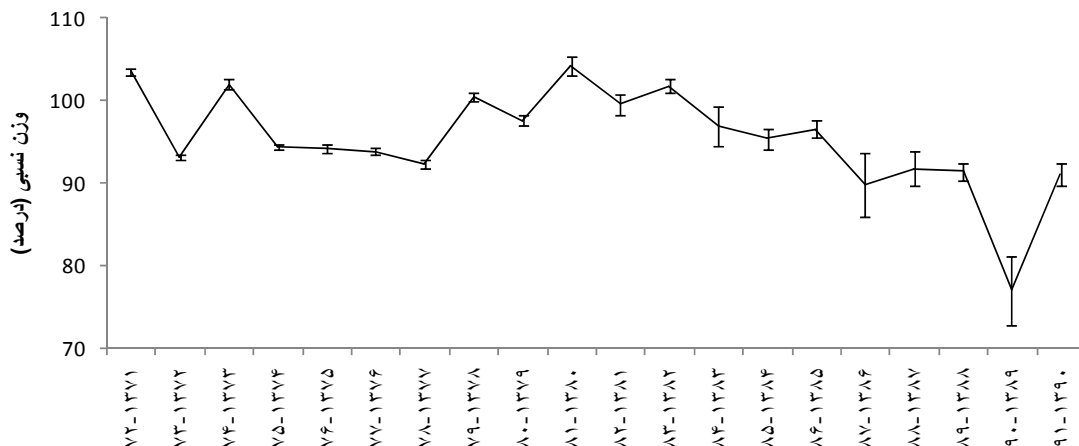
عدد ماهی). فراوانی طولی ماهیان صید شده کفال پوزه باریک در کل سواحل ایران طی سال‌های ۷۲-۱۳۷۱ الی ۹۱-۱۳۹۰ نشان می‌دهد که کمترین و بیشترین فراوانی ماهیان نابالغ به ترتیب ۶/۲۷ و ۲/۹۱ درصد بود. در سال ۱۳۹۱ بیشترین فراوانی نمونه‌ها در طبقه طولی ۲۶-۲۴ سانتی‌متر مشاهده شد که نزدیک به طول چنگالی ۲۸ سانتی‌متر که طول استاندارد صید این ماهی است می‌باشد.



شکل ۵-۱- تغییرات میانگین طول و وزن کفال پوزه باریک در سواحل ایرانی دریای خزر (عبدالملکی، ۱۳۸۷)

حداکثر طول (TL) مشاهده شده در نمونه‌های ماهی کفال پوزه باریک در خلیج گرگان ۳۱/۵۰ سانتی‌متر، مربوط به یک ماده ۷ ساله بود. این گونه‌ها از مناطق ساحلی دریا از جنوب شرقی دریای مازندران گزارش شده بودند ۳۲/۹۰ سانتی‌متر FL و سن +۸ سال را داشتند (Fazli, 1999).

در تحقیق حاضر میانگین وزن برای تعداد ۱۰۲ نمونه کفال پوزه باریک مقدار ۱۲۰/۳ گرم محاسبه شد که رشد چشمگیری را نسبت سال‌های قبل نشان می‌دهد. میزان وزن نسبی کفال پوزه باریک از ۱۰۳/۵ درصد در سال ۷۲-۱۳۷۱ به ۹۲/۳ درصد در سال ۷۸-۱۳۷۷ کاهش یافت. حداکثر میزان این شاخص در سال ۸۱-۱۳۸۰ برابر ۱۰۴/۲ درصد برآورد شد. طی سال‌های بعد مقدار آن روند کاهشی داشت و در سال ۹۰-۱۳۸۹ به حداقل میزان خود یعنی ۷۶/۹ درصد رسید. ولی در سال ۹۱-۱۳۹۰ مجدداً به ۹۱/۰ درصد افزایش یافت (شکل ۵-۲).



شکل ۵-۲: مقادیر وزن نسبی کفال پوزه باریک در سواحل ایران در دریای خزر طی سالهای بهره برداری ۷۲-۱۳۷۱ الی ۹۱-۱۳۹۰ (فضلی، ۱۳۹۱)

۳-۴- گروه سنی

در این تحقیق میانگین سن ۱۰۲ نمونه ماهی کفال پوزه باریک مقدار ۳/۵ سال را نشان داد که مسن‌ترین ماهی ۶ ساله و جوان‌ترین ماهی ۲ ساله بود (جدول شماره ۴-۵). در مقایسه دو جنس نر و ماده، ماده‌ها دارای میانگین سنی بیشتری بودند که بزرگترین ماهی جنس ماده ۶ ساله بود. طی سالهای ۹۰-۱۳۸۹ و ۹۱-۱۳۹۰ به ترتیب ۱۲۸ و ۱۶۸ عدد ماهی کفال پوزه باریک تعیین سن گردید. دامنه سنی در سالهای مذکور به ترتیب ۲ تا ۷ ساله و ۳ تا ۱۱ ساله بود. در سال ۹۰-۱۳۸۹ بیشترین فراوانی با ۷۹/۷ درصد مربوط به گروههای سنی ۳ و ۴ ساله و در سال ۹۱-۱۳۹۰ با ۷۵/۶ درصد مربوط به گروههای سنی ۴ و ۵ ساله بود. در سال ۹۰-۱۳۸۹ بیشترین فراوانی را گروه سنی ۴ ساله با ۴۹/۲ درصد داشت (جدول ۵-۱ و ۵-۲). همچنین بیشترین فراوانی در سال ۹۱-۱۳۹۰ با ۴۷/۰ درصد در گروه سنی ۵ ساله مشاهده شد (دریانبرد، ۱۳۹۱).

