

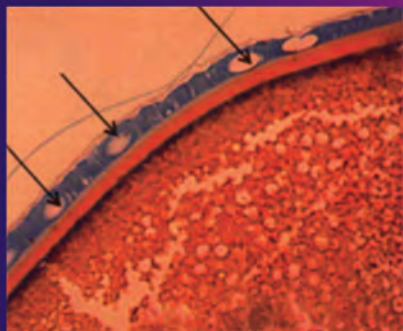


دانشگاه گیلان
۱۳۵۳ - ۱۹۷۴

اطلس ناهنجاری‌های زیستی در گامتوژنیز و مراحل اولیه رشد و نمو تاسماهیان

چاپ اول

اداره چاپ و انتشارات دانشگاه گیلان



مترجمین

بهرام فلاحتکار | استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

ساره قیاسی | دکترای شیلات

اطلس ناهنجاری‌های زیستی در گامتوژنیز و مراحل اولیه رشد و نمو تاسماهیان



University of Guilan Press

Atlas of Abnormalities in Gametogenesis and Early Life Stages of Sturgeons

Authors

Ruban, G.I., Akimova, N.V., Goriounova, V.B., Mikodina, E.V., Nikolskaya, M.P., Novosadova, A.V.,
Rosenthal, H.K., Sokolova, S.A., Shagayeva, V.G., Shatunovsky, M.I.

Translators

Bahram Falahatkar, Ph. D

Sareh Ghiasi, Ph. D



9 786001 532320

ISBN : 978-600-153-232-0



اطلس ناهنجاری های زیستی

در گامتوژنریز و مراحل اولیه رشد و نمو تاسماهیان

تألیف:

جی. آی، روبان... [و دیگران]

ترجمه:

دکتر بهرام فلاحتکار

استاد دانشکده منابع طبیعی دانشگاه گیلان

دکتر ساره قیاسی

انتشارات دانشگاه گیلان

۱۴۰۰



شابک: ۰-۲۳۲-۱۵۳-۶۰۰-۹۷۸

عنوان و نام پدیدآور	: اطلس ناهنجاری‌های زیستی در گامتوژنز و مراحل اولیه رشد و نمو تاس‌ماهیان / جی.آی. روبان... [و دیگران]. ترجمه بهرام فلاحتکار، ساره قیاسی.
مشخصات نشر	: رشت: دانشگاه گیلان، ۱۳۹۹.
مشخصات ظاهری	: ۱۳۹ ص: مصور (پختی رنگی)، جدول.
شابک	: 978-600-153232-0
وضعیت فهرست نویسی	: فیبا
یادداشت	: عنوان اصلی: Atlas of Abnormalities in Gametogenesis and early Life Stages of Sturgeons
یادداشت	: تألیف جی.آی. روبان، ان.وی. آکیمووا، وی. بی. جور یونووا، ای. وی. مایکو دینا، ام.پی. نیکولسکایا، ای.وی. نووسادووا ...
یادداشت	: کتابنامه: ص ۱۱۵ - ۱۲۶.
موضوع	: تاس‌ماهیان -- فیزیولوژی
موضوع	: Sturgeons -- Physiology
شناسه افزوده	: روبان، گئورگی ایگوریویچ، ۱۹۵۱- م.
شناسه افزوده	: Ruban, G. I. (Georgii Igorevich), 1951-
شناسه افزوده	: فلاحتکار، بهرام، ۱۳۵۳ -، مترجم
شناسه افزوده	: قیاسی، ساره، ۱۳۶۶-، مترجم
شناسه افزوده	: دانشگاه گیلان
رده بندی کنگره	: QL۶۳۸
رده بندی دیویی	: ۵۹۷/۴۲
شماره کتابشناسی ملی	: ۷۳۶۸۱۸۹
اطلاعات رکورد کتابشناسی	: فیبا

اداره چاپ و انتشارات دانشگاه گیلان

نام کتاب	: اطلس ناهنجاری‌های زیستی در گامتوژنز و مراحل اولیه رشد و نمو تاسماهیان
مؤلفان	: جی.آی. روبان... [و دیگران]
مترجمان	: دکتر بهرام فلاحتکار، دکتر ساره قیاسی
ویراستار علمی	: دکتر مسعود ستاری
ویراستار ادبی	: هوشنگ سپهری
نوبت چاپ	: اول، ۱۴۰۰
ناشر	: انتشارات دانشگاه گیلان
شمارگان	: ۱۰۰۰ جلد

* هر گونه چاپ و تکثیر صرفاً در اختیار انتشارات دانشگاه گیلان است.*

ارزش گوشت و خاویار تاس ماهیان از دیرباز مورد توجه انسان بوده و از ۲۷ گونه ماهیان خاویاری در محیط‌های طبیعی برداشت بیش از حد صورت می‌گیرد به‌طوری که صید این ماهیان را در دریای خزر از بیش از ۲۷ هزار تن به تقریباً صفر کاهش داده است. این در حالی است که به‌دلیل ارزش‌های زیاد ماهیان خاویاری، رشد و توسعه آبی‌پروری تاس‌ماهیان هر روز بیشتر شده و امروزه کشورهای زیادی مبادرت به تولید و عرضه این ماهیان به بازارهای داخلی و خارجی می‌نمایند. همگام با توسعه پرورش این گونه‌های ارزشمند در سیستم‌های متراکم آبی‌پروری، ناهنجاری‌ها و بیماری‌های ناشناخته‌ای که بعضاً خاص تاس‌ماهیان است مشاهده می‌شود. همچنین ناهنجاری‌ها و نقوص نیز در مراحل مختلف رشد و نمو و توسعه گنادی آن‌ها در شرایط طبیعی و به‌دلایل مختلف از جمله آلودگی‌های آب و سایر عوامل ممکن است گزارش شده باشد. در این بین وجود راهنمایی که بتواند به محققان و پرورش دهندگان برای شناسایی این ناهنجاری‌ها کمک نماید می‌تواند بسیار موثر باشد. متأسفانه تعداد گونه‌های طبیعی تاس‌ماهیان در برخی نقاط جهان خصوصاً دریای خزر و حوضه آبریز آن شدیداً کاهش یافته است و اطلاعات موجود مربوط به سال‌های قبل و فعالیت محققان مختلف است. با توجه به موارد مذکور، کتابی با عنوان "اطلس ناهنجاری‌ها زیستی در گامتوزن و مراحل اولیه رشد و نمو تاس‌ماهیان" توسط محققان مختلف به رشته تحریر در آمده که در نوع خود حاوی اطلاعات ارزشمندی در خصوص ناهنجاری‌ها مشاهده شده در شرایط طبیعی و تفریخگاه‌ها در لارو، بچه ماهی و ماهیان مولد گونه‌های مختلف است. این اطلس شامل شش فصل است که پس از مقدمه‌ای در خصوص اهمیت تاس‌ماهیان و تعاریف کلی از مراحل اولیه زندگی و توسعه گنادی، به روش‌های مطالعه گامتوزن در تاس‌ماهیان پرداخته و ناهنجاری‌ها ساختاری گناد و گامت‌ها و همچنین لارو و تاس‌ماهیان جوان را در مراحل مختلف توصیف کرده و در فصل آخر به بحث در این خصوص پرداخته است.

کتاب حاضر شامل کارهای مطالعاتی ۱۰ محقق مختلف بوده است که توسط انجمن جهانی حفاظت از ماهیان خاویاری (WSCS) به چاپ رسیده است و در کنفرانس Aquaculture in the Middle East در سال ۲۰۱۵ به‌عنوان هدیه از طرف پروفیسور هارالد روزنتال به مترجم اول اهدا و مورد توجه قرار گرفت.

امید است اطلاعات موجود در این اطلس که عمدتاً راجع به موارد مربوط به گونه‌های تاس‌ماهیان دریای خزر می‌باشد بتواند مورد استفاده محققان، دست‌اندرکاران و پرورش دهندگان ماهیان خاویاری قرار گیرد و به شناخت بیشتر این گونه‌های ارزشمند و حفظ ذخایر آنها و نهایتاً توسعه آبی‌پروری گونه‌های مختلف ماهیان خاویاری کمک شایان توجهی نماید.

فصل اول: مقدمه	۱
۱-۱ تاریخچه مختصری از کاهش مکان‌های صیادی و محافظت تاس ماهیان در روسیه	۱
۱-۲ ضرورت اتخاذ روش‌های جهانی محافظت از تاس ماهیان	۳
۱-۳ روش‌های جدید در پرورش حفاظت شده تاس ماهیان	۳
۱-۴ اهداف تهیه اطلس ناهنجاری‌های زیستی تولیدمثلی	۶
۱-۵ تعاریف کلی از توسعه گنادی و مراحل اولیه زندگی	۸
فصل دوم: مواد و روش‌ها	۱۴
۲-۱ مطالعه گامتوژنز و گنادوژنز تاس ماهیان	۱۴
۲-۲ مطالعه ناهنجاری‌های مشاهده شده در تفریخگاه‌های تولید لارو و ماهیان جوان	۱۶
فصل سوم: ناهنجاری‌های ساختاری گناد و گامت (ضمیمه I، II و III)	۲۰
۳-۱ رشد و نمو طبیعی	۲۰
۳-۲ انواع ناهنجاری‌های گامت‌های رسیده تاس ماهیان ولگا	۲۱
۳-۳ ناهنجاری‌های فراساختاری پوسته تخمک	۲۳
۳-۴ ناهنجاری‌های تخمک‌ها در گامتوژنز و گنادوژنز تاس ماهیان سیری	۲۴
۳-۵ ناهنجاری‌های ساختاری بیضه در گونه‌های مختلف تاس ماهیان	۲۵
۳-۶ جمع بندی کلی	۲۶
فصل چهارم: ناهنجاری‌های ساختاری لارو تاس ماهی (ضمیمه IV)	۲۸
۴-۱ ناهنجاری‌های شکل بدن	۲۹

۱-۱-۴ اشکال غیرطبیعی بدن در جنین‌های آماده تفریخ یا تفریخ شده (مرحله ۳۶).....	۲۹
۱-۲-۴ اشکال غیرطبیعی بدن لاروها در شروع تغذیه (مرحله ۴۵).....	۳۰
۲-۴ ناهنجاری‌های ساختارهای بیرونی قابل مشاهده در جنین‌ها و لاروها.....	۳۱
۱-۲-۴ جنین‌ها در زمان تفریخ (مرحله ۳۶).....	۳۱
۲-۲-۴ لاروها در شروع تغذیه (مرحله ۴۵).....	۳۲
۳-۴ ناهنجاری‌های ساختاری اندام‌های داخلی.....	۳۴
۱-۳-۴ جنین‌های نزدیک تفریخ یا تفریخ شده (مرحله ۳۶).....	۳۴
۲-۳-۴ لاروها در شروع تغذیه (مرحله ۴۵).....	۳۴
۴-۴ ناهنجاری‌های ساختاری بافت‌های جنین در قبل یا زمان تفریخ و در لاروها در هنگام شروع تغذیه.....	۳۵
۵-۴ ناهنجاری‌های فیزیولوژیک در جنین‌ها در زمان تفریخ و در لاروها در هنگام شروع تغذیه.....	۳۷
۶-۴ خطرات مکانیکی در جنین‌های در زمان تفریخ و لاروهای نزدیک به شروع تغذیه.....	۳۸
۷-۴ جمع بندی کلی.....	۳۸
فصل پنجم: ناهنجاری‌های ساختاری در تاس‌ماهیان جوان (ضمیمه V).....	۴۱
فصل ششم: بحث.....	۴۵
ضمیمه I: ناهنجاری‌های ساختار تخمک‌های رسیده تاس‌ماهیان حوضه ولگا - خزر و مولدین پرورشی.....	۴۹
ضمیمه II: ناهنجاری‌های ساختاری تخم تاس‌ماهیان سبیری در طی دوره‌های مختلف گامتوژنز در جمعیت‌های طبیعی.....	۶۲
ضمیمه III: ناهنجاری‌های ساختار بیضه تاس‌ماهیان.....	۷۴
ضمیمه IV: ناهنجاری‌های ساختاری در لارو تاس‌ماهیان حوضه ولگا - خزر و لاروهای پرورشی.....	۷۶
ضمیمه V: ناهنجاری‌ها در تاس‌ماهیان جوان حوضه ولگا - خزر و آبی‌پروری.....	۱۰۲

فهرست جداول

صفحه

جدول ۱ بررسی اجمالی مراحل عمده اونتوژنی در توسعه رشدی تاس ماهیان (بر پایه Dettlaff و همکاران، ۱۹۹۳).

۹.....

جدول ۲ مراحل اولیه زندگی تاس ماهیان مورد استفاده در این تحقیق با منشا مولدین طبیعی (مزارع آبی پروری) و

تعدادی از نمونه‌های مورد آزمایش نشان داده شده است. ۱۶

جدول ۳ جمع‌آوری نمونه تاس ماهیان جوان متعلق به تفریحگاه‌ها از گامت‌های به‌دست آمده از مولدین وحشی. ۱۷.

پیشگفتار

اطلس حاضر نسخه به‌روز شده و کامل‌تر اطلس چاپ شده قبلی است. موارد ارائه شده در این اطلس حاصل جمع‌آوری مطالعات پژوهشگران در طی چند دهه گذشته می‌باشد. در آن زمان اغلب پژوهش‌ها بر پایه تولید انبوه و معرفی گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان به دریای خزر و جمعیت‌های وحشی متمرکز بود. ناهنجاری‌ها نیز مورد توجه قرار می‌گرفتند اما، اغلب بدون توجه به رویکردهای اصولی و پیامدهای زیست محیطی ثبت می‌شدند. در نتیجه، اصول ارائه شده در آن زمان عمدتاً توصیفی بود و شرایط وقوع آن دیگر قابل دسترسی نیست. این امر به دو علت است: (الف) بسیاری از پارامترهای مهم برای درک موقعیت و شرایط میدانی و تفریخگاه‌ها به‌طور کامل ثبت نشده است؛ (ب) متأسفانه یکی از همکاران اصلی (Dr. Nina Akimova) در دهه قبل، مرحوم شده است. بسیاری از این دستورالعمل‌ها و نمونه‌ها برای بررسی مجدد دیگر قابل دسترسی نیستند، بنابراین، درباره توصیف برخی تصاویر اطلاعات ناقصی به‌جای مانده است، تا جایی که حتی نمی‌توان اطلاعات دقیقی از مواد نگهدارنده‌ای که استفاده شده است به‌دست آورد. بنابراین، در بعضی موارد، مقیاس تصاویر اغلب نامشخص است. با وجود این، برخی موارد ارائه شده دارای ارزش تاریخی بوده و تنها اطلاعات موجود از منطقه هستند.

در برخی موارد ارائه شده، توانستیم اطلاعات و دستورالعمل‌های مربوطه را از یادداشت‌های مختلف منتشر نشده (دست‌نویس) و اطلاعات موجود در عکس‌های اخیر (عمدتاً بافت‌شناسی) به‌دست آوریم. در واقع در این بین تعداد کمی (قطعاً نه همه) از ناهنجاری‌های ارائه شده را می‌توان به یاری اصطلاحات مشابه، به عنوان اطلاعات پایه برای مطالعات آینده استفاده کرد.

هم‌زمان با گسترش و تکمیل اطلاعات در منابع منتشر شده اصلی (در روسیه)، ما نیز در اینجا از این فرصت برای قرار دادن آنها در یک چارچوب (یا زمینه) بزرگ‌تر استفاده می‌کنیم. مقدمه این کتاب شامل زیر فصل‌های تفصیلی است که بر پایه اصطلاح "سندروم سازگاری Seleye" تنظیم شده است. این اصطلاح با یک اصل دیگر که توسط Rosenthal و Alderdice (۱۹۷۶) توصیف شده بود، ادغام شد که مفهوم آن، تأکید بر ضرورت (یا نیاز به) رویکردهای اصولی برای توضیح روابط علت-معلولی یک مرحله اونتوژنی و اثرات منفی آن در مراحل بعدی رشد و نمو است.

همه مشاهدات ارائه شده در این اطلس دارای اهمیت سم‌شناسی و بوم‌شناختی نیستند. با این وجود، معتقدیم که تمرکز بر روی کمیت مشاهده ناهنجاری‌هایی که به‌خوبی توصیف شده‌اند، این امکان را

فراهم می‌کند که در آینده درک و شناخت درستی از ناهنجاری‌های زیست محیطی که ممکن است به صورت تغییرات درونی یا متعاقبا مراحل رشد و نمو اونتوژنی هستند، داشته باشیم. اگر چنین اطلاعاتی در این مجموعه ارائه شود، می‌توان بیان داشت که این کتابچه به هدف خود به‌خوبی دست یافته است.

امید می‌رود که تصاویر ارائه شده در این اطلس اطلاعات مفیدی در زمینه اهمیت بوم سم‌شناختی، بی‌نظمی‌های زیستی تولیدمثلی و مراحل اولیه زندگی گونه‌های به‌شدت در معرض خطر انقراض در دسترس مطالعات آتی قرار دهد.

فصل اول

مقدمه

۱- مقدمه

۱-۱- تاریخچه مختصری از کاهش مکان‌های صیادی و محافظت تاس‌ماهیان در روسیه

تاریخچه جمعیت‌های تاس‌ماهیان در دریای خزر و دیگر مناطق به‌طور گسترده‌ای ارائه شده است (Korobochkina, 1964; Khodorevskaya et al., 2009; Lukyanenko, 1999; Pourkazemi, 2006; Rosenthal, et al., 2006; Ruban and Khodoresvskaya, 2011). در دهه آخر قرن بیستم، فراوانی جمعیت تاس‌ماهیان به‌شدت کاهش یافت. این مسئله به دلیل تعامل پیچیده مجموعه‌ای از عوامل مختلف بود. عمده دلایل منفی موثر که به تدریج موجب افزایش تهدید در جمعیت‌های سرتاسر جهان به‌ویژه حاشیه دریای خزر شد، عبارت هستند از: (الف) افزایش تقسیمات رودها به دلیل ساخت سدهای آبی قوی و قطع مسیرهای مهاجرت مولدین به مکان‌های تخم‌ریزی بالا دست، (ب) مدیریت ناکارآمد صید و صیادی، (ج) افزایش صید غیرقانونی و (د) آلودگی آب (Raspopov, 1992; Veshchev, 1991 a,b; 1998; Khodorevskaya & Novikova, 1995; Vlasenko, 1997; Krasikov, Fedin, 1998; Novikova, 1992; Ruban, 1999; Ivanov, 2000; Novikova & Khodorevskaya 2000; Khodorevskaya et al., 1997; 2001; 2002; 2009; Veshchev, 2000; Khodorevskaya, 2002). کاهش ناگهانی فراوانی اغلب جمعیت‌های تاس‌ماهیان عملاً منجر به درک ضرورت منع صید تجاری این ماهیان در روسیه شد و در برخی موارد، تعدادی از گونه‌های خاص و جمعیت‌هایشان در فهرست قرمز کتاب RF (RF Red Data Book) و فهرست گونه‌های در معرض خطر نهادهای اداری فدرال قرار داده شدند.

در اواخر دهه ۱۹۵۰ و اوایل دهه ۱۹۶۰ کاهش تولیدمثل طبیعی تاس‌ماهیان دریای خزر هم‌زمان با کاهش بسترهای تخم‌ریزی قابل دسترس در رود ولگا به‌شدت کاهش یافت. این مسئله موجب شد تا تولیدمثل کنترل‌شده توسعه یابد و تفریخگاه‌های بزرگ تولید لارو و تاس‌ماهی جوان به منظور رهاسازی

تاسیس شوند. همچنین تفریخگاه‌ها به عنوان تامین‌کننده فراوانی جمعیت‌های تاس‌ماهیان در رودها و حوضه‌های دیگر (به عنوان مثال رود اوب، رود ینی‌سئی و دریاچه بایکال) دارای اهمیت فراوانی بودند. در سال‌های اخیر، پرورش تاس‌ماهیان به‌عنوان راهکار اصلی تأمین بچه ماهی برای رهاسازی و حفظ ذخایر تاس‌ماهیان با ارزش مدنظر بوده است (Khodorevskaya, 1999; Barannikova et al., 2000; Kornienko, 2009). گزارش شده است که تولیدمثل کنترل‌شده و رهاسازی بچه ماهیان در حوضه ولگا-خزر حدوداً ۹۹ درصد از صید فیل‌ماهی (*Huso huso*, Linnaeus 1758)، ۵۵ درصد از بازگشت شیلاتی تاس‌ماهی روسی (*Acipenser gueldenstaedtii*, Brandt and Ratzeburg, 1833) و ۳۶ درصد از بازگشت شیلاتی ازون‌برون (*Acipenser stellatus*, Pallas 1771) را به خود اختصاص داده است (Khodorevskaya et al., 2000). با وجود این، در سال‌های اخیر برنامه‌های رهاسازی به‌شدت کاهش یافته است، که تا حدودی به علت کمبود و یا عدم وجود مولد است (Barannikova et al., 1994; Dovgopol and Ozeryanskaya, 1994; Zhuravleva, 2000; Khodorevskaya et al., 2007).

درباره ازون‌برون، اطلاعات مربوط به صید ماهیان مولد از طبیعت و استفاده از آن‌ها در تفریخگاه‌های دلتای ولگا نشان‌دهنده کاهش تمایل به استفاده از ماده‌هایی است که توسط القای هورمونی تخمک‌گذاری می‌کنند. این نرخ از ۶۷/۷-۶۴ درصد در سال ۱۹۹۳-۱۹۹۴ به ۴۷/۵ درصد در سال ۱۹۹۵ کاهش یافت. در رود ولگا، ۳ درصد نرها و ۲۸ درصد ماده‌های ازون‌برون گامتوژنز غیرطبیعی را نشان دادند. افزایش تنوع در این ناهنجاری‌ها در آغاز مهاجرت به بالادست در گروه‌های زمستان‌گذران تاس‌ماهیان روسی رود ولگا نیز ثبت شد (Saenko, 2000). از دلایل این امر علاوه بر اثرات زیست محیطی بر توان تولیدمثل، ممکن است مشکلی درباره "کاهش زاد و ولد غیرخویشاوندی" باشد که به‌خوبی متناسب با نظریه سندروم سازگاری (Seleye 1952) است. در این سندروم، پاسخ به استرس‌های محیطی (یا استرس‌های زیست‌محیطی؛ به‌طور مثال، شرایط پرورش مصنوعی) می‌تواند در سطوح بالاتر جمعیت (به عنوان مثال عملکرد تولیدمثلی در نسل‌های بعدی) اهمیت و اثرگذاری بیشتری داشته باشد. با وجود این، زمانی که ماهیان ازون‌برون این نوع اثر را بروز دادند، هنوز هم ۹۶ تا ۹۷ درصد از فیل‌ماهیان مولد ماده تخم‌هایی با کیفیت بالا تولید می‌کردند (Kamolikova and Kokoza, 1-2, 1997). ضرورت اتخاذ روش‌های جهانی محافظت از تاس‌ماهیان

۱-۲- ضرورت اتخاذ روش‌های جهانی محافظت از تاس‌ماهیان

در طی چند دهه گذشته به‌رغم تلاش‌های متعدد، وضعیت اکثر گونه‌های تاس‌ماهیان در بسیاری از مناطق بدتر شده است. از این رو ضرورت دارد تا به‌دلایل زیر به‌منظور حفظ این گونه‌ها تلاش‌های بیشتری در زمینه افزایش همکاری‌های بین‌المللی انجام شود:

- با توجه به کاهش مداوم بسیاری از گونه‌های تاس‌ماهیان در سطح بحرانی
- با توجه به تعداد محدود کارشناسان در زمینه حفاظت از تاس‌ماهیان، و اینکه
- اثبات شده است که هنوز هم اثرات دستکاری‌های انسانی با افزایش اثرات منفی زیادی در گونه‌های بسیار در معرض خطر در ارتباط است.

از این‌رو خواستاریم که بیانیه‌های تنظیم شده در رامسر به منظور حفاظت جهانی تاس‌ماهیان (Rosenthal, et al., 2006)، را که بر ضرورت اعمال تعهدات فوری و بلند مدت (در افق زمانی ۳۰ تا ۵۰ سال) تاکید دارند و منجر به ایجاد جمعیت‌های پایدار می‌شوند مجدداً اعمال کنیم. همچنین پیوستن به موسسات بین‌المللی و به اشتراک‌گذاری تجربیات اکیدا توصیه می‌شود.

به همین علت انجمن جهانی حفاظت از ماهیان خاویاری در سال ۲۰۰۳ با اهداف: (الف) پرورش حفاظت‌شده گونه‌های تاس‌ماهیان و بازسازی ذخایر آنها در سطح جهانی، (ب) تأمین (یا پوشش‌دهی) و تبادل اطلاعات مورد نیاز برای همه علاقه‌مندان به تاس‌ماهیان، (ج) افزایش همکاری بین شیلات، تحقیقات، سازمان‌های محلی و دولتی و همچنین (د) انتشار اطلاعات علمی درباره مسائل علمی حفاظت از طریق نشریات معتبر و کنفرانس‌ها تاسیس شد. اطلس حاضر نیز دقیقاً با این هدف تدوین شده است.

۱-۳- روش‌های جدید در پرورش حفاظت شده تاس‌ماهیان

کارایی تولیدمثل کنترل‌شده به عوامل متعددی مانند کیفیت گامت‌های ماهیان مولد، در اختیار داشتن انکوباتورهای کافی و روش‌های مناسب پرورش برای به‌دست آوردن بچه ماهی سالم و دارای قابلیت بقا بستگی دارد. با توجه به اطلاعات متعدد، ماهیان حوضه‌های آبی مختلف، طیف گسترده‌ای از ناهنجاری‌های رشد و عملکرد دستگاه تولیدمثل را نشان می‌دهند که اثر مستقیمی بر کیفیت تخم و همچنین ظرفیت و قابلیت لارو برای زنده‌مانی در محیط‌های طبیعی دارد (Dettlaff et al., 1981; Faleeva, 1987; Romanov, 1990; Romanov & Altuf'ev, 1990, 1992; Romanov

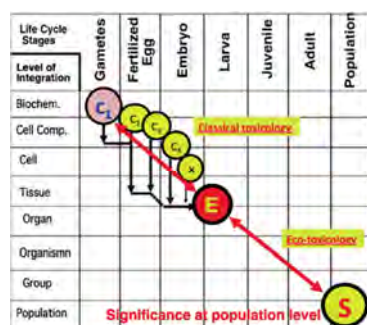
et al., 1990; Romanov and Sheveleva, 1993; Akimova and Ruban, 1992, (1996; Shatunovsky et al., 1996).

درحالی‌که می‌دانیم بروز برخی از این ناهنجاری‌ها و اختلالات می‌باید در ارتباط با مشکلات زیست‌محیطی باشد، اما به‌علت در اختیار نبودن اطلاعات کافی، درک ارتباط این مشاهدات با استرس‌های محیطی خاص یا آلودگی‌ها عمدتاً مشکل است. علاوه بر این، ناهنجاری‌ها در مراحل جنینی و لاروی ممکن است ناشی از شرایط پرورشی نامطلوب نیز باشند. به عنوان مثال، در برنامه‌های نظارتی زیستی در نظر گرفته شده برای لاروهای گونه‌های تجاری دریای شمال، ناهنجاری‌های جنینی به‌عنوان عاملی برای تعیین میزان بار آلودگی بدن بر گنادها در نظر گرفته شد (Westernhagen et al, 1996; Dethlefsen et al, 1992; Cameron et al, 1981). بنابراین، در ارزیابی کیفیت، روش تولید تخم‌ها و نتاج (یا زادآوری) سالم و با قابلیت بقا اهمیت بالایی دارد. در آینده، به‌کارگیری یک دستورالعمل تحقیقاتی استاندارد برای تاس‌ماهیان ضروری است. زمانی که این دستورالعمل‌ها به‌طور صحیحی به‌کار گرفته شوند، استفاده از ناهنجاری‌های رشد و نمو به‌عنوان شاخص زیستی دستگاه تولیدمثل می‌تواند دارای اهمیت بیشتری باشد، به‌خصوص اگر کمیت و کیفیت آن در سطح گروه‌ها یا جمعیت‌ها تعیین شود. می‌توان این گونه بیان کرد که هر موجود زنده به‌وسیله تعداد محدودی از مکانیسم‌های جبرانی به عامل استرس‌زا پاسخ می‌دهد و این مسئله در تکامل آن موجود بسیار اهمیت دارد (Seleye, 1952). بنابراین، اثرات ممکن است بدون در نظر گرفتن عامل استرس‌زا، بسیار شبیه هم باشند، درحالی‌که شدت استرس ممکن است اختصاص به عامل آن و به غلظت‌های مواجهه بستگی داشته باشد.

اطلاعات ثبت شده بسیاری درباره ارزیابی زیستی و اثرات نظارتی زیستی وجود دارد که باید در آینده در نظر گرفته شوند. مفهوم مدنظر این نظریه استفاده از اثرات زیستی به منظور ارزیابی عوامل استرس‌زای محیطی بر پایه اصطلاح نظریه "سندروم سازگاری Seleye" است (Seleye, 1952) که نشان می‌دهد در یک مرحله از رشد و نمو اونتوژنی (گامت، بیوشیمی سلول، اوایل و اواخر دوران جنینی، لارو، ماهی جوان، بزرگسال، کوهورت (گروه) و جمعیت) عوامل خود را در سطوح پایین و اثرات تلفیقی خود را در سطوح بالا نشان می‌دهد (Rosenthal and Alderdice, 1976). به عنوان مثال، هنگامی که یک ناهنجاری (به عنوان مثال میکروفتالمی) کمی قبل از تفریخ در جنین مشاهده می‌شود، این امکان وجود دارد که بروز این ناهنجاری به‌علت قرارگیری تخم در شرایط کمبود اکسیژن در

انکوباسیون (کمبود اکسیژن در اثر احاطه بیش از حد توسط دیگر تخم‌ها) در مرحله رشد و نمو و تمایز بافت چشم باشد. با وجود این، اهمیت این اثر در مراحل بعدی رشد و نمو خود را بیشتر نشان می‌دهد (به عنوان مثال، اولین مرحله تغذیه، اختلال در بینایی و عدم دقت در شکار مواد غذایی). تصور کلی این ارتباط مستقیم زنجیره‌ای بین عوامل محیطی استرس‌زا و پیامدهای متعاقب آن در سطوح مختلف در شکل ۱ قابل مشاهده است. بنابراین، تشریح واضح انواع ناهنجاری‌ها و نظارت و مشاهده آن‌ها در مراحل وابسته به اونتوژنی ممکن است منجر به ارزیابی کیفیت محیط زیست شود.

به عنوان یک نتیجه‌گیری از این ارزیابی‌ها، شرایط رشد در تفریخگاه‌ها به منظور رهاسازی می‌باید بهبود پیدا کند که در نهایت این امر، منجر به سازگاری در محیط‌های خشن، ناسازگار و بسیار رقابتی می‌شود. مواجهه زود هنگام با عوامل استرس‌زای طبیعی می‌تواند به آمادگی برای بقای مناسب کمک کند. روش‌های کاربردی برای مقابله با استرس‌های مراحل اولیه لاروی و کسب توان زنده‌مانی در محیط زیست طبیعی، به‌تازگی در یک راهنما با عنوان «شیوه‌ها و مدیریت مورد نیاز تفریخگاه‌های تاس‌ماهیان به منظور رهاسازی» منتشر شده است (Chebanov et al., 2011).



شکل ۱- گسترش سندروم سازگاری «Seleye» در مراحل چرخه زندگی: اثر مشاهده شده (E) در یک مرحله از رشد (به عنوان مثال بافت و اندام) و تشخیص دلایل آن (CI) در سطوح پایین‌تر (بیوشیمی سلول یا اجزای سلول) و اهمیت آن (S) در سطح بعدی (به عنوان مثال گروه یا جمعیت). روابط علت-معلولی اغلب به علت تعدد عوامل تاثیرگذار و تعامل این عوامل با یکدیگر پیچیده هستند (C2, C3, Cx) که ممکن است به صورت هماهنگ یا در تضاد باهم عمل کنند. در کار آزمایشی (یا تجربی) علت بروز برخی عوامل می‌تواند ناشی از محیط پرورش نامناسب باشد، که در نتیجه منجر به گسترش بروز ناهنجاری و پنهان ماندن اثرات واقعی آن شود.

بنابراین، در بررسی هر عامل استرس‌زا طبقه‌بندی روش‌های آزمایشی به‌دلیل حساسیت سطح تشخیص ضروری است. مطالعات علت و معلولی راهنمای شناسایی سم‌شناسی است. این تحقیقات اهمیت اثرات مشاهده شده در سطح جمعیت به‌دنبال یک مفهوم سم‌شناسی اکولوژیک^۱ را بیان می‌کنند.

۴-۱- اهداف تهیه اطلس ناهنجاری‌های زیستی تولیدمثلی

همان‌طور که در بخش قبل بیان شد، نظارت بر تعاملات زیست‌محیطی بین جمعیت‌های ماهیان با عوامل استرس‌زای مختلف، شامل طبیعی یا آلودگی، ممکن است نه‌تنها مطالعات ساختار و فراوانی جمعیت، بلکه روش‌های آزمایشگاهی به‌روز به‌کار گرفته شده برای ارزیابی سطح موفقیت تولیدمثل را نیز شامل شود. به‌عنوان مثال، استفاده از بافت‌شناسی عمومی به ما اجازه تشخیص ناهنجاری‌های متعدد توسعه گامت‌ها و گنادها و مراحل اولیه چرخه زندگی را می‌دهد درحالی که امکان مشاهده ماکروسکوپی آنها وجود ندارد. مطالعات ریخت‌شناسی توسعه و عملکرد دستگاه تولیدمثلی در گونه‌های مختلف ماهی نه‌تنها اثرات اولیه منفی عوامل بیرونی، بلکه ماهیت و میزان ناهنجاری در توسعه گامت‌ها، گنادها و متعاقب آن مراحل رشد و نمو اونتوژنی را نشان می‌دهند، بنابراین، پتانسیل باروری یا تولیدمثل کل جمعیت در یک زمان معین و در یک زیستگاه خاص می‌تواند ارزیابی شود (Akimova and Ruban, 1996).

اطلس حاضر مجموعه‌ای از ناهنجاری‌های مختلف مراحل اولیه زندگی تاس‌ماهیان در مطالعات مختلف میدانی سیستم‌های آبی و سیستم‌های پرورشی روسیه در طی چندین دهه است. با توجه به ماهیت کلی این مطالعات، مشاهدات اغلب پراکنده بوده و طبقه‌بندی شده نیستند. با وجود این، به‌صورت کاتالوگ درآوردن این ناهنجاری‌ها بسیار ارزشمند است و امید است این اطلس، مشوق پژوهشگران برای بررسی فراوانی ناهنجاری‌ها و ارتباط بالقوه آنها با عوامل محیطی خاص باشد.

تا به امروز ناهنجاری‌های رشد و نموی بسیاری در لارو و تاس‌ماهیان جوان تولید شده در تفریخگاه‌های روسیه شرح داده شده است (Igumnova et al., 1990; Shagayeva et al.,)

1- Ecotoxicologic

1993; Goriounova et al., 1995, 2000, 2004; Goriounova & Sokolova, 2000; Lepilina, 1997). در حالی که بسیاری از این ناهنجاری‌ها عملکرد بسیار مخربی دارند و نرخ بقا را در تاس‌ماهیان جوان کاهش می‌دهند، اما برخی دیگر از آن‌ها قطعا کشنده هستند.

در پاسخ به کاهش تاس‌ماهیان مولد تلاش می‌شود کاهش ذخایر تاس‌ماهیان با توسعه مزارع پرورش بر پایه تولیدمثل کنترل‌شده جبران شود. ایجاد و نگهداری مولدین و بالا بردن کیفیت نسل حاصله نیازمند دانش رشد و نمو طبیعی و توصیف مشخصه‌های انحراف طبیعی از مولدین و مراحل اولیه زندگی آنهاست.

هدف اصلی از تدوین این اطلس، ارائه مقایسه واضح روش‌هایی برای شناسایی انواع خاصی از ناهنجاری‌های ساختاری تخم، پیش لارو و لارو پیشرفته است. بنابراین، مثال‌ها به‌منظور بیان برخی نشانه‌ها برای شناسایی و نام‌گذاری ارائه شده‌اند. این ویژگی‌ها تا حدود زیادی در مطالعات مربوط به تخم تاس‌ماهی سیبری بررسی شده‌اند (Akimova and Ruban, 1992, 1996). تصاویر مربوط به لاروها و پست‌لاروها عمدتاً بر پایه مطالعات منتشر شده Romanov (۱۹۹۰)، Romanov و Altufev (۱۹۹۰ و ۱۹۹۲)، Shatunovsky و همکاران (۱۹۹۶)، Lepilina (۱۹۹۷) و دیگر پژوهشگران است.

علاوه بر این، یک طرح کلی برای شناسایی مراحل مختلف توسعه لارو و جنین که هم‌راستا با سیستم تعریف شده Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) بوده ارائه شده است. هدف از این موضوع، امکان مقایسه ساده با مطالعات قبلی و تداوم استفاده از این اصطلاحات است.

از آنجا که موارد ارائه شده در طول چندین دهه نمونه‌برداری شده‌اند، عمدتاً شامل یک مجموعه پراکنده‌اند. با این وجود، این اطلاعات هنوز هم طیف گسترده‌ای از انواع ناهنجاری‌هایی را که در هر دو شرایط طبیعی و پرورشی اتفاق می‌افتد، ارائه می‌دهد.

اگرچه در نشریات علمی مختص ماهیان استخوانی، مراحل رشد و نمو به درستی تعریف شده است، اما چند مطالعه منحصر به‌فرد درباره اونتوژنی تاس‌ماهیان نیز وجود دارد (Conte, et al., 1988; Deng et al., 2002; Dettlaff and Ginsburg, 1954; Dettlaff et al., 1993; Doroshov et al., 1997; Snyder, 1988, 2002). با وجود این، این مراحل عموماً توسط پژوهشگران شیلاتی کمتر شناخته شده‌اند، زیرا بیشتر آن‌ها با ماهیان استخوانی سروکار دارند. با توجه

به تجربیات مطالعات یا گزارش‌های قبلی در این ارتباط، پیروی از یک دستورالعمل اصولی برای مطالعات آینده ضروری است، زیرا انتظار می‌رود مشاهدات آینده بیشتر ناشی از اطلاعات ناقص و حدس و گمان باشند، اما هنوز هم می‌تواند به درک بهتر ماهیت این رویدادها کمک کند.

بخش نخست این اطلس، به ناهنجاری‌های گامتوژن و گنادوژن اختصاص داده شده است و با تصاویر ناهنجاری‌های ساختاری در تخمک‌ها و تخم‌های اووله شده رسیده تاس‌ماهیان رود ولگا به عنوان گونه‌های معمول و با ارزش در تولیدمثل کنترل‌شده آغاز می‌شود.

یک بخش نیز به صورت جداگانه به ناهنجاری‌های رشدی گامت و گناد تاس‌ماهی سبیری (*Acipenser baerii* Brandt, 1869) اختصاص داده شده است که از مرحله II رسیدگی جنسی (مرحله رشد سیتوپلاسمی) آغاز می‌شود.

