



## اثر استرس ناشی از صید بر شاخص‌های خونی، ایمنی و ظرفیت آنتی‌کسیدانی در ماهی کلمه خزری (*Rutilus lacustris*)

فرامرز نامور<sup>۱</sup>، حجت الله جعفریان<sup>۲\*</sup>، حسین آدینه<sup>۳</sup>، محمد فرهنگی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشجوی دکتری شیلات- صید و بهره‌برداری آبزیان، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

<sup>۲</sup>استاد گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

<sup>۳</sup>دانشیار گروه شیلات، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی دانشگاه گنبد کاووس

### چکیده

فعالیت صید آبزیان سبب ایجاد استرس و تغییرات فیزیولوژیکی در سیستم ایمنی می‌شود. هدف از اجرای این پژوهش بررسی شاخص‌های خون‌شناسی، ایمنی و ظرفیت آنتی‌کسیدانی جنس ماده و نر ماهی کلمه خزری (*Rutilus lacustris*) دریایی و استخري در شرایط صید بود. فاکتورهای خون-شناسی به جز تعداد گلbul‌های سفید، نوتروفیل‌ها و لنفوسيت در شرایط صید بین گروه‌ها اختلاف داشتند. استرس صید در دو جنس ماهی کلمه دریایی باعث افزایش معنی‌دار غلظت هورمون کورتیزول و گلوکز شد. آنزیم آنتی‌کسیدانی سوپراکسیدیسموتاز بین گروه‌های صید شده دریایی و صید شده استخري ماهی کلمه خزری اختلاف آماری نداشت، درحالیکه آنزیم‌های کاتالاز و مالون‌دی‌آلدهید تفاوت معنی‌دار داشت. بطورکلی نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه صید یک عامل استرس‌زا برای آبزیان محسوب می‌شود اما به عنوان عامل اصلی تغییرات در فاکتورهای خونی، ایمنی و آنتی‌کسیدانی ماهی کلمه خزری (دریایی و استخري) نبود.

### نوع مقاله:

پژوهشی اصیل

### تاریخچه مقاله:

دیرافت: ۰۳/۰۹/۲۶

پذیرش: ۰۳/۱۰/۱۵

### نویسنده مسئول مکاتبه:

حجت الله جعفریان، گروه شیلات،  
دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی  
دانشگاه گنبد کاووس

ایمیل: hojat.jafaryan@gmail.com

**واژه‌های کلیدی:** ماهی کلمه خزری، صید، فیزیولوژی خون، شاخص‌های استرس

قرار گرفته است (Jouladeh-Roudbar et al., 2020). این گونه جزء ماهیان مهاجر دریایی می‌باشد که در آب‌های شیرین و لب شور زیست می‌کند و زمان تخم‌ریزی آن در فروردین و اردیبهشت ماه می‌باشد (Kottelat and Freyhof, 2007). از آنجاییکه این ماهی برای مصارف انسانی استفاده می‌شود بنابراین بررسی محیط زندگی آن و عاری بودن محیط زیست از انواع آلودگی‌های زیست محیطی نیاز به توجه ویژه دارد. متسافنه طی سال‌های گذشته ذخایر این ماهی در اثر تخریب مناطق تخریزی و صید بیش از حد در معرض خطر قرار گرفته است (Kiabi and Abdoli, 1999). با توجه به خطر انقراض این گونه، سازمان شیلات ایران برای حفظ و بازسازی ذخایر ماهی کلمه نیز هر سال میلیون‌ها لارو و بچه ماهی که از طریق تکثیر نیمه مصنوعی تولید می‌شود را به رودخانه‌های اطراف دریای خزر رهاسازی می‌کند.

### ۱ مقدمه

دریای خزر به عنوان بزرگترین حوزه آبی بسته در دنیا شناخته می‌شود. این زیستگاه دارای ۱۱۰ گونه و زیر گونه مختلف از ماهیان می‌باشد که بیش از ۴۰ گونه دارای ارزش اقتصادی می‌باشند (مهدی پور و همکاران، ۱۳۹۵). از جمله ماهیان با ارزش دریای خزر می‌توان انواع ماهیان خاویاری، ماهی آزاد، ماهی سفید، ماش ماهی، کپور دریایی، اسبله، سوف و ماهی کلمه اشاره کرد. بیشتر این ماهیان رودکوج بوده و برای تولید مثل به رودخانه‌های منتهی به دریای خزر مهاجرت می‌کنند (وثوقی و مستجیر، ۱۳۷۹). ماهی کلمه خزری یکی از گونه‌های ارزشمند دریای خزر است که منشاء غذایی مهمی برای ساکنین بومی مناطق جنوب دریای خزر به حساب می‌آید. این گونه با نام علمی *Rutilus lacustris* (Cyprinidae) در ردیبندی جدید از خانواده کپور ماهیان (Leuciscidae) خارج و در خانواده مستقل قنات ماهیان

پاسخهایی می‌تواند از نظر بزرگی و مدت متفاوت باشد (Donaldson *et al.*, 2013). هورمون‌ها پاسخهای استرس را تنظیم می‌کنند. سطح استرس به طور سنتی با اندازه-گیری سطح هورمون‌های استرس در خون ارزیابی می‌شود. برخی از هورمون‌ها مانند آدرنالین (اینفرين) به سرعت در خون ترشح می‌شوند و باعث می‌شوند که هوشیاری و فعالیت حیوان بلا فاصله افزایش یابد. هورمون‌هایی مانند کورتیزول (هورمون کورتیکواستروئیدی)، در مقیاس زمانی طولانی‌تری آزاد می‌شوند و می‌توانند تأثیر آهسته‌تر، اما پایدارتری روی حیوان داشته باشند.

