

ارزیابی توان تولیدمثلی و بافت‌شناسی گنادهای مولدین سیاه‌کولی مهاجر (*Vimba persa*) به تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود

مهديه رستم‌نژاد^۱، حسین خارا^{۲*}، محدثه احمدنژاد^۳

۱. دانش‌آموخته کارشناسی ارشد گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۲. دانشیار گروه شیلات، واحد لاهیجان، دانشگاه آزاد اسلامی، لاهیجان، ایران.

۳. استادیار پژوهشکده آبیاری و پروری آب‌های داخلی، مؤسسه تحقیقات علوم شیلاتی کشور، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، بندرانزلی، ایران.

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۹/۱۵ تاریخ تصویب: ۱۳۹۷/۱۲/۲۷

چکیده

سیاه‌کولی (*Vimba persa*) یک از ماهیان مهم اقتصادی دریای خزر محسوب می‌شود. این ماهی در فصل تولیدمثل وارد رودخانه‌ها و تالاب‌های منتهی به این دریا می‌شود. در این راستا هدف این تحقیق ارزیابی و مقایسه توان تولیدمثلی و بافت‌شناسی گنادهای جنسی سیاه‌کولی در تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود می‌باشد. برای این منظور در فصل مهاجرت تولیدمثلی تعداد ۵۷ عدد سیاه‌کولی در تالاب انزلی و ۵۷ عدد سیاه‌کولی در رودخانه سفیدرود صید گردید. زیست‌سنجی، تعیین سن، ویژگی‌های تولیدمثلی و مطالعه بافت‌شناسی گنادها انجام پذیرفت. نتایج نشان داد که بین گروه‌های سنی مختلف ماهیان از نظر وزن، طول کل، وزن گناد، طول گناد و هم‌آوری اختلاف معنی‌دار آماری وجود دارد ($P < 0/05$) و از نظر شاخص GSI، وزن کبد، شاخص HSI و هم‌آوری نسبی اختلاف معنی‌دار آماری وجود ندارد ($P > 0/05$). همچنین ماهیان مهاجر به رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی از لحاظ وزن گناد، وزن کبد، شاخص HSI، هم‌آوری و هم‌آوری نسبی دارای اختلاف معنی‌دار آماری بودند ($P < 0/05$) و از لحاظ طول کل و طول چنگالی دارای اختلاف معنی‌دار آماری نبودند ($P > 0/05$). از نظر بافت‌شناختی در تخمدان ۳ مرحله رسیدگی III، IV و V و در بیضه ۲ مرحله رسیدگی III و IV مشاهده شد که ماهیان ماده سیاه‌کولی تالاب انزلی هر ۳ مرحله رسیدگی را داشته ولی در ماهیان رودخانه سفیدرود فقط مرحله III و IV مشاهده گردید. از آنجایی‌که زادآوری و تکثیر بخشی از ماهیان مولد سیاه‌کولی در تالاب انزلی نسبت به مولدین رودخانه سفیدرود زودتر شروع شده (اردیبهشت) و به پایان رسیده (خرداد) می‌توان نتیجه گرفت که زمان تکثیر مولدین سیاه‌کولی تالاب انزلی زودتر از مولدین رودخانه سفیدرود است.

واژگان کلیدی: سیاه‌کولی، تالاب انزلی، رودخانه سفیدرود، تولیدمثل.

۱. مقدمه

سیاه‌کولی (*Vimba persa*) از ماهیان مهم استخوانی بوده که در دریای خزر یک گونه نیازمند به حفاظت می‌باشد. ماهی مهاجر بوده و در فصل بهار به اغلب رودخانه‌های حوضه جنوبی دریای خزر از تالاب انزلی تا رودخانه قره‌سو و گرگانرود مهاجرت می‌نماید و در دمای ۱۷ تا ۲۰ درجه سانتی‌گراد تخم‌ریزی می‌نماید. شواهد حاکی از کاهش جمعیت این گونه می‌باشد. علل اصلی کاهش شدید ذخایر این گونه مصرف زیاد این ماهی و صید بیش از حد و مسدود شدن مسیرهای مهاجرت تولیدمثلی و موانع فراوان در مسیر مهاجرت تولیدمثلی در بستر قلوه سنگی رودخانه‌ها می‌باشد (Abdoli and Naderi Jelodar, 2008) و در سایر نقاط یک گونه آسیب‌پذیر تا بسیار در معرض خطر بر حسب حوضه آبی می‌باشد (Lusk et al., 2004). این ماهی جزو ماهیان مهاجر و همچنین نیمه‌مهاجر می‌باشد و در سواحل جنوبی دریای خزر تراکم بالاتری نسبت به نقاط دیگر داشته و در مناطق غربی آن بیش از مناطق شرقی یافت می‌شود (Kazanchev, 1981).

بررسی ماهیان در بوم‌سازگان‌های آبی به دلایل متعدد و از جمله بررسی تکاملی، بوم‌شناختی، رفتار-شناسی، حفاظت آن‌ها، مدیریت منابع آبی و بهره‌برداری ذخایر و پرورش ماهی حائز اهمیت است (Kohnejad and Azarpour, 2003). در حال حاضر مطالعات بافت‌شناسی در مورد بسیاری از پدیده‌های زیستی آبزیان نظیر تولیدمثل منجر به ابداع روش‌های نوین و موثر در جهت افزایش توان بهره‌وری از مولدین، افزایش تولید بچه ماهی و در نهایت راندمان بالاتر تکثیر و پرورش ماهیان می‌شود. تعیین دوره تخم‌ریزی و اوج تخم‌ریزی در ارزیابی و بهره‌برداری از ماهیان، شناخت ویژگی‌های زیستی و چرخه زندگی یک گونه صید، همچنین مدیریت و بازسازی ذخایر نقش بسیار مهمی دارد (Hosseinzadeh Sahafi et al., 2001; Eagderi, 2002). در واقع سن و اندازه مهم‌ترین عوامل تاثیرگذار بلوغ جنسی هستند. نیروی تولیدمثل معیاری است در خصوص مقدار انرژی یا زمان مصرف شده در امر تولید نسل. ساده‌ترین شاخص سنجش، نسبت اندازه غدد جنسی به اندازه بدن است. از لحاظ

این‌که تخمدان‌ها بسیار بزرگ‌تر از بیضه‌ها هستند، معمولاً تصور می‌شود که ماهیان ماده نسبت به ماهیان نر انرژی بیشتری صرف تولیدمثل می‌کنند. با وجود این در هر دو جنس، سن اولین تولیدمثل به ماهیت محیطی که جمعیت در آن زندگی می‌کند و همچنین به ماهیت خود جمعیت بستگی دارد. دوره‌های تخم-ریزی در ماهیان سیکل‌های متفاوت را در بر می‌گیرد به طوری که در برخی گونه‌ها سیکل تولیدمثلی کوتاه است و امکان دارد که ۴ هفته طول بکشد. در صورتی که در برخی گونه‌های دیگر، سیکل تولیدمثلی بسیار طولانی است و امکان دارد چندین سال به طول بیانجامد. همآوری متداول‌ترین معیار تعیین پتانسیل تولیدمثل در ماهیان است زیرا اندازه‌گیری آن نسبتاً ساده است. به‌طور معمول همآوری با افزایش اندازه ماهیان ماده افزایش می‌یابد. در واقع ماهیان بزرگ‌تر نسبت به ماهیان کوچک‌تر تخم‌های زیادتری تولید می‌کنند. از لحاظ این‌که ماهیان بزرگ‌تر غالباً تخم‌های درشت‌تری نیز تولید می‌کنند، این بدان معنی است که هزینه انرژی برای انجام تولیدمثل در اعضای بزرگ‌تر یک گونه ماهی بالاتر است. اعضای کوچک‌تر تمایل دارند که انرژی بیشتری صرف رشد خود کنند (Imanpoor and Zad Majid, 2009).