جدول ۵-۱ فراوانی (درصد) ماهی کفال پوزه باریک به تفکیک سن در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای ۹۰-۱۳۸۹

گروه سنی	۲	۳	۴	۵	۶	۷	مجموع
فراوانی	۳/۹	۳۰/۵	۴۹/۲	۱۱/۷	۲/۳	۲/۳	۱۰۰

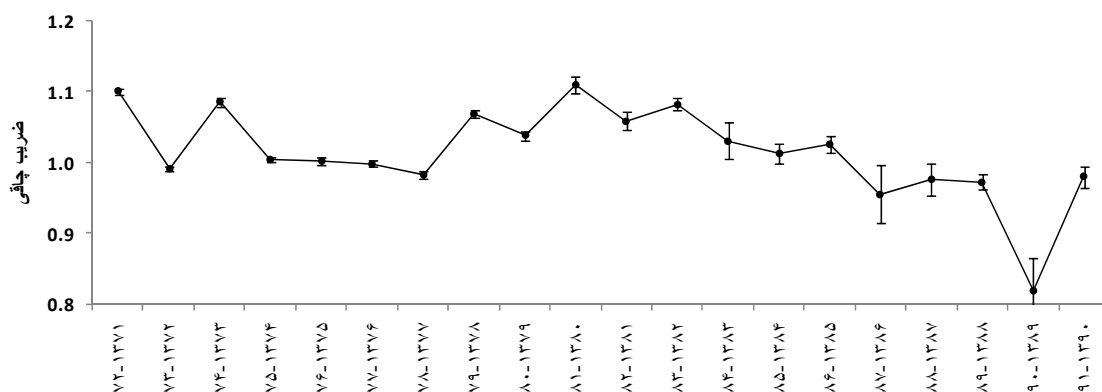
جدول ۵-۲ فراوانی (درصد) ماهی کفال پوزه باریک به تفکیک سن در سواحل ایرانی دریای خزر طی سالهای ۹۱-۱۳۹۰

گروه سنی	۳	۴	۵	۶	۷	۸	۹	۱۰	۱۱	مجموع
فراوانی	۶/۰	۲۸/۶	۴۷/۰	۱۱/۹	۱/۸	۰/۶	۰/۶	۲/۴	۱/۲	۱۰۰

برای گونه *L. saliens* در تالاب Beymelek در ترکیه نیز افراد مسن تر از سه سال به ندرت در تالاب حضور داشتند (مسن ترین ماهی ۵ ساله بود). بیشترین فراوانی سن در صید مربوط به ماهیان ۱ ساله بود و نود درصد نمونه ها در محدوده‌ی سنی ۰، ۱ و ۲ سالگی بودند (Balik, 2011). Hossucu در سال ۲۰۰۱، Katselis و همکارانش در سال ۲۰۰۲ و پاتیمار در سال ۲۰۰۸ مقدار حداکثر سن بالاتری را نسبت به تالاب Beymelek گزارش کردند. این در حالی است که حداکثر سن برای تحقیق حاضر ۶ سال محاسبه شد. حداکثر سن گونه *L. saliens* در این مطالعه کمتر از سن مشاهده شده توسط فضلی (۱۹۹۹) و ایرانی (۲۰۰۱) بود. فضلی (۱۹۹۹) حداکثر سن ۸+ ساله را برای نمونه‌های سواحل جنوب شرقی دریای مازندران یافت، و ایرانی (۲۰۰۱) حداکثر سن کفال را ۶+ سال برای نرها و ۸+ برای ماده‌ها در تالاب قمیشان ثبت کرد.

۴-۴- ضریب چاقی

مقادیر مختلف فاکتور وضعیت می‌تواند به دلایل مانند زی توده‌ی متفاوت، نامتجانس بودن غذا و فصول مختلف صید مرتبط باشد (ساونکووا، ۱۹۹۴؛ کاسیانوف و همکاران، ۱۹۹۵). در پژوهش حاضر این مقدار ۰/۶۱ محاسبه شد که نسبت به سال ۹۱-۱۳۹۰ میزان این شاخص کاهش چشمگیری را داشته است (شکل ۵-۳). ضریب چاقی ماهی کفال پوزه باریک در طی سال‌های بهره‌برداری ۷۲-۱۳۷۱ الی ۸۶-۱۳۸۵ تغییرات اندکی داشت و بین ۰/۹۸ الی ۱/۱۱ متغیر بود. از سال ۱۳۸۶ به بعد روند کاهشی داشته و در سال ۹۰-۱۳۸۹ به حداقل میزان خود رسیده است (۰/۸۲).



شکل ۵-۳ - میانگین ضریب چاقی کفال پوزه باریک (\pm خطای معیار) در سواحل ایران در دریای خزر (سالهای بهره‌برداری ۷۲-۱۳۷۱ الی ۹۱-۱۳۹۰) (فضلی، ۱۳۹۱)

Patimar در سال ۲۰۰۸ گزارش نمود که تغییرات ضریب چاقی کفال پوزه باریک دارای دو فاز می‌باشد که فاز اول تحت تاثیر رشد گنادهاست و فاز دوم تحت تاثیر سرمای زمستان قرار دارد. تمام نمونه‌های بررسی شده در این مطالعه در فصول پائیز و زمستان جمع آوری شده‌اند و تغییرات میزان ضریب چاقی هر سال ناشی از تغییر اندازه گنادها نمی‌باشد. بنابراین کاهش میزان ضریب چاقی ماهی کفال پوزه باریک در این تحقیق نسبت به دو

دهه اخیر احتمالاً می‌تواند ناشی از شرایط جوی و دسترسی به غذا باشد. همچنین طبق مطالعات انجام شده رابطه مستقیمی بین چربی موجود در بدن ماهی و وزن نسبی وجود دارد (Anderson and Neumann, 1996). بنابراین تغییرات این شاخص نیز نشان می‌دهد که در طی ۵-۴ سال اخیر ماهی کفال پوزه باریک نسبت به گذشته لاغرتر شده و غذای کمتری در دسترس آن بوده و یا به عبارت دیگر شدت تغذیه ماهی کاهش یافته است.

جدول ۵-۳ - فراوانی (درصد)، میانگین طول چنگالی (سانتیمتر) و وزن کل (گرم) ماهی کفال پوزه باریک به تفکیک سن در سواحل ایرانی دریای خزر در سال ۹۰-۱۳۸۹ (دریابرد، ۱۳۹۱)

گروه سنی	۲	۳	۴	۵	۶	۷	مجموع
فراوانی	۳/۹	۳۰/۵	۴۹/۲	۱۱/۷	۲/۳	۲/۳	۱۰۰
طول چنگالی	۲۲/۳	۲۳/۱	۲۵/۷	۲۸/۱	۳۱/۰	۳۴/۲	۲۵/۴
انحراف معیار	۱/۲	۲/۴	۳/۵	۳/۹	۲/۸	۳/۰	۳/۹
وزن کل	۹۸/۰	۱۰۷/۱	۱۴۲/۶	۱۷۴/۰	۲۴۹/۷	۳۱۱/۷	۱۴۰/۲
انحراف معیار	۱۶/۴	۳۸/۲	۵۳/۸	۶۱/۲	۵۶/۰	۵۸/۲	۶۲/۴

در پژوهش حاضر بیشترین تعداد افراد مربوط به گروه سنی ۴ ساله‌ها بود که مطابق جدول ۵-۳، بیشترین فراوانی نمونه‌ها در سال ۸۹ و ۹۰ متعلق به گروه سنی ۴ ساله می‌باشد.