۱-۵- تعاریف کلی از توسعه گنادی و مراحل اولیه زندگی

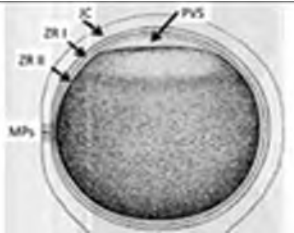
در مطالعات گذشته، چندین مقیاس و تعریف در رابطه با توصیف مراحل رسیدگی و ساختار ماهیان استخوانی ارائه شده است (به عنوان مثال، West, 1990; Nunez and Duponchelle, 2008; Brown-Petersen et al., 2011). همچنین برای بلوغ ماهیان غضروفی نیز مقیاسی مطرح شده است (Stephan, 2002). از طرفی، برای مشاهدات کاربردی در مطالعات میدانی یا تفریخگاه‌ها نیز چندین مقیاس (یا معیار) طراحی شده است، اما برای شناسایی دقیق‌تر به‌جز این موارد، نیاز به مطالعات بافت‌شناسی است. Conte و همکاران (۱۹۸۸) برای مشخصه‌های بارز تخمدان و بیضه در تاس‌ماهی سفید مقیاس مناسب و جامعی ارائه کردند که می‌تواند برای بیشتر تاس‌ماهیان اعمال شود. تأکید می‌شود که برای هر مقیاسی که استفاده می‌شود، استناد مناسبی به تعاریف گرفته‌شده از مطالعه مربوطه آورده شود. با وجود این، در این اثر تمرکز بر روی ناهنجاری‌های ساختاری گنادها و بیضه‌ها با تأکید بر مرحله خاص رسیدگی جنسی است. در ادامه، نهایتاً، تعاریف رسیدگی تخمک و تخمک‌گذاری که توسط Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) توصیف شده است معرفی می‌شود.

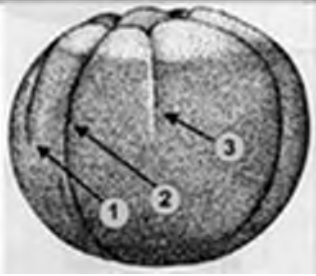
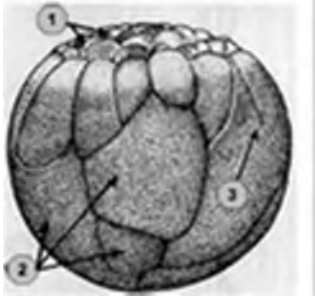
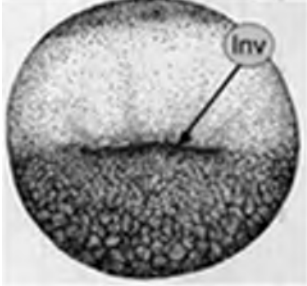
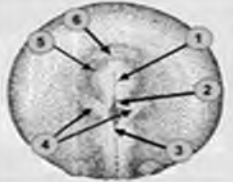
در حال حاضر از توصیف ارائه شده توسط Dettlaff و همکاران (۱۹۹۳) درباره تعریف اونتوژنی استفاده می‌شود. نویسندگان این توصیف، اهداف این مطالعه را به‌خوبی در نظر گرفته‌اند و تعاریف

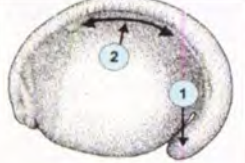
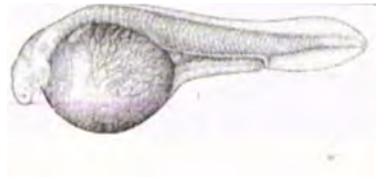
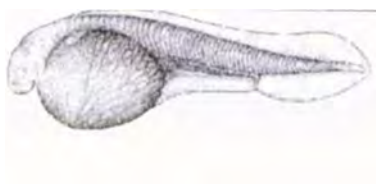
مربوطه برای برخی از مراحل که غالباً در این اطلس ارائه شده به طور خلاصه در جدول ۱ آورده شده است.

تصاویر ارائه شده در ضمیمه‌های این اطلس هم‌راستا با مطالب در برگیرنده (یا مدنظر) فصل‌ها دسته‌بندی شده‌اند. با وجود این، مثال‌های ارائه شده همیشه فقط یکی از این دسته‌بندی‌ها را نشان نمی‌دهد بلکه ترکیبی از چندین طبقه یا دسته‌بندی است. بنابراین، عنوان تصاویر، همه ناهنجاری‌های مشاهده شده را با تأکید بر آن‌هایی که در زیرمجموعه مربوطه است، توصیف می‌کند.

جدول ۱- بررسی اجمالی مراحل عمده اونتوژنی در توسعه رشدی تاس‌ماهیان (بر پایه Dettlaff و همکاران، ۱۹۹۳).

تعریف	مرحله رشد و نمو
۲ تخم بارور مدت کوتاهی بعد از لقاح با یک لایه ژله‌ای ضخیم محافظت‌کننده (JC)، در مرحله ساخت فضای پری‌ویتیلین (PVC)، دولایه احاطه‌کننده مخصوص (زونا رادیاتا ۱ و ۲، ZR II, ZR II) و منطقه‌ای با میکروپیل‌های متعدد (MPs).	
۵ رشد و نمو جنین در تاس‌ماهیان یک الگوی تقسیم (هولوبلاستیک) دو سلولی را نشان می‌دهد که شامل تمام زرده است. تقسیم‌ها غیر هم‌زمان با پیشروی در سرعت‌های متفاوت است، بنابراین، در این مرحله تعداد سلول‌ها نامشخص است که می‌تواند نشان‌دهنده تقسیمات سلولی ناقص باشد.	

	۷	تقسیم سلولی در سرعت‌های مختلف رخ می‌دهد: در حالی که دومین تقسیم (یا شکاف) از مرحله ۵ (پیکان ۱) خیلی پیشرفته نیست، تقسیم ۳ (یا شکاف) (پیکان ۲) قبل از تقسیم ۴ (یا شکاف) کامل می‌شود (پیکان ۳). به نظر می‌رسد سرعت تقسیمات در حال پیشرفت است. این ویژگی در طی مراحل ادامه دارد.
	۹	تقسیم سلولی در ناحیه قطب حیوانی با سرعت پیش می‌رود (پیکان ۱) و منجر به ایجاد تعداد زیادی بلاستومر می‌شود، در حالی که در قطب گیاهی تقسیمات با سرعت پایین‌تری ادامه پیدا می‌کند و منجر به تولید سلول‌های کمتر اما بزرگ‌تر و در اندازه‌های مختلف می‌شود (پیکان ۲). در همین حال، یک شکاف اضافی در بالا سمت راست شروع به تشکیل می‌کند (پیکان ۳).
	۱۴	نمای پشتی: به علت توسعه هولوبلاستیک، هیچ اپیبولی مانند آنچه که در شکاف‌های مروبلاستیک ماهیان استخوانی هست وجود ندارد اما یک تورفتگی یا پیچش (پیکان = Inv) توسط توده‌ای متراکم از سلول‌های کوچک در حال حرکت از قطب جانوری به مرکز سلول (تشکیل یک لبه لب مانند) ایجاد می‌شود.
	۲۴	نمای جانبی (منطقه سر): ۱= مغز جلویی، ۲= مغز میانی، ۳= مغز پشتی، ۴= مراحل اولیه جفت کمان‌های احشایی آبششی، S= مرحله اولیه تمایز چشم، ۶= منطقه تمایز اولیه غدد تفریخ.

	۲۵	نمای کناری: جنین اولیه با تجمع سلول‌های اولیه دستگاه دفعی (پیکان ۱)، منطقه ضخیم جوانه دم (پیکان ۲: جوانه دم هنوز از درون زرده بیرون نیامده است)، دستجات سلولی غدد تفریح (پیکان ۳)، تمایز اولیه چشم (پیکان ۴).
	۲۷	نمای کناری: انتهای جوانه دم جدا شده است، اما هنوز هم به کیسه زرده متصل است (پیکان ۱)؛ منطقه مرکزی تمایز اولیه اندام‌ها، شکل‌گیری در جهت پشتی و جلویی ادامه پیدا می‌کند.
	۲۸	نمای کناری: جوانه دم نهایتاً از زرده جدا می‌شود؛ اولین تکان‌های آهسته و پراکنده دم آغاز می‌شود.
	۳۱	نمای کناری: ۱= غدد تفریح، ۲= درخت بویایی، ۳= چشم، ۴= کبد، ۵= افزایش تعداد میومرها، ۶= مجرای پرونفریک در حال توسعه، ۷= ظهور چین‌های باله، ۸= مخرج، ۹= مویرگ‌های رگ‌های خونی زرده تشکیل و منشعب می‌شوند.
	۳۴	تنه لارو غالباً مستقیم است، میومرها در حال گسترش هستند، قسمت پشتی باله دمی در حال افزایش است، زرده معمولاً گرد و بیضی شکل است، تمایز منطقه سر به آرامی در حال پیشرفت است، سیستم گردش خون نیمی از زرده را پوشش می‌دهد.
	۳۵	نمای کناری: مراحل اولیه چشم و درخت بویایی قابل مشاهده است. مراحل اولیه کپسول شنوایی، تشکیل عروق خونی تقریباً در بخش عظیمی از زرده گسترش می‌یابد (اما سیاهرگ کبدی هنوز متصل نیست).

	۳۶	عدسی چشم به وضوح قابل مشاهده است، غدد تفریخ در حال توسعه‌اند، سپینوس سیاهرگی به شبکه وسیع مویرگی زرده متصل می‌شود، کیسه زرده بیضوی است.
	۴۱	باله ابتدایی کاملاً توسعه می‌یابد، جدا کننده لوب‌های بویایی در حال باز و بسته شدن است، اولین زائده هیپورال باله پشتی ظاهر می‌شود، حرکت ریتمیک سرپوش آبششی ایجاد می‌شود.
	۴۵	لارو در مرحله انتقال به شکل معمول بدن: باله ابتدایی به تدریج ناپدید می‌شود، سبیلک‌ها گسترش می‌یابند، ضمایم اولیه صفحات استخوانی پشتی نمایان می‌شوند.

فصل دوم

مواد و روش‌ها

۲- مواد و روش‌ها

در این فصل اطلاعاتی در مورد گونه‌ها، منشا صید طبیعی و همچنین، عملیات تفریخگاه‌ها ارائه شده است. از آنجا که نمونه‌برداری‌ها مربوط به چندین دهه گذشته است روش‌های به‌کار گرفته شده عموماً یکسان نیستند.

۲-۱- مطالعه گامتوژنز و گنادوژنز تاس‌ماهیان

متن حاضر مشخصات کلی انواع ناهنجاری‌های مشاهده شده در طی مطالعات طولانی مدت روی گامتوژنز و گنادوژنز گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان را ارائه می‌دهد. تاس‌ماهی روسی، فیل‌ماهی، ازون‌برون و استرلیاد (*A. ruthenus* L. 1758) از مناطق پایینی رود ولگا؛ تاس‌ماهی روسی در این مطالعه از رودهای لنا، آیدان، ایندیجیرکا، کولیم، اوب و ینی‌سئی و همچنین، از تفریخگاه‌های گرمابی واقع در مزرعه تاس‌ماهیان کوناکووو (منطقه تیور) بود؛ و تاس‌ماهی استرلیاد عمدتاً از رود ینی‌سئی بود؛ تاس‌ماهیان روسی جمعیت آزوف متعلق به تفریخگاه‌های گرمابی مزرعه تاس‌ماهیان الکتروگورسک در منطقه نیروگاه (منطقه مسکو) و تاس‌ماهی ساخالین (*Acipenser mikadoi* Hilgendorf, 1892) متعلق به مزرعه پرورش ماهی آزاد اخوتسک (جزیره ساخالین) بود.

تاس‌ماهیان رود ولگا در طی سال‌های ۲۰۰۱-۱۹۸۸ از تفریخگاه‌های متعددی در این حوضه جمع‌آوری شدند (به عنوان مثال، تفریخگاه‌های Volgogradsky, Alexandrovsky, Lebyazhy, Zhitnensky, Kizansky, Sergievsky, Bertul'sksky, Orlovsky). موارد مورد مطالعه، شامل تخم‌های رسیده بارور نشده (و در برخی موارد بارور شده) از ۲۵۷ ماهی ماده شامل ۱۲۶ ازون‌برون، ۱۰۵ تاس‌ماهی روسی، ۲۴ فیل‌ماهی و ۲ ماهی استرلیاد جمع‌آوری شد. علاوه بر این، در سال ۱۹۹۰، بیضه ۹ تاس‌ماهی روسی نر و ۳ استرلیاد نر به منظور بررسی ناهنجاری‌های بافتی بررسی

شد. از هر تاس‌ماهی روسی و فیل‌ماهی ماده ۱۶ تخمک و از استرلیاد و ازون‌برون ماده ۲۰ تخمک برای مطالعات بافت‌شناسی استفاده شد. نمونه‌ها در فرمالدئید (۴ درصد) و محلول بوئن تثبیت شدند (Raskin & Levinson, 1957). قبل از مرحله پارافینه شدن، تخم‌ها به مدت ۵ تا ۶ روز در روغن آنیلین نگهداری شدند. برش‌ها ($10-6 \mu m$) بر اساس روش مولاری رنگ‌آمیزی و براساس روش Roskin و Levinson (۱۹۵۷) تفسیر شدند. نمونه‌های مربوط به تاس‌ماهی روسی جمعیت آزوف متعلق به مزرعه گرمابی الکتروگورسک (۵ ماهی ماده) و تاس‌ماهی ساخالین متعلق به مزرعه اوخوتسک (یک ماهی ماده) در طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۵ گرفته شدند. نمونه‌های تخمک تثبیت و طبق روش‌های مرسوم و اصلاح شده آماده شدند (Romeis, 1954; Roskin & Levinson, 1957; Mikodina et al., 2009).

بین سال‌های ۱۹۸۶-۱۹۶۱ ناهنجاری‌های دستگاه تولیدمثلی تاس‌ماهی سبیری در نمونه‌هایی از قسمت‌های زیادی از رود لنا (به عنوان مثال، بالادست، میانه و مناطق با حاصلخیزی کمتر مانند دلتاها) و همچنین در شاخه‌هایی از رود آلدان مطالعه شد. در طول بازه زمانی ۱۹۸۴-۱۹۹۵ نمونه‌های متعلق به دیگر رودها نیز جمع‌آوری شد (به عنوان مثال رودهای ایندیگیرکا، کولیم، ینی‌سئی و اوب). علاوه بر این، بین سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۷۵ دستگاه تولیدمثلی تاس‌ماهیان سبیری در تفریخگاه گرمابی آراند دی (R & D) کوناکووو بخش موسسه جامع تحقیقاتی ماهیان آب شیرین روسیه مطالعه شد (VNIIPRKH). در طی سال‌های ۱۹۷۳، ۱۹۷۴ و ۱۹۷۶ تعداد تخم‌های مولدین تاس‌ماهیان سبیری نگهداری شده در این تفریخگاه کمتر از رود لنا بود. تاس‌ماهیان در تمام طول سال در دماهای طبیعی بالای ۱۰ درجه سانتی‌گراد پرورش یافتند. در طی این سال‌ها مطالعه بافت‌شناسی گناد ۱۶۰ تاس‌ماهی سبیری از جمعیت‌های مختلف و ۱۴ استرلیاد منطقه سبیری از رود ینی‌سئی آنالیز شد. تصاویر الکترونی مقاطع بافت‌شناسی به کمک یک کامپیوتر OPTIMAS مجهز به یک دوربین تصویربرداری ویدیویی خودکار تهیه شد (بزرگ‌نمایی چشمی ۱۰ برابر و بزرگ‌نمایی لنزهای ۱۰، ۲۰ و ۴۰ برابر). مقاطع بافت‌شناسی عکس‌برداری و با برنامه DC VIEWER به همراه برنامه فتوشاپ [PHOTOSHOP 5.5] پردازش شد.

به منظور اسکن میکروسکوپ الکترونی (SEM)، نمونه‌ها (۲۰۰-۳۰۰ تخم) درون فرمالدئید (۴ و ۱۰ درصد) تثبیت و طبق روش‌های مرسوم آماده‌سازی شدند: شستشو، خشک کردن با لیپوفیل، چسباندن روی سه پایه نمونه و پاشیدن طلا (Mikodina, 1987; Shagaeva et al., 1995).

نمونه‌ها شامل تخم‌های لقاح یافته و لقاح نیافته ۴۸ تاس‌ماهی ماده روسی و ازون‌برون بود. به منظور رفع چسبندگی، تخم‌ها به مدت ۴۵ دقیقه با گل رس شستشو داده شدند. در مجموع، تعداد ۳۶۶ نمونه از ماهیان مولد ماده مختلف تهیه و بررسی شدند. این نمونه‌ها شامل تمام حجم تخم یا بخش سطحی آن‌ها بود. تصویربرداری فراساختاری با میکروسکوپ الکترونی JSM 50A (با بزرگ‌نمایی ۲۰۰ تا ۳۰۰۰ برابر) انجام شد.

فراساختار سطح تخمک تاس‌ماهی روسی جمعیت آزوف از تفریخگاه گرمابی الکتروگورسک (منطقه مسکو) و تاس‌ماهی ساخالین از تفریخگاه ماهی آزاد اخوتسک (جزیره ساخالین) شده با استفاده از میکروسکوپ الکترونی نگاره متفاوت از دستگاه ذکر شده در بالا مطالعه شد: JSM-6380 LA و Hitachi S-405A با شتاب پرتو تابش ۱۵ تا ۲۵ kVBT و بزرگ‌نمایی‌های مختلف. نمونه‌ها با سیستم Hitachi HCP-2 با استفاده از روش خشک‌کردن در دمای جوش (Mikodina et al., 200) با طلا بررسی شدند. تصاویر الکترونی با برنامه Image-J تجزیه و تحلیل شدند.

۲-۲- مطالعه ناهنجاری‌های مشاهده شده در تفریخگاه‌های تولید لارو و ماهیان جوان

در این بخش، ویژگی‌های عمومی انواع مختلف ناهنجاری‌های مشاهده شده در طی مطالعات طولانی مدت (۱۹۸۸ تا ۲۰۰۱) روی ساختار لارو تاس‌ماهی روسی، فیل‌ماهی، ازون‌برون و استرلیاد ارائه شده است. این نمونه‌ها از تفریخگاه‌های فوق‌الذکر در رود ولگا جمع‌آوری شدند. این تفریخگاه‌ها تنها به‌منظور رهاسازی تولید انجام می‌دهند. در مجموع، ۱۵۸۳۳ لارو با ناهنجاری در مراحل مختلف رشد و نمو وجود داشت [در مراحل تفریخ (مرحله ۳۶)، مرحله گذار به تغذیه خارجی (مرحله ۴۵) و مراحل میانی (مرحله ۳۷، ۳۸، ۳۹، ۴۰ و ۴۲)]. مراحل رشد و نمو با استفاده از راهنمای تهیه شده توسط Dettlaff و همکاران (۱۹۸۱) تشخیص داده شد. لاروها در فرمالدئید (۴ درصد) تثبیت و پس از آن برای حفظ ویژگی‌های ساختاری ظاهری به محلول بوئن منتقل شدند. لاروها با میکروسکوپ چشمی بینوکولار MBS-1 مطالعه و با میکروسکوپ مجهز به دوربین OLYMPUS عکس‌برداری شدند. مقاطع بافتی ($6\text{ }\mu\text{m}$) طولی و عرضی لاروها مطابق با روش مالوری رنگ‌آمیزی شد، درحالی که هسته‌ها به‌طور مضاعف با روش کارمین بوریک نیز رنگ‌آمیزی شد (Romeis, 1953).

علاوه بر این، مراحل اولیه زندگی بین سال‌های ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۱ از تاسیسات آبی‌پروری (پرورش با اهداف تجاری، علمی و رها سازی) با استفاده از ماهیان مولد چهار مزرعه به‌دست آمد که شامل مزرعه ماهی الکتروگورسک واقع در نیروگاه آبی (منطقه مسکو)، تفریگاه تاس‌ماهیان موژایسک (منطقه مسکو)، مزرعه تاس‌ماهیان کوناکووو واقع در منطقه تیور و واحد تحقیقاتی تاس‌ماهیان ونیرو (VNIRO) واقع در شهر دزرتینسکی (منطقه مسکو) بود. مجموعاً ۵ گونه تاس‌ماهی و ۵ هیبرید (جدول ۲) مطالعه شدند. تصاویر تمام لاروها و ناهنجاری‌هایشان در محیط طبیعی تهیه شد.

مولدین (گونه‌ها، هیبرید، نژاد)	تعداد نمونه	لارو	ماهی جوان	مجموع
<i>A. gueldenstaedtii</i>	۱۲۶۳	۱۶۰۶	۲۸۶۹	
<i>A. baerii</i>	۳۲۵۲	۲۵۲۶	۵۷۷۸	
<i>A. ruthenus</i>	۹۱۷	۱۷۴۲	۲۶۵۹	
<i>A. stellatus</i>	۲۳۹۹	۲۱۲۷	۴۵۲۶	
<i>A. nudiventris</i>	۲۲۳۱	-	۲۲۳۱	
<i>A. ruthenus</i> × <i>H. huso</i>	۱۶۱۶	۵۰	۱۶۶۶	
<i>A. baerii</i> × <i>H. huso</i> (نسل اول)	۲۰۰	۵۰	۲۵۰	
<i>A. baerii</i> × <i>A. gueldenstaedtii</i> (نسل اول)	۲۰۰	۵۰	۲۵۰	
<i>H. huso</i> × <i>A. ruthenus</i> (نسل اول)	۳۰۲	-	۳۰۲	
(<i>H. huso</i> × <i>A. ruthenus</i>) × <i>A. ruthenus</i>	۱۵۶	-	۱۵۶	
مجموع	۱۲۵۳۶	۸۱۵۱	۲۰۶۸۷	

فیل‌ماهیان جوان، تاس‌ماهیان روسی و ازون‌برون بین سال‌های ۲۰۰۲-۱۹۹۳ از تفریخگاه‌های رود ولگا جمع‌آوری شدند، درحالی که بچه تاس‌ماهیان استرلیاد از پرورشگاه اورلوف (Orlov)، در مناطق میانی رود اوکا جمع‌آوری شدند (جدول ۳). جمع‌آوری نمونه‌ها در طی کنترل قبل از رهاسازی ماهیان جوان (در سن ۲۵ تا ۳۰ روزگی) انجام شد. نمونه‌ها در فرمالدئید غیر بافری (۴ درصد) تثبیت شدند.

جدول ۳- جمع‌آوری نمونه تاس‌ماهیان جوان متعلق به تفریخگاه‌ها از گامت‌های به‌دست آمده از

مولدین وحشی.

گونه‌ها	تعداد نمونه‌ها
<i>A. gueldenstaedtii</i>	۱۷۶۸
<i>A. ruthenus</i>	۱۵۹
<i>A. stellatus</i>	۱۴۳۱
<i>H. huso</i>	۹۳۸
مجموع	۴۲۹۶

برای مطالعه ساختار بافت دیواره شکم تاس‌ماهیان جوان روسی و ازون‌برون از روش‌های بافت‌شناسی مرسوم استفاده شد. برش‌ها با ضخامت ۷ تا ۱۳ میکرومتری با رنگ‌آمیزی هماتوکسیلین ائوزین مطابق با روش Karachi رنگ‌آمیزی شد (Roskin & Levinson, 1957).

فصل سوم

ناهنجاری‌های ساختاری گناد و گامت (ضمیمه I، II و III)

۳- ناهنجاری‌های ساختاری گناد و گامت

در اطلس حاضر، تصاویر ارائه شده در این ضمیمه‌ها با موضوعاتی که تحت پوشش یا مدنظر این فصل است هم‌راستا هستند. با وجود این، مثال‌ها یا نمونه‌های استناد شده همیشه نشان‌دهنده تنها یک طبقه‌بندی نیست و اغلب ترکیبی از چند طبقه‌بندی است. بنابراین، زیرنویس تصاویر، شرح دهنده تمامی ناهنجاری‌های مشاهده شده با تاکید بر آن‌هایی است که در زیرمجموعه یا زیردسته مربوطه هستند.

۳-۱- رشد و نمو طبیعی

مشاهدات و داده‌های منتشر شده بسیاری به این موضوع اشاره می‌کنند که دامنه ناهنجاری‌های ساختاری در گامت‌ها و گنادهای گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان بسیار شبیه به هم هستند. بنابراین، اطلس حاضر به ارائه ناهنجاری‌های مشابه برای هر گونه به‌طور مجزا نمی‌پردازد.

تخم‌های رسیده اووله نشده نابارور گونه‌های تاس‌ماهیان ساختار مشابهی دارند. با وجود این، تعداد متغیر میکروپیل‌ها خاص هر گونه است (Ginsberg, 1961; Hallajiyan et al., 1999). تخم در حالت عادی شکلی گرد دارد (شکل ۲). در انتهای رسیدگی تخمک، شکل زرده متفاوت است: ذرات ریز زرده در قطب گیاهی قرار دارند، درحالی که گرانول‌های درشت‌تر زرده به‌صورت پراکنده با گرانول‌های ریز و متوسط و قطرات چربی در قطب جانوری واقع هستند. در طول مرحله رسیدگی، هسته (ژرمینال و زیکول) از مرکز به سمت قطب جانوری مهاجرت می‌کند. در نتیجه، غشای هسته از هم می‌پاشد و

کاریوپلاسم با سیتوپلاسم قطب جانوری مخلوط می‌شود. تقسیم دوم میوز که کمی قبل از تخمک‌گذاری اتفاق می‌افتد منجر به تشکیل دومین گویچه قطبی می‌شود. تخمک‌گذاری در طی متافاز تقسیم دوم میوز اتفاق می‌افتد، یعنی تخمک ثانویه از فولیکول و بافت همبند جدا می‌شود. تخمک‌های رسیده اووله شده دارای دو پوشش هستند: (a) یک پوشش خارجی بدون ساختار چسبنده (لایه ژله‌ای یا ژله کوت) که به‌طور معمول می‌تواند ساختار سطحی بسیار متنوعی داشته باشد (شکل ۳) و (b) یک پوشش به دور زرده (لایه زونا رادیاتا) با لایه‌های داخلی و خارجی است. معمولاً این لایه‌های متصل دور تخمک به صورت محکمی قرار گرفته اند و تنها در اطراف قطب جانوری کمی نازک‌تر هستند (Votinov, 1947, 1963; Kazansky, 1953; Sadov, 1958, 1963; Faleeva, 1965; Sakun & Butskaya, 1968; Dettlaff et al., 1981; Makeeva, 1992 et al.,). میکروپیل‌ها: در وهله اول در اطراف قطب جانوری پراکنده هستند (Cherr & Clark, 1982, 1985) اما، می‌توانند در قطب گیاهی نیز باشند (Sadov, 1958) (شکل ۴ تا ۶).

۳-۲- انواع ناهنجاری‌های گامت‌های رسیده تاس‌ماهیان ولگا

تاس‌ماهیان مولد که از سالی به سال بعد به‌منظور تولیدمثل کنترل‌شده در شرایط اسارت نگهداری می‌شوند طیف وسیعی از ناهنجاری‌های ساختاری را در تخم‌های بارور نشده اما رسیده نشان می‌دهند. در نتیجه، تعداد تخم‌های با کیفیت جمع‌آوری شده از مولدین به‌رغم همآوری مطلق ثابت ممکن است کاهش یابد. شناسایی ناهنجاری‌های ساختاری متعدد و درصد آن‌ها در کوهورت (گله) برای ارزیابی کیفیت به‌کارگیری مولدین استفاده شده در تولیدمثل کنترل‌شده بسیار مهم است، گرچه اثر عملکرد جمعیت هنوز به‌خوبی شناخته نشده است. با وجود این، در مطالعات آتی باید برای تعیین میزان وقوع آن‌ها و کنترل اثرات نهایی بیشتر تلاش شود.

در ادامه، عمده‌ترین انواع ناهنجاری‌های مشاهده شده در تخم‌های رسیده اووله شده لقاح نیافته تاس‌ماهیان رود ولگا ارائه می‌شود:

نوع ۱: تغییر شکل تخمک (شکل ۷).

نوع ۲: ناهنجاری ساختاری در لایه‌های احاطه کننده: لایه‌لایه شدن موضعی، انعقاد نامنظم لایه ژله‌ای به همراه شکل‌گیری واکوئل‌ها، رنگ‌آمیزی نامنظم لایه‌های احاطه کننده^۱ (Anisochromia)، کاهش انسجام که منجر به تجزیه لایه‌های پوششی احاطه کننده در طی آماده‌سازی بافت می‌شود (شکل ۸ تا ۱۰).

نوع ۳: ناهنجاری ساختاری در زرده: زرده در ناحیه قطب گیاهی واکوئل‌هایی با محتوای ناشناخته را نشان می‌دهد (شکل ۱۱).

نوع ۴: رشد و نمو نامنظم (پارتنوژنتیک) تخمک‌ها (شکل ۱۲).

نوع ۵: جذب بخش عظیمی از تخمک‌های رسیده تخم‌ریزی نشده (شکل ۱۳).

نوع ۶: ترکیبی از ناهنجاری‌های ساختاری اشاره شده در بالا در یک تخم (شکل ۱۴ تا ۱۶).

ناهنجاری‌های نوع ۱ و ۲ نشان‌دهنده اختلالات اسمزی مرتبط با کاهش استحکام لایه پوششی هستند. رشد و نمو پارتنوژنری تخمک‌ها ممکن است نشان‌دهنده فعال‌سازی نابهنگام باشد، در نتیجه تخمک آمادگی لازم برای لقاح را ندارد. مشخص شده است که تخمک‌های بارور نشده فعال می‌توانند تقسیمات نامنظم و غیرعادی را آغاز کنند. با وجود این، رشد و نمو در مراحل اولیه متوقف شده و تخمک‌ها به تدریج نابود می‌شوند (Detlaff et al., 1981). سایر ناهنجاری‌ها عموماً کشنده نیستند. با این حال، کیفیت تخمک و بقای جنین را کاهش می‌دهند.

بعد از بروز ناهنجاری‌های لقاح، انواع ۱ تا ۳ این ناهنجاری‌ها نه تنها باقی می‌مانند بلکه در بعضی از موارد گسترش نیز می‌یابند (شکل ۱۷ تا ۱۹).

ناهنجاری‌های ساختاری در تخمک‌های تاس‌ماهیان روسی رود ولگا در دوره اولیه گامتوژن (مرحله ۳ رسیدگی گناد، Trusov, 1964) شناسایی شده است: از هم گسیختگی یا پارگی در محل پوسته و حضور واکوئل‌ها در هسته^۲ قابل مشاهده است (شکل ۲۰). درصد تخم‌های دارای ناهنجاری‌های ساختاری و تعداد ماده‌های دارای تخم‌های غیرطبیعی بسته به جمعیت از یک سال تا سال بعد متفاوت

1. Anisochromia
2. Cariopyknosis

است. نشانه‌های اولیه ناهنجاری‌ها در تعدادی از تخم‌ها پیش از سال ۱۹۶۰ یافت شد. با وجود این، در دهه ۱۹۷۰ این ناهنجاری‌ها به‌طور چشمگیری افزایش یافتند (Faleeva, 1965 Barannikova, 1975; Dubinin & Sukhoparova, 1979; Romanov, 1979; Romanov & Altufev, 1981; Shagayeva et al., 1989; 1993; Zemkov & Zhuravleva, 1997). در طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۰ این ناهنجاری‌ها عمدتاً در ساختار تخم یافت شدند: ۵۰ تا ۱۰۰ درصد از تخمک‌ها نازک‌شدگی موضعی را در پوسته نشان دادند. همچنین واکوئل‌هایی با محتوای ناشناخته در پوشش ژله‌ای و حفره‌هایی در زرده و قطب گیاهی وجود داشتند. از سال ۱۹۹۰ و سال‌های پس از آن تعداد این واکوئل‌ها افزایش یافت درحالی که نازک شدن پوسته‌های تخمک تنها در تخمک‌های تکی مشاهده شد، با وجود این، تمایل به تغییر شکل تخمک و تجزیه پوسته تخمک در تعداد بسیاری از مولدین ماده همچنان ادامه داشت. از سال ۱۹۹۵ دامنه ناهنجاری‌های ریخت‌شناختی در تخم‌های رسیده تاس‌ماهیان ولگا با تغییر نسبت جمعیت عملاً ثابت بود.

۳-۳- ناهنجاری‌های فراساختاری پوسته تخمک

طی سال‌های ۱۹۸۸-۱۹۹۰ مطالعات فراساختار پوسته تخمک‌های رسیده اووله لقاح نیافته تاس‌ماهیان روسی و ازون‌برون، ناهنجاری‌های ریخت‌شناسی زیر را نشان داد (Shagayeva et al., 1993):

(۱) نازک‌شدن موضعی پوسته‌های زرده

(۲) لایه‌لایه شدن لایه ژله‌ای (شکل ۲۱)

(۳) مسدود شدن میکروپیل‌ها

به‌هنگام رفع چسبندگی تخم‌های لقاح یافته هر دو گونه، لایه‌لایه شدن موضعی پوسته زرده و لایه ژله‌ای رخ داده است و تشکیل حفره‌هایی در اندازه‌های مختلف که با مایع پر شده‌اند (شکل ۲۲). همچنین گاهی اوقات این موارد بین لایه‌های پوشش زرده یافت می‌شوند (توسط میکروسکوپ نوری تعیین شده است).

در تاس‌ماهی روسی و ازون‌برون، علاوه بر انسداد میکروپیل‌ها، عدم وجود کانال‌های میکروپیل نیز مشاهده شده است (Podushka, 1992, 1993).

این ناهنجاری و ناهنجاری‌های دیگر در ساختار میکروپیل در ۵ نوع مختلف طبقه‌بندی می‌شوند:

(۱) عدم وجود میکروپیل، (۲) ناهنجاری در مکان میکروپیل، (۳) ناهنجاری در شکل و ساختار میکروپیل، (۴) انسداد میکروپیل، (۵) ترکیبی از چند ناهنجاری (Novosadova, 2013) (شکل ۲۳).

۳-۴- ناهنجاری‌های تخمک‌ها در گامتوژنز و گنادوژنز تاس‌ماهیان سیبری

مطالعه موردی تاس‌ماهیان منطقه سیبری (تاس‌ماهی سیبری *Acipenser baerii* و استرلیاد *Acipenser ruthenus*) از جمعیت‌های وحشی مختلف و تفریخگاه‌های گرمابی تاس‌ماهی سیبری در شروع مرحله II رسیدگی جنسی مجموعه‌ای از ناهنجاری‌ها را در گامت و گناد نشان داد. انواع ناهنجاری‌های زیر از اواسط دهه ۱۹۸۰ یافت شده است:

(۱) تجزیه‌شدن عمده تخمک‌ها در طی رشد سیتوپلاسمی (رودهای ایندیگرکا، کولیم، ینی‌سئی و لنا، تفریخگاه‌های گرمابی واقع در کوناکووو) (شکل‌های ۲۴ تا ۲۹).

(۲) تجمع سلول‌های خونی در غدد جنسی مشارکت‌کننده در جذب تخمک‌ها که یک شاخص غیرمستقیم فرایندهای بافت‌شناسی است (در تمام رودهای مورد مطالعه و تفریخگاه کوناکووو یافت شد) (شکل ۲۹).

(۳) تقسیمات غیر میتوزی تخمک‌ها در طی رشد سیتوپلاسمیک (غیر قابل بقا و تجزیه شده قبل از رسیدگی نهایی: رودهای کولیم، ینی‌سئی و لنا، تفریخگاه کوناکووو) (شکل‌های ۳۰ و ۳۱).

(۴) رشد غیر هم‌زمان تخمک در طی دوره رشد غیرطبیعی^۱ (رود ایندیگرکا و تفریخگاه کوناکووو) (شکل ۳۲).

۵) تجزیه شدن تخمک‌ها در طی دوره رشد تروفوپلاسماتیک (بازجذب جزئی و گسترده تخمک‌ها قبل از تخم‌ریزی، به‌علاوه بقایای گسترده تخمک‌ها در گنادها) (روده‌های ایندیگیرکا، کولیم، ینی‌سئی، لئا و اوب) (شکل‌های ۳۴ و ۳۳).

۶) تغییر شکل تخمک‌های رسیده (روده‌های ایندیگیرکا، کولیم و ینی‌سئی، تفریخگاه کوناکووو) (شکل‌های ۳۶ و ۳۵).

۷) ناهنجاری در پوسته تخمک رسیده (نازک‌شدن موضعی، ضخیم‌شدگی، لایه‌لایه شدن و تخریب، تغییر رنگ یا تراکم رنگ‌دانه در لایه احاطه‌کننده، واکوئل‌ها و حفره‌ها در لایه ژله‌ای) (روده‌های کولیم، ینی‌سئی و اوب، تفریخگاه کوناکووو) (شکل‌های ۳۷ تا ۴۳).

۸) عقیم شدن ماهیان مولد ماده در اثر جایگزینی بافت‌های تولید شده در گنادها با بافت چربی متصل به بافت همبند (رود اوب) (شکل ۴۴).

۹) تومورهای تخمدانی (رود اوب) (شکل ۴۵).

ناهنجاری‌های نوع ۱، ۲، ۵ و ۷ به کرات روی دادند، ناهنجاری‌های نوع ۳، ۴ و ۶ کمتر رخ داده و ناهنجاری‌های نوع ۸ و ۹ به‌ندرت رخ می‌دهند.

۳-۵- ناهنجاری‌های ساختاری بیضه در گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان

تاس‌ماهیان نر (تاس‌ماهی سیبری، استرلیاد منطقه سیبری و تاس‌ماهی روسی از جمعیت‌های ولگا) ناهنجاری‌های کمتری را نسبت به ماهیان ماده نشان داده‌اند. با وجود این، سه نوع عمده از ناهنجاری‌ها شناسایی شده است:

۱) تحلیل موضعی لوله‌های اسپرم‌ساز و حفره‌های بین آن‌ها: این فرایند در مراحل II، III و IV رسیدگی بیضه (شکل‌های ۴۶ و ۴۷)، اغلب به همراه تجمع سلول‌های خونی که در فرایندهای بازسازی شرکت می‌کنند، مشاهده شد (روده‌های کولیم، ینی‌سئی، اوب و ولگا).

۲) توسعه بافت چربی بین لوله‌های اسپرم‌ساز (تاس‌ماهی روسی رود ولگا) (شکل ۴۸): در گنادهای ماهیان نر سالم، بافت چربی در خارج از بخش زایا متمرکز شده است.

۳) نفوذ بافت‌های همبند به‌داخل بخش زایای گنادها (تاس‌ماهی روسی رود ینی‌سئی) (شکل ۴۹).

نوع یک گسترده‌ترین نوع ناهنجاری بود ولی انواع ۲ و ۳ نادر بودند.

۳-۶- جمع بندی کلی

مشاهدات طولانی مدت (بیش از چند دهه)، انواعی از ناهنجاری‌های عمومی را در گناد تاس‌ماهی روسی، ازون‌برون و فیل‌ماهی رود ولگا در حوضه خزر، همچنین تاس‌ماهی سیبری و استرلیاد از مناطق مختلف دیگر نشان داد.

در ماهیان ماده این ناهنجاری‌ها به شرح زیر بودند:

۱) استحاله گسترده و بازجذب تخمک‌ها طی رشد غیرطبیعی، ۲) تخمک‌های متعدد باقی‌مانده و استحاله‌شده در گناد پس از تخم‌ریزی، ۳) ناهنجاری‌های متعدد ساختاری در پوسته‌های تخمک و تغییر رنگ یا تراکم رنگ‌دانه در آن‌ها، ۴) تغییر شکل تخمک‌ها و ۵) تشکیل واکوئل‌ها در کاریوپلاسم تخمک.

در نرها، ناهنجاری‌هایی از جمله تخریب موضعی لوله‌های اسپرم‌ساز به‌همراه تشکیل حفره در بین لوله‌ها وجود داشت.