تاکنون مطالعاتی درباره ارزیابی توان تولیدمثلی و بافت‌شناسی گناد آبزیان مختلف انجام شده است که می‌توان به مطالعه روی روند تکاملی تخمدان جنس ماده ماهی سیم (Komova and Khal'ko, 2003)، بافت‌شناسی مراحل رسیدگی تخمدان در کیلکای معمولی (*Clupeonella delicatula*) جنوب دریای خزر (منطقه بابلسر) (Abtahi et al., 2004)، بافت-شناسی و مورفولوژی تخمدان ماهی هامور معمولی (*Epinephelus coioides*) در آب‌های استان خوزستان (Abbasi et al., 2005)، بافت‌شناسی ساختار بیضه و چرخه تولیدمثل جنس نر سس ماهی بزرگ سر مهاجر به رودخانه سفیدرود و پلرود (Eagderi et al., 2006)، نرخ رشد و بافت‌شناسی گناد ماهی سوف (*Sander lucioperca*) و اردک-ماهی (*Esox lucius*) (Epler et al., 2008)، بلوغ گنادی ماهی سیاه‌کولی (*Vimba vimba*) پرورش یافته در استخرهای کپورماهی (Trojnar et al., 2008)، بافت‌شناسی تخمدان و بلوغ جنسی ماهی

(Hepatosomatic Index) از فرمول زیر استفاده شد
(Shreck and Moyle, 1990):

$$HSI (\%) = Wh/Wt \times 100$$

هماوری مطلق با استفاده از روش وزنی انجام شده و بدین صورت که تخمک‌های رسیده (مراحل رسیدگی IV تا VI) در تخمدان هر ماهی ماده از توده تخمک‌های غیررسیده و بافت‌های پیوندی جدا شدند. تخمک‌ها بعد از تمیز شدن و خشک شدن (با استفاده از کاغذ خشک‌کن) وزن گردیده و سپس تعداد تخمک‌های موجود در زیرنمونه شمارش و هماوری مطلق براساس معادله زیر محاسبه گردید (Biswass, 1993):

هماوری مطلق = تعداد تخمک‌های زیرنمونه × وزن زیرنمونه (گرم) / وزن تخمدان (گرم)

هماوری نسبی تعداد تخم در واحد وزن یا طول ماهی ماده می‌باشد. مهم‌ترین کاربرد هماوری نسبی تعیین افزایش یا کاهش تخم‌ها در هر گرم نسبت به طول و وزن ماهی است که براساس معادله زیر محاسبه گردید (Biswass, 1993):

هماوری نسبی = هماوری / (وزن تخمدان - وزن بدن) جهت بررسی بافت‌شناسی، از سه قسمت ابتدایی، میانی و انتهایی گنادهای نمونه‌هایی برداشته و در محلول بوئن قرار داده شد. پس از ۴۸ ساعت، نمونه گنادها از محلول بوئن خارج و توسط الکل اتانول با درجات مختلف و کلروفوم آبگیری و شفاف‌سازی شدند و با استفاده از پارافین مذاب، پارافینه و قالب‌گیری گردیدند (Bahmani and Kazemi, 1998; Pousti, 2003). با استفاده از میکروتوم از قالب‌های پارافینه حاوی بافت آبشش برش‌های بافتی به ضخامت ۷ میکرون (Akhundov and Fedorov, 1995) تهیه و برش‌های بافتی به روش ائوزین-هماتوکسیلین رنگ‌آمیزی شدند. سپس نمونه‌ها با استفاده از میکروسکوپ دوربین‌دار BEL و متصل به کامپیوتر مورد مطالعه قرار گرفتند (Halajian et al., 2011). در انتها جهت تعیین مرحله رسیدگی جنسی از کلید شناسایی ۵ مرحله‌ای استفاده شد که به شرح زیر می‌باشد (Brown-Peterson et al., 2011): ماهی ماده: (۱) مرحله نابالغ: ماهی دارای تخمدان کوچک، شفاف و نخ مانند، (۲) مرحله در حال رشد: تخمک‌ها در حال

سفید (*Rutilus frisii kutum*) (Shafiei Sabet et al., 2010) زیست‌شناسی تولیدمثل ماهی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) در آب‌های ساحلی هرمزگان (Sorynejad et al., 2012)، روند رسیدگی جنسی ماهی بالغ نر شاه‌کولی (*Alburnus chalcoides*) مهاجر به تالاب انزلی (Pouresmaeilian et al., 2015) و هورمون‌های جنسی و بافت‌شناسی تخمدان مولد ماده شاه‌کولی (*A. chalcoides*) مهاجر به تالاب انزلی (Pouresmaeilian et al., 2016) اشاره کرد. در این راستا، این پژوهش با هدف ارزیابی و مقایسه توان تولیدمثلی و بافت‌شناسی گنادهای جنسی سیاه‌کولی در تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود انجام گردید.

۲. مواد و روش‌ها

این تحقیق در بازه زمانی اسفندماه ۱۳۹۴ تا خرداد ماه ۱۳۹۵ به انجام رسید. صید ماهیان مولد سیاه‌کولی در فصل مهاجرت تولیدمثلی به تالاب انزلی (کانال کشتیرانی) و رودخانه سفیدرود (مصوب سفیدرود) با تور گوشگیر (لاکش) با چشمه تور ۲۰ میلی‌متر به صورت تصادفی انجام پذیرفت. در مجموع تعداد ۱۱۴ عدد سیاه‌کولی از تالاب انزلی (۳۳ عدد ماده، ۲۴ عدد نر) و رودخانه سفیدرود (۲۱ عدد ماده، ۳۶ عدد نر) مورد بررسی قرار گرفت. نمونه‌ها به آزمایشگاه فیزیولوژی پژوهشکده آبی‌پروری آب‌های داخلی بندر انزلی انتقال یافتند. در آزمایشگاه طول کل و طول چنگالی با استفاده از تخته بیومتری (با دقت ۱ میلی‌متر) و وزن ماهیان با استفاده از ترازو (با دقت ۱ گرم) و وزن گناد با استفاده از ترازوی دیجیتال (با دقت ۰/۰۱ گرم) تعیین شدند. همچنین برای تعیین سن، فلس‌ها روی لام قرار گرفت و در زیر لوپ دو چشمی MOTIC ساخت اسپانیا با بزرگنمایی ۱۰ تا ۴۰ برابر مشاهده شدند. با استفاده از قیچی جراحی گناد و کبد جدا شدند. سپس گنادها و کبد توسط ترازو با دقت ۰/۰۰۱ گرم توزین گردیدند. جهت تعیین شاخص وزن گناد (Gonadosomatic Index) از فرمول زیر استفاده شد (Brown-Peterson et al., 2011):

$$GSI (\%) = Wg/Wt \times 100$$

برای تعیین شاخص وزن کبدی

جدول ۱ - شاخص‌های مورد بررسی در ماهیان سیاه‌کولی در سنین مختلف.

