به نام خدا

تعیین سن در آبزیان

مؤلف : فرخ پرافکنده‌حقیقی

ویراستار فنی : دکتر فرهاد کی‌مرام

سرشناسه	: پرافکنده‌حقیقی، فرخ، ۱۳۳۹ -
عنوان و نام پدیدآور	: تعیین سن در آبزیان / مؤلف فرخ پرافکنده‌حقیقی؛ ویراستار فنی فرهاد کی‌مرام .
مشخصات نشر	: تهران : موسسه تحقیقات شیلات ایران ،مدیریت اطلاعات علمی ، ۱۳۸٦.
مشخصات ظاهری	: ۱٤٤ ص. : مصور ، نمودار.
شابک	: ۲۵۰۰۰ ریال : 978-964-5856-43-2
وضعیت فهرست نویسی	: فیپا
یادداشت	: واژه‌نامه .
یادداشت	: کتابنامه : ص. ۱۲۲-۱۳۱.
موضوع	: حیوان‌های دریایی -- سن‌یابی.
شناسه افزوده	: کی‌مرام، فرهاد، ۱۳۳۸- ،ویراستار.
شناسه افزوده	: موسسه تحقیقات شیلات ایران . مدیریت اطلاعات علمی .
رده‌بندی کنگره	: ۱۳۸٦ ۷ ت٤ پ/۱۲۱ QL
رده‌بندی دیویی	: ۵۹۱/۷۷
شماره کتابشناسی ملی	: ۱۱۷۷۸۵٤

نام کتاب : تعیین سن در آبزیان

تألیف : فرخ پرافکنده‌حقیقی

ویراستار فنی : دکتر فرهاد کی‌مرام

ویراستار ادبی : گل‌اندام آل‌علی

شمارگان : ٦۰۰ نسخه

چاپ اول : سال ۱۳۸۷

ناشر : موسسه تحقیقات شیلات ایران – مدیریت اطلاعات علمی

(خیابان فاطمی غربی – پلاک ۲۹۷- تلفن ٦٦۹۱۹۱۳۳ – www. IFRO.ir)

شابک : ۲-٤۳-۵۸۵٦-۹٦٤-۹۷۸ (ISBN : 978- 964-5856-43-2)

قیمت : ۲۵۰۰۰ ریال

فهرست مطالب

مقدمه ۱

فصل ۱. تاریخچه ۷

۱-۱- رشد و سن در آبزیان ۷

۱-۲- سابقه تعیین سن ۱۱

۱-۳- روش های تعیین سن ۱٤

۱-۳-۱- تاریخ تولد ماهی ۲۰

۱-۳-۲- گروههای سنی ۲۱

۱-۳-۳- نمایش سن آبزیان ۲۲

فصل ۲. ساختمانهای مورد استفاده برای تعیین سن ۲۵

۲-۱- ساختمان پوست ۲۵

۲-۲- ساختمان فلس ۲۹

۲-۲-۱- انواع فلس و ترکیب شیمیایی آن ۳۱

۲-۳- خار ها و شعاع باله ها ٤۰

۲-۴- مهره ها ٤٤

۲-۵- سرپوش آبششی ٤۵

۲-۶- گوش داخلی ماهیان ٤۷

۲-۶-۱- اتولیت ۵۰

۲-۶-۲- شکل و اندازه اتولیت ۵٦

۲-۷- تعیین سن دوکفه ای ها ٦۰

۲-۸- تعیین سن سرپایان ٦۱

۲-۹- تعیین سن مرجان ها ٦٤

فصل ۳. جمع آوری، آماده سازی و نگهداری ساختمان‌ها ٦۷

۳-۱- جمع آوری نمونه ها برای تعیین سن ٦۷

۱-۱-۳- جمع آوری و آماده سازی فلس ها ٦٩
۱-۱-۱-۳- نگهداری فلس ها ۷۲
۲-۱-۱-۳- علامتگذاری فلس ها ۷٤
۲-۳- خارج کردن اتولیت ۷٤
۱-۲-۳- روش های مختلف مطالعه اتولیت ۷۵
۲-۲-۳- تهیه برش از اتولیت ۷۸
۳-۲-۳ - تمیز کردن و آماده سازی اتولیت ۷۹
۴-۲-۳- برش اتولیت ۸۰
۵-۲-۳- حرارت دادن اتولیت ۸۳
۶-۲-۳- نگهداری اتولیت ها ۸٤
فصل ۴. تعیین سن و روش های تائید آن ۸٦
۱-۴- زمان تشکیل حلقه ها ۸٦
۱-۱-۴- حلقه های سالانه ۸۷
۲-۱-۴- حلقه های زائد ۸۸
۲-۴- رشد روزانه ۹۳
۳-۴- علامت گذاری ۹٦
۴-۴- تائید تعیین سن ۱۰٤
۱-۴-۴- علامت گذاری ۱۰٦
۲-۴-۴- استفاده از کربن رادیواکتیو ۱۰۷
۳-۴-۴- استفاده از مواد رادیواکتیو ۱۰۹
۴-۴-۴- استفاده از فراوانی های طولی ۱۰۹
۵-۴-۴- استفاده ازپدیده های طبیعی ۱۰۹
۶-۴-۴- نگهداری در محیطهای بسته و محصور ۱۱۰
۵-۴- کنترل کیفی تعیین سن ۱۱۱
۶-۴- مطالعه اتولیت ۱۱۱
۷-۴- سایر کاربردهای فلس و اتولیت ۱۱۳
۱-۷-۴- کاربرد اتولیت در مطالعات جمعیت ها ۱۱٤

۴-۸- بررسی میزان لیپوفوزین ۱۱۶
۴-۹- پیشینه پردازی..... ۱۱۶
۴-۱۰- رابطه سن و طول ۱۱۸
۴-۱۱- محدودیت ها و مشکلات ۱۲۱
۴-۱۲- اصطلاحات تعیین سن ۱۲۲
منابع ۱۲۷
واژه نامه ۱۳۷

مقدمه

معمولا" درهمه منابع شیلاتی بحث های مدیریت ذخایر[۱]، بهره برداری پایدار[۲]، حفاظت از ذخایر[۳]، ارزیابی ذخایر[٤] و توسعه پایدار[٥] بچشم می خورد. در حقیقت،این بحث های مشترک بیانگر اهمیت موضوع است. در بحث تعیین سن آبزیان نیز نظر به جایگاه و اهمیت آن، باید کاربرد آن را در مدیریت بر منابع آبزی یادآور شد. بزبان ساده در اولین گام یک مدیر انتظار دارد که کارشناسان مجموعه تحت مدیریت او به یکسری سئوالات بظاهر ساده پاسخ مناسبی داشته باشند. برای مثال، دریک اکوسیستم آبی که می خواهیم آن را مدیریت کنیم، چه گونه هایی از آبزیان را داریم؟ با هدف برداشت پایدار چه مقدار از آن را می توان صید کرد؟ این ها سئوالاتی کمی هستند و بایستی به میزان و مقدار مورد نظر بدقت اشاره کرد. ارزیابی ذخایرعلمی است که با استفاده از روشهای متنوع برای این سئوالات پاسخ مناسب را تهیه می کند، یعنی مشخص می کند که از یک ذخیره آبزی چه مقدار داریم و به چه میزان، مجاز به بهره برداری و برداشت از آن هستیم که باصطلاح «توده زنده موجود»[٦] و «حداکثر محصول قابل برداشت»[۷] نامیده می شود. واضح است که درمرحله بعدی بحث کیفی نیز مطرح می شود که بیشتر درحیطه کاری مبحث بیولوژی است. آیا این ذخیره یا جمعیت آبزی جوان است یا مسن؟ این آبزی درچه سنی به بلوغ جنسی نائل می شود؟ شایان ذکر است که در یک نظام بهره برداری مطلوب سعی بر این است که به ماهی اجازه داده شود که قبل از صید، حداقل یکبار تخمریزی کند تا نسل جوانی را برای آینده تولید کرده باشد. در واقع نحوه مدیریت بر صید ماهیانی که در

[1] Stock Management
[2] Sustainable Yield
[3] Conservation
[4] Stock Assessment
[5] Sustainable Development
[6] Biomass
[7] Maximum Sustainable Yield (MSY)

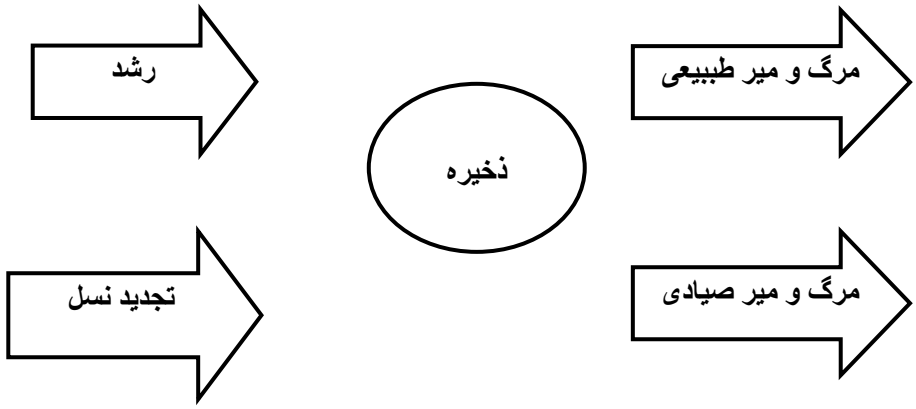
سنین بالا به رسیدگی جنسی می رسند با مدیریت بر ذخایر تخمریزی کننده در سنین پایین، متفاوت خواهد بود. برای مثال، ماهیان خاویاری دردریای خزر در سنین بالا بالغ می شوند. فیل ماهی[1] درسن بالای پانزده سالگی بالغ شده و تخمریزی می کند. مدیریت خوب بر ذخیره این ماهی باید بنحوی تنظیم شود که از صید ماهیان کوچکتر از آن جلوگیری کند. برعکس این حالت در مورد ماهیانی است که طول عمر کمی دارند، مثل ماهیان میکتوفیده[2] در دریای عمان که باید برنامه ریزی ها به نحوی تنظیم شده باشد که قبل ازخارج شدن آنها از چرخه حیات، صید شوند. مدیران شیلاتی برای مدیریت صید می توانند از طریق ادوات صید وصیادی، میزان تلاش صیادی، زمان صید، مکان صید و... مدیریت کنند تا میزان آسیب احتمالی به جمعیت آبزی به حداقل برسد.

همانگونه که ذکر شد ازمهمترین اهداف مدیریت شیلاتی، فراهم ساختن شرایطی مناسب برای بهره برداری پایدار و مناسب از یک ذخیره است. در مدیریت ماهیگیری، سه گروه اثرگذارتر هستند که عبارتند از: مدیران که در حقیقت تصمیم گیری نهایی و سیاست گذاری ها با این گروه خواهد بود. صیادان، این گروه در واقع مکمل دسته اول و مجریان تصمیم های اتخاذ شده توسط مدیران محسوب می شوند. تصمیم های گرفته شده توسط گروه اول باید توسط صیادان اجرا شود و به همین دلیل همکاری آنها در موفقیت برنامه‌های اجرایی ضروری است. گروه سوم محققین و بیولوژیست ها هستند. این گروه در واقع بدنبال پاسخ سئوال های مطرح شده هستند و در نهایت مدیریت را برای برنامه ریزی های مطلوب راهنمایی می کنند. شایان ذکر است که بعضی مواقع، مدیران به لحاظ شرایط اجتماعی و اقتصادی خاص حاکم، برنامه هایی را اجرا می کنند که با توصیه های گروه سوم یعنی محققین همخوانی ندارد.

---

1. *Huso huso*
2. Myctophidae

اگر چه محیطهای دریایی بسیار متنوع هستند ولی در کلیه نظام های بهره برداری از ذخایر طبیعی وجود یک الگو و طرح کلی بچشم می خورد(شکل شماره ۱).



شکل ۱.طرح کلی عوامل اثر گذار بر فراوانی یک ذخیره آبزی

این طرح در حقیقت نشان می دهد که یک ذخیره آبزی همیشه تحت تاثیر عوامل افزایشی و کاهشی قرار دارد. یعنی رشد[1] ماهیان در طول زمان سبب می شود که وزن آنها زیاد شده ودرنتیجه، افزایش میزان ذخیره یا آبزی را خواهیم داشت. همچنین تخمریزی و تولید بچه ماهیان و ورود این نسل جدید و جوان[2] موجب افزایش تعداد ماهیان و درنتیجه افزایش ذخیره می شود. واضح است که تقویت هریک ازاین عوامل یک سیاست حمایتی از ذخیره خواهد بود. برای مثال، تولید و رها سازی بچه ماهی در اکوسیستم های آبی مانند تکثیر و رهاسازی بچه ماهیان سفید[3] در دریای خزر از سوی سازمان شیلات ایران، از جمله فعالیت های حمایتی از ذخیره است. از سوی دیگر، برخی ازعوامل وجود دارند

1. Growth
2. Recruitment
3. *Rutilus frisii kutum*

که سبب کاهش ذخیره می شوند. مرگ و میر طبیعی[۱] آبزیان مثل ابتلاء به بیماری های مختلف، کمبود مواد غذایی، نا مناسب شدن شرایط محیط زیست یا رابطه شکار و شکارچی از جمله عواملی هستند که در هر جمعیتی اتفاق افتاده و سبب کاهش ذخیره می‌شوند. مرگ و میر صیادی[۲] یا در واقع ماهیانی که بوسیله صیادان و فعالیت های ماهیگیری صید می شوند نیز موجب کاهش میزان ذخیره می شود. حال با درک این طرح کلی می توان گفت که هنر مدیریت این خواهد بود که یک تعادل منطقی بین عوامل مذکور برقرار کند تا از این نعمت خدادادی بنحوی بهره برداری شود که نسل کنونی و نسل های آینده از آن بهره مند شوند. معمولا" درمدیریت ماهیگیری، ازبین چهارعامل مذکور، عامل مرگ و میر صیادی بیشتر مورد توجه قرار می گیرد، زیرا شکل دهی فعالیت‌های صیادی در اختیار مدیران بوده و آسان تراز بقیه می توانند مدیریت شوند. روشن است که مدیریت از طریق زمان صید و یا مکان صید و حتی تعیین میزان تلاش صیادی خیلی ساده تر از تغییر مثلا" میزان رشد ماهی است.

برای مشخص شدن اهمیت و جایگاه تعیین سن آبزیان در طرح کلی بالا لازم به یادآوری مجدد است که ازاولین سئوال های قابل طرح برای مدیریت و برنامه ریزی در یک اکوسیستم آبی این است که از ذخیره مورد نظر چقدر داریم؟ برای جواب دادن به این سئوال باید از علم ارزیابی ذخایر کمک گرفت. ارزیابی ذخایر برای رسیدن به جواب مناسب با در نظرگرفتن خصوصیات و ویژگی های زیستی آبزی و محیط زیست آن از مدل های مختلفی استفاده می کند. این مدل ها بصورت کلی در دو محور مدل های کلی[۳] و مدل های تحلیلی[٤] متمرکز هستند. در ارزیابی ذخایر با استفاده از مدل های کلی از

---

1. Natural Mortality
2. Fishing Mortality
3. Holistic Models
4. Analytical Models

روش هایی مثل مساحت جاروب شده[1]، هیدرواکوستیک[2] وبرآورد مازاد تولید[3] استفاده می شود که نیاز به تعیین سن ماهیان ندارند. شایان ذکر است که برآورد مقدار ذخیره از این روش، کلی بوده و عددی را بعنوان میزان ذخیره در دریا ارائه می دهد، ولی دارای خطا و نواقص زیادی هم هست که از ذکر آنها در اینجا صرف نظر می کنیم. ولی اگر بخواهیم برای برآورد ذخیره از مدل های تحلیلی استفاده کنیم نیاز به تعیین سن ماهیان وجوددارد، زیرااستفاده‌از روش هایی مثل Thompson & Bell یا Beverton & Holt برای برآورد میزان ذخیره، نیازمند وجود کلاس های سنی هستند، لذا ابتدا باید ساختار سنی جمعیت را تعیین کرد. دریک نتیجه گیری کلی می توان گفت که برای بکارگیری برخی مدل های ارزیابی، مجبور به تعیین سن هستیم. در بحث کیفی هم نیاز به تعیین سن وجود دارد، زیرا نیاز است بدانیم آبزی مورد نظردرچه سنی به بلوغ جنسی می رسد یا در اصطلاح «اولین سن رسیدگی جنسی» آن چه سنی است؟ موقعیت نسل جوان و جانشین‌شونده که در سال های بعد وارد صید می شوند، چگونه است؟ برآورد واکنش ذخیره نسبت به تغییرات محیط و بهره برداری و ... نیز از جمله مواردی است که در آن از تعیین سن استفاده می شود. در حقیقت می توان گفت با وجود آنکه در روش کلی هم برای برآورد ذخیره بی نیازازتعیین سن هستیم، لذا جهت تفسیر داده ها و اطلاعات خود و ورود به بحث کیفیت و ساختار جمعیتی باید بنحوی از تعیین سن هم کمک بگیریم.

گر چه آبزیان از منابع تجدید شونده محسوب می شوند ولی نسبت به اعمال مدیریت نا مطلوب خیلی سریع عکس العمل نشان می دهند ومعمولا" ترمیم و بازسازی ذخائر آسیب دیده امکان پذیر نبوده یا به مدت زمان طولانی نیاز دارد. برای مثال، صید بی رویه

[1]. Swept Area
[2]. Hydro Acoustic
[3]. Surplus Production

مولدین مهاجر به رودخانه ها موجب خواهد شد که تخمریزی و ازدیاد نسل آن دچار مشکل شود و اثرات آن در سالهای بعد با کاهش تعداد ماهیان خود را نشان دهد. تعیین سن این امکان را فراهم می سازد که به سئوالات مهمی جواب مناسب داشته باشیم. برای مثال، ترکیب سنی جمعیت چگونه است؟ آیا جمعیتی که صید می شود جوان است یا خیر؟ میزان ماهیان جوان صید شده در سال های آتی چقدر است؟ آیا صید کنونی بنحوی است که ماهی قبل از صید شدن حداقل یکبار تخمریزی می کند؟ در واقع، جواب این سئوال ها درنوع مدیریت موثر خواهد بود ودرنهایت می تواند در اتخاذ یک سیاست توسعه بهره برداری یا برعکس سیاست حفاظت از ذخایر و محدود کردن تلاش های صیادی تاثیر گذار باشد. توجه به این موضوع ضروری است که در کنار اهمیت تعیین سن آبزیان در بحث های کلان مدیریت و سیاست گذاری ها ی شیلاتی، خطا در تعیین سن می تواند منجر به استنتاج نتایج اشتباه شود. در این صورت ارائه رهنمود های غلط و بدنبال آن سیاست گذاری های مبتنی بر دستاوردهای اشتباه می تواند نتایج اسف باری را بدنبال داشته باشد، خطا و اشتباه در برآورد دقیق سن، منجر به اعمال مدیریت نامطلوب خواهد شد و به همین دلیل سعی می شود سن ماهی را با بیش از یک روش تعیین کرد تا با مقایسه نتایج، بهترین روش انتخاب شود. لذا تعیین سن صحیح آبزیان اهمیت خاصی دارد و همه دانشمندان و محققین درگیر با آن، تلاش مستمری را برای تصحیح روش های تعیین سن و ایجاد اعتماد بیشتربه نتایج و سن های تعیین شده دارند. برای همین سعی می‌شود تا جاییکه امکان دارد سن ماهی با بیش از یک روش تعیین شود تا با مقایسه آنها، بهترین شیوه انتخاب شود. معمولا" محققین این رشته قبل از شروع به کار تحقیقاتی، محور فعالیت های خود را مشخص می کنند که اساسا" حول سه محور متمرکز می شوند:
۱- اطلاعات صید و تلاش صیادی که قابل دسترس ترین اطلاعات در یک فعالیت ماهیگیری محسوب می شوند، ۲- اطلاعات مربوط به اندازه طولی و ترکیب سنی صید، ۳- اطلاعات بیولوژیک که معمولا" با اطلاعات صید تلفیق می شود. قدم بعدی تنظیم مدل هایی است که با استفاده از اطلاعات جمع آوری شده، صورت می‌گیرد.

«فصل ۱»

تاریخچه

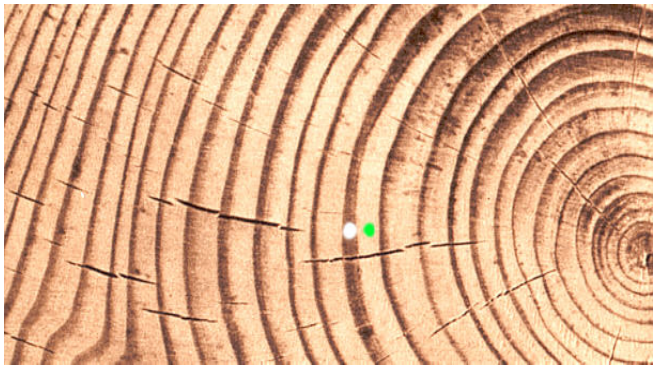
۱-۱ : رشد و سن در آبزیان

پیش تر دیدیم که اطلاع از رشد و سن ماهی، موضوعی مهم و اساسی در ماهیگیری و شیلات محسوب می شود. گر چه در مباحث شیلاتی از کلمات سن و رشد استفاده زیادی می شود ولی به تفاوت ماهیت این دو توجه کافی نمی شود. سن در حقیقت به مدت زمانی اشاره دارد که موجود زنده دارای حیات است ولی رشد، تغییرات اندازه بدن ماهی را در طول زمان اندازه گیری می کند. از نظر شاخص های اندازه گیری، شایان ذکر است که سن و رشد می توانند در دامنه مشخصی برای مثال، چند سال یا چند روز یا حتی چند ساعت، اندازه گیری شوند. هر چند سن و رشد توصیف کننده شرایط مختلف یک ماهی می توانند باشند ولی همه آنها در محور مشترکی متمرکز می شوند که همان ماهیگیری است. برآورد ساختار سنی، در مراحل ابتدایی حیات، می تواند اثر تغییرات محیط زیست را بر رشد و بقاء روشن سازد و نتیجه آن شناخت بهتر فاکتورهایی است که در موفقیت نسل جوان در بقاء تاثیر دارند. در ماهیان بالغ و بزرگ، دستیابی به رشد و سن این امکان را فراهم می سازد که میزان صید از ذخیره و حداکثر محصول قابل برداشت را مشخص کنیم که در واقع متضمن موفقیت سیاست های مدیریت است. در واقع، ماهی در

طول زمان رشد می کند که به صورت افزایش طول یا وزن دیده می شود. میزان رشد در ارتباط با یکسری عوامل محیطی و پتانسیل ژنتیکی آن موجود خواهد بود. برآورد سن و رشد با استفاده از روش های مختلف امکان پذیر است. دسترسی به مواد غذایی و فراوانی آن، طول دوره های نوری یا باصطلاح «مدت روشنایی در مقایسه با مدت تاریکی»، درجه حرارت آب، میزان اکسیژن محلول در آب و... از جمله عوامل مهم و تاثیر گذار در رشد آبزیان محسوب می شوند ولی ازبین آنها، اهمیت درجه حرارت آب و طول دوره روشنایی بیشتر است. طول دوره روشنایی می تواند از طلوع آفتاب تا غروب آفتاب تعریف شود و معمولا" آبزیان تمایل بیشتری را برای تغذیه در این دوره دارند. در مورد اثر درجه حرارت آب نیز مشخص است که سوخت وساز[1] بدن همراه با افزایش درجه حرارت آب افزایش می یابد. اصولا" هریک از آبزیان از نظر تغذیه و متابولیسم دارای یک درجه حرارت مطلوب و مناسب[2] هستند. در درجه حرارت پایین تر از آن، از شدت تغذیه کاسته شده و متابولیسم هم بسرعت کاهش می یابد و در درجه حرارت های بالاتر از میزان معمول هم تغذیه قطع می شود. تغییر در میزان رشد طی فصول مختلف هم دیده می شود. بخصوص در مناطق معتدله که اختلاف درجه حرارت آب بین فصول گرم و سرد سال مشهودتر است. لذا در این نواحی طی تابستان ماهی سریع تر رشد می کند ولی در پائیز از سرعت رشد کاسته شده و در زمستان خیلی بطئی یا متوقف می شود. لذا، می‌توان گفت که عرض های جغرافیایی در میزان رشد و بطور کلی درالگو و طرح رشد موجودات زنده تا ثیر گذارند. گونه هایی که در مناطق قطبی و سردسیر زندگی می کنند نسبت به گونه های ساکن در مناطق حاره و گرمسیر، طرح منظم تری را نشان می دهند. همچنین در مقایسه با گونه های مهاجر، گونه های ساکن در یک منطقه مشخص، طرح

[1] . Metabolism
[2] . Optimum Temperature

واضح تری از رشد را نشان می دهند. این تغییرات دوره ای در رشد سالانه، اساس کار تعیین سن در آبزیان را تشکیل می دهد. بطور طبیعی، آگاهی از استراتژی زندگی ماهی، در تفسیر خصوصیات و ویژگی های رشد و حتی در رسیدن به سن آن کمک شایانی می کند. برهمین اساس، در مناطقی از کره زمین که درجه حرارت بین تابستان و زمستان اختلاف دارد، تشکیل خطوط و حلقه ها را روی ساختمان های سخت بدن شاهد هستیم که در حقیقت اساس آن تغییر درجه حرارت آب و میزان فراوانی مواد غذایی قابل دسترس برای ماهی است. این مهمترین دلیل آسان بودن تعیین سن در ماهیان مناطق معتدله است. در نواحی گرمسیری شرایط کاملا" متفاوت است. بسیاری از رودخانه های مناطق گرمسیری دارای طغیان های فصلی هستند که در زمان سیلابی شدن، حجم قابل توجهی از مواد غذایی وارد دریا می شود و به دنبال آن رشد سریع ماهیان اتفاق می افتد. در همین رابطه می توان به تحقیقات و گزارشهای ارائه شده در گامبیا (Svensson, 1933) و نیجر (Daget, 1956) اشاره کرد که رشد سریع ماهیان را بعد از سیلاب و طغیان رودخانه ها گزارش کرده اند. در مورد اثر تغییر درجه حرارت آب بر تشکیل حلقه ها ی رشد نیز گزارشهای مشروحی در مورد ماهیان *Lates niloticus*، *Pseudotolithus senegalensis* و *P. typus* ارائه شده است (Poinsard & Troadeo, 1966). لذا، درماهیان مناطق گرمسیری وهمچنین ماهیان ساکن مناطق عمیق دریا که در طول زمان نرخ رشد نسبتا" ثابتی دارند ونوسانات رشد درآنها چشمگیر نیست، شکل گیری و تشکیل حلقه های سالانه نیز مشخص و واضح نیست. شکل گیری و تشکیل حلقه های رشد روی بخش های سخت بدن و شمارش آنها برای تعیین سن ماهی، همانند شمارش سن یک درخت از روی حلقه هایی است که روی تنه آن در برش عرضی، دیده می شود (شکل شماره ۲). در تعیین سن ماهی، این نواحی



شکل ۲. حلقه های روی تنه درخت که برای تعیین سن آن بکار می رود. تفاوت در پهنای مناطق روشن و تیره با نقاط سبز و سفید مشخص شده است.
منبع: Tree Rings By: Paul James, 2002

به صورت مناطق روشن و تاریک دیده می شود که بطور طبیعی یک ناحیه روشن بهمراه یک ناحیه تیره معرف یک سال از حیات ماهی خواهد بود.

امروزه تعیین سن در بعد کوچکتر هم مد نظر است، بطوریکه می توان از طریق ساختمان هایی مثل اتولیت، سن را بر حسب روز تعیین کرد. استفاده از روش های تعیین رشد روزانه موجب شده است که میزا ن رشد را قبل از تغذیه و بعد از جذب مواد غذایی یا باصطلاح هضم آن بررسی کنند. در تعیین سن روزانه از تغییر روزانه در ساختمان اتولیت ها استفاده می شود و تقریبا" به ازای هر روز یک حلقه ظریف تشکیل می شود. Panella **درسال ۱۹۷٤ گزارش کرد که طرح و الگوی تشکیل نواحی رشد روزانه در ماهیان مناطق گرمسیری، در یک طرح بزرگتر در دوره های ١٤ روزه ای دیده می شود که تقریبا" هماهنگ با ماه های قمری است. بطور کلی، دهه هشتاد زمان توسعه و پیشرفت سریع مطالعات مربوط به تعیین سن روزانه بود.**

در تعیین سن یک آبزی، بخصوص برای گونه ای جدید که برای اولین بار تعیین سن می‌شود، در وهله اول باید دید آیا ساختمان یا روشی وجود دارد که بتوان به کمک آن تعیین سن کرد یا خیر؟ دومین قدم، شناخت عواملی است که می توانند در تشکیل نواحی و حلقه های سنی موثر باشند. این عوامل می توانند از شکوفایی پلانکتونی گرفته تا تغییرات ناگهانی و غیر فصلی درجه حرارت آب و حتی تخلیه ناگهانی آلاینده ها در منبع آبی باشند. در نتیجه باید توجه داشت که درساختمان های سخت ماهیان ساکن مناطقی مثل نواحی قطبی یا نواحی گرمسیری که تقریبا" محیطهای یکنواخت محسوب می شوند، هیچ حلقه مشخص و واضحی شکل نمی گیرد.

۲-۱- سابقه تعیین سن

تعیین سن در آبزیان 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 ذیل اشاره کرد:

اولین باردرسال ۱۷۵۹، Reverend Hans Hederstrom سوئدی، اردک ماهی[1] را ازطریق مهره ها تعیین سن کرد.

در سال ۱۸۸۸ برای اولین بار،از فلس ها جهت تعیین سن ماهی استفاده شد (Carlander,1982).

در سال ۱۸۹۲، C. G. John Petersen با استفاده از نمودار فراوانی های طولی، پیک های مشخصی را جدا کرد که هر یک از آنها معرف یک گروه سنی خاص بود.

در سال ۱۸۹۸، Hoffbauer، ماهی کپور معمولی[2] را از روی فلس ها تعیین سن کرد.

---

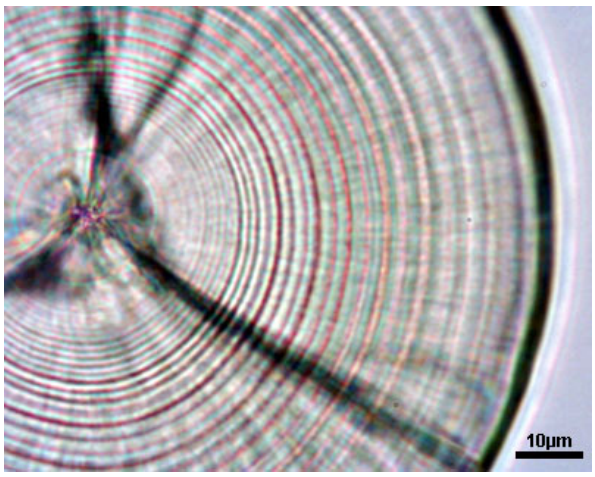
[1] *Esox lucius*
[2] *Cyprinus carpio*

در سال ۱۸۹۹، Reibisch برای اولین بار از اتولیت ها جهت تعیین سن ماهی *Pleuronectes platessa* استفاده کرد.

در سال ۱۹٦۳، Chugunova کتابی در مورد روشهای تعیین‌سن در ماهیان شامل آماده‌سازی و مطالعه سن ماهیان از طریق فلس، خارهای باله ها و سایر بخش های سخت بدن را منتشر کرد.

پیشرفت در روش های تعیین رشد روزانه در اوائل دهه ۱۹۷۰ حاصل شد و طی سال های اخیر بسرعت پیشرفت کرده است.

در سال ۱۹۷۱، Panella حلقه های رشد روزانه (DGI)[1] را در اتولیت برخی از ماهیان مناطق حاره و معتدله مطالعه کرد. او تقریبا" ۳٦۰ حلقه را در منطقه رشد سالانه ماهیان آبهای نواحی معتدله مشاهده کرد که در واقع نشان دهنده شکل گیری ۳٦۰ حلقه برای یک سال بود (شکل شماره۳).



شکل ۳. حلقه های مربوط به رشد روزانه که روی اتولیت لارو ماهی *Sprattus sprattus* بخوبی قابل رؤیت است.

منبع: **http://www.geocities.com Larval otolith microstructure restructure**

[1] .Daily Growth Increment

Struhsaker & Uchiyama (1976)، صحت شکل گیری مناطق رشد روزانه در ماهیان جوان Hawaiian nehu را نشان دادند. او در این مطالعه اختلاف میزان رشد روزانه لاروها و ماهیان جوان را در دو محیط طبیعی و شرایط آزمایشگاهی مطالعه کرد.

در سال ۱۹۷٦، Brothers و همکارانش نتایج تحقیقات خودشان را در مورد تعیین سن روزانه لارو ها و ماهیان جوان با هدف مطالعه تاریخچه زندگی ماهی منتشر کردند.

Taubert & Coble (1977) روشی را برای تعیین سن ماهیان آب شیرین ارائه کردند. آنهامتوجه شدند که کم شدن طول روز و کاهش درجه حرارت آب سبب توقف تشکیل حلقه های روزانه درSunfish می شود.

در سال ۱۹۷۸، گزارشی منتشر شد که نشان از تشکیل حلقه های رشد روزانه در دو ماهی مهم مصبی، Atlantic silversides و Mummichogs بود (Barkman, 1978 ; Radtake, 1989). تحقیقات Barkman درمورد اتولیت های مختلف نشان داد که اتولیت های Sagitta و Lappilus می توانند در تعیین سن استفاده شوند ولی Asteriscus خیلی قابل اعتماد نیست.

در سال ۱۹۷۸، Bagenal & Tesch مطالعات جامع و کامل تری را در استفاده از روش تشریحی یا آناتومیک برای تعیین سن ماهیان گزارش کردند. روش ها و اهمیت تعیین سن آبزیان توسط Maier و Damas بخوبی توضیح داده شده است و بعد از آنها، یک مرور و بازنگری کامل در بحث تعیین سن از سوی Ricker صورت گرفته است.

امروزه درهمه مراکز دانشگاهی و پژوهشکده های شیلاتی حداقل آزمایشگاه مجهزی تحت عنوان واحد تعیین سن آبزیان وجود دارد. بیشتر فعالیت های این مراکز پیرامون بررسی وضعیت رشد روزانه در آبزیان وهمچنین استفاده از ترکیب شیمیایی اتولیت ها در شناسایی و تفکیک جمعیت ها متمرکز شده است.

۳-۱- روش های تعیین سن

معمولا" روش های تعیین سن در آبزیان را می توان در سه بخش مجزا بحث کرد که هر یک از آنها دارای یکسری امتیازات، معایب و محدودیت ها هستند. در این قسمت به صورت خلاصه شیوه کار، مزایا و معایب هر یک از این سه روش را بررسی می کنیم.

۱- **روش تجربی**. دراین روش اساس کار، مشاهده و مطالعه مستقیم ماهیانی است که در محیطهای بسته و کنترل شده نگهداری می شوند. این بدین معنی است که تعدادی ماهی را در یک محیط بسته و تحت کنترل نگهداری کنیم یا ماهی را بعد ازصید، علامت گذاری[1] و مجددا" رها کنیم. مسلما" هنگام علامت گذاری، مشخصات ماهی مثل اندازه طول یا وزن و غیره ثبت می شود و بعد ازرها سازی و گذشت مدت زمان مشخصی، اگر این ماهی مجددا" صید شود، وضعیت زندگی ماهی در این فاصله زمانی قابل مطالعه خواهد بود. از امتیازات این روش، اطمینان بالا به سن تعیین شده است زیرا ماهی در کنترل بوده و تمام اتفاقات وحتی دوره زمانی هم در اختیار محقق است و او براحتی می داند که چه دوره زمانی را بررسی می کند. ولی این روش محدودیت های زیادی دارد که از آن جمله می‌توان به هزینه بالا در ایجاد شرایط مناسب و نگهداری ماهیان در محیط بسته، امکان وجود تفاوت رفتار در ماهیان محیط های طبیعی با ساکنین محیطهای مصنوعی، تفاوت رفتار در ماهیان دستکاری شده، احتمال افزایش مرگ و میر در ماهیان بعد از علامتگذاری، امکان عدم دسترسی به ماهیان علامت گذاری شده و محدودیت های مکانی و زمانی اشاره کرد. به علت وجود مشکلات زیاد در بکارگیری این روش، باستثنای روش علامت گذاری و صید مجدد، نگهداری در محیطهای بسته و استخرها بمدت طولانی برای مطالعه سن و رشد کاربرد زیادی ندارد.

