

# بررسی فعالیت طبیعی آنزیمهای سرمی (LDH و ALP, ALT, AST) در سه گونه ماهی کپور معمولی، کپور علفخوار و کپور نقره‌ای

● رحیم پیغان و ● محمد راضی جلالی، اعضا هیات علمی دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز و ● فیروزه دستورنژاد، دانش آموخته دانشکده دامپزشکی دانشگاه شهید چمران اهواز

تاریخ دریافت: اسفند ماه ۱۳۸۱ تاریخ پذیرش: تیر ماه ۱۳۸۲

## ✓ Pajouhesh & Sazandegi, No 58 PP: 90-93

### Study of normal serum enzymes (ALT, AST, ALP, LDH) levels in common carp, grass carp and silver carp

By: R. Peyghan, Department of Clinical Sciences, Veterinary Faculty, Shahid Chamran University. Mohammad Razi Jalaly. Department of Clinical Sciences, Veterinary Faculty, Shahid Chamran University. Firozah Dastournejad. Graduated from Veterinary Faculty, Shahid Chamran University.

In this study, the serum enzymes (ALT, AST, ALP, LDH) levels were determined in three carp species: Grass carp, silver carp, and common carp. For this purpose 50 blood samples were taken from each species. The fishes were apparently normal. The averages of LDH, ALP, ALP, AST, ALT values in common carp were 1125, 285, 53 and 18 unit respectively. These averages in grass carp were 1540, 255, 34 and 16 unit, and in silver carp were 1556, 126, 40 and 14 respectively. The range of LDH activity in grass carp was between 1484 and 1595. This range for silver carp was between 1462 and 1650 and 1000 and 1250 in common carp. For ALP this range in grass carp was between 196 and 314, in silver carp between 97 and 156 and in common carp between 234 and 337. The range of AST activity in grass carp was between 26 and 44 in silver carp 33-34 and 43-63 common carp. The ALT activity was 13-18 in grass carp 11-16 in silver carp and 11-16 in silver carp and 15-21 in common carp. The range of LDH enzyme activity in common carp was significantly higher than two other species ( $p < 0.05$ ). ALP level in silver carp was significantly lower than in the other species ( $p < 0.05$ ). The average of AST activity in common carp was significantly higher than grass carp ( $p < 0.05$ ). There wasn't any significant difference between these three fish species in the ALT levels.

Keywords: Carp, Serum enzymes, ALT, AST, ALP, LDH.

## چکیده

در این مطالعه آنزیمهای سرمی آلکالین فسفاتاز (ALP)، آلانین ترانس آمیناز (ALT)، اسپارتیت ترانس آمیناز (AST) و لاکتات دهیدروژناز (LDH) در سه گونه ماهی کپور معمولی، کپور علفخوار و کپور نقره‌ای استان خوزستان مورد بررسی قرار گرفت. برای این کار از ۱۵۰ قطعه ماهی به ظاهر طبیعی خونگیری به عمل آمد (از هرگونه ۵۰ قطعه). در ماهی کپور معمولی متوسط آنزیمهای ALT, ALP, AST و LDH به ترتیب ۱۸، ۲۸۵، ۵۳ و ۱۱۲۵ واحد بین‌المللی بوده است. در ماهی کپور علفخوار متوسط این آنزیمها به ترتیب ۱۶، ۲۵۵، ۳۴ و ۱۵۴۰ و در ماهی کپور نقره‌ای به ترتیب ۱۴، ۱۲۶، ۴۰ و ۱۵۵۶ واحد بین‌المللی بوده است. محدوده فعالیت آنزیم ALT در ماهی کپور علفخوار ۱۸-۱۳ به دست آمده است. این محدوده در مورد ماهی کپور نقره‌ای ۱۶-۱۱ و در ماهی کپور معمولی ۲۱-۱۵ بوده است. محدوده فعالیت آنزیم LDH در ماهی کپور علفخوار ۱۵۹۵-۱۴۸۴ به دست آمده است. این محدوده در مورد ماهی کپور نقره‌ای ۱۶۵-۱۴۶۱ و در ماهی کپور معمولی ۱۲۵-۱۰۰۰ بوده است. محدوده فعالیت آنزیم ALP در ماهی کپور علفخوار ۳۱۴-۱۹۷ به دست آمده است، این محدوده در مورد ماهی کپور نقره‌ای ۱۵۶-۹۷ و در ماهی کپور معمولی ۳۳۷-۲۳۴ بوده است. محدوده فعالیت آنزیم AST در ماهی کپور علفخوار ۴۲-۲۶ به دست آمده است. این محدوده در مورد ماهی کپور نقره‌ای ۴۶-۳۳ و در ماهی کپور معمولی ۶۳-۴۳ بوده است. متوسط آنزیم LDH در سه گونه ماهی مورد مطالعه با یکدیگر اختلاف معنی‌داری داشته است ( $p < 0.05$ ) به نحوی که میزان این آنزیم در ماهی کپور معمولی به طور معنی‌داری از دو ماهی دیگر کمتر بوده است. در مقایسه آنزیم ALP در سه گونه ماهی مذکور نیز اختلاف معنی‌داری مشاهده گردید ( $p < 0.05$ ). این آنزیم در ماهی کپور نقره‌ای به طور معنی‌داری از دو ماهی دیگر کمتر بوده است ( $p < 0.05$ ). متوسط آنزیم AST در کپور معمولی به طور معنی‌داری از کپور علفخوار بیشتر بوده است ( $p < 0.05$ ). در مقایسه آنزیم ALT تفاوت معنی‌داری بین سه گونه ماهی مشاهده نشد ( $p < 0.05$ ).