شاخص‌ها	جنسیت		ماده				
	گروه سنی	نر	ساله ۲	ساله ۳	ساله ۴	ساله ۵	
وزن بدن (گرم)	۲۶/۵۵±۱/۰۴ ^a	۳۳/۳۲±۳/۲۰ ^b	۲۶/۱۴±۲/۹۵ ^a	۳۴/۳۹±۳/۲۹ ^b	۴۱/۸۸±۳/۱۲ ^b	۵۰/۹۴±۲/۶۸ ^d	
طول کل (سانتی‌متر)	۱۵/۱۰±۰/۲۰ ^a	۱۵/۹۰±۰/۸۹ ^{ab}	۱۴/۶۷±۰/۶۳ ^{ab}	۱۶/۰۱±۰/۸۴ ^b	۱۶/۹۷±۰/۶۷ ^b	۱۷/۵۸±۰/۷۵ ^c	
طول چنگالی	۱۳/۸۸±۰/۳۹ ^a	۱۴/۳۷±۰/۹۸ ^a	۱۳/۳۸±۰/۶۸ ^a	۱۴/۵۹±۰/۹۸ ^b	۱۴/۹۳±۰/۶۷ ^a	۱۵/۸۸±۰/۸۶ ^c	
وزن کبد (گرم)	۰/۰۴۰±۰/۰۳۶ ^a	۰/۰۲۴±۰/۰۳۳ ^a	۰/۰۴۳±۰/۰۵۴ ^a	۰/۰۹۹±۰/۱۲۱ ^a	۰/۰۲۳±۰/۰۱۵ ^a	۰/۰۵۰±۰/۰۵۹ ^a	
شاخص GSI	۴/۷۱±۳/۰۱ ^a	۵/۴۵±۲/۳۶ ^a	۱۱/۷۰±۵/۷۶ ^a	۱۳/۲۵±۵/۲۴ ^a	۵/۹۷±۲/۲۹ ^a	۱۵/۳۳±۱/۲۹ ^a	
شاخص HSI	۰/۱۴۹±۰/۱۲۸ ^a	۰/۰۷۱±۰/۰۹۲ ^a	۰/۱۶۸±۰/۲۶۳ ^a	۰/۲۹۸±۰/۳۷۳ ^a	۰/۰۵۶±۰/۰۳۷ ^a	۰/۰۸۹±۰/۰۹۹ ^a	
هماوری مطلق	-	-	۵۸۲۷/۷±۲۶۵۲/۹ ^a	۱۱۰۰۷/۹±۳۵۷/۸ ^b	-	۱۷۲۹۷/۳±۱۷۷۸۹/۹ ^b	
هماوری نسبی	-	-	۲۵۱/۳۹±۱۲۹/۵ ^a	۳۷۱/۲۹±۲۶۰/۹ ^a	-	۳۶۹/۹±۳۳۴/۳ ^a	

حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین سنین است ($P < 0.05$).

۳. نتایج

نتایج نشان داد که ماهیان نر سیاه‌کولی در دو منطقه تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود متعلق به گروه سنی ۲ تا ۴ سال و ماهیان ماده متعلق به گروه سنی ۲ تا ۵ سال بودند. بررسی بین سه گروه سنی ماهیان نر نشان داد که براساس آزمون واریانس یک‌طرفه و توکی از لحاظ وزن، طول کل و وزن گناد و براساس آزمون کروسکال-والیس و من-ویتنی از لحاظ طول گناد اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). همچنین براساس آزمون واریانس یک‌طرفه از لحاظ طول چنگالی و شاخص GSI و براساس آزمون کروسکال-والیس از لحاظ وزن کبد و شاخص HSI اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). بین چهار گروه سنی ماهیان ماده براساس آزمون واریانس یک‌طرفه و توکی از لحاظ وزن، طول کل، طول چنگالی و وزن گناد و براساس آزمون کروسکال-والیس و من-ویتنی از لحاظ طول گناد و هماوری اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). همچنین براساس آزمون واریانس یک‌طرفه از لحاظ شاخص GSI و براساس آزمون کروسکال-والیس از لحاظ وزن کبد، هماوری نسبی و شاخص HSI اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول ۱).

بررسی بین ماهیان نر مهاجر به رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی نشان داد که براساس آزمون من-ویتنی از لحاظ وزن گناد، طول گناد، وزن کبد و شاخص HSI اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). همچنین براساس آزمون تی-استیودنت از لحاظ وزن و طول کل و براساس آزمون من-ویتنی

بزرگ شدن، (۳) مرحله قادر به تخم‌ریزی و اسپرم-ریزی: تخمک‌ها بزرگ و محکم، (۴) مرحله پس‌روی: تخمدان‌ها کوچک و شل و (۵) مرحله باززایی: تخمدان‌ها کوچک، اغلب نخ مانند. ماهی نر: (۱) مرحله نابالغ: وجود اسپرماتوگونی (Sg1) در گناد، (۲) مرحله در حال رشد: وجود اسپرماتوسیت‌ها در لوبول‌ها، (۳) مرحله قادر به تخم‌ریزی و اسپرم‌ریزی: بیضه‌ها بزرگ و محکم، (۴) مرحله پس‌روی: عدم انتشار اسپرم با فشار به ناحیه شکم، حضور اسپرماتوزوآ در لوله‌های اسپرم‌بر و (۵) مرحله باززایی: بیضه‌ها کوچک و بدون اسپرماتوسیت، رشد اسپرماتوگونی در سرتاسر بیضه. برای تجزیه و تحلیل داده‌ها از نرم‌افزار SPSS 18 و برای رسم نمودارها از برنامه Excel 2010 استفاده گردید. این تحقیق در قالب طرح کاملاً تصادفی انجام گرفت. در ابتدا نرمال بودن داده‌ها با آزمون شاپیرو-ویلک تست گردید. در صورت نرمال بودن توزیع داده‌ها، برای مقایسه میانگین هر یک از فاکتورها بین ماهیان نر و ماده و همچنین بین دو منطقه تالاب انزلی و سفیدرود از آزمون تی-استیودنت (Independent Sample Test) در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. برای داده‌های غیرنرمال از آزمون غیرپارامتریک من-ویتنی استفاده گردید. همچنین برای مقایسه میانگین داده‌ها بین سنین مختلف از آزمون تجزیه واریانس یک‌طرفه (One-way ANOVA) و برای جداسازی گروه‌های همگن از آزمون توکی در سطح احتمال ۵٪ استفاده شد. برای داده‌های غیرنرمال از آزمون غیرپارامتریک کروسکال-والیس و در مقایسه جفتی از آزمون من-ویتنی استفاده گردید.

جدول ۲- شاخص‌های مورد بررسی در ماهیان سیاه‌کولی در دو منطقه تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود.

شاخص‌ها	جنسیت منطقه		ماده	
	نر	تالاب انزلی	سفيدرود	تالاب انزلی
وزن بدن (گرم)	۳۰/۹۴±۴/۱۶ ^a	۳۱/۱۰±۷/۱۷ ^a	۳۴/۳۴±۵/۳۰ ^a	۳۹/۴۴±۷/۷۳ ^b
طول کل (سانتی‌متر)	۱۵/۹۶±۱/۰۳ ^a	۱۵/۶۳±۱/۱۸ ^a	۱۵/۸۰±۰/۹۱ ^a	۱۵/۹۵±۱/۰۶ ^a
طول چنگالی (سانتی‌متر)	۱۴/۸۴±۰/۹۵ ^a	۱۴/۳۶±۱/۱۶ ^a	۱۴/۰۳±۰/۷۶ ^a	۱۴/۱۴±۱/۰۵ ^a
وزن کبد (گرم)	۰/۰۴۱±۰/۰۳۹ ^b	۰/۰۸۵±۰/۰۱۰۳ ^b	۰/۰۱۸±۰/۰۲۱ ^a	۰/۰۳۶±۰/۰۳۸ ^a
شاخص GSI	۴/۰۵±۲/۴۱ ^a	۱۱/۵۵±۵/۲۷ ^a	۵/۶۸±۲/۲۰ ^a	۱۴/۱۴±۴/۸۸ ^b
شاخص HSI	۰/۱۲۹±۰/۱۱۱ ^b	۰/۲۷۳±۰/۳۳۸ ^b	۰/۰۵۶±۰/۰۷۷ ^a	۰/۰۹۱±۰/۰۸۷ ^a
هماوری مطلق	-	۹۵۱۳/۰۹±۷۲۵۲/۸ ^a	-	۱۱۷۶۰/۵۷±۱۱۰۰۳/۳ ^b
هماوری نسبی	-	۳۲۹/۴۲±۲۱۹/۰ ^a	-	۳۳۴/۷۴±۲۶۸/۶۴ ^b