۵-۴- رابطه طول و وزن و طول بینهایت

رابطه رگرسیون برقرار شده بین طول چنگالی و وزن ماهیان کفال پوزه باریک نشان داد که مقدار a برابر است با $۰/۰۴۳$ و میزان شیب خط معادل $b=۲/۵۹$ است که با مقدار ۳ اختلاف دارد و چون مقدار b از ۳ کمتر است گویای رشد آلومتریکی منفی است ($p<0.05$) (شکل ۴-۳). برای همین گونه در سال ۹۰-۱۳۸۹ مقدار ضریب ثابت a و مقدار b به ترتیب $۰/۰۶۶۴$ و $۲/۳۵$ که همانند تحقیق حاضر گویای رشد آلومتریکی منفی است، اما در سال ۹۱-۱۳۹۰ برای گونه کفال پوزه باریک این مقادیر به ترتیب $۰/۰۰۶۶$ ، $۳/۱$ محاسبه شد که برعکس موارد قبل، بیانگر رشد آلومتریکی مثبت می‌باشد (دریابرد، ۱۳۹۱). همچنین فضلی (۱۹۹۹) با استفاده از رابطه طول چنگالی- وزن، رشد آلومتریکی منفی ($b=۲/۹۴۰$) را برای ترکیب جنسیتی نمونه‌ها در جنوب شرقی دریای مازندران مشاهده کرد، اما ایرانی (۲۰۰۱) که رابطه طول کل- وزن این گونه‌ها را در تالاب گمیشان مطالعه کرده بود، رشد آلومتریکی مثبت ($b=۳/۰۱۵$ برای جنس نر و $b=۳/۱۰۸$ برای جنس ماده) را برای هر دو جنس گزارش کرد.

در کفال‌های ساکن تالاب Beymelek در ترکیه (۲۰۱۰) مقدار شیب (b) از رابطه طول- وزن نشان داد که رشد برای نرها، ماده‌ها و همه‌ی نمونه‌ها ایزومتریکی است. همین نتیجه نیز با مطالعات Buhan (۱۹۹۸)، Egemen و همکارانش (۱۹۹۹) و Hossucu (۲۰۰۱) در سایر تالاب‌های ترکیه مطابقت داشت. از طرف دیگر، مقدار b برای

گونه‌ی *L. saliens* توسط Akyol (۱۹۹۹) در تالاب هوما ($b=3/124$) Koutrakis and Tsikliras (۲۰۰۳) در مصب Strymon ($b=2/984$) Verdiell-Cubedo (۲۰۰۶) در لاگون ساحلی Mar Menor اسپانیا ($b=3/041$) و Katselis و همکارانش (۲۰۰۲) در تالاب Messolonghi Etoliko ($b=3/01$) گزارش شد. این تغییرات می‌تواند ناشی از شرایط زیست محیطی و بعضی ویژگی‌های بیولوژیکی جمعیت‌های ماهی نسبت داده شود که به عنوان فشار انتخابی بر روی جمعیت‌ها تاثیر گذار است. علاوه بر این، مقادیر b در ماهی بر طبق گونه، جنس، سن، فصول و غذا متفاوت است (Bagenal and Tesch, 1978).

مقادیر k و L_{∞} محاسبه شده برای گونه کفال پوزه باریک در این پژوهش $0/284 \text{ year}^{-1}$ و $33/92$ سانتیمتر محاسبه شد. طول بینهایت برای گونه *L. saliens* در تالاب Beymelek در ترکیه $L_{\infty}=39/90$ محاسبه شد (Balik et al., 2011) که مشابه مقادیر تخمین زده شده توسط Buhan (۱۹۹۸) بود، اما Cardona (۱۹۹۹)، Katselis و همکارانش (۲۰۰۲) و پاتیمار (۲۰۰۸) مقدار طول بینهایت بزرگتری را محاسبه کردند. نتایج همه مطالعات نشان داد که مقادیر L_{∞} و k برای اعضای این گونه که در مناطق مختلف مدیترانه‌ای زندگی می‌کنند به ترتیب بین ۳۰ و ۴۰ سانتیمتر و $0/2$ و $0/5 \text{ (year}^{-1}\text{)}$ در نوسان است (Balik et al., 2011). پاتیمار (۲۰۰۸) نشان داد که برای همین گونه مقدار L_{∞} ماده‌ها بیشتر از جنس نر است. این امر ممکن است به این دلیل باشد که ماده‌ها سریعتر از نرها رشد می‌کنند و زندگی طولانی‌تری دارند (Weatherly, 1972)، ضریب رشد بالاتر برای ماده‌ها تاکید می‌کند که آن‌ها در ابتدا به سرعت رشد می‌کنند و اوایل رشد در زمان کوتاه‌تری به طول بینهایت خود می‌رسند. در خلیج گرگان نیز طول بینهایت برای هر جنس به صورت جداگانه‌ای محاسبه شده بود، که برای همین گونه در تالاب گمیشان مقادیر بالاتری محاسبه شد (Patimar, 2008).

مقادیر طول بینهایت (L_{∞}) و ضریب رشد (K) در سایر گونه‌ها از جمله کفال طلائی در سال ۷۱-۱۳۷۰ به ترتیب ۵۸ سانتیمتر و $0/37$ (غنی نژاد و مقیم، ۱۳۷۲)، در سال ۸۲-۱۳۸۱ به ترتیب ۷۵ سانتیمتر و $0/105$ (غنی نژاد و همکاران، ۱۳۸۲) و طی سالهای ۸۷-۱۳۸۶ تا ۸۹-۱۳۸۸ به ترتیب $62/7$ سانتیمتر و $0/15$ (فضلی، ۱۳۹۰) در سال ۱۳۹۱ به ترتیب $71/1$ سانتیمتر و $0/11$ (فضلی، ۱۳۹۱) گزارش شد.

