

آماده انتشار

بررسی فعالیت آنزیم‌های کبدی (ALT و AST) به عنوان شاخص سازگاری با تغییرات شوری

در بچه ماهیان کلمه خزری (*Rutilus caspicus* Yakovlev, 1870)

فاطمه حسین پوردلاور^۱، عبدالمجید حاجی مرادلو^{۲*}، حامد پاک‌نژاد^۳، سیدحسین حسینی فر^۴، رسول قربانی^۵

۱. دانش‌آموخته دکتری گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

رایانامه: fhosseinpour18@gmail.com

۲. نویسنده مسئول، استاد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

رایانامه: ahajimoradloo@yahoo.com

۳. دانشیار گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه:

hkolangi@gmail.com

۴. استاد گروه تکثیر و پرورش آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه:

hosseinhoseinifar@gmail.com

۵. استاد گروه تولید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده شیلات و محیط زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران. رایانامه:

rasulghorbani@gmail.com

Doi: 10.22069/japu.2024.22103.1846

تاریخ دریافت: 1402-10-27

تاریخ ویرایش: 1402-11-11

تاریخ پذیرش: 1402-11-16

چکیده

این ارزیابی با هدف تعیین میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی ALT و AST عصاره بدن بچه ماهیان کلمه خزری در زمان رهاسازی طی سازش-پذیری در سطوح مختلف شوری انجام شد تا بتوان به ارزیابی بهتری از سرنوشت آن‌ها پرداخت. در این مطالعه بچه ماهیان در دو گروه آزمایشی شامل تغییرات ناگهانی و تدریجی در مواجهه با شوری قرار گرفتند. در انتقال تدریجی ابتدا بچه ماهیان از آب شیرین به آب شور ۸/۵ گرم در لیتر در زمان‌های ۱، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت سازگاری و نمونه‌برداری شدند. سپس بچه ماهیان به آب ۱۷ گرم در لیتر (شوری دریای خزر) منتقل و در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت نگهداری و نمونه‌برداری شدند. در انتقال ناگهانی، بچه ماهیان از آب شیرین به طور مستقیم به آب دریای خزر منتقل و در زمان‌های ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت نگهداری و نمونه‌برداری شدند. نتایج نشان داد که با افزایش زمان سازش‌پذیری میزان تغییرات ترانس آمینازها پس از رهاسازی در آب دریا کاهش می‌یابد ولی معنی‌دار نبود. افزایش قابل توجه ALT و AST بچه ماهیان در انتقال ناگهانی در ۲۴ ساعت اول سازش‌پذیری در مقایسه با انتقال تدریجی نشان دهنده توانایی بهتر این بچه ماهیان در سازگاری با تغییرات شوری در زمان رهاسازی بچه ماهیان است.

کلید واژه: ماهی کلمه خزری، شوری، سازش‌پذیری، آنزیم‌های ترانس آمیناز

ماهی کلمه خزری (*R. caspicus*) یکی از گونه‌های بومی دریای خزر با ارزش تجاری بالا می‌باشد. این گونه هم‌چنین به عنوان منبع غنی از پروتئین، در رژیم غذایی انسانی و فیل ماهی دریای خزر استفاده می‌شود (۱). متأسفانه در سال‌های اخیر، ذخایر این گونه بنا به دلایل مختلف از جمله آلودگی آب‌ها، تخریب رودخانه‌ها، ایجاد موانع طبیعی و مصنوعی در مسیر مهاجرت و هم‌چنین بهره‌برداری بی‌رویه دچار تغییرات چشمگیری شده و در معرض خطر قطعی انقراض قرار گرفته است (۲-۳). به همین دلیل سالیانه میلیون‌ها بچه ماهی به منظور بازسازی ذخایر این ماهیان با ارزش توسط سازمان شیلات ایران در مراکز تکثیر و پرورش تولید و به رودخانه‌های اطراف دریای خزر رهاسازی می‌گردد (۴). اما ظاهراً این استراتژی سازمان شیلات ایران روند کاهشی میزان ذخایر این گونه را جبران نکرده است و بخش قابل توجهی از بچه ماهیان رهاسازی شده به داخل رودخانه‌ها به دلایل مختلفی (از قبیل مدیریت نادرست رهاسازی، مشکلات زیست محیطی و مشکلات تنظیم یونی بچه ماهیان در زمان رهاسازی) قبل از ورود به دریا تلف می‌شوند (۵).

از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر پایداری و بقا بچه ماهیان در زمان رهاسازی می‌توان به شوری، دما، اکسیژن، اسیدیته، دسترسی به غذا و شکارچیان اشاره نمود. شوری یکی از فاکتورهای کلیدی مؤثر بر زندگی، پراکنش، رشد و روند تکامل لاروی ماهیان رود کوچ می‌باشد (۶). در هنگام رهاسازی بچه ماهیان از آب شیرین به آب شور، تغییر در شوری سبب ایجاد استرس اسمزی در ماهی می‌گردد. استرس اثرات اساسی بر بازدهی در این ماهیان داشته و با کاهش رشد، رفتار غیرعادی و سرکوب سیستم ایمنی و حتی مرگ آن‌ها در ارتباط مستقیم است (۷). بنابراین کم کردن اثرات مضر استرس از اهداف مهم تحقیقات آبی‌پروری می‌باشد.

پارامترهای کمی مستقیم و غیرمستقیم زیادی وجود دارد که در ماهی به عنوان شاخص استرس به کار می‌رود، که شامل تغییرات سطح کورتیزول، گلوکز، پروتئین‌ها (آلبومین، گلوبولین، پروتئین شوک حرارتی، هورمون‌ها و آنزیم‌ها) و تغییر در پارامترهای ایمونولوژیک می‌باشند (۸). آمینوترانسفرازهای ALT (آلانین آمینوترانسفراز) و AST (آسپارات آمینوترانسفراز) آنزیم‌های داخل سلولی هستند که در اثر آسیب یا مرگ سلولی آزاد می‌شوند. از این آنزیم‌ها به عنوان شاخص‌های خاص سمیت کبدی و تغییرات هیستوپاتولوژیک استفاده می‌شود و در عین حال به عنوان شاخص‌های مهم برای سنجش اختلال عملکرد و آسیب کبدی نیز در نظر گرفته می‌شوند (۹-۱۰). مطالعات نشان می‌دهد که آسیب‌های بافتی کبد، کلیه و آبشش ماهی با سطوح بالای فعالیت‌های آنزیم‌های AST و ALT مرتبط است (۱۱). افزایش سطح ALT و AST در هنگام شوک عصبی، هیپوکسی و استرس رخ می‌دهد که میزان استاندارد پلاسمایی آن‌ها تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند آلودگی، سمیت آمونیاک و نیتريت و شوری قرار می‌گیرد (۱۲).