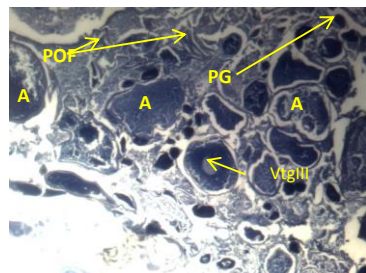
حروف لاتین غیرمشترک، نشان‌دهنده اختلاف بین سنین است ($P < 0.05$).



۲ الف



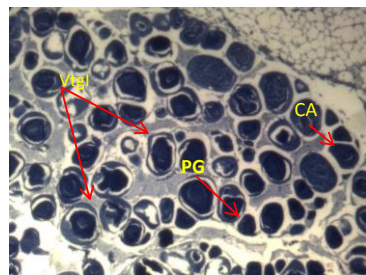
۱ الف



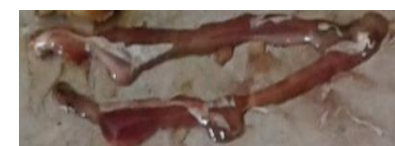
۲ ب



۱ ب

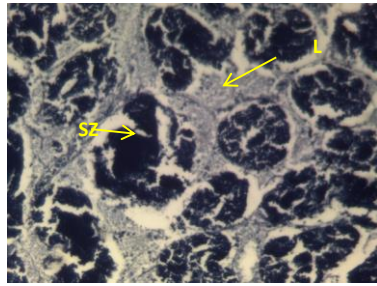


۲ ج



۱ ج

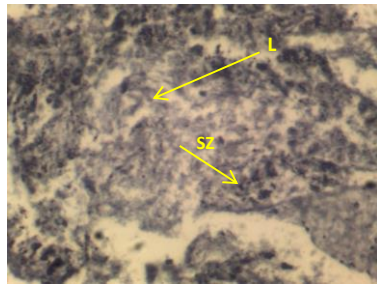
شکل ۱- تصاویر میکروسکوپی و میکروسکوپی از مراحل رسیدگی جنسی تخمدان در ماهیان سیاه‌کولی تالاب انزلی و سفیدرود در فصل تولیدمثل. الف ۱. تصویر میکروسکوپی از گناد ماده در مرحله نهایی رسیدگی جنسی و فعال از نظر تخم‌ریزی (Spawning capable)، الف ۲. تصویر میکروسکوپی از بافت تخمدان در مرحله رسیدگی نهایی (ژرمینال وزیکول یا هسته GV، مهاجرت وزیکول ژرمینال GVM=)، ب ۱. تصویر میکروسکوپی تخمدان پس از تخلیه و تخم‌ریزی، ب ۲. تصویر میکروسکوپی از بافت تخمدان تخلیه شده (Spent=Regressing) (آترزیا A=، فولیکول خالی از تخمک POF=، تخمک در مرحله رشد ابتدایی PG=، تخمک در مرحله ۳ زرده‌گیری Vtg3=)، ج ۱. تصویر میکروسکوپی از گناد ماده در مرحله رشد مجدد و بازبایی، ج ۲. تصویر میکروسکوپی از تخمدان در مرحله بازبایی (Regenerating) (تخمک در مرحله رشد ابتدایی PG=، تخمک با آلونول‌های کنار غشا CA=، تخمک در مرحله ۱ زرده‌گیری Vtg1= (رنگ آمیزی اتوزین-هماتوکسیلین، ×۴۰۰).



الف ۲



الف ۱



ب ۲



ب ۱

شکل ۲ - تصاویر ماکروسکوپی و میکروسکوپی از مراحل رسیدگی جنسی گنادهای ماهیان سیاه‌کولی تالاب انزلی و سفیدرود در فصل تولیدمثلی. الف ۱. تصویر ماکروسکوپی از گنادهای نهایی رسیدگی جنسی (spawning capable)، الف ۲. تصویر میکروسکوپی از بافت گنادهای نهایی رسیدگی جنسی (لومن = L، اسپرماتوزوآ = Sz)، ب ۱. تصویر ماکروسکوپی گنادهای نهایی شده، ب ۲. تصویر میکروسکوپی از گنادهای نهایی شده (spent=regressing) (لومن = L، اسپرماتوزوآ = Sz) (رنگ آمیزی اتوزین-هماتوکسیلین $\times 400$).

۳) مرحله بازبایی و شروع مجدد برای رسیدگی مجدد تخمدان (Regenerating = V).

از لحاظ شاخص‌های ظاهری و بافت‌شناختی گنادهای نهایی رسیدگی جنسی در ماهیان سیاه‌کولی نه‌صید شده از تالاب انزلی و سفیدرود در فصل تولیدمثلی تشخیص داده شد که به شرح زیر می‌باشند (شکل ۲):

۱) مرحله نهایی رسیدگی جنسی و آماده برای اسپرم‌ریزی (Spawning capable = III)

۲) مرحله اسپرم ریخته و درحال استراحت (Regressing or spent = IV)

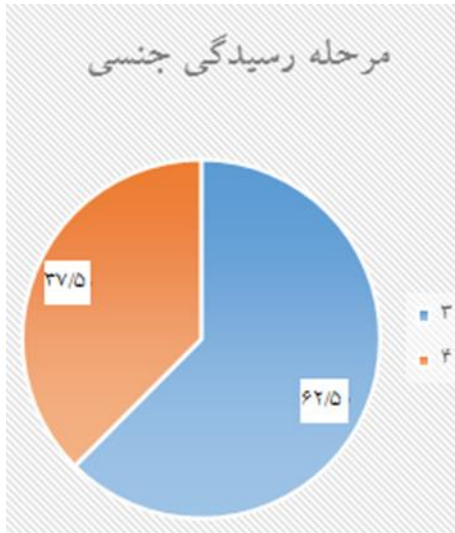
در مجموع می‌توان گفت که زادآوری و تکثیر بخشی از ماهیان مولد سیاه‌کولی در تالاب انزلی نسبت به مولدین موجود در سفیدرود زودتر شروع شده و به پایان رسیده و با توجه به این‌که مجموع درصد ماهیان ماده تخم‌ریزی نموده و ماهیان در مرحله بازبایی در تالاب (۱۶ درصد) و درصد ماهیان نه‌اسپرم‌ریزی نموده در تالاب (۳۷/۵ درصد) بیشتر از درصد ماهیان ماده تخم‌ریزی نموده (۹/۵ درصد) و ماهیان نه‌اسپرم‌ریزی نموده (۶/۶ درصد) در سفیدرود بود می‌توان گفت که

از لحاظ طول چنگالی و شاخص GSI اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$). بین ماهیان ماده مهاجر به رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی براساس آزمون تی-استیودنت از لحاظ وزن کل و براساس آزمون من-ویتنی از لحاظ وزن گنادهای، وزن کبد، همواری، همواری نسبی، شاخص GSI و شاخص HSI اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده شد ($P < 0.05$). همچنین براساس آزمون تی-استیودنت از لحاظ طول کل، طول چنگالی، و براساس آزمون من-ویتنی از لحاظ طول گنادهای اختلاف معنی‌دار آماری مشاهده نشد ($P > 0.05$) (جدول ۲).