برای گونه *L. saliens* در سال ۲۰۰۲ در تالاب Messolonghi Etoliko، طول $L_{\infty}=32/99 \pm 1/25$ سانتی متر و $K=0/258 \pm 0/017$ در سال محاسبه شد. تخمین زده شده است که کفال *leaping* از سایر گونه‌های *Liza* در تالاب‌های Messolonghi Etoliko، دارای L_{∞} کوچکتر و مقدار k بزرگتری باشد. برای *L. aurata* در منطقه مشابه، مقادیر Von Bertalanffy برابر $L_{\infty}=69/6$ سانتی متر و $K=0/136$ می‌باشد (Hotos, 1999)، در حالی که برای گونه *L. ramada* این مقادیر برابر $L_{\infty}=56/3$ سانتی متر و $K=0/179$ در سال می‌باشد (Minos, 1996) که این نتایج ارتباط نزدیکی با نتایج تالاب Porto Lagos دارد (Koutrakis and Sinis, 1994). بیشترین مقادیر L_{∞} و k برای کفال *leaping* که ساکن مناطق مختلف مدیترانه است بین ۳۰ و ۳۹ سانتی متر و $0/23$ و $0/30$ در سال به ترتیب می‌باشد.

۴-۶- پیشینه پردازی

مدل‌های پیشینه پردازی کاربرد وسیعی در مطالعات آبریزان، به‌ویژه در محیط‌های طبیعی، و در زمان وجود اختلافاتی در میزان رشد و سن جمعیت‌ها دارد (Johal, 2001). به همین دلیل در محاسبه پارامترهای معادله رشد برتالانفی، همانند بسیاری از محققان از طول‌های محاسباتی استفاده شد (Tarkan et al., 2005). میزان پارامترهای معادله رشد برتالانفی در جمعیت‌های مختلف متنوع بوده که این تنوع در جمعیت‌های مختلف از یک گونه را می‌توان به تفاوت اندازه بزرگترین نمونه‌ها در هر یک از جمعیت‌ها و یا تنوع پارامترهای یک گونه نسبت داد که در شرایط مختلف محیطی غالب، به ویژه دما و شرایط تغذیه‌ای به وجود می‌آید.

جدول ۴-۵ - میانگین طول back calculation و پارامترهای رشد وان برلانتفی برای گونه *liza saliens* (اقتباس از Katselis et al., 2002)

Total length (L_i) at age i												
Region	sex	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_{∞}	K	t_0	Author
w. Greece lagoons	M	۱۰/۵	۱۵/۷۷	۱۹/۴۹	۲۰/۹۸	۲۵/۱۶			۲۹/۹	۰/۳۰	-۰/۴۲	Katselis et al., 2002
Messolonghi Etoliko	F	۱۰/۴	۱۵/۸	۱۹/۵	۲۲/۴	۲۵/۴	۲۶/۴		۳۲/۹	۰/۲۵	-۰/۵۰	
Loutsia lagoon(Epirus)	B	۹/۹	۱۴/۴	۲۱/۱	۲۲/۵				۴۲/۳	۰/۱۶	-۰/۸۲	Giatnisi, 1985
Porto Lagos lagon	M	۱۱/۵	۱۷/۸	۲۲/۱	۲۵/۰	۲۷/۴	۳۰/۷	۳۲/۲	۳۳/۸	۰/۳۲	۰/۳۴	
Lake Vistonida	B	۱۱/۴	۱۷/۹	۲۱/۸	۲۵/۶	۲۸/۱			۳۶/۷	۰/۲۸	-۰/۳۴	
w. mediterranean	B	۹/۲	۱۶/۵	۲۲/۲	۲۶/۲				۳۸/۴	۰/۲۹	-۰/۶۲	Ezzat, 1965
Lake Edku (Egypt)	M	۸/۲	۱۳/۵	۱۶/۷					۲۱/۵	۰/۵۰	۰/۰۵	Elzarka et al., 1970
	F	۹	۱۴/۵	۱۷/۶					۲۱/۶	۰/۵۷	۰/۰۶	

نرخ رشد متفاوت گونه *Liza saliens* در مناطق مختلف را می‌توان غیر از تفاوت‌های دمایی به عوامل دیگری مانند در دسترس بودن مواد غذایی و یا روابط وابسته به تراکم نسبت داد (El zarka et al., 1970; Drake et al., 1984b). تغذیه کفال به تولید اولیه وابسته است زیرا این ماهیان اساساً از جلبک و دیاتوم‌ها تغذیه می‌کنند، اگرچه آن‌ها از ژئوپلانکتون‌ها و ژئوبنتوزها نیز تغذیه می‌کنند (Brusle, 1981). بنابراین، نرخ رشد کمتر که در این مطالعه تخمین زده شد می‌تواند به دلیل تولید اولیه پایین باشد.

از مقایسه‌ی طول‌های حاصل از مطالعات پیشینه‌پردازی فلس ماهی کفال پوزه باریک در این پژوهش (جدول ۴-۹) با مطالعات گذشته (جدول ۴-۵) می‌توان بدین صورت نتیجه گرفت که طول‌های محاسبه شده در سن‌های ۲ تا ۶ سال برای این تحقیق با مطالعات گذشته کاملاً همخوانی دارد.

در مجموع باید گفت که در مطالعات فلس و بررسی وسعت مناطق رشد در فلس‌ها، حدود ۴۸ درصد از رشد فلس در سن یک سالگی اتفاق می‌افتد و تنها ۲۱/۰۸ درصد از افزایش ناحیه رشد در روی فلس در سن ۲ سالگی اتفاق می‌افتد. با افزایش سن ماهی، این روند کاهش یافته و در ۶ سالگی تنها حدود ۲/۶۹ درصد از رشد در فلس شکل می‌گیرد. با توجه به اینکه بعد از سه سالگی، اختلاف در میزان رشد معنی‌دار نیست، می‌توان گفت که

کفال پوزه باریک تا رسیدن به مرحله بلوغ بخش اعظم رشد خود را انجام می دهد. مطالعه حاضر نشان می دهد که کفال پوزه باریک بعد از رسیدن به سن بلوغ، بسیار کند و آهسته رشد می کند و در واقع عمده رشد خود را تا سه سالگی انجام می دهد.