مستندات انتشار یافته‌ای وجود دارد که دیگر ناهنجاری‌های یافت‌شده در طی دوره‌های مختلف گامتوژنز و گنادوژنز تاس‌ماهیان رود ولگا در حوضه خزر و آزوف را توصیف می‌کنند (Romanov et al, 1990; Romanov & Altufey, 1992; Romanov & Sheveleva, 1992; 1993; Moiseeva et al., 1997; Sheveleva & Arutunova, 2000; Kornienko, 2000). با وجود این، اطلس حاضر این ناهنجاری‌ها را شامل نمی‌شود چرا که آن‌ها در نمونه‌های ما تشخیص داده نشده‌اند.

فصل چهارم

ناهنجاری‌های ساختاری لارو تاس‌ماهی (ضمیمه IV)

۴- ناهنجاری‌های ساختاری لارو تاس‌ماهی

مطالعه لاروهای فیل‌ماهی، تاس‌ماهی روسی و ازون‌برون و همچنین استرلیادهای تفریخگاه‌های پایین‌دست ولگا انواعی از ناهنجاری‌های موثر بر روی بقا و رشد را در زمان تفریخ (مرحله ۳۶، Dettlaff et al., 1993) و شروع تغذیه خارجی (مرحله ۴۵) آشکار ساخت. تعدادی از ناهنجاری‌ها در زمان تفریخ و طی عبور لارو به مرحله تغذیه خارجی یافت می‌شود که در ادامه حتی در جوان‌ها نیز قابل تشخیص است. به‌طور اختیاری، همه ناهنجاری‌های یافت شده در لاروها در ۶ نوع دسته‌بندی شده‌اند (Goriounova et al., 2000) و به‌طور کامل در موارد زیر توصیف می‌شوند:

(۱) شکل‌های ناقص بدن

(۲) تغییر شکل ساختارهای خارجی

(۳) ناهنجاری‌های ساختاری اندام‌های داخلی

(۴) ناهنجاری‌ها در ساختار بافت‌ها

(۵) ناهنجاری‌های فیزیولوژیک (اختلالات عملکردی)

(۶) صدمات مکانیکی ناشی از تأثیرات بیرونی (به‌عنوان مثال مدیریت تفریخگاه)

تصاویر با توجه به این طبقه‌بندی‌ها دسته‌بندی شده‌اند. با این حال، مثال‌های مستند در این اطلس همیشه نشان‌دهنده تنها یک نوع از طبقه‌بندی نیست بلکه ترکیبی از چندین نوع است. بنابراین،

توضیحات عکس‌ها توصیف‌کننده همه ناهنجاری‌های مشاهده شده با تاکید بر ناهنجاری‌هایی است که در دسته مربوطه ارائه شده‌اند.

۴-۱- ناهنجاری‌های شکل بدن

۴-۱-۱- اشکال غیرطبیعی بدن در جنین‌های آماده تفریخ یا تفریخ شده (مرحله ۳۶) ناهنجاری‌های ریختی مشهود یا عمده را می‌توان در تمام مراحل توسعه و رشد و نمو لاروی یافت. در طی تفریخ (مرحله ۳۶) و مرحله ۳۷ تا ۳۹ ناهنجاری‌ها شامل موارد زیر است:

۱- انحنای قسمت عقبی بدن و دم:

A) خمیدگی پشتی (شکل a ۵۰؛ b ۵۴) و شکمی (شکل e ۵۴ و ۷۴) (اسکولیوزیس)

B) انحنای جانبی (لوردوزیس) ناشی از ناهنجاری‌ها در چین باله پیش مخرجی

C) انحنای S شکل بدن به دلیل پیچ خوردن شکل کیسه زرده (شکل c, d ۵۰)

D) انحراف پشتی به دلیل توسعه کج و معوج میومرهای پشتی (شکل e ۵۰)

E) کیفوزیس در لاروهای مزارع پرورشی (شکل a, c ۵۲)، اسکولیوزیس (شکل d ۵۲)، خمیدگی دم به سمت بالا (شکل b ۵۲)

۲- شکل غیرطبیعی کیسه زرده:

A) کیسه زرده توپی شکل (اغلب ناشی از یک انحنای U شکل بدن)

B) گلابی شکل شدن کیسه زرده یا قطره‌ای شکل شدن آن با باندهای پشتی-شکمی (شکل SO

e)

C) تغییر شکل کیسه زرده ناشی از گره‌های توموری (شکل SO b)

۳- ناهنجاری‌های ساختاری در چین باله:

A) فقدان کامل یا جزئی چین باله (شکل ۵۴ b؛ ۵۳ b, c)

B) رشد کم قسمت قدامی چین باله پشتی (شکل ۵۴d؛ ۵۵؛ ۵۸؛ ۸۷ b, d) و چین باله پیش‌مخرجی (شکل ۵۴ e؛ ۸۷ b)

C) چین‌های خیلی باریک باله (شکل ۵۰ e؛ ۵۳ b, c؛ ۶۸ a)

D) نازک‌شدن کل چین‌های باله یا لبه آن (شکل ۵۶، ۷۰، ۷۴، ۷۵: با توجه به پس‌زمینه تیره تصاویر، چین نازک باله سیاه به‌نظر می‌رسد)

E) فرخوردگی (شکل ۵۴c) و چین‌خوردگی (شکل ۵۴d؛ ۵۸) چین باله

F) پاره‌پاره شدن چین باله به علت استرومای بافت پوششی (شکل ۷۱ d)

G) لایه‌لایه شدن چین باله ناشی از حفره‌های ادمی بزرگ (شکل ۸۷ c)

۴- تغییر شکل سر (کوچک یا بزرگ‌تر شدن سر و غده‌ای شدن آن (شکل ۸۷ e و ۶۸ a))

۴-۱-۲- اشکال غیرطبیعی بدن لاروها در شروع تغذیه (مرحله ۴۵)

در اواخر مرحله جذب کیسه زرده (انتقال به تغذیه خارجی، مرحله ۴۵) ناهنجاری‌های زیر در شکل بدن یافت می‌شود:

۱- خمیدگی U شکل بدن به سمت بالا (شکل SO f؛ a ۸۱) یا به سمت پایین (شکل a ۶۰)، انحنای شدید رو به بالای انتهای دم (شکل b ۵۶)، ناهنجاری دوم اغلب ناشی از پیشروی تومور در بافت باله دمی است (شکل ۵۱).

۲- تغییر شکل سر: سر کوچک‌تر از حد معمول (شکل ۵۷)، اشکال مختلف غیرطبیعی در سر (شکل a, b ۶۱ و a, b ۶۳)، پوزه کوتاه یا توسعه نیافته و خمیده به سمت پایین ناشی از اندام‌های بویایی غیرعادی متصل شده توسط سولکوس به قسمت قدامی پوزه (روستروم) (شکل a, ۶۱ و a ۶۳)، فقدان رشد و نمو یا توسعه نادرست، یا شکل غیرعادی دهان (شکل a, b ۶۳).

۳- کاهش اندازه باله‌های سینه‌ای، شکمی (شکل ۵۷ تصویر پایین) و مخرجی (شکل b ۵۶).

۴- ناهنجاری‌ها در ساختار چین باله:

A) باریک‌شدگی چین باله در مناطق پشتی و پیش مخرجی (شکل f ۵۰، لارو پایینی) و باریک‌شدگی بیش از حد باله (پشتی، مخرجی و دمی) (شکل b ۸۰)

B) نازک شدن لبه باله (شکل SO f؛ a, b, d ۵۶؛ b ۷۰؛ d ۹۰)

C) خمیدگی مقعر باله‌های پشتی، دمی و مخرجی در پی جمع‌شدگی لبه باله‌ها (شکل d ۵۶) و متعاقب آن، پاره‌شدن باله‌های درحال رشد (شکل c, d ۵۶)، فقدان نسبی یا کامل چین باله پیش مخرجی (شکل c, d ۵۶)

۲-۴- ناهنجاری‌های ساختارهای بیرونی قابل مشاهده در جنین‌ها و لاروها

۴-۲-۱- جنین‌ها در زمان تفریخ (مرحله ۳۶)

لارو تفریخ شده (مرحله ۳۶):

۱- غدد تفریخ بسیار بزرگ (شکل ۵۸)، در مرحله ۳۶ غدد تفریخ هنوز در لاروهای سالم به عنوان یک برآمدگی پوششی در بخش پایینی سر، جلوی حفره دهان قابل مشاهده است؛ برآمدگی هنوز به سمت جلو پیش نرفته است.

۲- اندازه غیرعادی اندام‌های بویایی: حفره‌های توسعه نیافته یا هایپرتروفیک بویایی؛ حضور یک سولکوس در قسمت جلویی پوزه که با هر دو حفره در ارتباط است.

۳- چشم‌هایی با اندازه کوچک (میکروفتالمی) یا از دست رفتن یک‌طرفه یا از دست دادن هر دو چشم.

۴-۲-۲- لاروها در شروع تغذیه (مرحله ۴۵)

شروع تغذیه (مرحله ۴۵):

۱- اندام‌های بویایی:

A) شکاف پل بینی (شکل a ۶۰؛ c, d ۵۹)؛ در لاروهای سالم (شکل b ۵۹)؛ ادغام پل در مرحله ۴۲ آغاز و در مرحله ۴۵ پایان می‌یابد (Dragomirov, 1957; Schmalhausen, 1968).

B) اندام بویایی در حال توسعه (اندازه کوچکتر)، توسعه یک سد در منافذ عقبی به‌علت ادغام غیرعادی پل، تغییر بافت در غنچه‌های بویایی؛ فقدان غنچه‌ها.

۲- ناهنجاری‌ها در چشم‌ها:

A) آب‌مروارید یا کاتاراکت (شکل a ۵۹ نشان‌دهنده ساختار طبیعی چشم در فیل‌ماهی است)؛ در مراحل اولیه کاتاراکت، کدورت اطراف عدسی یا یک لبه سفید (شکل b ۵۹) وجود دارد؛ حفره کاهش یافته در زجاجیه و فشرده‌شدن لایه‌های شبکیه چشم، سطح بعدی بدشکلی است (شکل a, b ۶۱)؛ علاوه بر این، عدسی چشم در نهایت کدر و لارو کور می‌شود (شکل c ۹۲؛ a, e ۹۰؛ c, d ۵۹).

۳-۴- ناهنجاری‌های ساختاری اندام‌های داخلی

۱-۳-۴- جنین‌های نزدیک تفریخ یا تفریخ شده (مرحله ۳۶)

در خلال تفریخ (مرحله ۳۶)، ناهنجاری‌های زیر در تفریخگاه‌هایی با تولید انبوه مشاهده می‌شود:

۱- ساختار غیرعادی قلب؛ شکل a ۶۶ نشان‌دهنده ساختار طبیعی قلب است. شایع‌ترین ناهنجاری‌ها عبارت‌اند از: یک پیاز بویایی و بطن دراز و باریک و همچنین، مجرای کوویر دراز و کشیده (باریک؛ شکل ۶۷)، و کاهش اندازه بطن (شکل b, c ۶۶) یا انحنا به چپ لوله قلب به‌همراه پریکارد باریک یا نازک (شکل c ۶۶).

۲- فقدان (شکل a ۶۸) یا کاهش اندازه (شکل ۵۸) بطن چهارم بصل‌النخاع (بطن میلن سفالن)

۲-۳-۴- لاروها در شروع تغذیه (مرحله ۴۵)

ناهنجاری‌ها در رشد و نمو یا توسعه دستگاه گوارش در مرحله ۴۵ عبارت‌اند از:

۱- حضور یک تیغه اولیه (پروتوسپتوم)، بین حنجره و مری (شکل d ۶۵)

۲- کبد در مراحل مختلف کاهش اندازه، باریک و تبدیل شدن به یک نوار کوچک (شکل b, c ۶۹)، یا جابه‌جا شدن آن (شکل b ۶۸)

۳- زائیده باب‌المعده‌ای ناکامل (کاهش یافتن اندازه) (شکل b ۶۸)

۴- روده‌های میانی و مارپیچی کوتاه (شکل b ۶۸)

۵- فتق در روده مارپیچی جلویی و میانی (شکل a, b ۷۰)

۶- وجود یک سد بین روده مارپیچی و قسمت انتهایی روده (شکل c ۶۸)

۴-۴- ناهنجاری‌های ساختاری بافت‌های جنین در قبل یا زمان تفریخ و در لاروها در هنگام

شروع تغذیه

این ناهنجاری‌ها عبارت‌اند از:

۱- ناهنجاری‌ها در غشای بافت پوششی تکتوریال (در واقع، این اختلالات مشابه با تمامی مراحل از مرحله ۳۶ تا مرحله ۴۵ رشد و نمو هستند):

A) جدایی (شکل a ۶۸؛ b ۹۰)، نازک‌شدگی (شکل b ۸۴)، و پارگی بافت پوششی تکتوریال (در واقع، این اختلالات مشابه با تمامی مراحل از مرحله ۳۶ تا مرحله ۴۵ رشد و نمو هستند).

B) زائده اپیتلیوم؛ در مراحل ۳۶ تا ۳۹ این زائده‌ها اغلب در بافت پوششی کیسه زرده (شکل a ۷۲؛ ۷۱؛ c ۵۸؛ d ۵۴) شایع هستند؛ در مرحله ۴۵ زائده بافت پوششی در سرتاسر بدن لارو قابل مشاهده است (شکل c ۹۲؛ ۷۱؛ b ۶۸)؛ زگیل‌های کوچک سفید روی باله سینه‌ای می‌تواند منجر به پارگی و از هم گسیختگی‌های متعدد و اشکال در بخش‌های مرتبط با شنا شود (شکل d ۷۱).

۲- ناهنجاری‌های ساختاری در بافت عضلانی (این اختلالات در تمام مراحل ۳۶ تا ۴۵ مشابه هستند):

A) ازدیاد بافت‌های توموری شکل روی بدن و بافت دم (شکل a, b ۷۳)؛ در شکل‌های b ۷۳ و d ۸۷ به‌صورت یک شیار جانبی مشخص در کیسه زرده نشان داده می‌شود که از تمام بدن لارو عبور می‌کند (با خمیدگی جزئی بافت عضلانی). وجود حفرات ادمی در لبه بیرونی شعاع باله ممکن است نشانگر مراحل اولیه رشد تومور مانند باشد که نه‌تنها بر اپیتلیوم و بافت عضلانی بلکه بر طناب عصبی، عروق خونی و دستگاه عصبی نیز تاثیرگذار است. اغلب ناهنجاری‌ها منجر به تغییر شکل دم می‌شوند (شکل ۵۱) و یا با از دست دادن قسمت‌هایی از بدن، منجر به تلفات بالا می‌شوند. بنابراین، این چنین مواردی به‌ندرت در مرحله ۴۵ مشاهده می‌شوند. شکل ۷۴ نشان‌دهنده یک لارو با بافت تومور مانند در ناحیه تنه است که باعث انحنای شکمی دم می‌شود.

(B) لایه‌لایه شدن بافت عضله مخطط: این ناهنجاری می‌تواند در لارو تمامی گونه‌های تاس‌ماهیان مورد مطالعه و در تمامی مراحل مشاهده شود (شکل ۷۵؛ ۷۷ a, b؛ ۸۰)؛ تغییرات ساختاری در بافت عضله لارو را می‌توان در اسلایدهای بافت‌شناسی حاصل از مقاطع طولی و عرضی مراحل ۳۷-۳۶ و ۴۵ مشاهده کرد (شکل ۷۶ a, b, c, d, e). این تغییرات بر اساس نمونه‌های مشاهده شده در پنج دهه استوار است. در سال‌های اخیر، موارد متعددی از لایه‌لایه شدگی فیبری^۱ در بافت ماهیچه به همراه نازک‌شدن و خمیدگی فیبرهای عضلانی مشاهده شده است. شکل ۷۶ (b, d) تغییرات ضخامت میومر را نشان می‌دهد؛ مقاطع فرونتال (شکل ۷۶ d؛ ۷۸b) حفره‌هایی در عرض میومر؛ بیرون‌زدگی قطعات فیبر (شکل b ۷۷؛ ۷۸؛ ۸۰) با بخش‌هایی از فیبرهای بلند و پیچ‌خورده را نشان می‌دهد.

(C) تقسیم‌بندی غیرطبیعی میومر (شکل ۸۱؛ ۸۲ b, c)

(D) فقدان رشته‌های عضلانی در میومرهای تغییر شکل‌یافته ساقه دمی (شکل ۸۳ a) و شکم (شکل ۸۳ b؛ ۸۴ b).

(E) فقدان تیغه‌های همبندی (میوسپت‌ها) در میومرها

(F) تغییر در ضخامت برخی میومرها؛ در نتیجه، آن‌ها نسبت به یکدیگر جابه‌جا می‌شوند (بالتر یا پایین‌تر می‌روند): سطح بدن ناهموار می‌شود.

(G) کوتاه‌شدن برخی میومرها، که منجر به جدایی طولی مشهود دستجات میومر می‌شود (شکل e ۵۰).

ناهنجاری‌های توصیف شده در بافت‌های عضله کشنده نیستند، اما توانایی شنا در لاروها را کاهش می‌دهند.

۴-۵- ناهنجاری‌های فیزیولوژیک در جنین‌ها در زمان تفریخ و لاروها در هنگام شروع تغذیه

همانند ناهنجاری‌های توصیف شده در فصل قبل درباره اختلالات تشریحی، اثرات فیزیولوژیک نیز در همان بافت‌ها یا اندام‌ها در خلال رشد و نمو لاروی ایجاد می‌شوند که در ویژگی‌های زیر تظاهر می‌یابند:

۱- هماتوم‌های^۱ متعدد در اندام‌ها و بافت‌های مختلف: قلب و پریکارد، مغز، حفره چشم و بافت‌های مجاور، کبد، کمان و رشته‌های آبششی یا چین باله (شکل ۸۵، ۸۶)؛ به‌خوبی شناخته‌شده است که هماتوم‌ها می‌توانند نفوذپذیری غشا را مختل و موجب گسیختگی عروق شوند.

۲- ناهنجاری‌ها در تنظیمات یونی مایعات بدن غالباً منجر به ادم:

(A) در بطن چهارم بصل‌النخاع (شکل ۸۸ b, c, d)

(B) در کیسه زرده (شکل ۸۷ a)

(C) در پریکارد (شکل ۸۷ b؛ ۸۹)

(D) در شعاع‌های باله (شکل ۷۳a, b؛ ۸۷ c)

(E) در تکتوریال^۲ بافت پوششی (شکل ۸۷ d, e, f)

(F) در شکم (شکل ۸۴ b؛ ۸۹؛ ۹۰ a, b, c) می‌شوند.

۳- ناهنجاری در سوخت و ساز چربی ممکن است در اشکال مختلفی به‌صورت تشریحی دیده شود: حضور قطرات بزرگ در حفره‌های مغز (احتمالاً چربی‌ها)، در حفره‌های دهان و آبشش، پریکارد، منطقه شکمی، حفره‌های روده (شکل ۷۰ b؛ ۹۰ d, e) و قسمت جلویی و مارپیچی دستگاه گوارش (شکل ۵۶) و همچنین چین باله پیش‌مخرجی.

حضور قطرات (احتمالاً قطرات چربی) در محوطه شکمی، پریکارد و چین باله پیش‌مخرجی ممکن است نشان‌دهنده نفوذپذیری زیاد در دیواره دستگاه گوارش باشد، درحالی که حضور چربی در دستگاه

1. Hematoma

2. Tectorial

گوارش می‌تواند نشان‌دهنده اختلال در سوخت و ساز چربی باشد. در شروع تغذیه، ذخایر نهایی چربی با منشاء زرده، در کبد و بافت روده میانی تجمع پیدا می‌کنند (Schmalhausen, 1968). چربی بیش از حد در روده میانی اغلب منجر به پارگی دیواره شکم می‌شود.

۴-۶- خطرات مکانیکی در جنین‌های در زمان تفریخ و لاروهای نزدیک به شروع تغذیه

صدمات مکانیکی مشاهده شده در لارو عمدتاً ناشی از شرایط نامناسب پرورش است و به‌این ترتیب ماهیت فنی دارند. صدمات مکانیکی شامل پارگی کیسه زرده به‌دلیل تراکم در زمان تفریخ (شکل a ۹۱)؛ جمع‌شدگی و چین‌خوردگی باله‌های سینه‌ای و دم‌ی و سبیلک‌ها در طی استرس‌های دست‌کاری (به‌عنوان مثال تورکشی)، تراکم بیش از حد و فعالیت هم‌نوع خواری به‌ویژه طی محرومیت‌های غذایی (شکل c ۹۱؛ ۹۲) است. هر دو لبه و تمامی باله‌های سینه‌ای در معرض آسیب و گازگرفتگی هستند (شکل b ۹۱؛ ۹۲).

۴-۷- جمع‌بندی کلی

به‌طور خلاصه با توجه به مشاهدات می‌توان بیان کرد که ناهنجاری‌های ساختاری در لارو تاس‌ماهیان دارای تناوب متنوعی است که از سالی به سال دیگر و از تفریخگاهی به تفریخگاه دیگر متفاوت است. در طی تفریخ (مرحله ۳۶) و مراحل بعدی (۳۹-۳۷)، عمده ناهنجاری‌ها (۲۰ تا ۱۰۰ درصد تفریخ در پایین دست ولگا) عبارت‌اند از: (a) در چین باله (به‌عنوان مثال، فقدان جزئی یا کامل، پیچ‌خوردگی، فرخوردگی و ادم)؛ (b) ادم بطن چهارم بصل‌النخاع؛ (c) ناهنجاری در شکل بدن (به‌عنوان مثال انحنای بدن و ساقه دم‌ی، بدشکلی کیسه زرده)؛ (d) هایپوپلاژی و تغییر شکل قلب در محدوده مجرای کوویر، پیاز شریانی^۱ و پریکارد؛ (e) برآمدگی یا رویش ناهنجار اپیتلیوم، میکروفتالمی^۲ و حفره‌های بویایی تحلیل رفته؛ (f) ادم بافت پوششی سر؛ (g) حفره‌هایی در عضلات مخطط؛ (h) هماتوم؛ (i) اختلال در سوخت و ساز چربی؛ (j) اختلال در تفریخ و رفتار شنا.

1. Bulbu

2. Microphthalmia

در آغاز تغذیه (مرحله ۴۵) در مراحل رشد و نمو لارو، ناهنجاری‌های زیر به کرات مشاهده می‌شود:

(a) حفرات در عضلات مخطط ماهیچه؛ (b)؛ تاخیر در دفع رنگ‌دانه؛ (c) رویش‌های ناهنجار کوچک در بافت پوششی و پارگی باله‌های سینه‌ای؛ (d) کوتاه‌شدن باله‌های سینه‌ای؛ (e) نازک‌شدن و پارگی چین باله؛ (f) شکاف پل بینی؛ (g) آب‌مروارید؛ (h) نازک‌شدن و پارگی دیواره شکم؛ (i) اختلال در سوخت و ساز چربی؛ (k) ادم شکم؛ (l) کوتاه‌شدن سرپوش آبششی؛ (m)؛ رویش ناهنجار یا زائیده در بافت پوششی سر و تنه (n) اختلال در ساختار میومر؛ (o) نازک‌شدن بافت پوششی تکتوریال. ناهنجاری‌های توصیف شده، خاص یک گونه نیستند. عمده آن‌ها کشنده نیستند، ولی در نهایت، شدت آن‌ها تعیین می‌کند که آیا لارو شانس بقا دارد یا خیر.

ناهنجاری‌های ساختاری در تاس‌ماهیان جوان (ضمیمه V)

۵- ناهنجاری‌های ساختاری در تاس‌ماهیان جوان

بدون در نظر گرفتن گونه، تاس‌ماهیان جوان ناهنجاری‌هایی مشابه آنچه را که در لارو دیده می‌شوند به نمایش می‌گذارند. این ناهنجاری‌ها به ۴ دسته تقسیم می‌شوند:

۱- انحنای قسمت انتهایی بدن و دم: انحنای پشتی-شکمی (اسکولیوزیس)^۱ و جانبی (لوردوزیز)^۲ (شکل ۹۳ a, b). این ناهنجاری‌ها از قبل در لارو ظاهر شده و احتمالاً در ماهیان جوان ادامه می‌یابد اما ممکن است در مراحل بعدی بهبود یابند.

۲- اندام‌های خارجی و بخش‌های بدن ممکن است تغییرات زیر را نشان دهند: (a) کوتاه‌شدن پوزه؛ (b) کوتاه‌شدن سبیلک‌ها، باله‌ها و سرپوش آبششی؛ (c) میکروفتالمی و کوچک‌شدن بیش از حد عدسی چشم؛ (d) کاتاراکت یا آب‌مروارید؛ (e) شکاف پل بینی؛ (f) تغییر شکل شیارهای بویایی، تغییر شکل خط جانبی، بدشکلی صفحات استخوانی (اسکوت‌ها) ناقص، اختلال در ساختار دهان؛ (g) زائده یا رویش ناهنجار بافت پوششی روی سر، شکم و تنه. شکل عادی سر یک فیل‌ماهی جوان در شکل ۹۵ ارائه شده است.

۳- ناهنجاری‌ها در ساختارهای بافتی عبارت‌اند از: (a) حفرات در بافت عضلانی؛ (b) لایه‌لایه شدن رشته‌های عضلانی بر روی میوفیبریل‌های مجزا (شکل ۱۰۸ و ۱۰۹)؛ (c) نازک‌شدن و پارگی دیواره شکم؛ (d) واکوئوله شدن و نکروز سلول‌های کبد، چرب‌شدن کبد یا کبد چرب (نمونه موردی ۱۱۰)؛ (e)

1. Scoliosis
2. Lordosis

جایگزینی غدد مخاط معده با بافت همبند (شکل ۱۱۱)؛ (f) واکنش‌ده شدن و نکروز سلول‌های بافت پوششی روده (شکل ۱۱۲) مشابه جزئیات توصیف شده توسط Radaelli و همکاران (۲۰۰۰)؛ (g) ناهنجاری در ساختار غیرطبیعی بافت‌های کلیه-توسعه بافت خون‌ساز و پراکندگی سلول‌های پوششی در توبول‌های پیچ‌خورده کلیه؛ (h) افزایش بازشدن لوله‌های مارپیچی کلیه و تجمع گرانول‌های پروتئین (شکل ۱۱۳).

۴- اختلالات فیزیولوژیک: هماتوم‌های متعدد در ناحیه قلب، شکم در پشت دهان و سرپوش‌های آبششی.

به‌طور خلاصه، عمده اختلالات مشاهده شده به‌این ترتیب هستند:

A) کوتاه‌شدن سرپوش آبششی (شکل ۹۵ و ۹۶)؛ (شکل b, c, ۹۶)؛ کاهش، خوشه‌ای شدن و گریزی شدن رشته‌های آبششی و همچنین توسعه ناقص تیغه‌های آبشش (شکل ۹۷).

B) ناهنجاری در اندام‌های بویایی (شکل ۹۸ و ۹۹): شکاف پل بینی، (شیستازیس)، حضور یک شکاف یا شیار در قسمت قدامی پوزه، ناهنجاری‌های ساختاری در سوکت یا غنچه‌های بویایی.

C) ناهنجاری‌ها در ساختار چشم (شکل ۱۰۰): کاهش اندازه عدسی‌ها (شکل b, d, ۱۰۰) کاتاراکت موضعی یا پراکنده (شکل b, c, d, e, g, ۱۰۰ و شکل c, ۱۰۱)، کدورت قرنیه، تخریب عدسی چشم و آسیب نواحی داخلی چشم (شکل f, ۱۰۰؛ شکل d, ۱۰۱)، فقدان کامل چشم (شکل b, ۱۰۱).

D) ناهنجاری‌های ساختاری در ناحیه دیواره شکم (شکل ۱۰۷-۱۰۲): دیواره شکم در تاس‌ماهیان جوان سالم، پوستی متشکل از لایه‌های پوششی و درمال دارد (شکل ۱۰۲ و ۱۰۳). ضخامت لایه پوششی به‌سمت خط میانی شکم کاهش پیدا می‌کند و بعد از آن، تنها دو لایه از سلول‌های ترشحی خارجی (گرد و پهن) وجود دارد. درم از یک لایه ضخیم از بافت همبند تشکیل شده است که ضخامت آن در کل دیواره شکم یکسان است. در زیر پوست میومرهایی وجود دارد که عضلات مورب را شکل می‌دهند. ارتفاع میومرها به‌سمت وسط شکم کاهش پیدا می‌کند. بلافاصله زیر خط وسط شکم، یک لایه بسیار نازک متشکل از دو یا سه رشته عضلانی و عضله رکتوس^۱ شکم وجود دارد (شکل a, ۱۰۲).

1. Rectus

تغییرات آسیب‌شناسی در دیواره شکم با تغییرات پوست و لایه‌های عضلانی مرتبط هستند (شکل ۱۰۶-۱۰۴). لایه سلول‌های ترش‌جی در بافت پوششی پوست قرار دارد و دور از خط میانی شکم نازک می‌شود. در نتیجه، اغلب منطقه بزرگی از شکم لایه موکوسی محافظ را از دست می‌دهد. غالباً از دو لایه سلول خارجی، تنها یک لایه از سلول‌های دایره‌ای باقی می‌ماند. در لایه درمال می‌توان به یک بافت همبند اسفنجی و کاهش معینی از ضخامت اشاره کرد. لایه عضلانی به‌علت تغییرات ساختار رشته‌های عضلانی در میومرها نازک است. بخش‌های شکمی بندهای عضلات تنه به میانه شکم نمی‌رسند. رشته‌های عضلانی در ماهیچه‌های رکتوس شکمی قابل تشخیص نیستند (Evgenyeva et al., 2001). نازک‌شدن دیواره شکم منجر به پارگی، پرولاپس^۱ روده‌ای (شکل ۱۰۷) و نهایتاً مرگ تاس‌ماهیان جوان منجر می‌شود.

1. Prolapse

بحث

۶- بحث

در مقایسه با گزارش‌های منتشر شده، کوتاه‌شدن سرپوش آبششی در لارو پس از مرحله ۳۶ و ۴۰ رشد و نمو رخ می‌دهد (Schmalhausen, 1975) و اغلب نه تنها در عملیات آبی‌پروری تاس‌ماهیان، بلکه در پرورش انبوه ماهیان استخوانی نیز مشاهده می‌شود. گمان می‌رود کوتاه‌شدن رشته‌ها و سرپوش آبششی سوخت‌وساز بدن و عملکرد رشد را تحت تاثیر قرار می‌دهد، اما گاهی می‌تواند بقا را نیز به خطر بیندازد. این ناهنجاری‌ها ممکن است چندین علت داشته باشند. درحالی که ممکن است اختلالات شرایط زیست محیطی در اقلیم منطقه در طی رشد و نمو جنینی (به عنوان مثال افزایش تراکم خوشه‌ها یا دستجات تخم که منجر به اختلال در تبادل اکسیژن بین محیط انکوباسیون و غشای تخمک می‌شود) باشد، اما همچنین ممکن است به‌خاطر اثر ورود یک آلاینده از غشای تخمک به فضای پری‌ویتلین و متعاقباً جنین باشد. بدیهی است پس از تفریخ، تراکم بالای لارو در مخازن پرورش، می‌تواند منجر به تجمع متابولیت‌ها، به‌خصوص آمونیاک شود، که به نوبه خود روی ساختارهای خارجی از جمله پوست، شعاع‌های باله و تیغه‌های آبششی تاثیر می‌گذارد و موجب تورم در انتهای راسی آن‌ها می‌شود (Igumnova, 1989).

ناهنجاری‌ها در اندام بویایی را می‌توان در ماهیان جوان وحشی یافت، اما عمدتاً در تاس‌ماهیان جوان پرورشی نیز رخ می‌دهند. از جمله علل این امر، سمیت ایجاد شده توسط متابولیت‌ها و افزایش شدید دمای آب است (Schmalhausen, 1973; Konstantinov, 1954; Krasnodembskaya, 1989). نشان داده شده است که این اختلالات عمدتاً بر بافت پوششی بویایی (گیرنده‌ها) تاثیر می‌گذارند و به‌تبع آن نقص‌های رفتاری بروز می‌کند (Devitsina, 2004). مشخص شده است که بویایی یکی از مهم‌ترین مکانیسم‌ها برای تغذیه تاس‌ماهیان جوان از کف بستر است (Kasumyan, 2002) بنابراین، رشد و نمو مناسب اندام بویایی برای بقای مراحل اولیه ماهیان جوان بسیار مهم است.

اطلاعات اندکی درباره نقش بویایی در اجتناب از شکارچی و بقای تاس‌ماهیان جوان موجود است. با وجود این، مطالعات اخیر (Wishingrad et al., 2014) به وضوح نشان می‌دهند که تاس‌ماهیان دریاچه‌ای (*Acipenser fulvescens*) جوان آموزش دیده، بوی شکارچی را که قبلاً در معرض آن قرار گرفته اند، تشخیص می‌دهند. در برنامه‌های آینده پرورش برای رهاسازی و بازسازی ذخایر، این چنین آموزش‌هایی باید در راهکارهای پرورش گنجانده شود (Chebanov et al., 2011).

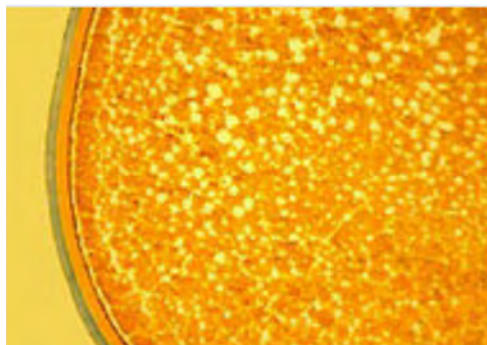
تمامی ناهنجاری‌های توصیف شده در ساختار چشم تاس‌ماهیان جوان می‌تواند منجر به کاهش بینایی و یا نابینایی شود. اگرچه بینایی، شیوه اصلی کنش متقابل با محیط زیست در تاس‌ماهیان جوان نیست، اما باز هم مهم است. در تاس‌ماهی چینی، تعداد سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای به تدریج بین روزهای ۳۰ تا ۵۰ بعد از تفریح افزایش می‌یابد (Chai et al., 2006). به‌طور معمول، چشم‌های تاس‌ماهیان به نور بسیار حساس‌اند اما سطح تیزبینی پایینی دارند. با وجود این، با این‌که بینایی در بوم‌شناسی تغذیه تاس‌ماهیان اهمیت کمی دارد، اما بخش ضروری برای جهت‌یابی به سمت زیستگاه‌ها است (Baburina, 1972). البته حس لامسه نیز حیاتی است (Bogliuone et al., 1999). مطالعات اندکی درباره نقش جهت‌یابی یا گرایش بینایی در تاس‌ماهیان دریای خزر و سیاه انجام شده است، اما در طی مهاجرت به سمت پایین دست، قدرت بینایی ماهیان جوان می‌تواند نقش مهمی در اجتناب از شکارچی (ماهی سوف ولگا و اسبله) و استراتژی‌های تغذیه‌ای (Khodorevskaya et al., 2009) زمانی که این ماهیان فواصل طولانی را به سمت پایین دست و بسترهای ساحلی برای تغذیه طی می‌کنند داشته باشد. Khodorevskaya و همکاران (۲۰۰۹) نشان داده‌اند که مهاجرت تغذیه‌ای عمودی لاروها و ماهیان جوان عمدتاً در طی روز به سمت بستر و در طی شب به سمت لایه‌های میانی است، که نتیجه آن، دوری از شکارچیان اصلی است که در جهات مخالف حرکت می‌کنند. یکی از علل اصلی مرگ و میر ماهیان جوان در طی مهاجرت به پایین دست، شکار شدن آن‌ها (Molodtsova & Smirnova, 1981)، تجمع بیشتر در انتهای محل سیلاب و در دوره‌هایی است که سطح آب پایین است (به‌عنوان مثال زمانی که تاس‌ماهیان از تفریخگاه‌ها رهاسازی می‌شوند). بنابراین، کاهش بینایی توسط تاس‌ماهیان جوان رهاسازی شده، سازگاری آنها با محیط جدید را پر استرس و خطر مرگ و میر را افزایش می‌دهد.

نقش انگل‌ها در اختلالات تشریحی و کاربردی لاروها و ماهیان جوان یکی از جنبه‌هایی است که در این اطلس پوشش داده نمی‌شود. با وجود این، بررسی کاتاراکت یا آب‌مروارید چشم‌ها نشان داد که

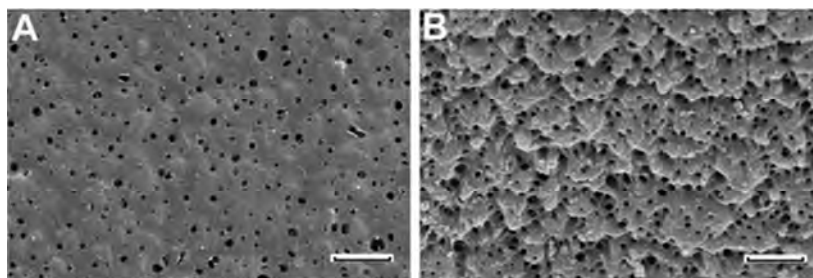
عدسی‌ها اغلب تحت تاثیر هجوم یک نوع متاسرکر که عمدتاً دیپلوستوموم است قرار می‌گیرند. این انگل یکی از عوامل اصلی دیپلوستوموزیس در استخرهای پرورش ماهی در روسیه است (Shagayeva et al., 2000). بررسی‌های میکروسکوپی آب‌مروارید چشم‌ها، حضور انگل را تایید نکرده است. بنابراین، علل بیماری‌ها و ناهنجاری‌های چشم ناشناخته مانده است.

ضمیمه I: ناهنجاری‌های ساختار تخمک‌های رسیده تاس‌ماهیان حوضه ولگا-

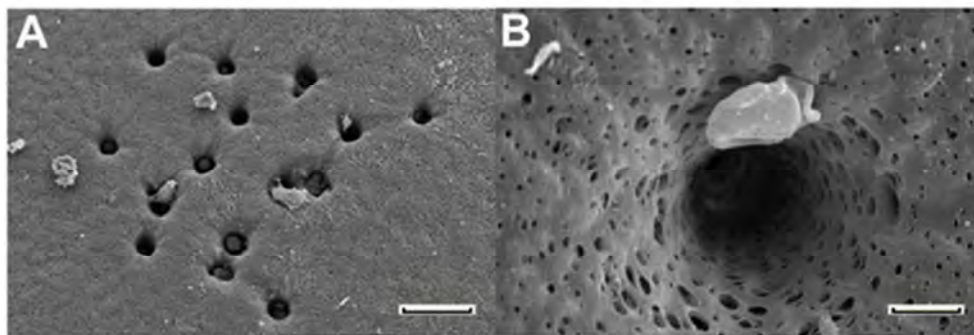
خزر و مولدین پرورشی



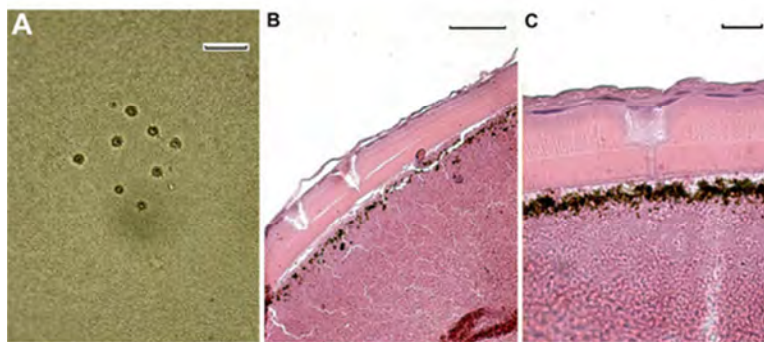
شکل ۲- ساختار طبیعی ظاهری برش تخم اووله شده رسیده *Acipenser stellatus* رود ولگا (تخم در محلول بوئن تثبیت شده بود)، لایه ژله‌ای (متمایل به سبز)، لایه ژله‌ای (زرد یکپارچه)، لایه آلونولار قشری و پالت‌های گرانول‌های زرده.



