

مطالعه بافت شناسی مراحل تکامل لاروی غدد ضمیمه گوارشی بچه تاس ماهی ایرانی از زمان تفریح تا رهاسازی

دکتر محمد تقی شیبانی^{۱*} مرتضی پهلوان یلی^۲

دریافت مقاله: ۱۵ دی ماه ۱۳۸۱

پذیرش نهایی: ۲۰ تیرماه ۱۳۸۲

Histological study of larval development of accessory digestive glands of *Acipenser persicus* from fry to fingerling

Sheibani, M.T.,¹ Pahlavan, M.²

¹Department of Basic Sciences, Faculty of Veterinary Medicine, University of Tehran, Tehran - Iran. ²Graduated in Fisheries from Faculty of Natural Resources, University of Tehran, Tehran - Iran.

Objective: To determine situation of liver and pancreas in different stages of growth and the features of development of the glands from the first day after hatching upto two months of larval life.

Design: Descriptive study.

Animals: A total number of 80 larvae and fingerling of *Acipenser persicus*.

Procedure: Collecting larvae on days 1 to 56 and fixation in bouin's solution and then conducting routine histological procedures by autotechnicon. Sections of 6 microns were stained with hematoxylin-eosin and mallory and studied under light microscope.

Statistical analysis: Descriptive statistics.

Results: At first day there were no traces of liver and pancreas, but upto day 5 some evidence of formation of liver with a serosa covering was observed. Also pancreas was present as a simple gland only consisting of exocrine portion. By day 16, a high vacuolities were seen, in hepatolytes which decreased number of during following days. Many glycogen deposits were also present there. In pancreas until day 25 the evidence of langerhans islets was observed along with the extension of blood vessels. From day 32 to day 56, beside increasing liver bulk and the expansion of sinusoids and portal tracts, the major part of pancreas was composed of secretory acini with zymogenic granules.

Conclusion: In this species of sturgeon, like other osteichthyes, liver and pancreas are of the first simple organs forming on the first days. Moreover these glands are very similar to those of other fishes and even mammals. Liver from day 5 was present as an independent organ, cranial to intestines. By day 16, rate of lipid vacuols was more and then decreased and glycogen deposits was seen due to decreasing fat needs and increasing liver activity. Besides sinusoids and portal tracts were developing. Pancreas was formerly consisted of exocrine portion but from day 32 endocrine portion was developed and by day 56 pancreas was increased. Gradually developments are dependent their nutritional requirement. Especially in final stages of development they have a major role in metabolism of proteins, lipids and carbohydrates. *J. Fac. Vet. Med. Univ. Tehran. 58, 4:341-345, 2003.*

Key words: Liver, Pancreas, *Acipenser persicus*.

Corresponding author email: sheibanim@vetmed.ut.ac.ir

و جذب غذا در مراحل لاروی ضروری به نظر می رسد. این مطالعات در تعیین چگونگی مکانسیم تغذیه ای و اثرات رژیمهای غذایی اولیه برسیستم تکاملی این اندامها مؤثر بوده و در گسترش الگوهای تغذیه ای در صنعت تکثیر و پرورش مصنوعی بچه تاسماهیان می توانند روشنگر و تعیین کننده باشند. با توجه به تغذیه پر حجم این گونه از ماهیان و در نتیجه تحمیل حجم زیادی

هدف: بررسی وضعیت غدد کبدی و پانکراس در مراحل مختلف رشد و نحوه شکل گیری و تکامل این غدد در نمونه های لاروی و بچه تاس ماهیان ایرانی از اولین روز تفریح تا دو ماهگی.

طرح: مطالعه توصیفی.

حیوانات: تعداد هشتاد نمونه از لارو و بچه تاس ماهیان ایرانی.

روش: جمع آوری نمونه ها از لاروهای یک روزه تا ۵۶ روزه و تثبیت در محلول بوئن و سپس انجام مراحل معمول بافت شناسی توسط دستگاه اتوتکنیکون. برشهای ۶ میکرونی به روش هماتوکسیلین اتوزین و مالوری رنگ آمیزی و با میکروسکوپ نوری مطالعه گردیدند.

تجزیه و تحلیل آماری: آمار توصیفی.

