دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

بررسی برخی ویژگی‌های زیستی ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) در رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

پایان‌نامه کارشناسی ارشد – بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی

سمانه سادات مرتضوی

اساتید راهنما

دکتر یزدان کیوانی

دکتر امیدوار فرهادیان

۱۳۹۳

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده منابع طبیعی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی شیلات –بوم‌شناسی آبزیان شیلاتی خانم سمانه سادات مرتضوی تحت عنوان

بررسی برخی ویژگی‌های زیستی ماهی نازک (*Chondrostoma regium*)

در رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری

در تاریخ۱۳۹۳/٦/۲۳ توسط کمیته تخصصی زیر مورد بررسی و تصویب نهایی قرار گرفت.

۱- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر یزدان کیوانی
۲- استاد راهنمای پایان‌نامه	دکتر امیدوار فرهادیان
۳- استاد داور	دکتر عیسی ابراهیمی
٤- استاد داور	دکتر سالار درافشان
سرپرست تحصیلات تکمیلی دانشکده	دکتر محمدرضا وهابی

تشکر و قدردانی

شکر معبود تمامی آفریدگان را که مهربان‌تر از هر مهربان است، یاری‌کننده یاری‌ناپذیر و دوست آنکه برایش دوستی نیست. شکر تو را که شکرت کامیابی شاکران است. جلوه یاری و همراهی پروردگار را آنگاه که خواندمش ای یاور بی‌یاوران، هدیه‌ام داد پدری حامی و پشتیبان بی‌چشم‌داشت سپاس می‌گویم. پدر عزیزم سپاس! جلوه مهربانی پروردگار را آنگاه که مهرش طلبیدم و آغوش گرمش و دعای خیرش را سرمایه‌ام کرد سپاس می‌گویم. مادر مهربانم بوسه بر دستانت! سپاس می‌گویم، همسرم، همدمم و پناه خستگی‌هایم و خواهرم بهترین دوست و مشوق‌ام که در این راه فراوان مرا امید و همراهی بخشیدند. از استاد صبور، یگانه و ارجمندم جناب آقای دکتر یزدان کیوانی عضو هیأت علمی دانشگاه صنعتی اصفهان بسیار تشکر می‌کنم که با لطف و راهنمایی‌های بی‌شائبه‌شان مرا درس زندگی دادند و همواره مرا مدیون و دعاگوی خود قرار دادند. از استاد بزرگوار و گرامی‌ام جناب آقای دکتر امیدوار فرهادیان عضو هیأت علمی گروه شیلات دانشگاه صنعتی اصفهان که مایه انگیزش بسیاری دانشجویان از جمله اینجانب در راه تحصیل بودندکمال تشکر را دارم. از اساتید داور جناب آقای دکتر عیسی ابراهیمی و جناب آقای دکتر سالار درافشان به لحاظ داوری این پایان‌نامه تشکر می‌کنم. از همه اساتید و کارشناسان محترم گروه شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه صنعتی اصفهان که شش سال بهترین دوران جوانی‌ام از محضرشان آموختم و افتخار شاگردی‌شان را داشتم، قدردانی می‌کنم. از درگاه خداوندی که همه بزرگواری و عزت در بر اوست و دانش او پیش از همه است برای این عزیزان دانش روزافزون و عزت دنیا و آخرت را خواستارم. در پایان از دوستانم سرکار خانم مهندس فاطمه کیانی و آقایان مهندس مسیب عالی‌پور و مهندس مسعود صیامی سپاسگزارم که زحمات و کمک‌هایشان راه را برایم هموارتر کرد.

سمانه سادات مرتضوی

تابستان ۱۳۹۳

کلیه حقوق مادی مترتب بر نتایج مطالعات،
ابتکارات و نوآوریهای ناشی از تحقیق موضوع
این پایان‌نامه (رساله) متعلق به دانشگاه صنعتی
اصفهان است.

ثمره جوانی‌ام هر چند بی‌مقدار تقدیم به چهارده معصوم علیهم السلام می‌کنم

که در قلبم به آنان عاشق‌ترینم

عشق برای رفتن به بارگاه مقدسشان و زیارتشان با رویی که چندان آبرویی ندارد

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
فهرست مطالب	هشت
فهرست اشکال	ده
فهرست جداول	یازده
چکیده	۱
فصل اول: مقدمه	
مقدمه	۲
فصل دوم: کلیات و بررسی منابع	
۲-۱ رده‌بندی و ریخت‌شناسی ماهی نازک	۴
۲-۲ رشد	۵
۲-۳ تولیدمثل	۷
۲-۳-۱ تعیین جنسیت و نسبت جنسی	۸
۲-۳-۲ اصطلاحات عمومی توصیف مراحل تولیدمثل	۹
۲-۳-۳ هماوری و قطر تخمک‌ها	۱۱
۲-۳-۴ شاخص گنادوسوماتیک (GSI)	۱۲
۲-۴ تغذیه	۱۲
۲-۵ بررسی منابع	۱۲
فصل سوم: مواد و روش‌ها	
۳-۱ معرفی منطقه نمونه‌برداری و زیست‌سنجی	۱۶
۳-۲ محاسبه فاکتورهای مربوط به رشد	۱۸
۳-۳ محاسبه فاکتورهای مربوط به تولیدمثل	۱۹
۳-۴ محاسبه فاکتورهای مربوط به تغذیه	۲۰
۳-۵ آنالیزهای آماری	۲۱
فصل چهارم: نتایج	
۴-۱ فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب هشت	۲۲
۴-۲ توزیع فراوانی طولی و وزنی	۲۳
۴-۳ رابطه طول و وزن	۲۵
۴-۴ تعیین سن	۲۶
۴-۵ تعیین معادله رشد	۲۸
۴-۶ نسبت جنسی	۲۹
۴-۷ هماوری	۳۰
۴-۸ تغییرات قطر تخمک‌ها	۳۱
۴-۹ شاخص گنادوسوماتیک (GSI)	۳۲

