تأثیر تیمارهای مختلف حرارتی روی برخی پارامترهای ایمنی (*IgM*، C_3 و C_4) و بیوشیمیایی (آلبومین و پروتئین تام) سرم خون قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

افشین قلیچی*[۱]، مهدی یوسفیان[۲]، فائزه کشوری[۳]، سارا جرجانی[۴]

۱، ۳ و ۴ - دانشگاه آزاد اسلامی واحد آزادشهر، دانشکده کشاورزی و منابع طبیعی، گروه شیلات، آزادشهر، ایران، صندوق پستی: ۳۰

۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد قائم‌شهر، دانشکده منابع طبیعی، گروه شیلات، قائم‌شهر، ایران، صندوق پستی: ۱۶۳

تاریخ دریافت: ۱۶ مهر ۱۳۹۱ تاریخ پذیرش: ۱۹ بهمن ۱۳۹۱

چکیده

مطالعه حاضر جهت بررسی تأثیر حرارت و فصول سال بر روی پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) در دو فصل زمستان و تابستان در منطقه هراز و نکا انجام شد. در هر فصل از هر کارگاه ۱۵ نمونه با میانگین وزن ۱۰۰ گرم به طور تصادفی صید و مورد بررسی قرار گرفت. وزن (گرم) و طول کل (سانتی‌متر) اندازه‌گیری شد. پس از خون‌گیری فصلی از ساقه دمی و جداسازی سرم توسط سانتریفوژ، پارامترهای ایمنی سرم خون شامل IgM، C_3 و C_4 و پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون شامل آلبومین و پروتئین تام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد تفاوت معنی‌داری در پارامترهای IgM، پروتئین تام و آلبومین در فصل تابستان بین دو منطقه هراز و نکا مشاهده نمی‌شود ($P>۰/۰۵$). اما در پارامتر C_3 و C_4 تفاوت معنی‌داری مشاهده شد که بیشترین میزان آن در منطقه نکا بوده است ($P<۰/۰۵$). مقادیر IgM، C_3، C_4 و آلبومین در فصل زمستان بین دو منطقه هراز و نکا تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد ($P>۰/۰۵$)، ولی مقدار پروتئین تام در منطقه نکا به‌طور معنی‌داری بیشتر بود. به‌طور کلی نتایج حاصل از این بررسی نشان می‌دهد که دما در محدوده رشد قزل‌آلا در دو منطقه می‌تواند در عملکرد سیستم ایمنی و سلامت ماهی مؤثر واقع شود.

کلمات کلیدی: قزل‌آلای رنگین‌کمان، دما، پارامترهای بیوشیمیایی، پارامترهای ایمنی، سرم خون.

* عهده دار مکاتبات (✉)، afshin.ghelichi@yahoo.com

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

مقدمه

قزل‌آلای رنگین‌کمان نخستین گونه از خانواده آزادماهیان است که به عنوان غذای اصلی انسان پرورش یافت. این ماهی گوشتخوار بوده و حیات آن به صید سایر موجودات زنده و خوردن آن‌ها بستگی دارد (دروموندسدویک، ۱۹۹۶). دستگاه گوارش آن برای هضم و جذب پروتئین حیوانی طراحی شده و قادر به هضم و استفاده از تعداد بسیار محدودی از انواع فرآورده‌های گیاهی می‌باشد. قزل‌آلای رنگین‌کمان متعلق به آب‌های سرد و شفاف با بستر سنگی، سنگلاخی و شنی است. این آبزی در شرایط طبیعی در رودخانه‌ها و دریاچه‌های سرد و خنک زیست می‌کند و برای تولیدمثل به مناطق بالادست رودخانه‌ها مهاجرت می‌کند. درجه حرارت ۱۸ درجه سانتی‌گراد آب به صورت تجربی به عنوان دمای مناسب برای انجام سوخت و ساز طبیعی قزل‌آلای رنگین‌کمان در نظر گرفته می‌شود. به این معنی که در این دما ماهی از نقطه نظر پرورش دهنده به بهترین نحو از غذا استفاده می‌کند و بازده تبدیل غذا به گوشت هم از نظر زمان و هم از نظر افزایش وزن بالاترین حد است. حد تجربی کشنده درجه حرارت آب برای این ماهی در محدوده ۲۷-۲۵ درجه سانتی‌گراد است (صادقی، ۱۳۸۰). در حال حاضر، قزل‌آلای رنگین‌کمان اساس صنعتی را تشکیل می‌دهد که در حال توسعه است و اهمیت آن به‌ویژه در کشورهایی که قادر به تدارک شرایط و مهیا کردن محیط آب شیرین، یا شور برای پرورش آن هستند در حال افزیش است. همان‌طور که روش‌های جابه‌جایی و حمل ماهی زنده و پرورش آن در پیشرفت و تکامل است، پرورش‌دهندگان قزل‌آلای رنگین‌کمان نیز باید از آخرین پیشرفت‌ها و اطلاعات جدید به‌دست آمده در زمینه این صنعت مطلع باشند.