مقایسه اختلاف های موجود در این فواصل نشان می دهد که اختلاف ابعاد مناطق رشد در برخی از سنین معنی دار است. به عنوان مثال وسعت ناحیه رشد در ماهیان طی سال دوم یک اختلاف معنی داری با سال های دیگر دارد و رشد در حقیقت بیشتر از سنین دیگر بوده است. این موضوع در مورد سال سوم حیات آنها نیز مشهود است. ولی در سال چهارم، میزان رشد روی فلس ها تنها با سال های دوم و سوم اختلاف معنی داری دارد و با رشد صورت گرفته در سنین ۵ و ۶ این اختلاف ها معنی دار نیست ($P > 0.05$). در شمارش تعداد حلقه ها در نواحی رشد سالانه، حلقه های تیره شمرده شده است. میانگین تعداد حلقه ها در سنین مختلف در جدول ۴-۱۲ مشخص شده است. مطالعات حاضر نشان می دهد که میانگین تعداد حلقه ها در اولین سال حیات ماهی $95/5 \pm 17/6$ حلقه است. بیشترین تعداد حلقه ها در این سن ۱۵۱ حلقه و کمترین تعداد با ۴۰ حلقه ثبت شده است. تعداد حلقه های رشد در نواحی سالانه هم با افزایش سن کاهش پیدا می کند. بطوریکه در ۳ و ۴ سالگی تنها به ترتیب $32/2 \pm 7/8$ و $22/9 \pm 5$ حلقه می رسد و در ۶ سالگی تنها به $11/5 \pm 0/7$ عدد می رسد. در صورتی که این تعداد حلقه در طول سال را با تعداد روزهای سالانه در نظر بگیریم، متوجه می شویم که در سال اول زندگی حدوداً هر ۴ روز یک حلقه تشکیل می گردد و به تدریج در سال های دوم تا ششم این تعداد به $7/5$ ، $15/9$ ، $21/9$ و $31/7$ روز می رسد و تقریباً در سن های بالا هر ماهه یک حلقه تشکیل می شود.

پیشنهادها

۱- بعد از ماهی سفید، کفال ماهیان مهمترین ماهی در ترکیب صید آبهای ایرانی دریای خزر می باشد و با توجه به اینکه نسبت صید برای کفال پوزه باریک روبه افزایش است، می بایست ذخایر این گونه مورد توجه بیشتری قرار گیرد.

۲- از آنجا که گونه ی کفال پوزه باریک علاوه بر سواحل ایرانی دریای خزر، در سایر سواحل دریای خزر نیز زندگی می کند و به عنوان ذخیره ای مشترک از آن یاد می شود، ضروری است که تمام کشورهای حوضه خزر نسبت به مطالعه و بررسی های بیولوژیکی و حفظ ذخایر این گونه با هم همکاری داشته باشند.

۳- با توجه به افزایش شدید صید ماهیان استخوانی از جمله کفال ماهیان و وجود عوامل و شرایط نامناسب محیطی از جمله ورود شانه دار مهاجم *Mnemiopsis leidyi* به دریای خزر که تأثیر منفی بر بازسازی طبیعی ذخایر داشته است، بهتر است که تکثیر مصنوعی و رهاسازی بچه ماهیان به منظور بازسازی ذخایر، در دستور کار سازمان شیلات ایران قرار گیرد.

منابع

- اصلان پرویز، حسن. ۱۳۷۰. کفال ماهیان دریای خزر. ماهنامه آبزیان. ۱۴، صفحه ۲۵-۲۰.
- پرافکنده حقیقی، فرخ. ۱۳۸۷. تعیین سن در آبزیان. تهران: موسسه تحقیقات شیلات ایران، مدیریت اطلاعات عمومی.
- دریانبرد، غلامرضا. ۱۳۸۷. مطالعه خصوصیات تولیدمثلی ماهی کفال طلائی (*Liza aurata*) در سواحل جنوبی دریای خزر (استان مازندران). پایان نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان. ۱۱۰ صفحه.
- دریانبرد، غلامرضا، شهرام عبدالملکی، داود کر و غلامعلی بندانی. ۱۳۸۸. ارزیابی ذخایر ماهیان استخوانی در سواحل ایرانی دریای خزر (۸۶-۱۳۸۴). مؤسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۵۸ صفحه.
- رضوی صیاد، ب. ۱۳۶۹. اریابی و مدیریت ذخایر ماهیان استخوانی و اقتصادی دریای مازندران مرکز تحقیقات شیلات استان گیلان. ۸۶ صفحه.
- روحی، ابوالقاسم و حسن فضل‌ی. ۱۳۸۱. بررسی میزان تراکم و زیتوده *Mnemiopsis leidyi* در آب‌های سواحل مازندران و گلستان در طی سال‌های ۸۰-۱۳۷۹. اولین همایش ملی شانه‌داران دریای خزر، ساری، ۱۳۸۱.
- ستاری، مسعود. ۱۳۸۵. ماهی شناسی (۱) (تشریح و فیزیولوژی). تهران: حق شناس، ۴۲۲.
- فضل‌ی، حسن. ۱۳۷۸. مطالعه برخی از خصوصیات زیستی ماهی کفال پوزه باریک (*Liza saliens*) در سواحل جنوبی دریایی خزر. مجله علمی شیلات، ۸: ۴، صفحه ۳۷-۲۹.
- فضل‌ی، حسن و داود غنی نژاد. ۱۳۸۳. بررسی صید و برخی جنبه‌های زیست‌شناختی کفال ماهیان درحوضه جنوبی دریای خزر. مجله علمی شیلات ایران، ۱۳: ۱، صفحه ۹۷-۱۱۳.
- قاسم اف، آ. گ. ۱۹۹۴. اکولوژی دریای خزر. ترجمه: ابوالقاسم شریعتی. موسسه تحقیقات شیلاتی ایران. ۲۷۲ صفحه.
- قاسم اف، ع، ح، ۱۹۸۷. دنیای جانوران دریای خزر، مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان، بندر انزلی. ۴۸ صفحه.
- کازانچف، ا، ا، ن، ۱۹۸۱. ماهیان دریای خزر و حوزه آبریز آن. مترجم: شریعتی، ابولقاسم، ۱۳۷۱. شرکت سهامی شیلات ایران. تهران. ۱۷۱ص.
- Abou-Seedo F., Otieno M. J., Dadzie S., 2002. Length-Weight Relationship, Condition Factor and Gonadosomatic Index of *Liza klunzingeri* (day, 1888) in Kuwait Bay: Comparison of Data from 1980s and 1990s. *Zoology in the Middle East*, 25(1): 37-47.
- Aladin N., Plotnikov I., 2004. The Caspian Sea. Lake Basin Management Initiative Thematic Paper.
- Aladin, N., Plotnikov, I. 2004. The Caspian Sea. Pp: 4-6, Available from: <http://www.worldlakes.org>
- Albertini-Berhaut J., 1974. Biologie des Stades Juveniles de Teleosteens Mugilidae *Mugil auratus* Risso 1810, *Mugil capito* Cuvier 1829 *Mugil saliens* Risso 1810. *Aquaculture*, 4: 13-27.
- Anderson R.O. and R.M. Neumann. 1996. Length, Weight, and Associated Structural Indices. In: *Fisheries Techniques*, 2nd ed. (Murphy, B. R. and D. W. Willis, Eds.).pp. 447-482. Bethesda, MD: American Fisheries Society.