۴-۱۰ بررسی ماکروسکوپی گنادها ۳۳
۴-۱۱ فاکتور وضعیت (CF) ۳۷
۴-۱۲ طول نسبی روده (RLG) ۳۸
۴-۱۳ شاخص شدت تغذیه (GAI) ۳۸
۴-۱۴ شاخص تهی بودن دستگاه گوارش (VI) ۴۰
فصل پنجم: بحث، نتیجه گیری، پیشنهادها
۵-۱ فاکتورهای فیزیکی و شیمیایی آب ۴۲
۵-۲ رشد ۴۳
۵-۳ تولیدمثل ۴۶
۵-۴ تغذیه ۴۹
۵-۵ نتیجه گیری ۵۱
۵-۶ پیشنهادها ۵۲
منابع ۵۳

فهرست اشکال

عنوان **صفحه**

شکل ۲-۱ تصویر ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) صید شده از رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری، تابستان ۱۳۹۲ ..... ۵

شکل ۲-۲ مراحل غدد جنسی در تولید و آزادسازی گامت ۱۱

شکل۳-۱ تصویری از رودخانه بهشت‌آباد ۱۷

شکل ۳-۲ نقشه محل نمونه‌برداری ۱۷

شکل ۴-۱ خصوصیات فیزیک وشیمیایی آب رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری در ماه‌های نمونه‌برداری ۲۳

شکل۴-۲ فراوانی ماهی نازک در گروه‌های طولی مختلف در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۵

شکل۴-۳ رابطه طول و وزن در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۶

شکل۴-۴ رشد طولی و وزنی در جنس نر و ماده نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۷

شکل۴-۵ فراوانی جنس نر، ماده و نابالغ در سنین مختلف نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ۲۷

شکل۴-۶ رگرسیون طول در سنt(محور x ها) در مقابل طول در سن t+1 (محور yها) در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۸

شکل ۴-۷ رابطه سن و $-Ln(1-Lt/L\infty)$- در ماهی نازک در رودخانه بهشت آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۸

شکل ۴-۸ رابطه طول کل و سن در ماهی نازک در رودخانه بهشت آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۹

شکل ۴-۹ رابطه وزن کل وسن در ماهی نازک در رودخانه بهشت آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۹

شکل ۴-۱۰ فراوانی ماهیان نر، ماده و نابالغ نازک در رودخانه بهشت آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۲۹

شکل ۴-۱۱ رابطه هماوری مطلق (عدد تخمک) و طول کل (سانتی‌متر) در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۳۰

شکل ۴-۱۲ رابطه هماوری مطلق (عدد تخمک) و وزن کل بدن (گرم) در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۳۰

شکل ۴-۱۳ رابطه هماوری مطلق (عدد تخمک) و سن (سال) در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۳۱

شکل ۴-۱۴ میانگین (±خطای استاندارد) شاخص گنادوسوماتیک و قطر تخمک در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۳۲

شکل ۴-۱۵ میانگین (±خطای استاندارد) گنادوسوماتیک در ماهیان نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲ ..... ۳۳

شکل ۴-۱۶ مرحله ۱ چرخه تولیدمثل (نابالغ) نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری، فروردین ۱۳۹۳ .... ۳۴

شکل ۴-۱۷ مرحله ۲ چرخه تولیدمثل (درحال توسعه) نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری، بهمن ۱۳۹۲ ..... ۳۴

شکل ۴-۱۸ مرحله ۳ چرخه تولیدمثل (قادر به تخم‌ریزی) نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری، فروردین ۱۳۹۲ ..... ۳۵

شکل ۴-۱۹ مرحله ۴ چرخه تولیدمثل (پسرفت) نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری، اردیبهشت ۳۶

۱۳۹۲.....
شکل ۴-۲۰ مرحله ۵ چرخه تولیدمثل (بازسازی) نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری، شهریور ۱۳۹۲ ۳۶
شکل ۴-۲۱ میانگین (±خطای استاندارد) شاخص وضعیت نازک در ماه‌های سال در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲..... ۳۸
شکل ۴-۲۲ میانگین (±خطای استاندارد) شاخص شدت تغذیه نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲..... ۳۹
شکل ۴-۲۳ رابطه همبستگی بین شاخص شدت تغذیه و شاخص گنادوسوماتیک در ماهی ماده نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲..... ۴۰
شکل ۴-۲۴ تغییرات ماهیانه شاخص تهی بودن دستگاه گوارش در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲..... ۴۱

فهرست جداول

عنوان **صفحه**

جدول ۴-۱ میانگین (±خطای استاندارد) طول کل (سانتی‌متر) و وزن کل (گرم) ماهی نازک در ماه‌های مختلف نمونه‌برداری در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲..... ۲۶
جدول ۴-۲ میانگین(±خطای استاندارد) قطر تخمک (میلی‌متر) در ماهی نازک در رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری ۱۳۹۲..... ۳۱
جدول ۴-۳ میانگین ($\pm$ خطای استاندارد) شاخص نسبی طول روده نازک در گروه‌های طولی مختلف..... ۳۸
جدول ۵-۱ فاکتورهای معادله رشد ($L\infty$، K وt_0) در مناطق مختلف..... ۴۵