عوامل متعددی بر میزان پارامترهای بیوشیمیایی و ایمنی سرم خون ماهی تأثیر می‌گذارند و آن را دستخوش تغییرات می کنند، که یکی از مهم‌ترین آن‌ها اثرات حرارت می‌باشد. حرارت یکی از عوامل کلیدی است که مکانیسم‌های فیزیولوژیکی تمامی ارگانیسم‌ها را کنترل می‌کند (Hochachhka and Somero, 1984). افزایش و کاهش حرارت باعث ایجاد تغییراتی روی سیستم ایمنی و پارامترهای بیوشیمیایی ماهی می‌شود که منجر به کاهش رشد، سلامت و افزایش مرگ و میر می‌شود (Casanova, 2008).

این عامل با افزایش یا کاهش فعالیت‌های تحریک-کنندگی آنزیم‌های هضمی و فعالیت‌های سوخت و سازی در سطح سلولی فعالیت می‌کند (Hochachhka and Somero, 1984). دما موجب حفظ رابطه مستقیم مقادیر رشد و سایر عملکردهای بدن مانند تنفس، مصرف غذا و دفع می‌شود (Prosser, 1991).این عامل از طریق تأثیر بر مصرف غذا و متابولیسم بدن ماهی بر روی سیستم ایمنی و پارامترهای بیوشیمیایی تأثیر می‌گذارد (Jobling, 1997).

زمانی که دما در دامنه‌های اپتیمم قرار داشته باشد، مصرف غذا و رشد نیز افزایش می‌یابد و با افزایش دما در دامنه‌هایی بالاتر از مقادیر اپتیمم، کاهش شدیدی در مقادیر رشد مشاهده می‌گردد (Jobling, 1997; MCcarty, *et al*., 1999).

پارامترهای بیوشیمیایی به عنوان شاخص‌های فیزیولوژیکی در پاسخ به تغییرات خارجی یا داخلی در ماهیان مورد استفاده قرار می‌گیرند. شاخص‌های خونی به طور عمده برای ارزیابی سلامت ماهیان و استرس

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

محیطی، تغذیه، جنس، اندازه، اختلافات فصلی و تخم-ریزی نقش مهمی دارند. تغییرات عوامل خونی در زمان‌های مختلف در ماهیان به اثبات رسیده است. از آنجا که این جانداران تابع شرایط محیطی می‌باشند، پارامترهای خونی در آن‌ها متغیر است (آذری تاکامی و کهنه شهری، ۱۳۷۳).

تغییرات دما به عنوان استرس محیطی روی سیستم ایمنی تأثیر می‌گذارد. مطالعات نشان داده دمای پایین باعث تأخیر در حداکثر پاسخ اولیه می‌شود، اما تأثیری روی اندازه پاسخ ندارد (Morvan, *et al*., 1998). مطالعاتی روی پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان انجام شده است (Vigiani, *et al*., 2005)، اما مطالعات اندکی روی اثرات حرارت و فصل بر روی این پارامترها در قزل‌آلای رنگین‌کمان صورت پذیرفته است. پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی در ماهیان بر حسب فصول مختلف سال (هدایتی و همکاران، ۱۳۸۷)، دما (Audrey, *et al*., 1982; Casanova, *et al*., 2008) و سایر عوامل محیطی که به طور طبیعی تغییراتی نیز در ترکیب آن‌ها ایجاد می‌کند، بررسی و ارزیابی شده است.

با توجه به این‌که پرورش‌دهندگان از خصوصیات فیزیولوژیکی و ایمنی قزل‌آلای رنگین‌کمان و این‌که آیا غذای تحویلی سبب رشد بهینه می‌شود، صرفاً به تغذیه و پرورش آن اقدام می‌کنند. بنابراین بررسی عملکرد این گونه تحت حرارت‌های مختلف ضروری به نظر می‌رسد و مطالعه دقیق این پارامترها در بررسی سلامت ماهیان کمک شایانی خواهد نمود.

هدف از این تحقیق، بررسی تأثیر حرارت‌های مختلف روی پارامترهای بیوشیمیایی و ایمنی ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان و معرفی دمای مطلوب، برای ایجاد شرایط بهینه پرورشی و سلامت این گونه می‌باشد.

مواد و روش‌ها

این تحقیق در دو فصل تابستان و زمستان بر روی ماهیان قزل‌آلای رنگین‌کمان با میانگین وزن ۱۰۰گرم صورت گرفت. ماهیان مورد آزمایش در دو مزرعه پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان واقع در ۳۵ کیلومتری جاده هراز (گل و چشمه) و شهرستان نکا بوده و مراحل آزمایشگاهی در آزمایشگاه بیوشیمی پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر ساری انجام شد. تغذیه ماهی در هر دو مزرعه با غذای کنسانتره مشابه و بر اساس جداول تغذیه‌ای صورت گرفت. جهت انجام کار هر فصل از هر مزرعه ۱۵ نمونه با میانگین وزن ۱۰۰ گرم به طور تصادفی در فصل زمستان و تابستان صید و مورد بررسی قرار گرفتند. در مجموع ۶۰ قطعه مورد ارزیابی قرار گرفت.