- Arpe K., Leroy S. A., 2007. The Caspian Sea Level Forced by the Atmospheric Circulation, as Observed and Modelled. *Quaternary International*, 173: 144-152.
- Aubrey D.G., Glushko T.A., Ivanov V.A. 1994. Conservation of Biological Diversity of the Caspian Sea and its Coastal Zone. A Proposal to the Global Environment Facility, Report to GEF, 250 p.
- Baltz D. M., 1991. Introduced Fishes in Marine Systems and Inland Seas. *Biological Conservation*, 56(2): 151-177.
- Barkman R. C., 1978. The Use of Otolith Growth Rings to Age Young Atlantic silversides, *Menidia menidia*. *Transactions of the American Fisheries Society*, 107(6): 790-792.
- Beacham T. D., 1981. Variability in Growth During the First 3 Years of Life of Cod (*Gadus morhua*) in the Southern Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal of Zoology* 59(4) :614-620.
- Beamish R. J., McFarlane G., 1983. The Forgotten Requirement for Age Validation in Fisheries Biology. *Transactions of the American Fisheries Society*, 112(6): 735-743.
- Blaber S., Whitfield A., 1977. The Feeding Ecology of Juvenile Mullet (Mugilidae) in South-East African Estuaries. *Biological Journal of the Linnean Society*, 9(3): 277-284.
- Braaten P. J., Doeringsfeld M. R., Guy C. S., 1999. Comparison of Age and Growth Estimates for River Carpsuckers Using Scales and Dorsal Fin Ray Sections. *North American Journal of Fisheries Management*, 19(3): 786-792.
- Brown M. E. 1957. Experimental Studies on Growth. In. *The Physiology of Fishes*, Academic Press, N.Y.I: 361-400
- Campana S., 2001. Accuracy, Precision and Quality Control in Age Determination, Including a Review of the Use and Abuse of Age Validation Methods. *Journal of Fish Biology*, 59(2): 197-242.
- Campana S. E., 1990. How Reliable are Growth Back-Calculations Based on Otoliths? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 47(11): 2219-2227.
- Cardinale M., Arrhenius F., 2004. Using Otolith Weight to Estimate the Age of Haddock (*Melanogrammus aeglefinus*): a Tree Model Application. *Journal of Applied Ichthyology*, 20(6): 470-475.
- Cardona L., 1999. Age and Growth of Leaping Grey Mullet (*Liza saliens* (Risso, 1810) in Minorca (Balearic Islands). *Scientia Marina*, 63(2): 93-99.
- Carlander K. D., 1982. Standard Intercepts for Calculating Lengths from Scale Measurements for Some Centrarchid and Percid Fishes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 111(3): 332-336.
- Cheung W. W., Watson R., Morato T., Pitcher T. J., Pauly D., 2007. Intrinsic Vulnerability in the Global Fish Catch. *Marine Ecology-Progress Series* 333:1.
- Chugunova N.I., 1963. *Handbook for the Study of Age and Growth Studies in Fishes* (English Translation). Washington: National Science Foundation.
- DeVries D.R., Frie R.V. 1996. Determination of Age and Growth. In: B.R. Murphy., D.W. Willis (eds) *Fisheries Techniques* 2nd edn. Bethesda, MD: American Fisheries Society, pp: 483-512.
- Dumont H., 1998. The Caspian Lake: History, Biota, Structure, and Function. *Limnology and Oceanography*, 43(1): 44-52.
- Facade S., Olaniyan C., 1973. The Food and Feeding Interrelationship of the Fishes in the Lagos lagoon. *Journal of Fish Biology*, 5(2): 205-225.
- FAO 1994. Marine Resources Service, Fishery Resources and Environmental Division, Fisheries Department of Review of the State of World Marine Fishery Resources. FAO Technical Paper 335:136 pp.
- Francis R., 1990. Back-calculation of Fish Length: a Critical Review. *Journal of Fish Biology*, 36(6): 883-902.
- Froese R., Binohlan C., 2003. Simple Methods to Obtain Preliminary Growth Estimates for Fishes. *Journal of Applied Ichthyology*, 19(6): 376-379.
- Ghadirnejad H. 1996. Population Dynamic Grey Mullet Species (*Liza aurata* and *saliens*). PhD Thesis. School of Biological Sciences, University of Swansea, Swansea 207p.
- Gallardo-Cabello M., Espino-Barr E., González-Orozco F., Garcia-Boa A., 2003. Age Determination of *Anisotremus interruptus* (Perciformes: haemulidae) by Scale Reading, in the Coast of Colima, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 51(2): 519-528.
- Gisbert E., Cardona L., Castelló F., 1995. Competition Between Mullet Fry. *Journal of Fish Biology*, 47(3): 414-420.
- Graynoth E., 1987. Growth of Landlocked Sockeye Salmon (*Oncorhynchus nerka*) in New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 21(1): 15-30.
- Harrison I.J. 1993. Comment on the Proposed Conservation of the Specific Names of *Mugil curema* and *M. liza*.