چکیده

ویژگی‌های زیست‌شناسی ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) در رودخانه بهشت‌آباد استان چهارمحال و بختیاری از فروردین تا اسفند ۱۳۹۲ مورد بررسی قرار گرفت. ۳۲۳ قطعه ماهی نازک (۱۳۹ قطعه ماده، ۱۸۰ قطعه نر و ٤ قطعه نابالغ) صید و پس از بیهوشی در محلول ۱٪ پودر گل میخک، در فرمالین ۱۰٪ تثبیت شد. نمونه‌ها در آزمایشگاه مورد زیست‌سنجی قرار گرفتند. دامنه طولی در ماهیان نر ۲۲/۱۰ – ۸/۰٤ سانتی‌متر، در ماهیان ماده ۲۳/۱۵ – ۷/۸٤ سانتی‌متر و در ماهیان نابالغ ۷/۰۸ – ۵/۹۵ سانتی‌متر بود. دامنه وزنی ماهیان نر، ماده و نابالغ به ترتیب برابر ۱۰۵ – ۵/۲۰، ۱۵۵ – ۸/۷۰ و ٤/٦۹ – ۱/۹۰ گرم بود. رابطه طول و وزن به صورت معادله (r^2=۰/۹۵۵) $W=۰/۰۰۸۹L^{۳/۰٤۵۱}$ برای نرها، (r^2=۰/۸٥٤) $W=۰/۰۰۸۲L^{۳/۱۰۹۵}$ برای ماده‌ها و (r^2=۰/۹۱٦) $W=۰/۰۱۰۷L^{۳/۰۰۰۱}$ برای کل ماهی‌ها محاسبه شد. الگوی رشد در نرها و در کل ماهی‌ها ایزومتریک و درماده‌ها آلومتریک مثبت بود. نرها در گروه‌های سنی ۱ تا ۵ سال و ماده‌ها در گروه‌های سنی ۱ تا ٦ سال قرار داشتند. سن ماهی‌های نابالغ زیر یک سال برآورد شد. معادله رشد طولی ون برتالنفی در نر و ماده به ترتیب به صورت $L_t = ۲٦/۲۳[۱-e^{-۰/۲٦۷(t+۰/٤۸۳)}]$ و $L_t = ۳۱/۸۹[۱-e^{-۰/۱٤۸(t+۲/۰٦۷)}]$ و معادله رشد وزنی آن‌ها به ترتیب به صورت $W_t = ۱٦۰/۷۷[۱-e^{-۰/۲٦۷(t+۰/٤۸۳)}]^{۳/۰٤۵۱}$ و $W_t = ۲٦٦/۱۱[۱-e^{-۰/۱٤۸(t+۲/۰٦۷)}]^{۳/۱۰۹۵}$ محاسبه شد. نسبت جنسی کل نمونه‌ها ۱/۳نر:۱ماده بدست آمد. مشاهدات ماکروسکوپی گنادها، ۵ مرحله چرخه رسیدگی جنسی شامل نابالغ، درحال توسعه، قادر به تخم‌ریزی، پسرفت و بازسازی نشان داد. حداقل هماوری مطلق ۱۰۱۳ و حداکثر هماوری مطلق ۸۱۷۷ و میانگین (±خطای استاندارد) آن ۳۳۷ ± ٤۲۱۰ عدد تخمک بود. قطر تخمک در فروردین تا خرداد به صورت معنی‌داری افزایش و در تیر و مردادکاهش یافت. دامنه قطر تخمک ۰/۰۵ – ۲/٤۱ میلی‌متر برآورد شد. بیشینه مقدار شاخص گنادوسوماتیک در ماهی‌های نر در اردیبهشت (٪۲/۳۲ ± ۵/۱۹) و در ماهی‌های ماده در خرداد (٪۱/۸۱ ± ۲٦/۱۸) مشاهده شد که هر دو این مقادیر دارای تفاوت معنی‌دار با سایر ماه‌ها بود ($p<۰/۰۵$). میانگین این شاخص در نرها و ماده‌ها به ترتیب برابر ۰/۱۰ ± ۱/٤۱ و ۰/٦۲ ± ۱۰/۱۸ بود که این شاخص به طور معنی‌داری در ماده‌ها بیشتر از نرها بود. میانگین فاکتور وضعیت با اختلاف معنی‌داری در ماده‌ها (۰/۰۲ ± ۱/۱٤) بیشتر از نرها (۰/۰۱ ± ۱/۰۲) بود. میانگین طول نسبی روده (۰/۰۵۰ ± ۱/۱۸۰) نشان‌دهنده تغذیه گیاه‌خواری در این ماهی بود. مقدار شاخص شدت تغذیه در فصول مختلف در کل ماهیان، نرها و ماده‌ها تفاوت معنی‌داری را نشان نداد ($p >۰/۰۵$). حدود ۵۵ درصد دستگاه‌های گوارش ماهیان پر و ٤۵ درصد آن‌ها خالی بودند. میانگین شاخص تهی بودن دستگاه گوارش کل ماهیان ٤۸ درصد بودکه نشان‌دهنده تغذیه متوسط است. براساس مشاهده ماکروسکوپی گنادها و تغییرات قطر تخمک و شاخص گنادوسوماتیک، فصل تخم‌ریزی ماهی نازک از اردیبهشت تا خرداد ماه است.

کلمات کلیدی: ماهی نازک، شاخص گنادوسوماتیک، سن، هماوری، رودخانه بهشت‌آباد

فصل اول

مقدمه

دنیای زیر آب‌ها دنیای بسیار اعجاب‌آور و شگفت‌انگیزی است. دنیایی است پررمز و راز که در آن بزرگ‌ترین، خطرناک‌ترین، بی‌آزارترین، زیباترین و باهوش‌ترین جانوران کره زمین حضور دارند. در میان جانوران ساکن آب‌ها، قبل از هر چیز باید بررسی بر روی ماهیان صورت گیرد، به عبارت دیگر شناسایی ماهی‌ها و پی بردن به زیست‌شناسی آن‌ها در مطالعه اکوسیستم‌های آبی اولین قدم محسوب می‌شود [۳۹]. علاوه بر اهمیت مطالعه ماهی‌ها در شناخت بهتر اکوسیستم‌های آبی، دلایل متعدد دیگری نیز وجود دارند که دانش زیست‌شناسی ماهیان را حائز اهمیت می‌کند. ماهی بزرگ‌ترین مفهوم را در زندگی بشر دارد، یک منبع طبیعی مهم از پروتئین در آن وجود دارد و قطعاً دیگر فرآورده‌های مفید و همچنین معاش اقتصادی بسیاری از ملل را هم فراهم می‌آورد [۹۲].کاهش ذخایر ماهیان اقتصادی، یعنی همین منبع طبیعی، در اثر بهره‌برداری بیش از اندازه و تخریب زیستگاه، یکی از مهم‌ترین دلایل به وجود آمدن دانش زیست‌شناسی ماهی است. در حقیقت دانش زیست‌شناسی ماهی در خصوص ریخت‌سنجی، رابطه

طول، وزن، فاکتور وضعیت، تولیدمثل، تغذیه و عادات غذایی بحث می‌کند. این دانش و دستیابی به آن پیرامون موضوعاتی که بیان شد تنها برای پر کردن جاهای خالی روزهای حال حاضر ما در دانشگاه‌ها نیست بلکه فایده این مطالعات این است که باعث افزایش فناوری‌های مؤثر در فعالیت‌های شیلاتی و توسعه فرهنگ مدیریتی در این زمینه می‌شود [۹۲].