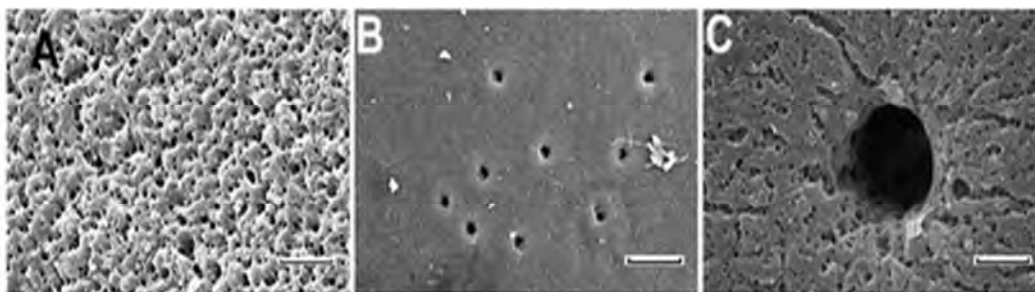
شکل ۳- تنوع در سطوح ظاهری تخم رسیده در *Acipenser gueldenstaedtii* (جمعیت دریای آزوف، مشاهده شده در مولدین مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو): A= سطح هموار پوشش (بعد از حذف لایه ژله‌ای)، نمایش منافذ ریز با الگوی نامنظم، B= سطح خشن یا ناهموار تخم در قطب جانوری با تراکم بالای منافذ (مقیاس: ۵ μm).



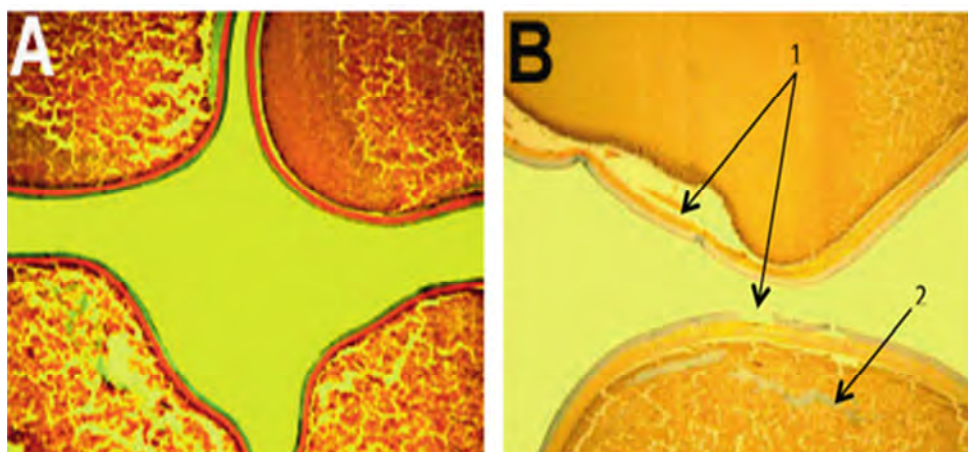
شکل ۴- محل میکروپیل در اووسیت‌های مولدین *Acipenser gueldenstaedtii* (مشاهده‌شده در مولدین مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو): A= قطب حیوانی (مقیاس = $50 \mu\text{m}$)؛ B= کانال‌های باز میکروپیل در سلول‌های فولیکولی (مقیاس = $5 \mu\text{m}$).



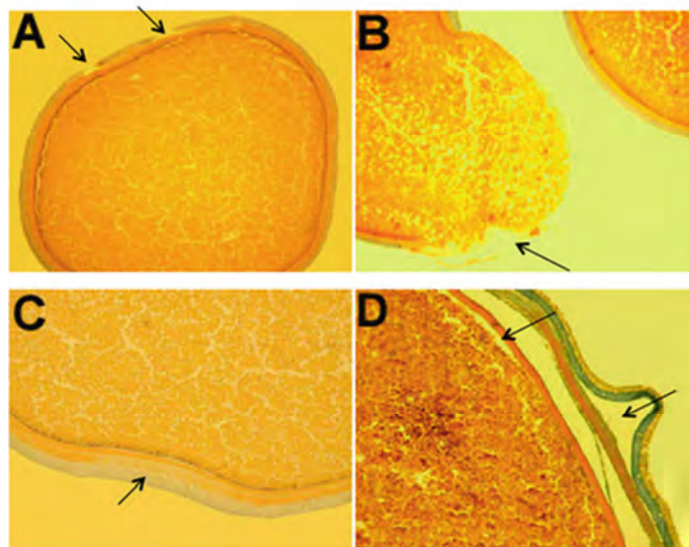
شکل ۵- محل میکروپیل در قطب حیوانی تخمک مولدین *Acipenser mikadoi* مشاهده‌شده در تفریخگاه ماهی آزاد اخوتسک (۲۰۰۵)، جزیره ساخالین (میکروسکوپ نوری): A= نمای معمولی (مقیاس = $50 \mu\text{m}$)؛ B= مقطع بافت‌شناسی پوشش تخمک با دو میکروپیل (مقیاس = $50 \mu\text{m}$)؛ C= ورودی کانال میکروپیل (مقیاس = $10 \mu\text{m}$).



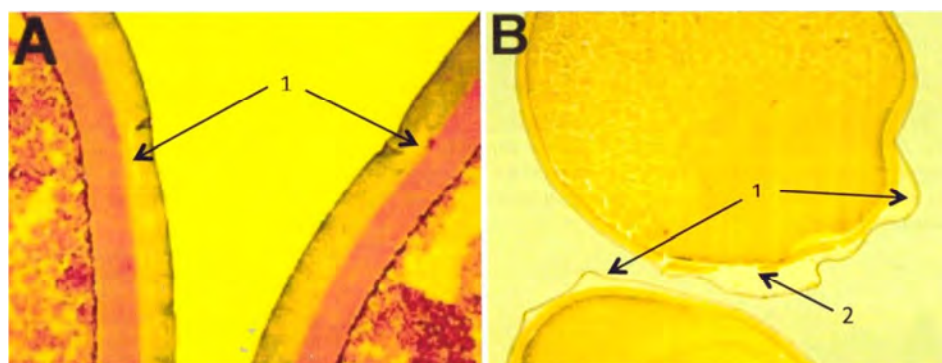
شکل ۶- قطب حیوانی در تخمک *Acipenser mikadoi*؛ مشاهده شده در مولدین تفریخگاه ماهی آزاد
 اخوتسک، جزیره ساخالین (۲۰۰۵): A= سطح لایه ژله‌ای؛ متراکم و چروکیده به علت تثبیت شدن
 (مقیاس = ۵ μm)؛ B= ناحیه میکروپیل (مقیاس = ۵۰ μm)؛ C= نمای نزدیک از کانال میکروپیل (مقیاس =
 ۵ μm).



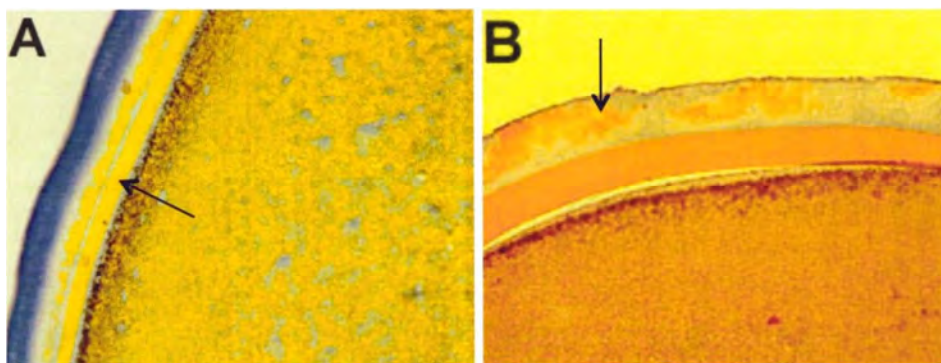
شکل ۷- نمای جزئی از سطح مقطع چند تخمک لقاح نیافته تغییر شکل یافته در اشکال متنوع:
 A= *Acipenser stellatus* وحشی رود ولگا؛ B= *Acipenser gueldenstaedtii* وحشی رود ولگا.
 (۱) تخریب موضعی غشای تخمک، (۲) حفرات زرده در قطب گیاهی (پر شده با مایع ناشناخته).



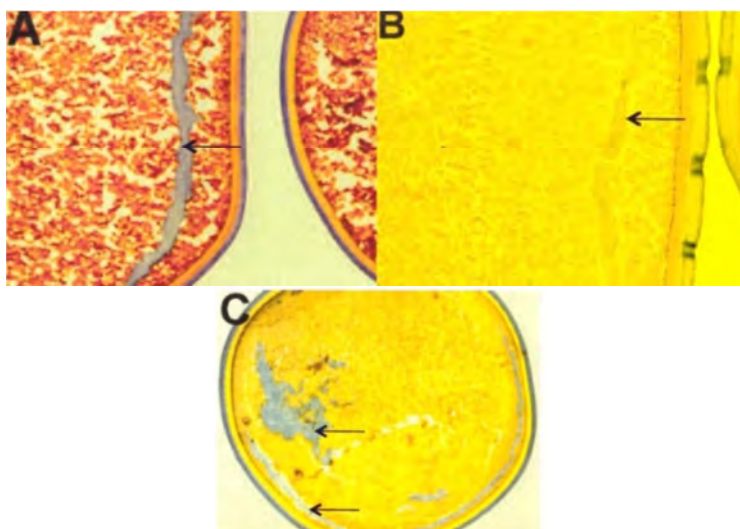
شکل ۸- تخمک *Acipenser gueldenstaedtii* (A-C) و *Acipenser stellatus* (D) رود ولگا:
 A= پارگی موضعی لایه ژله‌ای (پیکان)؛ B= نازک‌شدگی و پارگی پوشش (پیکان)، رهاشدن محتویات زرده؛
 C= انعقاد نامنظم لایه ژله‌ای؛ D= سایش لایه غشای (پیکان) در تخمک رسیده اووله نشده.



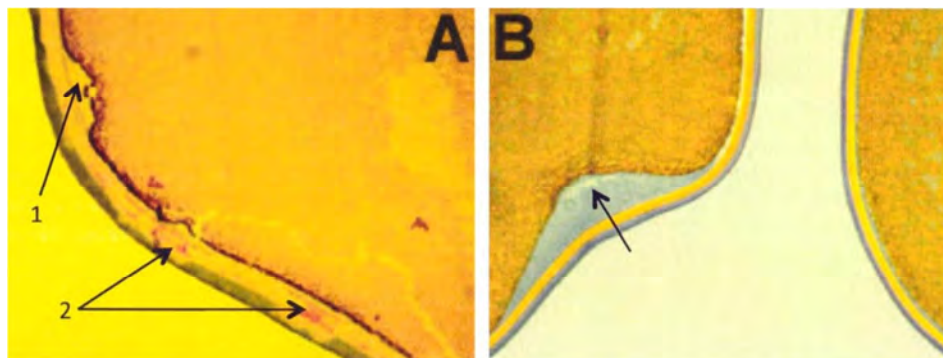
شکل ۹- لایه ژله‌ای و غشای زرده نامنظم در تخمک‌های *Huso huso* (A) و *Acipenser ruthenus* (B)
 رود ولگا: (A1)= واکوئل‌ها در لایه ژله‌ای تخم‌های فیل‌ماهی (پیکان)؛ (B1)= جداسدگی موضعی لایه ژله‌ای؛
 (B2)= شکستگی موضعی غشای زرده در تخمک‌های تغییر شکل یافته.



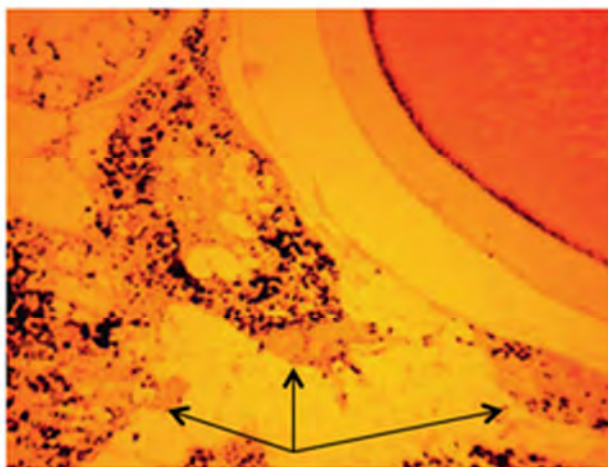
شکل ۱۰- نمای تخمک‌های تاس‌ماهیان رود ولگا: (A) با تغییر رنگ یا تجمع رنگدانه (پیکان) خارجی غشای زرده در *Huso huso* و (B) تغییر رنگ یا تراکم رنگدانه (پیکان) لایه ژله‌ای در *Acipenser gueldenstaedtii*



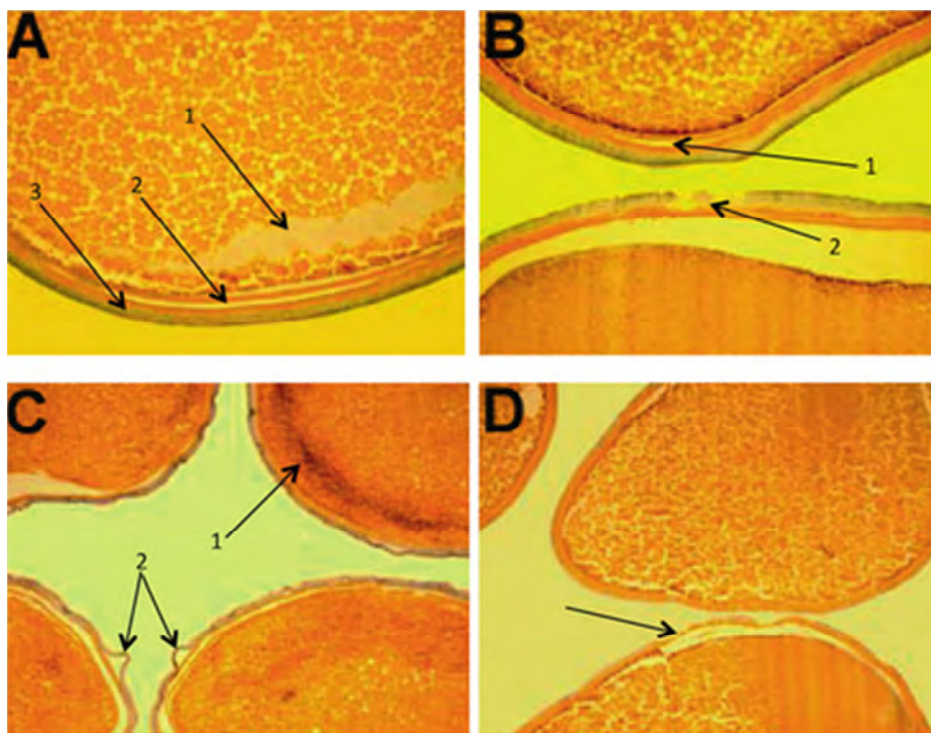
شکل ۱۱- تخم‌های بارور نشده تاس‌ماهیان رود ولگا با حفره‌های پر شده از مایعات ناشناخته در زرده نزدیک قطب گیاهی (پیکان‌ها): A = *Acipenser stellatus*, B = *Acipenser gueldenstaedtii*, C = *Huso huso*



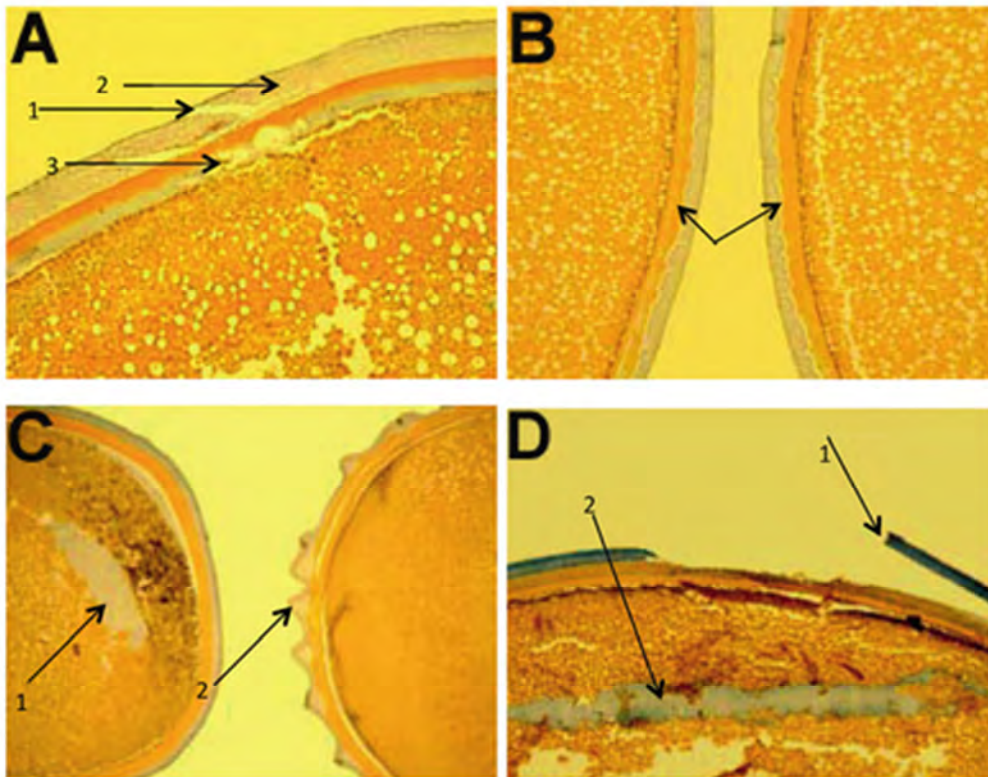
شکل ۱۲- مقطعی از تخم‌های تاس‌ماهی رود ولگا. (A) *Huso huso*: (۱) = آغاز رشد و نمو بکرزایی (پارتنوژنیزس)؛ (۲) تغییر رنگ یا تجمع رنگدانه در غشای تخمک؛ رشد و نمو بکرزایی تخم‌های *Acipenser stellatus* (پیکان).



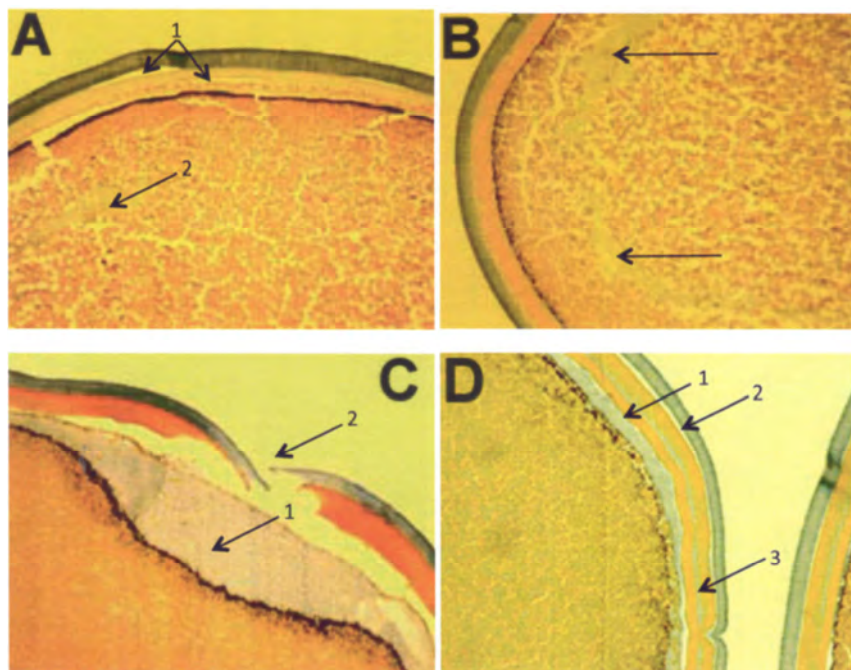
شکل ۱۳- جذب گسترده (پیکان‌ها) تخمک‌های رسیده اولیه نشده در *Acipenser gueldenstaedtii* رود ولگا.



شکل ۱۴- مقطع تخم‌های *Acipenser stellatus* رود ولگا: (A1)= حفره در زرده نزدیک قطب گیاهی پر شده با مواد ناشناخته؛ (A2)= لایه برداری موضعی غشاهای زرده؛ (A3)= لایه ژله‌ای با تجمع رنگدانه. (B1)= لایه برداری موضعی غشاهای زرده؛ (B2)= پارگی موضعی لایه ژله‌ای و تجمع رنگدانه در همه آن‌ها؛ (C1)= نشانه‌هایی از امکان رشد و نمو همسان تخم و (C2)= لایه برداری موضعی و همچنین تجمع رنگدانه همه غشاهای (D1)= تخمک‌های تغییر شکل یافته، پارگی موضعی همه غشاهای (پیکان).

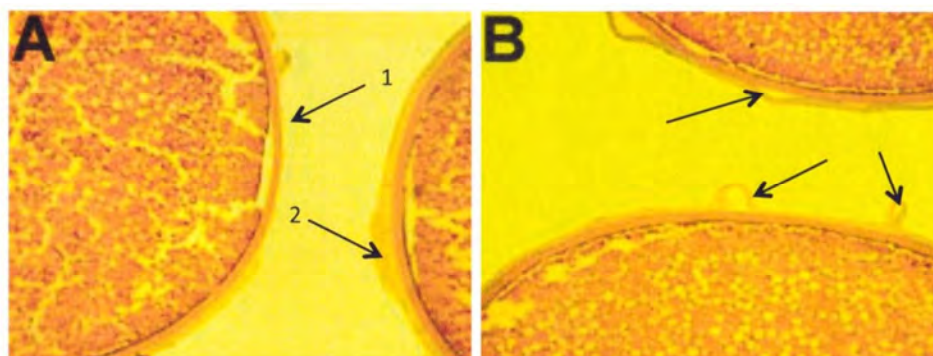


شکل ۱۵- مقطع تخمک‌های *Acipenser gueldenstaedtii* (ناحیه رود ولگا): (A1) = پارگی موضعی لایه ژله‌ای؛ (A2) = واکنش‌های درون لایه ژله‌ای؛ (A3) = پارگی زونا رادیاتای داخلی؛ (B) = انعقاد نامنظم لایه ژله‌ای (پیکان) و تجمع رنگدانه در زونا رادیاتا؛ (C1) = رشد و نمو هم‌زمان تخم؛ (C2) = لایه‌برداری چندگانه لایه ژله‌ای؛ (D1) = پارگی موضعی غشاهای تخم؛ (D2) = حفره در زرده، پر شده با مایعات ناشناخته (قطب گیاهی).

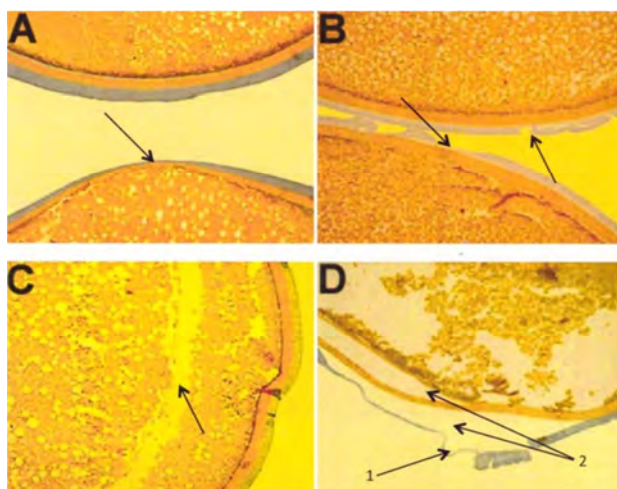


شکل ۱۶- مقطع تخمک‌های *Huso huso* (A-C) و *Acipenser ruthenus* (D) رود ولگا:

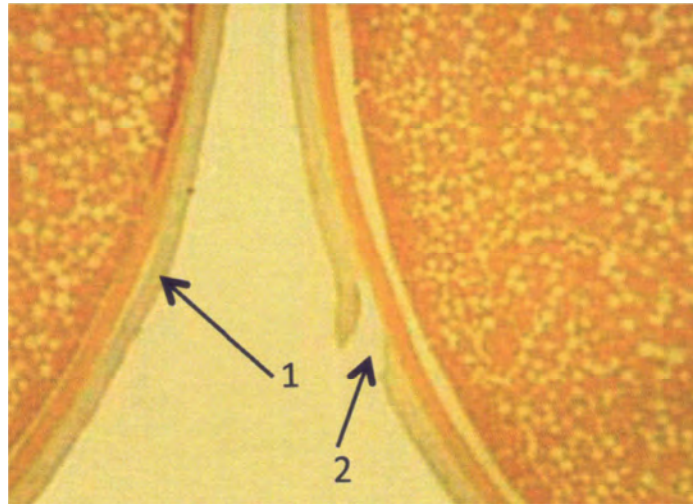
(A1) = لایه‌برداری موضعی تمام غشاهای تخم و تجمع رنگدانه در زونا رادیاتای داخلی؛ (A2) = حفره‌های کوچک مربوط به زرده پر شده با ماده ناشناخته (منطقه قطب گیاهی)؛ (B) = چندین حفره (پیکان) در پیرامون زرده پر شده با ماده ناشناخته (محل قطب گیاهی) و تجمع رنگدانه در غشاهای زرده؛ (C1) = رشد و نمو همسان تخم؛ (C2) = پارگی غشاها؛ (D1) = رشد و نمو همسان تخم؛ (D2) = لایه‌برداری موضعی لایه ژله‌ای؛ (D3) = آنیزوکرومیای زونا رادیاتای خارجی.



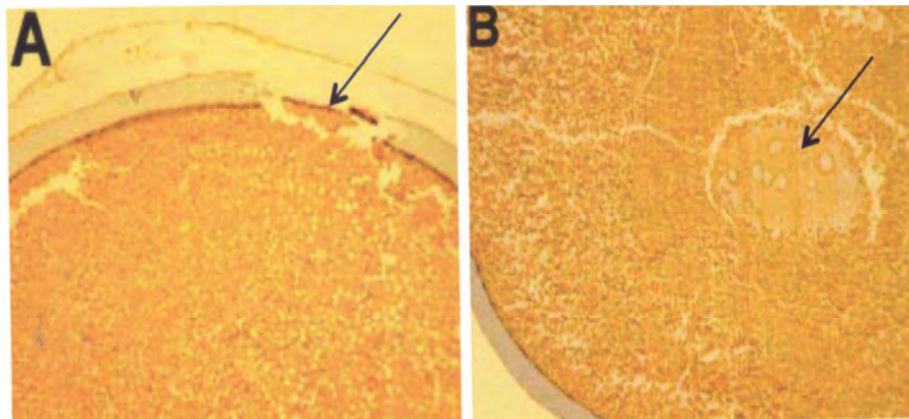
شکل ۱۷- مقطع تخم *Acipenser stellatus* رود ولگا: (A1)= پارگی موضعی لایه ژله‌ای؛ (A2)= ضخیم‌شدگی لایه ژله‌ای؛ (B)= جداشدگی موضعی لایه ژله‌ای (پیکان‌ها) و بوجود آمدن زائده‌های مختلف.



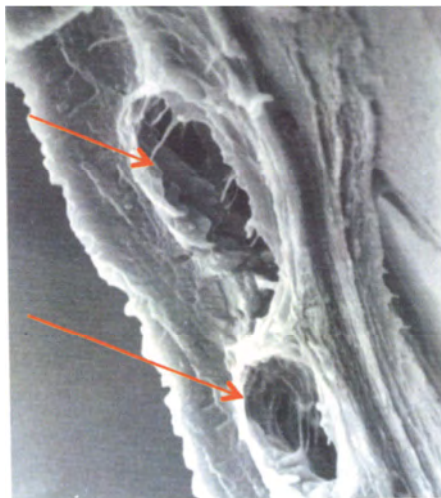
شکل ۱۸- مقاطع تخم‌های *Acipenser gueldenstaedtii* (ناحیه رود ولگا): (A)= نازک‌شدگی غشاها (پیکان)، نمای قطب گیاهی؛ (B)= پارگی لایه ژله‌ای (پیکان‌ها)؛ (C)= تغییر شکل موج مانند غشاهای تخم، تجمع رنگدانه در آنها و حفره (پیکان) با محتویات ناشناخته بین مواد زرده (قطب گیاهی)؛ (D1)= نازک‌شدگی لایه ژله‌ای؛ (D2)= لایه‌برداری تمامی غشاها.



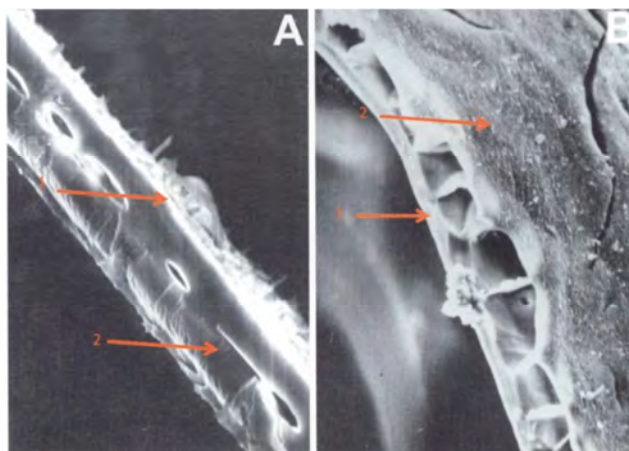
شکل ۱۹- نقص در لایه ژله‌ای تخمک‌های *Acipenser gueldenstaedtii* (رود ولگا)، مشاهده‌شده در سال ۱۹۷۲: (۱)= جداشدگی موضعی کاملاً واضح زونا رادیاتا؛ (۲)= پارگی به فاصله کمی پس از لقاح.



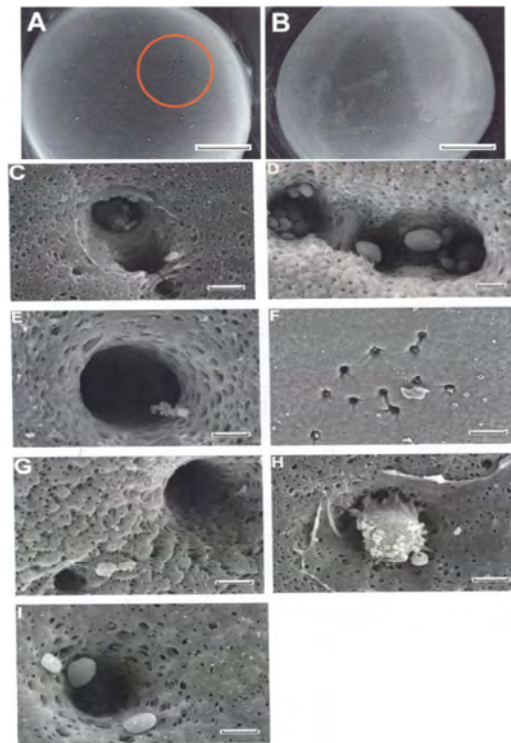
شکل ۲۰- مقاطع تخمک‌های *Acipenser gueldenstaedtii*: (A)= پارگی موضعی غشاهای تخمک (پیکان)؛ (B)= واکوئل‌های داخلی در هسته‌ها (کاریوپیکنوزیس) (پیکان).



شکل ۲۱- تصویر الکترونی غشاها در تخمک رسیده لقاح نیافته *Acipenser gueldenstaedtii* (رود ولگا):
لایه‌برداری پوشش ژله‌ای متورم (پیکان).

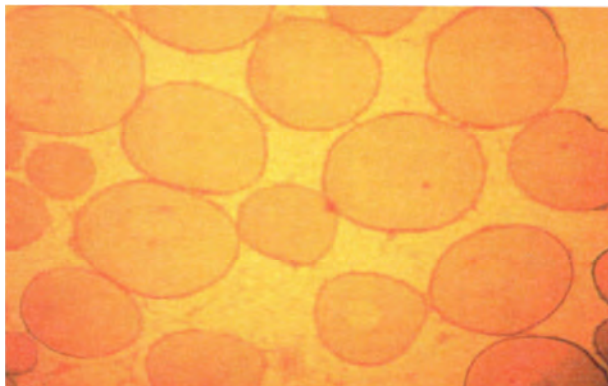


شکل ۲۲- تصویر الکترونی غشاها در تخمک‌های لقاح یافته *Acipenser gueldenstaedtii* (رود ولگا):
(A1 و B1) = لایه‌برداری زونا رادیاتا؛ (A2 و B2) = لایه‌برداری لایه ژله‌ای.

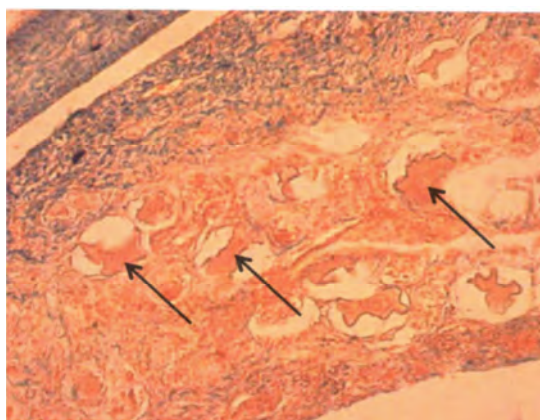


شکل ۲۳- میکروپیل‌های تخمک‌های *Acipenser gueldenstaedtii* مشاهده‌شده در مولدین مزرعه
 الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو: (A) = نمای بالایی؛ فضای تخمک با دستجات
 هشت‌تایی میکروپیل (دایره قرمز) (مقیاس = $500 \mu\text{m}$)؛ (B) = فقدان میکروپیل در قطب جانوری؛ چندین ذره
 خارجی چسبیده روی سطح (مقیاس = $500 \mu\text{m}$)؛ (C) = موقعیت بسته دو میکروپیل، فرورفته یا ادغام شده
 نزدیک سطح میکروپیل بالایی چپ حاوی موادی با ماهیت ناشناخته (مقیاس = $5 \mu\text{m}$)؛ (D) = در کنار هم
 قرارگیری سه کانال میکروپیل، دو تا قبلا در یک لایه عمیق‌تر ادغام شده‌اند، در حالی که سومی (چپ) به سطح
 اتصال دارد؛ (E) = شاخه‌های کانال میکروپیل (پایین‌تر در راست، زیر ذرات خارجی چسبیده نزدیک ورودی کانال
 میکروپیل) (مقیاس = $5 \mu\text{m}$)؛ (F) = شیارهای متعدد متصل در جوار دهانه میکروپیل (مقیاس = $50 \mu\text{m}$)؛
 (G) = دو میکروپیل با قطرهای متفاوت (مقیاس = $5 \mu\text{m}$)؛ (H) = انسداد کانال‌های میکروپیل‌ها با سلول‌های
 فولیکولی بخش‌های انتهایی (مقیاس = $5 \mu\text{m}$)؛ (I) = بلوکه‌شدن نزدیک به انتهای کانال میکروپیل (مقیاس =
 $5 \mu\text{m}$).

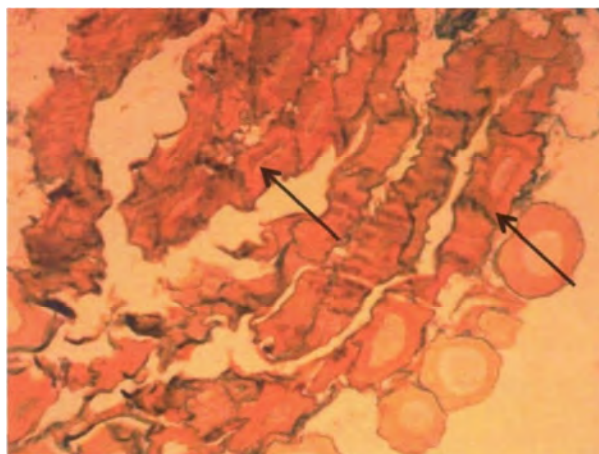
ضمیمه II: ناهنجاری‌های ساختاری تخم تاس‌ماهیان سیبری در طی دوره‌های
مختلف گامتوزنز در جمعیت‌های طبیعی



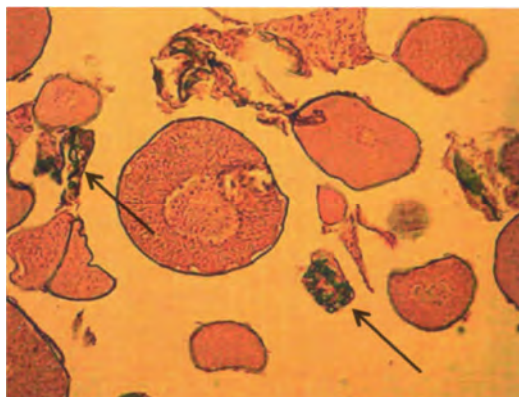
شکل ۲۴- ساختار طبیعی تخمک در تخمدان *Acipenser baerii* متعلق به رود ایندیگرگا.



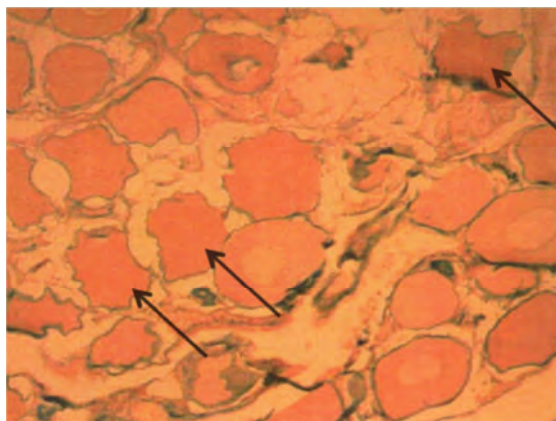
شکل ۲۵- تجزیه شدن عمده (پیکان‌ها) تخمک‌ها در *Acipenser baerii* در آغاز رشد سیتوپلاسمیک
(نمونه‌برداری شده از رود ایندیگیرکا).



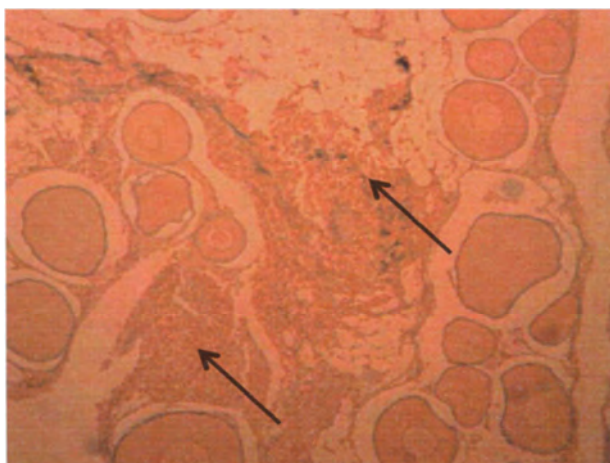
شکل ۲۶- تغییر شکل عمده (پیکان‌ها) تخمک‌ها در تخمدان *Acipenser baerii* (نمونه برداری شده از رود ایندیگیرکا).