اصولاً فرآیند صید و حمل و نقل در خصوص مولدینی که از محیط‌های طبیعی صید می‌گردند، دو پدیده جدایی‌ناپذیر و به عبارتی واسته به هم تعریف می‌گردند که نشان از ارتباط تنگاتنگ آنها با یکدیگر می‌باشد و هر دو فرآیند به عنوان یک عامل استرس در ماهیان تلقی می‌گردند (Cooke *et al.*, 2013). به همین دلیل زمانیکه ماهیان به منظور بهره‌برداری برای مصرف انسانی صید می‌گردند، موضوع استرس اهمیت چندانی پیدا نمی‌کند در حالیکه در خصوص ماهیانی که به منظور تکثیر و تولیدمثل و اصطلاحاً حالت زنده نگهداری داشته باشند، از موضوعات با اهمیت قلمداد می‌گردد و از منظر متخصصین فیزیولوژی دارای اهمیت می‌باشد. به عبارتی فرآیند صید و به خصوص نوع ادوات صید و نحوه عملکرد آنها میزان استرس ناشی از عملیات صیادی در کیفیت زندگی و عملکرد تکثیر مولدین ماهیان نقش بسیار فراوانی دارد (Danylchuk *et al.*, 2008). از سویی دیگر محققین به یک ارتباط مهم بین صید و فرآیند حمل و نقل و کیفیت تکثیر ماهیان قائل هستند. ارزیابی استرس فیزیولوژیکی بینش ارزشمندی را در مورد تأثیر نسبی انواع، شدت و تعاملات عوامل استرس زای ناشی از صید ماهیان را فراهم می‌کند، اگرچه شناسایی آنها نسبتاً سخت می‌باشد (Cooke *et al.*, 2013). هدف از اجرای این پژوهش تعیین اثر استرس‌های ناشی از صید بر پارامترهای فیزیولوژیکی (خون‌شناختی، شاخص‌های استرس، پاسخ ایمنی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی) مولدین وحشی دریایی و مولدین نگهداری شده در استخرهای پرورش ماهی گلمه خزری بود.

ماهی‌ها در فرآیندهایی نظیر صید، جابجایی و قرار گرفتن در معرض هوا در هنگام صید کردن و دستکاری توسط ماهیگیران تحت استرس قرار می‌گیرند. هنگامی که ماهی برای مصرف صید می‌شود، این عوامل استرس زا کمتر مورد اهمیت قرار می‌باشند. در مدیریت ماهیگیری از مقرراتی استفاده می‌شود که رهاسازی برخی از ماهی‌ها با اندازه یا گونه معین را برای بهبود یا حفظ جمعیت آنها ضروری می‌نماید. حتی زمانی که ماهی در زمان رهاسازی زنده است، استرس ناشی از صید و رهاسازی ماهی می‌تواند منجر به تاخیر در مرگ و میر، کاهش موفقیت باروری یا افزایش آسیب‌پذیری در برابر شکارچیان شود. برای اطمینان از اینکه شیوه‌های صید و رهاسازی به طور موثر، ماهی‌های Cooke and Suski. (2005) صید شده را به جمعیت باز می‌گرداند. ماهی‌های صید شده پس از فرآیند صید در معرض اثرات استرسی تحت کشنده‌ای قرار می‌گیرند که ممکن است شامل استرس فیزیولوژیکی، آسیب جسمی، تغییرات رفتاری و اختلال در رشد و تولید مثل آنها باشد Bartholomew and Bohnsack, 2005, Cooke *et al.*, (2013). انواع مختلفی از عوامل استرس‌زا با سرانجامی به صورت کشنده و تحت کشنده در ماهی‌های صید شده مرتبط است، اما سرانجام آنچه که رخ می‌دهد در نهایت به تعدادی از عوامل مانند گونه و اندازه ماهی صید شده، سطح تجربه ماهیگیران، نوع ابزار مورد استفاده آنها بستگی دارد (McArley and Herbert, 2014).

تغییرات فیزیولوژیکی زمانی رخ می‌دهد که ماهی صید شده سعی می‌کند از صیدشدن خودداری کند و میزان استرس ایجاد شده تا حد زیادی با مدت زمانی که ماهی در معرض ادوات صید قرار می‌گیرد، مرتبط است. به عبارت دیگر، ماهی‌هایی که بلا فاصله بازیابی فیزیولوژیکی می‌شوند، استرس بسیار کمتری را تجربه می‌کنند. بخش قابل توجهی از ماهی‌هایی که صید می‌شوند ممکن است بلا فاصله بعد از صید و بدون انجام عملیات بهبودی فیزیولوژیکی، پس از رهاسازی بمیرند. برخی از مطالعات نشان می‌دهند که این عدد به ۸.۹٪ می‌رسد (Muoneke and Childress, 1994). عوامل استرس‌زا می‌توانند از چند ثانیه تا چند دقیقه (معمولًاً در موقعیت‌های طبیعی) یا برای روزها، هفت‌ها و حتی ماه‌ها ادامه داشته باشند. پاسخ استرس شامل گروهی از فرآیندهای فیزیولوژیکی و رفتاری است که حیوان را قادر می‌سازد تا با تغییرات محیط خود، سازگار شود و چنین

## ۲ | مواد و روش‌ها

اندازه گیری شد (Blaxhall and Daisley, 1973). به منظور شمارش تفاضلی گلبولهای سفید شامل نوتروفیل، لنفوسيت و مونوسیت‌ها نیز گسترش خونی روی لام‌های شیشه‌ای معمولی تهیه و به روش گیمسا تعیین گردید (Blaxhall, 1973 and Daisley, 1973).

### سنجهش شاخص‌های استرس و ایمنی سرم خون

شاخص‌های استرس سرم خون همچون غلظت گلوکز و کورتیزول، پاسخ ایمنی همچون غلظت ایمنوگلوبولین کل، فعالیت لیزوژیم و کمپلمان (ACH50) و ظرفیت آنتی-اکسیدانی همچون آنزیم سوپراکسیدیسموتاز (SOD)، آنزیم مالون دی‌آلدید (MDA) و آنزیم کاتالاز در برابر استرس صید مولدین ماهی کلمه وحشی دریایی و مولدین نگهداری شده در استخر برآساس روش‌های استاندارد با استفاده از کیت‌های آزمایشگاهی اندازه گیری گردید (Adineh et al., 2024).

غلظت گلوکز سرم خون با استفاده از کیت تشخیصی شرکت پارس آزمون بر اساس دستورالعمل شرکت سازنده اندازه گیری شد (Borges et al., 2004). سطوح غلظت کورتیزول IBL (ELISA Co., Gesellschaft für Immunchemie und Immunbiologie) تعیین شد. میزان ایمنوگلوبولین کل توسط کیت مخصوص به روش کدورت‌سنجدی و با استفاده از دستگاه اسپکتروفتومتر انجام شد. برای تعیین میزان فعالیت لیزوژیم سرم از روش ارائه شده توسط (Ellis, 1990) استفاده می‌گردد. مقدار ۲۵ میکرولیتر به پلیت‌های ۹۶ خانه‌ای شکل الایزا افزوده شد. سپس مقدار ۱۷۵ میکرولیتر از سوسپانسیون باکتریایی میکروکوکوس لیزودیکتیکوس (*Micrococcus Lysodeikticus*) در غلظت ۰/۰۲ میلی‌گرم در لیتر در ۰/۵ مولار بافر فسفات با پی‌اچ ۶/۲ اضافه شد. با استفاده از دستگاه الایزاردیر Bio-Tek آمریکا جذب نوری اولیه در طول موج ۵۳۰ نانومتر قرائت و پس از یک ساعت نگهداری در دمای اتاق، مجدداً جذب نوری اندازه گیری شد. هر واحد از فعالیت لیزوژیم بر اساس کاهش جذب (۰/۰۰۱) در دقیقه تعیین شد. فعالیت مکمل (ACH50) به روش تروت و سونیر (Sunyer and Tort, 1995) تعیین شد، بدین منظور فعالیت مکمل بر اساس همولیز گلبول‌های قرمز خرگوش اندازه گیری گردید. گلبول‌های قرمز خرگوش سه مرتبه با بافر اتیلن گلیکول تترا استیک اسید-منیزیوم-