نتایج: در این مطالعه در روز اول نشانه ای از وجود کبد و پانکراس مشخص مشاهده نگردید. ولی تا روز پنجم نشانه هایی از شکل گیری کبد وجود داشته که یک پوشش سروری نیز آن را در بر می گرفت. به علاوه پانکراس بصورت غده ای ساده در مجاورت کبد مشاهده شده که تنها شامل بخش برون ریز آن یعنی آسینی های سروری بود. تا روز شانزدهم واکونول های فراوانی در هیپاتوسیت ها مشاهده گردید که از این پس از میزان آنها کاسته شده و ذخایر گلیکوژنی فراوانی حضور داشتند. در پانکراس تا سن ۲۵ روزگی آثاری از جزایر لانگرهانس مربوط به بخش درون ریز نیز مشاهده شده که همراه با توسعه عروق خونی در این غده بود. از سن ۳۲ تا ۵۶ روزگی علاوه بر افزایش حجم کبد و توسعه سینوزوئیدها و فضاهای باب، کماکان بخش اعظم پانکراس را آسینی های ترشخی با گرانول های زیموژن تشکیل می داد. نتیجه گیری: در این گونه از تاس ماهیان مانند ماهیهای استخوانی، کبد و پانکراس اندامهای ساده ای می باشند که در اوایل دوران زندگی به وجود می آیند. به علاوه غدد مزبور شباهت زیادی به اندامهای فوق در سایر گونه های ماهیان و حتی پستانداران دارند. بافت کبدی در قره برون از روز پنجم به عنوان یک عضو مستقل در بخش قدامی روده ها مشاهده گردید. تا روز شانزدهم میزان واکونول های چربی در کبد بیشتر بوده و پس از آن کاهش آنها و افزایش ذخایر گلیکوژنی مشهود بود که به دلیل کاهش احتیاجات چربی و افزایش فعالیت عملی کبد می باشد به علاوه تدریج بر وسعت سینوزوئیدها و فضاهای باب افزوده می گردید. پانکراس در ابتدا تنها دارای بخش برون ریز بوده ولی از روز ۳۲ به بعد بخش درون ریز یا جزایر لانگرهانس توسعه یافته و تا روز ۵۶ بروست پانکراس افزوده می گردد. رشد و تکامل تدریجی غدد ضمیمه متناسب با نیازهای تغذیه ای آنها می باشد. بویژه در مراحل نهایی تکاملی خود در متابولیسم پروتئینها، چربیها و کربوهیدراتها نقش اساسی را دارند. مجله دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، (۱۳۸۲)، دوره ۵۸، شماره ۴، ۳۴۵-۳۴۱.

اژه های کلیدی: کبد، پانکراس، بچه تاس ماهی ایرانی.

قش تاس ماهیان در تامین پروتئین و اهمیت اقتصادی آنها به لحاظ تولید خاویار حائز اهمیت می باشد. به علاوه عدم وجود مطالعات کافی در زمینه های مختلف هیستولوژیکی بر روی برخی گونه ها بررسیهای بیشتری را در شناخت ساختارهای میکروسکوپی اندامها در مراحل مختلف رشد و نمو آنها ایجاب می نماید. به دلیل اهمیت تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری بویژه این گونه خاص که بومی آبهای جنوبی دریای خزر می باشد مطالعه تغییرات تکاملی اندامهای گوارشی بویژه غدد ترشخی آنها در ارتباط با اعمال هضم

(گروه آموزشی علوم پایه دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

(دانش آموزانه کارشناسی ارشد شیلات دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، تهران - ایران.

(نویسنده مسئول sheibanim@vetmed.ut.ac.ir



از مواد غذایی وظیفه دستگاه گوارش را در هضم و جذب آنها دشواری نماید و لذا نیازمند یک سیستم غدد ضمیمه ای برای ترشح مکملهای آنزیمی دخیل در گوارش می باشند. نقش غدد ضمیمه هم به ترشح آنزیمهای مکمل گوارشی کمک می نماید هم در روند متابولیسمی مواد غذایی حائز اهمیت فراوانی است. اندامهای گوارشی و ساختار فیزیولوژیک آنها در بچه تاس ماهیان مانند سایر گونه های آبزیان در مراحل اولیه رشد تکامل کافی نیافته به طوری که قبل از رسیدن به مرحله تغذیه فعال دستخوش تغییرات تکاملی می گردند و در این مرحله سیستم گوارشی آنها از لحاظ مورفولوژیک تکامل می یابد.