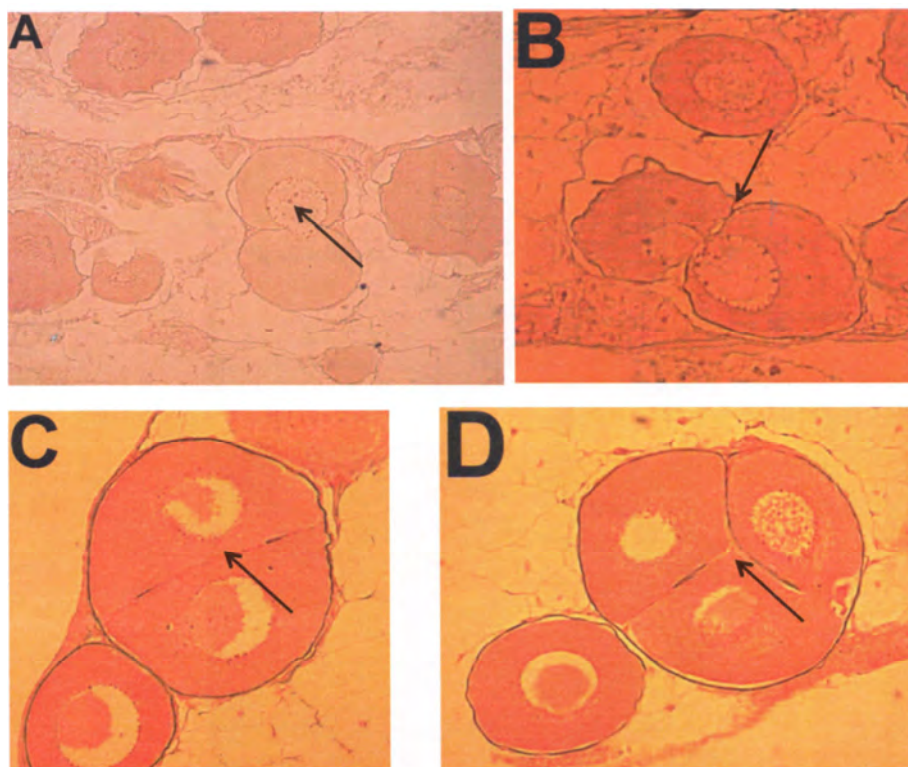
شکل ۲۷- مقطع عرضی فولیکول‌های فوق رسیده (پیکان‌ها) در انتهای مرحله جذب در تخمک‌های *Acipenser baerii* رود ینی‌سئی.



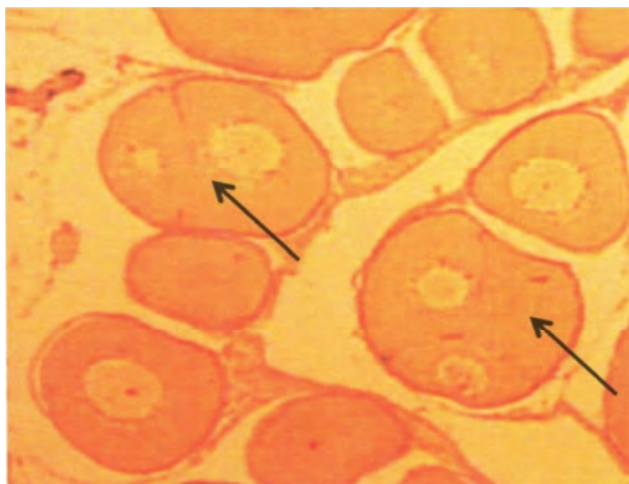
شکل ۲۸- تجزیه شدن قسمت‌های قابل توجهی از تخمک‌ها (پیکان‌ها) در *Acipenser baerii* (نمونه‌برداری شده از دلتای رود لنا).



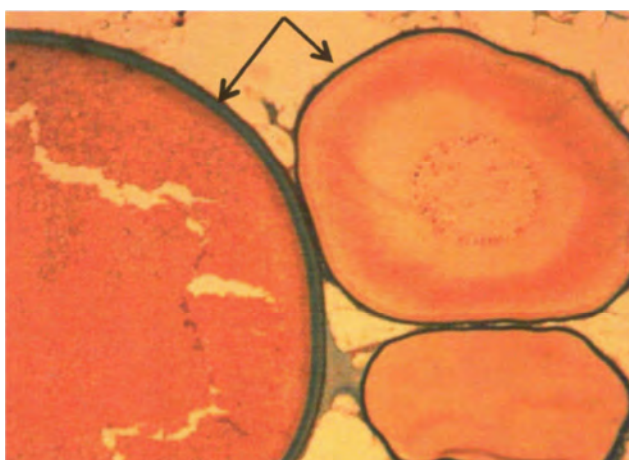
شکل ۲۹- تجمع سلول‌های خونی (پیکان‌ها) شرکت‌کننده در فرایند جذب تخمک‌ها در مولدین ماده *Acipenser baerii* (نمونه‌برداری شده در رود ینی‌سئی).



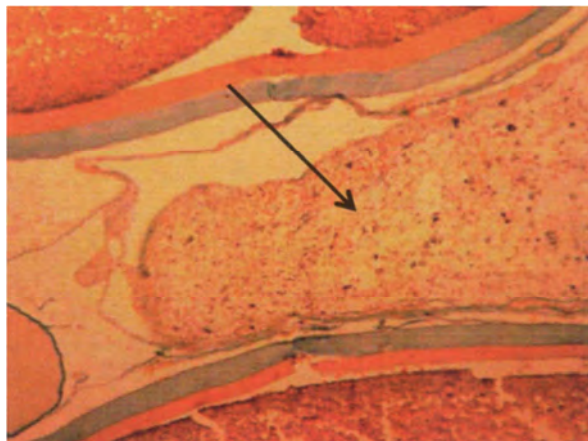
شکل ۳۰- تقسیم غیرمیتوزی در *Acipenser baerii* نمونه‌برداری شده از تفریخگاه‌های گرمابی، مزرعه تاس‌ماهی کوناکووو منطقه تیور: (A) = مرحله اول تقسیم آمیتوتیک؛ (B) = پیشروی تقسیمات (تیغه غالباً کامل می‌شود) (مرحله ۳۶)؛ (C) = تیغه کامل شده است و هسته به‌طور کامل تقسیم شده است؛ (D) = تقسیمات غیرمیتوزی (کامل نشده، اما منتج به سه سلول می‌شود).



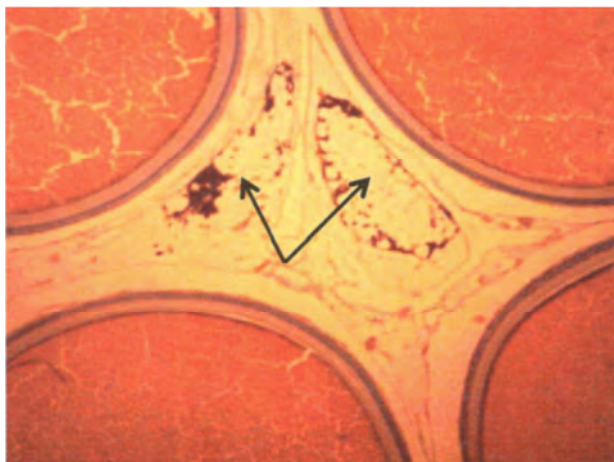
شکل ۳۱- تقسیم غیرمیتوزی دو تخمک (پیکان‌ها) نمونه‌برداری شده از *Acipenser baerii* رود ینی‌سئی. هسته می‌تواند در لایه‌های مختلف با اندازه‌ها و قطرهای مختلف تقسیم و ظاهر شود.



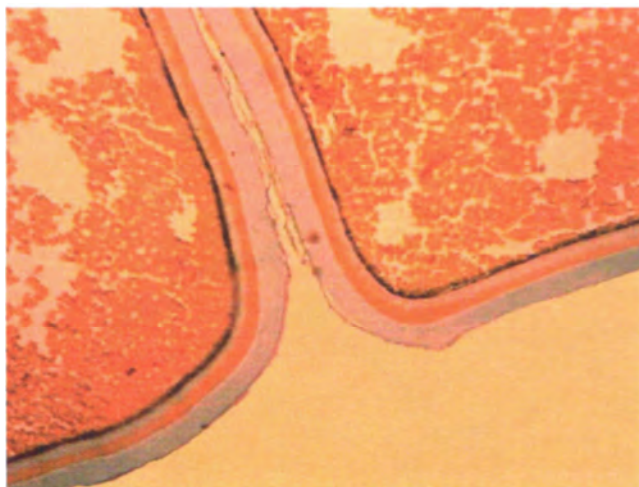
شکل ۳۲- توسعه ناهم‌زمان در طی رشد غیرطبیعی تخمک‌های (پیکان‌ها) *Acipenser baerii* نمونه‌برداری شده از رود ایندیگیرکا.



شکل ۳۳- مقطع گناد *Acipenser baerii* با تخمک (پیکان) در مرحله بازجذب. ماهی‌ها از رود کولیمای جمع‌آوری شده‌اند.



شکل ۳۴- مقطع عرضی تخمک‌های *Acipenser baerii* با دو مرحله پیشرفته از بازجذب (پیکان‌ها). ماهی‌ها از رود اوب جمع‌آوری شده‌اند.



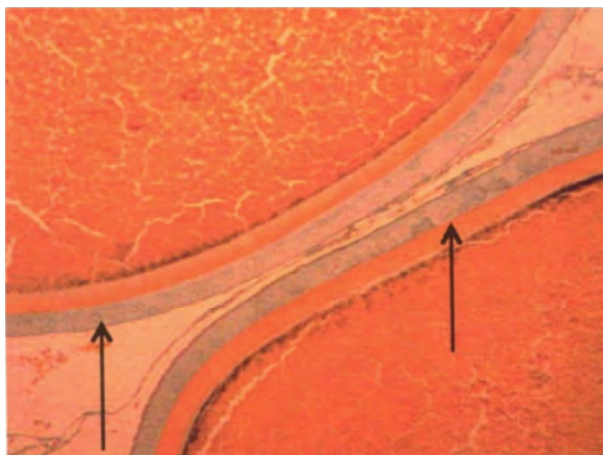
شکل ۳۵- مقطع عرضی نشان‌دهنده دو تخمک بدشکل *Acipenser baerii* نمونه‌برداری شده از رود کولیم است.



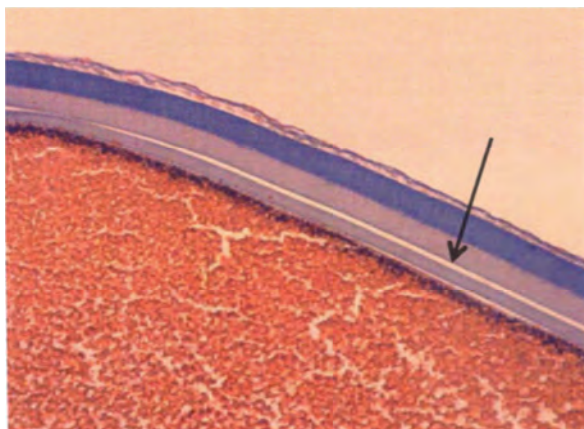
شکل ۳۶- مقطع عرضی اووسیت بدشکل *Acipenser ruthenus* نمونه‌برداری شده از رود ینی‌سئی؛ همچنین پارگی موضعی و خفیف (پیکان‌ها) غشاها.



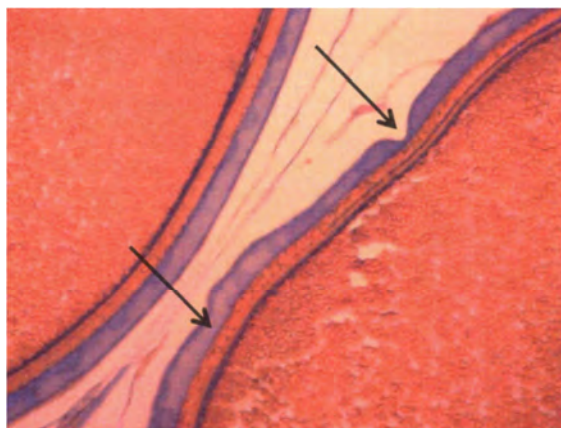
شکل ۳۷- مقطع عرضی از سه تخمک *Acipenser baerii* نمونه‌برداری شده از رود کولیم؛ نازک‌شدگی موضعی لایه ژله‌ای (پیکان راست) و غشای زرده به سمت لایه ژله‌ای پیشروی کرده است (پیکان چپ).



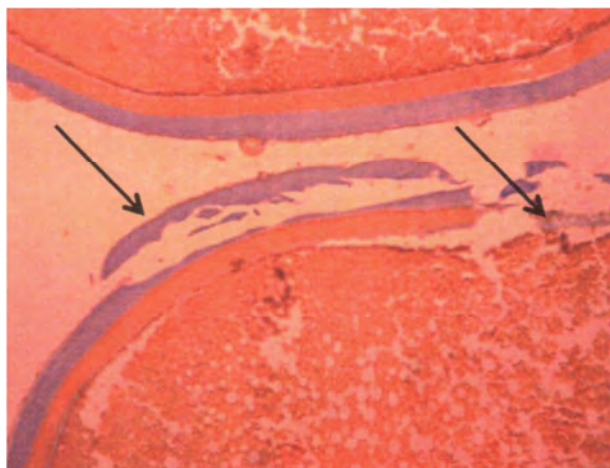
شکل ۳۸- مقطع عرضی دو تخمک *Acipenser baerii* با واکوئل‌هایی در لایه ژله‌ای (پیکان‌ها). ماهی‌ها از رود کولیم نمونه‌برداری شده‌اند.



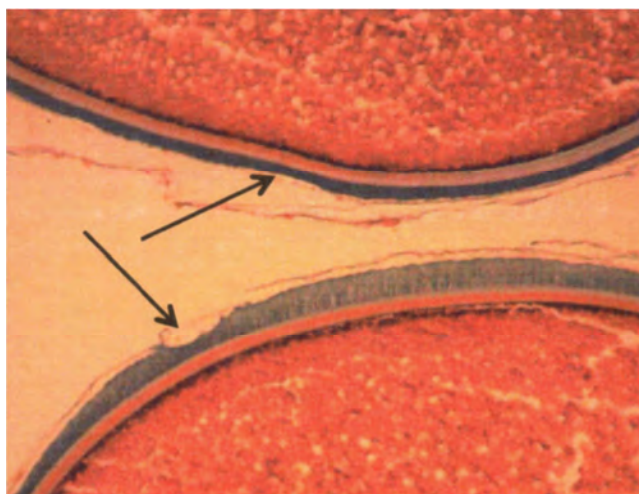
شکل ۳۹- نمای مقطع یک تخمک *Acipenser baerii* نمونه‌برداری شده از رود اوب. لایه برداری نازک (با لایه‌های نازک، پیکان‌ها) بین زونا رادیاتا داخلی و خارجی.



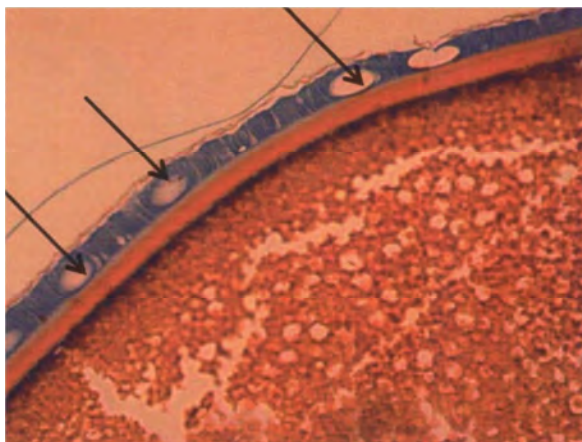
شکل ۴۰- مقطع تخمک *Acipenser baerii* صید شده از رود ینی‌سئی. چپ: لایه ژله‌ای سالم، پوشش غشای زرده در یک لایه پیوسته؛ راست: لایه‌لایه شدن موضعی ("برش‌ها"؛ پیکان راست بالا) لایه ژله‌ای و تجمع رنگدانه (پیکان چپ پایین).



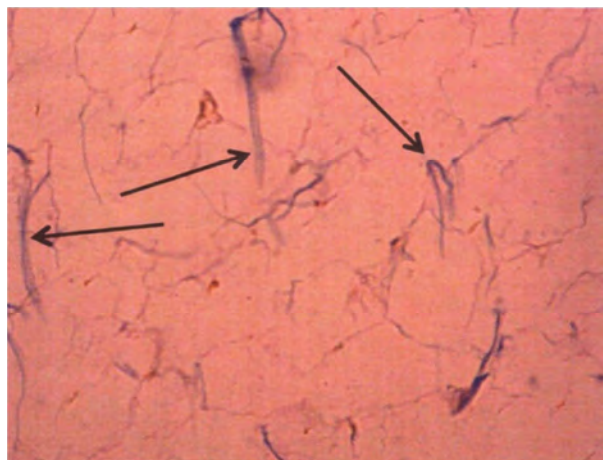
شکل ۴۱- مقطع عرضی تخمک *Acipenser ruthenus* متعلق به رود ینی‌سئی: شکل‌های مختلفی از پارگی غشاهای تخمک (پیکان‌ها).



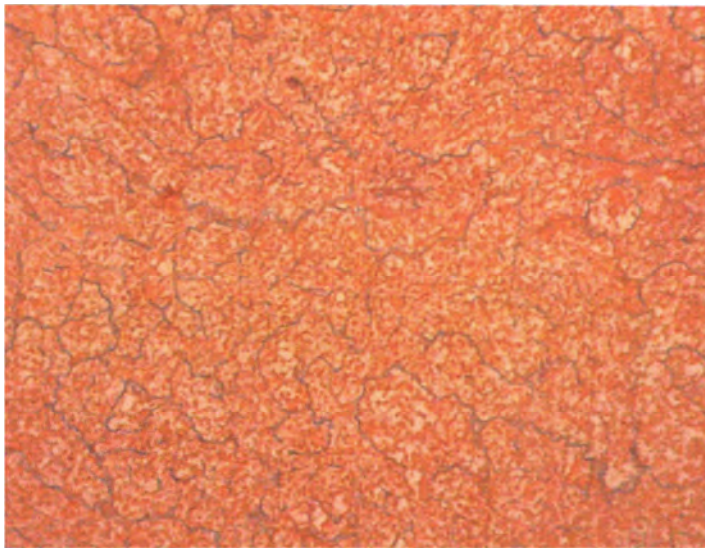
شکل ۴۲- تخمک‌های *Acipenser baerii* متعلق به مزرعه تاس‌ماهی کوناکووو منطقه تیور: نازک‌شدگی موضعی و ”برش“ لایه ژله‌ای (پیکان‌ها).



شکل ۴۳- تخمک *Acipenser baerii* متعلق به مزرعه تاس‌ماهی کوناکووو منطقه تیور؛ حفرات در لایه ژله‌ای (پیکان‌ها).

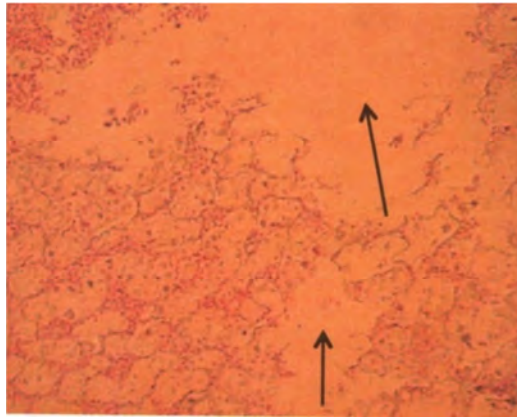


شکل ۴۴- ساختار گناد در ماده‌های عقیم *Acipenser baerii* متعلق به رود اوب. بافت زایا با بافت چربی و بافت‌های نواری متصل جایگزین شده است (پیکان‌ها).

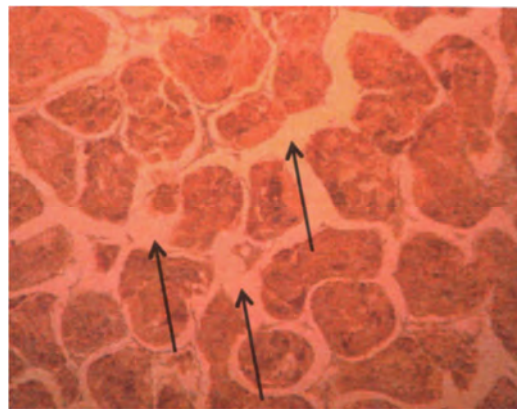


شکل ۴۵- ساختار بافت توموری روی تخمدان ماده‌های عقیم *Acipenser baerii* متعلق به رود اوب.

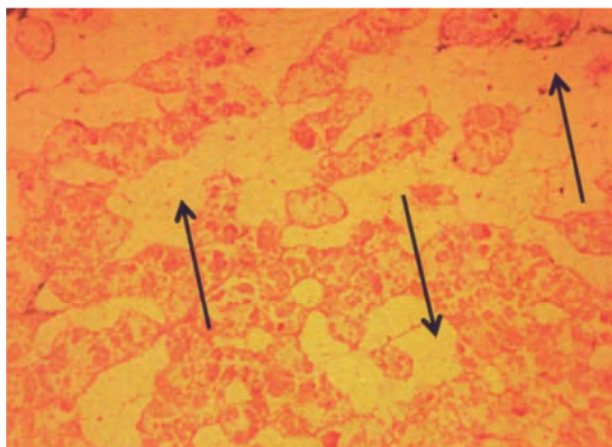
ضمیمه III: ناهنجاری‌های ساختار بیضه تاس‌ماهیان



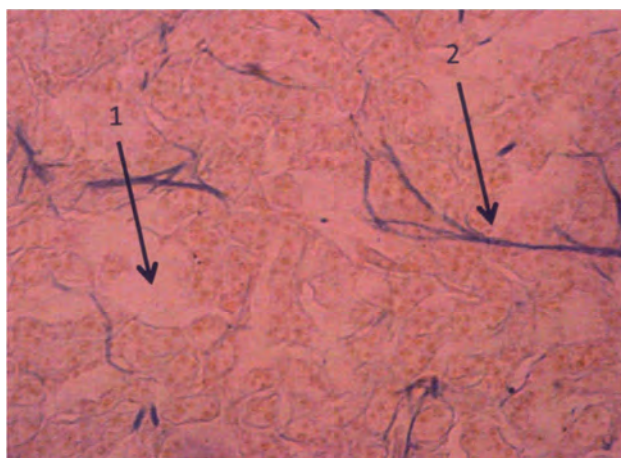
شکل ۴۶- سطح مقطع بیضه *Acipenser gueldenstaedtii* متعلق به رود ولگا (مرحله II بلوغ جنسی)؛ عدم یکپارچگی لوله‌های اسپرم‌بر درحالی که حفرات بزرگی بین آنها تشکیل شده است (پیکان‌ها).



شکل ۴۷- حفرات موضعی (پیکان‌ها) در بیضه *Acipenser ruthenus* متعلق به رود ولگا (مرحله IV بلوغ جنسی)؛ لوله‌های اسپرم‌بر به همراه اسپرماتوزوا. ماهی از رود ینی‌سئی نمونه‌برداری شده است.

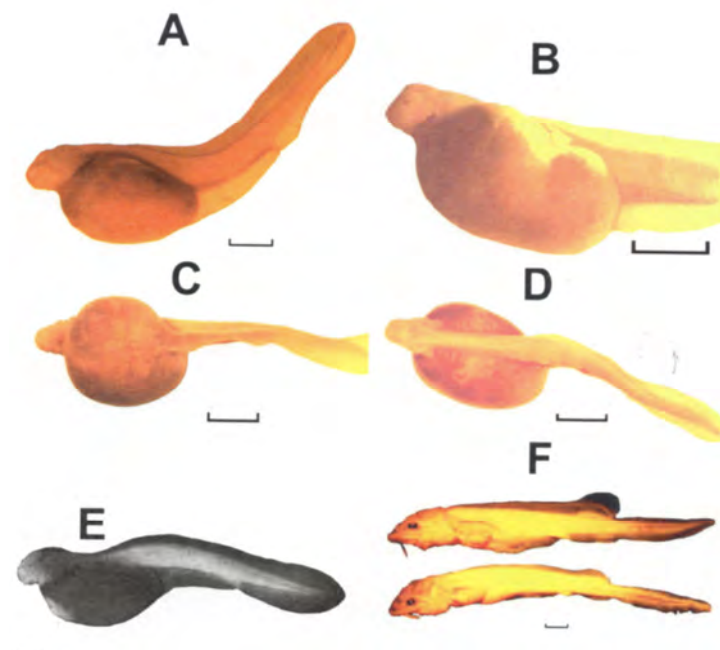


شکل ۴۸- بافت چربی (پیکان‌ها) بین لوله‌های اسپرم‌بر در بیضه *Acipenser gueldenstaedtii* متعلق به رود ولگا (مرحله II بلوغ جنسی).

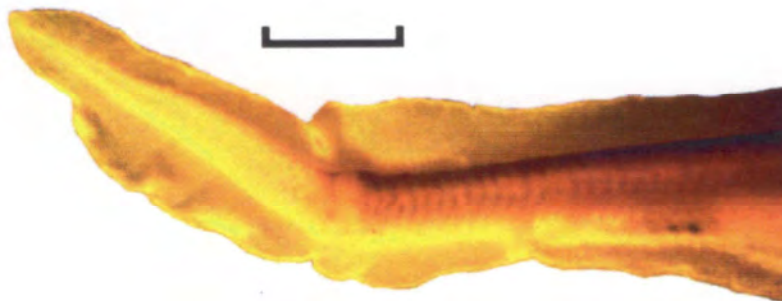


شکل ۴۹- *Acipenser ruthenus* متعلق به رود ینی‌سئی (مرحله II بلوغ جنسی)؛ پارگی موضعی لوله‌های اسپرم‌بر به همراه حفرات (۱)؛ هجوم بافت‌های همبند در قسمت زایای بیضه (۲).

ضمیمه IV: ناهنجاری‌های ساختاری در لارو تاس‌ماهیان حوضه ولگا - خزر و
لاروهای پرورشی



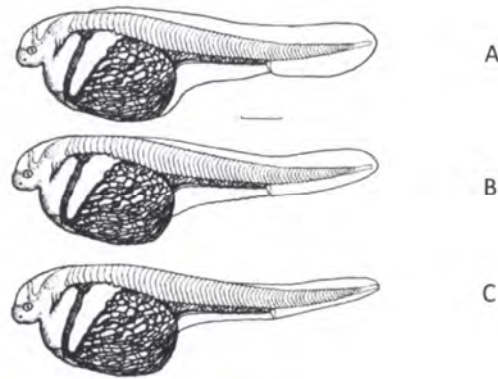
شکل ۵۰- بدشکلی‌های سرتاسری بدن در لارو تاس‌ماهیان مختلف متعلق به رود ولگا: (A) = اسکولیوزیس (دم و بدن به سمت بالا انحنای می‌یابد) در *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۶)؛ (B) = گره‌های تومور مانند در قسمت جانبی کیسه زرده در نتیجه تغییر شکل در *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶)؛ (C) = شکل نامنظم کیسه زرده (نمای شکمی)؛ (D) = همان لارو، نمای پشتی؛ (E) = نقص در بخش پشتی *Acipenser gueldenstaedtii* در مرحله ۳۶؛ (F) = شکل طبیعی بدن (بالا)، بدن کمانی شکل (پایین) در *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۵). تمامی خطوط مقیاس = ۱ mm.



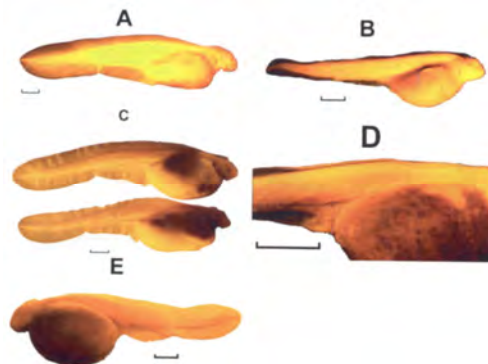
شکل ۵۱- انحنای رو به بالای ساقه دمی در اثر تومور در بافت‌های در حال رشد *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵؛ رود ولگا). مقیاس = ۱ mm.



شکل ۵۲- انحنای مختلف بدن لاروهای (مرحله ۳۶) تاس‌ماهیان در لاروهای به‌دست آمده از مولدین پرورش-یافته در قفس ماهی خزری شاتورا: (A) *Acipenser ruthenus*-کیفوزیس در قسمت قدامی بدن؛ (B) *Acipenser ruthenus*؛ (C) *Acipenser nudiventris*؛ کیفوزیس در ساقه دمی و میکروسفالی؛ (D) *Acipenser nudiventris*: اسکولیوزیس و کیفوزیس. مقیاس = ۱ mm.



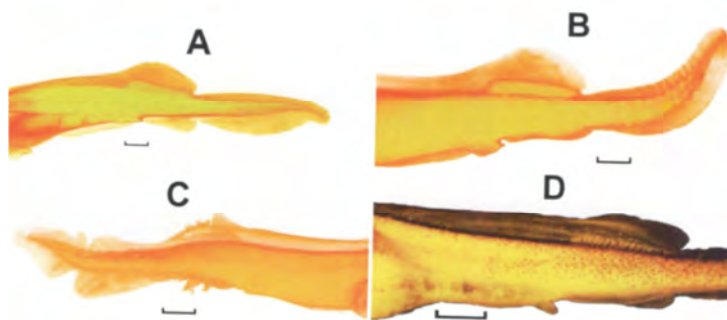
شکل ۵۳- اندازه و شکل طبیعی چین‌های باله (A) و مراحل مختلف کاهش آن (B و C) در زمان تفریخ لارو تاس‌ماهی (مرحله ۳۶). سینوس سیاهرگی منشعب نشده و متصل به شبکه رگ‌های خونی مویرگی (بسیار منشعب) بالای بخش دمی وابسته به زرده.



شکل ۵۴- تنوع بدشکلی چین باله در تاس‌ماهیان رود ولگا: (A) = شکل طبیعی بدن و چین‌های باله *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۸)؛ (B) = *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۷)؛ چین باله باریک، انحنای رو به پایین بخش دمی (C) = *Huso huso* (مرحله ۳۸) - چین باله کمی موجدار؛ (D) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) بهم پیچ خوردن خیلی ظریف چین باله (E) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) - کاهش اندازه چین باله پیش‌مخرجی. مقیاس = ۱ mm.



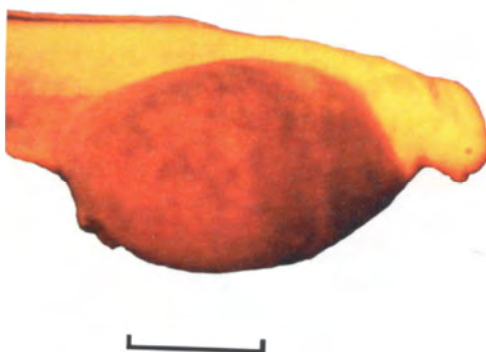
شکل ۵۵- ناهنجاری‌های ساختاری چین باله در لارو تازه (تثبیت نشده) *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) متعلق به مولدین تفریخگاه تاس‌ماهی موژایسک، منطقه مسکو: (1) = چین باله (باریک شده)؛ (2) = مقطع باریک چین باله؛ (3) = حرکت موجی چین باله شکمی بین کیسه زرده و مخرج. مقیاس = ۱ mm.



شکل ۵۶- ساختار طبیعی و ناهنجاری‌های باله‌ها در تاس‌ماهیان رود ولگا (مرحله ۴۵): (A) = ساختار طبیعی *Huso huso*؛ (B) = انحنای ساقه دمی در *Huso huso*؛ (C) = پارگی باله‌های پشتی، مخرجی و دمی؛ (D) = *Acipenser gueldenstaedtii*، فرخورده، چین‌های بهم پیچ خورده و لوله شده باله‌های پشتی، مخرجی و دمی؛ فقدان چین باله پیش مخرجی. مقیاس = ۱ mm.

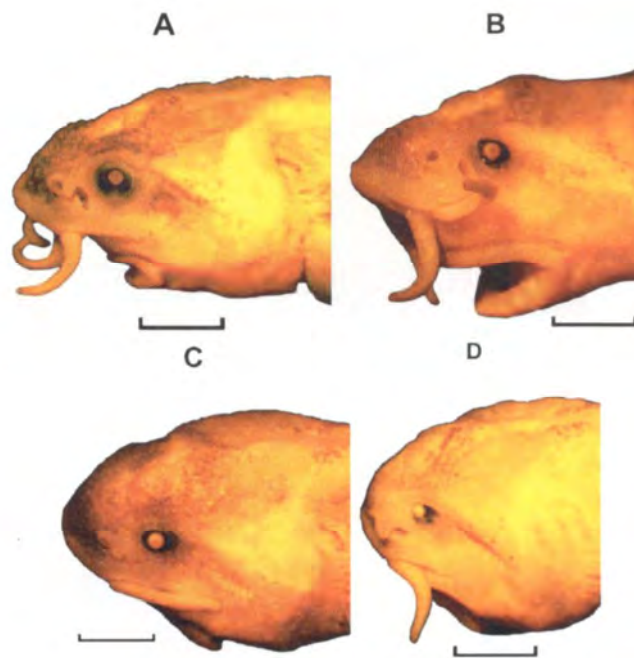


شکل ۵۷- *Acipenser stellatus* متعلق به رود ولگا (مرحله ۴۵)؛ ساختار طبیعی باله‌های سینه‌ای و شکمی (قطعه بالایی) و فرم تحلیل رفته و ناقص آنها (قطعه پایینی). مقیاس = ۱ mm.

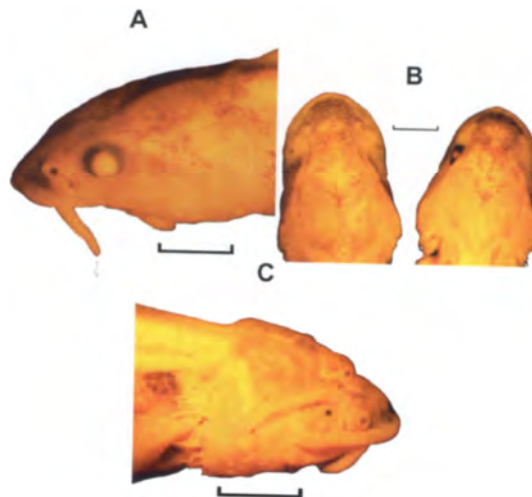


شکل ۵۸- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) متعلق به رود ولگا. میکروسفالی^۱ و میکروفتالمی^۲ و همچنین هایپرتروفی غدد تفریخ (پیکان)، مقیاس = ۱ mm.

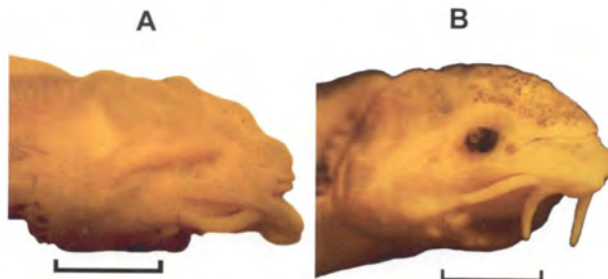
-
1. Microcephalia
 2. Microphthalmia



شکل ۵۹- لارو *Huso huso* رود ولگا (مرحله ۴۵): (A) = شکل و اندازه طبیعی چشم؛ (B، C و D) = درجات مختلف توسعه آب‌مروارید؛ (B) = ظاهر طبیعی اندام بویایی؛ (A، C و D) = شکاف تیغه بینی (پیکان‌ها). همه مقیاس‌ها = ۱ mm.

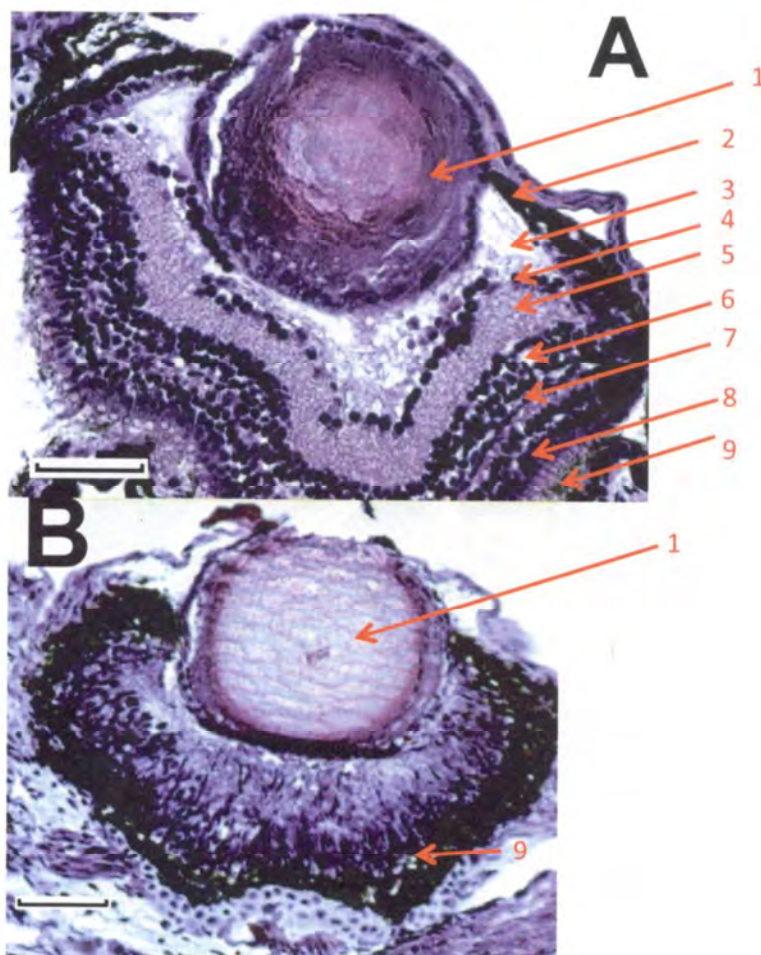


شکل ۶۰- اختلالات در چشم‌های تاس‌ماهیان رود ولگا (مرحله ۴۶) (A) = لارو *Acipenser gueldenstaedtii*؛ هایپرتروفی عدسی چشم، کاتاراکت؛ (B) = آنوفتالمی^۱ کامل (چپ) و آنوفتالمی یک‌طرفه و کاتاراکت چشم چپ؛ (C) = *Acipenser stellatus*: میکروفتالمی مفرط، تنها یک لکه رنگدانه‌دار به جای مانده است. مقیاس = ۱ mm.

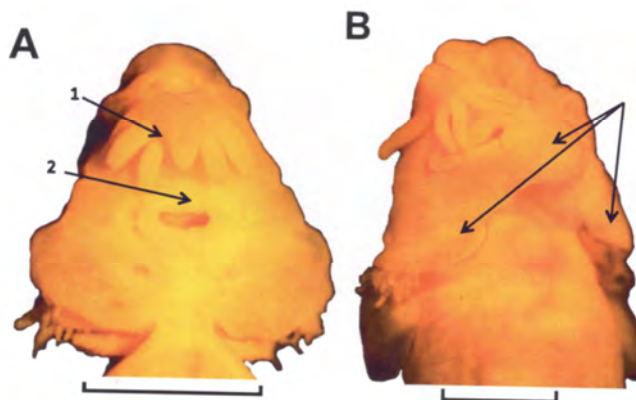


شکل ۶۱- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵) متعلق به رود ولگا: (A) = آنوفتالمی و فقدان رنگدانه؛ یک شیار باز به جای اندام بویایی (پیکان)؛ (B) = *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۶) متعلق به رود ولگا: اندام بویایی غیرطبیعی به همراه شیارها در سطح جلویی پوزه (پیکان)، مرحله اولیه توسعه کاتاراکت.