با توجه به آمار سال‌های قبل، دمای مزرعه هراز در فصول زمستان و تابستان به‌ترتیب ۱۰-۸ و ۱۶- ۱۴ درجه سانتی‌گراد و دمای مزرعه نکا در این دو فصل به ترتیب ۱۴-۱۲ و ۲۰- ۱۸ درجه سانتی‌گراد بوده است.

قبل از انجام سایر مطالعات، وزن و طول کل ماهیان اندازه‌گیری شد. اندازه‌گیری وزن با استفاده از ترازوی دیجیتال (مدل Satrue) ساخت کارخانه Shang Chuen Weighting Machine Co., 1td.30 kg. (با دقت ۰/۱ کیلوگرم) و سنجش طول به وسیله متر (با دقت ۱ میلی‌متر) انجام شد. اطلاعات مربوط به وزن و طول کل ماهیان مورد بررسی در جدول ۱ آمده است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

جدول ۱: وزن و طول کل ماهیان مورد بررسی در دو مزرعه هراز و نکا در دو فصل تابستان و زمستان

فصل سال	تابستان		زمستان	
زیست‌سنجی / ایستگاه‌ها	وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)	وزن (گرم)	طول کل (سانتی‌متر)
هراز	۱۱۰/۶	۲۰/۳	۱۱۵/۲	۲۲/۷
نکا	۱۰۳/۶	۲۰/۲	۹۳/۶	۲۰/۶

عملیات خون‌گیری از طریق سیاهرگ دمی و از پشت باله مخرجی با استفاده از سرنگ ۵ میلی‌لیتری انجام شد. از هر نمونه ۲ میلی‌لیتر خون گرفته شد. در ادامه خون در کنار کیسه‌های یخ (Icepack) به آزمایشگاه بیوشیمی پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر ساری منتقل شد. جداسازی سرم از سلول‌های خونی توسط سانتریفوژ مدل *Kakasan* در ۶۰۰۰ دور در دقیقه به مدت ۱۰ دقیقه انجام شد. سرم به‌دست آمده به آرامی توسط میکروپیپت جدا شده و به اپندروف-های شماره‌گذاری شده منتقل و در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شده و جهت اندازه‌گیری پارامترهای بیوشیمیایی و ایمنی مورد استفاده قرار گرفت. اندازه‌گیری پارامترهای IgM، C_3 و C_4 از روش ایمونوتوربیدی‌متری و دستگاه Autoanalyse مدل Eurolyser ساخت شرکت هوشمند فناور تهران انجام گرفت که با آنتی‌بادی‌های پلی‌کلونال موجود در محلول تشکیل کمپلکس داده و باعث کدر شدن محلول می‌شوند. میزان کدورت ایجاد شده با مقدار IgM، C_3 و C_4 رابطه مستقیم دارند (Whicher, 1996).

محاسبه پارامتر بیوشیمیایی پروتئین کل با روش Biuret انجام شد که در این آزمایش پروتئین تام در محیط قلیایی با یون‌های مس و تارتات تشکیل یک کمپلکس لاجوردی رنگ را می‌دهند. شدت رنگ ایجاد شده متناسب با تعداد پروتئین تام در نمونه می‌باشد (Thomas, 1998). آلبومین با روش برم-کرزول‌گرین یک کمپلکس رنگی ایجاد می‌کند. شدت رنگ ایجاد شده متناسب با مقدار آلبومین در نمونه می‌باشد (Johnson, 1999).

پروتئین و آلبومین با استفاده از معادله ۱ محاسبه شده است (Thomas, 1998).

معادله ۱: (جذب نوری استاندارد/جذب نوری نمونه) × مقدار پروتئین تام در استاندارد = مقدار پروتئین تام در نمونه

کیت‌های مربوط به اندازه‌گیری تمامی پارامترهای مورد بررسی، از شرکت پارس آزمون تهیه شدند.جهت بررسی اثرات حرارت بر پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی ۲ تیمار با ۴ تکرار طراحی شد.

جهت بررسی وجود یا عدم وجود اختلاف معنی-دار، بین تیمارهای دمایی از آزمون ANOVA (آنالیز واریانس یک‌طرفه) و جهت بررسی میانگین در تیمارهای مختلف دمایی از آزمون چند دامنه دانکن در سطح ۵٪ استفاده شد. تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم‌افزار SPSS ۱۸ و رسم نمودارها با استفاده از برنامه Excel انجام شد.