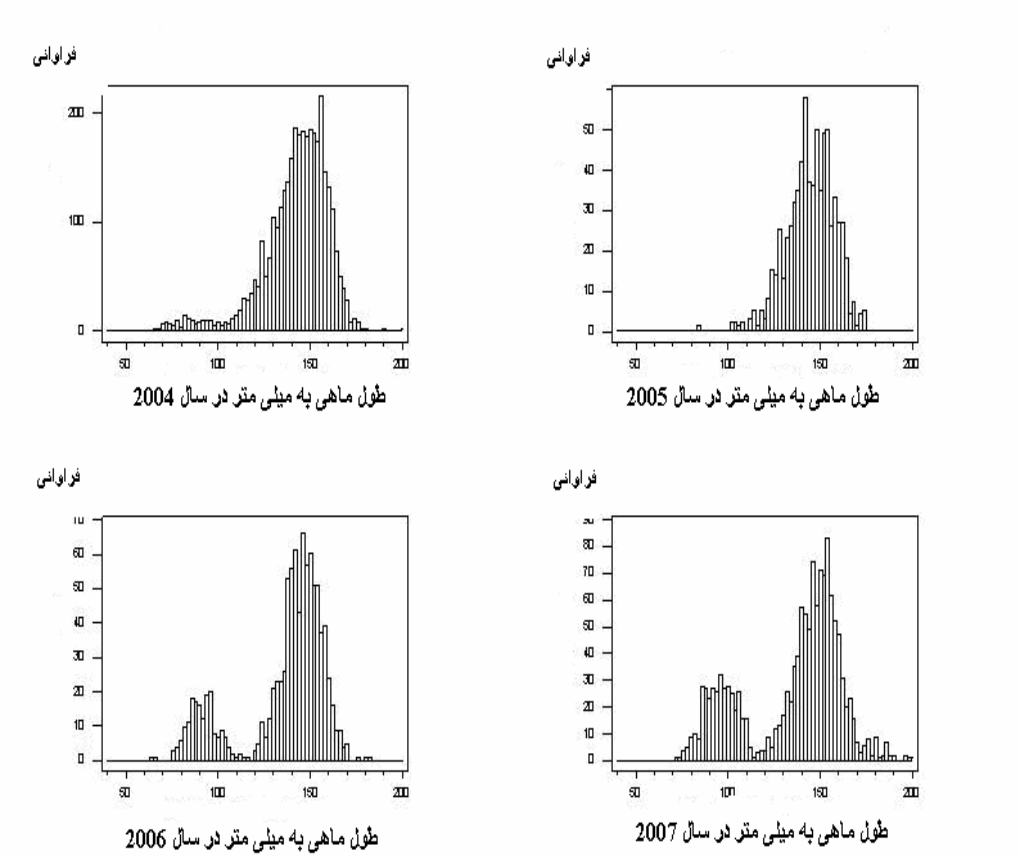
---

[1] .Tagging

۲- روش آماری با استفاده از توزیع فراوانی های طولی. درسال ۱۸۹۲ برای اولین بار، یک زیست شناس دانمارکی به نام C. G. John Petersen تعیین سن ماهی را از روی منحنی فراوانی های طولی پیشنهاد کرد و به همین دلیل این روش را به نام او می خوانند. معمولا" ازاین روش در مواقعی استفاده می شود که ماهی را نمی توان از روش های دیگر بصورت دقیق تعیین سن کرد. کاربرد این روش بیشتر در مورد آبزیانی است که دارای رشد مستمرهستند. یعنی میزان رشد در طول سال تقریبا" یکسان است و اختلاف قابل توجهی در فصول سرد و گرم سال دیده نمی شود. با این توضیح مشخص است که ماهیان ساکن در مناطق گرمسیری که در طول سال تغذیه و رشد نسبتا" مداومی دارند، می توانند با این شیوه تعیین سن شوند. در این روش، تعداد زیادی از ماهیان را زیست سنجی می‌کنند و اندازه طولی آنها (برای مثال) را در یک نمودار رسم می کنند. درشکل شماره ٤ مثالی ارائه شده است که نشان دهنده فراوانی طولی ماهی Eulachon طی سال های ۲۰۰۷-۲۰۰٤است. اندازه ماهیان در دامنه ای حدود ۲۰۰-۵۰ میلی متر قرار دارند و دارای یکسری نقاط اوج[1] یا باصطلاح بیشترین فراوانی هاست که در حقیقت اینها معرف نماهای کلاس های سنی هستند. به زبان ساده باید گفت که یک دسته از ماهیان جوان که با هم دنیا آمده و رشد می کنند، بعد ازمدت زمانی مشخص (برای مثال یک سال)، گله ای را تشکیل می دهند که در مثال ما اندازه آنها۱۱۰-۷۰ میلی متر است. در این جمعیت اگر میانگین فرضی طول ماهیان ۹۰ میلی متر باشد، اکثر آنها دارای طولی هستند که به این میانگین نزدیکتر است ولی یکسری از ماهیان دارای رشد کند تر و تعدادی دارای رشد بهتری بودند. این منحنی که به شکل زنگوله است در واقع، نشان دهنده یک کلاس سنی است که در مثال ما یک ساله ها ($^{+}$۱) هستند. مسلما" کلاس های بعدی یا در اصطلاح دو ساله ها ($^{+}$۲)، سه ساله ها ($^{+}$۳) و ... نیز به همین شکل روی محور منحنی دیده می شوند (شکل شماره۵).

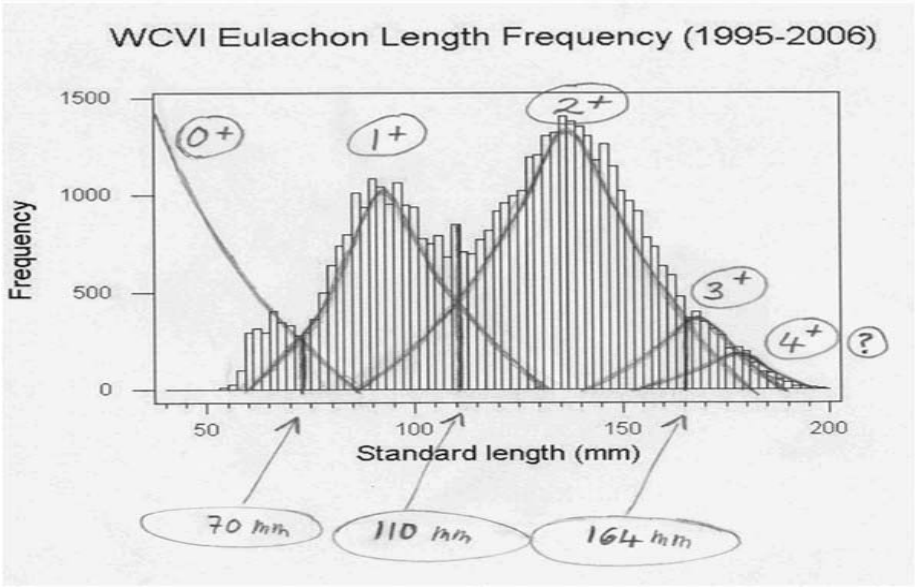
در مثال مذکور، ماهیان زیر یک سال ($^{+}$۰) بعلت اندازه کوچک بدنشان و انتخاب پذیری تور، صید نشده اند و به همین علت در نمودار ارائه شده این کلاس سنی، دیده نمی‌شوند.

[1] Peak



شکل ٤. نموداری از فراوانی طولی ماهیان جوان Eulachon در کانادا.

منبع:Fisheries and Oceans Canada Pacific Region 2007



شکل ۵. تفکیک کلاس های سنی از روی فراوانی های طولی ماهی Eulachon در کانادا.

منبع:**Fisheries and Oceans Canada Pacific Region 2007**

در بکار گیری این روش چند موضوع مهم شایان ذکر است:

- مشخص بودن نقاط اوج یا پیک ها روی منحنی فراوانی ها ضروری است، زیرا در حقیقت، هر یک از این نقاط اوج یک کلاس سنی محسوب می شوند و اگر این نقاط مشخص وجود نداشته باشند، احتمال دستیابی به نتایج متفاوت بسیار زیاد است.

- در این روش باید تعداد نمونه ها زیاد باشد و رعایت دقیق نمونه گیری تصادفی[1] از اهمیت خاصی برخوردار است. در این شیوه در صورت عدم رعایت نمونه گیری تصادفی و انتخاب نمونه ها در اندازه های خاص، نتایج تو أم با خطا خواهد بود.

[1] . Random sample

- یکی از محدودیت ها در بکار گیری این روش، توزیع فراوانی های طولی ماهیان با طول عمر زیاد است که موجب می شود فاصله کلاس های سنی کمتر شود. ماهیان در سنین پائین رشد سریع تری دارند ولی با افزایش سن سرعت رشد کمتر می شود و در منحنی رسم شده، کلاس های سنی بالا خیلی نزدیک هم قرار گرفته و تفکیک آنها مشکل می شود.

- بجز طول عمر زیاد باید به دوره تخمریزی ماهی هم اشاره کرد که می تواند یک عامل محدود کننده باشد. برخی از ماهیان دارای دوره تخمریزی کوتاه هستند، یعنی ماهی در طول سال یکبار و در دوره زمانی کوتاهی تخمریزی می کند و نسل بوجود آمده با هم رشد کرده و در هر دوره ای دارای اندازه های مثل هم وتقریبا" یکسانی هستند که در جداکردن کلاس های سنی روی نمودار مشکلی را بوجود نمی آورند. درمقابل، گروه دیگری از آبزیان هستند که دارای دوره تخمریزی طولانی تر و نرخ رشد پائین تر هستند. این ویژگی سبب می شود که دوره تخمریزی چندین ماه طول بکشد و در نتیجه نسل تازه بوجود آمده برای مثال، یکساله ها از نظر اندازه متنوع باشند. یعنی آنهایی که ابتدای تخمریزی بوجود آمده اند، بزرگتر از ماهیانی هستند که در اواخر دوره تخمریزی یعنی بعد از چند ماه بوجود آمده اند. لذا، در نمودار فراوانی های طولی، مناطق زیادی همپوشانی[1] خواهند داشت که تفکیک آنها بسیار مشکل خواهد بود. امروزه برای جداسازی و تفکیک کلاس های سنی از نرم افزارهای پیشرفته رایانه ای استفاده می شود که بر اساس یکسری از پارامترهای بیولوژیک آنها را مشخص می کنند. معمولا" برای تعیین سن خرچنگ ها، میگوها و حتی بسیاری از نرم تنان دو کفه ای از این روش استفاده می‌کنند.

[1] .Damping or Overlapping

در یک جمع بندی می توان امتیاز این روش را تعیین سن آبزی در مواقعی ذکر کرد که روش های دیگر جوابگو نیستند ولی همانگونه که ذکر شد، ضرورت تشخیص نقاط اوج فراوانی ها، وجود مناطق مربوط به همپوشانی ها، رعایت دقیق نمونه گیری تصادفی، تکرار و پایش کار در چندین نوبت و نیاز به حجم زیاد بخصوص طیفی وسیع از نمونه‌ها، از جمله محدودیت های بکار گیری این روش می باشند.

از روش توزیع فراوانی ها، علاوه بر طول ماهی می توان از سایر اندازه ها هم استفاده کرد. در سال ۱۹٦۸، Carlton و Jackson در مورد وزن لنز چشم ماهی و در سال ۱۹۵۳، Muller در مورد وزن اتولیت ماهی این روش را بکار برده‌اند (Burkett & Jackson, 1971; Jackson & Carlton, 1968).

۳- روش تشریحی یا آناتومیک با استفاده از ساختمان های سخت بدن. در این روش از ساختمان های سخت بدن استفاده می شود. اساس کار استفاده از تغییرات دوره ای دررشد سالانه آبزی است. در نواحی معتدله درجه حرارت آب طی تابستان و زمستان اختلاف قابل توجهی دارد و طبیعتا" رشد ماهی هم در این فصول تفاوت دارد. بدین معنی که ماهی یا آبزی دیگری که ساکن این مناطق است، در تابستان بشدت تغذیه کرده و سریع تر رشد می کند ولی با کاهش درجه حرارت در پائیز، از سرعت رشد کاسته می‌شود. رشد در زمستان خیلی بطئی یا متوقف می شود ولی در بهار مجددا" از سر گرفته می شود. این اختلاف رشد در بخش های سخت بدن ماهی منعکس می شود. در حقیقت دوره های رشد سریع و آهسته بصورت حلقه های متحدالمرکز در ساختمان های سخت دیده می شوند که شباهت بسیار زیادی به حلقه های موجود در تنه درختان در مقطع عرضی دارند. همانگونه که ذکر شد، این حلقه ها در نتیجه کاهش میزان رشد در واکنش به فاکتورهایی مثل کاهش درجه حرارت آب و غیره تشکیل می شوند. برخی از

فاکتورهای محیطی و فیزیولوژیک می توانند تغییراتی را در زمان تشکیل حلقه ها بوجود آورند (Chugunova,1963). در مناطق گرمسیری رشد دوره ای نبوده و در نتیجه این روش کاربرد زیادی را برای تعیین سن ندارد. بعضی مواقع، فاکتورهای خارجی همانند تغییر در میزان مواد غذایی، تغییر در تراکم آبزیان، تغییر در فاکتورهای فیزیکوشیمیایی آب مثل pH و غیره موجب شکل گیری و تشکیل حلقه هایی می شوند که با حلقه های سالانه تفاوت خواهند داشت. از ساختمان های سخت بدن که برای تعیین سن مناسب هستند می توان به فلس،اتولیت، مهره، خار، شعاع باله، استخوان، سرپوش آبششی و غیره اشاره کرد. شکل گیری حلقه های رشد روی ساختمان های سخت بدن ماهیان استخوانی، سبب شده است که برای تعیین سن آنها از این ساختمان ها استفاده شود. در ماهیان غضروفی مثل کوسه ها یا تاسماهیان می توان از برش های خارهای شعاع باله ها برای تعیین سن استفاده کرد. ازامتیازات استفاده از این روش می توان به دقت بالای آن اشاره کرد ولی از محدودیت های آن مشکل بودن استفاده از ساختمان هایی مثل اتولیت و استخوان هاست. همچنین در برخی موارد مثل خارج کردن اتولیت، نیاز به کشتن ماهی است و محدودیت شایان ذکر دیگر، عدم امکان تعیین سن ماهیان در مناطق حاره و گرمسیری است که دارای رشد تقریبا" مداومی هستند.

۱-۳-۱- تاریخ تولد ماهی

استفاده از روشی استاندارد برای نشان دادن سن یک ماهی، بدون در نظر گرفتن تفاوت های کوچک درزمان تشکیل حلقه های رشد، موجب خواهد شد که تمام ماهیان تولید شده در یک سال مشخص، به یک گروه سنی خاص تعلق داشته باشند. برای مقایسه اطلاعات تعیین سن لازم است ابتدا تاریخ تولد ماهی به روش یکسان و استاندارد تعیین شود. برای حل این مشکل طبق یک توافق و قرارداد بین المللی بر اساس پیشنهاد Hile

در سال ۱۹۵۰، تاریخ تولد ماهی در نیمکره شمالی اول ژانویه و برای ماهیان نیمکره جنوبی اول جولای است (Jearid, 1983). برهمین اساس در نیمکره شمالی، ناحیه رشد روی ساختمان بدن یک ماهی از ابتدای ژانویه به بعد بعنوان یک حلقه کامل محاسبه می‌شود اگرچه این حلقه هنوز کامل نشده باشد. برای مثال، ماهیانی که به فرض اول ژانویه سال ۲۰۰۰ متولد شده اند و روز ۱۵ ژانویه ۲۰۰۵ صید شده باشند، ماهیانی هستند که ۵ سال دارند ولی حلقه پنجم هنوز در آنها دیده نمی شود. برخی از دانشمندان اعتقاد دارند که اختصاص یک تاریخ تولد اختیاری بجز تاریخ تولد بیولوژیک، نمی تواند سیستم خوبی تلقی شود زیرا حلقه های سالانه در بعضی از ماهیان ممکن است ماهها بعد از تاریخ تولد در نظر گرفته شده، ظاهر شوند. این امر ممکن است سبب تفسیر اشتباه توسط افراد مختلف شود ولی این امتیاز را دارد که سنین تعیین شده در همه آزمایشگاه ها قابل مقایسه باشند. در هر صورت باید توجه داشت که سن ماهی به یک دوره زمانی اشاره می‌کند که از تولد ماهی شروع و تا یک نقطه مشخص ادامه دارد. بعد از مشخص شدن سن ماهیان است که می توان آنها را در گروه های سنی خود جای داد.

۲-۳-۱- گروههای سنی

متداول ترین روش نمایش سن ماهیان، استفاده از اعداد است اگر چه برخی مواقع از روش های دیگری هم استفاده می کنند ولی موضوع مهم، ثبات در بکارگیری روش انتخاب شده است. در ساختمان های مورد مطالعه ناحیه ای دیده می شود که بعد از آخرین حلقه تشکیل شده است و وسعت آن ناحیه به زمان صید ماهی بستگی دارد. این ناحیه رشد جدید که بعد از آخرین حلقه تشکیل شده است، با علامت + مشخص می شود و معمولا" به رشد بهاره یا تابستانه اشاره می کند. برای مثال یک ماهی ٤^{+} نشان می دهد که این ماهی ٤ سال ازعمر خود را سپری کرده است و وارد پنجمین سال حیات خود شده

است. علامت + در حقیقت نشان می دهد که این ماهی سن ٤ سالگی خود را تمام کرده و چند مدتی را هم بعد از آن سپری کرده است، اگر چه هنوز یک سال کامل نشده است. در بحث مربوط به گروه های سنی لازم است بدانیم، ماهیانی که در یک سال متولد می شوند به یک گروه سنی تعلق دارند که به اصطلاح «کوهورت»[1] نامیده می شود. برای مثال، کوهورت ۱۳۷۰[5]، کوهورت ۱۳۷۱[6] و کوهورت ۱۳۷۳[8] همه افراد کلاس سنی سال ۱۳٦٥ هستند، یعنی اینها ماهیانی هستند که در سال ۱۳٦٥ متولد شده اند و زمانیکه در سال ۱۳۷۰ صید شده اند، ٥ ساله بوده اند. واضح است که در سال ۱۳۷۱ این گروه ٦ ساله و در سال ۱۳۷۳ هم ۸ ساله بوده اند. لذا با اینکه در سال های مختلف با سن های متفاوت صید شده اند ولی همگی متعلق به نسلی هستند که در سال ۱۳٦٥ بدنیا آمده اند. در علم ارزیابی ذخایر، ردیابی فراوانی ها و سرنوشت کلاس های سنی در طول زمان از اهمیت خاصی برخوردار است.

۳-۳-۱- نمایش سن آبزیان

معمولا" ماهی را در هر یک از مراحل زندگی خود با توجه به ویژگی و خصوصیات آن، به اسامی مختلف می خوانند که Chugunova (1963) آنها را به شکل ذیل معرفی می‌کند:

تخم : تخمک لقاح یافته و بارور را می گویند.

Prolarve: به لارو دارای کیسه زرده می گویند که در فاصله زمانی بین تخم گشایی[2] و جذب کیسه زرده قرار دارد.

---

1. Cohort or Class or Brood
2. Haching

Larve: مرحله ای از تکامل است که از جذب کیسه زرده شروع و تا زمان شکل گیری ماهی با مشخصات ریختی گونه خود را شامل می شود.

Fry: شامل مرحله بعد از دوران لاروی است که معمولا" همراه با توسعه کامل شعاع باله‌ها و شکل گیری فلس هاست.

Young of the year: ماهی کوچک و جوانی است که بدنش بطور کامل با فلس پوشیده شده است. این مرحله معمولا" در نیمه دوم اولین تابستان یا پاییز حیات ماهی دیده می‌شود.

Juvenile: تمام مراحل بالا به استثناء مرحله تخم را «مرحله جوانی»[1] می نامند که در گروه سنی صفر جای می گیرند. فلس ها در این مرحله فاقد حلقه های سالانه هستند.

Yearling: ماهی جوان یک ساله ای است که اولین زمستان را گذرانده و روی فلس آن یک حلقه سالانه تشکیل شده است. این حلقه سالانه معمولا" زودتر از بهار ظاهر نمی‌شود.

2-summer-old: ماهیان متعلق به این گروه در نیمه دوم دومین تابستان حیات خود بوده و به گروه سنی یک ساله ها یا 1^+ تعلق می گیرند که به نام ماهیان «دو تابستانه» معروفند.

2-year-old: این دسته شامل ماهیانی خواهد بود که دو تابستان و زمستان را سپری کرده‌اند و روی فلس آنها دو حلقه سالانه دیده می شود و در اصطلاح «دو ساله» (2^+) هستند.

تمام گروههای سنی پیش از اولین تخم ریزی را «ماهیان نارس» می نامند و بعد از تخم‌ریزی را «ماهیان بالغ» می نامند. برای نمایش سن ماهی از اعداد ریاضی استفاده می‌کنند. برای مثال ماهیان ۱، ۲، ۳، ... ساله که نشان می دهد این ماهیان یک، دو، سه و ...

---

[1]. Juvenile

سال از عمر خود را سپری کرده اند. از آنجاییکه ماهیان کاملا" در روز تولد خود صید نمی شوند و ماهها و روزهایی را اضافی دارند، این بخش اضافه را با علامت + نشان می‌دهند یعنی یک ماهی 3^+ بیش از ۳ سال از عمر خود را سپری کرده است.

گاهی دیده می شود که از روش های مختلفی برای نمایش سن ماهی آزاد استفاده می‌شود که بین آبهای شور و شیرین مهاجر است. در حقیقت هدف، جدا کردن تعداد سال هایی است که در آب شیرین و شور زندگی کرده است. برخی از این روش هایی که برای نمایش سن آنها بکار می رود، بقرار ذیل می باشد:

روش اروپایی : در این شیوه نمایش، تعداد سال های زندگی در آب شیرین و شور در کنار هم نمایش داده می شوند. برای مثال، یک ماهی ۵ ساله که ۲ سال در آب شیرین و ۳ سال در دریا زندگی کرده است، بشکل ۲,۳ معرفی می شود.

روش Gilbert & Rich : در این شیوه سن ماهی نوشته می شود ولی تعداد سال های حیات در آب شیرین بصورت اندیس به آن اضافه می شود. برای مثال ماهی ۵ ساله ای که در بالا به آن اشاره شد، بصورت 5_2 نمایش داده می شود، یعنی این ماهی ۵ زمستان را از زمان تخم ریزی والدین تا زمان صید سپری کرده است. عدد ۲ هم بیانگر تعداد سالهای بین تخم افشانی والدین و مهاجرت ماهی بسوی دریا است.

روش Masterman : استفاده از این روش متداول نیست ولی برای نمایش سن ماهی، تعداد سالهایی که ماهی در آب شیرین زندگی می کند با اعداد رومی I,II,III,... و زندگی دریایی با حروف بزرگ انگلیسی A,B,C,... معرفی می شود.

روش G.P. Barach : در این روش دوره حیات آب شیرین یعنی از زمان تولد تا مهاجرت به دریا را با P و حیات دریایی را با T نمایش می دهند. در این روش، معرفی سن ماهی ۵ ساله ای که در بالا اشاره شده است بصورت 2P+3T خواهد بود.

« فصل ۲ »

ساختمانهای مورد استفاده برای تعیین سن

۱-۲- ساختمان پوست

محیطهای آبی نسبت به خشکی ها از ثبات بیشتری برخوردارند و تغییرات در این محیطها کمتر است. پوست در ماهیان اندام مهمی است که در حقیقت حد واسط و رابط محیط داخلی بدن جانور و دنیای خارج آن محسوب می شود. محیط داخلی بدن مهره داران نسبت به فضای خارج متفاوت است و این گروه از موجودات این توانایی را دارند که این اختلاف ها را بنحوی تنظیم کنند که آسیبی به آنها نرسد. حرارت، آب، اکسیژن و نوترینت های کوچک آلی و معدنی از جمله موادی هستند که ورود آنها از طریق پوست می تواند تنظیم و کنترل شود. پوست، ماهی را در مقابل اشعه ماوراء بنفش، عوامل بیماری زا، سموم، چنگال و دندان شکارچیان محافظت می کند. همچنین پوست درتنظیم موادی که از بدن ماهی خارج می شوند، مثل آب و دی اکسید کربن، نقش دارد. به همین علت پوست نقش بسیار مهمی در این گروه از موجودات دارد و عملکرد آن حیاتی است. پوست در ماهیان بعنوان یک پوشش محافظ خارجی محسوب می شود که ماهی را

ازعوامل آسیب رسان محیط بیرونی محافظت می کند، ولی ماهی را از محیط جدا نمی‌سازد. پوست دارای گیرنده های حساس زیادی است که موجب می شوند ارتباط با محیط بیرونی بصورت ثابت حفظ شود. اگر چه ساختمان پوست در مهره داران یکی است ولی تفاوت های قابل توجهی هم بین آنها دیده می شود که در ارتباط با نحوه زندگی موجود و محیط زندگی آنها می باشد. معمولا" پوست درمهره داران دارای پر، مو، لاک است ولی در ماهیان، پوست پوشیده از فلس، خار یا قطعات استخوانی است، درحالیکه پوست دردهان گردان برهنه است. اکثر ماهیان دارای پوست لزج و چرب هستند که به دلیل وجود تعداد زیادی از سلول های ترشحی در پوست آنها است. مواد ترشحی علاوه بر حفاظت و نگهداری پوست در مقابل عوامل خارجی و انگل ها، سبب سهولت حرکت ماهیان در آب هم می شوند. معمولا" سطح بدن از سلول های موکوسی پوشیده شده است. این سلول ها ماده ای گلیکوپروتئینی به نام موسین تولید می کنند. موسین در مجاورت آب تشکیل موکوس را می دهد که یک ماده ترشحی لیز و چسبنده است (Brown, 1957). تعداد و نوع سلول های موکوسی با توجه به گونه های مختلف، متفاوت است. در برخی از ماهیان مثل مار ماهی، مواد موکوسی ترشحی، سمی است و تزریقآ ن می تواند حتی منجر به مرگ انسان و حیوان هم بشود (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱).

پوست برخی از ماهیان مثل کپور ماهیان در مراحلی از حیات آنها مثل زمان مهاجرت و در فصل تخمریزی متحمل تغییراتی می شود. در این زمان، روی پوست دانه های برجسته ای ظاهر می شود که به نام «دانه های مرواریدی» نامیده می شود و دراصطلاح گفته می شود که ماهی لباس عروسی به تن کرده است. این برجستگی ها بعد از تخمریزی از بین رفته و پوست حالت طبیعی را بخود می گیرد. وجود اندام های نورزایی از سایر ویژگی های

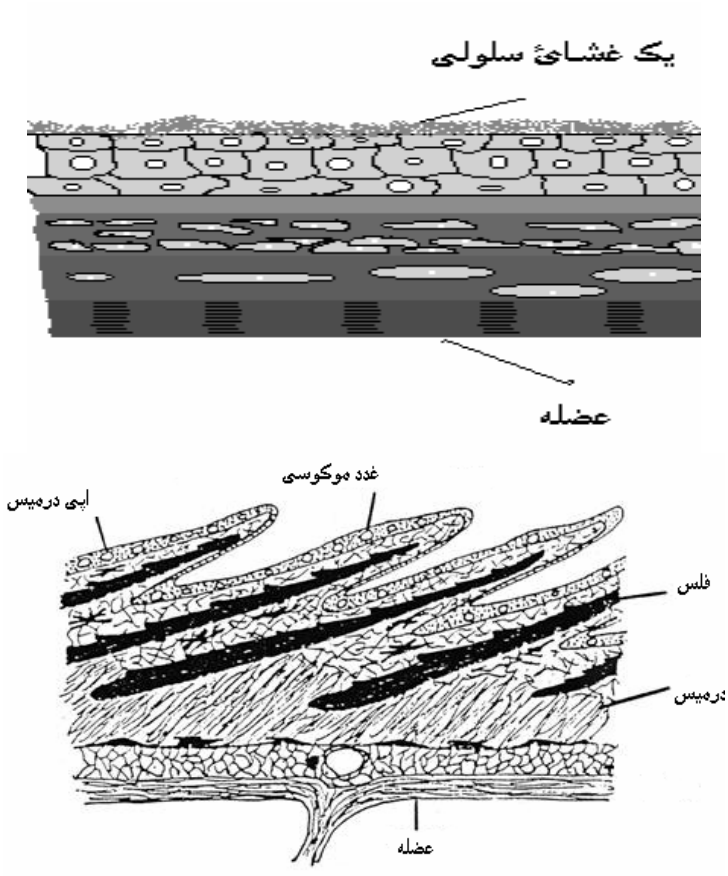
شایان ذکر در پوست برخی از ماهیان است. این خاصیت، ویژه ماهیان دریازی است و ماهیان آب شیرین فاقد آن هستند.

معمولا" پوست بدن ماهیان از دو لایه تشکیل شده است، بخشی که با محیط خارج در تماس است «اپی درمیس»[1] نامیده می شود که منشاء اکتودرمی دارد و دارای سلول های ترشحی زیادی است. لایه «اپی درمیس» یک پوشش چند لایه ای است که دارای سلول های شاخی «کراتین»[2] است. سلول های رنگ دانه ای که به ماهی رنگ می دهند، در لایه اپی درمیس قرار دارند. لایه زیرین «درمیس»[3] نام دارد که دارای منشاء مزودرمی است و در زیر آن بافت پیوندی قرار می گیرد. فلس ماهیان در لایه درمیس قرار می گیرند (شکل شماره ٦).

توجه به این نکته لازم است که هیپیودرمیس یک لایه سست محسوب می شود که بین درمیس و عضلات عمقی قرار گرفته است. ماهیان در رنگ های بسیار متنوعی دیده می‌شوند که علت آن وجود رنگ دانه های سیاه، قرمز یا نارنجی رنگی است که در زیر پوست پراکنده اند. تجمع یا پراکندگی این مواد رنگی نتیجه یک عمل انعکاسی است که توسط دستگاه عصبی، اعصاب سطحی پوست و اندام بینایی کنترل می شوند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱). این رنگ دانه ها در سلول های مخصوصی قرار دارند که «کروماتوفور»[4] نامیده می شوند. در پوست ماهیان انواع متنوعی از سلول های رنگی دیده می شوند که از نظر شکل، اندازه و رنگ با یکدیگر متفاوتند. رنگ پوست بدن ماهیان با توجه به میزان پراکنش مواد رنگی در داخل سلول ها ی رنگی است. ماهیان با تغییر رنگ

---

[1] .Epidermis
[2] .Keratin
[3] .Dermis
[4] .Chromatophore



شکل ٦. دو نمااز ساختمان پوست در ماهیان و محل قرار گرفتن فلس و غدد موکوسی
منبع : University of Winnipeg

خود این توانایی را دارند که خود را با محیط اطراف خود همرنگ کنند و از خطرهای احتمالی در امان باشند. ماهیانی که فاقد سلول های رنگی هستند که «آلبینو»[1] نامیده

[1] . Albino

می‌شوند. این حالت بسیار کمیاب است و در ماهیان کور یا ماهیان ساکن در قنات‌ها و غارها دیده می شود.

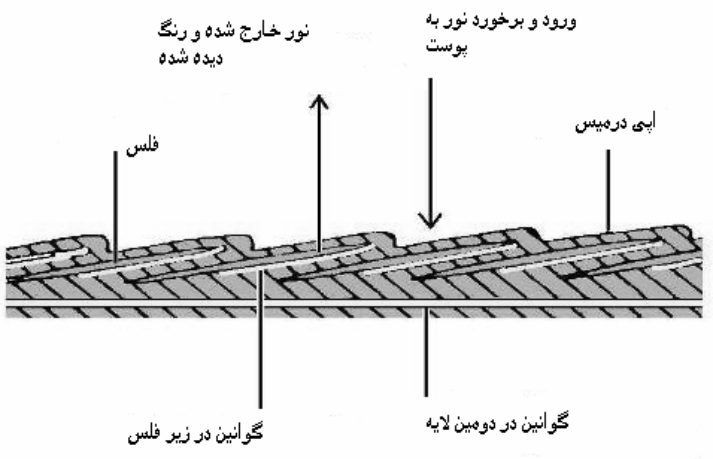
تغییر درجه حرارت و همچنین کمبود اکسیژن آب از عوامل مهم محیطی هستند که می‌توانند موجب تغییر رنگ درماهیان شوند. تغییر رنگ ماهیان هنگام تخمریزی، در نتیجه تغییرات هورمونی بوجود می آید. از معمول ترین سلول هایی که مسئول ایجاد رنگ های متنوع در پوست ماهیان هستند، می توان به ملانوفورها[1] (دارای دانه های رنگی تیره مثل قهوه ای و سیاه)، گزانتوفورها[2] (دارای مواد رنگی نارنجی و زرد)، اریتروفورها[3] (دارای مواد قرمز رنگ) و گوانوسیت ها[4] (دارای مواد نقره ای رنگ) اشاره کرد. گوانین یک ماده نقره ای رنگ درخشنده ای است که در فلس ماهیان به صورت کریستال وجود دارد و با شکست نور اغلب بی رنگ دیده می شود(شکل شماره ۷). گوانین در ساخت مروارید مصنوعی کاربرد دارد. رنگ ماهیان صرفا" بدلیل زیبایی این دسته از موجودات نیست بلکه آنها از این ویژگی برای استتار و محافظت خود استفاده می کنند. برای مثال پشت اکثرماهیانی که نزدیک سطح آب اقیانوس ها زندگی می کنند آبی رنگ بوده و همرنگ با آب دریاهاست که آن را «محافظت رنگی»[5] می نامند.

۲-۲- ساختمان فلس

معمولا" بدن ماهیان استخوانی از فلس پوشیده شده است ولی برخی از گونه ها فاقد آن هستند. برای مثال ماهیان خانواده Gobiesocidae و گربه ماهیان آب شیرین فلس ندارند

---

1. Melanophora
2. Xanthophora
3. Erythrophora
4. Guanocyten
5. Protective Coloration



شکل ۷. نمایی از سه لایه اصلی پوست و موقعیت فلس و رنگدانه گوانین در پوست ماهیان
منبع: **University of Winnipeg**

و تنها محافظ بدن آنها را لایه ضخیمی از موکوس تشکیل می دهد. در فلس ماهیان، گوانین به شکل کریستال وجود دارد که با شکست نور توسط آنها، اغلب فلس ها بی رنگ دیده می شوند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۱). فلس ها دارای برجستگی ها و تزئینات متفاوتی می باشند که معمولا" توسط یک ماده لیز و چسبنده به نام موکوس پوشیده شده است. اندازه فلس نمی تواند بیانگر ویژگی ماهیان باشد، زیرا اندازه آنها نه تنها در بین افراد و گونه ها متفاوت است، بلکه در افراد منفرد هم می تواند مختلف باشد (Lagler, 1947). برای مثال، مارماهی آب شیرین دارای فلس های بسیار ریزی است. تون ماهیان هم دارای فلس های کوچکی هستند که در بخش های مختلفی از بدن آنها دیده می شوند. در ماهیانی مثل سرخوی مرجانی[1] اندازه فلس ها متوسط است ولی در *Megalops cyprinoides* فلس ها بسیار بزرگ هستند. حتی شکل فلس ها هم در بین

[1]. Coral Snapper

افراد ساکن در مناطق مختلف می تواند متفاوت باشد (Chikuni, 1968 ; Casteel, 1972). فلس در ماهیان فلس دار یک پوشش محافظ خارجی محسوب می شود و به موازات رشد ماهی، به اندازه فلس هم اضافه می شود ولی رشد فلس اغلب تا قبل از بلوغ ماهی اتفاق می افتد. با بزرگ شدن فلس، حلقه های رشدی هم شکل می گیرند که به Circuli معروفند. در فصول سرد سال که رشد کند تر است، این حلقه ها به همدیگر نزدیک تر و فشرده تر هستند. فلس ها دارای ساختمان دو بعدی هستند و بخش شکمی آنها از یک سری صفحات شکل گرفته از مرکز فلس، تشکیل یافته است (Holden & Vince, 1973). ابتدا بچه ماهیان فاقد فلس هستند و در یک مرحله مشخصی از حیات آنها، فلس ها ظاهر می شوند. معمولا" اولین فلس ها روی ساقه دمی و نزدیک خط جانبی ظاهر می شوند و بعدها بصورت ردیف هایی گسترش یافته و در تمام قسمت های بدن پخش می شوند. معمولا" زمان ظاهر شدن اولین فلس ها روی بدن ماهی در ارتباط با ویزگی های هر گونه است، برای مثال، در گونه هایی که اندازه ماهی کوچک است، شکل گیری فلس ها در طول های کمتر از ۱۲ میلی متر صورت می گیرد ولی در مار ماهی[1] به علت دگردیسی دیر هنگام، تشکیل فلس ها تا هنگامیکه ماهی به طول ۲۰۰-۱۶۰ میلی متر نرسد، ظاهر نمی شوند (Chugunova, 1963).

۱-۲-۲- انواع فلس و ترکیب شیمیایی آن

فلس ها با توجه به خصوصیاتی که دارند به چند گروه تقسیم می شوند که عبارتند از:

- فلس های صفحه ای[2](پلاکوئیدی) که در کوسه ماهیان وجود دارند (شکل شماره ۸-الف).

1. *Anguilla anguilla*
2. Placoid

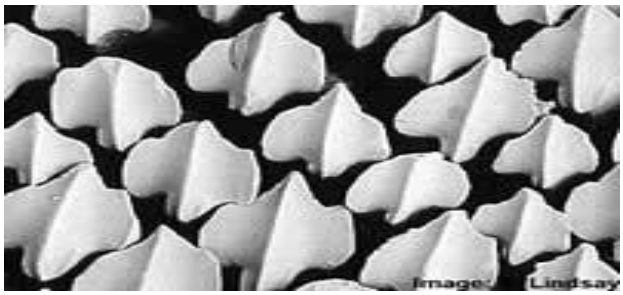
- فلس های لوزی[1] (گانوئیدی) که در تاس ماهیان دیده می شـــوند (شـکل شـماره ۸- ب) .