با وجود وسعت زیاد کشور ایران و وجود چشمه‌ها، نهرها، رودخانه‌ها، تالاب‌ها، دریاچه‌های طبیعی و انسان ساخت، خلیج‌ها و آب بندان‌های فراوان، مطالعات ماهی شناسی در ایران تاکنون چندان قابل توجه نبوده و در آب-های داخلی عمری کمتر از ۱۵۰ سال دارد. این قبیل مطالعات در کشور ما ضعیف و بدون برنامه بوده و معماها و ناشناخته‌های زیادی از نظر بیولوژیک ، سیستماتیک و اکولوژیک ماهیان وجود دارد [۹۲].

ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) یک گونه بنتوپلاژیک است و در هر دو محیط آب‌های راکد و آب‌های جاری زیست می‌کند. در واقع بیشتر در دریاچه‌ها و حتی مخازن سدها و رودخانه‌ها وجود دارند [۹۳]. اکثراً غالب رودخانه‌های اپی‌پوتامال (بالادست رودهای سرزمین‌های پست) هستند. در قسمت‌های میانی و فوقانی رود که دارای آب شفاف و بستر ماسه‌ای – قلوه سنگی می‌باشد، زندگی می‌کنند. به طور معمول مهاجرت تخم‌ریزی بین فاصله ۳۰-۳۰۰ کیلومتر دارند و در نهایت در بسترهای سنگریزه‌ای در آب‌های کم‌عمق با جریان قوی تخم‌ریزی می-کنند. دامنه دمایی آن‌ها ۳-۲۱ درجه سانتی‌گراد است [٤٦]. از نظر اهمیت اقتصادی اگر چه این گونه دارای ارزش اقتصادی به عنوان ماهی تجاری نیست ولی به عنوان صید ورزشی ارزشمند می‌باشد. همچنین افراد محلی آن را به عنوان غذا مصرف می‌کنند [۱۸].

خصوصیات زیستی گونه نازک در ایران از جمله رشد، تولیدمثل و تغذیه آن شناخته شده نیست. بررسی این خصوصیات در راستای حفظ ذخایر و تنوع زیستی و اکولوژیک رودخانه در منطقه مورد مطالعه اهمیت دارد. هدف از انجام این تحقیق نیز شناخت بهتر ویژگی‌های زیستی این گونه در آب‌های داخلی مانند الگوی رشد، استراتژی تولیدمثلی و نوع و وضعیت تغذیه آن و مقایسه آن با مطالعات دیگر از نظر وضعیت رشد، تغذیه و زمان تخم‌ریزی است.

فصل دوم
کلیات و بررسی منابع

۲-۱ رده‌بندی و ریخت‌شناسی ماهی نازک

ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) از راسته کپورماهی‌شکلان و خانواده کپورماهیان است [۸۹]. *Chondrostoma* از ریشه یونانی باستان (کندروس: "توده" + استوما: "دهان") به معنای "توده دهان" آمده است. آن‌ها را معمولاً به عنوان Nases می‌شناسند، این اصطلاح به صورت محلی استفاده می‌شود که به فک بالای بیرون-زده این ماهی اشاره دارد و از واژه Nase به معنی "بینی"مشتق شده است [٤٥]. در ایران این ماهی چند نام محلی شامل نازک، حیف نان، شِیس، نازی، جوخورک، سیاه دم و کپور پوزه‌دار دارد [٤ و ۲۳]. نام محلی این ماهی در ترکیه کابابرون[1]، در عراق بلوط مالوکی[2] است و در زبان عربی به آن زوری[3] هم گفته می‌شود (هر ماهی کوچک و یا ماهی بزرگ هنگامی که جوان است) [۳۱ و ۹۳]. ماهی نازک بدنی کشیده دارد و سطح پشتی بدنش زیتونی-قهوه‌ای با انعکاس‌های متمایل به آبی است و پهلوها و سطح شکمی سفید – نقره‌ای است. باله پشتی و دمی مایل به خاکستری و باله‌های دیگر شفاف می‌باشد. بعضی از آن‌ها باله‌های نارنجی روشن دارند و باله‌های سینه ای و مخرجی حاشیه سفید رنگ دارد. باله پشتی و دمی دارای یک حاشیه سیاه – سفید است (شکل ۲-۱) [٤۳].

[1] Kababoron
[2] Baloot Muluki
[3] Zurri

در این ماهی، فلس خط جانبی ٥٦-٧٢ عدد، فلس در بالای خط جانبی ۹-۱۳ عدد و فلس زیر خط جانبی ٥-٦ عدد است. باله پشتی دارای ۸-۱۱ عدد شعاع ، باله مخرجی ۹-۱۲ عدد شعاع، باله سینه‌ای ١٤-١٨ عدد شعاع و باله شکمی ٦-۹ عدد شعاع منشعب، کمان آبششی اول ١٨-٣٦ عدد خار آبششی و ستون فقرات ٤٦ تا ٤٨ عدد مهره می‌باشد [٥٢ و ٤٦]. کاریوتایپ ماهی نازک ٥٢ =2n با ٢١ جفت کروموزوم ساب متاسنتریک، ٥ جفت کروموزوم ساب تلوسنتریک و ٥٨ عدد بازو تعیین شده است. در دیگر گونه‌های ماهی جنس کندروستوما ٥٠ =2n است [٥٤].

شکل ۲-۱ تصویر ماهی نازک (*Chondrostoma regium*) صید شده از رودخانه بهشت‌آباد چهارمحال و بختیاری تابستان ۱۳۹۲ (نگارنده).