نمونه‌برداری از ماهی کلمه مولد وحشی دریایی و مولدین نگهداری شده در استخر در مرکز تکثیر ماهی کلمه سیجووال نیز با تور گوشگیر با سایز چشمی ۲۸ میلی‌متری انجام شد. نمونه خون جنس نر و ماده مولدین وحشی دریایی و مولدین نگهداری شده در استخر با استفاده از سرنگ ۲ میلی‌لیتری از ناحیه ساقه دمی گرفته شد. در هر بار نمونه‌برداری، بلافضله پس از صید، مولدین با استفاده از عصاره‌ی میخک با غلظت ۲۰۰ میلی‌گرم در لیتر بیوهوش شد (Adineh et al., 2023) و پس از تخصیص کد به هر ماهی، طول استاندارد (بر حسب میلی‌متر) با تخته زیست‌سنجدی با دقت ۱ میلی‌متر و وزن کل (بر حسب گرم) با ترازوی دیجیتال با حساسیت ۰/۱ گرم اندازه گیری شد. خونگیری با استفاده از سرنگ هپارینه از ناحیه سیاهرگ دمی ماهیان انجام شد. نمونه‌های خون جمع‌آوری شده به دو قسمت تقسیم شدند. یک قسمت جهت اندازه گیری پارامترهای خون‌شناسی درون میکروتیوب‌های حاوی ماده ضد انعقاد هپارین و قسمت دیگر به لوله‌های سرولوژی فاقد ماده ضد انعقاد برای جداسازی سرم و سنجهش فاکتورهای بیوشیمیایی منتقل شد. نمونه‌های خون جهت اندازه گیری پارامترهای خون‌شناسی روی پودر یخ به آزمایشگاه انتقال یافت. برای جداسازی سرم تیوب‌های حاوی خون بدون هپارین به مدت ۲۴ ساعت درون یخچال با دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و پس از تنهشین شدن لخته، نمونه‌های خون برای جداسازی سرم با سرعت ۵۰۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه سانتریفیوژ شد (Adineh et al., 2021).

سرم از لخته جدا شد و توسط سمپلر درون ویال‌های مربوطه منتقل و تا زمان بررسی فاکتورهای بیوشیمیایی درون فریزر با دمای -۸۰ درجه نگهداری شد.

### اندازه گیری شاخص‌های خونی مولدین ماهی کلمه

گلبول‌های سفید، گلبول‌های قرمز و غلظت هموگلوبولین با استفاده از لام هموسیتومتر نثوبار، درصد هماتوکریت، مطابق روش انگلند و به روش استاندارد میکروهماتوکریت، به روش سیانمت هموگلوبولین و اندازه گیری ضرایب گلبولی شامل حجم متوسط گلبول و غلظت (MCH)، هموگلوبولین متوسط گلبول قرمز (MCV) و متوسط هموگلوبولین گلبول‌های قرمز (MCHC)، از طریق فرمول‌های مربوطه

### تجزیه و تحلیل آماری

برای بررسی آماری داده‌های بدست آمده از نرم‌افزار spss نسخه ۲۳ و برای رسم نمودارها از نرم افزار Microsoft excel 2013 استفاده شد. داده‌ها ابتدا جهت اطمینان از نرمال بودن با آزمون شاپیرو-ولیک (Shapiro-Wilk Test) بررسی شد. سپس در صورت نرمال بودن توزیع داده‌های مورد بررسی، با استفاده از آزمون تجزیه واریانس یکطرفه (One-way ANOVA) در سطح اطمینان ۹۵٪ ابتدا اختلاف کلی بین میانگین‌ها مشخص و سپس با پس آزمون دانکن (Duncan) گروه‌ها از یکدیگر تفکیک شد. برای بررسی اثرباره‌های داده‌های بدست آمده از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون ماهی کلمه مولد وحشی دریابی و مولдин نگهداری شده در استخر از آنالیز واریانس دوطرفه (Two way ANOVA) استفاده گردید.

### ۲ | نتایج

نتایج بدست آمده مرتبط با شاخص‌های خون‌شناسی ماهی کلمه خزری در شرایط صید در جدول ۱ نشان داده شده است. نتایج نشان داد که صید تأثیر معنی‌داری بر میزان پارامترهای خونی مانند گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول قرمز، متوسط میزان هموگلوبین، غلظت هموگلوبین و درصد منوسيت در جنس‌های نر و ماده مولдин ماهی کلمه دریابی و پرورشی داشته است ( $p < 0.05$ ). گلبول سفید، نوتروفیل و لنفوسيت بین جنس‌های نر و ماده مولдин ماهی کلمه دریابی و پرورشی اختلاف معنادار وجود نداشت ( $p > 0.05$ ). اثر متقابل بین دو فاکتور محیط زندگی و جنسیت در شرایط صید بر شاخص خونی گلبول سفید، گلبول قرمز، هموگلوبین، هماتوکریت، حجم متوسط گلبول قرمز، غلظت هموگلوبین، نوتروفیل، لنفوسيت و منوسيت معنی‌دار نبوده که نشان دهنده اثر مستقل این شاخص خونی بر پارامتر خونی ماهی در شرایط صید می‌باشد.

ژلاتین ورنال شسته شده و تعداد سلول‌های آن به کمک لام نئobar در هر میلی لیتر با فر  $10^8 \times 2$  سلول در میلی لیتر تنظیم شد. ابتدا جذب نوری لیز ۱۰۰ درصد گلبول‌های قرمز خرگوش با افزودن ۱۰۰ میکرولیتر از سوسپانسیون فوق به  $\frac{3}{4}$  میلی لیتر آب قطر تعیین و سپس نمونه‌های سرم ۱۰۰ برابر با بافر فوق، رقیق شده و حجم‌های متفاوتی از آن در لوله آزمایش استریل تهیه و حجم همه لوله‌ها به کمک بافر به ۲۵۰ میکرولیتر رسانده شد. سرانجام به همه لوله‌ها ۱۰۰ میکرولیتر گلبول قرمز خرگوش اضافه و مخلوط فوق در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۹۰ دقیقه قرار داده شده و در پایان به هر کدام از لوله‌ها  $\frac{3}{15}$  میلی لیتر محلول  $85/0$  درصد کلرید سدیم افزوده می‌شود. سپس لوله‌ها در ۱۶۰۰ دور به مدت ۱۰ دقیقه و در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شده و جذب نوری محلول رویی در طول موج  $414$  نانومتر قرائت گردید.