مطالعات زیادی در رابطه با تأثیر استرس ناشی از شوری بر میزان آنزیم‌های مرتبط با استرس مانند ALT و AST در آبزیان انجام شده است که نتایج متفاوتی را بیان کرده‌اند. آلکاترانی و همکاران (۲۰۱۸) توانایی بهتر بچه ماهیان *Oreochromis aureus* در انطباق با تغییرات شوری در انتقال تدریجی را نشان دادند (۱۳). هم‌چنین محققین، افزایش معنی‌داری در میزان آنزیم‌های کبدی

ALT و AST با افزایش تدریجی سطوح شوری در ماهیان بالغ گلدفیش *Carassius auratus* (۱۴) و کپور معمولی (*Cyprinus carpio*) (۱۱) را نشان دادند.

در ارتباط با شرایط و جنبه‌های مختلف اثرگذار بر پرورش بچه ماهیان در استخرهای خاکی تا زمان رسیدن به وزن مطلوب جهت رهاسازی به رودخانه‌ها مطالعات گوناگونی انجام شده است اما متأسفانه از وضعیت بچه ماهیان پس از رهاسازی در رودخانه‌ها اطلاع دقیق و مدونی در دست نیست. با توجه به عدم وجود اطلاعات کافی در خصوص سرنوشت بچه ماهیان رهاسازی شده به مصب رودخانه‌ها و چگونگی سازش آنان با آب لب‌شور، بررسی مولفه‌های گوناگون اثرگذار در این مورد نیازمند مطالعات دقیق‌تری می‌باشد. لذا با توجه به اهمیت اقتصادی و بوم‌شناختی ماهی کلمه خزری و همچنین کاهش ذخایر این ماهیان علیرغم انجام تکثیر مصنوعی و رهاسازی سالانه ماهی به رودخانه‌های شمال کشور، تحقیق حاضر با هدف بررسی تاثیر انتقال ناگهانی و تدریجی در سطوح مختلف شوری دریا بر موفقیت بچه ماهیان کلمه خزری در سازش با آب شور و کاهش اثرات مضر استرس انجام گرفت.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش حدود ۲۰۰۰۰ قطعه بچه ماهی کلمه خزری با وزن متوسط $0.3 \pm 1/53$ گرم (وزن معمول رهاسازی بچه - ماهیان) از مرکز تکثیر و بازسازی ذخایر آبزیان سیجوال واقع در شهرستان بندر ترکمن در استان گلستان تهیه و به سالن آبی-پروری شهید فضل‌پورآبادی (ونیرو) دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان انتقال یافت. آب دریای خزر با شوری ۱۷ ppt (به دست آمده از ساحل دریای خزر در بندر ترکمن) و آب شیرین (آب شهری کلرزدایی شده) برای رقیق کردن شوری آب دریای خزر و تنظیم شوری استفاده شد. خصوصیات آب دریا خزر و آب شیرین مورد استفاده برای سازش‌پذیری ماهی در جدول ۱ نشان داده شده است.

جدول ۱- خصوصیات منابع آب مورد استفاده در این پژوهش.

Table 1 - Characteristics of water resources used in this study.

منبع آب	شوری (ppt)	هدایت الکتریکی (dSm^{-1})	دما ($^{\circ}\text{C}$)	pH
دریای خزر	17	25.4	27.5	8.3 ± 0.1
آب شیرین	0.15	0.5	28.6	7.3 ± 0.5
آب دریای خزر + شیرین (۱:۱)	8.5	12.5	27	7.6 ± 0.1

طراحی آزمایش

پس از گذشت دو هفته سازگاری بچه ماهیان با شرایط فیزیوشیمیایی آب در آزمایشگاه، بچه ماهیان در ۴۲ تیمار آزمایشی (جدول ۲) در سه تکرار (۱۵۰ عدد ماهی در هر تکرار) به طور تصادفی توزیع شدند. ۲۴ ساعت قبل از شروع آزمایش، تغذیه

ماهیان متوقف شد. بچه ماهیان در دو آزمایش جداگانه به صورت ناگهانی و تدریجی در مواجهه با سطوح مختلف شوری قرار گرفتند. در انتقال تدریجی ابتدا بچه ماهیان از آب شیرین به آبی حاصل از ترکیب آب شیرین و آب دریای خزر (با نسبت مساوی) رهاسازی و در سطوح زمانی ۱، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت نگهداری و نمونه‌برداری شدند. سپس بچه ماهیان به آب شور دریای خزر منتقل و در سطوح زمانی ۱، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت نگهداری و نمونه‌برداری شدند. در انتقال ناگهانی بچه ماهیان از آب شیرین به طور مستقیم به آب شور دریای خزر منتقل و در سطوح زمانی ۱، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت نگهداری و نمونه‌برداری شدند. هم‌چنین از بچه ماهیان نگهداری شده در آب شیرین به عنوان شاهد نمونه‌برداری گردید (۱۵).

جدول ۲- لیست تیمارهای آزمایشی.

Table 2 - List of Experimental Treatments.