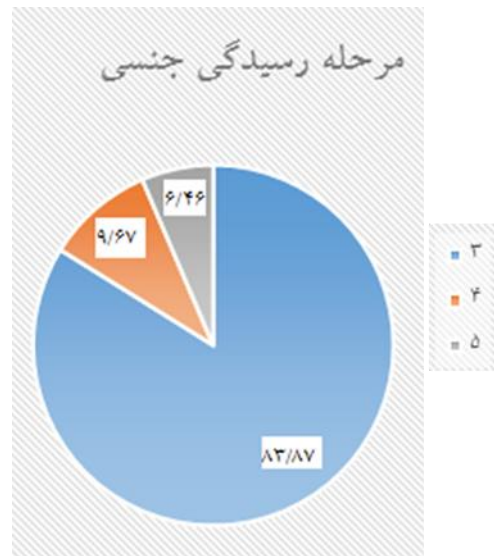
از لحاظ شاخص‌های ظاهری و بافت‌شناختی تخمدان، ۳ مرحله رسیدگی جنسی در ماهیان سیاه‌کولی ماده صید شده از تالاب انزلی و سفیدرود در فصل تولیدمثلی تشخیص داده شد که به شرح زیر می‌باشند (شکل ۱):

۱) مرحله نهایی رسیدگی جنسی و آماده برای تخم‌ریزی (Spawning capable = III)

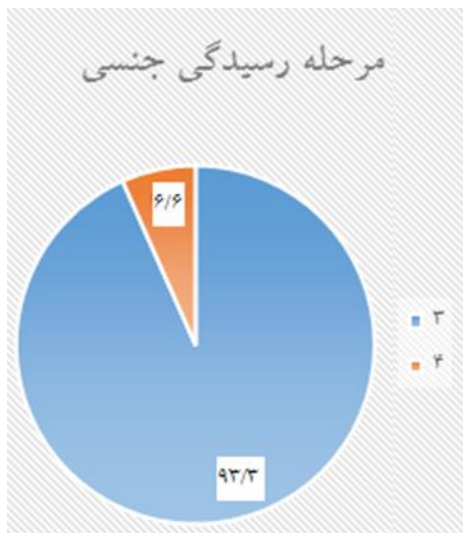
۲) مرحله تخم ریخته و درحال استراحت (Regressing or spent = IV)



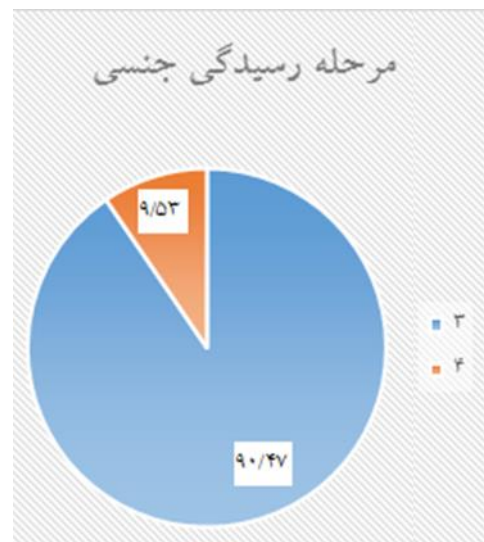
شکل ۵ - درصد ماهیان سیاه کولی نر در مراحل مختلف رسیدگی جنسی در فصل تولیدمثل در تالاب انزلی.



شکل ۳ - درصد ماهیان سیاه کولی ماده در مراحل مختلف رسیدگی جنسی در فصل تولیدمثل در تالاب انزلی.



شکل ۶ - درصد ماهیان سیاه کولی نر در مراحل مختلف رسیدگی جنسی در فصل تولیدمثل در رودخانه سفیدرود.



شکل ۴ - درصد ماهیان سیاه کولی ماده در مراحل مختلف رسیدگی جنسی در فصل تولیدمثل در رودخانه سفیدرود.

طول کل ماهیان سیاه کولی نر و ماده بین تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود دارای اختلاف کمی بود. این تفاوت وزن و طول بستگی به عوامل مختلفی دارد. همچنین این تفاوت‌ها در شاه کولی مهاجر به تالاب انزلی (Rahbar *et al.*, 2013; Pouresmaeilian *et al.*, 2016) و شاه کولی مهاجر به رودخانه سفیدرود (Azari Takami and Rajabi Nejad, 2002) گزارش شده است. البته این تغییرات به سن ماهیان مهاجر و شرایط تغذیه ای نیز بستگی داشته، به طوری- که براساس نتایج این تحقیق وزن و طول ماهیان با افزایش سن روند صعودی و تفاوت معنی داری داشته

زمان تکثیر در مولدین سیاه کولی مهاجر به تالاب زودتر از مولدین مهاجر به سفیدرود است (شکل‌های ۳، ۴، ۵ و ۶).

۴. بحث و نتیجه گیری

این بررسی با هدف ارزیابی توان تولیدمثلی و بافت‌شناسی گنادهای مولدین سیاه کولی مهاجر (*Vimba persa*) به تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود انجام شد. مطالعه حاضر نشان داد که ماهیان سیاه کولی نر و ماده مهاجر به رودخانه سفیدرود از وزن بیشتری نسبت به ماهیان تالاب انزلی برخوردار بودند. میانگین

GSI حاکی از اهمیت کبد و بافت چربی آن در ساخت و توسعه اندام تناسلی ماده و تخمک می‌باشد. در بسیاری از گونه‌ها، شاخص HSI شاخص مناسبی برای پیش‌بینی وضعیت گنادوسوماتیک و مقدار انرژی اختصاص داده شده برای تولیدمثل می‌باشد (Yagarina and Marshall, 2000). به‌طور عمده در بسیاری از گونه‌های ماهیان، در اوج تولیدمثل که شاخص گنادوسوماتیک در بالاترین مقدار خود می‌باشد، مقدار HSI نیز افزایش می‌یابد (Galloway and Munkittrick, 2006).

دوره تخم‌ریزی گونه‌های مشابه ممکن است به دلیل شرایط اقلیمی متفاوت در نواحی مختلف جغرافیایی فرق کند که ممکن است به علت شرایط اکولوژیک آبی باشد که آن گونه‌ها در آن زندگی می‌کنند. شرایط اکولوژیک آب توسط فاکتورهای محیطی تعیین می‌شود. بنابراین احتمال دارد زمان شروع و پایان دوره تخم‌ریزی در گونه‌های یکسان در ماه‌های متفاوتی باشد (Balik et al., 2006). زمان‌بندی، فراوانی و طول مدت تخم‌ریزی، رشد، میزان هم‌آوری، اندازه و سن بلوغ ارتباط مستقیمی با محیط دارد (Smith and Walker, 2004).