- فلس های دایره ای[2] (سیکلوئیدی) که دارای لبه هـای صـاف و گـردی در بخـش خلفی خود هستند و در ماهیان آب شیرین مثل ماهی کپور دیده می شوند که دارای شعاع نرم در باله ها هستند (شکل شماره ۸-ج).

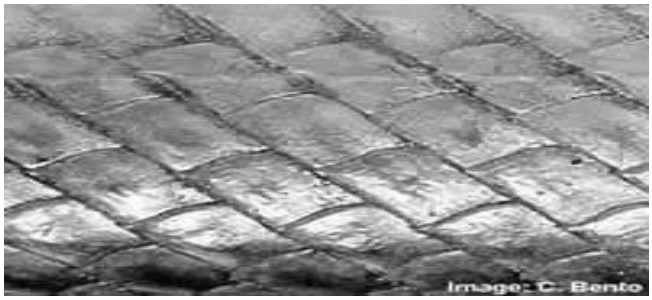
- فلس های شانه ای[3] (کتنوئیدی) دارای لبه های مضرس و دندانـه دار شـبیه دندانـه های شانه هستند و در سوف ماهیان و خورشید ماهی[4] و عموما" در ماهیانی دیده می‌شوند که دارای شعاع باله ای سخت هستند. اسم این فلس ها از کلمه یونانی « کتنو»[5] به معنی شانه گرفته شده است. فلس های شانه ای دارای خارهای سخت کتینـی در بخـش خلفـی هستند در حالیکه این حالت در فلس های دایره ای دیده نمی شود. گاهی این بخش کتینی نرم است و بسختی قابل مشاهده است که در این حالت بعنوان «خار های ریشه دار» نامیده می شوند (Brown, 1957). بطورکلی، فلس های شانه ای دارای دو بخش اصلی هستند، یک لایه سطحی با ساختمانی سخت که به دلیل کریستال های کلسیمی است و یک لایـه عمقی تر که از فیبرهای کلاژن تشکیل شده است. معمولا" فلس های شانه ای را بـه سـه گروه تقسیم می کنند که اساس تقسیم بندی آنها را شکل لبه فلـس و طـرز قـرار گـرفتن خارها تشکیل می دهد. نوع دندان موشی یا کنگره ای[6] که دارای لبه های بسیار مـشخص کنگره ای است. نوع دوم از این فلس ها دارای یک بدنه اصلی هستند و خارها بـه شـکل

[1]. Ganoid
[2] .Cycloid
[3] .Ctenoid
[4] .Sunfish
[5] .Cteno
[6] .Crenate

خوشه هایی به بدنه اصلی وصل می شوند که «اسپینوئید»[1] نامیده می شوند و در نوع سوم کتین ها به صورت مجزا به شکل واحد های رشد کننده تشکیل می شوند و از بدنه اصلی فلس تمیز داده می شوند که به همان اسم «کتنوئید» معروفند (Chikuni, 1968) (شـکل شماره ۸- د).



الف

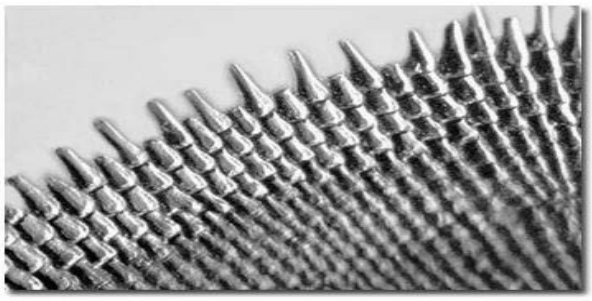


ب

ج

[1] .Spinoid

د



شکل ۸ : انواع فلس در ماهیان.
الف. فلس های صفحه ای در کوسه *Broadnose Sevengill*
منبع: S. Lindsay © Australian Museum.

ب. فلس های لوزی شکل در ماهی *Lepisosteus platyrhincus*
منبع: C. Bento © Australian Museum.

ج. فلس های دایره ای در *Kuhlia rupestris*
منبع: C. Bento © Australian Museum.

د. فلس های شانه ای در *Macropodus opercularis*. با لبه های مضرس
منبع: S. Lindsay © Australian Museum.

نوع فلس ها و حتی طرز قرارگیری آنها در برخی از گونه ها جالب توجه است، برای مثال در برخی از کفشک ماهیان[۱]، فلس های شانه ای در قسمتی از بدن که واجد چشم است قرار دارند و در طرفی که چشم وجود ندارد، فلس های دایره ای وجود دارد. همچنین در برخی از گونه ها[۲]، نرها دارای فلس شانه ای و ماده ها دارای فلس های دایره ای هستند (Chikuni, 1968).

منشاء فلس در ماهیان استخوانی زائده های پوستی است که با تکثیر سلول های فیبروبلاست بوجود می آیند و دو بخش اصلی دارند که عبارت است از: ۱- لایه سطحی به نام «لایه استخوانی»[۳] که لایه ای است سفت و سخت و مقدار زیادی نمک کلسیم غنی از فسفات کلسیم و کربنات کلسیم را بشکل کریستال دارد، ۲- لایه عمقی تر فیبروزی[٤] که از رشته های کلاژن تشکیل شده است (Brown, 1957). در تشکیل فلس ابتدا قسمت مرکزی محل برجستگی ها و زائده های پوستی مذکور توسط ماده داخل سلولی اشغال می شود و با مهاجرت سلول های مهاجر، یک توده مرکزی تشکیل می شود. سلول هایی که در اطراف مانده اند، فولیکول بیرونی را تشکیل می دهند که بعدها دور جیب پوستی فلس قرار می گیرند و در نهایت حاشیه استخوانی فلس های تولید شده را تشکیل می‌دهند (Brown, 1957). همگام با رشد ماهی، فلس هم رشد کرده و بزرگ تر می شود. در رشد فلس، زیر صفحات قاعده ای اولیه فلس، صفحات کوچکی پهن شده است که در حقیقت از زیر لایه های فوقانی بوجود می آیند و به همین ترتیب صفحات بعدی هم شکل می گیرند (Chugunova, 1963). در واقع فلس را می توان به شکل یک مخروط کاج

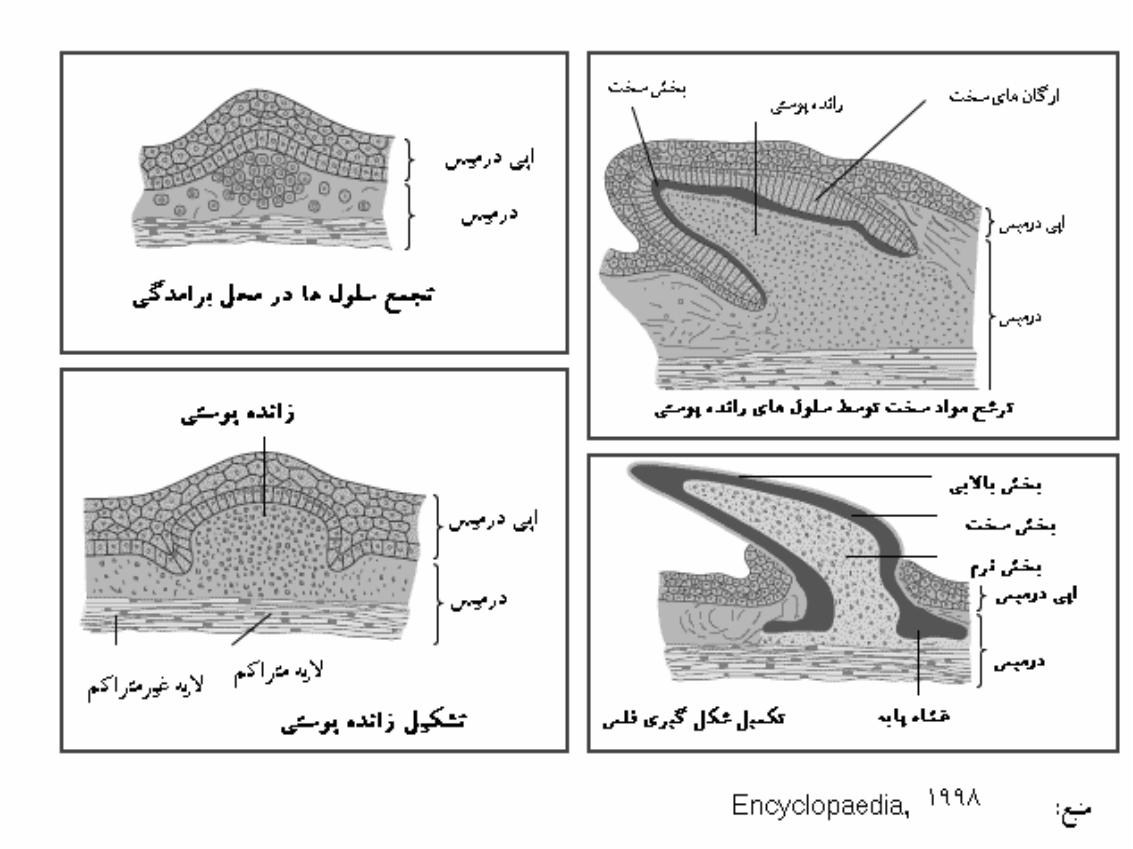
۱- گونه های Flounders, Flatfishes و یا Soles.

[2] .Flatfishes

[۳]- لایه Hyalodentine یاSclerite.

[٤]- لایهLamellar یاFibrillary که لایهBasal هم نامیده می شود.

تشبیه کرد که صفحات فوقانی کوچک ترین از نظر اندازه و مسن ترین آنهاست ولی داخلی ترین صفحه، جوان ترو پهن تر از بقیه است. بدین ترتیب بخش مرکزی فلس ضخیم تر از سایر قسمت ها خواهد بود (شکل شماره۹).



شکل ۹. روند تشکیل فلس در ماهیان

بررسی ترکیب شیمیایی فلس در برخی از ماهیان نشان می دهد که بخش عمده آن از پروتئین آلی تشکیل شده است و مواد معدنی سهم کمی را در ترکیب آن دارند. کلاژن و چربی از مواد اصلی تشکیل دهنده فلس ها محسوب می شوند (Brown, 1957). فیبرهای کلاژن در واحد های ساختمانی بعضی از بافت های آهکی شده مثل دندان ها و

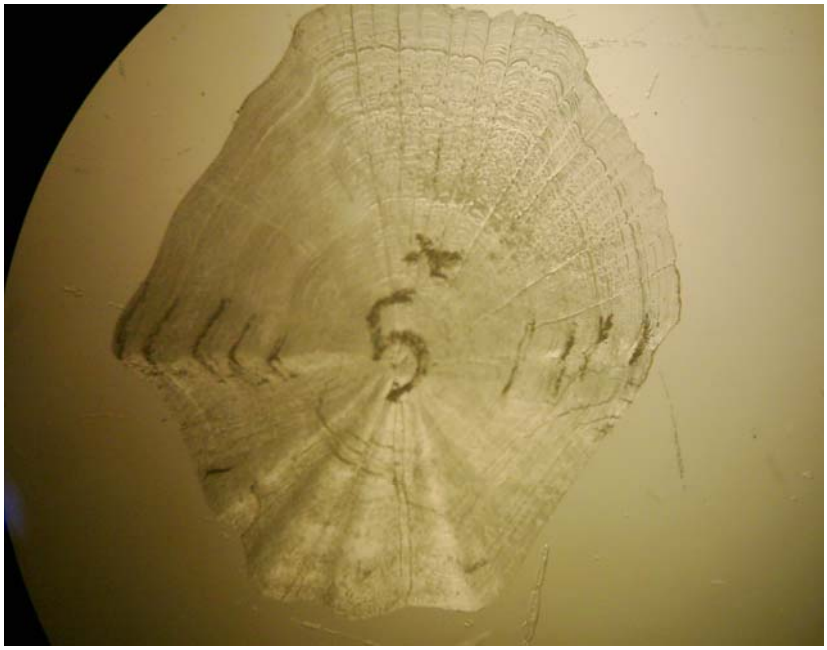
استخوان ها هم وجود دارند که معمولا" در طرح های متنوعی دیده می شوند. فلس ها از ورق های ظریفی تشکیل شده اند که روی هم قرار گرفته اند و هر یک از این ورق ها از فیبریل های کم و بیش موازی ساخته شده اند (Brown, 1957). فلس ها در فرورفتگی های لایه زیرین پوست قرار می گیرند که به اصطلاح به نام « جیب پوستی » هم نامیده می‌شوند. زمانی که فلسی از جیب پوستی بیرون کشیده می شود، پوست در این ناحیه بهم می چسبد. بخشی از فلس که به سر ماهی نزدیک است و درجیب پوستی قرار می گیرد، «بخش قدامی» فلس خوانده می شود. «بخش خلفی» فلس هم قسمتی از فلس است که به دم ماهی نزدیک است. تشخیص این دو بخش و مرز بین این دو ناحیه در ماهیان مختلف متفاوت است. در بعضی از ماهیان مثل «ماهی کلمه دریای خزر»[1] مرز این دو ناحیه بسیار مشخص است ولی در ماهیان «هرینگ»[2] این دو قسمت براحتی از یکدیگر تشخیص داده نمی شوند.

فلس در برخی از ماهیان براحتی از بدن جدا می شود و به همین علت برای تعیین سن این ماهیان سعی می شود از فلس استفاده نشود. برای مثال، فلس ماهیان کیلکای دریای خزر بسیار سست است و بر اثر فشاری که ماهیان صید شده به همدیگر وارد می کنند، اغلب فلس های خود را از دست می دهند و در صورتیکه از آنها فلس جمع آوری شود، هیچ اطمینانی وجود ندارد چون ممکن است فلس انتخاب شده متعلق به ماهی بیومتری شده ما نباشد. در برخی دیگر از ماهیان، فلس ها بسیار سخت از بدن جدا می شوند برای مثال، در جنس نر ماهی سفید بخصوص در زمان تخم ریزی در نتیجه فعالیت های مختلف هورمونی، این حالت بوضوح دیده می شود. فلس های ریخته شده ماهیان با فلس های تازه جایگزین می شوند ولی مرکز این فلس ها به رنگ روشن است و خطوط منظمی

[1] .*Rutilus rutilus*
[2] .Herring

نداشته و برای تعیین سن مناسب نیستند(Nielsen & Johnson, 1989). معمولا" حلقه های منظم روی این فلس ها از سالی که ساخته می شوند، تشکیل می شوند (Chugunova, 1963).

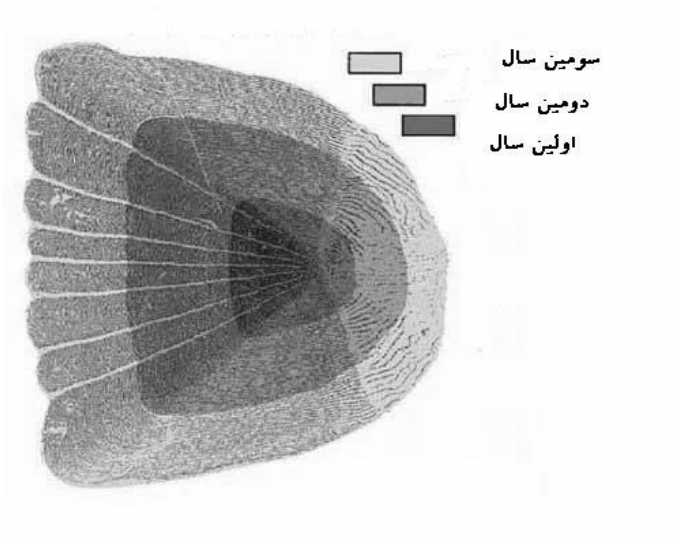
در مطالعه فلس، ابتدا لازم است «مرکز فلس»[1] را تشخیص بدهیم. دوایر متحدالمرکزی که اطراف مرکز فلس تشکیل می شوند همان «حلقه های رشد»[2] هستند (شکل شماره ۱۰).



شکل ۱۰ . تعیین سن یک ماهی سفید دریای خزر با ۵ سال سن از طریق فلس.
منبع: نهرور و پرافکنده. پژوهشکده آبزی پروری.

1. Focus
2. Circuli

روی فلس یک سری خطوطی دیده می شود که از مرکز به طرف لبه فلس کشیده می‌شوند، این خطوط را «کانال های شعاعی»[1] می نامند. در فلس های ضخیم، این کانال ها موجب انعطاف پذیری آنها می شود. هر ساله روی فلس حول مرکز آن، تعدادی حلقه تشکیل می شود که ناشی از تغییر آهنگ رشد است. همانگونه که قبلا" گفته شد این دوایر در فصول سرد سال به علت کاهش سرعت رشد بصورت فشرده تر شکل می گیرند. لذا درمطالعه فلس یکسری نواحی روشن و تیره بصورت متناوب دیده می شود که یک ناحیه روشن به همراه یک منطقه تیره معرف یک سال از عمر ماهی‌خواهد بود(شکل شماره ۱۱).



شکل ۱۱ . مناطق رشد مختلف روی فلس یک ماهی سه ساله

[1] .Radius

۳-۲- خار ها و شعاع باله ها

در ماهیان استخوانی فاقد فلس یا اتولیت مناسب برای تعیین سن از ساختمان های سخت دیگری مثل خار[1]، شعاع باله[2]، سرپوش آبششی[3]، جسم مهره[4] و غیره استفاده می شود. استفاده از خارها و شعاع باله ها برای تعیین سن گونه های دریایی و آب شیرین استفاده وسیعی دارد. در تعیین سن تاسماهیان، استفاده از خار باله ها بهترین روش ممکن اعلام شده است (Rien *et al.*, 1994) (شکل شماره ۱۲). بهرحال، اخیرا" این ساختمان‌ها برای تعیین سن گونه های آنادرموس و همچنین گونه های مهاجر مناطق گرمسیری همانند برخی از تون ماهیان[5] مورد توجه زیادی قرار گرفته اند.

شکل ۱۲. باله سینه ای ماهی اسبله *Silurus glanis* که از تالاب انزلی صید شده است.
منبع: رضا نهرور. پژوهشکده آبزی پروری

[1] .Spines
[2] .Rays
[3] .Opercular Covers
[4] .Vertebrae
[5] .Scombridae

گزارشهای متعددی در استفاده از خار یا شعاع باله برای تعیین سن ماهیانی مثل کپور[1]، سیم[2]، کلمه[3]، سوف رودخانه ای حاجی طرخان[4]، آزاد[5]، ماهی سرمخروطی آلاند[6] وجود دارد (Beamish & Fournier, 1981).

در سال ۱۹۷۷ دو محقق رشته تعیین سن به نامهایDick Beamish وDonis Chilton ماهی Lingcod را با استفاده از چهارمین و هشتمین شعاع باله دوم پشتی تعیین سن کردند. آنها گزارش کرده اند که برای استفاده از شعاع باله باید آنها را برش داد تا دارای ضخامت مناسبی برای مطالعه با میکروسکوپ شوند. بکارگیری شعاع باله بسیار شبیه به استفاده از ساختمان های دیگر است. آنها گزارش کرده اند که تنها مشکلی که وجود دارد مربوط به ماهیان مسن است که ممکن است مرکز شعاع باله بازجذب شود. این امکان وجود دارد که در این حالت، حتی تا دو حلقه از سن ها از دست داده شود. برای حل این مشکل پیشنهاد شده است که میانگین پهنای دو سال اول با استفاده از بررسی شعاع باله ماهیان جوان و کم سن و سال برآورد گردد (Chilton & Beamish, 1977).

معمولا" خارهای سینه ای نسبت به مهره ها ترجیح داده می شوند. یکی از امتیازات استفاده از خارها بی نیازی به کشتن ماهی است، زیرا با این روش تنها بخشی از باله نمونه گرفته می شود. ولی محدودیت استفاده از خارها، تیره شدن حلقه ها بخصوص در ماهیان مسن تر است (جرید، ۱۹۸۳). با وجود این محدودیت، برای تعیین سن ماهیانی مثل ماهیان خاویاری، استفاده از خارهای باله ای بهترین روش محسوب می شود(رین و بیمسدرفر، ۱۹۹٤). معمولا" برای پاک کردن بافت های اضافی روی استخوان ها، آن ها در آب

---

[1] .*Cyprinus carpio*
[2] .*Abramis brama*
[3] .*Rutilus rutilus*
[4] .*Perca fluviatilus*
[5] .*Salmo trutta*
[6] .*Leuciscus idus*

جوشانده می شوند که در این صورت حلقه های رشد کدر شده و به سختی قابل تفکیک و مطالعه خواهند بود.

خارها معمولا" با شل کردن آنها از محل مفصل کنده می شوند. برای جدا کردن می توان آنها را در دو جهت مخالف هم پیچاند تا ابتدا شل شده و سپس جدا شوند. برشی که از آنها تهیه می شود دارای ضخامت ۰/٦–۰/٤ میلی متر است. خارها و شعاع باله ها را به کمک اره جواهربری و از نزدیکی پایه خار یا شعاع، در انتهای شیار پائینی برش می‌دهند. محل برش بسیار مهم است و سعی می شود به نحوی این کار صورت گیرد که در شمارش حلقه ها، هیچکدام از آنها از دسترس خارج نشود. برای اینکار شعاع باله یا خار از محل مفصل جدا می شود و از همین محل برش داده می شوند. در صورت ضخیم بودن خارها و حتی شعاع باله ها می توان آنها را مدت کمی درمحلول آمونیاک ضعیف قرار داد و سپس شست وشو داد. برای توقف فعالیت آنزیم ها، بعد از شست وشو می‌توان از یک سنباده ظریف یا از پاک کننده های خانگی هم استفاده کرد و در انتها برای نگه داری، آنها را در هوای معمولی خشک می کنیم (Chugunova, 1963). در تمیز کردن شعاع و خار باله ها باید دقت کرد که پوست و بافت های زائد روی آنها خیلی کنده نشود، زیرا که ممکن است برخی از حلقه های حاشیه ای از دست برود. گاهی برای زدودن چربی روی استخوان ها از اتر، بنزین یا ترکیبی از آنها بصورت ۱/۳ اتر+۲/۳ بنزین استفاده می کنند (Chugunova, 1963). انتخاب شعاع کامل باله یا برش آن بستگی به اندازه ساختمان آنها خواهد داشت. معمولا" شعاع های کوچک در یک قالب رزینی[1] قرار می گیرند تا در زمان برش دادن، مشکلی پیش نیاید. شعاع های بزرگ را می توان در یک قالب یا بلوک پلاستیکی قرار داد و سپس برش داد. در برش اول سعی می شود تا

[1] .Epoxy Resin

آنجاییکه امکان دارد برش از نزدیکی مفصل داده شود. با این روش اطمینان به نگهداشتن اولین حلقه ها بالا خواهد بود. ضخامت برش ها با توجه به گونه ها تفاوت دارد ولی آنچه مهم است، تهیه برش هایی است که کنتراست مناسبی را بین مناطق روشن و تیره ایجاد کنند (شکل شماره ۱۳). قطعات بریده شده روی لام قرار گرفته و مطالعه می شوند. قبل از مطالعه می توان آنها را با پولیش مناسبی صیقل داد. در بررسی شعاع و خار ماهیان مسن تر تشخیص حلقه های اولی مشکل تر است. باید توجه داشت که تعیین سن از طریق شعاع و خار می تواند شیوه ای مکمل برای استفاده از روش های دیگر مثل فلس ها و اتولیت ها باشد.

شکل ۱۳. تهیه برش مناسب از باله سینه ای ماهی اسبله *Silurus glanis* به کمک اره مویی.
منبع: رضا نهرور. پژوهشکده آبزی پروری

امروزه برای تائید صحت کار تعیین سن، ساختمان های سخت بدن ماهی و از جمله خارها و شعاع باله ها را با استفاده از مواد شیمیایی مثل اکسی تتراسایکلین، به صورت تزریقی یا تغذیه ای، نشان دار می کنند. نکته حائز اهمیت در استفاده از مواد شیمیایی، میزان مصرفی آن است که در صورت بی دقتی، ممکن است میزان مرگ و میر ناشی از آن بالا باشد.

نتایج مطالعات مختلف در ردیابی حلقه های رشد روی مهره کوسه ها نشان می دهد که برای اینکاراز نیترات نقره (Stevens, 1975) یا آلیزارین (LaMarca, 1966) استفاده شده است. در برخی، موارد برش های بافتی رنگ آمیزی شده با هموتوکسیلین[1] یا اسید فوشین[2] هم گزارش شده است (Natanson, 1984 ; Casey *et al*., 1985; Ridewood, 1921). در سال ۱۹۷۷، Beamish& Chilton روشی را ارائه کردند که در آن رشد، مرگ و میر و حتی هماوری را در هر کلاس سنی از ماهی با استفاده از مقایسه پهنای مناطق رشد سالانه تفسیر می کردند و بعد از آن هم (۱۹۸۳) Cass & Beamish توانستند علامت گذاری و صید مجدد را پیشنهاد دهند که در این حالت شعاع باله با اکسی تتراسایکلین علامت گذاری شده بود. بر اساس مطالعات Chilton و Beamish در سال ۱۹۷۷ که خارهای باله پشتی ماهی Lingcod با اکسی تتراسایکلین علامت گذاری شده بود، مشخص شد که کاربرد این روش در ماهیان مسن با مشکلاتی همراه است. آنها علت این مشکل را احتمال جذب دوباره بخش مرکزی خارها اعلام کردند که موجب می شود حداقل دو حلقه سالانه از دسترس خارج شود. به همین علت این دو محقق پیشنهاد کردند که دو سال اول حیات ماهی از روی محاسبه میزان میانگین این نواحی در ماهیان جوان محاسبه و برآورد شود.

٤-۲- مهره ها

از ساختمان های سخت دیگری که در تعیین سن کاربرد دارند می توان به مهره ها نیز اشاره کرد. معمولا" زمانیکه اتولیت مناسبی وجود ندارد، از مهره ها می توان استفاده کرد. برای زدودن بافت های زائد و اضافی اطراف مهره های سفره ماهیان ازمحلولی مثل

[1]. Hemotoxylin
[2] .Acid fuschin

هیدرواکسید سدیم[1] استفاده می شود و اگر هدف نگهداری آنها باشد، می توان از متـانول[2] استفاده کرد. معمولا" مهره تون ماهیان به صورت خشک نگهداری می شود.

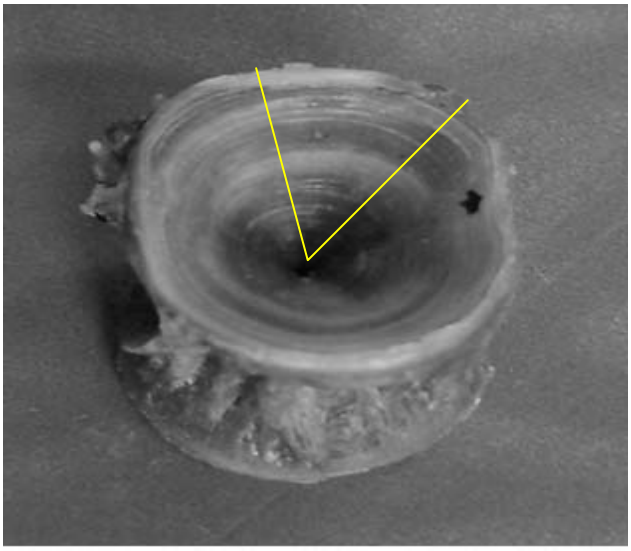
جسم مهره در ماهیان مهره دار دارای حلقه های رشد سالانه است کـه اغلـب در ماهیـان غضروفی (کوسه ها و سفره ماهیان) و برخی از تون ماهیان (ماکرل ها) مورد استفاده قرار می گیرند. درماهیان غضروفی جسم مهره کمی آهکی شده است. در مطالعه مهره ها سـعی می شود که از مهره های نزدیک سر استفاده شود که از نظر انـدازه، بـزرگ تـر از سـایر مهره‌ها هستند (شکل شماره ١٤). تمیز کردن آنها یا تهیه برش نیز همانند خارهـا و شـعاع باله هاست. معمولا" برش هایی که از مهره تهیه می شود با بزرگ نمایی پائین و نور سفید میکروسکوپ بررسی می شوند. برای افزایش کنتراست و تشخیص بهتر حلقه ها می تـوان برش های تهیه شده را رنگ آمیزی کرد. آلیزارین[3] و نیترات نقـره[4] از مـوادی هـستند کـه برای رنگ آمیزی مهره ها استفاده می شود. استفاده از مهره ها برای تعیین سـن، بـه دلیـل وجود مشکلاتی در استخراج مهره ها و زمان مورد نیاز برای آماده سازی آنها، زیاد متداول نیست.

٥-٢- سرپوش آبششی

سرپوش آبششی از ساختمان های دیگری است که برای تعیین سن ماهیان استفاده می‌شود. این ساختمان ها براحتی از بدن ماهی جدا می شوند و بـرای زدودن بافـت هـای زائـد و اضافی می توان آنها را چند دقیقه ای در آب جوشاند. در این کار باید احتیاط کرد تا آنها بیش از اندازه جوشانده نشوند، در غیر این صورت آنها خیلی نرم و انعطاف پذیر می‌شوند در نتیجـــه، براحتی پاره شـده و ساختمانشـان بهم می ریزد. هنوز گزارشی در مورد اثـر

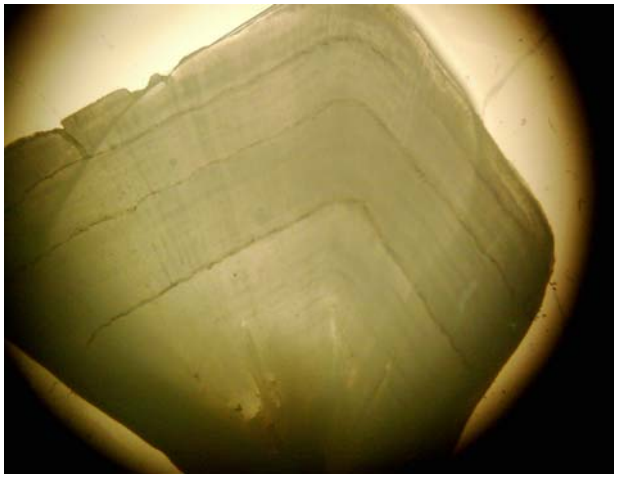
---

1. Sodium Hydroxide
2. Methanol
3. Alizarin red
4. Silver nitrate



شکل ١٤. یکی از مهره های ماهی اسبله تالاب انزلی*Silurus glanis* و زاویه تهیه برش برای تعیین سن آن.

منبع: رضا نهرور (پژوهشکده آبزی‌پروری)



شکل ١٥.برشی ازسرپوش آبششی اردک ماهی *Esox lucius* ٣ ساله.

منبع: نهرور و پرافکنده (پژوهشکده آبزی‌پروری)

سوء یا مثبت عمل جوشاندن سرپوش آبششی بر ظهور یا کدورت حلقه های رشد وجـود ندارد (شکل شماره ١٥).

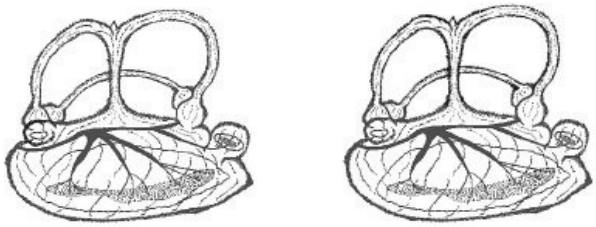
٦-٢- گوش داخلی ماهیان

ماهیان فاقد گوش خارجی و میانی بوده و تنها دارای گوش داخلی هستند که «لابیرنـت»[1] نامیده می شود. لابیرنت از یکسری کانال ها و حفره هایی تشکیل شده کـه پـر از مـایعی شبیه به مایع درون شبکیه است و به نام «آندولنف»[2] نامیده می شود (Platt & Popper, 1981). لابیرنت دارای سه محفظه به نامهای اوتریکول[3]، ساکول[4] و لاژتا[5] بـه همـراه سـه کانال با مجاری نیمدایره ای است (Popper & Coombs, 1980; Platt & Popper, 1981) (شکل شماره١٦).

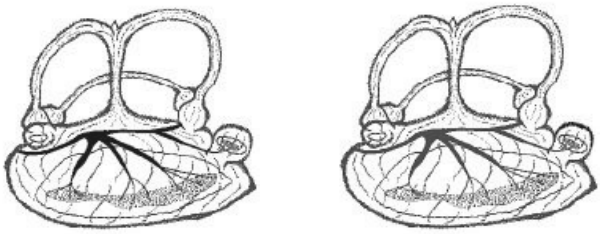
گوش داخلی در کپور ماهیان، شگ ماهیان و گربه ماهیان که دارای قدرت شنوایی بـالایی هستند، توسط استخوان های وبر[6] با کیسه شنا ارتباط دارد (وثوقی و مستجیر، ١٣٧١).

محل های اتصال مجاری نیمدایره ای کمی برجسته شده و بنام «آمپول» نامیده مـی شـوند (شکل شماره١٦). داخل آمپول ها، ساختمان حسی به نام «کریستا»[7] وجـود دارد (Platt & Popper, 1981) که مجهز به کاپولا هستند. بالای کریستا، ساختمان ژلاتینـی وجـود دارد که با حرکت مایع درون کانال، تغییر حالت مـی دهـد (Platt & Popper, 1981). کاپولا توسط فشار آندولنف خم می شود. مجاری نیمدایره ای در حرکاتی مثل چرخش یا

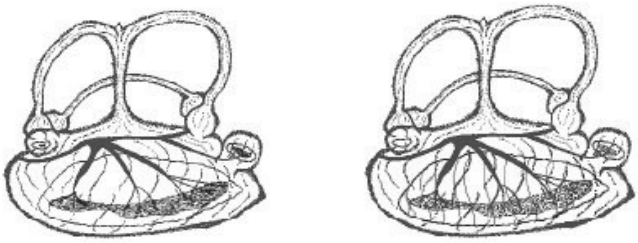
1 .Labyrinth
2 .Endolynph
3 . Utriculus
4 . Sacculus
5 . Lagena
6 .Weber
7. Crista



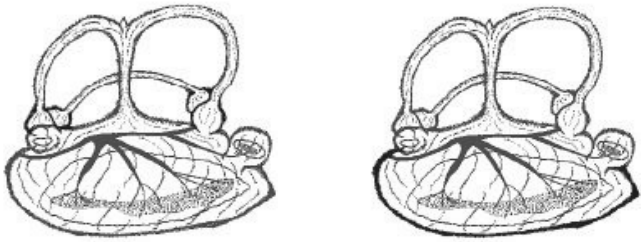
مجاری نیم دایره ای اتریکول



لاژنا شاخه های مختلف اعصاب شنوایی



غشائ اتولیتی اطراف ساجیتا ماکولا



ساکولا محل قرارگیری آمپول ها

شکل ١٦. بخش های مختلف در گوش داخلی ماهی که به رنگ قرمز مشخص شده است.

منبع : OTO - OTOLITH TRAINING ONLINE, 2007

گردش ماهی دخالت می کنند (Romer & Parsons, 1977). مجاری نیمدایره ای به تعداد سه عدد در تمام ماهیان دیده می شود. تعداد آنها در ماهیان هاگ فیش[1] یک عدد و در لامپری ها دو عدد است (Romer & Parsons, 1977).

دو ساختمان ساکولا و لاژتا در حس شنوایی و دریافت صوت نقش دارند ولی نقش ساختمان سوم یعنی اوتریکول، درحس شنوایی کمرنگ تر است (Popper, 1983 ; Popper & Coombs, 1980, 1982 ; Platt & Popper, 1981). این سه ساختمان در گوش داخلی دارای غشاء حسی هستند که «ماکولا»[2] نامیده می شود. ماکولا واجد سلول های حسی است که توسط مژه های ریزی به نام «سلول های موئی شکل»[3] احاطه شده اند و به انشعابات هشتمین عصب شنوایی ملحق می شوند (Popper & Coombs, 1980 ; Platt & Popper, 1981 ; Popper, 1983) (شکل شماره۱۶). ماکولا نسبت به صدا و جاذبه زمین حساس بوده و پاسخ می دهد. درمحل آمپول مجاری نیمدایره‌ای، غشاء ژلاتینی وجود دارد که بالای ماکولا قرار گرفته است . در ماهیان این غشاء ضخیم شده و به وسیله مواد معدنی سفت و سخت می شود و شکل یک قطعه متراکم جامد سخت را بخود می گیرد که «اتولیت»[4] نامیده می شود (Popper, 1983 ; Popper & Coombs, 1980, 1982 ; Platt & Popper, 1981). هر کدام از این ساختمان های حفره ای و کیسه مانند دارای اتولیت خاص خود هستند. اتولیت ساجیتا[5] درحفره ساکول[6]،

1. Hag fishes
2. Maculae
3. Hair cells
4. Otolith
5. Sagitta
6. Sacculus

اتولیت لاپلی[1] درحفره اوتریکول[2] واتولیت آستاریسکوس[3] در حفره لاژنا[4] قرار دارد (شکل شماره۱٦).