### سنجدش فاکتورهای مرتبط با استرس اکسیداتیو سرم خون

برای آنژیم سوپر اکساید دیسموتاز (SOD)، ابتدا در حضور هیدروژن پراکساید ( $H_2O_2$ ) فرآیند اتواکسیداسیون پیروگالول بررسی شد. در طی این فرآیند از سطح آنژیم سوپر اکساید دیسموتاز موجود در سرم کاسته شد، سپس سنجش با دستگاه اسپکتوفوتومتر در طول موج  $420$  نانومتر انجام شد (Marklund and Marklund, 1974). برای سنجش آنژیم کاتالاز (CAT)، سرم خون نمونه‌ها با محلول پراکسیدهیدروژن ( $H_2O_2$ ) به مدت ۱۰ دقیقه در دمای اتاق در مجاورت هم قرار گرفتند. سپس از محلول آمونیوم مولیبدات جهت توقف فرآیند اکسیداسیون جهت تعیین میزان فعالیت آنژیم کاتالاز استفاده شد و سنجش با دستگاه Goth، اسپکتوفوتومتر در طول موج  $410$  نانومتر انجام شد (Goth, 1991). فعالیت مالاتون دی آلدید (MDA) بر اساس روش استاندارد در طول موج  $535$  نانومتر سنجش شد (Baluchnejadmojarad et al., 2010).

جدول ۱: شاخص‌های خون‌شناسی جنس ماده و نر ماهی کلمه خزری دریابی و استخری در شرایط صید

اثر متقابل	جنسیت	محیط	استخری			دریابی	شاخص‌های خونی
			نر پرورشی	ماده پرورشی	نر دریابی		
NS	NS	NS	۴/۶۰ ±۰/۷۰ <sup>a</sup>	۴/۱۵ ±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۵/۰۵ ±۰/۸۵ <sup>a</sup>	۵/۲۵ ±۱/۰۵ <sup>a</sup>	گلوبول سفید (هزار mm3)
NS	NS	P = ۰/۰۰۷	۱/۴۳ ±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	۱/۴۴ ±۰/۰۱ <sup>a</sup>	۱/۳۲ ±۰/۰۷ <sup>c</sup>	۱/۳۳ ±۰/۰۷ <sup>bc</sup>	گلوبول قرمز (هزار mm3)
NS	NS	P = ۰/۰۰۹	۸/۴۱ ±۰/۱۹ <sup>ab</sup>	۸/۶۳ ±۰/۰۸ <sup>a</sup>	۷/۸۶ ±۰/۴۶ <sup>b</sup>	۷/۹۰ ±۰/۴۰ <sup>b</sup>	هموگلوبین (g/dL)
NS	NS	P = ۰/۰۴۳	±۱/۰ <sup>ab</sup> ۴۶/۰۷	۴۷/۲۴ ±۰/۷۶ <sup>a</sup>	۴۳/۵۰ ±۲/۵۰ <sup>b</sup>	۴۴/۷۳ ±۲/۳۷ <sup>ab</sup>	هماتوکربیت (%)
NS	P < ۰/۰۰۱	P < ۰/۰۰۱	±۲/۶۵ <sup>c</sup> ۳۲۱/۶۵	±۱/۰۰ <sup>b</sup> ۲۲۸/۰۰	±۰/۹۱ <sup>b</sup> ۳۲۹/۰۲	۳۳۳/۹۶ ±۰/۴۴ <sup>a</sup>	(fI) MCV
P = ۰/۰۴۳	NS	NS	۵۸/۷۰ ±۰/۶۰ <sup>c</sup>	۵۹/۳۸ ±۰/۰۲ <sup>a</sup>	۵۹/۳۵ ±۰/۱۵ <sup>a</sup>	۵۹/۱۷ ±۰/۰۲ <sup>ab</sup>	(Pg) MCH
P = ۰/۰۵۳	P < ۰/۰۰۱	P < ۰/۰۰۱	۱۸/۲۵ ±۰/۰۳ <sup>a</sup>	۱۸/۱۰ ±۰/۰۲ <sup>b</sup>	۱۸/۰۴ ±۰/۰۰ <sup>b</sup>	۱۷/۷۵ ±۰/۰۹ <sup>c</sup>	(g/dL) MCHC
NS	NS	NS	۱۴/۵۹ ±۰/۵۱ <sup>a</sup>	۱۴/۹۰ ±۱/۰۰ <sup>a</sup>	۱۶/۱۹ ±۲/۸۱ <sup>a</sup>	۱۶/۰۱ ±۱/۹۸ <sup>a</sup>	نوتوفیل‌ها (%)
NS	NS	NS	۷۹/۷۲ ±۰/۷۲ <sup>a</sup>	۸۲/۰۰ ±۱/۰۰ <sup>a</sup>	۷۸/۱۱ ±۲/۱۱ <sup>a</sup>	۷۷/۹۴ ±۲/۷۶ <sup>a</sup>	لنفوسيت‌ها (%)
NS	NS	P = ۰/۰۰۴	۴/۷۳ ±۰/۵۸ <sup>ab</sup>	۳/۴۰ ±۰/۴۰ <sup>b</sup>	۵/۶۰ ±۰/۴۰ <sup>a</sup>	۵/۸۱ ±۱/۱۹ <sup>a</sup>	مونوسیت‌ها (%)

در هر ستون عدم تشابه حروف لاتین نشان از اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P < ۰/۰۵) (non-significant NS). به معنی عدم وجود اثر معنی‌دار آماری است.

کل در جنس نر و ماده ماهی کلمه خزری معنی‌دار بوده که نشان دهنده اثر متقابل این شاخص‌خونی بر پارامتر خونی ماهی کلمه دریابی و پرورشی می‌باشد (P < ۰/۰۵). اما اثر متقابل بین دو فاكتور محیط زندگی و جنسیت بر پارامتر ایمنی خون مانند فعالیت لیزوزیم و کمپلمان ۵۰ معنی‌دار نبوده که نشان دهنده اثر مستقل این پارامتر ایمنی خون ماهی کلمه می‌باشد (P > ۰/۰۵).