مطالعه روند توسعه گنادها با بررسی بافت‌شناسی گنادها، اطلاعات دقیق‌تر و کامل‌تری را در مورد فیزیولوژی تولیدمثل ماهیان ارائه می‌کند که به درک تغییرات سالانه جمعیتی کمک شایانی می‌نماید (Bromage et al., 1992). ماهیان استخوانی از دو نوع استراتژی تخم‌ریزی برخوردار می‌باشند. نوع اول که در بیشتر ماهیان دیده می‌شود تخم‌ریزی هم‌زمان (Synchronous) می‌باشد. بدین معنی که تخمک‌های رسیده در یک زمان یا دوره مشخص از تخمدان خارج می‌شوند. براساس یافته‌های این تحقیق در سیاه‌کولی نیز تخم‌ریزی یک‌دفعه رخ می‌دهد. در حالی که در برخی ماهیان تخم‌ریزی از نوع غیرهم‌زمان (Asynchronous) است که به دفعات متعدد و طی زمان‌های مختلف فعالیت‌های تولیدمثلی و تخم‌ریزی خود را انجام می‌دهند (Pouresmaeilian et al., 2016). بررسی مطالعات بافت‌شناسی از لحاظ میکروسکوپی در مولدین ماده نشان داد که ۳ مرحله رسیدگی جنسی در ماهیان سیاه‌کولی ماده صید شده از تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود در فصل تولیدمثل

است. مطالعه روی سیاه‌ماهی (*Capoeta razii*) ماده رودخانه سفیدرود (Rasta et al., 2011) و سیاه‌ماهی نر رودخانه سفیدرود (Khodadoust et al., 2013) نشان داد که طول و وزن ماهی با افزایش سن افزایش می‌یابد. هم‌آوری مطلق ماهیان ماده سیاه‌کولی مهاجر به رودخانه سفیدرود بیشتر از تالاب انزلی بود. در واقع می‌توان گفت بین دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود داشته که با نتایج مطالعه روی سیاه‌کولی گرگانرود و آب‌های ساحلی سواحل محمودآباد (Rahmani et al., 2011) و سیاه‌کولی در آب‌های ساحلی دریای خزر (Chaichi et al., 2011) هماهنگی دارد. هم‌آوری تحت تاثیر سن ماهی، طول ماهی، وزن ماهی، اندازه تخم، تغذیه ماهی، فصل و شرایط محیطی قرار دارد (Nikolsky, 1963). علاوه بر آن، هم‌آوری بین جمعیت‌های گونه‌های مشابه متفاوت می‌باشد و از سالی به سال دیگر ثابت باقی نمی‌ماند (Yildirim and Aras, 2000). تفاوت در میزان هم‌آوری یک گونه در مناطق مختلف را به تفاوت‌های ژنتیکی زیرگونه‌های مختلف و عوامل محیطی مانند تهیه و در دسترس بودن غذا، تراکم جمعیت و تغییرات دما نسبت می‌دهند (Unlu and Balci, 1993). به‌طورکلی هم‌آوری مطلق با طول و سن رابطه مستقیم دارد و در این بررسی ماهیان ۵ ساله دارای بیشترین هم‌آوری بوده که این نتیجه مشابه تحقیقات روی ماهی سفید کولی تالاب انزلی (Rahbar et al., 2013) و سیاه‌ماهی ماده رودخانه سفیدرود (Rasta et al., 2011) بوده است. مطالعه حاضر نشان داد که وزن گناد ماهیان نر و ماده سیاه‌کولی با افزایش سن افزایش می‌یابد. نتایج مطالعه روی سیاه‌ماهی ماده رودخانه سفیدرود (Rasta et al., 2011) و سیاه‌ماهی نر رودخانه سفیدرود (Khodadoust et al., 2013) نیز نشان‌دهنده همین امر است.

مقدار شاخص GSI در ماهیان سیاه‌کولی نر و ماده مهاجر به رودخانه سفیدرود بیشتر از ماهیان تالاب انزلی بود. مقادیر متفاوتی از این شاخص نیز بین تالاب انزلی، رودخانه سفیدرود، شیرود و چمخاله گزارش شده است (Rahbar et al., 2013). مطالعه حاضر اختلاف معنی‌دار شاخص HSI را در دو منطقه نمونه-بردار نشان داد. تغییرات هماهنگ HSI نسبت به

با باروری معین، POFها به طور غالب دیده می‌شوند و معمولاً مقدار کم یا هیچ اووسیت ویتلوژنیک دستخوش آترزیا مشاهده نمی‌شود. مرحله بازسازی، با تخمدان‌هایی شامل اووگونیا و اووسیت‌های با رشد اولیه شناخته می‌شود که مشابه مرحله نابالغ است. در ماهیان استخوانی که اووسیت‌های دریایی تولید می‌کنند، در طول مرحله بازسازی، قطرات چربی اطراف هسته می‌تواند در اووسیت‌های PG مشاهده شود، مرحله‌ای از PG که در ماهیان نابالغ وجود ندارد (Grier et al., 2009).

در تصاویر میکروسکوپی گناد مولد نر سیاه‌کولی از لحاظ شاخص‌های ظاهری و بافت‌شناختی گناد نر، ۲ مرحله رسیدگی جنسی تشخیص داده شد که شامل: (۱) مرحله نهایی رسیدگی جنسی و آماده برای اسپرم-ریزی (Spawning capable= III) و (۲) مرحله اسپرم‌ریخته و در حال استراحت (Regressing or spent= IV) می‌باشند. در بررسی ماهی شاه‌کولی گزارش شد که ۳ مرحله از اسپرماتوزن، اسپرماتوزوآ و اسپرماتید قابل مشاهده بود (Pouresmaeilian et al., 2016).

در مجموع درصد تعداد ماهیان سیاه‌کولی نر و ماده در رودخانه سفیدرود و تالاب انزلی در مرحله ۳ رسیدگی جنسی از سایر مراحل بیشتر بود. بررسی روی سیاه‌کولی در بندر کیشهر نشان داد که بیشترین تعداد ماهیان در مرحله ۴ و ۵ رسیدگی جنسی بوده و دلیل عدم مشاهده مولدان در مراحل آخر رسیدگی جنسی (مرحله رسیدگی ۶ و ۷) مهاجرت مولدان آماده تخم-ریزی به رودخانه‌ها می‌باشد (Hosseini Kenari et al., 2010). به نظر می‌رسد علت این اختلاف در ماهیان سیاه‌کولی مهاجر به تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود را می‌توان در تفاوت دو زیستگاه دانست. به طوری که تالاب انزلی با توجه به این که یک اکوسیستم ایستایی با تنوع متنوع گیاهی است، بستر مناسبی را برای تخم‌ریزی سیاه‌کولی‌های مهاجر به تالاب فراهم می‌نماید. در حالی که رودخانه سفیدرود یک زیستگاه جاری بوده که ماهیان سیاه‌کولی مهاجر به این رودخانه جهت یافتن بستر تخم‌ریزی مناسب ناچار به طی مسیرهای طولانی جهت رسیدن به نواحی بالادست می‌باشند. چنین وضعیتی در شاه‌کولی و ماهی سفید مهاجر به تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود

تشخیص داده شد که شامل: (۱) مرحله نهایی رسیدگی جنسی و آماده برای تخم‌ریزی (Spawning capable= III)، (۲) مرحله تخم‌ریخته و در حال استراحت (Regressing or spent= IV) و (۳) مرحله بازبایی و شروع مجدد برای رسیدگی مجدد تخمدان (Regenerating= V) بودند. زمان شروع مهاجرت سیاه‌کولی اسفند ماه می‌باشد (Hosseini Kenari et al., 2010). این مهاجرت ماهیان سیاه‌کولی به رودخانه‌ها تحت تأثیر عوامل متعددی از قبیل دمای آب و هوا و غیره می‌باشد. دوره رسیدگی جنسی ماهی سیاه‌کولی از بهمن ماه شروع شده و در خرداد ماه به اوج خود می‌رسد (Kazanchev, 1981).