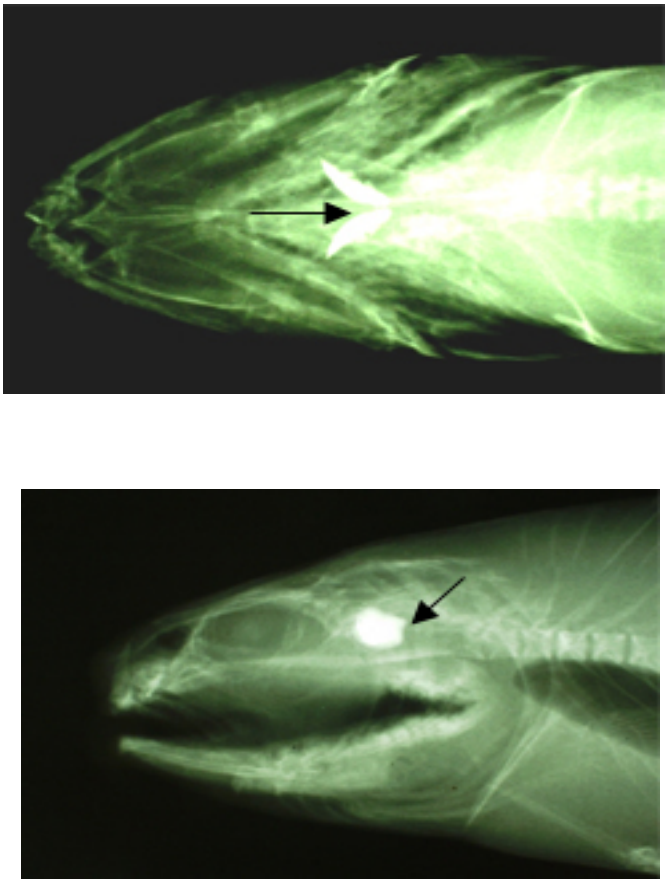
ساجیتا گیرنده و رسپتور اصلی اصوات در ماهیان است. در حقیقت زمانی که امواج صوتی موجب ارتعاش اپی تلیوم حساس و اتولیت ساجیتا می شوند، ماهی صداها را می شنود. میزان ارتعاش در ارتباط با سیگنال هایی است که دریافت می شوند و این سیگنال ها به وسیله سلول های حساس و عصبی دریافت و ترجمه می شوند (Popper, 1983 ; Gauldie, 1988 ; Platt & Popper, 1981). اختلاف های موجود در شکل ساجیتا موجب می شود که میزان و کیفیت های متفاوتی از اصوات بر غشاء حساس و در نتیجه بر ماکولا اثر کند و در نهایت تحریک های متفاوتی را خواهیم داشت (Popper, 1983 ; Popper & Coombs, 1980, 1982 ; Platt & Popper, 1981 ; Gauldie, 1988). در جانورانی که از نظر رده بندی بالاتر از ماهیان قرار دارند، این سنگریزه ها «اتوکونیا»[5] نامیده می شود که از جنس کربنات کلسیم ساخته شده اند. کربنات کلسیم در پرندگان و پستانداران بشکل کلسیت است. ماده پروتئینی زمینه در پرندگان و پستانداران «اتوکونین»[6] نامیده می شود. اتوکونیا در انسان بسیار کوچک است، بطوریکه اندازه آنها بسختی به۳۰-۳ میکرون می رسد (Lempert, 1997).

۱-٦-۲-اتولیت

اتولیت ها سنگ ریزه های سفید رنگی هستند که در گوش داخلی قرار دارند و «سنگ گوش» نیز نامیده می شوند. Oto به معنی گوش و Lithos به معنی سنگ است. گاهی

1 Lapillus
2. Utriculus
3. Asteriscus
4 Lagena
5 Otoconia
6 Otoconin

اتولیت ها را «Statoconium» یا «Otoconium» هم می نامند. اتولیت ها به کاسه سر متصل نیستند و بصورت شناور در بخش تحتانی مغز و داخل کانال های شفاف و نرم گوش داخلی قرار گرفته اند. اتولیت ها در سر تمام ماهیان استخوانی یافت می شوند (شکل شماره۱۷).



شکل ۱۷. موقعیت و محل قرار گرفتن اتولیت ها در سر ماهیان استخوانی از دو زاویه بالا و پهلو.

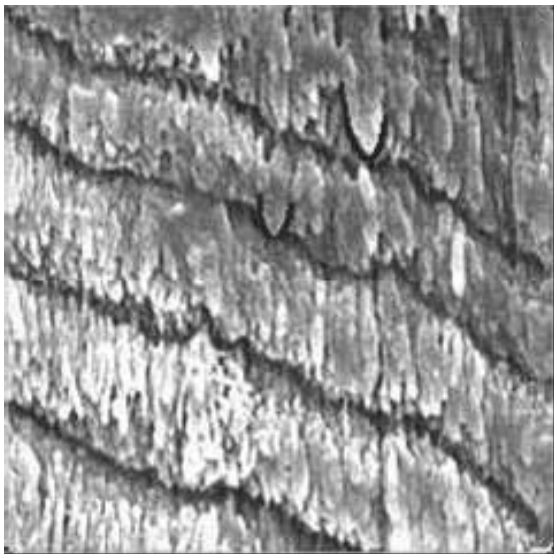
منبع: Smithsonian Tropical Research Institute

معمولا" کوسه ها، سفره ماهیان و لامپری ها فاقد اتولیت هستند. اتولیت در ماهیان غضروفی از نظر اندازه، کوچک و مثل دانه های ماسه است و رشد چندانی نکرده است. اتولیت ها دارای ساختمان سه بعدی هستند ولی این به معنی رشد یکسان و هماهنگ در هر سه بعد نیست. طرح کلی اتولیت بشکل پوسته هایی است که بصورت متحدالمرکز قرار گرفته اند. هر پوسته یا منطقه با توجه به میزان ماده آلی موجود در آن، به شکل های متفاوتی از نواحی روشن و تیره دیده می شود. ناحیه مربوط به دوره رشد سریع، پهن تر بوده و تزئینات روی آن بخوبی مشخص است ولی در دوره رشد کند، میکروکریستال ها بصورت فشرده و با فاصله اندک قرار می گیرند. در تعیین سن از روی اتولیت هم این نواحی روشن و تیره تشخیص داده می شوند. رشد اتولیت ها در ارتباط با متابولیسم داخلی کلسیم و تولید اسید آمینه است و اولین علائم رشد معمولا" بعد از جذب کیسه زرده روی آنها ظاهر می شوند. نواحی رشد در اتولیت ها از میکروکریستال های سوزنی‌شکل تشکیل شده است که توسط مواد آلی احاطه شده اند (Morales-Nin, 1992)(شکل شماره۱۸).

اتولیت ها اولین ساختمان های آهکی هستند که در مراحل جنینی یا لاروی ماهیان استخوانی ظاهر می شوند و در تمام طول حیات ماهی بدون تغییر می مانند ولی ساختمان های دیگر مثل فلس ها ممکن است در شرایط نامساعد محیطی بازجذب شوند (شکل شماره۱۹). به همین علت برای مطالعه گذشته ماهی، بخصوص مراحل اولیه حیات آنها، اتولیت ها ترجیح داده می شوند و باصطلاح به «جعبه سیاه هواپیما» تشبیه می شوند که حاوی تمام اطلاعات گذشته ماهی هستند.

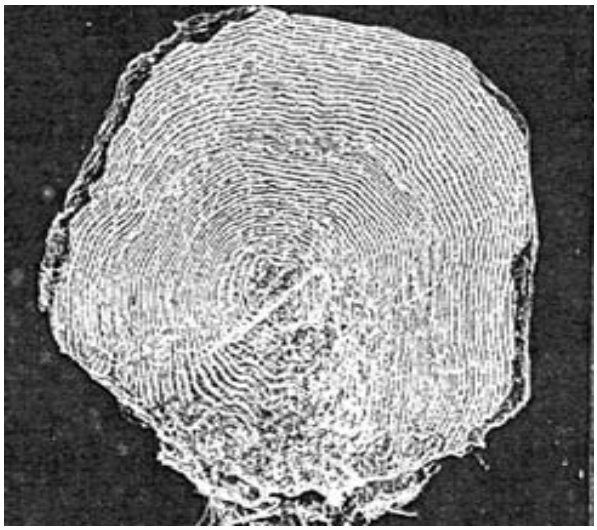
بخش مرکزی اتولیت را «مرکز» یا «هسته اتولیت» می خوانند. اتولیت ها در ماهیان عملکردی مشابه گوش داخلی را در انسان دارند. آنها علاوه از حس شنوایی در حس

مربوط به تعادل نیز نقش بازی می کنند. جنس اتولیت ها از کربنات کلسیم بوده و همانند فلس ماهیان دارای تزئینات دایره ای هستند که معرف سن ماهی است. اتولیت ماهیان استخوانی اجسام کریستالی هستند که در ابتدا از بلورهای کربنات کلسیم به شکل آراگونیت، فیبروز و کلاژن شبه پروتئین تشکیل می شوند (Degens *et al*., 1969) (شکل شماره۱۸).



شکل ۱۸.ساختمان کریستالی اتولیت که بوسیله میکروسکوپ الکترونی تهیه شده است. دو ساختمان کریستالی بشکل آراگونیت با رنگ قرمز مشخص شده است.

منبع : OTO - OTOLITH TRAINING ONLINE, 2007



شکل۱۹.فلس ماهی که در شرایط نامساعد محیطی قرار گرفته است.
باز جذب مواد مختلف از آن در حاشیه بیرونی فلس مشهود است.

ماده آلی تشکیل دهنده اتولیت که شکل پروتئینی دارد «اتولین»[1] نامیده می شود و میزان آن ۱۰-۰/۲ درصد است. اتولین با وزن مولکولی حدود ۱۵۰ هزار دالتون دارای مقدار زیادی اسیدهای گلوتامیک[2] و آسپارتیک[3] است. همچنین در ساختمان اتولین، سیستین[4] و هیدروکسی پرولین[5] و مقدار کمی اسیدهای آمینه اصلی و آروماتیک[6] وجود دارد (Degens *et al*., 1969; Sollner *et al*., 2003). **برخی از اتولیت های غیر عادی از کلسیت معمولی درست شده اند که در این حالت فاقد علائم و خطوط واضح اند**

1. Otoline
2. Glutamic
3. Aspartic
4. Cystine
5. Hydroxy Proline
6. Aromatic

(Morales-Nin, 1992). تجزیه و مطالعه ترکیب شیمیایی اتولیت ها و سایر ساختمان های آهکی آبزیان، امروزه روشی امید بخش برای تشخیص جمعیت هاست. در این روش، شناسایی و اندازه گیری عناصر کمیابی مانند St, O, F, Zn از اهمیت بیشتری برخوردار است. برای اینکار از تکنیک هایی مانند آنالیز x-ray، جذب اتمی و غیره استفاده می شود (Morales-Nin, 1992).

هر ماهی دارای سه جفت اتولیت است که عبارت اند از: ساجیتاکه بزرگ ترین جفت اتولیت است و دو جفت دیگر را آستاریسکوس و لاپلی تشکیل می دهند[۱]. لاپلی کوچک ترین جفت، کمترین تغییرات ریختی را دارد و اغلب در مطالعه رشد روزانه مورد استفاده قرار می گیرد. آستاریسکوس و ساجیتا دارای بیشترین تغییرات شکلی هستند (Platt & Popper, 1981). معمولا" ساجیتا تخم مرغی شکل، دراز و از پهلو صاف است. در اتولیت ها، ناحیه قدامی را «استیوم»[۲] می‌نامند که دارای شکل تخم مرغی و بزرگتر است. ولی ناحیه خلفی آنها که «کودا»[۳] نامیده می شود، کمی درازتر و به شکل دم است (Gauldie, 1988 ; Nolf, 1985). اتولیت ها جزو استخوان ها نیستند بلکه از سنگ‌ها محسوب می شوند و به همین دلیل بسیار مقاوم تر از استخوان ها هستند. رشد اتولیت فرآیندی یک طرفه محسوب می شود، یعنی مواد و مصالح جدید اتولیت به سطح خارجی و بیرونی آن اضافه می شود و طی زمان این مواد نمی توانند از آن خارج شوند. یعنی هنگامیکه ماهیان در شرایط نامساعد محیطی قرار گیرند، برای مثال کمبود مواد غذایی در محیط بوجود آید، مواد مورد نیاز بدن از ساختمان هایی مثل استخوان ها هم می توانند

۱- اسامی مختلفی برای سه جفت اتولیت ماهیان در منابع دیده می شود که متداول ترین آنها بشرح ذیل می باشد:
اتولیت های Sagitta یا Saccular otolith که در حالت جمع Sagittae نامیده می شوند.
اتولیت های Asteriscus یا Lagenar otolith که در حالت جمع Asteriscii یا Asteriscuses نامیده می شوند.
اتولیت های Lapillus یا Utricular otolith که در حالت جمع Lapilli نامیده می شوند.

2. Ostium
3 Cauda

بازجذب شوند ولی معمولا" اتولیت ها دست نخورده باقی می مانند. همچنین اتولیت‌ها از اولین روزهای حیات ماهی شکل می گیرند و تمام وقایع زندگی را در خود حفظ می کنند و به همین علت آنها را به جعبه سیاه هواپیما تشبیه می کنند که تمام اتفاقات دوران حیات ماهی را بهمراه دارند(Secor & Dean, 1989). این روند یک طرفه رشد بیانگر این موضوع است که چرا اتولیت ها می توانند ساختمان های ظریف حلقه های روزانه را تشکیل و در خود جای دهند در حالیکه استخوان ها قادر به انجام آن نیستند. اتولیت ها از مهمترین ابزارهای بیولوژیست های شیلاتی برای مطالعه زندگی ماهی و جمعیت آنها می‌باشند و اغلب در مطالعات ماهی شناسی، ارزیابی ذخائر و شناسایی جمعیت‌های ماهیان کاربرد دارد. اتولیت ها برای مشخص کردن خصوصیات فیلوژنیک در ماهیان هم کاربرد دارند (Sasaki, 1989) اگر چه در این موضوع هنوز جواب روشنی ارائه نشده است (Schwarzhans, 1993). تا کنون مطالعات نسبتا" کاملی پیرامون ساختمان‌های میکروسکوپی اتولیت بیش از۵۰ خانواده و ۱۳۵ گونه از انواع ماهیان و اسکوئیدها صورت گرفته است (Secor & Dean, 1989).

۲-٦-۲- شکل واندازه اتولیت

اتولیت درماهیان شبیه اتوکونیادر سایر مهره داران است. اتولیت ها بزرگ تر از اتوکونیاها هستند و از نظرشکل و اندازه در گروههای مختلف ماهیان بسیار پیچیده و متفاوت هستند. تنوع در شکل و اندازه اتولیت از ویژگی های گونه ای آنها حکایت می کند. اتوکونیاها همانند اتولیت ها درعمل تعادلی نقش دارند. معمولا" هر سه جفت اتولیت از نظر محل قرارگیری، اندازه، شکل و ساختمان درماهیان با یکدیگر متفاوتند. اندازه اتولیت در گونه‌هایی که ساختمان بدن آنها گرد است، مثل روغن ماهی[1] یا هداک[2] کمی بزرگ تر

1. Cod
2. Haddock

است و در برش ها هم حلقه ها را راحتر می توان مطالعه کرد. ماهیان پرنده[1] هم دارای اتولیت بزرگی هستند که احتمالا" در ارتباط با سازش آنها برای حفظ تعادل خود هنگام خروج از آب است. ماهیان پهن دارای اتولیت نازک تری هستند و ممکن است بتوان بدون نیاز به تهیه برش، بخصوص در ماهیان جوان، حلقه های رشد را مطالعه کرد. ضخامت اتولیت ها در ماهیان مسن تر بیشتر است و ممکن است مستقیما" حلقه های رشد را نشان ندهند. بطور کلی، ساجیتاهای بزرگ تر در گونه ها و جمعیت هایی که دارای رشد سوماتیک پائینی هستند «Uncoupling» نامیده می شود. در این حالت اتولیت ساجیتا بصورت مستقل از رشد سوماتیک بدن رشد می کند. شایان ذکر است که در برخی ازتحقیقات، نتایج متفاوتی نسبت به آنچه گفته شد بدست آمده است، یعنی افرادی دیده شده است که دارای رشد آهسته تری هستند ولی اتولیت ساجیتا در آنها بزرگتر از افرادی است که رشد سریع‌تری دارند (Dickey *et al.*, 1997 ; Templeman & Squires, 1956 ; Smith, 1992 ; Francis *et al.*, 1993 ; Reznick et al., 1989 ; Secor & Dean, 1989 ; Wright *et al.*, 1990). البته گزارشهایی در خصوص توانایی اثربخش بودن نرخ رشد بر شکل ساجیتا وجود دارد (Wilson, 1985). اغلب گزارشها، حتی در مورد برخی از گونه های عمق زی، نشان می دهد که رشد سریع تر (نه رشد کندتر) می تواند تا حدودی در شکل اتولیت موثر باشد (Botha, 1971 ; Lombarte, 1992 ; Lombarte & Lleonart, 1993).

اتولیت ساجیتا معمولا" شکل سوزنی دارد ولی آستاریسکوس گرد یا تخم مرغی شکل است. بر اساس مطالعات اخیر مشخص شده است که شکل اتولیت ها توسط ژنی به نام Starmaker کنترل می شود (Sollner *et al.*, 2003). در اکثر ماهیان استخوانی اندازه ساجیتا بزرگتر از سایر اتولیت هاست و به همین دلیل، اکثر کارهای مطالعاتی در

[1].Flying Fish

مورد این اتولیت صورت می گیرد. اختلاف های درون گونه ای و بین گونه ای در شکل ساجیتا به دلیل عوامل متعددی است که بر میزان رشد تاثیر دارند. ولی تاثیر دو فاکتور بسیار پر رنگ تراست، یکی از آنها فشاری است که برای عمل ساجیتا درجهت رفع نیازهای شنوایی لازم است (Gauldie, 1988 ; Popper & Coombs, 1982 ; Platt & Popper, 1981) یا بعبارتی شرایط نگهداری آنها در داخل محفظه ای است که در جمجمه قرار دارد (Gaemers, 1984 ; Smith, 1992 ; Arellano *et al*., 1995) و دیگری اثرات مختلف عوامل محیطی مثل درجه حرارت، عمق محیط زیست، میزان مواد غذایی و مواد معدنی قابل دسترسی است که در میزان رشد تاثیر می گذارد (Lombarte & Lleonart, 1993; Wilson, 1985; Lombarte, 1992; Arellano *et al*., 1995; Aguirre & Lombarte, 1999). در ماهیانی مثل خانواده های Gadidae, Batrachoididae Sciaenidae که دارای حس شنوایی پیشرفته ای هستند، نقش اتولیت های ساجیتا با اندازه بزرگ بسیار مهم است. وجود اتولیت های بزرگ در ماهیانی مثل Macrouridae وOphidiidae که ساکن مناطق عمیق دریا هستند، برای شنیدن صدا در آنها را قابل توجیه می کند. همچنین مواردی از دو ریختی جنسی در ساجیتاها گزارش شده است که بیشتر ناشی از اختلاف رشد بین جنس های نر و ماده است (Gaemers & Crapon de Crapona, 1986; Echeverria, 1987; Campana & Templeman & Squires, 1956; Casselman, 1993).

اتولیت ها در ایجاد تعادل دارای عملکرد مهمی هستند، لذا این موضوع قابل انتظار است که آبزیانی که شنا گران ماهری هستند، بحالت شناور در آب می مانند و سرعت شنای کمی دارند یا در کف دریا می خزند، دارای اشکال متفاوتی از اتولیت باشند. برای مثال اتولیت در ماهیان استخوانی پلاژیک مثل تون ماهیان[1]،

[1]. Scombridae

گیش ماهیان[1]، بادبان ماهیان[2] که شناگران سریعی هستند، کوچک است. در حالیکه اتولیت درماهیانی که آهسته حرکت می‌کنند یا کف زی هستند، مثل ماهیان متعلق به خانواده های شوریده ماهیان[3]، هامور ماهیان[4] Megalopsidae, Gadidae و Centrarechidae، بزرگ تر است. اتولیت ها دارای شکل مشخصی هستند که تابع ویژگی های گونه ماهی خواهند بود. برخی مواقع، استثناهایی هم وجود دارند که با آنچه قابل انتظاراست متفاوت است. اختلاف شکل اتولیت ها علاوه بر اینکه در افراد متعلق به گونه های مختلف وجود دارد، درسنین مختلف نیز بخصوص درمراحل اولیه حیات دیده می شود (Mosegaard *et al*, 1988 ; Secor & Dean, 1989). شکل مشخص اتولیت ها در هر گونه این اجازه را به بیولوژیست ها می دهد که بتوانند از روی اتولیت هایی که از دستگاه گوارشی پرندگان یا فک ها خارج می کنند، نوع ماهی خورده شده را مشخص کنند. حتی از اندازه اتولیت ها هم می توان در تشخیص اندازه ماهی خورده شده نیز کمک گرفت. شکل و اندازه اتولیت ها می توانند با محل جغرافیایی (Taubert & Coble, 1977)، عمق اقیانوس ها (Wilson, 1985) و کیفیت فیزیکی و شیمیایی محیط (Campana & Neilson, 1985) در ارتباط باشند.

ازبین اتولیت های مختلف، معمولا" اتولیت بزرگ تر، به دلیل راحتی کار در خارج کردن آن از سر ماهی و همچنین دستکاری های بعدی، انتخاب می شوند. دراتولیت های بزرگ‌تر نواحی رشد نیز راحت تر دیده می شوند که خود مزیت دیگری محسوب می شود. اکثر محققین، با توجه به امتیازات مذکور، اتولیت ساجیتا را برای کارخود انتخاب می کنند ولی دانشمندان بزرگی مثل Brothers & McFarland 1981 و Keener *et al* 1988 فعالیت های خود را پیرامون اتولیت های لاپلی متمرکز کرده اند.

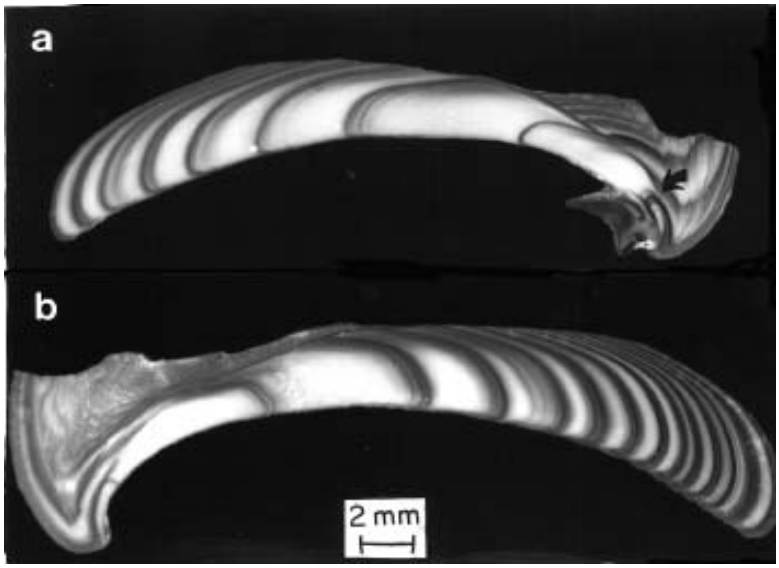
---

1. Carangidae
2. Istiophoridae
3. Scaenidae
4. Serranidae

امروزه در بحث مهم تفکیک ذخائر نیز از شکل اتولیت ها و اختلاف بین میزان رشد آنها، استفاده می کنند که از کاربرد های جدید این شاخه از علم ماهی شناسی است (Campana & Casselman, 1993).

۷-۲- تعیین سن دوکفه ای ها

برای تعیین سن دوکفه ای ها از پوسته یا کفه های آنها استفاده می شود. تغییرات فصلی در میزان رشد بصورت نوارهای ظریفی روی ساختمان های پوسته دوکفه ای ها منعکس می شود. منطقه بندی شبیه ساختمان های سخت باله های ماهیان بوده و شامل یک نوار روشن و یک نوار تیره می باشد (شکل شماره ۲۰). صحت تعیین سن در نرم تنان خیلی مسن به علت فشردگی خطوط پائین است. برای تعیین سن دوکفه ای ها از ساختمان های کوچک تر دیگری مثل Umbo یا Chondrophore (محل لولا شدن دو کفه) هم استفاده می شود. مطالعه این ساختمان ها نیاز به تهیه برش دارد که به کمک یک اره نازک اینکار صورت می گیرد. در سال ۱۹۷۹، Ropes & Brien دو کفه ای Calm را از طریق Chondrophore تعیین سن کردند (Jearid, 1983). از آنجاییکه دوکفه ای ها اکثر دوران حیات خود را به صورت بنتیک سپری می کنند، معمولا" روی آنها پوشیده از مواد رسوبی است. برای سهولت قبل از تعیین سن، کفه ها را به کمک یک برس تمیز می کنند.



شکل ۲۰ .تعیین سن نرم تن دو کفه ای بکمک خطوط شکل گرفته بر روی کفه آن

۸-۲- تعیین سن سرپایان[1]

تعیین سن درسرپایان به چند روش صورت می گیرد، ولی معمول ترین شیوه استفاده از حلقه های تشکیل شده روی استاتولیت ها[2]ست. البته برای اینکار گزارشهایی در بکارگیری لنز چشم نیز وجود دارد (Goncalves, 1993). در سال ۱۹۹۸، Raya و Hernandez-Gonzalez مطالعاتی را پیرامون روی سطح داخلی خرطوم منقار مانند اکتاپوس معمولی داشتند و بر اساس گزارش آنها این احتمال وجود دارد که رشد روزانه را می توان از طریق علائم و خطوط رشد شکل گرفته روی این بخش از بدن آنها تعیین

1. Cephalopoda
2. Statolith

کرد. طبق این گزارش، در مرحله پرولاروی این قسمت از بدن فاقد رنگدانه است و به همین علت راحت تر از سایر قسمت ها حلقه های رشد را نشان می دهد.

تعیین سن اسکوئیدها هم از طریق استاتولیت ها صورت می گیرد. اسکوئیدها دارای یک جفت استاتولیت آهکی شده هستند که اندازه آنها معمولا" کوچکتر از ۲ میلی متر است. اندازه استاتولیت ها در گوش داخلی این جانوران متغیر است. معمولا" استاتولیت های کوچکتری که اندازه آنها کمتراز ۵۰μm است «استاتوکونیا»[1] و استاتولیت های بزرگتر از ۵۰μm را «استاتولیت» می نامند (Maisey,1987). بررسی ترکیب شیمیایی استاتوکونیا در برخی از آبزیان نشان می دهد که در ساختمان آنها ترکیباتی از فسفات کلسیم و کربنات وجود دارد[2] (Carlstrom, 1963). در واقع، استاتولیت ها از کریستال های کربنات کلسیم به شکل آراگونیت به همراه مقدار کمی پروتئین تشکیل شده است (Radtake, 1983). استاتولیت ها هم همانند اتولیت ها دارای تعدادی از عناصر در میزان بسیار کم هستند که می توانند نشان دهنده شرایط محیط زیست موجود باشند (Arkhipkin *et al*., 2004). بدین ترتیب، آنها می توانند برای مشخص کردن پراکنش و حتی مسیرهای مهاجرت در توده های مختلف آبی (Ikeda *et al*., 2003) یا تفکیک ذخایر و نسل ها(Arkhipkin *et al*., 2004) مورد استفاده قرار گیرند. اگر چه اطلاعات کامل و دقیقی در مورد نحوه جذب و ذخیره عناصر مختلف توسط استاتولیت ها در دست نیست ولی بنظر می رسد که استرانسیوم (Lipinski, 1993) و منیزیم (Bettencourt & Guerra, 2000; Morris, 1991) نقش فاکتورهای کلیدی و مهمی را در چرخه آهکی شدن و تشکیل لایه های مختلف رشد در آنها بازی می کنند.

---

1. Statoconia
2. Apatite [$Ca_5(Po_4)_3F$]

استاتولیت ها را بعد از خارج کردن، در اتانول ۱۰۰ درصد نگهداری می کنند (Jackson & Moltschaniwskyj, 1999). این ساختمان ها حاوی دوایر متحدالمرکزی هستند که همانند حلقه های رشد روی اتولیت ماهیان عمل می کنند. اگر چه عامل اصلی در تشکیل این حلقه ها کاملا" مشخص نشده است ولی تغییرات pH مایع داخلی، بعنوان عامل محرک یا مهار کننده در آهکی شدن ساختمان ها، بهمراه تغییرات دوره ای غلظت استرانسیوم مایع داخلی از عوامل موثر در این پدیده گزارش شده اند (Jackson, 1994). مطالعات پیرامون نوعی اسکوئید[1] نشان داده است که شکل و اندازه استاتولیت ها در اسکوئید های تازه متولد شده شبیه به استاتولیت های ماهیان جوان و لاروهای آنها است. بخش داخلی استاتولیت که اولین خطوط روی آن شکل می گیرد، طی رشد جنینی تشکیل شده و اولین علامت روی ساختمان آن باید بعنوان نقطه شروع برای شمارش و محاسبه سن استفاده شود (Arkhipkin & Seibel, 1999). استاتولیت ها را به کمک کلسین و استرانتیوم با موفقیت علامت گذاری کرده اند ولی از ترکیبات ساده تری مثل تتراسایکلین نیز می توان استفاده کرد.

ساختار سنی چندین لامپری انگلی و غیر انگلی نیز از روی استاتولیت و همچنین توزیع فراوانی طولی آنها برآورد شده است. در جمعیت لاروهای لامپری انگلی دریایی[2] و غیر انگلی[3]، طرح کلی رشد فصلی قابل مشاهده است. در هر تابستان و زمستان یک باند واضح روشن و تیره تشکیل می شود (Beamish & Medland, 1988).

1. *Gonatus onyx*
2. *Petromyzon marinus*
3. *Lampetra appendix*

۹-۲- تعیین سن مرجان ها

معمولا" وقتی صحبت از مرجان ها می شود، تصور بر این است که آنها ساکن آبهای گرم هستند. جالب است که بدانیم مرجان ها در آبهای سرد و یخی، تاریک و عمیق اقیانوس های سرتاسر جهان هم دیده می شوند. مرجان های دریاهای عمیق و آبهای سرد، بخشی از مرجان هایی هستند که به نام «کنیداریا»[1] معروفند. این مرجان ها بصورت فردی یا کلنی زیست می کنند و تشکیل صخره های متراکمی را می دهند. این مرجان ها می توانند شامل مرجان های سنگی[2] یا مرجان های کم مطالعه شده Octo Corals هم باشند (Tracey *et al.*, 2003). تغییرات سریع در محیط زندگی آنها مثل تغییرات آب و هوایی و اقیانوس ها، می توانند منشاء اثراتی در این موجودات باشند. در واقع، برای شناسایی این عوامل و کاهش اثرات آنها باید ابتدا بیولوژی مرجان ها را مطالعه کرد. این موجودات برای شکارغذا، منتظر ذرات کوچکی می مانند که توسط جریان آب به آنها نزدیک می شوند. این موجودات از سلول های گزنده خود برای گرفتن غذا استفاده می کنند. معمولا" مرجان ها زیست گاههای مناسبی برای سایر موجودات هستند. صخره های مرجانی دارای طول عمر بالایی هستند و گاهی تا چند هزار سال عمر دارند.

شکل و اندازه مرجان ها بسیار متنوع است و این بدان معنی است که با روش واحدی نمی‌توان آنها را تعیین سن یا نرخ رشد آنها را تعیین کرد. برای مثال، روشی مشابه آنچه که در تعیین سن ماهیان و شمارش مناطق رشد روی اتولیت ها دیده شد، می تواند در برخی از مرجان ها مفید باشد ولی در مورد کلنی هایی که شبیه درخت هستند، نمی تواند کاربرد داشته باشد.

---

1. Cnidaria
2. Stony Corals

دسترسی به سن مرجان ها بسیار سخت است ولی تعیین سن مرجان هـای سـاکن آبهـای عمیق نشان می دهد که صدها و در برخی موارد هزارها سـال از عمـر آنهـا مـی گـذرد. مطالعه سن و رشد مرجان های مناطق عمیق دریا، نتیجه بررسی های نواحی رشد تـشکیل شده در ساختمان اسکلتی آنهاست که با بکارگیری روش رادیومتری، برای مثال با استفاده ازسرب ۲۱۰، انجام می شود (Tracey *et. al.*, 2003) . اندازه گیری میزان کاهش سرب می تواند در تعیین سن آنها استفاده شود. موضوع مهم این است که بـدانیم چگونـه ایـن عنصر از آب دریا وارد اسکلت مرجان می شود. همگام با رشد مرجان، حلقه هـای رشـد هم تشکیل می شوند. بطور طبیعی خاصیت رادیواکتیو سرب از جوان ترین تا مسن تـرین بخش اسکلتی مرجان کاهش می یابد. این کاهش در ارتباط با نیمه عمـر آن یعنـی ۲۲/۲٦ سال است. لذا، با اندازه گیری میزان آن از بخش های مختلف مرجان می توان تا حـدودی به سن آن دسترسی داشت. از آنجاییکه مرجان ها بوسیله ذخیره سازی اسکلت آهکی خود رشد می کنند، اسـتفاده از کـربن رادیواکتیـو مـی توانـد در تخمـین سـن کمـک کنـد. ذخیره‌سازی کربنات کلسیم در اسکلت مرجان به دو روش پیچیـده از طریـق آب احاطـه کننده و همجوار مرجان و از طریق رژیم غذایی مرجان انجام می گیرد. در این بحث اطلاع از روند رشد، متابولیسم، سن آب احاطه کننده مرجان و میزان کـربن آن ضـروری اسـت. کربنات کلسیم موجود در مرجان ها در ارتباط با آب پیرامـونی آنهاسـت. مخلـوط شـدن آبهای اقیانوسی با طول عمر مختلف و همچنین مبادلـه بـین اتمـسفر و اقیـانوس موجـب متفاوت بودن میزان کربن رادیواکتیو می‌شود. سن کربن رادیواکتیو در مرجـان هـای تـازه متناسب با سن منبع آبی خواهد بود. لذا، در صورتیکه به طول عمر آبهـای عمیـق منطقـه مورد نظر دسترسی داشته باشیم، می توانیم سن مرجان ها را هم حدس بزنیم. طـول عمـر توده آبی از درجه حرارت ثبت شده ای تخمین زده می شود کـه شـامل درجـه حـرارت

سطحی آب در زمان های گذشته است. بررسی و مطالعه مواد رادیواکتیو، اندازه گیری تناسب رادیوایزوتوپ هایی است که در ساختمان های آهکی وجود دارند. عناصری مثل رادیوم[1] و توریوم[2] طی یک روند طبیعی متابولیک وارد بدن می شوند و به نیمه عمر خود در طول یک فرآیند زمانی مشخص می رسند.

شرایط زیستی مرجان ها تحت تاثیر کربنات هایی است که در محیط زندگی آنها وجود دارند که می توانند به کمک ایزوتوپ های پایدار ردگیری شوند. برای مثال به کمک تغییرات میزان ایزوتوپ پایدار اکسیژن، می توان درجه حرارت اقیانوس ها را در گذشته مشخص کرد. رویدادهای مختلف آب و هوایی مثل پدیده های ال نینو یا تغییرات درجه حرارت سطحی آب دریا ها در سطح کربن رادیواکتیو و رشد مرجان ها تاثیر می گذارند. لذا، با اطلاع از شرایط محیطی و میزان انتقال کربن رادیواکتیو از اتمسفر به داخل اقیانوس ها، می توان در تخمین و تفسیر رشد و سن مرجان ها استفاده کرد. در صورتیکه در رژیم غذایی مرجان، کربن وجود داشته باشد، تعیین سن آنها بسیار مشکل تر خواهد شد.

[1] Radium
[2] Thorium

«فصل ۳»

جمع آوری، آماده سازی و نگهداری ساختمان‌ها

۱-۳- جمع آوری نمونه ها برای تعیین سن

در مطالعات سن، رشد و برآورد ترکیب سنی جمعیت ماهیان، ابتدا تعیین مقدار نمونه مورد نیاز ضروری است. واضح است که به علت کثرت ماهیان صید شده، اندازه گیری و جمع آوری اطلاعات از تمام ماهیان امکان نخواهد داشت. برای حل این مشکل سعی می‌شود اطلاعات بخشی از کل صید به عنوان نمونه جمع آوری شود. موضوع مهم و قابل تاکید این است که بایستی نمونه به نحوی انتخاب و جمع آوری شود که اطلاعات آن معرف اطلاعات جمعیت ماهیان باشد. بدین منظور از روش های آماری کمک می گیرند و بر اساس موضوع مطالعاتی می توان نمونه برداری را به شکل تصادفی یا طبقه بندی انجام داد. در نمونه برداری تصادفی مهمترین موضوع، اجتناب از هر گونه انتخاب است. یعنی نمونه ها به صورت کاملا" تصادفی گرفته می شوند وهیچ انتخابی از نظر اندازه ماهیان در نظر گرفته نمی شود. اگر این مهم بخوبی رعایت شود، می توان گفت که نمونه برداری ما می تواند معرف جامعه یا جمعیت ماهیان هم باشد. در نمونه برداری طبقه بندی سعی

می‌شود در طبقه بندی که قبلا" صورت گرفته، نمونه ها انتخاب شوند، برای مثال انـدازه ماهیان در چند کلاس طولی کلاس بندی می شوند و از هر طبقه طولی، تعـداد مشخـصی نمونه تهیه می شود. دو منبع برای بوجود آمدن انحـراف در اطلاعـات جمـع آوری شـده وجود دارد که ممکن است مانع از تعمیم اطلاعات به کل جامعه شود کـه تحـت عنـوان «خطای نمونه برداری تصادفی»[1] و «انحـراف یـا اریـب»[2] ذکـر مـی شـوند (Chikuni, 1968). حالت اول زمانی بوجود می آید که تعداد ماهیان بـزرگ یـا کوچـک در نمونـه گرفته شده همخوان با جامعه نیست. گاهی برای حل این مشکل لازم است حجم زیـادی، نمونه برداری شود ولی باید توجه داشت که گاهی اوقات زیاد بودن حجم نمونه خود می تواند موجب خطا شود. اریب، خطایی سیستماتیک است، برای مثال اگـر وسـیله ای کـه ماهی با آن اندازه گیری می شود دارای خطایی به انـدازه یـک سـانتی متـر باشـد، کـل اطلاعات با این خطا ثبت شده است. Gulland (1966) در این زمینـه نـوعی اریـب را طرح کرده است که در ارتباط با زمان نمونه برداری بود. او توضـیح داد کـه در محاسـبه میانگین طول ماهی هرینگ، اگر نمونه برداری از صید تخلیه شده در اول صـبح صـورت گیرد، دارای میانگین طول بیشتر است. ولی نمونه هایی که از صید نزدیک ساحل انتخـاب می شدند و در حقیقت دیرتر تخلیه شده بودند، دارای میانگین طول کوچکتری بودند.