- Harrison I.J., Senou H. 1999. Order Mugiliformes. In: K.E. Carpenter and V.H. Niem (Eds.), The Living Marine Resources of the Western Central Pacific, FAO Species Identification Guide for Fisheries Purposes. FAO, 1020-6868.
- Hiatt, R. W., (1947). Food-Chains and the Food Cycle in Hawaiian Fish Ponds.–Part I. The Food and Feeding Habits of Mullet (*Mugil Cephalus*), Milkfish (*Chanos Chanos*), and the Ten-Pounder (*Elops Machnata*). Transactions of the American Fisheries Society, 74(1), 250-261.
- Hickling C., 1970. A Contribution to the Natural History of the English Grey Mulletts (Pisces, Mugilidae). J. mar. biol. Ass. UK, 50(3): 609-633.
- Holden M., Vince M., 1973. Age Validation Studies on the Centra of *Raja clavata* Using Tetracycline. Journal du Conseil, 35(1): 13-17.
- Horn P.L., Neil H.L., Paul L.J., Marriott P., 2010. Age Validation and Growth of Bluenose Hyperoglyphe Antarctica Using the Bomb Chronometer Method of Radio-Carbon Ageing. Journal of Fish Biology. 77: 1552–1563.
- Hotos G., 2003. A Study on the Scales and Age Estimation of the Grey Golden Mullet, *Liza aurata* (Risso, 1810), in the Lagoon of Messolonghi (W. Greece). Journal of Applied Ichthyology, 19(4): 220-228.
- Jardas I. 1996. Jadranska Ihtiofauna (Adriatic ichthyofauna). Školska knjiga, zagreb, pp. 533.
- Jennings S., J.D. Reynolds. 2000. Impact of Fishing on Diversity : From Pattern to Process In: The Effect of Fishing on Non – Target Specis and Habitat .(ed) . by , m . j kaiser and S . J .groot .Blackwell Science . Oxford. PP: 235-250.
- Johal M.S., H.R. Esmaeili, K.K. Tandon, 2001. A Comparison of Back–Calculated Lengths of Silver Carp Derived from Bony Structures. Journal of Fish Biology59: 1483-1493.
- Kaplin P. A., Selivanov A. O., 1995. Recent Coastal Evolution of the Caspian Sea as a Natural Model for Coastal Responses to the Possible Acceleration of Global Sea-Level Rise. Marine Geology, 124(1): 161-175.
- Kasimov A.G. 2001. New Introduced Species in the Caspian Sea – Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz). In: The Invasion of the Caspian Sea by the Comb Jelly Mnemiopsis – Problems Per spectives, Need for Action . Baku, Azerbaijan, April 2001.
- Kiabi BH, Abdoli A, Naderi M., 1999. Status of the Freshwater Fish Fauna in the South Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East. 18: 57-65.
- King M., 2013. Fisheries Biology, Assessment and Management: Wiley-Blackwell.
- Kideys E. Romanova Z. 2001. Distribution of Gelatinous Macro Zooplankton in the Southern Black Sea During 1996-99. Marine Biology.pp: 535-547.
- Klumb R. A., Bozek M. A., Frie R. V., 2001. Validation of Three Back-Calculation Models by Using Multiple Oxytetracycline Marks Formed in the Otoliths and Scales of Bluegill× Green Sunfish Hybrids. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 58(2): 352-364.
- Kosarev A. N., Yablonskaya E., Iablonskia E., 1994. The Caspian Sea Academic Publishing The Hague.20.
- Laffaille P., Brosse S., Feunteun E ., Baisez A., Lefevvre J.-C., 1998. Role of Fish Communities in Particulate Organic Matter Fluxes between Salt Marshes and Coastal Marine Waters in the Mont Saint-Michel Bay. In Oceans, Rivers and Lakes: Energy and Substance Transfers at Interfaces, Springer , pp: 121-133.
- Laffaille P., Feunteun E., Lefebvre C., Radureau A., Sagan G., Lefevvre J.-C., 2002. Can Thin-Lipped Mullet Directly Exploit the Primary and Detritic Production of European Macrotidal Salt Marshes? Estuarine, Coastal and Shelf Science, 54(4): 729-736.
- Lund R., Hansel L., 1991. Identification of Wild and Reared Atlantic Salmon, *Salmo salar* Using Scale Characters. Aquaculture Research, 22(4): 499-508.
- Mamaev V. ., Gugele B., Strobel B., Taylor P., Ritter M., Jaoshvili S., 2002. The Caspian Sea Enclosed and with Many Endemic Species. European Environmental Agency. Europe's Biodiversity - Biogeographical Regions and Seas, 172 P.
- Marais J., 1980. Aspects of Food Intake, Food Selection, and Alimentary Canal Morphology of *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1958), *Liza Tricuspidens*(Smith, 1935) L. Richardsoni (Smith, 1846), and L. Dumerili Steindachner, 1869). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 44(2): 193-209.
- Martinson E. C., Masuda M. M., Helle J. H., Back-Calculated Fish Lengths, Percentages of Scale Growth, and Scale Measurements for Two Scale Measurement.
- Matić-Skoko S., Ferri J., Škeljo F., Bartulović V., Glavić K., Glamuzina B., 2011. Age, Growth and Validation of Otolith Morphometrics as Predictors of Age in the Forkbeard, *Phycis phycis*(Gadidae). Fisheries Research, 112(1): 52-58.
- Mills K. H., Chalanchuk S. M., 2004. The Fin-Ray Method of Aging Lake Whitefish. In Annales Zoologici Fennici, 41: 215-223.