کد	تیمار
T1	نمونه شاهد
T2	سازش‌پذیری ماهیان در مخلوط آب شیرین+دریا به مدت ۱ ساعت
T3	سازش‌پذیری ماهیان در مخلوط آب شیرین+دریا به مدت ۲۴ ساعت
T4	سازش‌پذیری ماهیان در مخلوط آب شیرین+دریا به مدت ۴۸ ساعت
T5	سازش‌پذیری ماهیان در مخلوط آب شیرین+دریا به مدت ۷۲ ساعت
T6	سازش‌پذیری ماهیان در مخلوط آب شیرین+دریا به مدت ۹۶ ساعت
T7	سازش‌پذیری ماهیان در مخلوط آب شیرین+دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T8	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱ ساعت) به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت
T9	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱ ساعت) به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T10	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱ ساعت) به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T11	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱ ساعت) به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T12	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱ ساعت) به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T13	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۲۴ ساعت) به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت
T14	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۲۴ ساعت) به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T15	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۲۴ ساعت) به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T16	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۲۴ ساعت) به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T17	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۲۴ ساعت) به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T18	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۴۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت
T19	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۴۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T20	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۴۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T21	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۴۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T22	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۴۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T23	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۷۲ ساعت) به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت
T24	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۷۲ ساعت) به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T25	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۷۲ ساعت) به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T26	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۷۲ ساعت) به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T27	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۷۲ ساعت) به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T28	رهاسازی ماهیان سازش‌یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۹۶ ساعت) به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت

T29	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۹۶ ساعت) به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T30	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۹۶ ساعت) به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T31	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۹۶ ساعت) به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T32	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۹۶ ساعت) به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T33	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱۶۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت
T34	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱۶۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T35	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱۶۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T36	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱۶۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T37	رها سازی ماهیان سازش یافته در مخلوط آب شیرین+دریا (۱۶۸ ساعت) به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت
T38	رها سازی ماهیان از آب شیرین به آب دریا به مدت ۲۴ ساعت
T39	رها سازی ماهیان از آب شیرین به آب دریا به مدت ۴۸ ساعت
T40	رها سازی ماهیان از آب شیرین به آب دریا به مدت ۷۲ ساعت
T41	رها سازی ماهیان از آب شیرین به آب دریا به مدت ۹۶ ساعت
T42	رها سازی ماهیان از آب شیرین به آب دریا به مدت ۱۶۸ ساعت

تهیه عصاره بدن بچه ماهیان به منظور سنجش آنزیم‌ها

تهیه عصاره کل بدن بچه ماهیان با استفاده از روش پیمتل و همکاران با اندکی تغییرات انجام شد (۱۶). بدین منظور نمونه‌های برداشته شده به صورت ماهی کامل نگهداری شده در ازت مایع آسیاب شدند. سپس نمونه‌ها در بافر فسفات سدیم سرد (۷/۴ pH) با نسبت حجمی ۱:۱ همگن شدند. پس از هموژنه کردن بافت، محلول حاصل جهت استحصال عصاره بافت در دستگاه سانتریفیوژ با سرعت ۱۰۰۰۰ دور بر دقیقه به مدت ۱۵ دقیقه در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. سپس مایع سطحی جمع-آوری و جهت بررسی‌های بیوشیمیایی در دمای منهای ۸۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شد. سپس میزان فعالیت آنزیم‌های کبدی (ALT و AST) به روش فتومتریک توسط کیت‌های شرکت پادکو مطابق با دستورالعمل شرکت اندازه گیری شد.

تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه در قالب یک طرح کاملاً تصادفی با استفاده از آزمون اندازه‌گیری‌های مکرر با یک فاکتور زمان در معرض بودن در شوری ۸/۵ گرم در لیتر به عنوان عامل اصلی در ۶ سطح ۱، ۲۴، ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت و فاکتور مدت زمان در معرض بودن در شوری ۱۷ گرم در لیتر به عنوان عامل فرعی در ۵ سطح ۱، ۲۴، ۴۸، ۷۲ و ۹۶ ساعت با سه تکرار انجام شد. پس از اندازه-گیری فاکتورهای مطرح شده و ثبت آن‌ها، ابتدا نرمال بودن داده‌ها با استفاده از آزمون Shapiro-Wilk برابری (همگنی) واریانس-های متغیرها از طریق آزمون Levene و پیش فرض کرویت (عادی بودن چند متغیری داده‌ها) از طریق آزمون Macheli بررسی گردید. آنالیز داده‌ها با استفاده از آنالیز واریانس یک طرفه و برای مقایسه میانگین‌ها از آزمون Duncan در سطح اطمینان ۵ درصد با استفاده از نرم افزار SPSS 20 در محیط ویندوز انجام گردید.

نتایج

برای استفاده از مدل آماری اندازه‌گیری‌های مکرر در فاکتورهای ترانس‌آمینازها ابتدا توزیع نرمال داده‌ها بررسی و نرمالیده داده‌ها تایید شد. هم‌چنین فرض برابری واریانس متغیرها و نیز همگنی ماتریس واریانس-کوواریانس یا کرویت ماچلی نیز برقرار بود. لذا نتایج مربوط به تست Sphericity در مدل اندازه‌گیری‌های مکرر استفاده گردید. بر اساس نتایج تحلیل واریانس، اثر زمان رهاسازی (در آب دریای خزر) و هم‌چنین اثر متقابل آن با زمان سازش‌پذیری بر میزان فاکتورهای AST و ALT عصاره بدن معنی‌دار است ($P < 0.01$) (جدول ۳).

جدول ۳- نتایج آزمون تحلیل واریانس فاکتورهای AST و ALT
Table 3 - Results of the ANOVA test for the AST & ALT factors.

فاکتور	منبع تغییرات	مجموع مربعات	درجه آزادی	میانگین مربعات	F	P
AST	زمان رهاسازی	10772.540	5	2154.508	97.782	0.00**
	زمان رهاسازی × مدت سازش‌پذیری	13188.727	30	439.624	19.544	0.00**
	خطا	1574.568	70	22.492	-	-
ALT	زمان رهاسازی	3497.574	5	699.515	29.517	0.00**
	زمان رهاسازی × مدت سازش‌پذیری	4187.435	30	139.581	5.890	0.00**
	خطا	1658.833	70	23.698	-	-