کلمات کلیدی: کپور، آنزیمهای سرمی، آلکالین فسفاتاز، آلانین ترانس آمیناز، اسپارتیت ترانس آمیناز و لاکتات دهیدروژناز

## مقدمه

آنزیمهای سرمی در حالت طبیعی در غشاء سلولی، میتوکندریها و سیتوپلاسم سلولهای بافتهای مختلف بدن فعالیت می‌کنند و در سرم خون به میزان ناچیزی وجود دارند. هنگامی که سلول دچار آشفتگی شود، آنزیمها به مایعات بین بافتی و از آنجا به سرم خون و مایع مغزی نخاعی وارد می‌شوند و باعث افزایش فعالیت این آنزیمها در سرم می‌گردند. بنابراین سنجش فعالیت آنزیمهای مایعات بیولوژیکی می‌تواند نحوه کارکرد و آسیبهای احتمالی بافتها و اعضای مختلف را به ما نشان دهد. امروزه اندازه‌گیری این آنزیمها در پلاسما خون انسان و دام، در تشخیص بافتهای آسیب دیده داخلی کاربرد فراوانی دارد. همچنین افزایش غلظت سرمی آنزیم ممکن است ناشی از افزایش تولید آنزیم و ورود به داخل خون (مانند افزایش آلکالین فسفاتاز در مورد انسداد مجاری صفراوی) باشد، یا کاهش مقدار آنزیم ناشی از کاهش تولید و سنتز کبدی (مانند آنزیم کولین استراز) باشد. البته ذکر این نکته ضروری است که علاوه بر عوامل بیماریزا (باکتریها، ویروسها، قارچها و مسمومیتها) آنزیمهای سرمی تحت تأثیر فاکتورهای فیزیولوژیک و محیطی نیز قرار می‌گیرند، برای مثال نوع جیره غذایی، دمای محیط، سن ماهی و شوری در میزان آنزیمهای سرمی و فعالیت آنها موثر است (۸).

تغییرات آنزیمهای سرمی ماهی در بسیاری از بیماریها عفونی (بیماریهای ویروسی، باکتریایی، قارچی و انگلی گزارش شده است (۲، ۴، ۱۰).

اخیراً تلاشهایی برای استفاده از آنزیمهای سرمی به عنوان ابزاری در تشخیص مسمومیت‌های ماهی مثل مسمومیت با آمونیاک نیز صورت گرفته است (۳، ۶، ۹). هرچند الگوی توزیع آنزیمها در پلاسما و اندامهای مختلف برخی ماهیها از جمله ماهی قزل آلائی رنگین کمان بررسی گردیده است (۵، ۷).

اما فعالیت این آنزیمها در ماهیها و شرایط مختلف، متفاوت می‌باشد. آنزیم آمینوترانسفرازها (ALT و AST) به‌طور وسیع در بافتهای حیوانی توزیع گردیده‌اند و به‌طور فراوانی در سرم و همچنین صفرا و مایع مغزی - نخاعی وجود دارند. حضور این آنزیمها در میتوکندری و سیتوزول اغلب سلولها و پلاسما از اختصاصی بودن آنها می‌کاهد ولی به همراه دیگر آنزیمها معیار خوبی برای تشخیص تخریب سلولهای کبدی یا عضلانی می‌باشند (۱). ALT و AST در بافتهای مختلف بدن ماهی شبیه بقیه مهره‌داران می‌باشند.