۲-۲ رشد

رشد یکی از جنبه‌هایی است که در زیست‌شناسی ماهی بسیار مورد مطالعه است و به عنوان نشانگر سلامت فرد و جمعیت در نظر گرفته می‌شود. رشد یک موجود زنده را می‌توان تغییر در اندازه (طول و وزن) در طی دوره‌ای از زمان تعریف کرد [۹۲]. در ضمن رشد ماهی با سن آن رابطه نزدیکی دارد، بنابراین در بسیاری موارد ارزیابی سن و نرخ رشد با هم انجام می‌شود [۳۹]. فراوانی منبع غذایی و وجود سایر شرایط مناسب و بهینه باعث نرخ رشد سریع می-شود، در حالی که نرخ رشد آهسته حاصل شرایط نامناسب است. نرخ رشد در ماهی‌ها از گونه‌ای به گونه‌ی دیگر و همچنین در ماهی‌های یکسان طی وضعیت گوناگون متفاوت است، چون رشد متأثر از پارامترهای متنوعی می‌باشد. نرخ رشد در ماهی‌ها بسیار متنوع است و به فاکتورهای محیطی مانند دما، مقدار اکسیژن محلول در آب، آمونیاک، شوری، فتوپریود (طول دوره‌نوری)، شدت رقابت، کیفیت غذای در دسترس و همچنین سن و وضعیت بلوغ ماهی وابسته است [۳۹].

در این میان دما یکی از مهم‌ترین فاکتورهای محیطی است و همراه با سایر فاکتورها بر نرخ رشد تأثیر دارد. بنابراین، بهینه‌ی مصرف غذا برای رشد حداکثری به دما وابسته است. از سایر موارد می‌توان به سن و بلوغ ماهی اشاره نمود. اکثر ماهیان به طور معمول در طول چند ماه یا چند سال اول عمر تا سن بلوغ بسیار سریع رشد می‌کنند. پس از آن مقدار زیادی از انرژی خود را برای رشد غدد جنسی مصرف می‌کند. از این رو رشد بدنی (سوماتیک) را کند

می‌کند. بنابراین، نرخ رشد ماهی بالغ بسیار کمتر از ماهیان نابالغ است. با این حال، ماهی‌های بالغ در واحد طول از ماهیان نابالغ سنگین‌تر هستند که تا حدود زیادی به دلیل بزرگی غدد جنسی آن‌ها است [۹۲].

اندازه‌گیری طول و وزن ماهیان در بررسی‌های مختلف زیست‌شناسی استفاده می‌شود. معمولاً طول کل به طور تنگاتنگی با وزن، سن و مرگ و میر همبستگی دارد. داشتن ارتباط فصلی طول-وزن و ارتباط طول و وزن در گروه-هایی با اندازه‌های مختلف مفید است، و در برآورد کلی اندازه‌های مختلف ماهیان اهمیت دارد [۳۹]. تحلیل داده‌های طول-وزن به شکل ریاضی رابطه بین طول و وزن را بیان می‌کند و ممکن است یکی به دیگری تبدیل شود. به بیان دیگر، نوسان اندازه و وزن مورد انتظار برای طول ماهی مورد نظر یا گروه‌های مربوط، نشان دهنده شاخص چاقی و به طور کلی طبیعت مناسب و گنادهای توسعه یافته است [۷۱].

تعیین سن در ماهیان یکی از مهم‌ترین جنبه‌های مطالعه پویایی جمعیت است. بخش‌های سخت ماهیان از قبیل اتولیت‌ها، مهره‌های ستون فقرات، فلس‌ها، خارهای باله‌ی پشتی و سینه‌ای، استخوان‌های اپرکول[1]، کوراکوئید[2] و هیوماندیبولار[3] را می‌توان در تعیین سن مورد استفاده قرار داد [۳۹]. سن ماهی بر اساس حلقه‌های سالیانه روی این ساختارها مشخص می‌شود. حلقه‌های متوالی با افزایش سن ماهی تشکیل شده و شمارش تعداد آن‌ها سن ماهی را تعیین می‌نماید. در این میان اتولیت و فلس رایج‌ترین کاربرد را دارند. به طور کلی فلس برای تعیین سن ماهی ساده-ترین روش است. در کپورماهیان و آزادماهیان فلس استفاده می‌شود. روی فلس نیز تعدادی دوایر تیره و روشن متحدالمرکز مشاهده می‌شود. دوایر نزدیک به هم که تیره‌تر هستند مربوط به فصول پاییز وزمستان و دوایر دور از هم که روشن‌تر بوده مربوط به فصول رشد یعنی بهار وتابستان هستند. این دو که با هم در یک سال تشکیل شده، آنولی نامیده می‌شود و مجموعاً یک سال از عمر ماهی را نشان می‌دهند [۹۲]. در اغلب ماهیان آب شور از اتولیت یا سنگریزه شنوایی در تعیین سن استفاده می‌شود. اتولیت را از گوش ماهی خارج می‌کنند، آن را در دستگاه پاراپلاست[4] قرار داده و برش می‌دهند. از آن یک برش ٦ میکرونی تهیه و سپس آن را رنگ‌آمیزی نموده و بر اساس دوایر تیره وروشن سن تعیین می‌شود [۳۳]. در ماهیان خاویاری از اولین شعاع سخت باله سینه ای برش تهیه کرده واز آن طریق تعیین سن می‌کنند. در برخی مناطق مانند نواحی گرمسیری و حاره‌ای از نمودارهای گروه‌های طولی استفاده می‌شود، چون در این مناطق به دلیل یکنواختی شرایط رشد در طی سال دوایر تیره وروشن تشکیل نمی‌شود. ولی در این روش وسیله ای جهت چک کردن صحت سن تعیین شده وجود ندارد [۹۲].

