

تأثیر تیمارهای مختلف حرارتی روی برخی پارامترهای ایمنی (C_4 و C_3 , IgM) و بیوشیمیایی (آلبومین و پروتئین تام) سرم خون قزل آلاهی رنگین کمان (*Oncorhynchus mykiss*)

افشین قلیچی^{۱*}، مهدی یوسفیان^۲، فائزه کشوری^۳، سارا جرجانی^۴

۱ و ۳ - 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 پذیرش: ۱۹ بهمن ۱۳۹۱

تاریخ دریافت: ۱۶ مهر ۱۳۹۱

چکیده

مطالعه حاضر جهت بررسی تأثیر حرارت و فصول سال بر روی پارامترهای ایمنی و بیوشیمیایی سرم خون ماهی قزل آلاهی رنگین کمان (*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 (سانتی متر) اندازه گیری شد. پس از خون گیری فصلی از ساقه دمی و جداسازی سرم توسط سانتریفوژ، پارامترهای ایمنی سرم خون شامل C_4 و C_3 , IgM و پارامترهای بیوشیمیایی سرم خون شامل آلبومین و پروتئین تام مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تحقیق نشان داد تفاوت معنی داری در پارامترهای IgM ، پروتئین تام و آلبومین در فصل تابستان بین دو منطقه هراز و نکا مشاهده نمی شود ($P > 0.05$). اما در پارامتر C_4 و C_3 تفاوت معنی داری مشاهده شد که بیشترین میزان آن در منطقه نکا بوده است ($P < 0.05$). مقادیر C_4 , C_3 , IgM و آلبومین در فصل زمستان بین دو منطقه هراز و نکا تفاوت معنی داری مشاهده نشد ($P > 0.05$)، ولی مقدار پروتئین تام در منطقه نکا به طور معنی داری بیشتر بود. به طور کلی نتایج حاصل از این بررسی نشان می دهد که دما در محدوده رشد قزل آلا در دو منطقه می تواند در عملکرد سیستم ایمنی و سلامت ماهی مؤثر واقع شود.

کلمات کلیدی: قزل آلاهی رنگین کمان، دما، پارامترهای بیوشیمیایی، پارامترهای ایمنی، سرم خون.

مقدمه

قزل آلاهی رنگین کمان 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 (دروموندس و دیوکی، 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. قزل آلاهی رنگین کمان متعلق به آب‌های سرد و شفاف با بستر سنگی، سنگلاخی و شنی است. این آبرزی 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 قزل آلاهی رنگین کمان 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، قزل آلاهی رنگین کمان اساس صنعتی را تشکیل می‌دهد که در حال توسعه است و اهمیت آن به‌ویژه در کشورهای که قادر به تدارک شرایط و مهیا کردن محیط آب شیرین، یا شور برای پرورش آن هستند در حال افزایش است. همان‌طور که روش‌های جابه‌جایی و حمل ماهی زنده و پرورش آن در پیشرفت و تکامل است، پرورش دهندگان قزل آلاهی رنگین کمان

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 می‌کنند، 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 تحریرکنندگی آنزیم‌های هضمی و فعالیت‌های سوخت و ساز 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 به‌طور عمده برای ارزیابی سلامت ماهیان و استرس

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 ۱۰۰ گرم 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 آبریان 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 به ترتیب 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.

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 این که پرورش دهندگان از خصوصیات فیزیولوژیکی و ایمنی قزل‌آلای رنگین‌کمان و این که 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

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

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

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 معنی‌دار، 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.

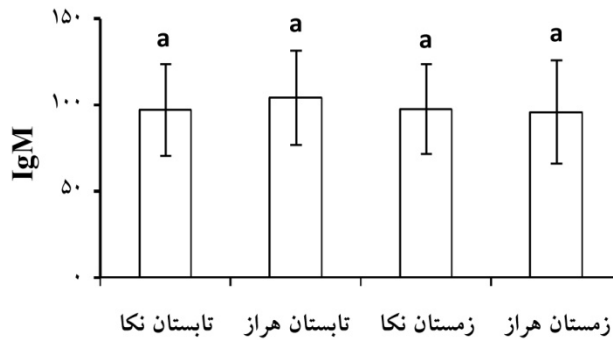
نتایج

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

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 آبریان 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 به دست 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، C₃ و C₄ از روش ایمونوتوربیدیتری 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 C₄ و C₃، IgM 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