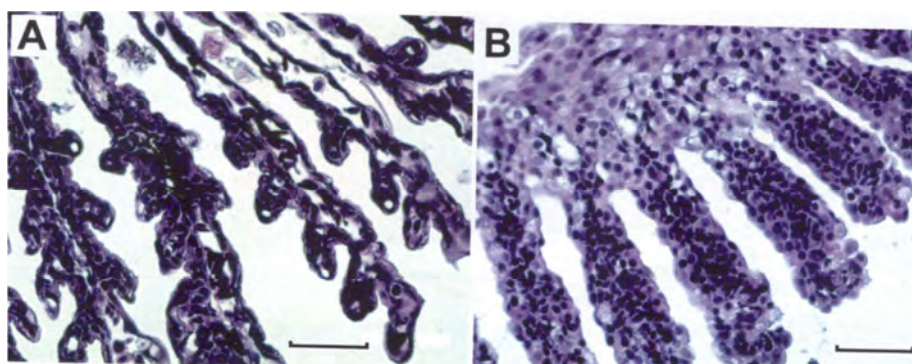
مقیاس = ۱ mm.



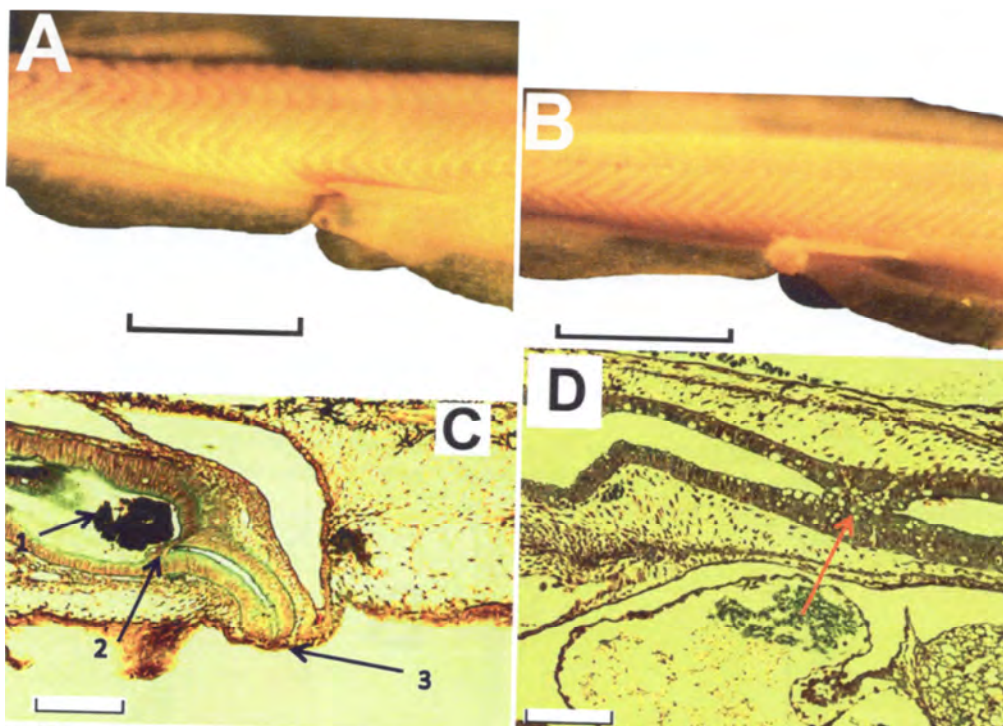
شکل ۶۲- اختلالات چشم در لارو *Acipenser gueldenstaedtii* در مرحله ۴۵ جمعیت مولدین مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی (منطقه مسکو)؛ (A) = کاهش مایع زجاجیه در حفره پشتی؛ (B) = تنگ‌شدگی در لایه شبکیه چشم؛ ۱ = عدسی؛ ۲ = قرنیه؛ ۳ = کاهش مایع زجاجیه در حفره پشتی؛ ۴ = لایه سلول‌های گانگلیون؛ ۵ = لایه مشبک داخلی؛ ۶ = لایه هسته‌ای داخلی؛ ۷ = لایه مشبک خارجی؛ ۸ = لایه هسته‌ای خارجی؛ ۹ = لایه رنگدانه‌ای شامل سلول‌های مخروطی و استوانه‌ای گریزی شکل نامنظم. (مقیاس = ۵۰ μm).



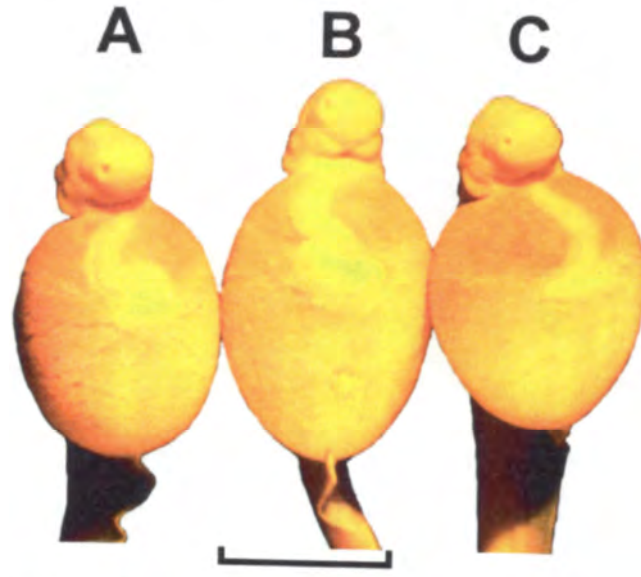
شکل ۶۳- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵) متعلق به رود ولگا: (A) = تاخیر یا عقب افتادگی رشد و نمو دهان و سبیلک‌ها؛ 1 = فقدان اندام بویایی جایگزین شده با شیار پهن کوتاه در قسمت جلویی سطح پوزه؛ 2 = پوزه تغییر شکل یافته و خمیده به سمت شکم، کوتاه شدن سرپوش آبششی؛ (B) = سر ناقص با سه سرپوش آبششی (پیکان‌ها)، چشم و اندام بویایی وجود ندارند. مقیاس = ۱ mm.



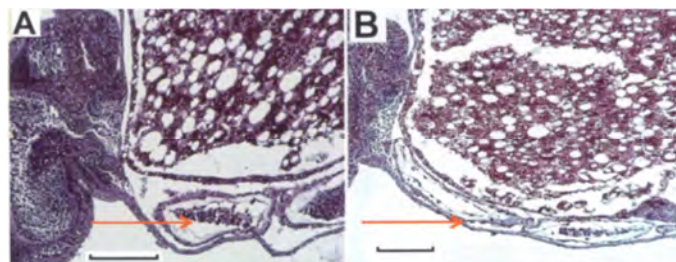
شکل ۶۴- لارو *Acipenser baerii* (مرحله ۴۵)؛ رشته‌های آبشش در اولین کمان آبششی مولدین مزرعه تاس‌ماهی کوناکووو منطقه تیور و مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو؛ (A) = ساختار طبیعی با رشته‌ها و تیغه‌ها؛ (B) = هایپرپلازی گسترده رشته‌های آبشش (تورم و رشد بیش از حد تیغه‌ها) (مقیاس = ۵۰ μ m).



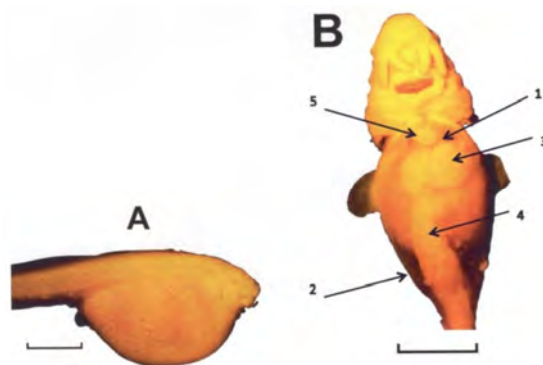
شکل ۶۵- *Acipenser stellatus* (لارو مرحله ۴۵) متعلق به رود ولگا (A) = ساختار طبیعی مخرج؛ (B) = مخرج پر شده از پلاگ؛ (C) = ذرات رنگدانه (1) بقایای حاصل از یک تیغه (2) بین روده مارپیچی و انتهایی هنگامی که مخرج بسته شده است (3) (پیکان)؛ (D) = یک تیغه اولیه بازجذب نشده بین حلق و مری (پیکان)؛ (C و D) = مقطع طولی؛ مقیاس: (A و B) = ۱ mm؛ (C و D) = ۰/۱ mm.



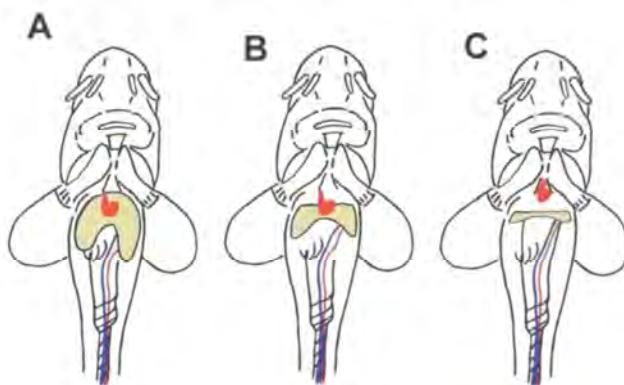
شکل ۶۶- لارو *Acipenser stellatus* متعلق به رود ولگا: (A) = ساختار طبیعی قلب (مرحله ۳۶)؛ (B) = پیاز شریانی و مجرای کوویر باریک (مرحله ۳۷)؛ (C) = سمت چپ انحنای لوله کاردیاک و کوچک شدن اندازه پیاز شریانی (مرحله ۳۶). مقیاس = ۱ mm.



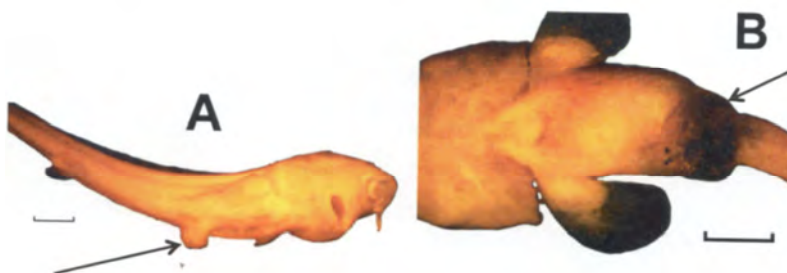
شکل ۶۷- لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۶، مقطع طولی) به دست آمده از مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو (A) = ساختار طبیعی حفره کاردیاک (پیکان)؛ (B) = قلب تغییر شکل یافته که به صورت یک حفره باریک و نازک پدیدار شده است (مقیاس = ۲۰۰ μ m).



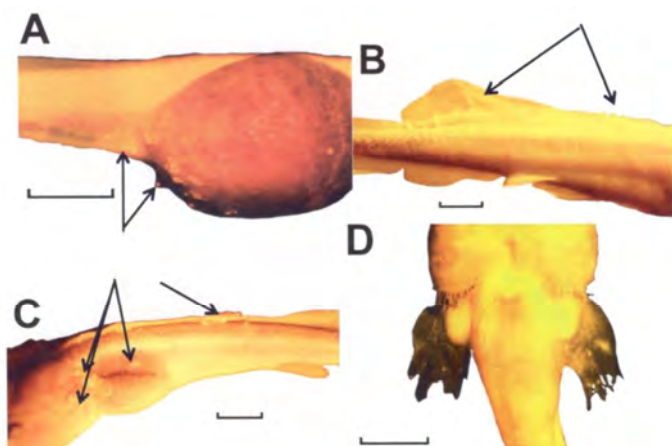
شکل ۶۸- لارو *Acipenser stellatus* (رود ولگا)؛ (A) = (مرحله ۳۶) فقدان بطن چهارم بصل النخاع (بطن مین سفالن) (پیکان)، آنوفتالمی، میکروفتالمی، حذف بافت پوششی؛ (B) = نقص در اندام‌های داخلی (مرحله ۴۵): (1) = هیدروپسی پریکارد؛ (2) = حفره شکم متسع؛ (3) = نازک شدن بافت پوششی، موقعیت غیرطبیعی کبد؛ (4) = کوتاه شدن روده؛ (5) = تاخیر یا عقب ماندن نمو قلب (پیکان) و باله‌های سینه‌ای ابتدایی، اندازه ضمائم باب المعدة‌ای کاهش می‌یابد. مقیاس = ۱ mm.



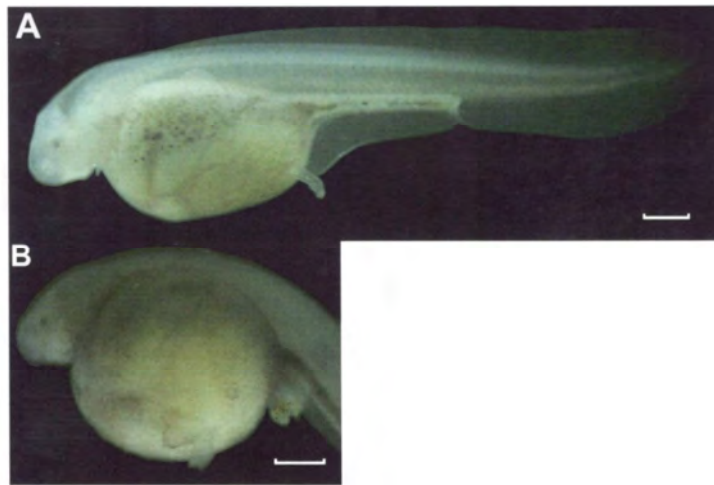
شکل ۶۹- نمای شکمی لارو تاس‌ماهی در مرحله آغاز تغذیه (مرحله ۴۵)؛ درجات مختلف استحال کبد (با رنگ خاکستری علامت‌گذاری شده). (A) = اندازه طبیعی کبد؛ (B) = تیغه‌های اطراف‌ی (فلالپ‌های) تحلیل‌یافته؛ (C) = کوچک شدن یا تبدیل شدن به یک نوار باریک: (۱) = قلب (قرمز)، (۲) = کبد.



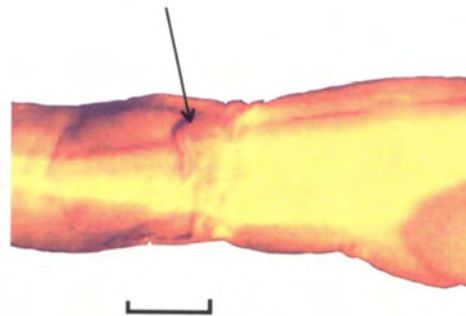
شکل ۷۰- جنین *Acipenser stellatus* (A) و *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۵) متعلق به رود ولگا؛ (A) = فتق روده میانی (پیکان)؛ (B) = پارگی دیواره شکم و بیرون‌زدگی جزئی روده میانی (منطقه با رنگ سیاه، پیکان) (مقیاس = ۱ mm).



شکل ۷۱- تورم بافت پوششی رخ داده در لارو گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان نمونه‌برداری شده از رود ولگا؛ (A) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) تورم در کیسه زرده و چین باله (پیکان‌ها)؛ (B و C) = *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۵): تورم در باله پشتی و مناطقی در سطح پشتی و شکمی (پیکان‌ها)؛ (D) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۶): تورم اندک بافت پوششی در تیغه‌های باله سینه‌ای و چند مورد پارگی (مقیاس = ۱ mm).



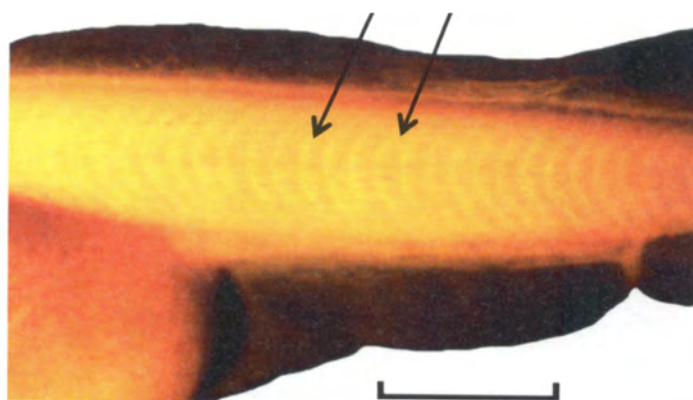
شکل ۷۲- تورم بافت پوششی در لارو گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان (مرحله ۳۶)؛ (A) = لاروهای متعلق به مولدین *Acipenser baerii* در مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی (منطقه مسکو) (مقیاس = ۱ mm)؛ (B) = لاروهای حاصل از مولدین بستر متعلق به واحد ونیروی تحقیقات تجربی تاس‌ماهیان در شهر Dzerzhinsky منطقه مسکو (مقیاس = ۱ mm).



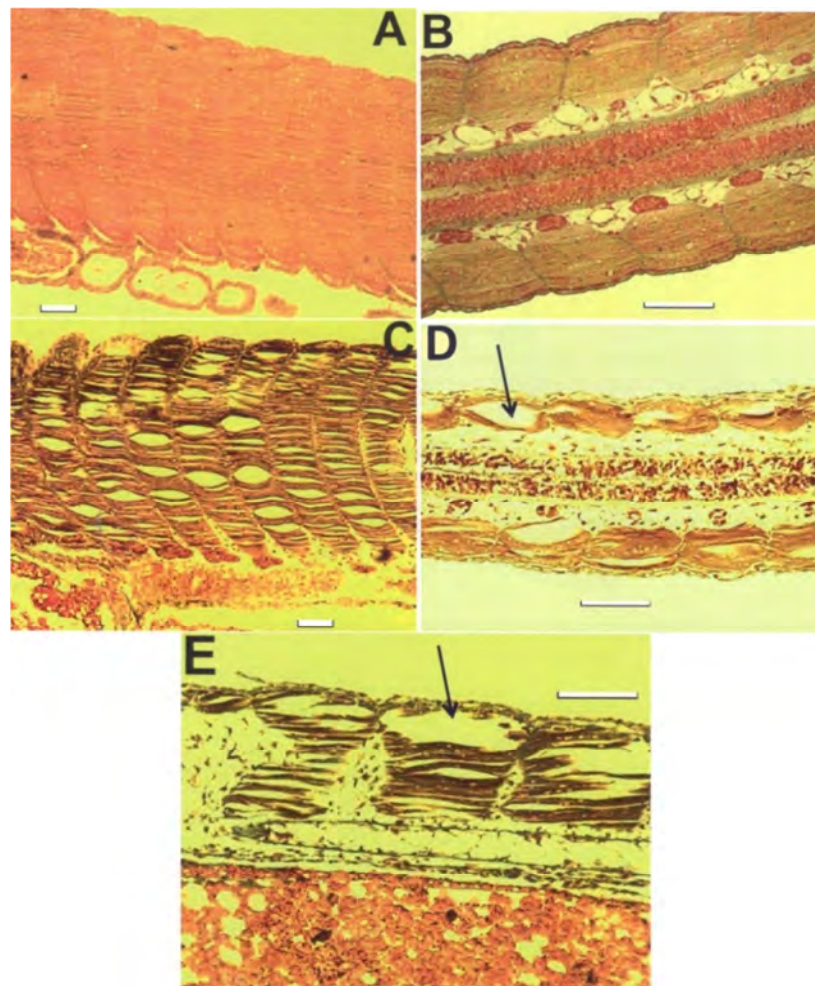
شکل ۷۳- لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۹) متعلق به رود ولگا؛ رشد بافت تومور مانند بر روی ساقه دمی، مرحله ابتدایی (پیکان)؛ (مقیاس = ۱ mm).



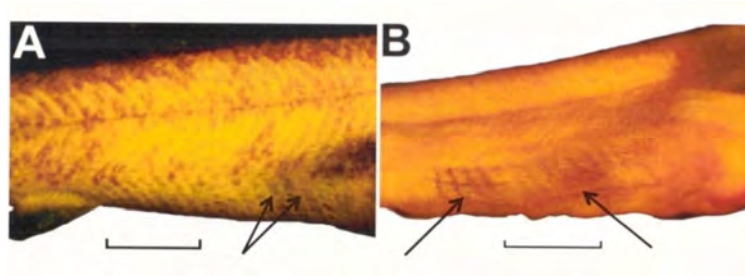
شکل ۷۴- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۷) متعلق به رود ولگا؛ توسعه تومور روی ستون فقرات و دم، منجر به انحنای رو به پایین دم و نازک‌شدگی چین باله در این ناحیه‌ها (مقیاس = ۱ mm).



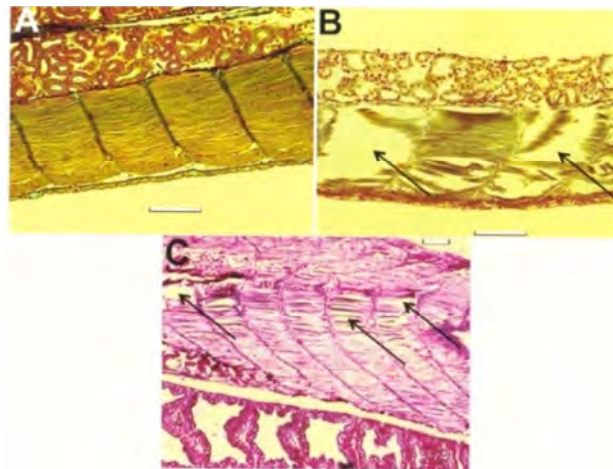
شکل ۷۵- لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۶)؛ متعلق به رود ولگا؛ وجود حفرات (فواصل) در بافت ماهیچه مخطط (پیکان‌ها) و نازک‌شدگی کلی چین باله (مقیاس = ۱ mm).



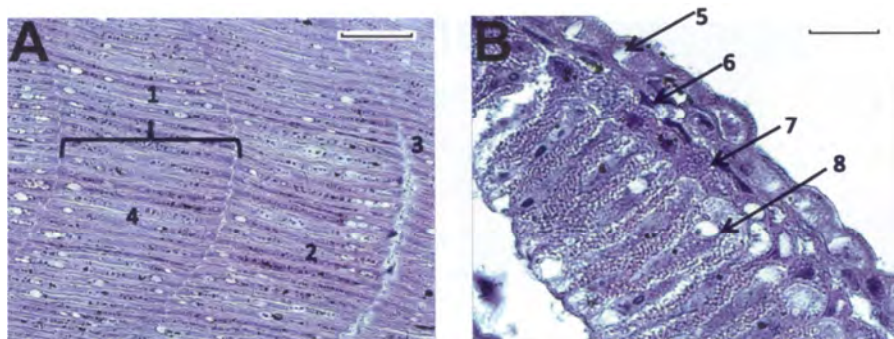
شکل ۷۶- لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۶) متعلق به رود ولگا، صید شده در دهه ۱۹۵۰
 (A و B) و ۱۹۹۵ (C و D). ساختار میکروسکوپی بافت ماهیچه: (A و B) = ساختار طبیعی بافت ماهیچه
 مخطط؛ (A) = مقطع طولی (مرحله ۳۶)؛ (B) = مقطع عرضی (مرحله ۳۷)؛ (C) = (مرحله ۳۷)، مقطع طولی
 حفرات (فواصل) بین بافت ماهیچه مخطط (پیکان)؛ (D) = حفرات (فواصل) بین بافت ماهیچه مخطط (پیکان)
 (مرحله ۳۷ لارو) مقطع عرضی؛ (E) = مقطع طولی *Huso huso* (مرحله ۳۷) صید شده در ۱۹۹۵ رود ولگا
 (مقیاس = ۰/۱ mm).



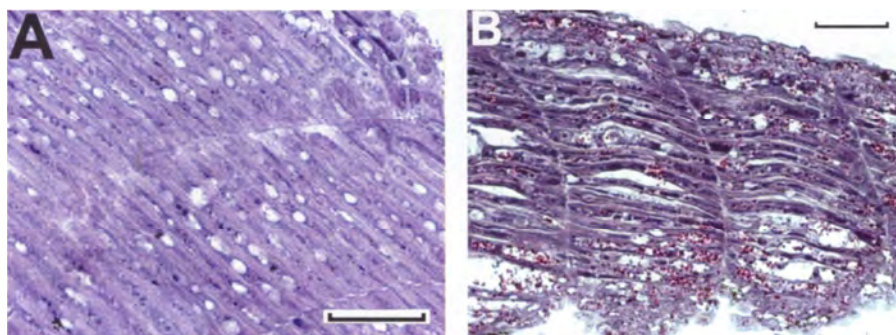
شکل ۷۷- شکل‌گیری حفرات متعدد در بافت ماهیچه مخطط (پیکان‌ها) و نازک‌شدگی فیبرهای عضلانی در میومرهای طبیعی بندبند هستند؛ (A) = *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۶) متعلق به رود ولگا؛ (B) = حفرات مشابه در عضلات شکمی (پیکان‌ها، نشان داده شده با نقاط سیاه) در *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵). (مقیاس = ۱ mm).



شکل ۷۸- عضله مخطط سالم و بدشکل در لارو تاس‌ماهیان رود ولگا: (A) = بافت طبیعی *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۵، مقطع عرضی) (نمونه‌برداری شده در دهه ۱۹۵۰)؛ (B) = حفرات در عضله مخطط *Acipenser gueldenstaedtii* (پیکان، مقطع عرضی)، در مرحله ۴۵، صید شده در ۱۹۹۳؛ (C) = لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵) صید شده در ۱۹۹۰: حفرات در ماهیچه مخطط (پیکان‌ها)، مقطع طولی (مقیاس = ۰/۱ mm).

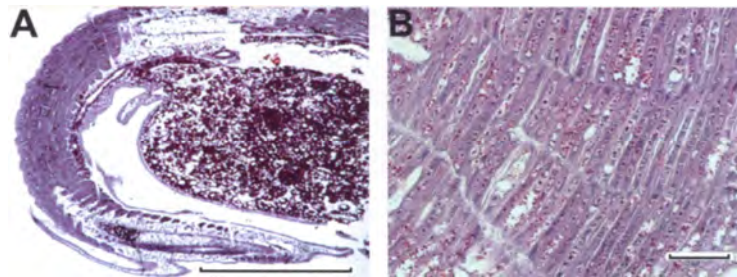


شکل ۷۹- ساختار میکروسکوپی عضله مخطط در لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۵) مشاهده شده در نتاج مولدین به‌دست آمده از مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی (منطقه مسکو)
 (A) = مقطع طولی (مقیاس = $50\ \mu\text{m}$)؛ (B) = مقطع عرضی (مقیاس = $20\ \mu\text{m}$)؛ (1) = میومر (حداقل لایه به لایه)؛ (2) = تیغه میانی؛ (3) = میوبلاست؛ (4) = صفحه ماهیچه؛ (5) = تکتوریال اپیدرمیس؛ (6) = سلول‌های جانبی پوشاننده میومر؛ (7) = صفحات ماهیچه لایه‌های خارجی؛ (8) = صفحات ماهیچه لایه‌های داخلی.

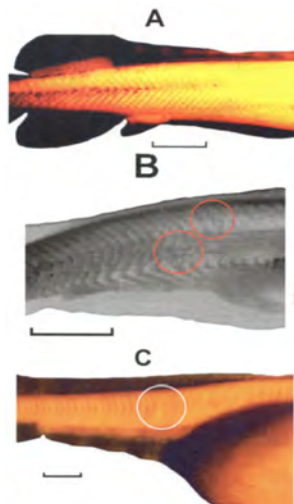


شکل ۸۰- ناهنجاری‌های بافت عضله در لارو تاس‌ماهی حاصل از مولدین پرورشی: (A) = در لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۶)؛ حفره‌ای شدن بافت ماهیچه (مزرعه تاس‌ماهی کوناکووو منطقه تیور)؛
 (B) = در لارو *Acipenser nudi-verntr* متعلق به واحد پرورش ماهی در قفس شاتورا؛
 حفرات عضله مخطط (مقیاس = $50\ \mu\text{m}$).

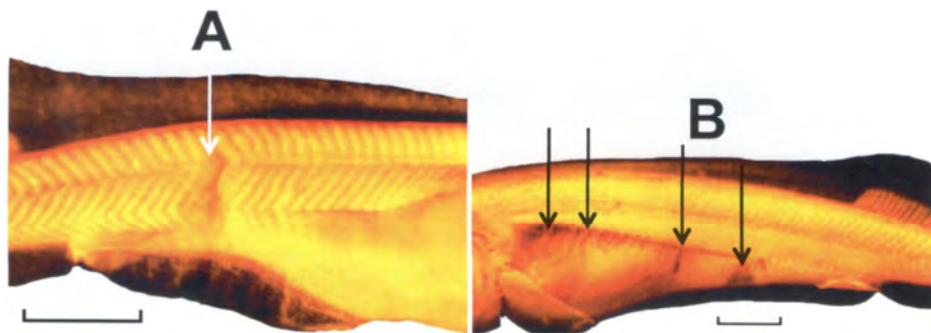
1. Tectorial epidermis



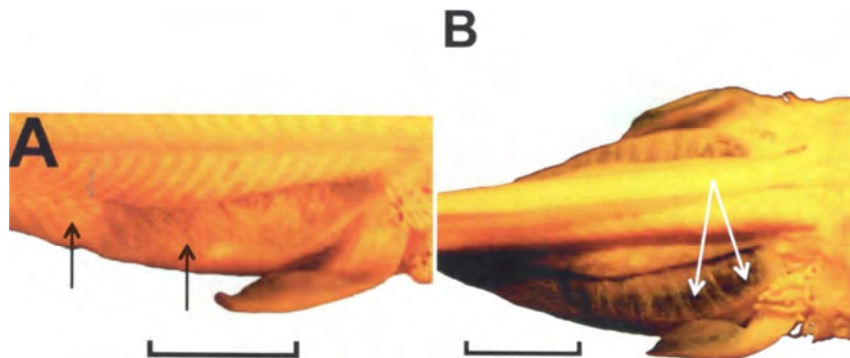
شکل ۸۱- لارو *Acipenser nudi-verntris* (مرحله ۳۶)، منشأ لاروها از مولدین واحد قفس‌های پرورش ماهی شاتورا (A) = انحنای ساقه دم (مقیاس = ۱ mm)؛ (B) = مقطع بافت‌شناسی ساقه دم در محل انحناء، نمایش بندهای غیرطبیعی میومرها (مقیاس = ۵۰ μ m).



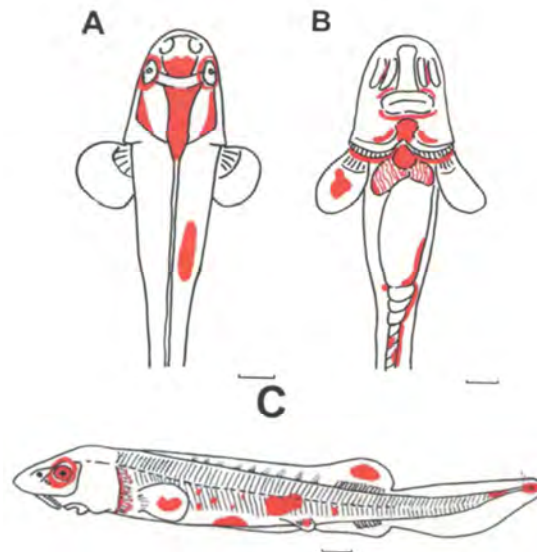
شکل ۸۲- بندهای میومرها در لارو *Acipenser stellatus* (حوضه رود ولگا) (A) = ریخت‌شناسی طبیعی میومرها (مرحله ۴۶)؛ (B) = میومرهای درهم پیچیده (مرحله ۴۵) (دایره قرمز)؛ (C) = میومرهای درهم پیچیده (مرحله ۳۶) (دایره سفید) (مقیاس = ۱ mm).



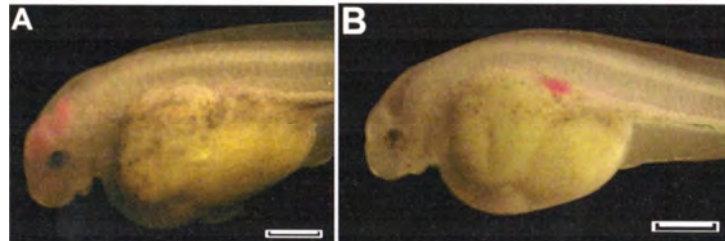
شکل ۸۳- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵) متعلق به رود ولگا: (A) = تغییرات در بندهای میومر به همراه از دست رفتن رشته‌های عضلانی (پیکان‌ها)؛ (B) = درهم پیچیدگی مشابه در بندهای میومر در لارو *Huso huso* (مرحله ۴۵). (مقیاس = ۱ mm).



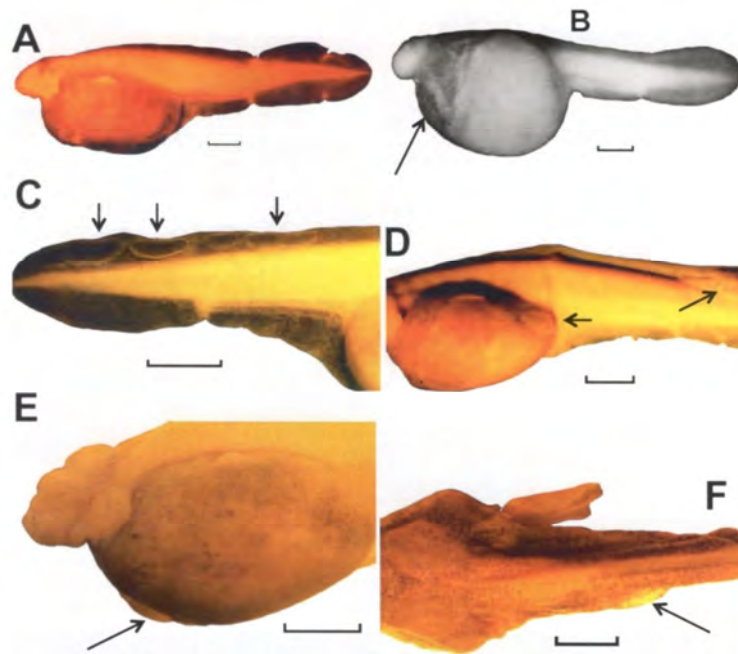
شکل ۸۴- بندهای عضله در ناحیه شکمی لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵): (A) = بندهای طبیعی (۱): رشته‌های عضلانی رشد نیافته در بندهای آسیب دیده (۲)؛ (B) = رشد و نمو ناکامل بافت ماهیچه (پیکان‌ها)، آب‌آوردگی شدید در حفره شکمی. (مقیاس = ۱ mm).



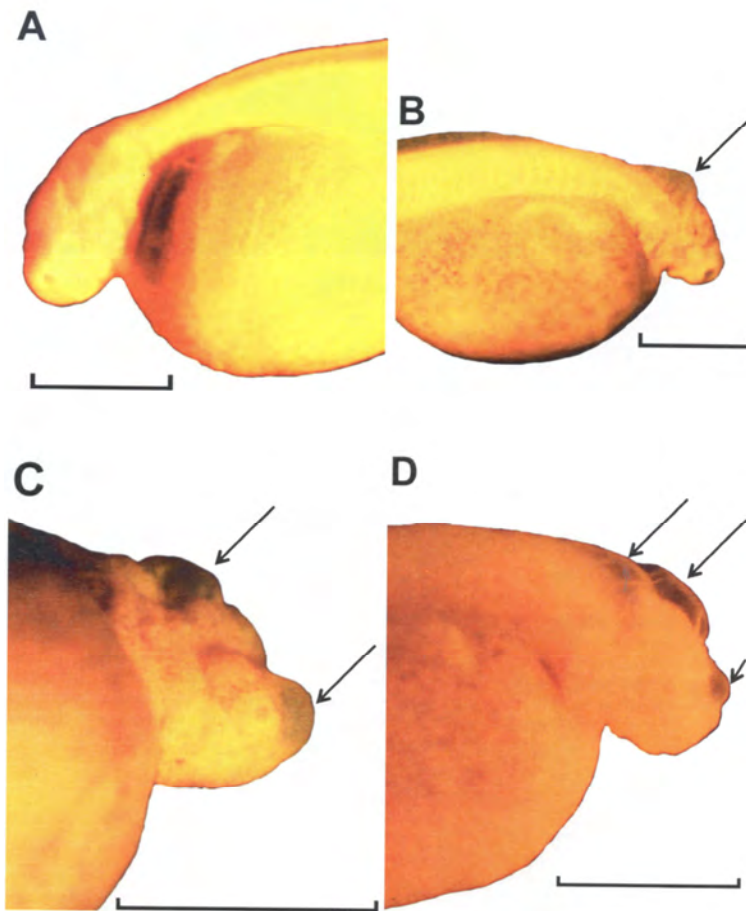
شکل ۸۵- موقعیت شمانیک هماتوم‌های مکرر مشاهده شده در اندام‌ها و بافت‌های لاروهای گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان (مراحل رشد و نمو ۴۳-۴۵). موقعیت و وسعت هماتوم‌ها با رنگ قرمز نشانه‌گذاری شده است: (A) = نمای پشتی: ناحیه سر نشان‌دهنده مناطقی است که هماتوم توسعه یافته است؛ (B) = نمای شکمی: عمده مناطق تحت تاثیر قرار گرفته، قسمت‌هایی از بدن هستند که در ارتباط با کف یا بسترهای دیگر هستند؛ (C) = نمای جانبی (مقیاس = ۱ mm).



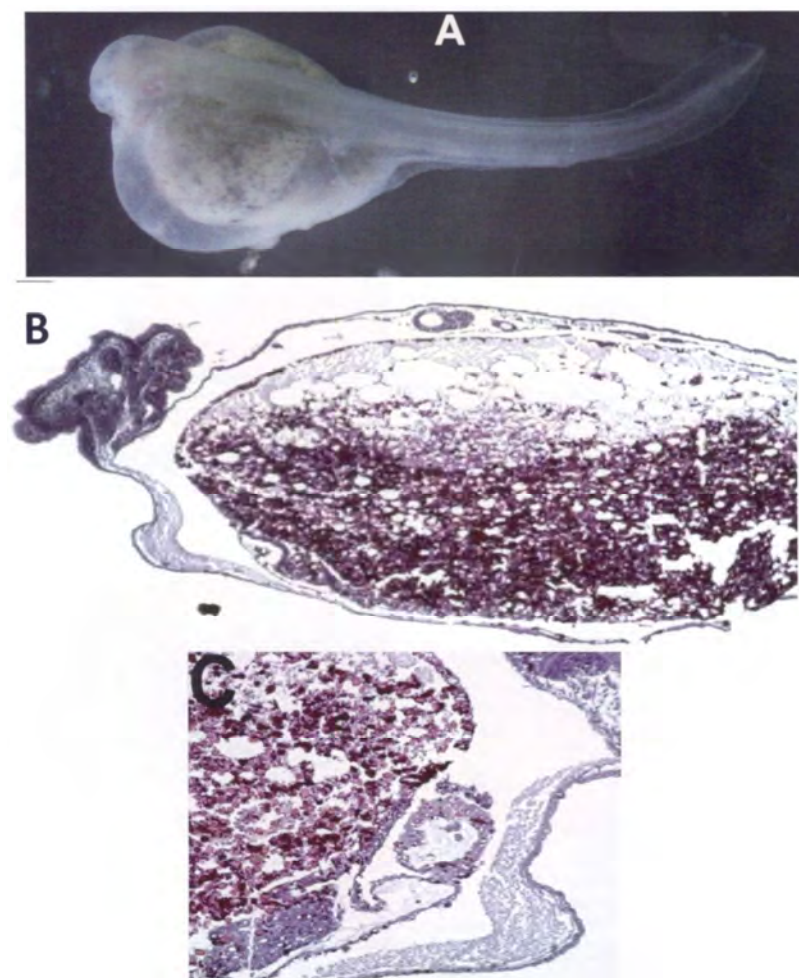
شکل ۸۶- نمای جانبی لاروهای *Acipenser baerii* (مرحله ۳۶) تولید شده از مولدین مزرعه تاس‌ماهیان کوناکووو منطقه تیور: هماتوما (A) در مغز، (B) در مزونفروس (مقیاس = ۱ mm).