موضوع مهم دیگری که در این رابطه شایان ذکر اسـت، تفـاوت هـای انتخـاب از صـید تجاری یا صید تحقیقاتی است. صید های تجاری به دلیل انتخـاب پـذیری ادوات صـید، نمونه های کاملی را از جمعیت ماهیان ارائه نمی کنند. معمولا" در این نـوع صـید، یـک سری از ماهیان کوچک قادرند از چشمه های تور فرار کنند، لذا در صید تجاری، ماهیـان کوچک و جوان کم است یا اصلا" دیده نمی شود. برای مثال، در صید ماهیـان خاویـاری

---

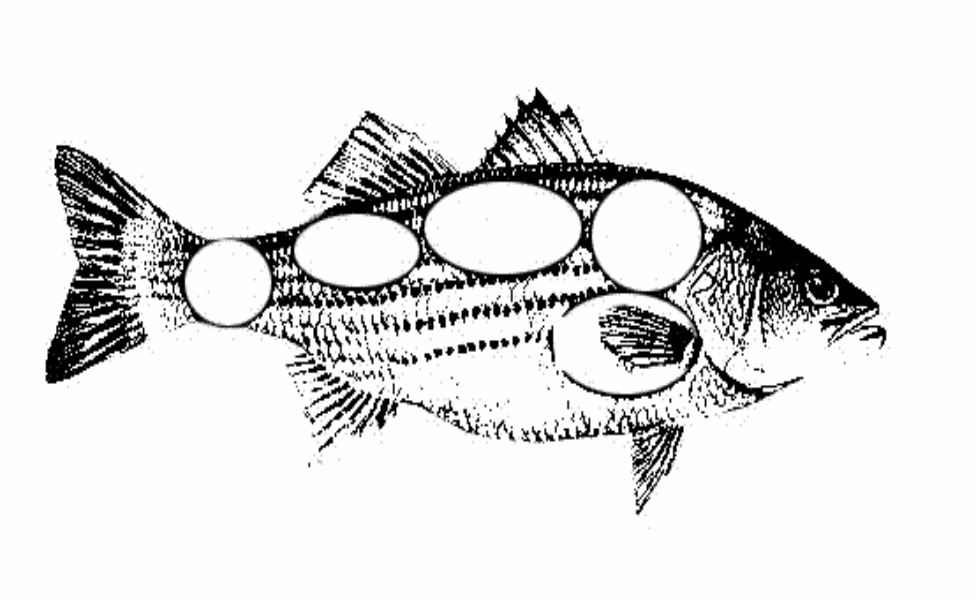
1. Random Sampling Error
2. Bias

در دریای خزر، چشمه تور دام های صیادی بنحوی طراحی و مدیریت می شود که اجـازه فرار را به ماهیان جوان و نابالغ بدهد. حال اگر نمونه های ما از صید تجاری انتخاب شوند مسلما" ماهیان کم سن و سال و کوچک در نمونه برداری ما دیده نخواهد شد. برای حـل این مشکل، بخصوص در مطالعات پویایی شناسی جمعیت ماهیان، تلاش می شـود صـید تحقیقاتی نیز در برنامه ها اضافه شود. در صید تحقیقاتی، ادوات صید به شـکلی انتخـاب می شوند که تمام کلاس های طولی یا سـنی را در صـید داشـته باشـیم. بـرای مثـال در نمونه‌برداری ازماهیان خاویاری ازترال استفاده می شود که قـادر بـه صـید تقریبـا" تمـام اندازه‌هاست. در هر صورت باید توجه داشت که قبل از مطالعه سن، مشخصات ماهی مثل اندازه طول، وزن، جنس و غیـره ثبـت شـود کـه در اصـطلاح «اطلاعـات بیـومتری» یـا «زیست‌سنجی ماهی» نامیده می شود. نکته مهم و قابل توجه دیگراین است که آیـا بـرای تعیین سن این ماهی، روش مورد قبول و پیشنهاد شده ای وجود دارد یا خیر؟ اگر جـواب منفی باشد باید سعی کرد از روش های متنوع و بخش های مختلف بدن ماهی استفاده کرد تا بهترین شیوه ممکن انتخاب شود.

۱-۱-۳- جمع آوری و آماده سازی فلس ها

لازم است فلس ها با توجه خاصی جمع آوری شوند تا آسیبی به آنهـا نرسـد. سـاختمان ظریف و شکننده آنها موجب شده تا در مقابل کوچک ترین فشار یا بی تـوجهی، آسـیب پذیر باشند. زدودن بافت های اضافی روی فلس در نگهداری آنها به مدت طولانی کمـک می کند و آنها را در مقابل فساد و گندیدگی محافظت می کند. محل تهیه فلس با توجه به گونه های مختلف، متفاوت است ولی اغلب از فلس های بخش میانی بدن و زیر باله پشتی و بالای خط جانبی استفاده می شود. اگر ماهی دارای چند باله پشتی باشد، سعی می شود که از زیر نزدیک ترین باله به سر مـاهی نمونـه هـا انتخـاب شـوند. ایـن منـاطق دارای

فلس‌های بزرگ و متقارن هستند (شکل شماره۲۱). بررسی های ممتد از فلس های بخش های مختلف بدن ماهی می تواند در معرفی بهترین قسمت تهیه فلس کمک نماید. معمولا" فلس های نزدیک سر یا دم ماهی دارای شکل منظمی نبوده و تشخیص و تفکیک حلقه‌های زائد و حلقه های رشد سالانه امکان پذیر نیست.



شکل ۲۱. مناطق مختلف تهیه فلس در ماهیان برای تعیین سن.

معمولا" جمع آوری فلس ها، به کمک پنس یا انبرک های مخصوص صورت می گیرد. قبل از کندن فلس ماهی با آب سرد شسته می شود و این کار به جهت دست کشیدن و شست و شو از سر به دم ماهی است تا فلس های شل و سست ریخته نشوند. درکندن فلس، سعی می شود فشار دهانه انبرک روی فلس به اندازه ای باشد که خطوط زائدی را روی آن ایجاد نکند. برای اینکار بهترین کار، کندن سریع فلس است تا خراشی روی آن ایجاد نشود. سعی می شود در مطالعه هر ماهی حدود ۵- ۳ فلس تهیه کرد تا در صورت

خرابی بعضی از آنها، از فلس های دیگری بتوان استفاده کرد. فلس ها معمولا" آغشته به مواد لزج موکوسی هستند و برای تمیز کردن آنها می توان از آب گرم یا محلول ضعیفی مثل پتاس سوزآور ۵ درصد و حتی آمونیاک ضعیف استفاده کرد. فلس اکثر ماهیان با آب ولرم تمیز می شود ولی در مورد ماهیانی که دارای فلس های بسیار چرب هستند، می توان از محلول های ضعیف مذکور استفاده کرد. مدت زمان ماندگاری فلس در آب یا محلول حدود ۳۰ دقیقه می تواند باشد. تمیز کردن فلس به کمک تنظیف نرم صورت می گیرد تا از ایجاد هر گونه خط و خطوط اضافی روی آن جلوگیری شود. فلس ها بعد از شست و شو خشک می شوند که معمولا" از یک تنظیف یا از همان هوای آزاد استفاده می شود. فلس هایی که خوب تمیز نشوند دارای دید نیمه شفافی هستند و حلقه ها بدلیل وجود لایه‌ای از موکوس روی فلس، خوب دیده نمی شوند.

فلس ها بعد از تمیز شدن روی یک لام قرار گرفته و به کمک یک لوپ یا میکروسکوپ با بزرگ نمائی پائین مطالعه می شوند. برای مطالعه فلس های خیلی کوچک سعی می شود روی فلس را با لامل بپوشانند. مشکل قرار دادن فلس در بین لام و لامل، پیچیدن و خم‌شدن فلس است که بخصوص در مورد فلس های ریز دیده می شود. برای حل این مشکل، می توان فلس را مدت زمان کوتاهی برای مثال، ۱۵ دقیقه در آب قرار داد تا کمی انعطاف پذیر شود. مشکل اصلی در استقرار فلس بین لام و لامل، ضخیم شدن مجموعه آنها و همچنین حرکت فلس در بین آنهاست. برای جلوگیری از حرکت فلس در بین لام و لامل می توان از چسب مناسبی استفاده کرد تا فلس روی لام ثابت شود. از آنجاییکه سطح فلس ها مسطح و صاف نیست و دارای تزئینات خاصی هستند، تشخیص دقیق حلقه‌ها و خطوط آسان نخواهد بود، لذا برای راحتی کار و ایجاد بهترین وضعیت، لازم است با کم و زیاد کردن میزان نور عبوری، این مشکل را حل کرد.

در مطالعه فلس ها گاهی از رنگ آمیزی هم استفاده می شود. رنگ آمیزی شیوه مناسبی برای تشخیص حلقه ها و حتی حلقه های زائدی است که با نور معمولی قابل شناسایی نیستند. Galstaff (1952) روشی را ارائه کرد که در آن مهره تون ماهی باآلیزارین[1] رنگ‌آمیزی شده بود ولی این کار ۱۲ روز طول کشیده بود. در هر صورت نیاز به مدت زمان نسبتا" زیاد از معایب این روش بشمار می آید ولی در صورتیکه ضرورت ایجاب کند، باید ازاین روش هم استفاده کرد. برای رنگ آمیزی، از آلیزارین یا حتی جوهر معمولی نیز استفاده می کنند (Chugunova, 1963). استفاده از نور پلاریزه هم در این مورد گزارش شده است (Agger *et al.*, 1974).

۱-۱-۱-۳- نگهداری فلس ها

اغلب نمونه های خوب فلس ها برای مطالعات بعدی یا آموزش افراد دیگر نگهداری میشوند. در نگهداری این ساختمان ها سعی می شود روشی انتخاب شود که نخست فضای کمی را اشغال کند، دوم آنکه از وسایل مکمل و جانبی دیگری استفاده نشود و سوم، دسترسی مجدد برای مطالعه آنها آسان باشد. معمولا" فلس های درشت بعد از مطالعه در پاکت کوچکی نگهداری می شوند که حاوی تمام مشخصات ماهی و نمونه برداری است. برای جلوگیری از خرابی و فساد، آنها را قبلا" چندین بار با الکل ۹۵درصد شست و شو می دهند. فلس ها و استخوان های ماهیان را بعد از مطالعه می توان در اتانول ۷۰درصد هم نگهداری کرد. گاهی فلس ها را روی لام آزمایشگاهی نگهداری می کنند که در این کار برای جلوگیری ازخم شدن آنها می توان از آلبومین یا سفیده تخم مرغ هم استفاده کرد. معمولا" برای نگهداری فلس های ریز و کوچک از این روش استفاده میکنند. در

[1]. Alizarin

صورت استقرار فلس روی لام، از ژلاتین های قارچ کش یا باکتری کش مثل تیمول[1] در زیر فلس استفاده می شود تا راحت به لام بچسبند و در جلوگیری از گندیدگی موثر واقع شوند (Agger *et al.*, 1974). روش دیگری برای نگهداری فلس ها، تهیه کپی های مثبت یا منفی از آنهاست. برای این کار از ورق های نرم سلولوئیدی استفاده می شود (جرید، ۱۹۸۳) . گاهی برای تهیه کپی از مواد پلاستیکی استفاده می شود که دارای یک لایه نرم و نازک پلی اتیلنی به ضخامت تقریبی ۲ میلی متری روی یک صفحه سفت و محکم ونیلی[2] است (Chugunova, 1963). بر اساس گزارش Agger (1974) در سال ۱۹۳٦، Went & Lea از ورق های نازک ژلاتینی برای تهیه کپی های مثبت استفاده کردند. برای تهیه کپی های منفی از فلس در سال ۱۹۳٤، Nesbit از صفحات سلولوئیدی با ضخامت ۰/٦ سانتی متر استفاده کرد. برای نرم کردن این صفحات، آن را با الکل خیس کرده یا به مدت ٤-۲ دقیقه درمعرض بخار استون قرار می دهند. برای تهیه کپی منفی از فلس، استات سلولزبا ضخامت ۱ میلی متری توسط Chugunova پیشهاد شده است. برای اینکار، اندکی حرارت به همراه فشار ملایم می تواند کمک خوبی درتهیه کپی مطلوب باشد که ممکن است در مطالعه و جابجائی و حمل آنها ازخود فلس های اصلی هم مناسب تر باشد. در صورتیکه امکانات اجازه دهد، بهتر است از فلس های خوب که خطوط سالانه را بخوبی نشان می دهند، عکس یا میکرو فیش هایی هم تهیه نمود تا در دراز مدت مورد بتوان از آنها استفاده کرد. از امتیازات تهیه کپی های مثبت یا منفی از فلس ها، امکان حمل و نقل راحت و نگه داری طولانی مدت آنهاست. ولی در کنار، آن امکان داشتن تصاویر غیر طبیعی بخصوص برای فلس های ضخیم وجود دارد که از محدودیت های اساسی دربکار گیری این روش محسوب می شود.

---

[1]. Thymol
[2]. Vinyl

۲-۱-۱-۳- علامت گذاری فلس

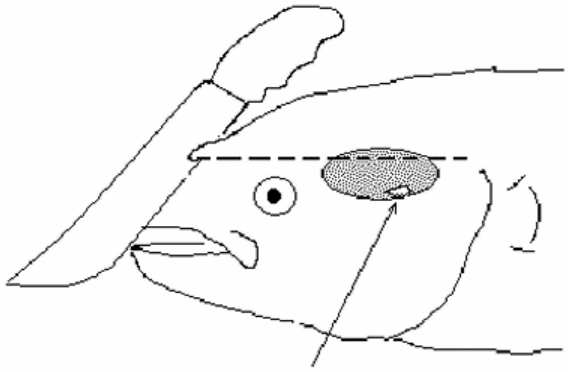
گاهی فلس ها بوسیله مواد شیمیایی علامت گذاری می شوند. معمولا" برای اینکار، فلس را بلافاصله بعداز جدا شدن از بدن ماهی، در گلیسین نشان دار شده با C^{14} قرار می دهند. در بکار گیری این روش سعی می شود که درجه حرارت محیط ثابت نگه داشته شود. اساس اینکار مقایسه میزان تولید RNA و DNA است. با توجه به اینکه مقدارDNA در هرسلولی ثابت است و مقدارRNA با عملکرد آنابولیک سلول رابطه مستقیم دارد، پس سهم DNA و RNA بعنوان یک اندیکاتور سنتز پروتئین در رشد قابل مطالعه خواهد بود,.*al* (Secor *et* 1991).

۲-۳- خارج کردن اتولیت

اتولیت ها معمولا" به کمک یک چاقوی تیز و انبرک یا پنس از سر ماهی خارج می شوند. ماهیانی مثل Cod, Haddock و کپور دارای اتولیت های بزرگی هستند و بسادگی می‌توان آنها را در سر ماهی یافت. ولی در ماهیان کوچک مثل ماهی مینو[1] نیاز به میکروسکوپ خواهد بود. برای خارج کردن اتولیت از روش های مختلفی استفاده می‌شود که بیشتر در ارتباط با شکل و اندازه ماهی است (شکل شماره۲۲). دربکار گیری وسایل لازم برای استخراج اتولیت، رعایت موارد ذیل مورد تاکید است.

- برای برش سر و خارج کردن اتولیت، از چاقو یا اسکالپل خیلی تیز استفاده می شود زیرا در صورت کند بودن چاقو، محل برش تکان خورده و احتمال جابجایی اتولیت و گم شدن آن وجود دارد.
- انبرک یا پنس مورد استفاده در اندازه تقریبا" ده سانتی متر (دهانه پنس) استفاده شود.

[1]Minnows



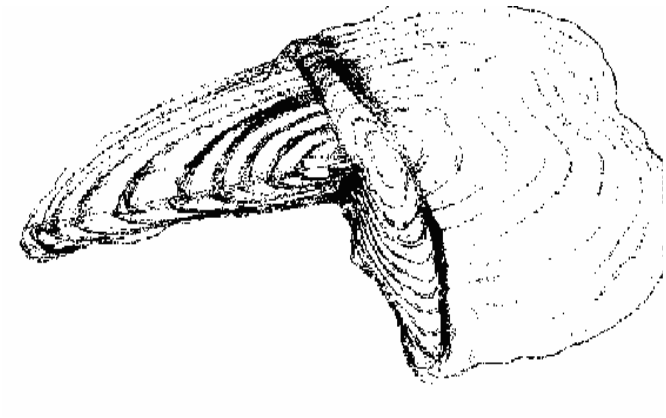
شکل ۲۲.یکی از برش های معمول برای خارج کردن اتولیت از سر ماهی.

– در برش سر ماهی باید سعی کرد که از وسط سر برش داد. در ماهیان پهن و برخی گونه های دیگر با یک برش عمودی از بالای کاسه سر ماهی درست روی آبشش ها مناسب است.

۱-۲-۳- روش های مختلف مطالعه اتولیت

اتولیت را به روش های مختلفی مطالعه می کنند. ساده ترین راه مطالعه آنها، بررسی آنها به صورت کامل است. ولی گاهی اتولیت ها ضخیم و بزرگ هستند و به همین علت لازم است که ازآنها برش های ظریفی تهیه کرد(شکل شماره۲۳).

اتولیت کامل را می توان در یک پتری دیش پراز آب و زیر یک میکروسکوپ با نور کم بررسی کرد. مطالعه اتولیت ماهیان بزرگ و بالغ که رشدشان آهسته و کند شده است مشکل است. به همین علت حلقه های رشد در حاشیه بیرونی اتولیت به صورت فشرده



شکل ۲۳. تهیه برش مناسب طولی یا عرضی از اتولیت

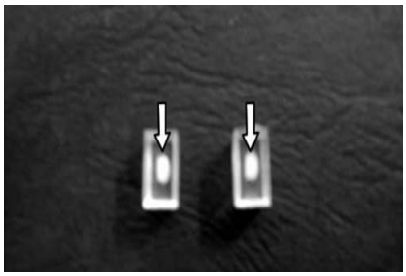
شکل می گیرد و تشخیص و تفسیر آنها مشکل است.

روش دیگر، شکستن و سوزاندن اتولیت است. در این روش باید دقت نمود که اتولیت از مرکز آن شکسته شود و برای همین تشخیص مرکز اتولیت ضرورت دارد. عموما" برش اتولیت به صورت برش عرضی است و سوزاندن آن به کمک یک چراغ الکلی یا کوره انجام می شود (شکل شماره۲٤). حرارت دادن موجب سوختن مواد پروتئینی در اتولیت می شود ولی در این کار باید توجه کرد که لبه خارجی و بیرونی اتولیت خیلی سوزانده نشود که در این صورت، تشخیص حلقه های سالانه در این قسمت مشکل خواهد بود. اتولیت نصف شده را می توان در قالب پلاستیکی هم قرار داد و زیر میکروسکوپ مطالعه کرد. اتولیت هایی که حرارت داده شده اند حالت شکننده ای دارند و با فشار اندکی از سوی دهانه پنس شکسته می شوند. برای حرارت دادن اتولیت می توان از یک کوره آزمایشگاهی به مدت چند دقیقه هم استفاده کرد. امتیاز و ویژگی بزرگ سوزاندن اتولیت،ایجاد یک کنتراست قوی بین مناطق تیره و روشن روی آنهاست و بدین وسیله ماهیان

مسن و بالغ را می توان تعیین سن کرد. البته توجه به این موضوع هم حائز اهمیت است که در صورت حرارت زیاد، حلقه های تشکیل شده، مات شده و دیده نمی شوند.

شکل ۲٤. حرارت دادن اتولیت ها در کوره برای مشاهده بهتر حلقه ها.

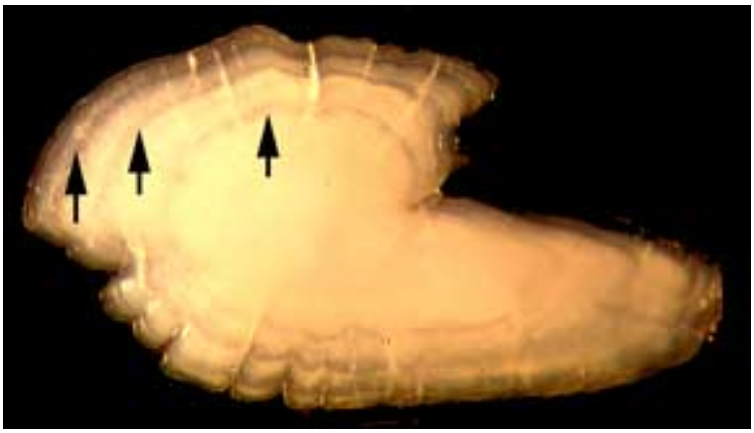
تهیه برش های نازک، روش دیگری برای بررسی آنهاست. در این روش، نصفه های اتولیت چه حرارت دیده و چه بدون آن، روی یک لام مستقر می شوند. معمولا" برای این کار از چسبی مثل Epoxy استفاده می شود که بسرعت خشک می شود (شکل شماره۲۵). ضخامت برش اتولیت با توجه به گونه های مختلف، متفاوت است. اتولیت های کوچک و ظریف را می توان با استفاده ازجعبه های پلاستیکی در یک رزین قالب گرفت و برای صیقل زدن آنهااز پولیش های مخصوص مثل Alumina استفاده کرد(پرافکنده،۱۳۷٦).



شکل ۲۵.استقرار اتولیت روی لام به کمک یک چسب مناسب.

۲-۲-۳- تهیه برش از اتولیت

گاهی اتولیت های کامل را نمی توان تعیین سن کرد و لازم است که از آنها برش تهیه کرد. در تهیه برش از اتولیت، توجه به چگونگی رشد اتولیت ضروری است. برای مثال، طی روند رشد دربرخی از ماهیان مثل Stripped bass الگوی رشد در اتولیت ساجیتا تغییر می کند و در نتیجه حلقه های رشد درآن ها دیده نمی شوند و در واقع اتولیت های ساجیتا فاقد خطوط رشد خواهند بود. اگر چه در هر دو حالت برش طولی یا برش عرضی از اتولیت ها مناطق رشد دیده می شوند ولی در برش های طولی، نواحی رشد پهنای زیادتری داشته و راحت تر مطالعه می شوند. بهترین برش، برشی است که در طول محور رشد قدامی – خلفی تهیه شده باشد (Pannella, 1980). در تهیه برش از اتولیت ابتدا سعی می شود برش های مختلفی تهیه کرد تا مشخص شود که کدام حالت نسبت به بررسی مورد نیاز ما بهترجواب می دهد. برای وضوح بیشتر حلقه ها می توان اتولیت ها را به آرامی سوزاند. در این حالت، انتهای هر ناحیه شفافی که دارای باند پروتئینی است، سوزانده می شود و به صورت یک خط نازک قهوه ای دیده می شود (شکل شماره۲۶).



شکل ۲۶.اتولیت یک ماهی سه ساله از خانواده شگ ماهیان که حرارت داده شده است.

در برخی از گونه ها مثل ماهی کفشک[1] از رنگ آمیزی استفاده می کنند تا حلقه ها براحتی مطالعه شوند.

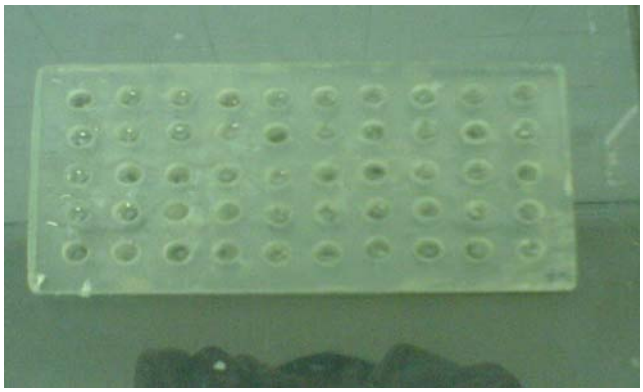
۳-۲-۳- تمیز کردن و آماده سازی اتولیت

معمولا" مطالعه اتولیت ماهیان و استخراج آن ها در چند مرحله صورت می گیرد که بصورت خلاصه می توان چنین بیان کرد:

- **ثبت اطلاعات بیومتریک نمونه ها مثل اندازه طول و وزن.**
- **خارج کردن اتولیت ها ازسرماهی.**
- **شست و شوی اتولیت ها برای تمیز و سپس خشک کردن آنها.**
- **شست و شوی آنها با آب مقطر.**

[1]. Sole

- استقرار اتولیت در یک ظرف مناسب برای نگهداری که دارای مشخصات و اطلاعات ماهی است.
- غوطه ور کردن اتولیت ها در الکل اتانول۹۵ درصد یا گلیسرین (شکل شماره۲۷).
- اندازه گیری طول اتولیت با استفاده از یک میکرومتر.
- اندازه گیری وزن اتولیت با یک توزین کننده مناسب.



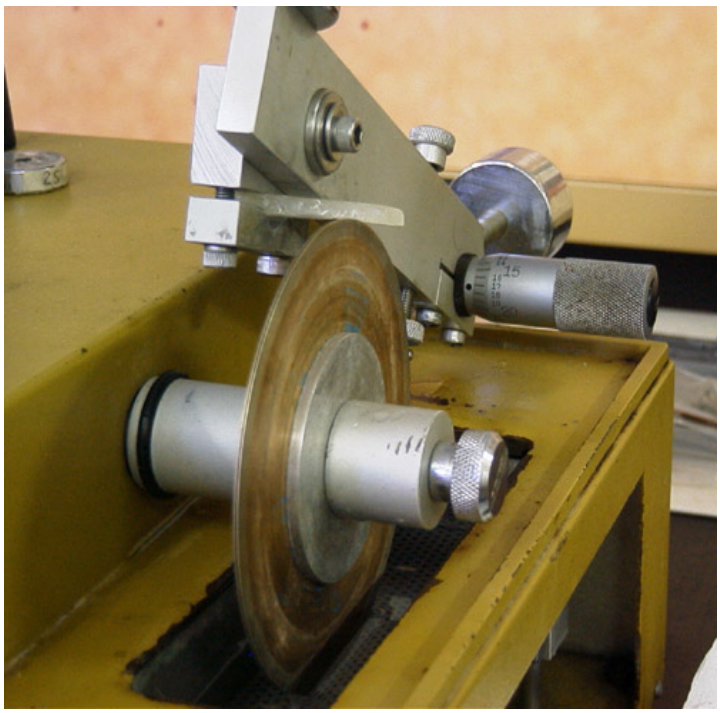
شکل ۲۷.استقرار اتولیت های ماهیان کیلکا در گلیسرین برای وضوح بیشتر.

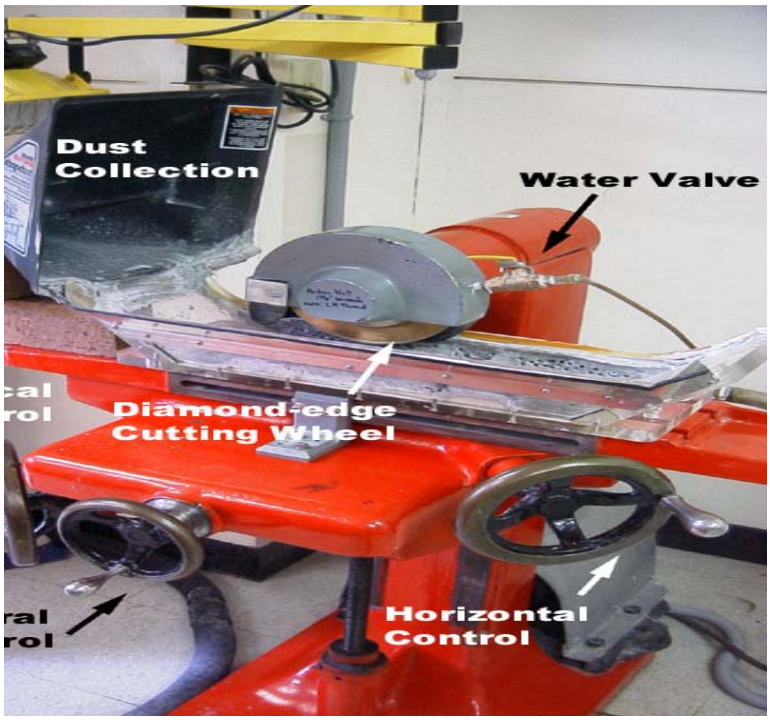
٤-۲-۳-برش اتولیت

در مورد اتولیت هایی که در حالت کامل خود قابل مطالعه نیستند، اقدام به تهیه برش های مناسب برای بررسی کامل آنها می شود. برای برش دادن، اتولیت ها را با استفاده از مواد پلاستیکی یا حتی قالب های یخ معمولی قالب می گیرند.

اسپری سیلیکون برای خارج کردن راحت نمونه از قالب قابل استفاده خواهد بود. در قالب گیری با رزین، حدود ٢٤ ساعت برای سخت شدن آن وقت لازم خواهد بود. باید هنگام قالب گیری توجه داشت که حباب هوا داخل آن شکل نگیرد. برش اتولیت می تواند بصورت عرضی یا طولی تهیه شود. در برش اتولیت رعایت دو موضوع بسیار مهم است.

اول، برش از مرکز اتولیت است تا هیچ یک از حلقه ها از دست داده نشود. تهیه بـرش از محلی بجز مرکز اتولیت موجب برآورد سن ماهی بصورت غیر واقعی خواهد شد. در ایـن حالت معمولا" حلقه اول دور مرکز اتولیت از دست داده می شود که بطور طبیعی برآورد سن کمتر از سن واقعی خواهد شد. دوم، تغییر ندادن زاویـه بـرش در طـول زمـانی کـه اتولیت بریده می شود. برای برش دادن اتولیت می توان از ماشین های سـاده تـا وسـایل کاملا" مجهز امروزی استفاده کرد (شکل شماره۲۸). برای برش اتولیت های خیلی کوچک مثل اتولیت مارماهی نیاز به استقرار آنها روی لام میکروسـکوپی اسـت کـه معمـولا" بـا استفاده از یک چسب مناسب انجام می شود.





شکل ۲۸.دودستگاه ماشین بسیار ساده(صفحه قبل) و پیچیده و مجهز (بالا) برای تهیه برش از اتولیت.

خیس کردن اتولیت با آب یا روغن سدر[1]، منجر به پر شدن خلل و فرج آن می شود و تهیه برش و حتی مطالعه آن را آسان تر می کند. آماده سازی اتولیت ها معمولا" درمورد اتولیت های بزرگ صورت می گیرد. برش اتولیت ها معمولا" با ضخامت حدود ۰/۲ میلی متر مناسب خواهد بود و با بزرگ نمایی ۲۰X- ۱۵ مطالعه می شوند. در اتولیت های کوچک و در اندازه های کوچکتر از ۳۰۰ µm، نیازی به آماده سازی نخواهد بود.

[1]. Cedar oil

اتولیت‌های بزرگ را می توان با پولیش های مخصوص هم برای مطالعه آماده کرد. برای از بین بردن ناهمواری هاییکه بر اثر بریدن اتولیت ایجاد می شود، از اکسید آلومینیوم[1] یا سیلیکون[2] استفاده می کنند که مواد بسیار ظریف و نرمی هستند تا بدین وسیله از ایجاد هر گونه خش و خط روی اتولیت جلوگیری می شود.

۵-۲-۳- حرارت دادن اتولیت

در برخی از گونه ها مثل کفشک ماهیان[3] با استفاده از روش های معمول نمی توان حلقه های رشد، حلقه های باریک نزدیک لبه خارجی و حلقه های گسسته را روی اتولیت مشاهده کرد. در این حالت، برش های تهیه شده به آرامی سوزانده می شوند که این کار به کمک شعله پائین چراغ یا حتی با استفاده از یک لامپ صورت می گیرد. سوزاندن اتولیت موجب افزایش کنتراست یا اختلاف رنگ دو ناحیه شده و خواندن سن بسهولت امکان پذیر می شود (Christensen, 1964). مدت و شدت سوزاندن اتولیت در گونه‌های مختلف متفاوت است که باید با آزمایش های مکرر، بهترین حالت را بدست آورد. باید توجه داشت که اگر اتولیت به مدت زیاد سوزانده شود، خرد و شکننده می‌شود و معمولا" به شکل خاکستر درمی آید. این حالت از لبه های برش شروع می شود و حلقه‌ها بطورکلی ناپدید می شوند. حرارت دادن کم و ناکافی نیز موجب می شود که نواحی مربوط به مواد آلی نیم سوز نشوند. درحالت معمول، بهترین زمان هنگامی است که تغییر رنگ اتولیت را به رنگ قهوه ای تیره داشته باشیم (Agger *et al*,. 1974). اگر بعد از برداشتن اتولیت متوجه شدیم که سوختن آن به اندازه کافی نبوده است، می توان آن را مجددا" حرارت داد. با استفاده از روش سوزاندن، می توان گونه هایی را تعیین سن کرد

---

1. Aluminum Oxide
2. Silicon Carbide
3. *Solea solea*

که اتولیت آنها برای این کار مناسب نبود. در ماهیان مسن کـه تـشخیص سـن هـای بـالا مشکل است یا برای تشخیص حلقه های زائد و اضافی می توان از این روش استفاده کرد (شکل شماره۲۹).

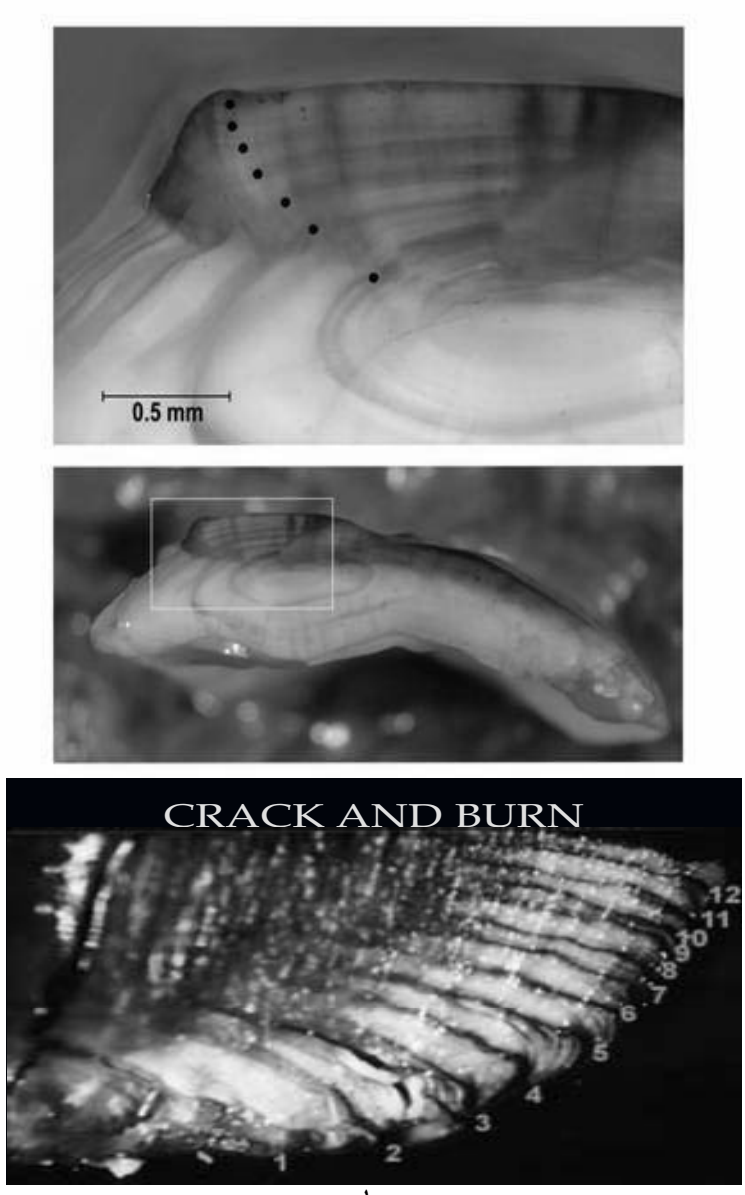
٦-۲-۳- نگهداری اتولیت ها

آسان ترین روشی که برای نگهداری اتولیت اکثر گونه ها قابل استفاده است، تمیـز کـردن آنها و نگهداری به حالت خشک در پاکت های کاغذی یا پلاستیکی، حـاوی اطلاعـات و مشخصات نمونه است. اگر نیاز به نگهداری اتولیت ها در حالت تـر باشـد، مـی تـوان از لوله‌های ظریف و کوچک شیشه ای مثل سرنگ، استفاده کرد. الکل و گلیسرین یا ترکیبی از آنها و همچنین روغن کرئوزت[1] در نگهداری اتولیت ها استفاده مـی شـوند. اتـانول بـا غلظت ۸۵درصد هم فیکساتور مناسبی محسوب می شود. در استفاده از الکل سـعی شـود که چند بار آن را تعویض کرد تا حالت محیط تثبیت شده ای را داشته باشیم. موضوع مهم در بکار گیری این مواد توجه لازم به حفظ کیفیت حلقه هاست و باید دقت نمود که ایـن مواد نگهدارنده سبب خرابی و محو حلقـه هـای رشـد نـشوند (Agger *et al*., 1974). نگهداری اتولیت ها در داخل روغن یا گلیسرین بمدت طولانی می تواند اثرات بـدی بـر اتولیت داشته باشد. نگهداری آنها درچسب Cyanoacrylate به مـدت طـولانی ممکـن است موجب ترک خوردن اتولیت یا پوسته پوسته شدن نمونه هـا شـود. در منـاطقی کـه تغییرات درجه حرارت نسبتا" شدید است، بهترین شیوه نگهداری اتولیت ها، فریـز کـردن آنهاست.