با توجه به اینکه در ارتباط با مقادیر طبیعی آنزیمهای سرمی کپور ماهیان گزارشی وجود ندارد این تحقیق با هدف بررسی فعالیت برخی آنزیمهای سرمی (LDH, ALP, AST, ALT) در سه گونه ماهی کپور معمولی، کپور علفخوار و کپور نقره‌ای در استان خوزستان انجام گردید تا بتوان از این تحقیق برای تعیین محدوده طبیعی فعالیت این آنزیمهای سرمی استفاده کرد. این محدوده فعالیت می‌تواند به عنوان شاخصی برای تشخیص بیماریهای مختلف کپور ماهیان پرورشی مورد استفاده قرار گیرد.

## روش کار

### الف: نمونه گیری

تعداد ۱۵۰ قطعه ماهی کپور معمولی، کپور

علفخوار و کپور نقره‌ای پرورشی (از هر کدام ۵۰ قطعه) با استفاده از تور پره صید گردید. ماهیهای صید شده در محدوده وزنی ۴۰۰ تا ۹۵۰ گرم بوده‌اند و فاقد آلودگی انگلی و علائم بیماری بودند. بلافاصله بعد از صید از استخر، ماهیها را با وارد کردن ضربه به سر نخاعی کرده و از ساقه دم آنها به میزان تقریباً ۲ میلی لیتر خون (بدون ماده ضد انعقاد) گرفته شد. خون گرفته شده در لوله آزمایش ریخته شده و پس از انعقاد سرم آن جدا گردید.

### ب: جداسازی سرم

برای جدا کردن سرم لوله‌ها را در سانتیفریژ قرار داده و در دور ۳۰۰۰ به مدت ۱۰ دقیقه سانتیفریژ گردید. بعد از آن سرمها جداگشته و با استفاده از سمپلر به لوله‌های تمیز انتقال داده شد و تا روز اندازه‌گیری آنزیمها در ۱۸- درجه سانتیگراد نگهداری گردیدند.

### ج: اندازه گیری آنزیمها

برای اندازه‌گیری آنزیمها در هر نوبت تعدادی از سرمها را از حالت انجماد خارج کرده و با استفاده از کیت‌های اختصاصی زیست شیمی (روش دستی) فعالیت آنزیمهای ALT, ALP, AST و اندازه‌گیری گردید. برای اندازه‌گیری ALT و AST از کیت ترکیبی ۳/۵-۱۰ استفاده گردید (طبق روش کار قید شده در کاتالوگ). تغییر رنگ ایجاد شده در اثر فعالیت آنزیم با طول موج ۵۰۵ نانومتر قرائت گردید و با مقایسه با منحنی استاندارد فعالیت آنزیم محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری ALP نیز از کیت ۵-۱۰ و در طول موج ۴۰۵ استفاده گردید. برای اندازه‌گیری LDH از کیت درمان کاو (روش دستی) استفاده گردید و طبق روش کار قید شده در کاتالوگ، فعالیت LDH کل (با طول موج ۴۵۰) اندازه‌گیری گردید.

با توجه به اینکه این کیت‌ها فعالیت آنزیمها را اندازه‌گیری می‌کنند و سوبسترای آنزیم یعنی اسیدهای آمینه یکسان هستند بنابراین از این کیت‌ها برای دام، طیور و انسان استفاده می‌گردد و برای ماهی نیز قابل استفاده‌اند.

### د: آزمون فرضیه‌های تحقیق

جهت مقایسه مقادیر آنزیمهای (LDH, ALT, ALP, AST) در سه گونه ماهی کپور علفخوار، کپور نقره‌ای، کپور معمولی از آزمون آنالیز واریانس یک طرفه استفاده گردید. در این آزمون میانگینها با استفاده از نرم‌افزار مینی تب ۱۰/۵ (Mini tabver.10.5) مورد مقایسه قرار گرفتند.