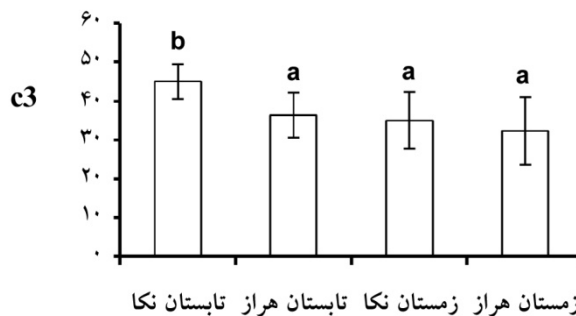
دو منطقه اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P > 0/05$). در میزان پارامتر IgM در فصل زمستان در دو منطقه اختلاف معنی داری وجود ندارد ($P > 0/05$). گرچه میزان آن در منطقه هراز ($104 \pm 27/3$ mg/dl) می باشد. گرچه میزان آن در منطقه نکا بیشتر ($46/8$ mg/dl \pm) از منطقه هراز ($97/4$ mg/dl \pm) بوده است.



شکل ۱: مقادیر ایمنوگلوبین سرم خون قزل آلای رنگین کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

نتایج مطالعات آماری نشان می دهد در میزان پارامتر C₃ در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$) (شکل ۲). به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به منطقه نکا ($15/5$ mg/dl) می باشد و کمترین میزان آن مربوط به منطقه هراز ($45 \pm 36/3$ mg/dl \pm) بوده است.

میزان پارامتر C₃ در فصل زمستان در دو منطقه بیانگر عدم معنی داری آن بوده است ($P > 0/05$). گرچه میزان آن در منطقه نکا ($35 \pm 11/3$ mg/dl) و در منطقه هراز ($32/3 \pm 8/7$ mg/dl) بوده است.



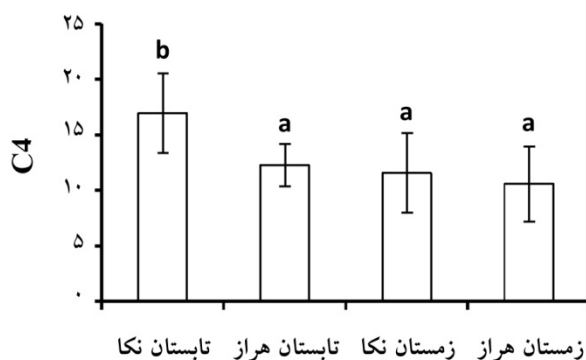
شکل ۲: مقادیر C₃ سرم خون قزل آلای رنگین کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

نتایج مطالعات آماری نشان می دهد (شکل ۳) در میزان پارامتر C₄ در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی داری وجود دارد ($P < 0/05$). به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به منطقه نکا ($17 \pm 8/6$ mg/dl) می باشد.

گرچه میزان آن در منطقه نکا ($11/5 \pm 3/6$ mg/dl) و در منطقه هراز ($10/6 \pm 3/4$ mg/dl) بوده است.

می‌باشد و کمترین میزان آن مربوط به منطقه هراز ($12/3 \pm 1/9$ mg/dl) بوده است.

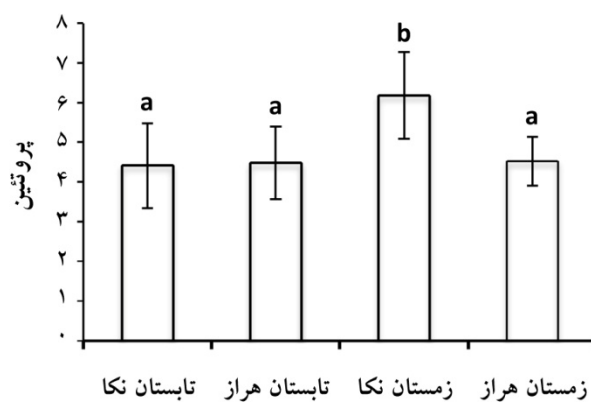
میزان پارامتر C_4 در فصل زمستان در دو منطقه بیانگر عدم معنی‌داری آن بوده است ($P > 0/05$).



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

اما در میزان پروتئین تام در فصل زمستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری مشاهده شده است ($P < 0/05$). به طوری که بیشترین میزان آن مربوط به منطقه نکا ($6/2 \pm 1/1$ mg/dl) و کمترین میزان آن مربوط به منطقه هراز ($4/54 \pm 0/62$ mg/dl) بوده است.