مطالعات انجام شده در ایران شامل مطالعه بافت شناسی دستگاه گوارشی تاس ماهی ایرانی بالغ توسط شبیانی و همکاران در سال ۱۳۷۵ بوده (۳) و همچنین بافت شناسی مراحل تکاملی دستگاه گوارش از مرحله شروع تغذیه فعال تا مرحله راهسازی توسط پهلوان و همکاران در سال ۱۳۷۹ می باشد (۲).

از مطالعات انجام شده در جهان می توان به بررسی تغییرات هیستولوژیک و هیستوشیمیایی دستگاه گوارش در مرحله لاروی تاس ماهی سفید توسط Gawlicka در سال ۱۹۹۵ اشاره نمود (۹). همچنین در سال ۱۹۸۶ مطالعه ویژگیهای مورفولوژیک دستگاه گوارشی تاس ماهی سفید توسط Doroshov و Buddington صورت پذیرفت (۵). Gisbert و همکاران نیز در سال ۱۹۹۹ بررسی بافت شناسی دستگاه گوارشی تاس ماهی سبیری را در مراحل لاروی انجام دادند (۱۰).

مواد و روش کار

در این مطالعه نمونه های بچه تاس ماهیان ایرانی از کارگاه تکثیر و پرورش ماهیان خاویاری سد سنگر رشت (شهید بهشتی) تهیه گردید. کلاً تعداد ۸۰ نمونه از لارو تاس ماهی ایرانی، از زمان تفریح (یکروزگی)، مرحله تغذیه فعال تا لارو قابل رها سازی به استخر در بخش ونیرو و بعد از آن در استخرهای خاکی تا زمان رها سازی به دریا به صورت تصادفی انجام گرفت. در مراحل اولیه نمونه برداری در روزهای اول، پنجم، دوازدهم، چهاردهم و شانزدهم انجام شده و پس از آن نمونه برداری در حوضچه های ونیرو به وسیله ساچوک کوچک و در استخر خاکی به وسیله تور ترال انجام شد. پس از انتقال بچه ماهیان به استخر خاکی، نمونه برداری از آنها به فواصل یک هفته ای یعنی ۲۵، ۳۲، ۴۰، ۴۸ و ۵۶ روزگی با تور ترال انجام گرفت. پس از آن نمونه ها در داخل محلول تثبیت کننده بوئن نگهداری گردیدند. در بچه ماهیان بزرگتر نمونه های غدد کبد و پانکراس از حفره شکمی آنها خارج و فیکس گردیدند. سپس مراحل آنگیری، شفاف سازی و آغشتگی با پارافین در دستگاه اتو تکنیکون (Histokinette مدل MSE) انجام گرفته و بلوکهای پارافینی از نمونه ها تهیه گردید.

برشهایی به ضخامت ۶ میکرون به صورت ممتد به وسیله میکروتوم GUNG آلمانی تهیه شده و سپس رنگ آمیزی برشها به روش هماتوکسیلین و اتوزین و روش مالوری انجام گرفته و در زیر میکروسکوپ نوری مورد مطالعه قرار گرفتند.

نتایج

در اولین روز پس از تفریح، حفره بطنی مملو از مواد زرده ای بوده و بنابراین نشانه ای از وجود کبد و پانکراس مشاهده نگردید. تا روز پنجم