## نتایج

مقادیر آنزیمهای سرم در ماهیان مورد مطالعه، در جدول و شکل ۱ نشان داده شده است. جزئیات نتایج نیز براساس نوع ماهی و مقایسه بین آنها در ذیل آورده شده است.

## کپور معمولی

در این بررسی در ماهی کپور معمولی متوسط آنزیم LDH, AST, ALT, ALP به ترتیب (۱۱۲۵، ۲۸۵، ۵۳، ۱۱۸) و محدوده فعالیت آنزیم LDH (۱۲۵-۱۰۰۰)، ALP (۲۳۷-۲۳۴۰)، AST (۶۲-۴۳)، ALT (۲۱-۱۵) به‌دست آمده است.

## کپور علفخوار

در ماهی کپور علفخوار متوسط آنزیم LDH, AST, ALP, LDH به ترتیب (۲۵۵، ۳۴، ۱۶) و محدوده فعالیت LDH (۱۵۹۵-۱۴۸۴)، ALP (۳۱۴-۱۹۷) و AST (۴۲-۲۶) ALT (۱۸-۱۳) به‌دست آمده است.

## کپور نقره‌ای

در ماهی کپور نقره‌ای متوسط آنزیم LDH, AST, ALT, ALP به ترتیب (۱۵۵۶، ۲۸۵، ۴۰، ۱۱۸) و محدوده فعالیت آنزیم LDH (۱۶۵-۱۴۶۱)، ALP (۱۵۶-۹۷)، AST (۴۶-۳۳) ALT (۱۶-۱۱) به‌دست آمده است.

## مقایسه بین سه گونه ماهی مورد مطالعه

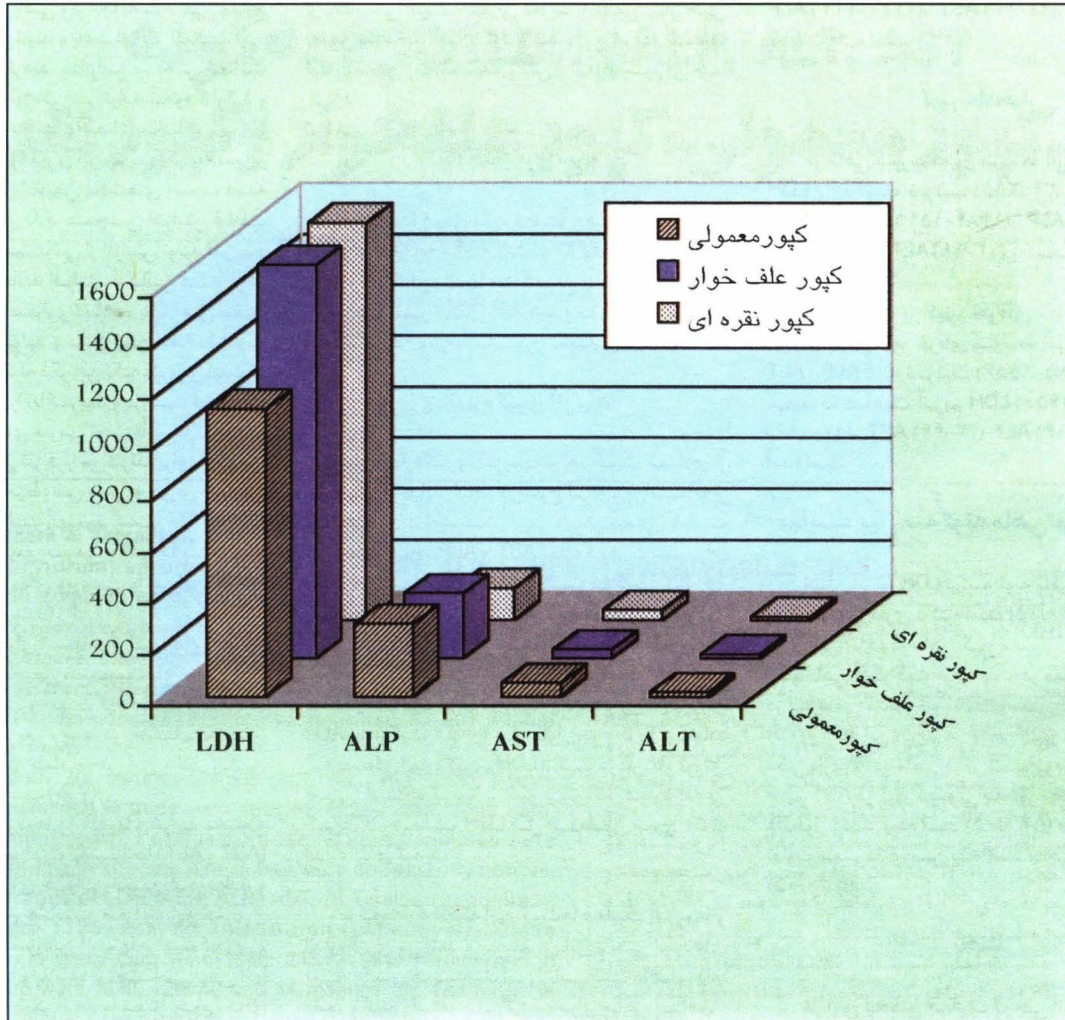
میزان آنزیم LDH در سه گونه ماهی مورد مطالعه اختلاف معنی‌داری داشته است ( $p < 0/05$ ). به نحوی که میزان این آنزیم در ماهی کپور معمولی به‌طور معنی‌دار از دو ماهی دیگر کمتر بوده است. در مقایسه آنزیم ALP در سه ماهی مذکور نیز اختلاف معنی‌دار مشاهده شده ( $p < 0/05$ ). این آنزیم در ماهی کپور نقره‌ای به‌طور معنی‌داری از دو ماهی دیگر کمتر بوده است. متوسط آنزیم AST در کپور معمولی به‌طور معنی‌داری از کپور علفخوار بیشتر بوده است ( $p < 0/05$ ). در مقایسه ALT، تفاوت معنی‌داری بین سه گونه ماهی مشاهده نشد ( $p < 0/05$ ).