معمولا" در انتخاب چسب برای نگهداری اتولیت بایـد توجـه داشـت کـه چـسب دارای چسبندگی مناسبی باشد تا اتولیت در داخل آن نشکند و آنقدر هم نرم نباشد که نتوان از آن برش تهیه کرد. شفاف بودن چسب یا رزین هم خیلی مهم است، زیرا اتولیـت بایـد در داخل آن دیده شود.

---

[1]. Creosote



شکل ۲۹ . دو برش از اتولیت یک ماهی[1] هفت ساله که بوسیله چراغ الکلی حرارت داده شده است و یک ماهی ۱۲ ساله که سوزانده شده است.

منبع: Daniel K. Kimura, Alaska Marine Fisheries Service
Steven E. Compana, Bedford Institute of Oceanography

[1] Walleye Pollock (*Theragra chalcogramma*)

« فصل ۴»

تعیین سن و روشهای تایید آن

۱-٤- زمان تشکیل حلقه ها

براساس نتایج به دست آمده از مطالعه پیرامون اتولیت گونه های ساکن اقیانوس اطلس، مشخص شده است که منطقه مربوط به دوره رشد سریع تر از پهنای بیشتری نسبت به دوره رشد کند برخوردار است. این اختلاف در دوران اولیه حیات ماهی بیشتر مشهود است. ولی تشخیص و تعیین زمان تشکیل حلقه ها پیچیدگی های خاصی دارد. زمان تشکیل منطقه مربوط به دوره رشد سریع که در واقع اشاره به ناحیه شکل گرفته طی دوره رشد تابستانه دارد، با توجه به گونه ماهی و محل زندگی ماهی می تواند متفاوت باشد. برای مثال، در نیمکره شمالی با توجه به عرض های جغرافیایی، هر چقدر به عرض های بالاتر نزدیک شویم زمان تشکیل و ظهور این مناطق دارای تاخیر بیشتری خواهد بود. در تشکیل این حلقه ها، سن ماهیان نیز تاثیر دارد، بطوریکه در دریای شمال، مناطق مربوط به دوره رشد سریع روی اتولیت های ماهی روغن[1] جوان در فوریه ظاهر می شود ولی در

[1]. Cod

ماهیان مسن تر ممکن است تا ژوئن هیچ علامتی دیده نشود. در نواحی شمالی تر و نزدیک قطب هم این طرح دیده می شود ولی تمامی این پدیده ها دارای یک تاخیر دو ماهه است، بطوریکه در ماهیان مسن حتی ممکن است این نواحی در ژانویه دیده شوند (Agger *et al*., 1974).

معمولا" برای اینگونه مطالعات سعی می شود نوع و شکل مناطق تشکیل شده درحاشیه اتولیت ها بررسی شود که برای این کاردر طول زمان مشخصی، برای مثال یک سال، نمونه برداری صورت می گیرد. نمونه های اتولیت ها در طول سال، زمان تشکیل مناطق رشد و همچنین میزان رشد اتولیت ها را در طول این مدت نشان خواهند داد. بررسی ها باید بنحوی برنامه ریزی شود که تمام ماهیان در یک کلاس سنی خاص باشند. واضح است که زمان شکل گیری نواحی رشد در اتولیت ها، در مناطق مختلف و در کلاس های سنی مختلف، تفاوت هایی را خواهند داشت. بهمین دلیل، در نمونه برداری از مناطق مختلف، تغییرات فصلی هم در شکل گیری نواحی رشد در لبه های خارجی اتولیت ها، در نظر گرفته می شود(Agger *et al*., 1974). این روش را می توان در مورد زمان تشکیل حلقه‌ها روی فلس نیز بکار برد. این تغییرات در روی فلس ها می تواند در دوره های زمانی برای مثال شش ماهه، مشاهده و مطالعه شوند(Agger *et al*., 1974).

۱-۱-٤- حلقه های سالانه

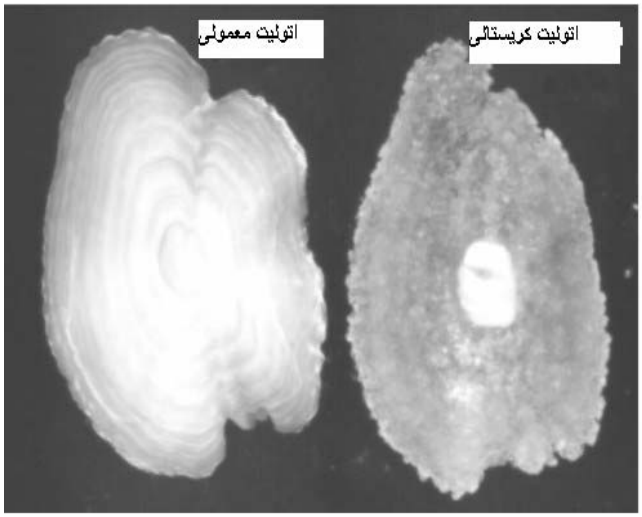
حلقه های سالانه مناطق خاصی هستند که برای تعیین سن استفاده می شوند و این حلقه ها در بین علائم دیگر راحت تر تشخیص داده می شوند. این حلقه های سالانه را Annuli می نامند. معمولا" خواندن سن در محورهای مختلفی صورت می گیرد که به صورت فرضی رسم می شوند. تشخیص حلقه های سالانه در برخی از فلس ها و اتولیت ها مشکل است. فلس هایی که دوباره تولید یا بازجذب شده اند و همچنین اتولیت هایی که کلسیتی

یا کریستالی هستند، از جمله این ساختمان ها هستند (شکل شماره ۳۰). به همین علت از تعیین سن اینگونه ساختمان ها خودداری می شود. انحراف در رشد معمول هم موجب تشکیل حلقه های فرعی می شود که به صورت علائم گسسته دیده می شوند و در تعیین سن مشکل ایجاد می کنند. این علائم اغلب طی دوره رشد سریع در ماهیان نابالغ دیده می‌شود. اگر این خطوط در سال اول حیات ماهی تشکیل شوند، با اولین حلقه سالانه اشتباه گرفته می شوند. تشکیل اینگونه خطوط با تغییرات رژیم غذایی، بلوغ، مهاجرت، تخمریزی و ... نیز درارتباط است. بیشترین اختلاف در بین افرادی که کار تعیین سن را انجام می دهند، در تعیین و تشخیص مناطق رشد لبه خارجی فلس یا اتولیت است که خود تحت تاثیر گروه های سنی و حتی سن ماهیان است. اگر ماهی در ابتدای فصل رشد خود صید شود، این ناحیه خیلی باریک است و شاید دیده نشود. برای حل این مشکل لازم است که مدت زمان نسبتا" طولانی این مناطق را زیر نظر گرفت و به صورت مداوم این قسمت ها را بازبینی کرد.

طرح عمومی رشد ماهی در ماهیان مسن تر و بالغین نمود می یابد و راحت تر قابل تفسیر است. به همین دلیل گفته می شود که شکل رشد در ماهیان بالغ می تواند به عنوان یک منبع مطرح شود. با اطلاع داشتن از الگوی تشکیل حلقه های سالانه، می توان حلقه های تشکیل شده در اولین سال حیات ماهی و حتی دوره گذر از مرحله جوانی و دوره بلوغ را تفسیر کرد.

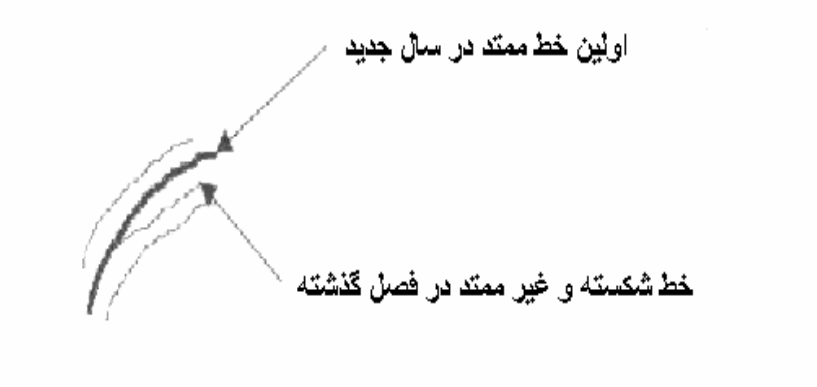
۲-۱-٤- حلقه های زائد

روی فلس ها،علاوه بر خطوط سالانه، حلقه های دیگری هم دیده می شود که معمولا" دارای وضوح کمتری هستند یا بصورت ممتد شکل نگرفته اند و در تعیین سن از آنها استفاده نمی شود. تشخیص این حلقه ها از حلقه های واقعی دشوار است. در اتولیت ها با



شکل ۳۰.تفاوت تشکیل حلقه های رشد در اتولیت های کریستالی (سمت راست) و اتولیت های معمولی (سمت چپ).

حرارت دادن آن که در اصطلاح «سوزاندن اتولیت» نامیده می شود، این مشکل حل می‌شود. در فلس ها، حلقه های واقعی، حلقه هایی هستند که بصورت کامل تشکیل شده‌اند و در بخش قدامی فلس دیده می شوند. حلقه های اضافی و زائد هم حلقه هایی هستند که گسسته و غیر ممتد تشکیل شده اند و در تعیین سن شمرده نمی شوند (شکل شماره ۳۱).



شکل ۳۱. حلقه های گسسته بهمراه حلقه ممتد و اصلی سالانه که روی فلس تشکیل شده است.
منبع: **Ann-laure Rauber, Switzerland, 2000**

این نوع خطوط به نام «حلقه های اضافی و زائد» خوانده مـی شـوند و بـر اثـر تغییـرات غیردوره ای در رشد ماهی در طول سال بوجود می آید. در واقع، هر نوع تغییـری کـه در شرایط زیستی ماهی بوجود آید، می تواند بعنوان یک عامل شوک دهنده سبب تشکیل این نوع حلقه های زائد شود. تغییر در شوری آب، pH محیط، ابتلاء به بیماری، کاهش مـواد غذایی، تغییر درجه حرارت آب و ... از عوامل مهم ایجاد این نـوع حلقـه هـا محـسوب می‌شوند. حلقه های زائد در بخش قدامی فلـس هـا از وضـوح بیـشتری برخوردارنـد و راحت تر تشخیص داده می شوند. بطور کلی، این نوع حلقه ها را می توان در سـه دسـته تقسیم بندی کرد: *حلقه های نوع اول* که در نتیجه اختلال در رشد بوجود مـی آینـد و از ویژگی های آنها عدم همخوانی وسعت دو سوی حلقه است. بـدین معنـی کـه در شـکل گیری دوایر سالانه، فاصله های منطقی و متناسبی بین آنها دیده می شود ولی در مـواردی است که وسعت ناحیه دو سوی حلقه هماهنگ و منطقی نیست که می تواند اولـین نـشانه برای تشخیص این گونه حلقه ها بحساب آید. این نشان می دهد که این حلقه ها بصورت کامل اطراف مرکز فلس توسعه می یابند. *حلقه های نوع دوم* زمانی تشکیل می شوند که

رشد بر اثر عوامل مختلفی بصورت ناگهانی قطع شود. در این حالت یک ناحیه نسبتا" وسیعی از خطوط و دوایر بسیار فشرده دیده می شود که بعد از سپری شدن عامل محدود کننده شکل گیری مناطق رشد به حالت طبیعی در آمده است. *حلقه های نوع سوم* بر اثر صدمات مکانیکی بوجود می آیند. گاهی دیده می شود که در شرایط خاصی مثل کمبود مواد غذایی و گرسنگی، برای تامین مواد ضروری و مورد نیاز بدن، موادی از بخش های مختلف بدن بازجذب می شوند. باز جذب مواد از فلس ها، موجب شکنندگی و خشک شدن آنها می شود و بر اثر برخورد با سنگ ها و شن و ماسه خط و خطوطی روی آنها شکل می گیرد. این حالت کمتر مشاهده می شود و بیشتر در ماهیانی دیده می شود که زمان تکثیر، تغذیه نمی کنند و هنگام تخمریزی بدن خود را بشدت به تخته سنگ ها یا شن و ماسه کف رودخانه می مالند. Chugunova (1963) حلقه های زائد و اضافی را به چند دسته تقسیم می کند: ۱- *حلقه های نوزادی:* این نوع از حلقه ها در نزدیکی مرکز فلس یعنی داخل اولین منطقه سالانه دیده می شوند. در برخی از منابع، حلقه نوزادی را حلقه صفرهم اشاره کرده اند. حلقه نوزادی می تواند بر اثر مهاجرت های پائین رودخانه‌ای یا تغییر رژیم غذایی اتفاق بیافتد، برای مثال تغییر رژیم غذایی از پلانکتون خواری به بنتوز خواری می تواند در تشکیل این نوع حلقه موثر باشد. حلقه نوزادی در ماهیانی که حتی مهاجرت رودخانه ای هم ندارند مثل کیلکای چشم درشت دریای خزر[1]، دیده می شود. تشخیص حلقه نوزادی از اولین حلقه سالانه بسیار مشکل است و در همه ماهیان یکسان شکل نمی گیرد برای مثال در بعضی از ماهیان مثل ماهی کلمه دریای خزر[2]،حلقه نوزادی قابل تشخیص نیست. ۲- *حلقه های انتقالی:* اغلب به دلیل تغییر رژیم غذایی تشکیل می شود. بهترین مثال برای تشکیل این نوع از حلقه ها، نوزادان ماهیانی

1. *Clupeonella grimmi*
2. *Rutilus rutilus*

هستند که در رودخانه ها تولید مثل می کنند و بچه ماهیان بعد از مدت محدودی به طرف دریا حرکت می کنند که اصولا" با تغییر رژیم غذایی نیز همراه است. گاهی تشکیل حلقه‌های انتقالی همزمان با تشکیل حلقه نوزادی است برای مثال، در ماهی کلمه دریای خزر این همزمانی دیده می شود. ۳- *حلقه های تخم ریزی:* روی فلس بعضی از ماهیان طی دوره تخم ریزی یا اندکی بعد از آن، خطوطی تشکیل می شود که همان حلقه های تخم ریزی محسوب می شوند. لبه های فلس در زمان تخم ریزی خرد و شکننده می‌شوند و علائم سائیدگی و حتی شکستگی در آنها دیده می شود که با بازجذب فلس، بخصوص هنگام تولید مثل یا صدمات مکانیکی قابل توجیه است. این علائم در برخی از ماهیان مثل قزل آلا ضعیف یا در ماهی کلمه و سیم دریای خزر خیلی مبهم است، در حالیکه در فلس ماهی آزاد آتلانتیک خیلی واضح دیده می شود (Chugunova, 1963). چگونگی تشکیل حلقه های مربوط به دوران تخمریزی درحاشیه فلس های ماهی تیلاپیا[1] که ساکن دریاچه ویکتوریا است، بخوبی مطالعه شده است (Garrod, 1959). گزارشهایی در مورد تشکیل حلقه های مربوط به زمان تخمریزی در فلس ماهی طلال[2] ارائه شده است، ولی همین مطالعات نشان می دهد که روی اتولیت این ماهیان هیچگونه اثری از شکل گیری خطوط مربوط به تخمریزی مشاهده نشده است (Seshappa, 1969). ٤- *حلقه های انتقالی:* این نوع از حلقه ها در ماهیانی دیده می شوند که از آب های شیرین به آب شور دریا مهاجرت می کنند. تشکیل آنها به دلیل تغییر شرایط آب بخصوص از نظر شوری است.

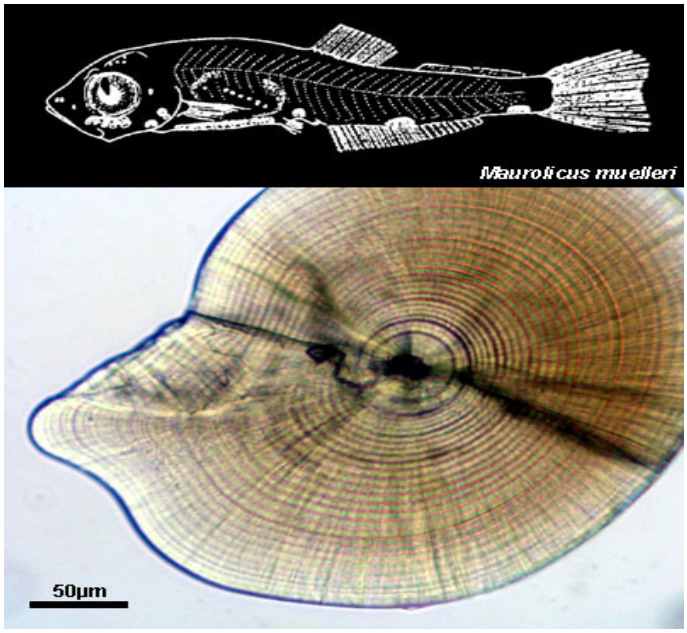
1. *Tilapia esculenta*
2. *Rastrelliger kanagurta*

خطوطی که یکدیگر راقطع می کنند[1]، در مناطق تلاقی اولین دایره های ممتد فصل رشد جدید با دوایر غیر ممتد فصل قبلی مشخص می شوند. این نواحی همیشه در دو بخش مختلف فلس دیده می شوند که موقعیت ساعت ۲ و ساعت ۱۰ است.

۲-٤- رشد روزانه

بررسی های میکروسکوپی اتولیت های ماهیان جوان، از سال ۱۹۸۰ تغییر شگرفی را در مطالعات ساختمان اتولیت ایجاد کرده است، بطوریکه امروزه بصورت یک کار معمول در اکثر آزمایشگاههای ماهی شناسی جهان دیده می شود. اتولیت ها دارای رشد روزانه هستند. وسعت منطقه و ترکیب شیمیایی این نواحی رشد متفاوت است که در ارتباط با تاثیر اختلاف محیطی یا فاکتورهای فیزیولوژیک است. رشد روزانه در اتولیت ماهیان استخوانی بصورت حلقه هایی ثبت می شود که اغلب در سال اول حیات آنها دیده می‌شوند. حلقه های روزانه ای که واضح تر و مشخص تر از حلقه های سالانه دیده می‌شوند، در تمام گونه ها و در تمام محیطها شکل می گیرند. نوارهای روشن و تیره روی اتولیت ها «مناطق رشد روزانه»[2] نامیده می شوند. مناطق روشن روی اتولیت ها پهن تر هستند و مربوط به دوره روشنایی روزانه یا درجه حرارت بالای آب است که در اصطلاح ناحیه غالبیت یا «برتری کلسیم» هم نامیده می شوند و معمولا" به منطقه C معروفند. نواحی تیره مربوط به رژیم شبانه یا سردی آب است که منطقه «برتری ماتریکس» یا در اصطلاح ناحیه M نامیده می شوند (Morales-Nin, 1992). اولین ناحیه رشد روی اتولیت، بعد از جذب کیسه زرده صورت می گیرد. به همین منظور در تعیین سن دقیق

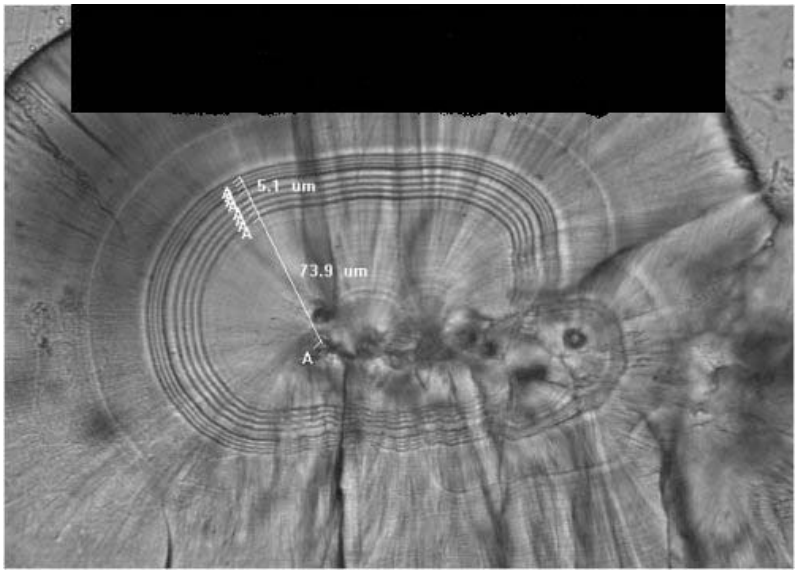
[1]. Crossing over
[2]. Daily Growth Increment (DGI)



شکل ۳۲. مناطق و حلقه های رشد روزانه
روی اتولیت لارو ماهی *Maurolicus muellen*
منبع: **http://www.geocities.com**

باید تعداد روزهای مربوط به دوران جذب کیسه زرده به سن تعیین شده اضافه شود (شکل شماره۳۲).

فاکتورهای موثر در تشکیل علائم رشد روزانه بخوبی مطالعه شده اند. به طور خلاصه باید یادآور شد که رشد نتیجه ریتم های شبانه روزی یا در اصطلاح ساعت بیولوژیک درونی متاثر از دوره های بیست و چهار ساعته روشنایی و تاریکی می باشد. نوسانات برخی از فاکتورهای محیطی مثل تغییر درجه حرارت آب، تغییر در میزان فراوانی مواد غذایی و تغذیه آبزی نیز می توانند اثرات متقابلی بر رشد داشته باشند. مهمترین فاکتور در شکل گیری علائم روزانه، درجه حرارت آب است. نور، دسترسی به غذا و pH نیز از عوامل خارجی موثر محسوب می شوند (Morales-Nin, 1992). اگر ماهیان را در یک درجه



شکل ۳۳.علامت گذاری حرارتی در اتولیت ماهی Sockeye Salmon.
این علامت شامل یک باند ۷ حلقه‌ای است.
منبع : North Pacific Anadremous Fish Commission, 2006

حرارت نسبتا" ثابتی نگهداری کنیم، تشخیص نواحی مذکور روی اتولیت مشکل خواهد بود (شکل شماره۳۳).

درهرصورت عوامل محیطی موجب تشدید سیکل های روزانه می شود و به همین علت در محیطهای طبیعی، مناطق مربوط به رشد بصورت منظم شکل می گیرد. تشخیص مناطق رشد در ماهیان بزرگ به دلیل وسعت کم وفشرده بودن خطوط در شرایط رشد کند و آهسته، بسیار مشکل است. اگر تاریخ مرگ ماهی توسط آخرین و بیرونی ترین ناحیه رشد اتولیت شناسایی شود، تعداد مناطق رشد روزانه می تواند در برآورد و تخمین تاریخ دقیق تخم گشایی[1] مورد استفاده قرار گیرد. تعیین زمان تخم گشایی می تواند در تعیین زمان

[1]. Haching

تخمریزی مورد استفاده قرارگیرد. پیگیری اتفاقات دیگری که در زندگی ماهی اتفاق می‌افتد، مثل دگردیسی و گذر از مرحله لاروی به نوجوانی، به وسیله ساختمان های میکروسکوپیک اتولیت ها قابل بررسی است که معمولا" از طریق تغییر در پهنا یا شکل گیری نواحی و حلقه ها قابل بررسی خواهد بود. از آنجاییکه رشد اتولیت ها اغلب متناسب با رشد ماهی است، وسعت و پهنای نواحی رشد روزانه هم متناسب با رشد ماهی در آن روزها خواهد بود. مطالعه رشد روزانه در واقع تلاش برای احیاء وقایع مرتبط با محیط است. معمولا" برای تشخیص بهتر مرز بین حلقه های روشن و تیره، از موادی مثل گلیسیرین و الکل با نسبت ۲:۳ یا از روش حرارت دادن در یک کوره استفاده می کنند (جرید، ۱۹۸۳). مطالعه اتولیت های خیلی کوچک (برای مثال، دارای قطر کوچک تر از ٤٠μm) با استفاده از یک میکروسکوپ معمولی صورت می گیرد. باید توجه داشت که پهنای نواحی رشد معمولا" کمتر از ۱۰ μm است (Campana, 1992).

۳-٤- علامت گذاری

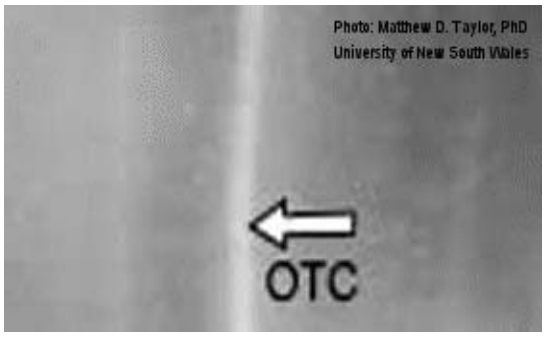
علائم روی اتولیت ها یا ساختمان های سخت و آهکی دیگر بدن، به دو شکل طبیعی و دست کاری شده دیده می شود. در حقیقت مطالعات این علائم تلاشی برای بررسی و شناخت بهتر ذخائر آبزیان است. ساختمان های سخت ماهیان را می توان با استفاده از مواد شیمیایی علامت گذاری کرد. علائم شیمیایی در واقع یکسری مواد شیمیایی هستند که با کلسیم موجود در ماتریکس اتولیت یا هر ساختمان استخوانی دیگر ترکیب شده و به صورت علائمی مشخص، خود را نشان می دهند (شکل شماره٣٤). این روش به تنهایی قادر به تعیین سن ماهی نیست، مگر آنکه قبل از علامت گذاری، ماهی تعیین سن شده باشد. با صید مجدد ماهیان علامت زده می توان نسبت به برآورد رشد آنها اقدام کرد (Gulland & Holt, 1959). از آنجاییکه امکان تغییر در میزان رشد ماهیان

علامت‌گذاری شده وجود دارد، گفته می شود که رشد محاسبه شده برای این ماهیان نمی‌تواند نشان دهنده میزان رشد واقعی آنها باشد (Jones & Jonsson, 1971).

علامت گذاری اتولیت ها با استفاده از تغییر حرارت، روشی عمومی محسوب می شود ولی گاهی نیاز به این است که یک ماهی وحشی خیلی سریع علامت گذاری شود. در سال ۱۹۶۳، Novotny و Trefethen استفاده از ایزوتوپ های پایدار را پیشنهاد کردند. از آن زمان، تحقیقات متعددی در مورد علامت گذاری آزاد ماهیان با مواد شیمیایی بخصوص مواد دارای خاصیت فلورسنتی صورت گرفته است که با درجات متفاوتی از موفقیت همراه بوده است. در واقع، استفاده گسترده از این روش با توجه به ارزیابی هزینه آن و همچنین مجوز نهاد ها و سازمان های مربوطه خواهد بود که اجازه کاربرد این مواد را در مواد غذایی صادر می کنند. در اولین تجربه برای نشان دار کردن ساختمان های سخت بدن، از استات سرب[1] استفاده می شد که به علت داشتن خاصیت سمی، تمایل زیادی برای تدوام دربکارگیری آن وجود نداشت. امروزه برای اینکار از ترکیبات تتراسایکلین[2] بصورت خیلی وسیع استفاده می شود.

قرار گرفتن این ماده در فهرست داروهای آنتی بیوتیک و حالت ثبات و پایدار آن در شکل جامدش، از امتیازات ویژه آن محسوب می شود. اکسی تتراسایکلین، کلروتتراسایکلین و دی متیل کلرو تتراسایکلین از مواد آنتی بیوتیک محسوب می شوند که با نور ماوراء بنفش مطالعه می شوند. اکسی تتراسایکلین روی شعاع باله ها و استخوان های سر خوب اثر کرده و علائم واضحی را ایجاد می کند.ترکیباتی مثل فلئورسین و کلسین[3] نیز دارای علائم

[1]. Lead acetate
[2] .Tetracycline
[3]. Calcein



شکل ۳٤. علامت گذاری اتولیت گونه ای از آزاد ماهی با استفاده از اکسی تتراسایکلین .
منبع : **North Pacific Anadremous Fish Commission, 2006**

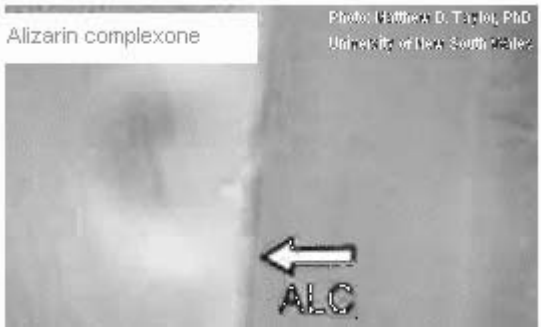
فلورسانس هستند. استازولامید[1] از مواد شیمیایی دیگری است که برای علامت گذاری استفاده می شود، ولی به دلیل افزایش میزان مرگ و میر استفاده وسیعی ندارد (Morales-Nin, 1992). **تتراسایکلین به صورت نمک محلول استفاده می شود و باید توجه داشت که بعد از تهیه، بسرعت استفاده شود. این محلول در صورتیکه در یخچال نگهداری شود می تواند طی یک دوره بیست و چهار ساعته مصرف شود** (Agger *et al*., 1974). **تتراسایکلین توسط موجودات زنده به آسانی جذب می شود و در ساختمان های استخوانی که خوب آهکی شده اند ذخیره می شود. تتراسایکلین با کلسیم و منیزیم ترکیب شده و زیر نور ماوراء بنفش و میکروسکوپ فلورسانس به شکل حلقه های زرد در زمینه سبز دیده می شوند. تتراسایکلین توسط نور از بین می رود و به همین علت بایستی ساختمان های حاوی آن را در تاریکی نگه داری کرد. اکسی تتراسایکلین در ماهیان بزرگ حداقل ۵ سال دوام می آورد. تتراسایکلین در ماهیان**

[1]. Acetazolamide

استخوانی به صورت حلقه های زرد شفاف در نور ماوراء بنفش دیده می شود و بسهولت قابل تشخیص است. معمولا" میزان اضافی این ماده در طول یک ماه از بدن ماهی دفع می‌شود. در الاسموبرانش ها که بیشتر دارای ساختمان غضروفی هستند، رد یابی تتراسایکلین عملی نیست (Agger *et al.*, 1974). برای بدست آوردن میزان مطلوب و مورد نیاز تتراسایکلین، معمولا" آزمایشهای مختلفی با استفاده از تانک های نگهداری ماهی صورت می گیرد. معمولا" تتراسایکلین بصورت اکسی تتراسایکلین یا تتراسایکلین هیدروکلراید با غذای ماهی مخلوط می شود یا با تزریق داخلی ۲۵-۳۰mg/kg در روز استفاده می شود. اصولا" مصرف و کاربرد این مواد در ماهیان بزرگ به شکل تزریقی است ولی در ماهیان جوان می توان به کمک غذا هم استفاده کرد. در ماهیان خیلی جوان و لاروها، آنها را در محلول غوطه ور کرده و حمام می دهند. لاروها و ماهیان جوان در ۵۰۰mg تتراسایکلین محلول در آب بهمراه ۳/۵درصد بافر Nacl با pH=6-6/2 بمدت ۱۲۰ دقیقه غوطه ور شده یا حمام داده می شوند. بکارگیری این روش نیازمند بازگیری و صید مجدد ماهیانی است که علامت گذاری شده اند. از تجربه های ارزشمند استفاده از این روش می توان به علامتگذاری ماهی Cod در دریای شمال (Jones & Bedford, 1968) و سفره ماهی (Holden & Vince, 1973) اشاره کرد.

درعلامت گذاری های شیمیایی از موادی مثل کلسین و استرانتیوم و آلیزارین هم استفاده می شود. آلیزارین برای اولین بار توسط ژاپنی ها جهت علامت گذاری نوعی آزاد ماهی[1] استفاده شد. برای این کار، تخم ها را ٢٤ ساعت در محلول آلیزارین (۲۰۰ میلی گرم در لیتر) به همراه هیدرواکسید پتاسیم نرمال قرار می دهند. علائم فلئورسنتی تشکیل شده با میکروسکوپ مجهز به نور ماوراء بنفش مطالعه می شوند (شکل شماره ۳۵).

[1]. Chum Salmon

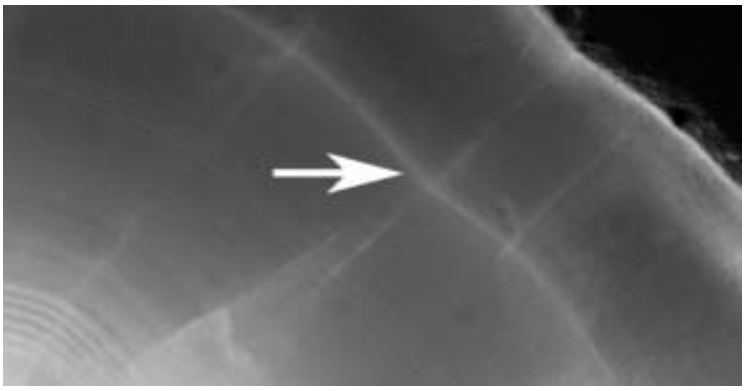


شکل ۳۵. علامت گذاری اتولیت گونه ای از آزاد ماهی با استفاده از آلیزارین .
منبع : North Pacific Anadremous Fish Commission, 2006

کلسین[1] هم از جمله مواد شیمیایی است که برای علامت گذاری ماهی استفاده می شود. هنگامیکه ماهی تحت تاثیر این ماده شیمیایی قرار می گیرد، این ماده در ساختمان های آهکی مثل اتولیت ها، شعاع باله ها و مهره ها جای می گیرد. از ویژگی های مهم این ماده، ثبات آن است که با افزایش سن از میزان آن کم نمی شود. کلسین با استفاده از میکروسکوپ مجهز به نور ماوراء بنفش، خاصیت فلورسنتی خود را آشکار می‌سازد (شکل شماره ۳٦).

آزادماهیان را در هر مرحله از حیات آنها می توان به راحتی و با موفقیت با کلراید استرونتیوم[2] علامت گذاری کرد. برای مطالعه علائم مربوط به استرونتیوم نمی توان از میکروسکوپ های معمولی استفاده کرد (شکل شماره۳۷). این علائم با استفاده از

1. Calcein
2. Strontium

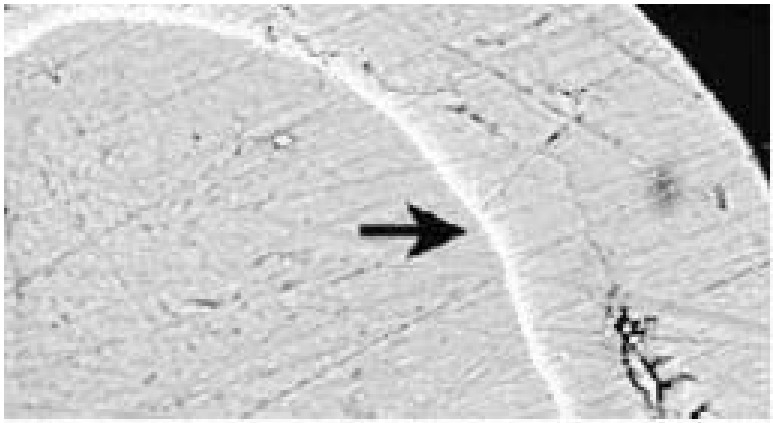


شکل ۳۶. علامت گذاری اتولیت گونه ای از آزاد ماهی با استفاده از کلسین.
منبع: North Pacific Anadremous Fish Commission, 2006

میکروسکوپ الکترونی مجهز به ردیاب Back Scatter قابل مطالعه خواهند بود. گاهی برای علامت گذاری اتولیت از محلول آستولامید[1] ۱۲۵ppm بمدت ۱۸ ساعت استفاده می‌شود که در حقیقت استفاده از این ترکیب موجب توقف رشد بصورت قابل ملاحظه ای می شود و می توان آن را بررسی و پیگیری کرد.