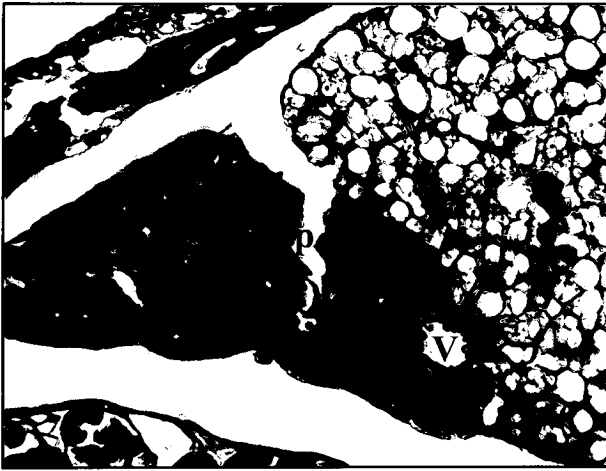


نشانه های بارزی از شکل گیری کبد بصورت یک ساختار غدهای مشخص در بخش قدامی لوله گوارش نمایان گردید. سطح غده از خارج توسط یک پوشش سروزی شامل یک ردیف سلولهای سنگفرشی همراه با لایه ظریفی از رشته های رتیکولر در بر گرفته شده بود. هیاتوسیت ها در ابتدا به صورت سلولهای کروی کوچک در زمینهای از بافت همبندی و رتیکولر مشاهده گردیدند. در این مرحله بجز هیاتوسیت ها، قسمت اعظم غده کبدی را سلولها و واکونولهای چربی فراوان که به صورت حفرات کروی روشن دیده می شدند تشکیل می داد. به علاوه سیتوپلاسم سلولهای کبدی نیز مملو از قطرات و ذرات چربی بوده و بقیه سیتوپلاسم را که اسیدوفیل رنگ گرفته ذرات گلیکوژن شامل می گردید. هسته این سلولها به صورت کروی شکل و در مرکز سلول قرارداشتند. در فضای بین سلولهای فوق ساختمانهای مویرگی و سینوزوئیدی فراوان حاوی گلبولهای قرمز مشاهده گردید. به علاوه شکل گیری مجاری صفراوی اولیه نیز در پانکراس کبد مشهود بود. پانکراس در ۵ روزگی به صورت یک نوارداسی شکل در مجاورت و متصل به کبد مشاهده می گردید. واحدهای ترشی آن شامل تجمعات سلولی متشکل از سلولهای استوانهای تا هرمی بوده که به صورت ساختمانهای کروی، بخش برون ریز پانکراس را تشکیل می دادند. در این مرحله اثری از ساختارهای اندوکرینی مشاهده نگردید. سلولهای تشکیل دهنده غده پانکراس بیشتر رنگ بازوفیلیک به خود گرفته و بنابراین نمای ظاهری غده را تیره تر از کبد نشان می داد (تصویر ۱).

در ۱۲ روزگی اندازه کبد بزرگتر شده و علاوه بر سلولهای کبدی حجم زیادی از کبد را حفرات چربی تشکیل می داده و بر وسعت سینوزوئیدهای خونی نیز افزوده گردیده بود. بخشهایی از پانکراس به کبد چسبیده و شکل کلی پانکراس به صورت ساختاری سه گوش مشاهده می گردید. در سیتوپلاسم رأسی سلولهای تشکیل دهنده بخش برون ریز واکونولهای ترشی درشتی مشاهده می گردید. به علاوه در این مرحله عروق خونی بزرگی نیز در پانکراس توسعه یافته بودند (تصویر ۲).

تا روز ۲۵ پس از تفریح از وسعت سلولها و واکونولهای چربی به شدت کاسته شده و در عوض بر وسعت هیاتوسیت ها و سینوزوئیدها و عروق خونی افزوده گردیده بود. همچنین تا این زمان علاوه بر افزایش حجم کبد، هیاتوسیتها به صورت دستجات منسجم تری مشاهده می گردیدند که تشکیل ساختارهای طنابی شکلی را می دادند. سیتوپلاسم این سلولها شدیداً اسیدوفیل بوده و حاوی هسته های بازوفیلیک و کروی شکل در مرکز بودند (تصویر ۳). پانکراس نیز تا این زمان علاوه بر افزایش حجم قابل توجه و توسعه عروق خونی حاوی آسینی های ترشی با سیتوپلاسم بازوفیلیک بودند. این حالت مربوط به قاعده سلولهای آسینی بوده که حاوی هسته ای کروی و هیپرکروماتیک در قاعده می باشند. گرانولهای ترشی زیموژنیک در ناحیه رأسی سیتوپلاسم سلولها افزایش یافته و آثاری از مجاری بخش برون ریز در بین آسینی ها مشاهده می گردید. بخش درون ریز پانکراس یا جزایر لانگرهانس نیز در این سن به خوبی توسعه یافته که به صورت نواحی با زمینه روشنتر از بخش برون ریز (آسینی ها) و شامل تجمعات سلولهای درون ریز همراه با مویرگهای خونی دیده می شدند (تصویر ۴).