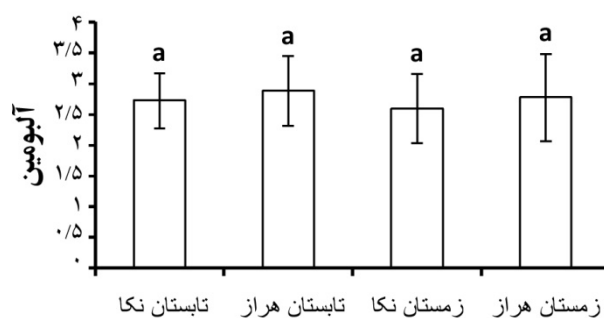
نتایج حاصل از مطالعات آماری (شکل ۴) نشان می‌دهد که در میزان پروتئین تام در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0/05$). میزان آن در هراز ($4/5 \pm 0/92$ mg/dl) و در منطقه نکا ($4/4 \pm 1/07$ mg/dl) بوده است.



شکل ۴: مقادیر پروتئین سرم خون قزل‌آلای رنگین کمان در دو فصل در منطقه نکا و هراز

نتایج حاصل از مطالعات آماری نشان می‌دهد که در میزان آلبومین در فصل زمستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$). گرچه میزان آن در منطقه هراز بیشتر (2.7 ± 0.91 mg/dl) از منطقه نکا (2.6 ± 0.86 mg/dl) بوده است.

نتایج حاصل از مطالعات آماری (شکل ۵) نشان می‌دهد که در میزان آلبومین در فصل تابستان در دو منطقه اختلاف معنی‌داری وجود ندارد ($P > 0.05$). گرچه میزان آن در منطقه هراز بیشتر (2.8 ± 0.57 mg/dl) از منطقه نکا (2.7 ± 0.45 mg/dl) بوده است.



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

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 تیلاپیسای 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 و اریانس کم IgM را سبب گردیده است.

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 قزل‌آلای ماهی سردآبی است و در مقایسه میزان درجه حرارت 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 اریانس کمتری برخوردار است، ولی در منطقه هراز این تغییرات شدید

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 این که 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 رنگین‌کمان رودخانه هراز، در فصل تابستان انجام دادند، میزان C_3 و C_4 را به ترتیب $9/5 \pm$ و $37/2$ و $17/7 \pm 35/7$ 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، به طوری که در این فصل مقدار این عامل در منطقه هراز بیشتر بود، اما در فصل زمستان مقادیر پارامترهای مذکور در منطقه نکا به‌طور معنی‌داری بیش‌تر بوده است.

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

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، به طوری که 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، به طوری که 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 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 این که دما بالاتر از منطقه هراز می‌باشد، فعال می‌شوند، هر چند 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

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 رنگین‌کمان 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 رنگین‌کمان 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 نشان‌دهنده سلامت ماهی می‌باشد.

سپاسگزاری

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

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 به دلیل 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، هر چند که ماهی به عنوان یک موجود خون‌سرد، فیزیولوژی خود را با درجه حرارت 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.

بیوشیمیایی سرم خون فیل ماهیان پرورشی در آب 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.), *Global Warming: Implications for Freshwater and Marine fish* Cambridge University Press, Cambridge, pp. 225-253.
12. Johnson, A.M., Rholf, 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 defences in fish, *The Journal of Experimental Biology*, Vol. 201, pp. 165-168.
15. Ootake, M., Nakanish, T., 1992. Effect of water temperature on kinetics of Bovin serum Albumin in the plasma of rain bow

ساری سپاس‌گزاری می‌نمایم. 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 HPI، HPG، 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. دروموندسویک، 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 بیوکیمال (تعداد اریتروست‌ها، مقادیر هماتوکریت و هموگلوبین، اندیس‌های خونی شامل M.C.H.C، M.C.H، M.C.V و گلوکز یا قند خون) در بچه ماهی قره برون در درجه حرارت‌های مختلف و مولد قره برون در شرایط دریا. مجله علمی شیلات ایران، ویژه‌نامه اولین سمپوزیوم ملی ماهیان خاویاری، صفحات ۹۹-۱۰۶.
۵. صادقی، ن.، ۱۳۸۰. پرورش قزل‌آلای رنگین‌کمان. انتشارات نقش مهر، ۳۹ صفحه.
۶. هدایتی، ع.ا.، باقری، ط.، یآوری، و.، بهمنی، م.، علی-زاده، م.، ۱۳۸۷. بررسی برخی از فاکتورهای

- 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., Hernandez, 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 (*Acipenser persicus*), Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol. 5, No. 5, pp. 476-481.