نتایج حاصل از پارامترهای ایمنی خون در جنس‌های نر و ماده ماهی کلمه خزری در شرایط صید تأثیر معنی‌داری بر میزان پارامترهای ایمنی خون مانند کورتیزول، گلوکز، فعالیت لیزوزیم، کمپلمان ۵۰ و ایمنوگلوبین کل در مولдин ۵۰ ماهی کلمه دریابی و پرورشی داشته است (جدول ۲). اثر متقابل بین دو فاكتور محیط زندگی و جنسیت بر پارامترهای ایمنی خون کورتیزول، گلوکز و ایمنوگلوبین

جدول ۲: پارامترهای ایمنی جنس ماده و نر ماهی کلمه خزری دریابی و استخری در شرایط صید

اثر متقابل	جنسیت	محیط	استخری			دریابی	شاخص‌های خونی
			نر پرورشی	ماده پرورشی	نر دریابی		
P < ۰/۰۱	P < ۰/۰۰۱	P < ۰/۰۰۱	۱۲۰/۷۰ ±۷/۸۰ <sup>b</sup>	۱۲۳/۲۱ ±۰/۸۷ <sup>b</sup>	۲۰۱/۰۰ ±۴/۰۰ <sup>a</sup>	۱۳۳/۶۳ ±۶/۳۲ <sup>a</sup>	کورتیزول (نانوگرم/ملی‌لیتر)
P < ۰/۰۱	P < ۰/۰۰۱	P < ۰/۰۰۱	۸۳/۰۶ ±۵/۰۶ <sup>c</sup>	۸۶/۸۹ ±۲/۸۹ <sup>bc</sup>	۱۲۷/۵۰ ±۷/۵۰ <sup>a</sup>	۹۵/۸۱ ±۲/۱۹ <sup>b</sup>	گلوکز (میلی‌گرم/دلیسی‌لیتر)
NS	NS	P = ۰/۰۰۴	۲۴/۵۸ ±۲/۱۹ <sup>bc</sup>	۲۳/۴۷ ±۱/۶۴ <sup>c</sup>	۲۸/۳۶ ±۳/۱۱ <sup>ab</sup>	۲۹/۵۵ ±۰/۹۵ <sup>a</sup>	فعالیت لیزوزیم ( واحد/amilی- لیتر/دقيقه)
NS	NS	P = ۰/۰۰۵	۱۱۰/۲۲ ±۳/۰۷ <sup>bc</sup>	۱۰۷/۱۳ ±۱/۰۱ <sup>c</sup>	۱۱۲/۷۸ ±۲/۶۸ <sup>ab</sup>	۱۱۵/۰۲ ±۲/۰۲ <sup>a</sup>	کمپلمان ۵۰ ( واحد/amilی‌لیتر)
P < ۰/۰۴۱	P < ۰/۰۵۴	P < ۰/۰۰۱	۱۸/۰۰ ±۰/۹۰ <sup>b</sup>	۱۷/۹۵ ±۰/۳۵ <sup>b</sup>	۱۸/۸۶ ±۰/۰۶ <sup>b</sup>	۲۰/۲۰ ±۰/۲۰ <sup>a</sup>	ایمنوگلوبین کل (میلی‌گرم/amilی‌لیتر)

در هر ستون عدم تشابه حروف لاتین نشان از اختلاف آماری معنی‌دار می‌باشد (P < ۰/۰۵) (non-significant NS). به معنی عدم وجود اثر معنی‌دار آزمایش

بین تیمارها تفاوت معنادار آماری نداشت (P > ۰/۰۵). اثر متقابل بین دو فاكتور محیط زندگی و جنسیت بر فعالیت سوپر اکسیدیدیسماتاز معنی‌دار نبود (P < ۰/۰۵). به طور-کلی جنسیت بر ظرفیت آنتی‌اکسیدانی ماهی کلمه خزری اثر معنی‌داری نداشت در حالی‌که محیط زندگی ماهی توانست بر فاكتورهای کاتالاز و مالون دی‌آلدهید اثر معنی‌دار آماری داشت (P < ۰/۰۵).

داده‌های مریبوط به فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خون در جنس‌های نر و ماده ماهی کلمه خزری در جدول ۳ ارائه شده است. نتایج حاصل از فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی خون در جنس‌های نر و ماده ماهی کلمه خزری در شرایط صید تأثیر معنی‌داری بر فعالیت آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی مانند آنزیم‌های کاتالاز و مالون دی‌آلدهید داشت (P < ۰/۰۵)، در حالی‌که میزان فعالیت آنزیم سوپر اکسیدیدیسماتاز



جدول ۳: فعالیت آنزیم‌های آنتیکسیدانی جنس ماده و نر ماهی کلمه خزری دریایی و استخراجی در شرایط صید

شاخص‌های خونی	ماده دریایی	نر دریایی	ماده پرورشی	نر پرورشی	استخراجی		محیط	جنسيت	اثر متقابل
					دریایی	استخراجی			
سوپر اکسید دی‌سماکاتاز ( واحد/ میلی لیتر)	۶۰/۲۱ ±۳/۰ <sup>a</sup>	۵۶/۸۰ ±۲/۹۰ <sup>a</sup>	۵۶/۸۶ ±۰/۵۴ <sup>a</sup>	۵۷/۱۰ ±۲/۵۰ <sup>a</sup>	NS	NS	NS	NS	
کاتالاز ( واحد/ میلی لیتر)	۲۸/۹۵ ±۰/۷۵ <sup>a</sup>	۲۶/۰۰ ±۰/۳۰ <sup>b</sup>	۲۴/۸۲ ±۰/۳۸ <sup>b</sup>	۲۵/۴۴ ±۱/۹۴ <sup>b</sup>	P < 0/02	NS	P < 0/005	NS	
مالون دی‌آلدید (نانومول/ میلی لیتر)	۸۴/۹۸ ±۲/۴۳ <sup>b</sup>	۸۹/۵۰ ±۲/۲۰ <sup>a</sup>	۸۲/۴۵ ±۰/۷۵ <sup>b</sup>	۸۱/۹۲ ±۲/۴۹ <sup>b</sup>	NS	NS	P = 0/003	NS	

در هر سهون عدم تشابه حروف لاتین نشان از اختلاف آماری معنی دار می‌باشد (P < 0/05). NS به معنی عدم وجود اثر معنی دار آماری است.

مقادیر غلظت این فاکتورها در گروه مولدین ماده پرورش- یافته در استخراج مشاهده شد. در موقعیت استرس زا افزایش درصد هماتوکریت و غلظت هموگلوبین در پاسخ به تقاضای متabolیکی بالاتر منجر به افزایش ظرفیت حمل اکسیژن توسط خون و در نتیجه تامین نیاز اکسیژنی بافت‌های اصلی می‌شود (Witeska, 2005). در تضاد با تحقیق حاضر گزارش شده است مقادیر کلراید، هماتوکریت و هموگلوبین ماهی کپور معمولی در شرایط اسارت در تور و آزادی تغییر معنی- دار آماری نداشت (نعمت‌اللهی، ۱۳۸۹).