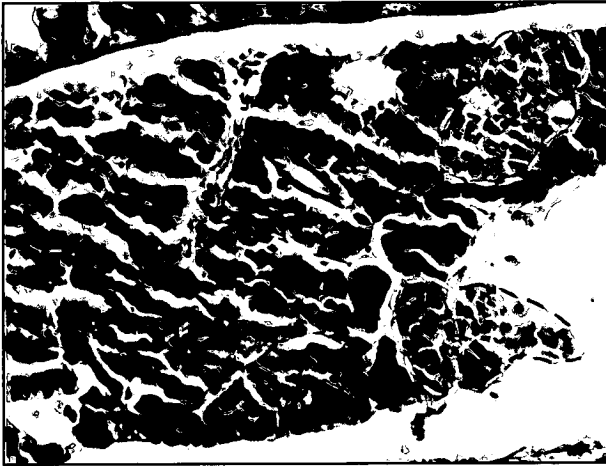
کبد در ۳۲ روزگی حجیم تر شده و طنابهای سلولی هیاتوسیت ها کاملاً مشخص بودند. به علاوه تشکیل فضاهای باب با حضور عروق خونی بزرگ و همچنین وسعت سینوزوئیدهای خونی در بین دستجات هیاتوسیتی کاملاً مشهود بود. سیتوپلاسم هیاتوسیت ها حاوی ذخایر گلیکوژنی فراوان همراه



تصویر ۲- کبد و پانکراس در ۱۲ روزگی: کبد حاوی واکوئولهای چربی فراوانتر (L) در سمت راست و پانکراس حاوی آسینی ها و عروق خونی (V) در سمت چپ تصویر دیده می شوند. (H&E ۴۰۰x)



تصویر ۱- کبد و پانکراس در ۵ روزگی: بافت کبدی حاوی واکوئول های چربی (L) و ذرات گلیکوژن اسیدوفیلی (فلشها) در نیمه بالایی و غده پانکراس (P) شامل آسینی ها در نیمه پایینی تصویر مشاهده می گردند. (H&E ۴۰۰x)



تصویر ۴- پانکراس در ۲۵ روزگی: در سمت چپ آسینیهای بخش برون ریز و در سمت راست جزایر لانگرهانس (نقطه چین) مشاهده می گردند. (H&E ۲۵۰x)



تصویر ۳- کبد و بخشی از پانکراس در ۲۵ روزگی: سینوزوئیدهای کبدی (S) توسعه یافته و هیاتوسیتها به رنگ اسیدوفیلی و فقدان واکوئولهای چربی قابل مشاهده می باشد. در سمت راست بخشی از آسینیهای پانکراس (P) دیده می شود. (H&E ۲۵۰x)

از ماکرو مولکولها از قبیل آلبومین، فیبرینوژن، لیپوپروتئین، و غیره توسط هیاتوسیتها به داخل خون ترشح می شوند و کبد بسیاری از آنها را متابولیزه می کند. بنا براین از آنجائیکه هیاتوسیت ها در متابولیسم پروتئین، چربی و کربوهیدراتها نقش دارند در گونه های مختلف تاس ماهیان نیتوپلاسم حاوی ارگانلهای اصلی فراوانی مانند دستگاه گلژی و شبکه آندوپلاسمی وسیع و متیوکندریهای فراوان مانند گونه های پستانداران می باشند (۵).