تغییرات میزان فاکتور ALT و AST عصاره بدن بچه ماهیان کلمه خزری در هنگام سازش‌پذیری (در مخلوط آب شیرین و دریا) و رهاسازی (در آب دریا) طی سطوح زمانی مختلف در جدول‌های ۴ و ۵ نشان داده شده است. بر اساس یافته‌های به دست آمده در جدول‌های ۴ و ۵ در مقایسه افقی (حروف لاتین بزرگ)، تغییرات میزان فاکتور ALT و AST در زمان انتقال بچه ماهیان از مرحله سازش‌پذیری طی ۳ سطح زمانی مختلف (۰، ۱ و ۲۴ ساعت) به مرحله رهاسازی با گسترش زمان ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت، به طوری که در این روند میزان ALT و AST هنگام رهاسازی مستقیم بچه ماهیان از آب شیرین به آب دریای خزر پس از ۲۴ ساعت به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.01$) و پس از ۴۸ ساعت به سطح اولیه خود رسید. هم‌چنین در هنگام رهاسازی بچه ماهیان از زمان یک ساعت سازش‌پذیری (مخلوط آب شیرین و آب دریا) به آب دریای خزر روند تغییرات سطح AST مشابه انتقال مستقیم بود اما در رابطه با ALT ۲۴ ساعت پس از رهاسازی به سطح اولیه خود رسید. در تیمار ماهیانی که ۲۴ ساعت در مرحله سازش‌پذیری بودند میزان ALT و AST به طور معنی‌داری پس از ۲۴ ساعت رهاسازی به طور معنی‌داری افزایش یافت ($P < 0.01$) و سپس به سطح پایه خود بازگشت. باتوجه به نتایج حاصله در این پژوهش مشخص شد هیچ گونه اختلاف معنی‌داری در میزان ALT و AST در تیمار بچه ماهیانی که ۴۸، ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت در مرحله سازش‌پذیری بودند پس از رهاسازی به آب دریای خزر وجود نداشت ($P > 0.05$). باتوجه به جدول‌های ۴ و ۵ در مقایسه عمودی (حروف لاتین کوچک) در مرحله سازش‌پذیری پس از رهاسازی بچه ماهیان از آب شیرین به مخلوط آب شیرین و دریا میزان ALT و AST پس از یک ساعت افزایش یافت اما معنی‌دار نبود ($P > 0.05$). این افزایش تا پایان ۲۴ ساعت مواجهه ادامه داشت ($P < 0.01$) سپس به سطح اولیه خود بازگشت. هم‌چنین نتایج نشان داد میزان تغییرات ALT و AST در مرحله رهاسازی مربوط به زمان‌های صفر (انتقال مسقیم) و یک ساعت سازش‌پذیری در تمامی تیمارهای رهاسازی تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. علاوه بر این میزان

ALT و AST در تیمار ۲۴ ساعت رهاسازی تا پایان ۲۴ ساعت ($P < 0.01$) و تیمار ۴۸ ساعت رهاسازی تا پایان یک ساعت ($P < 0.05$) سازش‌پذیری در مقایسه با گروه شاهد کاهش معنی‌داری داشت. براساس نتایج بدست آمده مشخص شد در تیمارهای ۷۲، ۹۶ و ۱۶۸ ساعت رهاسازی، هیچ تفاوت معنی‌داری در میزان ALT و AST تا پایان زمان سازش‌پذیری وجود ندارد ($P > 0.05$).

جدول ۴- مقایسه میانگین اثر زمان سازش‌پذیری و رهاسازی بچه ماهیان کلمه خزری در دریای خزر بر میزان AST

Table 4 - Comparison of the average effect of acclimation time and release of the juvenile Caspian Roach in the Caspian Sea on AST levels.

سازش‌پذیری / رهاسازی	0 (شاهد)	24	48	72	96	168	P
0 (شاهد)	41.7 ± 6.3^{bC}	105.8 ± 5.6^{aA}	57.5 ± 7.3^{aB}	43.9 ± 7.0^{aC}	42.7 ± 5.3^{aC}	41.6 ± 5.6^{aC}	0.000**
1	50.9 ± 6.7^{bBC}	105 ± 6.3^{aA}	58.1 ± 5.3^{aB}	43.8 ± 6.7^{aC}	42.0 ± 4.4^{aC}	41.2 ± 6.3^{aC}	0.000**
24	70.6 ± 6.2^{aB}	84.4 ± 5.2^{bA}	44.8 ± 5.7^{bC}	43.4 ± 5.9^{aC}	42.2 ± 7.0^{aC}	41.5 ± 5.7^{aC}	0.000**
48	47.0 ± 7.4^{bA}	51.8 ± 5.8^{cA}	43.1 ± 6.5^{bA}	42.5 ± 6.3^{aA}	41.0 ± 5.6^{aA}	41.4 ± 4.8^{aA}	0.323 ^{ns}
72	43.8 ± 5.1^{bA}	43.9 ± 6.5^{cA}	42.6 ± 6.1^{bA}	42.2 ± 5.0^{aA}	42.2 ± 4.3^{aA}	41.6 ± 5.3^{aA}	0.993 ^{ns}
96	42.0 ± 7.3^{bA}	43.7 ± 5.7^{cA}	42.5 ± 5.3^{bA}	42.1 ± 4.2^{aA}	42.2 ± 4.7^{aA}	41.5 ± 5.7^{aA}	0.998 ^{ns}
168	41.5 ± 6.3^{bA}	43.4 ± 5.2^{cA}	42.6 ± 6.9^{bA}	42.2 ± 6.4^{aA}	42.2 ± 5.7^{aA}	41.6 ± 5.2^{aA}	0.999 ^{ns}
sig	0.001**	0.000**	0.015*	0.999 ^{ns}	1.000 ^{ns}	1.000 ^{ns}	-