سنجهش شاخص‌های استرس همچون گلوکز و کورتیزول می‌تواند در تشخیص وجود استرس در محیط کمک شایانی نماید (Kühlwein et al., 2014). در این پژوهش استرس صید باعث افزایش معنی‌دار مقادیر غلظت هورمون کورتیزول و گلوکز در مولدین ماده و نر ماهی کلمه دریایی شد. در این راستا، ماهی شانک (*Pagrus auratus*) تحت استرس و تنشهای فیزیولوژیکی صید قرار گرفتند و نتایج نشان داد که برخی از پارامترهای بیوشیمیایی خون نظری لاكتات پلاسمای خون افزایش معنی داری داشت از طرفی پاسخ‌های استرسی فیزیولوژیکی با شدت تعقیب و گریز در هنگام صید کردن، اندازه ماهی و شرایط و متغیرهای محیطی نظری دما و ادوات صید همبستگی معنی داری داشت (McArley and Herbert, 2014). در تحقیقی گزارش شده است سطح کورتیزول پلاسما به عنوان شاخص سطح استرس خون پس از ۲ تا ۳ دقیقه از قرار گرفتن ماهی قزل‌آلای رنگین کمان در ادوات صید و دست زدن به ماهی برای برداشتن، شروع به افزایش فراتر از سطوح اولیه نمود (Meka and McCormick, 2005). باید توجه داشت که دامنه اختلالات فیزیولوژیکی در طول زمان صید و ماهیگیری می‌تواند در تحت تاثیر مستقیم شرایط زیستی همچون نوع تغذیه، درجه حرارت آب، اندازه ماهی، فصل

#### ۴ | بحث و نتیجه‌گیری

مجموعه تغییرات فیزیولوژیکی در زمان مواجهه‌ی ماهی با تغییرات شرایط زیستی که به عنوان عامل استرس زا همچون صید آبزی مطرح است می‌تواند منجر به واکنش جبرانی جهت حفظ بقاء و ادامه حیات شود اما در صورتیکه بدن نتواند از نظر فیزیولوژیکی در برابر استرس سازش پیدا کند آبزی دچار مرگ می‌شود (Ahmed et al., 2020) تواند منجر به تغییرات فیزیولوژیکی و قرار گرفتن در معرض هوا در حین جابجایی می‌تواند منجر به کاهش سطوح اکسیژن خون شود (LeBlanc et al., 2010). از آنجائیکه هر ساله برای بازسازی ذخائر ماهیان استخوانی در دریای خزر، صید مولدین انجام می‌شود و استرس ناشی از صید می‌تواند منجر به واکنش فیزیولوژیکی مولدین و در نتیجه تاثیر بر عملکرد تولیدمثل داشته باشد بنابراین در این پژوهش اثرات فیزیولوژیکی ناشی از استرس صید در مولدین نر و ماده ماهی کلمه مورد بررسی قرار گرفت. در اغلب ماهیان اندازه‌گیری پارامترهای خون‌شناسی به عنوان شاخص‌های استرس استفاده می‌شود چراکه زمانیکه ماهی در معرض استرس حاد یا مزمن قرار می‌گیرد تغییرات عمدی‌ای در پروفیل خون‌شناسی بوجود می‌آید (Dias and Moraes, 2010). شاخص‌های خون‌شناسی جنس ماده و نر ماهی کلمه خزری دریایی و استخراجی در شرایط صید نشان از این داشت که همه فاکتورهای خون‌شناسی بین گروه‌ها اختلاف داشتند و فاکتورهایی همچون تعداد گلبول‌های سفید، نوتروفیل‌ها و لنفوцит‌ها تغییر آماری نداشت. در ماهی‌های تحت استرس، اغلب افزایش گلبول‌های قرمز، غلظت هموگلوبین و هماتوکریت مشاهده می‌شود (Dobšíková et al., 2009)، بطوریکه در این پژوهش

(*Mullus surmulletus*) مورد تحقیق قرار گرفت، که بر اساس نتایج بدست آمده مشخص شد که ماهیان تحت تاثیر نوع ادوات صید دچار نقص در سیستم ایمنی و آنتی-اکسیدانی همچون کورتیزول و مالون دی آلدید می‌شوند (Ganias et al., 2023). استرس‌ها می‌توانند منجر به افزایش رادیکال‌های آزاد شده و سیستم دفاع آنتی-اکسیدانی را تضعیف نماید از این‌رو با افزایش آسیب‌های اکسیداتیوی به چرخه متابولیسم بدن (لیپیدها، پروتئین‌ها، کربوهیدرات‌ها و اسیدهای نوکلئیک ارگانیسم‌ها) حیات آبزیان را به خطر بیندازند (Ciji and Akhtar, 2021). به‌طور کلی نتایج این پژوهش نشان داد که اگرچه صید به‌عنوان یک عامل استرس‌زا برای آبزیان محسوب می‌شود اما در مقایسه بین گروه‌های ماهی کلمه جنس نر و ماده صید شده از دریا و صید شده از استخر، مشخص گردید که فاکتورهای خونی، ایمنی و آنتی‌اکسیدانی مولдин گلمه تحت تاثیر جنسیت تغییر چندانی نمی‌کنند و عامل اصلی محیط زندگی ماهی (دریایی و استخری) است. با وجود اینکه به‌نظر می‌رسد ماهیان دریایی نسبت به ماهیان پرورشی بیشتر در معرض آلودگی و نوسانات زیست محیطی قرار می‌گیرند اما بر اساس نتایج بدست آمده می‌توان اظهار داشت که توان فیزیولوژیکی آنها برای رویارویی با این تغییرات بیشتر است.

## ۶ ملاحظات اخلاقی

موردي توسيط نويسنديگان گزارش نشده است.