نتایج

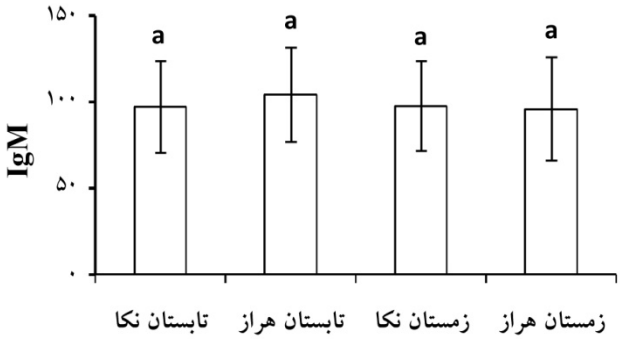
نتایج حاصل از مطالعات آماری (شکل ۱) نشان می‌دهد که در میزان پارامتر IgM در فصل تابستان در

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). گرچه میزان آن در منطقه هراز (۱۰۴ ± ۲۷/۳ mg/dl) می‌باشد.

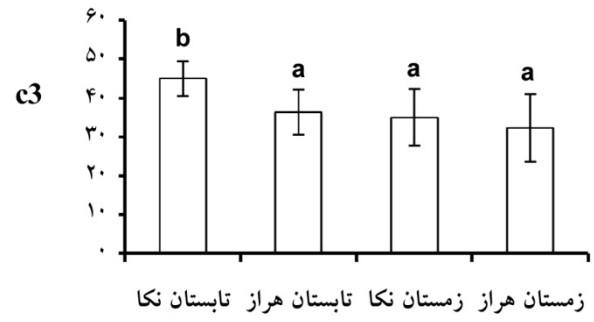
در میزان پارامتر IgM در فصل زمستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). گرچه میزان آن در منطقه نکا بیشتر (۴۶/۸ ± ۹۷/۴ mg/dl) از منطقه هراز (۹۵/۸ ± ۲۹/۸ mg/dl) بوده است.



شکل ۱: مقادیر ایمونوگلوبین سرم خون قزل‌آلای رنگین‌کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

نتایج مطالعات آماری نشان می‌دهد در میزان پارامتر C_3 در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی داری وجود دارد (P<۰/۰۵) (شکل۲). به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به منطقه نکا (۱۵/۵ mg/dl ± ۴۵) می‌باشد و کمترین میزان آن مربوط به منطقه هراز (۳۶/۳ ± ۵/۸ mg/dl) بوده است.

میزان پارامتر C_3 در فصل زمستان در دو منطقه بیان‌گر عدم معنی‌داری آن بوده است (P>۰/۰۵). گرچه میزان آن در منطقه نکا (۱۱/۳ mg/dl ± ۳۵) و در منطقه هراز (۳۲/۳ ± ۸/۷ mg/dl) بوده است.



شکل ۲: مقادیر C_3 سرم خون قزل‌آلای رنگین‌کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

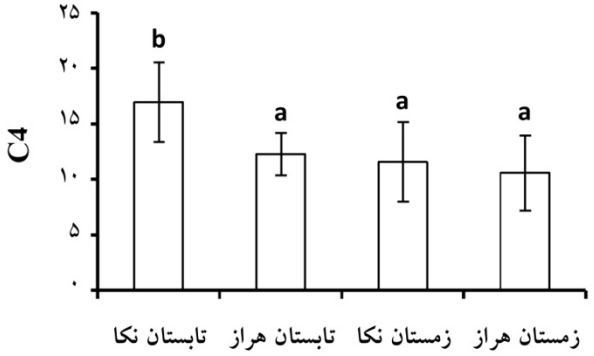
نتایج مطالعات آماری نشان می‌دهد (شکل۳) در میزان پارامتر C_4 در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود دارد (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به منطقه نکا (۱۷ ± ۸/۶ mg/dl)

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

می‌باشد و کمترین میزان آن مربوط به منطقه هراز (۱۲/۳ ± ۱/۹ mg/dl) بوده است.

میزان پارامتر C_4 در فصل زمستان در دو منطقه بیان‌گر عدم معنی‌داری آن بوده است (P>۰/۰۵).

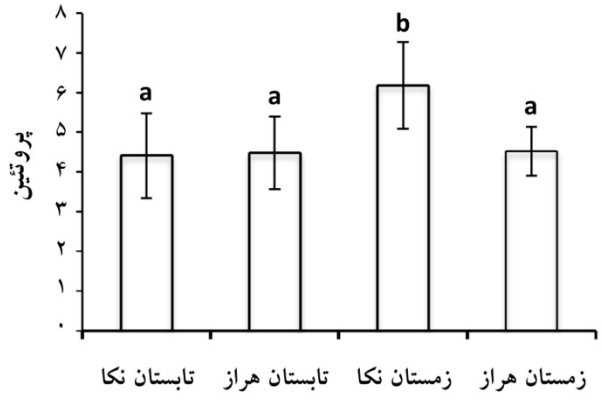
گرچه میزان آن در منطقه نکا (۱۱/۵ ± ۳/۶ mg/dl) و در منطقه هراز (۱۰/۶ ± ۳/۴ mg/dl) بوده است.