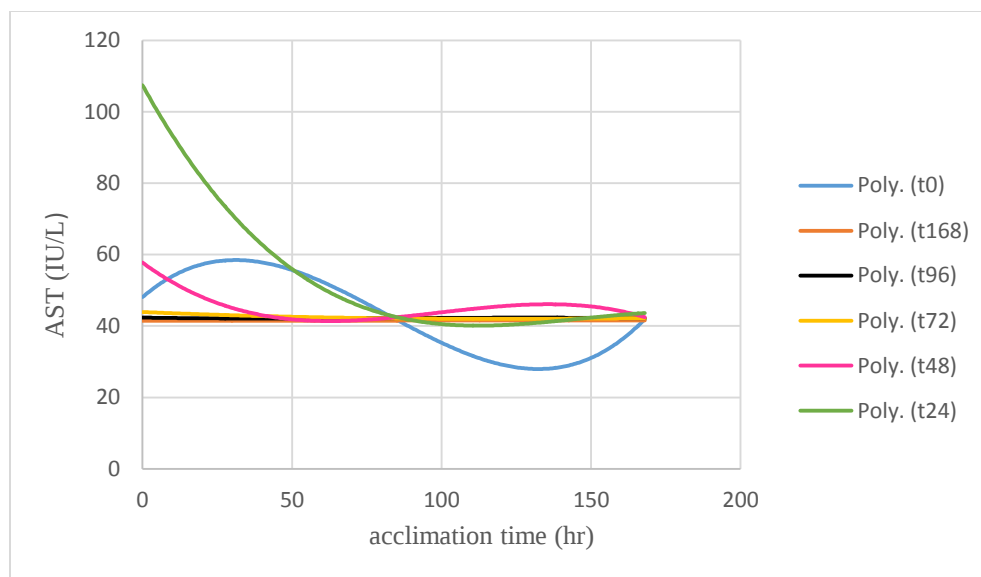
-ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف با هم اختلاف معناداری ندارند. -حروف بزرگ مقایسه به‌صورت افقی و حروف کوچک مقایسه به‌صورت عمودی بین تیمارهاست. -اعداد داخل جدول به‌صورت "مقایسه میانگین $\pm$ انحراف معیار است.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثر زمان سازش‌پذیری و رهاسازی بچه ماهیان کلمه خزری در دریای خزر بر میزان ALT

Table 5 - Comparison of the average effect of acclimation time and release of the juvenile Caspian Roach in the Caspian Sea on ALT levels.

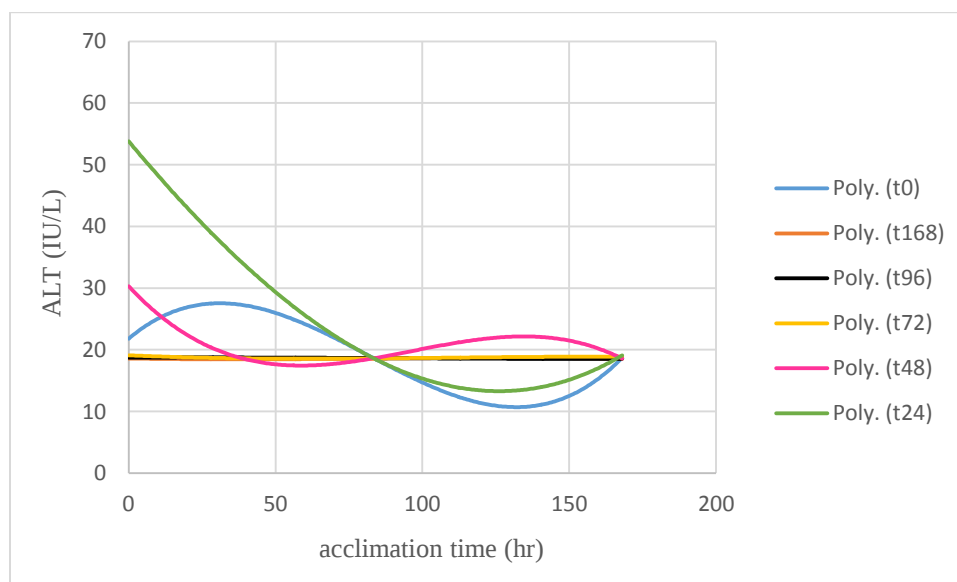
سازش‌پذیری / رهاسازی	0 (شاهد)	24	48	72	96	168	P
0 (شاهد)	18.5 ± 5.2^{bC}	54.8 ± 5.5^{aA}	31.5 ± 5.2^{aB}	19.0 ± 7.2^{aC}	18.5 ± 7.1^{aC}	18.6 ± 6.5^{aC}	0.000**
1	23.2 ± 5.7^{bB}	50.3 ± 6.2^{aA}	29.2 ± 6.4^{abB}	19.2 ± 5.9^{aB}	18.8 ± 5.2^{aB}	18.5 ± 6.2^{aB}	0.000**
24	33.9 ± 6.0^{aB}	46.0 ± 5.7^{aA}	19.5 ± 4.7^{bC}	18.7 ± 5.0^{aC}	18.8 ± 7.2^{aC}	18.5 ± 8.0^{aC}	0.001**
48	21.9 ± 5.3^{bA}	27.6 ± 5.0^{bA}	18.9 ± 8.1^{bA}	18.5 ± 6.2^{aA}	18.7 ± 6.0^{aA}	18.4 ± 7.5^{aA}	0.48 ^{ns}
72	18.7 ± 5.2^{bA}	18.7 ± 8.2^{bA}	18.7 ± 5.1^{bA}	18.6 ± 7.3^{aA}	18.5 ± 8.4^{aA}	18.5 ± 7.3^{aA}	1.000 ^{ns}
96	18.6 ± 6.3^{bA}	18.7 ± 8.1^{bA}	18.9 ± 6.3^{bA}	18.6 ± 5.7^{aA}	18.7 ± 7.7^{aA}	18.6 ± 8.7^{aA}	1.000 ^{ns}
168	18.4 ± 5.3^{bA}	18.9 ± 7.3^{bA}	18.6 ± 5.8^{bA}	18.9 ± 6.9^{aA}	18.5 ± 8.1^{aA}	18.5 ± 7.2^{aA}	1.000 ^{ns}
sig	0.039*	0.000**	0.065 ^{ns}	1.000 ^{ns}	1.000 ^{ns}	1.000 ^{ns}	-

-ارقام دارای حروف مشترک در هر ردیف با هم اختلاف معناداری ندارند. -حروف بزرگ مقایسه به‌صورت افقی و حروف کوچک مقایسه به‌صورت عمودی بین تیمارهاست. -اعداد داخل جدول به‌صورت "مقایسه میانگین $\pm$ انحراف معیار" است.



شکل ۱- نمودار روند تغییرات AST پس از رهاسازی بچه ماهیان کلمه خزری به آب دریای خزر طی سطوح زمانی مختلف.

Figure 1 - Trend of AST changes after releasing the juvenile Caspian Roach into the Caspian Sea water at different time points.



شکل ۲- نمودار روند تغییرات ALT پس از رهاسازی بچه ماهیان کلمه خزری به آب دریای خزر طی سطوح زمانی مختلف.

Figure 2 - Trend of ALT changes after releasing the juvenile Caspian Roach into the Caspian Sea water at different time points.