- Naderi JM, Abdoli A., 2004. Fish Species Atlas of South Caspian Sea Basin (Iranian Waters). Iranian Fisheries Research Organization, Tehran. 80 p. In Farsi.
- Nash C. E., Shehadeh Z. H., 1980. Review of Breeding and Propagation Techniques for Grey Mullet, *Mugil cephalus*. The World Fish Center Working Papers.
- Nelson J.S. 2006. 4th Edition. John Wiley and Sons, Inc. Hoboken, New Jersey, USA, 601 p.
- Nirchio M., Cervigón F., Revelo Porto J. I., Pérez J. E., Gómez J. A., Villala J., 2003. Karyotype Supporting *Mugil curema* Valenciennes, 1836 and *Mugil gaimardianus* Desmarest, 1831 (Mugilidae: Teleostei) as Two Valid Nominal Species. *Scientia Marina*, 67(1): 113-115.
- Odum W. E. 1968. Mullet Grazing on a Dinoflagellate Bloom. *Chesapeake Science*. 9(3):202-204.
- Odum W., 1970. Utilisation of the Direct Grazing and Plant Detritus Food Chains by the. *Marine Food Chains*, 222 P.
- Oren O., 1981. Aquaculture of Grey Mulllets: CUP Archive.
- Pannella G., 1971. Fish Otoliths: Daily Growth Layers and Periodical Patterns. *Science*, 173(4002): 1124-1127.
- Pannella 1974. Otolith Growth Patterns: An Aid in Age Determination in Temperate and Tropical Fishes. In T. B. Bagenal (editor), *The Ageing of Fish*, p. 28-39.
- Patimar R., 2008. Fish Species Diversity in the Lakes of Alma-Gol, Adji-Gol, and Ala-Gol, Golestan Province, Northern Iran. *Journal of Ichthyology*, 48(10): 911-917.
- Patimar R. 2008. Some Biological Aspects of the Sharpnose Mullet *Liza saliens* (Risso, 1810) in Gorgan Bay-Miankaleh Wildlife Refuge (the Southeast Caspian Sea). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 225-232.
- Pierce C. L., Rasmussen J. B., Leggett W. C., 1996. Back-Calculation of Fish Length from Scales: Empirical Comparison of Proportional Methods. *Transactions of the American Fisheries Society*, 125(6): 889-898.
- Pullen J.S.H. 1997. Protection Marine Biodiversity and Integrated Coastal Zone Management. In: *Marine Biodiversity, Pattern and Process* (ed.) by R. F. G. Ormond and J. D. Gage and m. V. Angel. Cambridge University Cambridge. PP: 394 - 427
- Radtke R. L., 1989. Larval Fish Age, Growth, and Body Shrinkage: Information Available from Otoliths. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46(11): 1884-1894.
- Romer G., McLachlan A., 1986. Mullet Grazing on Surf Diatom Accumulations. *Journal of Fish Biology*, 28(1): 93-104.
- Sire J.-Y., Akimenko M.-A., 2004. Scale Development in Fish: a Review, with Description of Sonic Hedgehog (shh) Expression in the Zebrafish (*Danio rerio*). *International Journal of Developmental Biology*, 48, 233-248.
- Schramm H. L., Jr., S. P. Malvestuto W. A. Hubert. 1992. Evaluation of Procedures for Back-Calculation of Lengths of Largemouth Bass Aged by Otoliths. *North American Journal of Fisheries Management* 12:604-608.
- Sparre P., Venema S., 1999. Introduction to Tropical Fish Stock Assessment Part 2: Exercises. FAO Fisheries Technical paper.
- Tarkan A.S., Gaygusuz O., Acipinar H., Gursoy C. 2005. Characteristics of a Eurasian Cyprinid, *Shemaya*, *Chalcalburnus chalcoides* (Gueldenstadt, 1772), in a Mesotrophic Water Reservoir. *Journal of Zoology in the Middle East*, 35: 49-60.
- Thomson J. M. 1997. The Mugilidae of the World. *Memoirs of the Queensland Museum* 41: 457-562.
- Treble M. A., Campana S. E., Wastle R. J., Jones C. M., Boje J., 2008. Growth Analysis and Age Validation of a Deepwater Arctic Fish, the Greenland Halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 65(6): 1047-1059.
- Turan C., Başusta N., Çekiç M., 2000. Kuzeydoğu Akdeniz'de Bulunan Kefal Türlerinin (Mugilidae) Truss Sistemine Göre Sistematik Olarak İncelenmesi. I. Ulusal Deniz Bilimleri Konferansı, 30 Mayıs-2 Haziran 2000, ODTÜ., Ankara: 272-273.
- Turan C., Gürlek M., Ergüden D., Yağlıoğlu D., Öztürka B., 2011. Systematic Status of Nine Mullet Species (Mugilidae) in the Mediterranean sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11: 315-321.
- Tuzhilkin V. S., Kosarev A. N., 2005. Thermohaline Structure and General Circulation of the Caspian Sea Waters. In *The Caspian Sea Environment*, Springer pp: 33-57.
- Unsal S. 1992. A New Mullet Species in Turkish Seas, *Mugil Soiyu Basilewsky*. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 16: 427-432.
- Whitney R. R., Carlander K. D., 1956. Interpretation of Body-Scale Regression for Computing Body Length of Fish. *The Journal of Wildlife Management*, 20(1): 21-27.

- Wilson J. A., Vigliola L., Meekan M. G., 2009. The Back-Calculation of Size and Growth from Otoliths: Validation and Comparison of Models at an Individual Level. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 368(1): 9-21.
- Zymonas N. D., McMahon T. E., 2006. Effect of Pelvic Fin Ray Removal on Survival and Growth of Bull trout. *North American Journal of Fisheries Management*, 26(4): 953-959
- Zymonas N., McMahon T., 2009. Comparison of Pelvic Fin Rays, Scales and Otoliths for Estimating Age and Growth of Bull trout, *Salvelinus Confluentus*. *Fisheries Management and Ecology*, 16(2): 155-164.

Abstract

Mullet and mullet products have considerable economic importance at a regional level, especially around the Caspian Sea. The leaping mullet constitutes an important part of their production.

This study is the first detailed work on the age and growth of the leaping mullet (*Liza saliens*) from September 2012 to March 2013 in the Southern coast of the Caspian Sea. Age and growth determinations were based upon the scale samples taken from 102 fish. Marginal increment analysis was used to validate age determination. The back-calculated lengths stage estimated from the scale showed no differences between in this study. The maximum age of leaping mullet in the Southern coast of the Caspian Sea was 5 years for males and 6 years for females. The von Bertalanffy growth functions were $L_t = 30.415(1 - e^{-0.275(t+0.645)})$ for males and $L_t = 34.832(1 - e^{-0.211(t+1.009)})$ for females. A large spread and length overlap characterized the age groups. The estimated Length-Weight relationships were common for the two sexes ($W = 0.079L^3$).

The slope (b) values of the length-weight relationship showed that weight of leaping grey mullet in Mazandaran increased associated with length in isometric. The mean condition factor for males, females and all specimens were determined as 0.908, 0.900 and 0.897, respectively. According to sex groups, the mean condition factor of males was slightly higher than that of females. The total length for leaping grey mullet was determined as 23.3 cm.

Keywords: Caspian Sea, age determination, fish scale, *Liza saliens*, back calculation

**Ministry of Jihad – e – Agriculture
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute**

**Project Title : Study on the growth status of mullets with Viral Nervous Necrosis disease
in the southern Caspian Sea**

Approved Number: 2-12-12-90038

Author: Farokh Parafkandeh Haghighi

Project Researcher : Farokh Parafkandeh Haghighi

**Collaborator(s) : Zorieh Zahra, S.J., Daryanabard, Gh.R., Talebzadeh, S. A.,
Keymaram, F., Sharifpoor, E., Shahrokhi, S., Ghasemi, Sh., Fazli, H., Nahrvar, R.,
Bandani, Gh. A., Afraei, M. A., shahrokhi, M., Mohamadiha, M., Abdolmaleki, Sh.,
Bagherzadeh, F., Taleshian, H., Safavi, S. E., Habibi, F., Sheikh hasani, F**

Advisor(s): -

Supervisor: M.Sharif rohani

Location of execution : Tehran province

Date of Beginning : 2012

Period of execution : 3 Yera & 6 Months

Publisher : Iranian Fisheries Science Research Institute

Date of publishing : 2016

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

**MINISTRY OF JIHAD - E - AGRICULTURE
AGRICULTURAL RESEARCH, EDUCATION & EXTENSION ORGANIZATION
Iranian Fisheries Science Research Institute**

**Project Title :
Study on the growth status of mullets with Viral Nervous
Necrosis disease in the southern Caspian Sea**

**Project Researcher :
*Farokh Parafkandeh Haghghi***

Register NO.

49699