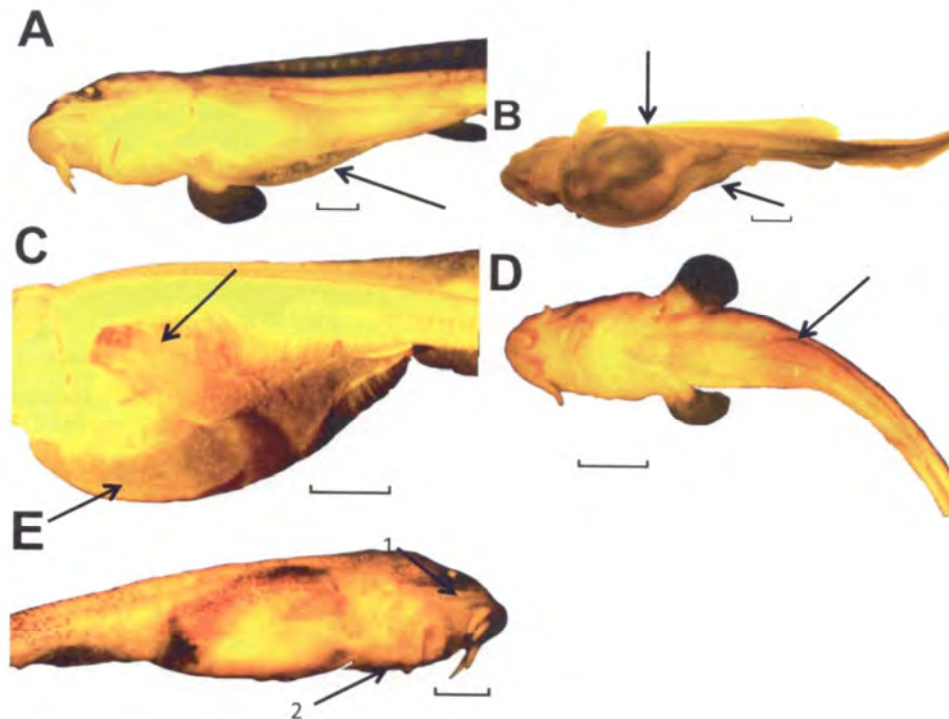
شکل ۸۷- اشکال مختلف تورم بافت در لاروهای گونه‌های مختلف تاس‌ماهیان رود ولگا (با علت ناشناخته)
 (A) = *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۳۸): آب‌آوردگی کیسه زرده؛ (B) = *Acipenser stellatus*
 (مرحله ۳۶)؛ پریکارد بسیار بزرگ (پیکان)، به همراه یک لوله قلب دراز و غیرطبیعی؛ (C) = *Acipenser*
gueldenstaedtii (مرحله ۳۸): تورم در چین باله پشتی تنه (پیکان‌ها)؛ (D) = *Acipenser*
gueldenstaedtii (مرحله ۳۸): تورم در بافت کیسه زرده و چین باله (پیکان‌ها)؛
 (E) = *Huso huso* (مرحله ۳۸): تورم در نزدیکی کیسه زرده و پریکارد؛ (F) = *Acipenser gueldenstaedtii*
 (مرحله ۴۵): آب‌آوردگی تکتوریال بافت پوششی در سطح بدن (پیکان). (مقیاس = ۱ mm).



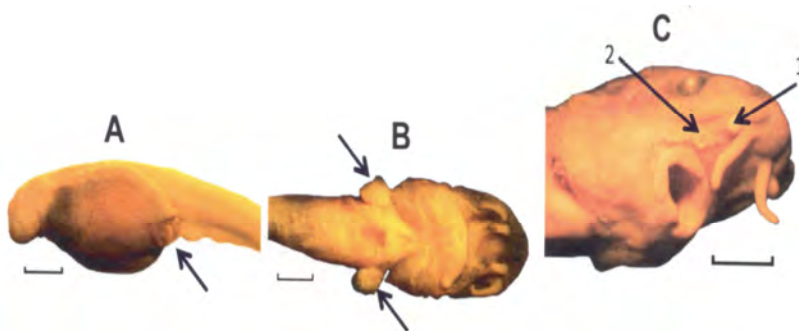
شکل ۸۸- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) متعلق به رود ولگا: (A) = شکل طبیعی و مناسب سر؛
 (B) = (مرحله ۳۷): گسترش و ظهور بافت‌هایی (هیدروپسی) در بطن چهارم بصل‌النخاع (بطن میلن سفالون)؛
 (C) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۷)، تورم بافتی (هیدروپسی) در قسمت پشتی قدامی سر و بطن چهارم
 بصل‌النخاع (پیکان‌ها)؛ (D) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶)، تورم بافت در قسمت قدامی و میانی سر و
 بطن چهارم بصل‌النخاع (پیکان‌ها). (مقیاس = ۱ mm).



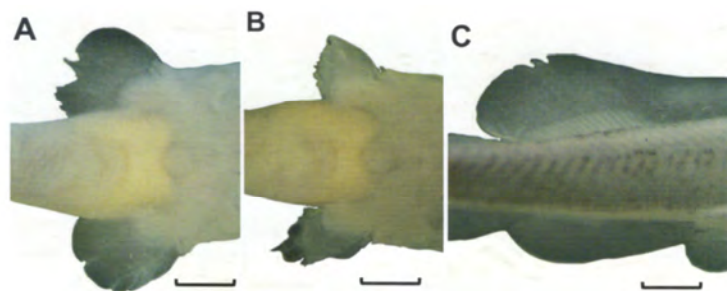
شکل ۸۹- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) پرورش یافته در مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی منطقه مسکو: (A) = نمای کلی بدن یک لارو با میکروسفالی و ادم گسترده در سرتاسر کیسه زرده و شکم (مقیاس = ۱ mm)؛ (B) = *A. ruthenus* (مرحله ۳۶)؛ از همان منشا A: مقطع بافت‌شناسی بافت غیرمتعارف و تزايد سلولی کیسه زرده (هیدروپسی) (مقیاس = ۱ mm)؛ (C) = لارو *Acipenser baerii* (مرحله ۳۶) پرورش یافته از مولدین مزرعه تاس‌ماهیان کوناکووو منطقه تیور: هیدروپسی گسترده پریکارد (مقیاس برای B و C = ۱۰۰ μ m).



شکل ۹۰- لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۶) متعلق به رود ولگا: (A) = تورم خفیف اطراف حفره شکم (پیکان) و نازک شدن دیواره شکم؛ (B) = *Acipenser stellatus* (مرحله ۴۵): تورم پیشرفته بافتی در اطراف حفره شکمی (پیکان‌ها)؛ (C) = *A. stellatus* (مرحله ۴۵)، تورم گسترده (هیدروپسی) داخل حفره شکمی؛ (D) = *A. stellatus* (مرحله ۴۵)، تجمع بافت چربی در بخش وسطی روده میانی (پیکان)؛ (E) = لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۶): بافت چربی (1) در حفره شکمی و دیواره نازک عقب شکم (2) (مقیاس = 1 mm).



شکل ۹۱- لارو *Acipenser stellatus* (مرحله ۳۶) متعلق به رود ولگا: (A) = تغییر شکل کیسه زرده به همراه محدود شدن ناحیه شکمی و گسیختگی در دیواره (پیکان); (B) = لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۶، نمای شکمی): کوتاه شدن باله‌های سینه‌ای (پیکان‌ها); (C) = لارو *Acipenser gueldenstaedtii* (مرحله ۴۶، نمای جانبی- شکمی): کوتاه‌شدگی شدید سبیلک خارجی (1); تورم بافت پوششی در ناحیه پیش دهانی (2). (مقیاس = ۱ mm).



شکل ۹۲- تغییر شکل و ساییدگی باله در لارو *Acipenser stellatus* که احتمالاً به علت آسیب‌های مکانیکی است (مرحله ۴۵); (متعلق به ماهیان مولد تفریخگاه تاس‌ماهیان موژایسک، ناحیه مسکو) (مقیاس = ۱ mm): (A و B) = باله‌های سینه‌ای با سطوح متفاوتی از ساییدگی; C- ساییدگی اندک بر روی باله پشتی.

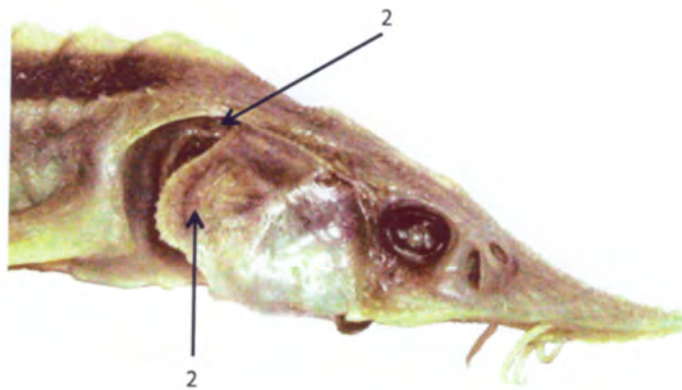
ضمیمه ۷: ناهنجاری‌ها در تاس‌ماهیان جوان حوضه ولگا- خزر و آبی‌پروری



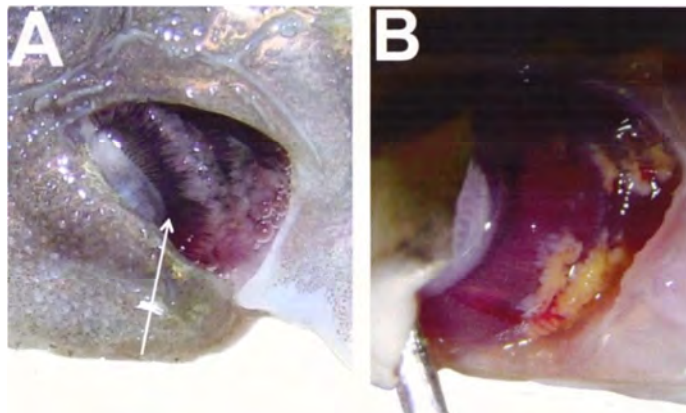
شکل ۹۳- انحنای غیرطبیعی بدن در تاس‌ماهیان جوان مختلف: (A) = ماهی جوان *Acipenser ruthenus* از یک مولد در تفریخگاه تاس‌ماهیان موژایسک، ناحیه مسکو؛ انحنای پشتی-شکمی و جانبی (مقیاس = ۱ cm)؛ (B) = ماهی جوان *Acipenser stellatus* از یک مولد در مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی منطقه مسکو؛ انحنای چندگانه بدن، که در ناحیه دمی بیشترین پیشرفت را نشان می‌دهد (مقیاس = ۱ cm).



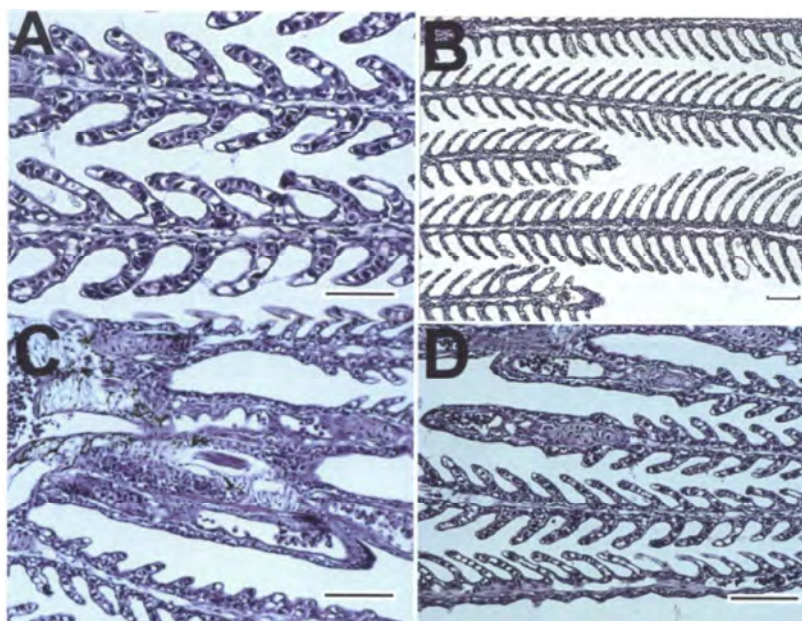
شکل ۹۴- ظاهر طبیعی شکل سر و پوزه *Huso huso* جوان از رود ولگا که موقعیت صحیح سبیلک‌ها، حفره بویایی، چشم و سرپوش آبششی را نشان می‌دهد.



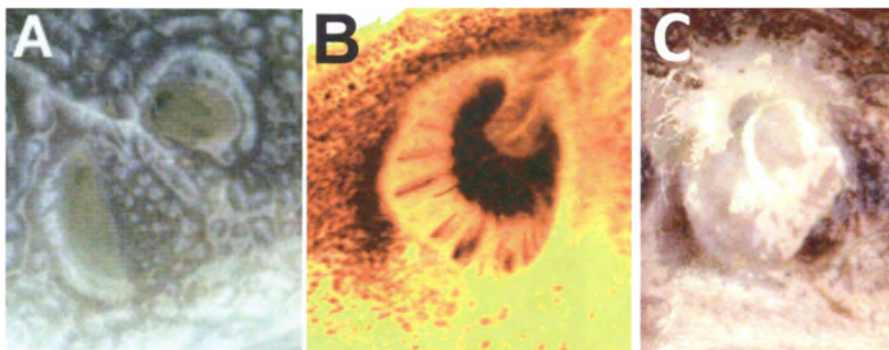
شکل ۹۵- اشکالی از کوتاه‌شدگی سرپوش آبششی در *Huso huso* جوان رود ولگا به عنوان نمونه‌هایی از اشکال نسبتاً متفاوت سرپوش آبششی که سطوح متفاوتی از بیرون‌زدگی رشته‌ها و تیغه‌های آبشش را نشان می‌دهد: (1) = لبه سرپوش آبششی؛ (2) = رشته‌ها و لاملاهای آبشش (اندکی گریزی شده).



شکل ۹۶- ناهنجاری‌ها در سرپوش آبششی و آبشش‌ها به‌طور متداول در همه گونه‌های تاس‌ماهیان پرورشی و دوره‌های آنها مشاهده می‌شود: (A) = سرپوش آبششی کوتاه شده، که آبشش‌ها را در معرض دید قرار می‌دهد (پیکان) و بروز نکروز در رشته‌های آبششی را نشان می‌دهد؛ (B) = تورم نکروتیک و خوشه‌ای شدن رشته‌ها و لاملاها به‌علت عفونت باکتریایی.



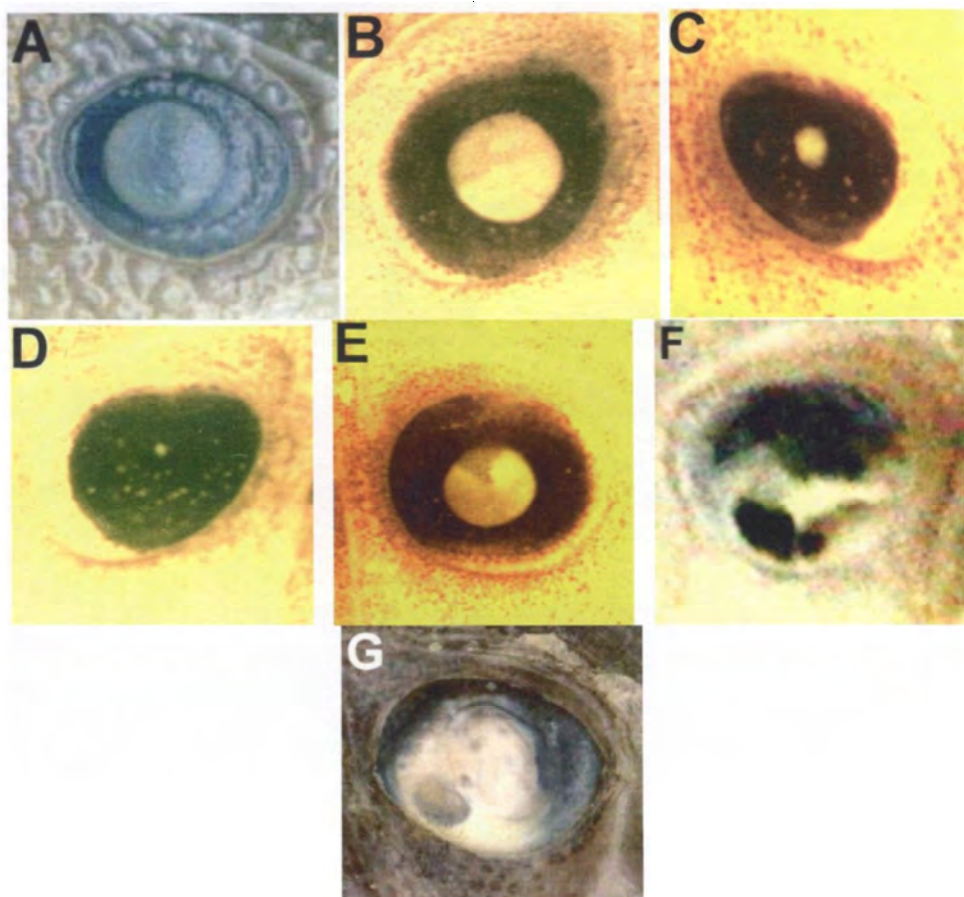
شکل ۹۷- بافت‌شناسی آبشش‌ها در تاس‌ماهیان جوان *Acipenser ruthenus* به‌دست آمده از تفریخگاه تاس‌ماهیان موژایسک، ناحیه مسکو: (A) = ساختار طبیعی (مقیاس = $50\ \mu\text{m}$)؛ (B) = کوتاه‌شدن رشته‌های آبشش (مقیاس = $400\ \mu\text{m}$)؛ (C) = خراشیدگی رشته‌های آبششی و گرژی شدن در انتهای جلویی آن‌ها (مقیاس = $100\ \mu\text{m}$)؛ (D) = چسبندگی زوایا یا راس تیغه‌ها (مقیاس = $100\ \mu\text{m}$).



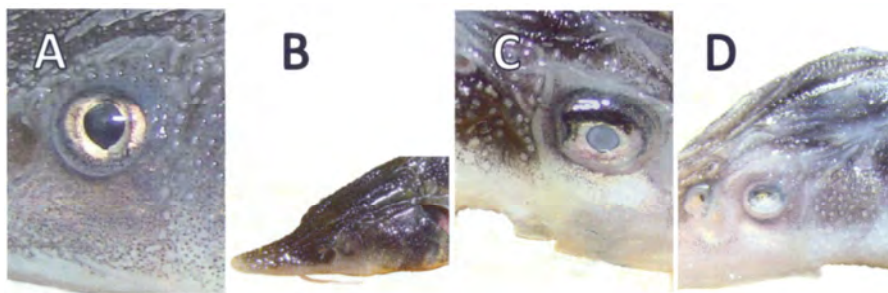
شکل ۹۸- نمایی نزدیک از اندام بویایی تاس‌ماهیان جوان متعلق به رود ولگا: (A) = ظاهر طبیعی دو حفره بینی با یک پل یا تیغه بینی پهن و سالم (پیکان)؛ (B) = شکاف (شیستازیس) پل بینی (1)، بافت پوششی حفرات و چین‌های بویایی (2) رشد طبیعی آن؛ (C) = پل بینی، حفرات و بافت پوششی بینی کاملاً از هم پاشیده شده است.



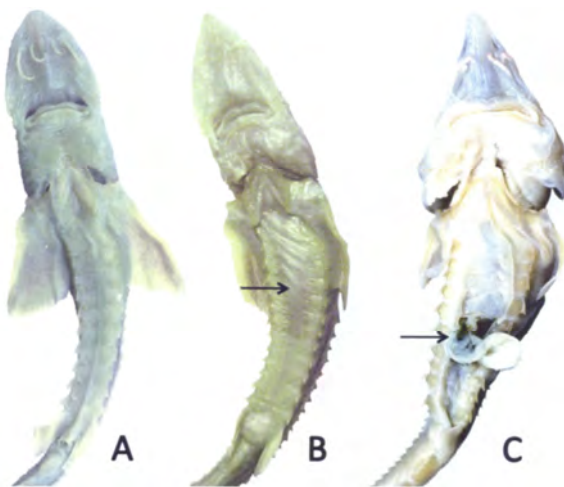
شکل ۹۹- نمای ظاهری یا خارجی اندام بویایی در تاس‌ماهی جوان متعلق به نمونه‌های مولدین پرورشی: (A) = ظاهر طبیعی *Acipenser ruthenus* (نمونه‌برداری شده از مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو)؛ (B) = شکاف (شیستازیس) پل بینی در *Acipenser stellatus* (نمونه‌برداری شده از تفریخگاه تاس‌ماهیان موژایسک، ناحیه مسکو)؛ (C) = شکافی که حفره‌های بویایی را در *Acipenser stellatus* به هم متصل می‌کند (نمونه‌برداری شده از تفریخگاه تاس‌ماهیان موژایسک، ناحیه مسکو).



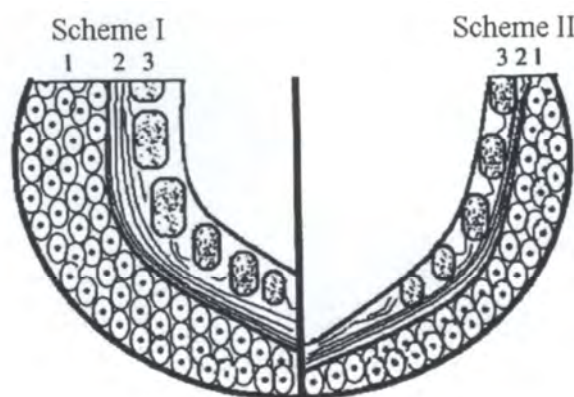
شکل ۱۰۰- بدشکلی‌های خارجی قابل مشاهده و متعدد در چشم تاس‌ماهیان جوان. (A)= اندازه و ساختار طبیعی چشم؛ (B)= اندازه طبیعی عدسی یک چشم با آب‌مروارید (کاتاراکت) در لایه قشری و قسمت مرکزی عدسی؛ (C و D)= مشابه B اما با کاهش شدید اندازه عدسی؛ (E)= آب‌مروارید عدسی به‌همراه کدورت موضعی آن؛ (F)= تخریب عدسی و بافت چشم؛ (G)= آب‌مروارید پیشرفته در چشم به‌همراه یک مایع تیره (با ترکیب ناشناخته).



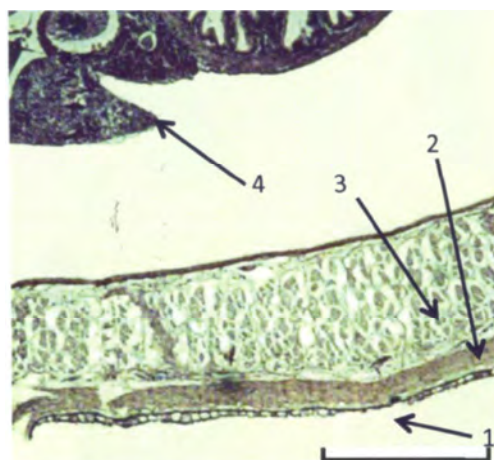
شکل ۱۰۱- اشکال مختلف بدشکلی در چشم تاس‌ماهیان جوان مشاهده شده در تمامی مزارع مورد مطالعه:
(A) = شکل طبیعی و نمای خارجی چشم متعلق به *Acipenser baerii*; (B) = آنوفتالمی در *Acipenser*
ruthenus; (C) = آب‌مرورید و شکل نامنظم قرنیه در *Acipenser stellatus*; (D) = آسیب‌دیدگی عدسی و
لایه‌های داخلی چشم در *Acipenser stellatus*.



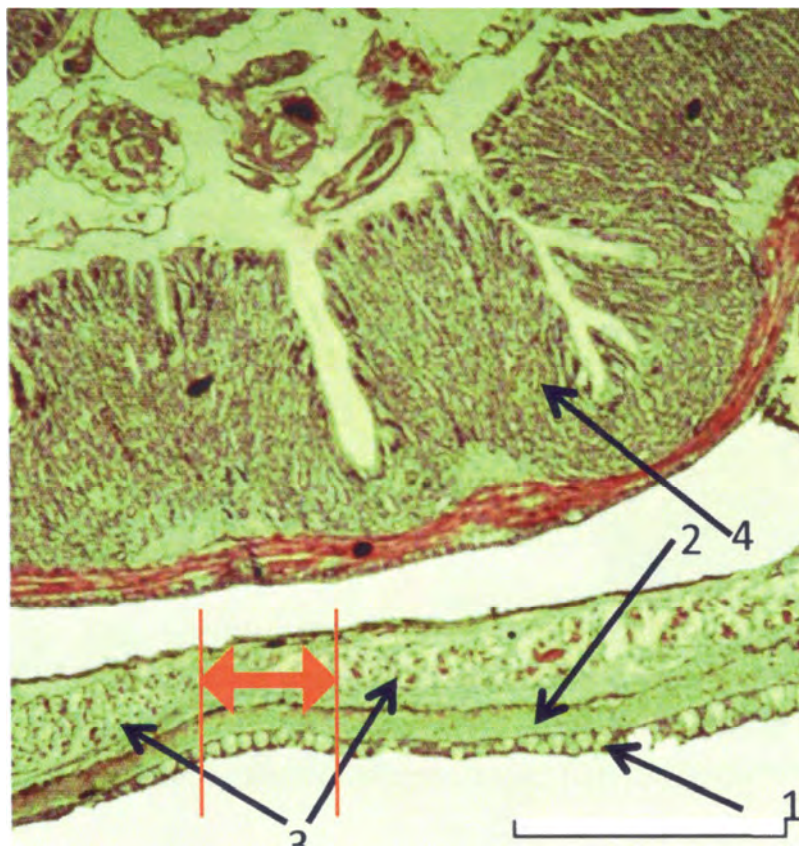
شکل ۱۰۲- مراحل مختلف حالات نامتعارف در دیواره شکمی تاس‌ماهیان جوان (A) = ظاهر طبیعی؛
(B) = نازک‌شدگی بدون پارگی (پیکان)؛ (C) = پارگی دیواره شکم (پیکان).



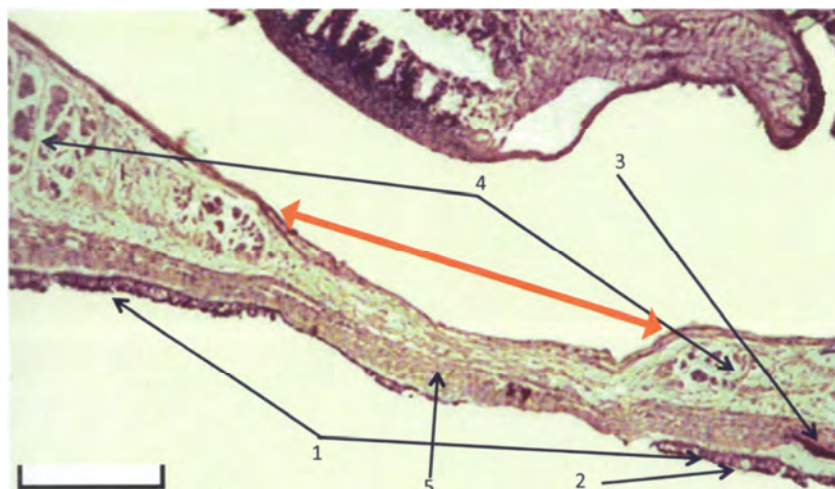
شکل ۱۰۳- طرح شماتیک ساختار دیواره شکم در تاس ماهیان؛ (A) = ساختار طبیعی و (B) ساختار بدشکل به همراه نازک‌شدگی دیواره و تغییرات ساختار سلولی: (1) = سلول‌های پوششی لایه پوست؛ (2) = لایه جلدی پوست؛ (2) = لایه عضلانی (میومرها).



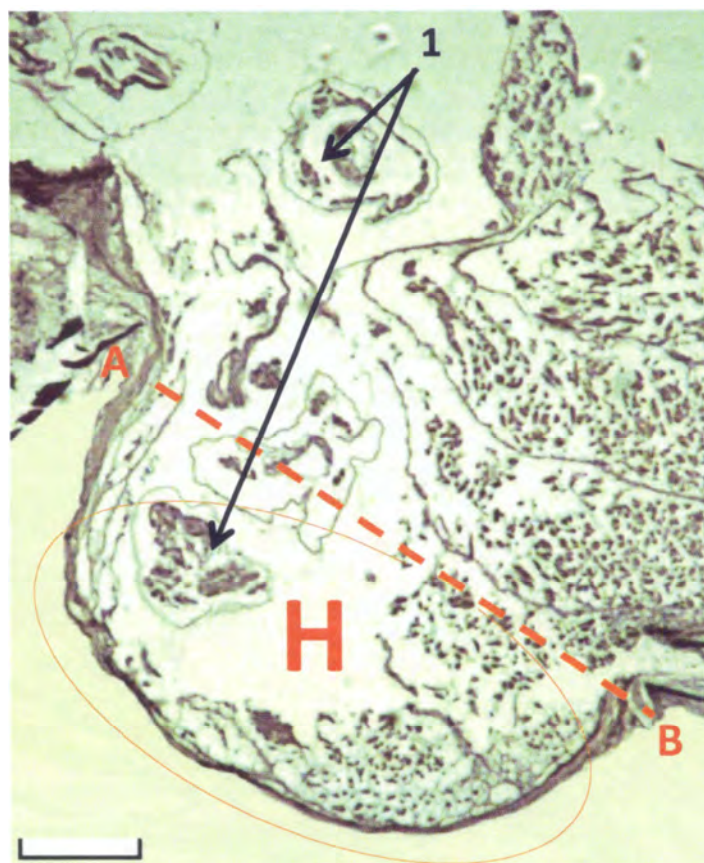
شکل ۱۰۴- ساختار طبیعی دیواره شکم در تاس ماهیان جوان: (1) = تکتوریال پوششی به همراه سلول‌های موکوسی توسعه یافته؛ (2) = لایه محکم پوستی (بافت همبند)؛ (3) = لایه عضلانی؛ (4) = روده (مقیاس = ۰/۱ mm).



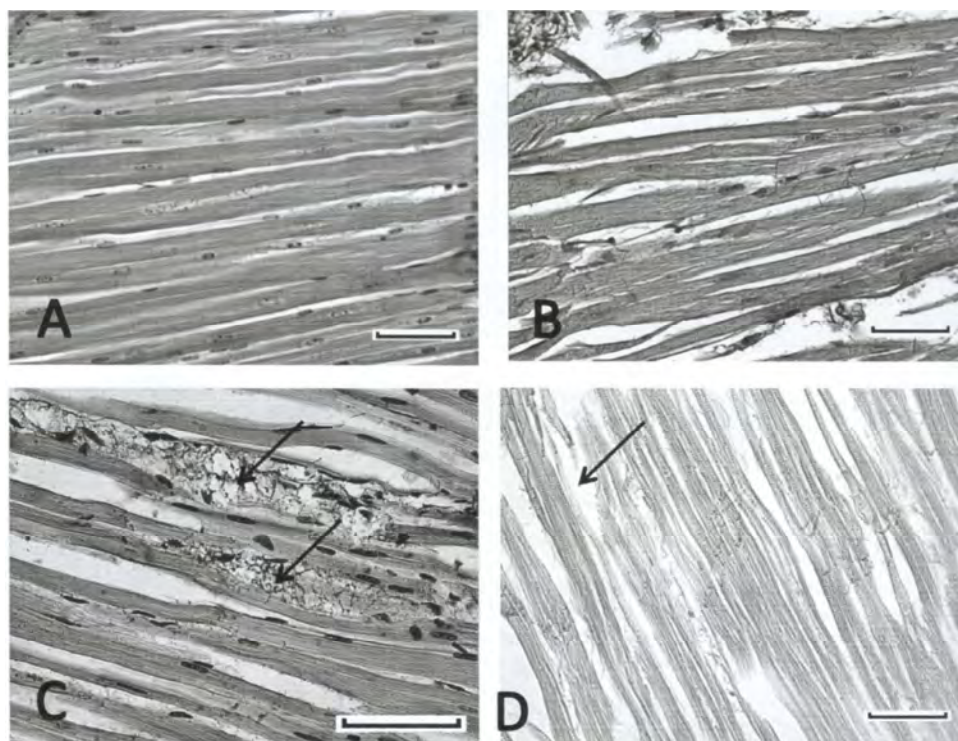
شکل ۱۰۵- تغییر شکل در ساختار دیواره شکم تاس‌ماهیان جوان: (1) = تکتوریال پوششی نسبتاً سالم اما به- همراه حدودی از گسیختگی؛ (1) = گسیختگی منفرد؛ (2) = لایه درم به همراه نصف ضخامت متعارف بافت‌شناسی؛ (3) = فاصله یافتن دستجات بافت ماهیچه (پیکان دوطرفه)، تقریباً به خط میانی شکم رسیده است؛ رشته‌های عضله نازک هستند، میوسپتا به صورت ضعیف فشرده شده و به همراه بافت همبند در بین آن است؛ (4) = روده (مقیاس = ۰/۱ mm).



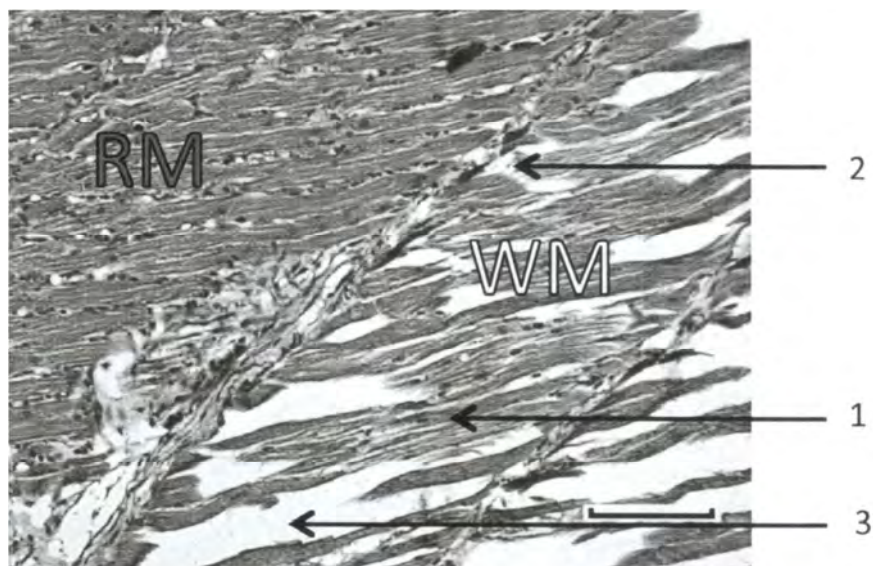
شکل ۱۰۶- درهم پیچیدگی ساختار دیواره شکم تاس ماهیان جوان: (1) = گسیختگی تکتوریال پوششی به همراه واکنش‌های کوچک اما قابل مشاهده از سلول‌های ترشحی (2)؛ (3) = کاهش تراکم رشته‌های عضلانی در لایه درم؛ (پیکان 4 در چپ و راست) موقعیت لایه‌های ماهیچه به همراه فضای بزرگ غیرمعمول در بین آنها (پیکان دوطرفه قرمز) (5)، تعدادی رشته‌های عضلانی تجزیه شده به همراه میوسیت‌های گسیخته (مقیاس = ۱ mm / ۰/۱).



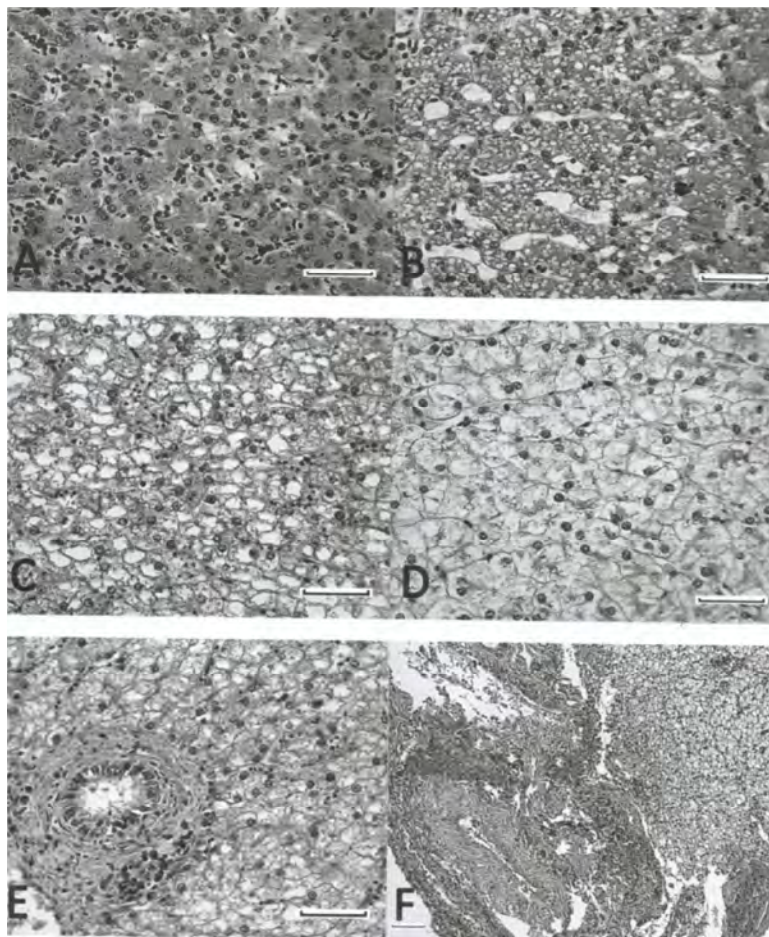
شکل ۱۰۷- مقطع بافت‌شناسی عرضی شکم تاس‌ماهی جوان: (H)= فتق (بیرون‌زدگی قابل ملاحظه روده از درون دیواره شکمی که توسط خطوط بین نقاط مشخص شده‌اند (A و B)؛ (1)= بندهای روده (مقیاس = ۰/۱ mm).



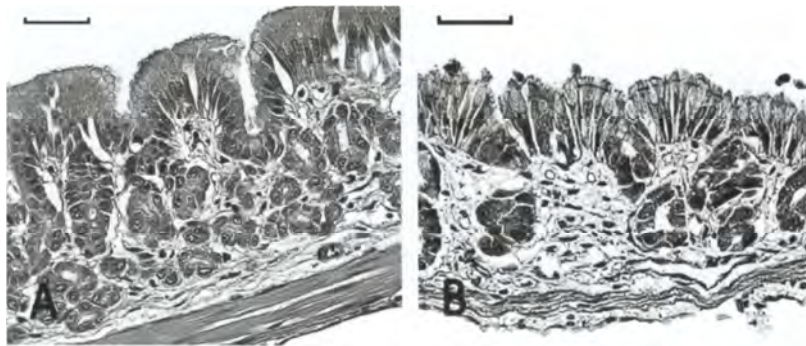
شکل ۱۰۸- مقطع بافت‌شناسی طولی عضلات سفید در بچه‌ماهیان نورس متعلق به مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی منطقه مسکو: (A) = ساختار طبیعی در *Acipenser stellatus*; (B) = حضور حفرات و تجزیه شدن رشته‌های عضلانی، جداشدگی میوفیبریل‌ها (پیکان‌ها) در *Acipenser ruthenus*; (C) = تشکیل حفره و جایگزینی فیبرهای ماهیچه با بافت همبند (پیکان‌ها) در هیبرید *Acipenser gueldenstaedtii* × *Acipenser baerii*; (D) = حفرات و رشته‌های عضلانی تجزیه‌شده که منجر به جداشدگی میوفیبریل‌ها و تجزیه بخشی از رشته‌های عضلانی در *Acipenser ruthenus* می‌شود (پیکان‌ها) (همه مقیاس‌ها = ۵۰ μm).