همچنین در هر سطح از رهاسازی، پراکنش میزان ALT و AST در سطوح مختلف سازش‌پذیری در مدل رگرسیون درجه سوم در شکل‌های ۱ و ۲ مورد بررسی قرار گرفت. در زمان صفر رهاسازی (t_0)، زمانی که بچه ماهیان هنوز وارد آب دریای خزر نشده‌اند، میزان تغییرات ALT و AST تا پایان ۱۶۸ ساعت به شکل سینوسی بود، به‌طوری که پس از ورود بچه ماهیان به مخلوط آب شیرین و دریا میزان ALT و AST در زمان ۲۴ ساعت به اوج خود رسید و سپس به شکل بطئی شروع به کاهش یافت تا به سطح اولیه خود در آب شیرین رسید. همان‌طور که شکل‌های ۱ و ۲ نشان می‌دهد تنها در زمان‌های t_0 ، t_{24} و t_{48} در تیمارهای

رهاسازی شیب خط محسوسی وجود دارد، و شیب خط t_{24} بیشتر از t_{48} است. هم‌چنین در زمان‌های t_{72} ، t_{96} و t_{168} در تیمارهای رهاسازی تغییر محسوسی در شیب خط مشاهده نشد. هم‌چنین در بررسی همبستگی پیرسون، مقادیر دو آنزیم ALT و AST دارای ارتباط بالا، مثبت و معنی‌دار هستند ($r=0.838$ ؛ $P=0$).

بحث

هدف از مطالعه حاضر بررسی میزان تغییرات فاکتورهای ALT و AST عصاره بدن بچه ماهیان کلمه خزری در هنگام سازش‌پذیری (در مخلوط آب شیرین و دریا) و رهاسازی (در آب دریا) طی سطوح زمانی مختلف بود. نتایج پژوهش حاضر نشان داد تغییرات میزان فاکتور ALT و AST در زمان انتقال بچه ماهیان از مرحله سازش‌پذیری طی ۳ سطح زمانی مختلف (۰، ۱ و ۲۴ ساعت) به مرحله رهاسازی با گسترش زمان ابتدا افزایش و سپس کاهش یافت. علاوه بر این مطابق نتایج میزان فعالیت ALT بیشتر از ALT بوده است. این نتایج با یافته‌های طرفی‌مودن‌زاده و همکاران (۱۷)، شکری و همکاران (۱۸)، عبدالرحیم و همکاران (۱۹)، الخشعلی و هلالی (۱۱)، الکاثرانی و همکاران (۱۳) و الخشعلی و الشاوی (۱۴) همخوانی دارد. طرفی‌مودن‌زاده و همکاران با بررسی تاثیر سطوح مختلف شوری بر برخی از پارامترهای استرس در بچه ماهیان دوگونه یوری هالین دریایی شانک زرد باله (*Acanthopagrus latus*) و سی‌باس‌آسیایی (*Lates calcarifer*) گزارش کردند همگام با افزایش سطح شوری، میزان آنزیم‌های ALT و AST افزایش یافت (۱۷). هم‌چنین شکری و همکاران افزایش فعالیت ترانس‌آمینازها (ALT و AST) را در بچه ماهیان تیلاپای نیل (*O. niloticus*) با افزایش سطح شوری آب ثبت کردند (۱۸). مطالعه الخشعلی و هلالی افزایش میزان فعالیت ALT و AST پلازما را همراه با افزایش شوری در ماهیان بالغ کپور معمولی (*C. carpio*) گزارش کردند (۱۱). الکاثرانی و همکاران گزارش دادند که میزان فعالیت آنزیم‌های ALT و AST در بچه ماهیان تیلاپا آبی (*O. aureus*) با افزایش سطح شوری در انتقال تدریجی و ناگهانی افزایش یافت (۱۳). مطالعه الخشعلی و الشاوی نشان داد که فعالیت آنزیم‌های کبدی ALT و AST در ماهیان بالغ گلدفیش (*C. auratus*) با افزایش سطح شوری افزایش یافت (۱۴). در مقابل گودا و همکاران (۲۰) نیز در تحقیقات خود گزارش نمودند که با افزایش سطح شوری آب میزان فعالیت ALT و AST در بچه ماهیان سی‌باس اروپایی (*Dicentrarchus labrax*) کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، مطالعه ونگ و همکاران (۲۱) نشان دادند که شوری آب تأثیر معنی‌داری بر میزان فعالیت ALT و AST در همولنف بچه میگوهای آب شیرین (*Macrobrachium rosenbergii*) ندارد. هم‌چنین در دو مطالعه بر روی هامون ماهی (*Schizothorax zarudnyi*) (۲۲) و فیل‌ماهی (*Huso huso*) (۲۳) نشان داده شد که شوری آب تأثیر معنی‌داری بر میزان AST خون ندارد. گزارش‌های مستند و کافی درباره تغییرات آنزیم‌های ALT و AST عصاره بدن بچه ماهیان در نتیجه تغییر سطوح شوری ارائه نشده است. بنابراین در تحقیق حاضر تغییرات آنزیم‌های اندازه‌گیری شده مذکور در نتیجه مواجهه با سطوح مختلف شوری طی سطوح زمانی مختلف چندان شناخته شده نیست. هم‌چنین لازم به ذکر است که آنزیم ALT به علت حضور عمده در سیتوزول‌های کبدی، نشانگر اختصاصی سلامت کبد است و آسیب‌های کبدی منجر به افزایش آن خواهند شد اما AST شاخص غیراختصاصی آسیب‌های بافتی است و در کبد، گلبول‌های قرمز خون، کلیه‌ها، پانکراس و ماهیچه‌ها و قلب حضور دارد (۲۴). بنابراین در ارزیابی میزان صدمه سلول‌های کبدی طی استرس آنزیم ALT از آنزیم AST مهم‌تر

است. علاوه بر این عوامل محیطی و فیزیولوژیک متعددی از قبیل سن، شوری آب، فصل سال، وضعیت بلوغ، جنسیت، درجه حرارت آب و نوع تغذیه بر سطح این آنزیم‌ها و میزان فعالیت آن‌ها مؤثرند (۲۲). بنابراین انتظار می‌رود تا مطالعات بیشتری در ارتباط با این پارامترها و چگونگی تغییرات آن‌ها در شرایط مختلف فیزیولوژیک و پاتولوژیک در بچه ماهیان صورت پذیرد.