کبد به سرعت توسعه یافته و در ذخیره سازی فعال می باشد، طبق نظر Gawlicka و همکاران در سال ۱۹۹۵ کاهش واکوئولهای هیاتوسیتی مشاهده شده از روز شانزدهم در تاس ماهی سفید، نشان دهنده امکان بروز تغییرات عملی در متابولیسم یا نیازهای چربی است (۹). این یافته با کاهش فعالیت لیپاز مشاهده شده در همان مرحله از رشد در تاس ماهی سفید امریکای شمالی (۵) و تاس ماهی دریاچه ای (۴) همراه می باشد که با یافته های موجود در مطالعه حاضر در لارو تاس ماهی ایرانی نیز هماهنگی دارد. کاهش لیپاز بدون ارتباط با رژیم غذایی بوده و احتمالاً به وسیله کاهش احتیاجات چربی تعیین می گردد (۵). با اینحال تغییرات مشاهده شده در کبد ممکن است در ارتباط با تغییرات حاصله در ذخیره و استفاده از گلیکوژن باشد (۹).

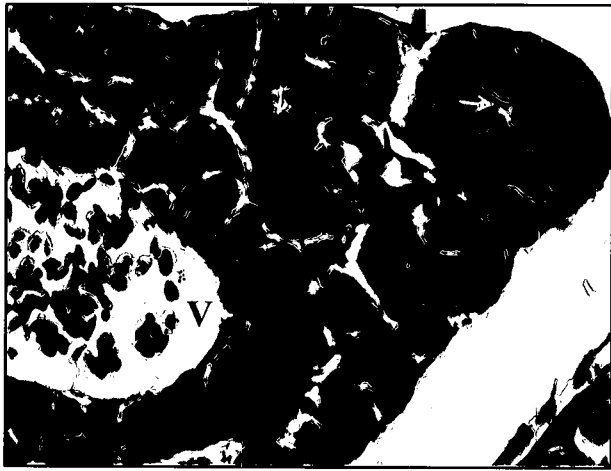
با هسته های کروی درشت و یوکروماتین بوده که برخی از سلولها بصورت دو هسته ای نیز مشاهده می گردید (تصویر ۵).

مطالعات میکروسکوپی نشان می دهد که اندازه هیاتوسیت ها بستگی به میزان فعالیت فیزیولوژیک آنها دارد و اندازه سلولها در فعالیتهای کم و یا زیاد آنها متفاوت است. بهترین نمونه این اختلاف، هیپرτροφی جسم سلولی و هسته های آنها می باشد که در اکثر مواقع بویژه در زمان ویتلوزنز ماهیهای ماده مثل ماهی آزاد ژاپنی و ماهی آبیو مشاهده می شود (۱).

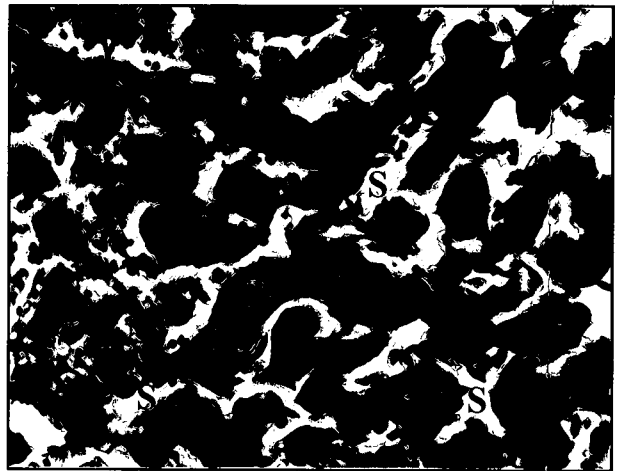
Gawlicka و همکاران در سال ۱۹۹۵ در تاس ماهی سفید نشان داده اند که در روز چهاردهم، دو روز پس از تغذیه فعال، کبد با هیاتوسیتهای حفره دار و مجاری اولیه مشخص بوده که واکوئولهای چربی در آن دیده می شوند. بر اساس اظهارات Dettlaff و همکاران در سال ۱۹۹۳ در ماهیان خاویاری در طول مرحله تغذیه از کیسه زرده، در اثر هضم زرده به تدریج تجمع چربی در کبد افزایش می یابد (۸). این مورد با یافته های حاصل از مطالعه حاضر در لارو تاس ماهی ایرانی نیز مطابقت دارد. همزمان با رشد کبد سینوزوئیدها نیز توسعه یافته و عروق کبدی گسترش بیشتری می یابند.