[1] Opercol
[2] Coracoid
[3] Hyomandibular
[4] Paraplast

۲-۳ تولیدمثل

فرآیند تولیدمثل حاصل ارتباط عوامل بیرونی و درونی ماهیان است. سیستم تولیدمثل ماهی مجموعه‌ای از ارگان-هاست که تحت هدایت و فرمان سیستم عصبی و هورمونی به چرخه خود ادامه می‌دهد. سیستم عصبی و هورمونی جهت کنترل تولیدمثل با استفاده از اندام‌های حسی همچون پوست و چشم پیام‌های دریافتی محیط را درک کرده و بوسیله اعصاب به مغز می‌رساند. مغز ارتباط‌ها را مورد تجزیه و تحلیل قرارداده و به هیپوفیز پیامی مخابره نموده تا مقدار و شدت عملکرد گنادها که بخش اصلی سیستم تولیدمثلی هستند را تنظیم نماید. این ارتباط ازطریق ترشح هورمون‌ها به خون صورت پذیرفته و محور مغز-هیپوفیز-گنادها را به وجود می‌آورد [۵]. بنابراین می‌توان گفت که عواملی مانند ژنوتیپ، نسبت جنسی، تغذیه، استرس، اندازه و دوره نوری در تولیدمثل مؤثر هستند [٤١].

حداقل سه نوع استراتژی تولیدمثلی شامل جداجنسی، هرمافرودیت و بکرزایی در ماهیان دیده شده است. روش جدا جنسی که در اغلب ماهیان مشاهده می‌شود و در آن جنس نر وماده از هم جدا هستند. در این ماهیان دو اندام قرینه به نام غدد تناسلی وجود دارد که در ماهیان نر بیضه و در ماهیان ماده تخمدان است. در تولیدمثل هرمافرودیت (نر–ماده) یک ماهی دارای هر دو جنسیت نر و ماده است و هردو سلول اسپرم و تخمک را تولید می‌کند این ماهیان می‌توانند با سایر ماهیان هرمافرودیت جفت‌گیری داشته باشد. در تولیدمثل به صورت بکرزایی، تخم‌های لقاح نیافته (از نظر ژنتیکی) تبدیل به جنین می‌شوند و این حالت در تعداد معدودی از ماهیان وجود دارد. حتی ممکن است جفت‌گیری هم انجام شود ولی در این حالت، اسپرم فقط تحریک‌کننده تخمک است و با تخمک ترکیب نمی‌شود و ماهیان به وجود آمده بدون داشتن صفات پدری غالباً ماده‌اند [۱۲]. لقاح به دوصورت داخلی و خارجی است. ماهیان ممکن است زنده‌زا[1]، تخم‌گذار[2] و یا تخم‌زنده‌گذار[3] باشند. ماهیان زنده‌زا و ماهیان تخم‌زنده‌گذار، لقاح داخلی دارند اما ماهیان تخم‌گذار یا تخمک‌گذار لقاح خارجی دارند. در ماهیان زنده‌زا، نوزاد از بدن خارج می‌شود، در ماهیان تخم زنده‌گذار، تخم در داخل بدن کمی رشد کرده و اندکی قبل از خروج نوزاد از تخم، تخم از شکم ماهی ماده بیرون می‌آید [۱۲].

دستگاه تولیدمثل در ماهی‌ها شامل یک جفت تخمدان در ماده‌ها و یک جفت بیضه در ماهیان نر می‌باشد. در مرحله پیش از بلوغ در قسمت کوچکی از محوطه شکمی است و به مرور با بالغ شدن رشد کرده وتمام محوطه شکمی را در برمی‌گیرد. ساختمان بیضه دارای دو نوع سلول، زایشی یا جنسی[4] و رویشی یا غیرجنسی[5] است. سلول-های زایشی به (به اسپرماتوگونیا، بعد به اسپرماتوسیت اولیه و ثانویه، بعد به اسپرماتید ودر نهایت) به اسپرم

[1] Viviparous
[2] Oviparous
[3] Ovoviviparous
[4] Germ cells
[5] Somatic cells

(اسپرماتوزوآ) تبدیل می‌شود. رویشی شامل سلول‌های بینابینی[1] در بین لوله‌های حاوی اسپرم که با ترشح هورمون‌های استروئیدی (آندروژن‌ها وپروژسترون‌ها) بر رشد وتکامل اسپرم، پشتیبانی از جنسی و ایجاد خصوصیات ثانویه در زمان اسپرم‌دهی اثر می‌گذارند و سرتولی[2] که حفاظت، نگهداری وتغذیه جنسی و در شرایط نامساعد، خوردن و هضم جنسی را بر عهده دارند، می‌باشد. بیضه از لوله‌های مارپیچی به هم پیوسته‌ای تشکیل شده و به دو شکل ساختمانی متفاوت ممکن است دیده شود: در بیضه اگر مراحل مختلف رشد سلول‌های جنسی به صورت در هم دیده شود، به این ساختار حالت نامحدود[3] می‌گویند. اگر مراحل مختلف رشد ونمو مواد تناسلی در بیضه، به ترتیب در پشت سر هم قرار گرفته، به این ساختار حالت محدود[4] می‌گویند [۹].

واحد اساسی تشکیل دهنده ساختمان تخمدان فولیکول است که در مرکز تخمک و در اطراف لایه‌هایی دارد.

۱. لایه زونا رادیاتا[5]: این لایه به غشای سیتوپلاسمی چسبیده وخارجی‌ترین لایه تخمک است. از جنس پروتئین و در بعضی از ماهیان از چند لایه کوچک‌تر تشکیل شده است وظیفه آن ایجاد زمینه مناسب برای پذیرش اسپرم (تحریک اسپرم به رهاسازی آکروزوم) است. این لایه توسط فرورفتگی‌هایی با لایه گرانولوزا[6] در تماس است. مواد غذایی و هورمون‌های مورد نیاز از طریق کانال‌های خاصی که بین این دو لایه است، به درون تخمک انتقال می‌یابند.
۲. لایه گرانولوزا: ترشح‌کننده هورمون‌های استروئیدی (استروژن‌ها و پروژسترون‌ها) است. این لایه، هورمون‌های حاصله از لایه‌های بالایی را با فعالیت‌های آنزیمی خاص تبدیل به هورمون‌های مورد نیاز تخمک می‌کند.
۳. لایه غشای پایه[7]: این لایه، لایه‌های گرانولوزا وتکا را از هم جدا می‌کند. بیشتر نقش حفاظتی دارد و هنوز نقش ترشح هورمون یا تغذیه‌ای برای این لایه مشخص نشده است.
٤. لایه تکا[8]: ترشح‌کننده پیش هورمون‌های[9] مورد نیاز تخمک و فاکتور پیش‌برنده رسیدگی جنسی(MPF)[10] است که سبب بلوغ نهایی تخمک می‌شود. به مجموعه تکا و گرانولوزا و غشای پایه فولیکولی می‌گویند [۲۳].