ALT و AST در بین آنزیم‌های استرس طبقه‌بندی می‌شوند و اندازه‌گیری آن‌ها به‌عنوان یکی از ساده‌ترین و کم‌هزینه‌ترین روش‌های بررسی میزان آسیب‌های بافتی و کبدی در ماهیان محسوب می‌شود (۱۱). در مطالعه حاضر فعالیت ترانس‌آمینازها عصاره بدن با افزایش شوری آب افزایش یافت. هم‌چنین مشاهده می‌شود که با گذشت زمان سازش‌پذیری تا ۴۸ ساعت شدت تغییرات در فعالیت این آنزیم‌ها به صفر رسیده است. در توجیه و تبیین این یافته‌ها می‌توان گفت که در شرایط استرس با ترشح هورمون‌های گلوکاکون و کورتیزول آنزیم‌های گلوکونئوزنیک (ترانس‌آمینازها) فعال می‌گردند. در این فرایند به منظور تامین انرژی مورد نیاز بدن جهت مقابله با استرس شوری (تنظیم اسمزی) از پیش‌سازهای غیرکربوهیدراتی مثل اسیدآمینه برای تولید گلوکز استفاده می‌شود. از مهم‌ترین اسیدهای آمینه برای گلوکونئوزن می‌توان به آلانین و آسپارات اشاره کرد. در شرایط استرس آلانین و آسپارات از بافت‌های عضلانی آزاد و وارد کبد شده و به ترتیب توسط آنزیم‌های ALT و AST به پیرووات^۱ و اگزوالوآستات^۲ تبدیل گشته که برای تولید گلوکز وارد فرآیند گلوکونئوزن می‌شوند (۲۵).

نتیجه‌گیری

در بررسی آنزیم‌های ترانس‌آمینازها، یافته‌های مطالعه حاضر به وضوح نشان داد بچه ماهیان کلمه خزری دارای ظرفیت تنظیم اسمزی بالایی در تحمل شوری پس از رهاسازی (تدریجی و ناگهانی) به آب دریا می‌باشند. هم‌چنین نتایج نشان داد که با افزایش زمان سازش‌پذیری میزان تغییرات ترانس‌آمینازها کاهش می‌یابد. لذا به دلایل ذکر شده و اهمیت میزان آنزیم‌های کبدی در عملکرد آن و سلامت بچه ماهیان پس از رهاسازی در آب دریا، این‌گونه بنظر می‌رسد که شاید سنجش این آنزیم‌ها در بررسی عملکرد بچه ماهیان، بتواند اطلاعات مفیدی را برای اقدامات احتمالی بعدی در دسترس قرار دهد.

سپاسگزاری

نویسندگان این مقاله مراتب تقدیر و تشکر خود را از حمایت‌های مالی دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان و دانشکده شیلات – محیط زیست ابراز می‌دارند. از اداره کل شیلات استان گلستان نیز به دلیل صدور مجوز استفاده از این گونه ماهی صمیمانه سپاسگزاری می‌شود. هم‌چنین، از همکاری جناب آقای مهندس شکیبا، ریاست محترم مرکز تکثیر و پرورش ماهیان استخوانی سیجوال، بندر ترکمن در انجام این پژوهش قدردانی می‌شود.

منابع

- 1- Masoumian, M., Setareh, J., & Mokhayer, B. (2002). Parasitological investigations on *rutilus caspicus* from south-east of the Caspian Sea (Iran). [in Persian]
- 2- Razavi Sayyad, B. (1996). White fish. Iranian Fisheries Research and Training Institute. 165p.
- 3- Kiabi, B. H., Abdoli, A., & Naderi, M. (1999). Status of the fish fauna in the South Caspian Basin

1 - Pyruvate

2 - Oxaloacetate

of Iran. *Zoology in the Middle East*, 18(1), 57-65.

- 4- Nargesi, E. A., Falahatkar, B., & Żarski, D. (2022). Artificial reproduction of Caspian roach, *Rutilus caspicus* following stimulating ovulation with Ovaprim, Ovopel, and their combinations under controlled conditions. *Animal Reproduction Science*, 238, 106932.
- 5- Jafari, M., Kamarudin, M. S., Saad, C. R., Arshad, A., Oryan, S., & Bahmani, M. (2009). Development of morphology in hatchery-reared *Rutilus frisii kutum* larvae. *European Journal of Scientific Research*, 38(2), 296-305.
- 6- Ghahremanzadeh, Z., Namin, J. I., Bani, A., & Hallajian, A. (2014). Cytological comparison of gill chloride cells and blood serum ion concentrations in kutum (*Rutilus frisii kutum*) spawners from brackish (Caspian Sea) and fresh water (Khoshkrood River) environments. *Fisheries & Aquatic Life*, 22(3), 189-196.
- 7- Gabriel, U. U., & Akinrotimi, O. A. (2011). Management of stress in fish for sustainable aquaculture development. *Researcher*, 3(4), 28-38.
- 8- Mommsen, T. P., Vijayan, M. M., & Moon, T. W. (1999). Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in fish biology and fisheries*, 9, 211-268.
- 9- Datta, S., Saha, D. R., Ghosh, D., Majumdar, T., Bhattacharya, S., & Mazumder, S. (2007). Sub-lethal concentration of arsenic interferes with the proliferation of hepatocytes and induces in vivo apoptosis in *Clarias batrachus* L. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 145(3), 339-349.
- 10- Sopinka, N. M., Donaldson, M. R., O'Connor, C. M., Suski, C. D., & Cooke, S. J. (2016). Stress indicators in fish. In *Fish physiology* (Vol. 35, pp. 405-462). Academic Press.
- 11- Al-Khshali, M. S., & Al Hilali, H. A. (2019). Some physiological changes (ALP, AST and ALT) of common carp (*Cyprinus carpio*) caused by high salinity. *Biochemical & Cellular Archives*, 19(2).
- 12- Das, P. C., Ayyappan, S., Jena, J. K., & Das, B. K. (2004). Acute toxicity of ammonia and its sub-lethal effects on selected haematological and enzymatic parameters of mrigal, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Aquaculture Research*, 35(2), 134-143.
- 13- AlKatrani, L. M., Jaafer, F. M., & Aldoghachi, M. A. (2018). Effect of sudden and gradual transfer of *Oreochromis aureus* to different water salinities on the activity of AST and ALT serum enzymes. *Journal of King Abdulaziz University*, 28(2), 81-88.
- 14- Al-Khashali, M. S., & Al-Shawi, S. A. S. (2013). Effect of salt stress on ALT and AST enzymes activity and cortisol level in adults of *Carassius auratus*. *Pakistan Journal of Nutrition*, 12(1), 97.
- 15- Nakano, K., Tagawa, M., Takemura, A., & Hirano, T. (1998). Temporal changes in liver carbohydrate metabolism associated with seawater transfer in *Oreochromis mossambicus*. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 119(4), 721-728.
- 16- Pimentel, M. S., Faleiro, F., Diniz, M., Machado, J., Pousão-Ferreira, P., Peck, M. A., & Rosa, R. (2015). Oxidative stress and digestive enzyme activity of flatfish larvae in a changing ocean. *PLoS One*, 10(7), e0134082.
- 17- Mozanadeh, M. T., Safari, O., Oosooli, R., Mehrjooyan, S., Najafabadi, M. Z., Hoseini, S. J., & Monem, J. (2021). The effect of salinity on growth performance, digestive and antioxidant enzymes, humoral immunity and stress indices in two euryhaline fish species: Yellowfin seabream (*Acanthopagrus latus*) and Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture*, 534, 736329.
- 18- Shukry, M., Abd El-Kader, M. F., Hendam, B. M., Dawood, M. A., Farrag, F. A., Aboelenin, S.