## بحث

در این تحقیق فعالیت برخی آنزیمهای سرمی (LDH, ALP, AST, ALT) در سه گونه ماهی کپور معمولی، کپور علفخوار و کپور نقره‌ای استان خوزستان اندازه‌گیری شد. تاکنون گزارشی در مورد میزان طبیعی آنزیمهای سرم در کپور ماهیان پرورشی وجود ندارد. اغلب مطالعات انجام شده بر آنزیمهای سرمی دیگر ماهیان بررسی این تغییرات در حالت پاتولوژیک بوده است و محدوده فعالیت این آنزیمها کمتر مورد بررسی قرار گرفته است. کیفیت و کمیت توزیع هفت آنزیم در اندامهای مختلف ماهی قزل آلائی رنگین کمان بررسی شده است (۱۱).

در این تحقیق با استفاده از کیت‌های اختصاصی زیست شیمی فعالیت چهار آنزیم LDH, ALP, ALT و AST اندازه‌گیری گردید. با توجه به اینکه این کیت‌ها فعالیت آنزیمها را اندازه‌گیری می‌کنند، و سوبسترای آنزیم یعنی اسیدهای آمینه در دامهای مختلف یکسان هستند بنابراین از این کیت‌ها برای دام، طیور و انسان استفاده می‌گردد و ماهی نیز از این قاعده خارج نیست.





انتقال صید در گربه ماهی روگاهی باعث افزایش LDH می‌شود. وجود همولیز در پلاسما نیز می‌تواند میزان LDH سرم را افزایش دهد که در مورد نمونه‌های گرفته شده در این تحقیق با توجه به اینکه فاقد همولیز بودند این موضوع نمی‌تواند تاثیرگذار باشد. آنزیم لاکتات دهیدروژناز در همه بافت‌های بدن مهره‌داران موجود است و دارای ایزوآنزیمهای مختلف می‌باشد و اختصاص به بافت خاصی ندارد. میزان ایزوآنزیمهای LDH تحت کنترل ژنتیکی می‌باشد ولی از عوامل محیطی هم تأثیر می‌پذیرد. همچنین گفته شده وقتی خون از رگ دمی گرفته می‌شود افزایش زیادی در

اختلاف معنی‌داری داشته است به نحوی که میزان این آنزیم در ماهی کپور معمولی به‌طور معنی‌داری از دو ماهی دیگر کمتر بوده است. در ارتباط با میزان طبیعی این آنزیم در کپور ماهیان گزارشی وجود ندارد. برای توجیه این تفاوت، دلایل مختلفی ممکن است وجود داشته باشد. یکی از دلایل آن ممکن است اختلاف گونه‌ای باشد. همچنین ماهی کپور، ماهی مقاومی است و شرایط سخت را بیشتر تحمل می‌کند و نقل و انتقال هنگام صید و استرس ممکن است با ضایعات کمتر و در نتیجه تغییرات کمتری در آنزیم LDH همراه باشد. در حالی که تأثیر استرس و ضایعات بافتی هنگام نقل و