شکل ۳: مقادیر C_4 سرم خون قزل‌آلای رنگین‌کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

نتایج حاصل از مطالعات آماری (شکل ۴) نشان میدهد که در میزان پروتئین تام در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). میزان آن در هراز (۴/۵ ± ۰/۹۲ mg/dl) و در منطقه نکا (۴/۴ ± ۱/۰۷ mg/dl) بوده است.

اما در میزان پروتئین تام در فصل زمستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است (P<۰/۰۵). به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به منطقه نکا (۶/۲ ± ۱/۱ mg/dl) وکمترین میزان آن مربوط به منطقه هراز (۴/۵۴ ± ۰/۶۲ mg/dl) بوده است.



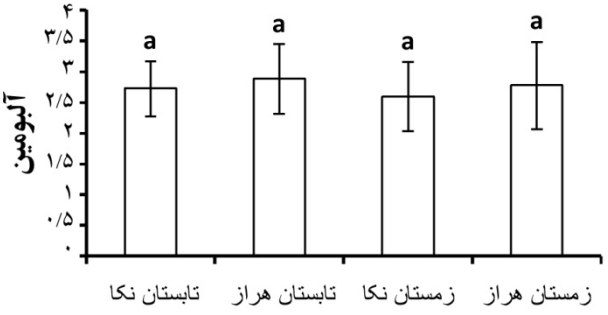
شکل ٤: مقادیر پروتئین سرم خون قزل‌آلای رنگین کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

نتایج حاصل از مطالعات آماری (شکل ۵) نشان می‌دهد که در میزان آلبومین در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). گرچه میزان آن در منطقه هراز بیشتر (۲/۸± ۰/۵۷mg/dl) از منطقه نکا (mg/dl ۰/۴۵ ± ۲/۷) بوده است.

نتایج حاصل از مطالعات آماری نشان می‌دهد که در میزان آلبومین در فصل زمستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد (P>۰/۰۵). گرچه میزان آن در منطقه هراز بیشتر (mg/dl ۰/۹۱ ±۲/۷) از منطقه نکا (mg/dl ۰/۸۶ ±۲/۶) بوده است.



شکل ۵: مقادیر آلبومین سرم خون قزل‌آلای رنگین کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

بحث

نتایج نشان داد که درجه حرارت فاکتوری مهم در میزان پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی قزل‌آلای رنگین-کمان می‌باشد.

نتایج بررسی حاضر نشان می‌دهد افزایش و کاهش دما در تابستان و زمستان در دو منطقه تفاوت معنی‌داری را در میزان ایمونوگلوبین ایجاد نکرد، اما با افزایش دمای منطقه هراز در تابستان و کاهش دمای منطقه نکا در زمستان افزایش یافت. با توجه به اینکه ماهی قزل‌آلا ماهی سردآبی است و در مقایسه میزان درجه‌حرارت در نکا بیشتر از هراز می‌باشد، لذا IgM به عنوان یک عامل مقابله با استرس دمایی در زمستان در نکا بیشتر بوده است. از طرف دیگر با توجه به اینکه درجه حرارت منطقه نکا در طول زمستان و تابستان از واریانس کمتری برخوردار است، ولی در منطقه هراز این تغییرات شدید می‌باشد، لذا میزان IgM در منطقه هراز در مقایسه با نکا در تابستان بیشتر نشان می‌دهد. هرچند که این تغییرات چه در تابستان و زمستان معنی‌دار نبوده است. در تحقیقی که Dominguez و همکاران در سال ۲۰۰۴ روی تیلاپیای نیل (*Oreochromis nilotacus*) در دماهای ۱۸ درجه سانتی‌گراد به عنوان شاهد و ۲۳، ۲۸ و ۳۳ درجه سانتی‌گراد انجام دادند دریافتند که در ۲۸ درجه سانتی‌گراد، سطح IgM افزایش یافته و تا ۳۳ درجه به سطح شاهد برمی‌گردد. این امر نشان می‌دهد که هر ماهی یک دامنه حرارتی مطلوبی برای عملکرد ایمنی خود دارد. نتایج این محققین با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. در واقع ثابت و بالا بودن نسبی درجه حرارت نکا در تابستان و زمستان واریانس کم IgM را سبب گردیده است.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

استرس یکی از عوامل تأثیرگذار روی میزان IgM می‌باشد. در بررسی‌های اندک انجام شده نیز ارتباط دقیق بین میزان IgM و نوسان سطوح استرس به‌دست آمده است. این امر در بررسی اثرات استرس ناشی از دست‌کاری، صید و حمل و نقل و نگهداری بر روی مولدین ماده تاس‌ماهی ایرانی (*A. persicus*) به اثبات رسیده است (بهمنی، ۱۳۷۸). ماهیان مورد مطالعه در تحقیق حاضر هنگام صید و خون‌گیری تحت استرس قرار گرفته‌اند که این امر احتمالاً باعث افزایش میزان کورتیزول آن‌ها و به‌دنبال آن افزایش میزان IgM شده است، به‌طوری‌که مقادیر IgM در فصل تابستان در منطقه هراز و زمستان در منطقه نکا با افزایش خود به این استرس محیطی پاسخ داده‌اند.