- M., & Abdel-Latif, H. M. (2021). Dietary *Aspergillus oryzae* modulates serum biochemical indices, immune responses, oxidative stress, and transcription of HSP70 and cytokine genes in Nile tilapia exposed to salinity stress. *Animals*, 11(6), 1621.
- 19- Abdel-Rahim, M. M., Lotfy, A. M., Toutou, M. M., Aly, H. A., Sallam, G. R., Abdelaty, B. S., & Helal, A. M. (2020). Effects of salinity level on the survival, growth, feed utilization, carcass composition, haematological and serum biochemical changes of juvenile Meagre (*Argyrosomus regius*) (Asso, 1801) grown in ground saltwater. *Aquaculture Research*, 51(3), 1038-1050.
 - 20- Goda, A. M., Srouf, T. M., Mansour, A. T., Baromh, M. Z., Sallam, G. R., & Baromh, A. Z. (2019). Assessment of stressful ambient water salinity on growth, feed utilization and hematological indices of european sea bass, *Dicentrarchus labrax*, juveniles. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 12(2), 553-563.
 - 21- Wang, Y., Li, H., Wei, J., Hong, K., Zhou, Q., Liu, X., & Yu, L. (2023). Multi-Effects of Acute Salinity Stress on Osmoregulation, Physiological Metabolism, Antioxidant Capacity, Immunity, and Apoptosis in *Macrobrachium rosenbergii*. *Antioxidants*, 12(10), 1836.
 - 22- Shahriarimoghaddam, M., Ahmadifar, E., Sheikhasadi, M., EbrahimiJorjani, H., & Fadaei, R. (2018) Investigation of salinity effects on survival, growth, blood indicators and histology *Schizothorax zarudnyi* (Nikolskii, 1897). *J Appl Ichthyol Res* 6:103-118 (In Persian)
 - 23- Rajabipour, F., Shamsavani, D., Moghimi, A., Jamili, S., & Mashaii, N. (2010). Comparison of serum enzyme activity in great sturgeon, *Huso huso*, cultured in brackish and freshwater earth ponds in Iran. *Comparative clinical pathology*, 19, 301-305.
 - 24- Ranjbar, M., & Nejad, M. M. (2020). Effect of water salinity on enzymatic and hormonal indices of (*Oncorhynchus mykiss*) fingerlings. *International Aquatic Research*, 12(4), 309.
 - 25- Glencross, B. D. (2009). Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. *Reviews in Aquaculture*, 1(2), 71-124.

**as acclimation indice with salinity Evaluation of liver enzymes activities (ALT-AST
changes in Caspian Roach (*Rutilus caspicus*, Yakovlev, 1870) juveniles**

Fatemeh Hosseinpour Delavar ¹, Abdolmajid Hajimoradloo ^{2*}, Hamed Paknejad ³, Seyyed Hossein Hosseinifar ⁴,
Rasoul Ghorbani ⁵

1.Ph.D. Graduate of of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: fhosseinpour18@gmail.com

2. Corresponding Author, Professor, Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: ahajimoradloo@yahoo.com

3.Associate Prof., Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hkolangi@gmail.com

4.Professor, Dept. of Aquaculture, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: hosseinhoseinifar@gmail.com

5.Professor, Dept. of Aquatics Production and Exploitation, Faculty of Fisheries and Environmental Sciences, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran. E-mail: rasulghorbani@gmail.com

Abstract

This evaluation was done with the aim of determining the level of activity of liver enzymes ALT and AST in the whole-body extract of the juvenile Caspian Roach (*Rutilus caspicus*) at the time of release during acclimation at different salinity levels, so as to be able to better evaluate their fate. In this study, juvenile fish were placed in two experimental groups including sudden and gradual changes in exposure to salinity. In the gradual transfer, first, the juvenile fish were acclimated and sampled from fresh water to water with a salinity of 8.5 grams per liter within 1, 24, 48, 72, 96 and 168 hours. Then the juvenile fish were transferred to 17 grams per liter water (Caspian sea salinity) and kept and sampled within 24, 48, 72, 96 and 168 hours. In sudden transfer, juvenile fish were directly transferred from fresh water to Caspian sea water and were kept and sampled within 24, 48, 72, 96 and 168 hours. The results showed that with the increase of acclimation time, the amount of changes of transaminases decreases after release in sea water, but it was not significant. The significant increase in ALT and AST of juvenile fish in sudden transfer within the first 24 hours of acclimation compared to gradual transfer shows the better ability of them to adapt to changes in salinity at the time of release.

Keywords: *Rutilus caspicus*, salinity, acclimation, transaminases enzymes.