عوامل محیطی و فیزیولوژیک متعددی از قبیل (سن، شوری آب، فصل سال، وضعیت بلوغ، جنس، دمای محیط، نوع تغذیه) در میزان آنزیمهای سرمی و فعالیت آنها مؤثرند (۸). از آنجا که ماهیان مورد مطالعه همه پرورشی هستند و پرورش این سه گونه به صورت توأم بوده است، پس شرایطی مانند شوری آب، درجه حرارت و pH برای هر سه گونه آنزیم یکسان بوده است. همچنین فصل نمونه‌گیری پاییز (فصل صید) انجام شده است و شرایط نگهداری سرمها کاملاً مشابه بوده است. سن تمام ماهیها نیز یکسان بوده است. میزان آنزیم LDH در سه گونه ماهی مورد مطالعه

5- Gandet, M.; Racicot, J.G. and Leray, C. 1975. Enzyme activities of plasma and selected tissues in rainbow trout *Salmo gairdineri* Richardson. Journal of Fish Biology. 7. 505-512.

6- Jeney, G; Nemcsok, J; Jeney, Z and Olah, G. 1992. Acute effect of sublethal ammonia concentrations on common carp (*Cyprinus Carpio*) 2- effect of ammonia on blood plasma transaminases (GOT, GPT), LDH enzyme activity, and ALP value. Aquaculture. 104.149-156.

7- Keller, P; Schulze, J. 1987. Organ and plasma distribution pattern of enzyme in rainbow trout. Animal physiology pathology and clinical veterinary medicine. 34: 5.393-400.

8- Meese. J. 1990. Studies on the biological variability of enzyme activities in blood plasma of carp (*Cyprinus carpio*) as a basis for reference data determination. Fortschr. Fisch. Wiss. 9. PP: 69-91.

9- Peyghan, R. Azary Takami, G. 2001. Serum enzyme, cholesterol and urea changes in acute toxicity of ammonia in common carp *Cyprinus carpio* and using natural zeolite for prevention. Aquaculture Europe 2001. Trondheim - Norway.

10- Scheinert, P; Hoffman, R. 1986. Enzyme serological examination of *Salvelinus alpinus* infected with triaenophorus nodulosus in lake konigssee. berliner und munchener trierarztliche wochenschrift. 99: 11. 383-386.

11- Scheinert, P; Hoffman, R. 1987. Qualitative and quantitative distribution of seven enzymes in organs of rainbow trout and carp. Animal physiology pathology and clinical veterinary medicine. 34: 5. 339-343.

جدول ۱: مقادیر متوسط  $\pm$  انحراف معیار آنزیمهای مورد مطالعه در سه ماهی کپور معمولی، علفخوار و نقره ای

ALP (IUL)	AST (IUL)	ALT (IUL)	LDH (IUL)	آنزیم ماهی
۲۸۰±۲۵	۵۳±۵	۱۸±۲	۱۱۲۰±۱۶۲	کپور معمولی
۱۲۶±۱۵	۴۰±۳	۱۴±۱	۱۵۵۶±۴۷	کپور نقره ای
۲۵۵±۲۹	۳۴±۴	۱۶±۱	۱۵۴۰±۲۸	کپور علفخوار

این آنزیم نیز در کپور ماهیان گزارشی وجود ندارد. از میزان فعالیت آنزیم ALT، در سگ و گربه برای تشخیص بیماریهای کبدی استفاده می شود. در پرندگان برحسب گونه آنها و در بافت های گوناگون فعالیت متفاوتی دارد. ALT شاخص خوبی برای ضایعات کبدی در ماهی می باشد. ولی در کلیه، آبشش، عضله و قلب نیز فعالیت بالائی دارد.