داده‌های مربوط به عامل مکمل C_3 و C_4 تفاوت معنی‌داری را در فصل تابستان نشان داد، به‌طوری‌که مقادیر این عوامل با افزایش دمای منطقه نکا به طور معنی‌داری افزایش یافت. اما در زمستان اختلاف معنی‌داری در بین مناطق نداشت، هر چند که مقادیر آن در نکا بیش‌تر از هراز بود که این امر احتمالاً به علت دمای بالاتر آب این ایستگاه بوده است.

افزایش میزان C_3 و C_4 فصل تابستان در منطقه نکا با توجه به افزایش دما و و افزایش عوامل بیماری‌زای (باکتری‌ها و قارچ‌ها) ناشی از آن، باعث فعال شدن سیستم ایمنی ماهیان و دفاع علیه این عوامل می‌شود. عامل مکمل C_4 و C_3 در فصل زمستان در ایستگاه نکا به دلیل این‌که دما بالاتر از منطقه هراز می‌باشد، فعال می‌شوند، هرچند عدم اختلاف معنی‌دار آن‌ها را می‌توان به مقاومت بالای این ماهی نسبت به شرایط نامساعد محیطی نسبت داد. میزان افزایش C_3 و C_4 در واکنش نسبت به محرک تنش‌زا یعنی دما بیشتر احتمال دارد مربوط به بافت باشد، یعنی اینکه شاید واکنش آن‌ها به محرک تنش‌زا در مقایسه با سایر بافت‌های ایمنی و غیرایمنی افزایش داده شده باشد یا اینکه افزایش آن‌ها به گونه و ویژگی محرک تنش‌زا بستگی دارد، در هر حال این‌که آیا یکی یا بیشتر از این دلایل صحیح است، مستلزم تحقیقات بیشتری است.

در همین رابطه Tort و همکاران (۲۰۰۵) در مطالعات خود میزان C_3 و C_4 در سیم دریایی (*Sparus aurata*) را در دمای ۱۱ درجه سانتی‌گراد مورد بررسی قرار دادند. نتایج آن‌ها عدم اختلاف معنی‌دار بین این دو پارامتر را نشان داد که با نتایج حاضر هم‌خوانی دارد.

Yousefian و همکاران (۲۰۱۰) در تحقیقی که روی قزل‌آلای رنگین کمان رودخانه هراز، در فصل تابستان انجام دادند، میزان C_3 و C_4 را به‌ترتیب ۹/۵ ± ۳۷/۲ و ۱۷/۷ ± ۳۵/۷ میلی‌گرم در دسی‌لیتر گزارش نمودند که میزان C_3 با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد، اما مقدار C_4 با نتایج تحقیق حاضر متفاوت می‌باشد که این امر ممکن است به شرایط محیطی مربوط باشد. ماهیان در حوضچه‌ها و استخرهای پرورشی از شرایط مطلوبی بهره‌مند نبوده که این شرایط باعث کاهش مقاومت آن‌ها در برابر عوامل بیماریزای گوناگون می‌گردد.

نتایج حاضر نشان می‌دهد دمای فصل تابستان تأثیر معنی‌داری روی پارامتر بیوشیمیایی پروتئین ندارد، به‌طوری که در این فصل مقدار این عامل در منطقه هراز بیشتر بود، اما در فصل زمستان مقادیر پارامترهای مذکور در منطقه نکا به‌طورمعنی‌داری بیش‌تر بوده است.

با توجه به بررسی‌های انجام شده در مطالعه حاضر ماهیان منطقه هراز در فصل تابستان در شرایط محیطی

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

و دمایی بهتر (۱۵ تا ۱۶ درجه) دارای رشد بیش‌تری بودند که سبب افزایش میزان پروتئین آن‌ها در این فصل شد، هر چند این تغییرات معنی‌دار نبود، ولی در فصل زمستان به‌دلیل کاهش بیش‌تر دمای منطقه هراز و همچنین کاهش غذای دریافتی، میزان پروتئین کاهش یافت. این نتایج اهمیت میزان غذادهی را دماهای مختلف نشان می‌دهد، به‌طوری‌که کاهش دما باعث تأثیر بر رفتار تغذیه‌ای و کاهش مصرف غذا می‌شود. میزان پروتئین تام در تحقیق حاضر در منطقه هراز کمتر اندازه‌گیری شده است که دلیل آن احتمالاً واکنش-پذیری غشا مخاطی روده‌ای نسبت به تغذیه می‌باشد.