سینوزوئیدهای کبدی حجم زیادی از خون را در خود ذخیره داشته تا شرایط لازم برای متابولیسم کبدی را فراهم نماید. به عنوان مثال تعداد زیادی

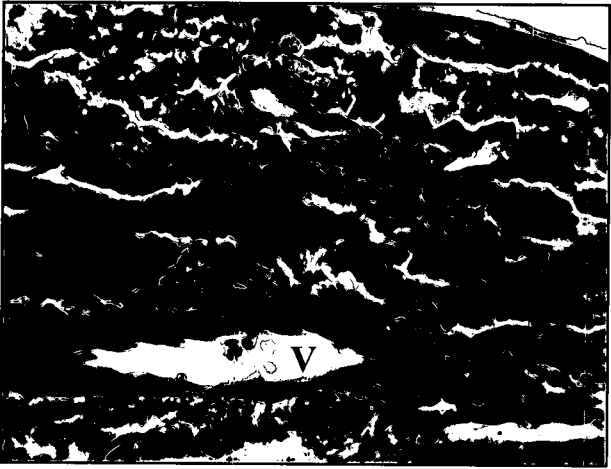




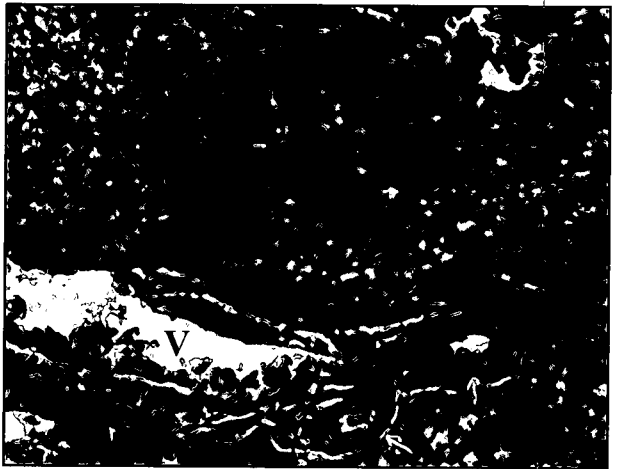
تصویر ۶- پانکراس در ۳۲ روزگی: پانکراس کاملاً توسعه یافته که آسینی های حاوی گرانولهای زیموژن حاوی سلولهای مرکز آسینی (فلشها) و نیز یک ورید (V) در بین آسینیها مشاهده می گردد. (H&E ۴۰۰x)



تصویر ۵- کبد در ۳۲ روزگی: تجمع هیاتوسیت ها به صورت دستجات منسجم به خوبی توسعه یافته و سینوزوئیدهای خونی (S) نیز همراه با یک ورید در بالای تصویر مشاهده می گردند. (H&E ۴۰۰x)



تصویر ۸- پانکراس در ۵۶ روزگی: در بین آسینیها و در اطراف ورید (V) بافت همبند فراوانی حضور دارد که رشته های آن به رنگ آبی دیده می شود. (مالوری ۲۵۰x)



تصویر ۷- کبد در ۴۸ روزگی: یک فضای باب بزرگ حاوی یک ورید (V) و دو مجرای صفراوی (فلشها) دیده می شود. به علاوه رشته های همبندی به رنگ آبی مشاهده می گردند. (مالوری ۲۵۰x)

فعالیت بخش برون ریز پانکراس ابتدا به وسیله دو هورمون کوله سیستوکینین و سکرترین توسط سلولهای انترواندوکرین مخاط ابتدای روده تولید می گردند که هورمون اول سرشار از آنزیم و پروتئین بوده و برانگیزنده سلولهای آسینی پانکراس به تخلیه گرانول های زیموژن می باشد در حالی که سکرترین، سلولهای مجرای پانکراس را به ترشحات آبکی آلكالین محتوی یونهای بی کربنات تحریک می کند (۶،۱۲).