در تخم‌ریزهای یک‌باره مانند سیاه‌کولی در تحقیق حاضر، تخمدان‌ها در زیرفاز تخم‌ریزی فعال معمولاً تنها دو نوع اووسیت دارند: اووسیت با رشد اولیه و OM ثانویه. با این حال، تخمک‌گذاری و انتشار تمام اووسیت‌های بالغ در تخمدان برخی از تخم‌ریزهای یک‌باره ممکن است روزهای متوالی طول بکشد (Pavlov et al., 2009). همچنین مطالعه دیگری نشان داد که الگوی توسعه تخمدان سیاه‌کولی از نوع غیرهمزمان بوده و جزو ماهیانی می‌باشد که در چند نوبت تخم‌ریزی می‌کند (Hliwa et al., 2002). از این رو POFها اغلب در این ماهیان وجود دارند. گاهی اوقات بخش کوچکی از اووسیت‌های Vtg3 ممکن است برای مدت کوتاهی که اووسیت‌ها دستخوش OM می‌شوند، همزمان وجود داشته باشند. در مقابل، تخم‌ریزهای متوالی معمولاً دارای اووسیت‌های ویتلوژنیک و اووسیت‌های OM هستند که همزمان در طی زیرفاز تخم‌ریزی فعال وجود دارند و وجود POFها نشان‌دهنده تخم‌ریزی قبلی است. تفاوت در استراتژی‌های تولیدمثل (شامل زمان تکمیل شدن OM گونه‌های مجزا) و اهداف تحقیقاتی مختلف مرتبط با پویایی تخم‌ریزی می‌تواند تنظیم ایجاد زیرفازها در مرحله قابلیت تخم‌ریزی و نیز زیرفاز تخم-ریزی فعال که در این جا ارائه شد را ایجاد کند. با پایان چرخه تولیدمثل، ماهیان وارد مرحله پس‌روی می‌شوند که با وجود آترزیا اووسیت، کاهش تعداد اووسیت‌های ویتلوژنیک و در برخی موارد، POFها شناخته می‌شود. در تخم‌ریزهای یک‌باره، تنها اووسیت‌های PG وجود دارند. در تخم‌ریزهای متوالی

های ماده صید شده از سفیدرود فقط مرحله III و IV مشاهده گردید و بدین معناست که زادآوری و تکثیر بخشی از ماهیان مولد سیاه‌کولی در تالاب انزلی نسبت به مولدین موجود در سفیدرود زودتر شروع شده و به پایان رسیده است. پس می‌توان نتیجه گرفت که زمان تکثیر در مولدین سیاه‌کولی مهاجر به تالاب زودتر از مولدین مهاجر به سفیدرود است. از طرفی با توجه به تصاویر بافت‌شناسی تخمک‌ها، تمامی تخمدان ماهیان به یکباره آماده تخم‌ریزی می‌گردد، یعنی تخم‌ریزی آن‌ها از نوع همزمان می‌باشد.

هم دیده شده است (Shafiei Sabet *et al.*, 2010; Rahbar *et al.*, 2013). البته اظهار نظر نهایی راجع به این تفاوت‌ها نیاز به بررسی بیشتر راجع به این گونه و سایر گونه‌های مهاجر به تالاب انزلی و رودخانه سفیدرود دارد.

نتیجه‌گیری

در نتیجه این مطالعه نشان می‌دهد که در ماهیان ماده سیاه‌کولی صید شده از تالاب انزلی هر ۳ مرحله رسیدگی جنسی مشاهده شد. در حالی که در سیاه‌کولی

References

- Abbasi, F., Oryan, S.H., Matinfar, A., 2005. Histology and morphology of ovary of *Epinephelus coioides* in the Khozestan province, Persian Gulf. *Research and Development in Livestock and Aquaculture* 66, 68-74. (In Persian)
- Abdali, S., 2006. Investigation on the structure of ovarian tissue in *Thunnus tonggol* and *Euthunnus affinis* in Hormozgan province (Persian Gulf). *Journal of Basic Sciences, Islamic Azad University* 6(21), 45-59. (In Persian)
- Abdoli, A., Naderi Jelodar, M., 2008. Biodiversity of fishes of the Southern basin of the Caspian Sea. Aquatic Scientific Publishing. 242 p. (In Persian)
- Abtahi, B., Taghavi Jelodar, H., Yousefian, M., Fazli, H., 2004. Anatomical and Histological study of ovarian tissue in *Clupeonella delicatula* of the southern Caspian Sea (Babolsar area). *Research and Development in Livestock and Aquaculture* 63, 47-54. (In Persian)
- Akhundov, M.M., Fedorov, M., 1995. Effect of exogenous estradiol on ovarian development in juvenile Sterlet (*Acipenser ruthenus*). *Journal of Ichthyology* 33, 109-120.
- Alijanpour, N., Falah Shamsi, S.Z., 2008. Effect of age, egg diameter, color of egg, fish length, fish weight, water temperature and time on fecundity and percentage of fertilization in Kutum (*Rutilus frisii kutum*) migrating to Shiroud river. Bachelor thesis, Islamic Azad University, Lahijan Branch. 187 p. (In Persian)
- Azari Takami, G.H., Rajabi Nejad, R., 2002. Fecundity study of shemaya (*Chalcalburnus chalcoides*, Guldenstaedt 1772) in Sefidroud River. *Agriculture and Natural Resource* 6(4), 231-238. (In Persian)
- Bahmani, M., Kazemi, R., 1998. Histological study on the gonad of the young sturgeon. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 1, 1-16. (In Persian)
- Balik, B., Cubuk, H., Ozkok, R., Uysal, R., 2006. Reproduction properties of pike (*Esox lucius* L., 1758) population in Lake Karamik (Afyonkarahisar/Turkey). *Turkish Journal of Zoology* 30(1), 27-34.
- Biswass S.P., 1993. Manual of method in fish biology. South Asian Publisher publications Limited. 145 p.
- Bromage, N., Jones, J., Randall, C., Thrush, M., Davies, B., Springate, J., Duston, J., Barker, G., 1992. Broodstock management, fecundity, egg quality and the timing of egg production in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100, 141-166.
- Brown-Peterson, N.J., Wyanski, D.M., Saborido-Rey, F., Macewicz, B.J., Lowerre-Barbieri, S.K., 2011. A Standardized Terminology for Describing Reproductive Development in Fishes. *American Fisheries Society* 3, 52-70.
- Chaichi, A.R., Vosoughi, G.H., Kaymaram, F., Jamili S., Fazli, H., 2011. Reproduction characteristics of *Vimba vimba persa* (Pallas, 1811) in coastal waters of the Caspian Sea. *Iranian Journal of Fisheries Sciences* 10(4), 585-595. (In Persian)
- Eagderi, S., 2002. Histological study of sexual growth in male and female *Barbus capito*. Master thesis. University of Tehran, Faculty of Natural Resources. 96 p. (In Persian)
- Eagderi, S., Majazi Amiri, B., Mirvaghefi, A., 2006. Histological study of testicular structure and reproduction cycle in male *Barbus capito* immigrant to Sefidroud and Polerood. *Journal of Natural Resources of Iran* 1, 139-149. (In Persian)
- Epler, P., Łuszczek-Trojnar, E., Socha, M., Szczerbik, P., Sokołowska-Mikołajczyk, M., Popek, W., 2008. Growth rate and Histological picture of the gonads of Pike, *Esox lucius* and Pikeperch, *Sander lucioperca*, from the Tresna reservoir (Lake Zywieckie). *Archives of Polish Fisheries* 16(2), 147-154.