## EFERENCES

- مهدى پور، ن.، سعیدپور، ب. و بندانى، غ. ب.ع. ۱۳۹۵. تعیین ساختار سنی، نسبت جنسی و الگوی رشد مولдин *Rutilus caspicus* (Yakovlev, 1870) در سواحل جنوب شرقی دریای خزر (استان گلستان). نشریه پژوهش هسای ماهی شناسی، ۴ (۱): صفحات ۱۷ تا ۲۷.
- نعمت الهی، م.ع. ۱۳۸۹. پاسخ به استرس اسارت در تور در ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio* L.). نشریه شیلات، مجله منابع طبیعی ایران، ۶۳ (۱): صفحات ۳۹ تا ۴۷.
- Adineh, H., Naderi, M., Harsij, M., Shirangi, S. A., Yousefi, M., Hoseinifar, S. H. 2023. Interactive effects of culture systems (biofloc

صید و غیره باشد (Brosset et al., 2021). عادت‌پذیری یکی از واکنش‌های جیرانی است که با تغییر سطح گلوکز خون ارتباط مستقیم دارد از این‌رو در مطالعه‌ای گزارش شد که سطوح گلوکز خون در شروع آزمایش‌های مربوط به صید و حمل و نقل ماهی کپور خیلی بالا رفت و سپس به آرامی در خلال دوره آزمایش کاهش یافت که این می‌تواند ناشی از عادت پذیری ماهی به این نوع استرس باشد (Dobšíková et al., 2009). در پژوهش حاضر، بیشترین مقدار فاکتورهای ایمنی خون (فعالیت لیزوزیم، کمپیلمان ۵۰ و ایمنوگلوبین کل) در گروه مولдин جنس ماده ماهی کلمه صید شده از دریا بدست آمد که نشان از توان بالای سیستم ایمنی در برابر استرس است. ارزیابی استرس فیزیولوژیکی بینش ارزشمندی را در مورد تأثیر نسبی انواع، شدت و تعاملات عوامل استرس‌زا فراهم می‌کند (Cooke et al., 2013).

وجود استرس در محیط زیست منجر به کاهش عملکرد سیستم ایمنی در آبزیان می‌شود (Aksakal et al., 2011) بطوریکه با نقص در واکنش فیزیولوژیکی باعث تضعیف سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن و آسیب ناشی از رادیکال‌های آزاد می‌گردد. کاهش کارکرد سیستم آنتی‌اکسیدانی و عدم تعادل در میزان تولید رادیکال‌های آزاد و سیستم دفاع آنتی‌اکسیدانی بدن شرایط را برای بروز استرس اکسیداتیو فراهم می‌کند (Maritim et al, 2003). در آزمایش حاضر، نتایج آنالیز آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی سوپراکسید دیسموتاز بین گروه‌های مولдин دریایی و پرورش‌یافته ماهی کلمه اختلاف آماری نداشت در حالیکه آنزیم‌های کاتالاز و مالون دی‌آلدهید تفاوت معنی دار آماری در بین گروه‌های صید شده از دریا و استخر وجود داشت. در پژوهشی تاثیر زمان استفاده از ترال با مرگ و میر، آسیب فیزیکی و استرس اکسیداتیو در دو گونه *Sciaenidae* مورد ارزیابی قرار گرفت که نتایج حاکی از آن بود که میزان مرگ و میر و شاخص خسارت صید برای هر دو گونه مشابه بود و افزایشی در مقدار شاخص‌های استرس اکسیداتیو همچون پراکسیداسیون لیپیدی و کربونیلاسیون پروتئین در دو گونه قابل مشاهده نشد از این‌رو به نظر می‌رسد که میزان مرگ و میر بالای ثبت شده در دو گونه بیشتر از نشانگرهای استرس اکسیداتیو با آسیب فیزیکی مرتبط است (Viana et al., 2021). در همین راستا، تاثیر نوع ادوات صید بر واکنش اکسیداتیو ماهی (*Sepia officinalis*) و ماهی

- interventions. *Reviews in Aquaculture*, 13(4): 2190-2247.
- Cooke, S.J., Donaldson, M.R., O'connor, C.M., Raby, G.D., Arlinghaus, R., Danylchuk, A.J., Suski, C.D. 2013. The physiological consequences of catch- and- release angling: perspectives on experimental design, interpretation, extrapolation and relevance to stakeholders. *Fisheries Management and Ecology*, 20(2-3): 268-287.
- Cooke, S.J., C.D. Suski. 2005. Do we need species-specific guidelines for catch-and-release recreational angling to effectively conserve diverse fishery resources? *Biodiversity and Conservation* 14:1195-1209.
- Danylchuk, A.J., A. Adams, S.J. Cooke, C.D. Suski. 2008. An evaluation of the injury and short-term survival of bonefish (*Albula spp.*) as influenced by a mechanical lip-gripping device using by recreational anglers. *Fisheries Research*, 93:248-252.
- DIAS, M., MORAES, F.R. 2010. Biochemical parameters for *Piaractus mesopotamicus*, *Colossoma macropomum* (Characidae) and hybrid tambacu (*P. mesopotamicus* × *C. macropomum*).
- Dobšíková, R., Svobodová, Z. V. A. F., Bláhová, J. V. A. F., Modra, H., Velíšek, J. 2009. The effect of transport on biochemical and haematological indices of common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Czech Journal of Animal Science*, 54(11): 510-518.
- Donaldson, M.R., G.D. Raby, V.N. Nguyen, S.G. Hinch, D.A. Patterson, A.P. Farrell, M.A. Rudd, L.A. Thompson, C.M. O'Connor, A.H. Colotel, S.H. McConnachie, K.V. Cook, D. Robichaud, K.K. English, S.J. Cooke. 2013. Evaluation of a simple technique for recovering fish from capture stress: integrating physiology, biotelemetry, and social science to solve a conservation problem. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70: 90-100.
- Ellis, A.E. 1990. Lysozyme assays. In: Stolen, J.S., Fletcher, T.C., Anderson, D.P., Robertson, B.S., and Van Muiswinkel, publication. pp. 101-103.
- Ganias, K., Malioufa, G., Kaloyanni, M. 2023. Evaluating the levels of capture-related stress and physical injury in métiers that use gillnets and trammel nets. *Fisheries Research*, 267: 106814.
- Goth, L. 1991. A simple method for determination of serum catalase activity and revision of reference range. *Clinica Chimica Acta*, 196(2-3): 143-151.
- and clear water) and dietary protein levels on growth, digestive activity, mucosal immune responses, antioxidant status, and resistance against salinity stress in the Caspian roach (*Rutilus caspicus*) fry. *Aquaculture*, 570: 739418.
- Adineh, H., Naderi, M., Yousefi, M., Khademi Hamidi, M., Ahmadifar, E., Hoseini, S.M. 2021. Dietary licorice (*Glycyrrhiza glabra*) improves growth, lipid metabolism, antioxidant and immune responses, and resistance to crowding stress in common carp, *Cyprinus carpio*. *Aquaculture Nutrition*, 27(2): 417-426.
- Adineh, H., Zahedi, S., Yousefi, M., Sedaghat, Z., Yilmaz, S., Gholamalipour Alamdar, E., Farhangi, M. 2024. The Use of *Perovskia abrotanoides* Extract in Ameliorating Heat Stress- Induced Oxidative Damage and Improving Growth Efficiency in Carp Juveniles (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture Nutrition*, 2024(1): 5526562.
- Ahmed, I., Reshi, Q. M., Fazio, F. 2020. The influence of the endogenous and exogenous factors on hematological parameters in different fish species: a review. *Aquaculture international*, 28: 869-899.
- Aksakal, E., Ekinci, D., Erdoğan, O., Beydemir, S., Alim, Z., and Ceyhun, S.B. 2011. Increasing stocking density causes inhibition of metabolic-antioxidant enzymes and elevates mRNA levels of heat shock protein 70 in rainbow trout. *Livestock Science*. 141: 69-75.
- Baluchnejadmojarad, T., Roghani, M., Mafakheri, M. 2010. Neuroprotective effect of silymarin in 6-hydroxydopamine hemiparkinsonian rat: involvement of estrogen receptors and oxidative stress. *Neuroscience letters*. 480(3): 206-210.
- Bartholomew, A and Bohnsack, J. 2005. A Review of Catch-and-Release Angling Mortality with Implications for No-take Reserves. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 15: 129- 15.
- Blaxhall, P. C, Daisley, K.W. 1973. Routine hematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6):771-81.
- Brosset, P., Cooke, S. J., Schull, Q., Trenkel, V. M., Soudant, P., Lebigre, C. 2021. Physiological biomarkers and fisheries management. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 31(4): 797-819.
- Ciji, A., Akhtar, M.S. 2021. Stress management in aquaculture: A review of dietary