دمای محیط نیز یک فاکتور اثرگذار است. به عنوان مثال در مطالعه سعیدی و همکاران (۱۳۸۲) مشاهده شد که تغییرات برخی پارامترهای هماتولوژ-یکی و بیوشیمیایی در بچه‌ماهی قره‌برون (*Acipenser persicus*) یک پاسخ فیزیولوژیکی نسبت به درجه حرارت است، هرچند که ماهی به عنوان یک موجود خون‌سرد، فیزیولوژی خود را با درجه‌حرارت سازگار می‌کند، اما برخی پارامترهای فیزیولوژیکی در درجه حرارت‌های مختلف با تغییر مواجه می‌شوند.

Yousefian و همکاران (۲۰۱۱) در مطالعات خود گزارش کردند که با کاهش دما در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*) میزان پروتئین تام کاهش می‌یابد که با نتایج تحقیق حاضر هم‌خوانی دارد. کاهش دما در تاس‌ماهی ایرانی سبب استرس در این ماهی گردیده و در نتیجه غلظت پروتئین تام با تغییر در حجم پلاسما تغییر کرده است.

تغییرات دمایی در دو فصل هیچ تفاوت معنی‌داری را در میزان پارامتر آلبومین ایجاد نکرد. اما با افزایش و کاهش دما در ایستگاه هراز میزان آن افزایش یافت. بررسی‌های انجام شده در مطالعه حاضر نشان داد که افزایش آلبومین تابستان در منطقه هراز به این دلیل است که میزان حرارت در هراز بین ۱۵ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد بوده که این حرارت در دامنه اپتیمم برای رشد قزل‌آلا قرار دارد و میزان مصرف غذا و رشد افزایش می‌یابد. میزان آلبومین با کاهش دما در هراز در فصل زمستان افزایش یافت، این افزایش احتمالاً به دلیل افزایش میزان گلوبولین در ماهیان این منطقه بوده است که این تفاوت چندان معنی‌دار نمی‌باشد.

یوسفیان و همکاران (۲۰۱۰) گزارش دادند که سطح آلبومین با افزایش دما در قزل‌آلای رنگین‌کمان (*Oncorhynchus mykiss*) افزایش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی دارد.

Ototak (۱۹۹۲) در تحقیق ماهی قزل‌آلای رنگین کمان را در معرض دماهای ۱۲، ۱۵، ۱۷ و ۲۰ درجه سانتی‌گراد قرار دادند و مشاهده کردند که آلبومین به طور معنی‌داری در دمای ۲۰ درجه افزایش می‌یابد که با نتایج مطالعه حاضر هم‌خوانی ندارد.

به‌طور کلی نتایج به‌دست آمده از این بررسی نشان می‌دهد که احتمالاً دمای مناسب برای پاسخ ایمنی بهتر قزل‌آلای رنگین کمان دمایی است که در تابستان زیاد بالا نرود و در زمستان زیاد پایین نیاید. برای پارامترهای بیوشیمیایی پروتئین و آلبومین دمایی که در محدوده رشد قزل‌آلا باشد (در این مطالعه ۱۵ تا ۱۶ درجه سانتی‌گراد) مناسب برای افزایش آن‌ها است که نشان دهنده سلامت ماهی می‌باشد.

سپاسگزاری

از آقای مهندس بینایی کارشناس آزمایشگاه بیوشیمی پژوهشکده اکولوژی آبزیان دریای خزر

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

ساری سپاس گزاری می‌نماییم. همچنین از آقایان مهندس فاضلی و رضازاده کارشناسان کارگاه‌های پرورش ماهی قزل‌آلای رنگین‌کمان منطقه هراز (گل و چشمه) و نکا به علت همکاری فراوان و بی‌دریغ‌شان کمال تشکر و قدردانی را داریم.

منابع

۱. آذری تاکامی، ق.، کهنه شهری، م.، ۱۳۷۳. تکثیر مصنوعی و پرورش ماهیان خاویاری. انتشارات دانشگاه تهران، ۲۷۴ صفحه.

۲. بهمنی، م.، ۱۳۷۸. بررسی اکوفیزیولوژی استرس از طریق اثر بر محور HPG، HPI، سیستم ایمنی و فرآیند تولیدمثل در تاس‌ماهی ایرانی (*Acipenser persicus*). رساله دکتری تخصصی (Ph.D). دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم تحقیقات تهران، ۲۷۴ صفحه.

۳. دروموندسدویک، ا.، ۱۹۹۶. ترجمه: عبدالله مشایی، م.، ۱۳۷۹. راهنمای تکثیر و پرورش ماهی قزل‌آلا. انتشارات آسمان، ۲۰۸ صفحه.