- Galloway, B.J., Munkittrick, K.R., 2006. Influence of seasonal changes in relative liver size, condition, relative gonad size and variability in ovarian development in multiple spawning fish species used in environmental monitoring programmes. *Journal of Fish Biology* 69, 1788-1806.
- Ganias, K., Somarakis, S., Machias, A., Theodorou, A., 2004. Pattern of oocyte development and batch fecundity in the Mediterranean sardine. *Fisheries Research* 67, 13-23.
- Grier, H.J., Uribe-Aranzabal, M.C., Patino, R., 2009. The ovary, folliculogenesis, and oogenesis in teleost. In: BGM. Jamieson editor. Reproductive biology and phylogeny of fishes (agnathans and bony fishes). Science Publishers, Enfield, New Hampshire. P. 25-84.
- Halajian, A., Kazemi, R., Mohseni, M., Dajandian, S., Yousefi Jordehi, A., Bahmani, M., Pourdehghani, M., Yazdani, M.A., Yeganeh, H., 2011. Histological study of gonad in *Acipenser persicus*. *Journal of Veterinary Research* 3, 229-233. (In Persian)
- Hliwa, P., Demska-Zakes, K., Martyniak, A., 2002. Annual ovarian cycle of *Vimba vimba* (L.) from the Drawieski national park in northwest Poland. *Archives of Polish Fisheries* 10, 41-50.
- Hosseini Kenari, S.M., Alam, M., Ardalan, A., Behnaz, M., 2010. Study on biology of reproduction in *Vimba vimba* (L. 1758) in Kiashahr region. *Journal of Fisheries Islamic Azad University* 4(3), 61-47. (In Persian)
- Hosseinzadeh Sahafi, H., Soltani, M., Dadvar, F., 2001. Biology and reproduction of *Silago sihama* in Persian Gulf. *Iranian Scientific Fisheries Journal* 1, 37-54. (In Persian)
- Imanpoor, M.R., Zad Majid, V., 2009. Introduction on reproduction of fishes. Gorgan University of Agricultural Science and Natural Resources Publishing. 190 p. (In Persian)
- Kazanchev, A.N., 1981. Fishes of Caspian Sea and its basin. Translated by Shariati A. Publications of Iranian Fisheries Company. 171 p.
- Khodadoust, A., Rasta, M., Khara, H., Rahbar, M., 2013. Determination of biometry and gonadosomatic index in male *Khramulia (Capoeta capoeta gracilis)*, Keyserling 1861) in Sefidroud River. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5(4), 409-413.
- Khodadoust, A., Imanpoor, M.R., Taghizadeh, V., Khara, H., 2015. Study on the ovarian structure of Pike (*Esox lucius* Linnaeus, 1758) in Anzali wetland. *The Quarterly Journal of Animal Physiology and Development* 8(2), 13-22. (In Persian)
- Kohnejad, A., Azarpour, P., 2003. Morphometric and meristic study of *Shemaya* immigrant to Chamkhaleh River. Bachelor thesis. Islamic Azad University, Lahijan Branch. 103 p. (In Persian)
- Komova, N.I., Khal'ko, V.V., 2003. Comparative analyses of the biochemical composition of gonads in bream (*Abramis brama*) From Different pre-spawning aggregations. *Journal of Ichthyology* 43, 94-197.
- Lusk, S., Hanel, L., Luskova, S., 2004. Red list of the ichthyofauna of the Czech Republic: Development and present status. *Folia Zoologica* 53, 215-226.
- Murua, H., Saborido Rey, F., 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the north Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science* 33, 23-31.
- Nikolsky, G.V., 1963. Ecology of Fishes. Translated from Russian, Israel Scientific Program. 131 p.
- Parenti, L.R., Grier, H.J., 2004. Evolution and phylogeny of gonad morphology in bony fishes. *Integrative and Comparative Biology* 44, 333-348.
- Pavlov, D.A., Emel'yanova, N.G., Novikov, G.G., 2009. Reproductive dynamics. In: T. Jakobsen MJ. Fogarty BA. Megrey and E. Moksness editors. Fish reproductive biology. Wiley-Blackwell Scientific Publications, Oxford, UK. P. 48-69.
- Pouresmaeilian, M., Khara, H., Ahmadnezhad, M., 2015. Sexual maturity in male *Shemaya (Alburnus chalcooides)* immigrant to Anzali wetland. *Journal of Applied Ichthyological Research* 1, 1-14.
- Pouresmaeilian, M., Khara, H., Ahmadnezhad, M., 2016. Study of sex steroid hormones and ovarian Histology in female *Shemaya (Alburnus chalcooides)* immigrant to Anzali wetland. *Journal of Experimental Animal Biology* 1, 9-22. (In Persian)
- Pousti, A., Adib Moradi, M., Fazili, A., 2003. Comparative Histology and Histological techniques. Thran University Press. 546 p.
- Rahbar, M., Khara, H., Khodadoust, A., Abbaspour, R., 2013. Fecundity and gonadosomatic index of *Alburnus chalcooides* (Guldenstaedt, 1772) immigrant to Anzali wetland, Guilan province, northern Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences* 5(4), 449-452.
- Rahmani, H., Kamali Pashkolaei, A., Patimar, R., 2011. Investigation of the biological properties of *Vimba vimba* in Gorganroud River and coastal waters of Caspian Sea in Mahmooodabad region. *Journal of Natural Resources of Iran* 64(3), 259-268 (In Persian)
- Rasta, M., Khodadoust, A., Khara, H., Rahbar, M., 2011. Determination of some biometry and fecundity indicators in female *Khramulia (Capoeta capoeta gracilis)*, Keyserling 1861) in Sefidroud River. *Journal of Animal Environment* 2, 41-48. (In Persian)
- Shafiei Sabet, S., Imanpoor, M.R., Aminian Fatideh, B., Gorgin, S., 2010. Histological study of ovarian development and sexual maturity of Kutum (*Rutilus frisii kutum*). *World Applied Sciences Journal* 8(11), 1343-1350.
- Shreck, C.B., Moyel, P.B., 1990. Methods for fish biology. American fisheries society. Bethesda, Maryland, USA. 684 p.
- Smith, B.B., Walker, K.F., 2004. Spawning dynamics of common carp in the River Murray, South Australia, shown by macroscopic and Histological staging of gonads. *Journal of Fish Biology* 64, 336-354.

- Sorynejad, A., Nikkhah Khajeh Ataei, S.H., Kamrani, A., Ghodrati Shojaee, M., Shahsavari, M., Asadi, M., 2012. Biology of Reproduction in *Acanthopagrus latus* in Coastal Waters of Hormozgan. *Journal of Aquatic Ecology* 2(2), 56-67. (In Persian)
- Trojnar, E.L., Drag-Kozak, E., Kleszcz, M., Popek W., Epler, P. 2008. Gonadal maturity in vimba (*Vimba vimba* L.) raised in carp ponds. *Journal of Applied Ichthyology* 24, 316-332.
- Unlu, E., Balic, K., 1993. Observation on the reproduction of *Leuciscus cephalus orientalis* (Cyprinidae) in savurstream (Tutkey). *Cybiurn* 17(3), 250-271.
- Vladic, T.V., Afzelius, B.A., Bronnikov, G.E., 2002. Sperm Quality as Reflected Through Morphology in Salmon Alternative Life Histories. *Biology of Reproduction* 66(1), 98-105.
- Yagarina N.A., Marshall, C.T., 2000. Trophic influences on interannual and seasonal variation in the liver condition index of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*). *Journal of Marine Science* 57, 42-55.
- Yildirim, A., Aras, M.S., 2000. Some reproduction characteristics of *Capoeta tinca* (Heckel, 1843) living in the Oltu Stream of Coruh Basin. *Turkish Journal of Zoology* 95-101.