یک سری علامت هایی[2] با جنس های مختلف اغلب پلاستیکی، وجود دارند که به بدن ماهی وصل می شوند و حاوی کد های مخصوصی هستند که بعد از صید مجدد آبزی، قابل شناسایی هستند. این وسایل به شکل سیم های باریکی هستند که دارای قد کوتاهی بوده و کد روی آنها مشخصات و اطلاعات ماهی و زمان علامت زنی را مشخص می کند. امروزه استفاده از کربن رادیواکتیو C^{14} شیوه ای نو برای این گونه از مطالعات محسوب می شود. استفاده از کربن رادیواکتیو از روش های معمول برای برآورد سن در ماهیان

1. Acetazolamide
2. Coded Wire Tags (CWT)

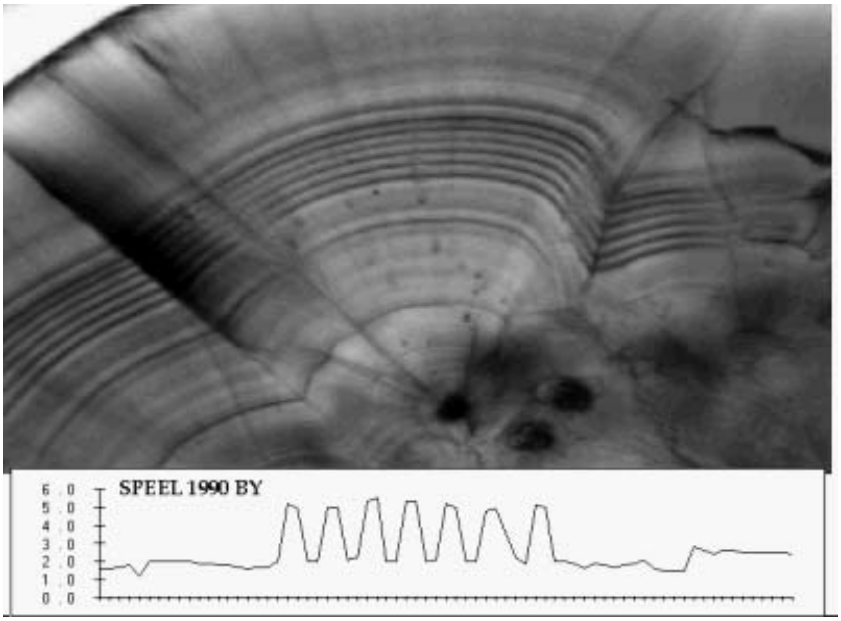


شکل ۳۷. علامت گذاری اتولیت گونه ای از آزاد ماهی با استفاده از استرونتیوم
منبع : North Pacific Anadremous Fish Commission, 2006

بخصوص در سال های ۱۹۸۵- ۱۹۵۵ بحساب می آید. وجود کربن رادیواکتیو در ساختمان های آهکی ماهیان بخصوص طولانی عمر بعنوان یک وسیله علامت گذاری یا نشان دار کردن شیمیایی مطرح است. بهترین تجربه در این مورد، آزمایش بمب اتمی در دهه های ۱۹۵۰ و ۱۹۶۰ است که موجب شد میزان قابل توجهی از کربن رادیواکتیو در اتمسفر آزاد شود. بدنبال آن، این ماده از طریق تبادلات گازی به اقیانوس ها راه یافت و بسرعت در آب پخش شد. سپس ورود این ماده به داخل بدن موجودات زنده امری قابل انتظار بود که اتفاق افتاد.

علامت گذاری دمایی[1] هم از روش های دیگر علامت گذاری محسوب می شود. نوسانات درجه حرارت محیط و کاهش دما موجب تشکیل حلقه های مشخصی روی اتولیت می‌شود که براحتی قابل شناسایی هستند. اگر نوسانات درجه حرارت آب با برنامه ریزی قبلی و با هدف خاصی برای مطالعه باشد، علائم گسسته و غیر ممتد تشکیل شده را

[1]. Thermal Marking



شکل ۳۸. علامت گذاری حرارتی در اتولیت ماهی *Sockeye Salmon*.
این علامت شامل یک باند ۷ حلقه ای است که شامل دو روز با درجه حرارت بالا که با دو روز با درجه حرارت پائین دنبال می شود.
منبع : **North Pacific Anadremous Fish Commission, 2006**

«علائم دمایی» می نامند. تفاوت این حلقه ها با علائم طبیعی این است که علامت های طبیعی تحت تاثیر شرایط محیطی ایجاد می شوند و با طرح های رشد قبل و بعد آن تفاوت دارند (شکل شماره ۳۸).

از انواع علامت گذاری اتولیت ها می توان به استفاده از تغییرات دوره ای سطح آب طی مرحله انکوباسیون هم اشاره کرد که در اصطلاح «Dry Marking» نامیده می شود. معمولا" در این حالت، تخم ها در شرایط خشک ولی مرطوب برای ۲٤ ساعت نگهداری می شوند و بدنبال آن ۲٤ ساعت بعدی شرایط محیطی همراه با آب فراهم می شود. این

دوره سبب شکل گیری یک حلقه تیره به همراه یک حلقه روشن خواهد شد. اتولیت ها با این روش در مرحله تخم چشم زده تازمان تخم گشایی علامت گذاری می شوند. رادیومتری هم روشی است که در آن میزان نسبی رادیوایزوتوپ ها ی موجود در اتولیت را طی یک روندی اندازه گیری کرده و با استفاده از آن سن ماهی را تعیین می کنند. این عناصر دارای یک نیمه عمر مخصوص بخود هستند که با اطلاع از آن می توان مدت زمان طی شده را تشخیص داد. معمولا" برای تعیین سن ماهیانی که طول عمر بالا (بیش از ٦٠ سال) دارند، از نسبت $^{210}Pb/^{226}Ra$ استفاده می کنند درحالیکه برای ماهیانی که طول عمر کمتر از ۱۰ سال دارند، از نسبت $^{238}Th/^{232}Th$ استفاده مشود. اساس اینکار استقرار رادیواکتیو ناپایدار ^{226}Ra در طول تشکیل اتولیت است. در طول زمان این ماده به ^{210}Pb تبدیل می شود و با مقایسه نسبت این دو می توان به طول عمر یا زمان طی شده، دست یافت.

٤-٤- تائید تعیین سن[1]

اگر چه بعد از کسب تجربه، تعیین سن بعضی از ماهیان ساده بنظر می رسد ولی باید توجه داشت که همیشه بدنبال راههایی هستیم که سن های ثبت شده را تائید کند. تعیین سن همیشه در معرض منابع مختلفی از خطا قرار دارد. عموما" دیده می شود که سن ماهیان بدون اینکه درستی کار تائید شود، طی سال های متوالی تعیین می شود. بدون استثناء، روش های مورد استفاده در تعیین سن باید ابتدا تائید شوند. تائید صحت روش مورد استفاده، در حقیقت روندی است که در آن صحت سن برآورد شده با استفاده از روش های مختلف، تائید می شود. در عمل، انتخاب یک روش خاص برای تعیین سن گونه ای خاص بستگی مستقیم به وجود ساختمان های مناسب مثل فلس، اتولیت، مهره، خار و غیره

[1].Validation

دارد. این موضوع خیلی اهمیت دارد که بدانیم دقت کار با صحت روش کار متفاوت است که متاسفانه بسیاری از بیولوژیست ها این خطا را در فعالیت های خود دارند.

تائید روش کار می تواند به صورت مستقیم یا غیر مستقیم صورت گیرد. برای تائید سن تعیین شده می توان ازعلامت گذاری استفاده کرد ولی بعد از آن باید دید که خط و خطوط مربوط به سن در طول زمان دچار تغییراتی می شوند یا خیر؟ از معمول ترین روش های تعیین صحت کار، روش مستقیمی است که در آن ماهی علامت گذاری شده و رها می شود. باز گیری و صید مجدد آن می تواند در تائید کار ما بسیار موثر باشد. یک سری روش های غیر مستقیم هم می توانند در این امر قابل استفاده باشند که از جمله آنها می توان به پیشینه پردازی[1]، آنالیز وضعیت رشد در حاشیه ها یا لبه های خارجی فلس، اتولیت و غیره، تجزیه و تحلیل فراوانی های طولی در کلاس های سنی، استفاده از ایزوتوپ ها، آنالیز عناصر تشکیل دهنده و... اشاره کرد. در بکار گیری روش غیرمستقیم، برآورد سن بوسیله اندازه گیری نوسانات و تغییرات پارامترهای مختلف صورت می گیرد. استفاده از فراوانی های طولی، از متداول ترین روش هایی است که برای ارزیابی تعیین سن استفاده می شود.

خطا هایی که در تعیین سن روی می دهد، تصادفی نیست و شایع ترین آنها تجمع یکسری خطاهای مختلف است. اکثر اشتباهات مربوط به منطقه، مربوط به اولین سال حیات است که در واقع انتقال از مرحله جوانی به بلوغ است. لذا، توجه به این امر ضروری است که بدون ارزیابی و تائید روش های تعیین سن، ممکن است از اهداف مورد نظر دور شویم. نتیجه‌گیری های اشتباه ما منجر به تصمیم های غلط مدیریتی و نتایج جبران ناپذیر می‌گردد. برای مثال، برآورد بالای میزان مرگ و میر و در نتیجه عدم تشکیل کلاس های سنی

[1]. Back calculation

قوی یا خطا در برآورد میزان رشد واقعی منجر به تفسیرهای اشتباه از شرایط اکولوژیک و محیط زیست موجود زنده خواهد شد. امروزه روش های مختلفی برای تائید صحت سن های تعیین شده بکار گرفته می شود که هر کدام دارای امتیازات و محدودیت های خاص خود است. این روش ها را به صورت خلاصه می توان در چند دسته تشریح کرد:

۱-٤-٤- علامت گذاری

این روش در اکثر گونه ها راه بسیار مطمئنی خواهد بود، زیرا ماهیان علامت گذاری شده بعد از صید مجدد، براحتی تعیین سن می شوند. برای علامت گذاری ماهی ممکن است از نشان های خارجی مثل سیم های ظریف پلاستیکی استفاده شود که دارای کد مخصوص بخود هستند. بعضی مواقع برای نشان دار کردن ازعلائم شیمیایی استفاده می شود. در استفاده از این روش بایستی به زمان علامت گذاری و رهاسازی ماهی در محیط طبیعی توجه داشت، زیرا زمان قبل از علامت گذاری باید به سن یا مدت زمان بعد از رهاسازی اضافه شود. برآورد سن ماهی در دوره قبل از علامت زدن، به دلیل جوان بودن آنها خیلی مشکل ساز نیست. ولی برای انجام آن می توان از اندازه ماهی برای تعیین سن آن هم کمک گرفت. این روش درسال ۱۹۹۵ توسط Lee و همکارانش برای تون باله آبی[1] استفاده شد. نمونه های تون های باله آبی را در زمان علامت گذاری، در محدوده ۳-۱ ساله تعیین سن کردند. زمان بازگیری و صید مجدد این ماهیان بیش از ۱۵ سال بعد بود. تعیین سن ماهیان در زمان علامت گذاری، با استفاده از مهره ها، نشان داد که میزان خطا در برآورد سن آنها، حدود ۱ سال بود.

[1]. Bluefin tuna (*Thunnus thynnus*)

زدن علامت شیمیایی به ماهی و صید مجدد آن بعد از مدت زمان مشخص از بهترین روش های کاربردی برای تائید و تصدیق، سن تعیین شده بشمار می رود. اساس این کار، ترکیب مواد شیمیایی مثل اکسی تتراسایکلین، آلیزارین، کلسین و غیره با کلسیم است. برای نشان دار کردن ماهیان با مواد شیمیایی می توان از غوطه وری، تزریق یا حتی از تغذیه استفاده کرد. نتیجه این کار ایجاد یک علامت دائمی و قابل رویت است که به کمک نور فلئورسنت دیده می شود و حلقه های رشدی که بعد از این علامت تشکیل می‌شوند، نشان دهنده دوران رهاسازی در محیط طبیعی بعد از نشان دار کردن است.

از این روش علاوه بر تائید سن های سالانه برای ارزیابی سن و رشد روزانه هم استفاده می شود. در خصوص تایید سن های سالانه می توان به مطالعه اتولیت های Sable fish توسط Beamish & Chilton, 1982، مهره های کوسه ها توسط Brown & Gruber, 1988 ، خارهای Spiny dogfish توسط Beamish & McFarlane, 1985 و اتولیت ماهیان جزایر مرجانی توسط Fowler, 1990 اشاره کرد. این روش با موفقیت در مطالعه رشد روزانه گونه های مختلف ماهیان تون بکار رفته است (Wild & Foreman, 1980 ; Laurs *et al*., 1985). با توجه به کم بودن وسعت مناطق رشد باید توجه داشت که در تعیین سن ماهیان، بخصوص در ماهیان جوان، خطای کمتری داشت، زیرا اشتباه در برآورد یک ناحیه رشد در یک ماهی ۲ ساله، در حقیقت ۵۰درصد خطا دارد ولی همان اشتباه دریک ماهی ۱۰ ساله خطای ۱۰درصد را ایجاد می‌کند.

۲-٤-٤- استفاده از کربن رادیواکتیو

استفاده از کربن رادیواکتیو برای تائید سن های تعیین شده، بخصوص در ماهیان طولانی عمر، از زمان آزمایش بمب اتمی اهمیت خود را نشان داد. جرقه این کار بعد از یک

آزمایش اتمی در اواخر دهه ۱۹۵۰ زده شد. بطوریکه بعد از ایـن آزمـایش یـک افـزایش ناگهانی در میزان ^{14}C اتمسفر دیده شد و خود آن هم توسط مرجان هـا، دوکفـه ای هـا، ماهیان و سایر موجودات زنده ای جذب شد که در حال رشد بودند. لذا، این دوره زمـانی را مشابه عمل یک آزمایشگاه در علامت گذاری و نشان دار کـردن موجـودات زنـده بـا استفاده از مواد شیمیایی در یک مقیاس بزرگ تر می دانند (Kalish, 1993 ; Kalish *et al.*, 1996; Campana, 1999; Campana & Jones, 1998). در حقیقت در اتولیت این ماهیان یک علامت شیمیایی است که مربوط به افزایش میزان ^{14}C بر اثر آزمایـشهای بمب اتمی است. بررسی ها نشان داده است که هسته اتولیت تمام ماهیانی که قبل از سـال ۱۹۵۸ از تخم درآمده یا متولد شده اند، مقداری جزئی از ^{14}C دارند. در حالیکه این میزان در ماهیانی که بعد از سال ۱۹٦۸ از تخم درآمده اند، بسیار بالاست. میزان ^{14}C در ماهیانی که در دوره انتقال و محدوده بین این دو دوره متولد شده اند، مقداری متوسـط از ایـن دو مقدار است. در یک نتیجه گیری می توان گفت کـه تفـسیر رخـدادهای مربـوط بـه دوره افزایش ^{14}C و میزان آن در هسته اتولیت های نمونه ها چندان پیچیده نخواهد بود. به زبان ساده تر باید گفت که اساس مطالعات در سال های مذکور را میزان ^{14}C تشکیل می دهـد و اطلاعات بر اساس تغییرات و نوسانات مقدار آن تفسیر می شود. این احتمال وجود دارد که آلودگی های بیشتر سبب افزایش کربن رادیواکتیو در اتولیت هـا شـوند ولـی کـاهش میزان آن قابل انتظار نیست. بدین ترتیب میزان ^{14}C و تغییرات آن طی سال های ٦۵-۱۹۵۸ برای ماهیانی که در این دوره زمانی متولد شده اند، می تواند اساس کار برای تائید صحت تعیین سن باشد. البته باید در این بررسی ها شرایط محیطی را هم در نظر گرفت. برای مثال جذب و تشکیل علائم مربوط به ^{14}C در مناطق عمیق دریا بـا آبهـای کـم عمـق شـیرین متفاوت است و در آبهای شیرین این رونـد خیلـی سـریعتر اتفـاق مـی افتـد. در واقـع،

بکارگیری این روش در گونه های کوتاه عمر (با طول عمر کمتر از ۵ سال) خیلی مفید نخواهد بود (Kalish, 1993 ; Campana & Jones, 1998;).

۳-٤-٤ - استفاده از مواد رادیواکتیو

در این روش از زوال تدریجی مواد رادیواکتیو استفاده می شود. یعنی با توجه به مشخص بودن نیمه عمر این مواد، با ردیابی آنها در اتولیت ها می توان به زمان سپری شده دست یافت. از مشکلات عمده این روش، تراکم پائین این عناصر است که سبب می شود اندازه‌گیری آنها تو أم با مشکلاتی باشد. بکارگیری این روش در گونه های طولانی عمر بسیار مناسب و مفید خواهد بود.

٤-٤-٤ - استفاده از فراوانی های طولی

در حقیقت این روش دنبال کردن سرنوشت یک کوهورت یا کلاس سنی است. این یک روش مناسب برای تائید سن های برآورد شده محسوب می شود. معمولا" پایش و دنبال کردن فراوانی های طولی یک ماهی طی ماه های مختلف یک سال، می تواند ما را در دستیابی به کلاس های سنی رهنمود سازد.

٥-٤-٤ - استفاده از علائم ناشی از پدیده های طبیعی

کاربرد این روش مشابه شیوه استفاده از علائم مواد رادیواکتیو ناشی از بمباران است، ولی در مقیاس خیلی وسیع و بزرگ شکل گرفته است. برای مثال بر اساس گزارشهای MacLellan & Saunders در سال ۱۹۹۵، پدیده ال- نینو[1] موجب اخلال و گسستگی

[1]. El_Nino

در رشد ماهیان *Merluccius productus* بخصوص در ماهیان یک ساله می شود که از آن بعنوان یک نشانگر و علامت طبیعی در ارزیابی و تائید سن های بعد از سالی که ال‌نینو اتفاق افتاده، می توان استفاده کرد. باید توجه داشت که اینگونه علائم بوضوح علائم معمولی سن نیستند که روی ساختمان های بدن تشکیل می شوند و برای شناسائی و مطالعه آنها بررسی های مکرر و بازبینی های چند باره نیاز است.

در این قسمت شایان ذکر است که به علائمی اشاره کنیم که ریشه در تغییرات فیزیولوژیک دارند. برای مثال، می توان گفت که در زمان تخم گشایی که اولین تغذیه فعال صورت می گیرد، یکسری علائم و خطوط نسبتا" مشخصی شکل می گیرند که در تایید سن ماهیان جوان قابل استفاده خواهند بود.

٦-٤-٤ - نگهداری در محیطهای بسته و محصور

این یک موضوع انکار ناپذیری است که نمی توان محیطهای مصنوعی و بسته ای را دقیقا" مطابق با شرایط محیط طبیعی فراهم کرد. ولی گاهی مواقع به دلیل شرایط خاص مطالعاتی، می توان محیطهای مصنوعی را برای نگهداری ماهیان علامت گذاری شده و نشان دار فراهم کرد تا اثرات مختلف محیطی را بر رشد آنها بررسی کرد. در این حالت، زمان علامت گذاری مشخص است و با توجه به علامت شکل گرفته روی ساختمان بدن می توان به روندی پی برد که بعد از آن داشته است. اینگونه محیطهای تحت کنترل را که مثل محیطهای طبیعی شبیه سازی می شوند «مزوکوزم»[1] می نامند.

[1]. Mesocosms

٥-٤- کنترل کیفی تعیین سن

معمولا" کنترل کیفیت سن های تعیین شده با محاسبه دقت و درستی کار تعیین سن توسط افراد مختلف صورت می گیرد. برای اینکار اتولیت ها، فلس ها یا سرپوش آبشش ها را دو بار، بدون اطلاع از محل صید، جنس و اندازه ماهی، تعیین سن می کنند. انتخاب نمونه ها هم برای افرادی که تعیین سن را انجام می دهند، به صورت تصادفی خواهد بود. این شیوه خوبی برای ارزیابی کار تعیین سن کننده ها خواهد بود. صحت کار با محاسبه ضریب واریانس[1](CV) از سنین برآورد شده، ارزیابی می شود. برای مقایسه میزان اختلاف ها نیز از آنالیز واریانس ANOVA استفاده می شود.

٦-٤ - مطالعه اتولیت

برای بررسی و مطالعه اتولیت از روش های مختلفی استفاده می شود. مطالعه اتولیت تازه، بلافاصله بعد از خارج کردن آن از بدن ماهی، بهترین حالت است و در غیر این صورت باید برای نگهداری و آماده سازی مناسب آنها تلاش کرد که به زمان نسبتا" زیادی هم نیاز دارد. ساده ترین روش، شناور کردن اتولیت در مایعی شفاف و مطالعه آن از بالا و در یک زمینه تاریک است. برای این کار، آب ماده کاملا" مناسبی است که از آن استفاده می کنند (Agger *et al*., 1974). باید توجه داشت که این روش زمانی مناسب است که اتولیت تقریبا" نازک و شفاف است و تمام حلقه ها دیده می شوند. دراتولیت اکثر گونه ها حلقه‌های بیرونی و نزدیک لبه خارجی، نازک و باریک هستند و بخصوص در ماهیان مسن خیلی سخت تشخیص داده می شوند. کم بودن وسعت این نواحی به دلیل کاهش میزان رشد ماهی است که با افزایش سن آن پیش می آید. گاهی این حلقه های باریک تنها در

[1]. Coefficient of Variation

بخش زیرین اتولیت دیده می شوند و در بخش بالایی کاملا" نـامرئی هـستند. ایـن نـوع حلقه‌ها با تهیه برش های مناسب از اتولیت قابل رویت خواهند بود. معمولا" سعی می‌شود با آزمایش های مکرر اطمینان حاصل شـود کـه ایـن حلقـه هـا کـه از وضـوح کمتـری برخوردارند، سن واقعی هستند یا خیـر؟ بـرای ثابـت کـردن اتولیـت روی لام، از انـواع واکسها[1] می توان استفاده کرد ولی به دلیل خاصـیت اسـیدی از چـسب «کانـادا بـالزام»[2] اسستفاده نمی شود. در مرحله آماده سازی اگر در صیقل دادن و سـنباده کـشیدن اتولیـت دقت لازم و کافی نشود ممکن است این حلقه های خارجی و نزدیک لبه اتولیـت از بـین بروند. برای مطالعه اتولیت در زیر میکروسـکوپ نـوری، تنظـیم میـزان نـور ورودی، در تشخیص خطوط و حلقه ها، از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

گاهی ممکن است در مطالعه اتولیت مواجه بـا نـواحی و منـاطقی باشـیم کـه بـصورت غیرمعمول در سال های خاصی تشکیل شده اند. برای مثال ممکن است ناحیه مربـوط بـه رشد خیلی پهن باشد یا دارای علائم زائدی باشد که غیر طبیعی است. دانشمندان با مطالعه پیرامون ماهی کفشک[3] دریای شمال متوجه شدند که در کلاس سـال هـای ۱۹٤۷-۱۹٤٤، یک ناحیه رشد خیلی نازکی دیده می شود که بسادگی قابل شناسایی است. این حالت در گروه های سنی صفر و یک در سواحل آلمان مشاهده شده بودند که در سـال هـای بعـد، درمناطق مرکزی دریای شمال قرار داشتند. اگر چه اینگونه مناطق غیـر معمـول در تعیـین سن مشکل ایجاد می کنند ولی در دراز مدت می توانند به عنوان نـشانگرهای بیولوژیـک مطالعه شوند (Agger *et al*., 1974).

---

1. Steck Wax
2. Canada balsam
3. Plaice

۷-٤ - سایر کاربردهای فلس واتولیت

اتولیت ها و سایر ساختمانهای سخت بدن ماهیان علاوه بر تعیین سن می توانند استفاده های دیگری هم داشته باشند که به صورت مختصر می توان به موارد ذیل اشاره کرد.

۱- *مطالعه نواحی تشکیل شده مربوط به دوران تخم ریزی.* در برخی از گونه ها یک سری ساختمان ها و طرح های متفاوتی دیده می شوند که اغلب مربوط به دوره زمانی قبل و بعد از تخمریزی است. مطالعه و پیگیری این نواحی روی اتولیت ها، زمان و حتی تعداد دفعات تخمریزی های «ماهی روغن»[1] را در منطقه قطب شمال نشان داده است (Rollefsen, 1933). ۲- *خصوصیات و ویژگی های ذخیره.* معمولا" اتولیت گونه های مشابه ماهیان ساکن مناطق مختلف، از نظر ریختی و ظاهر با یکدیگر اختلاف دارند. این خصوصیات از علائم طبیعی ساختمانی محسوب می شوند. ویژگی هایی همانند اندازه و شکل اتولیت ها همانند ترکیب شیمیایی آنها می توانند در تشخیص ذخائر و تفکیک آنها بکار روند (Brothers, 1990). این تفاوت ناشی از اختلاف الگوی رشد در نواحی مختلف است که سبب بروز اختلاف هایی در شکل و ظاهر اتولیت ها می شود. افرادی که تعیین سن ماهیان را بعهده دارند، بعد از کسب تجربه کافی، این توانایی را دارند که اتولیت های ذخایر چند گونه ای را از همدیگر تمیز دهند. ۳- *اختلاف در ترکیب شیمیایی اتولیت ها.* امروزه تجزیه ترکیب شیمیایی ساختمان های آهکی شده و بخصوص اتولیت‌ها، روشی امیدبخش و قوی برای تشخیص جمعیت ها محسوب می شود. تراکم نسبی بسیاری از عناصر در بافت ها ناشی از قابلیت دسترسی به آنها در محیط زیست جانور، درجه حرارت محیط و روند بیولوژیک موجود زنده است. تراکم عناصری مثل آهن، منیزیم، منگنز و روی در اتولیت های ماهیان دریایی در میزان بسیار کم تا چند میکروگرم می باشد

---

[1]. Cod

(Brothers, 1990). میزان این عناصر در ماهیان آب شیرین به مقدار قابل ملاحظه ای کمتر است. در این روش، مقایسه عناصر کمیاب همانند Zn, St, O, F بسیار مهم است. برای اینکار از روش هایی مثل میکروآنالیز X-ray، جذب اتمی و غیره استفاده می شود.

ماهیان بعد از مرگ متلاشی می شوند ولی اتولیت آنها در خاک بشکل فسیل می ماند. از این ساختمان های ریز فسیلی می توان در تجزیه و تحلیل دیرینه شناسی استفاده کرد. ترکیب اتولیت های فسیل شده می تواند اطلاعات خوبی راجع به محیط و شرایط حاکم بر آن، در زمان های قدیم ارائه دهد. مهمترین حالت در ایزوتوپ های پایدار، اکسیژن است که در برآورد درجه حرارت آب قابل استفاده است. امروزه تلاش زیادی صورت می‌گیرد که با بررسی های تکمیلی روی ایزوتوپ های پایدار اکسیژن، اثرات پدیده هایی مثل El Nino و La Nina تفسیر شوند (Henshilwood *et al.*, 2001).

۱-۷-٤- کاربرد اتولیت در مطالعات جمعیت ها

اتولیت ها از کربنات کلسیم تشکیل شده اند و به موازات افزایش سن ماهی، رشد می‌کنند. رشد اتولیت ها همراه با ذخیره سازی و تجمع مداوم کربنات کلسیم است و این در حالی است که هیچ نشانی از بازجذب دوباره آن از اتولیت ها گزارش نشده است. در روند ذخیره سازی، یکسری از عناصر کمیاب مشخصی وجود دارند که در اتولیت ها تجمع می یابند که به آنها در بالا اشاره شده است. سهم و نسبت این عناصر در ارتباط مستقیم با تراکم آنها در آب دریاست. البته شایان ذکر است که سهم مذکور می تواند تحت تاثیر درجه حرارت و شوری آب تغییر کند. بدین ترتیب می توان گفت که ترکیب شیمیایی اتولیت از نظر عناصر تشکیل دهنده آن می تواند بیانگر وضعیت و شرایط حاکم برآب دریا در زمان ذخیره سازی آنها باشد. به همین علت گفته می شود که این اطلاعات

نقش علائم طبیعی[1] را بازی می کنند. بررسی های اتولیت ها از نظر عناصر تشکیل دهنده آنها، زمینه مناسبی را برای مطالعات تفکیک و جدائی جمعیت ها و بخصوص آنهایی فراهم کرده است که از نظر ژنتیکی امکان جدایی آنها وجود ندارد (Campana *et al.*, 1999; Thorrold *et al.*, 2001). اولین تجربه دربکارگیری این روش درایران، مطالعه پیرامون ماهی کلمه دریای خزر در سال ۱۳۸۱ بود که با استفاده ازتراکم عناصری مثل Sr Fe, K, Cu و Zn مشخص شد که جمعیت های ساکن نواحی گیلان با گلستان تفاوت معنی داری داشته و قابل تفکیک هستند (پرافکنده و همکاران، ۱۳۸۱).

بررسی ساختار شیمیایی اتولیت ها این امکان را فراهم می سازد که اطلاعات خوبی از محیطهایی بدست آید که توسط ماهی تجربه شده است و شناخت مناسبی در زمینه اختلاط یا بالعکس جدایی و پراکندگی بین گروههایی مختلف از ماهیان حاصل می شود. این موضوع بعنوان بزرگترین امتیاز مطالعات ساختمان شیمیایی اتولیت ها بیان شده است. در کنار این ویژگی، باید به محدودیت زمانی در بکارگیری این روش هم اشاره کرد، یعنی یک فاصله و اختلاف زمانی بین مطالعات ما و خصوصیات فیزیکوشیمیایی آب دریا وجود دارد. در صورتیکه مدل های مورد نیاز در ارتباط با فواصل و موقعیت های هر یک از ذخایر مشخص شود، می توان گفت که می توان پراکندگی و همچنین نزدیکی ذخایر را نسبت به یکدیگر برآورد کرد. اینگونه فعالیت ها در حقیقت تلاش برای مدیریت مطلوب بر ذخائر آبزی است تا با اطلاعات واقع بینانه ای از الگوهای رفتاری ومهاجرتی، مناطق حفاظت شده دریایی مدیریت شوند.

[1]. Natural tag

۸-٤- بررسی میزان لیپوفوزین[1]

از آنجاییکه سخت پوستان فاقد ترکیبات سخت هستند، لذا تعیین سن آنها در مقایسه با ماهیان با مشکلات عدیده ای همراه است. سخت پوستان به موازات رشدشان، در دوره های زمانی مشخصی پوست اندازی می کنند و بدین ترتیب تمامی ساختمان های مورد استفاده در تعیین سن آنها را از دست می دهند. در سخت پوستان، اندازه کاراپاس می‌تواند در مطالعات سن و رشد آنها با بکارگیری روش آنالیز فراوانی طولی مورد استفاده قرار گیرد. ولی باید توجه داشت که با توجه به پوست اندازی های مکرر، اندازه کاراپاس هم در زمان های مختلف متفاوت است. با در نظر گرفتن این مشکلات است که همیشه محققین این رشته، بدنبال روش مناسب تری در تعیین سن بی مهرگان بوده اند. موفق‌ترین روشی که تا کنون در مورد آن تاکید شده است، پیگیری تولید، تجمع و تراکم یک نوع ماده بیوشیمیایی است که در سلول ها ساخته می شود. اولین بار این فرآیند در انسان توسط Hannover در سال ۱۸٤۲ ارائه شد. این ترکیبات ناهمگن لیپوفوزین نامیده می‌شوند که در حقیقت، یک نوع چربی است و در بافت مغزی ساخته می شود و با افزایش سن، میزان آن در سیتوپلاسم سلول ها نیز افزایش می یابد. لذا این ماده می تواند بعنوان یک اندیکاتور در مطالعات مربوط به رشد بکار گرفته شود.

۹-٤-پیشینه پردازی[2]

پیشینه پردازی یکی دیگر از موارد استفاده از ساختمان های سخت ماهیان است. 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

---

1. Lipofucsin
2. Back calculation

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 تر کرده است. برای اندازه گیری قطر یا شعاع هر حلقه، از مرکز تا لبه بیرونی هر حلقه، بلندترین محور انتخاب می شود(شکل شماره۳۹). برای انجام اینکار باید برش های تهیه شده از ساختمان های سخت بدن، مرکز ساختمان را نشان دهند. تهیه برش از مرکز اتولیت مشکل است و برای حل آن سعی می شود تا آنجاییکه ممکن است از اتولیت کامل استفاده شود. برای انجام اینکار ابتدا طول ماهی و شعاع اتولیت یا هر ساختمان دیگری که از آن برای تعیین سن استفاده می شود، اندازه گرفته می شود. سپس با استفاده از ایجاد یک رابطه خطی بین مقادیر طول ماهی و شعاع ساختمان مورد مطالعه و استفاده از فرمول Frasere-Lee، طول ماهی در سالهای قبل محاسبه شود. موضوع حائز اهمیت این است که بدون تعیین سن صحیح، پیشینه پردازی هم گمراه کننده خواهد بود.

$$L_n = b\,Rn + d$$

$$L_n = d + (L_c - d) * Rn / R$$

L_n = طول ماهی در زمان n

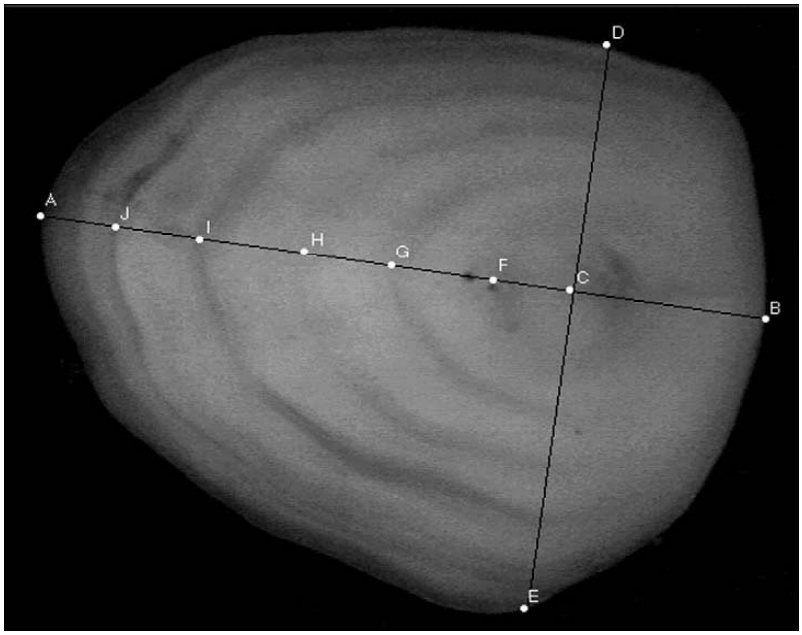
Rn = شعاع اتولیت یا ساختمان دیگر در سن n

b = شیب خط

d = فاصله از مبدا

L_c = طول ماهی در زمان صید

R = شعاع اتولیت یا ساختمان دیگر



شکل ۳۹. اندازه گیری وسعت و شعاع هریک از مناطق رشد سالانه تشکیل شده روی اتولیت یک ماهی ٦ ساله

منبع: **Fossen, Albert, Nilssen Fisheries Research (60) 2003**

۱۰-۴- رابطه سن و طول

معمولا" برآورد ترکیب سنی، از اهداف مهم در مطالعه ذخائر آبزیان بشمار می رود. ترکیب سنی در حقیقت نشان می دهد که گروههای سنی مختلف چه نسبت یا سهمی را در صید یا در جمعیت دارند. برای این کار باید ماهیان صید شده، تعیین سن شوند ولی این یک واقعیت است که تعیین سن تمام ماهیان صید شده امکان ندارد. برای حل این مشکل سعی می شود که با ایجاد رابطه ای منطقی بین سن و طول ماهی، ترکیب سنی را برآورد کرد. برای اینکار، دامنه طولی ماهیان صید شده معیار قرار می گیرد، یعنی گروههای

طولی مشخصی در نظر گرفته می شوند و از هر یک ازاین گروه های طولی، تعدادی ماهی تعیین سن می شوند. برای مثال، گروه های طولی ۹-۵ سانتی متر و ۱٤-۱۰ سانتی متر و ۱۹-۱۵ سانتی متر وغیره . تعداد گروهها یا طبقات طولی با توجه به میزان رشد ماهی یا گونه مورد نظر خواهد بود. تعداد ماهیانی که به عنوان نمونه از هر طبقه طولی تعیین سن می شوند، با توجه به زمان و هزینه ای است که یک محقق می تواند در پروژه خود هزینه کند. واضح است که با افزایش تعداد نمونه ها، دقت کار نیز بالا خواهد رفت ولی به همان میزان هزینه و زمان مورد نیاز برای تعیین سن افزایش می یابد. لذا، بهترین شیوه کار، ایجاد تعادلی بین آنهاست تا هزینه اضافی مصرف نشود و از دقت کار نیز کاسته نشود.

در یک فعالیت ماهیگیری، ممکن است انواع مختلفی از ادوات و تورآلات صیادی استفاده شود. بطور طبیعی اندازه ماهیان صید شده با توجه به اندازه چشمه تورها، متفاوت خواهد بود. در این شرایط تصمیم گیری برای نمونه برداری از صید دشوار خواهد بود. یک راه می تواند این باشد که بدون در نظر گرفتن عامل گزینشی و انتخابی تورها، ماهیان صید شده یکی در نظر گرفته شده ویک رابطه طول-سن برای آنها بصورت کلی ایجاد شود. راه دیگری که امکان دارد انتخاب شود، برقراری یک رابطه طول-سن برای هریک از ادوات صید بصورت جداگانه است. معمولا" در شرایطی که از یک ذخیره مشخص در دو ناحیه مختلف و با استفاده از دو وسیله صید متفاوت، ماهیگیری صورت می گیرد، رابطه طول- سن برای هر یک جداگانه محاسبه می شود.