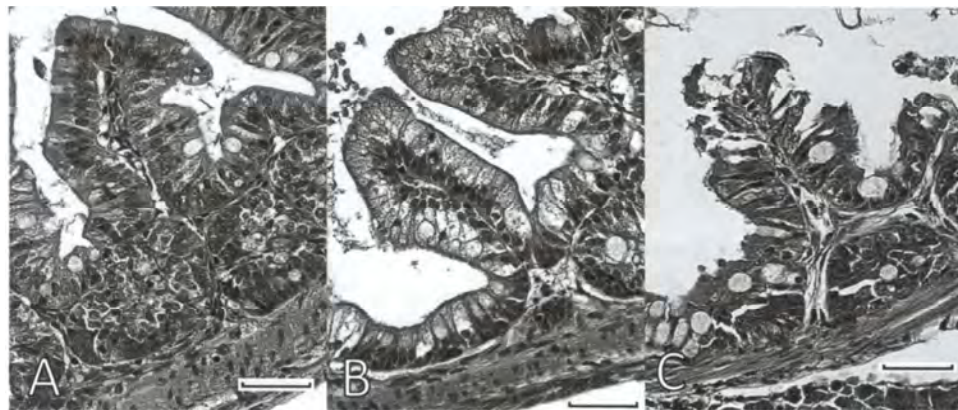
شکل ۱۰۹- مقطع بافت‌شناسی طولی عضله در *Acipenser ruthenus* جوان به‌دست آمده از ماهیان مولد تفریخگاه تاس‌ماهیان موژایسک: (RM) = عضله قرمز؛ (WM) = عضله سفید؛ (1) = تجزیه شدن رشته‌های عضلانی؛ جداسدن میوفیبریل‌ها؛ (2) = تجزیه رشته‌های عضلانی؛ (3) = حفره‌های ایجاد شده در اثر تجزیه رشته‌های عضلانی (مقیاس = $100 \mu\text{m}$).



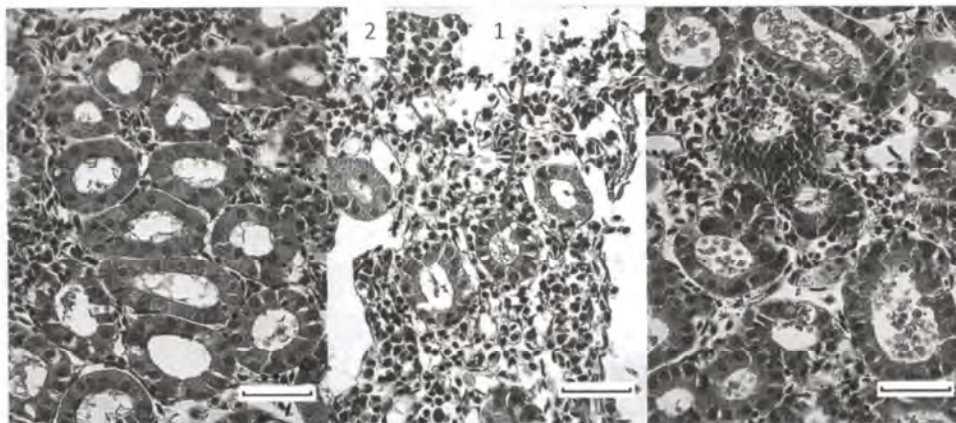
شکل ۱۱۰- مقطع بافت‌شناسی عرضی بافت کبد در تاس‌ماهیان جوان به‌دست آمده از مولدین مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو؛ (A) = ساختار طبیعی کبد در هیبرید *Huso huso* × *Acipenser baerii*؛ (B) = واکنش سلول‌های کبدی در هیبرید *Huso huso* × *Acipenser baerii*؛ (C) = نکروز بافت کبد در *Acipenser ruthenus*؛ (D) = دیستروپی چربی در سلول‌های کبدی *Acipenser ruthenus*؛ (E) = سلول‌های ائوزینوفیل در نزدیک بافت‌های نکروزی تجمع می‌یابند (*Acipenser ruthenus*)؛ (F) = ضخیم شدن دیواره رگ‌های خونی (*Acipenser gueldenstaedtii*) (مقیاس برای A تا E = ۵۰ μm و برای F = ۱۰۰ μm).



شکل ۱۱۱- ماهیان جوان *Acipenser baerii* حاصل از ماهیان مولد مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی منطقه مسکو: مقطع عرضی دیواره معده (A) = ساختار طبیعی؛ (B) = استحاله بافت مخاطی معده و اختلال در بافت همبند (مقیاس = $50 \mu\text{m}$).



شکل ۱۱۲- مقطع بافت‌شناسی عرضی دیواره روده میانی حاصل از تاس‌ماهیان جوان *Acipenser stellatus* به‌دست آمده از ماهیان مولد مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق‌آبی منطقه مسکو: (A) = ساختار طبیعی بافت پوششی به همراه سلول‌های استوانه‌ای و جامی؛ (B) = افزایش ترشح سلول‌های جامی ترشح‌کننده موکوس؛ (C) = تجزیه نکروتیک شدید سلول‌های بافت پوششی (مقیاس = $50 \mu\text{m}$).



شکل ۱۱۳- بافت‌شناسی ساختارهای کلیه در تاس‌ماهیان جوان *Acipenser baerii* نمونه‌برداری شده از لاروهای مولدین مزرعه الکتروگورسک واقع در بخش نیروگاه برق آبی منطقه مسکو (A) = ساختار طبیعی سلول‌های لوله‌های کلیوی؛ (B) = لوله‌های کلیوی (پیکان 1) و تزیاید بافت خونساز (پیکان 2) به‌همراه تجزیه تدریجی لوله‌های پیچیده؛ (C) = افزایش قطر لوله‌های خمیده به‌همراه تجمع گرانول‌ها (همه مقیاس‌ها = ۵۰ μm).

- Akimova N.V.; Ruban G.I., 1992: Analiz sostoyaniya vosproizvoditel'noi systemy ryb v svyazi s problemami bioindikatsii na primere sibirskogo osetra (*Acipenser baeri* Brandt) (Analysis of fish reproductive system state in the aspect of bioindication (case study of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri* Brandt). Voprosy Ikhtiologii. 3 (6), 102-109. [in Russian].
- Akimova, N.V.; Ruban G.I., 1996: Systematizatsia narushenij vosproizvodstva osetrovyyh (*Acipenseridae*) pri antropogennom vozdeistvii (Systematization of reproduction abnormalities for sturgeons (*Acipenseridae*) under anthropogenic impact). Voprosy Ikhtiologii. 36(1), 65-80. [in Russian].
- Baburina E.A., 1972: Razvitie glaz u kruglorotykh i ryb v svyazi s ekologiei (Eye development for cyclostomes and fishes: ecology aspects). Moscow: Nauka. 146 p. [in Russian].
- Barannikova, I.A., 1975: Functional Foundations of Migrating Fish (Funksionalnye osnovy migratsiy ryb). Leningrad: Nauka. 210 p. [In Russian].
- Barannikova, I.A.; Nikonorov, S.I.; Belousov, A.N., 2000: Sturgeon conservation in Russia during present time (Problema sokhraneniya osetrovyykh Rossii v sovremennyyi period). In: Osetrovye na rubezhe XXI veka. Tez. dokl. mezhdunar. konf. (Sturgeons at the Threshold of the XXI Century. Abstr. Int. Conf.). Astrakhan: KaspNIRKh. pp. 7-9 [In Russian].
- Barannikova, I.A.; Burtsev, I.A.; Vlasenko, A.D.; Gershanovich, A.D.; Makarov, Ye.V.; Chebanov, M.S., 1994: Sturgeon fisheries in Russia. In: Proceedings of International Symposium on Sturgeons. September 6-11, 1993, Moscow-Kostroma-Moscow. Moscow: VNIRO. pp. 124-130.
- Boglione, C.; Bronzi, P.; Cataldi, E.; Serra, S.; Gagliardi, F.; Cataudella, S., 1999: Aspects of early development in the Adriatic sturgeon *Acipenser naccarii*. J. Appl. Ichthyol. 15, 207-213.
- Brown-Peterson, N.J.; Wyanski, D.M.; Saborido-Rey, F.; Macewicz, B.J.; Lowrre-Barbieri, S.K., 2011: A standardized terminology for describing reproductive development in fishes. Marine & Coastal Fisheries: Dynamics, Management and Ecosystem Science 3, 52-70.
- Cameron, P.; Berg, J.; Dethlefsen, V.; von Westernhagen, H., 1992: Developmental defects in pelagic embryos of several flatfish species in the southern North Sea. Netherlands J. Sea Res. 29, 239-256.
- Chai, Y.; Xie, C.; Wei, Q.; Chen, X.; Liu, J. 2006: The ontogeny of the retina of Chinese sturgeon (*Acipenser sinensis*). J. Appl. Ichthyol. 22 (Suppl1), 196-201.
- Chebanov, M.; Rosenthal, H.; Gessner, J.; van Anrooy, R.; Doukakis, Ph.; Pourkazemi, M.; Williot, P., 2011: Sturgeon hatchery practices and management for release. Guideline. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 57, 110 pp. (ISBN 978-92-5-107044-4)
- Cherr, G.N.; Carl, W.H. Jr., 1982: Fine structure of the envelope and micropyles in the eggs of the white sturgeon, *Acipenser transmontanus* Richardson. Development, Growth and Differentiation 24, 341-352.
- Cherr, G.N.; Carl, W.H. Jr., 1985: Gamete interaction in the white sturgeon *Acipenser transmontanus*: a morphological and physiological review. Environmental Biology of fishes 14, 11-22.

- Conte, F.S.; Doroshov, S.I.; Lutes, P.B., 1988: Hatchery manual for the white sturgeon *Acipenser transmontanus* Richardson with application to other North American Acipenseridae. Coop. Extension Univ. California, Div. Agric. and Nat. Resource. Publication No 3322, 103 pp (ISBN 0-931876-84-2).
- Deng, X., Van Eenennaam, J.P.; Doroshov, S.I. 2002: Comparison of early life stages and growth of green and white sturgeon. *Am. Fish. Soc. Symp.* 28, 237-248.
- Dethlefsen, V.; von Westernhagen, H.; Cameron, P., 1996: Malformations in North Sea pelagic fish embryos during the period 1984-1995. *ICES J. Mar. Sci.* 53, 1024-1035.
- Dettlaff, T.A.; Ginsburg, A.S., 1954: The embryonic development of Acipenserid fishes (stellate, Russian and giant sturgeon) with reference to the problems of their breeding. *Izdatel'stvo Akad. Nauk SSSR, Moscow* (In Russian).
- Dettlaff, T.A.; Ginsburg, A.S.; Schmalhausen, O.I., 1981: Development of sturgeons (*Razvitie osetrovyyh ryb*). Moscow: Nauka. 224 p. [in Russian].
- Dettlaff, T.A.; Ginsburg, A.S.; Schmalhausen, O.I., 1993: Sturgeon fishes. *Developmental Biology and Aquaculture*. Berlin: Springer-Verlag. 300 p.
- Doroshov, S.I.; Moberg, G.P., Van Eenennaam, J.P., 1997: Observations on the reproductive cycle of cultured white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. *Environ. Biol. Fish.* 48, 265-278.
- Devitsina, G.V., 2004: Fish chemosensory systems: structural and functional organization and interaction (*Hemosensornye systemy u ryb: strukturno-funktsional'naya organizatsiya i vzaimodeystvie*). Abstract of doctorate thesis. Moscow: Moscow University. 44 p. [in Russian].
- Dovgopoli, G.F.; Ozeranskaya, T.V., 1994: On causes of decline in the spawning part of stellate sturgeon population in the Volga River (*O prichinakh snizheniya nerestovoi chasti populyatsii volzhskoi sevryugi*). In: *Ekosistema morei Rossii v usloviyakh antropogennogo pressa, vkluchaya promysel* (Ecosystems of Russian Seas under Anthropogenic Pressure, Including Commercial Fishing). Astrakhan, pp. 76-77 [In Russian].
- Dragomirov, N.I., 1953a: Development of Stellate sturgeon larvae during the yolk feeding (*Razvitie lichinok sevryugi v period zheltochnogo pitaniya*). *Proceedings of the Severtsov Institute of Animal Morphology, RAS*, No. 10, pp. 244-263 [in Russian].
- Dragomirov, N.I., 1953b: Specific peculiarities of sturgeon larvae during hatching (*Vidovie osobennosti lichinok osetrovyyh na stadii vylupleniya*). *Papers of the USSR Academy of Science*. V. 93 (3). pp. 551-554 [in Russian].
- Dragomirov, N.I., 1957: Larval development of sturgeon *Acipenser gueldenstaedti* Brandt in the Volga-Caspian basin (*Lichinochnoe razvitie Volgo-Kaspiskogo osetra Acipenser gueldenstaedti* Brandt). *Proceedings of the Severtsov Institute of Animal Morphology, RAS*, No. 20. pp. 187-231 [in Russian].
- Dragomirov, N.I., 1961: Ecomorphological peculiarities of larval development for Beluga *Huso huso* (L) (*Ekologo-morfologicheskie osobennosti lichinochnogo razvitiya belugi Huso huso* (L)).

- Proceedings of the Severtsov Institute of Animal Morphology, RAS, No. 33. pp. 72-93 [in Russian].
- Dubinin, V.I., Sukhoparova, A.D., 1979: Gonad state in beluga while wintering at near dam zone of the Volgograd hydroelectric power station (Sostoyanie gonad beluga v period zimovki v priplotinnoi zone Volgogradskogo gidrouzla) In: Osetrovoe khozyaistvo vodoemov SSSR (Osetrovoe khozyaistvo vodoemov SSSR). Astrakhan. pp. 78-79 [In Russian]
- Evgenyeva, T.P.; Nikol'skaya, M.P.; Shagayeva, V.G., 2001: Pathological changes in abdominal wall tissue of young sturgeons reared in ponds of the Astrakhan region (Patologicheskie izmeneniya tkanei bryushnoi stenki molodi osetrovyyh ryb pri ih iskusstvennom razvedenii v prudah Astrahanskoi oblasti). RAS Papers. V. 380 (1). pp. 133-135 [in Russian].
- Faleeva, T.I., 1987; Abnormalities in maturation of reared Stellate sturgeon oocyte (Naruszenie sozrevaniya oocitov sevyugi pri iskusstvennom razvedenii)// Voprosy iskusstvennogo razvedeniya ryb (Problems of fish farming). Proceedings of the State Research Institute of lake and river fisheries. Leningrad: Izvestiya GOSNIORKH. No. 259. pp. 121-133 [In Russian].
- Ginsburg, A.S. 1961. The block to polyspermy in sturgeon and trout with special reference to the role of cortical granules (Alveoli). J. Embryol. Exp. Morphol. 9(1), 173-190.
- Goriounova, V.B.; Shagayeva, V.G.; Nikol'skaya, M.P., 2000: Analysis of structural abnormalities in sturgeon larvae and fry artificially grown in the Volga-Caspian basin (Analiz anomalij stroeniya lichinok i molodi osetrovyyh ryb Volgo-Kaspijskogo basseina v usloviyah iskusstvennogo vosproizvodstva). Voprosy Ikhtiologii. V. 40 (6) pp. 804-809 [in Russian].
- Hallajiyani, A., Pourkazemi, M., Kalbasi, M., Amini, K., 1999. An investigation on the micropyle number in the ova of the sturgeon species in Caspian Sea. Iranian J. Fisheries Sci. 1(2), 49-59.
- Igumnova, L.V., 1989: Comparative pathology in development of pre-larvae and fry of artificially reared Stellate sturgeon (Sravnitel'naya patologiya razvitiya predlichinok i molodi sevyugi pri zavodskom vosproizvodstve). In: Osetrovoe khozyaistvo vodoemov SSSR (Osetrovoe khozyaistvo vodoemov SSSR). Astrakhan. pp. 111-113 [In Russian].
- Igumnova, L.V.; Sukhoparova, A.D.; Dubinin, V.I.; Balynova, T.P.; Marchenko, T.M., 1990: Pathological state of spawners and young sturgeon fish in the lower reaches of the Volga River (Patologicheskoe sostoyanie proizvoditelei i molodi osetrovyyh Nizhnei Volgi)// Rybnoe khozyaistvo. No. 6. pp. 65-66 [in Russian].
- Ivanov, V.P., 2000: Critical endangered status and conservation of Caspian sturgeon (Kriticheskoye sostoyaniye kaspiyskikh osetrovyykh i pupti ikh sokhraneniya). In: Osetrovye na rubezhe XXI veka. Tez. dokl. mezhdunar. konf. (Sturgeons at the Threshold of the XXI Century. Abstr. Int. Conf.). Astrakhan: KaspNIRKh. pp. 6-7 [In Russian].
- Ivanov, V.P.; Sokol'skii, A.F., 2000: Scientific Foundations of the Strategy for Protecting Biological Resources of the Caspian Sea from Oil Pollution (Nauchnye osnovy strategii zashchity biologicheskikh resursov Kaspiyskogo morya ot neftyanogo zagryazneniya). Astrakhan: KaspNIRKh. pp. 180-181 [In Russian].

- Kamolíkova, L.I.; Kokoza, A.A., 1997: Aquacultural and biological quality indicators of sturgeon spawners used at hatcheries in the lower reaches of the Volga River (Rybovodno-biologicheskie pokazateli kachestva proizvoditelei osetrovyyh, ispol'zuemyh na ORZ Nizhnei Volgi)// Abstracts of the 1st Congress of Russian ichthyologists. Astrakhan, September. Moscow: VNIRO. pp. 424-425 [in Russian].
- Kasumyan, A. O., 2002: Sturgeon food searching behaviour evoked by chemical stimuli: a reliable sensory mechanism. *J. Appl. Ichthyol.* 18, 685-690.
- Kazansky, B.N., 1953: On maturation and fertilization of the Russian sturgeon eggs. *Dokl. Akad. Nauk SSSR* 83: 965-968 [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P., 2002: Behaviour, distribution, and migrations of sturgeons in the Volga–Caspian basin (Povedeniye, raspredeleniye i migratsii osetrovyykh v Volgo-Kaspiyskom raione basseine). Extended Abstract of Doctoral (Biol). Dissertation. Moscow: IPEE RAN. 49 pp. [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P., Novikova, A.S., 1995: Current state of commercial beluga stocks in the Caspian Basin (Sovremennoye sostoyaniye promyslovykh zapasov kaspiyskoi belugi). *Vopr. Ikhtiol.* 35 (5). Pp. 621–627 [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P.; Dovgopol, G.F.; Zhuravleva, O.L., Krasikov, Ye.V.; 1997: Ichthyological monitoring of the state of sturgeon stocks in the Caspian Sea (Ikhtologicheskyy monitoring za sostoyaniyem zapasov osetrovyykh v Kaspiyskom more). In: *Monitoring bioraznoobraziya (Biodiversity Monitoring)*. Moscow. pp. 159–163 [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P.; Dovgopol, G.F.; Zhuravleva, O.L., 2000: The ratio of naturally spawned and hatchery-reared fish in sturgeon catches (Sootnosheniye v promyslovykh ulovakh osetrovyykh ryb ot yestestvennogo i zavodskogo vosproizvodstva). In: *Osetrovyye na rubezhe XXI veka. Tez. dokl. mezhdunar. konf. (Sturgeons at the Threshold of the XXI Century. Abstr. Int. Conf.)*. Astrakhan: KaspNIRKh. pp. 105–106 [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P.; Kalmykov, V.A.; Novikova, A.S.; Kalmykova, T.V.; Guteneva, G.I.; Romanov, A.A.; Chukanov, V.A.; Abubekirova, R.N.; Trusova, L.P.; Shabanova, N.V., 2001: Assessment of Caspian beluga and stellate sturgeon stocks and prognosis for their harvest in 2002 (Otsenka sostoyaniya zapasov kaspiyskoi belygi i sterlyady i prognoz ikh vylova na 2002 g.). In: *Rybokhozyaistvennyye issledovaniya na Kaspii (Fishery Studies in the Caspian Sea)*. Astrakhan: KaspNIRKh. pp. 164–172. [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P.; Kalmykov, V.A.; Novikova, A.S.; Kalmykova, T.V.; Guteneva, G.I.; Lepilina, I.N.; Chukanov, V.A., 2002: Population dynamics and biological parameters of the beluga (*Huso huso*) and sterlet (*Acipenser ruthenus*) in the Volga–Caspian basin (Dinamika chislennosti i biologicheskiye pokazately populyatsii belugi (*Huso huso*) i sterlyadi (*Acipenser ruthenus*) v Volgo-Kaspiyskom basseine). In: *Rybokhozyaistvennyye issledovaniya na Kaspii (Fishery Studies in the Caspian Sea)*. Astrakhan: KaspNIRKh. pp 183–202 [In Russian].
- Khodorevskaya, R.P.; Ruban, G.I.; Pavlov, D.S., 2009: Behaviour, migrations, distribution and stocks of sturgeons in the Volga-Caspian Basin. *WCS Spec. Publ.* 3, 233 pp. (ISBN 987-3-8391-5449-6)

- Novikova, A.S., 1992: Current situation with natural recruitment to the beluga population in the lower Volga River (Sovremennoye sostoyaniye yestesvennogo vosproizvodstva belugi v nizhnem techenii r. Volgi). Tezisy dokl. pervoi mezhdunarodnoi konferentsii (sentyabr', 1992) (Abstr. 1st Int. Conf., September 1992). Astrakhan. 29 pp. [In Russian].
- Novikova, A.S.; Khodorevskaya, R.P., 2000: Potential for and current state of natural population recruitment in sturgeons (Vozmozhnost' i fakticheskoye sostoyaniye yestesvennogo vosproizvodstva osetrovyykh). In: Osetrovye na rubezhe XXI veka. Tez. dokl. mezhdunar. konf. (Sturgeons at the Threshold of the XXI Century. Abstr. Int. Conf.). Astrakhan, September. Moscow: VNIRO. pp. 86-87 [In Russian].
- Novosadova, A.V., 2013: Morphological abnormalities of early life stages in progeny of sturgeon spawners from aquaculture (Morfologicheskie narusheniya v rannem ontogeneze osetrovyykh ryb u potomstva kultiviruemyykh proizvoditelei). Abstract of PhD thesis. Moscow: VNIRO, 24 p. [in Russian]
- Nunez, J., Duponchelle, F., 2008: Towards a universal scale to assess sexual maturation and related life history traits in oviparous teleost fishes. Fish Physiol. Biochem. DOI 10.1007/s10695-008-9241-2., 14pp.
- Podushka, S.B., 1992: Variability of micropyle number in eggs of the Volga River stellate sturgeon *Acipenser stellatus* (Variabelnost chisla mikropile v yaitsakh volzhskoi sevryugi *Acipenser stellatus*). Voprosy Ikhtiologii. 32(6), 173-175 [In Russian].
- Podushka, S.B. 1993: Variability of micropyle number in eggs of the Volga River Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* (Variabelnost chisla mikropile v yaitsakh russkogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii* reki Volgi. Voprosy Ikhtiologii. V. 33(4). pp. 586-587 [In Russian].
- Pourkazemi, M., 2006: Caspian Sea sturgeon Conservation and Fisheries: Past, present and future. J. Appl. Ichthyol. 22 (Suppl.1), 12-16.
- Radaelli, G.; Domeneghini, C.; Arrighi, S.; Francolini, M.; Mascarello, F., 2000: Ultrastructural features of the gut in the white sturgeon, *Acipenser transmontanus*. Histology and Histopathology 15, 429-439.
- Raspopov, V.M., 1992: Age composition and population dynamics of beluga migrating to the Volga River (Vozrastnoi sostav i dinamika chislennosti belugi, migriruyushchei v Volgy). Voprosy Ikhtiologii 33(5), 74-80 [In Russian].
- Romanov, A.A., 1979: Hatchery reproduction of Acipenserid fishes in the Volga delta (1971-1976). In: Berdichevskii L.S. (ed.) Biological foundations of the sturgeon culture development in water bodies of the USSR. Moscow: Nauka. pp. 92-105 [In Russian].
- Romanov, A.A., 1990: Abnormalities in morphogenesis of gonads, gametes and liver of the Caspian sturgeons during the sea lifetime (Narusheniya morfogeneza polovykh zhelez, polovykh kletok, pecheni osetrovyyh Kaspiya v morskoi period zhizni). Ekologicheskie i morfofunktsional'nye osnovy adaptatsii gidrobiontov (Ecological and morphofunctional bases of hydrobionts adaptation). Abstracts of Symposium devoted to the 90th anniversary of N.L.Gerbil'skiy (1900-1990). Leningrad: Leningrad State University. pp. 83-85 [in Russian].

- Romanov, A.A.; Altu'ev, Yu.V., 1981: On the problem of stellate sturgeon spawners quality using at sturgeon hatcheries in the Volga River delta (K voprosu o kachestve proizvoditelei sevryugi, ispol'zuemoi dlya rybovodnykh tseley na ORZ delty Volgi). Ratsionalnye osnovy vedeniya osetrovogo khozyaistva (Rational bases of sturgeon fisheries). Volgograd, pp. 214-215. [in Russian]
- Romanov, A.A.; Altu'ev, Yu.V., 1990: Tumors of gonads and liver in the Caspian sturgeons (*Acipenseridae*) (Novoobrazovaniya v polovykh zhelezakh i pecheni osetrovyyh ryb (*Acipenseridae*) Kaspijskogo morya). Voprosy Ikhtiologii. 30(6), 1040-1044. [in Russian].
- Romanov, A.A.; Altu'ev, Yu.V., 1992: Extraregional histogenesis of gametes in the Caspian sturgeons (Ekstraregional'nyi gistogenez polovykh kletok osetrovyyh ryb Kaspijskogo morya). Voprosy Ikhtiologii. 32(5), 145-154. [in Russian].
- Romanov, A.A.; Sheveleva, N.N.; Altu'ev, Yu.V., 1990: Abnormalities during development of gonads and gametes in Caspian sturgeons (Narushenie gonado- i gametogeneza osetrovyyh Kaspijskogo morya). Fiziologo-biohimicheskij status volgo-kaspijskikh osetrovyyh v norme i pri rassloenii myshechnoi tkani (kumulyativnyi politoksikoz) (Physiological and biochemical status of healthy sturgeons and sturgeons with delaminating muscular tissue caused by cumulative polytoxicosis). Rybinsk: Institute of Biology for Inland Basins. The USSR Academy of science. pp. 92-100. [in Russian].
- Romanov, A.A.; Sheveleva, N.N., 1992: Abnormalities in gonadogenesis of the Caspian sturgeons (*Acipenseridae*) (Narusheniya gonadogeneza u kaspijskikh osetrovyyh (*Acipenseridae*)). Voprosy Ikhtiologii. V. 32 (5), 176-180 [in Russian].
- Romanov, A.A.; Sheveleva, N.N., 1993: Abnormality in morphogenesis of the Caspian sturgeons (Narushenie morfogeneza u osetrovyyh Kaspiya). Rybnoe khozyaistvo. No. 4. pp. 27-28 [in Russian].
- Romeis, B. 1954: Microscopy accessories (Mikroskopicheskaya tekhnika). Moscow: Inostrannaya literatura. 719 pp. [In Russian].
- Roskin, G.I.; Levinson, L.B., 1957: Microscopy accessories (Mikroskopicheskaya tekhnika). Moscow: Sovetskaya nauka. 468 p. [in Russian].
- Rosenthal, H.; Alderdice, D.F., 1976: Sublethal effects of environmental stressors, natural and pollutional, on marine fish eggs and larvae. J. Fish Res. Board Can. 33, 2047-2065.
- Rosenthal, H.; Gessner, J.; Bronzi, 2014: Conclusions and recommendations of the 7th international Symposium on Sturgeons: Sturgeons, Science and Society at the cross-roads. Meeting the challenges of the 21st Century. J. Appl. Ichthyol. 30(6), 1105-1108.
- Rosenthal, H.; Pourkazemi, M., Bruch, R., 2006: The 5th International Symposium on sturgeons: a conference with major emphasis on conservation, environmental mitigation and sustainable use of the sturgeon resources. J. Appl. Ichthyol. 22 (Suppl.1), 1-11.
- Ruban, G.I., 1999: The Siberian Sturgeon *Acipenser baerii* Brandt: Species Structure and Ecology (Sibirskii osetr *Acipenser baerii* Brandt (struktura vida i ekologiya)), Moscow: GEOS. 235 pp. [In Russian].

- Ruban, G.I.; Khodorevskaya, R.P., 2011: Caspian Sea sturgeon fishery: a historic overview. J. Appl. Ichthyol. 27(2), 269-281.
- Sadov, I.A., 1958: On development of oocyte envelopes in sturgeon, stellate sturgeon and sterlet (O razvitiy obolochek ootsitov osetra, sevrugi i sterlyadi). Dokl. Akad. Nauk SSSR. № 120. pp. 1374-1376 [In Russian].
- Sadov, I.A., 1963: Structure and development of oocyte envelopes in sturgeon and some teleost representatives (Stroenie i formirovanie obolochek yaits osetrovyykh i nekotorykh predstaviteley kostistykh ryb. Trudy instituta morfologii zhivotnykh. № 38, pp. 110-188 [In Russian].
- Saenko, I.I., 2000: Analysis of state of reproductive system of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt) at the beginning of anadromous migration (Analiz sostoyaniya vosproizvoditel'noy sistemy russkogo osetra v nachale anadromnoi migratsii) ///In: Osetrovye na rubezhe XXI veka. Tez. dokl. mezhdunar. konf. (Sturgeons at the Threshold of the XXI Century. Abstr. Int. Conf.). Astrakhan: KaspNIRKh. pp. 191-193 [In Russian].
- Sakun, O.F., Butskaya, N.A., 1968: Finding of maturity stages and study of sexual cycles in fishes (Opredelenie stadii zrelosti i izuchenie polovykh tsiklov ryb). Murmansk: PINRO. 48 pp. [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1951: Development of gills and mouth in Stellate sturgeon (Razvitie zhabernogo i rotovogo apparata sevrugi). USSR Academy of science. Papers. V. 80 (4) [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1962: Abnormalities in development of olfactory organs in sturgeons under certain farming conditions (Narusheniya razvitiya obonyatel'nogo organa u osetrovyykh ryb pri opredelennykh usloviyakh vyrashchivaniya). Proceedings of the Severtsov Institute of Animal Morphology, RAS. No. 40. pp. 188-218 [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1968: Development of digestive system in sturgeon species (Razvitie pischevaritel'noi sistemy osetrovyykh). Morfo-ekologicheskie issledovaniya razvitiya ryb (Morphological and ecological studies of fish growth). Moscow: Nauka. pp. 40-70 [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1971a: Phenol effect on growth of sturgeon prelarvae stages. Communication 1. External structure and behavior (Vliyanie fenola na razvitie predlichinok osetrovyykh. Soobschenie 1. Naruzhnoe stroenie i povedenie). Ontogenesis. V. 2 (6). pp. 603-610 [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1971b: Phenol effect on development of sturgeon prelarvae stages. Communication 2. Digestive system (Vliyanie fenola na razvitie predlichinok osetrovyykh. Soobschenie 2. Pischevaritel'naya sistema). Ontogenesis. V. 3(5). pp. 491-497 [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1971c: Phenol effect on development of sturgeon prelarvae stages. Communication 3. Skin pigmentation. Eye structure, (Vliyanie fenola na razvitie predlichinok osetrovyykh. Soobschenie 3. Pigmentatsiya kozhi. Stroenie glaz). Ontogenesis. V. 4 (1). pp. 32-39 [in Russian].
- Schmalhausen, O.I., 1973: Effects of phenol on development of prelarvae of Acipenserid fish. 3. Pigmentation of the skin. Structure of eyes. Sov. J. Dev. Biol. № 4. pp. 28-35 [In Russian].
- Seleye, H. 1952. The story of the adaptation syndrome. Acta. Inc., Montreal, Quebec, Canada, 225 pp.

- Shagayeva, V.G.; Nikol'skaya, H.G.; Markov, K.P.; Pegasov, V.A.; Nikol'skaya, M.P.; Akimova, N.V., 1989: Peculiarities of sturgeon embryonal and larval development under ecological deterioration in the Volga River (Osobennosti embrional'nogo i lichinochnogo razvitiya osetra v usloviyah uhudsheniya ekologicheskoi obstanovki v r. Volge). Osetrovoe khozyaistvo vodoemov SSSR (Osetrovoe khozyaistvo vodoemov SSSR). Abstracts of the announced All-union meeting. Astrakhan: KaspNIRKH. Part 1. pp. 336-337 [in Russian].
- Shagayeva, V.G.; Nikol'skaya, M.P.; Akimova, N.V.; Markov, K.P.; Nikol'skaya, N.G., 1993: Studies of early ontogenesis of sturgeons (Acipenseridae) from the Volga River under anthropogenic impact (Issledovanie rannego ontogeneza volzhskikh osetrov (Acipenseridae) v svyazi s antropogennym vozdeistviem). Voprosy Ikhtiologii. V. 33(2). pp. 230-240 [in Russian].
- Shagaeva, V.G.; Nikolskaya, M.P.; Akimova, N.V.; Markov, K.P., 1995: Pathology the early ontogenesis of the Volga River basin Acipenseridae. Proc. of Intern. Symp. on Sturgeons. (September 6-11, 1993, Moscow-Kostroma-Moscow, Russia). Moscow: VNIRO. pp. 62-73.
- Shagayeva, V.G.; Nikol'skaya, M.P.; Akimova, N.V.; Shigin, A.A., 2000: Morphological abnormalities in early ontogenesis of sturgeons (Morfologicheskie anomalii v rannem ontogeneze osetrov (ryb)). Osetrovie na rubezhe XXI veka (Sturgeon species at the beginning of the 21st century). Abstracts of the International conference. Astrakhan: KaspNIRKH. pp. 203-205 [in Russian].
- Shatunovsky, M.I.; Akimova, N.V.; Ruban, G.I., 1996: Reaction of fish's reproductive system to anthropogenic impact (Reaktsia vosproizvoditel'noi systemy ryb na antropogennye vozdeistviya). Voprosy Ikhtiologii. 36(2), 229-238. [in Russian].
- Snyder, D.E. 1988: Description and identification of shortnose and Atlantic sturgeon larvae. Am. Fish. Soc. Symp. 5, 7-30.
- Snyder, D.E. 2002: Pallid and shovelnose sturgeon larvae – morphological description and identification. J. Appl. Ichthyol. 18. 240-265.
- Sokolova, C.A.; Goriounova, V.B.; Storozhuk, H.G.; Shagayeva, V.G., 1995: Early life stages abnormalities in sturgeon species at hatcheries associated with anthropogenic impact in the Volga River (Anomalii rannih stadij ontogeneza osetrov (ryb) na rybovodnykh zavodakh v usloviyah antropogennogo vozdeistviya na Volgu. Abstracts of the International symposium on. Moscow, September 24-27. Moscow: VNIRO. pp. 74-75 [in Russian].
- Stehmann, M.F.W., 2002: Proposal of a maturity stages scale for oviparous and viviparous cartilaginous fishes (Pisces, Chondrichthyes). Arch. Fish. Mar. Res. 50 (1), 23-48.
- Trusov, V.Z. 1964. Nekotorye osobennosti sozrevaniya i shkala zrelosti polovykh zhelez osetra (Some specific features of maturation and maturity scale of the Russian sturgeon gonad). Trudy Vsesoyuznogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Rybnogo Khozyaistva i Okeanogr. (Tr. VNIRO). 56, 69-79.
- Veshchev, P.V., 1991a: Efficiency of natural reproduction in the stellate sturgeon, *Acipenser stellatus* Pallas, under conditions of flow regulation in the Volga River (Effektivnost' yestestvennogo razmnzheniya sevyugi *Acipenser stellatus* Pallas v usloviyakh zaregulirovannogo stoka Volgi). Voprosy Ikhtiologii 31(2), 222-227. [In Russian].

- Veshchev, P.V., 1991b: Qualitative composition of spawners and spawning in the stellate sturgeon, *Acipenser stellatus*, under new ecological conditions (Kachestvennyi sostav proizvoditelei i razmnozheniye volzhskoi sevryugi *Acipenser stellatus* v novykh ekologicheskikh usloviyakh). Voprosy Ikhtiologii. 31(3), 442–450. [In Russian].
- Veshchev, P.V., 1998: Ecological principles of natural reproduction of the stellate sturgeon in the lower Volga River and their significance for fish conservation under current conditions (Ekologicheskiye i rybookhrannyye osnovy yestestvennogo vosproizvodstva sevryugi v Nizhnei Volge v sovremennykh usloviyakh). Astrakhan: State Techn. Univ. 26 pp. [In Russian].
- Veshchev, P.V., 2000: Recruitment of stellate sturgeon stock from natural spawning in the Volga-Caspian basin (Popolneniye zapasov sevryugi Volgo_Kaspiya ot yestestvennogo vosproizvodstva). In: Osetrovyye na rubezhe XXI veka. Tez.dokl. mezhdunar.konf (Sturgeons at the Turn of the 21st Century. Abstr. Int. Conf). Izd. KaspNIRKh, Astrakhan, pp.41-42. [In Russian].
- Votinov, N. P., 1947: The ovary of the stellate sturgeon during the spawning migration, spawning and downstream migration. Trudy Laboratorii Osnov Rybovodstva. №1. pp. 139-154. [In Russian].
- Votinov, N. P., 1963: Biological foundations of artificial reproduction of the Ob River sturgeon. Trudy Ob-Tazovskogo Otdeleniya Gosudarstvennogo Nauchno-Issledovatel'skogo Instituta Ozer'nogo i Rechnogo Rybnogo Khozyaistva, Novaya Seria. № 3. pp. 5-102. [In Russian].
- West, G. 1990: Methods of assessing ovarian development in fishes: a review. Aust. J. Mar. Freshw. Res. 41, 199-222.
- Westernhagen, H. von; Rosenthal, H.; Dethlefsen, V.; Ernst, W.; Harms, U.; Hansen, P.-D., 1989: Bioaccumulating substances and reproductive success in Baltic flounder *Platichthys flesus*. Aquatic Toxicology 1, 85-99.
- Wishingrad, V.; Sloyehuk, J.R.; Ferrari, M.C.O.; Chivers, D.P., 2014: Alarm cues in Lake Sturgeon *Acipenser fulvescens* Rafinesque, 1817: potential implications for life-skills training. J. App. Ichthyol. 30, 1441-1444.
- Zelazowska, M., 2010: Formation and structure of egg envelopes in Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* (Acipenseriformes: Acipenseridae). J. Fish Biol. 76, 694-706.
- Zemkov, G.V.; Zhuravleva, G.F., 1997: Pathomorphological changes in sturgeon organism as a reflection of modern environmental conditions (Patomorfologicheskie izmeneniya v organizme osetrovyyh kak otrazhenie sovremennykh usloviy obitaniya). Abstracts of the 1st Congress of Russian ichthyologists. Astrakhan, September. Moscow: VNIRO p. 419 [in Russian].
- Zhuravleva, O.L., 2000: Characteristics of spawning population of the Russian sturgeon, *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, under conditions of regulated flow in the Volga River (Kharakteristika nerestovoi chasti populyatsii russkogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt v usloviyakh zaregulirovannogo stoka Volgi). Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation. Moscow: VNIRO. 25 pp. [In Russian].

University of Guilan Press

Atlas of Abnormalities in Gametogenesis and Early Life Stages of Sturgeons

Authors:

**Ruban, G.I., Akimova, N.V., Goriounova, V.B., Mikodina, E.V.,
Nikolskaya, M.P., Novosadova, A.V., Rosenthal, H.K., Sokolova, S.A.,
Shagayeva, V.G., Shatunovsky, M.I.**

Translators:

**Bahram Falahatkar, Ph. D
Sareh Ghiasi, Ph. D**