References

۱. پوستی، ا. و صدیق مروستی، س.ع. (۱۳۷۸): اطلس بافت شناسی ماهی، انتشارات دانشگاه تهران، صفحه: ۱۵۵.
۲. پهلوان یلی، م. (۱۳۸۰): مطالعه بافت شناسی مراحل تکاملی دستگاه گوارشی تاس ماهی ایران از مرحله شروع تغذیه فعال تا زمان رهاسازی، پایان نامه کارشناسی ارشد شیلات، دانشکده منابع طبیعی دانشگاه تهران، صفحه: ۹۲.
۳. شیبانی، م.ت. (۱۳۷۵): بررسی میکروسکوپی لوله گوارشی تاس ماهی ایران، پایان نامه دکتری تخصصی علوم تشریحی دامپزشکی، دانشکده دامپزشکی دانشگاه تهران.

پانکراس در ۵ روزگی در بخش پشتی کبد کاملاً مشخص می باشد که شامل آسینی های کروی بخش برون ریز بوده ولی بخش درون ریز آن نامشخص می باشد. تا ۲۵ روزگی در آسینی های ترشحی گرانولهای زیموژن مشاهده می شود (۲). در تاس ماهی سفید دو روز پس از شروع تغذیه فعال، گرانول های زیموژنی در سلولهای برون ریز پانکراس حضور دارند (۹). در آسینی های پانکراس در مراحل اولیه رشد تاس ماهی سیبری، توسط Gisbert و همکاران در سال ۱۹۹۹ سلولهای آسینی به شکل گلچله ای در اطراف مجاری مرکزی مشاهده گردیده و گرانول های زیموژن، حاوی پروتئینهای غنی از تربیتوفان، آرژینین و لیزین ذکر شده است (۱۰). در ۴۰ روزگی بخش درون ریز پانکراس به صورت سلولهای پراکنده دیده می شود و در مرکز آسینی ها، سلولهای مرکزی مجاری کوچکی را به وجود می آورند و لوبوله شدن غده مشخص می گردد (۲). پانکراس به عنوان غده ضمیمه اصلی مولد آنزیم دستگاه گوارشی می باشد و در پستانداران نشان داده شده پس از هر بار تغذیه تنوعی از آنزیمهای تجزیه کننده تمام رده های اصلی ترکیبات آلی غذایی (پروتئینها، کربوهیدراتها، چربیها و اسیدهای نوکلئیک) حضور داشته و همچنین دو هورمون انسولین و گلوکاگن را ترشح می کند که متابولیسم کربو هیدرات ها را تنظیم می نماید (۷).



4. Buddington, R.K.(1985): Digestive secretions of lake sturgeon, *Acipenser fulvescens*, during early development. J. Fish Biol. 26: 715-723.
5. Buddington, R.K. and Doroshov, S.I. (1986): Structural and functional relations of the white sturgeon alimentary canal. J. Morph. 190: 201-213.
6. Cahu, C.L. and Zamboninoinfante, J.I. (1995): Maturation of the pancreatic and intestinal function in sea bass:effect of weaning with different protein sources. Fish physiol and biochem.14: 431-437.
7. Cormack, D.H. (2001): Essential Histology, 2th ed. Lippincott Williams & Wilkins. P: 322.
8. Dettlaff, T.A., Ginsburg, A.S. and Schmalhausen, O.I. (1993): Sturgeon fishes. Developmental biology and aquaculture, Springer Verlag. P:300.
9. Gawlicka, A., Teh, S.J., Hung, S.S., Hinton,D.E. and de la nove, J. (1995): Histological and histochemical changes in the digestive tract of white sturgeon larvae during ontogeny. Fish Physiol, Biochem.14: 357-371.
10. Gisbert, E., Sarasquete, M.C., Williot, P.F. and Castello-orvay (1999): Histochemistry of the development of the digestive system of siberian sturgeon during early ontogeny.J. Fish Biol. 55: 596-616.
11. Kawai, S. and Ikeda, S. (1971): Studies on digestive system of fishes. I. Carbohydrases in digestive organs of several fishes. Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 37: 333-337.
12. Sarasquete, M.C., Polo, A. and Gonzalez de canales, M.L. (1993): A histochemical and immunohistochemical study of digestive enzymes and hormones during the larval development of the sea bream, J. Histochem. 25: 430-437
13. Teh, S.J. and Hinton, D.E. (1993): Detection of enzyme histochemical markers of the hepatic preneoplasia and neoplasia in *medaka orgyias latipes*. Aqua. Toxicol. 24: 163-182.