۲-۳-۱ تعیین جنسیت و نسبت جنسی

روش‌های متنوعی برای تعیین جنسیت ماهی وجود دارد. یک روش مشاهده با چشم غیر مسلح یعنی روش ماکروسکوپی است که در آن توجه به تفاوت‌های ظاهری ضروری است. استفاده از این روش با توجه به خصوصیات مورفولوژیکی و مشخصه‌های ثانویه جنسی بالاخص در مولدین و در زمان بلوغ امکان‌پذیر است [٦]. برخی از این خصوصیات مانند تفاوت اندازه و شکل باله سینه ای، برآمده بودن مخرج ماهی ماده نسبت به نر و حالت برآمده شکم در جنس ماده، تفاوت در شکل و طول پوزه و شکل ساقه دمی هستند.

[1] Lydig–interstitial
[2] Sertoli cells
[3] Unrestricted form
[4] Restricted form
[5] Zona radiate
[6] Granulosa
[7] Basement Membrane
[8] Theca
[9] Precusor
[10] Maturation Promotion Factor

در مواردی مانند تشخیص جنسیت در سنین پایین و یا مراحل قبل از رسیدگی جنسی که امکان افتراق از نظر خصوصیات مورفولوژیک امکان پذیر نیست و بیشتر امکان دارد جنس نر با ماده نابالغ و یا بالعکس اشتباه شوند، از سایر روش‌های تعیین جنسیت و از طریق میکروسکوپی با انجام آزمایش‌های بافت‌شناسی نسبت به تشخیص صددرصد اقدام می‌گردد [۳۹].

تعیین نسبت جنسی و توالی تغییرات مرحله بلوغ در طول سال اهمیت زیادی در ساختار علم زیست‌شناسی عمومی و بهره‌برداری ذخایر دارد. ترکیب و نسبت جنسی ذخایر ماهی‌ها را می‌توان با نمونه‌برداری منظم تعیین کرد. نسبت جنسی شامل مقایسه نرها و ماده‌ها در جمعیت است که از روی نسبت تعداد نرها و ماده‌ها با درصد سنجش بلوغ محاسبه می‌شود. می‌توان نسبت‌های جنسی را بر اساس یک فصل یا ماه یا ناحیه برآورد کرد که با تخمین کل تعداد ماده‌ها و نرهای موجود محاسبه می‌شود. در بعضی حالت‌ها تعدادی از نمونه‌ی ماهیان جنسشان نامشخص است، زیرا معمولاً آلت جنسی آن‌ها بالغ نیست و این ماهی‌ها باید در محاسبه نسبت جنسی چشم‌پوشی شوند. به هر حال، امکان دارد آن‌ها بالغ نشده باشند یا موارد دیگری همچون «جنسیت نامشخص» را نمایش دهند [۵].

۲-۳-۲ اصطلاحات عمومی توصیف مراحل تولیدمثل

برای شناسایی مراحل مهم در چرخه تولیدمثل یک مدل عمومی که به طور رایج در علم شیلات مورد استفاده قرار می‌گیرد، وجود دارد که در این مدل براون پترسون[1] و همکاران (۲۰۱۱) اصطلاحاتی برای توصیف فرآیند تولیدمثل در ماهی را ارائه کردند. اصطلاحات این مراحل صرف نظر از تکامل نژادی، جنسیت یا استراتژی تولیدمثل برای تمام ماهی‌ها اعمال می‌شود، به طوری که شرحی از وقایع غدد جنسی را برای تولید و آزادسازی گامت زنده تشکیل می‌دهد (شکل۲-۲). تعریف هر مرحله بر اساس شاخص‌های بافت‌شناسی و فیزیولوژیکی خاص به جای جنبه‌های زمانی توسعه گامت است و آن را می‌توان براساس طیف وسیعی از نیازهای پژوهشی استفاده نمود. علاوه بر این، نام مراحل برای ماهیانی که باروری معین یا نامعینی ارائه می‌دهند قابل کاربرد می‌باشد زیرا کل چرخه تولیدمثلی بدون در نظر گرفتن الگوهای تکاملی گامت مشابه است. دیگر مزیت این اصطلاحات، اجازه اضافه کردن زیرمرحله‌ها را به فرایندهای تکاملی شرح داده شده را می‌دهد که ممکن است خاص گونه‌ها باشد، برای یک استراتژی تولیدمثلی منحصر بفرد باشد و یا برای تعیین زمانی (به عنوان مثال، روزانه، فصلی و یا سالانه) وقایع در چرخه تولیدمثلی مهم باشد. در نتیجه، سردرگمی ناشی از وجود اصطلاحات گوناگون از بین برود [۴۲].

[1] Brown-Peterson

مراحل تولیدمثل در ماهیان ماده:

۱. نابالغ[1]: تخم‌ریزی نکرده، تخمدان‌های کوچک، اغلب شفاف، رگ‌های خونی نامشخص. دیواره تخمدان نازک و فضای کوچکی بین اووسیت‌ها وجود دارد.

۲. در حال توسعه[2]: تخمدان‌ها شروع به توسعه می‌کنند، اما آماده تخم‌ریزی نیستند، تخمدان‌های در حال توسعه، رگ‌های خونی مشخص‌تر می‌شوند. مرحله‌ای که در آن ماهی در حال رسیدگی و پیش از زرده سازی است.

۳. قادر به تخم‌ریزی[3]: ماهیان از نظر تکاملی و فیزیولوژیکی در این مرحله قادر به تخم‌ریزی می‌باشند، تخمدان‌ها بزرگ، رگ‌های خونی برجسته هستند، اووسیت‌ها از نظر ماکروسکوپی قابل رویت می‌باشند، اووسیت‌های آبگیری شده و یا زرده سازی شده، مراحل اولیه بلوغ تخمک نیز می‌تواند وجود داشته باشد. در واقع ماهی اواخر مرحله توسعه و دارای رسیدگی نهایی می‌باشد.