- convenient assay for superoxyde dismutase. European Journal of Biochemistry, 47: 469-474.
- McArley, T.J. and Herbert, N.A. 2014. Mortality, physiological stress and reflex impairment in sub-legal *Pagrus auratus* exposed to simulated angling. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 461:61-72.
- Meka, J.M., S.D. McCormick. 2005. Physiological response of wild rainbow trout to angling: impact of angling duration, fish size, body condition, and temperature. Fisheries Research, 72:311-322.
- Muoneke, M.I., W.M. Childress. 1994. Hooking mortality: a review for recreational fisheries. Reviews in Fisheries Science, 2:123-156.
- Sunyer, J.O., Tort, L. 1995. Natural hemolytic and bactericidal activities of sea bream *Sparus aurata* serum are affected by the alternative complement pathway. Veterinary Immunology and Immunopathology, 45: 333-345.
- Viana, D., de Souza, M. R. D. P., de Assis Teixeira da Silva, U., Pereira, D. M. C., Kandalski, P. K., Neundorf, A. K. A., Donatti, L. 2021. The effect of bottom trawling time on mortality, physical damage and oxidative stress in two Sciaenidae species. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 31(4): 957-975.
- Witeska, M. 2005. Stress in fish-hematological and immunological effects of heavy metals. Electronic journal of ichthyology, 1(1): 35-41.
- Jouladeh-Roudbar, A., Ghanavi, H.R., Doadrio, I. 2020. Ichthyofauna From Iranian Freshwater: Annotated Checklist, Diagnosis, Taxonomy, Distribution and Conservation Assessment. Zoological Studies, 59:21.
- Kiabi, B., Abdoli, A., Naderi, M. 1999. Status of the fish fauna in the south Caspian Basin of Iran. Zoology in the Middle East, 18: 57-65.
- Kottelat, M. Freyhof, J. 2007. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Freyhof. Berlin. Germany.
- Kühlwein, H., Merrifield, D. L., Rawling, M. D., Foey, A. D., Davies, S. J. 2014. Effects of dietary  $\beta$ - (1, 3)(1, 6)-D- glucan supplementation on growth performance, intestinal morphology and haemato-immunological profile of mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). Journal of animal physiology and animal nutrition, 98(2): 279-289.
- LeBlanc, D. M., Wood, C. M., Fudge, D. S., Wright, P. A. 2010. A fish out of water: gill and skin remodeling promotes osmo-and ionoregulation in the mangrove killifish *Kryptolebias marmoratus*. Physiological and Biochemical Zoology, 83(6): 932-949.
- Maritim, A.C., Sanders, R.A., Watkins, J.B. 2003. Diabetes, oxidative stress, and antioxidants: a review, Journal of Biochemical and Molecular Toxicology, 17(1): 24-38.
- Marklund, S., and Marklund, G. 1974. Involvement of the superoxyde anion radical in the auto oxidation of pyrogallol and a

## نحوه استناد به مقاله:

نامور ف، جعفریان ح، آدینه ح، فرهنگی م. اثر استرس ناشی از صید بر شاخص‌های خونی، ایمنی و ظرفیت آنتی‌کسیدانی در ماهی کلمه خزری نشریه پژوهش‌های ماهی‌شناسی کاربردی دانشگاه گنبد کاووس. ۱۴۰۳، ۱۲، ۱۲، ۱-۱۲.

Namvar F., Jafarian H., Adineh H., Farhangi M. The effect of catching stress on blood indices, immunity and antioxidant capacity in Caspian roach (*Rutilus lacustris*). Journal of Applied Ichthyological Research, University of Gonbad Kavous. 2024, 12(4): 01-12.



**The effect of catching stress on blood indices, immunity and antioxidant capacity in Caspian roach (*Rutilus lacustris*)**

**Namvar F<sup>1</sup>., Jafarian H<sup>2</sup>., Adineh H<sup>3</sup>., Farhangi M<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>PhD student in Fisheries - Catching and Exploitation of Aquatic Animals, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

<sup>3</sup>Professor, Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

<sup>3</sup>Associate Professor, Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University

<b>Type:</b> Original Research Paper	<b>Abstract</b> Fishing activity causes stress and physiological changes in the immune system. The aim of this study was to investigate the hematological, immune, and antioxidant capacity indices of male and female Caspian roach ( <i>Rutilus lacustris</i> ) in marine and pond conditions under fishing conditions. Hematological factors, except for the number of white blood cells, neutrophils and lymphocytes, differed between groups in the fishing conditions. Fishing stress in both sexes of sea roach caused a significant increase in the concentration of cortisol and glucose hormones. There was no statistical difference in the antioxidant enzyme of superoxide dismutase between the sea-caught and pond-caught groups of Caspian roach, while there was a significant difference in the catalase and malondialdehyde enzymes. Overall, the results showed that although fishing is considered as a stressor for aquatic animals, it wasn't the main cause of changes in blood, immune, and antioxidant factors in the Caspian roach.
<b>Paper History:</b> Received: 16-12-2024 Accepted: 04-01- 2025	
<b>Corresponding author:</b> Jafarian H. Fisheries Department, Faculty of Agriculture and Natural Resources, Gonbad Kavous University.Iran	
<b>Email:</b> hojat.jafaryan@gmail.com	<b>Keywords:</b> <i>Rutilus lacustris</i> , Fishing, Blood physiology, Stress indicators