۴. سعیدی، ع.، پورغلام، ر.، رضائی نصرآباد، ع.، کامکار، م.، ۱۳۸۲. مقایسه برخی از پارامترهای هماتولوژیکال و بیوکمیکال (تعداد اریتروسیت‌ها، مقادیر هماتوکریت و هموگلوبین، اندیس‌های خونی شامل M.C.V، M.C.H، M.C.H.C و گلوکز یا قند خون) در بچه ماهی قره برون در درجه حرارت‌های مختلف و مولد قره‌برون در شرایط دریا. مجله علمی شیلات ایران، ویژه‌نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۱۰۶-۹۹.

۵. صادقی، ن.، ۱۳۸۰. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان. انتشارات نقش مهر، ۳۹ صفحه.

۶. هدایتی، ع.ا.، باقری، ط.، یاوری، و.، بهمنی، م.، علی-زاده، م.، ۱۳۸۷. بررسی برخی از فاکتورهای بیوشیمیایی سرم خون فیل‌ماهیان پرورشی درآب لب شور. مجله زیست‌شناسی ایران، شماره ۴، صفحات ۶۵۸ تا ۶۶۶.

7. Audrey, E., Haschemeyer, V., Rita, W., 1982. Effects of temperature extreme on protein synthesis in liver of Toad fish, (*OPSANUS TAU)*, Biol. Bull. Vol. 162, pp. 18-27.
8. Casanova, J.C., Rise, M.L., Dixon, B., Afonso, L.O.B., Hall, J.R., Johnson, S.C., Gamperl, A.K., 2008. The immune and Stress responses of Atlantic Cod to long–Term increases in Water temperature, Fish & Shell Fish Immunology, Vol. 24, pp. 600- 609.
9. Dominguez, M., Takemura, A., Tsuchiya, M., Nakamura, S., 2004. Impact of different environmental factors on the circulating immunoglobulin, Aquaculture, Vol. 241, pp. 491-500.
10. Hochachka, P.W., Somero, G.N., 1984. Biochemical Adaptation. Princeton University Press. New Jersey, pp. 538.
11. Jobling, M., 1997. Temperature and growth: modulation of growth rate via temperature change. In:Wood, C.M., McDonald, D.G. (Eds.), GlobaWarming: Implications for Freshwater and Marine fish cambridge University Press, Cambridge, pp. 225-253.
12. Johnson, A.M., Rholfs, E.M., Silverman, L.M., 1999. Protein. In: Biuret CA, Ashwood ER. Editors. Tietz textbook of clinical chemistry.3 ed. Philadelphia, W. B. Saunders Company, pp. 477-540.
13. MCcarthy, I.D., Moksness, E., Pavlov, D.A., Houlihan, D.F., 1999. Effects of Water temperature on protein synthesis and protein growth in Juvenile Atlantic wolfish (*Anarhichas lupus*), Can. J. Fish Aquat. Sci. Vol. 56, pp. 231-241.
14. Morvan, C., Troutaud, D., Deschaux, P., 1998. Differential effects of temperature on specific and nonspecific immune deefences in fish,The Journal of Expetimental Biology, Vol. 201, pp. 165-168.
15. Ototake, M., Nakanish, T., 1992. Effect of water temperature on kinetics of Bovin serum Albumin in the plasma of rain bow

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]
[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]

Trout (*Oncorhynchus mykiss*), Aquaculture, Vol. 58, pp. 1301-1305.
16. Prosser, C.L., 1991. Temperature, In: Prosser, C.L. (Ed.), Comparative Animal Physiology, Environmental and Metabolic Animal Physiology, 4th edition. Wiley-Liss. New York. pp. 109-165.
17. Tort, L., Rotllant, J., Liarte, C., Acerete, L., Hernandz, A., Ceulemans, S., Coutteau, P., Padros, F., 2004. Effects of temperature decrease on Feeding rates, immune indicators and histopathological Changes of gilthead Sea bream *(Sparus aurata*) fed with an experimental diet, Aquaculture, Vol. 229, pp. 55-65.
18. Vigiani, V., Lupi, P., Mecatti, M., 2005. Some haematochemical parameters of intensively farmed rainbow trout. Italian Journal of Animal Science. 4 (2): 577-576.
19. Whicher, J., 1996. Complement Component C3: In: Foundation for Blood Research. 10. 01, pp. 1-7.
20. Thomas, L.E.D., 1998. Clinical laboratory diagnostics. Frankfurt. Th-Books Verlagsgesellschaft, pp. 667- 678.
21. Yousefian, M., Sheikholeslami Amiri, M., Hedayatifard, M., Dehpour, A.A., Fazli, H., Ghiaci, M., Farabi, S.V. and Najafpour S.H., 2010. Serum biochemical parameter of male, and female Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*), World Journal of Fish and Marine Sciences, Vol. 2, No. 6, pp. 513-518.
22. Yousefian, M., Sheikholeslami Amiri, M., Kor, D., 2011. Serum biochemical parameter of male, immature and female Persian sturgeon (*Acipencer persisus*), Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 5, No. 5, pp. 476-481.

[Downloaded from aqudev.lahijan.iau.ir on 2026-06-11]

[DOR: 20.1001.1.23223545.1392.7.1.5.4]