٤. مرحله پس‌رفت[4]: توقف تخم‌ریزی در این مرحله است. تخمدان‌ها شل و سست، رگ‌های خونی برجسته.

۵. مرحله بازسازی[5]: ماهی در این مرحله از نظر جنسی بالغ، از نظر تولیدمثلی غیر فعال است. تخمدان‌ها کوچک، رگ‌های خونی کاهش یافته اما وجود دارند.

مراحل تولیدمثل در ماهیان نر:

۱. نابالغ: ماهی دست نخورده و اسپرم‌ریزی نکرده است، بیضه‌ها کوچک، اغلب شفاف و نخ مانند، تنها اسپرماتوگونیای یک وجود دارد و در لوبول‌ها، لومن وجود ندارد.

۲. در حال توسعه: بیضه‌ها شروع به رشد و توسعه کرده، کوچک اما به آسانی قابل تشخیص می‌باشند. اسپرماتوسیت-ها در امتداد لوبول‌ها دیده می‌شونداسپرماتوزوآ در لومن لوبول‌ها یا در مجاری اسپرم وجود ندارد.

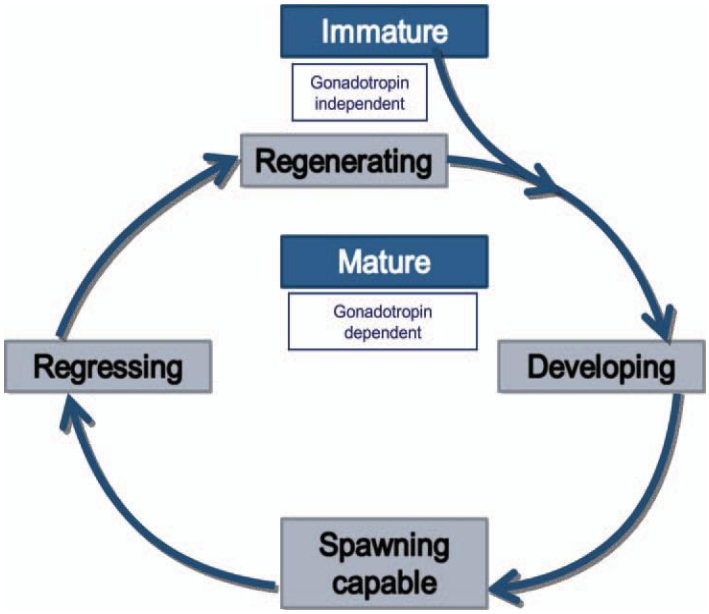
۳. قادر به تخم‌ریزی: ماهیان از نظر تکاملی و فیزیولوژیکی در این چرخه قادر به اسپرم‌ریزی می‌باشند ، بیضه‌ها بزرگ و سفت می‌باشند . اسپرماتوزوآ در لومن لوبول‌ها و یا در مجاری اسپرم وجود دارداسپرم با فشار اندکی به ناحیه شکم آزاد می‌شود.

٤. مرحله پس‌رفت: مرحله بعد از اسپرم‌ریزی است که اسپرم‌ریزی متوقف می‌شود، بیضه‌ها شل و سست و کوچک و هیچ اسپرمی با فشار آزاد نمی‌شود. باقیمانده اسپرماتوزوآ در مجاری اسپرم وجود دارد.

۵. مرحله بازسازی: ماهی از نظر جنسی بالغ اما از نظر تولیدمثلی غیر فعال است، بیضه‌ها کوچک، اغلب نخ مانند. مقدار کمی اسپرماتوزوآ در لومن لوبول‌ها و در مجرای اسپرم وجود دارد (شکل ۲-۲).

---

[1] Immature
[2] Developing
[3] Spawning capable
[4] Regressing
[5] Regenerating



شکل ۲-۲ مراحل چرخه رسیدگی غدد جنسی برای تولید و آزادسازی گامت [۴۲].

۲-۳-۳ هماوری و قطر تخمک‌ها

هماوری متداول‌ترین معیار تعیین پتانسیل تولیدمثل در ماهیان است. تعداد تخمک در تخمدان ماهیان ماده را هماوری می‌نامند. البته هماوری به چند صورت بیان می‌شود. هماوری مطلق؛ به تعداد کل تخم‌های موجود در تخمدان ماهی ماده اطلاق می‌شود. هماوری نسبی؛ به تعداد کل تخم‌های ماهی ماده به ازای هر واحد وزن ماهی گفته می‌شود. هماوری کاری یا عملی؛ عبارت است از تعداد تخم در هر بار تخم‌ریزی که قابلیت باروری را داشته باشد. هماوری نسبی-کاری؛ شامل تعداد تخم‌هایی که به ازای هر کیلوگرم وزن مولد ماده، قابلیت باروری را دارند [۲].

قطر تخمک‌های داخل تخمدان در یک دوره حداقل یک ساله اندازه‌گیری می‌شود تا با مشاهده تغییرات اندازه قطرتخمک دوره تخم‌ریزی ماهی شناسایی شود. تخمدان ماهی‌ها سه دسته است؛ الف) تخمدان‌های همزمان: دارای تنها یک دسته خاص از تخم‌ها بااندازه وفراوانی یکسان اند، چرخه رسیدگی و تخلیه تخم‌ها تنها یک بار در سال انجام شده و در کل جمعیت همزمان است. اندام‌های جنسی تغییر فصلی منظمی را نشان داده و در هر محدوده زمانی خاص، وضعیت بلوغ و رسیدگی در تمامی افراد جمعیت تقریباً یکنواخت است. ب) تخمدان‌های غیر همزمان: دارای بیش از یک دسته اووسیت‌های در حال بلوغ است و به علت توالی تخم‌ریزی، چرخه تکثیر هر فرد دوره مستقلی را طی خواهدنمود. فصل تولیدمثل طولانی بوده و کیفیت بلوغ در هر زمان هم‌پوشانی قابل ملاحظه‌ای را در جمعیت نشان می‌دهد. ج) تخمدان‌های همزمان-گروهی: دارای اووسیت‌هایی در اندازه‌های خیلی کوچک تا خیلی بزرگ به