از آنجاییکه امکان دارد میزان رشد در جنس های نر و ماده در یک گونه متفاوت باشد، ایجاد یک رابطه طول-سن بدون در نظر گرفتن جنس ها، پیچیده خواهد بود. جنس ماده ها در مقایسه با نرها بسرعت رشد می کنند و به همین لحاظ، ماهی های ماده، در سن مثلا" سه سالگی، دارای جثه بزرگ تری از نرها هستند. با در نظر گرفتن این مشکلات،

توصیه می شود که برای ایجاد رابطه بین طول و سن، جنس ها را از یکدیگر تفکیک کنید. شایان ذکر است که این کار اغلب به دلیل دشواری های زیاد در جدا کردن جنس های نر و ماده، نادیده گرفته می شود.

می دانیم که ماهی در طول سال رشد می کند و امکان دارد این سئوال مطرح باشد که برای ایجاد رابطه طول-سن چه زمانی را می توان در نظر گرفت. برای ماهیان کند رشد که میزان رشد آنها در سال کمتر از ۱۰ سانتی متر است، می توان رابطه سالانه طول- سن را استفاده کرد. ولی برای ماهیان سریع رشد لازم است که این رابطه در دوره های زمانی کوتاه تری، برای مثال سه ماهه یا شش ماهه، تعریف شود.

برای ایجاد رابطه طول-سن، ابتدا لازم است که اطلاعات جمع آوری شده در رایانه ثبت شوند. در اینکار معمولا" سه ستون از یک نرم افزار مناسب مثل Excel برای طول، وزن و سن ماهی اختصاص می یابد. با توجه به رابطه رگرسیون، یکی از چهار حالت ذیل ممکن است دیده شود. نمودار وزنی-طولی نشان می دهد که وزن ماهی بسیار سریع تر از طول آن افزایش می یابد. دومین نمودار یک رابطه نمائی را نشان می دهد. شیب خط در نمودار طول- سن نشان دهنده میزان رشد ماهیان مطالعه شده خواهد بود. شیب خط همراه با رسم خط رگرسیون معرفی می شود ولی در صورت ارائه نشدن آن می توان میزان شیب خط را محاسبه کرد. این عدد از تقسیم کردن (کوچکترین طول - بزرگترین طول روی خط رگرسیون) بر (جوان ترین سن - بیشترین سن) بدست می آید (Campana, 2001). این مقدار رشد در حقیقت متوسط رشد قابل انتظار طی سال خواهد بود. در منحنی مربوط به وزن مشخص است که وزن در مقایسه با طول سریع تر افزایش می یابد. در صورتیکه هدف محاسبه طول قابل انتظار برای یک ماهی برای مثال ۱۰ ساله باشد، بایستی سن ماهی یعنی عدد ۱۰ را در شیب خط ضرب کرد و آن را با میزان ثابت خط یا همان a جمع کرد.

باید توجه داشت که اینگونه پیش بینی ها در محدوده اطلاعات ثبت شده ما خواهد بود و ایجاد رابطه بین طول و سن ماهیانی که در محدوده نمونه برداری انجام شده قرار نداشتند، تغییراتی را نشان خواهد داد.

۱۱-٤- محدودیت ها و مشکلات

گاهی دیده می شود که تعداد حلقه های تشکیل شده در اتولیت های ماهیان یکسان، اختلاف نشان می دهند. این حالت بسیار کمیاب است و معمولا" براحتی تشخیص داده می شود. مشکل دیگر، بد شکلی در ساختمان و ریخت یک یا هر دو اتولیت است که براحتی با بررسی های ماکروسکوپیک تشخیص داده می شوند. این محدودیت ها در فلس‌ها خیلی کم دیده می شود. معمولا" فلس هایی که به جای فلس های ریخته شده، دوباره تولید شده اند دارای مرکزی هستند که حلقه ها را بوضوح نشان نمی دهند. مورد دیگر فلس هایی هستند که از مناطق مختلف بدن ماهی جمع آوری می شوند و از نظر شکل نیز با یکدیگر اختلاف هایی را نشان می دهند.

از مشکلات معمول دیگر تفاوت در سن های برآورد شده به ازای طول ماهیان است. واضح است که گونه های یکسان ساکن در یک منطقه جغرافیایی خاص، می توانند دامنه وسیعی از میزان رشد را نشان دهند. برای مثال، مطالعه ای که پیرامون ساختار سنی ماهی کفشک[1] در دریای شمال صورت گرفته است، نشان می دهد که ماهیان در گروه طولی ۲۹-۲۵ سانتی متر در دامنه سنی ۷-۱ سال قرار داشت و گروه طولی ٣٤-۳۰ سانتی متر شامل ماهیان ۱۲-۲ سال و ماهیان بزرگتر در گروه طولی ٤٩-٤٥ سانتی متری بین ۷ تا بیش از ۲۰ سال قرار داشتند (Agger *et al.*, 1974). این اختلاف در میزان رشد در گونه‌های

[1]. Plaice

دیگر هم دیده می شود و به همین علت نباید تنها با نگاه به اندازه طولی ماهی، سن آن را تخمین زد.

۱۲-٤- اصطلاحات تعیین سن

Accertion Zone: مربوط به منطقه رشدی که با غالبیت کربنات کلسیم در یک زمینه ماتریکس تشکیل شده است. مطالعات بیشتر و دقیق تر این ساختمان های میکروسکوپی نشان می دهد که یک سری از کریستال های بلند در این ناحیه وجود دارند که به صورت ستونی دور اتولیت قرار گرفته اند.

Age Group: به گروهی از ماهیان که هم سن هستند و در یک سال به دنیا آمده اند گفته می شود. کلاس سنی (Year class) یا کوهورت (Cohort) نیز هم معنی و مترادف با گروه سنی استفاده می شود.

Alizarin: یک ترکیب شیمیایی قرمز رنگ است که دارای خاصیت فلورسنتی است و برای علامت گذاری بافت هایی استفاده می شود که دارای روند آهکی شدن هستند.

Annulus: همان نواحی رشد هستند که به حلقه های سالانه معروفند و در تعیین سن این حلقه ها شمرده می شوند.

Antirostrum: برجستگی ناحیه شکمی اتولیت که در محور پشتی – قدامی قرار گرفته است و به شکل هلالی و محدب دیده می شود.

Band: یک باند شامل گروهی دو تایی یا بیشتر از دوایر تیره رنگ که در دوره علامت گذاری اتولیت و تحت تاثیر درجه حرارت آب شکل می گیرند. یک علامت حرارتی ممکن است دارای یک باند یا بیشتر باشد.

Calcein Mark: حلقه فلورسنتی که در ساختمان های آهکی شده مثل اتولیت‌ها، شعاع باله ها و مهره ها تشکیل می شود.

Calcein: ترکیبی شیمیایی است که می تواند با کلسیم موجود در هر یک از ساختمان های آهکی ترکیب شود. در نتیجه این ترکیب یک علامت سبز رنگ فلورسنتی تشکیل می شود که به کمک نور ماوراءبنفش قابل رؤیت است.

Check: علامت یا حلقه های زائد و اضافی روی ساختمان های سخت بدن که در تعیین سن استفاده نمی شوند.

Circuli: علائمی هستند که روی سطح فلس ها یا اتولیت ها دیده می شوند و معمولا" به صورت خطوط کم و بیش ممتد و هم مرکزی هستند که در واقع نشان دهنده طرح رشد موجود زنده روی ساختمان مورد مطالعه خواهد بود.

Core: منطقه آهکی شده در داخل ابتدائی ترین منطقه رشد اتولیت است که در اصطلاح «مرکز اتولیت» هم نامیده می شود. در زمان تهیه برش، سعی بر آن است که برش از مرکز اتولیت باشد.

Discontinuous Zone: مربوط به منطقه رشد که ازماتریکس آلی تشکیل شده است. این ناحیه با اضافه کردن یک اسید ضعیف مثل اسید کلریدریک ضعیف شده حل می شود.

Dry Mark: روشی برای علامت گذاری اتولیت ها با استفاده از تغییر سطوح آب در زمان انکوباسیون است. نتیجه نهایی این پدیده تشکیل علامتی مشابه با علامت حرارتی است و براحتی با یک میکروسکوپ نوری قابل مطالعه است.

Edge: لبه یا حاشیه بیرونی ساختمان های سخت در تعیین سن آبزیان که در نتیجه رشد تشکیل می شود.

Focus: معمولا" به مرکز فلس گفته می شود که در تعیین سن ابتدا این ناحیه شناسائی می شود تا حلقه های رشد حول آن شمرده شوند.

Growth axes: محوری در طول اتولیت که دراین محور رشد سریع تر است. به همین علت پهنای این منطقه ی رشد وسیع تر است. اتولیت ها می توانند بیش از یک محور رشد داشته باشند که در این حالت بنام «محورهای اصلی و فرعی» نامیده می شوند.

Hatch Cod : معمولا" از تعدادی حلقه تشکیل شده است که بعد از علامت تخم گشایی روی اتولیت دیده می شوند. برای مثال 8H3 علامتی است که نشان می دهد یک باند ۸ حلقه ای مربوط به پیش از تخم گشایی و یک باند ۳ حلقه ای مربوط به بعد از هچ شدن وجود دارد.

Increment: ناحیه رشد یا منطقه ای که از دو ناحیه پیوسته و نا پیوسته تشکیل شده است. برای اندازه گیری ناحیه رشد از محور اصلی رشد استفاده می شود.

Opaque: ناحیه تیره در منطقه رشد که به همراه یک ناحیه روشن، یک سال از عمر ماهی را تشکیل می دهد.

Oxytetracycline (OTC): یک ترکیب شیمیایی با خاصیت ضد باکتریایی است که در ساختمان های آهکی شده مثل اتولیت ها و مهره ها ترکیب شده و با توجه به دارا بودن خاصیت فلورسانس، بشکل یک حلقه زرد رنگ زیر نور ماوراء بنفش دیده می‌شود. این علامت یا حلقه تشکیل شده را«Oxytetracycline Mark» می نامند.

Primary Radii: کانال ها یی هستند که از مرکز فلس به سمت حاشیه فلس کشیده شده است.

Primordia: مرکز و هسته اتولیت را می گویند که در حقیقت پایه اصلی ذخیره سازی و رسوب کربنات کلسیم و پروتئین را تشکیل می دهد. معمولا" در اتولیت آزاد ماهیان چند تا از این هسته ها دیده می شود.

Radius: کانال های شعاعی هستند که از مرکز فلس بطرف لبه آن کشیده شده است. این کانال ها در فلس های سخت و زبر سبب انعطاف پذیری آنها می شوند.

RBR (Region-Band-Rings): در حقیقت مشخص کننده موقعیت باندهای مرتبط با علامت های مرحله تخم گشایی است. یک RBR که با عدد یک "۱" شروع می‌شود، نشان می دهد که تمامی باند ها زمان پیش از تخم گشایی شکل گرفته اند. RBR دیگری که با عدد ۲ نشان داده می شود، حاکی از آن است که تمامی باندها بعد از تخم‌گشایی تشکیل شده اند. برای مثال زمانی که یک RBR که به شکل ۱:۱,۵و۲,۲ نشان داده می شود، در حقیقت بیانگر این موضوع است که اولین باند از ۵ حلقه و دومین باند از دو حلقه ای شکل گرفته اند که مربوط به زمان قبل از تخم گشایی است. یک RBR بشکل ۲:۱,٤ نشان می دهد که یک باند ٤ حلقه ای را بعد از تولد داریم. در مواردی که دارای باندهای قبل و بعد از تخم گشایی باشند، علائم را با یک علامت باضافه (+) جدا می کنند. برای مثال، یک RBR بشکل ۱:۱,۳+۲,۵ مشخص می کند که یک باند ۳ حلقه‌ای داریم که در ناحیه قبل از تخم گشایی تشکیل شده است و بهمراه آن یک باند ۵ حلقه‌ای در موقعیت بعد از تولد وجود دارد.

Ring: یک حلقه دایره منفرد است که روی ساختمان های سختی مثل اتولیت یا خار تشکیل می شود.

Secondary Radii: این کانال ها از مناطقی خارج ازمرکز فلس به سمت حاشیه فلس کشیده شده است.

Strontium chloride ($Srcl_2$): یک ترکیب شیمیایی حلال در آب که اغلب برای علامت گذاری بافت های سخت و آهکی شده استفاده می شود.

Strontium Mark: علامت و حلقه ای است که در نتیجه معرفی غلظت بالایی از استرونتیوم در ساختمان های سخت بدن مثل اتولیت تشکیل می شود. معمولا" استرونتیوم به شکل استرونتیوم کلراید هگزاهیدرات ($SrCl\text{-}6H_2O$) برای علامت گذاری بافت های مختلف بکار می رود. حلقه های تشکیل شده با این روش برنگ سفید فلورسنتی است که تنها با میکروسکوپ الکترونی قابل تشخیص و شناسایی است.

Thermal Mark: این علامت ها زمانیکه ماهی در رژیم های حرارتی مختلف قرار می گیرد، روی اتولیت ها تشکیل می شوند. این علائم دائمی هستند و بر سلامتی ماهی هم اثر سوئی ندارند. البته باید در نظر داشت که در نتیجه تغییر زیاد درجه حرارت، ماهی تلف می شود.

Translucent: ناحیه شفافی در منطقه رشد که به همراه یک ناحیه تاریک، یک سال از عمر ماهی را تشکیل می دهد.

منابع:

پرافکنده حقیقی، فرخ. ۱۳۷٦. گزارش دوره آموزشی Fishery Science and Technology. ۱۳۷٦. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ۱۰۰ ص.

پرافکنده حقیقی، فرخ، سهراب رضوانی، امین ا... تقوی، نیما پوررنگ، حمید پیروان، محمد صیاد بورانی، مهدی مقیم. ۱۳۸۱. بررسی شناسایی جمعیت های ماهی کلمه با استفاده از اتولیت. ۱۳۸۱. موسسه تحقیقات شیلات ایران. ٤۷ ص.

جرید. ا. ۱۹۸۳. تعیین سن (فصل ۱٦ از کتاب Fisheries Techniques). مترجم: فرخ پرافکنده حقیقی. ۱۳۷۲. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.

رین. ت. ا. و ر. س. بیمسدرفر. ۱۹۹٤. صحت و دقت تعیین سن استورژن سفید از طریق شعاع های باله سینه ای. مترجم: فرخ پرافکنده حقیقی. ۱۳۷۵. مرکز تحقیقات شیلاتی استان گیلان.

وثوقی، غلامحسین و بهزاد مستجیر. ۱۳۷۱. ماهیان آب شیرین. دانشگاه تهران.

Agger, P.; O. Bagge; O. Hansen; E. Hoffman; M.J. Holden; G.L. Kesteven; H. Knudsen; D.F.S. Raitt; A. Saville; T. Williams. 1974. Manual of Fisheries Science Part 2 - Methods of Resource Investigation and their Application. FAO Fisheries Technical Papers.

Aguirre, H., and A. Lombarte. 1999. Ecomorphological Comparisons of Sagittae in *Mulus barbatus* and *M. surmuletus*. Journal of Fish Biology 55: 105-114.

Arellano, R.V., O. Hamerlynck, M. Vinex, J. Mees, K. Hostens, and W. Gijselinck. 1995. Changes in the Ratio of the Sulcus Acusticus Area to the Sagitta Area of *Pomatoschistus minutus* and *P. lozanoi* (Pisces, Gobiidae). Marine Biology 122: 355-360.

Arkhipkin AI, Campana SE, FitzGerald J, Thorrold SR. 2004. Spatial and temporal variation in elemental signatures of statoliths from the Patagonian long fin squid (*Loligo gahi*). Can J Fish Aqua Sci 61:1212–1224.

Arkhipkin, AI. B.A. Seibel, 1999. Statolith Microstructure from Hatchings of the Oceanic Squid, *Gonatus anyx* (Cephalopoda: Gonatidae) from the Northeast pacific. J. Plankton Res. 21: 401-404.

Bagenal, T.B. and F.W. Tesch. 1978. Age and Growth. Blackwell Scientific Publications, Oxford, England. Pages: 101-136.

Barkman, R. 1978. The Use of Otolith Growth Rings to Age Young Atlantic silversides, *Menidia menidia*. Transactions of the American Fisheries Society. 107:790-792.

Beamish, F.W.H., and T.E. Medland, 1988. Age Determination for Lampreys. American Fisheries Society. 117: 63-71.

Beamish, R.J. and D. Chilton. 1977. Age Determination of Lingcod (*Ophiodon elongatus*) Using Dorsal Fin Rays and Scales. J. Fish. Res. Board Can. 27:1305-1313.

Beamish, R.J., and D.A. Fournier. 1981. A Method for Comparing the Precision of a Set of Age Determinations. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 38: 982-983.

Bettencourt V, Guerra A. 2000. Growth increments and biomineralization process in cephalopod statoliths. J Exp Mar Biol Ecol 248:191–205.

Botha, L. 1971. Growth and Otolith Morphology of the Cape Hakes *Merluccius capensis* Cast. and *M. paradoxus* Franca. Investigational Report Division of Sea Fisheries of South Africa No. 97. Capetown. 32 pp.

Brothers, E.B. 1990. Otoliths Marking. American Fisheries Society.

Brothers, E.B., and W.N. McFarland. 1981. Correlations between Otolith Microstructure, Growth, and Life History Transitions in Newly Recruited French Grunts *Haemulon flavolineatum*. Rapp. Cons. Int. Explor. 178: 369-374.

Brothers, E.B., C. P. Mathews, and R. Lasker. 1976. Daily Growth Increments in Otoliths from Larval and Adult Fishes. Fishery Bulletin. 74:1-8.

Brown. M.E. 1957. The Physiology of Fishes.

Burkett, R.D. and W.B. Jackson, 1971. The Eye Lens as an Age Indicator in Freshwater Drum. American Midland Naturalist, Vol. 85, No. 1: 222-225.

Campana, S. E., C. M. Jones. 1998. Radiocarbon from Nuclear Testing Applied to Age Validation of Black Drum *Pogonia chromis*. Fish Bull. 96:185-192.

Campana, S. E., G. A. Chouinard, J.M. Hanson, and A. Frechet. 1999. Mixing and Migration of Overwintering Atlantic Cod (*Gadus morhua*) Stocks near the Mouth of the Gulf of St. Lawrence. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 56(10):1873-1881.

Campana, S. E.1999. Chemistry and Composition of Fish Otoliths: Pathways, Mechanisms and Applications. Marine Ecology Progress Series. 188:263-297.

Campana, S.E. 1992. Measurement and Interpretation of the Microstructure of Fish Otoliths. Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences 117: 59-71.

Campana, S.E. 2001. Accuracy, Precision and Quality Control in Age Determination, Including a Review of the Use and Abuse of Age Validation Methods. Journal Fish Biology. 59: 197-242.

Campana, S.E., and J.D. Neilson. 1985. Microstructure of Fish Otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 42:1014-1032.

Campana, S.E., and J.M. Casselman. 1993. Stock Discrimination Using Otolith Shape Analysis. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 50: 1062-1083.

Carlander, K. D., 1982. Standard Intercepts for Calculating Lengths from Scale Measurements for some Centrarchid and Percid Fishes. Transactions of the American Fisheries Society. 111:332-336.

Carlstrom D. 1963. A crystalline study of vertebrate otolith. Biol. Bull. 125: 441-463.

Casey, J.G., H.L. Pratt, Jr., and C.E. Stillwell. 1985. Age and Growth of the Sandbar Shark (*Carcharhinus plumbeus*) from the Western North Atlantic. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 42:963-975.

Cass, A.J., and R.J. Beamish. 1983. First Evidence of Validity of the Fin-Ray Method of age determination for marine fishes. N. Am. J. Fish. Man. 3: 182-188.

Casteel, R.W., 1972. A key, Based on Scales, to the Families of Native California Freshwater Fishes. Proceedings of the California Academy of Sciences, 39:75-86.

Chikuni, S. 1968. On the Scale Characters of the Pacific Ocean Perch in the Bering Sea. I. Some Scale Characters and their Variations by Body Regions. Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 34: 681-686.

Christensen, J. M., 1964. Burning of Otoliths, a Technique for Age Determination of Soles and other Fish. J.Cons.Perm.Int.Explor.Mer, 29(1):73–81.

Chugunova, N.I. 1963. Age and Growth Studies in Fish.

Daget, J., 1956. Mémoire sur la biologie des poissons du Niger moyen. 2. Recherches sur Tilapia zillii (Gerv). Bull.Inst.Fr.Afr.Noire (a), 18(1):165–223.

Degens, E.T., W.G. Deuser, and R.L. Haedrich. 1969. Molecular Structure and Composition of Fish Otoliths. Marine Biology 2:105-113.

Dickey, C.L., J.J. Isely, and J.R. Tomasso. 1997. Slow Growth did not decouple the Otolith Size-Fish Size Relationship in Striped Bass. Transactions of the American Fisheries Society 126:1027-1029.

Echeverria, T.W. 1987. Relationship of Otolith Length to Total Length in Rockfishes from Northern and Central California. Fishery Bulletin 85(2): 383-387.

Francis, M.P., M.W. Williams, A.C. Pryce, S. Pollard, S.G. Scott. 1993. Uncoupling of Otolith and Somatic Growth in *Pargus auratus* (Sparidae). Fishery Bulletin 91:159-164.

Gaemers, P.A.M. 1984. Taxonomic Position of the Cichlidae (Pisces, Perciformes) as Demonstrated by the Morphology of their Otoliths. Netherlands Journal of Zoology 34(4):566-595.

Gaemers, P.A.M., and M.-D. Crapon de Crapona. 1986. Sexual Dimorphism in Otoliths of Haplochromines (Pisces: Cichlidae). Ann. Mus. Roy. Afr. Centr. Sc. Zool. 251: 151-155.

Garrod, D. J., 1959. The Growth of *Tilapia esculenta* in Lake Victoria. Hydrobiologia, 12(4):268–98

Gauldie, R.W. 1988. Function, form and Time-Keeping Properties of Fish Otoliths. Comparative Biochemistry and Physiology 91A (2):395-402.

Gonçalves, J. M. A. 1993. *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797 (polvo-comun): sinopse da biologiae exploração. Ms.C. thesis, Universidade dos Açores, Horta, Açores 470 p.

Gulland, J. A. and S. J. Holt, 1959. Estimation of Growth Parameters for Data at unequal Time Intervals. J.Cons.Perm.Int.Explor.Mer, 25:47–9

Gulland, J. A., 1966 Manual of Sampling and Statistical Methods for Fisheries Biology. Part 1. Sampling Methods. FAO Man. Fish. Sci., 3.

Henshilwood, C.S., Sealy, , Yates, R.J., Cruz-Uribe, K., Goldberg, P., Grine, F.E., , Klein, R.G., Poggenpoel, C., van Niekerk, K.L., Watts, I. 2001a. Blombos Cave, Southern Cape, South Africa: Preliminary Report on the 1992 – 1999 Excavations of the Middle Stone Age Levels. Journal of Archaeological Science 28(5): 421-448.

Hile, R. 1970. Body Scale Relation and Calculation of Growth in Fishes. Transactions of the American Fisheries Society. 99: 468-474.

Holden, M. J. and M. R. Vince, 1973 Age Validation Studies on the Centra of *Raja clavata* Using Tetracycline. J.Cons.Perm.Int.Explor.Mer, 35:13–7

Holden, M.J. and M.R. Vince. 1973. Age Validation Studies on the Centra of Raja Clavata Using Tetracycline. J. Cons. Int. Explor. Mer, 35(1):13-17.

Ikeda Y, Arai N, Kidokoro H, Sakamoto W. 2003. Strontium: Calcium ratios in statoliths of Japanese common squid *Todarodes pacificus* (Cephalopoda: Ommastrephidae) as indicators of migratory behavior. Mar Ecol Prog Ser 251:169–179.

Jackson, G.D. 1994. Application and Future Potential of Statolith Increment Analysis in Squids and Sepioids.

Jackson, G.D. and N.A. Moltschaniwskyj, 1999. Analysis of Precision in Statolith Derived Age Estimates of the Tropical Squid *Photololigo* (Cephalopoda: Loliginidae). Journal Marine Science, No. 56: 221-227.

Jackson, W.B. and W.G. Carlton, 1968. The Eye Lens as an Age Indicator in Carp. Copeia, Vol. 1968, No. 3: 633-636.

Jearid, A. 1983. Fisheries Techniques. American Fisheries Society. 301-324.

Jones, B. W. and B. C. Bedford, 1968 Tetracycline Labelling as an Aid to Interpretation of Otolith Structures in Age Determination - a progress report. ICES CM 1968/GEN: 11:3 p.

Jones, B. W. and J. Jónsson, 1971. Coalfish Tagging Experiments at Iceland. Rit.Fiskideildar. 5(1), 27 p.

Kalish, J. M., J. M. Johnston, J. S. Gunn, and N. P. Clear. 1996. Use of the Bomb Radiocarbon Chrnometer to Determine Age of Southern Bluefin Tuna (*Thunnus maccoyii*). Mar. Ecol. Prog. Ser. 143(1-3):1-8.

Kalish, J. M.1993. Pre-and Post-bomb Radiocarbon in Fish Otoliths. Earth Planet. Sci. Lett. 114:549-554.

Keener, P., G.D. Johnson, B.W. Stender, E.B. Brothers, and H.R. Beatty. 1988. Ingress of Postlarval gag, *Mycteroperca microlepis*, through a South Carolina Barrier Island Inlet. Bull. Mar. Sci. 42: 376-396.

Lagler, K.F., 1947. Lepidological Studies 1: Scale Characters of the Families of Great Lakes Fishes. Transactions of the American Microscopical Society, 66: 149-171.

LaMarca, M. J.1966. A Simple Technique for Demonstrating Calcified Annuli in the Vertebrae of Large Elasmobranches. Copeia, 2: 351-352.

Lembert, E.1997. Effect of Otolith Dysfunctiobn. Impairment of Visual Acuity During Linear Head Motion in Labyrinthine Defective Subjects. Brain 120:1005-13, 1997

Lipinski MR. 1993. The deposition of statoliths: a working hypothesis. In: Okutani T, O'Dor RK, Kubodera T (eds) Recent advances in cephalopod fisheries biology. Tokai University Press, Tokyo, pp 241–262.

Lombarte, A. 1992. Changes in Otolith Area: Sensory Area Ratio with Body Size and Depth. Environmental Biology of Fishes 33:405-410.

Lombarte, A., and J. Lleonart. 1993. Otolith Size Changes related with Body Growth, Habitat Depth and Body temperature. Environmental Biology of Fishes 37: 297-306.

MacLellan, S. E., and M. W. Saunders, 1995. A Natural Tag on the Otoliths of Pacific Hake (*Merluccius productus*) with Implications for Age Validation and Migration. In RecentDevelopments in Fish Otolith Research (D. H. Secor, J. M. Dean, and S. E. Campana, eds.), p. 567-580. University South Carolina Press, Columbia, Sc.

Maisey J. 1987. Notes on the structure and phylogeny of vertebrate otoliths. Copeia 1987: 495-499.

Morales-Nin, B. 1992. Determination of Growth in Bony Fishes from Otolith Microstructure. FAO Fisheries Technical Paper. No. 322. Rome, FAO. 51p.

Morris. C. 1991. Statocyst fluid composition and its effects on calcium carbonate precipitation in the squid *Alloteuthis subulata* (Lamarck, 1798): towards a model for biomineralization. Bull Mar Sci 49(1–2):379–388.

Mossegaard, H., H. Svedang, and K. Taberman. 1988. Uncoupling of Somatic and Otolith Growth Rate in Arctic Char (*Salvelinus alpinus*) as an Effect of Differences in Temperature Response. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 45:1514-1524.

Natanson, L.J. 1984. Aspects of the Age, Growth, and Reproduction of the Pacific Angel Shark, *Squatina californica,* off Santa Barbara, California. M.A. Thesis, California State University, San Jose, 71pp.

Nielsen, L.A. and Johnson, D.L., 1989. Fisheries Techniques.

Nolf, D. 1985. Otolithi Piscium. Handbook of Paleoichthyology, Vol. 10. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart. 145 pp.

Panella, G. 1971. Fish Otoliths: Daily Growth Layers and Periodical Patterns. Science. 173:1124-1126

Panella, G. 1974. Otolith Growth Patterns: An Aid in Age Determination in Temperate and Tropical Fishes. Ageing of Fish. 28-29.

Platt, C., and A.N. Popper. 1981. Fine Structure and Function of the Ear. Springer-Verlag, New York. 1-36.

Poinsard, F. and J-P. Troadeo, 1966. Détermination de l'âge par la lecture des otoliths chez deux espèces de Sciaenidae cuest africaines (Pseudotolithus senegalensis C. et V et Pseudotolithus typus Blks). J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer, 30 : 291–307.

Popper, A.N. 1983. Organization of the Inner Ear and Auditory Processing. in R.G. Fish Neurobiology, Vol. 1, Brain stem and sense organs. The University of Michigan Press. Pages 126-178.

Popper, A.N., and S. Coombs. 1982. The Morphology and the Evolution of the Ear in Actinopterygian Fishes. American Zoologist 22:311-328.

Popper, A.N., S. Coombs. 1980. Auditory Mechanisms in Teleost Fishes. American Scientist 68:429-440.

Radtake, R.L. 1989. Larva Fish Age, Growth and Body Shrinkage: Information available from Otoliths. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 1884-1894.

Radtake RL 1983. Chemical and structural characteristics of statoliths from the short-finned squid *Illex illecebrosus*. Mar Biol 76:47–54

Raya, C. P., and C. L. Hernández-Gonzáles. 1998. Growth lines within the beak microstructure of the *Octopus vulgaris* Cuvier, 1797. In Cephalopod biodiversity, ecology and evolution (A. I. L. Payne, M. R. Lipinski, M. R. Clarke, and M. A. C. Roeleveld, eds.), p. 135–142. S. Afr. J. Mar. Sci. 20.

Reznick, D., E. Lindbeck, and H. Bryga. 1989. Slower Growth Results in Larger Otoliths: An experimental test with guppies (*Poecilia reticulata*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences 46:108-112.

Ridewood, W.G. 1921. On the Calcification of the Vertebral Centra in Sharks and Rays. Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. B, 210:311-407.

Rien, Thomas. A. Raymond C. Beamesderfer. 1994. Accuracy and Precision of White Sturgeons Age Determination Using Pectoral Fins. 1994. Oregon Department of Fish and Wildlife. 1994.

Rollefsen, G., 1933. The Otoliths of the Cod. Preliminary Report. Fiskeridir. Skr. (Havunders), 4(3): 14 p.

Romer, A.S., and T.S. Parsons. 1977. The Vertebrate Body. W.B. Saunders Company. Philadelphia. 624 pp.

Sasaki, K. 1989. Sciaenid Phylogeny and Zoogeography. Memoirs of the Faculty of Fisheries. Hokkaido University, Vol. 36, No. 1-2, 137 pp.

Schwarzhans, W. 1993. A Comparative Morphological Treatise of Recent and Fossil Otoliths of the Family Sciaenidae (Perciformes). Piscium catalogus: Part Otolithi Piscium. Vol. I. Munchen. 245 pp.

Secor, D.H., and J.M. Dean. 1989. Somatic Growth Effects on the Otolith, Fish Size Relationship in Young Pond-Reared Striped bass, *Morone saxatilis*. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46:113-121.

Secor, D.H., J.M. Dean, and E.H. Laban. 1991. Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination.

Seshappa, G., 1969. The Problem of Age Determination in the Indian Mackerel, *Rastrelliger Kanagurta*, by Means of Scales and Otoliths. Indian J.Fish, 16(1–2):14–28

Smith, M.K. 1992. Regional Differences in Otolith Morphology of the Deep Slope Red Snapper *Etelis carbunculus*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 49:795-804.

Sollner,C., M. Burghamer. E. Busch-Nentwitch. J. Berger. H. Schwrz. C.Riekel. and T. Nicolson. 2003. Control of Crystal Size in Lattice Formation by Starmaker in Otolith biomineralization. Science. 302: 282-286.

Stevens, J.D. 1975. Vertebral Rings as a Means of Age Determination in the Blue Shark (*Prionace glauca* L.). J. Mar. Biol Assoc. U.K., 55:657-665.

Struhsaker, P. and J.H. Uchiyama. 1976. Age and Growth of the nehu, *Stolephorus pupureus* (Pisces: Engraulidae), from the Hawaiian Islands as Indicated by Daily Growth Increments of Sagittae. Fish. Bull. U.S. 74: 9-17.

Svensson, G.S.O., 1933. Freshwater Fishes from the Gambia River (British West Africa). Results of the Swedish Expedition 1931. K.Sven.Vetenskapsakad.Handl., 12(3):1–102.

Taubert, B.D. and D.W. Coble. 1977. Daily Rings in Otoliths`of three Species of Lepomis and Tilapia mossambica. J. Fish. Res. Board Can. 34: 332-340.

Templeman, W., and H.J. Squires. 1956. Relationship of Otolith Lengths and Weights in the Haddock *Melanogrammus aeglefinus* to the Rate of Growth of the Fish. J. Fish. Res. Bd. Canada. 13: 467-487.

Thorrold, S. R., C. Latkoczy, P. K. Swart, and C. M. Jones. 2001. Natal Homing in a Marine Fish Metapopulation. Science. 291(5502): 297-299.

Tracey, D., H.Neil, D.Gordon, and S. O,Shea, 2003. Chronicles of the Deep; Ageing Deep-Sea Corals in New Zealand Waters. NIWA science. Vol. 11, No. 2, 2003.

Wilson, R.R., Jr. 1985. Depth Related Changes in Sagitta Morphology in Six Macrourid Fishes of the Pacific and Atlantic Oceans. Copeia 1985(4):1011-1017.

Wright, P.J., N.B. Metcalfe, and J.E. Thorpe. 1990. Otolith and Somatic Growth Rates in Atlantic Salmon Parr, *Salmo salar* L: evidence against coupling. Journal of Fish Biology 36:241-249.

واژه نامه

سن	Age ,۱
تعیین سن	Age determination, ۱
حلقه های تشکیل شده طی مرحله رشد	Annulus, ۱۲۲
بی رنگی و فاقد رنگدانه	Albino, ۲۸
یکی از سه جفت اتولیت موجود در ماهیان	Asteriscus, ۵۰
پیشینه پردازی	Back Calculation, ۱۰۵
حلقه هایی که طی دوران رشد شکل می گیرند.	Bands, ۳۱
ماهیان استخوانی	Bony fishes, ۳۵
برتری یا ترکم بیشتر کلسیم	Calcium dominant, ۹۳
سرپایان	Cephalopoda, ۶۱
تزئینات ظریف که روی فلس و حول مرکز آن تشکیل می شوند.	Circuli, ۱۲۳
رنگدانه	Chromatophore, ۲۷
شگماهیان	Clupeids, ۴۷
کیلکای چشم درشت	*Clupeonella grimmi*, ۹۱
کیلکای آنچوی	*Clupeonella engrauliformis*, ۳۷
دسته یا گروهی از ماهیان که با هم بدنیا آمده اند.	Cohort, ۱۲۲
رشد روزانه	Daily Growth Increment (DGI), ۱۰
همپوشانی	Damping, ۱۹
شعاع باله	Fin ray, ۲۰
ماهیگیری	Fisherym, ۱۱۹

مرگ و میر صیادی Fishing mortality, ۴

رزین مخصوصی که برای قالب گیری اتولیت ها بکار می رود. Epoxy Resin, ۴۲

مرکز Focus ,۵۲

رشد Growth, ۵۷

تخم گشایی Haching , ۹۵

ساختمان های سخت Hard structures, ۹۶

صفحات استخوانی Hyalodentine , ۳۵

مرحله جوانی زندگی Juvenile , ۲۳

گوش داخلی Labyrinth , ۴۷

یکی از سه جفت اتولیت موجود در ماهیان Lapillus , ۵۰

لارو Larve , ۲۲

نوعی ماده شیمیایی که در سلول ها انباشته می شود و برای تخمین رشد کاربرد دارد. Lipofucsin, ۱۱۶

برتری یا تراکم ماتریکس Matrix dominant, ۹۳

نما Mode, ۱۵

مرگ و میر طبیعی Natural mortality, ۴

علامت طبیعی Natural tag, ۱۱۰

سرپوشش آبششی Opercular Covers, ۲۰

سنگ گوش Otolith , ۴۹

همپوشانی Overlapping, ۱۹

حداکثر – بیشترین Peak , ۱۵

پویایی جمعیت	Population dynamic, ۶۹
شعاع یا فاصله خطی از مرکز تا حاشیه اتولیت یا فلس	Radius, ۳۹
نمونه برداری تصادفی	Random Sample, ۱۷
شعاع باله	Rays , ۴۰
بازگیری و صید مجدد	Recapture, ۴۴
نسل جانشین شونده	Recruitment , ۳
ماهی سفید	*Rutilus frisii kutum,* ۳۷
ماهی کلمه	*Rutilus rutilus* , ۴۱
بزرگترین جفت اتولیت موجود در ماهیان	Sagitta , ۵۵
ماهی آزاد	Salmon, ۹۲
فلس	Scale , ۱۱
خار	Spine , ۱۲
ساختمان سخت و مشابه اتولیت که در سرپایان وجود دارد.	Statolith, ۶۱
ذخیره	Stock, ۱
ماهیان خاویاری	Sturgeon, ۲
علامت گذاری	Tagging , ۱۴
علامت گذاری حرارتی	Thermal Marking, ۹۵
تایید	Validation, ۱۰۷
مهره	Vertebrae , ۴۵