به طور کلی در این بررسی به دلیل حذف عواملی از قبیل تفاوت در دمای آنالیز سرمها، دمای نگهداری سرمها (برای همه سرمهای یکسان بوده) و عدم وجود همولیز، احتمالاً تفاوت حاصله نشانگر یک تفاوت گونه ای بین ماهیها است. ولی با توجه به اینکه در این رابطه اطلاعات پایه ای بسیار محدود است، بنابراین ضروری است تحقیقات تکمیلی دیگری در مورد مقادیر طبیعی این آنزیمها در شرایط مختلف صورت گیرد. تا در نهایت بتوان محدوده طبیعی این آنزیمها را به دست آورده و از آنها به عنوان مقایسه با حالات غیر طبیعی و تشخیص بیماریها استفاده کرد.

#### منابع مورد استفاده

- 1- Coles, E.H. 1986. Veterinary clinical pathology. Saunuders company. 4 th edition, PP: 294-296.
- 2- Duran, A., Rodriguez; Apricio. L.B; Reglero, A; Perez and Diaz, J. 1987. Changes in serum enzymes of saprolegnia infected brown trout, *Salmo trutta* I. Journal of fish diseases. 10: 6. 505-507.
- 3- Franzbuche, R and Hofer, R. 1990. Effect of domestic wastewater on serum enzyme activities of brown trout (*Salmo trutta*). Institute fur zoologie, university of insbruck, vol. 97c, no. 2, PP: 381-385.
- 4- Grizzle, J.M; Kiry, R. 1993. Histopathology of gill, liver and pancreas and serum enzyme levels of channel catfish infected with *Aeromonas hydrophila* complex. Journal of Aquatic Animal Health. 5: 1. 36-50.

فعالیت آنزیمهای پلاسما خصوصاً LDH مشاهده می شود که منشأ آن عضلات اطراف عروق می باشند در مورد LDH گفته شده که دما یا مدت زمان ذخیره سرم تغییر مهمی در فعالیت LDH ندارد (۵).

در مقایسه آنزیم ALP در سه ماهی مذکور نیز اختلاف معنی دار مشاهده شد، این آنزیم در ماهی کپور نقره ای به طور معنی داری از دو ماهی دیگر کمتر بوده است. در ارتباط با میزان طبیعی این آنزیم نیز در کپور ماهیان گزارشی وجود ندارد. آنزیم آلکالین فسفاتاز سرم از گروهی ایزوآنزیم تشکیل شده که در تعداد زیادی از سلولها وجود دارد ولی فقط فعالیت تعداد کمی از آنها در حدی است که از اهمیت بالینی برخوردار باشد. احتمالاً استخوان بیش از هر بافت دیگر حاوی فسفاتاز قلیایی است این موضوع به ویژه در حیوانات جوان و در حال رشد صادق بوده و فعالیت آنزیم در استخوانهای این دامها بیشتر از دامهای بالغ است. وجود همولیز در نمونه خون گرفته شده باعث افزایش ALP می شود گفته شده به طور عمومی میزان این آنزیم در انسان در مردان بیش از زنان است که ممکن است مربوط به اختلاف وزن استخوان بندی باشد (۱). بنابراین جنسیت نیز در میزان آنزیمهای سرمی موثر است. ولی با توجه به اینکه در این بررسی از هر دو جنس نر و ماده نمونه گیری شده و نتایج حاصل از بررسی نشان داده که تأثیر جنسیت برای گونه های ماهی مورد مطالعه یکسان بوده است. احتمالاً تفاوت گونه ای ایجاد کننده این تغییرات می باشد.

در مقایسه آنزیم AST در سه ماهی مذکور مشاهده شد که کپور علفخوار و کپور معمولی با هم تفاوت دارند، که در کپور علفخوار کمتر از دو ماهی دیگر و در کپور معمولی میزان فعالیت آنزیم بیشتر از دو ماهی دیگر است. در ارتباط با میزان طبیعی این آنزیم در کپور ماهیان گزارشی وجود ندارد. همولیز خون سبب افزایش فعالیت آنزیم در سرم خون می شود. AST سرم اسب به طور معمول بالاتر از دیگر حیوانات بوده است. سرم خون گوسفند اگر در یخچال نگهداری شود یا یخ زده شود یک افزایش عمده در میزان AST اتفاق می افتد میزان AST سرم همه حیوانات در حرارت آزمایشگاه (۲۵±۵) درجه سانتیگراد کمی افزایش می یابد (۱).

در مقایسه آنزیم ALT تفاوت معنی داری بین سه گونه ماهی مشاهده نشد. در ارتباط با میزان طبیعی